



המחלקה להנדסת תעשייה וניהול

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

**זיהוי גורמים המשפיעים על מעורבות נהגים  
צעירים בתאונות דרכים, ניבוי מעורבות זו  
ובדיקת השפעת מפגש "אור ירוק" על  
המעורבות באמצעות מערכות לומדות**

דו"ח מסכם המוגש

לקרן רן נאור לקידום המחקר בבטיחות בדרכים

בעז לרנר ודוד שנער

אוקטובר 2012

ידוע ששיעור המעורבות של נהגים צעירים (בני 17-24) בתאונות דרכים בארץ ובעולם גבוה ביחס לשאר הנהגים. בעוד ששיעור הנהגים הצעירים מכלל האוכלוסייה עומד על כ-10%, הרי שיעור מעורבותם בתאונות דרכים גבוה ביותר מפי 2.5 (כ-26%). בנוסף, נהגים צעירים מעורבים ביותר תאונות קטלניות, בהתחשב בשיעורם באוכלוסייה, יחסית לנהגים אחרים. הנושא כאוב ומטריד את הרשויות ואת החברה הישראלית, ולראייה נביא את השאלתא "מעורבות צעירים בתאונות דרכים" (ללא מירכאות) שהניבה בגוגל ב-20.9.2012 כ-50,000 תוצאות!

מחקרים רבים חיפשו את הגורמים למעורבותם הגבוהה של נהגים צעירים בתאונות דרכים וניסו גם לחזות אותה על סמך גורמים אלה. אבל, מרבית המחקרים התבססו רק על מדגמים של האוכלוסייה ועשו שימוש בשאלונים או במספר מצומצם של משתנים, מתוכם זיהו את הגורמים למעורבות.

במחקר זה נעשה שימוש בבסיס נתונים של כל אוכלוסיית הנהגים הצעירים במדינת ישראל שהוציאו רישיון בין השנים 2002 ו-2008. בסיס נתונים זה מכיל משתנים המתבססים על מידע – של הנהג הצעיר והוריו – דמוגרפי, סוציו-אקונומי, על השכלה, השתתפות במפגש אור ירוק וביצוע תאונות ועבירות בתקופה הנ"ל. על מנת לזהות את הגורמים, מתוך משתנים אלה, האחראים למעורבות גבוהה של הנהג הצעיר ולחזות אותה, נעשה שימוש בכלי כריית נתונים ומערכות לומדות. אלה מזהים תבניות בעלות עניין בבסיסי נתונים גדולים ויכולים להציע מודלים מבוססי נתונים להסבר וחיזוי מעורבות בתאונות דרכים, תוך שיפור ביצועי המודלים עם החשיפה ליותר ויותר נהגים בבסיס הנתונים.

במחקר נעשה שימוש במאות מודלים שחזו את רמת מעורבות הנהג הצעיר בתאונות דרכים בדיוק שבין 60% ל-80%. הגורמים שהתגלו כמשמעותיים ביותר להסבר מעורבות זו הינם **מספר העבירות מסוג ברירת משפט** (מעורבות הנהג הצעיר בתאונות עולה עם מספר העבירות), **מגדר** (גברים מעורבים יותר מנשים), **הוצאת רישיון לאופנוע** (מעורבות הנהג עולה אם הוצא רישיון לאופנוע), **קבוצת האוכלוסייה** (יהודים מעורבים בתאונות פחות מכל קבוצת אוכלוסייה אחרת) ו**הגבלה רפואית** (מעורבות הנהג הצעיר עולה במידה וקיימת אצלו הגבלה רפואית). נמצא גם שנהגים שלא השתתפו במפגשי אור ירוק היו מעורבים יותר בתאונות דרכים מאשר נהגים אשר השתתפו בו בכ-8%, כאשר מועד המפגש המביא למעורבות הנמוכה ביותר של הנהג הוא כחודשיים לפני הוצאת הרישיון.

פרק 1 בדו"ח מציג את שיטת העבודה עם מערכות לומדות וכריית נתונים. פרק 2 מספק רקע על עבודות קודמות שעסקו בהסבר וחיזוי מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים. פרק 3 מציג את בסיס הנתונים בו נעשה שימוש במחקר. פרקים 4-6 מציגים שלוש גישות לניתוח הנתונים ולזיהוי גורמים למעורבות הנהג הצעיר בתאונות דרכים, תוך מענה על שאלות חקר שונות. סיכום שלושת הניתוחים מובא בפרק 7. פרק 8 עוסק בניתוח בסיס הנתונים לשם הבנת הגורמים המשפיעים על חומרת תאונת נהג צעיר. פרק 9 מנתח את השפעת מפגש אור ירוק על רמת מעורבות הנהג הצעיר בתאונות דרכים ודרכים לתיקון חישוב ההטיה הקיימת בקיום המפגש. פרק 10 מנסה להסביר מעורבות של נהגים צעירים בתאונות באמצעות מודלים של משתנים חבויים, ופרק 11 מסכם העבודה.

## תוכן עניינים

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| 2.....  | תקציר                                                  |
| 17..... | 1. תהליך המידול בו נעשה שימוש במחקר                    |
| 17..... | 1.1 תהליך העבודה                                       |
| 19..... | 1.2 אופן בחירת מודל לסיווג וחישוב אחוזי דיוקו          |
| 19..... | 1.3 בניית סט אימון וסט בחינה בבעיה לא מאוזנת           |
| 20..... | 1.4 בחירת משתנים                                       |
| 21..... | 1.5 אופן המידול                                        |
| 23..... | 2. הבנת הבעיה                                          |
| 24..... | 3. הבנת הנתונים                                        |
| 24..... | 3.1 תיאור קבצי הנתונים                                 |
| 25..... | 3.2 נתונים חסרים בבסיס הנתונים                         |
| 25..... | 3.3 פערים וסתירות בבסיס הנתונים                        |
| 27..... | 3.4 התרשמות כללית מהתפלגות הנתונים                     |
| 30..... | 4. גישה ראשונה לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים   |
| 30..... | 4.1 שאלות החקר בגישה הראשונה                           |
| 31..... | 4.2 הכנת הנתונים                                       |
| 32..... | 4.3 מידול והערכה בגישה הראשונה                         |
| 32..... | 4.3.1 תהליך המידול בגישה הראשונה                       |
| 32..... | 4.3.2 סיווג מחלקות 1-2 מול מחלקה 3 ומול מחלקה 4        |
| 33..... | 4.3.3 סיווג מחלקה 1 מול מחלקות 2-3-4                   |
| 34..... | 4.3.4 סיווג מחלקה 1 מול מחלקה 4                        |
| 34..... | 4.3.5 מידול אוכלוסיות ספציפיות                         |
| 39..... | 4.4 סטטיסטיקה תיאורית לאור תוצאות המידול               |
| 40..... | 4.4.1 משתנה מגדר                                       |
| 41..... | 4.4.2 משתנה קבוצת אוכלוסייה                            |
| 42..... | 4.4.3 מגדר הנהג בחיתוך עם קבוצת האוכלוסייה             |
| 43..... | 4.4.4 משתנה גיל הוצאת רישיון                           |
| 46..... | 4.4.5 משתנה סוג פעילות של אור ירוק                     |
| 47..... | 4.4.6 משתנה ותק אור ירוק                               |
| 49..... | 4.4.7 משתנה ותק אור ירוק בחיתוך עם סוג פעילות אור ירוק |
| 50..... | 4.4.8 משתנה ותק נהיגה                                  |
| 51..... | 4.4.9 משתנה רישיון אופנוע                              |
| 52..... | 4.4.10 משתני עבירות                                    |
| 54..... | 4.4.11 משתנה מחוז-נפה                                  |

|          |                                                       |        |
|----------|-------------------------------------------------------|--------|
| 55.....  | התמקדות באוכלוסיית מחקר ספציפית                       | 4.4.12 |
| 65.....  | סיכום ממצאי הגישה הראשונה                             | 4.5    |
| 66.....  | מגבלות הגישה הראשונה                                  | 4.6    |
| 69.....  | גישה שנייה לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים      | 5.     |
| 69.....  | שאלות החקר בגישה השנייה                               | 5.1    |
| 69.....  | הכנת הנתונים                                          | 5.2    |
| 69.....  | יצירת ונרמול משתני עבירות חדשים                       | 5.2.1  |
| 73.....  | יצירת משתנים סוציו-אקונומיים                          | 5.2.2  |
| 74.....  | יצירת ונרמול משתנה מוסבר                              | 5.2.3  |
| 75.....  | בחירת משתנים ואיזון נתונים                            | 5.2.4  |
| 76.....  | מידול והערכה בגישה השנייה                             | 5.3    |
| 77.....  | סטטיסטיקה תיאורית לאור תוצאות המידול                  | 5.4    |
| 78.....  | משתנים דמוגרפים נהג צעיר                              | 5.4.1  |
| 79.....  | משתני עבירות                                          | 5.4.2  |
| 80.....  | משתנה רישיון לאופנוע                                  | 5.4.3  |
| 81.....  | משתני הגבלות רפואיות                                  | 5.4.4  |
| 82.....  | משתני מגורים                                          | 5.4.5  |
| 83.....  | משתני אור ירוק                                        | 5.4.6  |
| 84.....  | משתני אב                                              | 5.4.7  |
| 85.....  | משתני אם                                              | 5.4.8  |
| 87.....  | משתני נהג צעיר                                        | 5.4.9  |
| 88.....  | משתנים סוציו-אקונומיים                                | 5.4.10 |
| 89.....  | סיכום ממצאי הגישה השנייה                              | 5.5    |
| 91.....  | מגבלות הגישה השנייה                                   | 5.6    |
| 94.....  | גישה שלישית לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים     | 6.     |
| 94.....  | שאלות חקר בגישה השלישית                               | 6.1    |
| 97.....  | הכנת הנתונים                                          | 6.2    |
| 98.....  | מידול והערכה בגישה השלישית                            | 6.3    |
| 104..... | גורמים למעורבות בתאונות דרכים על פי הגישה השלישית     | 6.4    |
| 105..... | סיכום ממצאי הגישה השלישית                             | 6.5    |
| 105..... | מגבלות הגישה השלישית                                  | 6.6    |
| 107..... | סיכום ממצאי שלוש הגישות בחיזוי והסבר מעורבות נהג צעיר | 7.     |
| 109..... | חיזוי והסבר חומרת תאונת נהג צעיר                      | 8.     |
| 109..... | הבנת הבעיה והגדרת שאלות החקר                          | 8.1    |
| 109..... | הבנת הנתונים                                          | 8.2    |
| 110..... | סטטיסטיקה תיאורית אל מול המשתנה המוסבר                | 8.2.1  |



|          |                                                              |       |
|----------|--------------------------------------------------------------|-------|
| 127..... | בדיקת מתאם בין המשתנים                                       | 8.2.2 |
| 128..... | הכנת הנתונים                                                 | 8.3   |
| 128..... | טיפול בערכים חסרים                                           | 8.3.1 |
| 129..... | יצירת משתנים חדשים                                           | 8.3.2 |
| 129..... | בחירת משתנים                                                 | 8.3.3 |
| 129..... | חלוקה הנתונים לסט אימון ולסט בחינה                           | 8.3.4 |
| 131..... | מידול והערכה                                                 | 8.4   |
| 134..... | סיכום מידול חומרת תאונת נהג צעיר                             | 8.5   |
| 135..... | השפעת מפגש אור ירוק על מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים        | 9.    |
| 135..... | תיאור הבעיה וכיווני המחקר                                    | 9.1   |
| 135..... | בניית בסיס הנתונים                                           | 9.2   |
| 137..... | יעילות תוכנית אור ירוק בהורדת מספר תאונות הנהג הצעיר         | 9.3   |
| 137..... | יעילות סוג הפעילות (אופן הפצת) תוכנית אור ירוק               | 9.3.1 |
| 138..... | יעילות ותק מפגשי אור ירוק                                    | 9.3.2 |
| 139..... | בדיקת יעילות תוכנית אור ירוק בעזרת רגרסיה לוגיסטית           | 9.3.3 |
| 142..... | בדיקת מובהקות השפעת תוכנית אור ירוק                          | 9.4   |
| 142..... | השפעת תוכנית אור ירוק על מעורבות בתאונות דרכים               | 9.4.1 |
| 145..... | השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות תנועה                      | 9.4.2 |
| 149..... | ניתוח האם קיימת הטיה (selection bias) בהפצת תוכנית אור ירוק  | 9.5   |
| 150..... | ניתוח בדרך הראשונה                                           | 9.5.1 |
| 163..... | ניתוח בדרך השנייה                                            | 9.5.2 |
| 165..... | בחינת המשתנים המשפיעים על מידת יעילות מפגשי אור ירוק         | 9.6   |
| 169..... | מודלים של משתנים חבויים להסבר מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים | 10.   |
| 169..... | הגישות למציאת מודלים של משתנים חבויים                        | 10.1  |
| 170..... | בסיסי הנתונים                                                | 10.2  |
| 171..... | ניתוח תוצאות                                                 | 10.3  |
| 174..... | סיכום                                                        | 10.4  |
| 176..... | סיכום                                                        | 11.   |
| 177..... | מקורות                                                       | 12.   |
| 180..... | נספחים                                                       |       |
| 181..... | נספח מספר 1 – משתנים בקבצים המקורים                          |       |
| 190..... | נספח מספר 2 – משתנים המשמשים למידול בגישה ראשונה             |       |
| 193..... | נספח מספר 3 – פרמטרי המודלים בגישה השנייה                    |       |
| 194..... | נספח מספר 4 – ערכי משתני המגורים                             |       |
| 196..... | נספח מספר 5 – משתני העבירות החדשים שנוצרו בגישה השלישית      |       |
| 199..... | נספח מספר 6 – בדיקת מתאם בין המשתנים                         |       |

|          |                                                                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|
| 202..... | נספח מספר 7 – בחירת המשתנים לשאלות המחקר                           |
| 211..... | נספח מספר 8 – פרמטרי עצי ההחלטה והרשתות הנירונאליות                |
| 224..... | נספח מספר 9 – מדדים להערכת ביצועי מסווג בינארי                     |
| 225..... | נספח מספר 10 – תוצאות המודלים בגישה השלישית                        |
| 231..... | נספח מספר 11 – פירוט ערכי המשתנים עבור ניתוח חומרת תאונה           |
| 235..... | נספח מספר 12 – תוצאות סיווג לשלוש שיטות הדגימה של פרק 8            |
| 237..... | נספח מספר 13 – בחירת משתנים מסבירים על פי ניתוח פרטו (פרק 8)       |
| 238..... | נספח מספר 14 – סיווג חומרת תאונה בעזרת 8 משתנים ו-3 שיטות דגימה    |
| 240..... | נספח מספר 15 – המודלים הנבחרים לסיווג חומרת תאונה                  |
| 243..... | נספח מספר 16 – מספר התאונות שנעשו בין השנים 2005-2008              |
| 245..... | נספח מספר 17 – ערכי המשתנים לבחינת הפצת תוכנית אור ירוק (פרק 9)    |
| 246..... | נספח מספר 18 – ערכי המקדמים ברגרסיה הלוגיסטית                      |
| 247..... | נספח מספר 19 – מבחני מובהקות עבור השפעת אור ירוק                   |
| 259..... | נספח מספר 20 – מקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית: תקנון בדרך הראשונה |
| 261..... | נספח מספר 21 – מקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית (פרק 9.6)           |

## רשימת איורים

|         |                                                                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17..... | איור 1 - מעגל החיים במסגרת מתודולוגיית ה- CRISP-DM                                                                            |
| 28..... | איור 2 - התפלגות משתנה מגדר                                                                                                   |
| 28..... | איור 3 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה                                                                                        |
| 29..... | איור 4 - התפלגות משתנה גיל הוצאת רישיון                                                                                       |
| 29..... | איור 5 - התפלגות משתנה שנת הוצאת רישיון                                                                                       |
| 29..... | איור 6 - התפלגות משתנה יבשת לידה של הנהג הצעיר                                                                                |
| 40..... | איור 7 - התפלגות משתנה מגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                                     |
| 42..... | איור 8 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה בחיתוך המשתנה המוסבר                                                                   |
| 43..... | איור 9 - התפלגות משותפת לקבוצת אוכלוסייה ומגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים                                                        |
| 44..... | איור 10 - התפלגות משתנה גיל הוצאת רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                              |
| 45..... | איור 11 - התפלגות גיל הוצאת רישיון בקרב ארבע מחלקות הנהגים. למעלה עבור כולן יחד ובהמשך הפרדנו את המחלקה הראשונה מהשלוש האחרות |
| 46..... | איור 12 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                           |
| 48..... | איור 13 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק בחיתוך המשתנה המוסבר                                                                     |
| 50..... | איור 14 - התפלגות המשתנים ותק ואופן קבלת אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                     |
| 50..... | איור 15 - התפלגות משתנה ותק הנהיגה בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                                    |
| 51..... | איור 16 - התפלגות משתנה החזקת רישיון אופנוע בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                           |
| 53..... | איור 17 - התפלגות משתנה עבירות מסוג ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                        |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| איור 18 - התפלגות משתנה עבירות מסוג הזמנה לדין בחיתוך עם המשתנה המוסבר               | 53 |
| איור 19 - התפלגות משתנה מחוז נפה בחיתוך עם המשתנה המוסבר                             | 55 |
| איור 20 - התפלגות ותק נהיגה ומגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר לנהגים צעירים        |    |
| שהשתתפו במפגש אור ירוק                                                               | 56 |
| איור 21 - התפלגות ותק נהיגה ומגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר לנהגים צעירים שלא    |    |
| השתתפו במפגש אור ירוק                                                                | 56 |
| איור 22 - התפלגות המשתנים ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה         |    |
| המוסבר אצל גברים                                                                     | 59 |
| איור 23 - התפלגות המשתנים ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה         |    |
| המוסבר אצל נשים                                                                      | 60 |
| איור 24 - התפלגות מגדר ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב יהודים   |    |
|                                                                                      | 62 |
| איור 25 - התפלגות מגדר ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב ערבים    |    |
|                                                                                      | 62 |
| איור 26 - התפלגות ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב    |    |
| נהגים ללא רישיון אופנוע                                                              | 64 |
| איור 27 - התפלגות ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב    |    |
| נהגים עם רישיון אופנוע                                                               | 64 |
| איור 28 - ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר             | 67 |
| איור 29 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות ברירת משפט מנורמל בותק נהיגה        | 72 |
| איור 30 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות הזמנה לדין מנורמל בותק נהיגה        | 72 |
| איור 31 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות אזהרה מנורמל בותק נהיגה             | 72 |
| איור 32 - התפלגות ריבוע מספר התאונות מנורמל בותק הנהיגה לאחר חלוקה ל-3 סלים          | 74 |
| איור 33 - המשתנים שנבחרו למידול בגישה השנייה                                         | 75 |
| איור 34 - משתנה מספר תאונות מול מין (מגדר) נהג צעיר (1 – זכר)                        | 78 |
| איור 35 - משתנה מספר תאונות מול גיל (בין 17 ל-24) קבלת רישיון נהג צעיר               | 78 |
| איור 36 - מספר תאונות מול עבירות מסוג ברירת משפט. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק   |    |
| 5.2.1)                                                                               | 79 |
| איור 37 - מספר תאונות מול עבירות מסוג הזמנה לדין. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק   |    |
| 5.2.1)                                                                               | 79 |
| איור 38 - מספר תאונות מול עבירות מסוג אזהרה. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק 5.2.1) | 80 |
| איור 39 - מספר תאונות מול קבלת רישיון אופנוע                                         | 80 |
| איור 40 - מספר תאונות מול הגבלת משקפיים                                              | 81 |
| איור 41 - מספר תאונות מול הגבלת נכות                                                 | 81 |
| איור 42 - מספר תאונות מול הגבלה רפואית                                               | 82 |
| איור 43 - מספר תאונות מול הגבלה "אחרת"                                               | 82 |

|          |                                                                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 83.....  | איור 44 - מספר תאונות מול מחוז נפה                                                                                          |
| 83.....  | איור 45 - מספר תאונות מול צורת יישוב                                                                                        |
| 84.....  | איור 46 - מספר תאונות מול אופן סוג פעילות אור ירוק                                                                          |
| 84.....  | איור 47 - מספר תאונות מול ותק אור ירוק                                                                                      |
| 85.....  | איור 48 - מספר תאונות מול קבוצת אוכלוסייה אב                                                                                |
| 85.....  | איור 49 - מספר תאונות מול שנות לימוד אב                                                                                     |
| 85.....  | איור 50 - מספר תאונות מול אב מורשה לנהוג                                                                                    |
| 86.....  | איור 51 - מספר תאונות מול קבוצת אוכלוסייה אם                                                                                |
| 86.....  | איור 52 - מספר תאונות מול שנות לימוד אם                                                                                     |
| 86.....  | איור 53 - מספר תאונות מול אם מורשה לנהוג                                                                                    |
| 87.....  | איור 54 - מספר תאונות מול קבוצת האוכלוסייה של הנהג הצעיר                                                                    |
| 87.....  | איור 55 - מספר תאונות מול יבשת מוצא נהג צעיר                                                                                |
| 88.....  | איור 56 - מספר תאונות מול שנת עלייה נהג צעיר                                                                                |
| 89.....  | איור 57 - מספר תאונות מול מספר כלי רכב בבעלות ההורים                                                                        |
| 89.....  | איור 58 - מספר תאונות מול ציון הרכב של המשפחה                                                                               |
|          | איור 59 - מספר תאונות דרכים מסוג ת"ד (גרף עליון) ומספר עבירות מסוג ברירת משפט (גרף תחתון) על פי ותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון |
| 92.....  | איור 60 - עץ החלטה מספר 5 עבור שאלת חקר 3                                                                                   |
| 103..... | איור 61 - רשת נירונאלית מספר 4 עבור שאלת חקר 3                                                                              |
|          | איור 62 - תרשים פרטו לשכיחות המשתנים המסבירים ב-18 המודלים המדויקים ביותר ב-18 שאלות החקר                                   |
| 104..... | איור 63 - אחוז התאונות לפני סוג רכב                                                                                         |
| 111..... | איור 64 - התפלגות סוג הרכב אל מול חומרת התאונה. שלושת הצבעים המייצגים את חומרות התאונה ילוו את יתר הגרפים בהמשך פרק זה      |
| 111..... | איור 65 - השוואת אחוז התאונות החמורות בין רכב דו-גלגלי לרכב פרטי                                                            |
| 112..... | איור 66 - אחוז התאונות הקשות והקטלניות ע"פ חתך נפח מנוע לרכב דו-גלגלי                                                       |
| 112..... | איור 67 - התפלגות חומרת תאונות אופנועים בחתך עיר/כפר                                                                        |
| 113..... | איור 68 - ותק תאונה אל מול מספר תאונות רכב פרטי                                                                             |
| 113..... | איור 69 - ותק תאונה אל מול מספר תאונות אופנוע                                                                               |
| 114..... | איור 70 - חומרת תאונות אופנועים אצל נהגים צעירים שלא הוציאו רישיון אופנוע, בחתך עיר/כפר                                     |
| 114..... |                                                                                                                             |
| 115..... | איור 71 - התפלגות אמצעי בטיחות אל מול חומרת התאונה                                                                          |
| 117..... | איור 72 - התפלגות שעה אל מול חומרת התאונה                                                                                   |
| 117..... | איור 73 - התפלגות (יחסית) של יום/לילה אל מול חומרת התאונה                                                                   |
| 118..... | איור 74 - התפלגות סוג יום אל מול חומרת התאונה                                                                               |
| 118..... | איור 75 - התפלגות סוג דרך אל מול חומרת התאונה                                                                               |
| 119..... | איור 76 - התפלגות מהירות מותרת אל מול חומרת התאונה                                                                          |

|          |                                                                                            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 119..... | איור 77 - התפלגות גורם תאונה אל מול חומרת התאונה -                                         |
| 120..... | איור 78 - התפלגות סוג תאונה אל מול חומרת התאונה -                                          |
| 121..... | איור 79 - התפלגות חד מסלול אל מול חומרת התאונה -                                           |
| 121..... | איור 80 - התפלגות צורת דרך אל מול חומרת התאונה -                                           |
| 122..... | איור 81 - התפלגות תאורה אל מול חומרת התאונה -                                              |
| 123..... | איור 82 - התפלגות מזג אויר אל מול חומרת התאונה -                                           |
| 124..... | איור 83 - התפלגות נפח מנוע אל מול חומרת התאונה -                                           |
|          | איור 84 - התפלגות נזק (0 – לא ידוע, 1 – קל, 2 – בינוני, 3 – קשה, 4 – אין נזק) מול נפח מנוע |
| 124..... | מנרמל                                                                                      |
| 125..... | איור 85 - התפלגות מחוז נפה אל מול חומרת התאונה -                                           |
| 125..... | איור 86 - התפלגות מרחק תאונה מהבית                                                         |
| 126..... | איור 87 - התפלגות גיל אל מול חומרת התאונה -                                                |
| 126..... | איור 88 - התפלגות מגדר אל מול חומרת התאונה                                                 |
| 130..... | איור 89 - בחירת משתנים למודל חומרת תאונת נהג צעיר                                          |
| 132..... | איור 90 - שכיחות 8 משתנים הבולטים ב-90 מודלי סינון ושכיחותם המצטברת                        |
|          | איור 91 - מספר התאונות שנעשו בין השנים 2005-2008 על ידי נהגים צעירים על פי ותק בחודשים     |
| 136..... |                                                                                            |
|          | איור 92 - סוג פעילות אור ירוק בחתך עם מספר התאונות (מנרמל). 0, 1 ו-2 מתייחסים למספר        |
| 138..... | תאונות.                                                                                    |
|          | איור 93 - ותק מפגש אור ירוק בחתך עם מספר התאונות (מנרמל). 0, 1 ו-2 מתייחסים למספר          |
| 139..... | תאונות.                                                                                    |
|          | איור 94 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2005 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה           |
| 143..... | הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                 |
|          | איור 95 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2006 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה           |
| 143..... | הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                 |
|          | איור 96 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2007 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה           |
| 143..... | הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                 |
|          | איור 97 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת      |
| 144..... | בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.            |
|          | איור 98 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת      |
| 144..... | בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, על פי וותק מפגש אור ירוק.                                 |
|          | איור 99 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2005 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה         |
| 145..... | שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                         |
|          | איור 100 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2006 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה        |
| 146..... | שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                         |
|          | איור 101 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה        |
| 146..... | שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.                         |

|                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| איור 102 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק.....                          | 146 |
| איור 103 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, על פי וותק מפגש אור ירוק .....                                              | 147 |
| איור 104 - מספרי הנהגים שביצעו עבירות מסוג ברירת משפט בשנים 2005-7, על פי ותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון, עבור נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק (P) ועבור נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק (NP) ..... | 148 |
| איור 105 - אחוז הנהגים שביצעו עבירות מסוג ברירת משפט בשנים 2005-7, על פי ותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון, עבור נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק (P) ועבור נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק (NP) .....  | 148 |
| איור 106 - דוגמא לאופן יצירת גורם תיקון עבור משתנה מגדר .....                                                                                                                                 | 153 |
| איור 107 - התפלגות מגדר בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                                      | 155 |
| איור 108 - התפלגות הגבלה רפואית בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                              | 155 |
| איור 109 - התפלגות רישיון לאופנוע בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                            | 156 |
| איור 110 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                           | 157 |
| איור 111 - התפלגות גיל בזמן הוצאת רישיון בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                     | 157 |
| איור 112 - התפלגות שנות לימוד אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                             | 158 |
| איור 113 - התפלגות שנות לימוד אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                             | 159 |
| איור 114 - התפלגות מורשה אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                                  | 159 |
| איור 115 - התפלגות מורשה אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                                  | 160 |
| איור 116 - התפלגות יבשת לידה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                                 | 160 |
| איור 117 - התפלגות שנת עלייה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                                 | 161 |
| איור 119 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק .....                                                                                        | 162 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| איור 120 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי | 162 |
| מפגשי אור ירוק                                                                    | 172 |
| איור 121 - מודלים משתנים חבויים שנמצאו ע"י EFA ו-LPCC בעזרת DB1                   | 173 |
| איור 122 - מודלים משתנים חבויים שנמצאו ע"י EFA ו-LPCC בעזרת DB2                   | 240 |
| איור 123 - עץ החלטה, שיטה שלישית, פרמטרים 90-30                                   | 241 |
| איור 124 - עץ החלטה, שיטה שלישית, פרמטרים 90-20                                   | 242 |
| איור 125 - רשת נירונאלית, שיטה שנייה, פרמטר 6-0                                   | 242 |
| איור 126 - רשת נירונאלית, שיטה שלישית, פרמטרים 10-2                               |     |

### רשימת טבלאות

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| טבלה 1 - דוגמא לסיווג לשתי מחלקות כבסיס לחישוב דיוק סיווג                                                                      | 19 |
| טבלה 2 - צורת התייחסות לערכים חסרים שאינם ניתנים להסבר (מוצע לקרוא הטבלה משמאל לימין)                                          | 25 |
| טבלה 3 - הסתירה לכאורה בין המשתנים שנת עלייה ויבשת לידה                                                                        | 26 |
| טבלה 4 - דוגמאות למקרים בהם נהג מתנגש בעצמו באותה תאונה                                                                        | 27 |
| טבלה 5 - הערכים שמקבל המשתנה המוסבר, רמת המעורבות שהוא מייצג והשימוש בקבצים לשם יצירת ערכים אלה                                | 31 |
| טבלה 6 - התפלגות המשתנה המוסבר                                                                                                 | 31 |
| טבלה 7 - תוצאות מידול מחלקות 1-2 מול 3 מול 4                                                                                   | 33 |
| טבלה 8 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 2-3-4                                                                                        | 33 |
| טבלה 9 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4                                                                                            | 34 |
| טבלה 10 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הנשים                                                                      | 34 |
| טבלה 11 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הגברים                                                                     | 35 |
| טבלה 12 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית היהודים                                                                    | 36 |
| טבלה 13 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הערבים                                                                     | 36 |
| טבלה 14 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור בסיס נתונים המאוזן בין אוכלוסיית המשתתפים במפגש אור ירוק לאוכלוסיית הלא משתתפים      | 37 |
| טבלה 15 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור בסיס נתונים המאוזן בין בעלי ולא בעלי רישיון לאופנוע                                  | 38 |
| טבלה 16 - שכיחות המשתנים המשמעותיים במודלים השונים                                                                             | 39 |
| טבלה 17 - התפלגות משתנה מגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים                                                                           | 40 |
| טבלה 18 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע בין הגברים ובין הנשים, ובין מספר נהגים אלה אצל הגברים ואצל הנשים       | 41 |
| טבלה 19 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה                                                                                        | 41 |
| טבלה 20 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה בקרב ארבע מחלקות הנהגים                                                                      | 41 |
| טבלה 21 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל קבוצות האוכלוסייה, ובין מספר נהגים אלה בקבוצות האוכלוסייה השונות | 42 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| טבלה 22 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה ומגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים                                                                                                                                                                                                                                                           | 43 |
| טבלה 23 - התפלגות משתנה גיל רישיון                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 43 |
| טבלה 24 - התפלגות משתנה "גיל הוצאת רישיון" בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                                                                                                                                                                                                                        | 44 |
| טבלה 25 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק                                                                                                                                                                                                                                                                               | 46 |
| טבלה 26 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                                                                                                                                                                                                                       | 46 |
| טבלה 27 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל סוגי הפעילות, ובין מספר נהגים אלה על פי כל סוגי הפעילות                                                                                                                                                                                                     | 47 |
| טבלה 28 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 48 |
| טבלה 29 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק בחיתוך המשתנה המוסבר                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48 |
| טבלה 30 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל הותקים, ובין מספר נהגים אלה על פי כל הותקים                                                                                                                                                                                                                 | 49 |
| טבלה 31 - התפלגות משתנה החזקת רישיון אופנוע                                                                                                                                                                                                                                                                               | 51 |
| טבלה 32 - התפלגות משתנה Y_NumOfNonCanceledKod1Offences                                                                                                                                                                                                                                                                    | 52 |
| טבלה 33 - התפלגות משתנה Y_NumOfNonCanceledKod2Offences                                                                                                                                                                                                                                                                    | 52 |
| טבלה 34 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על ערכי המשתנה עבירות מסוג ברירת משפט, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה                                                                                                                                                                                  | 53 |
| טבלה 35 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על ערכי המשתנה עבירות מסוג הזמנה לדין, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה                                                                                                                                                                                  | 54 |
| טבלה 36 - התפלגות משתנה מחוז-נפה                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 54 |
| טבלה 37 - התפלגות משתנה מחוז נפה בחיתוך עם המשתנה המוסבר                                                                                                                                                                                                                                                                  | 55 |
| טבלה 38 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל ערכי המשתנה מחוז-נפה, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה                                                                                                                                                                                             | 55 |
| טבלה 39 - מספר הנהגים בכל אחת מהמחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר אצל הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק                                                                                                                                                                                                                        | 57 |
| טבלה 40 - מספר הנהגים בכל אחת מהמחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר אצל הנהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק                                                                                                                                                                                                                     | 57 |
| טבלה 41 - אחוז הנהגים המשויכים לכל אחת מארבע המחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר עבור אלה שהשתתפו ואלה שלא השתתפו במפגש אור ירוק. בצהוב מסומן האחוז הגבוה יותר מבין המשתתפים והלא משתתפים עבור כל צירוף מחלקה-מגדר-ותק נהיגה. אם אחד משני תאים מושוים המציגים אותו ערך נצבע והשני לא, הדבר נובע מכך שהערך הראשון גדול מהשני | 57 |
| טבלה 42 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים בתאונות, בממוצע על כל צירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט (נקראות עבירות Kod1), ובין מספר הנהגים האלה עבור כל אחד מצירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט עבור גברים ונשים בנפרד                                                                                           | 61 |
| טבלה 43 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים בתאונות, בממוצע על כל צירופי מגדר ומספר עבירות ברירת משפט, ובין מספר הנהגים האלה לכ"א מצירופי מגדר ומספר עבירות עבור יהודים וערבים בנפרד                                                                                                                                  | 63 |



|                                                                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| טבלה 44 - התפלגות המשתנה מספר עבירות מסוג רישיון                                                                                                                                                                            | 63  |
| טבלה 45 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים (מכל הסוגים) בתאונות, בממוצע על כל צירופי ותק ומספר עבירות רישיון, ובין מספר הנהגים האלה לכ"א מצירופי ותק ומספר עבירות רישיון עבור המחזיקים ברישיון אופנוע והלא מחזיקים ברישיון כזה | 65  |
| טבלה 46 - משתני עבירות חדשים                                                                                                                                                                                                | 70  |
| טבלה 47 - דוגמא לנרמול ריבוע מספר העבירות בותק הנהיגה                                                                                                                                                                       | 71  |
| טבלה 48 - אחוזי דיוק 14 מודלים לחיזוי מספר תאונות נהג צעיר באימון, בחינה ובחינה על כל מחלקה בנפרד                                                                                                                           | 76  |
| טבלה 49 - המשתנים המסבירים הטובים ביותר במודלים השונים                                                                                                                                                                      | 77  |
| טבלה 50 - המשתנים המוסברים, התקופה ואופי העבירות עבור המודלים ל-18 שאלות החקר בגישה השלישית                                                                                                                                 | 97  |
| טבלה 51 - הפרמטרים עבור עצי ההחלטה הממדלים את שאלת חקר 3                                                                                                                                                                    | 98  |
| טבלה 52 - הפרמטרים עבור הרשתות הניורנאליות הממדלות את שאלת חקר 3                                                                                                                                                            | 99  |
| טבלה 53 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 3                                                                                                                                                                                    | 100 |
| טבלה 54 - ממוצעי אחוזי הדיוק וציון כללי של המודלים על פי קבוצות של מודלים                                                                                                                                                   | 103 |
| טבלה 55 - המשתנים ששימשו לניתוח חומרת תאונת נהג צעיר                                                                                                                                                                        | 110 |
| טבלה 56 - התפלגות אמצעי בטיחות של הנהג בתאונות בהן נפגע או לא                                                                                                                                                               | 115 |
| טבלה 57 - מתאם בין מספר זוגות של משתנים                                                                                                                                                                                     | 127 |
| טבלה 58 - בניית משתנים מסבירים נוספים                                                                                                                                                                                       | 129 |
| טבלה 59 - פרמטרים לעצי החלטה בשיטה הראשונה והשלישית                                                                                                                                                                         | 131 |
| טבלה 60 - פרמטרים לעצי החלטה בשיטה השנייה                                                                                                                                                                                   | 131 |
| טבלה 61 - פרמטרים לרשת הניורנאלית בכל השיטות. Auto מציין בחירה של התוכנה במספרים המיטיבים                                                                                                                                   | 131 |
| טבלה 62 - דיוק עצי ההחלטה (ממוצע על 5 פרמוטציות נתונים) לאחר אמון בעזרת שיטות האיזון השונות. בסוגריים בשם כל מודל מופיעים פרמטרי המודל (ראה טבלאות 59-60).                                                                  | 132 |
| טבלה 63 - דיוק עצי החלטה ורשתות ניורנאליות עבור 8 משתנים נבחרים                                                                                                                                                             | 133 |
| טבלה 64 - דיוק ממוצע של שלושת עצי ההחלטה שאומנו על תאונות ת"ד בעזרת השיטה השלישית בסיווג תאונות כללי עם נפגעים שלא שימשו בשלב האימון                                                                                        | 134 |
| טבלה 65 - מספר תאונות עבור סוגי פעילות אור ירוק                                                                                                                                                                             | 137 |
| טבלה 66 - מספר תאונות עבור ותק מפגשי אור ירוק                                                                                                                                                                               | 138 |
| טבלה 67 - סדר כניסת המשתנים למודל בשיטת stepwise ו-forward (רק אפקטים קבועים)                                                                                                                                               | 140 |
| טבלה 68 - סדר כניסת המשתנים למודל בשיטת stepwise ו-forward (אפקטים קבועים ואינטראקציות מסדר שני)                                                                                                                            | 141 |
| טבלה 69 - מספר ואחוז הנהגים הצעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק בין השנים 2005-2007                                                                                                                                              | 142 |
| טבלה 70 - המשתנים שהורדו במהלך שיטת ה-backward step wise                                                                                                                                                                    | 151 |
| טבלה 71 - המשתנים שנותרו במודל הנבחר ומובהקותם                                                                                                                                                                              | 151 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| טבלה 72 - גורמי התיקון בשתי השיטות עבור כלל המשתנים                               | 154 |
| טבלה 73 - מקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית בניתוח השני                             | 164 |
| טבלה 74 - סדר הוצאת המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית                                     | 167 |
| טבלה 75 - המשתנים הנבחרים ברגרסיה הלוגיסטית                                       | 168 |
| טבלה 76 - ערכי המקדמים הרלוונטיים לאור ירוק (הערכים כולם מופיעים בנספח 21)        | 168 |
| טבלה 77 - משתנים נצפים ששימשו למציאת מודלים משתנים חבויים                         | 171 |
| טבלה 78 - משתני קובץ 1. אחוז החוסר במשתנה הוא המשלים ל-100% של Valid              | 183 |
| טבלה 79 - משתני קובץ 2. אחוז החוסר במשתנה הוא המשלים ל-100% של Valid              | 188 |
| טבלה 80 - משתני קובץ 3. אחוז החוסר במשתנה הוא המשלים ל-100% של Valid              | 189 |
| טבלה 81 - משתנים עבור הגישה הראשונה                                               | 192 |
| טבלה 82 - עצי החלטה – פרמטרים למידול וביצועים                                     | 193 |
| טבלה 83 - רשתות נירונאליות – פרמטרים למידול וביצועים                              | 193 |
| טבלה 84 - ערכי משתני מחוז נפה                                                     | 194 |
| טבלה 85 - ערכי משתני צורת ישוב                                                    | 195 |
| טבלה 86 - משתני העבירות שנוצרו עבור הגישה השלישית (מסבירים) והתנאים ליצירתם       | 197 |
| טבלה 87 - משתני התאונות שנוצרו עבור הגישה השלישית (מוסברים) והתנאים ליצירתם       | 198 |
| טבלה 88 - בדיקת מתאם בין משתנים מסבירים נומינאליים                                | 199 |
| טבלה 89 - בדיקת מתאם בין משתנים מסבירים אודינאליים ובין המשתנה מוסבר (שאלת חקר 3) | 200 |
| טבלה 90 - המשתנים הנומינאליים ביניהם קיים מתאם חזק                                | 201 |
| טבלה 91 - המשתנים האודינאליים ביניהם קיים מתאם חזק                                | 201 |
| טבלה 92 - בחירת משתנים לשאלת חקר 1                                                | 202 |
| טבלה 93 - בחירת משתנים לשאלת חקר 2                                                | 202 |
| טבלה 94 - בחירת משתנים לשאלת חקר 3                                                | 203 |
| טבלה 95 - בחירת משתנים לשאלת חקר 4                                                | 203 |
| טבלה 96 - בחירת משתנים לשאלת חקר 5                                                | 204 |
| טבלה 97 - בחירת משתנים לשאלת חקר 6                                                | 204 |
| טבלה 98 - בחירת משתנים לשאלת חקר 7                                                | 205 |
| טבלה 99 - בחירת משתנים לשאלת חקר 8                                                | 205 |
| טבלה 100 - בחירת משתנים לשאלת חקר 9                                               | 206 |
| טבלה 101 - בחירת משתנים לשאלת חקר 10                                              | 206 |
| טבלה 102 - בחירת משתנים לשאלת חקר 11                                              | 207 |
| טבלה 103 - בחירת משתנים לשאלת חקר 12                                              | 207 |
| טבלה 104 - בחירת משתנים לשאלת חקר 13                                              | 208 |
| טבלה 105 - בחירת משתנים לשאלת חקר 14                                              | 208 |
| טבלה 106 - בחירת משתנים לשאלת חקר 15                                              | 209 |

|          |                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------|
| 209..... | טבלה 107 - בחירת משתנים לשאלת חקר 16                       |
| 210..... | טבלה 108 - בחירת משתנים לשאלת חקר 17                       |
| 210..... | טבלה 109 - בחירת משתנים לשאלת חקר 18                       |
| 211..... | טבלה 110 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 1          |
| 211..... | טבלה 111 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 2          |
| 212..... | טבלה 112 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 4          |
| 212..... | טבלה 113 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 5          |
| 212..... | טבלה 114 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 6          |
| 213..... | טבלה 115 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 7          |
| 213..... | טבלה 116 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 8          |
| 213..... | טבלה 117 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 9          |
| 214..... | טבלה 118 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 10         |
| 214..... | טבלה 119 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 11         |
| 214..... | טבלה 120 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 12         |
| 215..... | טבלה 121 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 13         |
| 215..... | טבלה 122 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 14         |
| 215..... | טבלה 123 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 15         |
| 216..... | טבלה 124 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 16         |
| 216..... | טבלה 125 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 17         |
| 216..... | טבלה 126 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 18         |
| 217..... | טבלה 127 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 1  |
| 217..... | טבלה 128 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 2  |
| 217..... | טבלה 129 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 4  |
| 218..... | טבלה 130 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 5  |
| 218..... | טבלה 131 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 6  |
| 219..... | טבלה 132 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 7  |
| 219..... | טבלה 133 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 8  |
| 220..... | טבלה 134 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 9  |
| 220..... | טבלה 135 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 10 |
| 220..... | טבלה 136 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 11 |
| 221..... | טבלה 137 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 12 |
| 221..... | טבלה 138 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 13 |
| 221..... | טבלה 139 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 14 |
| 222..... | טבלה 140 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 15 |
| 222..... | טבלה 141 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 16 |
| 222..... | טבלה 142 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 17 |

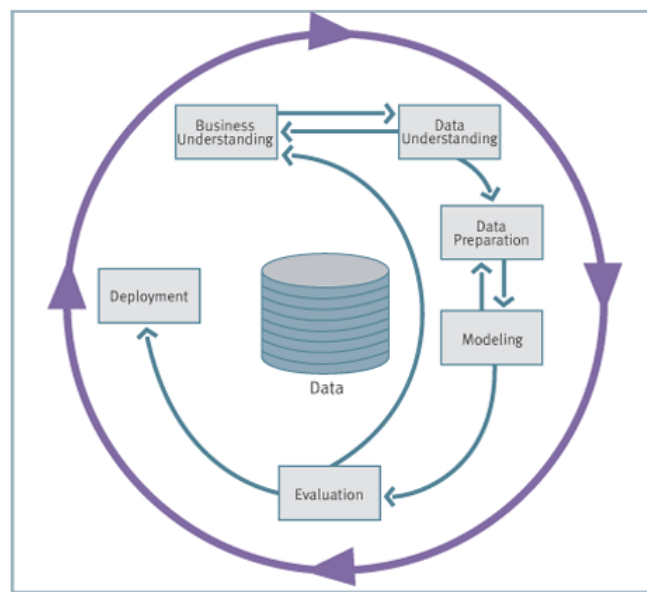
|          |                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 223..... | טבלה 143 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 18                         |
| 224..... | טבלה 144 - מטריצת המבוכה עבור משתנה בינארי                                         |
| 225..... | טבלה 145 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 1                                          |
| 225..... | טבלה 146 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 2                                          |
| 225..... | טבלה 147 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 4                                          |
| 226..... | טבלה 148 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 5                                          |
| 226..... | טבלה 149 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 6                                          |
| 226..... | טבלה 150 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 7                                          |
| 227..... | טבלה 151 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 8                                          |
| 227..... | טבלה 152 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 9                                          |
| 227..... | טבלה 153 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 10                                         |
| 228..... | טבלה 154 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 11                                         |
| 228..... | טבלה 155 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 12                                         |
| 228..... | טבלה 156 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 13                                         |
| 229..... | טבלה 157 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 14                                         |
| 229..... | טבלה 158 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 15                                         |
| 229..... | טבלה 159 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 16                                         |
| 230..... | טבלה 160 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 17                                         |
| 230..... | טבלה 161 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 18                                         |
| 234..... | טבלה 162 - פירוט המשתנים עבור ניתוח חומרת תאונה                                    |
| 244..... | טבלה 163 - מספר תאונות ת"ד שנעשו בין השנים 2005-8 עפ"י ותק מהוצאת רישיון ועד תאונה |
| 245..... | טבלה 164 - ערכי המשתנים לבחינת הפצת תוכנית אור ירוק                                |
| 246..... | טבלה 165 - טבלת מקדמי הרגרסיה הלוגיסטית                                            |

## 1. תהליך המידול בו נעשה שימוש במחקר

פרק זה מביא את הרקע לתהליך המידול בעזרת מערכות לומדות וכריית נתונים ולאופן הכנת הנתונים למידול. בפרק 1.1 נתאר מתודולוגיה מקובלת בעולם המערכות הלומדות. בפרק 1.2 נסביר כיצד בוחרים מודל וכיצד מעריכים את יכולתו. בפרק 1.3 נביא דרכים בהן השתמשנו להתמודדות עם בעיית חוסר האיזון הקיים בבסיס הנתונים. בפרק 1.4 ניתן מוטיבציה לשלב בחירת המשתנים המקדים למידול, ובפרק 1.5 נתאר את כלי המידול עצמם.

### 1.1 תהליך העבודה

כאשר ניגשים להתמודדות עם בעיה בעולם המערכות הלומדות, קיימות מתודולוגיות עבודה ברורות בעלות שלבים מוגדרים. אחת המתודולוגיות הנפוצות, אשר על פי שלביה ניגשנו לניתוחים בעבודה זו, הינה ה- CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining).



איור 1 - מעגל החיים במסגרת מתודולוגיית ה- CRISP-DM

באיור 1 ניתן לראות כי במסגרת מתודולוגיה זו, קיימים שישה שלבים במעגל החיים של פרויקט כריית נתונים:

1. **הבנת הבעיה** – תחילה יש להבין את הבעיה המדוברת, להבין מהי האוכלוסייה הנחקרת וכיצד היא מתנהגת, מהן הבעיות איתן יש להתמודד ומהי שאלת החקר עלייה יש לענות, שבמקרה שלנו היא מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים. בפרק 2 נסקור עבודות קודמות שעסקו בניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות, ובתחילת כל פרק נדון בבעיה מסוימת בהקשר הנהג הצעיר ונגדיר עברה שאלות חקר.
2. **הבנת הנתונים** – לאחר הבנת עולם התוכן, ניגש לבסיס הנתונים על מנת לנתחו ולהבין. יש להבין ההתפלגויות של המשתנים, לוודא שקיימת הלימה בין הנתונים וידע קודם ולזהות חוסר בערכי משתנים ותצפיות. כפי שניתן לראות באיור 1, ישנו קשר בין שלבי הבנת הנתונים והבנת

הבעיה וצריכה לכן להיות ביניהם התאמה. לדוגמא, במידה והבנו, בשלב הבנת הבעיה, כי מעורבות הנהג הצעיר גבוהה יותר בקרב גברים, ובשלב הבנת הנתונים נוכחנו לגלות שיחס הגברים לנשים בבסיס הנתונים אינו מתאים לזה שבאוכלוסיה, הרי נדרש לטפל בבעיה זו.

3. **הכנת הנתונים** – לאחר הבנת הנתונים וניתוח התפלגות המשתנים, יש להכין את בסיס הנתונים למידול, למשל:

- לטפל בערכים חסרים.
- לטפל בתצפיות "רועשות" ובנתונים/ערכים לא הגיוניים או כאלה הסותרים ידע קודם.
- ליצור משתנים חדשים המייצגים את המידע בצורה מדויקת או קלה יותר למידול.
- לבחור את המשתנים המיטביים למידול, כלומר המשתנים המסבירים בצורה המדויקת ביותר את המשתנה המוסבר (ראה גם פרק 1.4).
- לחלק את בסיס הנתונים, לטובת חיזוי (סיווג), לסט אימון וסט בחינה. באמצעות סט האימון נבנה את המודל ובאמצעות סט הבחינה נבחן את אחוזי הדיוק שלו. בגישת המערכות לומדות – ובניגוד לרוב לגישה הסטטיסטית המקובלת – על סט הבחינה להיות בלתי תלוי בסט האימון. כך יתאפשר לבדוק את יכולת ההכללה של המודל, כלומר, האם הוא יחזה במדויק מעורבות נהג על תצפיות שמעולם לא הוצגו לו (ראה גם פרק 1.2).

4. **מידול** – לאחר שהנתונים מוכנים למידול, ניתן להשתמש באחד מאלגוריתמי המידול הקיימים בעולם המערכות הלומדות וכריית הנתונים. בעבודה זו נשתמש בשלושה אלגוריתמים מהמובילים בתחום: רשתות נירונאליות, עצי החלטה ורשתות בייסיאניות. את המודל נבנה באמצעות סט האימון ואת ביצועיו נבחן על סט אימות, הנלקח מסט האימון ומדמה את סט הבחינה, בו, כאמור, אסור לנו להיעזר בשלב המידול. במידה וביצועי המודל לא יספקו על סט האימות, נבין שהם גם לא יספקו בשלב הבא כשנבחן את המודל בעזרת סט הבחינה. לכן, לרוב נחזור לשלב הכנת הנתונים, ובהתאם לצורך, נבצע שינויים באופן הצגת הנתונים (למשל, ע"י הוספה/הורדה של משתנים/תצפיות) לפני שנחזור שוב לשלב המידול. שתי מטרות עיקריות קיימות בשלב זה: הסבר וחיזוי. הסבר הוא מציאת הגורמים, מתוך סה"כ המשתנים העומדים לרשותנו, המסבירים מעורבות בתאונות דרכים בצורה המדויקת והאמינה ביותר. חיזוי הוא חישוב ההסתברות שמשנתה עליו נרצה להסיק (למשל, מידת המעורבות בתאונות) יקבל ערך מסוים (למשל, מעורבות גבוהה) לעומת ההסתברות שיקבל ערך אחר (למשל, מעורבות נמוכה).

5. **הערכה** – לאחר שהמודל נבנה באמצעות האלגוריתם שנבחר ואומת בעזרת סט האימות, נבחן את ביצועיו בעזרת סט הבחינה (ראה פרק 1.2). במידה וביצועיו יהיו ראויים, ניתן יהיה להוציא מהמודל מסקנות. במידה ונראה שהביצועים אינם מספקים, או שאינם עונים על הבעיה המוגדרת, או שיש בידנו שאלות חקר נוספות, נחזור לשלבי הבנת הבעיה ו/או הנתונים, ונשנה או נגדיר מחדש מטרות/שאלות חקר.

6. **הטמעת המודל** ע"י המשתמש במסגרת עולם התוכן (במקרה שלנו, בטיחות בדרכים) הוא השלב האחרון במתודולוגית CRISP-DM, ואז גם יכולה להימדד הצלחת העבודה באופן מעשי.

## 1.2 אופן בחירת מודל לסיווג וחישוב אחוזי דיוק

כאשר אנו בונים מודל לסיווג (דהיינו, חיזוי של ערך משתנה בדיד) באמצעות אלגוריתמים של מערכות לומדות, עלינו לחלק את בסיס הנתונים לסט אימון וסט בחינה. באמצעות סט האימון ניתן לבנות מודלים השונים זה מזה הן בסוגם – למשל, עצי החלטה, רשתות נוירונאליות, רשתות בייסיאניות – והן בקונפיגורציות השונות בתוך כל סוג, על פי פרמטרים מסוימים הקובעים את הקונפיגורציה. אנו בוחרים איזה מודלים יבחנו על סט הבחינה (ויוצעו כמודלי החיזוי המיטביים) על פי רמת (אחוז) דיוקם על סט אימות, המופרש מתוך סט האימון למטרה זו (לדוגמא 10% מתצפיות האימון). רמת הדיוק על סט האימות מהווה שיערוך לרמת הדיוק שאנו צופים להשיג על סט הבחינה, בו אסור לנו להשתמש בשלב האימון, היות והוא מייצג תצפיות עתידיות בהן יכול המודל להתקל, ואת אלה, כמובן, אין לנו בשלב האימון. על התהליך אנו חוזרים מספר פעמים, כאשר כל פעם אנו מפרישים סט שונה (לדוגמא 10% אחרים) לאימות וממצעים את התוצאות לקבלת אחוז דיוק ממוצע בעת האימון לכל מודל מוצע. את המודל הנבחר – נניח זה המדויק ביותר – נבחן על סט הבחינה ונדווח את אחוזי הדיוק שלו על סט זה. זו תהיה הדרך לשערוך המדויק ביותר שנשיג להסתברות האמיתית והלא ידועה שהמשתנה עליו אנו מסיקים יקבל ערך מסוים (למשל, שמידת מעורבות הנהג בתאונות תהייה רבה).

על מנת לחשב את אחוזי הדיוק של מודל, אנו מחלקים את מספר התצפיות שסווגו נכון בסך התצפיות הקיימות בסט. לדוגמא, נבחן את המקרה בו מנסים לסווג ל-2 מחלקות: מחלקה 1 ו-4.

| סה"כ | סיווג למחלקה 4 | סיווג למחלקה 1 |         |
|------|----------------|----------------|---------|
| 1200 | 700            | 500            | מחלקה 1 |
| 800  | 200            | 600            | מחלקה 4 |
| 2000 | 900            | 1100           | סה"כ    |

טבלה 1 - דוגמא לסיווג לשתי מחלקות כבסיס לחישוב דיוק סיווג

מטבלה 1, ניתן לראות כי במחלקה 1 ישנן 1,200 תצפיות ואילו במחלקה 4 ישנן 800 תצפיות. אם נרצה לבחון את אחוז הדיוק הכולל של המודל, נראה כי בסך הכל סווגו נכון 500 תצפיות ממחלקה 1 ו-200 תצפיות ממחלקה 4, ובסה"כ 700 תצפיות מתוך 2,000 התצפיות. אחוז הדיוק במקרה זה הינו:  $0.35 = 700/2,000$ , כלומר 35% דיוק. באופן דומה, אחוז הדיוק על מחלקה 1 יתקבל מחלוקת מספר התצפיות שסווגו נכונה למחלקה 1 בסך כלל התצפיות השייכות למחלקה,  $0.416 = 500/1,200$ , כלומר 41.6% דיוק, ואילו עבור מחלקה 4,  $0.25 = 200/800$ , משמע הדיוק יהיה 25%.

## 1.3 בניית סט אימון וסט בחינה בבעיה לא מאוזנת

בעת יצירת סט אימון וסט בחינה בגישת המערכות הלומדות, נהוג להקצות לסט האימון כ-70% מהנתונים ואילו לסט הבחינה כ-30% מהנתונים. אבל, במידה ובסיס הנתונים המקורי אינו מאוזן, לדוגמא, כ-96% מהתצפיות שייכות למחלקה א' ו-4% בלבד למחלקה ב', למודל שייבנה תהייה הטיה לטובת מחלקה הרוב (א'). היות ובשלב האימון, המודל כמעט ולא "ראה", ולכן לא למד תצפיות

ממחלקה ב', אין סיבה שהוא ידע להכיר ולסווג אותן נכון. המודל יסווג את כל תצפיות הבחינה למחלקת הרוב, ובמקרה שלנו, ישיג אחוזי דיוק של לפחות 96%. זה נשמע נהדר, אך מודל זה חסר ערך עבורנו, מכיוון שלא רק שלא הצליח להפריד בין המחלקות, אלא הוא גם החמיץ את סיווג תצפיות מחלקת המיעוט (ב'), שבד"כ הן המעניינות והחשובות לסיווג. חשוב להדגיש כי אין בעיה זו אינהרנטית למערכות לומדות, והסתברות השגיאה של כל מסווג, נניח בייסיאני, רגישה באופן דומה ליחס בין ההסתברויות האפרוריות של המחלקות.

על כן, ישנה מוטיבציה רבה ליצור סט אימון מאוזן, בו קיים מספר דומה של תצפיות בכל המחלקות (דהיינו, עבור כל הערכים של המשתנה המוסבר). בדוגמה הקודמת של שתי המחלקות, נרצה שבערך 50% מהתצפיות תהיינה שייכות לכל אחת מהמחלקות. כאשר סט האימון יהיה מאוזן, המודל שייבנה לא יסבול מההטיה האמורה לעיל בבסיס הנתונים, ויכולת ההפרדה שלו תתבסס רק על יכולת המשתנים המסבירים להפריד בין המחלקות. בבחינה, כמובן, אין צורך באיזון ואפילו חשוב לשמר את היחס האמיתי בין המחלקות לצורך שערור מדויק ולא מוטה.

במקרה שלנו, כפי שנראה בהמשך העבודה, כ-96% מהנהגים הקיימים בקובץ לא היו מעורבים בתאונה. על מנת לזהות את נהגי מחלקת המעורבים היה צורך בבניית סט אימון מאוזן. סט אימון מאוזן יכול, למשל (ראה תחילת הפרק), להיבנות מדגימת כ-70% מתצפיות מחלקת המיעוט ושימוש באותו מספר תצפיות ממחלקת הרוב. זו היא דגימת חסר. סט הבחינה, במקרה זה, יכלול את שאר התצפיות בהן לא נעשה שימוש, דהיינו כ-30% ממחלקת המיעוט וכל שאר התצפיות ממחלקת הרוב. ע"י גישה זו לא מאבדים אף תצפית ונמנעים מההשפעה השלילית של חוסר האיזון באימון. מצד שני, סט הבחינה לא מציג את ההסתברויות האפרוריות שהציג בסיס הנתונים המקורי. אם רוצים שהוא יציג הסתברויות אלה, יש לדאוג להשאיר בסט הבחינה רק מספר כזה של תצפיות ממחלקת הרוב שיתאים להסתברויות האמיתיות. אפשרות נוספת לאיזון היא ע"י דגימת יתר, בה תצפיות מחלקת המיעוט באימון (דהיינו, לאחר החלוקה 30/70 אימון/בחינה) משוכפלות על פי היחס בין מספרי התצפיות בשתי המחלקות בבסיס הנתונים המקורי. גם בשיטת דגימה זו, סט האימון מאוזן ובסט הבחינה נשמר היחס המקורי בין ההסתברויות האפרוריות של שתי המחלקות.

## 1.4 בחירת משתנים

שלב בחירת המשתנים (המסבירים), נועד על מנת להוריד את מימד הבעיה. נמחיש את הצורך בכך על ידי דוגמה. נניח שבסיס הנתונים כולל משתנה מוסבר בינארי (מעורב או לא מעורב בתאונה) ומשתנה מסביר אחד ויחיד: מגדר הנהג (זכר או נקבה). על מנת שבסיס הנתונים ייצג את הבעיה כראוי, נדרש שבבסיס הנתונים תהיה לפחות תצפית עבור כל קומבינציה אפשרית של ערכי משתנים, כלומר,  $2 \times 2 = 4$  תצפיות (זכר שהיה מעורב בתאונה, זכר שלא היה מעורב, נקבה שהייתה מעורבת, ונקבה שלא הייתה מעורבת). כעת, במידה ונרצה לשפר את דיוק הסיווג ונוסיף עוד משתנה מסביר, נניח בעל שלושה ערכים, לדוגמה קבוצת אוכלוסייה (יהודי, ערבי ואחר), הרי נצטרך לפחות  $2 \times 2 \times 3 = 12$  תצפיות על מנת לייצג את כל האוכלוסייה. ככל שנוספים עוד משתנים מסבירים עם יותר ערכים אפשריים, נדרש מספר אקספוננציאלי עולה של תצפיות. בבעיה שלנו, ישנם עשרות משתנים,



כאשר חלקם בעלי מספר רב של ערכים (מחוז-נפה, לדוגמא, כולל 18 ערכים שונים). לכן, על מנת לייצג את הבעיה באופן שיאפשר הפרדה מוצלחת בין המחלקות השונות, נרצה לשפר את היחס בין מספר התצפיות ומימד הבעיה (מספר המשתנים המסבירים). כל עוד היחס הזה יהיה קטן מדי, יסבול המסווג מחוסר דיוק.

את שיפור היחס בין מספר התצפיות ומימד הבעיה ניתן להשיג במספר דרכים עיקריות:

1. הוספת תצפיות, אך יש לשים לב שלרוב, ומאילוץ שונים, מספר התצפיות העומדות לרשותנו מוגבל (למשל, מספר הנהגים הצעירים שהוציאו רישיון בין 2002 ו-2008 בישראל הוא קבוע ולא ניתן להגדלה).
2. צמצום מספר הערכים המייצגים כל משתנה, למשל, ע"י איחוד ערכים מסוימים, אם איחוד זה לא פוגם בדיוק המודל או ביכולת ההסבר שלו. לדוגמא, נניח משתנה הסופר עבירות מסוג מסוים בתקופה מסוימת, כשמספר העבירות יכול לקבל ערכים לא מעטים. לשיפור היחס האמור, נוכל לוותר על ייצוג נפרד של כל הערכים שמעל 2 עבירות ולאחד ערכים אלה לערך אחד של "2 עבירות או יותר".
3. בחירת תת-סט של משתנים מתוך סה"כ המשתנים העומדים לרשותנו.

את שלב בחירת המשתנים מבצעים בשלב הכנת הנתונים, לפני שלב המידול ולפני החלוקה לסט אימון ובחינה. בשלב זה ניתן למשל לבצע מבחנים סטטיסטיים (לדוגמא מבחני Pearson, מבחני Cramer's V, מבחני Spearman וכדומה, בהתאם לסוג המשתנים הנבחרים) על מנת לבדוק את המתאם בין המשתנים המסבירים לבין עצמם, ובין המשתנים המסבירים למשתנה המוסבר. נעדיף לבחור משתנים אשר המתאם בינם ובין משתנים מסבירים אחרים נמוך, כלומר הם לא חולקים מידע רב במשותף, והמתאם בינם לבין המשתנה המוסבר גבוה, כלומר הם מצליחים להסביר את המשתנה המוסבר בצורה טובה. על ידי צמצום מספר המשתנים, למשתנים שיבחרו תהיה יכולת גבוהה יותר להסביר את הנתונים והמודל שיבנה יהיה מוכלל ומדויק יותר.

לאחר ביצוע שלב בחירת המשתנים, ניתן לדרג את המשתנים מהחשוב ביותר ועד לפחות חשוב. הדירוג בעבודה זו מתבצע בהתאם למתאם בין המשתנה הנבדק למשתנה המוסבר, וכן בין המשתנה הנבדק לשאר המשתנים המסבירים. ככל שהמתאם בין המשתנה הנבדק למשתנה המוסבר גבוה יותר, והמתאם של הנבדק עם שאר המסבירים נמוך יותר, כך ידורג הנבדק גבוה יותר. ע"ס הדירוג, ניתן לבחור את X המשתנים המדורגים הגבוה ביותר לייצוג תצפיות, למשל נהגים עבור מודל הסיווג.

## 1.5 אופן המידול

המודלים בהם נעשה שימוש בפרויקט זה לחיזוי ובחירת משתנים הם עץ החלטה, רשת נוירונאלית ורשת בייסיאנית. נסביר בקצרה על כל סוג מודל ועל הפרמטרים הקובעים את הקונפיגורציה שלו.

א. **עץ החלטה** – עץ ההחלטה בנוי מצמתים וענפים, כשבכל אחד מהצמתים (מלבד באלה מההיררכיה הנמוכה ביותר – העלים – המייצגים את המחלקות השונות בבעיית הסיווג), נבדק תנאי מסוים על אחד המשתנים, וע"י זה מתקבלת החלטה בצומת (נניח מעורב או לא מעורב).

כל אחד מהענפים היוצא מצומת מסוים משויך לערך מסוים של המשתנה המיוצג ע"י צומת זה. בשלב הבחינה, תצפית תשוך לענף המייצג עבור משתנה (צומת) מסוים את הערך שהתצפית קיבלה עבור משתנה זה, וכך תמשיך התצפית ותשוך (תסווג) לאורך העץ עד לעלים ולקבלת החלטה על המחלקה ממנה הגיעה. ישנם מספר סוגים של עצי החלטה ביניהם עצי רגרסיה, שבהם מותאם ערך רציף לכל תצפית ועצי סיווג, שבהם מותאם ערך בדיד, למשל סוג מחלקה, לכל תצפית. במחקר זה נשתמש בעץ סיווג מסוג C5.0. הפרמטרים הניתנים לשינוי בעץ הינם:

- מספר מינימאלי של תצפיות הנדרש ליצירת ענף חדש בעץ. אם בצומת מסוים, מספר התצפיות קטן מדי, לא יפוצל צומת זה ולא יצאו ממנו ענפים, כך שהוא יהפוך לעלה. הקטנת הפרמטר עלולה להביא לעצים גדולים ולהתאמת יתר של המודל לסט הנתונים עליו נבנה, ואילו הגדלה יתר על המידה, תביא לעץ מוגבל ולמודל כללי מדי. בשני המקרים, ביצועי העץ לא יהיו מיטביים.
- מידת הקטימה של ענפי העץ, במידה ונדרשת קטימה, כדי להקטין התאמת יתר ולשפר את יכולת ההכללה של המודל. הקטנת מידת הקטימה יתר על המידה משמעותה אפשרות להתאמת יתר לסט האימון והגדלת מידת הקטימה תוביל למודל כללי מדי. גם כאן, בשני המקרים, ביצועי העץ יהיו לא מיטביים.
- אופן חלוקת התצפיות בתוך סט האימון לתצפיות אימון בפועל ותצפיות אימות וזאת בעזרת שיטת הקרוס-ולידציה (cross-validation). בשיטה זו, למשל CV5, מחולקות התצפיות כך שחמישית מהנתונים משמשים לאימות וארבע חמישיות לאימון, וזאת עבור חמש חזרות בהן מוחלף סט האימות, כשלבסוף דיוק המודל ממוצע על חמשת החזרות.

ב. **רשת נוירונאלית** – במודל זה, המבוסס על אופן פעולת והקשרים בין תאי העצב במוח האנושי, כל נוירון בשכבת הקלט מקבל את ערכו של אחד המשתנים המייצגים תצפית במאגר הנתונים, והוא מעביר ערך זה לנוירונים שבשכבות הבאות (נקראות "חביות") ומשם עד לנוירונים בשכבת הפלט. כל העברה כזו משוקללת על פי חוזק הקשר בין הנוירונים המקושרים. הערכים המופיעים בשכבת הפלט מושווים לערכים הנכונים הידועים בזמן האימון (למשל, מעורב/לא-מעורב), ועל פי השגיאה, מתוקנים המשקלים ה"אחראים" לפלט, מתוך מטרה למזער שגיאה זו. פרמטרים הניתנים לשליטה ברשת הינם:

- מספר השכבות החביות ברשת. ככל שיש יותר שכבות, כך יוכל להיות המודל מדויק יותר, אך גם מורכב יותר ובעל נטייה להתאמת יתר לסט האימון.
- מספר נוירונים בכל שכבה. גם כאן, ככל שנגדיר יותר נוירונים בשכבה, כך יוכל להיות המודל מדויק יותר, אך גם מורכב יותר ומותאם יותר לסט האימון.
- ביצוע או לא של אימות כחלק מהאימון וגודל סט האימות כחלק יחסי של סט האימון.

ג. **רשת בייסיאנית** – רשת בייסיאנית היא מודל גראפי אשר מקודד ביעילות את ההסתברות המשותפת לסט משתנים. הרשת כוללת מבנה וסט פרמטרים. המבנה הוא גרף מכון המורכב מצמתים המייצגים משתנים וקשתות המקשרות בין הצמתים. קשת בין שני צמתים מבטאת

תלות בין המשתנים המיוצגים ע"י הצמתים, בעוד שהיעדר קשת בין שני צמתים מבטא אי-תלות מותנית בין המשתנים המיוצגים ע"י הצמתים. הפרמטרים של רשת בייסיאנית הם הסתברויות מותנות המכמתות את הקשתות. לאחר לימוד מבנה הרשת הבייסיאנית, הפרמטרים מוערכים על סמך השכיחויות בבסיס הנתונים של צירופי ערכים של המשתנים המחוברים ע"י קשתות. לאחר לימוד מבנה הרשת והערכת הפרמטרים, ניתן בעזרת הרשת הבייסיאנית לבצע הסקה וחיזוי על משתנים שונים, למשל משתנה המטרה לטובת סיווג. קיימות שיטות שונות ללימוד מבנה הרשת הבייסיאנית, כשבעבודה זו נתמקד בשתי שיטות ללימוד מסווג; האחת נקראת TAN (Friedman et al., 1997) והשנייה נקראת RMCV (Kelner and Lerner, 2012).

## 2. הבנת הבעיה

תאונות דרכים הינה בעיה עולמית. בכל שנה נהרגים כ- 1.2 מיליון בני אדם וכ-50 מיליון נפצעים כתוצאה מתאונות דרכים ברחבי העולם. במידה ולא תינקטנה פעולות משמעותיות יותר לטיפול בתופעה, התחזיות מצביעות על כך שמספר ההרוגים בתאונות דרכים ברחבי העולם יגדל בכ-65% משנת 2000 ועד שנת 2020 (WHO, 2004). האוכלוסייה אצלה התופעה היא המשמעותית ביותר הינה אוכלוסיית הנהגים הצעירים, כלומר נהגים מתחת לגיל 25. בקרב המדינות השייכות לארגון המדינות המפותחות (OECD and Organization for Economic Co-operation and Development), אליו הצטרפה לאחרונה גם מדינת ישראל, תאונות דרכים הן הסיבה העיקרית לתמותה של גלאי 15-24. בעוד שאחוז אוכלוסייה זו עומד על 9-13% מכלל האוכלוסייה במדינות אלו, אחוז ההרוגים בתאונות דרכים בקרבם עומד על 18-30% (OECD, 2006).

מחקרים רבים בוצעו על מנת לחקור את מעורבות היתר של נהגים צעירים בתאונות דרכים. הבעייתיות טמונה בחוסר הבגרות של הנהג הצעיר וכן בחוסר הניסיון שלו בנהיגה. בהשוואה לנהג מנוסה, לנהג הצעיר יש פער ביכולת זיהוי והערכת הסיכונים, שהיא גורם חשוב בהשתלבות בטוחה בסביבת הנהיגה. נהגים צעירים לא מעריכים נכונה את פוטנציאל הסכנה הקיים בתרחישי תנועה שונים ומצד שני מעריכים יתר על המידה את יכולת נהיגתם (Deery, 1999). חוסר תשומת לב, בעייתיות ביכולת הסריקה החזותית, נסיעה במהירות שאינה תואמת לסביבה, יכולת זיהוי סכנות ירודה ותמרונים מסוכנים במצבי חירום הם חלק מהסיבות המביאות לתאונות דרכים; סיבות אלו הן תוצאה של חוסר ניסיון (McKnight & McKnight, 2003).

מחקרים שונים ניסו לנתח ולהבין מהם הגורמים המביאים למעורבות הנהגים הצעירים בתאונות דרכים. מגדר הנהג זוהה כגורם המשפיע על מידת המעורבות; גברים מעורבים בתאונות דרכים יותר מנשים (Waller et al., 2001). כמו כן, גילו של הנהג הצעיר זוהה כגורם משמעותי; ככל שגיל הוצאת הרישיון צעיר יותר, כך גדלה מעורבותו של הנהג הצעיר בתאונות דרכים (Cooper et al., 1995). מעורבותם של נהגים צעירים בגילאי 16-19 גבוהה משל נהגים אשר גילם הוא מעל 20 (Begg et al., 1999), כאשר לאחר גיל 24-25, הסיכון לעבור תאונות דרכים משתווה לזה של האוכלוסייה הבוגרת יותר (Cerrelli, 1989). נתון המשתלב עם נושא חוסר הבגרות וחוסר הניסיון הוא, שככל שהגיל צעיר יותר, כך ישנה מעורבות גבוהה יותר בדגש על תאונות בסופי שבוע, בשעות

הלילה וכאשר ישנם נוסעים נוספים ברכב (Begg et al., 1999; Cooper et al., 1995). נראה שגם להורי הנהג הצעיר, המצב הסוציו-אקונומי של משפחתו של הנהג והשכלתו יש השפעה על דפוסי הנהיגה שלו (Bianchi and Summala, 2004; Murray, 1997). נמצא ששישנה התאמה בין דפוסי הנהיגה של ההורים לאלו של הנהג הצעיר. בנוסף, ככל שהמצב הסוציו-אקונומי של המשפחה טוב יותר ומידת ההשכלה גבוהה יותר, כך יורדת מעורבותו של הנהג הצעיר.

מחקרים רבים חקרו את הנושא מזוויות שונות וסיפקו מידע רב אודות הבעיה. יחד עם זאת, מרבית המחקרים היו מבוססים על שאלונים או מדגמים של האוכלוסייה, מהם הסיקו על כלל האוכלוסייה. בנוסף, המשתנים בהם נעשה שימוש היו לרוב מצומצמים לתחום מסוים שנבדק במחקר.

### 3. הבנת הנתונים

#### 3.1 תיאור קבצי הנתונים

בסיס הנתונים עליו התבסס המחקר כולל נתונים דמוגרפים ונתונים על תאונות ועל עבירות עבור כל הנהגים הצעירים (בני 17-24 בעת הוצאת הרישיון), שהוציאו רישיון 02 בין השנים 2002-2008 במדינת ישראל, ועל הוריהם.

הנתונים מתבססים על קבצים ממקורות שונים ובהם: קובץ מורשים לנהוג 2008 (משרד התחבורה), קובץ רכב 2008 (משרד התחבורה), מרשם אוכלוסין אפריל 2009 (משרד הפנים), קבצי תלמידים 1992-2009 (משרד החינוך), קובץ מעורבים בתאונות 2002-2008 (למ"ס על בסיס נתוני משטרת ישראל), קובץ נתוני תאונות 2002-2008 (למ"ס על בסיס נתוני משטרת ישראל), קובץ מיקום תאונות 2002-2008 (למ"ס על בסיס נתוני משטרת ישראל), קובץ יישובים 2008 (למ"ס), קובץ משתתפים במפגשי אור ירוק 2004-2008 (אור ירוק) וקובץ הרשעות 2002-2008 (למ"ס על בסיס נתוני משטרת ישראל).

הנתונים כפי שהוכנו על פי הזמנתנו בלמ"ס מופיעים בשלושה קבצים:

קובץ 1 מכיל נתונים דמוגרפים של הנהג הצעיר והוריו, נתונים מתוך קובץ מורשים לנהוג, נתוני אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק, בעלות על כלי רכב (פירוט של עד 3 כלי רכב לאדם) ומקום מגורים. כל נהג צעיר מיוצג ע"י תצפית אחת הכוללת גם את נתוני הוריו. הקובץ מכיל 603,973 תצפיות.

קובץ 2 מכיל נתונים על תאונות שבוצעו ברכב פרטי, ברכב משא או באופנוע ועל הנהגים וכלי הרכב המעורבים בכל תאונה. כל משפחה מיוצגת בקובץ ע"י מספר תצפיות כמספר התאונות בהן הייתה מעורבת. אם אף אחד מבני המשפחה לא היה מעורב בתאונה, תופיע תצפית אחת הכוללת את נתוני הנהג והוריו ללא נתוני תאונות. הקובץ מכיל 612,298 תצפיות.

קובץ 3 מכיל נתונים על הרשעות בעבירות נהיגה מתוך קובץ הרשעות. כל משפחה מיוצגת בקובץ ע"י מספר תצפיות כמספר ההרשעות למשפחה. אם לאף אחד מבני המשפחה לא רשומה הרשעה,

תופיע תצפית אחת הכוללת את נתוני הנהג והוריו ללא נתוני הרשעות. הקובץ מכיל 2,022,504 תצפיות.

נספח מספר 1 מפרט את המשתנים הקיימים בכל קובץ. שמות המשתנים בהם השתמשנו כאן הם השמות אותם נתן הלמ"ס, או נגזרות של שמות אלה, והם מבוססים על המושגים בעברית ... כתובים באנגלית.

## 3.2 נתונים חסרים בבסיס הנתונים

אחת הבעיות הראשונות בהן נתקלנו הייתה האחוז הגבוה של ערכים חסרים בחלק ניכר מהמשתנים. מנספח 1 ניתן להתרשם מאחוז הערכים החסרים מהם סובל כל משתנה בשלושת הקבצים. ישנם משתנים להם ערכים חסרים שניתן להסביר את החוסר באופן פשוט. לדוגמא, נהג שעבורו הערך במשתנה ותק קבלת אור ירוק חסר, הוא נהג שלא השתתף במפגש אור ירוק. באופן דומה, לנהג שעבורו הערך במשתנה הגבלת משקפיים חסר, אין הגבלת משקפיים.

מצד שני, ישנם משתנים חסרים להם לא ניתן להסביר את החוסר באופן פשוט. לדוגמא, ערך חסר עבור המשתנה קבוצת אוכלוסייה, אשר לו שלושה ערכים בלבד: יהודי, ערבי, אחר. לכן, יש להגדיר צורת התמודדות עבור ערכים חסרים בכל משתנה כזה, וטבלה 2 מפרטת התמודדות זו:

| שם משתנה      | תיאור                  | אחוז קיים | סיבת החוסר ואופן ההתייחסות אליו                                          |
|---------------|------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| Yabeshet      | יבשת לידה              | 99.47%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| mahoznafa     | מחוז נפה               | 99.97%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| shiuch        | שיוך למטרופולין        | 64.88%    | נהגים שאינם גרים במטרופולין. לא יעשה שימוש במשתנה זה היות והוא מאוד חסר. |
| zturat_yeshuv | צורת יישוב             | 99.97%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| KvutzaAv      | קבוצת אוכלוסייה של האב | 95.63%    | לא ידועה סיבת החסר; נחליף בערך "אחר"                                     |
| YabeshetAv    | יבשת לידה של האב       | 94.76%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| matzavav      | מצב משפחתי אב          | 95.57%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| mursheav      | אב מורשה נהיגה         | 99.99%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| KvutzaEm      | קבוצת אוכלוסייה של האם | 97.99%    | לא ידועה סיבת החסר; נחליף בערך "אחר"                                     |
| YabeshetEm    | יבשת לידה של האם       | 96.43%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| matzavem      | מצב משפחתי אם          | 97.97%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| Mursheem      | אם מורשת נהיגה         | 99.99%    | לא ידועה סיבת החסר; נמחק תצפיות חסרות.                                   |
| Vetek_a       | ותק עבירה              | 90.44%    | נמחק העבירות להן לא מצוין ותק.                                           |

טבלה 2 - צורת התייחסות לערכים חסרים שאינם ניתנים להסבר (מוצע לקרוא הטבלה משמאל לימין).

## 3.3 פערים וסתירות בבסיס הנתונים

מעבר לערכים החסרים, קיימים היו בקבצים המקוריים נתונים שלא התיישבו עם ההיגיון ודרשו הסבר או תיקון. לאחר התייעצות עם הלמ"ס וחשיבה עצמאית בנושא הופקו מרבית ההסברים, ולטובת המקרים בהם נדרשו תיקונים, הלמ"ס יצר חלק מהקבצים מחדש. להלן מספר דוגמאות:

1. סתירה בין המשתנים שנת עלייה ויבשת לידה: ערך 0 במשתנה שנת עלייה משמעו "לא עלה".

ערך 9 במשתנה יבשת לידה משמעו "נולד בישראל". במקרים רבים בבסיס הנתונים, נהגים הוגדרו הן כעולים והן כילידי ישראל או לחילופין הוגדרו ככאלה שלא עלו לארץ, אך נולדו מחוץ לישראל. בטבלה 3 ניתן לראות את מספר הנהגים להם נתונים סותרים לכאורה.

| סוג הנהג | מספר תצפיות בהן Aliya הינו "0"<br>אבל Yabeshet אינו "9" | מספר תצפיות בהן Yabeshet הינו "0"<br>אבל Aliya אינו "9" |
|----------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| משמעות   | נהג שלא עלה לארץ ולא נולד בארץ                          | נהג שעלה לארץ וגם נולד בארץ                             |
| צעיר     | 10976                                                   | 142                                                     |
| אבות     | 10976                                                   | 34803                                                   |
| אמהות    | 2722                                                    | 17050                                                   |

טבלה 3 - הסתירה לכאורה בין המשתנים שנת עלייה ויבשת לידה

נהג שלא עלה לארץ ולא נולד בארץ הוא כנראה ילד להורים ישראלים (שליחים, חוקרים וכו') שנולד בחול וחזר עם הוריו ארצה. נהג שעלה לארץ וגם נולד בה יכול להיחשב בן לעולים חדשים שנולד בארץ. גם אם הפירוש שנתנו יחד עם הלמ"ס למקרים אלה אינו מדויק לגמרי, ההתייחסות במחקר זה לנהגים אלו הייתה כאל נהגים בעלי תרבות נהיגה ישראלית (דהיינו, נולדו בארץ).

2. שיעור לא הגיוני של נהגים הלוקים בהגבלות רפואיות כאלה או אחרות: אחד המשתנים בבסיס

הנתונים מתאר הגבלות רפואיות, אם אלה קיימות אצל הנהג הצעיר. בין היתר, ניתן לדעת האם הנהג מרכיב משקפיים והאם הוא נכה. טבעי היה להסיק ששיעור הנהגים המרכיבים משקפיים גדול מאלה המוגדרים כנכים. עם זאת, הנתונים הראו אחרת, כשמספר הנהגים הנכים היה 160,293 ואילו מספר הנהגים המרכיבים משקפיים היה 34,042. מבדיקה שנעשתה, הסתבר שנפלה טעות בהפקת הקובץ והמספרים הפוכים.

3. חוסר תיאום בין פרטי כלי רכב בקובץ 1 לפרטי כלי רכב בקובץ 2: ישנם מקרים רבים בהם רכב

עם מספר (פיקטיבי) מסוים הופיע בקובץ 1 עם נתוני נפח מנוע ושנת ייצור מסוימים ואותו רכב הופיע בקובץ 2 עם נתוני נפח מנוע ו/או שנת ייצור אחרים. היות ובסה"כ בכל משפחה שאחד מחבריה ביצע תאונה (או עבירה) יש התאמה בין מספר הרכב בו בוצעה התאונה (עבירה) ואחד מכלי הרכב שבבעלות המשפחה, אנו משערים שמספרי כלי הרכב (הפיקטיביים) הוגרלו ע"י הלמ"ס בנפרד עבור כל קובץ. הבעיה הייתה נמנעת אם ההגרלה הייתה אחת, אך בכל מקרה, נתעלם ממספרי הרכב ונתייחס רק לשנת הייצור ונפח המנוע בהתאמה שאנו מבצעים בין כלי רכב המופיעים במספר קבצים.

4. נהג משתתף מספר פעמים באותה תאונה עם כלי רכב שונים: בקובץ התאונות קיימות היו

תצפיות שבהן נהג מסוים "השתתף" באותה תאונה מספר פעמים; כל "פעם" עם רכב אחר. טבלה 4 ממחישה זאת. בשתי השורות הראשונות בטבלה ניתן לראות את אותם תאונה ונהג,

כאשר מספר הרכב בו נהג (...) כשהתנגש בעצמו) שונה בין שתי התצפיות. בשתי השורות האחרונות, ניתן לראות שאותה תאונה עבור אותו נהג ורכב התרחשה פעם במרחק 65 ק"מ ופעם במרחק 0 ק"מ ממקום מגורי הנהג. מדובר בתצפיות כפולות והנתונים תוקנו ע"י הלמ"ס.

| Id1        | Id2        | Id3        | PK_TEUNA_FIKT | Rehevfi    | driver | merhak |
|------------|------------|------------|---------------|------------|--------|--------|
| 5983212634 | 3400634188 | 5844260135 | 2002012873    | 4762461844 | 2      | NA     |
| 5983212634 | 3400634188 | 5844260135 | 2002012873    | 8056198632 | 2      | NA     |
| 4702687130 | NULL       | 8165286419 | 2004084121    | 3879706735 | 1      | 65     |
| 4702687130 | NULL       | 8165286419 | 2004084121    | 3879706735 | 1      | 0      |

טבלה 4 - דוגמאות למקרים בהם נהג מתנגש בעצמו באותה תאונה

5. חזרה על הגבלות: בבסיס הנתונים ישנם ארבעה סוגים של הגבלות: נכה, משקפיים, רפואי ואחר. עבור נהגים מסוימים ישנה כפילות של הגבלה מסוימת. לדוגמא, נהג שמצוין פעמיים שהוא מרכיב משקפיים. בסה"כ קיימים 1,006 מקרים של הגבלות חוזרות: 763 חזרות על הגבלת נכות, 4 חזרות על הגבלת משקפיים, 242 חזרות על הגבלה רפואית וחזרה אחת על הגבלת "אחר". ההסבר שנתנו למקרים אלה הוא של כפל המגבלות אצל הנהג עצמו, בין אם הוא סובל ממספר סוגים של נכות או בעיות ראייה המגדירות מספר הגבלות. במקרים של כפל בהגבלה מסוג מסוים, נתייחס להגבלה כאילו היא קיימת רק פעם אחת.

6. תפקוד כאב וכאם: ישנן מספר תצפיות לנהגים בהן הורה לעיתים מזוהה כאב ולעיתים כאם. מכיוון שמדובר במספר מקרים ספורים, נמחקו תצפיות אלו.

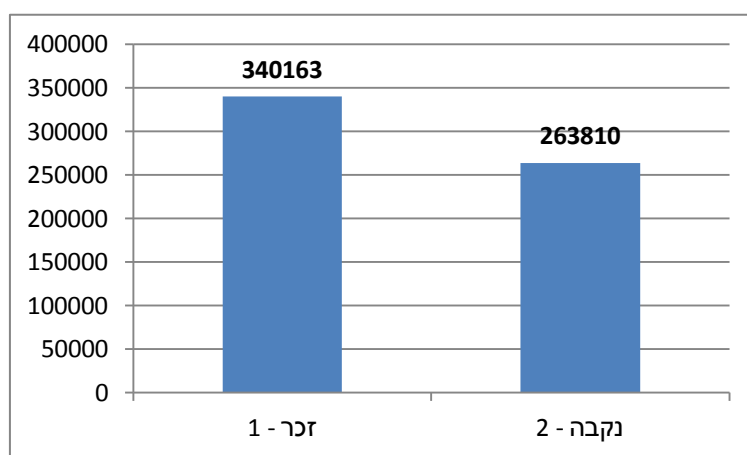
7. לא קיימים נהגים מאשדוד: על פי מקרא שקיבלנו מהלמ"ס, סמל 9 מציין את הישוב אשדוד. למרות שעריר זו אחת מהגדולות בארץ, לא נמצאו בקובץ הנתונים תצפיות עם סמל 9 (דהיינו נהגים מאשדוד), ואנחנו מניחים (היות והלמ"ס לא ענה על שאלתנו בנושא) שיש טעות במקרא.

8. מספר כלי הרכב שבבעלות ההורים המחושב אינו תואם למספר כלי הרכב בפועל: ב-4,565 מקרים אצל האב וב-429 מקרים אצל האם, מצוין במשתנים הסופרים את מספר כלי הרכב בבעלות ההורה מספר כלי רכב השונה ממספר כלי הרכב עבורם הוצגו נתונים בפועל. הסתבר מאוחר יותר שנפלה טעות והמספרים אינם מעודכנים. על כן, ההתייחסות שלנו הייתה למספר כלי הרכב שנספרו בפועל והתעלמנו מהערכים שחישב הלמ"ס למספר כלי הרכב בבעלות.

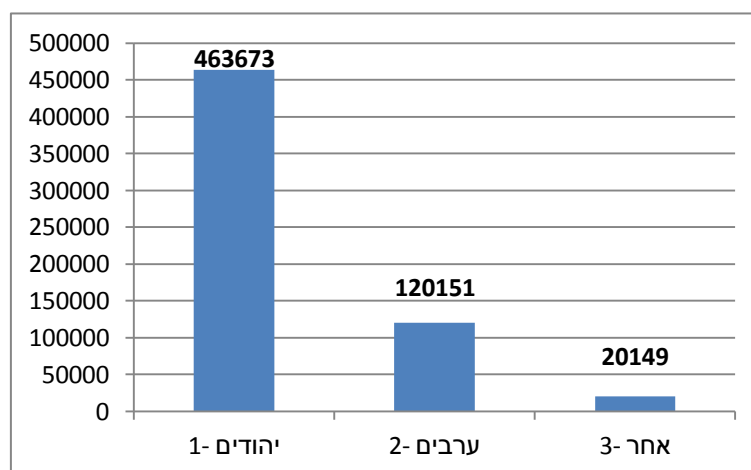
### 3.4 התרשמות כללית מהתפלגות הנתונים

לאחר מציאת הסבר ודרכי התמודדות עם ערכים חסרים ופערים קיימים, נבדקה התפלגות הנתונים על מנת "לחוש" הנתונים ולגבש כיוונים לשלב הכנת הנתונים והמידול. האיורים הבאים מציגים התפלגויות של מעט מהמשתנים הבסיסיים; מהן ניתן ללמוד משהו על אופי הנתונים.

מהתבוננות באיור 2 עבור משתנה מגדר, ניתן לראות שבקובץ קיימים יותר גברים (56.3%) מאשר נשים (43.7%). איור 3 מראה כי מרבית הנהגים בקובץ הינם יהודים (76.7%), הערבים מהווים 20% מהנהגים, והקבוצה הקטנה ביותר היא של נהגים מלאום "אחר" (3.3%). באיור 4 ניתן לראות כי מרבית הנהגים מוציאים רישיון נהיגה בגיל 17 (46.7%), וככל שהגיל עולה כך פחות נהגים מוציאים רישיון עד לגיל 24 (בו הוציאו רישיון כ-3% בלבד מהנהגים הצעירים בקובץ). באיור 5 ניתן לראות שמשנת 2002 ועד שנת 2008 ישנו מספר דומה של נהגים שהוציאו רישיון בכל שנה. הממוצע עומד על 86,281 רישיונות לשנה עם סטיית תקן של 3,375. באיור 6 ניתן לראות שהרוב המוחלט של הנהגים נולד בישראל (כ-85%), כאשר לאחר מכן ממוקמת אירופה ולאחריה שאר היבשות.

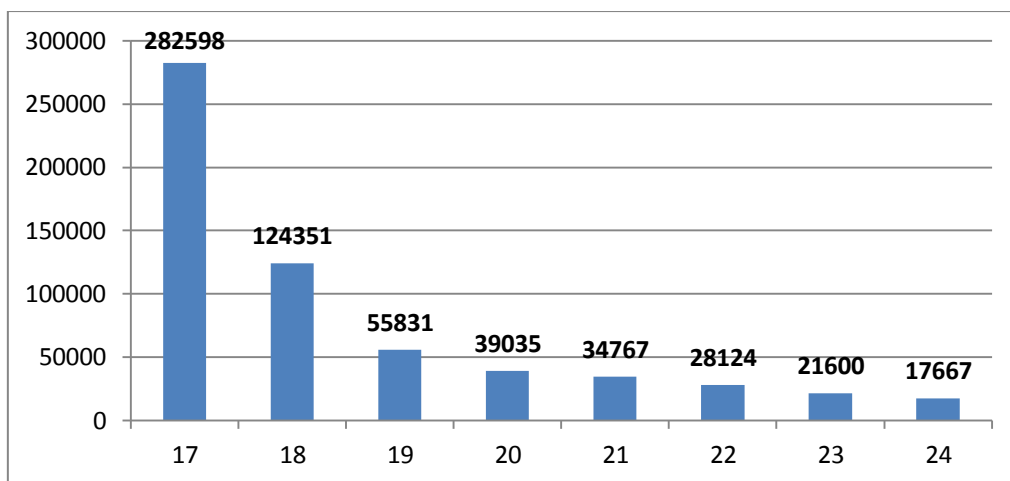


איור 2 - התפלגות משתנה מגדר

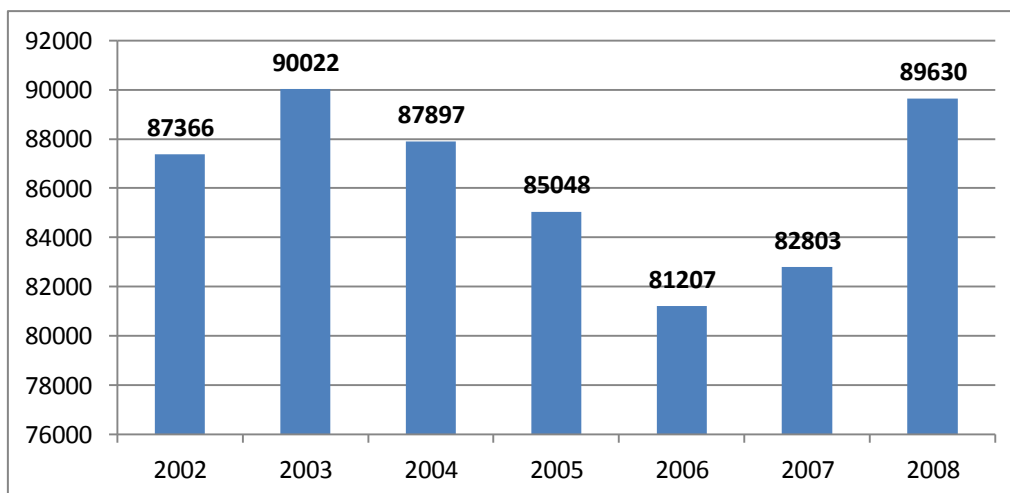


איור 3 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה

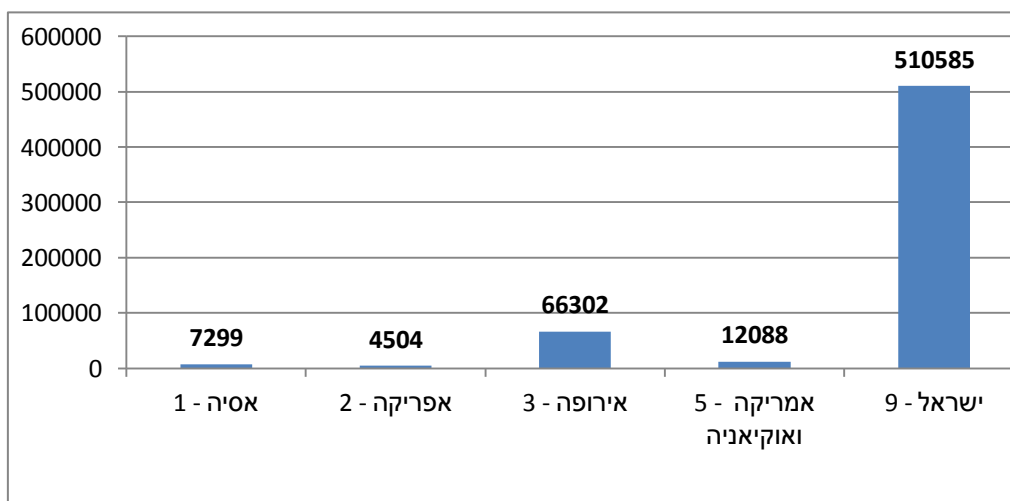




איור 4 - התפלגות משתנה גיל הוצאת רישיון



איור 5 - התפלגות משתנה שנת הוצאת רישיון



איור 6 - התפלגות משתנה יבשת לידה של הנהג הצעיר

#### 4. גישה ראשונה לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים

בבסיס הנתונים שתואר קיים מידע רב ויש לו פוטנציאל עצום, שהרי מדובר בכלל אוכלוסיית הנהגים שהוציאו רישיון נהיגה 02 במדינת ישראל בין השנים 2002-2008. נהגים אלה מתוארים ע"י משתנים רבים המספקים נתונים על השכלה, דמוגרפיה, מפגשי אור ירוק, מצב סוציו-אקונומי ומידע על ביצוע תאונות ועבירות של הנהגים הצעירים והורים. ע"ס בסיס נתונים זה, ניתן להציג שאלות חקר בגישות שונות, ואנו מציגים בפרקים 4-6 שלוש גישות כאלה.

בגישה הראשונה, נתמקד באפיון מעורבות הנהג הצעיר בתאונות דרכים וננסה להבדיל בין רמות של חוסר מעורבות, מעורבות ללא האשמה, מעורבות עם האשמה והרשעה בגרימת התאונה. הרמה הנמוכה ביותר היא של נהג שלא היה מעורב (בתקופת הקובץ) בתאונות דרכים (להלן, "לא מעורב"). ברמת חומרה אחת מעל רמה זו נמצא הנהג שנקלע לתאונה ולא נמצא אשם בה ("מעורב לא אשם"). עצם זה שנהג זה נקלע לתאונה יכולה אולי ללמד על נטייה גבוהה יותר למעורבות בתאונות דרכים מהנהג ברמה הקודמת של הלא מעורב, ולכן אנו מבחינים ביניהם. הרמה השלישית היא של נהג שלא רק שהיה מעורב בתאונה אלא גם הואשם בה, אך לא הורשע ("מעורב אשם"). אי-ההרשעה יכולה לנבוע מסיבות שונות, משפטיות, למשל, אך לא דווקא. זאת היות וזמן אופייני בישראל עד להרשעה הוא כשנתיים, ורוב הסיכויים שדבר ההרשעה של נהגים שביצעו תאונה ב-2008 או 2007 (ואפילו במקרים מסוימים גם 2006), ואמורים להיות מורשעים בסופו של דבר, לא יכנס לקובץ. רמת החומרה הגבוהה ביותר היא של נהג מעורב, מואשם ומורשע ("מעורב מורשע"). כאן אין ספק שלנהג זה, לפחות במקרה התאונה הנוכחית, קיימת מעורבות גבוהה בתאונות שגם הוכחה בבית המשפט.

##### 4.1 שאלות החקר בגישה הראשונה

שאלות חקר שהעלנו במסגרת הגישה הראשונה:

1. מהם המשתנים המבדילים בין נהגים צעירים שלא היו מעורבים בתאונות לבין אלו שהיו מעורבים בתאונות?
2. מהם המשתנים המבדילים בין נהגים צעירים שלא היו מעורבים בתאונות לבין אלו שהיו מעורבים בתאונות ונמצאו אשמים (או מורשעים) בהן?
3. מהם המשתנים המבדילים בין נהגים צעירים שהיו מעורבים בתאונות אך לא נמצאו אשמים (או מורשעים) בהן, לבין אלו שהיו מעורבים בתאונות וכן נמצאו אשמים (או מורשעים) בהן?
4. מהם מאפייני ההורים (לדוגמה: השכלה, קבוצת אוכלוסייה, מידת מעורבות ההורים בתאונות קודמות, ארץ לידה) המשפיעים על מידת מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים לצד מאפייני הנהג הצעיר עצמו?
5. מהי מידת השפעת מפגש אור ירוק – דרך מועד ואופן ההשתתפות במפגש – על מעורבות נהגים צעירים ומשפחותיהם בתאונות דרכים?

## 4.2 הכנת הנתונים

לטובת יצירת המשתנה המוסבר, חולקו הנהגים הצעירים לארבע קבוצות (מחלקות): "לא מעורבים", "מעורבים לא אשמים", "מעורבים אשמים" ו"מעורבים מורשעים". החלטנו להתרכז בפרק זה בתאונות ת"ד, שהן המתועדות ביותר ע"י המשטרה והחמורות ביותר (לעומת תאונות כללי עם נפגעים). בהמשך, בגישה השלישית, נאחד את תאונות כללי עם נפגעים עם תאונות ת"ד. טבלה 5 מציגה מחלקות אלה ואת התנאים ליצירתן על סמך המשתנים בקבצים 2 ו-3 (2 ו-3 בטבלה מייצגים בהתאמה "קובץ 2" ו"קובץ 3")

| מספר מחלקה | אוכלוסייה    | הופעה ב-2 | ת"ד ב-3 מקושרת ל-2 | ת"ד ב-3 מקושרת ל-2 עם ביטול הרשעה | ת"ד ב-3 מקושרת ל-2 עם הרשעה/אזהרה |
|------------|--------------|-----------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1          | לא מעורב     | -         | -                  | -                                 | -                                 |
| 2          | מעורב לא אשם | +         | -                  | -                                 | -                                 |
| 3          | מעורב אשם    | +         | +                  | +                                 | -                                 |
| 4          | מעורב מורשע  | +         | +                  | -                                 | +                                 |

טבלה 5 - הערכים שמקבל המשתנה המוסבר, רמת המעורבות שהוא מייצג והשימוש בקבצים לשם יצירת ערכים אלה

בטבלה 6 ניתן לראות את התפלגות המשתנה המוסבר. הרוב המוחלט של האוכלוסייה שייך למחלקה 1 של הלא מעורבים (96.21%), כש-3.8% היו מעורבים בתאונות דרכים, ו-1.19% הורשעו בגרימתה ושויכו למחלקה מספר 4. בנוסף, ניתן לראות כי אחוז הנהגים המואשמים בתאונה קטן מאחוז המורשעים, כך שמרבית המואשמים אכן מורשעים בסופו של דבר (1.19% לעומת 0.67%).

| ערך | משמעות                                                        | תצפיות | אחוז   |
|-----|---------------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1   | לא היה מעורב בתאונות דרכים                                    | 548828 | 96.21% |
| 2   | היה מעורב בתאונות דרכים אך לא הואשם בה                        | 10992  | 1.93%  |
| 3   | היה מעורב בתאונות דרכים, הואשם בה, אך לא הורשע כאחראי לגרימתה | 3850   | 0.67%  |
| 4   | היה מעורב בתאונות דרכים, הואשם בה ואף הורשע כאחראי לגרימתה    | 6762   | 1.19%  |

טבלה 6 - התפלגות המשתנה המוסבר

לאחר יצירת המשתנה המוסבר, יצרנו מתוך המשתנים הקיימים משתנים מסבירים נוספים, שהאמנו שהם יכולים לשפר את יכולת ההסבר של המשתנה המוסבר. המשתנים הנוספים שיצרנו הינם (לפירוט כל המשתנים בהם נעשה שימוש בגישה זו ותיאורם ראה נספח 2):

1. מספר התאונות מסוג כללי עם נפגעים אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
2. חומרת התאונה הקשה ביותר בה היה/הייתה מעורב/ת האב/האם
3. מספר דו"חות מסוג ברירת משפט שלא בוטלו אשר קיבל הנהג הצעיר/ האב/ האם
4. מספר דו"חות מסוג הזמנה לדין שלא בוטלו אשר קיבל הנהג הצעיר/ האב/ האם
5. מספר דו"חות מסוג אזהרת שוטר אשר קיבל הנהג הצעיר/ האב/ האם
6. מספר עבירות מקבוצת קטגורית "בטיחות רכב" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם

7. מספר עבירות מקטגורית "בטיחות נהג" שלא קושרו לתאונה שביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
  8. מספר עבירות מקטגורית "נהיגה" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
  9. מספר עבירות מקטגורית "רישיונות" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
  10. מספר עבירות מקטגורית "אחר" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
  11. מספר עבירות מקטגורית "משאית" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר/ האב/ האם
  12. מספר כלי רכב בבעלות המשפחה (אינדיקציה למצב הסוציו-אקונומי של המשפחה).
  13. שנת הייצור של הרכב החדש ביותר במשפחה (אינדיקציה למצב הסוציו-אקונומי של המשפחה).
- הערה: עבירות שלא קושרו לתאונה הינן כל העבירות שביצע הנהג מלבד זו שספג עקב התאונה, היות ואנו רוצים להשתמש בעבירות לצורך הסבר וחיזוי תאונה עתידית (ובדאי לא נרצה להסביר תאונה ע"ס העבירה שהיא חייבה).

## 4.3 מידול והערכה בגישה הראשונה

### 4.3.1 תהליך המידול בגישה הראשונה

בפרק זה נבחן את שאלות החקר (פרק 4.1) ובבנה מספר מודלים המסווגים את הנהגים בין המחלקות השונות. היות ובעיית סיווג ארבע המחלקות בו"ז הינה קשה ביותר (ולראייה, דיוק סיווג של כ-50%), פנינו למידול של בעיות פשוטות יותר ע"י איחוד מחלקות, למשל, את הלא מעורבים והמעורבים הלא אשמים (מחלקות 1-2) מול המעורבים-מואשמים (3) ומול המעורבים-מורשעים (4) (פרק 4.3.2) או את הלא מעורבים (1) מול כל השאר (2-3-4) (פרק 4.3.3) ולבסוף את הלא מעורבים (1) מול המעורבים מורשעים (4) (פרק 4.3.4). באופן זה, הגדרנו תת-בעיות בעלות עניין שונה מבחינת בטיחות בדרכים ודרגות קושי משתנות מבחינת מודל הסיווג. עבור כל תת-בעיה כזו, נציג את המודלים הטובים ביותר שפותחו וכן את רשימת המשתנים שנמצאו כגורמים החשובים ביותר להסבר מעורבות בתאונות.

לאחר מכן (בפרק 4.3.5), נחזור על הניתוח, תוך התמקדות באוכלוסיות מסוימות (נשים, גברים, יהודים, ערבים, בעלי רישיון על אופנוע, משתתפי מפגשי אור ירוק), וננתח ההבדלים עבור אוכלוסיות אלה בסיווג הלא מעורבים (1) מהמעורבים-מורשעים (4), שזו צריכה להיות בעיית המידול הפשוטה ביותר, עקב ההבדל היחסית גדול בין שני תתי אוכלוסיה אלה.

בכל אחד מהמידולים נעשה שימוש בעצי החלטה, רשתות נוירונאליות ורשתות בייסיאניות (בחלק מהמקרים), ובחלקם גם נעשה ניתוח ע"י רגרסיה לוגיסטית, לשם ההשוואה.

### 4.3.2 סיווג מחלקות 1-2 מול מחלקה 3 ומול מחלקה 4

המוטיבציה באיחוד מחלקות 1 ו-2 היא ראיית נהגים אשר לא היו מעורבים בתאונה ונהגים אשר היו מעורבים בתאונה אך לא הואשמו בה כבעלי מאפיינים דומים ולכן כשייכים למחלקה אחת (זאת אם נסכים לראות את נהגי המחלקה השנייה כנהגים שנקלעו לתאונה ואולי כתורמים לתאונה, או לפחות

ככאלה שלא מנעו אותה, אך בוודאי לא כגורמים לה). דיוק הסיווג בין שלוש המחלקות על סט האימון ועל סט הבחינה מופיעים בטבלה 7 כמו גם הדיוק בבחינה על כל אחת משלוש המחלקות בנפרד.

| סוג מודל       | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק בבחינה של מחלקה 1 ו-2 | דיוק בבחינה של מחלקה 3 | דיוק בבחינה של מחלקה 4 |
|----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|
| עץ החלטה       | 48.1%             | 56.9%             | 57.0%                      | 41.4%                  | 50.8%                  |
| רשת נוירונאלית | 41.8%             | 47.4%             | 47.4%                      | 37.9%                  | 45.7%                  |

טבלה 7 - תוצאות מידול מחלקות 1-2 מול 3 מול 4

ניתן לראות כי התוצאות הטובות ביותר התקבלו עבור מודל של עץ החלטה. נשים לב כי אחוזי הדיוק של המחלקה המאוחדת (1 ו-2) גבוהים מאלו של מחלקה 3 ושל מחלקה 4, וכי את מחלקה 3 מתקשה יחסית המודל להפריד מהמחלקות האחרות. אחוז הדיוק על סט הבחינה מתאים לאחוז הדיוק על המחלקה האחדה 1 ו-2, היות והיא היוותה את רוב דוגמאות הבחינה. באימון, לעומת זאת, מספר התאונות מכל מחלקה נבחר להיות זהה כדי למנוע הטיה של האימון לכיוון מחלקת הרוב (ראה פרק 1.3 בניית סט אימון וסט בחינה). זו גם הסיבה שהדיוק בבחינה גבוה מזה שבאימון, מה שלא אופייני למערכת לומדת.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר בתהליך המידול הינם: MahozNapa (מחוז-נפה), Y\_numOfNonCanceledKod1/2NRL (מספר עבירות מסוג ברירת משפט וזימון לדין שקיבל הנהג הצעיר), DrivingYears (ותק נהיגה), Min (מגדר הנהג) ו-Ofnoalnd (אינדיקציה לרישיון אופנוע). תיאור משתנים אלה בחיתוך עם המשתנה המוסבר יוצגו בפרק 4.4 "סטטיסטיקה תיאורית".

### 4.3.3 סיווג מחלקה 1 מול מחלקות 2-3-4

כעת נבחנה ההשערה כי המשתנים של כל סוגי הנהגים המעורבים בתאונות דרכים (ללא תלות אם לא יואשמו, יואשמו או יורשעו) דומים, שכן אלו נהגים עם כנראה נטייה לעבריינות או שאינם זהירים מספיק כדי למנוע תאונה שייתכן ונהג זהיר יותר יכול היה למנוע. לכן איחדנו את מחלקות 2, 3 ו-4 ובנינו מודלים אשר סיווגו בין נהגים שלא ביצעו תאונות דרכים כלל לאלה שהיו מעורבים באיזו צורה בתאונה. טבלה 8 מציגה תוצאות מידול עבור שני מודלים שהשיגו אחוזי דיוק גבוהים יחסית בבחינה.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק בבחינה של מחלקה 1 | דיוק בבחינה של מחלקה 2, 3 ו-4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------|
| עץ החלטה           | 67.8%             | 68.4%             | 68.4%                  | 67.0%                         |
| רשת בייסיאנית RMCV | 67.6%             | 66.4%             | 80.9%                  | 52.0%                         |

טבלה 8 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 2-3-4

ניתן לראות מהטבלה כי עץ ההחלטות הצליח להפריד בדיוק של כ-68% בין נהגים אשר ביצעו או היו מעורבים בתאונות לכאלה שלא היו מעורבים בתאונות כלל. הרשת הבייסיאנית הצליחה טוב יותר מהעץ לזהות נהגים שאינם מעורבים אך פחות טוב לזהות נהגים מעורבים/מואשמים/מורשעים.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר בתהליך המידול הינם: Y\_numOfNonCanceledKod1NRL (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שקיבל הנהג הצעיר), DrivingYears (ותק נהיגה), Min (מגדר הנהג) ו-

Ofnoalnd (אינדיקציה לרישיון אופנוע). תיאור משתנים אלה בחיתוך עם המשתנה המוסבר יוצגו בפרק 4.4.

#### 4.3.4 סיווג מחלקה 1 מול מחלקה 4

בפרק זה התמקדנו בסיווג שני סוגי נהגים השונים זה מזה יחסית מאוד: נהגים שלא היו מעורבים בתאונות כלל (1) ונהגים מעורבים-מורשעים (4). דוגמאות לדיוקי המודלים הטובים ביותר בבחינה עבור כל סוג אלגוריתם מוצגות בטבלה 9.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 69.5%             | 71.0%             | 71.0%           | 69.3%           |
| רשת נוירונאלית     | 82.3%             | 70.2%             | 70.2%           | 63.6%           |
| רשת בייסיאנית TAN  | 71.6%             | 71.0%             | 71.0%           | 67.4%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 69.5%             | 72.3%           | 66.7%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 68.2%             | 57.4%             | 57.0%           | 78.3%           |

טבלה 9 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4

ניתן לראות כי המודלים השונים מצליחים לסווג נכון כ-70% מהמקרים בממוצע וכך גם את מחלקה 1. עבור מחלקה 4 הדיוק נמוך יותר, מלבד בעזרת הרשת הבייסיאנית RMCV, המדיקת יפה על 4 אך לא על 1. יחד עם זאת, הדיוק לשתי המחלקות די דומה.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם: Driving Years (ותק נהיגה), משתני עבירות שבהן היה מעורב הנהג צעיר ( $Y\_numOfCatDriverSafety/Driving/Licenses/OtherNRL$ ),  $f\_worstTdSeverity$  (חומרת התאונה הקטלנית ביותר בה היה מעורב האב) ומשתני "אור ירוק". משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

#### 4.3.5 מידול אוכלוסיות ספציפיות

מתוך נקודת הנחה כי ייתכן שמאפייני הנהיגה של תתי-אוכלוסייה שונים יכולים להיות שונים, ובעקבות כך גם הגורמים האחראים למעורבות בתאונות שונים, מידלנו מספר תתי-אוכלוסיות בנפרד: נשים, גברים, ערבים, יהודים, סטאטוס השתתפות במפגש אור ירוק, בעלי רישיון אופנוע וללא רישיון לאופנוע. המידול נעשה על ידי סיווג בין המחלקות 1 ו-4.

#### א. מידול אוכלוסיית הנשים

יצרנו בסיס נתונים המכיל תצפיות של נהגות צעירות בלבד יחד עם המידע על הוריהן והתוצאות בטבלה 10.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 63.8%             | 66.3%             | 68.5%           | 64.5%           |
| רשת נוירונאלית     | 61.3%             | 66.6%             | 64.1%           | 70.2%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 66.5%             | 67.0%           | 65.9%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 63.3%             | 40.2%             | 40.2%           | 87.6%           |

טבלה 10 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הנשים

ניתן לראות כי למודלים היו אחוזי דיוק נמוכים יותר מאשר אלה שמידלו את כלל האוכלוסייה (4.3.4). ייתכן שהסיבה היא שההבדלים בין שתי המחלקות ברורים יותר אצל הגברים מאשר אצל הנשים. כמו בסיווג לכלל האוכלוסייה, גם פה, עץ ההחלטה דייק יותר במחלקה 1 ואילו הרשת הניורנאלית דייקה יותר בסיווג מחלקה 4. הרגרסיה הלוגיסטית מציגה אחוזי דיוק דומים לעץ (רק שהרגרסיה הלוגיסטית עושה שימוש בכל ואותן הדוגמאות גם לאימון וגם לבחינה, מה שמשפר מאוד את ביצועיה בבחינה, אך נחשב אסור בקהילת המערכות הלומדות). הרשת הבייסיאנית השיגה אחוזי דיוק מרשימים עבור מחלקה 4, אך זאת על חשבון סיווג מחלקה 1.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם:  $y\_NumOfNonCancelldKod1Offences$  (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שקיבל הנהג הצעיר),  $mahoznafa$  (מחוז-נפה),  $Zurat\_yeshuv$  (סוג וצורת היישוב שבו מתגורר הנהג),  $gil$  (הגיל שבו קיבל הנהג רישיון),  $DrivingYears$  (ותק נהיגה) ו- $y\_NumOfCatDriverSafetyNRL$  (מספר עבירות מסוג בטיחות שקיבל הנהג). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

## ב. מידול אוכלוסיית הגברים

יצרנו בסיס נתונים של נהגים צעירים בלבד והמידע על הוריהם ותוצאות המידול בטבלה 11.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 68.4%             | 69.9%             | 65.2%           | 74.7%           |
| רשת נורנאלית       | 69.1%             | 69.0%             | 70.8%           | 67.1%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 67.9%             | 69.0%           | 66.8%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 64.6%             | 39.2%             | 39.0%           | 89.3%           |

טבלה 11 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הגברים

ניתן לראות שבמקרה זה, עץ ההחלטה סיווג טוב יותר עבור מחלקה 4 מאשר למחלקה 1 בשונה מהרשת הניורנאלית. הרגרסיה הלוגיסטית מציגה אחוזי דיוק קצת נמוכים יותר. שוב, הרשת הבייסיאנית השיגה אחוזי דיוק מרשימים עבור מחלקה 4, אך זאת על חשבון מחלקה 1.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם:  $Mahoz Napa$  (מחוז-נפה),  $KvutzaAv$  (קבוצת האוכלוסייה אליה משתייך האב),  $Driving Years$  (ותק נהיגה),  $y\_LimitationMedical$  (אינדיקציה האם הנהג הצעיר סובל או לא מבעיה רפואית),  $y\_NumOfNonCancelldKod1Offences$  (מספר העבירות מסוג ברירת משפט שקיבל הנהג). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

### ג. מידול אוכלוסיית היהודים

יצרנו בסיס נתונים המכיל תצפיות של נהגים יהודים בלבד ומידע על הוריהם והתוצאות בטבלה 12.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 66.8%             | 70.0%             | 57.8%           | 82.2%           |
| רשת נוירונאלית     | 64.6%             | 69.3%             | 54.5%           | 84.2%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 68.1%             | 71.3%           | 64.9%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 62.5%             | 40.7%             | 40.1%           | 85.1%           |

טבלה 12 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית היהודים

ניתן לראות כי אחוזי הדיוק הממוצעים של האלגוריתמים דומים לתוצאות המידול של כלל האוכלוסייה (היות והנהגים היהודים מהווים את הרוב בבסיס הנתונים). אך במקרה זה, האלגוריתמים מצטיינים יותר בסיווג מחלקה 4 מאשר מחלקה 1. המערכות הלומדות סיווג נכון מעל ל-80% מהנהגים השייכים למחלקה 4 אך הצליחו פחות בסיווג למחלקה 1. הרשת הבייסיאנית השיגה אחוזי דיוק מרשימים עבור מחלקה 4, אך על חשבון סיווג מחלקה 1. מלבד בעזרת הרשת הבייסיאנית, כל המודלים השיגו דיוק ממוצע בבחינה של כ-70%.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם: Mahoz Napa (מחוז-נפה),  $\gamma\_NumOfNonCancelldKod1Offences$  (מספר העבירות מסוג ברירת משפט שביצע הנהג הצעיר) Driving Years, (ותק נהיגה), Ofnoalnd (האם לנהג הצעיר רישיון אופנוע), Dad\_Education (השכלת אביו של הנהג הצעיר). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

### ד. מידול אוכלוסיית הערבים

יצרנו בסיס נתונים המכיל תצפיות של נהגים ערבים בלבד ומידע על הוריהם והתוצאות בטבלה 13.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 72.7%             | 68.9%             | 61.0%           | 76.8%           |
| רשת נוירנלית       | 72.9%             | 69.5%             | 59.6%           | 79.3%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 73.3%             | 71.3%           | 75.3%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 72.8%             | 58.8%             | 58.6%           | 86.0%           |

טבלה 13 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור אוכלוסיית הערבים

ניתן לראות כי בממוצע אחוז הדיוק עבור אוכלוסיית הערבים דומה לזה עבור כלל האוכלוסייה וזה עבור אוכלוסיית היהודים. גם כאן, בדומה למודלים עבור האוכלוסייה היהודית, ניתן לראות כי הנטייה של המודלים הינה לסווג מדויק יותר של מחלקה 4 ע"ח סיווג מחלקה 1 (מלבד עבור הרשת הבייסיאנית). המשמעות, כאן ועבור המודלים לנהגים היהודים, כי אוכלוסיית הנהגים המורשעים – בין אם הם יהודים או ערבים – הומוגנית יותר מאוכלוסיית הלא-מעורבים ומאפייניה קלים יותר לסיווג.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם: Mahoz Napa (מחוז-נפה), KvutzaAv (קבוצת האוכלוסייה אליה משתייך אביו של הנהג הצעיר), Driving Years (ותק נהיגה),  $\gamma\_LimitationMedical$  (אינדיקציה האם הנהג הצעיר סובל או לא מבעיה רפואית),



y\_NumOfNonCancelldKod1Offences (מספר העבירות מסוג ברירת משפט שקיבל הנהג). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

#### ה. מידול אוכלוסיות המשתתפים והלא משתתפים במפגשי אור ירוק

מאחר ורק ל-23.8% מכלל אוכלוסיית הנהגים הצעירים הנמצאים בקובץ הנתונים הוצע מפגש אור ירוק (המפגשים התקיימו באופן מאסיבי רק משנת 2005, דהיינו במשך מחצית תקופת הקובץ), יצרנו בסיס נתונים חדש אשר מחצית מהתצפיות בו שייכות לנהגים אשר הוצע להם להשתתף במפגש אור ירוק והמחצית האחרת הם נהגים שלא הוצע להם. בסיס נתונים חדש זה נוצר על מנת שהמודלים יוכלו לנצל את משתני אור ירוק בצורה מיטבית יותר, במידה והם אכן משפיעים על ההפרדה בין המחלקות, שכן בבסיס הנתונים החדש, אוכלוסיית המשתתפים אינם מהווים יותר מיעוט בין הנהגים. תוצאות המודלים הטובים ביותר מוצגות בטבלה 14.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 67.8%             | 81.5%             | 81.5%           | 65.7%           |
| רשת נירונאלית      | 71.7%             | 73.3%             | 73.3%           | 67.6%           |
| גרסיה לוגיסטית     | -                 | 68.2%             | 75.3%           | 61.1%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 69.0%             | 76.6%             | 76.7%           | 68.1%           |

טבלה 14 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור בסיס נתונים המאוזן בין אוכלוסיית המשתתפים במפגש אור ירוק לאוכלוסיית הלא משתתפים

בהשוואה למידול כלל האוכלוסייה (טבלה 9), ניתן לראות כי אחוזי הדיוק של המודל בבחינה השתפרו משמעותית בעקבות ההתרכזות בנהגים המשתתפים לעומת הלא משתתפים במפגש אור ירוק. השיפור הושג בסיווג נהגי מחלקה 1, כאשר סיווג נהגי מחלקה 4 לרוב נפגע. ניתן להסביר תופעה זו בכך שבבסיס הנתונים החדש יש ביטוי רב יותר למשתתפים (50% מהאוכלוסייה) וביניהם יש יותר לא מעורבים מאשר באוכלוסיה כולה.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם: Min (מגדר הנהג הצעיר), DrivingYears (ותק נהיגה), mahoznafa (מחוז-נפה), y\_NumOfCatOtherNRL (מספר עבירות מסוג "אחר" שביצע הנהג הצעיר), y\_NumOfCatCarSafetyNRL (מספר עבירות מסוג "בטיחות רכב" שביצע הנהג הצעיר), Y\_NumOfNonCancelldKod1Offences (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שביצע הנהג הצעיר). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4.

#### ו. מידול בעלי רישיון לאופנוע ואלה ללא רישיון לאופנוע

מאחר ורק ל-3.6% מכלל אוכלוסיית הנהגים הצעירים בקובץ יש (גם) רישיון לאופנוע, יצרנו בסיס נתונים חדש אשר מחצית מהתצפיות בו שייכות לנהגים בעלי רישיון אופנוע ואילו המחצית האחרת של התצפיות שייכות לנהגים ללא רישיון לאופנוע. בסיס נתונים חדש זה נוצר על מנת שהמודלים יוכלו להשתמש במשתנה המציין קיום/אי-קיום רישיון אופנוע בצורה טובה יותר, במידה ומשתנה זה משפיע על ההפרדה בין המחלקות השונות, שכן בבסיס הנתונים החדש, בעלי רישיון לאופנוע אינם מהווים יותר מיעוט. החיסרון העיקרי בגישה זו הוא שבבסיס הנתונים החדש קטן מאוד יחסית לבעיה מורכבת שכזו, המיוצגת ע"י מספר רב של משתנים מסבירים (ראה פרק 1.4). תוצאות המודלים הטובים ביותר מוצגות בטבלה 15.

| סוג מודל           | דיוק על סט האימון | דיוק על סט הבחינה | דיוק של מחלקה 1 | דיוק של מחלקה 4 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| עץ החלטה           | 63.8%             | 60.4%             | 61.3%           | 59.5%           |
| רשת נוירנלית       | 66.6%             | 60.5%             | 62.8%           | 57.9%           |
| רגרסיה לוגיסטית    | -                 | 62.2%             | 62.5%           | 61.8%           |
| רשת בייסיאנית RMCV | 71.7%             | 65.6%             | 65.7%           | 63.5%           |

טבלה 15 - תוצאות מידול מחלקה 1 מול 4 עבור בסיס נתונים המאוזן בין בעלי ולא בעלי רישיון לאופנוע

ניתן לראות כי אחוזי הדיוק של מרבית המודלים ירדו לעומת המודלים לכלל האוכלוסייה (טבלה 9), כנראה היות וקיימות מעט מדי תצפיות (סט האימון כלל כ-900 נהגים עם רישיון לאופנוע וכ-900 ללא רישיון לאופנוע) לבעיה המורכבת אותה אנו מנסים למדל. ביצועי הרשת הבייסיאנית היו טובים משל שאר המודלים, גם עבור מחלקה 1 וגם עבור מחלקה 4 ולכן גם בממוצע.

המשתנים שעלו כחשובים ביותר לאורך תהליך המידול הם: y\_NumOfCatLicencesNRL (מספר עבירות מסוג "רישיונות" שביצע הנהג הצעיר), y\_NumOfCatDrivingNRL (מספר עבירות מסוג "נהיגה" שביצע הנהג הצעיר), DrivingYears, (ותק נהיגה), KvutzaAv (קבוצת האוכלוסייה אליה משתייך אביו של הנהג הצעיר), y\_NumOfCatCarSafetyNRL (מספר עבירות מסוג "בטיחות" שביצע הנהג הצעיר), y\_NumOfNonCancelldKod1Offences (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שביצע הנהג הצעיר). משתנים אלה יפורטו ויוצגו בפרק 4.4. מעניין לציין שבקרב אוכלוסייה זו, ובהשוואה לאוכלוסיות האחרות, משתני העבירות יחסית דומיננטיים למשתנים האחרים (כאן מצאנו ארבעה משתני עבירות בעוד שלשאר תתי-האוכלוסיות, כולל האוכלוסייה כולה, מצאנו רק בין 1 ל-3 משתנים כאלה). נחזור לניתוח מידת המעורבות בתאונות של נהגים שהוציאו רישיון אופנוע בהמשך הדו"ח.

## 4.4 סטטיסטיקה תיאורית לאור תוצאות המידול

המערכות הלומדות הצביעו על מספר משתנים שעלו כחשובים וכמשפיעים על מידת המעורבות של נהגים צעירים בתאונות דרכים. מתוך משתנים אלה נרצה לזהות את הגורמים למעורבות גבוהה בתאונות נהג צעיר וע"כ להסביר מעורבות כזו. טבלה 16 מציגה את שכיחות הופעת המשתנים החשובים בין המודלים שנמצאו כמדויקים ביותר בכל תהליכי המידול שתוארו לעיל (כל עמודה בטבלה מייצגת תהליך אחר על פי פרקים 4.3.2 עד 4.3.5). הטבלה למשל מגלה שמשתנה ותק נהיגה מופיע בכל המודלים ומשתנה עבירות מסוג ברירת משפט מופיע בכלם, חוץ מאחד. נהיגה מופיע בכל המודלים ומשתנה עבירות מסוג ברירת משפט מופיע בכלם, חוץ מאחד.

| משתנה                    | מודל "1-2" | מודל "1" מול "2-3-4" | מודל "1" מול "4" | מודל "1" מול "4" נשים | מודל "1" מול "4" גברים | מודל "1" מול "4" ערבים | מודל "1" מול "4" יהודים | מודל "1" מול "4" אור ירוק | מודל "1" מול "4" אופנוע | סה"כ הופעות |
|--------------------------|------------|----------------------|------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------|
| ותק נהיגה                | 1          | 1                    | 1                | 1                     | 1                      | 1                      | 1                       | 1                         | 1                       | 9           |
| מגדר                     | 1          | 1                    |                  |                       |                        |                        |                         | 1                         |                         | 3           |
| רישיון אופנוע            | 1          | 1                    |                  |                       |                        |                        | 1                       |                           |                         | 3           |
| גיל                      |            |                      |                  | 1                     |                        |                        |                         |                           |                         | 1           |
| מחוז-נפה                 | 1          |                      |                  | 1                     | 1                      | 1                      | 1                       | 1                         |                         | 6           |
| צורת יישוב               |            |                      |                  | 1                     |                        |                        |                         |                           |                         | 1           |
| קבלת אור ירוק            |            |                      | 1                |                       |                        |                        |                         |                           |                         | 1           |
| קבוצת אול' אב            |            |                      |                  |                       | 1                      | 1                      |                         |                           | 1                       | 3           |
| השכלת אב                 |            |                      |                  |                       |                        |                        | 1                       |                           |                         | 1           |
| עבירות ברירת משפט        | 1          | 1                    |                  | 1                     | 1                      | 1                      | 1                       | 1                         | 1                       | 8           |
| עבירות זימון לדיון       | 1          |                      |                  |                       |                        |                        |                         |                           |                         | 1           |
| עבירות נהיגה נהג צעיר    |            |                      | 1                |                       |                        |                        |                         |                           | 1                       | 2           |
| עבירות רישיונות נהג צעיר |            |                      | 1                |                       |                        |                        |                         |                           | 1                       | 2           |
| עבירות בטיחות נהג צעיר   |            |                      | 1                | 1                     |                        |                        |                         | 1                         | 1                       | 4           |
| עבירות אחר נהג צעיר      |            |                      | 1                |                       |                        |                        |                         | 1                         |                         | 2           |
| חומרת אב מקסימאלית       |            |                      |                  | 1                     |                        |                        |                         |                           |                         | 1           |
| מגבלה רפואית             |            |                      |                  |                       | 1                      | 1                      |                         |                           |                         | 2           |

טבלה 16 - שכיחות המשתנים המשמעותיים במודלים השונים

נתמקד במשתנים אלה ונבדוק עבור אילו ערכים שלהם קיימת נטייה גבוהה יותר לעבריינות דרכים. נספק ניתוחים סטטיסטיים תיאוריים הממחישים את התפלגות משתנים אלה תוך השוואתם להתפלגות המשתנה המוסבר (קראנו לו Y\_catagory כאשר ה-Y מציין נהג צעיר (young)). בין המשתנים שעלו כחשובים ואליהם נתייחס כאן: מגדר הנהג (Min) (הידוע מהספרות כגורם למעורבות, וגם בטבלה שכיחותו לא נמוכה), קבוצת אוכלוסייה (עקב שכיחותו הלא נמוכה בטבלה), גיל הוצאת רישיון (Gil Rishayon) (הידוע מהספרות כגורם למעורבות), אופן ההשתתפות במפגש אור ירוק (St\_Insication\_or) (עקב העניין במשתנה זה אצל עמותת אור ירוק), ותק נהיגה (DrivingYears) (עקב שכיחותו הגבוהה בטבלה), אינדיקציה לרישיון אופנוע (Ofnoalnd) (עקב שכיחותו הלא נמוכה

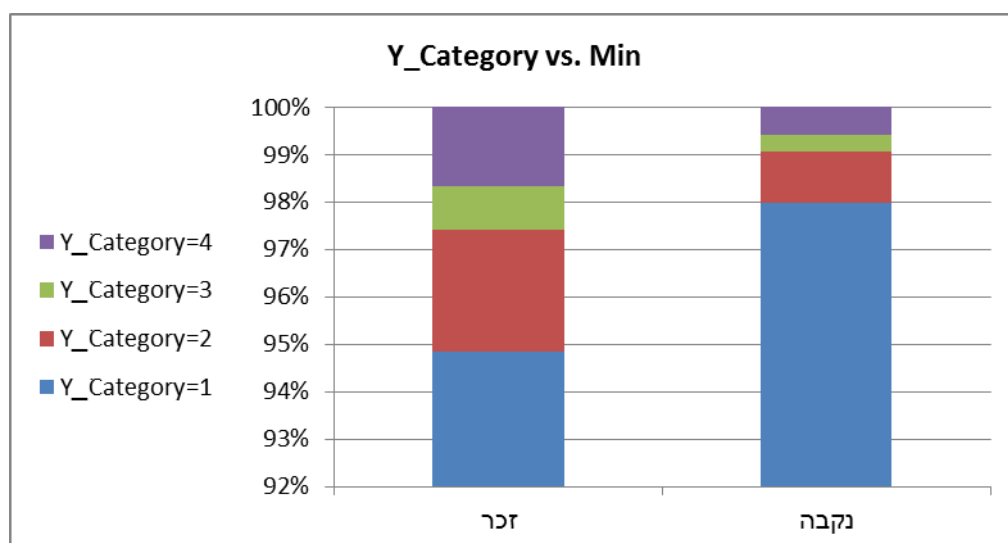
בטבלה), מספר עבירות מסוג ברירת משפט או זימון לדין ( $Y\_numOfNonCanceledKod1/2NRL$ ) (עקב שכיחותם הגבוהה בטבלה) ומחוז-נפה (MahozNapa) (עקב שכיחותו הגבוהה בטבלה).

#### 4.4.1 משתנה מגדר

על מנת לבחון כיצד משפיע משתנה המגדר (min) על מידת המעורבות של נהגים צעירים בתאונות, נציג את התפלגות המשתנה עבור 4 מחלקות הנהגים המיוצגות ע"י המשתנה המוסבר (טבלה 17). איור 7 מתאר המידע שבטבלה 17 בצורה גרפית.

|      |      |           | משתנה המטרה |       |      |      | סה"כ   |
|------|------|-----------|-------------|-------|------|------|--------|
|      |      |           | 1           | 2     | 3    | 4    |        |
| מגדר | זכר  | מספר      | 303336      | 8252  | 2943 | 5309 | 319840 |
|      |      | אחוז      | 94.8%       | 2.6%  | 0.9% | 1.7% | 100%   |
|      | נקבה | מספר      | 245505      | 2731  | 902  | 1453 | 250592 |
|      |      | אחוז      | 98.0 %      | 1.1%  | 0.4% | 0.6% | 100%   |
| סה"כ |      | מספר כללי | 548841      | 10983 | 3845 | 6763 | 570432 |
|      |      | אחוז כללי | 96.2%       | 1.9%  | 0.7% | 1.2% | 100%   |

טבלה 17 - התפלגות משתנה מגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים



איור 7 - התפלגות משתנה מגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר

בטבלה 17 ומאיור 7 ניתן לראות באופן ברור כי לנהגים קיים ריכוז גבוה של תצפיות השייכות למחלקת המורשעים ( $Y\_Category=4$ ) וריכוז נמוך של תצפיות השייכות למחלקת הלא מעורבים ( $Y\_Category=1$ ) בהשוואה לנהגות, מה שמלמד על נטייה גבוהה יותר של נהגים משל נהגות למעורבות בתאונות דרכים.

טבלה 18 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע בין גברים ונשים, ובין מספר נהגים אלה אצל הגברים ואצל הנשים בנפרד. ניתן לראות, כי שיעור המעורבות של נהגות

צעירות בתאונות שהסתיימו בהרשעה נמוך פי שניים מהממוצע באוכלוסייה. נתונים אלה מחזקים מחקרים קודמים.

| מגדר | זכר  | נקבה |
|------|------|------|
| יחס  | 0.71 | 2.04 |

טבלה 18 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע בין הגברים ובין הנשים, ובין מספר נהגים אלה אצל הגברים ואצל הנשים

#### 4.4.2 משתנה קבוצת אוכלוסייה

טבלה 19 מציגה את השתנות משתנה קבוצת האוכלוסייה (Kvutzat Uchlusia). ניתן לראות שמרבית הנהגים הינם יהודים, לאחריהם באים הנהגים ערבים ולבסוף, באחוז קטן יחסית, נהגים שאינם יהודים ואינם ערבים.

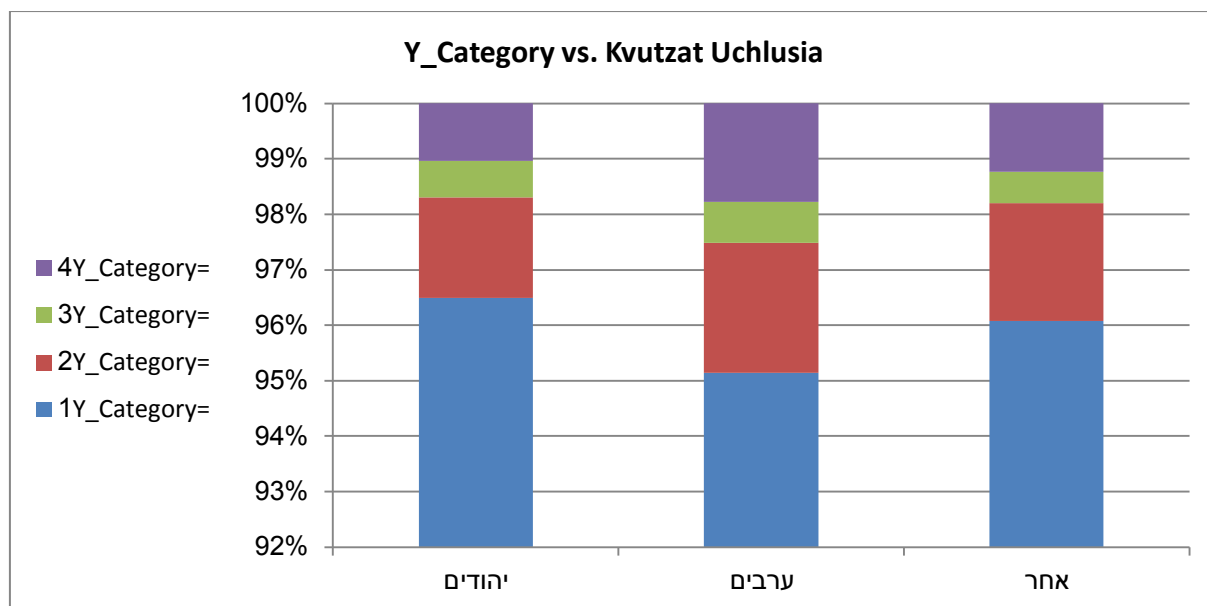
מטבלה 20 ואיור 8 ניתן לראות כי עבור נהגים צעירים ערבים קיים ריכוז גבוה יותר של מעורבות עם הרשעה בתאונות דרכים (כלומר Y\_Category=4) וריכוז נמוך יותר של לא מעורבים לעומת שאר הנהגים, דבר המעיד על נטייה גבוהה מהממוצע של נהגים אלה למעורבות בתאונות דרכים. טבלה 21 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל קבוצת האוכלוסייה, ובין מספר נהגים אלה בקבוצת האוכלוסייה השונות. ניתן לראות, כי שיעור המעורבות של נהגים צעירים יהודיים בתאונות שהסתיימו בהרשעה נמוך בכ-15% מהממוצע באוכלוסייה, שיעור המעורבות של נהגים מהמגזר הערבי גבוה בכ-33% מממוצע זה ושיעור המעורבות של אוכלוסייה שאינה ערבית או יהודית כמעט וזהה לממוצע באוכלוסייה.

| ערך | משמעות | מספר תצפיות | אחוז   |
|-----|--------|-------------|--------|
| 1   | יהודים | 440552      | 77.23% |
| 2   | ערבים  | 116528      | 20.43% |
| 3   | אחר    | 13352       | 2.34%  |

טבלה 19 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה

|                     |        |           | משתנה המטרה |       |      |      | סה"כ   |
|---------------------|--------|-----------|-------------|-------|------|------|--------|
|                     |        |           | 1           | 2     | 3    | 4    |        |
| Kvutza<br>Uchlusiya | יהודים | מספר      | 425133      | 7974  | 2908 | 4538 | 440552 |
|                     |        | אחוז      | 96.5%       | 1.8%  | 0.7% | 1.0% | 100.0% |
|                     | ערבים  | מספר      | 110876      | 2715  | 874  | 2063 | 116528 |
|                     |        | אחוז      | 95.2%       | 2.3%  | 0.8% | 1.8% | 100.0% |
|                     | אחר    | מספר      | 12829       | 283   | 76   | 164  | 13352  |
|                     |        | אחוז      | 96.1%       | 2.1%  | 0.6% | 1.2% | 100.0% |
| סה"כ                |        | מספר כללי | 548838      | 10972 | 3858 | 6764 | 570432 |
|                     |        | אחוז כללי | 96.2%       | 2.0%  | 0.7% | 1.2% | 100.0% |

טבלה 20 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה בקרב ארבע מחלקות הנהגים



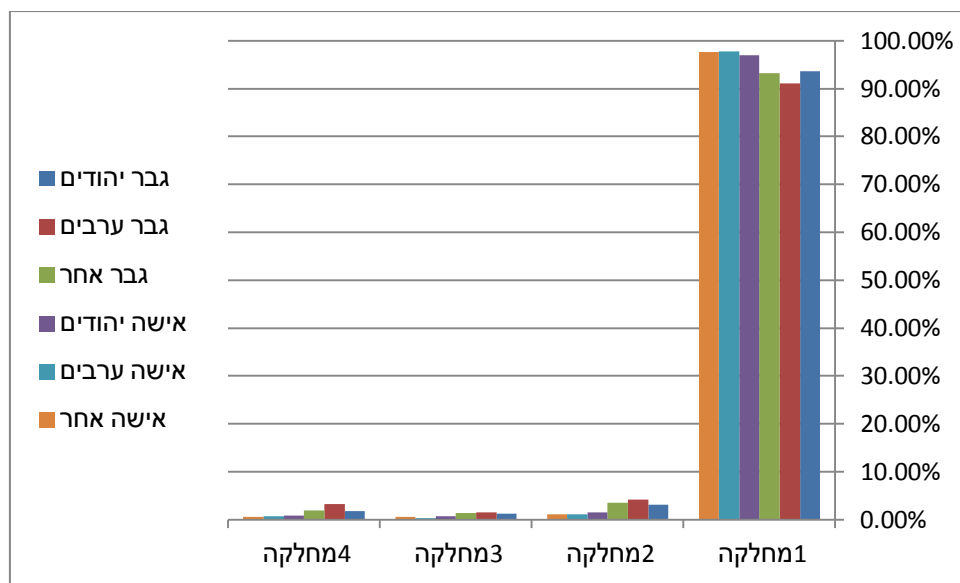
איור 8 - התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה בחיתוך המשתנה המוסבר

| קבוצת אוכלוסייה | 1    | 2    | 3    |
|-----------------|------|------|------|
| יהודים          | 1.15 | 0.67 | 0.97 |

טבלה 21 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל קבוצות האוכלוסייה, ובין מספר נהגים אלה בקבוצות האוכלוסייה השונות

#### 4.4.3 מגדר הנהג בחיתוך עם קבוצת האוכלוסייה

בעקבות הממצאים לעיל, בוצע ניתוח של חתך קבוצת אוכלוסייה ומגדר הנהג על מנת לבדוק את השפעתם המשותפת על המשתנה המוסבר. ניתן לראות באיור 9 ובטבלה 22 (המציגים נתונים על סמך כלל הנתונים בבסיס הנתונים, לפני הורדת רשומות כפי שמתואר בפרק 3.3) כי 3.22% מהגברים הערבים שייכים למחלקה 4 (מעורב-מורשע) לעומת 1.84% מהגברים היהודים השייכים למחלקה זו. כמו כן, אחוז הנשים הערביות השייכות למחלקה 4 נמוך מאחוז הנשים היהודיות השייכות למחלקה זו ונמוך משמעותית מאחוז הגברים היהודים או הערבים במחלקה זו. מהאינטראקציה הזו, ניתן להסיק כי גברים מעורבים יותר מנשים, כאשר הגבר הערבי הוא המעורב ביותר, לאחריו הגבר מהמגזר "אחר" ולבסוף הגבר היהודי. לאחריהם מעורבות הנשים, כאשר האישה היהודייה היא המעורבת ביותר, לאחריה האישה הערבייה, ולבסוף האישה מהמגזר "אחר".



איור 9 - התפלגות משותפת לקבוצת אוכלוסייה ומגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים

|      |                 | Category_משנתה המטרה |       |       |       |
|------|-----------------|----------------------|-------|-------|-------|
| מגדר | קבוצת אוכלוסייה | 1                    | 2     | 3     | 4     |
| זכר  | יהודים          | 93.68%               | 3.17% | 1.31% | 1.84% |
|      | ערבים           | 91.10%               | 4.18% | 1.51% | 3.22% |
|      | אחר             | 93.16%               | 3.51% | 1.37% | 1.96% |
|      | סה"כ            | 93.07%               | 3.41% | 1.36% | 2.16% |
| נקבה | יהודים          | 96.94%               | 1.57% | 0.68% | 0.81% |
|      | ערבים           | 97.82%               | 1.16% | 0.33% | 0.69% |
|      | אחר             | 97.68%               | 1.17% | 0.55% | 0.61% |
|      | סה"כ            | 97.10%               | 1.49% | 0.62% | 0.79% |
|      | כללי            | 94.83%               | 2.57% | 1.04% | 1.56% |

טבלה 22 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה ומגדר בקרב ארבע מחלקות הנהגים

#### 4.4.4 משתנה גיל הוצאת רישיון

נבחן את משתנה גיל הוצאת הרישיון (Gil Rishayon) על מנת להבין כיצד הוא משפיע על רמת מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים. מהצגת התפלגות המשתנה בטבלה 23 ניתן לראות שמרבית הנהגים מוציאים רישיון נהיגה בגיל 17 ולאחר מכן מתחילה ירידה בגיל הוצאה עם השנים.

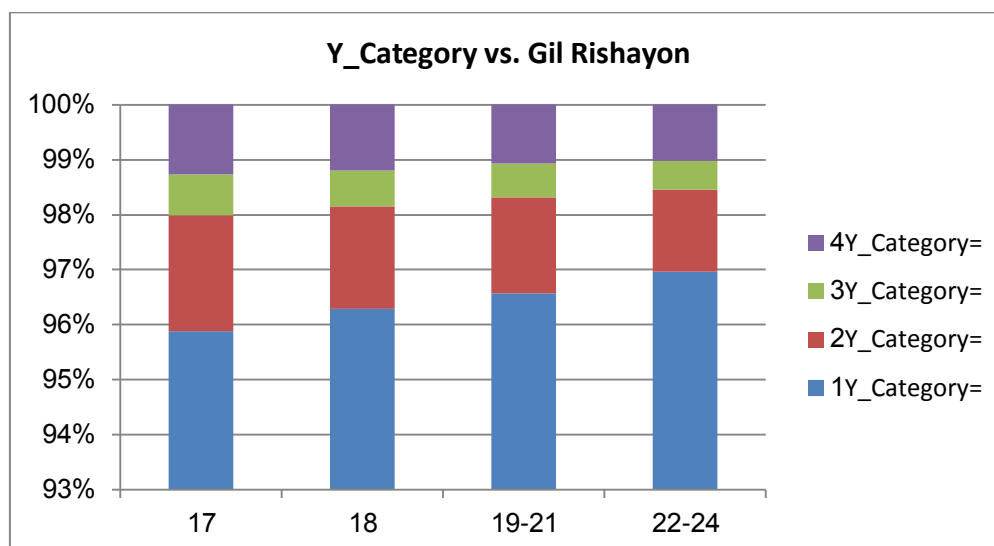
| ערך | משמעות | מספר תצפיות | אחוז  |
|-----|--------|-------------|-------|
| 1   | 17     | 276299      | 48.4% |
| 2   | 18     | 119455      | 21.0% |
| 3   | 19-21  | 119187      | 20.9% |
| 4   | 22-24  | 55491       | 9.7%  |

טבלה 23 - התפלגות משתנה גיל רישיון

טבלה 24 מציגה את החיתוך של משתנה גיל הוצאת הרישיון עם המשתנה המוסבר, ואיור 10 מציג מידע זה גרפית. שניהם מראים כי ככל שגיל קבלת הרישיון יורד, כך קיימת מעורבות גבוהה יותר בתאונות דרכים (יותר נהגים הם מעורבים-מורשעים). יחד עם זאת, ההבדלים במחלקת מעורבים-מורשים, בין גילאים 17 ו-18 ובין גילאים 19 עד 24, די קטנים.

| Y_Category \ Gil Rishayon | 1     | 2    | 3    | 4    | Total   |
|---------------------------|-------|------|------|------|---------|
| 17                        | 95.9% | 2.1% | 0.7% | 1.3% | 100.00% |
| 18                        | 96.3% | 1.9% | 0.6% | 1.2% | 100.00% |
| 19-21                     | 96.6% | 1.7% | 0.6% | 1.1% | 100.00% |
| 22-24                     | 97.0% | 1.5% | 0.5% | 1.0% | 100.00% |
| Total                     | 96.2% | 1.9% | 0.7% | 1.2% | 100.00% |

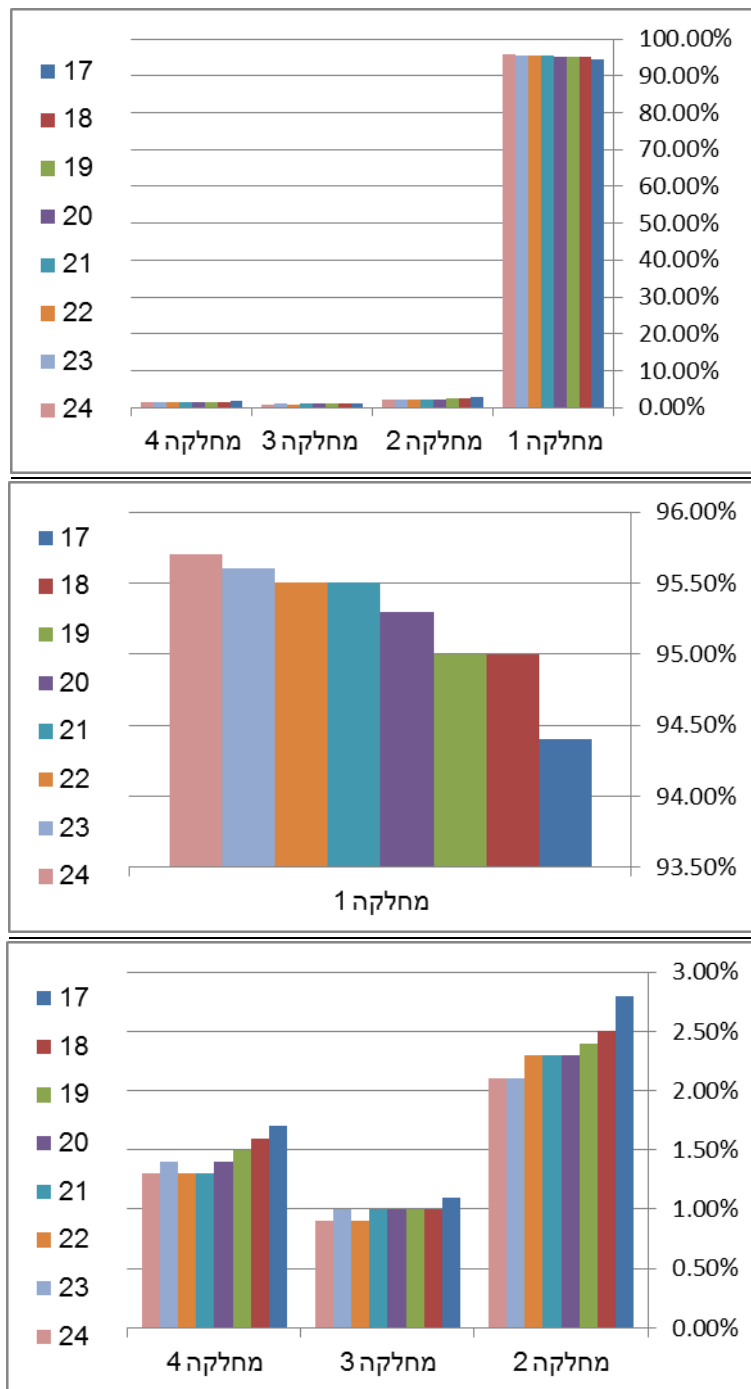
טבלה 24 - התפלגות משתנה "גיל הוצאת רישיון" בחיתוך עם המשתנה המוסבר



איור 10 - התפלגות משתנה גיל הוצאת רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר

איור 11 מציג ההתפלגות אל מול המשתנה המוסבר עבור כל גיל הוצאת רישיון בנפרד. היות והתחום הדינמי של שינויים עבור מחלקה 1 שונה משמעותית מזה למחלקות 2, 3 ו-4, הפרדנו ביניהם בגרפים האמצעי והתחתון. סה"כ, כל הגרפים מראים שככל שגיל הוצאת הרישיון עולה (לפחות בין הגילאים 17 ו-20), כך קיימים פחות מעורבים-מורשעים ויותר לא מעורבים.





איור 11 - התפלגות גיל הוצאת רישיון בקרב ארבע מחלקות הנהגים. למעלה עבור כולן יחד ובהמשך הפרדנו את המחלקה הראשונה מהשלוש האחרות

#### 4.4.5 משתנה סוג פעילות של אור ירוק

על מנת לבחון את צורת ההשפעה של משתנה סוג פעילות אור ירוק (St\_inducation\_or) על רמת המעורבות בתאונות דרכים, נציג בטבלה 25 את התפלגותו. ניתן לראות שמרבית האוכלוסייה בבסיס הנתונים לא השתתפה בפעילויות אור ירוק (כ-76%). הדבר מוסבר בכך שהפעילות המאסיבית של אור ירוק החלה רק בשנת 2005, ואילו הנתונים בקובץ הם משנת 2002.

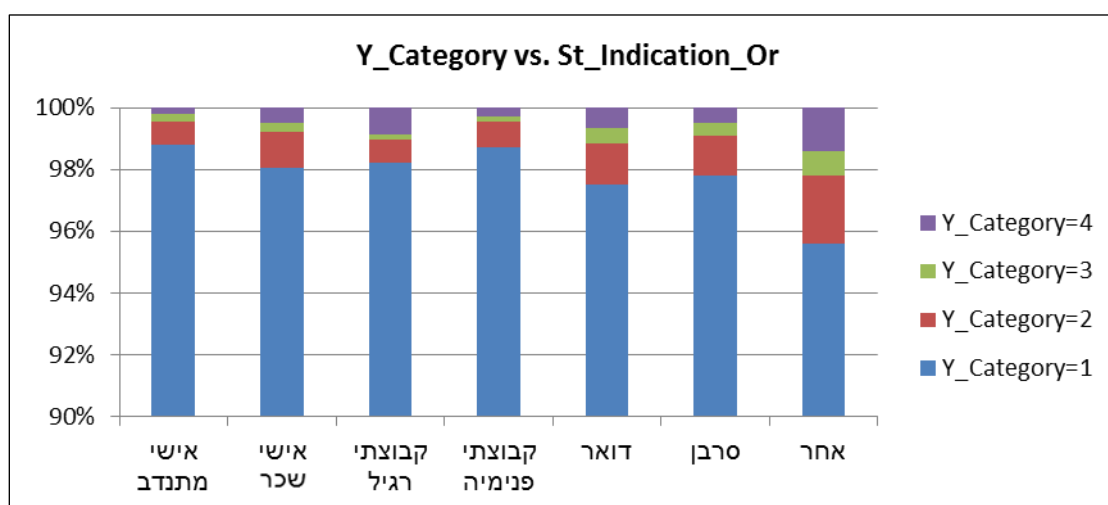
| ערך | משמעות         | מספר תצפיות | אחוז  |
|-----|----------------|-------------|-------|
| 1   | אישי מתנדב     | 24118       | 4.2%  |
| 2   | אישי שכר       | 84408       | 14.8% |
| 3   | קבוצתי רגיל    | 1635        | 0.3%  |
| 4   | קבוצתי פנימייה | 1100        | 0.2%  |
| 5   | דואר           | 10994       | 1.9%  |
| 6   | סרבן           | 13236       | 2.3%  |
| 7   | לא קיבל פניה   | 434941      | 76.3% |

טבלה 25 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק

על מנת לבחון באופן ראשוני מהו אופן הפעילות היעיל ביותר, נציג בטבלה 26 ובאיור 12 את התפלגות משתנה זה בחיתוך עם המשתנה המוסבר (Y\_category). באופן זה נוכל לבחון האם יש סוג פעילות שעבורו קיים ריכוז גבוה/נמוך במיוחד של נהגים המעורבים בתאונות דרכים.

| Y_Category \ ST_Indication_Or | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | Total  |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1                             | 98.8%  | 98.0%  | 98.2%  | 98.7%  | 97.5%  | 97.8%  | 95.6%  | 96.2%  |
| 2                             | 0.7%   | 1.1%   | 0.7%   | 0.8%   | 1.4%   | 1.3%   | 2.2%   | 1.9%   |
| 3                             | 0.2%   | 0.3%   | 0.2%   | 0.2%   | 0.5%   | 0.4%   | 0.8%   | 0.7%   |
| 4                             | 0.2%   | 0.5%   | 0.9%   | 0.3%   | 0.7%   | 0.5%   | 1.4%   | 1.2%   |
| Total                         | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

טבלה 26 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר



איור 12 - התפלגות משתנה סוג פעילות אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר

מטבלה 26 ומאיו 12 ניתן לראות כי נהגים צעירים שלא השתתפו במפגש אור ירוק, (ST\_Indication\_Or=7), משויכים לקטגורית המעורב-מורשע הרבה יותר (1.41%) מאשר נהגים להם הוצע מפגש אור ירוק בכל דרך שהיא (כולל הסרבנים!) (בין 0.2% ל-0.9%) והרבה פחות בקטגורית הלא-מעורב. דבר זה מעיד על נטייה גבוהה מהממוצע של נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק למעורבות בתאונות דרכים לעומת נהגים שהשתתפו. לגבי שיעור המעורב-מורשע הנמוך יחסית בין הסרבנים (דומה לזה של המשתתפים באופן אישי ע"י נציג בשכר), נאמר שכנראה שלפחות אצל חלקם, הסירוב נובע מסיבות, כמו למשל, ביטחון עצמי גבוה במידת זהירותם בנהיגה, שלפחות על פי הממצאים שלנו, הוא די "מוצדק". רק אצל המשתתפים באופן אישי מתנדב וקבוצתי פנימייה אחוזי המעורבות נמוכים יותר. סוג הפעילות אישי מתנדב נראה כיעיל ביותר מבחינת הורדת מספר המעורבים בתאונות וקבוצתי רגיל כקצת פחות יעיל.

בטבלה 27 מוצג היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל סוגי פעילות אור ירוק, ובין מספר נהגים אלה על פי כל סוג פעילות. הטבלה מציגה כי כל הנהגים הצעירים שהוצע להם מפגש אור ירוק היו מעורבים בפחות תאונות שהסתיימו בהרשעה (יחס גדול מ-1) לעומת יתר הנהגים באוכלוסייה (יחס קטן מ-1). סוגי הפעילות האפקטיביים ביותר הם, כפי שראינו קודם לכן, באופן אישי ע"י מתנדב ובאופן קבוצתי בפנימייה. במקרים אלה שיעור המעורבות עם הרשעות בתאונות נמוך פי 6 ו-4, בהתאמה, מהממוצע באוכלוסיית המחקר. עוד רואים מהטבלה כי סרבי אור ירוק אינם מאופיינים במעורבות גבוהה יחסית בתאונות ביחס לשאר האוכלוסייה. יש לציין כי ניתוח זה כולל את כלל האוכלוסייה, גם בתקופה בה לא התקיימה פעילות אור ירוק, ולכן הוא חלקי. ניתוח עמוק ומדויק יותר לגבי השפעת סוגי הפעילות יוצג בהמשך בפרק 9.

| ST_Indication_Or | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>on</b>        | 6.08 | 2.45 | 1.38 | 4.35 | 1.81 | 2.45 | 0.84 |

טבלה 27 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל סוגי פעילות אור ירוק, ובין מספר נהגים אלה על פי כל סוג פעילות

#### 4.4.6 משתנה ותק אור ירוק

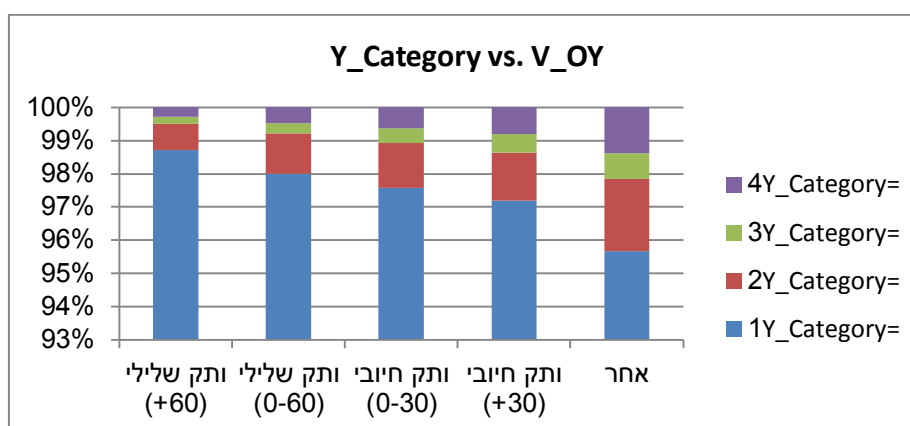
על מנת לבחון את השפעת ותק אור ירוק (V\_OY), דהיינו הזמן ממפגש אור ירוק ועד הוצאת הרישיון, על המעורבות בתאונות דרכים, נציג את התפלגות המשתנה בטבלה 28. המשתנה מכיל חמישה ערכים, לאחר שאיחדנו את 12 הערכים המקוריים בקובץ. יצוין כי ותק שלילי מעיד כי המפגש התקיים לפני הוצאת רישיון הנהיגה, וותק חיובי מעיד כי המפגש התקיים לאחר הוצאת רישיון הנהיגה. ניתן לראות שמרבית האוכלוסייה בקובץ לא השתתפה בפעילויות אור ירוק, עובדה שצוינה כבר בפרק 4.4.5, וכי לרוב, המפגשים התקיימו לפני הוצאת הרישיון, ובעיקר לפחות 60 יום לפני קבלת הרישיון.

| ערך | משמעות                                     | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|--------------------------------------------|-------------|-----------------|
| 1   | ותק שלילי (לפחות 60 לפני קבלת רישיון)      | 56651       | 9.9%            |
| 2   | ותק שלילי (בין 0-60 ימים לפני קבלת רישיון) | 35799       | 6.3%            |
| 3   | ותק חיובי (בין 0-30 ימים אחרי קבלת רישיון) | 17885       | 3.1%            |
| 4   | ותק חיובי (לפחות 30 ימים לאחר קבלת רישיון) | 11920       | 2.1%            |
| 5   | לא קיבל + סירב                             | 448177      | 78.6%           |

טבלה 28 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק

| Y_Category \ V_OY | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | Total   |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1                 | 98.7%   | 98.0%   | 97.6%   | 97.2%   | 95.7%   | 96.2%   |
| 2                 | 0.8%    | 1.2%    | 1.4%    | 1.5%    | 2.2%    | 1.9%    |
| 3                 | 0.2%    | 0.3%    | 0.4%    | 0.6%    | 0.8%    | 0.7%    |
| 4                 | 0.3%    | 0.5%    | 0.6%    | 0.8%    | 1.4%    | 1.2%    |
| Total             | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

טבלה 29 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק בחיתוך המשתנה המוסבר



איור 13 - התפלגות משתנה ותק אור ירוק בחיתוך המשתנה המוסבר

טבלה 29 ואיור 13 מציגים את התפלגות משתנה הותק בחיתוך עם המשתנה המוסבר ומראים כי עבור תצפיות בהן  $V\_OY=5$  (נהגים צעירים שלא השתתפו במפגשי אור ירוק, היות והוא לא הוצע להם או כי סרבולו), קיים ריכוז גבוה (כ-1.4%) של נהגים מעורבים-מורשעים וריכוז נמוך יחסית (כ-95%) של נהגים לא מעורבים. זאת יחסית לכל קטגוריות ותק אור ירוק, דבר המעיד על נטייה גבוהה מהממוצע של נהגים אלה למעורבות בתאונות דרכים. הניתוח הקודם (פרק 4.4.5) הראה שהמקור לכך הוא נהגים שלא הוצע להם מפגש ולא אלה שסירבולו. עבור הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק, ניתן לומר שמידת המעורבות שלהם בתאונות דרכים נמוכה מהממוצע באוכלוסיית המחקר והיא יורדת ככל שהמפגש התקיים מוקדם יותר.

טבלה 30 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל הותקים, ובין מספר נהגים אלה על פי כל ותק. הטבלה מראה שככל שמפגשי אור ירוק מתקיימים מוקדם יותר, כך שיעור המעורבות-הרשעה בתאונות דרכים יורד. למשל, נהגים שהשתתפו במפגש חודשיים או יותר לפני קבלת הרישיון ( $V\_OY=1$ ) היו מעורבים בכפי ארבע פחות תאונות מאשר הממוצע באוכלוסיית המחקר. כמו כן, גם אם המפגש התקיים מאוחר (לאחר יותר מחודש ממועד קבלת הרישיון,

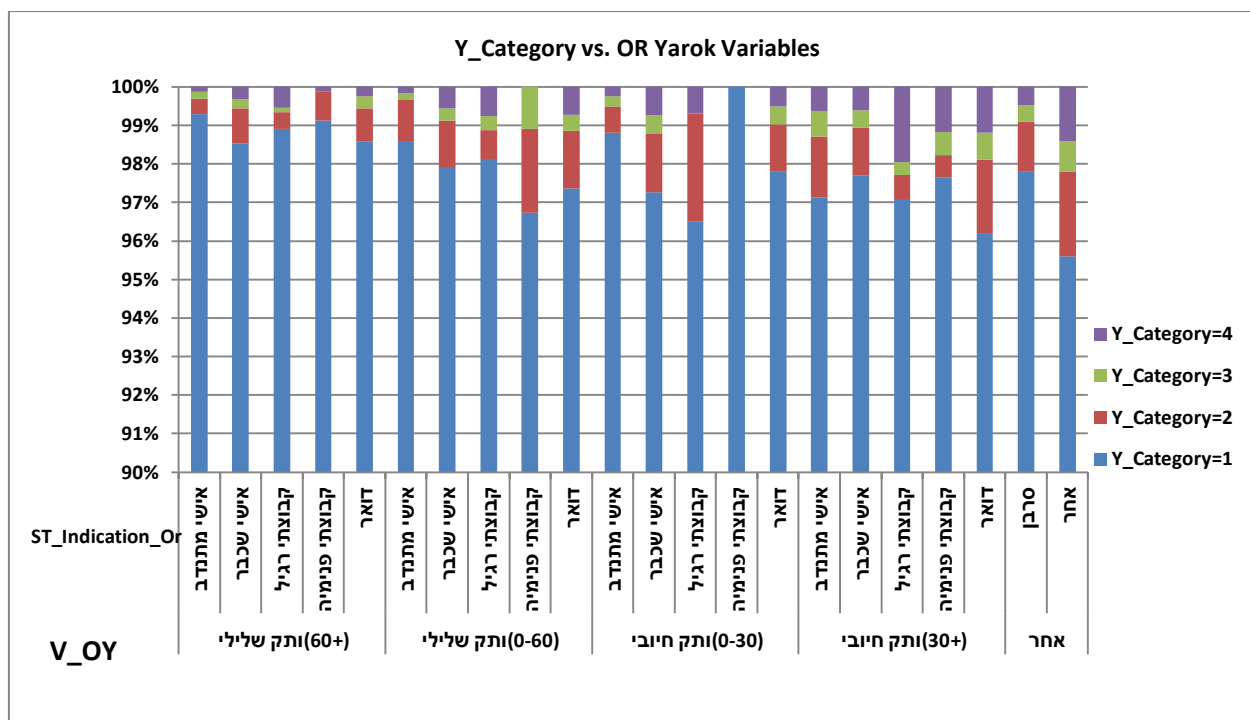
( $V_{OY}=4$ ), עדיין שיעור המעורבות של נהגים צעירים בתאונות שהסתיימו בהרשעה נמוך מהממוצע באוכלוסיית המחקר בכפי 1.5. יש להזכיר שוב, כי ניתוח זה כולל את כלל האוכלוסייה, גם בתקופה בה לא הייתה פעילות אור ירוק ולכן מציג מגמות בלבד. ניתוח מקיף ומדויק יותר הנוגע להשפעת ותק אור ירוק יוצג בהמשך בפרק 9.

| $V_{OY}$ | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|----------|------|------|------|------|------|
| יח       | 4.17 | 2.45 | 1.86 | 1.47 | 0.85 |

טבלה 30 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל הותקים, ובין מספר נהגים אלה על פי כל ותק

#### 4.4.7 משתנה ותק אור ירוק בחיתוך עם סוג פעילות אור ירוק

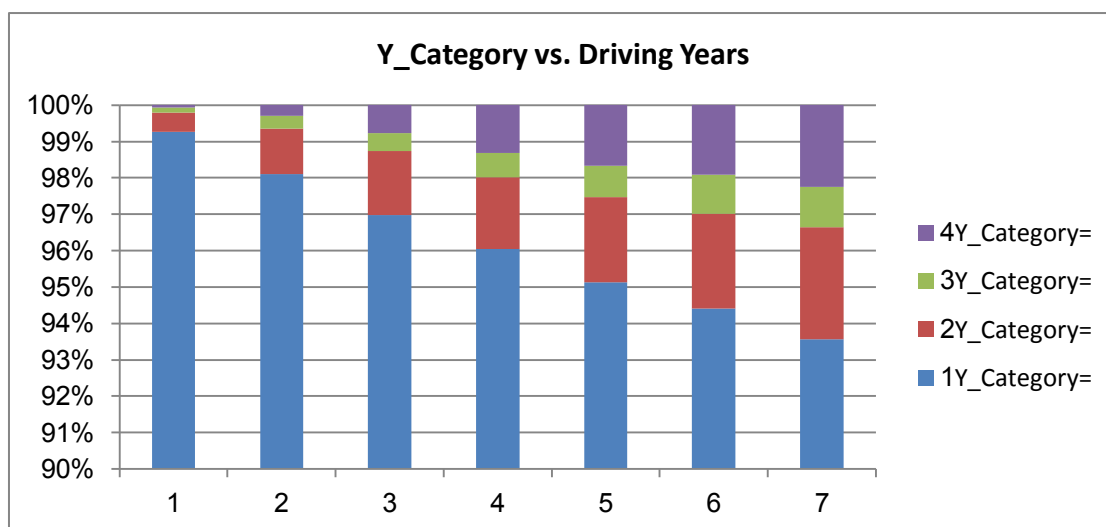
באיור 14 מוצגת התפלגות שני משתני אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר, וזאת כדי לבחון האם יש שילוב של ערכים (סוג פעילות וותק אור ירוק) שעבורו יש ריכוז גבוה/נמוך במיוחד של נהגים צעירים שהיו מעורבים והורשעו בתאונות דרכים. ניתן לראות בבירור, כי עבור נהגים להם  $V_{OY}=5$  (אחר) ו- $St\_indiction\_or=7$  (אחר), כלומר נהגים צעירים שלא השתתפו במפגש אור ירוק מאחר שהוא לא הוצע להם, קיים ריכוז גבוה של תצפיות מעורב-מורשע וריכוז נמוך של תצפיות לא מעורב. עובדה זו מעידה על נטייה גבוהה מהממוצע של נהגים אלה למעורבות בתאונות דרכים יחסית לכל צירוף של סוג פעילות עם ותק כלשהו. ניתן לקבוע מהאיור כי באופן כללי, מפגש אור ירוק משפיע לטובה על מידת המעורבות של נהגים בתאונות בהן הם מורשעים, ללא קשר לסוג הפעילות ולותק. שוב בולט שהקדמת המפגש תורמת לירידת שיעור המעורבות בתאונות. מאיור זה לא ניתן להצביע באופן ברור על אינטראקציה מסוימת המספקת מידע מעבר לניתוח שבוצע עבור כל משתנה בנפרד. ניתן לראות שבמפגש קבוצתי רגיל בותק חיובי של עד שלושים יום, באופן חלוקה דואר בותק חיובי מעל שלושים יום ובמפגש קבוצתי פנימייה עבור ותק שלילי של עד 60 יום, ישנו ריכוז גבוה יחסית של מעורבים (לאו דווקא מורשעים). ייתכן אבל שתוצאות אלה נובעות ממספר קטן יחסית של תצפיות בצירופים אלה – כולם או חלקם – דבר שייבדק בהמשך בפרק 9.



איור 14 - התפלגות המשתנים ותק ואופן קבלת אור ירוק בחיתוך עם המשתנה המוסבר

#### 4.4.8 משתנה ותק נהיגה

נבחן את צורת ההשפעה של ותק הנהיגה (Driving Years) על רמת המעורבות בתאונות דרכים. המשתנה מציין את משך הזמן (בשנים) שהנהג הצעיר מחזיק ברישיון, והוא מכיל שבעה ערכים לציון עד 7 שנות ותק (כזכור, הקובץ הוא לשנים 2002-8). באיור 15 ניתן לראות באופן בולט, כי ככל שותק הנהיגה ארוך יותר, כך עולה ריכוז התצפיות של מעורב-מורשע ויורד ריכוז התצפיות של לא מעורב. עובדה זו מתיישבת כמובן עם ההיגיון, שכן, ככל שנהג מחזיק ברישיון זמן רב יותר, אזי ההסתברות שלו להיות מעורב בתאונה גדלה, וזאת מאחר והוא צבר יותר שעות נהיגה על הכביש. התייחסות למשמעויות והשלכות נוספות של משתנה זה על מודלי החיזוי תוצג בפרק 4.6 וכן בתאור הגישות השנייה והשלישית.



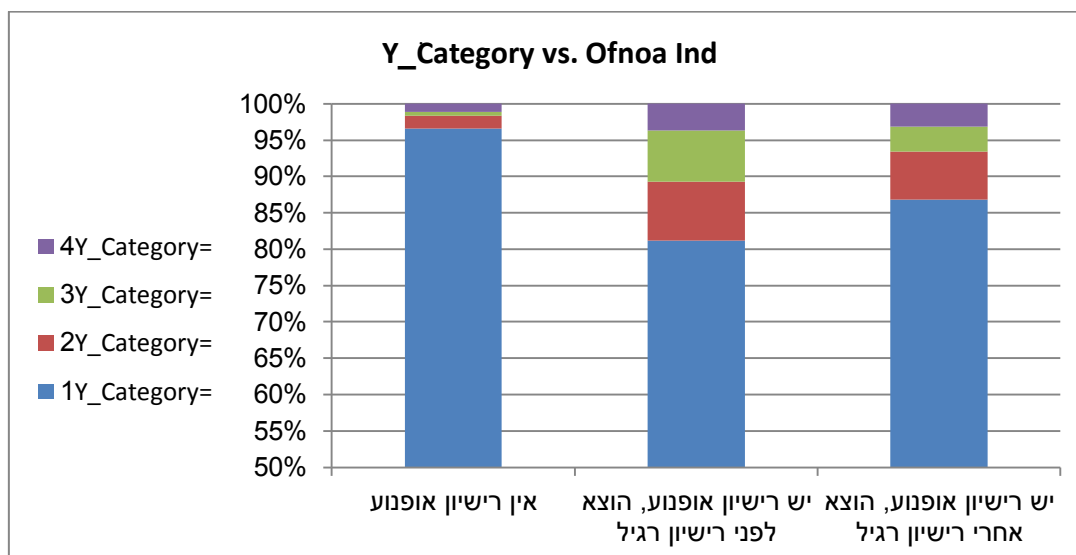
איור 15 - התפלגות משתנה ותק הנהיגה בחיתוך עם המשתנה המוסבר

#### 4.4.9 משתנה רישיון אופנוע

על מנת לבחון את צורת ההשפעה של החזקה ברישיון לאופנוע (Ofnoa Ind) על רמת המעורבות בתאונות דרכים, מוצגת בטבלה 31 התפלגות המשתנה. ניתן לראות שמרבית הנהגים בקובץ הם ללא רישיון לאופנוע, אחוז קטן מהם הוציא רישיון לאופנוע לאחר הוצאת רישיון נהיגה פרטי 02 (או באותה השנה) ואילו אחוז מזערי של הנהגים הוציא רישיון לאופנוע לפחות שנה לפני הוצאת רישיון הנהיגה 02. איור 16 מציג את חיתוך משתנה זה עם המשתנה המוסבר, וניתן לראות בו כי עבור נהגים שמחזיקים ברישיון אופנוע, במיוחד אלה שהוציאו רישיון זה לפני רישיון נהיגה 02, קיים ריכוז גבוה של תצפיות מעורב-מורשע וריכוז נמוך של תצפיות לא מעורב, מה שמעיד על נטייה גבוהה מהממוצע של נהגים אלה למעורבות בתאונות דרכים. הסבר אפשרי לכך הוא שהנהגים שהוציאו רישיון אופנוע קודם לרישיון הפרטי מרגישים ביטחון עצמי רב בנהיגה ברכב פרטי וזה פוגע ביכולתם להימנע מתאונות. הסבר אחר יכול לנבוע מקיום משתנים – דמוגרפיים, למשל – המייחדים את אוכלוסיית מוציא רישיון האופנוע מהלא מוציאים, ואלה יכולים להסביר טוב יותר את המעורבות הגבוהה בתאונות של אוכלוסיית המוצאים.

| ערך | משמעות                                                       | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| 1   | לא מחזיק ברישיון אופנוע                                      | 549595      | 96.4%           |
| 2   | מחזיק ברישיון אופנוע שהוצא לפני רישיון נהיגה 02              | 711         | 0.1%            |
| 3   | מחזיק ברישיון אופנוע שהוצא אחרי רישיון נהיגה 02 או באותה שנה | 20126       | 3.5%            |

טבלה 31 - התפלגות משתנה החזקת רישיון אופנוע



איור 16 - התפלגות משתנה החזקת רישיון אופנוע בחיתוך עם המשתנה המוסבר

#### 4.4.10 משתני עבירות

משתנה  $Y\_NumOfNonCanceledKod1Offences$  מציין את מספר העבירות מסוג (ד"ח) ברירת משפט ומשתנה  $Y\_NumOfNonCanceledKod2Offences$  מציין את מספר העבירות מסוג (ד"ח) הזמנה לדין שביצע הנהג הצעיר. המשתנה הראשון כולל שמונה ערכים והשני חמישה. יש לציין שעבירות אלה אינן עבירות שקושרו לתאונה, וזאת משום שאנו מעוניינים לבחון את יכולת ההסבר והחיזוי של מעורבות בתאונות דרכים באמצעות עבירות, כך שלא ניתן להשתמש לשם כך בעבירות שקושרו לתאונות. כמו כן, עבירות אלה הינן עבירות שלא בוטלו מאוחר יותר. טבלה 32 וטבלה 33 מציגות את התפלגות שני המשתנים הללו, בהתאמה.

| ערך | משמעות (מספר עבירות) | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|----------------------|-------------|-----------------|
| 1   | 0                    | 398859      | 69.9%           |
| 2   | 1                    | 95555       | 16.8%           |
| 3   | 2                    | 28976       | 5.1%            |
| 4   | 3                    | 15335       | 2.7%            |
| 5   | 4-5                  | 15124       | 2.7%            |
| 6   | 6-7                  | 6938        | 1.2%            |
| 7   | 8-10                 | 4874        | 0.9%            |
| 8   | 11+                  | 4771        | 0.8%            |

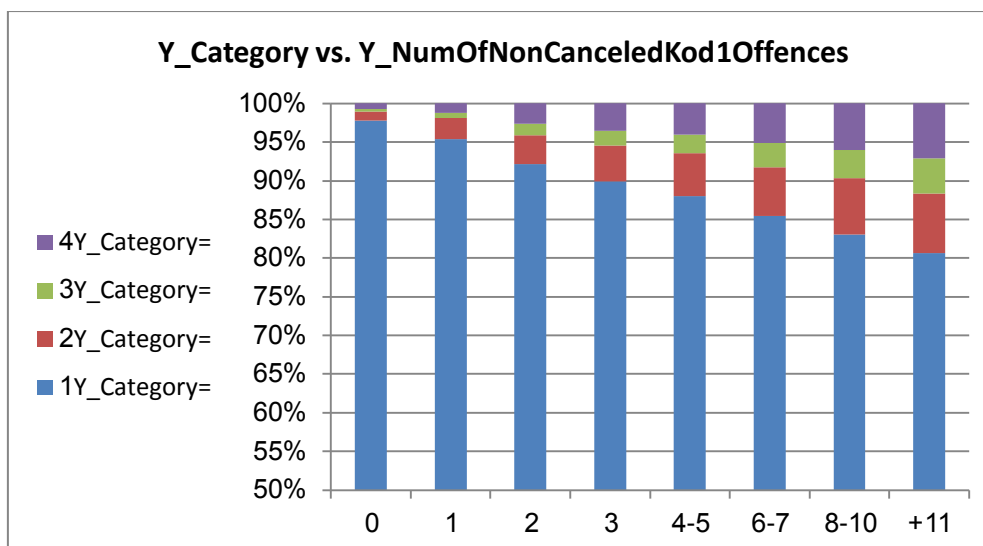
טבלה 32 - התפלגות משתנה  $Y\_NumOfNonCanceledKod1Offences$

| ערך | משמעות (מספר עבירות) | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|----------------------|-------------|-----------------|
| 1   | 0                    | 529044      | 92.7%           |
| 2   | 1                    | 33154       | 5.8%            |
| 3   | 2                    | 5504        | 1.0%            |
| 4   | 3                    | 1561        | 0.3%            |
| 5   | 4+                   | 1169        | 0.2%            |

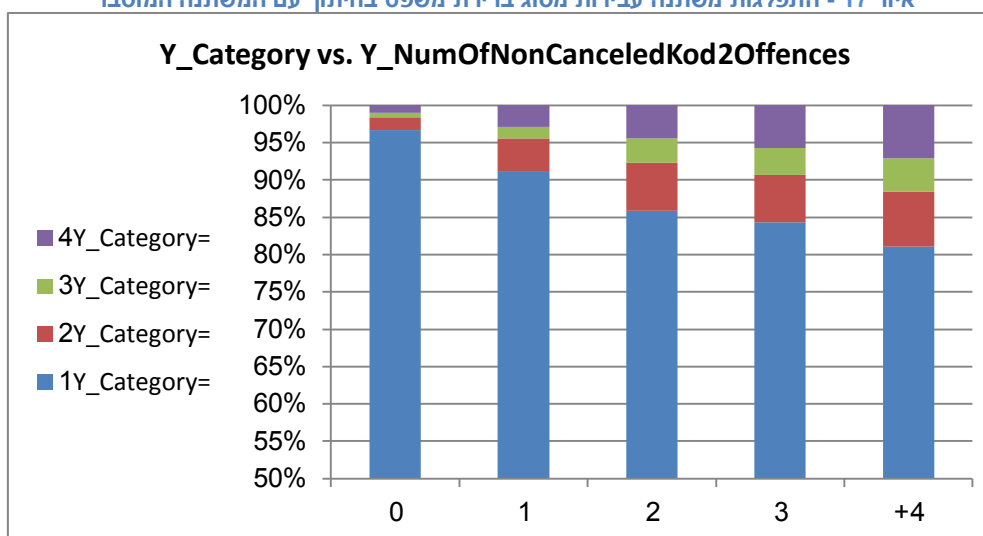
טבלה 33 - התפלגות משתנה  $Y\_NumOfNonCanceledKod2Offences$

ניתן לראות בטבלאות, שעבירות מסוג ברירת משפט שכיחות קצת יותר מעבירות מסוג הזמנה לדין. בנוסף, מרבית אוכלוסיית הנהגים הצעירים לא ביצעה ולו עבירה אחת מסוג ברירת משפט (69.92%) או מסוג הזמנה לדין (92.74%). איור 17 ואיור 18 מציגים בהתאמה את התפלגות שני המשתנים בחיתוך עם המשתנה המוסבר. ניתן לראות, כי ככל שנהגים צעירים מבצעים יותר עבירות מסוג ברירת משפט או הזמנה לדין, כך שיעור מעורבותם בתאונות שהסתיימו בהרשעה, או לא, הולך וגדל ושיעור אי-מעורבותם בתאונות הולך וקטן. מעניין יהיה לבדוק איזו סוג עבירה משפיע באופן משמעותי יותר על המעורבות בתאונות דרכים.





איור 17 - התפלגות משתנה עבירות מסוג ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר



איור 18 - התפלגות משתנה עבירות מסוג הזמנה לדין בחיתוך עם המשתנה המוסבר

בטבלה 34 מוצג היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל ערכי המשתנה עבירות מסוג ברירת משפט Y\_NumOfNonCanceledKod1Offences, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה. הטבלה מראה כי שיעור המעורבים בתאונות שהסתיימו בהרשעה בקרב נהגים צעירים שמעולם (בתקופת הקובץ) לא ביצעו עבירה מסוג ברירת משפט (הערך 1 שמשמעותו 0 עבירות) נמוך פי 1.74 מהממוצע באוכלוסיית המחקר וכי שיעור המעורבים בתאונות אלה בקרב נהגים צעירים שביצעו שתי עבירות בלבד מסוג ברירת משפט (הערך 3 שמשמעותו 2 עבירות) גבוה ביותר מפי 2 מהממוצע באוכלוסייה. שיעור המעורבות בתאונות שהסתיימו בהרשעה אצל המבצעים 8 עד 10 עבירות מסוג ברירת משפט (ערך 7) כבר גבוה פי 5 מהממוצע.

| ערך | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| יחס | 1.74 | 0.98 | 0.46 | 0.34 | 0.29 | 0.23 | 0.20 | 0.17 |

טבלה 34 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על ערכי המשתנה עבירות מסוג ברירת משפט, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה

טבלה 35 מציגה את אותו היחס המוצג בטבלה 34 רק עבור עבירות מסוג הזמנה לדין Y\_NumOfNonCanceledKod2Offences. הטבלה מראה כי שיעור המעורבים בתאונות שהסתיימו בהרשעה בקרב נהגים צעירים שמעולם (בתקופת הקובץ) לא ביצעו עבירה מסוג הזמנה לדין (הערך 1 שמשמעותו 0 עבירות) נמוך פי 1.16 מהממוצע באוכלוסיית המחקר וכי שיעור המעורבים בתאונות אלה בקרב נהגים צעירים שביצעו עבירה אחת או יותר מסוג ברירת משפט הולך וגדל בצורה מהירה. כך למשל, שיעור המעורבות בתאונות שהסתיימו בהרשעה אצל המבצעים 4 או יותר עבירות מסוג הזמנה לדין (ערך 5) גבוה פי 6 מהממוצע באוכלוסייה.

| ערך | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|-----|------|------|------|------|------|
| יחס | 1.16 | 0.41 | 0.27 | 0.21 | 0.17 |

טבלה 35 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על ערכי המשתנה עבירות מסוג הזמנה לדין, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה

מהשוואה בין שתי הטבלאות האחרונות, ניתן לומר, שאם משווים את הקשר בין מספרי עבירות ושיעור מעורבות בתאונות עם הרשעה, הרי שכדי לקבל את אותו יחס בין ממוצע מספר נהגים לבין מספר נהגים שביצעו מספר מסוים של עבירות מספיקות פחות עבירות מסוג הזמנה לדין מאשר עבירות מסוג ברירת משפט. למשל, יחס של 0.41 (0.46) מושג ע"י עבירה בודדת מסוג הזמנה לדין אך 2 עבירות מסוג ברירת משפט, יחס של 0.21 (0.20) מושג ע"י 3 עבירות מסוג הזמנה לדין אך 8 עד 10 עבירות מסוג ברירת משפט ויחס של 0.17 מושג ע"י 4 או יותר עבירות מסוג הזמנה לדין אך 11 או יותר עבירות מסוג ברירת משפט. במילים אחרות, נדרשות פחות עבירות מסוג הזמנה לדין מאשר עבירות מסוג ברירת משפט כדי להסביר מעורבות בתאונות עם הרשעה.

#### 4.4.11 משתנה מחוז-נפה

על מנת לבחון את צורת ההשפעה של מקום המגורים, דרך המשתנה מחוז-נפה (MahozNapa), על רמת המעורבות בתאונות דרכים, נציג תחילה בטבלה 36 את התפלגות המשתנה. ניתן לראות שמרבית הנהגים הצעירים שייכים למחוז מרכז בהתאם לריכוז האוכלוסין במדינת ישראל.

| ערך | משמעות             | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|--------------------|-------------|-----------------|
| 1   | מחוז ירושלים       | 54903       | 9.6%            |
| 2   | מחוז הצפון         | 109739      | 19.2%           |
| 3   | מחוז חיפה          | 68802       | 12.1%           |
| 4   | מחוז מרכז          | 150224      | 26.3%           |
| 5   | מחוז תל אביב       | 83570       | 14.7%           |
| 6   | מחוז הדרום         | 78903       | 13.8%           |
| 7   | מחוז יהודה ושומרון | 24291       | 4.3%            |

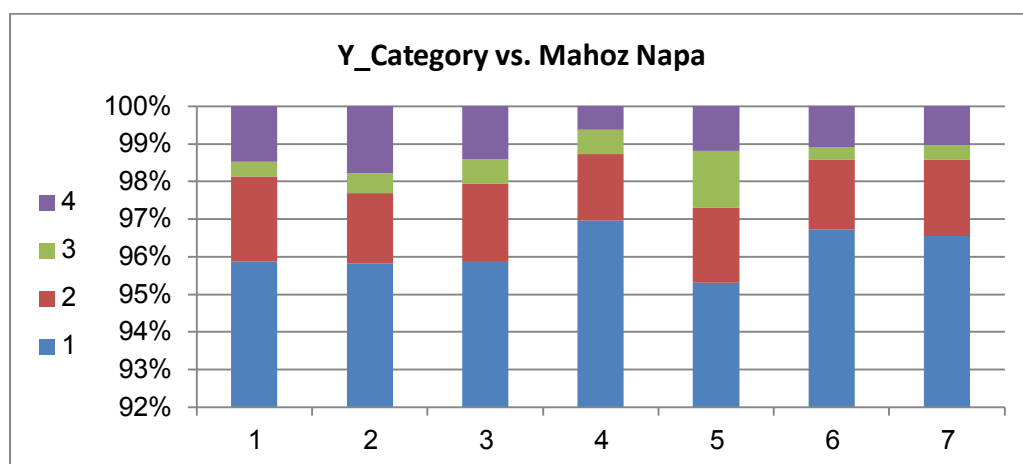
טבלה 36 - התפלגות משתנה מחוז-נפה

טבלה 37 ואיור 19 מציגים את התפלגות המשתנה בחיתוך עם המשתנה המוסבר, ומהם ניתן לראות כי אחוז המעורבות בתאונות עם הרשעה אצל נהגים צעירים המתגוררים בייחוד במחוז 4 (מרכז), אך גם במחוזות 6 (דרום) ו-7 (יהודה ושומרון, למרות שמיעוט הדוגמאות שם יכול להטעות) נמוך יחסית, ואילו אחוז המעורבות אצל נהגים המתגוררים במחוזות 1 (ירושלים) ו-3 (חיפה) ובייחוד במחוז 2

(צפון) גבוה יחסית. במחוז 5 (ת"א) אחוז המעורבים-מורשעים לא הגבוה ביותר מכל המחוזות, אך אחוז המעורבים-מואשמים הוא הגבוה ביותר.

| Y_Category \ MahozNapa | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | Total  |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1                      | 95.9%  | 95.8%  | 95.9%  | 97.0%  | 95.3%  | 96.7%  | 96.6%  | 96.2%  |
| 2                      | 2.3%   | 1.9%   | 2.1%   | 1.8%   | 2.0%   | 1.9%   | 2.0%   | 1.9%   |
| 3                      | 0.4%   | 0.5%   | 0.6%   | 0.7%   | 1.5%   | 0.3%   | 0.4%   | 0.7%   |
| 4                      | 1.5%   | 1.8%   | 1.4%   | 0.6%   | 1.2%   | 1.1%   | 1.0%   | 1.2%   |
| Total                  | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

טבלה 37 - התפלגות משתנה מחוז נפה בחיתוך עם המשתנה המוסבר



איור 19 - התפלגות משתנה מחוז נפה בחיתוך עם המשתנה המוסבר

בטבלה 38 מוצג היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים בתאונות, בממוצע על כל ערכי המשתנה מחוז-נפה, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה. ניתן לראות כי נהגים הגרים במחוז מרכז (4) מעורבים כמעט פי 2 פחות בתאונות עם הרשעה מיתר האוכלוסייה ונהגים הגרים במחוז צפון (2) מעורבים פי 1.5 (1/0.66=1.5) יותר בתאונות עם הרשעה מיתר האוכלוסייה. את ההסבר להבדלים ניתן אולי לייחס להבדלים בתשתיות הכבישים ו/או באוכלוסיות שני המחוזות, כמו גם לגורמים אחרים.

| MahozNapa | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| יחס       | 0.80 | 0.66 | 0.84 | 1.93 | 1.00 | 1.10 | 0.87 |

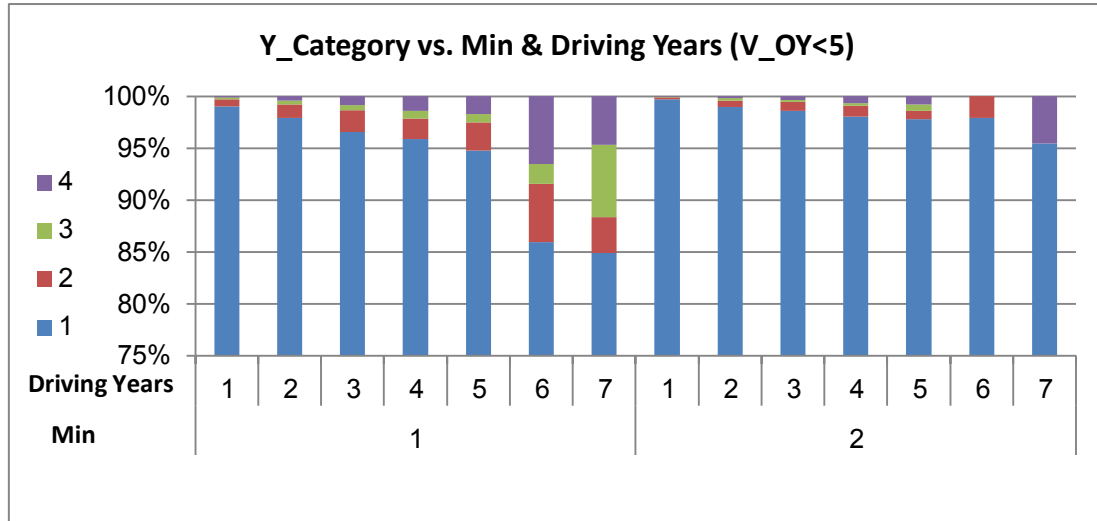
טבלה 38 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים, בממוצע על כל ערכי המשתנה מחוז-נפה, ובין מספר נהגים אלה עבור כל ערך של המשתנה

#### 4.4.12 התמקדות באוכלוסיית מחקר ספציפית

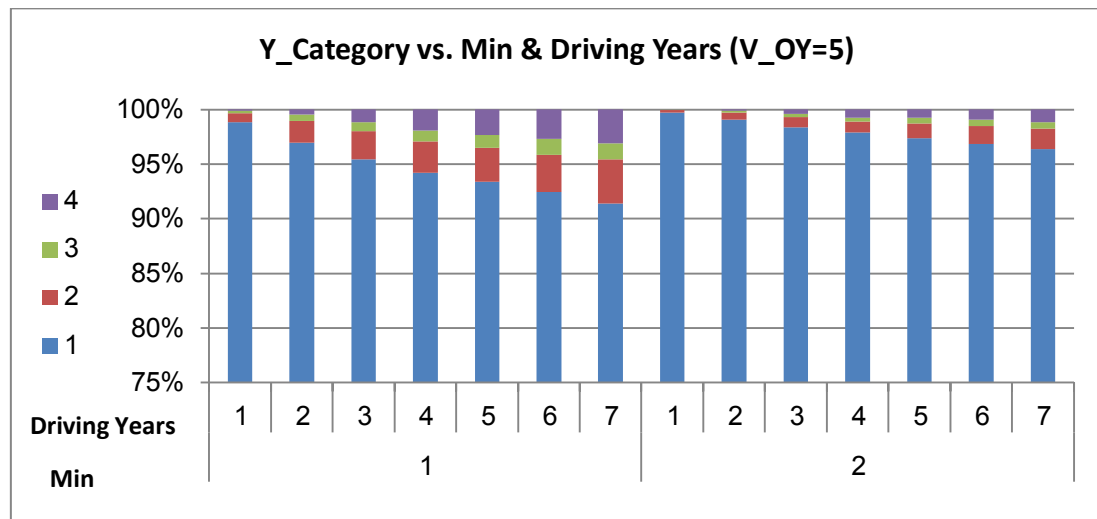
בחלק זה של הפרק, בחרנו להתמקד בתת-אוכלוסיית מחקר מסוימות ולבדוק מה המשתנים המשפיעים על מידת המעורבות של כל תת-אוכלוסייה זו בתאונות. עבור כל תת-אוכלוסיית מחקר, התמקדנו כאן בשני משתנים שעלו כגורמים המשפיעים ביותר בפרק 4.3.5, ובדקנו את החיתוך ביניהם לבין המשתנה המוסבר.

### א. משתנים להסבר מעורבות נהגים שהשתתפו (או לא) במפגש אור ירוק

שניים מהמשתנים שעלו כמשפיעים בקרב האוכלוסייה שהשתתפה או לא השתתפה במפגש אור ירוק הם מגדר (Min=1 מצוין גבר) וותק נהיגה (Driving Years) (פרק 4.3.5). מידול של הנהגים הצעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק ושל אלה שלא ע"י חיתוך של שני המשתנים עם המשתנה המוסבר מוצג באיור 20 ואיור 21, בהתאמה.



איור 20 - התפלגות ותק נהיגה ומגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר לנהגים צעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק



איור 21 - התפלגות ותק נהיגה ומגדר (Min) בחיתוך עם המשתנה המוסבר לנהגים צעירים שלא השתתפו במפגש אור ירוק

| Min           | 1     |       |       |       |      |     |    | 2     |       |       |      |      |    |    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|------|-----|----|-------|-------|-------|------|------|----|----|
| Driving Years | 1     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6   | 7  | 1     | 2     | 3     | 4    | 5    | 6  | 7  |
| 1             | 20450 | 17805 | 14035 | 10288 | 1443 | 92  | 73 | 17563 | 15380 | 12887 | 8919 | 1036 | 47 | 21 |
| 2             | 148   | 237   | 303   | 215   | 41   | 6   | 3  | 37    | 101   | 106   | 91   | 8    | 1  |    |
| 3             | 36    | 66    | 68    | 75    | 12   | 2   | 6  | 11    | 35    | 31    | 26   | 7    |    |    |
| 4             | 18    | 70    | 124   | 153   | 26   | 7   | 4  | 6     | 27    | 42    | 58   |      |    | 1  |
| Total         | 20652 | 18178 | 14530 | 10731 | 1522 | 107 | 86 | 17617 | 15543 | 13066 | 9094 | 1051 | 48 | 22 |

טבלה 39 - מספר הנהגים בכל אחת מהמחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר אצל הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק

| Min           | 1     |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Driving Years | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| 1             | 26441 | 24909 | 27413 | 32586 | 42493 | 43344 | 41956 | 20751 | 19374 | 20204 | 25460 | 33809 | 36154 | 33895 |
| 2             | 216   | 514   | 748   | 1000  | 1408  | 1589  | 1837  | 53    | 133   | 189   | 269   | 469   | 605   | 665   |
| 3             | 63    | 145   | 230   | 348   | 535   | 668   | 689   | 8     | 33    | 59    | 90    | 172   | 228   | 207   |
| 4             | 33    | 119   | 337   | 657   | 1070  | 1272  | 1414  | 3     | 18    | 84    | 194   | 271   | 340   | 406   |
| Total         | 26753 | 25687 | 28728 | 34591 | 45506 | 46873 | 45896 | 20815 | 19558 | 20536 | 26013 | 34721 | 37327 | 35173 |

טבלה 40 - מספר הנהגים בכל אחת מהמחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר אצל הנהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק

| Min           | 1    |      |      |      |      |      |      | 2    |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Driving Years | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
| 1- השתתפו     | 99.0 | 98.0 | 96.6 | 95.9 | 94.8 | 86.0 | 84.9 | 99.7 | 99.0 | 98.6 | 98.1 | 97.8 | 97.9 | 95.5 |
| 1- לא השתתפו  | 98.8 | 97.0 | 95.4 | 94.2 | 93.4 | 92.5 | 91.4 | 99.7 | 99.1 | 98.4 | 97.9 | 97.4 | 96.9 | 96.4 |
| 2- השתתפו     | 0.7  | 1.3  | 2.1  | 2.0  | 2.7  | 5.6  | 3.5  | 0.2  | 0.7  | 0.8  | 1.0  | 0.8  | 2.1  | 0.0  |
| 2- לא השתתפו  | 0.8  | 2.0  | 2.6  | 2.9  | 3.1  | 3.4  | 4.0  | 0.3  | 0.7  | 0.9  | 1.0  | 1.4  | 1.6  | 1.9  |
| 3- השתתפו     | 0.2  | 0.4  | 0.5  | 0.7  | 0.8  | 1.9  | 7.0  | 0.1  | 0.2  | 0.2  | 0.3  | 0.7  | 0.0  | 0.0  |
| 3- לא השתתפו  | 0.2  | 0.6  | 0.8  | 1.0  | 1.2  | 1.4  | 1.5  | 0.0  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.6  |
| 4- השתתפו     | 0.1  | 0.4  | 0.9  | 1.4  | 1.7  | 6.5  | 4.7  | 0.0  | 0.2  | 0.3  | 0.6  | 0.8  | 0.0  | 4.6  |
| 4- לא השתתפו  | 0.1  | 0.5  | 1.2  | 1.9  | 2.4  | 2.7  | 3.1  | 0.0  | 0.1  | 0.4  | 0.8  | 0.8  | 0.9  | 1.15 |

טבלה 41 - אחוז הנהגים המשויכים לכל אחת מארבע המחלקות בחיתוך עם ותק נהיגה ומגדר עבור אלה שהשתתפו ואלה שלא השתתפו במפגש אור ירוק. בצורה מסומן האחוז הגבוה יותר מבין המשתתפים והלא משתתפים עבור כל צירוף מחלקה-מגדר-ותק נהיגה. אם אחד משני תאים מושוים המציגים אותו ערך נצבע והשני לא, הדבר נובע מכך שהערך הראשון גדול מהשני.

קשה ומטעה להשוות את איור 20 ואיור 21 ללא שנציג את התפלגות הנהגים ב-4 המחלקות על פי ותק הנהיגה והמגדר. טבלה 39 וטבלה 40 עוזרות לנו בכך. אולם, חשוב קודם כל להזכיר שפעילות אור ירוק החלה רק מסוף 2004, ובשנה זו בהיקפים נמוכים, ולכן לותק נהיגה של 6 ו-7 (ובמקצת 5) שנים לא יהיו כמעט משתתפים (טבלה 40 לעומת טבלה 39). כמו כן נזכיר, שלוקח למערכת המשפט כשנתיים עד להרשעת נהג, כך שמספר המורשעים עם ותק 1 עד 2 (ואולי גם קצת 3) שנים יהיה

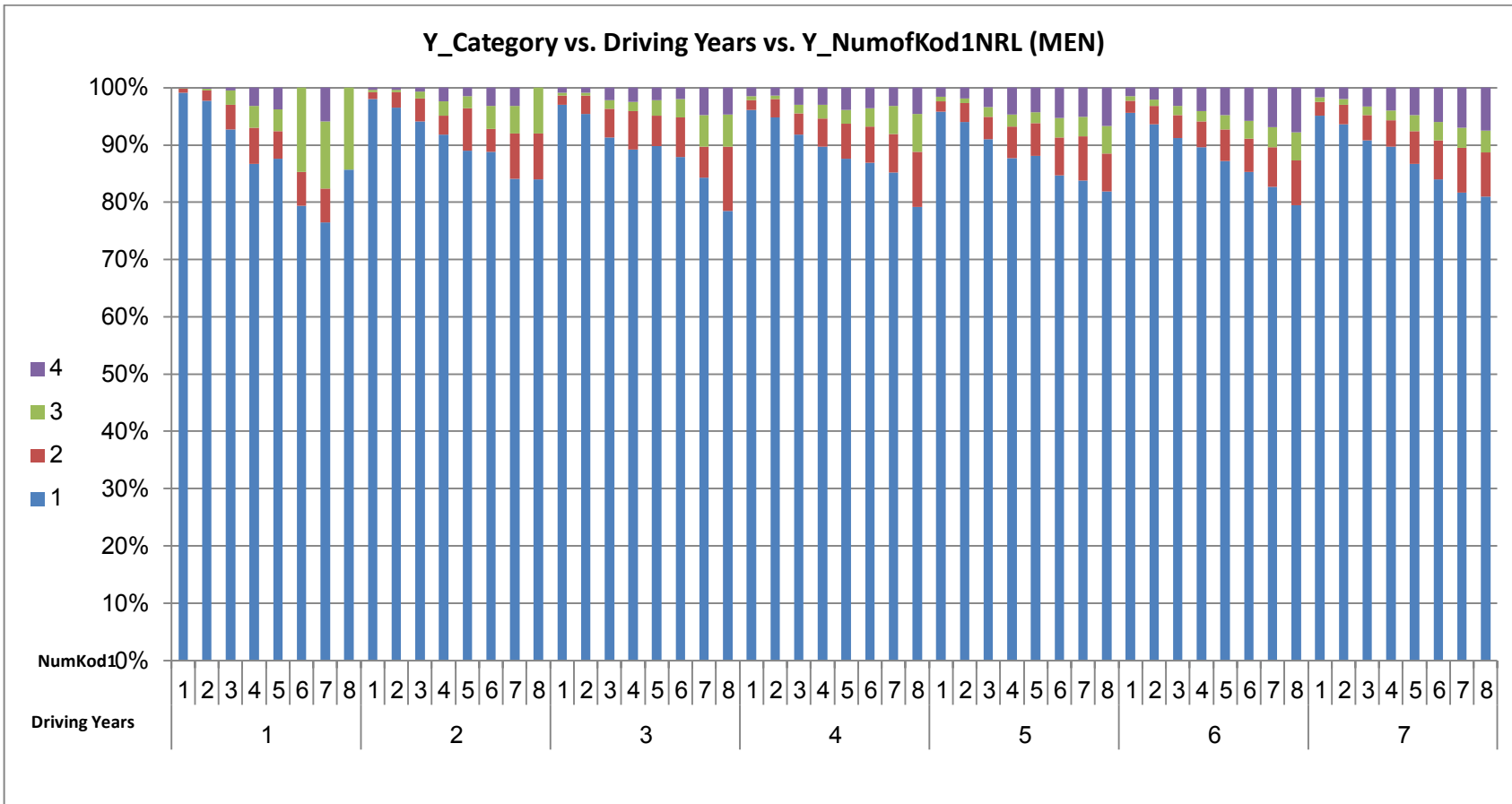
נמוך (טבלה 40 לעומת טבלה 39). לפיכך, בהשוואת המשתתפים ללא משתתפים נתמקד בעיקר בותק 1-5 שנים, אך כשנשווה את 4 קטגוריות המעורבות בתאונות דרכים (ובייחוד כשנתרכז בקטגוריה 4) נתמקד בעיקר בותק 3-5 שנים (למרות ששיעור הנהגים במחלקות 2-4 בעלי ותק 1-2 נמוך גם אצל המשתתפים וגם אצל אלה שלא השתתפו).

טבלה 41 מסכמת את כל המידע מהטבלאות הקודמות ומראה שבקרב הגברים וותק נהיגה של 1-5 שנים, אחוז הלא-מעורבים (1) בין המשתתפים גבוה מזה של הלא משתתפים ואילו אחוזי המעורבים – על שלושת סוגיהם (2-4) – בין המשתתפים נמוכים מאלה של הלא משתתפים. משמע, הנהגים שהשתתפו במפגשי אור ירוק משתייכים יותר לקטגוריה הלא מעורבים ופחות לקטגוריות המעורבים ובאופן הפוך הלא משתתפים. בנוסף, ניתן לראות שעם הגידול בותק, הפערים בין האוכלוסיות גדלים לטובת המשתתפים. לדוגמא, עבור גברים במחלקה 1 עם ותק של שנה, ההפרש בין אחוז הנהגים שהשתתפו לבין אלה שלא השתתפו במפגש אור ירוק הוא חמישית האחוז, ואילו עבור ותק של 5 שנים הפרש זה גדל לאחוז וחצי (משמע יחס של פי 7.5). עבור מחלקה 4, ההבדלים עוד יותר מרשימים והפרש של 0.03% לותק של שנה אחת (לא נראה בטבלה היות ושם עוגלו הערכים ל-0) גדל להפרש של 0.64% ל-5 שנים (לא נראה בטבלה במדויק היות ושם עוגלו הערכים) שזה פי יותר מ-21. מסקנה אפשרית מכך היא שהשפעת אור ירוק "מצטברת" ו"נמשכת" גם מעבר לתקופת חלוקתה.

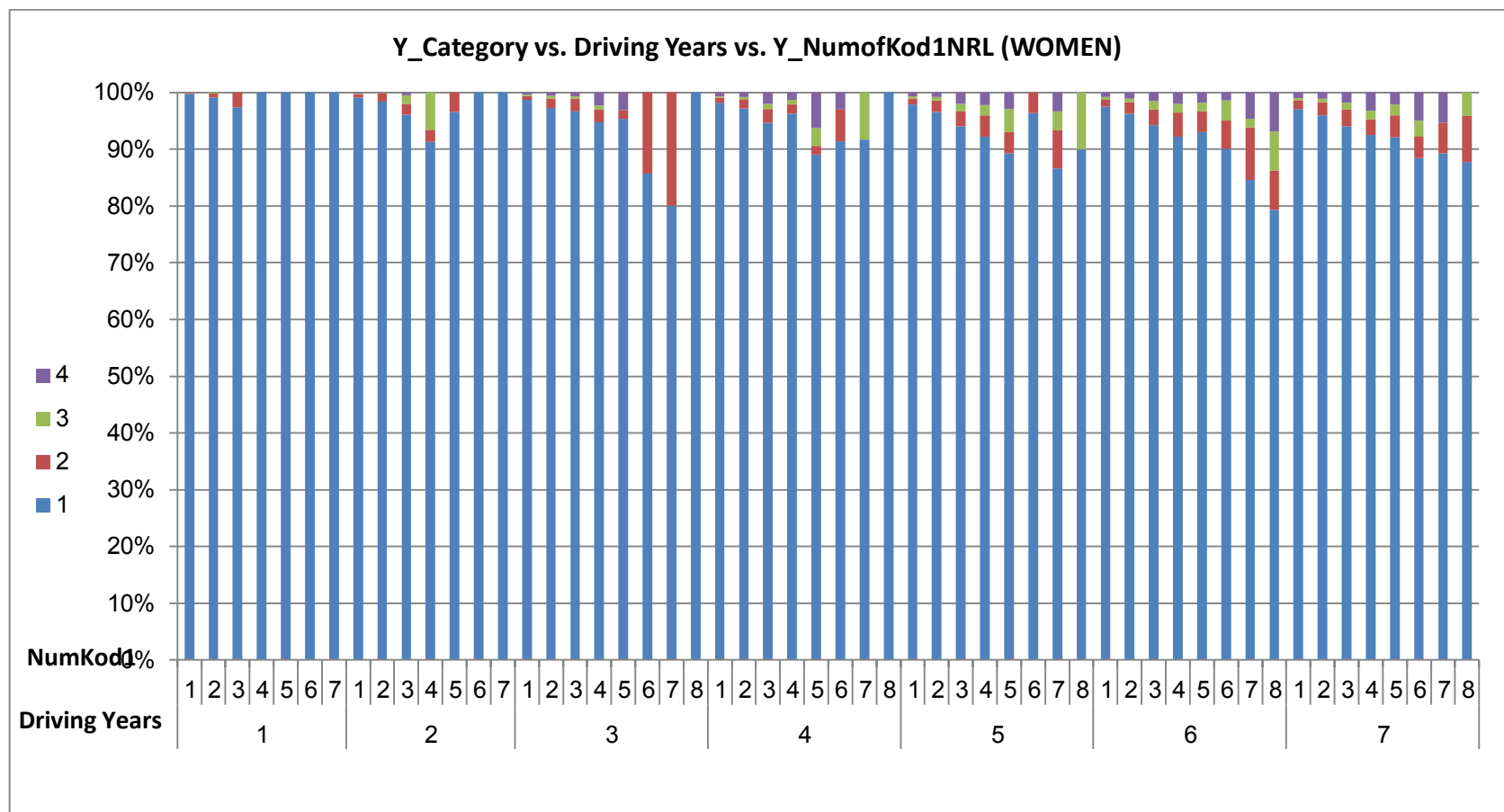
בקרב הנשים קשה להצביע על מגמה ברורה. האחוזים בין המשתתפות והלא משתתפות במפגש מאוד דומים בכל ארבע המחלקות ולכל ותקי הנהיגה, והבדלים נראים רק לותק נהיגה גבוה (6 ו-7 שנים) (טבלה 41), אך שם כאמור הנתונים מועטים מאוד, ואפילו לצירופי ותק-מחלקה מסוימים אין כלל נהגות שהשתתפו במפגש (טבלה 39), כך שאין טעם כלל בהשוואה.

## **ב. משתנים להסבר מעורבות נהגים גברים ונשים**

כאשר מידלנו את אוכלוסיית הגברים והנשים בנפרד (פרק 4.3.5), שניים מהמשתנים שעלו כמשפיעים בקרב שתי האוכלוסיות היו ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג ברירת משפט (טבלה 32) (NumofNonCanceledKod1OffencesNRL). איור 22 ואיור 23 מציגים את חיתוך שני משתנים אלה עם המשתנה המוסבר לכל אחת מהאוכלוסיות. אצל הגברים, ניתן לראות שככל שהנהג ביצע יותר עבירות כך מידת המעורבות שלו בתאונות עולה משמעותית, עבור כל ותק נהיגה (בהסתייגות הקודמת שמידע על מעורבות המסתיימת בהרשעה – מחלקה 4 – לותק של 6 ו-7 שנים חסר). אצל הנשים, התופעה הרבה פחות בולטת, כשההסבר לכך נעוץ בעובדה שנשים מעורבות בפחות תאונות מגברים. לכן, עבורן, אין לנו מספיק תצפיות עבור כל אחד מצירופי הערכים של שני משתנים אלה. לדוגמה, אין לנו בבסיס הנתונים אף תצפית שבה נהגת הנהגת שנה אחת וביצעה מעל לשתי עבירות מסוג ברירת משפט הייתה מעורבת בתאונת דרכים שהסתיימה בהרשעה.



איור 22 - התפלגות המשתנים ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר אצל גברים



איור 23 - התפלגות המשתנים ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר אצל נשים



טבלה 42 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים (משלושת הסוגים יחד) בתאונות, בממוצע על כל צירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט, ובין מספר הנהגים האלה עבור כל אחד מצירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט עבור גברים ונשים בנפרד.

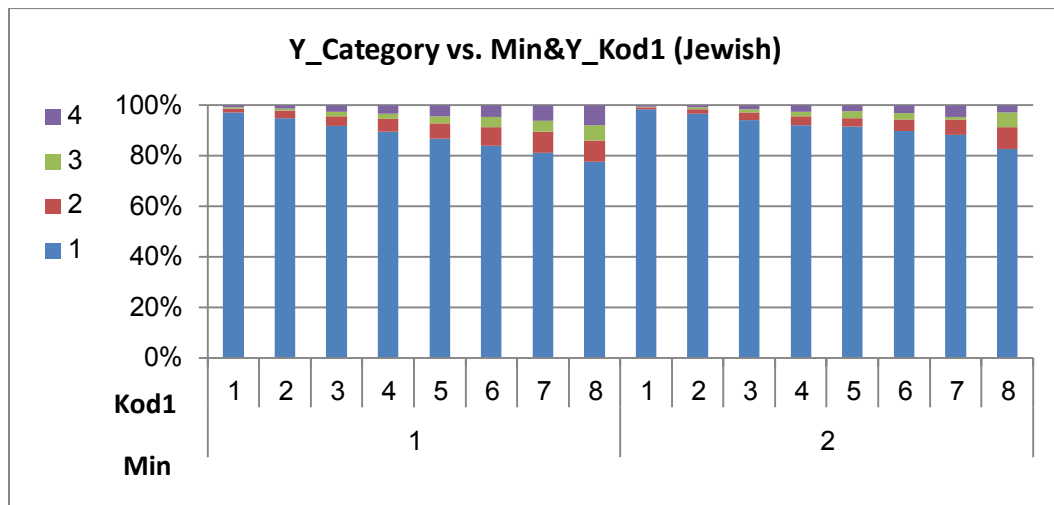
| גברים | נשים | Numof Kod1 | Driving Years |  | גברים | נשים | Numof Kod1 | Driving Years |
|-------|------|------------|---------------|--|-------|------|------------|---------------|
| 0.41  | 0.19 | 5          | 4             |  | 6.26  | 6.94 | 1          | 1             |
| 0.40  | 0.24 | 6          | 4             |  | 2.33  | 2.37 | 2          | 1             |
| 0.35  | 0.24 | 7          | 4             |  | 0.71  | 0.79 | 3          | 1             |
| 0.25  | -    | 8          | 4             |  | 0.39  | -    | 4          | 1             |
| 1.24  | 0.96 | 1          | 5             |  | 0.42  | -    | 5          | 1             |
| 0.87  | 0.60 | 2          | 5             |  | 0.25  | -    | 6          | 1             |
| 0.57  | 0.34 | 3          | 5             |  | 0.22  | -    | 7          | 1             |
| 0.42  | 0.26 | 4          | 5             |  | 0.36  | -    | 8          | 1             |
| 0.43  | 0.19 | 5          | 5             |  | 2.60  | 2.22 | 1          | 2             |
| 0.34  | 0.57 | 6          | 5             |  | 1.49  | 1.29 | 2          | 2             |
| 0.32  | 0.15 | 7          | 5             |  | 0.88  | 0.52 | 3          | 2             |
| 0.29  | 0.20 | 8          | 5             |  | 0.63  | 0.23 | 4          | 2             |
| 1.18  | 0.81 | 1          | 6             |  | 0.47  | 0.59 | 5          | 2             |
| 0.81  | 0.54 | 2          | 6             |  | 0.46  | -    | 6          | 2             |
| 0.59  | 0.36 | 3          | 6             |  | 0.33  | -    | 7          | 2             |
| 0.50  | 0.26 | 4          | 6             |  | 0.32  | -    | 8          | 2             |
| 0.40  | 0.29 | 5          | 6             |  | 1.74  | 1.54 | 1          | 3             |
| 0.35  | 0.20 | 6          | 6             |  | 1.12  | 0.76 | 2          | 3             |
| 0.30  | 0.13 | 7          | 6             |  | 0.60  | 0.61 | 3          | 3             |
| 0.25  | 0.10 | 8          | 6             |  | 0.48  | 0.39 | 4          | 3             |
| 1.06  | 0.71 | 1          | 7             |  | 0.51  | 0.44 | 5          | 3             |
| 0.81  | 0.51 | 2          | 7             |  | 0.43  | 0.14 | 6          | 3             |
| 0.56  | 0.34 | 3          | 7             |  | 0.33  | 0.10 | 7          | 3             |
| 0.50  | 0.27 | 4          | 7             |  | 0.24  | -    | 8          | 3             |
| 0.39  | 0.26 | 5          | 7             |  | 1.32  | 1.13 | 1          | 4             |
| 0.32  | 0.18 | 6          | 7             |  | 1.00  | 0.74 | 2          | 4             |
| 0.28  | 0.19 | 7          | 7             |  | 0.63  | 0.38 | 3          | 4             |
| 0.27  | 0.17 | 8          | 7             |  | 0.50  | 0.55 | 4          | 4             |

טבלה 42 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים בתאונות, בממוצע על כל צירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט (נקראות עבירות Kod1), ובין מספר הנהגים האלה עבור כל אחד מצירופי ותק נהיגה ומספר עבירות ברירת משפט עבור גברים ונשים בנפרד

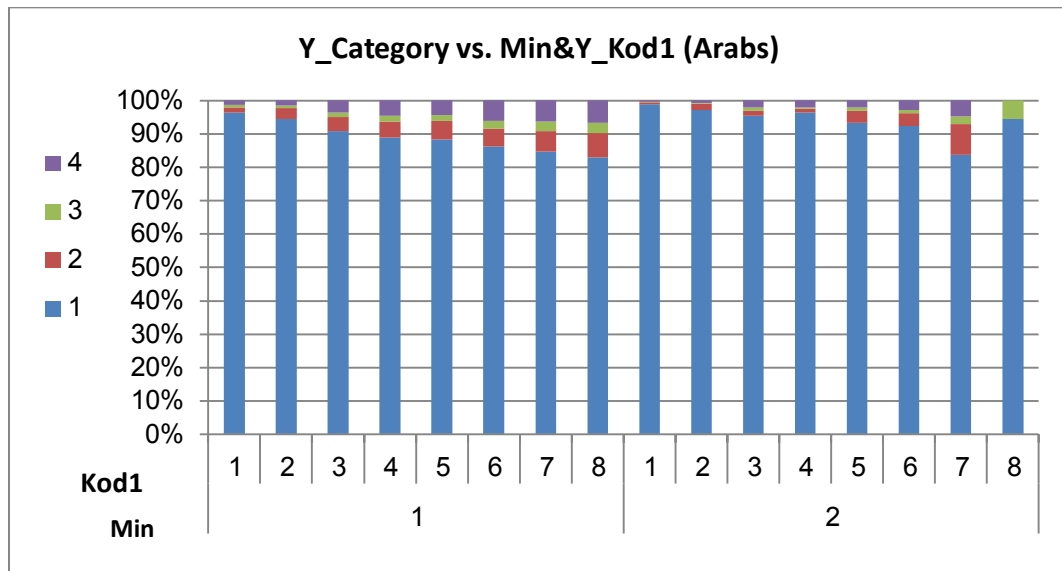
ניתן לראות שלמרות המעורבות הנמוכה יותר של נשים בתאונות לעומת גברים, הרי לנשים המבצעות הרבה עבירות ( $kod1 > 5$  בטבלה 32) יש להן ותק נהיגה של 3 שנים או יותר, קיים סיכוי גבוה יותר מגברים עם אותו מספר עבירות וותק להיות מעורבות בתאונות דרכים יחסית לממוצע בכל מגדר. לדוגמה, נשים עם ותק נהיגה של 5 שנים שביצעו 4-5 עבירות ברירת משפט ( $Kod1=5$ ) היו מעורבות בתאונות פי  $1/0.19=5.26$  יותר מהממוצע באוכלוסיית הנשים בעוד שגברים עם אותם ותק ומספר עבירות היו מעורבים בתאונות רק פי  $1/0.43=2.32$  יותר מהממוצע באוכלוסיית הגברים. ההבדלים נובעים הן משיעור המעורבות הממוצע הגבוה אצל הגברים והן משיעור המעורבות הממוצע הנמוך אצל הנשים.

### ג. משתנים להסבר מעורבות נהגים יהודים וערבים

שניים מהמשתנים שעלו כמשפיעים הם מגדר (Min) ומספר עבירות מסוג ברירת משפט, קוד 1 (NumofNonCanceledKod1 OffencesNRL). איור 24 ואיור 25 מציגים את החיתוך של שני משתנים אלה עם המשתנה המוסבר לכל אחת מהאוכלוסיות ומראים מגמה דומה בה ככל שמספר העבירות עולה כך גדל שיעור המעורבות של נהגים צעירים בתאונות דרכים. התופעה הזו משמעותית יותר בקרב גברים מאשר נשים. אצל הנשים, בעיקר מהמגזר הערבי, לעיתים אין תצפיות המתארות צירוף ערכים מסוים, דבר המקשה על תאור מגמות (למשל, אין נשים ערביות עם 11 עבירות או יותר, Kod1=8 שהורשעו בתאונה).



איור 24 - התפלגות מגדר ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב יהודים



איור 25 - התפלגות מגדר ומספר עבירות ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב ערבים

טבלה 43 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים בתאונות, בממוצע על כל צירופי מגדר ומספר עבירות ברירת משפט, ובין מספר הנהגים האלה לכל אחד מצירופי מגדר ומספר עבירות ברירת משפט עבור יהודים וערבים בנפרד. ניתן לראות כי האוכלוסייה היהודית המעורבת

בשיעור הרב ביותר של תאונות שהסתיימו בהרשעה היא של נהגים זכרים שביצעו מספר גבוה של עבירות ( $kod1 \geq 5$ ). אוכלוסייה זו מעורבת בפי בערך 4 עד 8 יותר תאונות מסוג זה מאשר הממוצע באוכלוסיית היהודים. נהגים ערבים שביצעו עבירות בשיעור כזה מעורבים בתאונות מסוג זה בשיעור של פי בערך 2.5 עד 4 מהשיעור הממוצע באוכלוסיית הערבים. הפער בין הנהגים היהודים לנהגים הערבים מבין אלה המבצעים הרבה עבירות נוטה לטובת האחרונים והוא נובע מהמעורבות הנמוכה בתאונות של הנהגות הערביות, המורידה את הממוצע לערבים. האוכלוסייה המעורבת בשיעור הנמוך ביותר של תאונות מסוג זה הן נהגות ערביות שלא ביצעו עבירות מסוג ברירת משפט כלל ( $Kod1=1$ ). נהגות אלה היו מעורבות בתאונות אלה בשיעור הנמוך פי 4.36 מהממוצע באוכלוסיית הערבים. שיעור המעורבות של נהגות יהודיות שלא ביצעו עבירות ברירת משפט בתאונות מסוג זה נמוך פי 2.18 מהממוצע באוכלוסיית היהודים.

| יהודים | ערבים | Y_numOfKod1 | Min |  | יהודים | ערבים | Y_numOfKod1 | Min |
|--------|-------|-------------|-----|--|--------|-------|-------------|-----|
| 2.18   | 4.36  | 1           | 2   |  | 1.25   | 1.31  | 1           | 1   |
| 1.20   | 2.69  | 2           | 2   |  | 0.77   | 1.14  | 2           | 1   |
| 0.65   | 0.88  | 3           | 2   |  | 0.40   | 0.51  | 3           | 1   |
| 0.40   | 0.89  | 4           | 2   |  | 0.30   | 0.39  | 4           | 1   |
| 0.42   | 0.83  | 5           | 2   |  | 0.24   | 0.42  | 5           | 1   |
| 0.33   | 0.61  | 6           | 2   |  | 0.22   | 0.29  | 6           | 1   |
| 0.23   | 0.38  | 7           | 2   |  | 0.17   | 0.28  | 7           | 1   |
| 0.36   | -     | 8           | 2   |  | 0.13   | 0.27  | 8           | 1   |

טבלה 43 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים-מורשעים בתאונות, בממוצע על כל צירופי מגדר ומספר עבירות ברירת משפט, ובין מספר הנהגים האלה ל"א מצירופי מגדר ומספר עבירות עבור יהודים וערבים בנפרד

#### ד. משתנים להסבר מעורבות נהגים שהוציאו (או לא) רישיון אופנוע

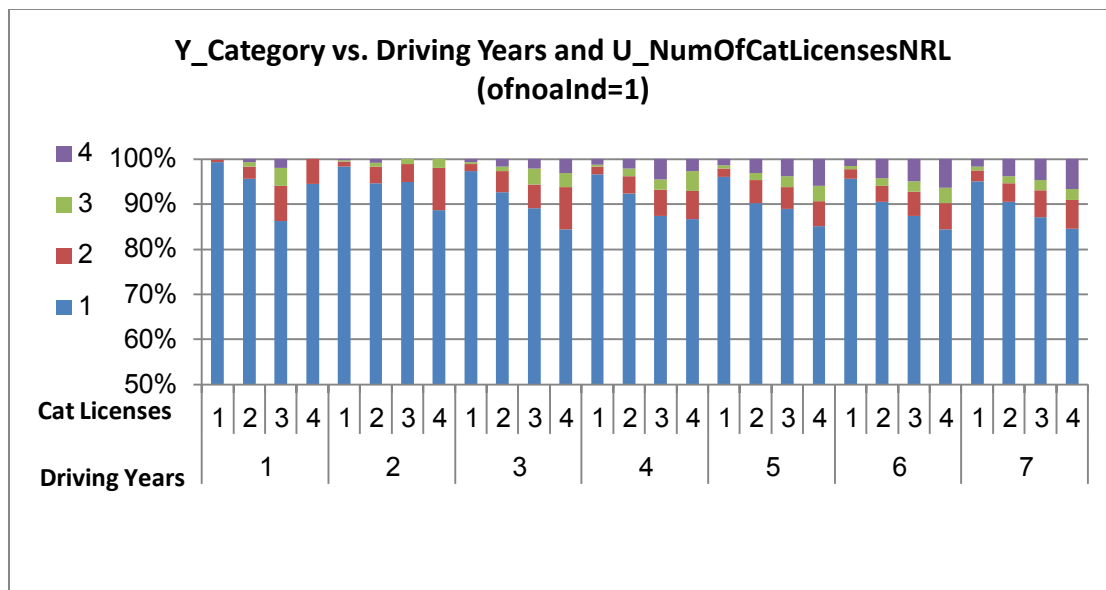
כאשר מידלנו את הנהגים הצעירים בעלי רישיון על אופנוע ואלה שאינם בעלי רישיון זה (פרק 4.3.5), שני משתנים שעלו כמשפיעים היו ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג רישיון (לדוגמה: נהיגה עם רישיון לא בתוקף או אי-נשיאת רישיון נהיגה) ( $Y\_NumOfCatLicensesNRL$ ). לפני שנבחן את החיתוך של שני משתנים אלה עם המשתנה המוסבר, נציג בטבלה 44 את התפלגות מספר העבירות מסוג רישיון. בדומה ליתר משתני העבירות שהגדרנו, משתנה זה סופר את מספר העבירות מקטגורית "רישיון" שלא קושרו לתאונות.

| ערך | משמעות    | מספר תצפיות | אחוז מתוך הסה"כ |
|-----|-----------|-------------|-----------------|
| 1   | 0 עבירות  | 531901      | 93.3%           |
| 2   | 1 עבירה   | 26584       | 4.7%            |
| 3   | 2 עבירות  | 6337        | 1.1%            |
| 4   | +3 עבירות | 5610        | 1.98%           |

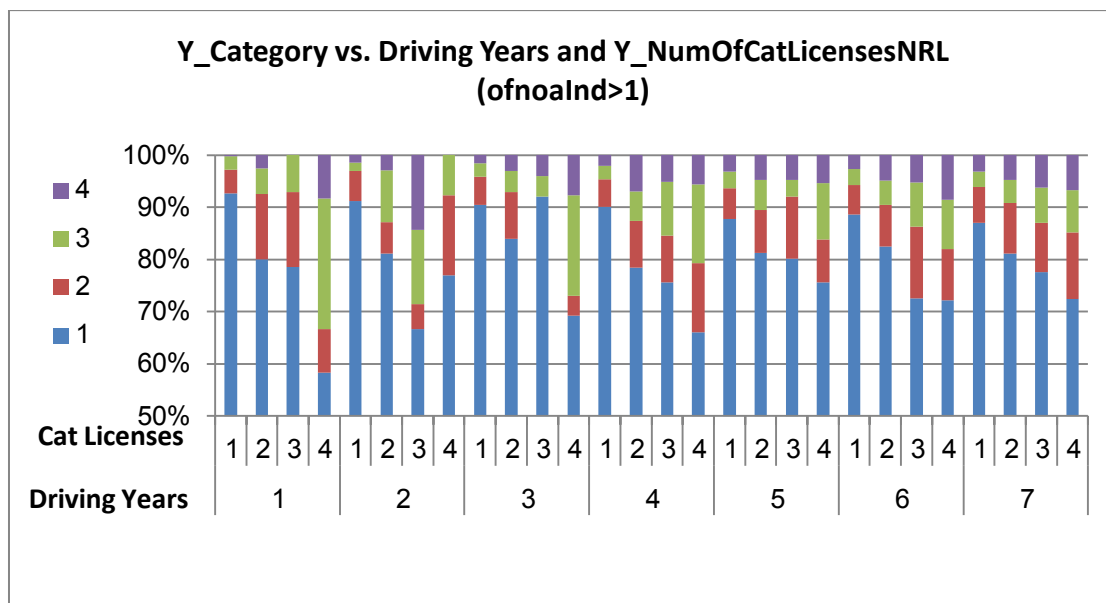
טבלה 44 - התפלגות המשתנה מספר עבירות מסוג רישיון

איור 26 ואיור 27 מציגים את התפלגות שני המשתנים עבור נהגים שהם בעלי רישיון אופנוע וכאלה שאינם בעלי רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר. ניתן לראות כי ככל שעולה מספר העבירות מסוג רישיון שמבצע הנהג צעיר, כך עולה שיעור המעורבות שלו בתאונות וזאת עבור כל ותק נהיגה. כמו

כן, ניתן לראות שנהגים צעירים עם רישיון אופנוע מעורבים במספר רב יותר של תאונות מאשר נהגים צעירים ללא רישיון אופנוע.



איור 26 - התפלגות ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב נהגים ללא רישיון אופנוע



איור 27 - התפלגות ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג רישיון בחיתוך עם המשתנה המוסבר בקרב נהגים עם רישיון אופנוע

טבלה 45 מציגה את היחס בין מספר הנהגים המעורבים (מכל הסוגים) בתאונות, בממוצע על כל צירופי מגדר ומספר עבירות רישיון, ובין מספר הנהגים האלה לכל אחד מצירופי מגדר ומספר עבירות רישיון עבור המחזיקים ברישיון אופנוע ועבור הלא מחזיקים ברישיון אופנוע. נתון מדאיג שעולה מהתוצאות, הוא שנהגים בעלי ותק נהיגה של שנה אחת ובעלי רישיון לאופנוע מעורבים בתאונות בשיעור הנמוך רק פי 1.82 מהממוצע של בעלי רישיון אופנוע – לעומת אלה עם אותו ותק נהיגה שלא

מחזיקים ברישיון שמעורבים פי 5.46 פחות מהממוצע של הלא מחזיקים – וזאת על אף ששתי האוכלוסיות נהגו בערך פי 4 פחות מהממוצע באוכלוסיית המחקר. כמו כן, ניתן לראות שרוב הנהגים הצעירים שעבורם נרשמה עבירה מסוג רישיון (ערך המשתנה גדול מ-1) – בין אם הם מחזיקים ברישיון לאופנוע או לא – מעורבים בתאונות דרכים יותר מהממוצע באוכלוסיית המחקר (אלה הם המקרים בהם היחס >1).

| ללא רישיון | עם רישיון | Cat Licenses | Driving Years | ללא רישיון | עם רישיון | Cat Licenses | Driving Years |
|------------|-----------|--------------|---------------|------------|-----------|--------------|---------------|
| 0.27       | 0.55      | 3            | 4             | 5.46       | 1.82      | 1            | 1             |
| 0.26       | 0.39      | 4            | 4             | 0.79       | 0.67      | 2            | 1             |
| 0.87       | 1.09      | 1            | 5             | 0.25       | 0.62      | 3            | 1             |
| 0.35       | 0.71      | 2            | 5             | 0.62       | 0.32      | 4            | 1             |
| 0.31       | 0.67      | 3            | 5             | 2.03       | 1.51      | 1            | 2             |
| 0.23       | 0.55      | 4            | 5             | 0.64       | 0.71      | 2            | 2             |
| 0.78       | 1.17      | 1            | 6             | 0.67       | 0.40      | 3            | 2             |
| 0.36       | 0.76      | 2            | 6             | 0.30       | 0.58      | 4            | 2             |
| 0.27       | 0.49      | 3            | 6             | 1.31       | 1.40      | 1            | 3             |
| 0.22       | 0.48      | 4            | 6             | 0.47       | 0.83      | 2            | 3             |
| 0.70       | 1.03      | 1            | 7             | 0.31       | 1.67      | 3            | 3             |
| 0.36       | 0.71      | 2            | 7             | 0.22       | 0.43      | 4            | 3             |
| 0.27       | 0.60      | 3            | 7             | 1.02       | 1.35      | 1            | 4             |
| 0.22       | 0.48      | 4            | 7             | 0.45       | 0.62      | 2            | 4             |

טבלה 45 - היחס בין מספר הנהגים המעורבים (מכל הסוגים) בתאונות, בממוצע על כל צירופי ותק ומספר עבירות רישיון, ובין מספר הנהגים האלה לכ"א מצירופי ותק ומספר עבירות רישיון עבור המחזיקים ברישיון אופנוע והלא מחזיקים ברישיון כזה

## 4.5 סיכום ממצאי הגישה הראשונה

בגישה הראשונה, ביצענו הפרדה וסיווג בין רמות שונות של מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים. מסווגים מבוססי מערכות לומדות הפרידו בין 1) נהגים לא מעורבים בתאונות או מעורבים שאינם אשמים, 2) נהגים מעורבים אשמים ו-3) נהגים מעורבים, אשמים ומורשעים וזאת בדיוק של כ-57%. כאשר המסווגים הפרידו בין נהגים לא מעורבים ונהגים מעורבים (מכל סוג), הם עשו זאת בדיוק של למעלה מ-68%, וכאשר ההפרדה הייתה בין לא מעורבים ומעורבים-מורשעים, הדיוק היה של כ-71%. כאשר ההתמקדות בסיווג הייתה באוכלוסיות ספציפיות (גברים, נשים, יהודים, משתתפי מפגשי אור ירוק, מחזיקי רישיון אופנוע וכדומה), הדיוק היה בין 57-81% בהתאם לאוכלוסייה הממודלת וסוג המסווג.

משתנים החשודים כגורמים למעורבות בתאונות דרכים לכל אוכלוסיות הנהגים הצעירים או לחלקן וערכי משתנים אלה שנמצאו קשורים למעורבות כזו הם:

- **מגדר** – לגברים נטייה גבוהה יותר למעורבות בתאונות דרכים מאשר לנשים.

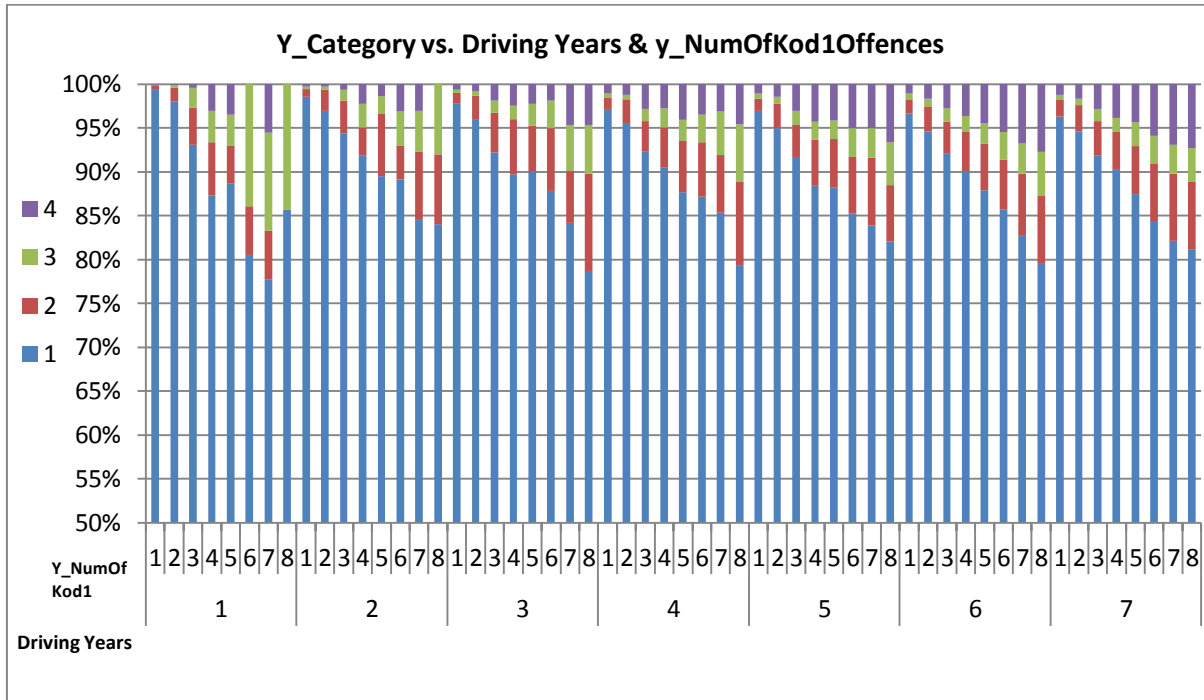
- **קבוצת אוכלוסייה** – לערבים נטייה גבוהה יותר למעורבות והרשעה בתאונות דרכים מאשר לשאר האוכלוסייה.
- **מגדר וקבוצת אוכלוסייה** – הגבר הערבי הוא המעורב ביותר בתאונות דרכים, כשלאחריו הגבר ממגזר "אחר", הגבר היהודי, האישה היהודייה, האישה ממגזר "אחר", ולבסוף, עם המעורבות הנמוכה ביותר, האישה הערבייה.
- **גיל** – ככל שגיל הוצאת הרישיון יורד, כך קיימת מעורבות גבוהה יותר בתאונות דרכים. מגיל הוצאת רישיון 19 ומעלה, מתחילה להיות התנהגות דומה בקרב הנהגים הצעירים.
- **סוג פעילות אור ירוק** – נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק (או סרבו להשתתף) מעורבים פחות בתאונות דרכים מהממוצע באוכלוסיית המחקר ומאלה שלא הוצע להם להשתתף במפגש. סוגי הפעילות התורמים ביותר למעורבות נמוכה בתאונות הם אישי ע"י מתנדב וקבוצתי בפנימייה.
- **ותק אור ירוק** – מעורבות בתאונות של נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק יורדת ככל שהמפגש התקיים מוקדם יותר.
- **רישיון אופנוע** – לנהגים המחזיקים ברישיון אופנוע, במיוחד אלה שהוציאו רישיון אופנוע לפני רישיון נהיגה 02, נטייה גבוהה יותר למעורבות בתאונות דרכים.
- **עבירות** – ככל שנהגים מבצעים יותר עבירות מסוג ברירת משפט או הזמנה לדין (או עבירות רישיון למחזיקי רישיון אופנוע), כך שיעור מעורבותם בתאונות דרכים גדל. לנהג שבצע עבירה מסוג הזמנה לדין, שיעור מעורבות גבוה יותר בתאונות דרכים מאשר לנהג שבצע עבירה מסוג ברירת משפט. לנשים המבצעות הרבה עבירות נטייה גבוהה יותר למעורבות בתאונות דרכים מאשר לגברים המבצעים מספר זה של עבירות (ביחס לאוכלוסיות הנשים והגברים, בהתאמה).
- **מחוז-נפה** – שיעור המעורבות בתאונות דרכים הולך וקטן ממחוז צפון, בו אחוז המעורבים-מורשעים הגבוה ביותר, דרך (בסדר זה ובהזנחת המחוז הקטן יהודה ושומרון) מחוזות ירושלים, חיפה, תל אביב, דרום ומרכז; בזה האחרון אחוז המעורבים-מורשעים הקטן ביותר.

## 4.6 מגבלות הגישה הראשונה

בגישה הראשונה, קיימות מספר מגבלות למודלים ולניתוחים שבוצעו:

1. אי-נרמול מספר תאונות ומספר עבירות בותק הנהיגה של נהג – משתנה וותק הנהיגה אחראי על שתי מגמות הפוכות. מצד אחד, ככל שותק הנהיגה גדול יותר כך הסיכוי לביצוע עבירות ולמעורבות/האשמה/הרשעה בתאונה גדל, היות ונהג נמצא יותר זמן על הכביש. מצד שני, קיימת עקומת למידה לנהג, וככל שהוא יותר זמן על הכביש, מיומנויות הנהיגה הנרכשות עוזרות לו יותר להימנע ממעורבות בתאונות דרכים וביצוע עבירות. אי נרמול מספר עבירות/תאונות בותק הנהיגה הביא בעבודה בגישה הראשונה להטיה של נהגים עם וותקי נהיגה ארוכים לכיוון המחלקות המציינות מעורבות עם האשמה/הרשעה. דהיינו, המגמה הראשונה חזקה כנראה יותר (לפחות לנהג צעיר ועל פי בסיס הנתונים שלנו) מהשנייה. בהמשך העבודה, ננרמל את מספרי העבירות והתאונות בותק הנהיגה. בכל אופן, גם ללא הנרמול, ניתן לבחון את התוצאות הנוכחיות ע"י בדיקת התפלגות המשתנה המוסבר לכל

ערך של ותק נהיגה בנפרד (למרות שכבר ראינו ניתוח כזה קודם, למשל בפרק 4.4.12 באיור 22, איור 23, איור 26 ואיור 27 ובטבלה 41, טבלה 42 וטבלה 45). למשל, אם נציג את חיתוך מספר עבירות מסוג ברירת משפט y\_numOfKod1 Offences וותק הנהיגה עם המשתנה המסביר.



איור 28 - ותק נהיגה ומספר עבירות מסוג ברירת משפט בחיתוך עם המשתנה המוסר

איור 28 מראה (לפחות לותק של 3 שנים ויותר, כמו שהסתייגנו בפרק 4.4.12 לגבי אי-קיום הרשעות בשנתיים האחרונות של הקובץ), כי ככל שהנהג מבצע יותר עבירות מסוג ברירת משפט כך הסיכוי שלו להשתייך לקטגוריות 2-4 (מעורב לא אשם, מעורב-אשם ומעורב-מורשע) עולה משמעותית עבור כל אחד מותקי הנהיגה. זוהי אינדיקציה ברורה להשפעתם של משתני העבירות על המשתנה המוסבר שאינה דרך ותק הנהיגה. בכל מקרה, כאמור, ננרמל בהמשך העבודה את משתני העבירות והתאונות בותק הנהיגה.

2. הטיות בפילוג או תאור המשתנה המוסבר – למשתנה המוסבר הוגדרו ארבעה ערכים אפשריים, כשהערך 4 מציין נהג שהיה מעורב בתאונת דרכים, הואשם וגם הורשע בה. מבדיקה שנערכה לאחר ביצוע הניתוחים נראה כי נהגים שותק הנהיגה שלהם שנה או שנתיים (כלומר נמצאים בבסיס הנתונים מ-2007 או 2008), משויכים פחות למחלקה 4 באופן משמעותי (ראה, למשל, איור 28). הסיבה לכך היא שנהגים לא מעטים שביצעו תאונת דרכים בשנים 2007-2008 (ואפילו 2006), שעליה בסופו של דבר יואשמו ויורשעו, לא מופיעים עדיין כאשמים או כמורשעים בקובץ שהופק ב-2008, היות ותהליכי האישום וההרשעה אורכים בד"כ בסביבות השנתיים. לפיכך, למחלקת הלא מעורבים "השתרבבו" לא מעט נהגים אשמים או מורשעים שגרמו להטיית המודל ולחלק משגיאותיו. פתרון לבעיה זו

יכול להיות התעלמות מכל הנהגים של השנתיים האחרונות בקובץ, אך באופן זה "נפספס" נהגים רבים למידול (בממוצע 2/7 מהנהגים). מגבלה נוספת באופן בו הגדרנו את המשתנה המוסבר היא שהמשתנה מקבל אותו ערך לנהג שביצע תאונה אחת ולנהג שביצע מספר תאונות, אם הן הסתיימו באותו מצב (אי-אשמה, אשמה, הרשעה). זאת מכיוון שלנהג שביצע מספר תאונות נלקחת התאונה בה רמת מעורבותו היא הגבוהה ביותר. כך לדוגמא, נהג שביצע תאונה אחת והורשע בה, יחשב בבסיס הנתונים בדיוק כמו נהג שביצע 4 תאונות והורשע בכולן. נרצה בהמשך העבודה להביא בחשבון בהגדרת המשתנה המוסבר את מספר התאונות המבוצעות על ידי כל נהג.

3. איפיון עבירות עפ"י קטגוריות ולא עפ"י חומרה – עפ"י הצעת הלמ"ס, קובצו העבירות למספר קטגוריות. יחד עם זאת, הקטגוריה לא תמיד משקפת חומרה זהה לכל העבירות ששייכו לה. לדוגמא, מהירות מופרזת, נהיגה נגד כיוון התנועה, איתות, סנוור וחוסר תאורה סווגו לקטגוריית עבירות נהיגה. קל לראות כי שתי העבירות הראשונות – נהיגה מופרזת ונהיגה כנגד כיוון התנועה – חמורות יותר מאשר איתות, סנוור או חוסר תאורה. סביר שיצירת קיבוץ שונה, שלא על סמך קטגוריות אלה אלא על סמך חומרת העבירה, יביא ליכולת הפרדה טובה יותר של מעורבות נהגים בהתבסס על העבירות.

4. נתוני אור ירוק – פעילות אור ירוק הייתה מזערית לפני סוף 2004 והפכה למשמעותית רק החל מ-2005 (טבלה 39). עובדה זו יצרה הטיה, מכיוון שכרגע המודלים מתייחסים לנהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק לפני ואחרי שנת 2004 באופן דומה על אף שדרך ההתייחסות להיות שונה. לדוגמא, שני נהגים, שהאחד השתתף במפגש, היות והוציא רישיון לאחר 2004 והשני לא השתתף כשהוציא רישיון ב-2002, ייתכן ויסווגו אחרת ע"י מודל המשתמש במשתני אור ירוק לחיזוי מעורבות בתאונות, זאת למרות שיתכן שלשניהם נטייה למעורבות דומה, אך ערכי משתני אור ירוק שונים. נרצה להתמודד בהמשך העבודה גם עם בעיה זו.



## 5. גישה שנייה לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים

הגישה הראשונה הניבה תוצאות יפות וסיפקה מודלי סיווג לרמות מעורבות שונות תוך מתן רשימת משתנים משמעותיים והסברת דרך השפעתם על רמת המעורבות של הנהג הצעיר. יחד עם זאת, כפי שתואר בפרק 4.6, קיימות מספר מגבלות לגישה, והן אולי שמנעו פיתוח מודלים המספקים דיוק חיזוי גבוה יותר ומבוססים על מספר קטן יותר של משתנים, החוזרים על עצמם ביותר מודלים ומצדיקים את הגדרתם כ"גורמים למעורבות בתאונות דרכים". בגישה השנייה נבחן דרכי טיפול במגבלות אלה ונבחן את ההשפעה של דרכים אלה על המידול.

### 5.1 שאלות החקר בגישה השנייה

כיווני המחקר העיקריים אליהם נכוון את המשך המחקר יתרכזו ויעמיקו בשאלות הבאות:

1. מהם המשתנים המבדילים בין נהגים צעירים שלא היו מעורבים בתאונות לבין כאלה שהיו מעורבים בתאונות?
2. מהם המשתנים המבדילים את רמות המעורבות – המכומתות דרך מספר התאונות – של נהגים צעירים בתאונות דרכים?
3. מהם מאפייני ההורים המשפיעים על מידת מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים?
4. מהי מידת השפעת אור ירוק, סוגי הפעילות ומועדי המפגשים על מידת מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים?

### 5.2 הכנת הנתונים

הנתונים והמשתנים הוכנו לאור שאלות החקר והמגבלות שהועלו. בפרק 5.2.1 מטופל נושא העבירות (הערות 1,3 בסעיף 4.6), בפרק 5.2.3 מטופל נושא המשתנה המוסבר (הערות 1,2 בסעיף 4.6) ובפרק 0 מתואר ייצור משתנים נוספים, לשם ניסיון להרחיב את יכולת ההסבר של המשתנים הקיימים. לאחר יצירת המשתנים החדשים בוצעו שלב בחירת המשתנים וחלוקת בסיס הנתונים לסט אימון וסט בחינה (פרק 5.2.4).

#### 5.2.1 יצירת ונרמול משתני עבירות חדשים

כפי שתואר בסעיף 4.6, משתני העבירות סבלו משתי בעיות עיקריות: 1) חלוקה למשפחות שלא תאמה בהכרח חומרת עבירה ו-2) חוסר נרמול על פי ותק הנהיגה.

בגישה הראשונה, חולקו העבירות למשפחות עפ"י המלצת למ"ס, אך ראינו שחלוקה כזו אינה מייצגת כראוי את כל העבירות השייכות למשפחה. לכן, בגישה השנייה, חילקנו את העבירות עפ"י רמת חומרתן – חמורות, בינוניות וקלות – וזאת נקבעה על פי סוג הדו"ח שניתן בגין העבירה (למשל, ברירת משפט, הזמנה לדין, אזהרת שוטר) והאם העבירה הסתיימה בהרשעה, אזהרה או ביטול. טבלה 46 מתארת את אופן יצירת שלושה משתני עבירות חדשים, כשלכל נהג בבסיס הנתונים נספרו העבירות שביצע מכל סוג מהשלושה.

| סוג עבירה                                                 | KOD                            | StatusHarsha |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| מספר עבירות חמורות מנורמל בותק<br>NumberOfHazmnaLedin     | 2 (הזמנה לדיון)                | 1 (הרשעה)    |
| מספר עבירות בינוניות מנורמל בותק<br>NumberOfBriratMishpat | 1 (ברירת משפט)                 | 1 (הרשעה)    |
| מספר עבירות קלות מנורמל בותק<br>NumberOfWarning           | כל קוד שונה מ-3 (משמע, לא ת"ד) | 2 (אזהרה)    |

טבלה 46 - משתני עבירות חדשים

לגבי הבעיה השנייה של תלות מספר העבירות בותק הנהיגה, קיימות מספר אפשרויות:

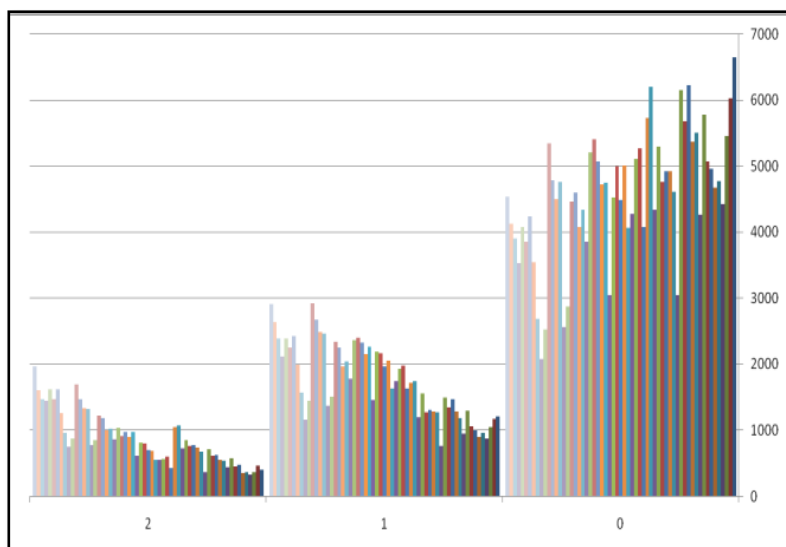
- א. הורדת משתנה וותק הנהיגה – זה הפתרון הקל ביותר, אך אז נגיע למצב בו השוואת מידת המעורבות בעבירות בין נהגים לא תביא בחשבון את פרק הזמן לאורכו נוצרו מעורבויות אלה. למשל, תהיה התייחסות זהה לנהג שביצע, נניח, 3 עבירות בשבע שנים ולנהג אחר שביצע גם הוא 3 עבירות אך בשנה אחת. במידה ולא יהיה תהיה התחשבות בותק הנהיגה של כל נהג בקובץ, לא תהיה למודל אפשרות להבדיל בין שני הנהגים, ונהג שביצע הרבה עבירות בתקופת זמן קצרה לא יובדל מנהג אחר שביצע את אותו מספר עבירות אך בתקופת זמן ארוכה יותר ולכן, כנראה, בעל נטייה נמוכה יותר למעורבות בתאונות מאשר הנהג הראשון. כך שלא נרצה להוריד את משתנה וותק הנהיגה, אלא נחפש דרך להתחשב בו.
- ב. נרמול מספר העבירות בותק הנהיגה – במידה וננרמל את מספר העבירות ע"י חלוקתן בותק, כל נהג ייוצג ע"י ממוצע מספר העבירות שעשה לשנה. דרך זו אכן מאפשרת השוואת ביצוע עבירות בין נהגים בצורה מייצגת יותר ועדיפה על דרך א', אך היא מתחשבת רק במספר העבירות הממוצע לנהג ומתעלמת ממספר העבירות המוחלט שלו. נניח שקיים נהג הנמצא בקובץ 7 שנים (הוציא רישיון ב-2002) ובכ"א מהן ביצע עבירה (דהיינו ביצע 7 עבירות ב-7 שנים) ובמקביל, נניח נהג אחר הנמצא בקובץ רק שנה אחת (הוציא רישיון ב-2007) ובה ביצע עבירה אחת, כשב-6 השנים הבאות, שאין מיוצגות בקובץ, לא יבצע (אנו יודעים על כך רק בדיעבד) כל עבירה. לשניהם מספר עבירות מנורמל זהה (במקרה שלנו 1 לשנה), אך הנהג הראשון מעורב הרבה יותר מהשני ומהווה סכנה גדולה יותר למשתמשי דרך. טענו קודם שמשנתה וותק הנהיגה טומן בחובו שתי מגמות הפוכות; מצד אחד הוא מודד את משך השהייה על הכביש (שאמור "לעודד" מעורבות בתאונות) ומצד שני, הוא מודד ניסיון נצבר (שאמור "לדכא" מעורבות בתאונות). בדוגמא שלנו, הנהג הראשון מבצע עבירה אחת כל שנה באופן עקבי, וכנראה לא משפר את אופן נהיגתו עם הניסיון, ולכן הוא מסוכן יותר למשתמשי דרך מאשר הנהג שביצע עבירה אחת בשנה הראשונה לאחר הוצאת רישיונו ומאז לא ביצע יותר עבירות. על כן, אופן נרמול זה אינו מספיק טוב לייצוג ביצוע עבירות.
- ג. נרמול ריבוע מספר העבירות בותק הנהיגה – גם באופן זה נרמול בותק הנהיגה יבוצע, אך בהשוואה לנרמול הקודם, כל עבירה שתבוצע בנוסף על העבירה הקודמת שבוצעה תיחשב ותתרום יותר למספר העבירות המנורמל, שיגדל עתה מהר יותר עם מספר העבירות. לדוגמא, לנהג שביצע 7 עבירות ב-7 שנים, מספר העבירות המנורמל יהיה  $7^{(2/7)}=7$ , בעוד שלנהג

- שביצע עבירה אחת בשנה אחת, מספר העבירות המנומל יהיה 1. צורת נרמול זו "מענישה" נהגים שעם הזמן, במקום להקטין את מספר העבירות שהם מבצעים, מגדלים אותם, כשהענשה היא ריבועית, דהיינו, ההענשה גדלה ככל שותק הנהיגה לא בא לידי ביטוי בהקטנת מספר העבירות המבוצעות. מכיוון שבשיטה זו מספר העבירות המנומל הוא משתנה רציף, נרצה לפשט הטיפול בו ונהפוך אותו לבדיד ע"י חלוקתו למספר סלים המייצגים רמה שונה של מעורבות בעבירות. טבלה 47 מציגה דוגמא לחלוקה לסלים של כלל הנהגים בבסיס הנתונים שהם בעלי ותק נהיגה של יותר משנה (היות ולבדיקה נדרשת לפחות שנה של רישיון) ועד 7 שנים:
- סל 0 (ירוק) - יתאים לנהגים שהמדד המנומל יראה שלא עשו כלל עבירות ללא קשר לותק הנהיגה שלהם.
  - סל 1 (צהוב) - יתאים לנהגים שהמדד המנומל יראה ביצוע של עבירה אחת או שתי עבירות בשש עד שבע שנים. הסל כולל את הערכים שמעל 0 ועד ופחות מ-0.8.
  - סל 2 (אדום) - יתאים לנהגים שהמדד המנומל יראה ביצוע של 2 עבירות בעד חמש שנים או 3 עבירות ומעלה. כולל ערכים מ-0.8 ומעלה.

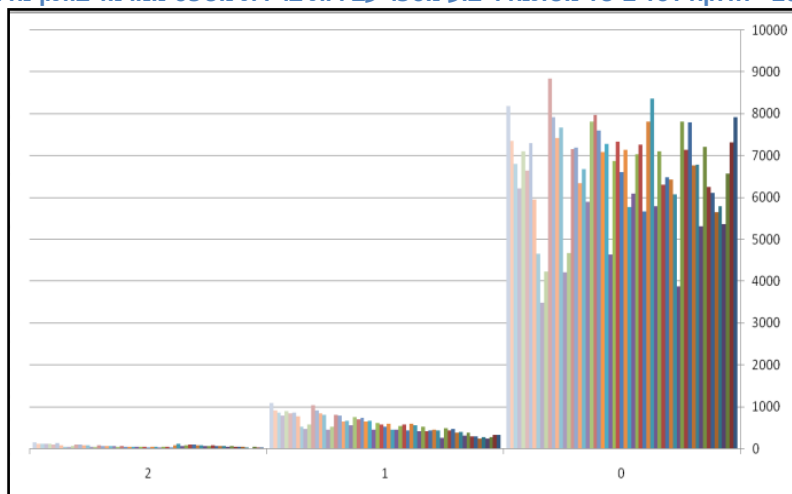
| ותק   |       |       |       |       |       |   | מספר<br>עבירות |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|----------------|
| 7     | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     |   |                |
| 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0 |                |
| 0.14  | 0.17  | 0.20  | 0.25  | 0.33  | 0.50  | 1 |                |
| 0.57  | 0.67  | 0.80  | 1.00  | 1.33  | 2.00  | 2 |                |
| 1.29  | 1.50  | 1.80  | 2.25  | 3.00  | 4.50  | 3 |                |
| 2.29  | 2.67  | 3.20  | 4.00  | 5.33  | 8.00  | 4 |                |
| 3.57  | 4.17  | 5.00  | 6.25  | 8.33  | 12.50 | 5 |                |
| 5.14  | 6.00  | 7.20  | 9.00  | 12.00 | 18.00 | 6 |                |
| 7.00  | 8.17  | 9.80  | 12.25 | 16.33 | 24.50 | 7 |                |
| 9.14  | 10.67 | 12.80 | 16.00 | 21.33 | 32.00 | 8 |                |
| 11.57 | 13.50 | 16.20 | 20.25 | 27.00 | 40.50 | 9 |                |

טבלה 47 - דוגמא לנרמול ריבוע מספר העבירות בותק הנהיגה

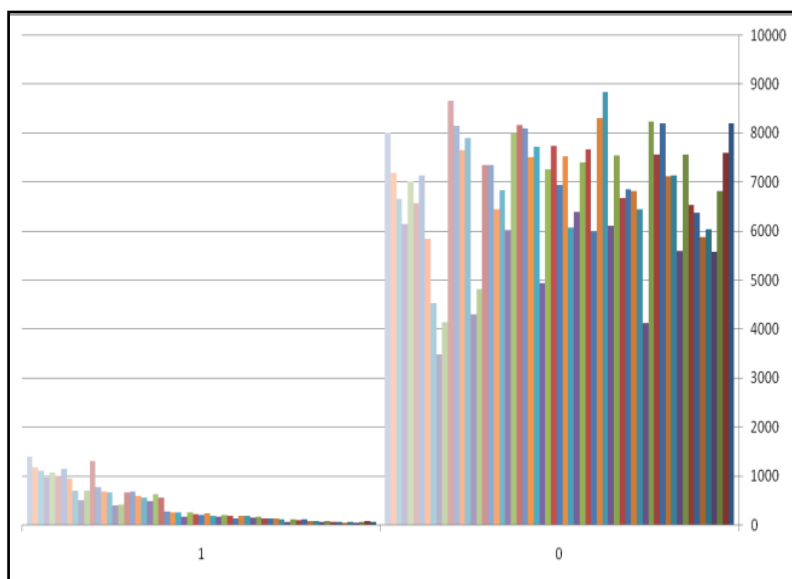
שיטת נרמול זו (ג') היא שנבחרה בגישת העבודה השנייה ואיור 29, איור 30 ואיור 31 מציגים את התפלגות שלושת משתני העבירות החדשים, בהתאמה, המנומלים על פי ותק הנהיגה, עבור הנהגים בבסיס הנתונים. עבור כל סל (0, 1, 2- רק לעבירות ברירת משפט והזמנה לדין), מספר העבירות מוצג עבור ותק נהיגה בחודשים העולה מימין לשמאל. ניתן לראות שלמרות הנרמול, ככל שותק הנהיגה גדול יותר, כך שייכים באופן יחסי יותר נהגים למחלקות 1 ו-2 ופחות למחלקה 0; זאת במיוחד בעבירות מסוג ברירת משפט. כלומר, נהג שיימצא יותר זמן בקובץ יהיה בעל סיכוי גבוה יותר להיות משויך למחלקות המייצגות ביצוע עבירות. הדבר אכן מסתדר עם ההיגיון והנרמול שבוצע התמודד עם תופעה זו עד כמה שניתן. משתני מספר עבירות מסוג ברירת משפט/הזמנה לדין חולקו לשלושה סלים ומספר עבירות (דו"חות) מסוג אזהרת שוטר חולקו, עקב חוסר בנתונים, לשניים בלבד.



איור 29 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות ברירת משפט מנורמל בותק נהיגה



איור 30 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות הזמנה לדין מנורמל בותק נהיגה



איור 31 - חלוקה לסלים של משתנה ריבוע מספר עבירות אזהרה מנורמל בותק נהיגה

עבור המשתנים מספר עבירות מסוג ברירת משפט והזמנה לדין:

- הערך 0 מייצג נהגים שלא ביצעו עבירות מסוג זה.
- הערך 1 מייצג נהגים שעשו עבירה אחת או 2 עבירות ב-6-7 שנים.
- הערך 2 מייצג מספר עבירות מנורמל גבוה יותר.

עבור המשתנה מספר עבירות מסוג אזהרה:

- הערך 0 מייצג נהגים שלא ביצעו עבירות מסוג זה.
- הערך 1 מייצג את כל הנהגים שביצעו לפחות עבירה אחת מסוג אזהרת שוטר.

כפי שנעשה בגישה הראשונה, עבירות שקושרו לתאונות לא נספרו, על מנת שלא נסביר תאונה על סמך העבירות שקושרו לה (בדיעבד). ברצוננו להסביר בעזרת עבירות תאונות שעדיין לא אירעו.

## 5.2.2 יצירת משתנים סוציו-אקונומיים

מתוך המשתנים בקובץ, יצרנו משתנים בעלי יכולת תאור מצב סוציו-אקונומי<sup>1</sup> של משפחת הנהג:

א. ציון על פי מספר כלי רכב ושנות היצור שלהם – לכל נהג בבסיס הנתונים מצוינים עד 3 כלי רכב בבעלות אימו ועד 3 כלי רכב בבעלות אביו, כולל שנות הייצור ונפח המנוע שלהם. בגישה הראשונה (פרק 4), יצרנו שני משתנים – מספר כלי הרכב בבעלות המשפחה ושנות הייצור של כלי הרכב החדש ביותר – המשתמשים במידע זה, מחליפים את כל המשתנים המקוריים ומורידים ע"כ את מימד הבעיה (ראה פרק 1.4). יחד עם זאת, שמנו לב ששני משתנים אלו אינם מייצגים כראוי את המצב הסוציו-אקונומי של משפחת הנהג. לדוגמא, נהג שבבעלות משפחתו שלושה כלי רכב, כאשר שנים מהם משנות השמונים ואחד משנת 2005, יוצג ע"י שני משתנים אלה בבסיס הנתונים כמו נהג שבבעלות משפחתו שלושה כלי רכב שכולם משנת 2005. לכן, יצרנו משתנה בודד המתחשב במספר כלי הרכב ושנות ייצורם באופן הבא: כל רכב חדש יקבל את הציון 1. עבור כל שנת ותק על הכביש, יורד לרכב ערך (מעין פחת) של כ-10%, כאשר 0.1 הוא הערך הנמוך ביותר שיכול לקבל הרכב הישן ביותר. כך לדוגמא רכב הנמצא שנה אחת על הכביש יקבל את הציון 0.9, רכב הנמצא שנתיים יקבל את הציון 0.81 וכך הלאה. לאחר מתן ציון לכל אחד מרכבי המשפחה, נסכם את ציוני כל כלי הרכב לציון רכב מאוחד שייצג את כל כלי רכב משפחת הנהג על שנות ייצורם. את ציון הרכב (שהוא ערך רציף) נחלק בין ארבעה סלים כך:

- 0 – עבור ציון רכב 0 (דהיינו, משפחה ללא כלי רכב; לפחות לא בבעלותה)
- 1 – עבור ציון רכב בין 0 ל-0.1
- 2 – עבור ציון רכב בין 0.1 ו-0.4
- 3 – עבור ציון רכב בין 0.4 ו-2.3
- 4 – עבור ציון רכב הגבוה מ-2.3

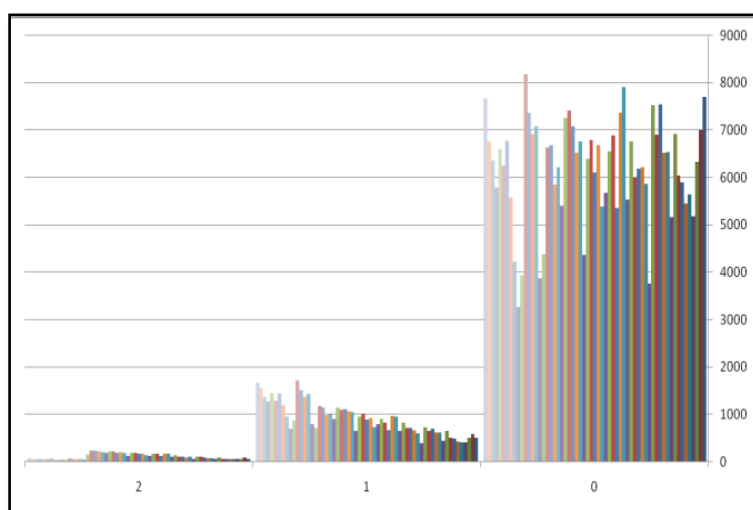
<sup>1</sup> יכולת ההסבר חלקית, היות ובבסיס הנתונים קיימים נתונים רק עבור כלי הרכב שבבעלות האב או האם ולא קיימים נתונים לגבי כלי רכב במשפחה שהם בבעלות הנהג הצעיר, בהשכרה או בהחכר.

ב. ציון על פי נפח מנוע מקסימאלי – משתנה המציין את נפח המנוע המקסימאלי לרכבי המשפחה בבעלות. ההנחה היא שלשם רכישת והחזקת רכב עם נפח מנוע גבוה, נדרש מצב סוציו-אקונומי גבוה.

### 5.2.3 יצירת ונרמול משתנה מוסבר

המשתנה המוסבר בגישה הקודמת סבל מפערים והטיות כפי שתואר בסעיף 4.6. פתרון לפערים שהוצגו עשוי להיות בהגדרת משתנה מוסבר המציין את מספר התאונות שבוצעו על ידי הנהג הצעיר (בין אם הוא הואשם ו/או הורשע באחת או יותר מהן). באופן זה, מעורבות בתאונות של נהג לא תהיה תלויה האם המשטרה הספיקה לבדוק אשמתו בתאונה או בית המשפט הספיק להרשיע אותו. כך, נהגים שהמשטרה עדיין לא קבעה אשמתם או נהגים שבית המשפט עדיין לא הרשיעם (על פי המידע בקובץ שלנו המעודכן ל-2008) לא יאוחדו לצורך המידול עם נהגים לא אשמים או לא מורשעים ויטו עי"כ את המודל ויפגעו בדיוקו. יש לשים לב שמשתנה מוסבר זה מספק מידע רק על מספר התאונות שביצע הנהג ולא מתייחס לחומרתן. בגישה הראשונה, לעומת זאת, ניצלנו רק את התאונה עם החומרה הגבוהה ביותר, כך שלגישה השנייה קיים יתרון (סופרים את כל התאונות) אך גם חיסרון (מאבדים את המידע על חומרת התאונות). חיסרון נוסף הוא שאנו סופרים גם תאונות בהם הנהג לא יואשם/יורשע בסופו של דבר. גם את מספר התאונות שבוצעו על ידי הנהג ננרמל בותק הנהיגה, כפי שעשינו לעבירות (פרק 5.2.1), והתפלגות משתנה זה, הנקרא NumofAccidents, מוצגת באיור 32. עבור כל סל, מוצג מספר התאונות עבור ותק נהיגה העולה מימין לשמאל. ניתן לראות בסלים 1 ו-2 שעדיין מספר התאונות עולה ככל שותק הנהיגה גדל, אך הנרמול צמצם מגמה זו. המשתנה המוסבר החדש מקבל 3 ערכים:

- 0 לייצג נהגים שלא ביצעו תאונות
- 1 לייצג נהגים שעשו תאונה אחת או 2 תאונות ב-6-7 שנים.
- 2 לייצג נהגים שביצעו מספר תאונות גבוה יותר



איור 32 - התפלגות ריבוע מספר התאונות מנורמל בותק הנהיגה לאחר חלוקה ל-3 סלים

## 5.2.4 בחירת משתנים ואיזון נתונים

כפי שתואר בפרק 1, לפני שלב המידול, יש לבחור את המשתנים המשמעותיים לייצוג הנהגים. משתני העבירות הוחלפו במשתי העבירות החדשים; כך גם המשתנה המוסבר. כמו כן, נוספו המשתנים החדשים. לאחר ביצוע התהליך נבחרו 21 משתנים, כפי שמתואר באיור 33.

|                                     | Rank | Field                  | Measurement |
|-------------------------------------|------|------------------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1    | NumberOfBriratMishp... | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2    | ofnoa_ind              | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | min                    | Flag        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | Driving_Seniority      | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5    | Limitation_Other       | Flag        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6    | NumberOfHazmnaLe...    | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7    | Limitation_Medical     | Flag        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8    | NumberOfWarningBin     | Flag        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9    | Zturat_yeshuv          | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10   | shiuch                 | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11   | Dadeducg               | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12   | momeducg               | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13   | mahoznafa              | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14   | Limitation_Cripple     | Flag        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15   | v_oy                   | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16   | St_indication_or       | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17   | mursheem               | Flag        |
| <input type="checkbox"/>            | 18   | KvutzaAv               | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19   | KvutzaUchlusiya        | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 20   | KvutzaEm               | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21   | YabeshetEm             | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 22   | matzavem               | Nominal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23   | YabeshetAv             | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 24   | Max_Volume             | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25   | GradeFamilyCarsBin     | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 26   | NumOfCars              | Ordinal     |
| <input type="checkbox"/>            | 27   | matzavav               | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 28   | gil                    | Ordinal     |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 29   | Yabeshet               | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 30   | mursheav               | Flag        |
| <input type="checkbox"/>            | 31   | Limitation_Glasses     | Flag        |
| <input type="checkbox"/>            | 32   | AliyaEmg               | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 33   | AliyaAvg               | Nominal     |
| <input type="checkbox"/>            | 34   | aliyag                 | Nominal     |

איור 33 - המשתנים שנבחרו למידול בגישה השנייה

המשתנים נבחרו עפ"י השיקולים הבאים:

1. ערך מתאם גבוה במבחן קרמר.
2. משתנים שאינם בעלי מתאם גבוה עם משתנים אחרים
3. מידע מהספרות המצביע על חשיבות גבוהה של המשתנה או רצון לבחון השפעת משתנים בעלי אופי דמוגרפי וסוציו-אקונומי (זוהי הסיבה שנבחרו גם משתנים שלא נמצאו כחשובים במבחן; במידה וימצא בהמשך שתרומתם מועטה, יורדו כחלק מתהליך המידול)

לאחר בחירת המשתנים, טופל בסיס הנתונים לצורך איזון על ידי שיטת דגימת חסר, כפי שתואר בפרק 1. כ-4,000 תצפיות, שהם 70% ממחלקת המיעוט (ערך 2 במשתנה תאונות), הוקצו לסט האימון, וכ-1,700 תצפיות, שהם כ-30% ממחלקה זו, הוקצו לסט הבחינה. עבור סט האימון, נבחרו באופן אקראי מהמחלקות שנותרו (ערך 1/0 במשתנה תאונות) מספר תצפיות כפול ממספר התצפיות של מחלקת המיעוט (כ-8,000 תצפיות), ושאר התצפיות הועברו לסט הבחינה. באופן זה התקבל סט אימון ובו יחס של 1:2:2 עבור המחלקות 2/1/0. חוסר איזון זה יטופל בתהליך האיזון על ידי מתן קנסות.

## 5.3 מידול והערכה בגישה השנייה

בסיום שלב הכנת הנתונים נבחרו 20 משתנים (ללא משתנה ותק נהיגה, שהשפעתו הוכנסה דרך נרמול מספרי העבירות והתאונות), ועל משתנים אלה הורצו 14 מודלים: שמונה מודלי עץ החלטה ושישה מודלי רשת נוירונאלית, הנבדלים זה מזה במספר פרמטרים (נספח 3). מטרת כל המודלים הייתה הסבר וחיזוי המשתנה המוסבר החדש: מספר תאונות מנורמל של הנהג הצעיר. אחוזי הדיוק של המודלים על סט האימון, סט הבחינה, וכ"א משלוש המחלקות (0, 1 ו-2; ראה פרק 5.2.3) על סט הבחינה מפורטים בטבלה 48. אחוזי הדיוק על סט הבחינה די דומים לאחוזי הדיוק בבחינה על מחלקה 0 (נהגים שלא ביצעו תאונות), היות והיא בעלת מספר הדוגמאות הגבוה ביותר מבין המחלקות בסט הבחינה. בנוסף, היות ומחלקה זו שונה מהותית משתי המחלקות האחרות (המייצגות נהגים שביצעו תאונות), הדיוק עליה לרוב גבוה מאשר על המחלקות האחרות ומכאן גם לרוב הדיוק בבחינה גבוה מזה שבאימון, מה שלא אופייני למערכת לומדת.

| סוג מודל        | סט אימון | סט בחינה | מחלקה "0" | מחלקה "1" | מחלקה "2" |
|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| עץ החלטה 1      | 61.26%   | 57.73%   | 53.84%    | 53.79%    | 29.74%    |
| עץ החלטה 2      | 59.35%   | 57.14%   | 57.69%    | 53.82%    | 28.70%    |
| עץ החלטה 3      | 58.44%   | 56.35%   | 56.85%    | 53.35%    | 29.16%    |
| עץ החלטה 4      | 62.94%   | 52.86%   | 52.98%    | 52.84%    | 29.91%    |
| עץ החלטה 5      | 61.61%   | 53.36%   | 53.41%    | 53.89%    | 29.56%    |
| עץ החלטה 6      | 54.41%   | 60.43%   | 61.31%    | 54.62%    | 26.74%    |
| עץ החלטה 7      | 56.69%   | 46.08%   | 47.01%    | 38.42%    | 48.47%    |
| עץ החלטה 8      | 53.49%   | 19.92%   | 12.14%    | 82.70%    | 25.99%    |
| ר. נוירונאלית 1 | 51.27%   | 60.16%   | 61.14%    | 53.45%    | 27.60%    |
| ר. נוירונאלית 2 | 51.93%   | 60.72%   | 61.72%    | 53.90%    | 28.99%    |
| ר. נוירונאלית 3 | 53.10%   | 61.20%   | 62.32%    | 53.32%    | 30.61%    |
| ר. נוירונאלית 4 | 51.93%   | 59.64%   | 60.49%    | 53.98%    | 28.81%    |
| ר. נוירונאלית 5 | 51.87%   | 62.30%   | 63.73%    | 51.94%    | 30.25%    |
| ר. נוירונאלית 6 | 51.88%   | 62.07%   | 63.78%    | 52.66%    | 29.91%    |

טבלה 48 - אחוזי דיוק 14 מודלים לחיזוי מספר תאונות נהג צעיר באימון, בחינה ובחינה על כל מחלקה בנפרד

אחוזי הדיוק של המודלים הטובים ביותר נעים סביב ה-60% בבחינה (הם היו, לשם ההשוואה, 57% בגישה הראשונה, כשסיווגנו בין 3 מחלקות של מעורבות בתאונות). יחד עם זאת, דיוק סיווג מחלקה 2 נמוך יחסית לדיוק סיווג שתי המחלקות האחרות עקב ההבדלים הגדולים בין מחלקה זו (נהגים שביצעו מספר רב של תאונות) לאחרות ועקב מיעוט הדוגמאות ממחלקה זו ששימשו בזמן האימון. מודלים שניתן להצביע עליהם כטובים יחסית הם הרשתות הנוירונאליות 3 ו-5 שסיווגו נכונה כשני שליש מהנהגים השייכים למחלקה 0, כחצי מהנהגים במחלקה 1 וכשליש מהנהגים במחלקה 2. למודלים אלה – כמו לרוב המודלים בטבלה 48 – יתרון בכך שבהסתברות נמוכה יחסית יצביעו על נהג עם מעורבות נמוכה כעל נהג עם מעורבות גבוהה אך מצד שני יצליחו רק באופן חלקי לזהות נהג עם מעורבות גבוהה. עבור עצי החלטה 7 ו-8 נעשה שימוש בפרמטרים (קנסות) המעודדים סיווג נכון של מחלקות 2 ו-1, בהתאמה, כפי שטבלה 48 ממחישה, אך פרמטרים אלה הובילו את המודלים



לסיווג מאוד לא מדויק על שתי המחלקות האחרות ובסה"כ לדיוק ממוצע נמוך יחסית. יחד עם זאת, מודלים אלה ממחישים את היכולת הקיימת למשתמש להשפיע בעזרת בחירת פרמטרי המודלים על שלב האימון, כך שיכולת הסיווג של המודל על מחלקה מסוימת בה יש למשתמש עניין תהיה גבוהה במיוחד.

## 5.4 סטטיסטיקה תיאורית לאור תוצאות המידול

טבלה 49 מציגה עבור כל מודל מבין ה-14 את חמשת המשתנים שנבחרו כמסבירים הטובים ביותר (נספח 3). בשורה האחרונה בטבלה סיכמנו את מספר המודלים בהם הופיע כל אחד מהמשתנים.

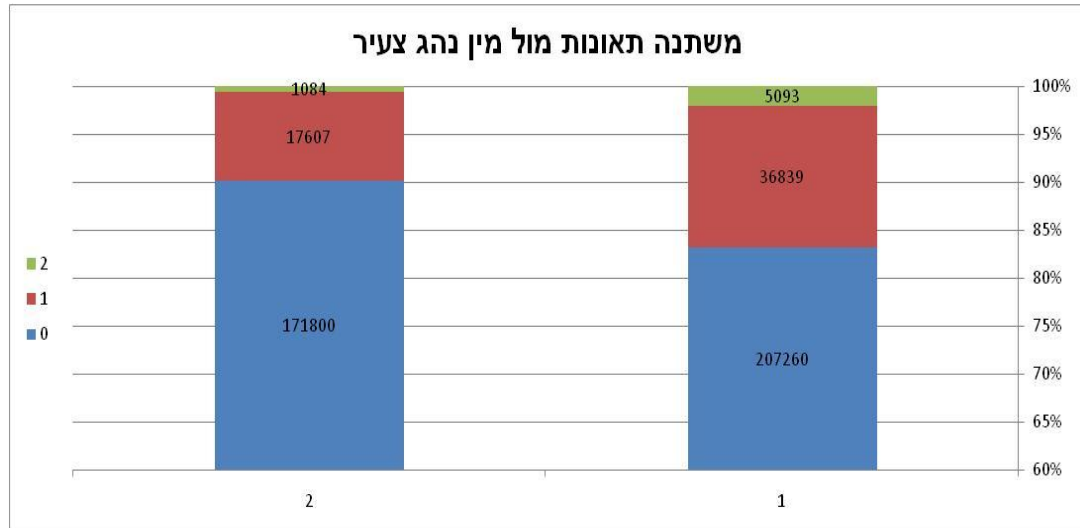
| משתנה<br>סוג מודל | מגדר | עבירות<br>לדין | עבירות<br>ברירת<br>משפט | עבירות<br>אזהרה | רישיון<br>לאופנוע | צורת<br>ישוב | הגבלה<br>רפואית | הגבלה<br>"אחר" | סוג<br>פעילות<br>אור ירוק | ותק<br>אור<br>ירוק | יבשת<br>לידה | יבשת<br>אם | יבשת<br>אב | שנות<br>לימוד<br>אם | ציון<br>רכב |
|-------------------|------|----------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|----------------|---------------------------|--------------------|--------------|------------|------------|---------------------|-------------|
| עץ 1              |      | 1              | 1                       |                 | 1                 |              | 1               |                |                           |                    | 1            |            |            |                     |             |
| עץ 2              |      | 1              | 1                       | 1               | 1                 |              |                 |                |                           |                    |              | 1          |            |                     |             |
| עץ 3              | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           |                    | 1            |            |            |                     |             |
| עץ 4              |      | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                | 1                         |                    | 1            |            |            |                     |             |
| עץ 5              | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           |                    | 1            |            |            |                     |             |
| עץ 6              | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           |                    |              |            | 1          |                     |             |
| עץ 7              |      | 1              | 1                       |                 | 1                 |              | 1               |                |                           |                    |              |            | 1          |                     |             |
| עץ 8              |      | 1              | 1                       |                 | 1                 |              | 1               |                |                           |                    | 1            |            |            |                     |             |
| רשת 1             |      |                | 1                       |                 | 1                 | 1            |                 |                |                           |                    |              |            |            | 1                   | 1           |
| רשת 2             | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           |                    |              |            |            | 1                   |             |
| רשת 3             | 1    | 1              |                         |                 | 1                 |              |                 | 1              |                           |                    |              |            |            | 1                   |             |
| רשת 4             |      |                | 1                       |                 | 1                 | 1            |                 |                | 1                         |                    | 1            |            |            |                     |             |
| רשת 5             | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           | 1                  |              |            |            |                     |             |
| רשת 6             | 1    | 1              | 1                       |                 | 1                 |              |                 |                |                           | 1                  |              |            |            |                     |             |
| סה"כ              | 7    | 12             | 13                      | 1               | 14                | 2            | 3               | 1              | 2                         | 2                  | 6            | 1          | 2          | 3                   | 1           |

טבלה 49 - המשתנים המסבירים הטובים ביותר במודלים השונים

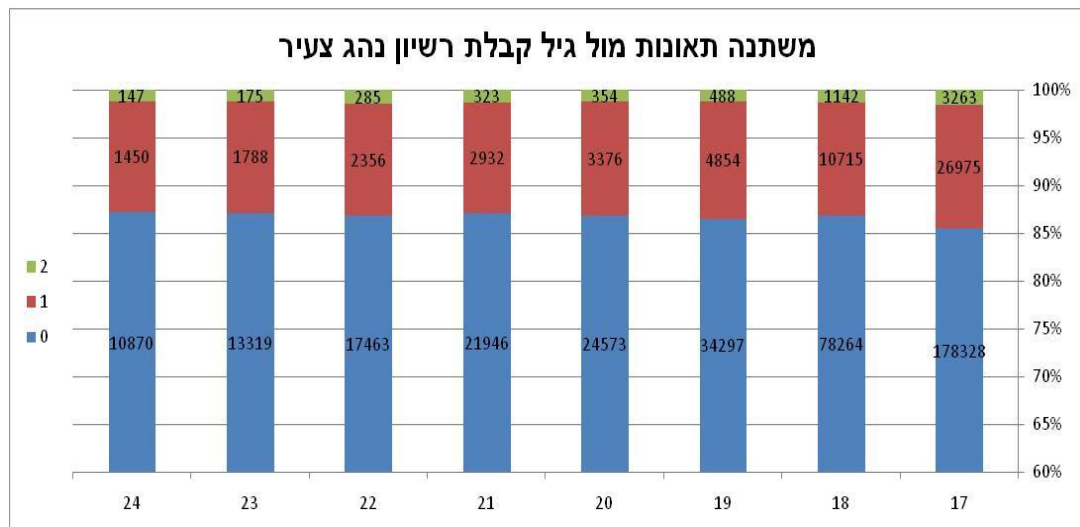
ניתן לראות שעם הורדת משתנה ותק הנהיגה (כרגע משתנה זה רק מנרמל את מספרי התאונות והעבירות), מופיעים כעת מספר משתנים מסבירים טובים שקודם לא בלטו. בנוסף למשתני מספר העבירות שהופיעו גם בגישה הראשונה, מופיע כעת גם משתנה קבלת רישיון לאופנוע (וכעת הוא מופיע בכל המודלים כמשתנה מסביר חשוב ולרוב גם כחשוב ביותר) ומשתנה מגדר הנהג. המשתנה הנוסף המעניין שהתווסף הינו יבשת לידה. גם שני משתני אור ירוק (אופן וותק מפגש אור ירוק) מופיעים בארבעה מהמודלים (כ"א מהמשתנים בשני מודלים שונים), כאשר שניים ממודלים אלה (רשת מספר 3 ורשת מספר 5) הם המדויקים ביותר מבין כל 14 המודלים. נציג את התפלגות משתנים אלה מול המשתנה המוסבר.

#### 5.4.1 משתנים דמוגרפים נהג צעיר

ניתן להתרשם מהתפלגות המגדר (איור 34) ומהתפלגות הגיל (איור 35) אל מול המשתנה המוסבר החדש (מספר התאונות) ולראות מגמות שכבר ראינו בגישה הראשונה, כמו זו שנהגים (1) מעורבים ביותר תאונות מאשר נהגות (2) עבור שתי מחלקות התאונה (1 ו-2; פרק 5.2.3) וכמו זו שככל שגיל הוצאת הרישיון צעיר יותר, כך גדלה המעורבות בתאונות הדרכים (לשתי מחלקות התאונה).



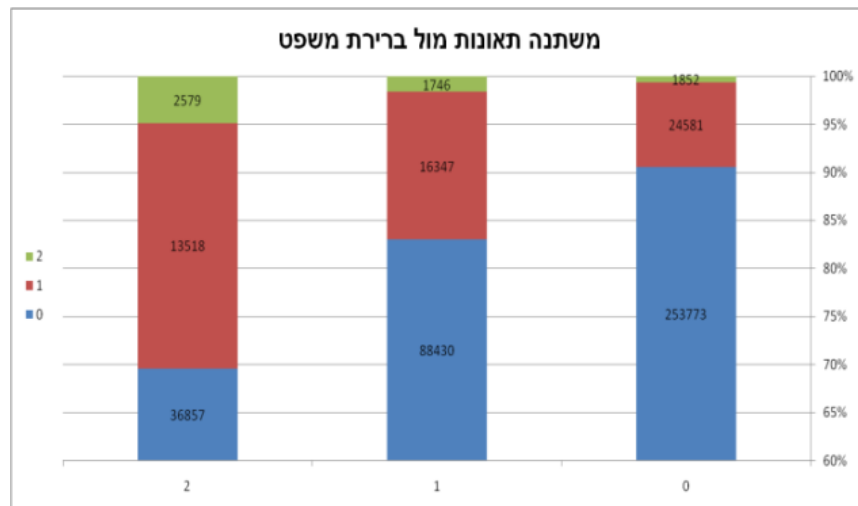
איור 34 - משתנה מספר תאונות מול מין (מגדר) נהג צעיר (1 – זכר)



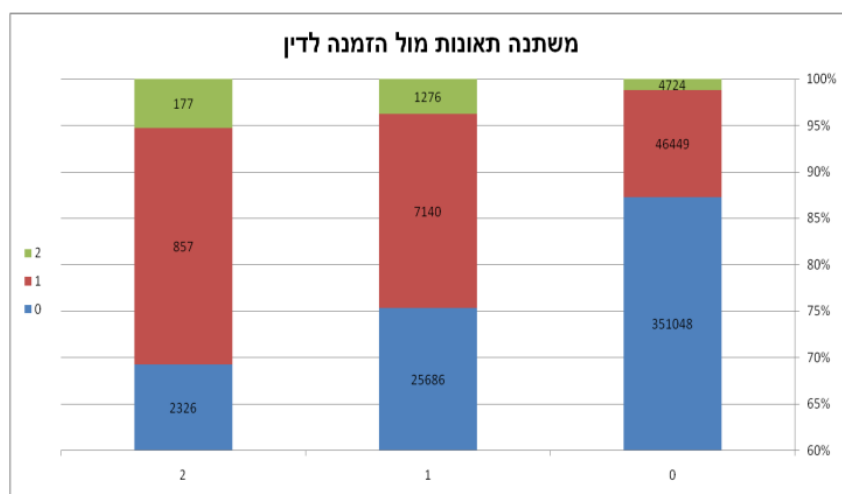
איור 35 - משתנה מספר תאונות מול גיל (בין 17 ל-24) קבלת רישיון נהג צעיר

## 5.4.2 משתני עבירות

כפי שראינו עבור הגישה הראשונה, גם כאן ניתן לראות מהתבוננות<sup>2</sup> באיור 36, איור 37 ואיור 38, שכלל שמספר העבירות מכל סוג (מנורמל בותק הנהיגה) שהנהג מבצע גדול יותר, כך גדלים סיכוי להיות מעורב ביותר תאונות דרכים. רואים זאת באיורים בגידול בחלקי העמודה האדום (תאונה אחת ב-7 שנים או 2 תאונות ב-6-7 שנים) והירוק (מספר גדול יותר של תאונות) ע"ח החלק הכחול (0 תאונות), ככל שמספר העבירות גדל. ניתן לומר שהעבירה המשמעותית ביותר היא הזמנה לדין, כשלאחריה ברירת משפט ולבסוף אזהרה. לנהג שמספר העבירות מסוג הזמנה לדין שביצע ממקם אותו בסל 1 של עבירות אלה (סל אמצעי באיור 37) פוטנציאל גדול יותר להיות מעורב בתאונות דרכים מאשר לנהג שמספר העבירות מסוג ברירת משפט שביצע ממקם אותו בסל 1 של עבירות אלה (סל אמצעי באיור 36). במקרה של מספר עבירות גדול יותר (דהיינו, סל 2), אין הבדל בין שני סוגי העבירות מבחינת הקשר שלהם למעורבות בתאונות.

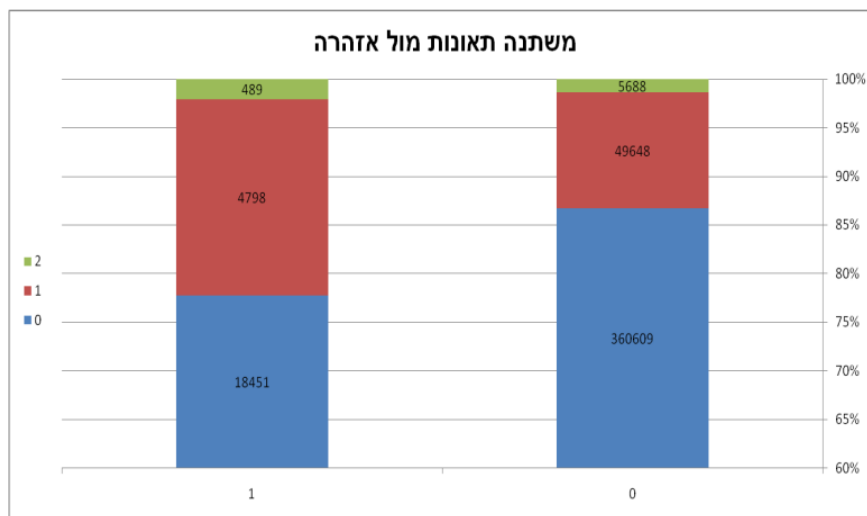


איור 36 - מספר תאונות מול עבירות מסוג ברירת משפט. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק 5.2.1)



איור 37 - מספר תאונות מול עבירות מסוג הזמנה לדין. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק 5.2.1)

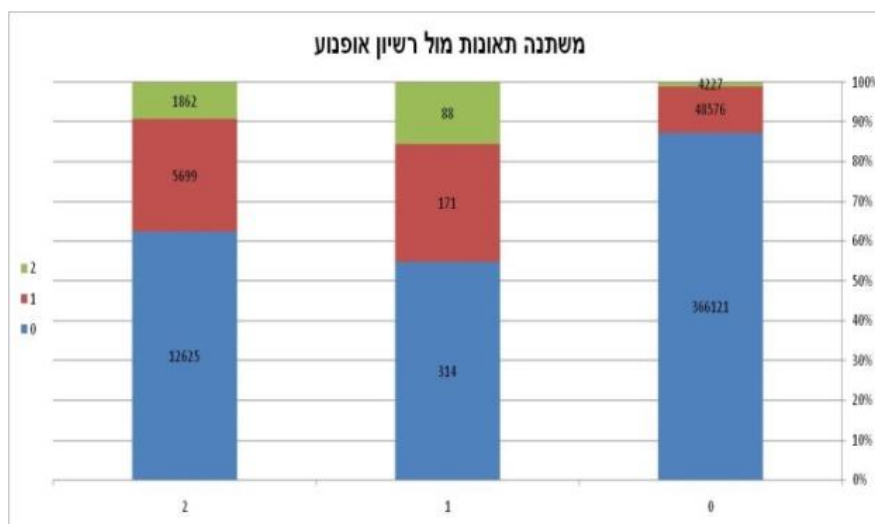
<sup>2</sup> להתרשמות נכונה, יש להתייחס באיורים לחלק היחסי של כל צבע בכל אחת מהעמודות (משמע, אחוזי השייכות לכל מחלקה). המספרים על העמודות מייצגים את מספר הנהגים בכל קטגוריה.



איור 38 - מספר תאונות מול עבירות מסוג אזהרה. העמודות מייצגות מספר עבירות (פרק 5.2.1)

### 5.4.3 משתנה רישיון לאופנוע

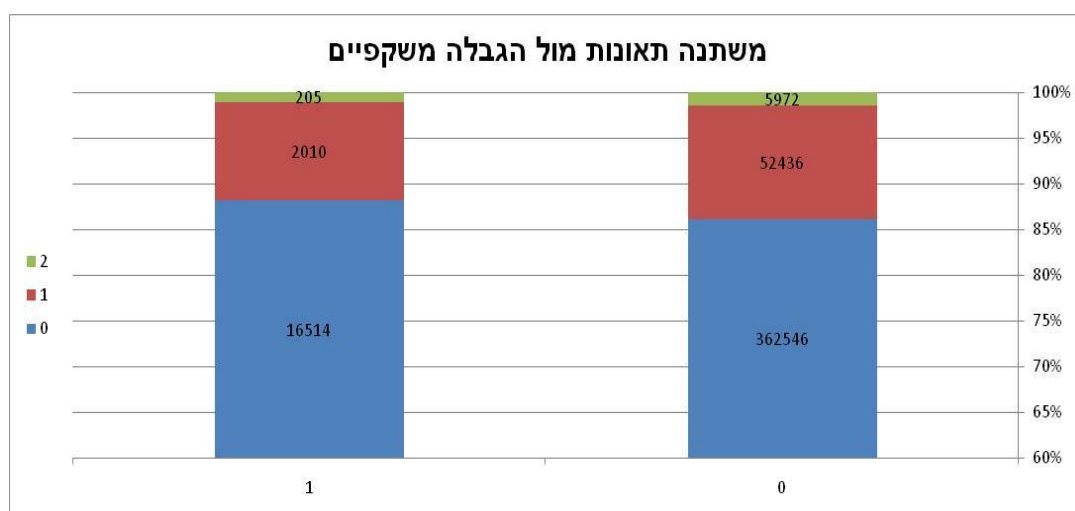
באיור 39 ניתן לראות מגמה מוכרת מהניתוח בגישה הראשונה על פיה לנהגים שהוציאו רישיון לאופנוע (1 – לפני הוצאת רישיון 02 ו-2 – אחרי הוצאת רישיון 02 או באותה השנה) יש נטייה גבוהה יותר למעורבות בתאונות דרכים מאשר נהגים שלא הוציאו רישיון לאופנוע (0). עיקר הבעיה היא אצל נהגים שהוציאו רישיון לאופנוע לפני הוצאת רישיון 02, היות ומעורבותם במספר גבוה של תאונות (חלק ירוק) גדולה במיוחד.



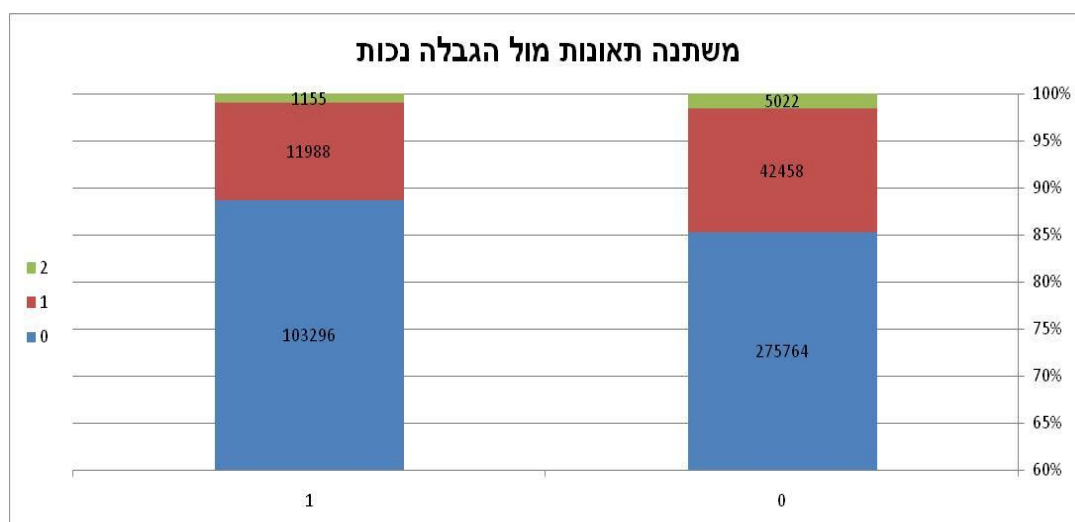
איור 39 - מספר תאונות מול קבלת רישיון אופנוע

#### 5.4.4 משתני הגבלות רפואיות

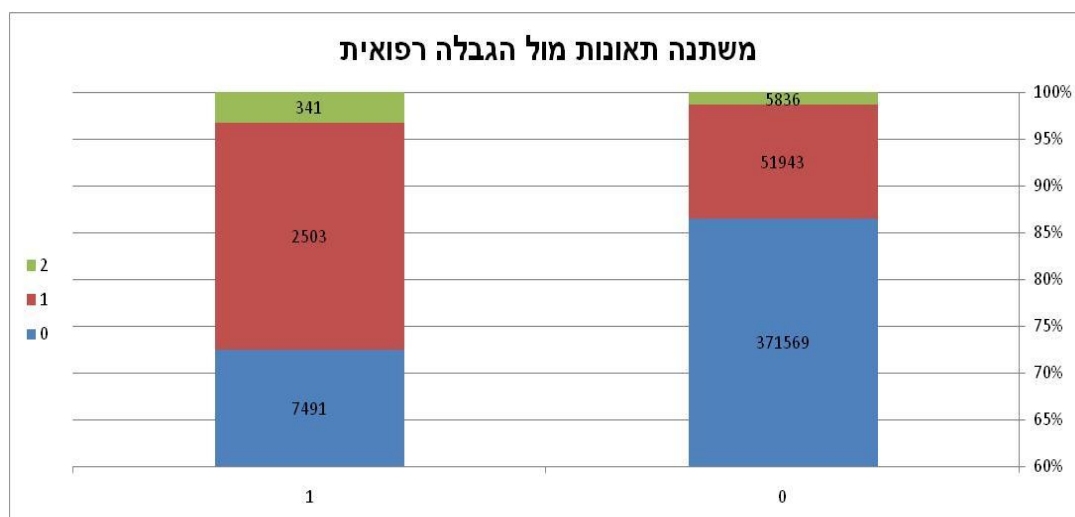
איור 40 מראה כי נהגים צעירים המרכיבים משקפיים (1) מעורבים בתאונות דרכים מעט פחות מנהגים שאינם מרכיבים משקפיים, ואיור 41 מראה מגמה דומה עבור נהגים צעירים נכים (1). לעומתם, איור 42 ואיור 43 מראים מגמה הפוכה על פיה נהגים צעירים להם הגבלה רפואית (שאינה משקפים או נכות, על פי הגדרת ההגבלות הרפואיות של הלמ"ס) או מגבלה "אחרת" מעורבים יותר בתאונות מאשר נהגים ללא מגבלות אלה. אך בעוד ההבדלים במעורבות עבור שתי ההגבלות הראשונות (משקפיים ונכות) אינם משמעותיים, ההבדלים במעורבות עבור ההגבלה הרפואית וההגבלה האחרת משמעותיים ביותר.



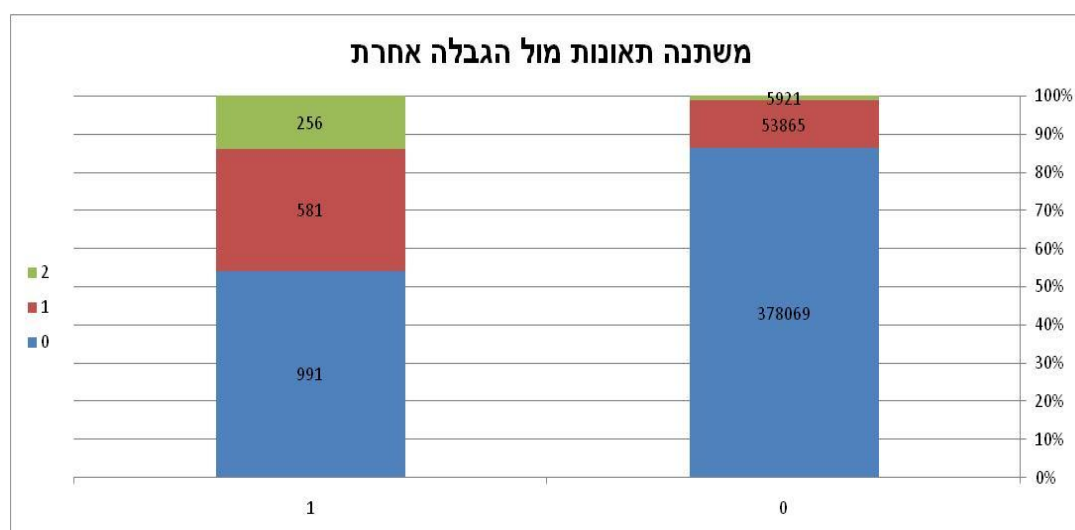
איור 40 - מספר תאונות מול הגבלת משקפיים



איור 41 - מספר תאונות מול הגבלת נכות



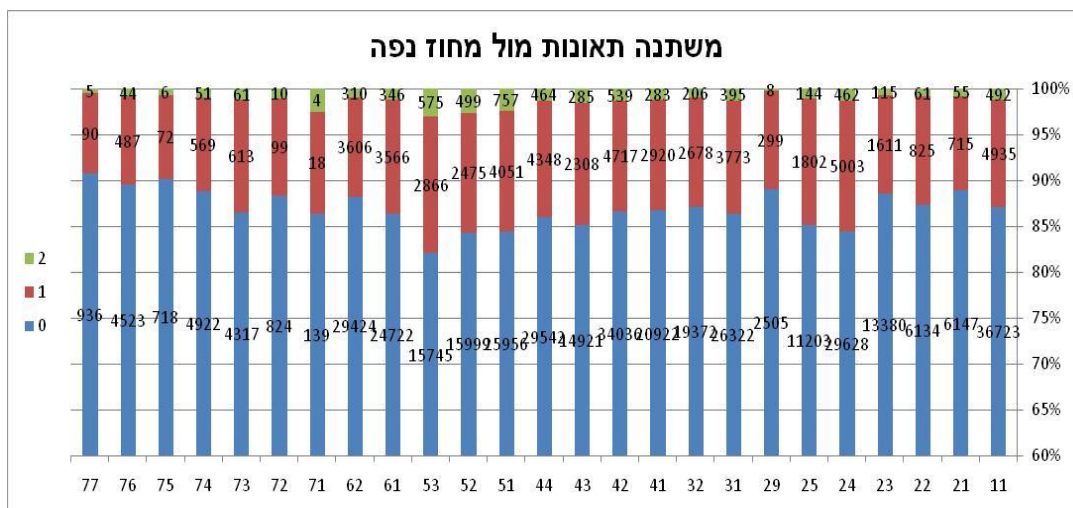
איור 42 - מספר תאונות מול הגבלה רפואית



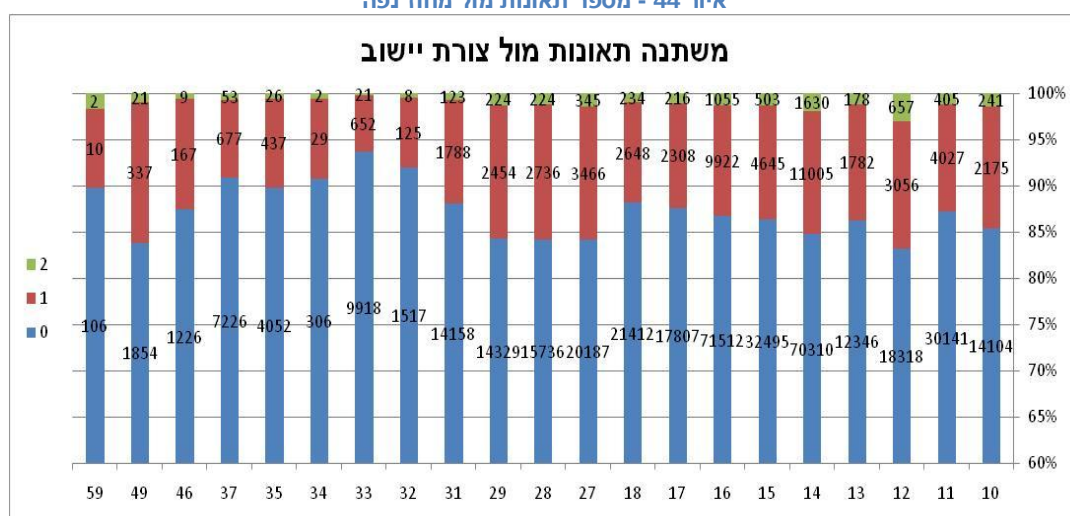
איור 43 - מספר תאונות מול הגבלה "אחרת"

## 5.4.5 משתני מגורים

באיור 44 ניתן לראות את התפלגות משתנה מחוז-נפה אל מול המשתנה המוסבר, עם דגש על נפות (פירוט מופיע בנספח 4), בעוד הדגש בגישה הראשונה היה על מחוזות. ניתן לומר שהנפות (ותת-נפות) בהם האחוז הגדול ביותר של נהגים שביצעו את מספר התאונות הרב ביותר הינם: 53 (חולון, כנראה עם בתים, שלא מופיעה בפני עצמה בלוחות למ"ס), 24 (עכו), 52 (רמת גן), 51 (תל אביב), 25 (נצרת) ו-43 (רמלה). איור 45 מציג את התפלגות המשתנה צורת יישוב אל מול המשתנה המוסבר (פירוט מופיע בנספח 4), וממנו רואים שהיישובים בהם האחוז הגדול ביותר של נהגים שביצעו את מספר התאונות הרב ביותר הינם: 12 (תל אביב), 27, 28, 29 (כלל היישובים הלא יהודים), 49 (כפרים לא יהודים), 14 (ערים יהודיות בהן מעל 100,000 תושבים) ואפילו גם 10 (ראשון לציון). מכאן, ניתן לומר שמספר התאונות הרב ביותר מבוצע בערים גדולות המאוכלסות על ידי יהודים וביישובים ערביים (או בדויים) מכל סוג שהוא.



**איור 44 - מספר תאונות מול מחוז נפה**



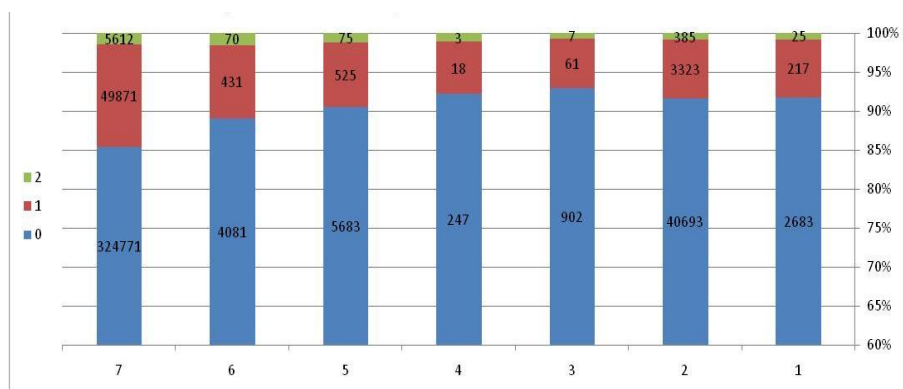
**איור 45 - מספר תאונות מול צורת יישוב**

## 5.4.6 משתני אור ירוק

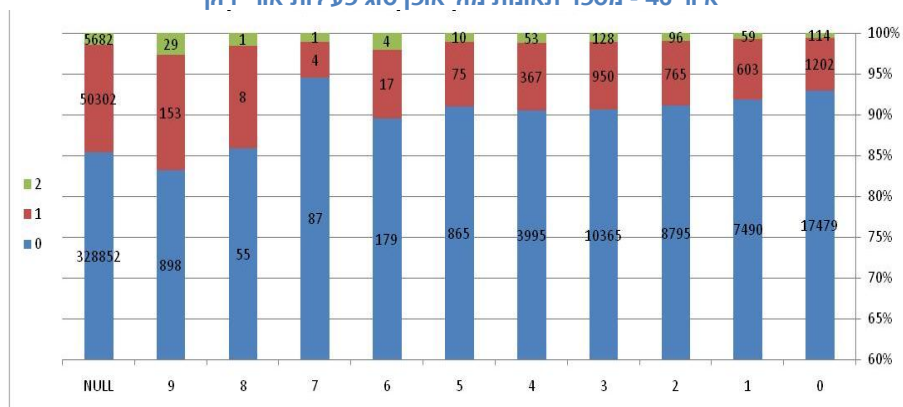
איור 46 מציג מגמה מוכרת (למרות שהמשתנה המוסבר שונה) בהתפלגות סוג פעילות אור ירוק, כאשר נהגים אשר לא השתתפו במפגש אור ירוק (7) מעורבים במספר גדול יותר של תאונות דרכים מאשר נהגים שהוצעה להם הפעילות אך הם סירבו לקבלה (6), ואלה מעורבים במספר גדול יותר של תאונות מאשר נהגים שהשתתפו במפגש (5-1). בנוסף, ניתן לראות שסוג פעילות אור ירוק עבורם מספר התאונות הוא הקטן ביותר הן 1-4 (מתנדב, אישי בשכר, קבוצתי רגיל וקבוצתי פנימייה) עם עדיפות לקבוצתי רגיל. מעניין שבגישה הראשונה סוגי הפעילות העדיפים היו מתנדב וקבוצתי פנימייה, אך בשתי הגישות ההבדלים בין סוגי הפעילות לא היו גדולים ובשתייהן כל סוגי הפעילות היו עדיפות על סירוב להשתתפות במפגש ובעיקר על אי-הצעה להשתתפות.

איור 47 מציג מול המשתנה המוסבר את התפלגות ותק אור ירוק ב-9 תחומים, על פי החלוקה המקורית של הלמ"ס ולא על פי 5 הערכים שנוצרו לאחר שאיחדנו ערכים בגישה הראשונה (פרק 4.4.6). גם האיור הזה מראה שאחוז הנהגים המבצעים מספר רב של תאונות (החלקים הירוק והאדום) בקרב האוכלוסייה לא הצעה פעילות אור ירוק או שסירבו לקבלה (NULL) גבוה באופן משמעותי מאחוז זה אצל המשתתפים במפגש (ערכים 0 עד 9). כאשר מתבוננים בערכים 0-9,

כלומר החל ממועד של יותר מחודשיים לפני הוצאת הרישיון (0) ועד למועד של יותר משישה חודשים לאחר הוצאת הרישיון (9), ניתן לראות עלייה במספר תאונות הדרכים המבוצעות על ידי הנהג הצעיר ככל שהמפגש מתקיים מאוחר יותר (היות ומספר הנהגים שהשתתפו במפגש מתחילת החודש הרביעי לאחר הוצאת הרישיון (ערך 6) ועד לתום החודש השישי (ערך 8) מזערי באופן יחסי, נייחס פחות חשיבות לערכי ותק אלה). ניתן לפיכך לומר ע"ס איור 46 ואיור 47, שפעילות אור ירוק אכן תורמת לירידה במספר התאונות, וככל שהמפגש מתקיים מוקדם יותר – עם עדיפות ללפני הוצאת הרישיון – כך הוא יעיל יותר בהפחתת מספר תאונות נהג צעיר.



איור 46 - מספר תאונות מול אופן סוג פעילות אור ירוק

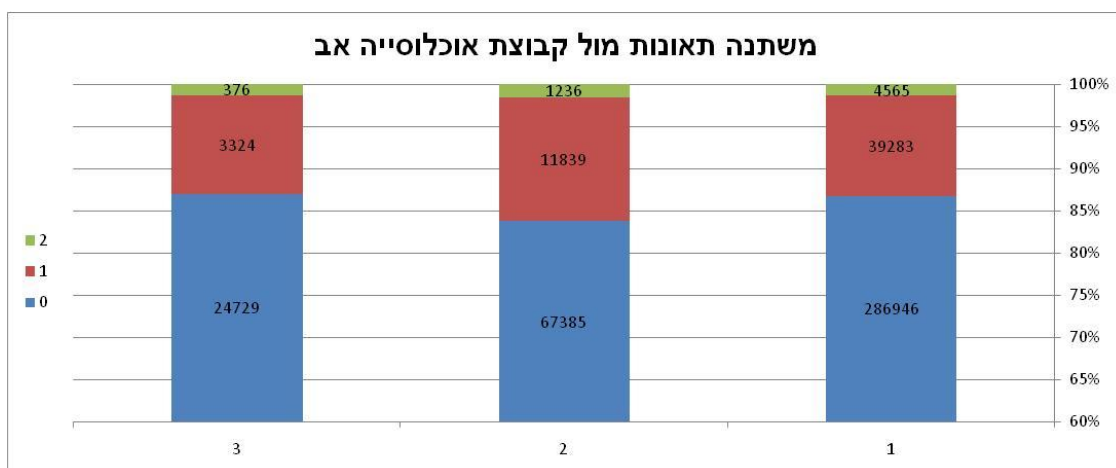


איור 47 - מספר תאונות מול ותק אור ירוק

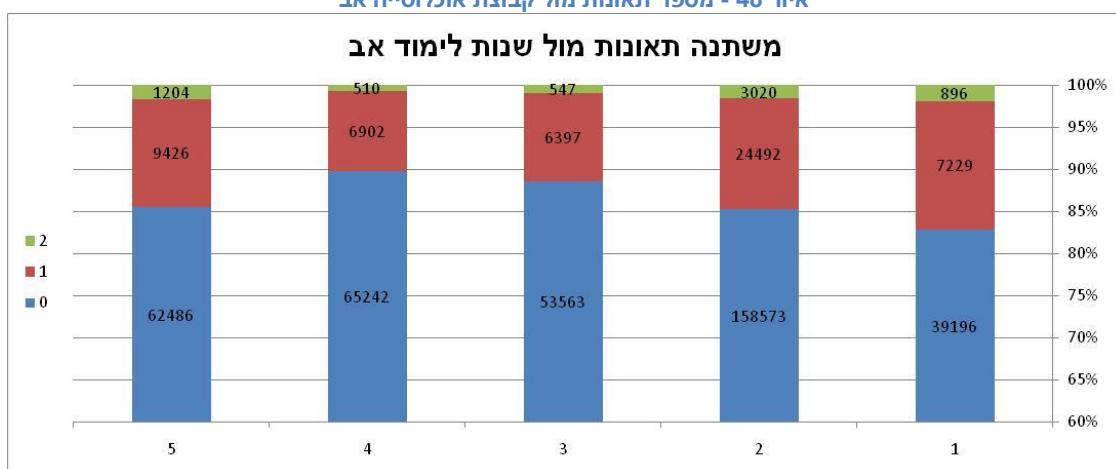
## 5.4.7 משתני אב

איור 48 מראה את התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה של האב – (1) יהודי, (2) ערבי, (3) אחר – אל מול המשתנה המוסבר, וממנו עולה כי נהגים צעירים שאביהם ממוצא ערבי מעורבים במספר גדול יותר של תאונות דרכים לעומת שאר האוכלוסייה. איור 49 מראה את התפלגות משתנה שנות לימוד של האב – (1) 0-8 שנות לימוד, (2) 9-12 שנות לימוד, (3) 13-15 שנות לימוד, (4) 16 שנות לימוד ומעלה, (5) לא ידוע מספר שנות הלימוד של האב – אל מול המשתנה המוסבר, וממנו עולה כי ככל שהאב משכיל יותר, כך מספר תאונות הנהג הצעיר פוחת. איור 50 מראה את התפלגות משתנה אב מורשה לנהוג – (1) מורשה, (2) לא מורשה, NULL לא ידוע – אל מול המשתנה המוסבר וממנו עולה כי נהג צעיר לאב המורשה לנהוג מבצע פחות תאונות דרכים מאשר בן לאב שאינו מורשה לנהוג.

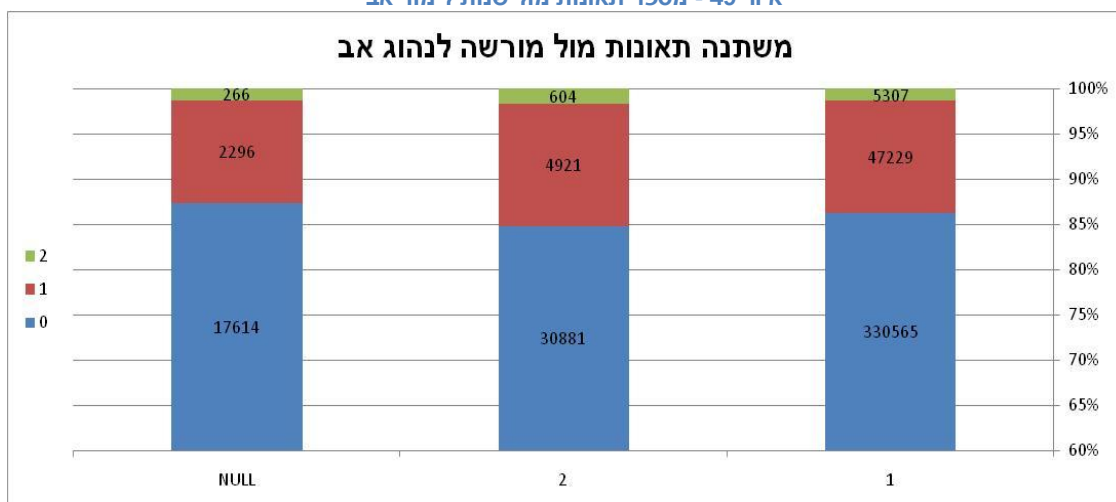




איור 48 - מספר תאונות מול קבוצת אוכלוסייה אב



איור 49 - מספר תאונות מול שנות לימוד אב

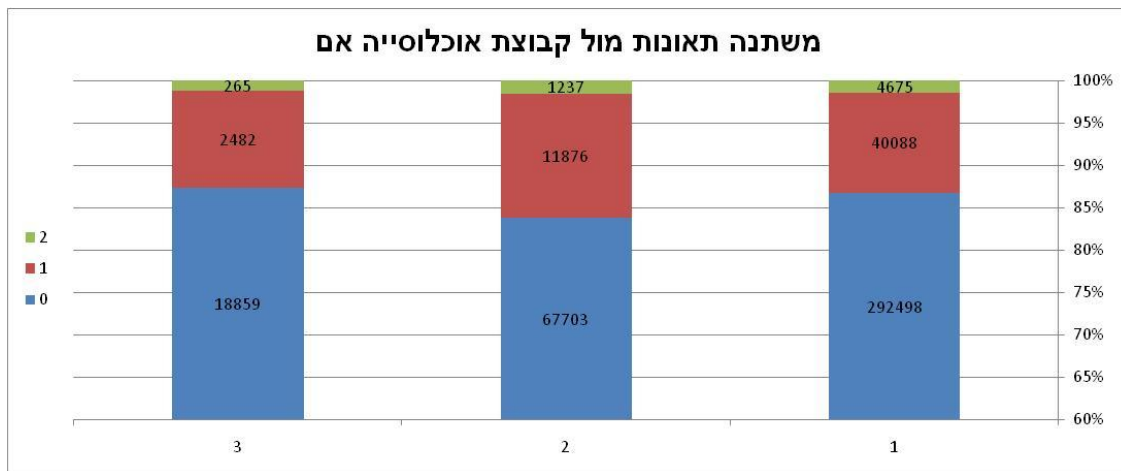


איור 50 - מספר תאונות מול אב מורשה לנהוג

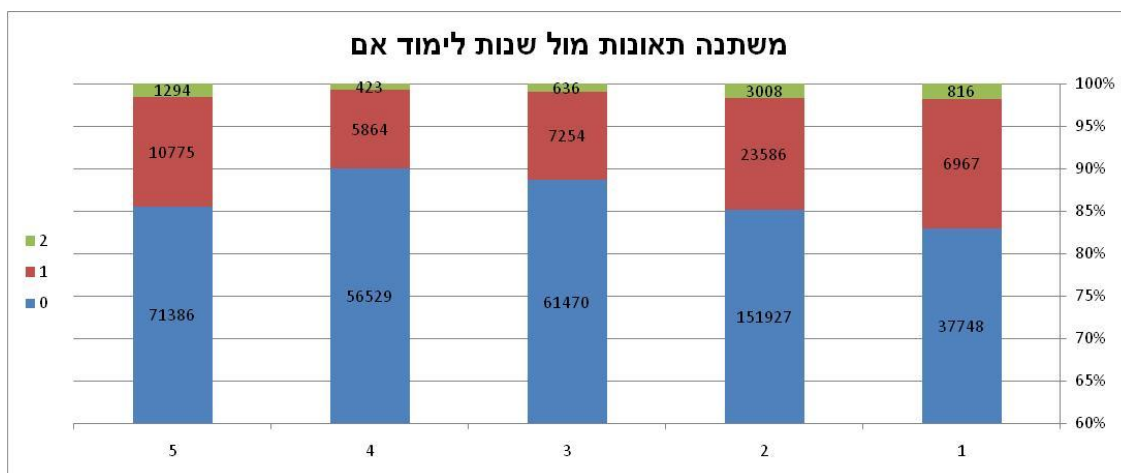
## 5.4.8 משתני אם

איור 51, איור 52 ואיור 53 מציגים את התפלגות המשתנים שהוצגו בפרק 5.4.7 עבור אם הנהג הצעיר. מהאיורים עולה, בהתאמה, כי: (1) נהגים צעירים שאינם ממוצא ערבי מעורבים במספר גדול יותר של תאונות דרכים לעומת שאר האוכלוסייה, (2) ככל שאם הנהג הצעיר משכילה יותר, כך מספר

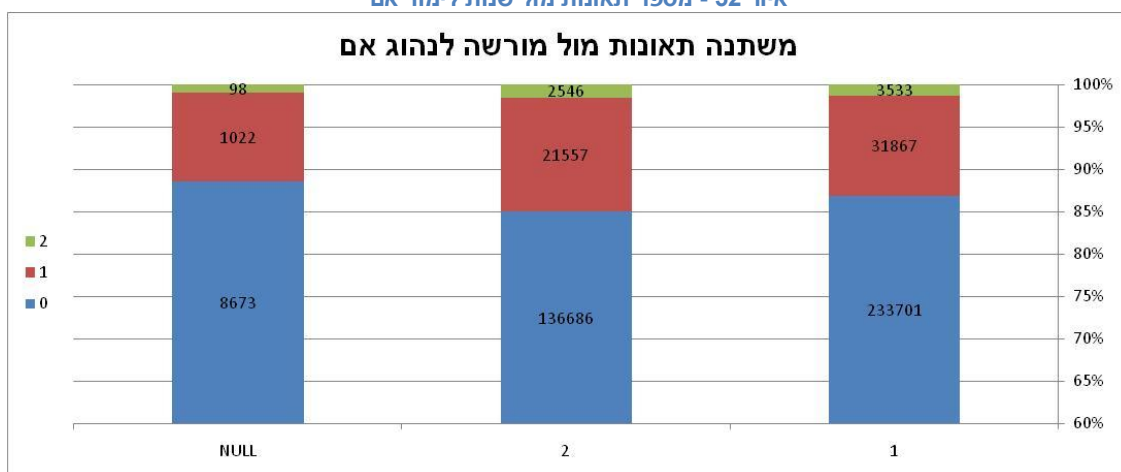
התאונות בהן הנהג הצעיר מעורב קטן יותר, 3) נהג צעיר לאם המורשת לנהוג מעורב במספר קטן יותר של תאונות מאשר בן לאם שאינה מורשת לנהוג.



איור 51 - מספר תאונות מול קבוצת אוכלוסייה אם



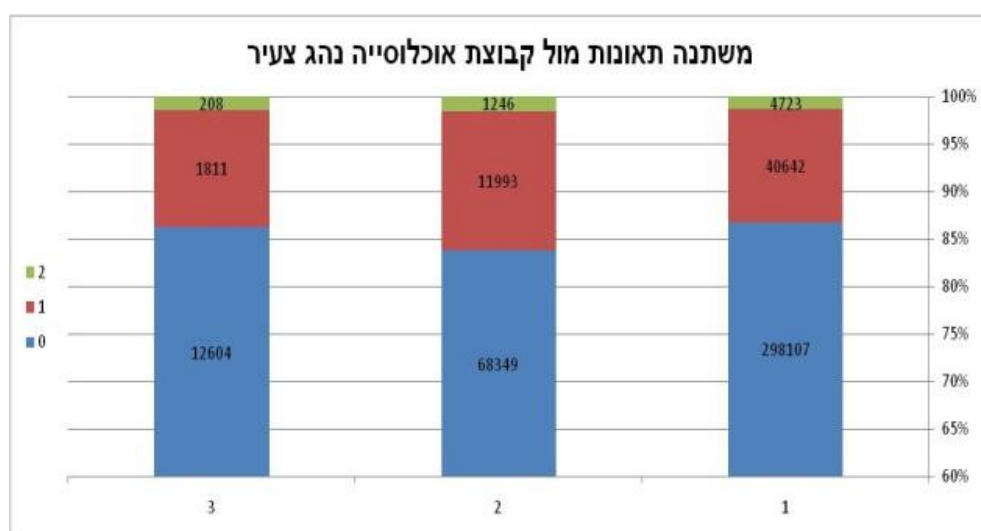
איור 52 - מספר תאונות מול שנות לימוד אם



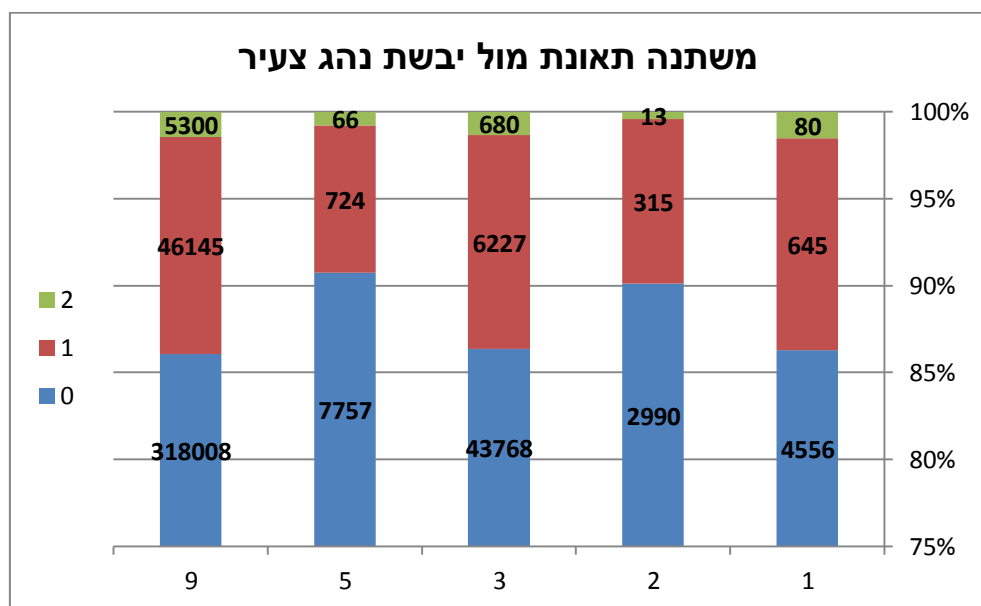
איור 53 - מספר תאונות מול אם מורשה לנהוג

## 5.4.9 משתני נהג צעיר

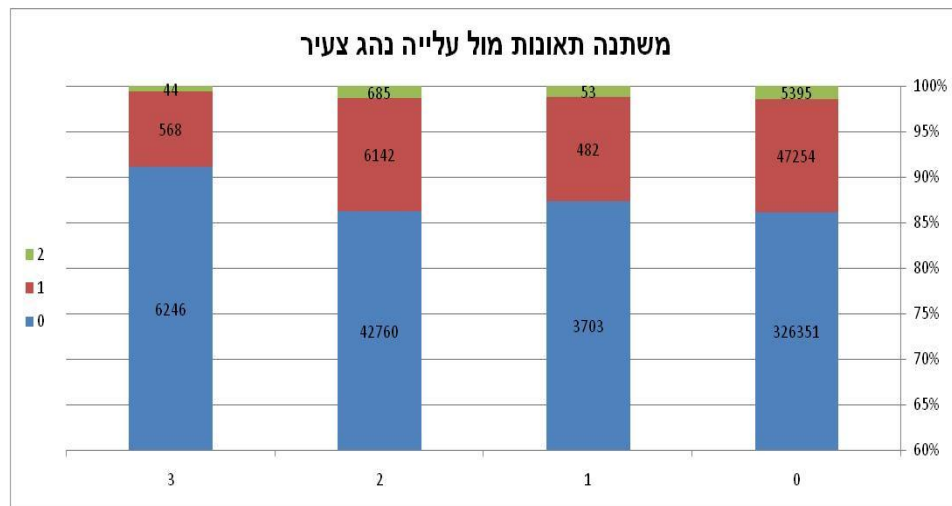
איור 54 מציג את התפלגות קבוצת האוכלוסייה אל מול המוסבר. כפי שראינו בשני תתי-הפרקים הקודמים, מספר התאונות שמבצע נהג צעיר ערבי גבוה מזה שמבצע נהג מקבוצת אוכלוסיה "אחר", שגבוה מזה שמבצע נהג צעיר יהודי. איור 55 מציג את השפעת יבשת המוצא של הנהג – (1) אסיה, (2) אפריקה, (3) אירופה, (5) אמריקה ואוקיאניה ו-(9) ישראל – על מספר תאונות הדרכים שהוא מבצע, ובו נראה שמספר התאונות הרב ביותר הוא של נהגים שמוצאם באסיה, אירופה וישראל. איור 56 מציג את התפלגות שנת העלייה של הנהג הצעיר – (0) לא עלה, (1) עלה עד 1989, (2) עלה בין 1990-2000 ו-(3) עלה החל משנת 2001 – אל מול המשתנה המוסבר, וממנו ניתן לראות שנהגים שעלו לארץ מבצעים פחות תאונות דרכים מאשר ילידי הארץ ושהנהגים צעירים שעלו לארץ לאחר שנת 2001 מבצעים פחות תאונות דרכים מנהגים שעלו לארץ בתקופות מוקדמות יותר.



איור 54 - מספר תאונות מול קבוצת האוכלוסייה של הנהג הצעיר



איור 55 - מספר תאונות מול יבשת מוצא נהג צעיר

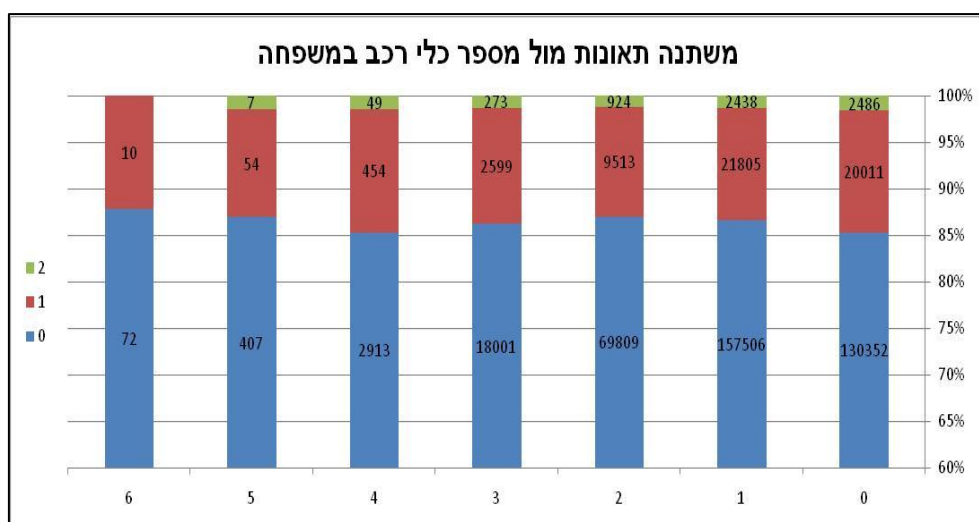


איור 56 - מספר תאונות מול שנת עלייה נהג צעיר

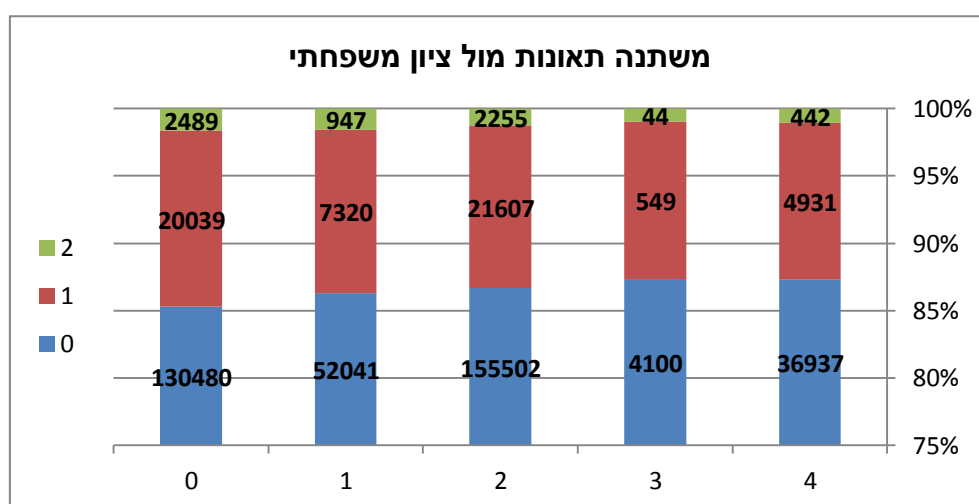
#### 5.4.10 משתנים סוציו-אקונומיים

איור 57 מציג את התפלגות מספר כלי הרכב בבעלות ההורים אל מול המשתנה המוסבר, כאשר המגמה המוצגת לא ברורה לגמרי. למשל, נהג צעיר להורים ללא כלי רכב מעורב במספר גדול יותר של תאונות מאשר נהג להורים בעלי שישה כלי רכב ופחות או יותר באותו מספר תאונות כמו נהג להורים בעלי ארבעה כלי רכב. מוצע להתייחס לנתונים אלה בערבון מוגבל, היות וכאמור בהערה שבפרק 5.2.2, אין בבסיס הנתונים מידע על רכב בבעלות הנהג הצעיר, רכב בהשכרה או רכב בהחכר, כשלפחות במקרה האחרון, מדובר במקור עיקרי לכלי רכב במשפחה הישראלית.

איור 58 מציג את התפלגות ציון הרכב (ציון א') שפיתחנו בפרק 5.2.2, כדי שיחליף את משתני מספר כלי הרכב בבעלות ההורים ושנות הייצור שלהם. ניתן לראות מגמה של ירידה במספר תאונות הדרכים ככל שציון הרכב של המשפחה גבוה יותר. ייתכן לפיכך שנוכל לומר ע"ס איור זה שככל שהמצב הסוציו-אקונומי של המשפחה (אם מוסכם שציון הרכב מבטא מצב זה) טוב יותר, כך מעורב הנהג צעיר בפחות תאונות דרכים. ע"ס זה גם נעדיף את ציון הרכב הזה על פני המשתנים הסוציו-אקונומיים המקוריים, למשל מספר כלי הרכב בבעלות המשפחה (איור 57).



איור 57 - מספר תאונות מול מספר כלי רכב בבעלות ההורים



איור 58 - מספר תאונות מול ציון הרכב של המשפחה

## 5.5 סיכום ממצאי הגישה השנייה

הגישה השנייה התמודדה עם המגבלות של הגישה הראשונה ע"י:

- נרמול עבירות ותאונות בותק הנהיגה והימנעות מצירוף ותק הנהיגה לסט המשתנים המסבירים.
- מעבר למשתנה מוסבר הסופר תאונות ללא קשר אם הן הסתיימו באשמה/הרשעה או לא ועי"כ הימנעות מאיחוד שגוי של תצפיות נהגים לא מואשמים או לא מורשעים עם תצפיות של נהגים שמשקולים טכניים לא הפכו עדיין לאשמים או מורשעים.
- התייחסות לעבירות על פי חומרתן ולא על פי חלוקה אחרת.

המודלים הטובים בגישה השנייה הצליחו לסווג נכונה נהגים משלוש מחלקות המייצגות מספר תאונות שונה בדיוק של כ-62%. עיקר הדיוק הושג ע"י המסווגים על מחלקת הנהגים שלא ביצעו תאונות ועיקר הקושי בסיווג היה על מחלקת הנהגים המבצעים הרבה תאונות.

דבר מעניין ומעודד שגילינו הוא שבשתי הגישות שפיתחנו (פרק 4 ופרק 5), ועל אף הגדרת משתנים מוסברים שונים, נמצאה רשימה דומה של משתנים המסבירים מעורבות בתאונות נהג צעיר – ולפיכך הם מועמדים להיות הגורמים למעורבות בתאונות – וגם השפעתם של משתנים אלה על מידת המעורבות נמצאה דומה עד זהה בשתי הגישות. משתנים שבשתי השיטות (כאן ופרק 4.5) נמצאו חשובים הם:

1. **מגדר** – גבר מעורב יותר מאישה בתאונות.
  2. **גיל** – ככל שהנהג צעיר יותר בעת הוצאת הרישיון (עד גיל 21), כך הוא גם מעורב יותר בתאונות.
  3. **מספר עבירות** – ככל שביצע הנהג יותר עבירות חמורות וככל שביצע יותר עבירות מכל סוג שהוא, כך עולה מעורבותו בתאונות.
  4. **רישיון לאופנוע** – בעלי רישיון לאופנוע, במיוחד כאלה שהוציאו רישיון לאופנוע לפני הוצאת רישיון רכב פרטי, מעורבים יותר בתאונות.
  5. **קבוצת אוכלוסייה** – ערבים מעורבים יותר בתאונות, אחריהם קבוצת "אחר" ולבסוף היהודים. הגבר הערבי הוא המעורב ביותר והאישה הערבייה המעורבת הכי פחות. ביניהם נמצאים הגברים האחר והיהודי והנשים היהודייה והאחרת, בסדר זה.
  6. **משתני סוג ומועד פעילות אור ירוק** – נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק מעורבים פחות בתאונות מאשר נהגים שלא השתתפו. כל סוגי הפעילות נראים מועילים, וסוגי הפעילות הטובים ביותר הם אישי-מתנדב וקבוצתי-פנימייה (על פי שתי הגישות) וקבוצתי רגיל (על פי הגישה השנייה). ככל שהמפגש מתקיים מוקדם יותר (בעדיפות עוד לפני הוצאת רישיון), כך הוא יעיל יותר בהורדת מעורבות בתאונות.
  7. **מחוז-נפה** – הגישה הראשונה סימנה את מחוז צפון כמחוז בו המעורבות בתאונות היא הגבוהה ביותר ואת מחוזות דרום, ובייחוד מרכז, כמחוזות בהם המעורבות בתאונות היא הנמוכה ביותר, כשמחוז ת"א היכן שהוא ביניהם. הגישה השנייה סימנה במחוזות נפות ותת-נפות בהן המעורבות בתאונות היא הגבוהה ביותר; היא סימנה, למשל, ערים מרכזיות במחוז ת"א, כמו חולון (+בת-ים, כנראה), רמת-גן, ת"א עצמה וראשון לציון, כמו כל הערים היהודיות הגדולות האחרות, ואת הערים עכו ונצרת במחוז צפון, כמו גם את כל הישובים הלא יהודיים, מכל סוג ובכל גודל.
- יחד עם זאת, ראינו שלאחר הורדת משתנה ותק הנהיגה כמשתנה מסביר, מספר משתנים נוספים בלטו כמסבירים טובים את רמת המעורבות של הנהג הצעיר בתאונות דרכים:

1. **נתוני אב ואם** – מעורבות הנהג הצעיר בתאונות פוחתת ככל שאחד מהוריו משכיל יותר. מעורבות נהג צעיר נמוכה יותר להורים המורשים לנהוג לעומת מעורבות נהג עם הורים שאינם מורשים לנהוג. נהגים שהוריהם ערביים מעורבים יותר בתאונות מאשר נהגים שהוריהם ממגזר "אחר" או שהם יהודיים.
2. **יבשת לידה** – נהגים צעירים שנולדו באפריקה, אוקיאניה או אמריקה מעורבים פחות מאשר נהגים צעירים שנולדו בישראל, אסיה או אירופה.

3. **גיל עליה** – נהגים שעלו לארץ מעורבים פחות בתאונות דרכים מאשר ילידי הארץ. נהגים שעלו לארץ לאחר שנת 2001 מעורבים פחות בתאונות דרכים מכל נהגים עולים אחרים.
4. **מצב סוציו-אקונומי** – פיתחנו ציון רכב, המתבסס על מספר כלי הרכב בבעלות הורי הנהג הצעיר ושנות הייצור שלהם, לתיאור מצב סוציו-אקונומי של משפחת הנהג, והראנו שככל שהציון גבוה יותר (דהיינו, המצב הסוציו-אקונומי של המשפחה גבוה יותר), כך מעורבות הנהג הצעיר נמוכה יותר.
5. **הגבלה רפואית או מסוג אחר** – בעלי הגבלות רפואיות (שאינן הרכבת משקפיים או נכות) או בעלי הגבלות מסוג "אחר" (על פי הגדרת למ"ס, שאינה מפורטת דיה) מעורבים יותר מאשר נהגים ללא הגבלות אלה.

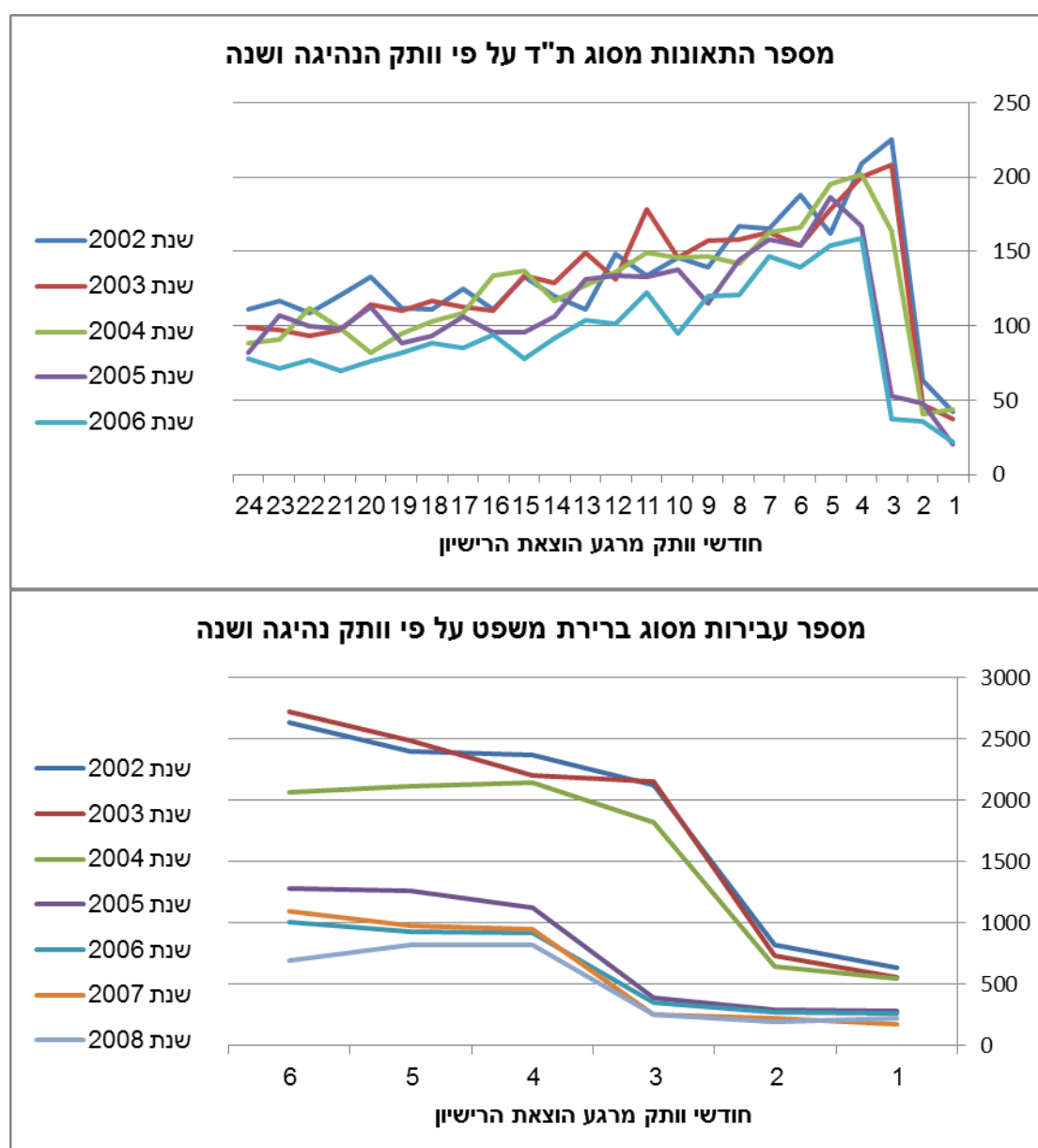
## 5.6 מגבלות הגישה השנייה

הגישה השנייה התגברה על מגבלות הגישה הראשונה והובילה למודלים מדויקים יחסית, למרות שהיינו רוצים לשפר את דיוק חיזוי המעורבות עוד יותר. היא אישרה משתנים חשובים שנמצאו בגישה הראשונה, הוסיפה עליהם משתנים נוספים והרחיבה על מגמות בהשתנות ערכי משתנים אלה לשם הסבר מעורבות בתאונות דרכים. יחד עם זאת, היינו שמחים לצמצם עוד יותר רשימה זו כדי לגבש רשימת משתנים מסבירים שיוכרו כגורמים למעורבות בתאונות דרכים.

עובדה חשובה שעד עתה לא מצאה ביטוי בעבודה היא שהתקופה בה נעשות מרבית תאונות הדרכים של הנהג הצעיר היא השנה הראשונה להוצאת הרישיון ובייחוד ששת החודשים הראשונים של הנהיגה העצמאית שלו. שיעור התאונות יורד באופן דרמטי במהלך ששת החודשים הראשונים לנהיגה, מה שמצביע על כך שהנהג הצעיר משפר את רמת נהיגתו בפרק זמן יחסית קצר (Mayhew et al., 2003) ומתמודד בהצלחה עם חוסר ניסיונו בנהיגה. מחקרים הראו ששיעור התאונות הממוצע הוא 5.9 עבור כל 100 נהגים במהלך חודש הרישיון הראשון, 3.4 במהלך החודש השני ובין 1.3 ל-3 במהלך עשרת החודשים הבאים (McCartt et al., 2003). ההתייבבות מגיעה לאחר כשנתיים.

מכיוון שיש בידנו במחקר זה את הנתונים על כל אוכלוסיית הנהגים הצעירים שהוציאו רישיון בין השנים 2002-2008, נוכל לבחון טענות ומחקרים אלה. איור 59 (גרף עליון) מציג את נתוני תאונות ת"ד עבור כל הנהגים בבסיס הנתונים שלנו שהוציאו רישיון בין שנת 2002 לשנת 2006 (לא נציג יחד עם נהגים אלה את הנהגים שהוציאו רישיון בשנים 2007-2008, מכיוון שעבורם לא עברו השנתיים הדרושות לבחינת ההתייבבות במספר התאונות). ניתן לראות באיור 59, כי עבור השנים 2002-2004 ישנה עלייה גדולה מאוד במספר תאונות הדרכים מסוג ת"ד חודשיים לאחר הוצאת הרישיון (שזו הייתה תקופת הליווי בשנים אלה). עבור השנים 2005-2006, ניתן לראות שהעלייה הגבוהה במספר תאונות הדרכים מתרחשת לאחר שלושה חודשים (שזו הייתה תקופת הליווי החל מסוף שנת 2004). לאחר עלייה דרסטית זו, ישנה ירידה במספר תאונות הדרכים עד לחודשים 17-18 מרגע הוצאת הרישיון, כך שמקץ כשנה וחצי מהוצאת הרישיון ניתן לראות התייבבות במספר התאונות. האיור גם מראה שמספר תאונות הדרכים לאחר תקופת ליווי ארוכה יותר יורד יותר (לשם כך, יש להשוות את השנים 2002-4 עם השנים 2005-6). כלומר ככל שתקופת הליווי ארוכה יותר, כך מגיע הנהג הצעיר

לנהיגת הסולו מוכן יותר ובעקבות כך גם מבצע פחות תאונות דרכים. מגמה זו נראית גם בעבירות המבוצעות על ידי הנהגים הצעירים. איור 59 (גרף תחתון) מציג את מספר העבירות מסוג ברירת משפט שבוצעו במהלך ששת חודשי הנהיגה הראשונים (לאחר תקופה זו, אין לנו בבסיס הנתונים פירוט ותק עבירות) עבור כל הנהגים שהוציאו רישיון בין 2002 ל-2008. עבור השנים 2002-2004 ישנה עלייה גדולה מאוד במספר העבירות חודשיים לאחר הוצאת הרישיון (שזו הייתה תקופת הליווי בשנים אלה). עבור השנים 2005-2008, ניתן לראות שהעלייה הגבוהה במספר העבירות מתרחשת לאחר שלושה חודשים (שזו הייתה תקופת הליווי החל מסוף שנת 2004), ושהיא נמוכה באופן משמעותי מהעלייה עבור תקופת ליווי של חודשיים בלבד.



איור 59 - מספר תאונות דרכים מסוג ת"ד (גרף עליון) ומספר עבירות מסוג ברירת משפט (גרף תחתון) על פי וותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון



לאור זאת, בגישה השלישית לא נתייחס לכל הנהגים הצעירים בבסיס הנתונים – אלה שנמצאים בחודשי הנהיגה הראשונים שלהם ואלה שצברו ותק נהיגה של שנים – יחדיו, אלא נתמקד בנהגים בתקופה הקריטית להם, בה הם עושים את מרבית העבירות ומעורבים יותר בתאונות. התמקדות כזו גם תאפשר לנו למצוא משתנים המסבירים מעורבות בתאונות המתרחשות בחודשי הנהיגה הראשונים של הנהג הצעיר, שהם הקריטיים עבורו. משתנים אלה אינם בהכרח המשתנים המסבירים תאונות נהג צעיר הנוהג כבר מספר שנים. בעזרת משתנים אלה, גם יכולת החיזוי של נהג שיהיה מעורב בתאונה בחודשים הראשונים לנהיגתו תהיה טובה יותר. כך שלסיכום, בעוד שהמודלים שפיתחנו בשתי הגישות הקודמות יכלו לחזות מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים במהלך שנות הנהיגה הראשונות שלו, הרי המודלים שנפתח בגישה השלישית יצביעו על מעורבות, ויסווגו את, הנהגים במהלך שנת נהיגתם הראשונה.

## 6. גישה שלישית לניתוח מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים

כאמור, גישה זו לניתוח מעורבותו של הנהג הצעיר תתמקד בשנת הנהיגה הראשונה שלאחר תקופת הליווי. יחד עם זאת, נרצה במסגרת פרק זה להתייחס לנקודות נוספות:

- **הנהג המעורב – עד כה,** בחנו את השפעת ההורים על מידת המעורבות של הנהג הצעיר. מעניין גם יהיה לבדוק משתנים המשפיעים על מידת המעורבות של הורי הנהג הצעיר, או של המשפחה כולה, בתאונות דרכים.
- **תקופת המידול – כפי שנוכחנו לראות בפרק 5.6,** לאחר כשנה וחצי מרגע הוצאת הרישיון מתחילה התייצבות במספר תאונות הנהג הצעיר. מעניין יהיה לבדוק ע"ס מידע מבסיס הנתונים שלנו – תאונות ועבירות – את התנהגות הנהג הצעיר בתקופה שבין שנה לשנתיים לאחר הוצאת הרישיון.
- **סוג התאונה – עד עתה,** התרכזנו בתאונות ת"ד והתעלמנו מתאונות כללי עם נפגעים. סוג התאונות הראשון הוא משמעותי וחמור יותר (ומחייב אשפוז של מעורב בתאונה ליותר מ-24 שעות וגם דורש חקירה ודיווח מעמיקים יותר מהמשטרה), בעוד השני מאפיין תאונה קלה יותר, שלא דורשת חקירה מיוחדת מהמשטרה, ולעיתים אף נרשמת רק לצורכי ביטוח. בגישה השלישית נרצה להוסיף את תאונות כללי עם נפגעים (שהן עיקר התאונות) לתאונות ת"ד ולחזור על תהליכי המידול תוך התחשבות בסוג התאונות השני.
- **עבירות – כפי שכבר הוצג,** על מנת להסביר ולחזות תאונה, משתני העבירות בהם השתמשנו לא כללו את העבירה שקושרה לתאונה אותה רצינו להסביר ולחזות. זאת מכיוון שלא נרצה להסביר תאונה באמצעות העבירה שגרמה לתאונה אלא רק בעזרת עבירות אחרות, קודמות, שהראנו קודם שהן יכולות לאפשר חיזוי של תאונה עתידית. אבל, בצורת מידול כזו, עבירות שתבוצענה לאחר התאונה המדוברת לא תספרנה ולא תוכלנה לתרום לאפיון שלם של הנהג, בוודאי אם הוא מבצע עבירות (רבות) לאחר התאונה ונרצה לחזות מעורבות נוספת שלו בתאונה עתידית. על כן נרצה בגישה השלישית להתייחס לשני מצבים: (1) התחשבות בעבירות שאירעו לפני התאונה הראשונה של הנהג הצעיר (בדומה לגישות הראשונה והשנייה וכמובן, ללא עבירות שקושרו לתאונה), ו-(2) התחשבות בכל העבירות שנעשו על ידי הנהג הצעיר (פרט, כמובן, לעבירות שקושרו לתאונות).

### 6.1 שאלות חקר בגישה השלישית

ע"ס האמור לעיל, נבנו 18 שאלות חקר, תוך צירופים שונים של הקטגוריות הבאות:

- א. הנהג המעורב
  - נהג צעיר
  - הורי הנהג הצעיר
  - נהג צעיר והוריו (משפחה)
- ב. תקופה המידול

- השנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי (בין החודשים 3 ו-12, עבור הוצאת רישיון בשנים 2002-2004, ובין החודשים 4 ו-12, עבור הוצאת רישיון בשנים 2005-2007; כך שלא מדובר בשנה בדיוק אלא ב-10 או 9 חודשים, בהתאמה)
- השנה השנייה שלאחר תקופת הליווי (בין החודשים 12 ו-24)
- השנתיים הראשונות שלאחר תקופת הליווי (בין החודשים 3 ו-24, עבור הוצאת רישיון בשנים 2002-2004, ובין החודשים 4 ו-24, עבור הוצאת רישיון בשנים 2005-2006)
- כל תקופת הקובץ
- ג. סוג התאונה
- ת"ד בלבד
- ת"ד וכללי עם נפגעים
- ד. עבירות (פרט לעבירות שקושרו לתאונות)
- רק עבירות שבוצעו לפני תאונה
- כלל העבירות בתקופה
- כלל העבירות בקובץ (בסיס הנתונים) מנורמלות בותק הנהיגה (כמו בגישה השנייה)

להלן 18 שאלות חקר, מתוך אוסף שאלות החקר האפשריות מחיתוך הקטגוריות הללו, אותן נבדוק בגישה השלישית (כל העבירות אינן עבירות שקושרו לתאונות):

1. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה הראשונה לרישיונו ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
2. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה הראשונה לרישיונו ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות לכלל העבירות בתקופה?
3. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה השנייה לרישיונו ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק נהיגה?
4. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנתיים הראשונות לרישיונו ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
5. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה הראשונה לרישיונו ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
6. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה הראשונה לרישיונו ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות לכלל העבירות בתקופה?
7. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה השנייה לרישיונו ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק נהיגה?

8. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנתיים הראשונות לרישיון ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
9. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה הראשונה לרישיון ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
10. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה הראשונה לרישיון ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות לכלל העבירות בתקופה?
11. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנה השנייה לרישיון ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק נהיגה?
12. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד במהלך השנתיים הראשונות לרישיון ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
13. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה הראשונה לרישיון ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
14. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה הראשונה לרישיון ולאחר תקופת הליווי ובהתייחסות לכלל העבירות בתקופה?
15. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנה השנייה לרישיון ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק נהיגה?
16. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך השנתיים הראשונות לרישיון ובהתייחסות רק לעבירות שבוצעו לפני התאונות?
17. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד במהלך כל תקופת הקובץ ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק הנהיגה?
18. מהם המשתנים המשפיעים על מעורבות נהג צעיר והוריו בתאונות מסוג ת"ד וכללי עם נפגעים במהלך כל תקופת הקובץ ובהתייחסות לכלל העבירות בקובץ מנורמלות בותק הנהיגה?

## 6.2 הכנת הנתונים

עבור שאלות החקר החדשות יצרנו משתנים מסבירים חדשים (נספח 5) ומשתנים מוסברים שכ"א מהם מתאים לשאלת חקר אחת (טבלה 50). לדוגמא, עבור שאלת חקר 1, המשתנה המוסבר הוא NumofAccidentsCAYDFirst\_Year, והוא מייצג את מספר תאונות ת"ד שנעשו ע"י הנהג הצעיר בשנה הראשונה כשהעבירות הן עבירות שנעשו לפני התאונות.

| שאלת חקר | שם משתנה                             | סוג מעורב | סוג תאונה | שנה נבחנת | עבירות נבחנות |
|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 1        | NumofAccidentsCAYDFirst_Year         | נהג צעיר  | ת"ד       | ראשונה    | לפני תאונות   |
| 2        | NumofAccidentsCAYDFirst_Year         | נהג צעיר  | ת"ד       | ראשונה    | שנה ראשונה    |
| 3        | NumofAccidentsCAYDSecond_Year        | נהג צעיר  | ת"ד       | שנייה     | הכל           |
| 4        | NumofAccidentsCAYDTwo_Years          | נהג צעיר  | ת"ד       | שנתיים    | לפני תאונות   |
| 5        | NumofAccidentsTotalYDFirst_Year      | נהג צעיר  | הכל       | ראשונה    | לפני תאונות   |
| 6        | NumofAccidentsTotalYDFirst_Year      | נהג צעיר  | הכל       | ראשונה    | שנה ראשונה    |
| 7        | NumofAccidentsTotalYDSecond_Year     | נהג צעיר  | הכל       | שנייה     | הכל           |
| 8        | NumofAccidentsTotalYDTwo_Years       | נהג צעיר  | הכל       | שנתיים    | לפני תאונות   |
| 9        | NumofAccidentsCAFamlyFirst_Year      | משפחה     | ת"ד       | ראשונה    | לפני תאונות   |
| 10       | NumofAccidentsCAFamlyFirst_Year      | משפחה     | ת"ד       | ראשונה    | שנה ראשונה    |
| 11       | NumofAccidentsCAFamlySecond_Year     | משפחה     | ת"ד       | שנייה     | הכל           |
| 12       | NumofAccidentsCAFamlyTwo_Years       | משפחה     | ת"ד       | שנתיים    | לפני תאונות   |
| 13       | NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year  | משפחה     | הכל       | ראשונה    | לפני תאונות   |
| 14       | NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year  | משפחה     | הכל       | ראשונה    | שנה ראשונה    |
| 15       | NumofAccidentsTotalFamilySecond_Year | משפחה     | הכל       | שנייה     | הכל           |
| 16       | NumofAccidentsTotalFamilyTwo_Years   | משפחה     | הכל       | שנתיים    | לפני תאונות   |
| 17       | NumofAccidentsCAFamly                | משפחה     | ת"ד       | הכל       | הכל           |
| 18       | NumofAccidentsTotalFamily            | משפחה     | הכל       | הכל       | הכל           |

טבלה 50 - המשתנים המוסברים, התקופה ואופי העבירות עבור המודלים ל-18 שאלות החקר בגישה השלישית

לאחר יצירת המשתנים המוסברים החדשים ובדיקת התפלגותם, ראינו שעבור רובם הערך 0 (אפס תאונות) היה השכיח ביותר (91-98.6%) ומספר הערכים הגבוהים מ-1 (כלומר, יותר מתאונה אחת בתקופה המדוברת) היה מזערי בהחלט. על כן, הוחלט שכל המשתנים הללו יהיו בינאריים, כאשר 0 ייצג אפס תאונות ו-1 ייצג לפחות תאונה אחת.

עבור כל שאלות החקר המתמקדות במספר התאונות בשנה הראשונה, נבחרו התצפיות של כל הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2002-2007 (ללא 2008 על מנת שלכל הנהגים יהיה ותק של שנה מלאה). עבור כל שאלות החקר המתמקדות במספר התאונות בשנה השנייה, או מספר התאונות בשנתיים הראשונות, נבחרו התצפיות של כל הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2002-2006 (ללא 2007-8 על מנת שלכל הנהגים יהיה ותק של שנתיים מלאות).

לאחר שלב הכנת המשתנים, בוצע שלב בחירת משתנים (פרק 1.4) ובו נבדק מתאם בין המשתנים המסבירים לבין עצמם ובין המשתנים המסבירים והמשתנה המוסבר בעזרת המבחן הסטטיסטי המתאים לסוג המשתנה (Cramer's V correlation test עבור משתנה נומינאלי ו-Spearman's correlation test עבור משתנה אורדינאלי). נספח 6 מציג בדיקות מתאם בין המשתנים הנ"ל, ונספח

7 מציג את המשתנים שנבחרו עבור כל שאלת חקר. לאחר שלב בחירת המשתנים, הוכנו סטי אימון מאוזנים וסטי בחינה (פרק 1.3) כהכנה לשלב המידול.

### 6.3 מידול והערכה בגישה השלישית

במהלך המידול, נבנו עבור כל אחת מ-18 שאלות החקר 14 מודלים: 7 רשתות ניורונאליות ו-7 עצי החלטה. בסה"כ, נבנו בגישה השלישית  $18 \times 14 = 252$  מודלים שונים. מתוך 14 המודלים עבור כל שאלת חקר, 5 עצי החלטה (עם פרמטרים שונים) ו-5 רשתות ניורונאליות (עם פרמטרים שונים) היו זהים לכל שאלות החקר. 2 עצי החלטה ו-2 רשתות ניורונאליות הותאמו באופן ספציפי לכל שאלת חקר על מנת לנסות למקסם את אחוזי דיוק הסיווג.

טבלה 51 וטבלה 52 מציגות את הפרמטרים שהוזנו לעצי ההחלטה והרשתות הנורונאליות, בהתאמה, עבור שאלת חקר מספר 3. הטבלאות גם מציגות נתונים על המודלים שנבנו ועל המשתנים המסבירים המשמעותיים ביותר שנמצאו ע"י כל מודל. לדוגמא, בטבלה 51 ניתן לראות שלעץ החלטה מספר 5 הוגדרו (ראה פרק 1.5) מידת קטימה של 90%, מספר מינימאלי של תצפיות ליצירת ענף חדש בעץ של 10 ושימוש ב-CV5. בנוסף, הוזנו לעץ 18 משתנים מסבירים והוא היה בעל עומק של 5 שכבות, כאשר 5 המשתנים החשובים ביותר מסודרים מהחשוב ביותר (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שביצע הנהג הצעיר) ועד לחשוב פחות (רישיון לאופנוע). באופן זה ניתן להתרשם מכל אחד מעצי ההחלטה עבור שאלת חקר 3 ובאופן דומה מכל אחד מהעצים עבור כל שאלת חקר (נספח 8).

| Serial number | Cross validation | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature                       | Second feature | Third feature          | Fourth feature         | Fifth feature                         | Sixth feature          | Seventh feature        | eighth feature         | ninth feature                                    |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                                         |                |                        |                        |                                       |                        |                        |                        |                                                  |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 18                    | 11         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | Limitation_Me<br>dical | KvutzaUchlus<br>iyya   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | Limitation_Crip<br>ple | mursheem               | v_oy                   | Max_Volume                                       |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 18                    | 10         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | Limitation_Me<br>dical | KvutzaUchlus<br>iyya   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | Limitation_Crip<br>ple | mahoznafa              | Dadedug                | momedug                                          |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 18                    | 11         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | Limitation_Me<br>dical | KvutzaUchlus<br>iyya   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | mahoznafa              | ofnoa_ind              | Max_Volume             | momedug                                          |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 18                    | 10         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | Limitation_Me<br>dical | KvutzaUchlus<br>iyya   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | mahoznafa              | momedug                | Limitation_Crip<br>ple | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 18                    | 5          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | KvutzaUchlus<br>iyya   | Limitation_Me<br>dical | ofnoa_ind                             |                        |                        |                        |                                                  |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 5          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | KvutzaUchlus<br>iyya   | Limitation_Me<br>dical | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD |                        |                        |                        |                                                  |
| 7             | 5                | Expert     | 0              | 50               | 10                               | 1                         | 1                         | 7                     | 9          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min            | Limitation_Me<br>dical | KvutzaUchlus<br>iyya   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | mahoznafa              | Limitation_Crip<br>ple |                        |                                                  |

טבלה 51 - הפרמטרים עבור עצי ההחלטה הממדלים את שאלת חקר 3

באופן דומה, ניתן להתרשם מטבלה 52 שעבור שאלת חקר מספר 3, לרשת ניורונאלית מספר 4, נדרשו 2 שכבות חביות, כאשר האחת עם 8 נירונים והשנייה עם 3 נירונים, הוגדר סט אימות בגודל 30% והוזנו 18 משתנים מסבירים. תשעת המשתנים החשובים ביותר שנמצאו ע"י המודל מסודרים מהחשוב ביותר (מספר עבירות מסוג ברירת משפט שביצע הנהג הצעיר) ועד לחשוב פחות (מספר

עבירות מסוג ברירת משפט שביצעו הורי הנהג הצעיר). באופן זה ניתן להתרשם מכל אחת מהרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר 3 ומכל אחת מהרשתות עבור כל שאלת חקר (נספח 8).

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                                   | Second feature                          | Third feature                           | Fourth feature         | Fifth feature                         | Sixth feature                         | Seventh feature                              | eighth feature       | ninth feature                                |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                                     |                                         |                                         |                        |                                       |                                       |                                              |                      |                                              |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 18                    | min                                                 | v_oy                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | mahoznafa              | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | St_indication<br>_or                  | KvutzaUchlu<br>siya                          | ofnoa_ind            | Max_Volume                                   |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 18                    | mahoznafa                                           | St_indication<br>_or                    | min                                     | v_oy                   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | KvutzaEm                              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD      | Max_Volume           | ofnoa_ind                                    |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 18                    | Number<br>OfBri<br>rat<br>Mishpat<br>Offences<br>YD | min                                     | momeducg                                | mahoznafa              | v_oy                                  | YabeshetEm<br>_or                     | St_indication<br>_or                         | Max_Volume           | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD        |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 18                    | Number<br>OfBri<br>rat<br>Mishpat<br>Offences<br>YD | min                                     | mahoznafa                               | Limitation_Me<br>dical | Max_Volume                            | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | v_oy                                         | St_indication<br>_or | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 18                    | min                                                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | Max_Volume                              | KvutzaEm               | mahoznafa                             | v_oy                                  | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents | St_indication<br>_or | YabeshetEm                                   |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | Number<br>OfBri<br>rat<br>Mishpat<br>Offences<br>YD | mahoznafa                               | v_oy                                    | min                    | St_indication<br>_or                  | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD | Max_Volume                                   |                      |                                              |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | mahoznafa                                           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | min                                     | Max_Volume             | v_oy                                  | St_indication<br>_or                  | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYD        |                      |                                              |

### טבלה 52 - הפרמטרים עבור הרשתות הניורנאליות הממולות את שאלת חקר 3

עד כה, הערכנו את ביצועי המודלים על סמך אחוז התצפיות שהמודל סיווג נכונה, משמע ע"ס דיוק הסיווג (accuracy). ייתכנו אבל מצבים לא מעטים בהם נתעניין בדיוק המודל על מחלקה מסוימת ולא דווקא בדיוק הכללי, היות, ולמשל, זו מחלקה שחשוב לנו במיוחד לחזות ולהסביר עבורה מעורבות בתאונות. לשם כך, חישבנו מדדי ביצועים נוספים למדידת דיוק ופיתחנו גם מדד משולב שיאפשר לנו בחירת מודלים והערכתם בצורה שהיא יותר מותאמת לצרכי המשתמש. לשם כך, נגדיר את "מחלקת העניין" שלנו כמחלקת המעורבים בתאונות (מחלקה 1) ונגדיר את מדדי הביצועים הבאים (נספח 9):

1. Precision (Specificity) – הדיוק בסיווג תצפיות למחלקת העניין. עבור מחלקת הנהגים המעורבים, זהו הדיוק בסיווג נהגים כמעורבים.
2. Recall (Sensitivity) – הדיוק בסיווג תצפיות של מחלקת העניין. עבור מחלקת הנהגים המעורבים, זהו הדיוק בסיווג נהגים מעורבים.
3. Lift – פי כמה המודל שאת ביצועיו בסיווג תצפיות למחלקת העניין אנו מודדים טוב יותר מאשר מודל אקראי המבוסס על שכיחות תצפיות מחלקת העניין באוכלוסיה.

כעת, נגדיר את המדד המשולב באופן הבא:

$$Grade = 0.4 * (Lift - 1) + 0.3 * Precision + 0.2 * Recall + 0.1 * Accuracy$$

### משוואה 1 – מדד הציון למודלים

בחרנו לתת את המשקלים במשוואה מספר 1 באופן זה, היות ואנו מעריכים את חשיבות השוואת המודל הנבחר יחסית למודל אקראי כגדולה ביותר (ולכן משקל של 0.4 ל-lift). העצמת חשיבות מדד ה-lift עוזרת לבחירת מודל הנתון ערך מוסף על מודל המסווג על פי רוב פשוט. זה נדרש משום שרוב כזה גורם למודל להיות מוסט עקב חוסר האיזון בין המספר העצום יחסית של לא מעורבים באוכלוסיה

לעומת המספר המצומצם של מעורבים ולזהות כל נהג כלא מעורב וע"כ לפספס את המעורבים. החשיבות השנייה, על פי קו מחשבה זה, היא לדיוק סיווג תצפית כשייכת למחלקה העניין (מעורבים), היות ולא היינו רוצים מודל שמסווג בשגגה לא מעורבים כמעורבים (ולכן 0.3 ל-precision). לאחר מכן, נרצה שהמודל ידייק בסיווג תצפיות ממחלקת העניין, דהיינו יזהה נכון את המעורבים (ולכן 0.2 ל-recall) ורק לבסוף ניתן חשיבות לדיוק הכללי (ולכן 0.1 ל-accuracy) הממצע על כל הדיוקים. כמובן שהמשתמש יכול להגדיר מערכת שיקולים, ובעקבות כך משקלים, שונים ועל פי הבנתו את הבעיה.

עבור כל שאלת מחקר מתוך ה-18, וכל מודל מתוך ה-14 שאומנו עבור כל שאלת חקר, חושבו מדדי הביצועים. טבלה 53, למשל, מציגה את מדדי הביצועים למודלים שנבנו עבור שאלת חקר 3 (טבלה 50). ניתן לראות שכל המודלים הצליחו לסווג תצפיות בחינה בדיוקים שבין כ-60% לכ-75%; דיוקים שהם טובים יותר מאלה שהוצגו בגישות הקודמות. עץ החלטה מספר 5, לדוגמא, הגיע לדיוק המרבי של 75.24% וגם הציון הכללי (Grade במשוואה 1) שלו הוא הגבוה ביותר, כשזה נובע מכך שמודל זה הצטיין בכל מדדי הביצועים. מבין הרשתות הנוירונאליות, רשת 4 השיגה את הביצועים הגבוהים ביותר בחיזוי (כמעט 72%). בנוסף, סימנו בטבלה בצבע את שלוש התוצאות הטובות ביותר עבור כל מדד ביצועים (ונספח 10 מביא את כל תוצאות המודלים עבור כלל שאלות החקר).

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Lift | Lift - 1 | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.79%            | 59.35%           | 59.33%        | 63.72%                 | 0.69%     | 1.56 | 0.56     | 0.413 |
| DT   | 2             | 65.74%            | 61.92%           | 61.92%        | 61.81%                 | 0.72%     | 1.62 | 0.62     | 0.436 |
| DT   | 3             | 65.68%            | 62.27%           | 62.27%        | 61.76%                 | 0.73%     | 1.63 | 0.63     | 0.440 |
| DT   | 4             | 65.59%            | 65.00%           | 65.03%        | 59.17%                 | 0.75%     | 1.69 | 0.69     | 0.462 |
| DT   | 5             | 62.73%            | 75.24%           | 75.36%        | 48.76%                 | 0.88%     | 1.97 | 0.97     | 0.563 |
| DT   | 6             | 63.08%            | 67.74%           | 67.78%        | 58.49%                 | 0.80%     | 1.81 | 0.81     | 0.511 |
| DT   | 7             | 63.92%            | 66.48%           | 66.52%        | 59.06%                 | 0.78%     | 1.76 | 0.76     | 0.491 |
| NN   | 1             | 61.82%            | 64.33%           | 64.35%        | 58.71%                 | 0.73%     | 1.64 | 0.64     | 0.440 |
| NN   | 2             | 61.18%            | 63.54%           | 63.57%        | 57.25%                 | 0.70%     | 1.57 | 0.57     | 0.408 |
| NN   | 3             | 62.36%            | 68.13%           | 68.18%        | 56.75%                 | 0.79%     | 1.78 | 0.78     | 0.496 |
| NN   | 4             | 62.79%            | 71.74%           | 71.82%        | 52.31%                 | 0.82%     | 1.85 | 0.85     | 0.519 |
| NN   | 5             | 61.62%            | 61.91%           | 61.91%        | 63.33%                 | 0.74%     | 1.66 | 0.66     | 0.455 |
| NN   | 6             | 62.72%            | 67.35%           | 67.39%        | 57.93%                 | 0.79%     | 1.77 | 0.77     | 0.494 |
| NN   | 7             | 62.52%            | 64.10%           | 64.12%        | 59.96%                 | 0.74%     | 1.67 | 0.67     | 0.454 |

טבלה 53 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 3

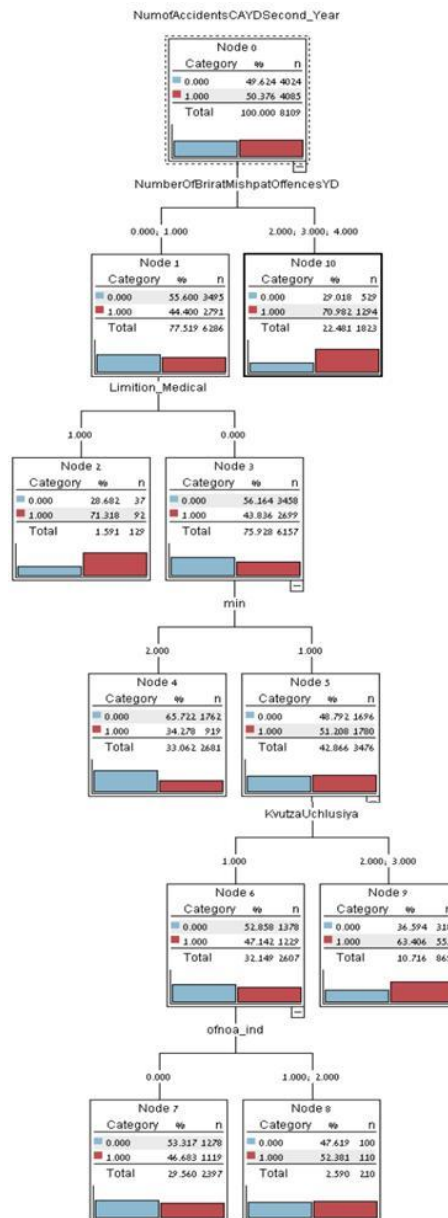
איור 60 מציג את עץ החלטה מספר 5 עבור שאלת חקר מספר 3. העץ ניזון מ-25 המשתנים שנבחרו (פרק 6.2) עבור שאלת החקר הזו ומופיעים בנספח 7, כששני משתני עבירות נהג צעיר שנבחרו בין 25 המשתנים (טבלה 94) מבוססים על כל העבירות הקיימות בבסיס הנתונים מנורמלות בותק הנהיגה (פרק 6.1). העץ אומן לסווג בין נהגים צעירים על פי מספר תאונות ת"ד שביצעו בשנה השנייה מהוצאת הרישיון. באימון נעשה שימוש בקצת יותר מ-1,000 תצפיות, שבערך חציין הן של נהגים שביצעו לפחות תאונה ת"ד אחת בשנה השנייה מהוצאת הרישיון וחציין האחר הן של נהגים שלא ביצעו אף תאונה כזו בזמן זה (טבלה 50). חלוקת התצפיות באופן שווה בין שתי המחלקות היא חלק משיטת העבודה, בה אנו מאזנים את מספר התצפיות בין המחלקות בשלב האימון (פרק 1.3).



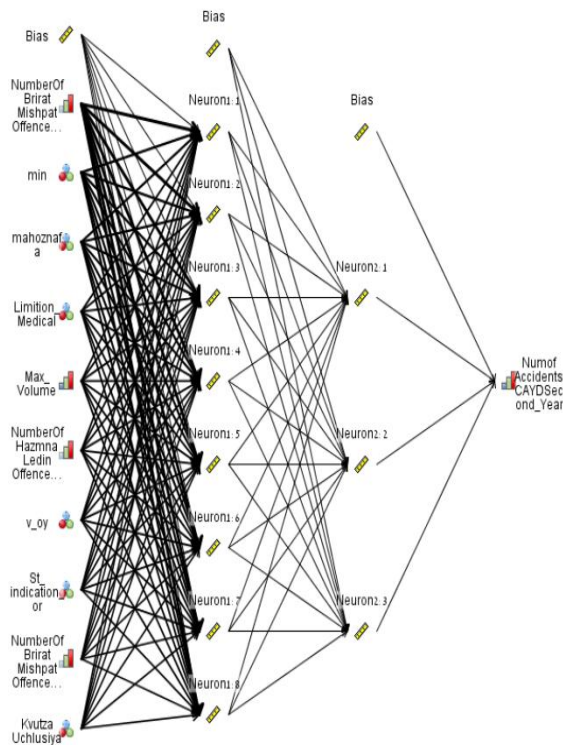
לעץ המאומן (איור 60) עומק של 5, היות והוא בחר 5 משתנים מסבירים (מתוך ה-25) לחיזוי מעורבות. המשתנה המסביר החשוב ביותר הוא מספר העבירות מסוג ברירת משפט של הנהג הצעיר, 'NumberOfBriratMishpatOffencesYD', היות והוא מוקם ראשון ("הכי גבוה") בעץ. משתנה זה מסווג כמעט 71% ממעל 1,800 הנהגים להם 2 או יותר עבירות מסוג ברירת משפט כמעורבים בתאונות וכ-500 נהגים עם מספר כזה של עבירות כלא מעורבים. מתוך קרוב ל-6,300 הנהגים להם עד וכולל עבירה אחת מסוג ברירת משפט, סווגו ע"י העץ קצת פחות מחצי מהם כמעורבים בתאונות. מתוך כל הנהגים להם עד וכולל עבירה אחת מסוג ברירת משפט, מצליח העץ בשכבה השנייה, לסווג מעל 71% מ-129 הנהגים שיש להם הגבלה רפואית כמעורבים וכ-56% ממעל ל-6,100 הנהגים שאין להם הגבלה רפואית כלא מעורבים. מבין מעל ה-6,100 נהגים שביצעו עד וכולל עבירת ברירת משפט אחת ואין להם הגבלה רפואית ושהם נשים, מעל 65% לא היו מעורבות בתאונות ומבין הגברים רק מעל 48% לא היו מעורבים. אם נמשיך ונתקדם עוד לאורך העץ נראה שמעל מ-63% מבין הגברים הצעירים הלא יהודים, חסרי ההגבלה רפואית שהיו מעורבים בעד עבירת ברירת משפט אחת ביצעו לפחות תאונה ת"ד אחת בשנה השנייה מהוצאת הרישיון. אצל היהודים האחוז עומד על כ-47%. כמו כן, מהגברים הצעירים, היהודים, חסרי ההגבלה הרפואית, שביצעו עד וכולל עבירת ברירת משפט אחת, כ-52% ממחזיקי רישיון האופנוע לעומת כ-46% משאינם מחזיקים ברישיון אופנוע ביצעו לפחות תאונה ת"ד אחת בשנה השנייה מהוצאת הרישיון.

בעוד עיון בעץ החלטה לאחר אימונו מבהיר בפשטות את האופן בו נבחרו משתנים לשם הסיווג ואת חשיבותם, הרי בחינת רשת נירונאלית מאומנת, לדוגמא, רשת מספר 4 עבור שאלת חקר מספר 3 (איור 61), לא מאפשרת להבין את שהבנו מהעץ ונדרש לשם כך ניתוח מורכב יותר שלא נבצע כעת. הרשת מציגה שכבת כניסה, המוזנת ב-10 המשתנים הראשונים עפ"י הדירוג בטבלה 94 (נספח 7), ושתי שכבות חביות, כאשר בראשונה 8 נירונים חבויים ובשנייה 3 נירונים חבויים. גם עבור מודל זה, המשתנה המסביר החשוב ביותר הוא מספר עבירות מסוג ברירת משפט של הנהג הצעיר ובעזרתו, ובעזרת יתר המסבירים (טבלה 52) שרובם (כמו מגדר, הגבלה רפואית, קבוצת אוכלוסיה והוצאת רישיון אופנוע) הופיעו גם בעץ החלטה 5, השיגה הרשת דיוק של כמעט 72% על סט הבחינה.

באופן דומה, לכל שאלת חקר, ניתן להחליט על מודל – במקרה שלנו עץ החלטה או רשת נירונאלית – ובעזרת המשתנים שנבחרו לשאלת חקר זו (נספח 7) וסט פרמטרים מתאים למודל (נספח 8), להשיג דיוק סווג (נספח 10) עבור המשתנה המוסבר המתאים לשאלת החקר (טבלה 50), תוך שימוש רק במספר מצומצם של משתנים מסבירים משמעותיים (נספח 8), שנקרא להם גורמים.



איור 60 - עץ החלטה מספר 5 עבור שאלת חקר 3



איור 61 - רשת נירונאלית מספר 4 עבור שאלת חקר 3

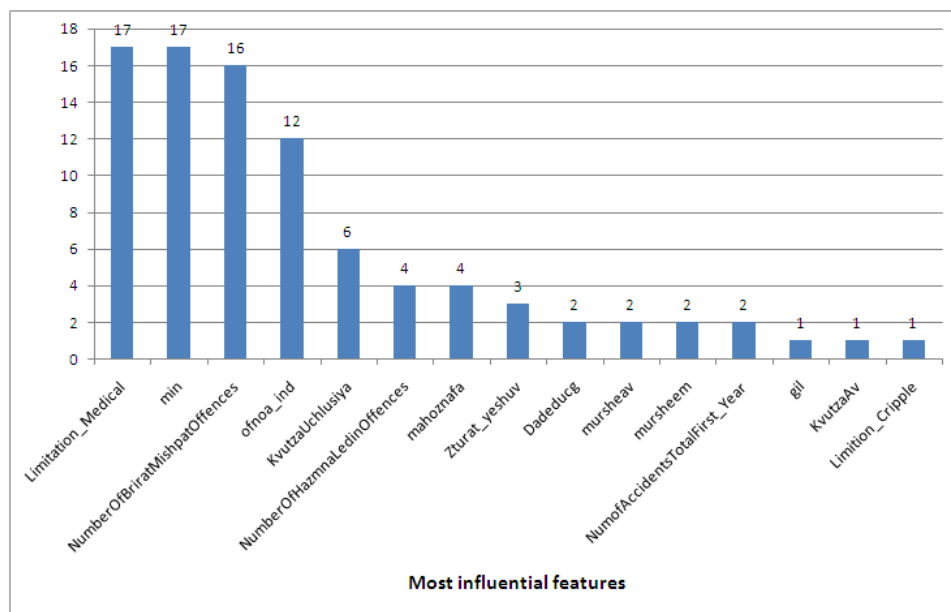
נספח 10 מראה מגמתיות בדיוק המודלים השונים, המוצגת בטבלה 54 עבור קבוצות של מודלים. בהתעלם ממודלים 17 ו-18 המתייחסים לכל תקופת הקובץ ולכל המשפחה, מודלים 1-4 מתמקדים בנהג הצעיר ובתאונות ת"ד וכללי עם נפגעים. מודלים 5-8 מתמקדים בנהג הצעיר ובתאונות ת"ד, ומודלים 9-12 מתמקדים בנהג הצעיר והוריו ובתאונות ת"ד, ומודלים 13-16 מתמקדים בנהג הצעיר והוריו ובתאונות ת"ד וכללי עם נפגעים. אחוזי הדיוק הממוצעים והציון הכללי (Grade) על פני 7 רשתות נירונאליות ו-7 עצי החלטה יורדים עם הגידול במספרי המודלים. כלומר, הציון הכללי טוב יותר עבור בחינת תאונות ת"ד בלבד, לעומת בחינת ת"ד וכללי עם נפגעים, וטוב יותר עבור בחינת הנהג הצעיר בלבד, לעומת בחינת הנהג הצעיר והוריו. מכאן ניתן להבין שמאפייני תאונות ת"ד ותאונות כללי עם נפגעים לא זהים וכי קל יותר לסווג מעורבות נהג צעיר מאשר מעורבות שלו ושל הוריו ביחד.

| מודלים   | הנבדק           | סוג תאונה | ציון   | דיוק על סט אימון | דיוק על סט בחינה |
|----------|-----------------|-----------|--------|------------------|------------------|
| 1 -- 4   | נהג צעיר        | ת"ד       | 0.4191 | 62.9%            | 60.6%            |
| 5 -- 8   | נהג צעיר        | ת"ד וכללי | 0.3688 | 60.1%            | 61.1%            |
| 9 -- 12  | נהג צעיר והוריו | ת"ד       | 0.3228 | 59.6%            | 58.6%            |
| 13 -- 16 | נהג צעיר והוריו | ת"ד וכללי | 0.2603 | 57.2%            | 54.4%            |

טבלה 54 - ממוצעי אחוזי הדיוק וציון כללי של המודלים על פי קבוצות של מודלים

## 6.4 גורמים למעורבות בתאונות דרכים על פי הגישה השלישית

כדי לזהות גורמים למעורבות בתאונות דרכים, ניתחנו בכל אחת מהגישות עד עכשיו את המשתנים המסבירים המשמעותיים ביותר בהם השתמש כל אחד מהמודלים. יכולנו לנתח את השפעת כל משתנה על רמת המעורבות של הנהג הצעיר בתאונות דרכים, אך בגישה השלישית, בה 18 שאלות חקר ו-18 משתנים מוסברים, קשה לחזור על אותו תהליך. במקום זאת, נדרג את המשתנים המסבירים בעזרת ניתוח פרט, עבור כל 18 שאלות החקר, על פי מספר הפעמים בהם כ"א מהם נבחר בין המשתנים המשמעותיים ע"י המודל שהשיג את הציון (משוואה 1, Grade) הגבוה ביותר עבור שאלת חקר מסוימת. נגדיר כגורמים למעורבות בתאונות דרכים את המשתנים שידורגו ראשונים.



איור 62 - תרשים פרט לשכיחות המשתנים המסבירים ב-18 המודלים המדויקים ביותר ב-18 שאלות החקר

איור 62 מציג תרשים פרט כזה לשכיחות ההופעה של כל אחד מהמשתנים המשמעותיים ביותר בין 18 המודלים שנמצאו המדויקים ביותר ב-18 שאלות החקר. ניתן לראות שהמשתנים המשמעותיים ביותר הם הגבלה רפואית (17 הופעות), מגדר (17) ומספר עבירות מסוג ברירת משפט (16), כשלאחריהם מופיעים הוצאת רישיון לאופנוע (12) וקבוצת אוכלוסייה (6). יש לציין שכל אחד מהמשתנים באיור נמצא כמשתנה מסביר משמעותי, לפחות במודל מדויק ביותר אחד, כך שעבור שאלת חקר מסוימת, בהחלט ייתכן שהמשתנים החשובים ביותר – אלה המוגדרים על ידינו כעת כגורמים – אינם דווקא כאלה ששכיחות הופעתם בכל 18 שאלות החקר היא הגבוהה ביותר. יחד עם זאת, אם נתמקד ב-5 המשתנים הראשונים בלבד (למרות שגם האחרים כבר הופיעו בעבודה זו כמשמעותיים), הרי המגמות לגבי מעורבות נהג צעיר בתאונות עליהן המשתנים מצביעים הן (פרק 5.5):

1. הגבלה רפואית – במידה והיא קיימת, קיימת גם עלייה ברמת המעורבות.

2. מגדר – גברים מעורבים יותר מנשים.
  3. מספר עבירות מסוג ברירת משפט – ככל שמספרן גבוה יותר, כך עולה המעורבות.
  4. הוצאת רישיון לאופנוע – במידה והוצא רישיון לאופנוע, רמת המעורבות עולה, במיוחד אם הרישיון הוצא לפני הוצאת רישיון 02.
  5. קבוצת אוכלוסייה – ערבים מעורבים יותר מכל קבוצת אוכלוסייה ויהודים פחות מכל קבוצה.
- מניתוח שנעשה על מנת לזהות שכיחות של משתנים בקבוצות של מודלים (מודלים 1-4, 5-8, 9-12, 13-16; טבלה 54), נמצא שמרבית המשתנים המשמעותיים שתוארו לעיל מופיעים גם עבור כל אחת מקבוצות המודלים. יחד עם זאת, ניתן להצביע על מספר משתנים הייחודיים לקבוצות מודלים שונות. למשל, המשתנים קבוצת אוכלוסייה, מחוז-נפה וצורת ישוב היו נפוצים יותר במודלים עבור תאונות ת"ד בלבד ופחות במודלים עבור תאונות ת"ד וכללי עם נפגעים. ניתן להסיק מכך, שתאונות מסוג כללי עם נפגעים נפוצות יותר ברחבי הארץ (ולא דווקא במחוזות בהם המעורבות בתאונות ת"ד גבוהה או נמוכה במיוחד) ובקרב האוכלוסיות השונות (ולא דווקא באוכלוסיות שעבורן מעורבות בתאונות ת"ד היא גבוהה או נמוכה במיוחד), ולכן הן גם קשות יותר להפרדה (טבלה 54) ביחד עם תאונות ת"ד בעזרת שלושת המשתנים לעיל. המשתנים מורשה אב ומורשה אם היו שכיחים יותר במודלים שבחנו את המשפחה כולה. תוצאה זו הגיונית, שכן במידה וההורים אינם מורשים לנהוג, הם לא יהיו מעורבים בתאונות דרכים (בהנחה שהם לא נוהגים ללא רישיון).

## 6.5 סיכום ממצאי הגישה השלישית

הגישה השלישית התמקדה ב-18 שאלות חקר הנבדלות זו מזו בהגדרת הנהג המעורב – הצעיר, הוריו או המשפחה כולה; תקופת המידול – השנה הראשונה לאחר הליווי, השנה השנייה, השנתיים הראשונות, או כל תקופת הקובץ; סוג התאונה – ת"ד או ת"ד וכללי עם נפגעים; ותקופת העבירות – רק עבירות שבוצעו לפני התאונות, כלל העבירות בתקופה, או כלל העבירות בקובץ, מנורמלות בותק הנהיגה.

עבור כל שאלת חקר, נבנו 7 מודלי עצי החלטה ו-7 מודלי רשת ניירונאלית (סה"כ 252 מודלים) שהשיגו דיוק של בין 60-75% בחיזוי מעורבות הנהג המעורב. המשתנים המסבירים המשמעותיים ביותר שנמצאו בגישה זו אופיינו ככאלה גם בגישות הקודמות, ואנו מגדירים אותם כאן כגורמי מעורבות בתאונות דרכים של הנהג הצעיר. בנוסף, מצאנו כי קל יותר לסווג מעורבות נהג צעיר מאשר מעורבות שלו ושל הוריו ביחד ומעורבות שלו/שלהם רק בתאונות ת"ד מאשר מעורבות בתאונות ת"ד וכללי עם נפגעים ביחד.

## 6.6 מגבלות הגישה השלישית

לטובת מענה על שאלות החקר שהוגדרו בגישה זו, ובמסגרת בסיס הנתונים הקיים, לא נראות מגבלות שחשוב יהיה להתמודד עימן בשלב זה. בוודאי יהיה מעניין להגדיר שאלות חקר נוספות.

על מנת לשפר את אחוזי הדיוק של מערכות לומדות לחיזוי מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים ואת יכולת ההסבר של מודלים אלה, כדאי יהיה להרחיב את בסיס הנתונים לשנים נוספות ולהיעזר במשתנים מסבירים נוספים, לדוגמא:

- מדרג סוציו-אקונומי של היישוב בו משפחת הנהג הצעיר מתגוררת
  - מספר כלי הרכב שבבעלות הנהג הצעיר ואלה שבהשכרה או החכר אצל משפחת הנהג
  - ותקי עבירות נהיגה מעבר לחצי השנה הראשונה מרגע הוצאת רישיון הנהיגה של הנהג
- ייתכן גם שיהיה מעניין לבחון מודלים אחרים מאלה שנבחנו כאן, למשל את הרשת הבייסיאנית.

## 7. סיכום ממצאי שלוש הגישות בחיזוי והסבר מעורבות נהג צעיר

במסגרת העבודה שמטרתה הייתה חיזוי והסבר מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים פותחו שלוש גישות. הגישות פותחו בזו אחר זו במהלך השנתיים האחרונות, וכל גישה מאוחרת הפיקה רבות מהניסיון שנצבר בעבודה על הגישה/ות הקודמ(ו)ת.

בגישה הראשונה הגדרנו ארבע רמות של מעורבות בתאונות דרכים: 1) נהג שלא היה מעורב בתאונת דרכים ("לא מעורב"); 2) נהג שהיה מעורב בתאונת דרכים אך לא הואשם בה ("מעורב לא אשם"); 3) נהג שהיה מעורב בתאונת דרכים והואשם בה ("מעורב אשם"); ו-4) נהג שהיה מעורב בתאונת דרכים, הואשם כאחראי לגרימתה ואף הורשע בכך ("מעורב ומורשע"). הנתונים הוכנו בהתאם להגדרות אלה, ונבנו ואומנו מודלים של מערכות לומדות כדי להבדיל בין סוגי המעורבות, גם עבור אוכלוסיות מסוימות, וזאת עם אחוזי דיוק שבין 57% ל-81% (לאוכלוסיה כולה או לאוכלוסייה מסוימת) לצירופים שונים של מחלקות מעורבות. מודלים אלה מתאימים לאפיון, חיזוי והסבר מעורבות נהג צעיר במהלך שנות רישיונו הראשונות, והראנו גם שלמרות שהם עושים שימוש במשתנה ותק הנהיגה המתואם עם מידת המעורבות, הם מדויקים ואמינים עבור כל ערך של ותק הנהיגה.

בגישה השנייה נרמלנו את מספר העבירות ואת מספר התאונות שנעשו על ידי הנהג הצעיר והוריו בותק הנהיגה של הצעיר, והשתמשנו במספר העבירות המנומל, כחלק מסט המשתנים המסבירים, כדי להסביר ולחזות את מספר התאונות המנומל, שייצג מעורבות בתאונות. הגדרנו גם עבירות בעלות חומרה משתנה וראינו שהמודלים מדויקים יותר כאשר הם עושים שימוש בעבירות שהן בעלות חומרה גבוהה. הדיוק בסיווג נהגים צעירים בעזרת שלוש רמות של מעורבות נע סביב ה-62%. המודלים שהורצו תחת גישה זו, יכולים לסווג נהג צעיר בשנות הנהיגה הראשונות לחיו תוך התחשבות בניסיון הנצבר במהלך נסיעותיו.

הבעייתיות העיקרית במסגרת הגישה השנייה הייתה חוסר התמקדות בתקופה המוגדרת כליבת הבעיה, השנה הראשונה לרישיונו של הנהג הצעיר. על כן פותחה הגישה השלישית.

בגישה השלישית הגדרנו 18 שאלות חקר המתמקדות בסוגים שונים של תאונות של הנהג הצעיר ושל הוריו, במהלך השנה הראשונה ו/או השנה השנייה מרגע הוצאת רישיון הנהיגה, וזאת בעזרת, בין היתר, עבירות שבוצעו עד לרגע התאונה או גם מעבר לרגע זה. המודלים השיגו דיוק שבין 60% ל-75%, כאשר אחוזי דיוק גבוהים יותר התקבלו במידול הנהג הצעיר בלבד, ללא הוריו, ובמידול תאונות ת"ד, ללא תאונות כללי עם נפגעים.

בסה"כ, ב-3 הגישות, פותחו, אומנו ונבחנו מעל ל-300 מודלי כריית נתונים. המודלים הראו יכולת חיזוי מעורבות נהג צעיר בתאונות שהיא די גבוהה והצביעו על משתנים דומים באמצעותם ניתן להסביר מעורבות נהג צעיר.

בניתוח שנעשה במסגרת הגישה השלישית (פרק 6.4), נמצאו חמישה משתנים המשפיעים ביותר על מעורבות הנהג הצעיר בתקופה הנהיגה הראשונית שלו (והם גם נמצאו בשתי הגישות האחרות בין המשפיעים ביותר על מעורבות הנהג בכל תקופת בסיס הנתונים):

1. **הגבלה רפואית** – במידה והיא קיימת, קיימת גם עלייה ברמת המעורבות.
  2. **מגדר** – גברים מעורבים יותר מנשים.
  3. **מספר עבירות מסוג ברירת משפט** – ככל שמספרן גבוה יותר, כך עולה המעורבות.
  4. **הוצאת רישיון לאופנוע** – במידה והוצא רישיון לאופנוע, רמת המעורבות עולה, במיוחד אם הרישיון הוצא לפני הוצאת רישיון 02.
  5. **קבוצת אוכלוסייה** – ערבים מעורבים יותר מכל קבוצת אוכלוסייה ויהודים הכי פחות.
- משתנים נוספים שעלו כמשמעותיים במהלך הניתוחים ב-3 הגישות הינם:
6. **מגדר וקבוצת אוכלוסייה** – גברים מעורבים יותר מנשים, כאשר הגבר הערבי הוא המעורב ביותר, לאחריו הגבר ממגזר "אחר" ולבסוף הגבר היהודי. לאחריהם מעורבות הנשים, כאשר האישה היהודייה היא המעורבת ביותר, לאחריה האישה מהמגזר "אחר", ולבסוף, האישה הערבייה המעורבת במידה הנמוכה ביותר.
  7. **גיל** – ככל שגיל הוצאת הרישיון יורד, כך קיימת מעורבות גבוהה יותר בתאונות דרכים. מגיל הוצאת רישיון של 21 ומעלה, מתחילה להיות התנהגות דומה בקרב הנהגים הצעירים.
  8. **סוג ומועד פעילות אור ירוק** – נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק מעורבים פחות בתאונות מאשר נהגים שלא השתתפו במפגש. כל סוגי הפעילות נראים מועילים, וסוגי הפעילות הטובים ביותר הם אישי-מתנדב, קבוצתי-פנימייה וקבוצתי-רגיל. ככל שהמפגש מתקיים מוקדם יותר (בעדיפות עוד לפני הוצאת רישיון), כך הוא יעיל יותר בהורדת מעורבות בתאונות.
  9. **עבירות** – ככל שביצע הנהג יותר עבירות חמורות וככל שביצע יותר עבירות מכל סוג שהוא, כך עולה מעורבותו בתאונות.
  10. **מקום מגורים** – בעיר גדולה המאוכלסת על ידי יהודים, בדגש על מטרופולין תל-אביב, ובישובים מכל סוג של לא יהודים ישנה מעורבות גדולה יותר בתאונות דרכים. מחוז הצפון בעייתי במיוחד מבחינת מעורבותו בתאונות דרכים.
  11. **נתוני אב ואם** – ככל שההורים משכילים יותר, כך מעורבות הנהג הצעיר בתאונות פוחתת. נהג שהורה שלו מורשה לנהוג, מעורב פחות מאשר נהג שהורה שלו אינו מורשה לנהוג. נהגים שהוריהם מהמגזר הערבי מעורבים יותר מאשר נהגים שהוריהם מהמגזר "אחר" ואלה מעורבים יותר מנהגים שהוריהם יהודים (ראה גם 5 ו-6 לעיל).
  12. **יבשת לידה** – נהגים צעירים שנולדו באפריקה, אוקיאניה או אמריקה מעורבים פחות מאשר נהגים צעירים שנולדו בישראל, אסיה או אירופה.
  13. **עליה לארץ** – נהגים שעלו לארץ מעורבים פחות בתאונות דרכים מאשר ילידי הארץ. נהגים שעלו לארץ לאחר שנת 2001 מעורבים פחות בתאונות דרכים מכל נהגים עולים אחרים.
  14. **מצב סוציו אקונומי** – ככל שמצבה הסוציו-אקונומי של משפחת הנהג הצעיר טוב יותר, כך יורדת המעורבות בתאונות דרכים אצל הנהג הצעיר.



## 8. חיזוי והסבר חומרת תאונת נהג צעיר

### 8.1 הבנת הבעיה והגדרת שאלות החקר

בשנת 2008, נהגים צעירים בישראל היו מעורבים בתאונות דרכים חמורות בשיעור של פי 1.5 ביחס לממוצע באוכלוסייה. סיבות שונות הקשורות בנהג ובהוריו יכולות להסביר שיעורי מעורבות אלה, וחלקן תוארו כבר בעבודה זו. גם משתנים סביבתיים יכולים להסביר אותם, כמו לדוגמא, שנהיגה בלילה מגדילה את הסיכויים לתאונות דרכים בקרב צעירים פי 1.5 מאשר בשעות היום (לוטן, 2011).

עד כה התרכז המחקר בחיזוי מעורבות נהגים צעירים על סמך משתנים דמוגרפים ונתוני עבירות ותאונות של הנהג הצעיר והוריו. בפרק זה נתמקד במאפייני התאונה כגורמים לקטלניותה, ונבחן משתנים סביבתיים (מזג אויר, יום/לילה, יום בשבוע וכדומה), משתנים הקשורים ברכב (אמצעי בטיחות, שנת ייצור, נפח מנוע, סוג רכב וכדומה), בדרך (מהירות מותרת, סוג דרך וכדומה) ובתאונה (סוג תאונה, למשל). המטרה בפרק זה הינה חיזוי חומרת התאונה הצפויה (בדגש על תאונות קטלניות וקשות, שיחד תקראנה כאן חמורות) בהינתן מידע על תאונות עבר. המידע יכלול פרטים על כלי הרכב המעורבים בתאונות, סוגי הדרכים בהם התאונות התרחשו, נתונים סביבתיים ונתונים על הנהגים עצמם. המטרה כאן היא שאיתור הגורמים המשפיעים על חומרת תאונות דרכים בקרב נהגים צעירים יעזור במציאת דרכים למזעור מספר התאונות והקטנת חומרתן.

### 8.2 הבנת הנתונים

בפרק זה ינותח בעיקר קובץ מספר 2 (פרק 3.1 ונספח 1) אשר בעזרת 40 משתנים ו- 612,298 תצפיות מתאר את כל תאונות הנהגים הצעירים והוריהם בישראל בין 2002 ו-2008. נזכיר כי כל משפחה מיוצגת בקובץ ע"י מספר תצפיות כמספר התאונות בהן הייתה מעורבת. אם אף אחד מבני המשפחה לא היה מעורב בתאונה, תופיע תצפית אחת הכוללת את נתוני הנהג והוריו ללא נתוני תאונות. מרבית התצפיות בקובץ הן ללא נתוני תאונות, כשבסה"כ קיימות בקובץ כ-165 אלף תצפיות עם תאונות.

פרק זה יתמקד בעיקר בתאונות ת"ד ( $sug\_tik=1$ ) ורק בסופו יורחב לתאונות כללי עם נפגעים ( $sug\_tik=3$ ), כשהסיבה העיקרית לכך היא שעבור תאונות כללי עם נפגעים לא נאספים מספיק נתונים ע"י המשטרה. בסה"כ קיימות בקובץ 62,989 תאונות כאלה כש-31,600 מהן בוצעו על ידי הנהג הצעיר. לאחר הוספת מידע מקובץ 1, בסיס הנתונים עבור חלק זה בעבודה כלל 89 משתנים המופיעים בטבלה 55 (כשהערכים שהם מקבלים מפורטים בנספח 11).

|                 |                  |               |                 |
|-----------------|------------------|---------------|-----------------|
| Id1             | SUG_YOM          | HAD_MASLUL    | nezek           |
| Id2             | YOM_LAYLA        | RAV_MASLUL    | nefah           |
| Id3             | YOM_BASHAVUA     | ZURAT_DEREH   | shnat_yitzur    |
| PK_TEUNA_FIKT   | RAMZOR           | TKINUT        | driver          |
| rehevfi         | SUG_DEREH        | ROHAV         | Vetek_prati     |
| SUG_MEORAV      | MEHIRUT_MUTERET  | SIMUN_TIMRUR  | Vetek_ofnoa     |
| HUMRAT_PGIA     | HUMRAT_TEUNA     | TEURA         | mahoznafa       |
| SUG_REHEV_NASA  | SUG_TIK          | BAKARA        | shiuch          |
| EMZAE_BETIHUT   | GOREM_TEUNA      | MEZEG_AVIR    | zturatYishuv    |
| SHAA            | SUG_TEUNA        | PNE_KVISH     | merhak          |
| min             | mahoznafa        | rfAv3         | carsem          |
| taarich_rishyon | shiuch           | SHNAT_YITZUR1 | rfEm1           |
| gil             | Zturat_yeshuv    | SHNAT_YITZUR2 | rfEm2           |
| KvutzaUchlusiya | St_indication_or | SHNAT_YITZUR3 | rfEm3           |
| Yabeshet        | KvutzaAv         | Nefah_1       | SHNAT_YITZURem1 |
| aliyag          | YabeshetAv       | Nefah_2       | SHNAT_YITZURem2 |
| ofnoa_ind       | AliyaAvg         | Nefah_3       | SHNAT_YITZURem3 |
| hagbala1        | matzavav         | KvutzaEm      | Nefahem_1       |
| hagbala2        | Dadeducg         | YabeshetEm    | Nefahem_2       |
| hagbala3        | mursheav         | AliyaEmg      | Nefahem_3       |
| hagbala4        | Cars             | matzavem      |                 |
| hagbala5        | rfAv1            | momeducg      |                 |
| v_oy            | rfAv2            | mursheem      |                 |

טבלה 55 - המשתנים ששימשו לניתוח חומרת תאונת נהג צעיר

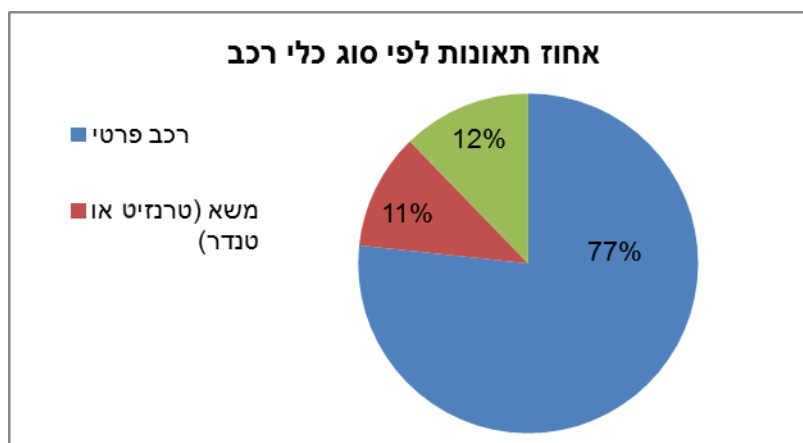
משתני מפתח (כגון id1, id2, id3, pk\_teuna\_fikt, rehevfi) שאינם יכולים לתרום להסבר וחיזוי חומרת תאונה נמחקו. בנוסף, משתנים משלימים אוחדו. לדוגמא, תאונה יכולה להתרחש בדרך חד מסלולית או רב מסלולית, ובקובץ נעשה שימוש בשני משתנים שונים לתיאור שתי האפשרויות, אך היות ואלה משלימות זו את זו, כשהמשתנה האחד קיבל ערך האחר היה חסר. באופן דומה, המשתנים רמזור ובקרה רלוונטיים רק לסוג דרך שהוא צומת ולא לסוג דרך שהוא לא בצומת.

המשתנה המוסבר הוא חומרת תאונה (HUMRAT\_TEUNA), והוא מציג שלוש מחלקות: תאונה קטלנית (מחלקה 1), תאונה קשה (מחלקה 2) ותאונה קלה (מחלקה 3). בדומה לחוסר האיזון בנתונים איתו התמודדנו בפרקים הקודמים שעסקו במידול מעורבות הנהגים, גם משתנה חומרת תאונה סובל מחוסר איזון; 1.5% מהתצפיות הן של תאונות קטלניות, 8.5% של תאונות קשות ו- 90% של תאונות קלות.

## 8.2.1 סטטיסטיקה תיאורית אל מול המשתנה המוסבר

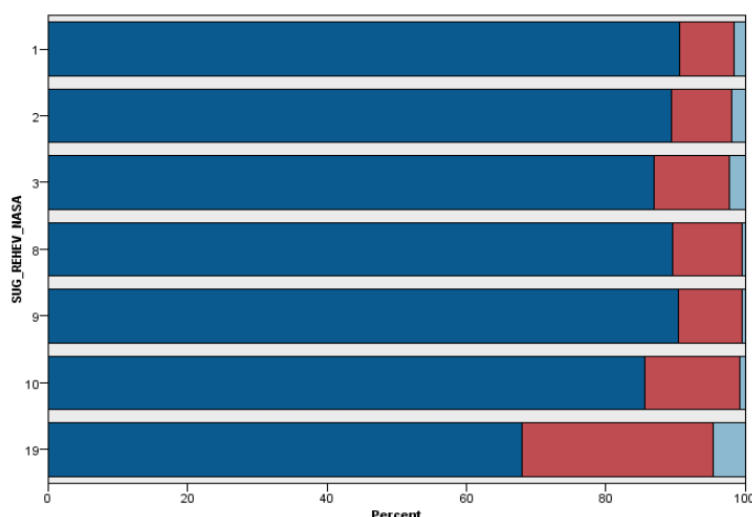
בשלב ראשון בוצע ניתוח של המשתנים המסבירים אל מול המשתנה המוסבר. נציג אותו עבור חלק מהמשתנים:

1. סוג הרכב בו נסע הנהג בזמן ביצוע התאונה (SUG\_REHEV\_NASA) איור 63 מראה שמרבית התאונות בקובץ (כ-77%) בוצעו ברכב פרטי, 12% ו-11% בוצעו באופנוע ורכב משא, בהתאמה.

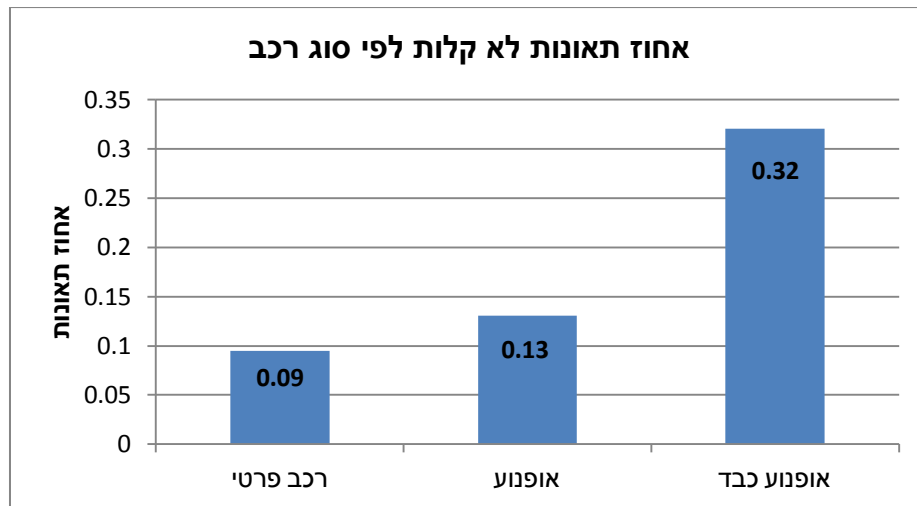


איור 63 - אחוז התאונות לפי סוג רכב

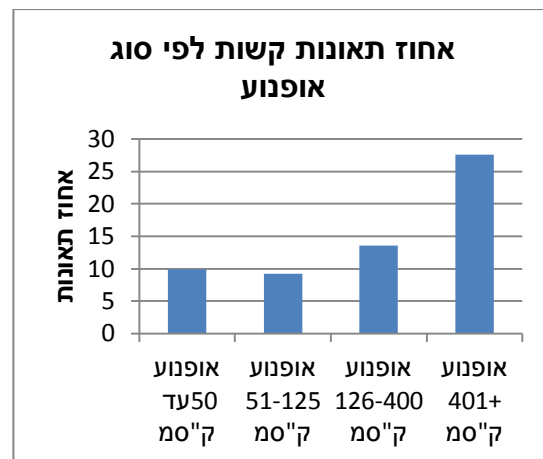
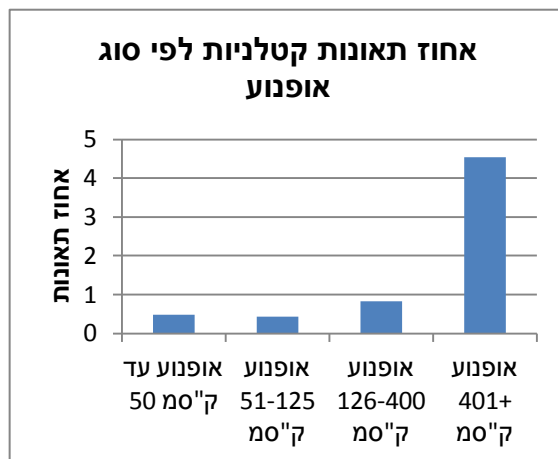
למשתנה מספר ערכים: (1) רכב נוסעים פרטי, (2) משא עד 4 טון אחד (טרנזיט), (3) משא עד 4 טון לא אחד (טנדר) (8) אופנוע עד 50 סמ"ק, (9) אופנוע עד 125 סמ"ק, (10) אופנוע עד 400 סמ"ק ו-(19) אופנוע מעל 400 סמ"ק. איור 64 מראה שבאופן יחסי, אופנועים כבדים מבצעים יותר תאונות חמורות מכל שאר כלי הרכב, ומבין כלי הרכב שאינם אופנוע, רכב משא עד 4 טון לא אחד מעורב באופן יחסי ביותר תאונות עם חומרה גבוהה. איור 65 מפרט ומראה שאחוז התאונות החמורות בקרב רוכבי אופנוע הוא כ-13% ובקרב רוכבי אופנועים כבדים כ-32%, לעומת 9% בכלי רכב פרטיים. בנוסף, ניתן לראות באיור 66 שכול שנת הרכב הדו גלגלי עולה, אחוז התאונות החמורות עולה, בייחוד עבור נפח של 400 סמ"ק ומעל 400 סמ"ק. איור 67 מראה שבכפר אחוז תאונות האופנוע החמורות גבוה משמעותית מאשר בעיר ואילו אחוז התאונות הקלות גבוה יותר בעיר. כך שהמסקנה שאחוז התאונות החמורות בקרב רוכבי האופנועים גבוה מאשר בקרב נהג הרכב הפרטי, בולטת בייחוד באזור הכפרי.



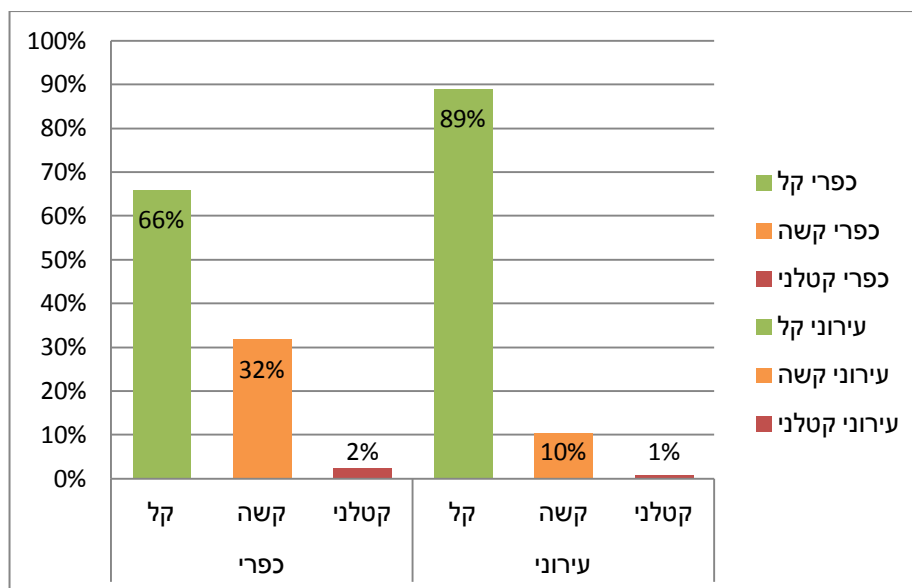
איור 64 - התפלגות סוג הרכב אל מול חומרת התאונה. שלושת הצבעים המייצגים את חומרות התאונה יליו את יתר הגרפים בהמשך פרק זה.



איור 65 - השוואת אחוז התאונות החמורות בין רכב דו-גלגלי לרכב פרטי



איור 66 - אחוז התאונות הקשות והקטלניות ע"פ חתך נפח מנוע לרכב דו-גלגלי



איור 67 - התפלגות חומרת תאונות אופנועים בחתך עיר/כפר

2. **ותק תאונה (Vetek)** – איור 68 מראה את מספר ואחוז התאונות בתלות בותק הנהיגה (בחודשים) מרגע הוצאת הרישיון. כפי שראינו בפרקים קודמים, גם איור זה מראה שמספר התאונות מגיע לשיא מייד בתום חודשי הלוח, ואז הוא יורד לאיטו עד שמתייצב לאחר כ-18-21 חודשים. מעניין שכ-1% מהתאונות הוא עם ותק שלילי (ערך 0); אלה הן תאונות שבוצעו בטרם הוצא רישיון, אך לא ברור מנתוני הלמ"ס האם מדובר ברישיון פרטי או אופנוע. המקרה הראשון מבין השניים הוא כמובן חמור. איור 69 נותן תאור דומה עבור תאונות אופנוע של הנהגים הצעירים, אך בניגוד לתאונות רכב פרטי, ההבדלים באחוזי תאונות האופנוע לאורך הזמן קטנים ולא מראים מגמה ברורה. 1127 תאונות, המהוות 29.4% מכלל תאונות האופנוע, בוצעו לפני הוצאת רישיון, ושוב, לא ברור מנתוני הלמ"ס באיזה רישיון מדובר. אם מדובר ברישיון אופנוע, הרי הדבר חמור. ניסינו להבין יותר את פשרן של תאונות אלה, ואיור 70 מראה שרוב המכריע קורות בעיר, והחומרה הגבוהה ביותר שלהן היא קשה (משמע, אין ביניהן תאונות קטלניות).

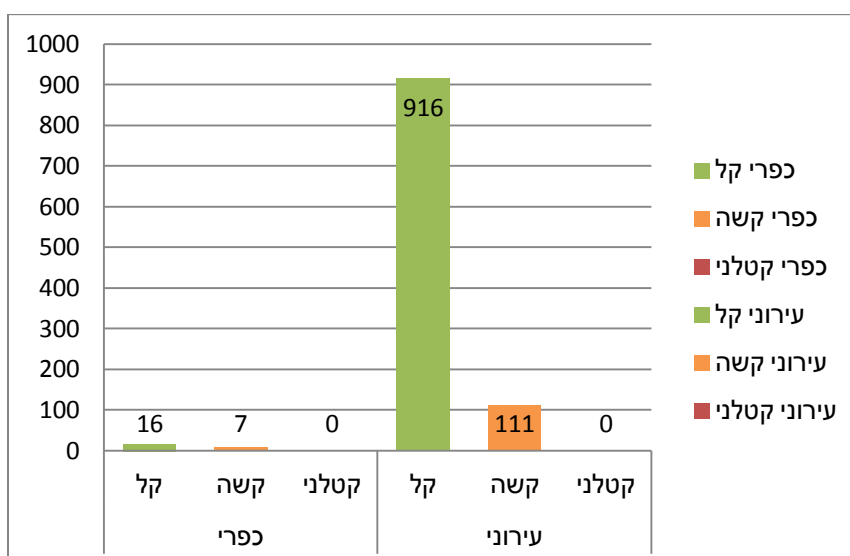
| Value  | Proportion | %    | Count |
|--------|------------|------|-------|
| 0.000  |            | 1.01 | 273   |
| 1.000  |            | 0.78 | 211   |
| 2.000  |            | 1.05 | 286   |
| 3.000  |            | 2.72 | 739   |
| 4.000  |            | 4.28 | 1162  |
| 5.000  |            | 4.02 | 1091  |
| 6.000  |            | 3.61 | 981   |
| 7.000  |            | 3.57 | 970   |
| 8.000  |            | 3.34 | 906   |
| 9.000  |            | 2.95 | 802   |
| 10.000 |            | 2.85 | 774   |
| 11.000 |            | 2.99 | 812   |
| 12.000 |            | 2.75 | 747   |
| 13.000 |            | 2.66 | 723   |
| 14.000 |            | 2.43 | 660   |
| 15.000 |            | 2.41 | 655   |
| 16.000 |            | 2.21 | 599   |
| 17.000 |            | 2.16 | 586   |
| 18.000 |            | 2.04 | 553   |
| 19.000 |            | 1.97 | 534   |
| 20.000 |            | 2.03 | 552   |
| 21.000 |            | 1.85 | 501   |
| 22.000 |            | 1.9  | 515   |
| 23.000 |            | 1.82 | 493   |
| 24.000 |            | 1.71 | 464   |

איור 68 - ותק תאונה אל מול מספר תאונות רכב פרטי

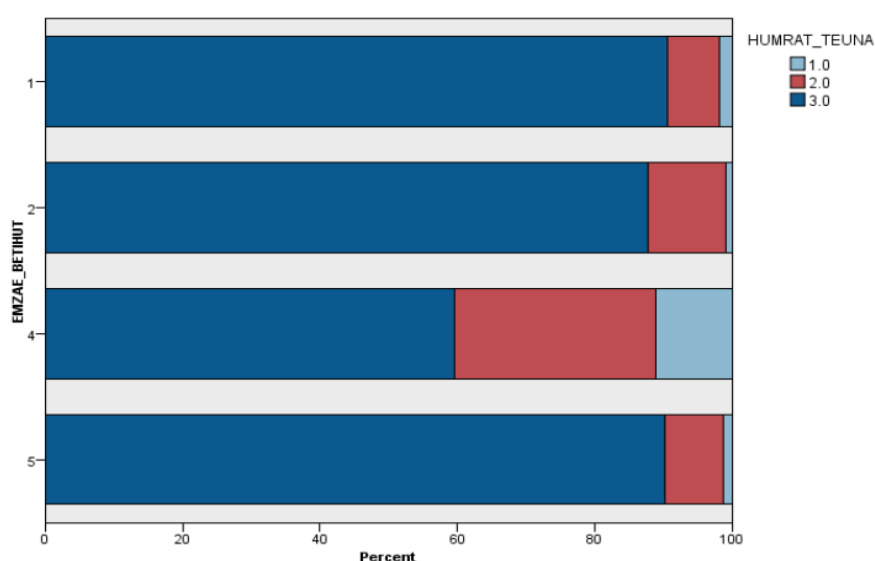
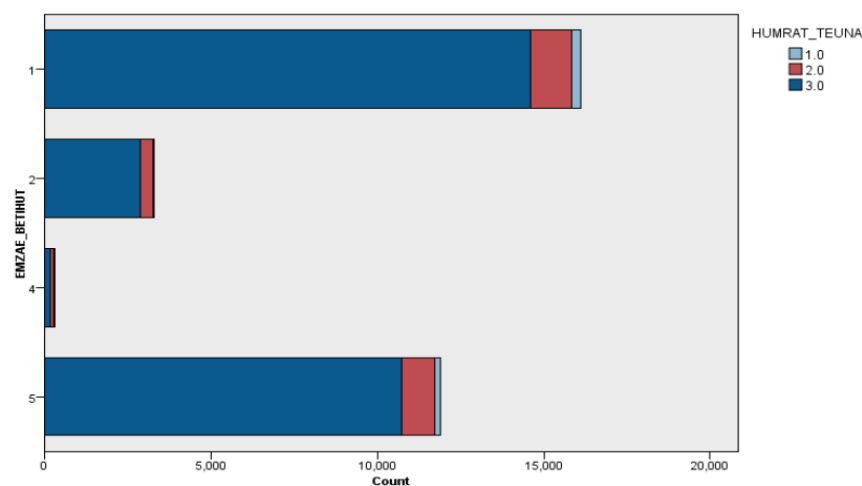
| Value  | Proportion | %     | Count |
|--------|------------|-------|-------|
| 0.000  |            | 29.38 | 1127  |
| 1.000  |            | 1.64  | 63    |
| 2.000  |            | 1.41  | 54    |
| 3.000  |            | 1.25  | 48    |
| 4.000  |            | 1.09  | 42    |
| 5.000  |            | 1.17  | 45    |
| 6.000  |            | 1.17  | 45    |
| 7.000  |            | 1.69  | 65    |
| 8.000  |            | 1.3   | 50    |
| 9.000  |            | 1.23  | 47    |
| 10.000 |            | 1.64  | 63    |
| 11.000 |            | 0.83  | 32    |
| 12.000 |            | 1.33  | 51    |
| 13.000 |            | 1.17  | 45    |
| 14.000 |            | 1.54  | 59    |
| 15.000 |            | 1.17  | 45    |
| 16.000 |            | 1.2   | 46    |
| 17.000 |            | 1.07  | 41    |
| 18.000 |            | 0.99  | 38    |
| 19.000 |            | 1.17  | 45    |
| 20.000 |            | 1.12  | 43    |
| 21.000 |            | 0.86  | 33    |
| 22.000 |            | 1.28  | 49    |
| 23.000 |            | 1.07  | 41    |
| 24.000 |            | 0.55  | 21    |

איור 69 - ותק תאונה אל מול מספר תאונות אופנוע

3. **אמצעי בטיחות (EMZAE BETIHUT)** – איור 71 מציג את התפלגות המשתנה שימוש באמצעי בטיחות, על ערכיו: (1) חגר חגורה ברכב, (2) חבש קסדה באופנוע, (4) לא השתמש באמצעי בטיחות, (5) לא ידוע. הגרף העליון מציג מספר תאונות מוחלט, והגרף התחתון מציג אחוזים יחסית לכל ערך משתנה. רואים שבמקרה של אי-שימוש באמצעי בטיחות (4), 40% מהתאונות חמורות (11.1% קטלניות ו-29.3% קשות) (גרף תחתון). יחד עם זאת מדובר רק ב-1% מכלל התאונות (גרף עליון). ב-37% מהתאונות, המידע חסר לגבי שימוש באמצעי בטיחות. כדי לנסות להסביר את האחוז הגבוה של תאונות עם ערך חסר של אמצעי הבטיחות (ערך 5), בדקנו בטבלה 56 פילוח של משתנה זה עם המשתנה סוג מעורב (sug\_meorav). הפילוח מראה שברוב המקרים בהם לא ידוע על שימוש באמצעי בטיחות, הנהג לא נפגע. כאשר הנהג הוא הנפגע, ביותר מ-90% מהמקרים היה שימוש באמצעי בטיחות, כך שלא ניתן לומר באופן



איור 70 - חומרת תאונות אופנועים אצל נהגים צעירים שלא הוציאו רישיון אופנוע, בחתך עיר/כפר



איור 71 - התפלגות אמצעי בטיחות אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)

| סוג מעורב   | חגורה | קסדה | לא ידוע | בלי  |
|-------------|-------|------|---------|------|
| 1 - נהג     | 15    | 2    | 9847    | NULL |
| 2- נהג נפגע | 16098 | 3286 | 2043    | 297  |

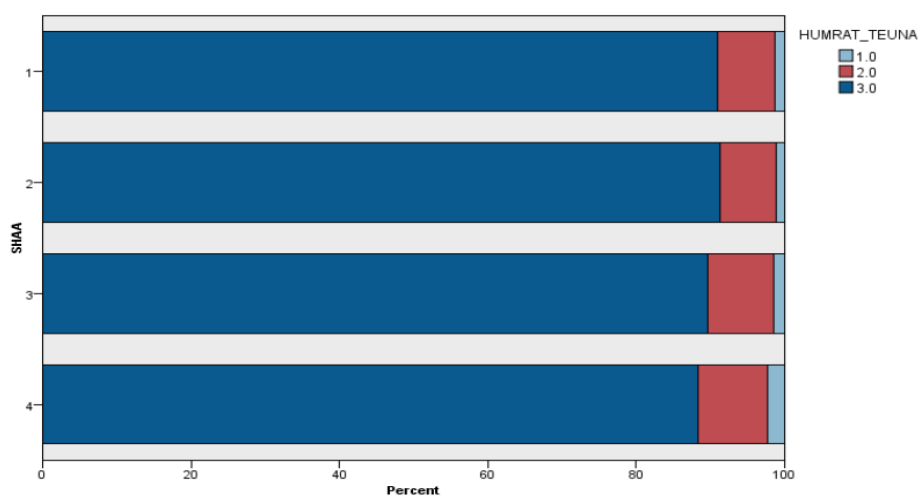
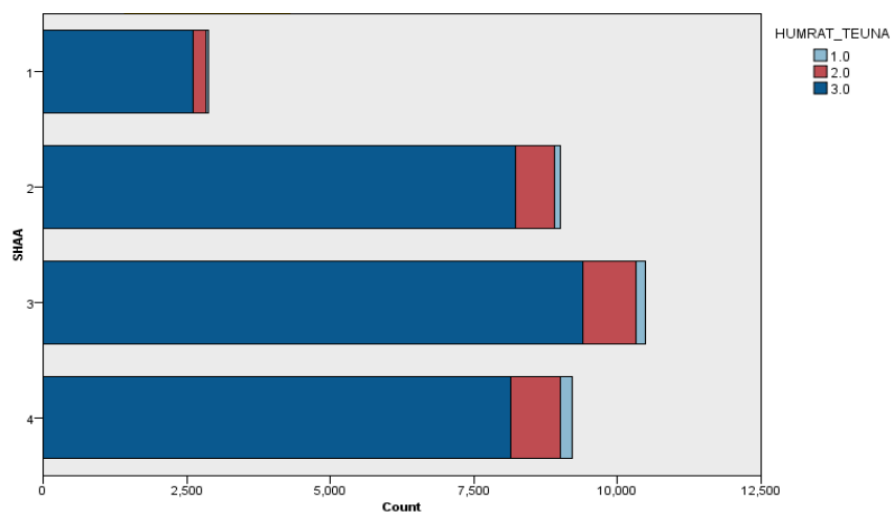
טבלה 56 - התפלגות אמצעי בטיחות של הנהג בתאונות בהן נפגע או לא

כללי שאי-שימוש באמצעי בטיחות הוא שהוביל לפגיעת הנהג (למרות שעדיין, 297 נהגים נפגעו כשלא השתמשו באמצעי בטיחות).

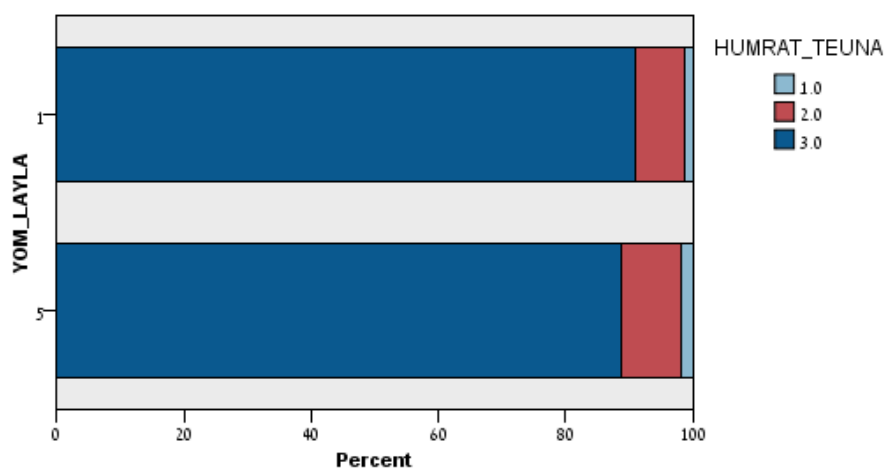
4. **שעה ביום (SHAA)** – איור 72 עבור שעת התאונה – עם ערכים: (1) 7:00-10:00, (2) 10:01-16:00, (3) 16:01-22:00 ו-(4) 22:01-7:00 – מראה שמרבית התאונות (גרף עליון) מתרחשות בשעות הערב (ערך 3), כשבשעות הבוקר (ערך 1) מתרחשות רק מעט תאונות יחסית, וכלל שהשעה מאוחרת יותר, אחוז התאונות החמורות עולה (גרף תחתון).

5. **יום לילה (YOM LAYLA)** – איור 73 עבור משתנה יום לילה – עם ערכים: (1) יום, (2) לילה – מראה שבליילה אחוז התאונות החמורות גבוה יותר מביום.
6. **סוג יום (SUG YOM)** – איור 74 עבור סוג היום – עם ערכים: (1) חג, (2) ערב חג, (3) חול המועד, (4) יום אחר – מראה שלמרות שבימים מיוחדים (חגים וכדומה) מספר התאונות קטן משמעותית (מפני שישנם רק מעט ימים כאלה), הרי אחוז התאונות החמורות בימים אלה דומה לימי חול, ובחג ובחול המועד הוא אפילו גדול יותר.
7. **סוג דרך (SUG DEREH)** – איור 75 עבור סוג דרך – עם ערכים: (1) עירוני בצומת, (2) עירוני לא בצומת, (3) בינעירוני בצומת, (4) בינעירוני לא בצומת – מראה שהרבה יותר תאונות מתרחשות בכבישים עירוניים מאשר בכבישים בינעירוניים, כשעיקר התאונות מתרחשות בדרך עירונית שלא בצומת ומיעוט התאונות בדרך בינעירונית בצומת. האיור גם מראה שאחוז התאונות החמורות מתוך סה"כ התאונות המתרחשות שלא בצומת – בין אם בדרך עירונית ובין אם בדרך בינעירונית – גבוה משמעותית מאחוז זה עבור צמתים.
8. **מהירות מותרת (MEHIRUT MUTERET)** – איור 76 עבור מהירות מותרת – עם ערכים: (1) 50 קמ"ש, (2) 60 קמ"ש, (3) 70 קמ"ש, (4) 80 קמ"ש, (5) 90 קמ"ש, (6) 100 קמ"ש ו-(7) 110 קמ"ש – מראה שהרוב הגדול של התאונות – ותאונות חמורות בפרט – מתרחשות בכבישים בהם המהירות המותרת היא 50 קמ"ש (שהם כבישים עירוניים) ושהרבה מאוד תאונות – ותאונות חמורות בפרט – מתרחשות בכביש בו המהירות המותרת היא 80 קמ"ש.
9. **גורם תאונה (GOREM TEUNA)** – איור 77 עבור גורם תאונה – עם ערכים: (1) עבירת הנהג, (2) פעולת הולך רגל, (3) התנהגות נוסעים, (4) התנהגות רוכבי אופניים, (5) אי תקינות הרכב, (6) אחר ו-(9) לא ידוע – מראה כי הגורם העיקרי לתאונות בקרב נהגים צעירים הוא הנהג עצמו (94.82%), כשכל יתר הגורמים קטנים מאוד (גרף עליון). אבל, באופן יחסי, אחוז התאונות החמורות מבין התאונות שהן עקב עבירת נהג לא גדול מהאחוז של תאונות חמורות עקב שאר גורמי התאונה (מלבד עבור תאונות עם גורם שהוא התנהגות נוסעים).

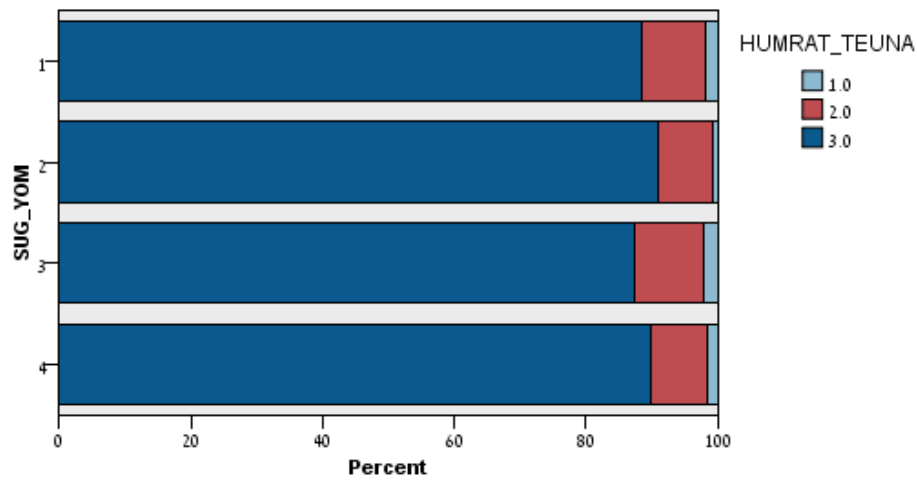
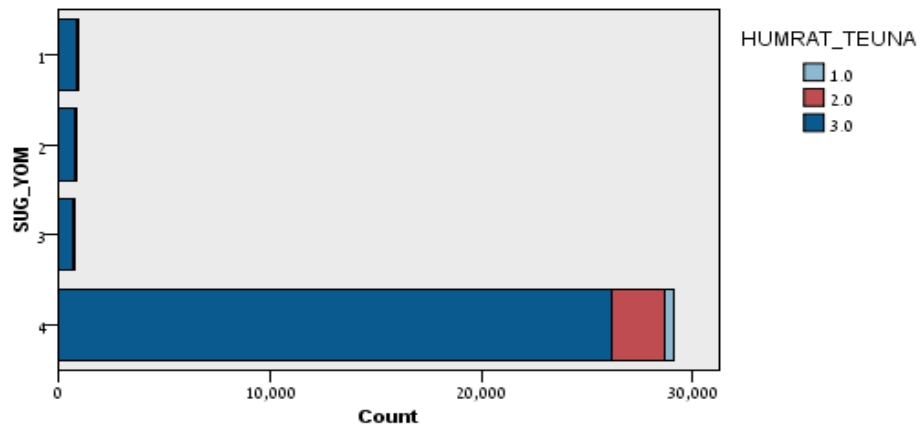




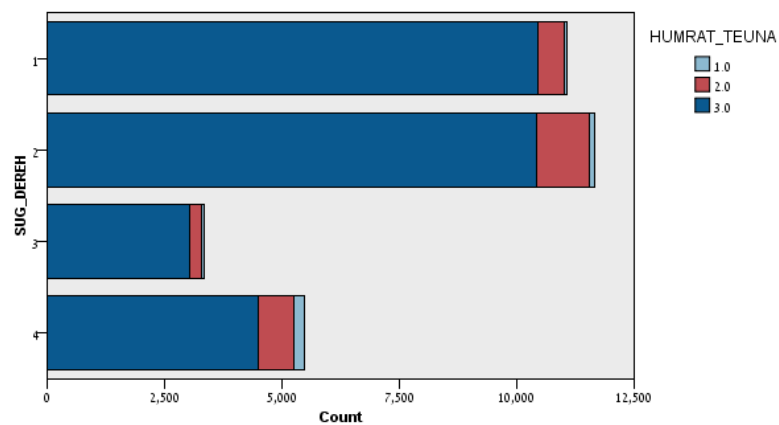
איור 72 - התפלגות שעה אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)



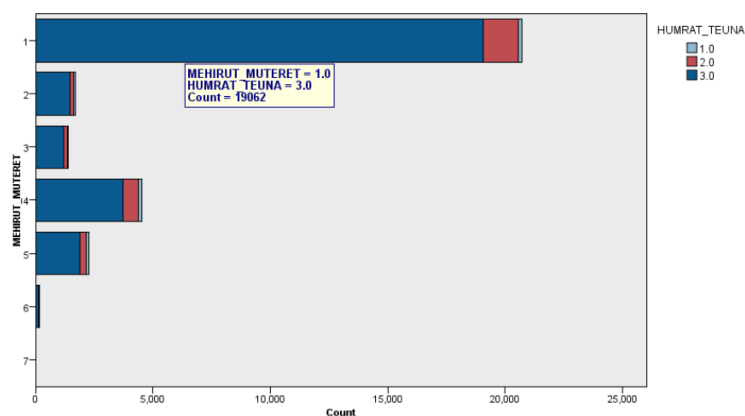
איור 73 - התפלגות (יחסית) של יום/לילה אל מול חומרת התאונה



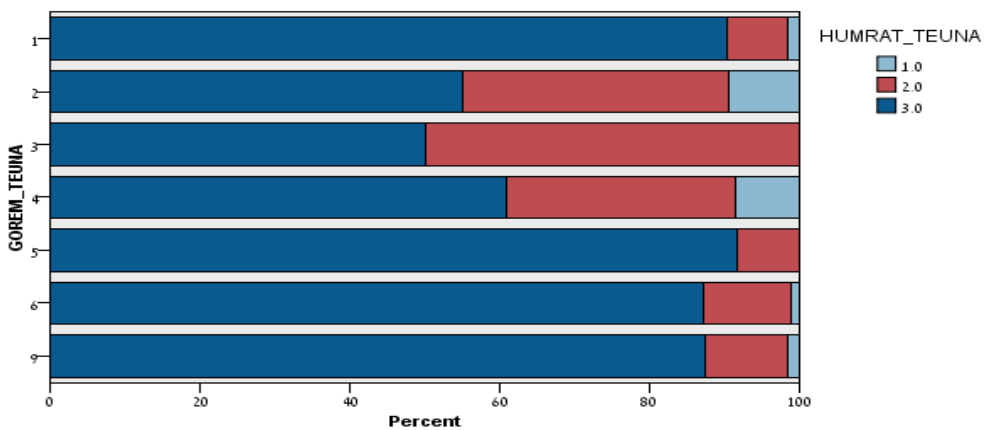
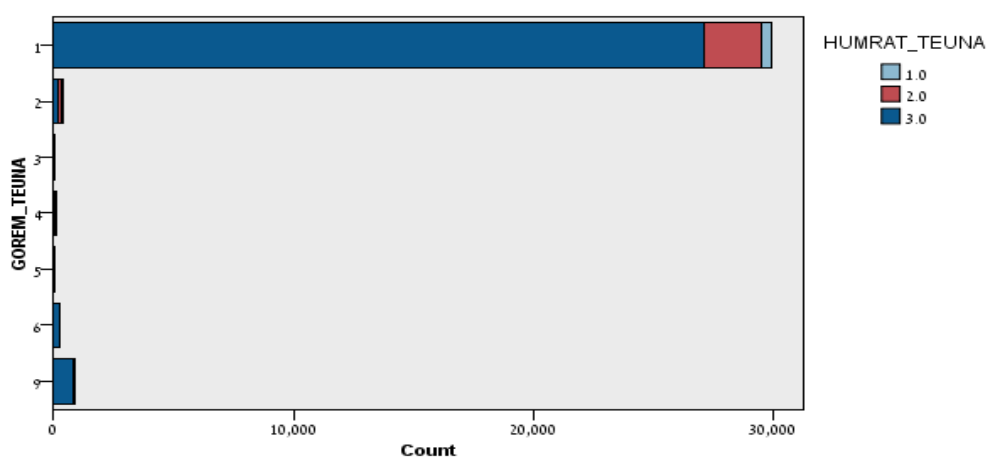
איור 74 - התפלגות סוג יום אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)



איור 75 - התפלגות סוג דרך אל מול חומרת התאונה



איור 76 - התפלגות מהירות מותרת אל מול חומרת התאונה

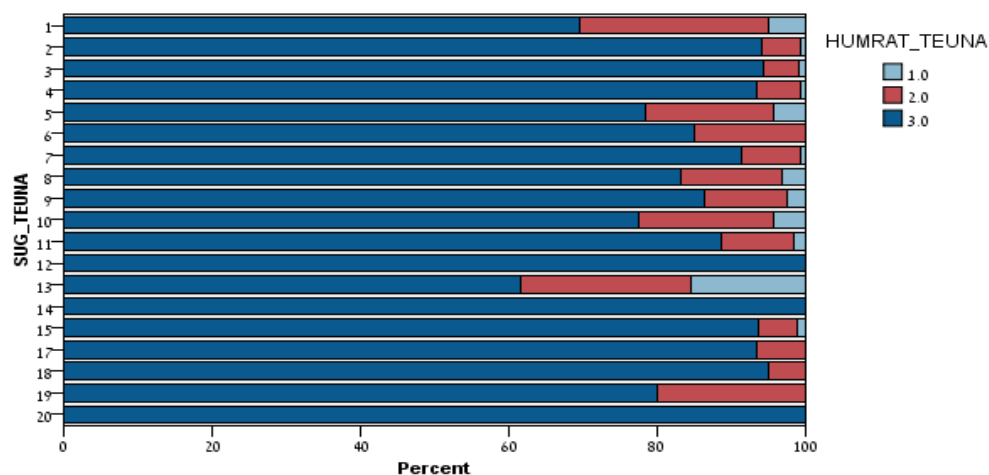
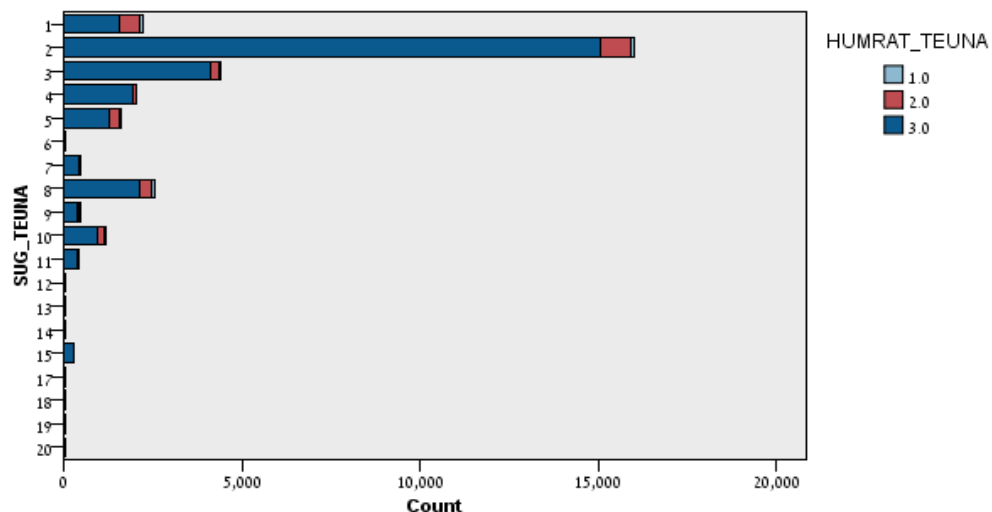


איור 77 - התפלגות גורם תאונה אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)

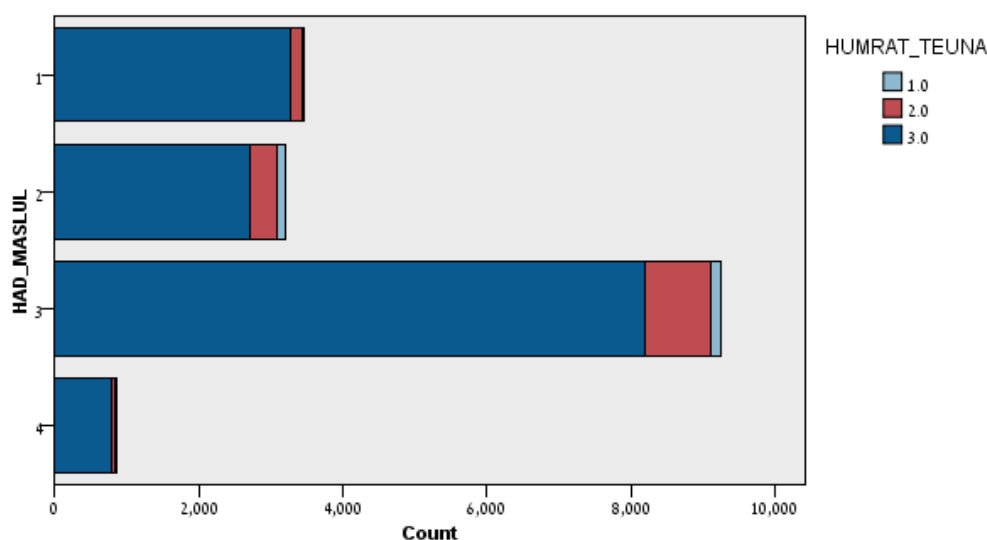
10. **סוג תאונה (SUG TEUNA)** – איור 78 עבור סוג תאונה – עם 20 ערכים המפורטים בנספח 11 – מראה כי הסוג הנפוץ ביותר (גרף עליון) של תאונות נהגים צעירים (כ-50% מהתאונות) הוא התנגשות חזית אל צד (2), כשסוגים נפוצים נוספים הם התנגשות חזית באחור (3) (כ-14% מהתאונות) והתנגשות עם עצם דומם (8) (כ-10% מהתאונות). סוגי התאונה החמורים ביותר

הם (גרף תחתון): נפילה מרכב נע (13) (רק 13 תאונות, אך 15.3% מהן קטלניות ו-23.1% קשות), פגיעה בהולך רגל (1) (5% קטלניות ו-25.3% קשות), התנגשות חזית אל חזית (5) (4.3% קטלניות ו-17.2% קשות) ולאחריהן התהפכות (10) והתנגשות עם עצם דומם (8).

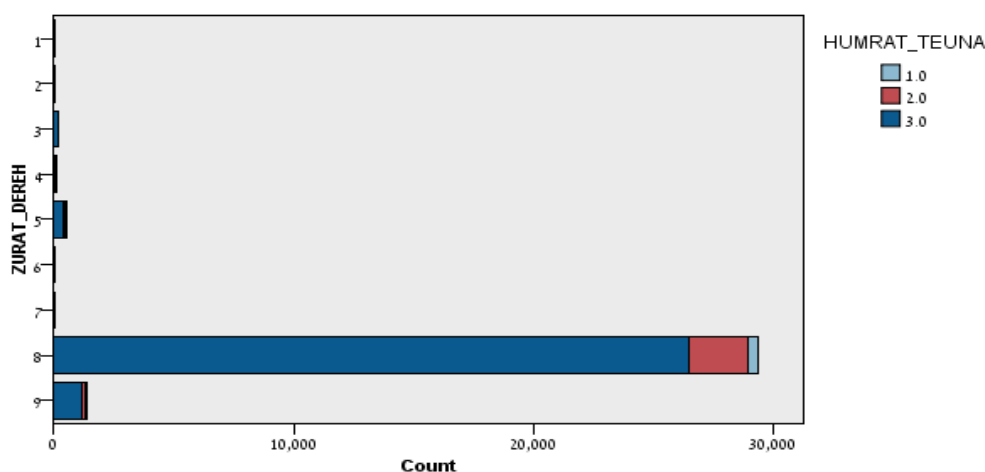
11. **חד מסלול (HAD MASLUL) – איור 79** עבור חד מסלול – עם ערכים: (1) חד סטרי, (2) דו סטרי וקו הפרדה רצוף, (3) דו סטרי ללא קו הפרדה רצוף ו-(4) אחר – מראה שמ-56% מהתאונות עבורן ידוע מספר המסלולים, 55% מהתאונות נגרמו בכביש דו סטרי ללא קו הפרדה רצוף (3) והתאונות חמורות יותר מאשר עבור יתר ערכי המשתנה. מניתוח המשתנה רב מסלול עולה כי בכבישים אלה רוב התאונות של נהגים צעירים מתרחשות בכבישים ללא גדר בטיחות.



איור 78 - התפלגות סוג תאונה אל מול חומרת התאונה -  
מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)



איור 79 - התפלגות חד מסלול אל מול חומרת התאונה



איור 80 - התפלגות צורת דרך אל מול חומרת התאונה

12. צורת דרך (ZURAT\_DEREH) – איור 80 עבור צורת דרך – עם 9 ערכים המפורטים בנספח

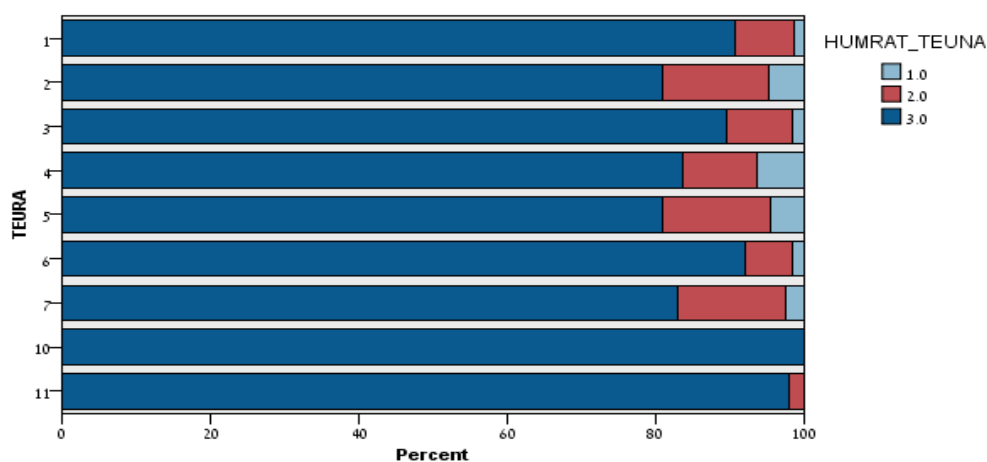
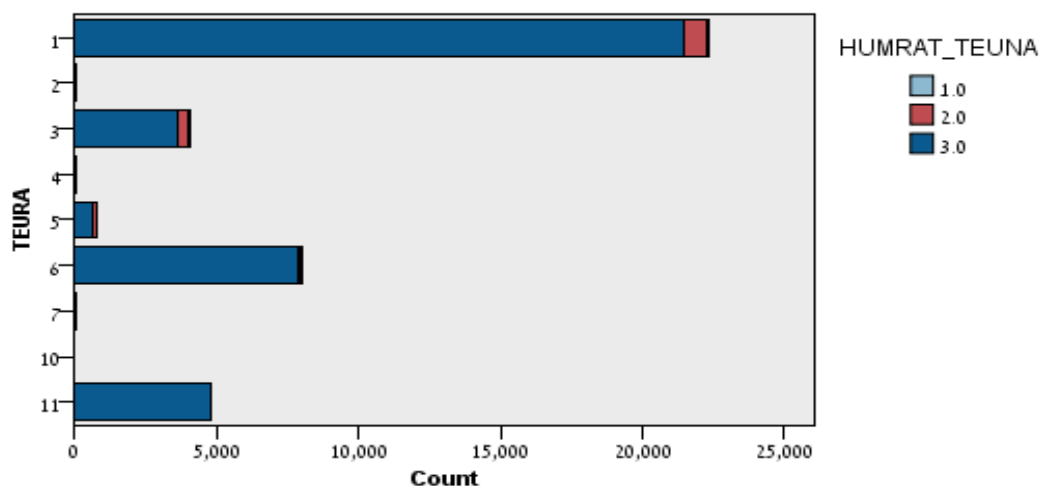
11 – מראה ש-93% מהתאונות אירעו בכביש ישר/צומת (8) ולא בדרך עם צורה בעייתית במיוחד (מחלף, עקומה חדה, שיפוע תלול, מפגש מסילת ברזל וכו').

13. תקינות דרך (TKINUT) – ב-97% מהתאונות, הדרך תקינה ולא נרשם כל ליקוי.

14. סימון תמרור (SIMUN TIMRUR) – במרבית התאונות (83.33%), לא נרשם ליקוי בסימון או תמרור, אם בכלל נדרש תמרור.

15. תאורה (TEURA) – איור 81 עבור תאורה – עם 11 ערכים המפורטים בנספח מספר 11 -

מראה כי רוב התאונות שמעורבים בהן נהגים צעירים אירעו באור יום רגיל (1, 11), כאשר ברוב יתר התאונות, תאורה פעלה (לילה) (3) או שלא היה ידוע אם פעלה (לילה) (6). בתנאי התאורה הבעייתיים, כמו, ראות מוגבלת עקב מזג אויר (2), תאורה בלתי תקינה (4) ותאורה לא קיימת (לילה) (5), מספר התאונות נמוך (גרף עליון), אך אחוז התאונות החמורות מביניהן גבוה (גרף תחתון).



איור 81 - התפלגות תאורה אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)

16. **מזג אויר (MEZEG AVIR)** – איור 82 עבור מזג אויר – עם ערכים: (1) בהיר, (2) גשום, (3) שרבי, (4) ערפילי ו-(5) אחר – מראה כי כמעט כל התאונות (94%) אירעו במזג אויר בהיר, מה שלא מפתיע בישראל שטופת השמש. מניתוח חומרת התאונה, נראה כי רק מזג אויר ערפילי (4) – על אף מספר התאונות הנמוך (33) עבורו – מציג חומרת תאונות גבוהה יותר משאר הקטגוריות; 6.67% קטלניות ו-13.3% קשות.
17. **פני כביש (PNE KVISH)** – מצב הכביש (בוצי, יבש, רטוב, וכו') לא נראה משפיע על שכיחות או חומרת התאונות, ש-93.3% מהן התרחשו על כביש יבש.
18. **נזק (Nezek)** – משתנה תוצאתי שמראה כי רוב התאונות מסתיימות בנזק קל (היות ורובן קלות).
19. **נפח מנוע (Nefah)** – איור 83 עבור נפח מנוע – עם ערכים המפורטים בנספח 11 – מראה שמרבית התאונות (גרף עליון) הן עם כלי רכב בנפחי מנוע 1300-1600 סמ"ק (3) (שהן הנפוצות ביותר בישראל), כשאחריהן באות התאונות עם כלי רכב בנפחי מנוע עד 1,000 סמ"ק (1). האיור גם מראה (גרף תחתון), שחומרת התאונה (בוודאי עבור תאונות קטלניות) עולה עם נפח המנוע. כפי שמראה איור 84, גם הנזק עולה עד לנפח של 1,800 סמ"ק ומשם הוא יורד במתינות.

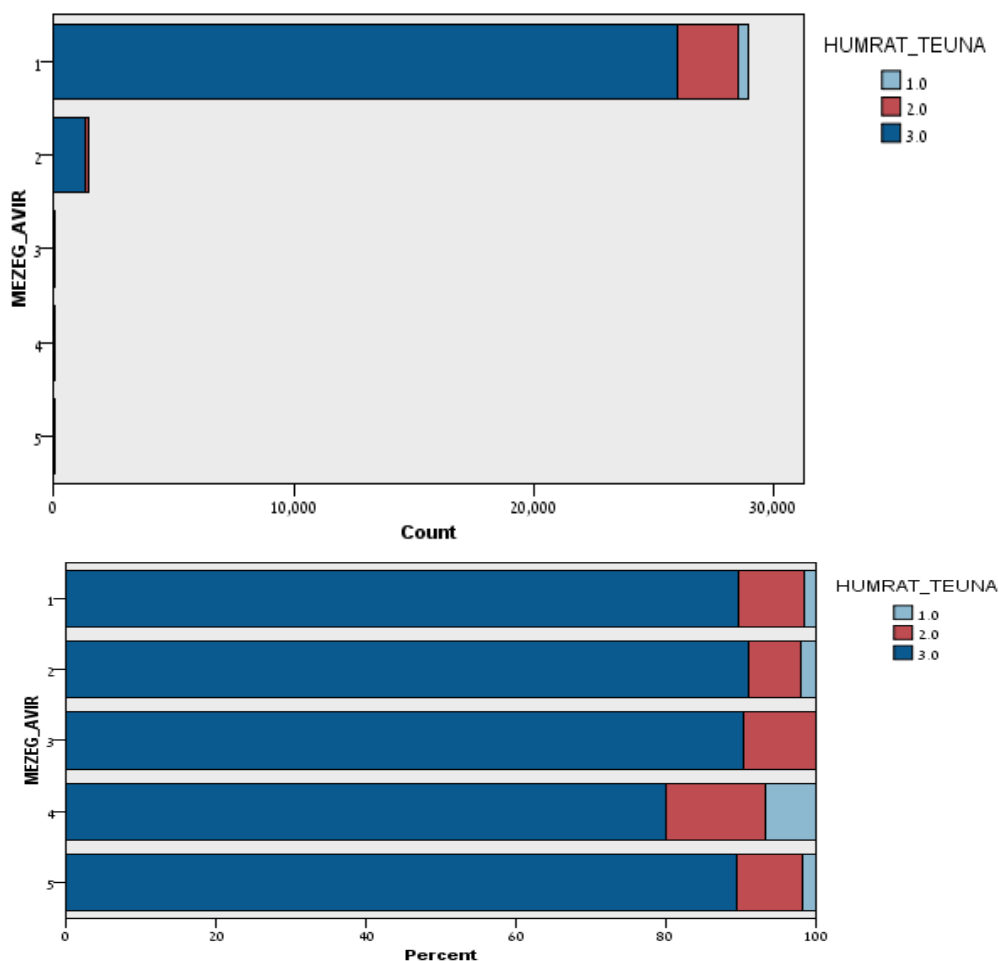
20. **שיור דמוגרפי של התאונה** – איור 85 עבור שיור דמוגרפי (נספח 4) מראה כי עיקר התאונות מתרחשות באזורי המטרופולין, לדוגמא, תל אביב (51) וערי הלווין שלה, ירושלים (11), הראשון באיור) וחיפה (31), בגלל שהם האזורים המאוכלסים ביותר במדינה. ניתוח עמוק ומפורט יותר של משתנה זה נעשה בפרקים קודמים.

21. **מרחק (Merhak)** – חלק נכבד (40%) מהתצפיות לא מכילות ערך במשתנה זה, אך ע"ס האחרות ניתן לראות (איור 86) ששכיחות התאונות מתפלגת מעריכית עם המרחק מהבית.

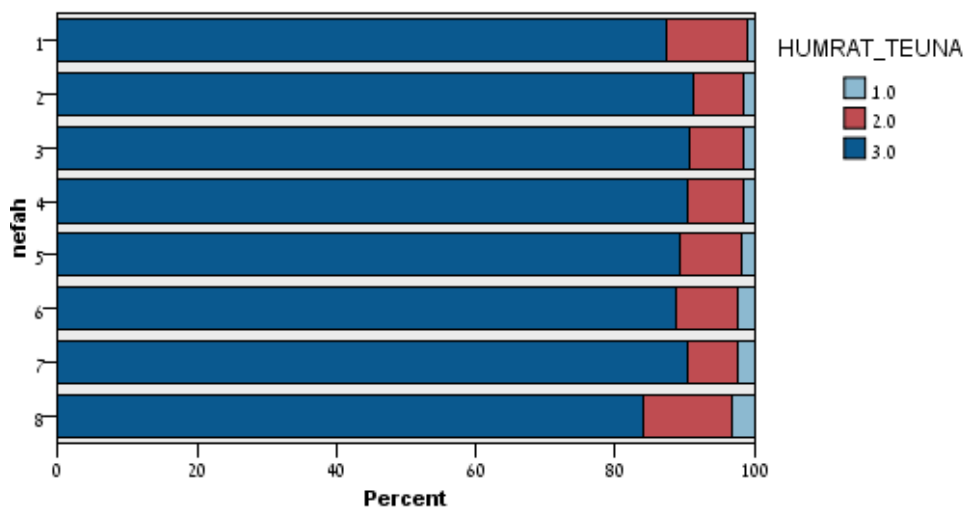
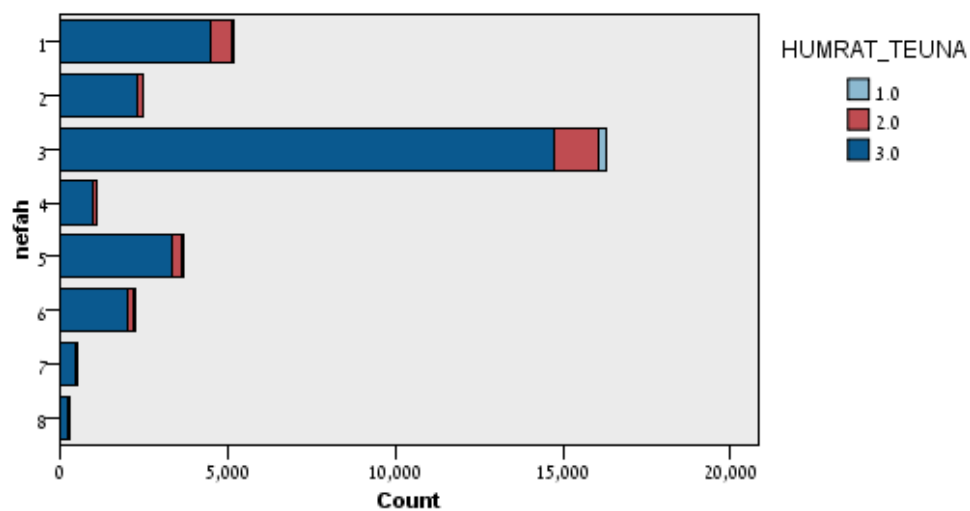
22. **גיל הנהג בהוצאת רישיון (Gil)** – איור 87 מראה כי נהגים שהוציאו רישיון בגיל 17 מעורבים בכ-51% מכלל התאונות בהן מעורבים נהגים צעירים. מספר התאונות פוחת עם גיל הנהג (גרף עליון), אך היחס בין חומרות התאונות השונות כמעט זהה לכל גיל נהג (גרף תחתון). משתנה זה נותח בפרקים הקודמים בצורה מפורטת.

23. **מגדר (Min)** – איור 88 מראה כי גברים (1) מעורבים ב-76.7% מהתאונות ושאוז התאונות הקשות והקטלניות אצלם גבוה בהרבה מאשר אצל נשים (2). גם משתנה זה נותח בפרקים הקודמים בצורה מפורטת.

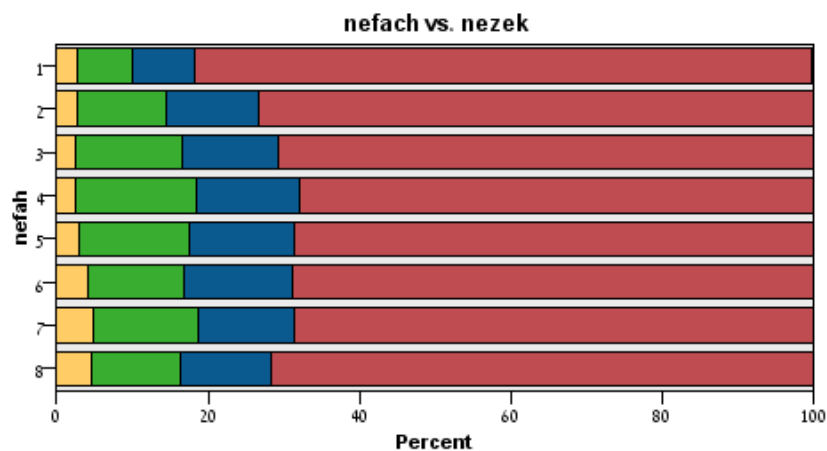
24. **יום בשבוע (YOM BASHAVUA)** – לא ניתן לזהות מגמות על פי משתנה זה, כאשר מספר התאונות בסופי שבוע גדול מעט ממספרן במשך השבוע, אך לא קטלניות.



איור 82 - התפלגות מזג אויר אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)

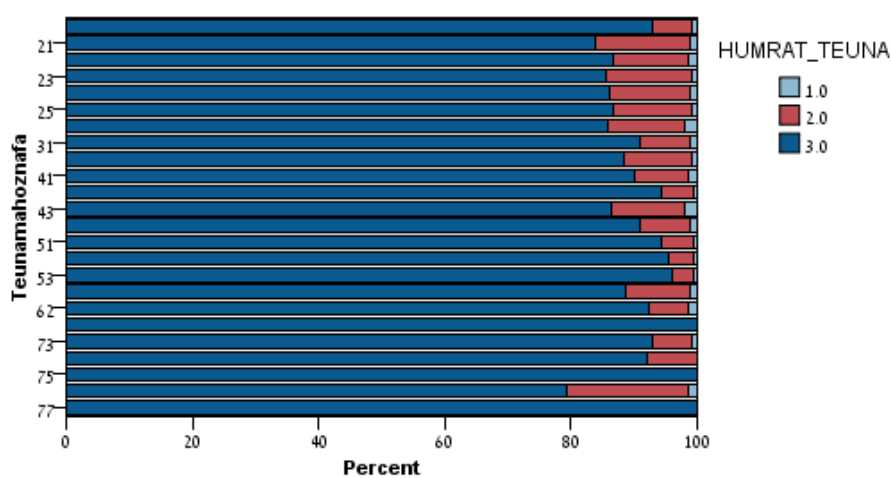
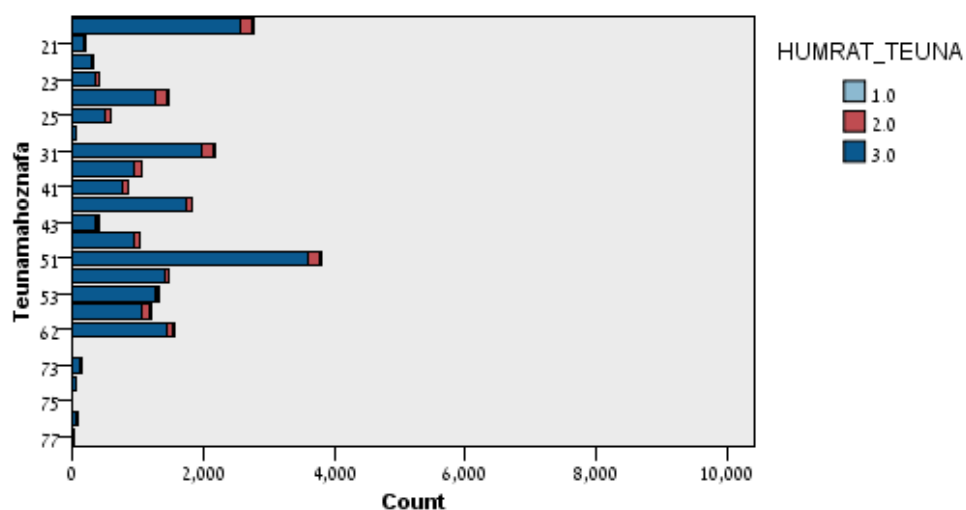


איור 83 - התפלגות נפח מנוע אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)

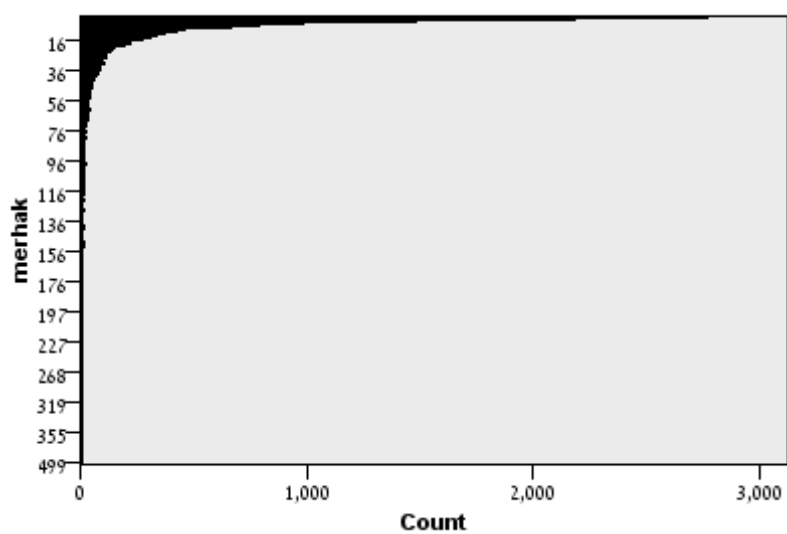


איור 84 - התפלגות נזק (0 - לא ידוע, 1 - קל, 2 - בינוני, 3 - קשה, 4 - אין נזק) מול נפח מנוע מנורמל

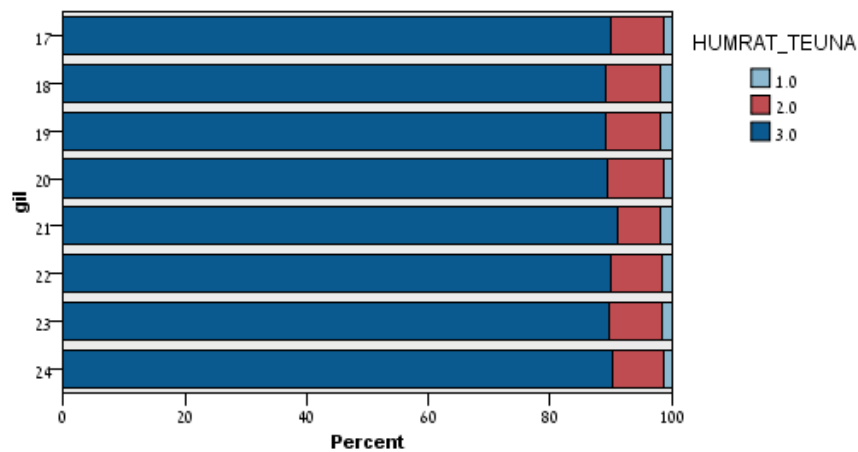
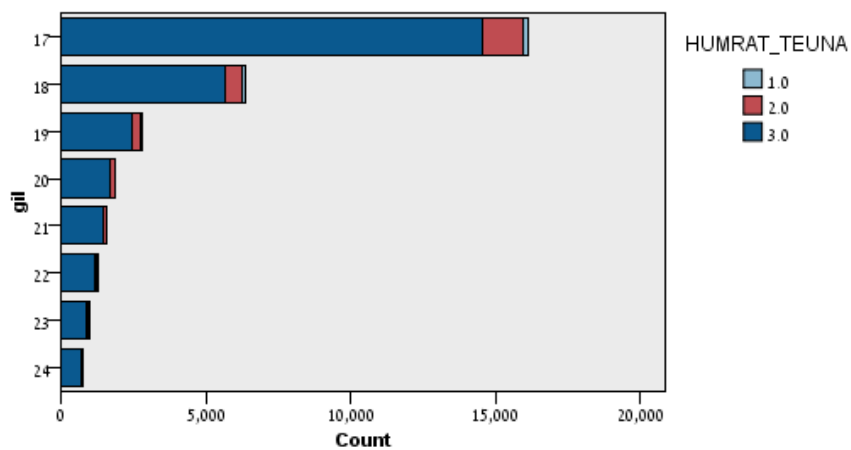




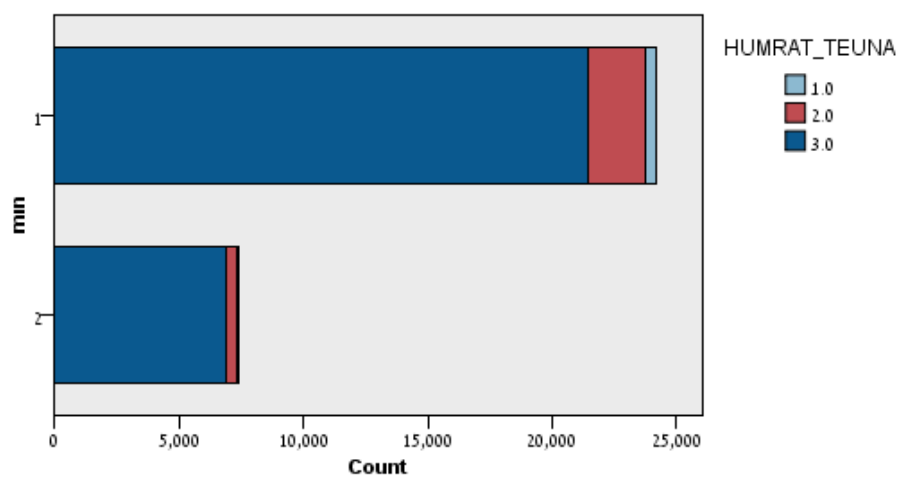
איור 85 - התפלגות מחוז נפה אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)



איור 86 - התפלגות מרחק תאונה מהבית



איור 87 - התפלגות גיל אל מול חומרת התאונה - מספר תאונות מוחלט (גרף עליון) ומספר תאונות יחסי פר ערך של המשתנה (גרף התחתון)



איור 88 - התפלגות מגדר אל מול חומרת התאונה

## 8.2.2 בדיקת מתאם בין המשתנים

בטבלה 57 מוצגים זוגות משתנים ביניהם נמצא מתאם גבוה, ולאחריה מנומקות, עבור חלק מהזוגות, הסיבות למתאם הגבוה.

| variable 1   | variable 2     | correlation |
|--------------|----------------|-------------|
| MEZEG_AVIR   | PNE_KVISH      | 0.951       |
| sug_meorav   | EMZAE_BETIHUT  | 0.845       |
| HAD_MASLUL   | PNE_KVISH      | 0.81        |
| SHAA         | YOM_LAYLA      | 0.775       |
| YOM_LYLA     | TEURA          | 0.752       |
| SUG-DEREH    | MEHIRUT_MUTERT | 0.735       |
| humrat_pgia  | HUMRAT_TEUNA   | 0.725       |
| SHAA         | TEURA          | 0.574       |
| HAD_MASLUL   | SIMUN_TIMRUR   | 0.515       |
| SIMUN_TIMRUR | PNE_KVISH      | 0.492       |
| TKINUT       | SIMUN_TIMRUR   | 0.49        |
| SIMUN_TIMRUR | MEZEG_AVIR     | 0.488       |
| GOREM_TEUNA  | HAD_MASLUL     | 0.472       |
| GOREM_TEUNA  | PNE_KVISH      | 0.445       |
| GOREM_TEUNA  | MEZEG_AVIR     | 0.44        |
| ROHAV        | MEZEG_AVIR     | 0.407       |
| ROHAV        | PNE_KVISH      | 0.401       |

טבלה 57 - מתאם בין מספר זוגות של משתנים

1. המתאם הגבוה בין EMZAE\_BETIHUT לבין sug\_meorav (האם הנהג נפגע בתאונה או לא) נובע מכך שכשהנהג נפגע ( $sug\_meorav=2$ ) ידוע שב-90% מהמקרים היה אמצעי בטיחות (טבלה 56). לעומת זאת, כאשר הנהג לא נפגע, המשתנה מקבל כמעט תמיד (99.9%) את הערך "לא ידוע".
2. המתאם הגבוה בין humrat\_pgia לבין HUMRAT\_TEUNA נובע מכך שחומרת פגיעה מציינת את מידת הפגיעה בנהג, וחומרת תאונה מציינת את מידת הפגיעה החמורה ביותר בנוסע כלשהו בתאונה ובכלל זה הנהג עצמו. מכאן שכל התאונות בהן הייתה חומרת הפגיעה קטלנית סווגו כתאונות עם חומרה קטלנית, ונמצא גם שב-93.5% מהתאונות בהן הייתה חומרת פגיעה קשה, חומרת התאונה הייתה קשה (ובמשלים, התאונה הייתה קטלנית) וב-98.2% מהתאונות בהן חומרת הפגיעה הייתה קלה גם חומרת התאונה הייתה קלה.
3. המתאם הגבוה בין SHAA לבין YOM\_LAYLA ברור וכך גם המתאם הגבוה בין SHAA ו-TEURA ו-YOM\_LAYLA ו-TEURA.
4. בין MEHIRUT\_MUTERT ל-SUG-DEREH ישנו מתאם, שכן בדרכים בין עירוניות המהירות המותרת גבוהה יותר ובדרכים עירוניות היא נמוכה יותר.
5. GOREM\_TEUNA מושפע מ-PNE\_KVISH, MEZEG\_AVIR ו-HAD\_MASLUL, ולכן המתאם הגבוה ביניהם.

6. HAD\_MASLUL ו-PNE\_KVISH קשורים, היות ומרבית התאונות בכביש חד מסלולי התרחשו על פני כביש יבש. מבין 1,200 התצפיות שלא התרחשו בכביש יבש, 60% מהתאונות התרחשו בכביש דו סטרי ללא קו הפרדה, כאשר פני הכביש היו רטובים.
7. SIMUN\_TIMRUR מקיים מתאם עם TKINUT, היות ושניהם בודקים תקינות. כשהראשון לא תקין, באופן אוטומטי גם השני לא יהיה תקין, היות ותימורו הוא חלק מהדרך.
8. קיים מתאם גבוה בין PNE\_KVISH ל-MEZEG\_AVIR, היות והימצאות כביש רטוב או יבש קשורים למזג האוויר.
9. את הקשר בין PNE\_KVISH ל-ROHAV נסביר בעובדה שכבישים רחבים הם טובים יותר ולרוב סופגים יותר מים, כך שסביר שפני כביש כזה יהיו טובים יותר.
10. קשר שאין אנו מוצאים בו היגיון הינו בין MEZEG\_AVIR ו-ROHAV ויתכן וקשר זה הוא מלאכותי, דרך ערכים כמו "לא ידוע" בשני המשתנים.

## 8.3 הכנת הנתונים

### 8.3.1 טיפול בערכים חסרים

1. במשתנה MEHIRUT\_MUTERET ערכים ריקים טופלו בנפרד לתאונות קלות ולתאונות חמורות. 95% מהערכים החסרים במשתנה זה מופיעים ב-900 תצפיות לערך (המהוות כ-2.8% מכלל התצפיות), המייצגות תאונות קלות. היות ותאונות קלות לא חסרות בבסיס הנתונים, תצפיות חסרות אלה נמחקו. ה-5% הנותרים מהערכים החסרים במשתנה זה מופיעים ב-40 תצפיות לערך (המהוות כ-0.1% מכלל התצפיות), המייצגות תאונות חמורות, וערכים אלה הוחלפו בערך "לא ידוע", כדי לשמור על תצפיות אלה בבסיס הנתונים.
2. במשתנה Yabeshet של הנהג הצעיר, ערכים ריקים (בפחות מאחוז אחד של התצפיות) קיבלו את הערך "לא ידוע".
3. למשתנים RAMZOR ו-BAKARA ערכים חסרים בתאונות שאין בצומת (ובמקרים מעטים גם בתאונות שהתרחשו בצומת). היות ואנו ממדלים את כל סוגי התאונות יחד, משתנים אלה נמחקו.
4. במשתנה SUG\_REHEV\_NASA מעט התצפיות עם ערכים חסרים נמחקו, היות ולא קיים בין הערכים של המשתנה ערך של "לא ידוע" בו ניתן להשתמש במקום ערך חסר.
5. כאשר שלושת המשתנים, DriverShiuch, Drivermahoznafa ו-DriverZturatYishuv, המתארים מקום מגורי הנהג, חסרים, התצפית נמחקה (בסה"כ מדובר ב-4 תאונות קלות).
6. כאשר שני המשתנים nefah ו-shnat\_yitzur חסרים, התצפית נמחקה.
7. תצפיות שאין מכילות מידע על Vetek\_ofnoa ו-Vetek\_prati, כלומר לא ידוע אם מדובר בתאונת אופנוע או רכב, טופלו בפרק בניית משתנים חדשים (0).

### 8.3.2 יצירת משתנים חדשים

יצרנו 5 משתנים חדשים (טבלה 58) אשר החליפו משתנים אחרים:

| משתנה חדש      | משמעות                            | משתנה מקורי                | ערך משתנה מקורי | ערך משתנה חדש |
|----------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------|
| Had_or_Rav     | האם הדרך חד מסלולית או רב מסלולית | HAD_MASLUL                 | חסר             | 1             |
|                |                                   | RAV_MASLUL                 | חסר             | 2             |
| Socio_Economic | מצב סוציו אקונומי של הנהג         | Nefah NewCars              | {0..6}          | {0..9}        |
| Prati_or_Ofnoa | האם נהג ברכב או באופנוע           | Vetek_prati                | חסר             | 1             |
|                |                                   | Vetek_ofnoa                | חסר             | 2             |
|                |                                   | Vetek_prati                | שניהם חסרים     | 3             |
|                |                                   | Vetek_ofnoa                |                 |               |
| Vetek          | ותק ברכב/אופנוע עד תאונה          | Vetek_prati<br>Vetek_ofnoa | {0..33}         | {0-34}        |
| Hagbala_or_Not | האם יש לנהג הגבלה כלשהי ברישיון   | Hagbala1-5                 | חסר             | 1             |
|                |                                   | Hagbala1-5                 | קיים            | 2             |

טבלה 58 - בניית משתנים מסבירים נוספים

המדד ה-Socio\_Economic נבנה באותו אופן שהוסבר בסעיף 0, פרט לתוספת לגבי נפח המנוע. במידה ונפח המנוע של הרכב הוא מעל 2,000 סמ"ק, יוכפל ערך הרכב פי 1.5, כך שגם נפח המנוע יכנס לציון הרכב. במידה וכל ששת כלי הרכב של המשפחה יהיו חדישים עם נפח מנוע גדול מ-2,000 סמ"ק, יקבל ציון הרכב של המשפחה את הערך 9.

### 8.3.3 בחירת משתנים

כפי שתואר, בתחילה הורדו משתנים חסרי משמעות, כמו מספרי תאונה ורכב וכן המשתנה נזק המתאר תוצאת תאונה. לאחר יצירת המשתנים החדשים (פרק 8.3.2), הורדו המשתנים שיצרו אותם. בשלב הבא, ביצענו בדיקות מתאם בין המשתנים המסבירים לבין עצמם ובין המשתנים המסבירים למשתנה המוסבר ועל פי בדיקות אלה בחרנו סט של 31 משתנים (איור 89).

### 8.3.4 חלוקה הנתונים לסט אימון ולסט בחינה

בסיום שלב הכנת הנתונים, נותרו עם 1.61% מהתצפיות עבור תאונות קטלניות ו- 8.83% מהתצפיות עבור תאונות קשות כששאר התצפיות הן עבור תאונות קלות. כפי שעשינו קודם לכן, נאזן את בסיס הנתונים (פרק 1.3). לשם כך נגדיר:

מספר תצפיות בקובץ בסיום שלב הכנת הנתונים:  $N=30,687$

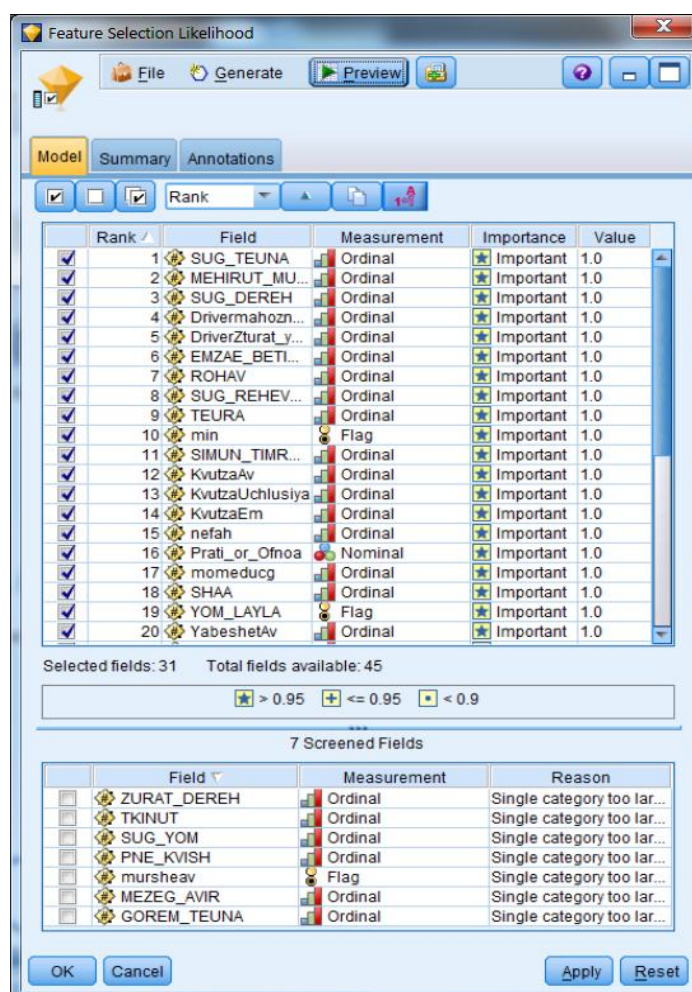
מתוך מספר התאונות הקטלניות:  $n_1=497$

מספר התאונות הקשות:  $n_2=2,712$

ומספר התאונות הקלות:  $n_3=27,487$

את האיזון ביצענו בשלוש שיטות שונות אותן רצינו לבחון:

א. דגימת חסר עם בחינה בפרופורציה מאוזנת (שיטת דגימה ראשונה)  
סט אימון:  $0.7n_1$  קטלניות +  $0.7n_1$  קשות +  $0.7n_1$  קלות.



איור 89 - בחירת משתנים למודל חומרת תאונת נהג צעיר

סט בחינה: נבחר את החלק המשלים לאוכלוסיית התאונות הקטלניות, שהוא  $0.3n_1$  קטלניות, ונוסיף לו  $0.3n_1$  קשות ו- $0.3n_1$  קלות.

ב. דגימת יתר (שיטת דגימה שנייה)

סט אימון:  $0.7n_3$  קלות אליהן הוספו, כדי לאזן את הנתונים, שכפולים של הקשות והקטלניות עד לקבלת  $0.7n_3$  תאונות קשות ו- $0.7n_3$  תאונות קטלניות.

סט בחינה:  $0.3n_1$  תאונות קטלניות,  $0.3n_2$  תאונות קשות,  $0.3n_3$  תאונות קלות

ג. דגימת חסר עם בחינה בפרופורציה אמיתית (שיטת דגימה שלישית)

סט האימון אוזן על פי מספר התאונות הקטלניות (ראה א'), וסט הבחינה באופן יחסי לכל מחלקה, על פי  $0.3n_i$ , לכל סוג תאונה  $i$ , (ראה ב'). יתרון שיטה זו הוא שאת בחינת המודל נבצע לפי הפרופורציה המקורית (הלא מאוזנת) שבה התאונות מתרחשות בעולם האמיתי.

על מנת לשפר את דיוק שערך הסיווג, יצרנו 5 בסיסי נתונים (להלן, פרמוטציות) ע"י דגימת תצפיות אקראית עבור כל שיטת איזון, כך שסה"כ יצרנו 15 סטי אימון ו-15 סטי בחינה.

## 8.4 מידול והערכה

### אופן המידול

עצי החלטה: עבור כל שיטת איזון וכל פרמוטציה של בסיס הנתונים, בחנו שלושה צירופים שונים של ערכים (שבניסויים מקדימים הובילו לדיוק מרבי) של מידת קטימת עץ ומספר תצפיות מינימאלי ליצירת ענף חדש בעץ (סה"כ 45 מודלים). מספר התצפיות שונה עבור כל שיטת איזון (כ-1,200 תצפיות לאיזונים הראשון והשלישי וקרוב ל-60,000 באיזון השני) (פרק 8.3.4), וריכוז הפרמטרים שנבחנו מופיע בטבלה 59 ובטבלה 60.

| Minimum child per branch | Pruning |
|--------------------------|---------|
| 20                       | 90      |
| 25                       | 85      |
| 30                       | 90      |

טבלה 59 - פרמטרים לעצי החלטה בשיטה הראשונה והשלישית

| Minimum child per branch | Pruning |
|--------------------------|---------|
| 600                      | 90      |
| 500                      | 85      |
| 650                      | 90      |

טבלה 60 - פרמטרים לעצי החלטה בשיטה השנייה

רשתות נוירונאליות: עבור כל שיטת איזון וכל פרמוטציה של בסיס הנתונים, בחנו שלושה צירופים שונים (שבניסויים מקדימים הובילו לדיוק מרבי) של מספר השכבות החבויות ומספר הנוירונים החבוים בכל שכבה (גם כאן, סה"כ 45 מודלים). ריכוז הפרמטרים מפורט בטבלה 61.

| Max per layer 2 | Max per layer 1 |
|-----------------|-----------------|
| 0               | 6               |
| 2               | 10              |
| Auto            |                 |

טבלה 61 - פרמטרים לרשת הנוירונאלית בכל השיטות. Auto מציין בחירה של התוכנה במספרים המיטביים.

### בניית המודלים והערכתם

טבלה 62 מציגה את דיוק עצי ההחלטה עבור כל צירוף פרמטרים ושיטת איזון נתונים שנבדקו, כשכל דיוק מוצע על 5 פרמוטציות הנתונים. באופן דומה ניתן להציג את התוצאות עבור הרשתות הנוירונאליות (הנתונים המלאים מובאים בנספח 12).

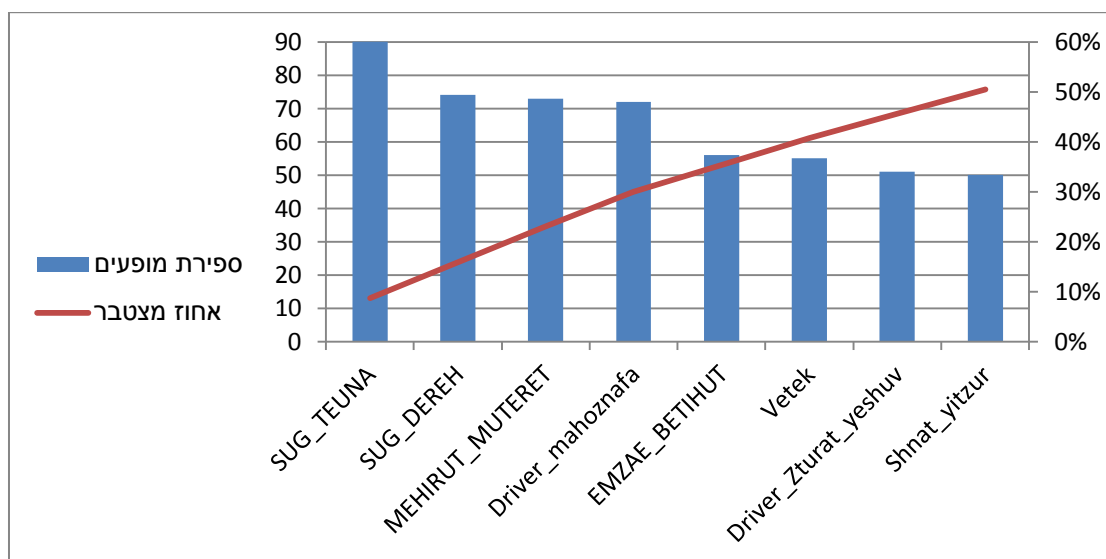
דיוק העצים באימון בשיטות הראשונה והשלישית דומים, היות והעצים אומנו בעזרת אותה גישת איזון. ההבדלים הקטנים בכל זאת בין השיטות נובעים מסטי נתונים לאימון שאינם זהים עקב אקראיות הדגימה. הדיוק באימון בשיטה השנייה גבוה יותר מזה שבשיטות האחרות, אך זה נובע משכפול מחלקות המיעוט (תאונות קטלניות וקשות) בשיטה השנייה, כשהתצפיות המשוכפלות

תורמות לשיפור הדיוק על מחלקות אלה ובסה"כ לשיפור הדיוק הכללי באימון. דיוק העצים בבחינה מראה יתרון של פחות או יותר 10% לשיטה השנייה על הראשונה ויתרון דומה לשלישית על השנייה. מכך אנו יכולים להסיק שהמודלים מצליחים בסיווג תאונות קלות יותר מבסיווג תאונות קטלניות.

| שיטת איזון | עץ החלטה   |             |            |
|------------|------------|-------------|------------|
|            | מודל       | דיוק באימון | דיוק בחינה |
| ראשונה     | 1 (90_20)  | 57.6%       | 49.7%      |
|            | 2 (85_25)  | 57.4%       | 48.5%      |
|            | 3 (90_30)  | 56.3%       | 48.3%      |
| שנייה      | 1 (90_600) | 60.8%       | 59.2%      |
|            | 2 (85_500) | 62.1%       | 56.8%      |
|            | 3 (90_650) | 60.5%       | 57.7%      |
| שלישית     | 1 (90_20)  | 60.7%       | 68.9%      |
|            | 2 (85_25)  | 59.5%       | 69.3%      |
|            | 3 (90_30)  | 58.5%       | 69.9%      |

טבלה 62 - דיוק עצי ההחלטה (ממוצע על 5 פרמטציות נתונים) לאחר אימון בעזרת שיטות האיזון השונות. בסוגריים בשם כל מודל מופיעים פרמטרי המודל (ראה טבלאות 59-60).

בכל אחד מ-90 המודלים שאומנו (עצים+רשתות), התבלטו בתרומה לסיווג משתנים מסבירים שלא דווקא היו זהים בין המודלים. על מנת לזהות מתוך כל המשתנים את הבולטים ביותר, בוצע ניתוח פרטו לשכיחות כל משתנה על פני המודלים השונים (נספח 13). שמונה משתנים הופיעו ב-50 מודלים או יותר מתוך ה-90 ועוד חמישה משתנים הופיעו במעל 30 מודלים. היות וההפרש בין מספר המודלים בהם הופיע המשתנה השמיני ומספר המודלים בהם הופיע המשתנה התשיעי היה גדול יחסית, והיות ורצינו מודל פשוט ככל האפשר, המתבסס על מספר מזערי של משתנים, התרכזנו רק ב-8 המשתנים הראשונים. איור 90 מציג את מספר המופעים של כל אחד מ-8 המשתנים השכיחים בין 90 המודלים ואת האחוז המצטבר, מתוך סה"כ המופעים של כל המשתנים, של מופעים של מספר גדול והולך של משתנים מתוך ה-8. ניתן לראות ש-8 המשתנים שבחרנו מספקים מעל מ-50% של המופעים.



איור 90 - שכיחות 8 משתנים הבולטים ב-90 מודלי סיווג ושכיחותם המצטברת



כדי להוריד את מימד הבעיה (פרק 1.4), חזרנו ואימנו מודלים בהתבסס רק על 8 המשתנים שנבחרו, במקום להתבסס על כל ה-46 המקוריים, והתוצאות לאחר מיצוע על 5 פרמוטציות הנתונים מובאות בטבלה 63 (תוצאות מלאות בנספח 14).

דיוק עצי ההחלטה לא השתפר משמעותית וזאת משום שהעצים אינם מסווגים בעזרת כל המשתנים ב"ז (ואז הורדת המימד אמורה להשפיע עליהם בצורה משמעותית) אלא אחד-אחד. כך שאם לפני צמצום המשתנים נבחרו ע"י העץ משתנים מסוימים, הרי סביר שגם לאחר הצמצום – על פי בחירת העץ – ייבחרו משתנים אלה בסיווג הנוסף. דיוק הרשתות הנורונאליות השתפר כי הן נהנות מהורדת המימד. שלוש מהרשתות מצליחות לעבור את 70% הדיוק. הן לרשתות והן לעצים, שיטת האיזון השלישית מתאימה יותר, לפחות על פי דיוק הסיווג בבחינה.

| שיטה   | עץ החלטה   |             |            | רשת נורונאלית |             |            |
|--------|------------|-------------|------------|---------------|-------------|------------|
|        | מודל       | דיוק באימון | דיוק בחינה | מודל          | דיוק באימון | דיוק בחינה |
| ראשונה | 1 (90_20)  | 59.1        | 49.3       | 1 (6_0)       | 53.3        | 47.4       |
|        | 2 (85_25)  | 58.9        | 47.2       | 2 (10_2)      | 48.9        | 46.0       |
|        | 3 (90_30)  | 57.5        | 48.9       | 3 (auto)      | 91.6        | 46.8       |
| שנייה  | 1 (90_600) | 58.5        | 59.1       | 1 (6_0)       | 63.5        | 58.7       |
|        | 2 (85_500) | 59.4        | 59.1       | 2 (10_2)      | 74.1        | 62.2       |
|        | 3 (90_650) | 58.4        | 59.4       | 3 (auto)      | 90.2        | 75.7       |
| שלישית | 1 (90_20)  | 58.9        | 69.5       | 1 (6_0)       | 59.0        | 71.7       |
|        | 2 (85_25)  | 58.4        | 68.5       | 2 (10_2)      | 58.8        | 70.1       |
|        | 3 (90_30)  | 57.3        | 70.7       | 3 (auto)      | 99.5        | 63.5       |

טבלה 63 - דיוק עצי החלטה ורשתות נורונאליות עבור 8 משתנים נבחרים

כדי לבדוק עד כמה דמיון קיים בין מאפייני תאונות קשות ומאפייני תאונות קטלניות, איחדנו את שתי המחלקות ואימנו מסווגים להפריד בין המחלקה המאוחדת של תאונות חמורות ובין זו של תאונות קלות. מהשוואת אחוזי הדיוק של מספר עצי החלטה, רשת נורונאלית ומודל הרגרסיה לוגיסטית, המתאים לשתי מחלקות, ראינו כי כל המודלים מראים דיוק של בין 60%-ל-65% בבחינה, כך שבהשוואה לבחינה על כל שלוש המחלקות, לא נוכל לטעון, ע"ס דיוק המסווגים, כי מאפייני תאונות קשות ותאונות קטלניות דומים.

## בחירת מודלים

המודלים שנבחרו לסיווג חומרת תאונת נהג צעיר מתבססים על עצי החלטה ורשתות נורונאליות ו-8 משתני תאונה, דרך, רכב ונהג, והם מדייקים בחיזוי חומרת 70-75% מהתאונות (ראה תיאור המודלים בנספח 15. שני המשתנים שדורגו ראשונים ע"י המודלים היו סוג התאונה והמהירות המותרת בכביש (ראה גם איור 90 עבור 46 המשתנים). לרוב, אופן ההפרדה של שני משתנים אלה היה שהמשתנה הראשון הפריד בין תאונות הולך רגל לתאונות כלי רכב, והשני הפריד בין תאונות בכביש עם מהירות מותרת של 50 קמ"ש לתאונות בכבישים מהירים יותר. משתנים נוספים שתרמו להפרדה מדויקת של חומרת תאונה היו (נספח 15): האם התאונה הייתה ברכב פרטי או באופנוע, מגדר, מורשה אב, ותק תאונה (זמן מהוצאת רישיון עד לתאונה) ודרך חד או רב-מסלולית.

כשבחנו את המודלים הללו על תאונות כללי עם נפגעים שלא השתתפו באימון המודלים (שנעשה כזכור רק בעזרת תאונות ת"ד), ראינו (טבלה 64) כי אחוז גבוה (72.5%) של התאונות מסווג, כפי שציפינו, כתאונות קלות, אך יתר התאונות סווגו כחמורות (עם נטייה גבוהה יותר לתאונות קטלניות). למרות שציפינו שאחוז גבוה יותר של תאונות כללי עם נפגעים יסווגו כקלות – היות וחשבנו שתאונות כללי עם נפגעים קרובות במאפיהן יותר לתאונות קלות מאשר לכל סוג תאונה אחר – אין אנו מאוכזבים מדיוק של כ-72.5%. הסיבה לאי-האכזבה היא שכנראה שמספיק שערך של משתנה אחד (או של משתנים בודדים) ישתנה, למרות שכל יתר ורוב המשתנים לא השתנו, כדי שתאונה תשנה את חומרתה. לדוגמא (ונשתמש במשתנים שנבחרו ע"ס איור 90), ניקח שתי תאונות מאותו הסוג (נניח, התנגשות עם עצם דומם), בדרך מסוימת (נניח, בינעיוני בצומת), בכביש עם מהירות מותרת מסוימת (נניח, 70 קמ"ש) ושני נהגים, אחד מעורב בכל תאונה, עם מאפיינים דומים (על פי המשתנים באיור 90), רק שבתאונה הראשונה כלי הרכב משנת ייצור 1999 ובתאונה השנייה כלי הרכב משנת ייצור 2011. בהחלט ייתכן והתאונה הראשונה תסתיים כקטלנית ואילו התאונה השנייה תסתיים כקלה (או אפילו תסווג ככללי עם נפגעים, אם הנהג לא יאושפז ליותר מ-24 שעות), רק עקב קיום אמצעי בטיחות מוגבלים ברכב הישן וקיום אמצעי בטיחות משופרים ברכב החדש. כמובן שסוג כלי הרכב גם הוא יכול להפוך תאונה קלה לחמורה ולהיפך. באופן דומה ניתן למצוא מקרים נוספים שמספיק שמשתנה אחד משנה ערכו וחומרת התאונה או סיווגה – ת"ד או כללי עם נפגעים – משתנים. בכל מקרה, ניתן יהיה לנסות ולשפר את דיוק החיזוי של המודלים על תאונות כללי עם נפגעים ע"י חזרה על האימון, רק הפעם תוך שימוש גם בתאונות כללי עם נפגעים בנוסף לתאונות ת"ד. אז יתאפשר למודלים לנסות וללמוד בשלב האימון האם קיימים מאפיינים שונים של תאונות כללי עם נפגעים ותאונות ת"ד ובעזרתם להפריד בין שני סוגי התאונות ביתר דיוק.

| תאונות         | סיווג כקטלנית | סיווג כקשה | סיווג כקלה |
|----------------|---------------|------------|------------|
| כללי עם נפגעים | 15.9%         | 11.6%      | 72.5%      |

טבלה 64 - דיוק ממוצע של שלושת עצי ההחלטה שאומנו על תאונות ת"ד בעזרת השיטה השלישית בסיווג תאונות כללי עם נפגעים שלא שימשו בשלב האימון

## 8.5 סיכום מידול חומרת תאונת נהג צעיר

באמצעות עצי החלטה ורשתות נירונאליות ומשתני תאונה, דרך, רכב, נהג וסביבה סיווגנו תאונות ת"ד של נהג צעיר כקלות, קשות או קטלניות בדיוק של כ-70%. כשחזרנו על המידול והתבססנו רק על 8 משתנים, שנמצאו כמשמעותיים לסיווג, דיוק המסווגים השתפר לכ-75%. דיוק זה קצת נפגע כאשר אותם המסווגים סיווגו תאונות כללי עם נפגעים, כשסוג זה של תאונות לא שימש באימון המסווגים. המסווגים הצביעו על המשתנים סוג תאונה ומהירות מותרת כמסבירי חומרת תאונת נהג צעיר הטובים ביותר, כשאחריהם דורגו המשתנים תאונת פרטי או אופנוע, מגדר, מורשה אב ודרך חד או רב-מסלולית.

## 9. השפעת מפגש אור ירוק על מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים

### 9.1 תיאור הבעיה וכיווני המחקר

לטובת שיפור איכות ורמת הנהיגה של הנהג הצעיר בשלביו הראשונים והתמודדות עם בעיית המעורבות הרבה שלו בתאונות הדרכים, פיתחה עמותת אור ירוק תוכנית ייעודית. עמותת אור ירוק היא גוף לא ממשלתי שהחל לפעול באופן רחב בשנת 2005 ומציע תוכנית המיועדת לשתי אוכלוסיות – הנהג הצעיר והוריו. במסגרת התוכנית נפגשים נציגי אור ירוק עם הנהג הצעיר והוריו בסמוך לתאריך הוצאת הרישיון על מנת להעביר את חשיבותו ומטרותיו של שלב הליווי. במפגשים, מעודדים נציגי אור ירוק את הורי הנהג להעביר מניסיונם לנהג הצעיר ולהשתתף בליווי עד כמה שניתן. בנוסף, נציגי אור ירוק מחלקים למשפחה ערכת מוליטימדיה המעבירה תרחישי נהיגה שונים.

מבדיקה שנערכה (Taubman-Ben-Ari and Lotan, 2011) על ידי חלוקת שאלונים לנהגים חדשים שהשתתפו ולנהגים שלא השתתפו במפגשי אור ירוק, נראה היה שלמשתתפים הייתה גישה חיובית יותר כלפי שלב הליווי. בנוסף, הם היו מעורבים פחות בתאונות דרכים. יחד עם זאת, לא נראה הבדל בין הקבוצות מבחינת מספר האימונים בשלב הליווי. מחקר זה היה מבוסס על דיווחים עצמיים של הנהגים ולא על עובדות בשטח. על כן בוצע מחקר נוסף (Toledo et al., 2012) שכלל מידע אמין על כל הנהגים שהוציאו רישיון בישראל בין השנים 2005-2007 ועל התאונות שביצעו בשנתיים הראשונות לרישיונם. הממצאים הצביעו על כך ששיעורי המעורבות בתאונות דרכים של נהגים שעברו את מפגשי "אור ירוק לחיים" היו נמוכים בכ-10% מאלה של נהגים שלא עברו את המפגשים.

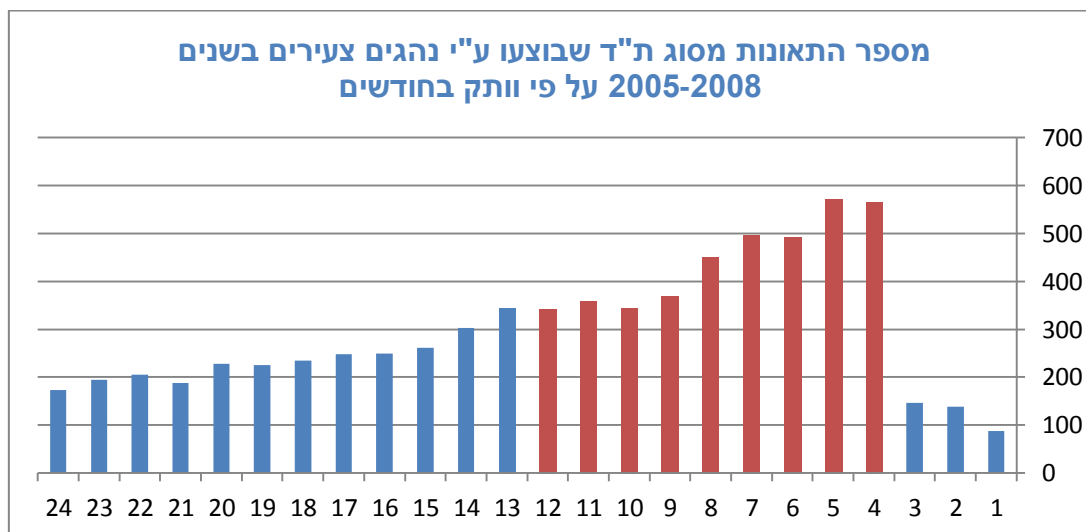
פרק זה משלים ומרחיב – דרך התמקדות באוכלוסיית נהגים, תקופת מידול ומשתנים, שהם הרלוונטיים ביותר לניתוח השפעת אור ירוק – את העבודה הקודמת (פרקים 3-5) שחקרה את יעילות מפגשי אור ירוק בצמצום מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים. מטרת פרק זה הן: (1) להעמיק בבדיקת יעילות תוכנית אור ירוק בהורדת מספר תאונות הנהג (פרק 9.3); (2) לבדוק האם היתרון שנמצא אצל המשתתפים בתוכנית מבחינת מעורבות בתאונות מובהק, והאם הוא קיים (ובצורה מובהקת) גם לגבי ביצוע עבירות (פרק 9.4); (3) לבדוק את מידת ההטיה בקיום המפגשים ולתקן את חישוב ההטיה (פרק 9.5); (4) לבחון מהם המשתנים המשפיעים באופן מובהק על מידת יעילות מפגשי אור ירוק (פרק 9.6).

### 9.2 בניית בסיס הנתונים

כדי לעמוד במטרת המחקר, נבנה בסיס נתונים באופן הבא:

- א. נבחרו כל הנהגים הצעירים שהוציאו רישיון החל משנת 2005, בה החלה עמותת אור ירוק במפגשים ובהפצה רחבה של התוכנית.
- ב. נבחר משתנה מוסבר שהוא מספר התאונות שעשה הנהג הצעיר במהלך תשעת החודשים שלאחר הליווי (כלומר בשנה הראשונה ולאחר שלושת חודשי הליווי). מהתבוננות באיור 91 ניתן לראות שהמסה הקריטית של התאונות המבוצעות על ידי נהג צעיר קורות במהלך תקופה זו. כ-40%

מכלל התאונות בבסיס הנתונים בוצעו בתקופה שבין 4-12 חודשים מרגע הוצאת הרישיון (פירוט בנספח 16). מפגש אור ירוק מנסה להביא לנהג הצעיר ידע וניסיון מקדים על מנת להימנע מתאונות דרכים בעיקר בשלב זה; לאחר מכן ניסיונו בנהיגה מתחיל לבוא לידי ביטוי. על סמך כל אלה נבחרה תקופה זו כתקופה המיטבית למידול.



איור 91 - מספר התאונות שנעשו בין השנים 2005-2008 על ידי נהגים צעירים על פי וותק בחודשים

ג. מכיוון שהמפגש אמור להשפיע בעיקר על תקופת הליווי (בת שלושת החודשים), שהיא תקופת הנהיגה הראשונה, נהג המשתתף במפגש מאוחר מדי, נניח 3 חודשים או יותר מהוצאת הרישיון, יכול שלא להפיק את התועלת ממנו. בנוסף, לנהג שהשתתף במפגש במועד מאוחר, נותר זמן קצר יותר במסגרת השנה הראשונה לנהיגה וביצוע עבירות ותאונות. לכן, הורדנו מבסיס הנתונים נהגים שהשתתפו במפגש לאחר יותר משלושה חודשים מרגע הוצאת הרישיון. משמע, נבחרו רק נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק לפני הוצאת הרישיון ועד שלושה חודשים מרגע קבלת הרישיון. מדובר בהורדה של כ-2% בלבד מהאוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק (ראה נספח 16). בסה"כ, ע"ס סעיפים א'-ג', נותרו בבסיס הנתונים מעל ל-300 אלף תצפיות אשר מייצגות את כל הנהגים הצעירים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-8 ולא השתתפו במפגש אור ירוק, או שהשתתפו לפני תום שלושה חודשים מרגע הוצאת הרישיון.

ד. עבור כל נהג שנבחר לבסיס הנתונים (על סמך סעיפים א'-ג'), נבחרו משתנים מסבירים שנמצאו חשובים על סמך סקר הספרות ועל סמך הניתוחים המקדימים שלנו. אלה הם חמשת המשתנים שנבחרו כמסבירים הטובים ביותר בגישות 3-5 (ראה פרק 7) וכן משתנה הגיל. לשישה משתנים אלה הוספנו את משתני אור ירוק אותם אנו רוצים לחקור, וקיבלנו סט משתנים הכולל את (ראה נספח 17):

1. המשתנה המוסבר (Accidents) – מספר תאונות הדרכים בהן היה מעורב הנהג הצעיר במהלך 9 החודשים הראשונים שלאחר הליווי
2. מספר עבירות מסוג ברירת משפט (brirat\_mishpat)
3. מגדר (Gender)
4. הגבלה רפואית (Medical)

5. קבוצת אוכלוסייה (Sector)
6. הוצאת רישיון אופנוע (ofnoa)
7. גיל (age)
8. ותק אור ירוק (V\_OY)
9. סוג פעילות אור ירוק (St\_indication)

### 9.3 יעילות תוכנית אור ירוק בהורדת מספר תאונות הנהג הצעיר

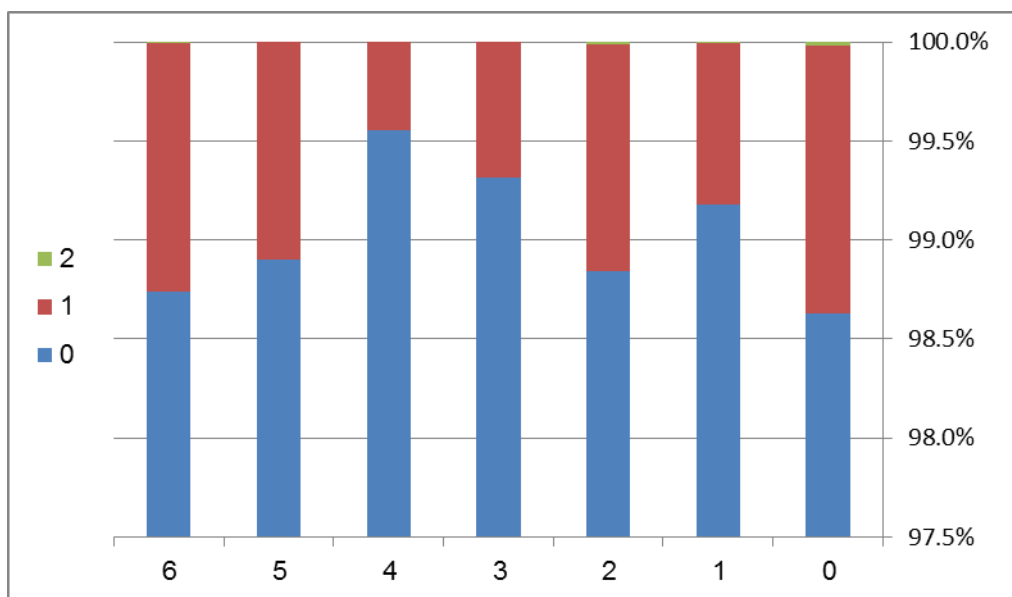
נציג מספר תרשימים המציגים את התפלגות משתני אור ירוק אל מול המשתנה המוסבר, כאשר בסיס הנתונים מותאם לתקופה בה הופצה תוכנית אור ירוק, ולאחר מכן נבחן את משתני אור ירוק בעזרת מודל של רגרסיה.

#### 9.3.1 יעילות סוג הפעילות (אופן הפצת) תוכנית אור ירוק

בטבלה 65 ובאיור 92, ניתן לראות כי עבור סוג פעילות עם ערך 0 (לא השתתף), מספר ואחוז מבצעי התאונות, בהתאמה, הוא הגבוה ביותר. לאחריו ממוקם ערך 6 (סרבן), וניתן לומר שמי שמסרב להשתתף במפגש מבצע יותר תאונות מאשר מי שמשתתף. סוגי פעילות 2 (אישי שכר) ו-5 (דואר) נראים כשיטות הפחות טובות. נראה כי אחוז התאונות שביצעו הנהגים הצעירים שקיבלו הדרכת אור ירוק בשיטות אלה לא רחוק מאחוז התאונות של הנהגים שסירבו להשתתף. ניתן לראות באופן בולט, שאחוז הנהגים שביצעו תאונות וקיבלו את הדרכת אור ירוק באופן קבוצתי בפנימייה (4) הוא הנמוך ביותר. יחד עם זאת יש לציין כי מספר הנהגים הצעירים בבסיס הנתונים שקיבלו הדרכת אור ירוק בשיטה זו עומד על 1,002 נהגים בלבד. בנוסף, ניתן לומר שסוג פעילות 1 (אישי מתנדב) ו-3 (קבוצתי רגיל) הן שיטות טובות. אין ספק גם שבזכות ההתמקדות שעשינו בפרק זה בתקופת המידול הקריטית, באוכלוסייה הרלוונטית ביותר ובמשתנים הנכונים, יכולנו להגיע למסקנות מדויקות יותר מאלה אליהן הגענו בפרקים הקודמים, בהם לא הייתה ההתמקדות הנוכחית.

| מספר תאונות |      |        | סוג פעילות אור ירוק |
|-------------|------|--------|---------------------|
| 2           | 1    | 0      |                     |
| 29          | 2485 | 180590 | 0 (לא השתתף)        |
| 1           | 170  | 20598  | 1 (אישי מתנדב)      |
| 8           | 850  | 73136  | 2 (אישי שכר)        |
|             | 9    | 1302   | 3 (קבוצתי רגיל)     |
|             | 4    | 898    | 4 (קבוצתי פנימייה)  |
|             | 98   | 8820   | 5 (דואר)            |
| 1           | 147  | 11562  | 6 (סרבן)            |

טבלה 65 - מספר תאונות עבור סוגי פעילות אור ירוק



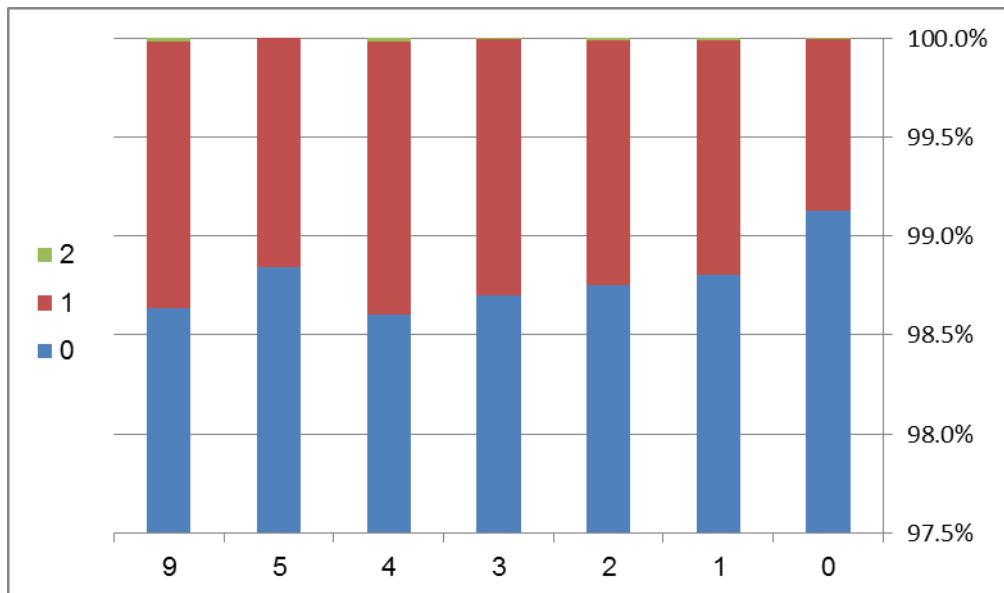
איור 92 - סוג פעילות אור ירוק בחתך עם מספר התאונות (מנומל). 0, 1 ו-2 מתייחסים למספר תאונות.

### 9.3.2 יעילות ותק מפגשי אור ירוק

בטבלה 66 ובאיור 93, ניתן לראות כי עבור ותק מפגש אור ירוק עם ערך 0 (מפגש שהתקיים יותר מחודשיים לפני הוצאת הרישיון), אחוז המעורבים בתאונות דרכים הוא הנמוך ביותר. ככל שהמפגש מתקיים מאוחר יותר, אחוז המעורבים גדל, כאשר מפגש בין חודש לחודשיים לאחר הוצאת הרישיון (4) נראה לא יעיל יחסית למועדים האחרים. עבור מפגש בין חודשיים לשלושה לאחר הוצאת הרישיון (5) אחוז מעורבים נמוך (בוודאי יחסית ל-4), אך היות וערך ותק זה מיוצג ע"י מעט נהגים (ובפרט מעט נהגים שביצעו תאונות), אנו נזהרים בהסקת מסקנות לגבי ותק זה.

| מספר תאונות |      |        | ותק אור ירוק    |
|-------------|------|--------|-----------------|
| 2           | 1    | 0      |                 |
| 3           | 441  | 50304  | 0 שלילי - +60   |
| 2           | 182  | 15196  | 1 שלילי - 31-60 |
| 2           | 200  | 15957  | 2 שלילי - 1-30  |
| 1           | 201  | 15352  | 3 חיובי - 0-30  |
| 1           | 84   | 5986   | 4 חיובי - 31-60 |
|             | 23   | 1959   | 5 חיובי - 61-90 |
| 30          | 2632 | 192152 | 9 לא קיבל       |

טבלה 66 - מספר תאונות עבור ותק מפגשי אור ירוק



איור 93 - ותק מפגש אור ירוק בחתך עם מספר התאונות (מנורמל). 0, 1 ו-2 מתייחסים למספר תאונות.

### 9.3.3 בדיקת יעילות תוכנית אור ירוק בעזרת רגרסיה לוגיסטית

מכיוון שמספר הנהגים שביצעו יותר מתאונה אחת במהלך התקופה הנבדקת (תשעת החודשים לאחר תקופת הליווי) היה מזער, הוחלט לאחד את מספר התאונות תחת ערך אחד. לכן הגדרנו משתנה מוסבר בינארי, המקבל ערך 0 עבור נהג שלא היה מעורב בתאונה וערך 1 עבור נהג שהיה מעורב בתאונה אחת או יותר בתקופה זו (נספח 17). כדי לבחון את ההבדלים בין אופני ומועדי חלוקה שונים עבור משתנה בינארי זה, היה זה יותר מטבעי להמשיך את המידול על ידי רגרסיה לוגיסטית.

הרגרסיה הלוגיסטית הורצה במספר ואריאציות על מנת לבדוק האם יבחרו משתני תוכנית אור ירוק למודל הסופי. נציג את צורת ההרצה ואת סדר בחירת המשתנים:

1. בשלב הראשון נבחרו רק אפקטים מסדר ראשון ללא אינטראקציות (main effects בלבד). בחירת המשתנים הורצה פעם באמצעות שיטת forward ופעם נוספת בשיטת step wise. בשתי השיטות נבחרו כל המשתנים באותו הסדר המוצג בטבלה 67. ניתן לראות כי מאפייני אור ירוק נבחרו כאשר סוג פעילות אור ירוק הוא המשתנה שנבחר קודם מבין השניים והוא מובהק לחלוטין. לאחריו נכנס למודל ותק מפגש אור ירוק ברמת מובהקות של 0.028.

| Model                                                   | Action  | Effect(s)      | Model Fitting Criteria | Effect Selection Tests |    |      |
|---------------------------------------------------------|---------|----------------|------------------------|------------------------|----|------|
|                                                         |         |                | -2 Log Likelihood      | Chi-Square (a)         | df | Sig. |
| 0                                                       | Entered | Intercept      | 3536.410               | .                      |    |      |
| 1                                                       | Entered | Gender         | 2952.274               | 552.195                | 1  | .000 |
| 2                                                       | Entered | brirat_mishpat | 2708.595               | 355.267                | 3  | .000 |
| 3                                                       | Entered | Medical        | 2654.025               | 73.305                 | 1  | .000 |
| 4                                                       | Entered | age            | 2601.822               | 49.463                 | 1  | .000 |
| 5                                                       | Entered | Sector         | 2543.955               | 60.496                 | 2  | .000 |
| 6                                                       | Entered | ofnoa          | 2509.055               | 41.628                 | 2  | .000 |
| 7                                                       | Entered | St_indication  | 2460.173               | 43.642                 | 6  | .000 |
| 8                                                       | Entered | V_OY           | 2446.036               | 14.113                 | 5  | .028 |
| Stepwise Method: Forward Entry                          |         |                |                        |                        |    |      |
| a. The chi-square for entry is based on the score test. |         |                |                        |                        |    |      |

טבלה 67 - סדר כניסת המשתנים למודל בשיטת forward ו-stepwise (רק אפקטים קבועים).

2. בשלב השני נבחרו למודל לא רק האפקטים הקבועים, אלא גם האינטראקציות מסדר שני (2 way interactions). גם כאן, בחירת המשתנים הורצה פעם באמצעות שיטת forward ופעם נוספת בשיטת step wise. בשתי השיטות נבחרו כל המשתנים באותו הסדר המוצג בטבלה 68. גם במקרה זה נכנסו משתני אור ירוק אחרונים, כאשר סוג פעילות אור ירוק הוא המשתנה שנבחר קודם והוא מובהק לחלוטין, ולאחריו נכנס למודל ותק מפגש אור ירוק ברמת מובהקות של 0.016 (ירידה בשל כניסתן של אינטראקציות נוספות).
3. בשלב השלישי, בשל חשש ממתאם גבוה בין שני משתני אור ירוק, יצרנו משתנה בינארי שמשמעותו השתתף או לא השתתף במפגש אור ירוק. משתנה זה הוכנס במקום שני המשתנים הקודמים המספקים מידע על אור ירוק, ובכך המודל הפך לפשוט יותר. סדר הכניסה של משתנה אור ירוק היה זהה לסדר הקודם, כלומר הוא היה המשתנה האחרון שנבחר להיכנס למודל. המשתנה היה מובהק לחלוטין.



| Model                                                   | Action  | Effect(s)      | Model Fitting Criteria | Effect Selection Tests |    |      |
|---------------------------------------------------------|---------|----------------|------------------------|------------------------|----|------|
|                                                         |         |                | -2 Log Likelihood      | Chi-Square(a)          | df | Sig. |
| 0                                                       | Entered | Intercept      | 3536.410               | .                      |    |      |
| 1                                                       | Entered | Gender         | 2952.274               | 552.195                | 1  | .000 |
| 2                                                       | Entered | brirat_mishpat | 2708.595               | 355.267                | 3  | .000 |
| 3                                                       | Entered | Medical        | 2654.025               | 73.305                 | 1  | .000 |
| 4                                                       | Entered | age            | 2601.822               | 49.463                 | 1  | .000 |
| 5                                                       | Entered | Sector         | 2543.955               | 60.496                 | 2  | .000 |
| 6                                                       | Entered | Gender *Sector | 2498.881               | 42.254                 | 2  | .000 |
| 7                                                       | Entered | ofnoa          | 2462.323               | 43.833                 | 2  | .000 |
| 8                                                       | Entered | St_indication  | 2414.936               | 42.327                 | 6  | .000 |
| 9                                                       | Entered | V_OY           | 2399.362               | 15.547                 | 5  | .016 |
| 10                                                      | Entered | Sector *age    | 2391.986               | 7.434                  | 2  | .024 |
| 11                                                      | Entered | ofnoa *Medical | 2384.875               | 6.233                  | 2  | .044 |
| 12                                                      | Entered | Gender *ofnoa  | 2381.663               | 6.152                  | 2  | .046 |
| Stepwise Method: Forward Entry                          |         |                |                        |                        |    |      |
| a. The chi-square for entry is based on the score test. |         |                |                        |                        |    |      |

טבלה 68 - סדר כניסת המשתנים למודל בשיטת stepwise forward -I (אפקטים קבועים ואינטראקציות מסדר שני).

מטבלה 67 וטבלה 68, ניתן לראות שלמרות שהמשתנים המשמעותיים ביותר נבחנו, עדיין משתני אור ירוק נמצאו מובהקים. ייתכן שהמספר הגדול של התצפיות תרם לרמת המובהקות, על כן, ננסה להבין את המגמות להשפעת משתנים אלה. מנספח 18 ניתן להתרשם ממקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית, ואנו נתמקד בערכי המקדמים של משתני אור ירוק.

ניתן לראות שעבור ותק מפגש אור ירוק, ישנה מגמה לירידה במעורבות עבור מפגש מוקדם יותר, אם כי ההבדל אינו מובהק. ההבדל היחיד שנראה מובהק (בר"מ של 0.055) הוא עבור ערך 0, כלומר מפגש שהתקיים לפחות חודשיים לפני הוצאת הרישיון. עבור מפגש כזה, ישנה ירידה מובהקת במעורבות בתאונות הדרכים.

ניתן לראות שעבור סוג הפעילות, לא קיים הבדל מובהק ברמת המעורבות בתאונות בין נהגים שלא השתתפו בתוכנית אור ירוק (0), נהגים שהוצעה להם התוכנית והם סירבו לקבלה (6) ונהגים שקיבלו את הערכה בדואר (5). בנוסף, לא קיים הבדל מובהק בין נהגים שהשתתפו באופן אישי שכן (2) או שקיבלו הערכה בדואר (5) או שסירבו להשתתף במפגש (6). שאר שיטות החלוקה מראות נטייה לפחות מעורבות בתאונות דרכים, כאשר ישנן שתי שיטות שנראה באופן מובהק שהן הטובות ביותר: קבוצתי פנימייה (4) ואישי מתנדב (1) המביאות לירידה ברמת המעורבות ברמת מובהקות של 0.068 ו-0.022, בהתאמה.

נסכם ונאמר, נהגים שלא השתתפו בתוכנית אור ירוק הם בעלי נטייה למעורבות גבוהה יותר מאשר נהגים אשר השתתפו בה. מועד המפגש המביא למעורבות הנמוכה ביותר באופן מובהק (ר"מ 0.055) הוא לפחות חודשיים לפני הוצאת הרישיון. כנראה, שכלל שההדרכה נעשית בשלב מוקדם יותר, כך להורים ולנהג הצעיר יש זמן רב יותר להפנים וליישם טוב יותר במהלך הנהיגה את תכני

המפגש. בנוסף, נראה שסוגי הפעילות הטובים ביותר הם אישי מתנדב (בר"מ 0.022) וקבוצתי פנימייה (בר"מ 0.068).

#### 9.4 בדיקת מובהקות השפעת תוכנית אור ירוק

ננסה לבחון כעת האם השפעת התוכנית משמעותית, או במילים אחרות, האם קיים הבדל מובהק מבחינת מעורבות בתאונות דרכים וביצוע עבירות בין הנהגים הצעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק, לבין הנהגים שלא. כזכור, השפעת מפגשי אור ירוק צריכה לבוא לידי ביטוי בעיקר בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי. על כן, יבחנו כל הנהגים הקיימים בקובץ הנתונים אשר קיימת עדות של שנה שלימה לגביהם (כלומר עד דצמבר 2007, מכיוון שנהגים שהשתתפו במפגש בשנת 2008 אינם מתועדים למשך שנה שלימה). כפי שצוין, הפצת תוכנית אור ירוק לחיים באופן מאסיבי החלה בשנת 2005. טבלה 69 מציגה עבור כל שנה בקובץ את מספר הנהגים, מספר הנהגים שהשתתפו במפגש ואת חלקם באוכלוסייה. נבחן כעת עבור כל שנה בנפרד האם קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק לחיים לבין הנהגים שלא, מבחינת רמת המעורבות בתאונות דרכים וביצוע עבירות תנועה.

| שנה  | סה"כ נהגים | השתתפו במפגש אור ירוק | לא השתתפו במפגש אור ירוק | אחוז שהשתתף במפגש אור ירוק |
|------|------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 2005 | 79,168     | 19,927                | 59,241                   | 25.17%                     |
| 2006 | 75,533     | 27,717                | 47,816                   | 36.70%                     |
| 2007 | 77,377     | 33,715                | 43,662                   | 43.57%                     |
| סה"כ | 232,078    | 81,359                | 150,719                  | 35.06%                     |

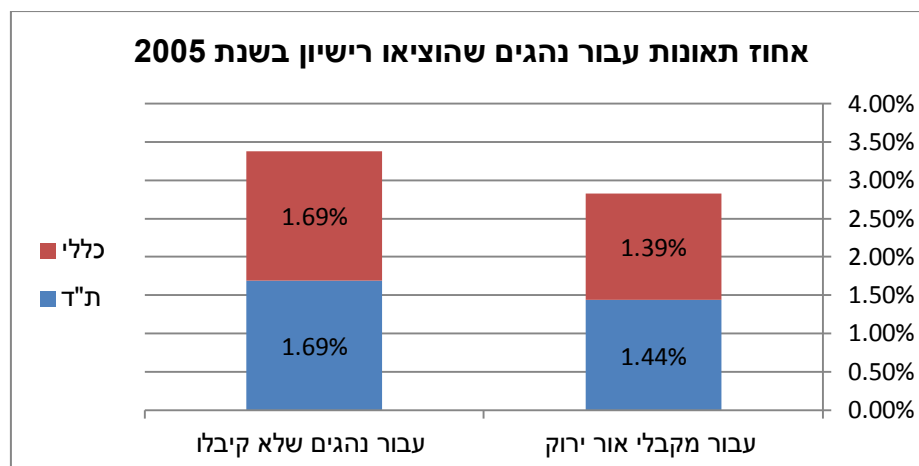
טבלה 69 - מספר ואחוז הנהגים הצעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק בין השנים 2005-2007

##### 9.4.1 השפעת תוכנית אור ירוק על מעורבות בתאונות דרכים

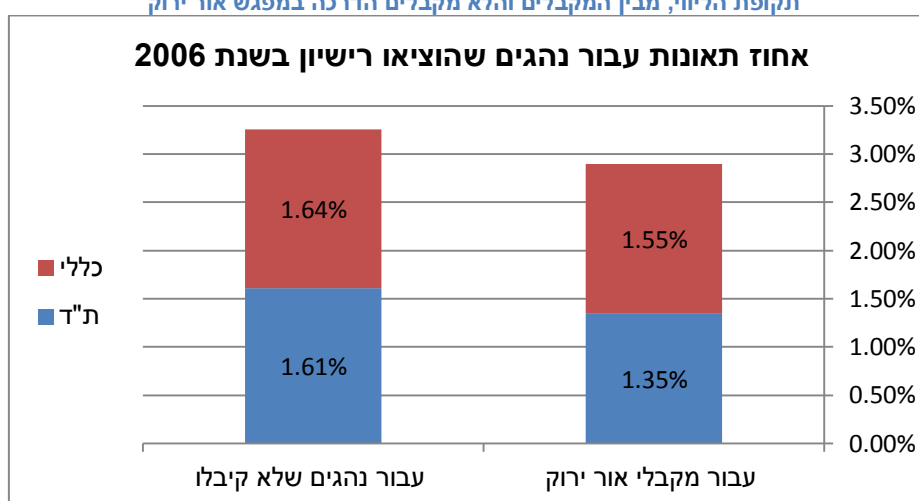
איור 94, איור 95 ואיור 96 מראים את אחוז הנהגים, שהוציאו רישיון נהיגה בשנים 2005, 2006 ו-2007, בהתאמה ושביצעו לפחות תאונות דרכים – ת"ד או כללי עם נפגעים – אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין אלה שהשתתפו במפגש אור ירוק ואלה שלא השתתפו. ניתן לראות שאחוז הנהגים שביצעו כל סוג תאונה והשתתפו במפגש נמוך מאחוז הנהגים שביצעו כל סוג תאונה ולא השתתפו.

מבדיקה שנערכה על תאונות ת"ד בלבד (שרישום שלהן הוא המקיף והאמין ביותר) באמצעות מבחני Pearson Chi-Square ומבחני McNemar (נספח 19), נמצא שכל ההבדלים מובהקים. על כן ניתן לומר שאחוז הנהגים שהיו מעורבים בתאונות ת"ד והשתתפו במפגש אור ירוק נמוך באופן מובהק מאחוז הנהגים שהיו מעורבים בתאונות ת"ד ולא השתתפו בתוכנית (עבור כל שנה בר"מ טובה מ-0.05).

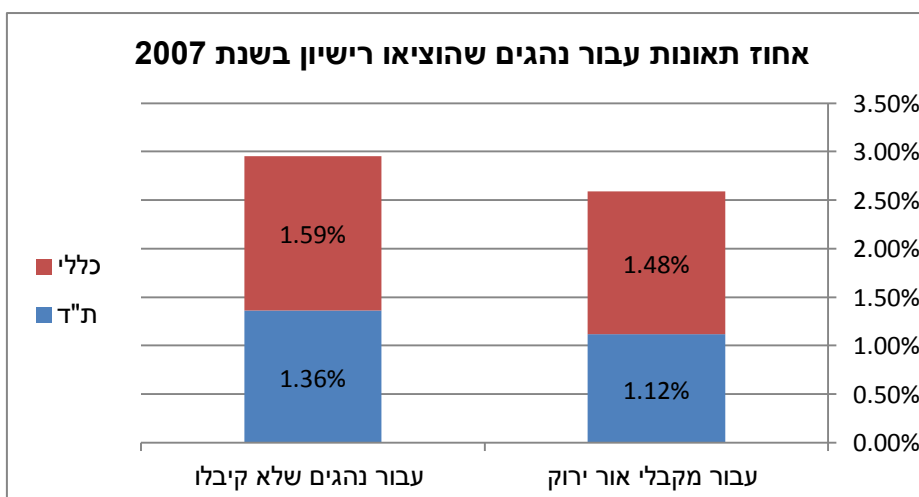
איור 97 מציג את ההבדל בין אותן אוכלוסיות עבור כלל התקופה (2005-2007). ההבדל מובהק גם במקרה זה בר"מ 0.01 (נספח 19).



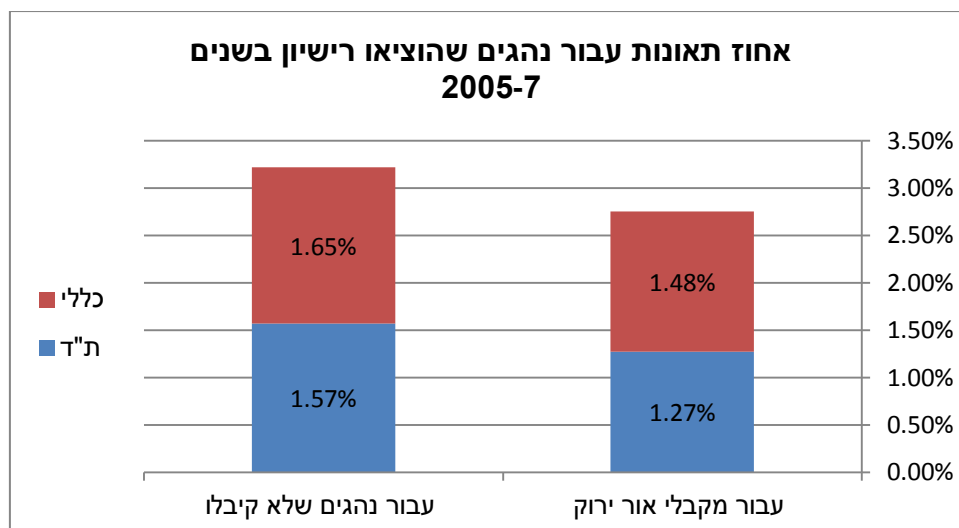
איור 94 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2005 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



איור 95 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2006 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק

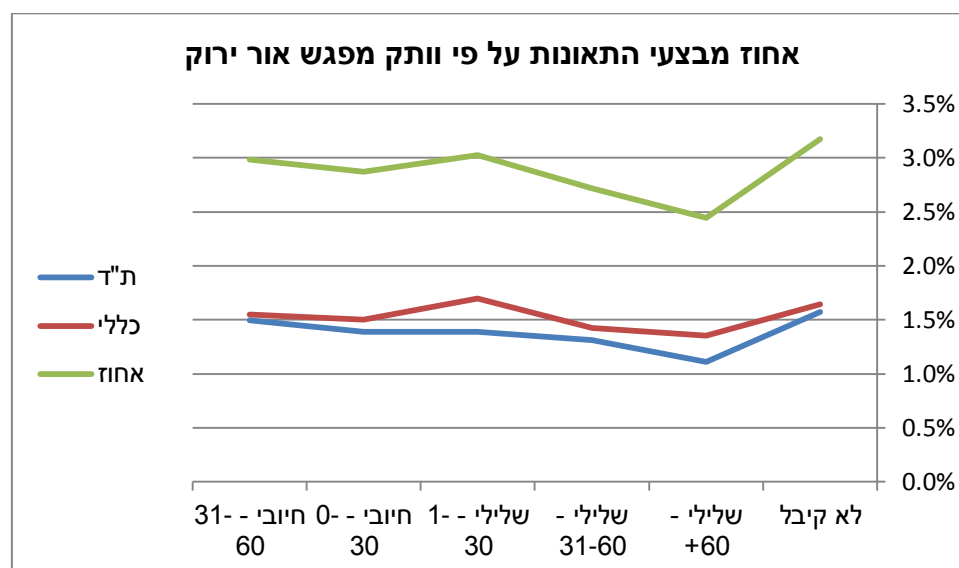


איור 96 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2007 וביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



**איור 97 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות תאונות דרכים אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק**

איור 98 מציג את אחוז המעורבים בתאונות דרכים על פי ותק מפגש אור ירוק. ניתן לראות באופן בולט כי עבור תאונות מסוג ת"ד (גרף כחול), אחוז המעורבים בתאונה אחת או יותר מבין הלא משתתפים במפגש אור ירוק הוא הגבוה ביותר. בהמשך, נראית ירידה חדה באחוז המעורבים בתאונות דרכים עבור האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק לפחות חודשיים לפני הוצאת הרישיון, וככל שהמפגש התקיים בשלב מאוחר יותר, כך אחוז המעורבים בתאונות דרכים עולה, אך עדיין הוא נמוך מאחוז האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש. נתון זה מתיישב עם הממצאים הקודמים בדו"ח זה.

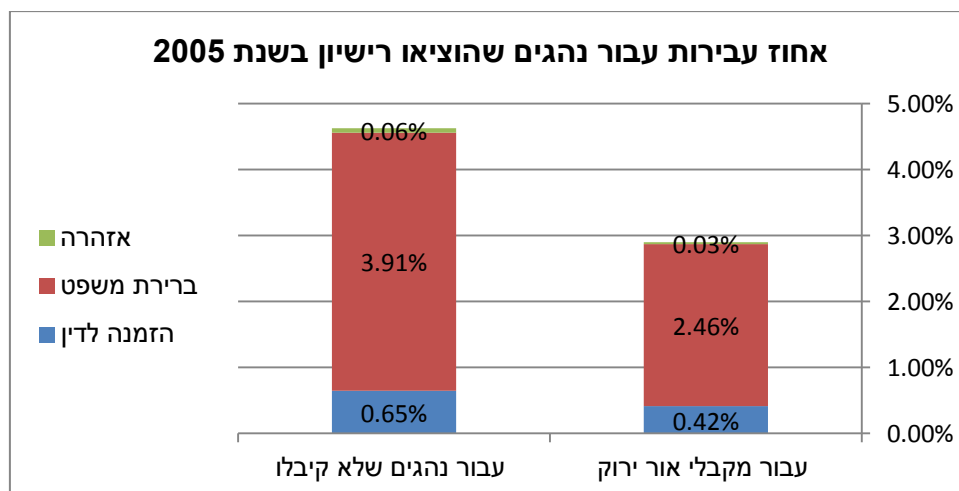


**איור 98 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות תאונות דרכים אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, על פי וותק מפגש אור ירוק**

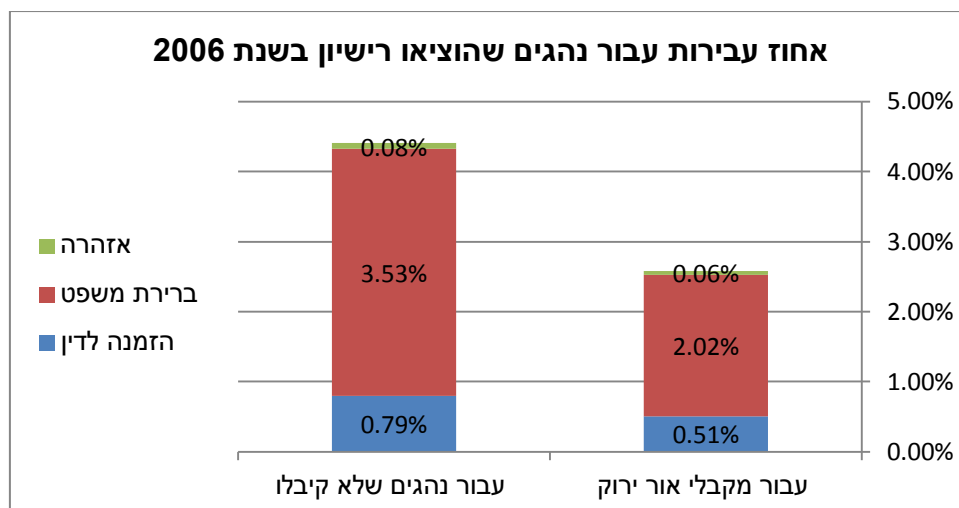
#### 9.4.2 השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות תנועה

באיור 99, איור 100 ואיור 101 ניתן לראות את אחוז הנהגים שביצעו לפחות עבירת תנועה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין אלה שהוציאו רישיון נהיגה בשנים 2005, 2006 ו-2007, בהתאמה. האיורים מפרטים את אחוז הנהגים שביצעו לפחות עבירה אחת מסוג הזמנה לדין, ברירת משפט ועבירת אזהרה, תוך חלוקה לאוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק ולאוכלוסייה שלא השתתפה. ניתן לראות שאחוז הנהגים שביצעו עבירה והשתתפו במפגש אור ירוק נמוך מאשר אחוז הנהגים שביצעו עבירה ולא השתתפו. הדבר נכון עבור כל שנה וסוג של עבירה (מלבד עבור אזהרה בשנת 2007 שאז האחוזים שווים).

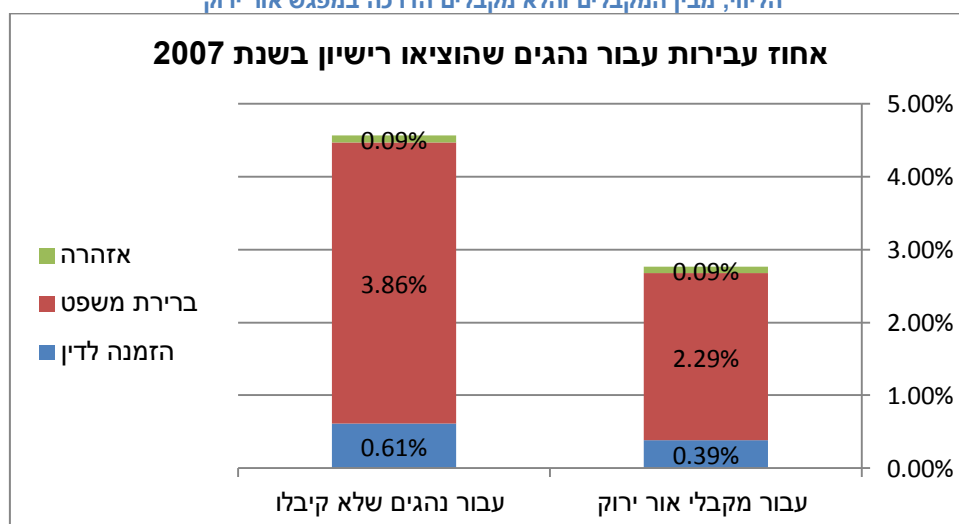
מבדיקה שנערכה על עבירות מסוג ברירת משפט ועבירות מסוג הזמנה לדין (העבירות החמורות מבין שלושת סוגי העבירות) באמצעות מבחני Pearson Chi-Square ומבחני McNemar (נספח 19), רואים כי כל ההבדלים מובהקים. על כן ניתן לומר שאחוז הנהגים אשר השתתפו במפגש אור ירוק וביצעו עבירות נמוך באופן מובהק מאשר אחוז הנהגים שביצעו עבירות ולא השתתפו במפגש אור ירוק (עבור כל שנה בנפרד בר"מ 0.01).



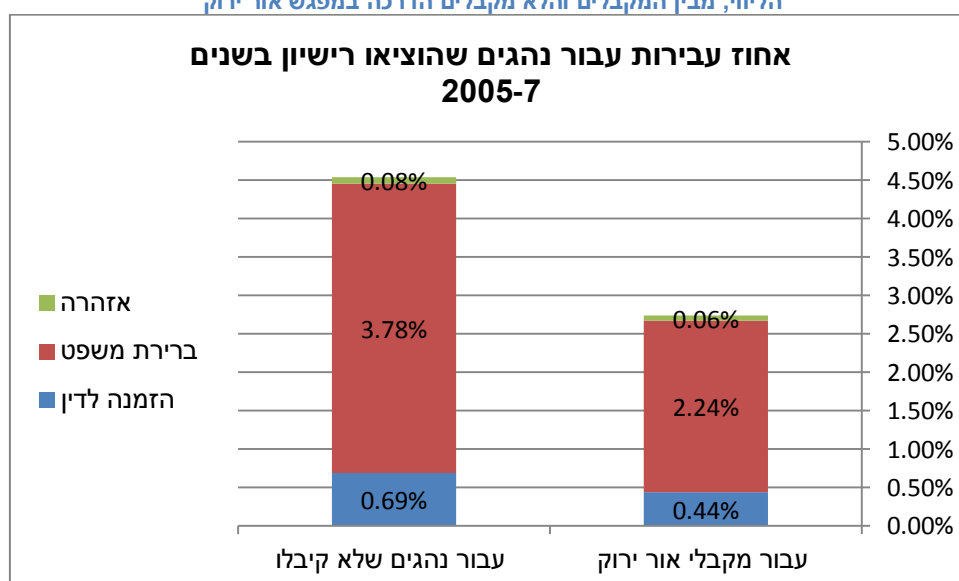
איור 99 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2005 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



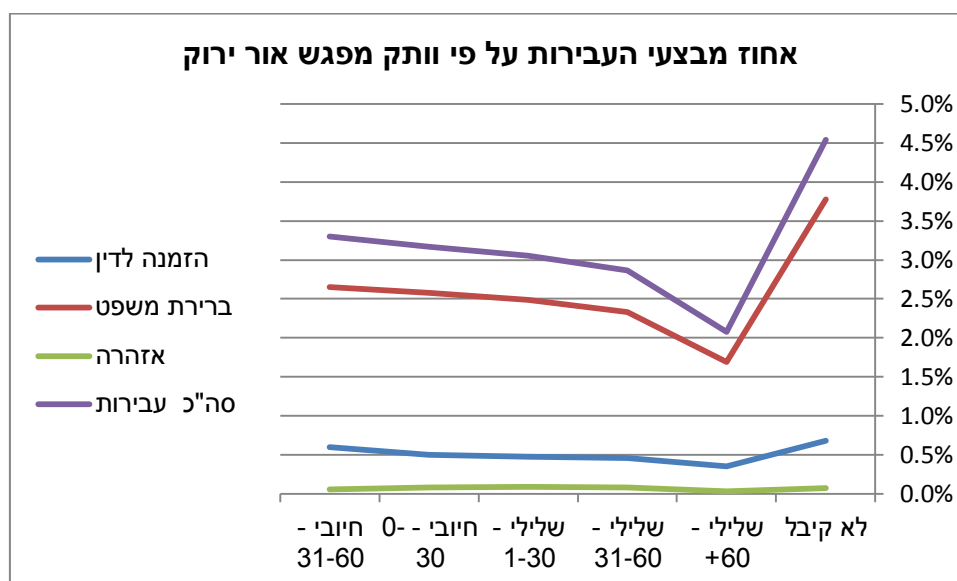
איור 100 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2006 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



איור 101 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בשנת 2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



איור 102 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, מבין המקבלים והלא מקבלים הדרכה במפגש אור ירוק



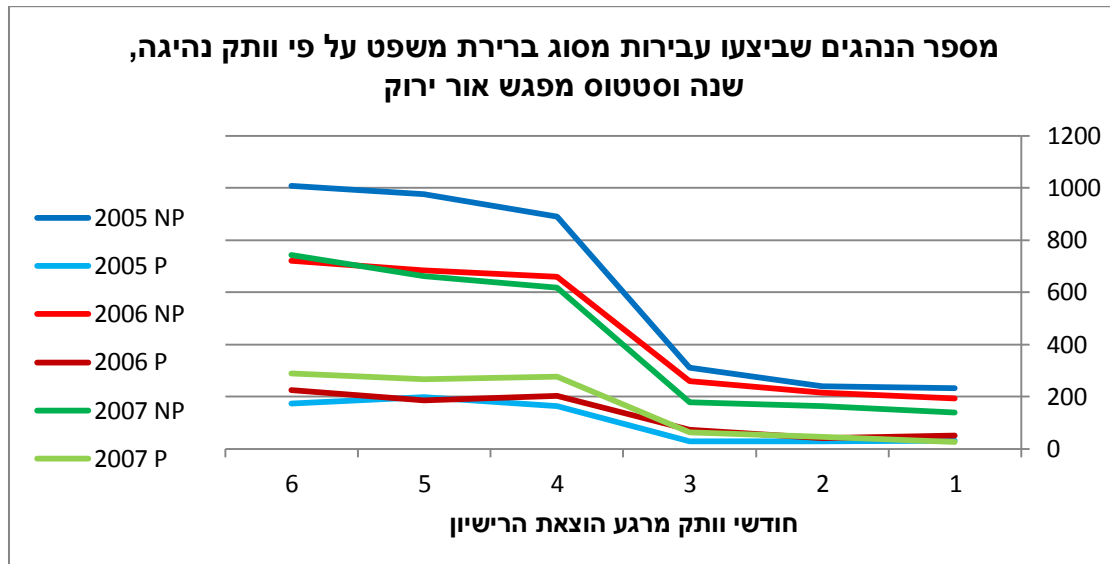
איור 103 - אחוז הנהגים שהוציאו רישיון בין השנים 2005-2007 וביצעו לפחות עבירה אחת בשנה הראשונה שלאחר תקופת הליווי, על פי וותק מפגש אור ירוק

איור 102 מציג את ההבדלים בין אחוז המעורבים בביצוע כ"א מסוגי העבירות בין הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק ואלה שלא השתתפו, עבור כל התקופה (2005-2007). ההבדל מובהק גם כאן בר"מ 0.01 (נספח 19).

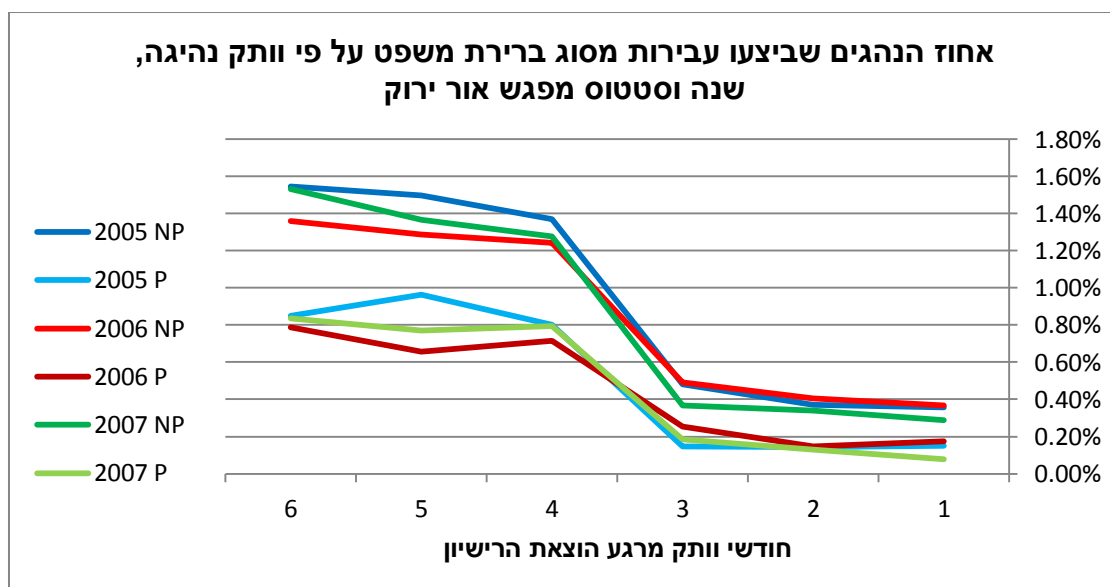
איור 103 מציג את אחוז המעורבים בעבירות תנועה על פי וותק מפגש אור ירוק. ניתן לראות באופן בולט כי עבור עבירות מסוג ברירת משפט (גרף אדום), אחוז המבצעים עבירה אחת לפחות מבין הלא משתתפים במפגש אור ירוק הוא הגבוה ביותר. בהמשך, נראית ירידה חדה באחוז המעורבים בעבירות עבור האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק לפחות חודשיים לפני הוצאת הרישיון, וככל שהמפגש התקיים בשלב מאוחר יותר, כך אחוז מבצעי העבירות עולה, אך עדיין הוא נמוך מאחוז המעורבים אצל האוכלוסייה שלא השתתפה בתוכנית. מגמה דומה, אך פחות מוקצנת, מתקיימת גם לעבירות מסוג הזמנה לדין (גרף כחול). ניתן לראות כי השפעת מפגש אור ירוק והשפעת מועד המפגש על ביצוע עבירות דומות להשפעות שלהן על מעורבות בתאונות דרכים, ואולי הן אף חזקות יותר.

איור 104 מציג זווית נוספת של השפעת מפגש אור ירוק על ביצוע העבירות. באיור מוצגים מספרי הנהגים שביצעו עבירות מסוג ברירת משפט בין השנים 2005 ו-2007, על פי וותק הנהיגה מרגע הוצאת הרישיון, עבור כל שנת הוצאת הרישיון ואם השתתפו או לא במפגש אור ירוק. בדומה למוצג באיור 59 (גרף תחתון), ניתן לראות כי לאחר שלושה חודשים של ליווי ישנה קפיצה משמעותית במספר העבירות. בנוסף, ניתן לזהות מגמה של ירידה במספר העבירות עם התקדמות השנים. כן ניתן לראות כי הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק ביצעו פחות עבירות מאשר הנהגים שלא השתתפו במפגש. יחד עם זאת, מספר הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק נמוך ממספר הנהגים שלא השתתפו במפגש, עובדה המשפיעה על הפער במספר העבירות בין שתי האוכלוסיות. לכן, נציג

באיר 105 עבור כל שנה את אחוז הנהגים מבצעי העבירות מתוך סך הנהגים מבין המשתתפים במפגש אור ירוק ומבין הלא משתתפים. ניתן לראות שהמגמה נשמרת, והנהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק מבצעים יותר עבירות מסוג ברירת משפט מאשר הנהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק גם בתקופת הליווי וגם בשלושת החודשים שלאחר הליווי.



איור 104 - מספרי הנהגים שביצעו עבירות מסוג ברירת משפט בשנים 2005-7, על פי ותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון, עבור נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק (P) ועבור נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק (NP)



איור 105 - אחוז הנהגים שביצעו עבירות מסוג ברירת משפט בשנים 2005-7, על פי ותק נהיגה ושנת הוצאת רישיון, עבור נהגים שהשתתפו במפגש אור ירוק (P) ועבור נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק (NP)



## 9.5 ניתוח האם קיימת הטיה (selection bias) בהפצת תוכנית אור ירוק

ראינו שנהגים אשר השתתפו במפגש אור ירוק מעורבים פחות בתאונות דרכים ומבצעים פחות עבירות תנועה מאשר נהגים שלא השתתפו במפגש, וזאת בר"מ של 0.01. יחד עם זאת, המפגשים שמקיימים נציגי העמותה עם הנהגים הצעירים הינה התנדבותיים וגם אינם יכולים – לפחות לא בשלב זה – לכסות את כל אוכלוסיית מדינת ישראל. נוצר חשש שמא בצורת ההפצה קיימת הטיה אשר משפיעה על התוצאות שנצברו עד היום שהמפגשים תורמים לפחות מעורבות בתאונות. לדוגמא, במידה והמפגש ניתן יותר לנשים מאשר לגברים (וכפי שנזכרנו, גברים מעורבים הרבה יותר בתאונות דרכים מאשר נשים), הרי נוצרה הטיה התורמת להצגת ערך גבוה יותר למפגש מאשר יש לו באמת. על כן, נבחן בפרק זה האם קיימת הטיה באופן ההפצה, ואם היא קיימת, נציע איך למזער ככל הניתן.

מהניתוחים שבוצעו עד כה, זוהו מספר מאפיינים המשפיעים על מידת מעורבותו של הנהג הצעיר בתאונות דרכים. חמישה מאפיינים זהו כמשמעותיים ביותר, ומשתנים נוספים זהו כמשפיעים, אך באופן פחות משמעותי. נבחן את אופן הפצת תוכנית אור ירוק לאורך שלוש השנים מבחינת המאפיינים המשפיעים ביותר ונוסיף להם משתנים בעלי אופי דמוגרפי וסוציו-אקונומי. ננסה לבחון את מגמות החלוקה ולתקן את ההטיה, אם קיימת, עד כמה שניתן. 15 משתנים מבסיס הנתונים הקיימים נמצאו מתאימים לביצוע התקנון<sup>3</sup>:

1. מגדר
2. הגבלה רפואית
3. הוצאת רישיון לאופנוע
4. קבוצת אוכלוסייה
5. גיל
6. מקום מגורים (דרך משתנה מחוז-נפה)
7. שנות לימוד אב ואם (2 משתנים)
8. קבוצת אוכלוסייה אב ואם (2 משתנים)
9. אב ואם מורשים לנהיגה (2 משתנים)
10. יבשת לידה וגיל עלייה (2 משתנים)
11. מדד סוציו-אקונומי (ציון הרכב שפותח בפרק 5.2.2)

על מנת לבדוק את השפעת מפגשי אור ירוק באופן מדויק עד כמה שניתן, תוך שימוש בכלל המשתנים המצוינים לעיל, ניגש לבעיה בשתי דרכים שונות:

<sup>3</sup> לא נתייחס למשתני עבירות שזוהו כמשפיעים על מידת המעורבות בתאונות דרכים, מכיוון שאלה אינם ידועים בעת ביצוע מפגשי אור ירוק והינם מדדי עבריינות בעצמם.

א. הדרך הראשונה היא ביצוע רגרסיה לוגיסטית, כאשר המשתנים המסבירים יהיו 15 המשתנים המוזכרים לעיל ובנוסף משתנה אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק (השתתף או לא השתתף). מהניתוחים שבוצעו עד כה נמצא כי האינטראקציה בין קבוצת אוכלוסייה לבין מגדר נמצאה כמשמעותית, ועל כן, אינטראקציה זו תיוסוף למשתנים המסבירים (האפקטים הקבועים). בסה"כ יהיו לנו 17 משתנים מסבירים (15 המוזכרים לעיל, אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק והאינטראקציה). המשתנה המוסבר יהיה משתנה בינארי המציין האם הנהג הצעיר היה או לא היה מעורב בלפחות תאונת דרכים אחת מסוג ת"ד במהלך שנה של נהיגה לאחר הוצאת הרישיון. מהרצת הרגרסיה הלוגיסטית, המקדם של אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק יצביע על השפעת המפגש על מידת המעורבות בתאונות דרכים, יחד עם זאת, מקדם זה עדיין יסבול מהטיה, ועל כן, יבנה גורם תיקון (et Toledo al., 2012) באמצעות כל אחד מהמשתנים המסבירים המוזכרים לעיל. עבור כל משתנה כזה, נבדוק מהן התפלגותו באוכלוסייה, התפלגותו בקרב אלה שלא השתתפו במפגש אור ירוק והתפלגותו בקרב אלה שהשתתפו במפגש, ונבנה גורם תיקון לאוכלוסייה שהשתתפה במפגש, בשני אופנים:

- נרמול באמצעות האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק (et al., 2012) (Toledo)

- נרמול באמצעות כלל האוכלוסייה
- לאחר יצירת גורם התיקון, נתקן (ננרמל) את המקדם שמצביע על השפעת אור ירוק בשני האופנים המצוינים.

ב. הדרך השנייה היא ביצוע רגרסיה לוגיסטית, אך תוך שימוש באינטראקציות לטובת נטרול השפעות חיצוניות על משתנה האינדיקציה לאור ירוק, וקבלת מקדם בעל השפעה נקייה עד כמה שניתן. לשם כך, נריץ רגרסיה עם כל המשתנים המוזכרים לעיל וכל האינטראקציות מסדר שני ביניהם (כלומר 15 המשתנים הראשיים ו-105 אינטראקציות מסדר שני ביניהם). כמו כן, נוסיף את משתנה אינדיקציה לאור ירוק ובאופן זה ניצור 121 משתנים מסבירים  $(1+105+1)$ . המשתנה המוסבר יהיה אותו משתנה כמו בדרך הראשונה. מעניין יהיה לבחון את המקדם המתוקן מהדרך הראשונה אל מול המקדם שיווצר באופן זה.

### 9.5.1 ניתוח בדרך הראשונה

בניתוח הראשון, המודלים הורצו תוך שימוש בשיטת backward step wise לטובת הורדת המשתנים אשר השפעתם על המשתנה המוסבר אינה מובהקת ולשם בניית מודל מיטבי. טבלה 70 מציגה את המשתנים שהורדו במהלך הרצת שבעה מודלים עד לבניית מודל אשר כל המקדמים מובהקים בר"מ של לפחות 0.05. ניתן לראות שהוסרו מהמודל בסה"כ 6 מהמשתנים, ונוצר מודל בעל 11 משתנים מסבירים וחותר. המשתנים שנותרו ומובהקותם מוצגים בטבלה 71. ניתן לראות, שהמשתנה קבוצת אוכלוסייה (KvutzaUchlusiya) אינו מובהק לכשעצמו, אך בשל האינטראקציה המובהקת שלו עם משתנה המגדר (min) הוא נותר במודל. מעבר לכך, כל המשתנים מובהקים בר"מ של 0.05.

| מס"ד | משתנים מסבירים                                     | ערך AIC   | ערך BIC   | האם הכל מובהק? |
|------|----------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------|
| 1    | כל סדר ראשון + אינטראקציה לקבוצת אוכלוסייה עם מגדר | 20246.185 | 20857.120 | לא             |
| 2    | הורדת יבשת לידה                                    | 20240.706 | 20820.577 | לא             |
| 3    | הורדת קבוצת אוכלוסייה אם                           | 20237.283 | 20796.443 | לא             |
| 4    | הורדת מדד סוציו-אקונומי                            | 20231.924 | 20759.665 | לא             |
| 5    | הורדת מורשה אב                                     | 20230.371 | 20737.758 | לא             |
| 6    | הורדת קבוצת אוכלוסייה אב                           | 20227.857 | 20714.534 | לא             |
| 7    | הורדת מורשה אם                                     | 20227.725 | 20704.047 | כן             |

טבלה 70 - המשתנים שהורדו במהלך שיטת ה-backward step wise

| Tests of Model Effects |                 |    |      |
|------------------------|-----------------|----|------|
| Source                 | Type III        |    |      |
|                        | Wald Chi-Square | df | Sig. |
| (Intercept)            | .000            | 1  | .992 |
| min                    | 80.323          | 1  | .000 |
| KvutzaUchlusiya        | 3.253           | 2  | .197 |
| aliyag                 | 8.109           | 3  | .044 |
| ofnoa_ind              | 95.348          | 2  | .000 |
| Limitation_Medical     | 67.528          | 1  | .000 |
| mahoznafa              | 133.250         | 24 | .000 |
| Dadeducg               | 25.091          | 4  | .000 |
| momeducg               | 27.675          | 4  | .000 |
| OY                     | 10.515          | 1  | .001 |
| gil                    | 37.848          | 1  | .000 |
| min * KvutzaUchlusiya  | 40.260          | 2  | .000 |

טבלה 71 - המשתנים שנותרו במודל הנבחר ומובהקותם

נספח 20 מציג את ערכי המקדמים של המשתנים. המקדם של המשתנה אינדיקציה לאור ירוק (OY) הינו -0.133. עבור הערך 0. נחשב באיזו רמה משפיע מקדם זה על מידת המעורבות בתאונות דרכים. כזכור מדובר ברגרסיה לוגיסטית ולכן:

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = -0.133$$

כלומר, נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק מעורבים יותר בתאונות דרכים מאשר נהגים שהשתתפו ב-12.45% (1-0.875) ובאופן מובהק לחלוטין (נספח 20). כעת, נחשב את גורם התיקון ונתקן את ערך ה-12.45% בהתאם.

### אופן חישוב גורם התיקון

על מנת לטפל בנושא ההטיה חושב גורם תיקון. הרעיון הכללי ביצירת גורם התיקון נלקח מהמאמר Toledo et al. (2012). הגורם חושב בשתי דרכים שונות תוך :

1. נרמול על פי האוכלוסייה שלא השתתפה במפגשי אור ירוק

2. נרמול על פי כלל האוכלוסייה

ב-Toledo et al. (2012) הנרמול נעשה על פי הדרך הראשונה בלבד, כלומר על סמך האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק, אך כאן נבצע נרמול בשתי הדרכים. כמו כן, במאמר נעשה נרמול על סמך חתך של שני משתנים (גיל ומגדר), וכאן אנו מעוניינים לבצע נרמול על סמך 15 משתנים שונים. יצירת חתך עבור כל קומבינציה של ערכים מבין כלל 15 המשתנים היא כמעט בלתי אפשרית (יתכנו קבוצות ריקות ולא משמעותיות<sup>4</sup>), ועל כן נבדקה השפעת כל משתנה בנפרד ונבנה גורם תיקון עבור כל משתנה. גורם התיקון חושב בצורה הבאה:

$$CF_{1j} = \frac{\sum_i f_{ij}^P CI_{ij}^{NP}}{\sum_i f_{ij}^{NP} CI_{ij}^{NP}} \quad \text{נרמול על סמך האוכלוסייה שלא השתתפה בתוכנית}$$

$$CF_{2j} = \frac{\sum_i f_{ij}^P CI_{ij}^{All}}{\sum_i f_{ij}^{All} CI_{ij}^{All}} \quad \text{נרמול על סמך כלל האוכלוסייה}$$

כאשר:

- $CF_{kj}$  - הינו גורם התיקון על סמך משתנה j, כאשר  $j=1..15$  (15 משתנים מסבירים).  $k=1$  עבור תקנון באמצעות האוכלוסייה שלא השתתפה בתוכנית ו- $k=2$  עבור תקנון באמצעות כלל האוכלוסייה.
- $f_{ij}^{P,NP,All}$  - הינו אחוז (fraction) החתך i מהאוכלוסייה NP/All/P. כאשר i מודד את הקרדינליות של משתנה j (לדוגמא עבור משתנה מגדר,  $j=1$ , i יהיה בגודל 2 מכיוון שהמשתנה מגדר מכיל 2 ערכים: גבר ואישה). P (participate) עבור אוכלוסיית המשתתפים במפגשי אור ירוק, NP (Not Participate) עבור האוכלוסייה שלא השתתפה ו-All עבור כלל האוכלוסייה.
- $CI_{ij}^{NP,All}$  - הינה הסתברות מנורמלת למעורבות בתאונה (crash involvement) של חתך i מאוכלוסייה NP/All, עבור משתנה j.

נציג באמצעות דוגמא את אופן יצירת גורם התיקון עבור משתנה מגדר. תחילה, רוכזו הנתונים של כלל האוכלוסייה בקובץ (All) ונספרו מספר הגברים והנשים בבסיס הנתונים וכן מספר הנהגים ונהגות שביצעו לפחות תאונת דרכים אחת בתקופה הנבדקת. נתונים אלו חושבו עבור האוכלוסייה

<sup>4</sup> לדוגמא, גברים שהוציאו רישיון בגיל 24 ועלו לארץ אחרי 2001, יהודים, ללא רישיון לאופנוע, מצפת, שהאב בעל 16+ שנות השכלה ואינו מורשה לנהוג, ... והם השתתפו במפגש אור ירוק.

שהשתתפה במפגש אור ירוק (P) והאוכלוסייה שלא השתתפה (NP). באיור 106 מוצגים הנתונים הנ"ל (טבלאות עבור כלל האוכלוסייה בתאים B2-D5 ועבור אור ירוק תאים B7-D14) וכן אופן חישוב גורם התיקון. נסביר במספר שלבים פשוטים כיצד חושב הגורם:

|    | A | B        | C          | D                                 | E                                 | F                | G             | H              | I       | J | K | L | M           |
|----|---|----------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|---------------|----------------|---------|---|---|---|-------------|
| 2  |   |          | מספר נהגים | מספר תאונות מסוג ת"ד בשנה הראשונה | מספר תאונות מסוג ת"ד בשנה הראשונה | אחוז מהאוכלוסייה | סבירות לתאונה | סבירות מנורמלת |         |   |   |   |             |
| 3  |   | גבר      | 129496     | 2567                              | 55.798%                           | 1.982%           |               |                |         |   |   |   |             |
| 4  |   | אישה     | 102582     | 836                               | 44.202%                           | 0.815%           |               |                |         |   |   |   |             |
| 5  |   | סה"כ     | 232078     | 3403                              |                                   | 1.466%           |               |                |         |   |   |   |             |
| 6  |   |          |            |                                   |                                   |                  |               |                |         |   |   |   |             |
| 7  |   |          | מספר נהגים | מספר תאונות מסוג ת"ד בשנה הראשונה | מספר תאונות מסוג ת"ד בשנה הראשונה | אחוז מהאוכלוסייה | סבירות לתאונה | סבירות מנורמלת |         |   |   |   |             |
| 8  |   | ללא ערכה | 150719     | 2367                              |                                   |                  |               |                |         |   |   |   |             |
| 9  |   | גבר      | 85910      | 1844                              | 57.000%                           | 2.146%           | 100.000%      | 57.000%        |         |   |   |   |             |
| 10 |   | אישה     | 64809      | 523                               | 43.000%                           | 0.807%           | 37.597%       | 16.167%        | 73.167% |   |   |   |             |
| 11 |   | עם ערכה  | 81359      | 1036                              |                                   |                  |               |                |         |   |   |   |             |
| 12 |   | גבר      | 43586      | 723                               | 53.572%                           | 1.659%           | 77.281%       | 53.572%        |         |   |   |   | פקטור תיקון |
| 13 |   | אישה     | 37773      | 313                               | 46.428%                           | 0.829%           | 38.605%       | 17.455%        | 71.028% |   |   |   | 97.077%     |
| 14 |   | סה"כ     | 232078     | 3403                              |                                   |                  |               |                |         |   |   |   |             |
| 15 |   |          |            |                                   | מקסימום                           | 2.146%           |               |                |         |   |   |   |             |

#### איור 106 - דוגמא לאופן יצירת גורם תיקון עבור משתנה מגדר

- א. בשלב הראשון חושבו אחוזי הגברים והנשים ( $f$ ) מכלל האוכלוסייה ( $F_{3,4}$ ), אחוז הגברים והנשים בקרב האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק ( $F_{9,10}$ ) ואחוז הגברים והנשים בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק ( $F_{12,13}$ ). ניתן לראות שביחס לכלל האוכלוסייה, בקרב המשתתפים במפגש אור ירוק יש יותר נשים מאשר גברים (46.4% נשים שהשתתפו לעומת 44.2% נשים באוכלוסיית הנהגים הצעירים).
- ב. בשלב השני, חושבה עבור כל אוכלוסייה ההסתברות לתאונה כיחס בין מספר הנהגים שביצעו תאונה לבין כלל הנהגים מאותו חתך אוכלוסייה (באיור 106,  $D/C=G$ ).
- ג. בשלב שלישי, חושבה ההסתברות המנורמלת לתאונה ( $CI$ ). נמצאה ההסתברות המקסימאלית ( $G_{15}$ ) לביצוע תאונה, וכל ההסתברויות נורמלו לפיה (עמודה H). באיור 106 מוצג נרמול לפי האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק (במידה והנרמול בוצע על פי כלל האוכלוסייה, חושבו תאים H2,3 במקום תאים H9,10).
- ד. כעת, לאחר מציאת כלל הפרמטרים נעשה שימוש בנוסחאות שהוצגו לעיל:
  - חישוב המכנה: סכום המכפלות של האחוז מהאוכלוסייה ( $f$ ) שלא השתתפה במפגש אור ירוק (או כלל האוכלוסייה בנרמול האחר) בסיכוי המנורמל לבצע תאונה ( $CI$ ) של האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק (או כלל האוכלוסייה בנרמול האחר), עבור כל ערך חתך של האוכלוסייה (באיור  $K_{10}=J_9+J_{10}=F_9*H_9+F_{10}*H_{10}$ ).
  - חישוב המונה: סכום המכפלות של האחוז מהאוכלוסייה ( $f$ ) שהשתתפה במפגש אור ירוק, בסיכוי המנורמל לבצע תאונה ( $CI$ ) של האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק (או כלל האוכלוסייה בנרמול האחר), עבור כל ערך חתך של האוכלוסייה (באיור  $K_{13}=J_{12}+J_{13}=F_{12}*H_{12}+F_{13}*H_{13}$ ).
- ה. לבסוף, חושב גורם התיקון על ידי חלוקה של המונה במכנה ( $M_{13}=K_{13}/K_{10}$ ). באותו אופן, חישבנו גורמי תיקון עבור כל אחד מהמשתתפים בשתי השיטות (טבלה 72).

| מס"ד | שם משתנה          |          |          |
|------|-------------------|----------|----------|
| 1    | מגדר              | 97.077%  | 98.228%  |
| 2    | הגבלה רפואית      | 99.215%  | 99.508%  |
| 3    | רישיון לאופנוע    | 99.041%  | 99.375%  |
| 4    | קבוצת אוכלוסייה   | 91.590%  | 93.472%  |
| 5    | גיל               | 109.542% | 104.724% |
| 6    | מקום מגורים       | 96.597%  | 97.481%  |
| 7    | שנות לימוד אב     | 94.353%  | 95.822%  |
| 8    | שנות לימוד אם     | 94.306%  | 95.889%  |
| 9    | קב' אוכלוסייה אב  | 91.299%  | 93.427%  |
| 10   | קב' אוכלוסייה אם  | 91.615%  | 93.476%  |
| 11   | מורשה אב          | 99.921%  | 99.966%  |
| 12   | מורשה אם          | 98.693%  | 98.356%  |
| 13   | יבשת לידה         | 100.298% | 100.201% |
| 14   | שנת עלייה         | 100.484% | 100.298% |
| 15   | מדד סוציו-אקונומי | 98.869%  | 98.792%  |

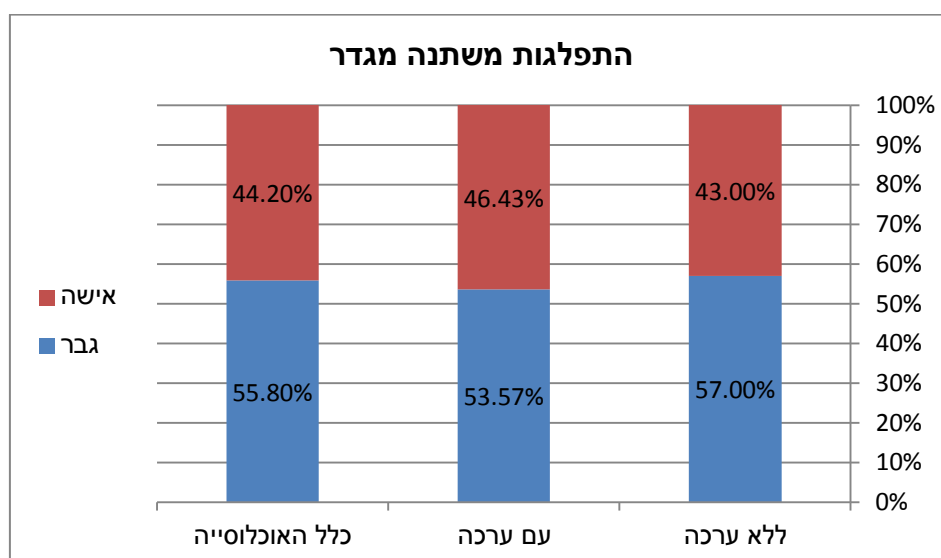
טבלה 72 - גורמי התיקון בשתי השיטות עבור כלל המשתנים

מהתבוננות בגורמי התיקון, ניתן לראות את השפעת ההטיה של כל משתנה על הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק לאוכלוסייה שלא השתתפה (כזכור, הפער על פי בסיס הנתונים שלנו עומד על 12.45%). כאשר גורם התיקון של משתנה קטן מ-

100% (טבלה 72), המשמעות היא שמשתנה זה, כפי שהוא מופיע בבסיס הנתונים, מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק לאוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק. כאשר גורם התיקון גדול מ-100%, משתנה זה, כפי שהוא מופיע בבסיס הנתונים, מקטין את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין האוכלוסייה שהשתתפה במפגש אור ירוק לאוכלוסייה שלא השתתפה במפגש אור ירוק. במקרה הראשון, התיקון שנבצע בעזרת גורם התיקון נועד להקטין את הפער בין האוכלוסיות ובמקרה השני התיקון שנבצע נועד להגדיל את הפער, ובסה"כ, בשני המקרים, נפצה על ההטיה בהפצת התוכנית עקב משתנה זה.

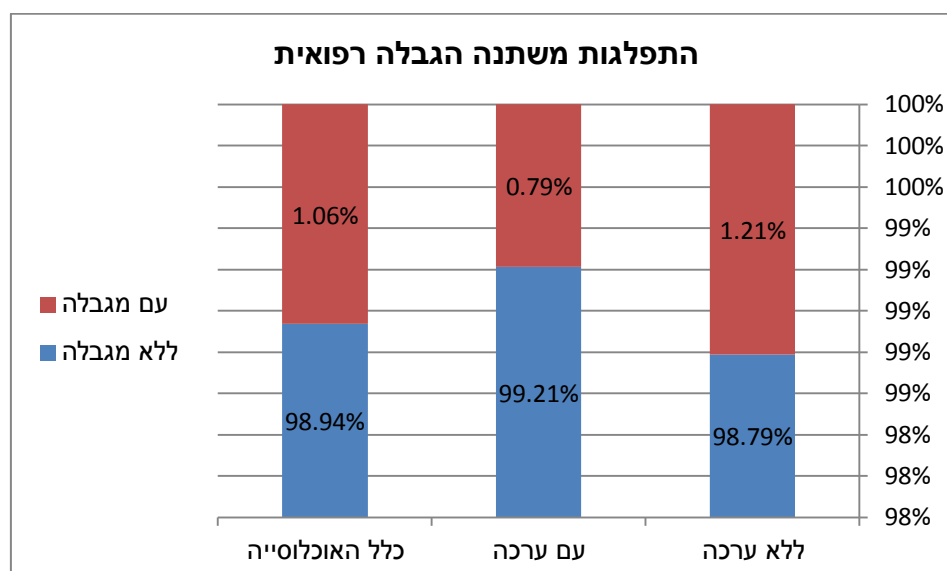
איור 107 מראה את התפלגות מגדר בקרב אוכלוסיות הנהגים השונות. ישנם פחות גברים מאשר נשים בקרב משתתפי תוכנית אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ידוע שגברים מעורבים יותר

מפי 2 בתאונות דרכים ביחס לנשים ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שמגדר בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.



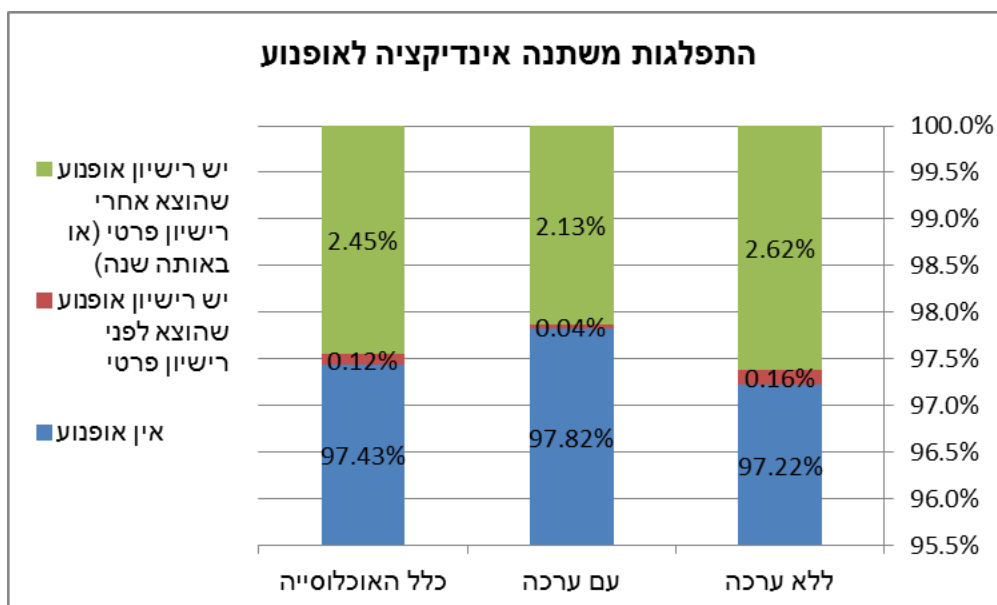
איור 107 - התפלגות מגדר בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

איור 108 מראה את התפלגות הגבלה הרפואית בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים בעלי הגבלה רפואית בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שבעלי הגבלה רפואית מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שהגבלה רפואית בבסיס הנתונים שלנו מגדילה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.



איור 108 - התפלגות הגבלה רפואית בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

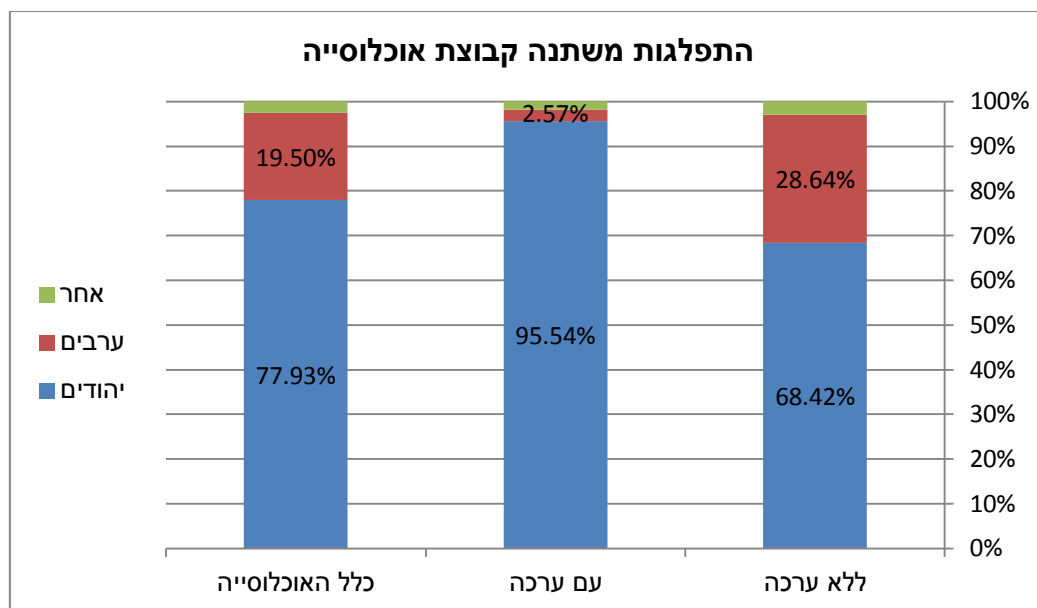
איור 109 מראה את התפלגות משתנה רישיון לאופנוע בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים עם רישיון לאופנוע (שהוצא לפני או אחרי רישיון הנהיגה לרכב) בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שבעלי רישיון לאופנוע מעורבים יותר בתאונות דרכים ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שרישיון לאופנוע בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.



איור 109 - התפלגות רישיון לאופנוע בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

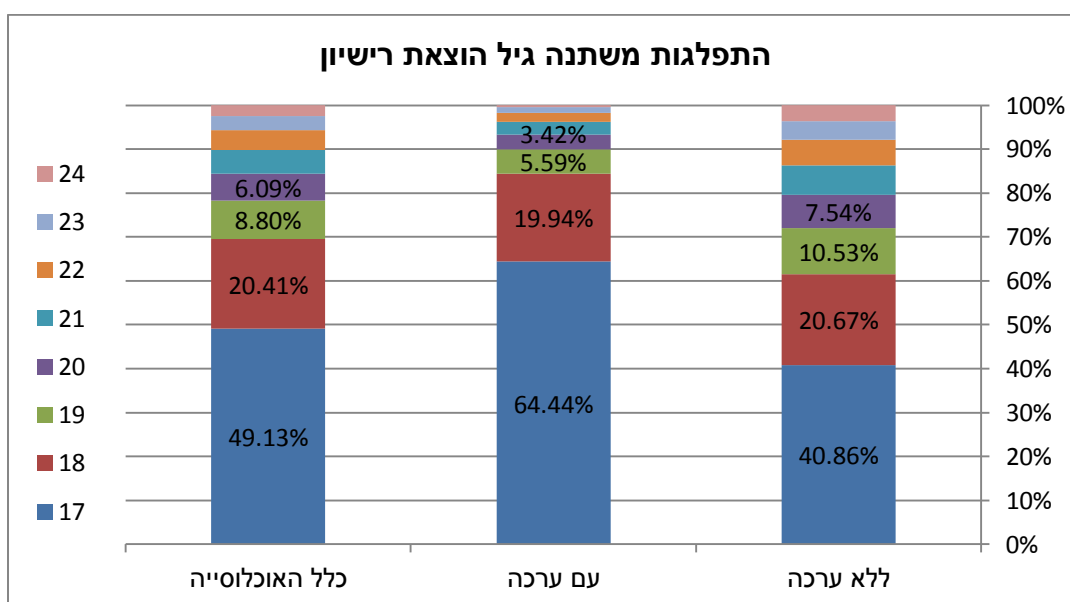
איור 110 מראה את התפלגות משתנה קבוצת אוכלוסייה בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים מהמגזרים ערבי ואחר בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שמגזרים אלו מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שקבוצת אוכלוסייה בבסיס הנתונים שלנו מגדילה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.





איור 110 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

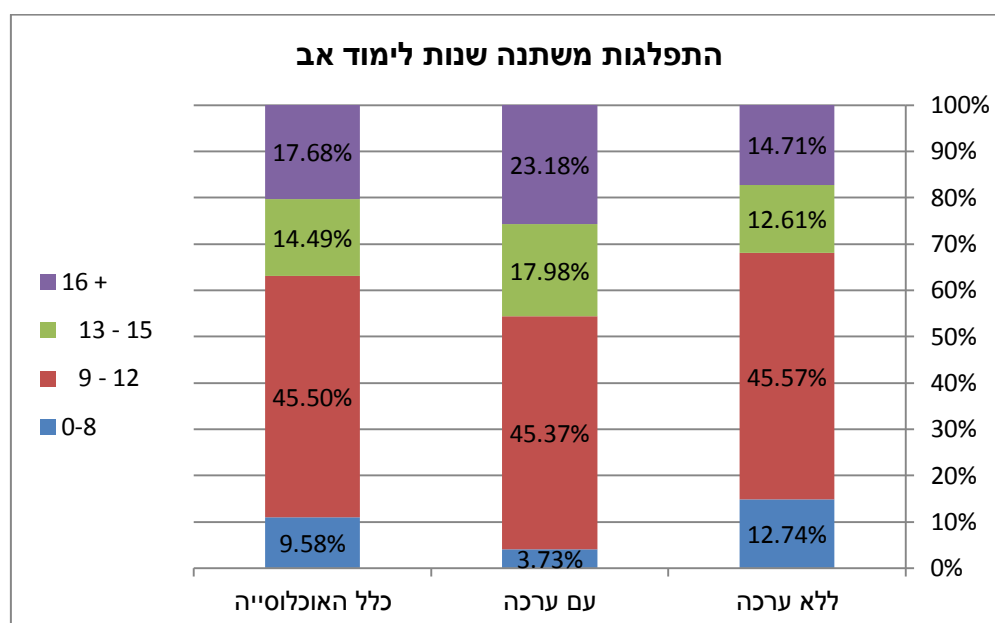
באיור 111 ניתן לראות את התפלגות משתנה גיל בזמן הוצאת רישיון בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם יותר נהגים שהוציאו רישיון בגיל 17 בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים שהוציאו רישיון בגיל 17 מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון גדול מ-100%, כך שגיל בבסיס הנתונים שלנו מקטין את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להגדיל פער זה בעזרת גורם התיקון.



איור 111 - התפלגות גיל בזמן הוצאת רישיון בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

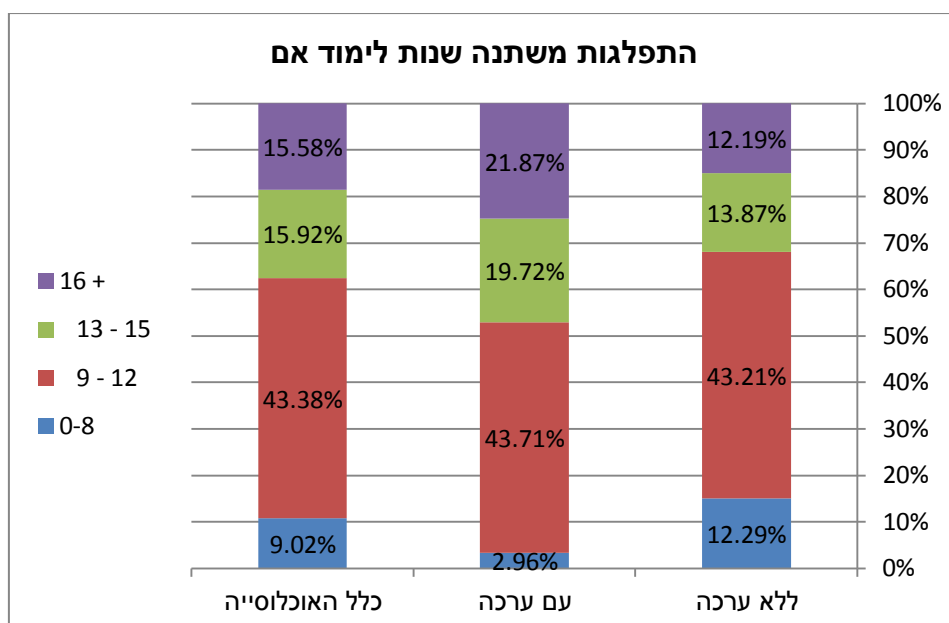
באיור 112 ניתן לראות את התפלגות משתנה שנות לימוד אב בקרב האוכלוסיות השונות. ניתן לראות שבקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק קיימים אבות משכילים יותר ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שככל שההורים משכילים פחות, כך הנהגים הצעירים מעורבים יותר

בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך ששנות לימוד אב בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.

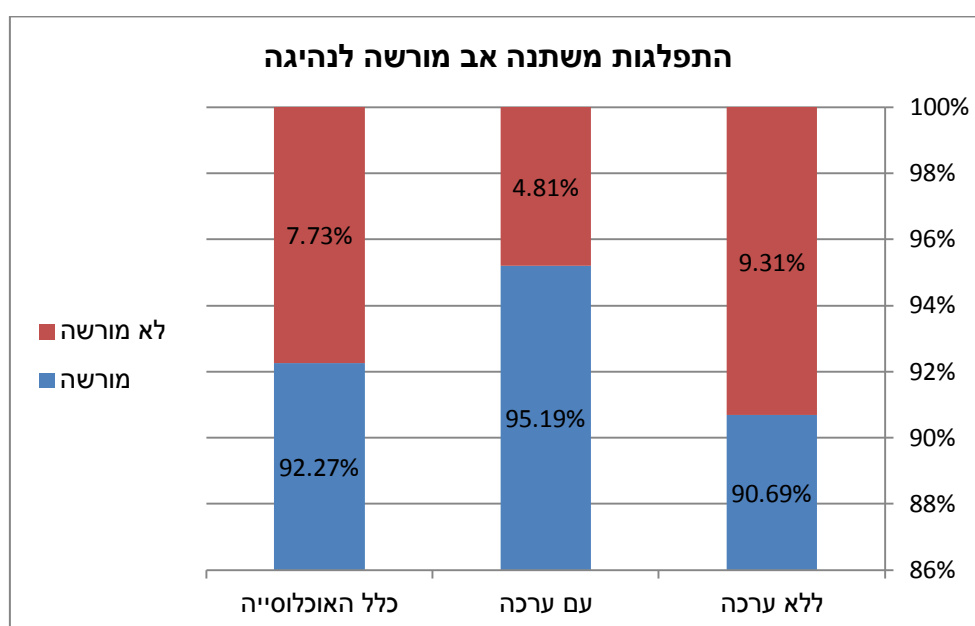


**איור 112 - התפלגות שנות לימוד אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק**

באיור 113 ניתן לראות את התפלגות משתנה שנות לימוד אם בקרב האוכלוסיות השונות. ניתן לראות שבקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק קיימות אימהות משכילות יותר ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שככל שההורים פחות משכילים, כך הנהגים הצעירים מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך ששנות לימוד אם בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.



**איור 113 - התפלגות שנות לימוד אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק**

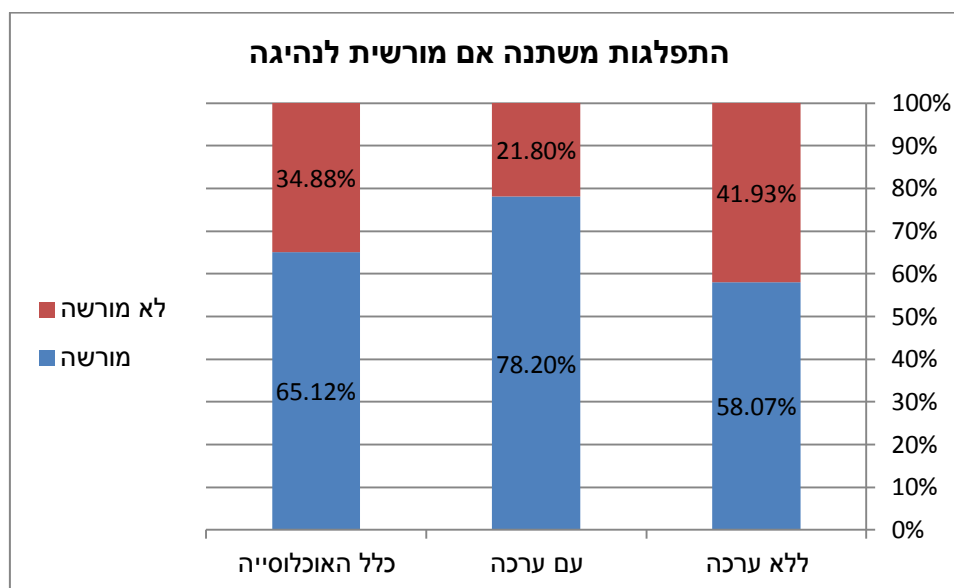


**איור 114 - התפלגות מורשה אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק**

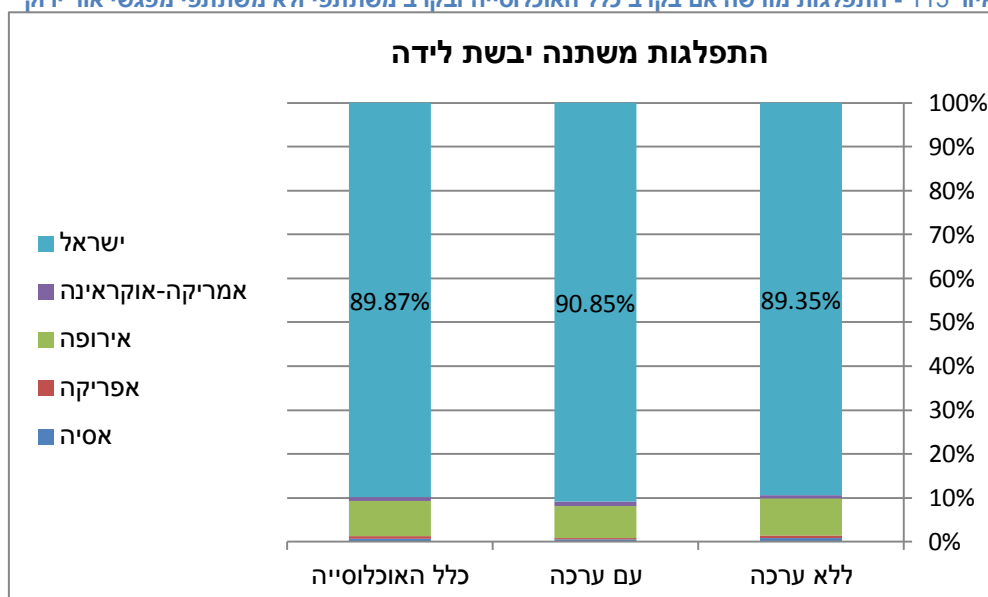
באיור 114 ניתן לראות את התפלגות משתנה מורשה אב בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים שאביהם אינו מורשה לנהיגה בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים צעירים להורים שאינם מורשים לנהוג מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שמורשה אב בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.

באיור 115 ניתן לראות את התפלגות משתנה מורשה אם בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים שאינם אינה מורשה לנהיגה בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי

האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים צעירים להורים שאינם מורשים לנהוג מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שמורשה אם בבסיס הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.

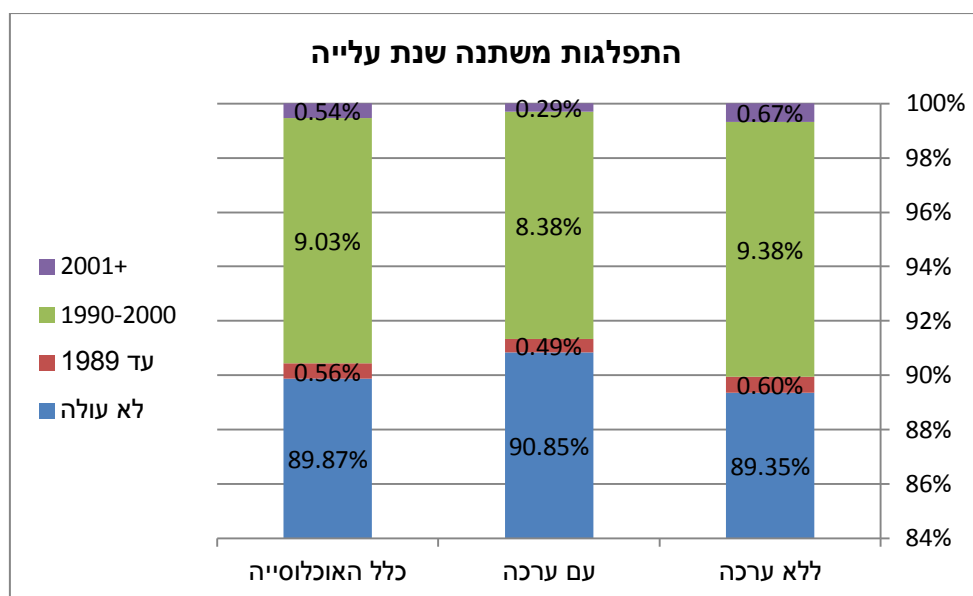


איור 115 - התפלגות מורשה אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

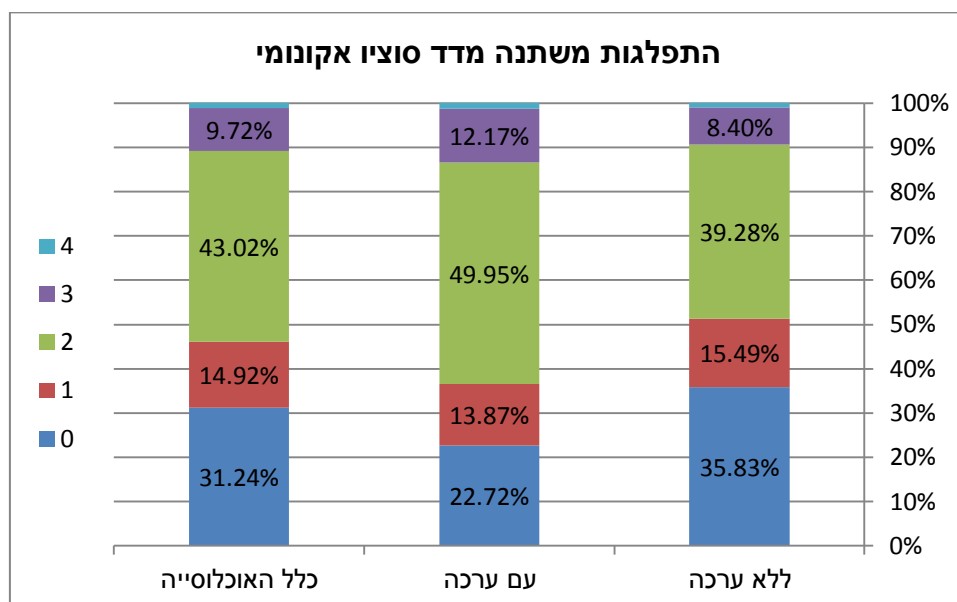


איור 116 - התפלגות יבשת לידה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

באיור 116 ניתן לראות את התפלגות משתנה יבשת לידה בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם יותר נהגים צעירים שנולדו בישראל בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים צעירים שנולדו בישראל מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון גדול מ-100%, כך שיבשת לידה בבסיס הנתונים שלנו מקטינה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להגדיל פער זה בעזרת גורם התיקון.



איור 117 - התפלגות שנת עלייה בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק



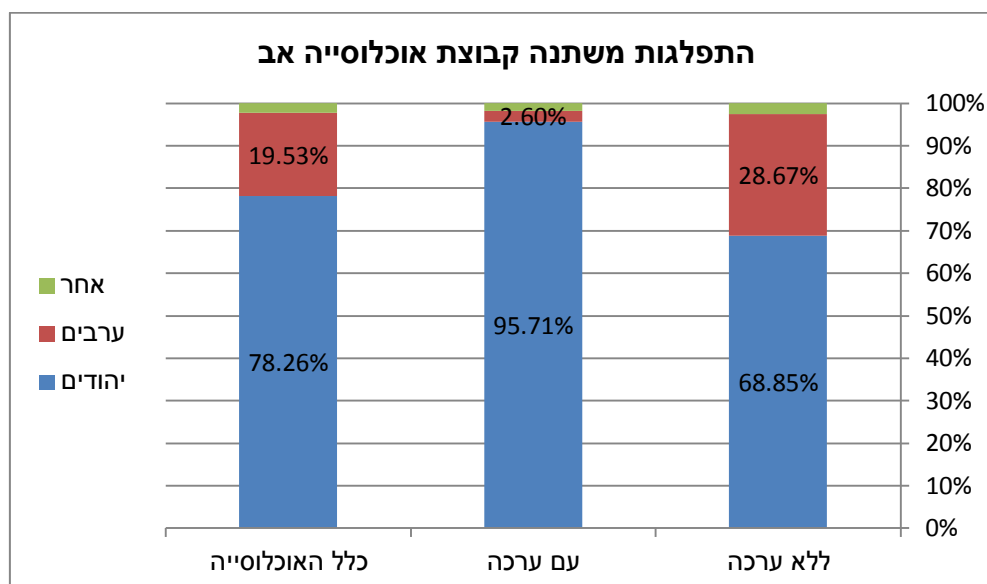
איור 118 - התפלגות המדד הסוציו-אקונומי בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

איור 117 מראה את התפלגות משתנה שנת עלייה בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם יותר נהגים צעירים שלא עלו בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים צעירים שלא עלו מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון גדול מ-100%, כך ששנת עליה בבסיס הנתונים שלנו מקטינה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להגדיל פער זה בעזרת גורם התיקון.

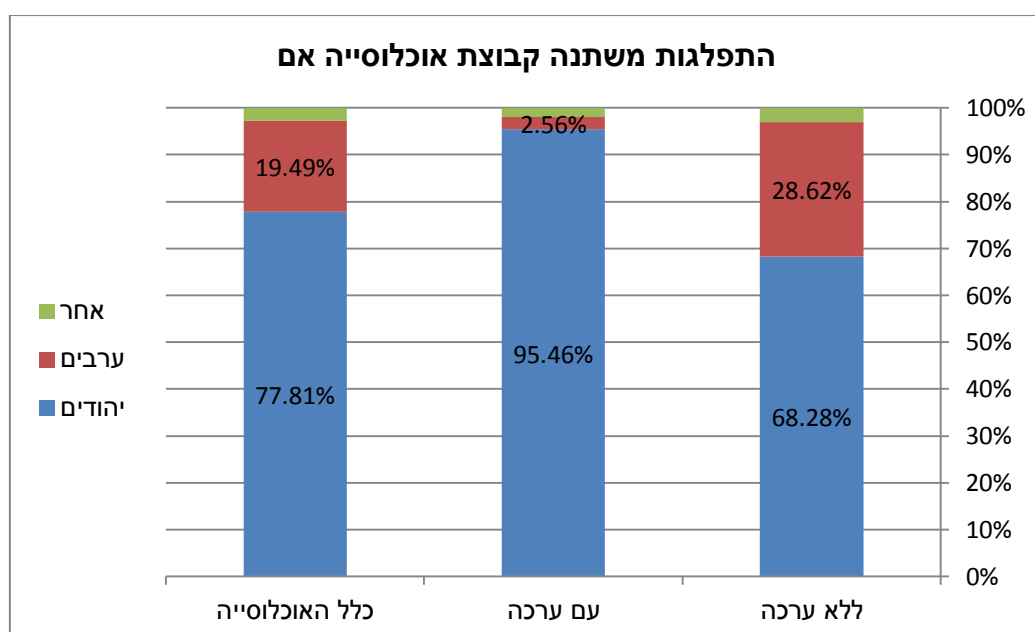
באיור 118 ניתן לראות את התפלגות המדד הסוציו-אקונומי בקרב האוכלוסיות השונות. בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ניתן לראות שהמחצית הסוציו-אקונומי של הנהגים הצעירים טוב יותר ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שנהגים צעירים ממעמד סוציו-אקונומי נמוך יותר מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שהמדד הסוציו-אקונומי בבסיס

הנתונים שלנו מגדיל את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.

באיור 119 ניתן לראות את התפלגות משתנה קבוצת אב בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים שאביהם מהמגזרים ערבי ואחר בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שילדים להורים ממגזרים אלו מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שקבוצת אוכלוסיית אב בבסיס הנתונים שלנו מגדילה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.



איור 119 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה אב בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק



איור 120 - התפלגות קבוצת אוכלוסייה אם בקרב כלל האוכלוסייה ובקרב משתתפי ולא משתתפי מפגשי אור ירוק

באיור 120 ניתן לראות את התפלגות משתנה קבוצת אם בקרב האוכלוסיות השונות. ישנם פחות נהגים שאינם מהמגזרים ערבי ואחר בקרב האוכלוסייה שהשתתפה במפגשי אור ירוק ביחס לשתי האוכלוסיות האחרות. ראינו שילדים להורים ממגזרים אלו מעורבים יותר בתאונות דרכים, ולכן, גורם התיקון קטן מ-100%, כך שקבוצת אוכלוסיית אם בבסיס הנתונים שלנו מגדילה את הפער ברמת המעורבות בתאונות דרכים בין שתי האוכלוסיות ונרצה להפחית פער זה בעזרת גורם התיקון.

### חישוב המקדם המתוקן

כעת, לאחר יצירת גורמי התיקון, ניתן לתקן את המקדם של אינדיקציה להשתתפות במפגשי אור ירוק בכל אחת מהשיטות באופן הבא:

$$12.45\% \times \prod_{j=1}^{15} CF_{1j} = 8.42\% \quad \text{נרמול הראשון (על פי האוכלוסייה שלא השתתפה במפגש):}$$

$$12.45\% \times \prod_{j=1}^{15} CF_{2j} = 9.04\% \quad \text{נרמול השני (על פי כלל האוכלוסייה):}$$

כפי שראינו, המודל הסופי שפותח אינו כולל חלק מהמשתנים המסבירים אשר תיקננו לפיהם. במידה ונוריד את גורם התיקון של משתנים אלו (יבשת לידה, קבוצת אוכלוסייה אב ואם, הרשאה לנהיגה של אב ואם ומדד סוציו אקונומי; טבלה 70) המקדם של אינדיקציה להשתתפות במפגשי אור ירוק יתוקן באופן הבא:

$$12.45\% \times \prod_{j=1}^9 CF_{1j} = 10.29\% \quad \text{עבור הנרמול הראשון:}$$

$$12.45\% \times \prod_{j=1}^9 CF_{2j} = 10.63\% \quad \text{עבור הנרמול השני:}$$

יחד עם זאת, יהיה נכון יותר לתקן על סמך כלל המשתנים, היות וכולם "תורמים" איזו שהיא הטיה.

לסיכום, על סמך הניתוח בדרך הראשונה, ניתן לומר ש:

1. קיימת הטיה בהפצת תוכנית אור ירוק עקב כל אחד מהמשתנים
2. לאחר ניכוי הטיית כל המשתנים, רמת המעורבות בתאונות דרכים של נהגים צעירים אשר השתתפו במפגש אור ירוק נמוכה בכ-8.4% (או כ-9.0%, תלוי בנרמול) מזו של נהגים צעירים שלא השתתפו במפגש אור ירוק.

### 9.5.2 ניתוח בדרך השנייה

הדרך השנייה היא רגרסיה לוגיסטית תוך שימוש באינטראקציות לטובת נטרול השפעות חיצוניות על המקדם של משתנה אינדיקציה לאור ירוק, וקבלת מקדם בעל השפעה נקייה עד כמה שניתן. לשם כך, נריץ רגרסיה עם כל המשתנים המוזכרים לעיל, וכל האינטראקציות מסדר שני ביניהם (כלומר 15 משתני main effects ו-105 אינטראקציות מסדר שני). כמו כן, נוסיף את משתנה אינדיקציה לאור ירוק ובאופן זה ניצור 121 משתנים מסבירים (1+105+15). המשתנה המוסבר יהיה משתנה בינארי המציין האם הנהג הצעיר היה או לא היה מעורב בתאונות דרכים מסוג ת"ד במהלך שנה של נהיגה לאחר הוצאת הרישיון.

הרגרסיה הורצה ונבנה מודל גדול מאוד באמצעות שיטת backward-ו forward stepwise . עקב מספרם הרב של המשתנים, נציג בטבלה 73 מקצת מהמקדמים ונתמקד במקדם של משתנה אינדיקציה לקבלת אור ירוק (מסומן באדום).

| Parameter Estimates             |                            |         |            |         |         |
|---------------------------------|----------------------------|---------|------------|---------|---------|
| NumofAccidentsCAYDFirst_Year(a) |                            | B       | Std. Error | Wald    | df Sig. |
|                                 | Intercept                  | 76.698  | 15.438     | 24.682  | 1 .000  |
|                                 | [Dadeducg=1.000]           | .649    | 13.230     | .002    | 1 .961  |
|                                 | [Dadeducg=2.000]           | 1.058   | 2.200      | .231    | 1 .631  |
|                                 | [Dadeducg=3.000]           | 1.670   | 2.531      | .435    | 1 .509  |
|                                 | [Dadeducg=4.000]           | 1.589   | 2.445      | .422    | 1 .516  |
|                                 | [Dadeducg=5.000]           | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [GradeFamilyCarsBin=.000]  | 3.220   | 9.983      | .104    | 1 .747  |
|                                 | [GradeFamilyCarsBin=1.000] | 2.540   | 10.019     | .064    | 1 .800  |
|                                 | [GradeFamilyCarsBin=2.000] | 3.248   | 9.955      | .106    | 1 .744  |
|                                 | [GradeFamilyCarsBin=3.000] | 2.594   | 10.137     | .066    | 1 .798  |
|                                 | [GradeFamilyCarsBin=4.000] | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [KvutzaAv=1.000]           | -2.886  | 11.624     | .062    | 1 .804  |
|                                 | [KvutzaAv=2.000]           | -1.124  | 23.902     | .002    | 1 .962  |
|                                 | [KvutzaAv=3.000]           | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [KvutzaEm=1.000]           | 5.088   | 17.058     | .089    | 1 .765  |
|                                 | [KvutzaEm=2.000]           | -4.157  | 32.236     | .017    | 1 .897  |
|                                 | [KvutzaEm=3.000]           | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [KvutzaUchlusiya=1.000]    | 2.171   | 15.511     | .020    | 1 .889  |
|                                 | [KvutzaUchlusiya=2.000]    | 6.666   | 36.679     | .033    | 1 .856  |
|                                 | [KvutzaUchlusiya=3.000]    | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [Limitation_Medical=.000]  | -74.637 | 2.963      | 634.692 | 1 .000  |
|                                 | [Limitation_Medical=1.000] | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [OY=.000]                  | -.082   | .040       | 4.328   | 1 .037  |
|                                 | [OY=1.000]                 | 0(b)    | .          | .       | 0 .     |
|                                 | [Yabeshet=1.000]           | 1.535   | 20.451     | .006    | 1 .940  |
|                                 | [Yabeshet=.000]            | 1.00    | 20.507     | .003    | 1 .997  |

טבלה 73 - מקדמי המשתנים בהרגרסיה הלוגיסטית בניתוח השני

ניתן לראות שהמקדם מובהק בר"מ 0.037 ( $>0.05$ ) וערכו הוא -0.082. עבור ערך האינדיקציה 0 (משמע, "לא השתתף במפגש"). נזכיר, שלעומת שאר המשתנים שקיימת להם אינטראקציה עם משתנים אחרים, המקדם של אינדיקציה לאור ירוק הוא היחיד שנוגע בנושא אור ירוק. לכן, המקדם מציג את השפעתו הטהורה לאחר הורדת "הרעשים" שעשויים היו להיווצר עקב חתכי אוכלוסייה שונים.

כזכור מדובר בהרגרסיה לוגיסטית ולכן:  $\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = -0.082$



כלומר, נהגים שלא השתתפו במפגש אור ירוק מעורבים יותר בתאונות דרכים ב-7.87% (0.921-1). לסיכום, על סמך הניתוח בדרך השנייה, ניתן לומר, שלאחר שימוש באינטראקציות לטובת נטרול השפעות חיצוניות על המקדם של משתנה השתתף/לא השתתף במפגש אור ירוק, רמת המעורבות בתאונות דרכים של נהגים צעירים אשר השתתפו במפגש אור ירוק נמוכה בכ-8% מזו של נהגים צעירים שלא השתתפו במפגש.

מעניין לראות כי התוצאות שקיבלנו בשתי הדרכים דומות מאוד, כך שלאחר תקנון (עקיף או ישיר) בעזרת כל המשתנים הקיימים בבסיס הנתונים של ההטיה בעת הפצת התוכנית, רמת המעורבות בתאונות דרכים של נהגים צעירים שהשתתפו במפגש אור ירוק בין השנים 2005 ו-2008 נמוכה ב-8-9% מאשר זו של נהגים צעירים שלא השתתפו בתוכנית.

## 9.6 בחינת המשתנים המשפיעים על מידת יעילות מפגשי אור ירוק

בפרק זה ננסה לזהות את המשתנים אשר משפיעים באופן מובהק על יעילות מפגשי אור ירוק בהורדת רמת המעורבות בתאונות דרכים. לשם כך נעשה שימוש ברגרסיה לוגיסטית עם אינטראקציות מסדר שני, אך באופן שונה מפרק הקודם. נבחן את כל המשתנים המסבירים (פרק 9.5) מסדר ראשון, ובנוסף, את האינטראקציה של כל אחד מהם עם המשתנה אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק. באופן זה, ההשפעה המשותפת על רמת המעורבות בתאונות דרכים של משתנה אינדיקציה לאור ירוק עם כל אחד מהמשתנים האחרים תופרד למקדם נוסף. כך, נוכל לבחון את מובהקות ההשפעה של כל אינטראקציה בנפרד, ובאיזה אופן היא משפיעה על רמת המעורבות בתאונות דרכים, משמע לבחון על איזה אוכלוסייה המפגש משפיע יותר ועל איזה אוכלוסייה המפגש משפיע פחות.

נוצרו 31 משתנים מסבירים: 15 משתני main effects, 15 אינטראקציות מסדר שני של משתנים אלה עם משתנה אינדיקציה לאור ירוק וכן משתנה אינדיקציה לאור ירוק עצמו. המשתנה המוסבר הוא בינארי ומציין האם הנהג הצעיר היה או לא היה מעורב בתאונות דרכים מסוג ת"ד במהלך שנה של נהיגה לאחר הוצאת הרישיון. באמצעות שיטת backward step wise הוסרו מהמודל 15 מהמשתנים (סדר ההוצאה בטבלה 74) והמשתנים הנבחרים ומובהקותם מוצגים בטבלה 75. מקדמי המשתנים של מודל הרגרסיה מוצגים בנספח 21.

מעיון בטבלה 75, מעניין לראות שהאינטראקציות היחידות שנותרו מובהקות הן האינטראקציות של משתנה אינדיקציה לאור ירוק עם מגדר, אם מורשת נהיגה ואם מורשה נהיגה. נציג בטבלה 76 את המקדמים הרלוונטיים לאור ירוק ונבחן השפעתם על רמת המעורבות בתאונות דרכים. המקדם הראשון שנבחן הוא של משתנה אינדיקציה לאור ירוק (OY) וערכו -0.101 (נספח 21) עבור נהג שלא השתתף במפגש. המשמעות היא שנהג שלא השתתף במפגש אור ירוק יהיה מעורב בתאונות יותר מנהג שהשתתף במפגש.

כעת נבחן את האינטראקציה של אור ירוק עם מגדר (min). ערך המקדם הוא 0.251- עבור גבר שלא השתתף במפגש. לא קיימים ערכים נוספים באינטראקציה הנ"ל. המשמעות היא שמפגש אור ירוק משפיעה לטובה יותר על גבר מאשר על אישה. ניתן לומר שגבר שהשתתף במפגש אור ירוק יקטין את מעורבותו בתאונות דרכים יותר מאשר אישה שהשתתפה בו.

נבחן את האינטראקציה של אור ירוק עם אם מורשת לנהיגה (mursheem). ערך המקדם הוא 0.193- עבור ילד לאם המורשת לנהיגה שלא השתתף במפגש אור ירוק. לא קיימים ערכים נוספים באינטראקציה הנ"ל. המשמעות היא שהשתתפות במפגש אור ירוק משפיעה לטובה יותר על ילדים לאם שאינה מורשת לנהיגה. ניתן לומר שנהג צעיר לאם שאינה מורשת לנהיגה שהשתתף במפגש אור ירוק יקטין את מעורבותו בתאונות דרכים יותר מאשר נהג צעיר לאם המורשת לנהיגה שהשתתף במפגש.

נבחן את האינטראקציה של אור ירוק עם אב מורשה לנהיגה (mursheav). ערך המקדם הוא 0.307 עבור אב המורשה לנהיגה. לא קיימים ערכים נוספים באינטראקציה הנ"ל. המשמעות היא שהשתתפות במפגש אור ירוק משפיעה לטובה יותר על ילדים לאב שמורשה לנהיגה. ניתן לומר שנהג צעיר לאב המורשה לנהיגה אשר השתתף במפגש אור ירוק יקטין את מעורבותו בתאונות דרכים יותר מאשר נהג צעיר לאב שאינו מורשה לנהיגה שהשתתף במפגש.

לסיכום, על סמך הניתוח בדרך השלישית, ניתן לומר, שמפגשי אור ירוק מביאים לירידה ברמת המעורבות אצל הנהגים הצעירים, כאשר שלושת המשתנים המשפיעים על האפקטיביות של המפגשים בצורה המשמעותית ביותר הם:

- **מגדר** - מפגש אור ירוק משפיע לטובה יותר על נהגים מאשר על נהגות.
- **מורשה אם** - מפגש אור ירוק מוביל לשיפור גדול יותר אצל ילדים לאם שאינה מורשת לנהיגה (לעומת ילדים לאם שמורשת לנהיגה).
- **מורשה אב** - מפגש אור ירוק מוביל לשיפור גדול יותר אצל ילדים לאב שמורשה לנהיגה (לעומת ילדים לאב שאינו מורשה לנהיגה).

# Step Summary

| Model                                                                            |    | Action  | Effect(s)               | Model Fitting Criteria | Effect Selection Tests |    |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|---------|-------------------------|------------------------|------------------------|----|------|
|                                                                                  |    |         |                         | -2 Log Likelihood      | Chi-Square(a,b)        | df | Sig. |
| Step 0                                                                           | 0  | Entered | <all>(c)                | 34380.975              | .                      |    |      |
| Step 1                                                                           | 1  | Removed | KvutzaUchlusiya * OY    | 34381.046              | .071                   | 2  | .965 |
|                                                                                  | 2  | Removed | momeducg * OY           | 34382.064              | 1.018                  | 4  | .907 |
|                                                                                  | 3  | Removed | ofnoa_ind * OY          | 34382.309              | .245                   | 2  | .885 |
|                                                                                  | 4  | Removed | GradeFamilyCarsBin * OY | 34384.267              | 1.958                  | 4  | .743 |
|                                                                                  | 5  | Removed | Limitation_Medical * OY | 34384.414              | .147                   | 1  | .701 |
|                                                                                  | 6  | Removed | KvutzaUchlusiya         | 34385.296              | .882                   | 2  | .643 |
|                                                                                  | 7  | Removed | OY * gil                | 34385.549              | .254                   | 1  | .615 |
|                                                                                  | 8  | Removed | GradeFamilyCarsBin      | 34388.266              | 2.716                  | 4  | .606 |
|                                                                                  | 9  | Removed | KvutzaEm * OY           | 34389.513              | 1.247                  | 2  | .536 |
|                                                                                  | 10 | Removed | KvutzaEm                | 34390.315              | .803                   | 2  | .669 |
|                                                                                  | 11 | Removed | mahoznafa * OY          | 34413.128              | 22.813                 | 24 | .531 |
|                                                                                  | 12 | Removed | aliyag * OY             | 34415.265              | 2.137                  | 2  | .344 |
|                                                                                  | 13 | Removed | Dadeducg * OY           | 34420.471              | 5.206                  | 4  | .267 |
|                                                                                  | 14 | Removed | Yabeshet * OY           | 34427.056              | 6.585                  | 4  | .160 |
|                                                                                  | 15 | Removed | Yabeshet                | 34427.627              | .571                   | 3  | .903 |
|                                                                                  | 16 | Removed | KvutzaAv * OY           | 34432.068              | 4.441                  | 2  | .109 |
| Stepwise Method: Backward Stepwise                                               |    |         |                         |                        |                        |    |      |
| a. The chi-square for entry is based on the score test.                          |    |         |                         |                        |                        |    |      |
| b. The chi-square for removal is based on the likelihood ratio test.             |    |         |                         |                        |                        |    |      |
| c. This model contains all effects specified or implied in the MODEL subcommand. |    |         |                         |                        |                        |    |      |

טבלה 74 - סדר הוצאת המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית

Tests of Model Effects

| Source           | Type III        |    |      |
|------------------|-----------------|----|------|
|                  | Wald Chi-Square | df | Sig. |
| (Intercept)      | .000            | 1  | .992 |
| min              | 294.409         | 1  | .000 |
| aliyag           | 7.849           | 3  | .049 |
| ofnoa_ind        | 90.044          | 2  | .000 |
| Limition_Medical | 67.636          | 1  | .000 |
| mahoznafa        | 131.661         | 24 | .000 |
| KvutzaAv         | 5.864           | 2  | .053 |
| Dadeducg         | 25.874          | 4  | .000 |
| mursheav         | 2.485           | 1  | .115 |
| momeducg         | 26.419          | 4  | .000 |
| mursheem         | .003            | 1  | .957 |
| OY               | 3.483           | 1  | .062 |
| gil              | 35.769          | 1  | .000 |
| mursheem * OY    | 4.843           | 1  | .028 |
| mursheav * OY    | 2.970           | 1  | .085 |
| min * OY         | 8.775           | 1  | .003 |

טבלה 75 - המשתנים הנבחרים ברגרסיה הלוגיסטית

| Parameter             | B              | Std. Error | 95% Wald Confidence Interval |       | Hypothesis Test |    |      |
|-----------------------|----------------|------------|------------------------------|-------|-----------------|----|------|
|                       |                |            | Lower                        | Upper | Wald Chi-Square | df | Sig. |
| [OY=0]                | -.101          | .1853      | -.465                        | .262  | .299            | 1  | .584 |
| [OY=1]                | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheem=1] * [OY=0] | -.193          | .0877      | -.365                        | -.021 | 4.843           | 1  | .028 |
| [mursheem=1] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheem=2] * [OY=0] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheem=2] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheav=1] * [OY=0] | .307           | .1782      | -.042                        | .656  | 2.970           | 1  | .085 |
| [mursheav=1] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheav=2] * [OY=0] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [mursheav=2] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [min=1] * [OY=0]      | -.251          | .0848      | -.418                        | -.085 | 8.775           | 1  | .003 |
| [min=1] * [OY=1]      | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [min=2] * [OY=0]      | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |
| [min=2] * [OY=1]      | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .     | .               | .  | .    |

טבלה 76 - ערכי המקדמים הרלוונטיים לאור ירוק (הערכים כולם מופיעים בנספח 21)

## 10. מודלים של משתנים חבויים להסבר מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים

פרק זה מתאר ניסיון נוסף להסביר מעורבות נהג צעיר בתאונות דרכים, הפעם דרך מודלים של משתנים חבויים. מודלים אלה מביאים בחשבון קיום של משתנים – שאינם נמדדים בפועל, ולכן הם נקראים חבויים (latent, hidden) – ושכוחם להסביר את המשתנים הנמדדים. המשתנים הנמדדים יכולים להיות אלה המודדים מעורבות באופן ישיר (למשל, מספר תאונות, מספר עבירות), אלה שבפרקים הקודמים השתמשנו בהם כדי להסביר ולחזות מעורבות (למשל, משתנים דמוגרפים, השכלה, מקום מגורים) ושילוב של אלה עם אלה.

### 10.1 הגישות למציאת מודלים של משתנים חבויים

אנחנו עושים בפרק זה שימוש בשתי גישות מרכזיות: (1) ניתוח גורמים מגשש (exploratory factor analysis, EFA) בעזרת ניתוח צירים ראשיים (principal component analysis, PCA) ו-2) ניתוח בעזרת אלגוריתם ללמידת מודלים של משתנים חבויים בעזרת השוואת אגדים בזוגות – learning latent variable models by pairwise cluster comparison (LPCC).

#### EFA

ניתוח גורמים מגשש EFA בעזרת PCA לא זקוק להסברים מרובים כאן. הניתוח מוכר בספרות כגישה סטטיסטית מקובלת במדעי החברה, טבע והנדסה במגוון עצום של יישומים. נעשה שימוש בגישה זו כאשר לא ידוע המודל האמיתי שיצר את הנתונים, אך מניחים קשרים ישרים (לינאריים) בין המשתנים המדודים (נצפים) והמשתנים (גורמים) שיצרו (או מסבירים) את הנצפים. הגורמים לא ידועים, אך בעזרתם אנו רוצים להסביר את הנצפים, וע"י זה להציג את הבעיה. למציאת הגורמים (הצירים הראשיים ב-PCA) השתמשנו בשיטת Varimax, המנסה לשייך כל משתנה נצפה לגורם אחד בלבד, שהוא הגורם לו מידת הטעינות (loading) הגבוהה מבין כל הגורמים האפשריים למשתנה. באופן זה, הגורמים בלתי תלויים זה בזה, ובעזרת מספר קטן יחסית של גורמים אנו מסבירים מספר גדול יחסית של משתנים.

ראשית, מחשבים את הצירים הראשיים, שהם הוקטורים העצמיים של מטריצת שונות הנתונים, ואת הערכים העצמיים (ע"ע) הנלווים לצירים. הע"ע – ובעקבות כך גם הוקטורים העצמיים (גורמים) – מצורפים לניתוח אחד-אחד על פי גודלם (המבטא את השונות המוסברת ע"י המשתנה), מהגדול לקטן. ברגע שמספיק ע"ע (וע"כ גורמים) הצטרפו לניתוח – בין אם עקב כך שאחוז השונות המוסבר הגיע לסף מסוים או שצרפנו מספיק גורמים, היכולים כ"א להסביר משתנה לפחות טוב כמו המשתנה עצמו – נעצר התהליך, והגורמים שנמצאו, עם הקשרים שלהם למשתנים המדודים, מוצגים בתרשים. בעבודה השתמשנו בקריטריון Kaiser (Kaiser, 1960) וצרפנו למודל רק גורמים עם ע"ע הגבוהים מ-1. משתנה נצפה צורף במידה והטעינות הגבוהה ביותר שהייתה לו עם אחד מהגורמים הייתה גבוהה מ-0.4 (Manly, 1994). בכל המודלים המדווחים כאן, הגורמים הסבירו מעל 50% מהמושג הנבדק (שזה ערך מינימום מקובל לאפיון הצלחת מודל).

אלגוריתם ה-LPCC (Asbeh and Lerner, 2012) לומד מתוך נתונים מודל משתנים חבויים ללא שימוש בהנחת הלינאריות על הקשרים בין גורמים ומשתנים נצפים וללא הנחת אי-תלות בין גורמים. ראשית, LPCC לומד משתנים חבויים הנובעים ממקורות חיצוניים (אקסוגניים) ומשתנים חבויים שהם colliders. collider הוא צומת (משתנה) בגרף שהוא ילד משותף לשני צמתים אחרים שאינם מחוברים זה לזה ושהופרדו לא בעזרת ה-collider. יחד עם משתנים חבויים אלה, לומד האלגוריתם גם את צאצאיהם. שנית, LPCC לומד את המשתנים החבויים (שאינם colliders) הנובעים ממקורות פנימיים (אנדוגניים) ואת ילדיהם. להבדיל מ-EFA, LPCC יכול להצביע על קשרים סיבתיים – מלבד קשרים סטטיסטיים – בין משתנים חבויים ומשתנים נצפים ובין משתנים חבויים לבין עצמם.

## 10.2 בסיסי הנתונים

הפקנו שני בסיסי נתונים מתוך בסיס הנתונים הראשי ששימש אותנו בעבודה זו בגישה השלישית (פרק 6.2). ע"ס שני בסיסי הנתונים, אנו רוצים להסביר בעזרת משתנים חבויים עבירות ותאונות שנעשו ע"י הנהג הצעיר או הוריו בשלושת החודשים הראשונים שלאחר תקופת הליווי (להלן "התקופה"). התרכזנו בתקופה זו, שהיא חלק מהשנה הראשונה מרגע הוצאת הרישיון, שהיא המשמעותית ביותר בתקופת נהיגת הצעיר, היות ונתוני עבירות מדויקים קיימים בבסיס הנתונים רק עבור החצי השנה הראשונה מהוצאת רישיון, משמע שלושת החודשים שלאחר סיום שלושת חודשי הליווי. שני בסיסי הנתונים מאופיינים ע"י קבוצות הנהגים הבאות:

### DB1:

תאונה ועבירה – כל הנהגים הצעירים שביצעו גם תאונה וגם עבירה בתקופה. קיימים 345 נהגים כאלה, והם הגדירו גודל מחלקה.

תאונה ולא עבירה – 345 נהגים שביצעו תאונה אך לא ביצעו עבירה בתקופה.

עבירה ולא תאונה – 345 נהגים שביצעו עבירה אך לא ביצעו תאונה בתקופה.

לא תאונה ולא עבירה – 345 נהגים שלא ביצעו עבירה ולא ביצעו תאונה בתקופה.

סה"כ, בבסיס נתונים זה  $4 \times 345 = 1,380$  תצפיות (נהגים).

### DB2:

תאונה ועבירה – כל 345 הנהגים הצעירים שביצעו גם תאונה וגם עבירה בתקופה (כמו עבור DB1).

לא תאונה ולא עבירה – 345 נהגים שלא ביצעו עבירה ולא ביצעו תאונה בתקופה.

סה"כ, בבסיס נתונים זה  $2 \times 345 = 690$  תצפיות (נהגים).

כל תצפית בכ"א מבסיסי הנתונים יוצגה ע"י שלושה עשר משתנים, שניסיון פרקי העבודה הקודמים הראה שהם משמעותיים להסבר מעורבות בתאונות או שרצינו לראות את השפעתם, אם קיימת, על מעורבות, יחד עם ארבעה משתני מעורבות בעבירות ובתאונות של הנהג הצעיר ושל הוריו. לעיתים, משיקולים טכניים (למשל, מספר תצפיות לערך משתנה מסוים) איחדנו משתנים (למשל, עבירות שני ההורים, תאונות שני ההורים) או ערכי משתנה (למשל, הוצאת רישיון אופנוע לפני/אחרי רישיון פרטי). פירוט של שבעה עשר המשתנים, הקיצורים שנתנו להם והערכים שקיבלו בפרק זה של העבודה מופיע בטבלה 77.

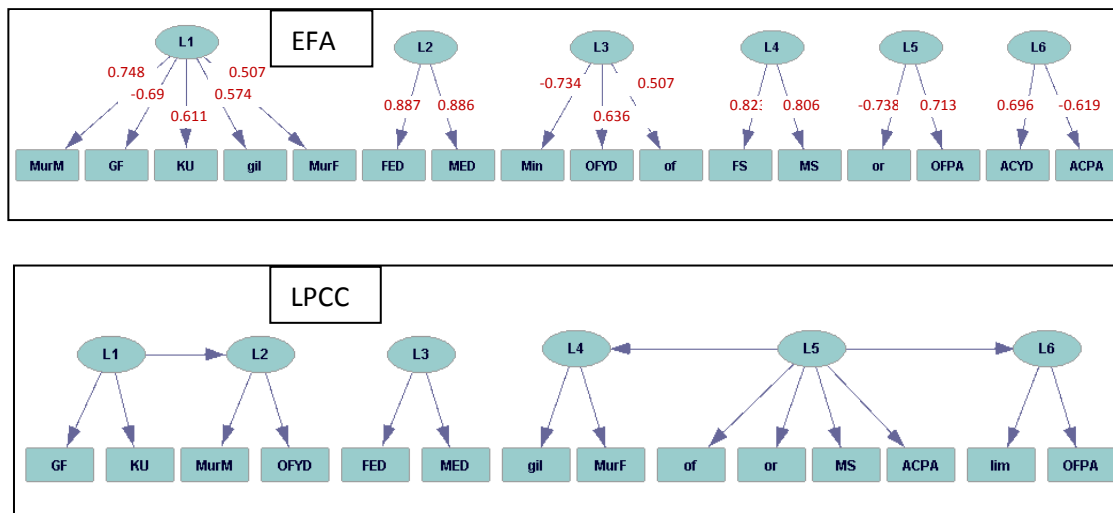
| מספר | שם משתנה                    | קיצור משתנה | ערכי משתנה                                    |
|------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------------------|
| 1    | גיל                         | gil         | 1 (17-18), 2 (19-20),<br>3 (21-22), 4 (23-24) |
| 2    | מגדר                        | Min         | 1 (זכר), 2 (נקבה)                             |
| 3    | הגבלה רפואית                | lim         | 1 (אין), 2 (יש)                               |
| 4    | מורשה אב                    | MurF        | 1 (כן), 2 (לא)                                |
| 5    | מורשה אם                    | MurM        | 1 (כן), 2 (לא)                                |
| 6    | רישיון אופנוע               | of          | 1 (אין), 2 (יש)                               |
| 7    | השתתפות במפגש אור ירוק      | or          | 1 (השתתף), 2 (לא השתתף)                       |
| 8    | מדד סוציו-אקונומי (מדד רכב) | GF          | 1-4 (1- נמוך, 4 - גבוה)                       |
| 9    | קבוצת אוכלוסיה              | KU          | 1 (יהודי), 2 (לא יהודי)                       |
| 10   | מצב אב                      | FS          | 1 (רווק), 2 (נשוי),<br>3 (גרוש), 4 (אלמן)     |
| 11   | מצב אם                      | MS          | 1 (רווקה), 2 (נשואה),<br>3 (גרופה), 4 (אלמנה) |
| 12   | השכלת אב                    | FED         | 1-4 (1 - נמוכה, 4 - גבוהה)                    |
| 13   | השכלת אם                    | MED         | 1-4 (1 - נמוכה, 4 - גבוהה)                    |
| 14   | עבירות נהג צעיר             | OFYD        | 1 (אין), 2 (יש)                               |
| 15   | תאונות נהג צעיר             | ACYD        | 1 (אין), 2 (יש)                               |
| 16   | עבירות הורים                | OFPA        | 1 (אין), 2 (יש)                               |
| 17   | תאונות הורים                | ACPA        | 1 (אין), 2 (יש)                               |

טבלה 77 - משתנים נצפים ששימשו למציאת מודלים משתנים חבויים

### 10.3 ניתוח תוצאות

**תוצאות עבור DB1** – שתי הגישות – EFA ו-LPCC – מצאו מודלים עם שישה משתנים חבויים. L1 בניתוח EFA (איור 121) הוא הורה של חמישה ילדים והוא מהווה גורם היכול לתאר מצב דמוגרפי-כלכלי של משפחת הנהג הצעיר. המשתנים מורשה אם, מורשה אב, גיל וקב' אוכלוסיה מציגים קשר חיובי והמשתנה הסוציו-אקונומי קשר שלילי. בהתבסס על ערכי משתנים אלה (טבלה 77), נוכל להצביע על קבוצות באוכלוסיית הנהגים, כמו נהגים שאינם יהודים (KU גבוה), הוריהם לא

מורשים לנהוג (MurF ובייחוד האם MurM), גילם גבוה ומצבם הכלכלי (GF) נמוך. L1 עומד בפני עצמו ולא קשור למשתני מעורבות בתאונות או בעבירות של הנהג או הוריו, כך שמבחינת התרומה למחקר זה, ערכו לא גבוה. L1 ו-L2 ניתוח LPCC הם שני גורמים שניתן גם אותם לקשר למצב דמוגרפי-כלכלי של משפחת הנהג הצעיר, כמו L1 של EFA (רק ללא MurF ו-gil). המעניין הוא שאחד מילדיו של L2 הוא עבירות נהג צעיר, ובכך קושר LPCC את המשתנים הדמוגרפיים-כלכליים למעורבות בביצוע עבירות נהג. לדוגמא, במשפחה של נהג שאינו יהודי (KU) או שהיא במצב סוציו-אקונומי (GF) נמוך, האם לא תהיה מורשת נהיגה (MurM) והנהג הצעיר מעורב יותר בביצוע עבירות תנועה.



איור 121 - מודלים משתנים חבויים שנמצאו ע"י EFA ו-LPCC בעזרת DB1

הגורמים L2 של EFA ו-L3 של LPCC נותנים תאור של מצב ההשכלה של משפחת הנהג הצעיר ומצביעים על מגמה דומה בהשכלת אב ואם (כשההשכלה של האחד גבוהה, כך גם של האחר ולהיפך, מה שמוכר ממחקרים קודמים). יחד עם זאת, שני המודלים לא מקשרים את "השכלת המשפחה" למשתני מעורבות בתאונות או בביצוע עבירות.

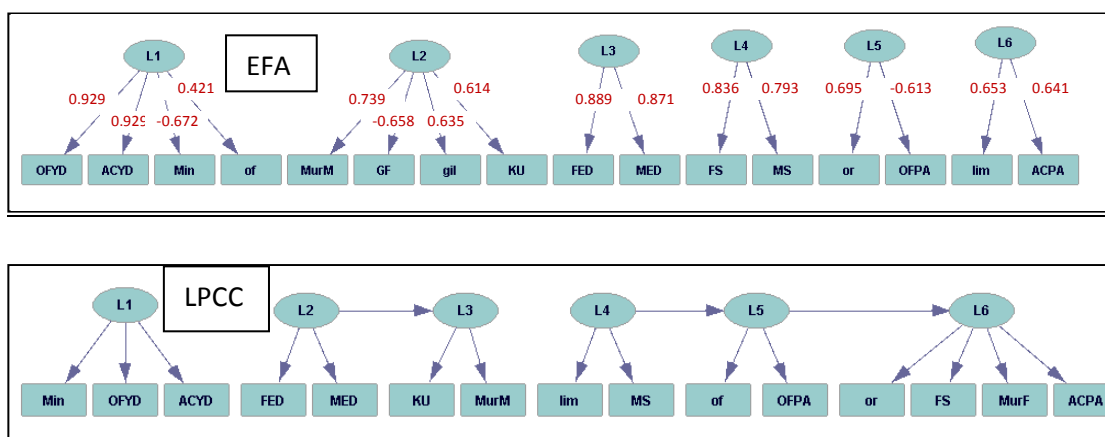
L3 של EFA מצביע על קשר הפוך בין מגדר (Min) ובין הוצאת רישיון אופנוע (of) וביצוע עבירות נהג צעיר (OFYD). המשמעות היא שנהגים (ערך נמוך של Min) נוטים לבצע יותר עבירות מנהגות (ערך גבוה של Min), וצעירים (משני המינים) שיש להם רישיון אופנוע נוטים לבצע יותר עבירות מצעירים שאין להם רישיון אופנוע. L4 של EFA מתאר מצב משפחתי של זוג הורי הנהג (FS ו-MS), ולא נתפלא שהוא מראה שיש מתאים בין המצב המשפחתי של שני ההורים. L5 של EFA מצביע על קשר בו הורים לנהג שלא השתתף במפגש אור ירוק (or מקושר בקשר שלילי) מעורבים יותר בביצוע עבירות (OFPA). L6 של EFA מצביע על קשר הפוך בין תאונות נהג צעיר (ACYD) ותאונות הוריו (ACPA). הסבר אפשרי לקשר שלילי זה הוא שביצוע תאונה ע"י אחד מבני המשפחה מוביל ליתר זהירות של שאר בני המשפחה ולירידה במעורבות האחרים בתאונות. בגלל הנחת אי-התלות של הגורמים ב-EFA, L3-L6 לא מקושרים, כך שה-EFA לא מסוגל לתאר קשר, למשל בין משתני מגדר-אופנוע-עבירות נהג צעיר עם מצב משפחת הנהג, מעורבות הוריו בביצוע עבירות ומעורבותם – או מעורבות ילדיהם – בתאונות.



LPCC מתאר את הדברים בצורה שונה דרך מבנה המבוסס על שלושה משתנים חבויים הקשורים בקשר מתבדר מ-L5 אל L4 ו-L6, כשלכל אחד מהשלושה מספר ילדים (משתנים נצפים). L5 מתאר קשר בין הוצאת רישיון אופנוע (of), השתתפות במפגש אור ירוק (or) מצב משפחתי של האם (ודרך זה בצורה טובה גם של האב) ותאונות הורים (ACPA). נמצא קשר בין השתתפות במפגש אור ירוק וירידת ערך במשתנה תאונות הורים. את הקשר של כל המשתנים יחד למשתנה תאונות הורים נסייג בכך שהוא מתבסס על מעט מאוד תצפיות ב-DB1 המייצגות תאונות הורים. מעניין לציין את הקשר ש-LPCC מוצא בין תאונות הורים (ילד של L5) ועבירות הורים (ילד של L6), קשר ש-EFA מפספס (היות ושני המשתנים ב-EFA הם ילדים של שני חבויים שלא מחוברים זה לזה).

**תוצאות עבור DB2** – שוב, שתי הגישות – EFA ו-LPCC – מצאו מודלים עם שישה משתנים חבויים. L1 בניתוח EFA (איור 122) הינו משתנה חבוי מעניין וחשוב ביותר, היות והוא קושר בין עבירות נהג צעיר ותאונות נהג צעיר, יחד עם מגדר ורישיון אופנוע. מקדמי הטעינות מראים שנהגים (זכרים; קשר שלילי עם מגדר) צעירים, במיוחד אלה שהוציאו רישיון לאופנוע, מעורבים הרבה יותר בביצוע עבירות ותאונות (בשני המקרים עם מקדם טעינות של 0.929). גם L1 של LPCC מציג קשר בין מגדר, עבירות ותאונות הנהג הצעיר, אך ללא קשר להוצאת רישיון אופנוע (כשגם במקרה של EFA, קשר זה גבולי – 0.421 – כשהסף לחיבור משתנה נצפה לגורם הוא, כזכור, 0.4). את הקשר בין עבירות לתאונות יכולנו לגלות הודות לזיקה שנוצרה בבסיס הנתונים בין שני המשתנים דרך תצפיות המציגות בו"ז עבירות ותאונות ותצפיות אחרות שלא מציגות את שניהם. יחד עם זאת, שתי הגישות לא הצליחו לחבר בין עבירות/תאונות נהגים צעירים ועבירות/תאונות הורים.

L2 בניתוח EFA מסביר מצב דמוגרפי-כלכלי, בדיוק כמו L1 בניתוח EFA עבור DB1 (רק שם הופיעו שני משתני הרשאת הנהיגה). גם מקדמי הטעינות כאן מציגים שלמשפחות של צעירים "מבוגרים" (מקדם טעינות גיל של 0.635), שאינם יהודים ואינם מורשת נהיגה, מצב סוציו-אקונומי נמוך.



איור 122 - מודלים משתנים חבויים שנמצאו ע"י EFA ו-LPCC בעזרת DB2

L2 ו-L3 בניתוח LPCC גם מייצגים מצב חברתי, אך בעזרת שני משתנים חבויים: L2 מסביר של השכלה (בדומה ל-L3 ב-LPCC עבור DB1) ו-L3 חבוי דמוגרפי, שהוא הורה של קב' אוכלוסיה ומורשה אם. בניגוד ל-L2 ב-EFA המייצג גם מצב כלכלי (דרך GF), כאן L3 הוא משתנה חברתי

בלבד. LPCC גם לא ראה סיבה לקשר את משתנה הגיל לייצוג החברתי של הנהג (כפי שעשה EFA ב-L2). מעניין לא פחות הוא הקשר שמוצא LPCC בין L2 ו-L3 (ומבחינה הסתברותית, אין הבדל בין  $L2 \rightarrow L3$  ובין  $L3 \rightarrow L2$ ), דהיינו בין השכלת הורים לקב' אוכלוסיה והרשאת אם לנהיגה. יחד עם זאת, L2 ו-L3 בשני המודלים לא מקושרים לעבירות/תאונות נהג/הורים.

L4 של EFA מתאר מצב משפחתי עבור זוג הורי הנהג (FS ו-MS), בדיוק כפי שעשה עבור DB1. L5 של EFA מצביע על קשר בין השתתפות במפגש אור ירוק ועבירות הורים, בדומה לקשר הזה שנמצא עבור DB1 (רק ב"כיוון" ההפוך), דהיינו, הורים לנהג המשתתף במפגש אור ירוק מעורבים פחות בביצוע עבירות. L6 של EFA מציג קשר בין הגבלה רפואית של הנהג ותאונות הוריו, כשקיום הגבלה מעלה מעורבות בתאונות; קשר שקשה לנו להסביר אינטואיטיבית, והוא נובע כנראה רק מכך שב-2 מתוך 3 התצפיות בהן ההורים מעורבים בתאונות, לבן הייתה הגבלה רפואית. כמו עבור DB1, גם עבור DB2 על פי EFA, אין קשרים בין החבויים L4-L6, ולכן גם אין קשרים בין המשתנים המתארים את מצב ההורים, ביצוע עבירות על ידם וביצוע תאונות על ידם.

LPCC מציג קשרים בין משתנים מקבוצות שונות באופן מעניין. L6 מציג קשר בין מצב האב (רווק, נשוי...), היותו מורשה נהיגה (MurF) ותאונותיו עם השתתפות במפגש אור ירוק. במידה מסוימת אנו רוצים להיזהר מציון קשר זה, היות והוא מבוסס על משתנה ה-ACPA, שהוא דליל מאוד ב-DB2. למעשה קיימות רק 3 תצפיות בהן ההורים מעורבים בתאונות, כשב-3 התצפיות הללו, הנהג הצעיר לא השתתף במפגש אור ירוק, אביו גרוש או אלמן והוא רשאי לנהוג. באופן דומה, גם הייצוג של L6 ב-EFA סובל מאמינות על רקע זה. L5 על פי LPCC מציג קשר בין קיום רישיון אופנוע לנהג ועבירות הוריו; להורי נהג שהוציא רישיון אופנוע יותר עבירות. מעניינים גם הקשרים בין עבירות הורים והשתתפות במפגש אור ירוק, תאונות הורים וקבלת רישיון אופנוע ותאונות הורים והגבלה רפואית, כולם דרך L5 ו-L6. יחד עם זאת, LPCC מראה שבהינתן שההורים מבצעים יותר עבירות (או שלנהג רישיון על אופנוע), הרי ההגבלה הרפואית של הנהג הצעיר (כמו גם מצב האם) לא רלוונטית לחיזוי מעורבותם של ההורים בתאונות (ובשפת הגרפים נאמר שידיעת L5 הופכת את L6 וילדיו, ובראשם תאונות הורים, לבלתי תלויים ב-L4 וילדיו, הגבלה רפואית ומצב אם). מידע זה המסופק ע"י ה-LPCC על הקשרים בין המשתנים החבויים ממחיש את היתרון בשימוש באלגוריתם כזה למציאת מודל סיבתי.

## 10.4 סיכום

בעזרת שתי גישות – סטטיסטית מבוססת פירוק לגורמים וגרפית מבוססת השוואת אגדים בזוגות (נושא שלא הוסבר כאן והקורא מופנה ל-Asbeh and Lerner, 2012) – מצאנו מודלים המציגים משתנים חבויים, שהם יכולים להסביר קיום משתנים נצפים שנמצאו בחלקים קודמים בעבודה כמשמעותיים להסבר תאונות נהג צעיר. כל זאת, ללא הנחות אפריוריות על מודל, אלא ע"י שימוש בנתונים בלבד.

בעזרת שתי הגישות השונות ושני בסיסי נתונים, נמצאו קשרים דומים כמו, משתנה חבוי המסביר את השכלת המשפחה, משתנה חבוי המסביר את סטאטוס המשפחה (הורים נשואים, גרושים...)

ומשתנים חבויים המסבירים את המצב הדמוגרפי-כלכלי של המשפחה. בעזרת LPCC מצאנו גם משתנים חבויים הקושרים משתנים דמוגרפים עם משתני ביצוע עבירות ו/או תאונות ע"י הנהג הצעיר ו/או הוריו. יתרה מזאת, מצאנו גם קשרים בין חלק מהמשתנים החבויים הללו ובין עצמם, ועי"כ קשרנו משתנים דמוגרפיים וכלכליים למשתנים של מעורבות בעבירות ותאונות דרכים דרך קונספטים אבסטרקטים יותר, אך גם בעלי יכולת הסבר ומשמעות עמוקות יותר.

## 11. סיכום

מחקר זה עסק בניתוח, הסבר וחיזוי מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים. המחקר עשה שימוש בנתוני כל אוכלוסיית הנהגים הצעירים (גילאים 17-24) בישראל שהוציאו רישיון נהיגה פרטי בין 2002 ל-2008 ובכלים ובשיטות של מערכות לומדות וכריית נתונים. הנתונים נאספו ואוחדו עבורנו במיוחד בלמ"ס מתוך עשרה קבצים ממקורות ממשלתיים ולא-ממשלתיים.

העבודה בוצעה במספר גישות לניתוח מעורבות בתאונות, תוך שימוש באוסף גדול מאוד של משתנים – של הנהג ושל הוריו – דמוגרפיים, סוציו-אקונומיים, של השכלה, וכן כאלה המבוססים על ביצוע עבירות ותאונות, כמו גם במידע לגבי אופן ומועד מפגש אור ירוק לנהג, במידה והתקיים.

בכל אחת מגישות העבודה, נבנו מודלי חיזוי שהצביעו על דיוק חיזוי (סיווג) נהג כבעל מעורבות או לא. בעזרת המודלים, נמצאו המשתנים המשמעותיים ביותר לחיזוי והסבר מעורבות – להם קראנו גורמים למעורבות – ונבדקה השפעתם על המעורבות. במקרה של משתני אור ירוק, גם בדקנו את ההטיה הקיימת באופן ההפצה וגם לאיזה נהגים מומלץ להציע מפגש. חקרנו גם את מאפייני חומרת תאונת הנהג הצעיר. הצענו גם מודלים של משתנים חבויים המאחדים משתנים ממשפחות שונות, התורמות כ"א מידע אחר, ללימוד מושגים כלליים היכולים להסביר מעורבות בתאונות דרכים.

כמעט בכל אופן בו ניתחנו את הבעיה, מצאנו את אותם גורמים האחראים – אליבא ד הנתונים – על מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים. בין הגורמים מנינו את המגדר, גיל בעת הוצאת רישיון, קבוצת אוכלוסיה, קיום רישיון אופנוע, מקום מגורים, ביצוע עבירות והגבלה רפואית. גם ראינו כי מפגש אור ירוק תורם לירידה במעורבות בתאונות, והעברתו במפגש אישי ע"י מתנדב או במפגש קבוצתי עדיפות על יתר האופנים, כשמועד המפגש רצוי שיהיה מוקדם לפני הוצאת הרישיון.

ניתן לציין מספר גורמים שהתמודדות איתם נראית אפשרית ושעשויה לקדם את המאמצים להפחתת מעורבות הנהג הצעיר בתאונות דרכים. חינוך ואכיפה לצמצום מעורבות בביצוע עבירות דרכים – שזהו אחד הגורמים הראשיים למעורבות בתאונות דרכים – הוא מקום אחד בו מוצע לפעול בנחישות, אם כמובן מאתרים את העבירות המשמעותיות ביותר להסבר מעורבות בתאונות. עבור אוכלוסיית הנהגים בעלי הגבלות רפואיות, מוצע לשקול, לכל הגבלה בנפרד, את הגברת המעקב הרפואי וזה של כישורי נהיגה, אם רישום העבירות של נהגים אלה יראה חריגה לעומת נהגים עם מאפיינים דומים אך ללא ההגבלה. גם המעורבות הגבוהה של מחזיקי רישיון אופנוע בביצוע תאונות רכב פרטי יכולה לסמן אוכלוסיה שרצוי להבין אותה טוב יותר. ראינו גם שגברים באוכלוסיות הלא יהודים מעורבים בתאונות יותר מכל אוכלוסיה אחרת, מה שקורא לריכוז מאמצי חינוך ואכיפה בקרב גברים אלה. שני נושאים נוספים שמוצע לשקול, על אף שכנראה לא יהיו פופולאריים במיוחד אצל הנהגים הצעירים, הם הארכת תקופה הליווי של הנהג הצעיר – הודות לתרומתה הרבה – והעלאת גיל הוצאת הרישיון. אין ספק גם שהגדלת היקף מפגשי אור ירוק תתרום אף היא להפחתת תאונות צעירים. לבסוף, התמודדות, בשיטות חברות הביטוח, במעורבות בתאונות דרכים דרך כיס משפחת הנהג הצעיר תוכל גם היא לדעתנו לתרום, אם, למשל, ביטוחים (חובה ומקיף) ורישוי של רכב בו נעשו עבירות נהג צעיר יהיו יקרים הרבה יותר מאלה של רכב בו לא נעשו עבירות כאלה.

- Asbeh N., Lerner B. (2012). Learning latent variable models by pairwise cluster comparison. *In Proceedings of The 4<sup>th</sup> Asian Conference on Machine Learning (ACML 2012)*.
- Begg, D. J, Langley, J. D., Williams, S. M. (1999). A longitudinal study of lifestyle factors as predictors of injuries and crashes among young adults. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 1–11.
- Bianchi, A., Summala, H. (2004). The “genetics” of driving behavior: parents’ driving style predicts their children’s driving style. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 655–659.
- Cerrelli, E. (1989). Older Drivers, The Age Factor in Traffic Safety. DOT HS 807 402, NHTSA Technical Report.
- Cooper, P. J., Pinili, M., Chen, W. (1995). An examination of the crash involvement rates of novice drivers aged 16 to 55. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 89–104.
- Deery, H. A. (1999). Hazard and risk perception among young novice drivers. *Journal of Safety Research*, 30, 225–236.
- Friedman, N., Geiger, D., Goldszmidt, M. (1997). Bayesian network classifiers. *Machine Learning*, 29, 131–163.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141–151.
- Kelner, R., Lerner, B. (2012). Learning Bayesian network classifiers by risk minimization. *International Journal of Approximate Reasoning*, 53, 248–272.

- Manly, B. F. J. (1994). Factor analysis. In: Manly B. F.J. (ed). *Multivariate statistical methods. A primer*. London, United Kingdom: Chapman & Hall, 93–106.
- Mayhew, D. R., Simpson, H. M., Pak, A. (2003). Changes in collision rates among novice drivers during the first months of driving. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 683–691.
- McCartt, A. T., Shabanova, V. I., Leaf, W. A. (2003). Driving experience, crashes and traffic citations of teenage beginning drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 311–320.
- McKnight, A. J., & McKnight, A. S. (2003). Young novice drivers: careless or clueless. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 921–925.
- Murray, A. (1997). The home and school background of young drivers involved in traffic accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 169-182.
- OECD (2006). *Young drivers: the road to safety*. Organization for Economic Co-operation and Development.
- Olson, L. D., Delen, D. (2008). *Advanced data mining techniques*. Springer Verlag.
- Taubman-Ben-Ari, O., Lotan, T. (2011). The contribution of a novel intervention to enhance safe driving among young drivers in Israel. *Accident Analysis and Prevention*, 43, 352–359.
- Toledo, T., Lotan, T., Taubman-Ben-Ari, O., Grimberg, E. (2012). Evaluation of a program to enhance young drivers' safety in Israel. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 705– 710.
- Waller, P. F., Elliott, M. R., Shope, J. T., Raghunathan, T. E., Little, R. J. A. (2001). Changes in young adult offense and crash patterns over time. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 117–128.

WHO (2004). World report on road traffic injury prevention. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D. et al. (eds.). World Health Organization, Geneva.

לוטן ציפי, (2011). מעורבות נהגים צעירים בתאונות דרכים: נתונים, מגמות ומחקרים. *מהדורת 2011* אור ירוק.

## נספחים



## נספח מספר 1 – משתנים בקבצים המקורים

| נהג      | שם השדה בקובץ    | % Valid | שם השדה בעברית                                                                                                                                                                | אופנויות                                                                                                                                                      |
|----------|------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| נהג צעיר | ld1              | 100.00% | מספר זהות פיקטיבי- צעיר                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                               |
|          | min              | 100.00% | מין                                                                                                                                                                           | 1- זכר<br>2- נקבה                                                                                                                                             |
|          | taarich_rishyon  | 100.00% | שנת הוצאת רשיון                                                                                                                                                               | שנה                                                                                                                                                           |
|          | gil              | 100.00% | גיל                                                                                                                                                                           | 17-24                                                                                                                                                         |
|          | KvutzaUchlusiya  | 100.00% | קבוצת אוכלוסייה                                                                                                                                                               | 1- יהודים<br>2- ערבים<br>3- אחרים                                                                                                                             |
|          | Yabeshet         | 99.47%  | יבשת לידה                                                                                                                                                                     | 1 - אסיה<br>2- אפריקה<br>3- אירופה<br>5- אמריקה-אוקיאניה<br>9- ישראל                                                                                          |
|          | aliyag           | 100.00% | שנת עלייה מקובצת                                                                                                                                                              | 0- לא עולה<br>1- עד 1989<br>2- 1990-2000<br>3- 2001+                                                                                                          |
|          | ofnoa_ind        | 100.00% | אינדיקציה לקבלת רשיון נהיגה לאופנוע                                                                                                                                           | 0- אין רשיון<br>1- יש רשיון שהוצא לפני רשיון 02<br>2- יש רשיון שהוצא אחרי רשיון 02, כולל שנת רשיון 02= שנת רשיון אופנוע                                       |
|          | hagbala1         | 23.13%  | הגבלות 1                                                                                                                                                                      | עד 5 הגבלות לכל נהג עם האופנויות הבאות:<br>1- משקפיים<br>2- נכה<br>3- רפואי<br>4- אחר                                                                         |
|          | hagbala2         | 10.17%  | הגבלות 2                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|          | hagbala3         | 1.14%   | הגבלות 3                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|          | hagbala4         | 0.10%   | הגבלות 4                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|          | hagbala5         | 0.02%   | הגבלות 5                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                               |
|          | v_oy             | 23.07%  | וועק אור ירוק * קבוצות של 30 יום מיום קבלת רשיון נהיגה עד יום השתתפות במפגש. וועק שלילי- השתתפות במפגש לפני קבלת רשיון נהיגה. במקרים שלא פנו אליו או סרבן אין חישוב של הוועק. | וועק שלילי:<br>0 - 60 ויותר<br>1- 31-60<br>2- 1-30<br>וועק חיובי:<br>3- 0-30<br>4- 31-60<br>5- 61-90<br>6- 91-120<br>7- 121-150<br>8- 151-180<br>9- 181 ואילך |
|          | mahoznafa        | 99.97%  | מחוז ונפה של יישוב מגורים                                                                                                                                                     | *קובץ מצורף                                                                                                                                                   |
|          | shiuch           | 64.88%  | שיוך מטרופולין של יישוב מגורים                                                                                                                                                | *קובץ מצורף *ששייכים למטרופולין תל אביב, חיפה או באר שבע                                                                                                      |
|          | Zturat_yeshuv    | 99.97%  | צורת יישוב של יישוב מגורים                                                                                                                                                    | *קובץ מצורף                                                                                                                                                   |
|          | St_indication_or | 23.07%  | סטטוס אינדיקציה                                                                                                                                                               | 1- אישי מתנדב                                                                                                                                                 |

| נהג | שם השדה בקובץ                                   | % Valid                   | שם השדה בעברית                                                                                                                                                                     | אופנויות                                                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| אב  |                                                 |                           | להשתתפות במפגש<br>אור ירוק                                                                                                                                                         | 2- אישי שכר<br>3- קבוצתי רגיל<br>4- קבוצתי פנימייה<br>5- דואר<br>6- סרבן                                                     |
|     | Id2                                             | 95.63%                    | מספר זהות פיקטיבי-<br>אבא                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |
|     | KvutzaAv                                        | 95.63%                    | קבוצת אוכלוסייה                                                                                                                                                                    | 1-יהודים<br>2-ערבים<br>3-אחרים                                                                                               |
|     | YabeshetAv                                      | 94.76%                    | יבשת לידה                                                                                                                                                                          | 1 - אסיה<br>2- אפריקה<br>3- אירופה<br>5- אמריקה-אוקיאניה<br>9- ישראל                                                         |
|     | AliyaAvg                                        | 100.00%                   | שנת עלייה מקובצת                                                                                                                                                                   | 0- לא עולה<br>1- עד 1989<br>2- 1990-2000<br>3- 2001+                                                                         |
|     | matzavav                                        | 95.57%                    | מצב משפחתי                                                                                                                                                                         | 10- רווק/ה<br>20- נשוי/אה<br>30- גרושה<br>40- אלמן/ה                                                                         |
|     | Dadeducg                                        | 100.00%                   | קבוצת שנות לימוד<br>*הנתונים מובאים<br>מקובץ של משרד<br>החינוך לחינוך היסודי<br>והעל-יסודי. שנות<br>הלימוד הם כפי<br>שמדווחים לבית<br>הספר על גבי טופס<br>הרישום של הילד<br>למוסד. | 1- 0-8<br>2- 9-12<br>3- 13-15<br>4- 16+<br>5- לא ידוע                                                                        |
|     | mursheav                                        | 99.99%                    | מורשה לנהוג                                                                                                                                                                        | 1- מורשה<br>2- לא מורשה                                                                                                      |
|     | Carsf                                           | 100.00%                   | בעלות על כלי רכב                                                                                                                                                                   | 0- אין בעלות על כלי רכב<br>1- בעל כלי רכב אחד<br>2- בעל שני כלי רכב<br>3- בעל שלושה כלי רכב<br>4- בעל יותר משלושה כלי<br>רכב |
|     | rfAv1<br>rfAv2<br>rfAv3                         | 48.92%<br>12.09%<br>2.56% | מספר פיקטיבי של<br>הרכב בבעלות (עד 3<br>כלי רכב)                                                                                                                                   |                                                                                                                              |
|     | SHNAT_YITZUR1<br>SHNAT_YITZUR2<br>SHNAT_YITZUR3 | 48.96%<br>12.10%<br>2.56% | שנת ייצור                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |
|     | Nefah_1<br>Nefah_2<br>Nefah_3                   | 48.96%<br>12.10%<br>2.56% | נפח מנוע                                                                                                                                                                           | 1 - עד 1,000 סמ"ק<br>2 - 1,001-1,300 סמ"ק<br>3 - 1,301-1,600 סמ"ק<br>4 - 1,601-1,800 סמ"ק<br>5 - 1,801-2,000 סמ"ק            |

| נהג | שם השדה בקובץ                                         | % Valid                  | שם השדה בעברית                                                                                                                                                                     | אופנויות                                                                                                                                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| אם  |                                                       |                          |                                                                                                                                                                                    | 6 - 2,001-3,000 סמ"ק<br>7 - 3,001-4,000 סמ"ק<br>8 - 4001+                                                                                                                      |
|     | Id3                                                   | 97.99%                   | מספר זהות פיקטיבי<br>- אמא                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |
|     | KvutzaEm                                              | 97.99%                   | קבוצת אוכלוסייה                                                                                                                                                                    | 1- יהודים<br>2- ערבים<br>3- אחרים                                                                                                                                              |
|     | YabeshetEm                                            | 96.43%                   | יבשת לידה                                                                                                                                                                          | 1 - אסיה<br>2- אפריקה<br>3- אירופה<br>5- אמריקה-אוקיאניה<br>9- ישראל                                                                                                           |
|     | AliyaEmg                                              | 100.00%                  | שנת עלייה מקובצת                                                                                                                                                                   | 0- לא עולה<br>1- עד 1989<br>2- 1990-2000<br>3- 2001+                                                                                                                           |
|     | matzavem                                              | 97.97%                   | מצב משפחתי                                                                                                                                                                         | 10- רווק/ה<br>20- נשוי/אה<br>30- גרושה<br>40- אלמן/ה                                                                                                                           |
|     | momeducg                                              | 100.00%                  | קבוצת שנות לימוד<br>*הנתונים מובאים<br>מקובץ של משרד<br>החינוך לחינוך היסודי<br>והעל-יסודי. שנות<br>הלימוד הם כפי<br>שמדווחים לבית<br>הספר על גבי טופס<br>הרישום של הילד<br>למוסד. | 0-8-1<br>2- 9-12<br>3- 13-15<br>4- 16+<br>5- לא ידוע                                                                                                                           |
|     | mursheem                                              | 99.99%                   | מורשה לנהוג                                                                                                                                                                        | 1- מורשה<br>2- לא מורשה                                                                                                                                                        |
|     | carsem                                                | 100.00%                  | בעלות על כלי רכב                                                                                                                                                                   | 0- אין בעלות על כלי רכב<br>1- בעלת כלי רכב אחד<br>2- בעלת שני כלי רכב<br>3- בעלת שלושה כלי רכב<br>4- בעלת יותר משלושה<br>כלי רכב                                               |
|     | rfEm1<br>rfEm2<br>rfEm3                               | 28.05%<br>3.69%<br>0.39% | מספר פיקטיבי של<br>הרכב בבעלות (עד 3<br>כלי רכב)                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                |
|     | SHNAT_YITZURem1<br>SHNAT_YITZURem2<br>SHNAT_YITZURem3 | 28.07%<br>3.69%<br>0.39% | שנת ייצור                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |
|     | Nefahem_1<br>Nefahem_2<br>Nefahem_3                   | 28.07%<br>3.69%<br>0.3%  | נפח מנוע                                                                                                                                                                           | 1 - עד 1,000 סמ"ק<br>2 - 1,001-1,300 סמ"ק<br>3 - 1,301-1,600 סמ"ק<br>4 - 1,601-1,800 סמ"ק<br>5 - 1,801-2,000 סמ"ק<br>6 - 2,001-3,000 סמ"ק<br>7 - 3,001-4,000 סמ"ק<br>8 - 4001+ |

טבלה 78 - משתני קובץ 1. אחוז החוסר במשתנה הוא המסלים ל-100% של Valid.

| שם השדה בקובץ      | % Valid | שם השדה בעברית                            | אופנויות                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ld1                | 100.00% | מספר זהות פיקטיבי -<br>צעיר               |                                                                                                                                                                                                                  |
| ld2                | 95.73%  | מספר זהות פיקטיבי -<br>אבא                |                                                                                                                                                                                                                  |
| ld3                | 98.05%  | מספר זהות פיקטיבי -<br>אמא                |                                                                                                                                                                                                                  |
| PK_TEUNA_FIK<br>T  | 26.86%  | מספר תאונה פיקטיבי                        |                                                                                                                                                                                                                  |
| rehevfact          | 26.86%  | מספר רכב פיקטיבי בו<br>נסע                |                                                                                                                                                                                                                  |
| SUG_MEORAV         | 26.86%  | סוג מעורב                                 | 1 - נהג<br>2 - נהג נפגע                                                                                                                                                                                          |
| HUMRAT_PGIA        | 18.93%  | חומרת פגיעה<br>* רק כשסוג מעורב=2         | 1 - הרוג<br>2 - פצוע קשה<br>3 - פצוע קל                                                                                                                                                                          |
| SUG_REHEV_<br>NASA | 26.85%  | סוג רכב בו נסע                            | 1 - רכב נוסעים פרטי<br>2 - משא עד 4 טון –<br>אחוד (טרנזיט)<br>3 - משא עד 4 טון – לא<br>אחוד (טנדר)<br>8 - אופנוע עד 50 סמ"ק<br>9 - אופנוע 51-125<br>סמ"ק<br>10 - אופנוע 126-400<br>סמ"ק<br>19 - אופנוע 401+ סמ"ק |
| EMZAE_BETIH<br>UT  | 26.86%  | אמצעי בטיחות                              | 1 - חגור חגורה<br>2 - חבש קסדת מגן (רק<br>לאופנוע)<br>3 - יושב במושב / ריתמה<br>לילדים (רק לנפגע<br>ילד)<br>4 - לא השתמש באמצעי<br>בטיחות<br>5 - לא ידוע                                                         |
| SHAA               | 26.86%  | שעת תאונה                                 | 1 - 7.00-10.00<br>2 - 10.01-16.00<br>3 - 16.01-22.00<br>4 - 22.01-6.59                                                                                                                                           |
| SUG_YOM            | 26.86%  | סוג יום                                   | 1 - חג<br>2 - ערב חג<br>3 - חול המועד<br>4 - יום אחר                                                                                                                                                             |
| YOM_LAYLA          | 26.86%  | יום/לילה                                  | 1 - יום<br>5 - לילה                                                                                                                                                                                              |
| YOM_BASHAV<br>UA   | 26.86%  | יום בשבוע                                 | 1 – 7                                                                                                                                                                                                            |
| RAMZOR             | 6.79%   | מרומזר/לא מרומזר<br>*רק בסוג דרך 1,3 וסוג | 0 - לא<br>1 – כן                                                                                                                                                                                                 |

| שם השדה בקובץ       | % Valid | שם השדה בעברית               | אופנויות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|---------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |         | תיק 1                        | 9- לא ידוע                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SUG_DEREH           | 26.86%  | סוג הדרך                     | 1 - עירוני בצומת<br>2 - עירוני לא בצומת<br>3 - בינעירוני בצומת<br>4 - בינעירוני לא בצומת                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| MEHIRUT_MUT<br>ERET | 9.97%   | מהירות מותרת במקום<br>התאונה | 1 - עד 50 קמ"ש<br>2 - 60 קמ"ש<br>3 - 70 קמ"ש<br>4 - 80 קמ"ש<br>5 - 90 קמ"ש<br>6 - 100 קמ"ש<br>7 - 110 קמ"ש                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| HUMRAT_TEU<br>NA    | 26.86%  | חומרת התאונה                 | 1 - קטלני<br>2 - קשה<br>3 - קל                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| SUG_TIK             | 26.86%  | סוג תיק                      | 1 - ת"ד<br>3 - כללי עם נפגעים                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| GOREM_TEUN<br>A     | 25.68%  | גורם עיקרי לתאונה            | 1 - עבירה של הנהג<br>2 - פעולת הולך רגל<br>3 - התנהגות הנוסעים<br>4 - התנהגות רוכב<br>האופניים<br>5 - אי תקינות הרכב<br>6 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| SUG_TEUNA           | 26.86%  | סוג תאונה                    | 1 - פגיעה בהולך רגל<br>2 - התנגשות חזית אל<br>צד<br>3 - התנגשות חזית<br>באחור<br>4 - התנגשות צד בצד<br>5 - התנגשות חזית אל<br>חזית<br>6 - התנגשות עם רכב<br>שנעצר ללא חניה<br>7 - התנגשות עם רכב<br>חונה<br>8 - התנגשות עם עצם<br>דומם<br>9 - ירידה מהכביש או<br>עליה למדרכה<br>10 - התהפכות<br>11 - החלקה<br>12 - פגיעה בנוסע בתוך<br>כלי הרכב<br>13 - נפילה מרכב נע<br>14 - שריפה<br>15 - אחר<br>17 - התנגשות אחור אל<br>חזית<br>18 - התנגשות אחור אל<br>צד |

| שם השדה בקובץ | % Valid | שם השדה בעברית                                                                           | אופניות                                                                                                                                                                  |
|---------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |         |                                                                                          | 19 - התנגשות עם בעל חיים<br>20 - פגיעה ממטען של רכב                                                                                                                      |
| HAD_MASLUL    | 22.21%  | דרך חד-מסלולית<br>*חלופה לדרך רב-מסלולית<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר | 1 - חד סטרי<br>2 - דו סטרי + קו הפרדה רצוף<br>3 - דו סטרי אין קו הפרדה רצוף<br>4 - אחר<br>9- לא ידוע מס' מסלולים                                                         |
| RAV_MASLUL    | 4.64%   | דרך דו-מסלולית<br>*חלופה לדרך חד-מסלולית<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר | 1 - מפרדה מסומנת בצבע<br>2 - מפרדה עם גדר בטיחות<br>3 - מפרדה בנויה ללא גדר בטיחות<br>4 - מפרדה לא בנויה<br>5 - אחר                                                      |
| ZURAT_DEREH   | 26.86%  | צורת דרך<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                                 | 1 - כניסה למחלף<br>2 - ביציאה ממחלף<br>3 - מ. חניה / ת. דלק<br>4 - שפוע תלול<br>5 - עקום חד<br>6 - על גשר מנהרה<br>7 - מפגש מסילת ברזל<br>8 - כביש ישר / צומת<br>9 - אחר |
| TKINUT        | 26.86%  | תקינות דרך<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                               | 0- לא ידוע<br>1 - אין ליקוי<br>2 - שוליים גרועים<br>3 - כביש משובש<br>4 - שוליים גרועים וכביש משובש                                                                      |
| ROHAV         | 26.86%  | רוחב כביש<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                                | 0- לא ידוע<br>1 - עד 5<br>2 - 5 עד 7<br>3 - 7 עד 10.5<br>4 - 10.5 עד 14<br>5 - יותר מ- 14                                                                                |
| SIMUN_TIMRUR  | 26.86%  | סימון/תמרור<br>כשסוג תיק = 3<br>המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                              | 1 - סימון לקוי / חסר<br>2 - תימרור לקוי / חסר<br>3 - אין ליקוי<br>4 - לא נדרש תמרור<br>5 - לא ידוע                                                                       |
| TEURA         | 26.86%  | תאורה                                                                                    | 1 - אור יום רגיל<br>2 - ראות מוגבלת עקב מזג אוויר (עשן, ערפל)<br>3 - לילה פעלה תאורה<br>4 - קיימת תאורה בלתי תקינה / לא פועלת<br>5 - לילה לא קיימת תאורה                 |

| שם השדה בקובץ | % Valid | שם השדה בעברית                                                                                 | אופניות                                                                                                                                                                                       |
|---------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |         |                                                                                                | 6 - לילה לא ידוע<br>7 - לילה תאורה תקינה<br>עם ראות מוגבלת<br>8 - לילה תאורה לא<br>תקינה עם ראות מוגבלת<br>9 - לילה ללא תאורה עם<br>ראות מוגבלת<br>10-דמדומים<br>11-יום לא ידוע               |
| BAKARA        | 5.41%   | בקרה בצומת<br>*רק בסוג דרך 1,3 וסוג<br>תיק 1<br>כשסוג תיק= 3<br>המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר | 0- לא ידוע<br>1 - אין בקרה<br>2 - רמזור תקין<br>3 - רמזור מהבהב צהוב<br>4 - רמזור לא תקין<br>5 - תמרור עצור<br>6 - תמרור זכות קדימה<br>7 - אחר                                                |
| MEZEG_AVIR    | 26.86%  | מזג אויר<br>כשסוג תיק= 3<br>המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר                                     | 1 - בהיר<br>2 - גשום<br>3 - שרבי<br>4 - ערפילי<br>5 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                                                                      |
| PNE_KVISH     | 26.86%  | מצב פני כביש<br>כשסוג תיק= 3<br>המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר                                 | 1 - יבש<br>2 - רטוב ממים<br>3 - מרוח בחומר חלק<br>4 - מכוסה בבוצ<br>5 - חול או חצץ על<br>הכביש<br>6 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                      |
| nezek         | 26.86%  | נזק לרכב בו נסע                                                                                | 0 - לא ידוע<br>1 - קל<br>2 - בינוני<br>3 - קשה<br>4 - אין נזק                                                                                                                                 |
| nefah         | 100.00% | נפח מנוע                                                                                       | 1 - עד 1,000 סמ"ק<br>2 - 1,001-1,300 סמ"ק<br>3 - 1,301-1,600 סמ"ק<br>4 - 1,601-1,800 סמ"ק<br>5 - 1,801-2,000 סמ"ק<br>6 - 2,001-3,000 סמ"ק<br>7 - 3,001-4,000 סמ"ק<br>8 - 4001+<br>9 - לא ידוע |
| shnat_yitzur  | 26.84%  | שנת ייצור                                                                                      |                                                                                                                                                                                               |
| driver        | 26.86%  | נהג המעורב בתאונה                                                                              | 1- נהג צעיר<br>2- אבא<br>3- אמא                                                                                                                                                               |
| Vetek_prati   | 10.48%  | וوتק תאונה פרטי<br>* קבוצות של 30 יום<br>מתאריך הוצאת רישיון<br>עד תאריך תאונה. וותק           | 0- וותק שלילי<br>1- 0-30<br>2- 31-60<br>3- 61-90                                                                                                                                              |

| שם השדה בקובץ | % Valid | שם השדה בעברית                                                                                                                                             | אופנויות                                                                                                                                                 |
|---------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |         | שלילי- תאונה שאירעה לפני הוצאת הרישיון. רק כשסוג רכב בו נסע 1,2,3.                                                                                         | 4- 91-120<br>5- 121-150<br>6- 151-180<br>7-24 (365 ו-730 ימים לייצוג של 12 ו-24 חודשים)<br>25- ואילך                                                     |
| Vetek_ofnoa   | 2.03%   | וותק תאונה אופנוע *קבוצות של 30 יום מתאריך הוצאת רישיון אופנוע עד תאריך תאונה. וותק שלילי- תאונה שאירעה לפני הוצאת הרישיון. רק כשסוג רכב בו נסע 8,9,10,19. | 0- וותק שלילי<br>1- 0-30<br>2- 31-60<br>3- 61-90<br>4- 91-120<br>5- 121-150<br>6- 151-180<br>7-24 (365 ו-730 ימים לייצוג של 12 ו-24 חודשים)<br>25- ואילך |
| mahoznafa     | 19.64%  | מחוז ונפה                                                                                                                                                  | *קובץ מצורף רק בסוג דרך 1,2                                                                                                                              |
| shiuch        | 14.42%  | שיוך למטרופולין *ששתיים למטרופולין תל אביב, חיפה או באר שבע                                                                                                |                                                                                                                                                          |
| zturatYishuv  | 19.64%  | צורת יישוב                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                          |
| merhak        | 3.16%   | מרחק בין יישוב מגורים למקום תאונה                                                                                                                          | בק"מ                                                                                                                                                     |

טבלה 79 - משתני קובץ 2. אחוז החוסר במשתנה הוא המשלים ל-100% של Valid.



| שם השדה בקובץ                                      | % Valid                   | שם השדה בעברית                                                                                                      | אופנויות                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ld1                                                | 100.00%                   | מספר זהות פיקטיבי - צעיר                                                                                            |                                                                                                                                                                                                        |
| ld2                                                | 98.26%                    | מספר זהות פיקטיבי - אבא                                                                                             |                                                                                                                                                                                                        |
| ld3                                                | 98.05%                    | מספר זהות פיקטיבי - אמא                                                                                             |                                                                                                                                                                                                        |
| Kod                                                | 90.70%                    | סוג דוח- קוד שיוך                                                                                                   | 1 - ברירת משפט<br>2 - הזמנה לדין<br>3 - ת"ד<br>4 - נ"ב<br>5 - פלילי<br>13-אזהרת שוטר<br>6- אחר                                                                                                         |
| KodKvutzaLMS_1<br>KodKvutzaLMS_2<br>KodKvutzaLMS_3 | 87.50%<br>10.30%<br>0.70% | קבוצת עבירה                                                                                                         | 1-54(בהתאם לסיווג למ"ס בעבירות נהיגה)<br>*בפרסומי הלמ"ס, עבירות שסמל קב' העבירות שלהן הוא 40 לא נספרו במניין העבירות אלא אם כן בכל 3 העבירות מופיע סמל זהה והוא 40. במקרה האחרון נספרה עבירה אחת בלבד. |
| StatusHarshaa                                      | 90.70%                    | סטטוס הרשעה_אזהרה                                                                                                   | 1 - הרשעה<br>2 - אזהרה<br>3 - ביטול                                                                                                                                                                    |
| statusteuna                                        | 90.70%                    | סטטוס תאונה_הרשעה                                                                                                   | לפי אלגוריתם תאונה_הרשעה שחיפש את הנהגים שהיו מעורבים בתאונה וגם הורשעו:<br>0- לא קושרה תאונה<br>1- קושרה תאונה                                                                                        |
| avera                                              | 90.70%                    | נהג שביצע את העבירה                                                                                                 | 1- נהג צעיר<br>2- אבא<br>3- אמא                                                                                                                                                                        |
| vetek_a                                            | 90.44%                    | וותק עבירה * קבוצות של 30 יום מיום הוצאת רשיון נהיגה עד יום ביצוע העבירה. וותק שלילי- עבירה לפני הוצאת רשיון נהיגה. | 0 - וותק שלילי<br>1 - 0-30<br>2 - 31-60<br>3 - 61-90<br>4 - 91-120<br>5 - 121-150<br>6 - 151-180<br>7 ואילך                                                                                            |

טבלה 80 - משתני קובץ 3. אחוז החוסר במשתנה הוא המשלים ל-100% של Valid.

## נספח מספר 2 – משתנים המשמשים למידול בגישה ראשונה

| שם השדה בקובץ                   | משמעות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| min                             | מגדר הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| gil_rishayon                    | הגיל בו הוציא הנהג הצעיר את הרישיון                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| KvutzaUchlusiya                 | קבוצת אוכלוסיה של הנהג הצעיר – יהודים, ערבים, אחר.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Yabeshet                        | יבשת לידה של הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Aliyag                          | שנת העליה של הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| DrivingYears                    | ותק נהיגה – מספר השנים שהנהג הצעיר נוהג עד ליצירת קובץ הנתונים.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ofnoa_ind                       | האם יש לנהג הצעיר רישיון לאופנוע                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| v_oy                            | ותק אור ירוק - מתי השתתף הנהג הצעיר במפגש אור ירוק ביחס לתאריך הוצאת הרישיון שלו.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| mahoznafa                       | מחוז ונפה של יישוב מגוריו של הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zturat_yeshuv                   | צורת יישוב מגוריו של הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| St_indication_or                | סטטוס אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק – האם הנהג הצעיר השתתף במפגש ובאיזה אופן (סוג פעילות).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| LimitationGlasses               | האם הנהג הצעיר מרכיב משקפיים                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| LimitationCripel                | האם לנהג הצעיר יש נכות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| LimitationMedical               | האם לנהג הצעיר ישנה הגבלה רפואית                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| LimitationOther                 | האם לנהג הצעיר ישנה הגבלה כלשהי אחרת                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| family_cars                     | סך הרכבים שיש למשפחת הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| family_NewestVehicle            | שנת ייצור של הרכב החדש ביותר אשר בבעלות המשפחה של הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| y_numOfGeneralWithInguries      | מספר התאונות מסוג כללי עם נפגעים אשר ביצע הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| y_NumOfNonCanceledKod1Offeneces | מספר דוחות מסוג ברירת משפט שלא בוטלו אשר קיבל הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| y_NumOfNonCanceledKod2Offeneces | מספר דוחות מסוג הזמנה לדין שלא בוטלו אשר קיבל הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| y_NumOfKod13                    | מספר דוחות מסוג אזהרת שוטר אשר קיבל הנהג הצעיר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| y_NumOfCatCarSafetyNRL          | מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות רכב" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "סימני זיהוי לרכב שאינם תקינים", "מבנה הרכב מצבו או חלקיו אינם בהתאם לתקנות".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| y_NumOfCatDriverSafetyNRL       | מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות נהג" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "אי שימוש באביזרי בטיחות - אחריות הנהג", "נהיגה תחת השפעת אלכוהול או סמים", "חוק נהג חדש", "שימוש בטלפון סלולרי ללא דיבורית"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| y_NumOfCatDrivingNRL            | מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "נהיגה" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "מהירות מופרזת ואי שמירת מרחק", "עקיפה שלא כחוק", "סטייה מנתיב ופנייה לא נכונה", "אי ציות לתמרור פנייה", "אי ציות לרמזור", "אי מתן זכות קדימה לרכב", "איתות, סינוור וחוסר תאורה", "אי-ציות לחיצי נתיבים", "אי עצירה לפני מסילת רכבת", "אי שמירת מרחק", "אי מתן זכות קדימה להולך רגל", "מהירות מופרזת בנסיבות המקרה", "נהיגה שלא בימין הדרך", "אי ציות לתמרור אחר", "אי ציות לתמרור עצור", "אי ציות לתמרור זכות קדימה", "אי ציות לתמרור הוריה אחר", "נסיעה נגד הכיוון ונסיעה לאחור" |
| y_NumOfCatLicencesNRL           | מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "רישיונות" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "פקיעת רישיונות עד 6 חודשים או אי נשיאתם", "נהיגה ללא רישוי או ביטוח, או לאחר פסילתם", "אי קיום תנאי הרישיון"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| y_NumOfCatOtherNRL              | מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "אחר" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "שימוש בדרך שלא כחוק"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| והפרעה לתנועה", "אי ציות להוראת שוטר", "הולך רגל", "חנייה ועצירה במקומות אסורים", "גרימת נזק", "רוכב אופניים", "עבירה אחרת", "נוסע", "מהירות מופרזת לגבי החוק שתועדה ע"י מצלמה", "אי ציות לרמזור שתועד ע"י מצלמה", "סטייה מנתיב שתועדה ע"י מצלמה", "עבירה לא ידועה", "עבירת תעבורה אחרת (לא נהיגה)", "חנייה בתנאים מחמירים - כולל אי ציות לתמרור"                                                                                                                                                                                                                          |                            |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "משאית" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע הנהג הצעיר. העבירות בקטגוריה זו: "הובלת מטען בניגוד לתקנות", "דיסקת טכוגרף - שימוש לא בהתאם לתקנות", "סימון לקוי של מטען ונגררים".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | y_NumOfCatTruckNRL         |
| שנות הלימוד של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Dadeducg                   |
| קבוצת אוכלוסיה של האב – יהודים, ערבים, אחר.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | KvutzaAv                   |
| יבשת לידת האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | YabeshetAv                 |
| שנת העליה של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | AliyaAvg                   |
| מצב משפחתי של האב (נשוי / גרוש / וכו'...)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | matzavav                   |
| האם האב מורשה לנהוג                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Mursheav                   |
| משתנה אשר חושב בצורה זהה למשתנה המסביר y_category רק על סמך הנתונים של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | f_Category                 |
| מספר תאונות מסוג ת"ד שביצע האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | f_NumOfTDAccidents         |
| חומרת התאונה הקשה ביותר מתוך תאונות הת"ד אותה ביצע האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | f_worstTDSeverity          |
| מספר התאונות מסוג כללי עם נפגעים אשר ביצע האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | f_NumOfGeneralWithInjuries |
| מספר דוחות מסוג ברירת משפט של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | f_NumOfKod1                |
| מספר דוחות מסוג הזמנה לדין של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | f_NumOfKod2                |
| מספר דוחות מסוג אזהרת שוטר של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | f_NumOfKod13               |
| מספר דוחות מסוג הרשאה של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | f_NumOfStatus1             |
| מספר דוחות מסוג אזהרה של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | f_NumOfStatus2             |
| מספר דוחות מסוג ביטול של האב                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | f_NumOfStatus3             |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות רכב" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "סימני זיהוי לרכב שאינם תקינים", "מבנה הרכב מצבו או חלקיו אינם בהתאם לתקנות".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | f_NumOfCatCarSafety        |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות נהג" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "אי שימוש באביזרי בטיחות - אחריות הנהג", "נהיגה תחת השפעת אלכוהול או סמים", "חוק נהג חדש", "שימוש בטלפון סלולרי ללא דיבורית"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | f_NumOfCatDriverSafety     |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "נהיגה" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "מהירות מופרזת ואי שמירת מרחק", "עקיפה שלא כחוק", "סטייה מנתיב ופנייה לא נכונה", "אי ציות לתמרור פנייה", "אי ציות לרמזור", "אי מתן זכות קדימה לרכב", "איתות, סינוור וחוסר תאורה", "אי-ציות לחיצי נתיבים", "אי עצירה לפני מסילת רכבת", "אי שמירת מרחק", "אי מתן זכות קדימה להולך רגל", "מהירות מופרזת בנסיבות המקרה", "נהיגה שלא בימין הדרך", "אי ציות לתמרור אחר", "אי ציות לתמרור עצור", "אי ציות לתמרור זכות קדימה", "אי ציות לתמרור הוריי אחר", "נסיעה נגד הכיוון ונסיעה לאחור" | f_NumOfCatDriving          |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "רישיונות" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "פקיעת רישיונות עד 6 חודשים או אי נשיאתם", "נהיגה ללא רישוי או ביטוח, או לאחר פסילתם", "אי קיום תנאי הרישוי"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | f_NumOfCatLicences         |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "אחר" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "שימוש בדרך שלא כחוק והפרעה לתנועה", "אי ציות להוראת שוטר", "הולך רגל", "חנייה ועצירה במקומות אסורים", "גרימת נזק", "רוכב אופניים", "עבירה אחרת", "נוסע", "מהירות מופרזת לגבי החוק שתועדה ע"י מצלמה", "אי ציות                                                                                                                                                                                                                                                                       | f_NumOfCatOther            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| לרמזור שתועד ע"י מצלמה", "סטייה מנתיב שתועדה ע"י מצלמה", "עבירה לא ידועה", "עבירת תעבורה אחרת (לא נהיגה)", "חנייה בתנאים מחמירים - כולל אי ציות לתמרור"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "משאית" שלא קושרו לתאונה אשר ביצע האב. העבירות בקטגוריה זו: "הובלת מטען בניגוד לתקנות", "דיסקת טכוגרף - שימוש לא בהתאם לתקנות", "סימון לקוי של מטען ונגררים".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | f_NumOfCatTruck            |
| שנות הלימוד של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Momeducg                   |
| קבוצת אוכלוסיה של האם - יהודים, ערבים, אחר.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | KvutzaEm                   |
| יבשת לידת האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | YabeshetEm                 |
| שנת העליה של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | AliyaEmg                   |
| מצב משפחתי של האם (נשוי / גרוש / וכו'...)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Matzavem                   |
| האם האם מורשה לנהוג                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mursheem                   |
| משתנה אשר חושב בצורה זהה למשתנה המסביר y_category רק על סמך הנתונים של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m_Category                 |
| מספר תאונות מסוג ת"ד שביצעה האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m_worstTDSeverity          |
| חומרת התאונה הקשה ביותר מתוך תאונות הת"ד אותה ביצעה האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | m_NumOfGeneralWithInjuries |
| מספר התאונות מסוג כללי עם נפגעים אשר ביצעה האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | m_NumOfTDAccidents         |
| מספר דוחות מסוג ברירת משפט של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | m_NumOfKod1                |
| מספר דוחות מסוג הזמנה לדין של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | m_NumOfKod2                |
| מספר דוחות מסוג אזהרת שוטר של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | m_NumOfKod13               |
| מספר דוחות מסוג הרשאה של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m_NumOfStatus1             |
| מספר דוחות מסוג אזהרה של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m_NumOfStatus2             |
| מספר דוחות מסוג ביטול של האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m_NumOfStatus3             |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות רכב" שלא קושרו לתאונה אשר ביצעה האם                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | m_NumOfCatCarSafety        |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "בטיחות נהג" שלא קושרו לתאונה אשר ביצעה האם. העבירות בקטגוריה זו: "אי שימוש באביזרי בטיחות - אחריות הנהג", "נהיגה תחת השפעת אלכוהול או סמים", "חוק נהג חדש", "שימוש בטלפון סלולרי ללא דיבורית"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m_NumOfCatDriverSafety     |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "נהיגה" שלא קושרו לתאונה אשר ביצעה האם. העבירות בקטגוריה זו: "מהירות מופרזת ואי שמירת מרחק", "עקיפה שלא כחוק", "סטייה מנתיב ופנייה לא נכונה", "אי ציות לתמרור פנייה", "אי ציות לרמזור", "אי מתן זכות קדימה לרכב", "איתות, סינוור וחוסר תאורה", "אי-ציות לחיצי נתיבים", "אי עצירה לפני מסילת רכבת", "אי שמירת מרחק", "אי מתן זכות קדימה להולך רגל", "מהירות מופרזת בנסיבות המקרה", "נהיגה שלא בימין הדרך", "אי ציות לתמרור אחר", "אי ציות לתמרור עצור", "אי ציות לתמרור זכות קדימה", "אי ציות לתמרור הוריי אחר", "נסיעה נגד הכיוון ונסיעה לאחור" | m_NumOfCatDriving          |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "רישיונות" שלא קושרו לתאונה אשר ביצעה האם. העבירות בקטגוריה זו: "פקיעת רישיונות עד 6 חודשים או אי נשיאתם", "נהיגה ללא רישוי או ביטוח, או לאחר פסילתם", "אי קיום תנאי הרישיון"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | m_NumOfCatLicences         |
| מספר עבירות מקבוצת קטגוריות "אחר" שלא קושרו לתאונה אשר ביצעה האם. העבירות בקטגוריה זו: "שימוש בדרך שלא כחוק והפרעה לתנועה", "אי ציות להוראת שוטר", "הולך רגל", "חנייה ועצירה במקומות אסורים", "גרימת נזק", "רוכב אופניים", "עבירה אחרת", "נוסע", "מהירות מופרזת לגבי החוק שתועדה ע"י מצלמה", "אי ציות לרמזור שתועד ע"י מצלמה", "סטייה מנתיב שתועדה ע"י מצלמה", "עבירה לא ידועה", "עבירת תעבורה אחרת (לא נהיגה)", "חנייה בתנאים מחמירים - כולל אי ציות לתמרור"                                                                                                               | m_NumOfCatOther            |

טבלה 81 - משתנים עבור הגישה הראשונה

### נספח מספר 3 – פרמטרי המודלים בגישה השנייה

| Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy | Bin2 Accuracy | Testing Accuracy | Training Accuracy | Costs            | Top 5 Features                                                     | Number of Features | Tree Depth | Accuracy / Generalization / Pruning | Explain      | Model |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------|------------|-------------------------------------|--------------|-------|
| 53.84%        | 53.79%        | 29.74%        | 57.73%           | 61.26%            | none             | BriratMishpat, ofnoa_ind, HazmanaLedin, Yabeshet, LimitaionMedical | 20                 | 25         | Accuracy                            | Standart     | DT1   |
| 57.69%        | 53.82%        | 28.70%        | 57.14%           | 59.35%            | none             | BriratMishpatBin, ofnoa_ind, Warning, HazmanaLedin, YabeshetEm     | 20                 | 25         | Accuracy                            | Boosting - 3 | DT2   |
| 56.85%        | 53.35%        | 29.16%        | 56.35%           | 58.44%            | none             | Brirat_Mishpat, ofnoa_ind, HazmanLedin, Yabeshet, min              | 20                 | 20         | Pruning-80%                         | Pruning      | DT3   |
| 52.98%        | 52.84%        | 29.91%        | 52.86%           | 62.94%            | none             | BriratMishpat, ofnoa_ind, HazmanaLedin, Yabeshet, St_indication_or | 20                 | 25         | Pruning-60%                         | Pruning      | DT4   |
| 53.41%        | 53.89%        | 29.56%        | 53.36%           | 61.61%            | none             | Brirat_Mishpat, ofnoa_ind, HazmanLedin, Yabeshet, min              | 20                 | 25         | Pruning-70%                         | Pruning      | DT5   |
| 61.31%        | 54.62%        | 26.74%        | 60.43%           | 54.41%            | none             | Brirat_Mishpat, ofnoa_ind, HazmanLedin, Yabeshet_Av, min           | 20                 | 14         | Generalize                          | Standart     | DT6   |
| 47.01%        | 38.42%        | 48.47%        | 46.08%           | 56.69%            | 1->0 2<br>0->2 2 | Brirat_Mishpat, ofnoa_ind, HazmanLedin, Yabeshet, Limition_Medical | 20                 | 25         | Accuracy                            | Costs1       | DT7   |
| 12.14%        | 82.70%        | 25.99%        | 19.92%           | 53.49%            | 1->0 3<br>0->2 2 | Brirat_Mishpat, ofnoa_ind, HazmanLedin, Yabeshet, Limition_Medical | 20                 | 25         | Accuracy                            | Costs1       | DT8   |

### טבלה 82 - עצי החלטה – פרמטרים למידול וביצועים

| Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy | Bin2 Accuracy | Testing Accuracy | Training Accuracy | Costs | Top 5 Features                                                         | Number of Features | Hidden Neurons | OverFit Protection | Explain                    | Model |
|---------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|-------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------------------|-------|
| 61.14%        | 53.45%        | 27.60%        | 60.16%           | 51.27%            |       | Ofnoa_ind, Brirat_Mishpat, Zturat_yeshuv, momeducg, GradeFamilyCarsBin | 20                 | 8              | 30%                | Standart                   | NN1   |
| 61.72%        | 53.90%        | 28.99%        | 60.72%           | 51.93%            |       | ofnoa_ind, momeducg, min, HazmanaLedin, BriratMishpet                  | 20                 |                |                    | Boosting                   | NN2   |
| 62.32%        | 53.32%        | 30.61%        | 61.20%           | 53.10%            |       | ofnoa_ind, momeducg, min, HazmanaLedin, Limitation_Other               | 20                 |                |                    | Bagging                    | NN3   |
| 60.49%        | 53.98%        | 28.81%        | 59.64%           | 51.93%            |       | Ofnoa_ind, Brirat_Mishpat, Zturat_yeshuv, St_indication_or, Yabeshet   | 14                 | 9              | 30%                | DT_Top_14_Feature Standart | NN4   |
| 63.73%        | 51.94%        | 30.25%        | 62.30%           | 51.87%            |       | Ofnoa_ind, min, HazmanaLedin, BriratMishpat, v_oy                      | 14                 |                |                    | DT_Top_14_Feature Boosting | NN5   |
| 63.38%        | 52.66%        | 29.91%        | 62.07%           | 51.98%            |       | Ofnoa_ind, min, HazmanaLedin, BriratMishpat, v_oy                      | 14                 |                |                    | DT_Top_14_Feature Bagging  | NN6   |

### טבלה 83 - רשתות נוירונאליות – פרמטרים למידול וביצועים

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| 3 התוצאות הטובות ביותר בעמודה  |  |
| 3 התוצאות הגרועות ביותר בעמודה |  |

בבחירת 3 התוצאות הטובות/הגרועות הייתה התייחסות לשתי הטבלאות יחדיו

נספח מספר 4 – ערכי משתני המגורים

| סמל | מחוז                | נפה          | תת-נפה  |
|-----|---------------------|--------------|---------|
| 11  | ירושלים             | ירושלים      |         |
| 21  | הצפון               | צפת          |         |
| 22  |                     | כנרת         |         |
| 23  |                     | יזרעאל       | עפולה   |
| 24  |                     | עכו          |         |
| 25  |                     | יזרעאל       | נצרת    |
| 29  |                     | גולן         |         |
| 31  | חיפה                | חיפה         |         |
| 32  |                     | חדרה         |         |
| 41  | המרכז               | השרון        |         |
| 42  |                     | פתח תקווה    |         |
| 43  |                     | רמלה         |         |
| 44  |                     | רחובות       |         |
| 51  | תל אביב             | תל אביב      | תל אביב |
| 52  |                     | תל אביב      | רמת גן  |
| 53  |                     | תל אביב      | חולון   |
| 61  | הדרום               | אשקלון       |         |
| 62  |                     | באר שבע      |         |
| 71  | אזורי יהודה ושומרון | גינן         |         |
| 72  |                     | שכם          |         |
| 73  |                     | טול כרם      |         |
| 74  |                     | ראמאללה      |         |
| 75  |                     | ירדן (יריחו) |         |
| 76  |                     | בית לחם      |         |
| 77  |                     | חברון        |         |

טבלה 84 - ערכי משתני מחוז נפה

| ס מ ל | סוג היישוב   | צורת יישוב                                                  |
|-------|--------------|-------------------------------------------------------------|
| 9     | יישוב עירוני | אשדוד                                                       |
| 10    |              | ראשון לציון                                                 |
| 11    |              | ירושלים                                                     |
| 12    |              | תל אביב-יפו                                                 |
| 13    |              | חיפה                                                        |
| 14    |              | ישובים יהודיים, 100000-199999 תושבים                        |
| 15    |              | ישובים יהודיים, 50000-99999 תושבים                          |
| 16    |              | ישובים יהודיים 20000-49999 תושבים                           |
| 29    |              | ישובים לא יהודיים, 50000-99999 תושבים                       |
|       |              | ישובים לא יהודיים 20000-49999 תושבים                        |
| 17    |              | ישובים יהודיים 10000-19999 תושבים                           |
| 27    |              | ישובים לא יהודיים 10000-19999 תושבים                        |
| 18    |              | ישובים יהודיים 2000-9999 תושבים                             |
| 28    |              | ישובים לא יהודיים, 2000-9999 תושבים                         |
| 31    | יישוב כפרי   | מושבים (לרבות כפרים שיתופיים)(ב)                            |
| 32    |              | מושבים שיתופיים                                             |
| 33    |              | קיבוצים                                                     |
| 34    |              | יישובים מוסדיים, יהודיים                                    |
| 37    |              | יישובים קהילתיים                                            |
| 35    |              | יישובים כפריים אחרים, יהודיים                               |
| 46    |              | שבטי בדווים (אוכלוסייתם כלולה ב"גרים מחוץ ליישובים")        |
| 49    |              | יישובים מוסדיים, לא-יהודיים                                 |
|       |              | יישובים כפריים אחרים, לא-יהודיים                            |
|       |              | נקודה שאיננה יישוב (האוכלוסייה כלולה ב"גרים מחוץ ליישובים") |
| 59    |              | מוקד תעסוקה                                                 |
|       |              | סמל קיבוצי                                                  |

טבלה 85 - ערכי משתני צורת יישוב

נספח מספר 5 – משתני העבירות החדשים שנוצרו בגישה השלישית

| שם משתנה                                             | סוג עבירה  |            |       | מבצע     |       | תקופה      |          |             | תאונה |      |
|------------------------------------------------------|------------|------------|-------|----------|-------|------------|----------|-------------|-------|------|
|                                                      | הזמנה לדין | ברירת משפט | אזהרה | נהג צעיר | הורים | שנה ראשונה | כל הקובץ | לפני תאונות | ת"ד   | כללי |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesYDFirst_Year              | 1          |            |       | 1        |       | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesYDFirst_Year            |            | 1          |       | 1        |       | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfWarningOffencesYDFirst_Year                  |            |            | 1     | 1        |       | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesFamilyFirst_Year          | 1          |            |       | 1        | 1     | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesFamilyFirst_Year        |            | 1          |       | 1        | 1     | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfWarningOffencesFamilyFirst_Year              |            |            | 1     | 1        | 1     | 1          |          |             |       |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesYD                        | 1          |            |       | 1        |       |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesYD                      |            | 1          |       | 1        |       |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfWarningOffencesYD                            |            |            | 1     | 1        |       |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesParents                   | 1          |            |       |          | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesParents                 |            | 1          |       |          | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfWarningOffencesParents                       |            |            | 1     |          | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesFamily                    | 1          |            |       | 1        | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesFamily                  |            | 1          |       | 1        | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfWarningOffencesFamily                        |            |            | 1     | 1        | 1     |            | 1        |             |       |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAYDFirst_Year      | 1          |            |       | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     |      |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeNonCAYDFirst_Year   | 1          |            |       | 1        |       | 1          |          | 1           |       | 1    |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeTotalYDFirst_Year   | 1          |            |       | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     | 1    |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeCAYDFirst_Year    |            | 1          |       | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     |      |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeNonCAYDFirst_Year |            | 1          |       | 1        |       | 1          |          | 1           |       | 1    |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeTotalYDFirst_Year |            | 1          |       | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     | 1    |
| NumberOfWarningOffencesBeforeCAYDFirst_Year          |            |            | 1     | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     |      |
| NumberOfWarningOffencesBeforeNonCAYDFirst_Year       |            |            | 1     | 1        |       | 1          |          | 1           |       | 1    |
| NumberOfWarningOffencesBeforeTotalYDFirst_Year       |            |            | 1     | 1        |       | 1          |          | 1           | 1     | 1    |



|                                                          |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |
|----------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAFamilyFirst_Year      | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 |   |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeNonCAFamilyFirst_Year   | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 |   | 1 |
| NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year   | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeCAFamilyFirst_Year    |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 |   |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeNonCAFamilyFirst_Year |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 |   | 1 |
| NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year |   | 1 |   | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |
| NumberOfWarningOffencesBeforeCAFamilyFirst_Year          |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 |   |
| NumberOfWarningOffencesBeforeNonCAFamilyFirst_Year       |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 |   | 1 |
| NumberOfWarningOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year       |   |   | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |

טבלה 86 - משתני העבירות שנוצרו עבור הגישה השלישית (מסבירים) והתנאים ליצירתם

| שם משתנה                             | מבצע     |       | תקופה      |           |          | תאונה |      |
|--------------------------------------|----------|-------|------------|-----------|----------|-------|------|
|                                      | נהג צעיר | הורים | שנה ראשונה | שנה שנייה | כל הקובץ | ת"ד   | כללי |
| NumofAccidentsCAYDFirst_Year         | 1        |       | 1          |           |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAYDFirst_Year      | 1        |       | 1          |           |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalYDFirst_Year      | 1        |       | 1          |           |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAYDSecond_Year        | 1        |       |            | 1         |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAYDSecond_Year     | 1        |       |            | 1         |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalYDSecond_Year     | 1        |       |            | 1         |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAYDTwo_Years          | 1        |       | 1          | 1         |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAYDTwo_Years       | 1        |       | 1          | 1         |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalYDTwo_Years       | 1        |       | 1          | 1         |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAFamilyFirst_Year     | 1        | 1     | 1          |           |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAFamilyFirst_Year  | 1        | 1     | 1          |           |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year  | 1        | 1     | 1          |           |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAFamilySecond_Year    | 1        | 1     |            | 1         |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAFamilySecond_Year | 1        | 1     |            | 1         |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalFamilySecond_Year | 1        | 1     |            | 1         |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAFamilyTwo_Years      | 1        | 1     | 1          | 1         |          | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAFamilyTwo_Years   | 1        | 1     | 1          | 1         |          |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalFamilyTwo_Years   | 1        | 1     | 1          | 1         |          | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAParents              |          | 1     |            |           | 1        | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAParents           |          | 1     |            |           | 1        |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalParents           |          | 1     |            |           | 1        | 1     | 1    |
| NumofAccidentsCAFamily               | 1        | 1     |            |           | 1        | 1     |      |
| NumofAccidentsNonCAFamily            | 1        | 1     |            |           | 1        |       | 1    |
| NumofAccidentsTotalFamily            | 1        | 1     |            |           | 1        | 1     | 1    |

טבלה 87 - משתני התאונות שנוצרו עבור הגישה השלישית (מוסברים) והתנאים ליצירתם

## נספח מספר 6 – בדיקת מתאם בין המשתנים

|                    | min   | KvutzaUchlusiya | Yabeshet | aliyag | ofnoa_ind | Limitation_Glasses | Limitation_Cripple | Limitation_Medical | Limitation_Other | v_oy  | mahoznafa | shiuch | Zturat_yeshuv | St_indication_or | KvutzaAv | YabeshetAv | AliyaAvg | matzavav | mursheav | KvutzaEm | YabeshetEm | AliyaEmg | matzavem | mursheem |
|--------------------|-------|-----------------|----------|--------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------|-----------|--------|---------------|------------------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|
| min                | 1.000 |                 |          |        |           |                    |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| KvutzaUchlusiya    | 0.084 | 1.000           |          |        |           |                    |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Yabeshet           | 0.023 | 0.317           | 1.000    |        |           |                    |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| aliyag             | 0.023 | 0.308           | 0.615    | 1.000  |           |                    |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| ofnoa_ind          | 0.156 | 0.035           | 0.008    | 0.005  | 1.000     |                    |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Limitation_Glasses | 0.146 | 0.035           | 0.021    | 0.013  | 0.012     | 1.000              |                    |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Limitation_Cripple | 0.087 | 0.171           | 0.024    | 0.016  | 0.035     | 0.028              | 1.000              |                    |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Limitation_Medical | 0.086 | 0.022           | 0.019    | 0.016  | 0.042     | 0.041              | 0.022              | 1.000              |                  |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Limitation_Other   | 0.018 | 0.023           | 0.005    | 0.003  | 0.262     | 0.019              | 0.003              | 0.190              | 1.000            |       |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| v_oy               | 0.062 | 0.134           | 0.015    | 0.017  | 0.035     | 0.016              | 0.056              | 0.040              | 0.019            | 1.000 |           |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| mahoznafa          | 0.064 | 0.414           | 0.089    | 0.085  | 0.064     | 0.062              | 0.164              | 0.021              | 0.091            | 0.045 | 1.000     |        |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| shiuch             | 0.067 | 0.315           | 0.084    | 0.081  | 0.062     | 0.057              | 0.101              | 0.022              | 0.097            | 0.039 | 0.603     | 1.000  |               |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| Zturat_yeshuv      | 0.083 | 0.638           | 0.110    | 0.119  | 0.063     | 0.064              | 0.171              | 0.023              | 0.074            | 0.060 | 0.445     | 0.462  | 1.000         |                  |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| St_indication_or   | 0.031 | 0.139           | 0.016    | 0.018  | 0.035     | 0.016              | 0.048              | 0.042              | 0.020            | 0.424 | 0.076     | 0.064  | 0.094         | 1.000            |          |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| KvutzaAv           | 0.078 | 0.743           | 0.292    | 0.285  | 0.034     | 0.035              | 0.170              | 0.021              | 0.023            | 0.134 | 0.413     | 0.315  | 0.638         | 0.139            | 1.000    |            |          |          |          |          |            |          |          |          |
| YabeshetAv         | 0.021 | 0.312           | 0.404    | 0.354  | 0.012     | 0.015              | 0.066              | 0.013              | 0.013            | 0.014 | 0.160     | 0.139  | 0.197         | 0.016            | 0.306    | 1.000      |          |          |          |          |            |          |          |          |
| AliyaAvg           | 0.037 | 0.382           | 0.539    | 0.728  | 0.009     | 0.009              | 0.065              | 0.014              | 0.005            | 0.012 | 0.143     | 0.124  | 0.208         | 0.014            | 0.367    | 0.639      | 1.000    |          |          |          |            |          |          |          |
| matzavav           | 0.110 | 0.093           | 0.014    | 0.012  | 0.025     | 0.004              | 0.024              | 0.020              | 0.017            | 0.009 | 0.061     | 0.057  | 0.083         | 0.010            | 0.094    | 0.027      | 0.025    | 1.000    |          |          |            |          |          |          |
| mursheav           | 0.048 | 0.095           | 0.198    | 0.130  | 0.012     | 0.021              | 0.003              | 0.017              | 0.002            | 0.059 | 0.083     | 0.074  | 0.105         | 0.062            | 0.101    | 0.115      | 0.147    | 0.035    | 1.000    |          |            |          |          |          |
| KvutzaEm           | 0.079 | 0.953           | 0.326    | 0.317  | 0.035     | 0.035              | 0.171              | 0.019              | 0.023            | 0.134 | 0.414     | 0.316  | 0.639         | 0.140            | 0.745    | 0.317      | 0.390    | 0.093    | 0.097    | 1.000    |            |          |          |          |
| YabeshetEm         | 0.017 | 0.304           | 0.425    | 0.368  | 0.012     | 0.014              | 0.057              | 0.013              | 0.009            | 0.015 | 0.144     | 0.127  | 0.179         | 0.017            | 0.283    | 0.521      | 0.422    | 0.025    | 0.119    | 0.309    | 1.000      |          |          |          |
| AliyaEmg           | 0.034 | 0.368           | 0.540    | 0.742  | 0.009     | 0.009              | 0.059              | 0.014              | 0.003            | 0.011 | 0.129     | 0.114  | 0.187         | 0.013            | 0.348    | 0.412      | 0.788    | 0.023    | 0.140    | 0.376    | 0.639      | 1.000    |          |          |
| matzavem           | 0.020 | 0.097           | 0.015    | 0.015  | 0.026     | 0.008              | 0.034              | 0.025              | 0.015            | 0.021 | 0.077     | 0.093  | 0.104         | 0.022            | 0.098    | 0.029      | 0.025    | 0.516    | 0.122    | 0.376    | 0.027      | 0.021    | 1.000    |          |
| mursheem           | 0.088 | 0.362           | 0.187    | 0.168  | 0.018     | 0.020              | 0.044              | 0.310              | 0.000            | 0.136 | 0.241     | 0.207  | 0.352         | 0.141            | 0.358    | 0.110      | 0.167    | 0.055    | 0.265    | 0.364    | 0.137      | 0.166    | 0.083    | 1.000    |

## טבלה 88 - בדיקת מתאם בין משתנים מסבירים נומינאליים

| Variable                                | Rank of NumOfCars | Rank of Driving_Seniority | Rank of Max_Volume | Rank of gil | Rank of Dadeducg | Rank of momeducg | Rank of GradeFamilyCarsBin | Rank of NumberOfHazmnaLedinOffencesYD | Rank of NumberOfBriratMishpatOffencesYD | Rank of NumberOfWarningOffencesYD | Rank of NumberOfHazmnaLedinOffencesParents | Rank of NumberOfBriratMishpatOffencesParents | Rank of NumberOfWarningOffencesParents | Rank of NumofAccidentsCAParents | Rank of NumofAccidentsCAYDFirst_Year | Rank of NumofAccidentsCAYDSecond_Year |
|-----------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------|------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Rank of NumOfCars                       | 1                 | .004                      | .819               | -.248       | .103             | .110             | .900                       | -.052                                 | -.084                                   | -.003                             | .004                                       | .122                                         | .121                                   | .020                            | -.005                                | -.010                                 |
| Rank of Driving_Seniority               | .004              | 1                         | -.012              | -.005       | -.011            | -.018            | .008                       | .087                                  | .204                                    | .199                              | .092                                       | .233                                         | .098                                   | .006                            | .008                                 | .012                                  |
| Rank of Max_Volume                      | .819              | -.012                     | 1                  | -.229       | .067             | .078             | .796                       | -.035                                 | -.056                                   | -.002                             | .017                                       | .131                                         | .112                                   | .018                            | -.003                                | -.005                                 |
| Rank of gil                             | -.248             | -.005                     | -.229              | 1           | -.056            | -.070            | -.263                      | -.030                                 | -.007                                   | -.007                             | -.023                                      | -.073                                        | -.088                                  | -.013                           | -.022                                | -.004                                 |
| Rank of Dadeducg                        | .103              | -.011                     | .067               | -.056       | 1                | .627             | .126                       | -.015                                 | -.059                                   | -.018                             | -.015                                      | -.008                                        | .009                                   | .002                            | -.010                                | -.016                                 |
| Rank of momeducg                        | .110              | -.018                     | .078               | -.070       | .627             | 1                | .126                       | -.011                                 | -.047                                   | -.018                             | -.008                                      | .008                                         | .018                                   | .005                            | -.011                                | -.015                                 |
| Rank of GradeFamilyCarsBin              | .900              | .008                      | .796               | -.263       | .126             | .126             | 1                          | -.056                                 | -.096                                   | -.005                             | -.001                                      | .113                                         | .121                                   | .022                            | -.006                                | -.012                                 |
| Rank of NumberOfHazmnaLedinOffencesY    | -.052             | .087                      | -.035              | -.030       | -.015            | -.011            | -.056                      | 1                                     | .269                                    | .023                              | .059                                       | .054                                         | .003                                   | .004                            | .038                                 | .040                                  |
| Rank of NumberOfBriratMishpatOffencesY  | -.084             | .204                      | -.056              | -.007       | -.059            | -.047            | -.096                      | .269                                  | 1                                       | .083                              | .063                                       | .065                                         | .006                                   | .008                            | .057                                 | .064                                  |
| Rank of NumberOfWarningOffencesYD       | -.003             | .199                      | -.002              | -.007       | -.018            | -.018            | -.005                      | .023                                  | .083                                    | 1                                 | .018                                       | .032                                         | .022                                   | .003                            | .008                                 | .009                                  |
| Rank of NumberOfHazmnaLedinOffencesP    | .004              | .092                      | .017               | -.023       | -.015            | -.008            | -.001                      | .059                                  | .063                                    | .018                              | 1                                          | .281                                         | .051                                   | .014                            | .007                                 | .004                                  |
| Rank of NumberOfBriratMishpatOffencesPa | .122              | .233                      | .131               | -.073       | -.008            | .008             | .113                       | .054                                  | .065                                    | .032                              | .281                                       | 1                                            | .191                                   | .037                            | .000                                 | .000                                  |
| Rank of NumberOfWarningOffencesParents  | .121              | .098                      | .112               | -.088       | .009             | .018             | .121                       | .003                                  | .006                                    | .022                              | .051                                       | .191                                         | 1                                      | .022                            | .003                                 | .002                                  |
| Rank of NumofAccidentsCAParents         | .020              | .006                      | .018               | -.013       | .002             | .005             | .022                       | .004                                  | .008                                    | .003                              | .014                                       | .037                                         | .022                                   | 1                               | .001                                 | .002                                  |
| Rank of NumofAccidentsCAYDFirst_Year    | -.005             | .008                      | -.003              | -.022       | -.010            | -.011            | -.006                      | .038                                  | .057                                    | .008                              | .007                                       | .000                                         | .003                                   | .001                            | 1                                    | .006                                  |
| Rank of NumofAccidentsCAYDSecond_Year   | -.010             | .012                      | -.005              | -.004       | -.016            | -.015            | -.012                      | .040                                  | .064                                    | .009                              | .004                                       | .000                                         | .002                                   | .002                            | .006                                 | 1                                     |

טבלה 89 - בדיקת מתאם בין משתנים מסבירים אודינאליים ובין המשתנה מוסבר (שאלת חקר 3)

| Features                          | English name                                               | Correlation value |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|
| Aliag-Yabeshet                    | Young driver's immigration-<br>Young driver's Continent of | 0.615             |
| Shiuch- mahoznafa                 | Metropolitan association-<br>District and rigion           | 0.603             |
| Zturat_yeshuv-<br>KvutzaUchlusiya | Type of settlement- Ethnic<br>group of the young driver    | 0.638             |
| KvutzaAv- KvutzaUchlusiya         | Ethnic group of the father-<br>Ethnic group of the young   | 0.743             |
| KvutzaAv- Zturat_yeshuv           | Ethnic group of the father-<br>Type of settlement          | 0.638             |
| AliyaAvg- Aliag                   | Father's immigration-<br>Young driver's immigration        | 0.728             |
| AliyaAvg- YabeshatAv              | Father's immigration-<br>Father's Continent of origin      | 0.639             |
| KvutzaEm- KvutzaUchlusiya         | Ethnic group of the mother-<br>Ethnic group of the young   | 0.953             |
| KvutzaEm- Zturat_yeshuv           | Ethnic group of the mother-<br>Type of settlement          | 0.639             |
| KvutzaEm- Kvutza_Av               | Ethnic group of the mother-<br>Ethnic group of the father  | 0.745             |
| AliyaEmg- Aliyag                  | Mother's immigration-<br>Young driver's immigration        | 0.742             |
| AliyaEmg- AliyaAvg                | Mother's immigration-<br>Father's immigration              | 0.788             |
| AliyaEmg- YabeshetEm              | Mother's immigration-<br>Mother's Continent of origin      | 0.639             |

#### טבלה 90 - המשתנים הנומינאליים ביניהם קיים מתאם חזק

| Features                          | English name                                                                                                             | Correlation value |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Max_Volume-<br>NumOfCars          | Maximum value of volume of all<br>family owner cars- Number of<br>cars the familiy owned                                 | 0.819             |
| GradeFamilyCarsBin-<br>NumOfCars  | Socio-demographic feature<br>represents the wealth of the<br>family- Number of cars the<br>familiy owned                 | 0.9               |
| GradeFamilyCarsBin-<br>Max_Volume | Socio-demographic feature<br>represents the wealth of the<br>family- Maximum value of<br>volume of all family owner cars | 0.796             |

#### טבלה 91 - המשתנים האורדינאליים ביניהם קיים מתאם חזק

## נספח מספר 7 – בחירת המשתנים לשאלות המחקר

| Rank | Field                                          | Measurement | Importance  | Value |
|------|------------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| ✓ 1  | min                                            | Flag        | ★ Important | 0.052 |
| ✓ 2  | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeCAYDFirst... | Ordinal     | ★ Important | 0.043 |
| ✓ 3  | Limitation_Medical                             | Flag        | ★ Important | 0.042 |
| ✓ 4  | ofnoa_ind                                      | Nominal     | ★ Important | 0.033 |
| ✓ 5  | mahoznafa                                      | Nominal     | ★ Important | 0.026 |
| ✓ 6  | shiuch                                         | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| ✓ 7  | Zturat_yeshuv                                  | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| ✓ 8  | gil                                            | Ordinal     | ★ Important | 0.021 |
| ✓ 9  | Driving_Seniority                              | Ordinal     | ★ Important | 0.021 |
| ✓ 10 | Limitation_Cripple                             | Flag        | ★ Important | 0.02  |
| ✓ 11 | momeducg                                       | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| ✓ 12 | Dadeducg                                       | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| ✓ 13 | KvutzaUchlusiya                                | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 14 | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAYDFirs...   | Ordinal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 15 | KvutzaAv                                       | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 16 | KvutzaEm                                       | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 17 | v_oy                                           | Nominal     | ★ Important | 0.016 |
| ✓ 18 | St_indication_or                               | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| ✓ 19 | YabeshetEm                                     | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| ✓ 20 | YabeshetAv                                     | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| ✓ 21 | AliyaEmg                                       | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| ✓ 22 | Max_Volume                                     | Ordinal     | ★ Important | 0.01  |
| 23   | matzavem                                       | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| 24   | AliyaAvg                                       | Nominal     | + Marginal  | 0.009 |
| 25   | NumOfCars                                      | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 26   | NumberOfBiratMishpatOffencesParents            | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 27   | aliyag                                         | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| 28   | GradeFamilyCarsBin                             | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 29   | Limitation_Other                               | Flag        | + Marginal  | 0.008 |
| 30   | matzavav                                       | Nominal     | + Marginal  | 0.007 |

טבלה 92 - בחירת משתנים לשאלת חקר 1

| Rank | Field                                    | Measurement | Importance  | Value |
|------|------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| ✓ 1  | min                                      | Flag        | ★ Important | 0.052 |
| ✓ 2  | NumberOfBiratMishpatOffencesYDFirst_Year | Ordinal     | ★ Important | 0.046 |
| ✓ 3  | Limitation_Medical                       | Flag        | ★ Important | 0.042 |
| ✓ 4  | ofnoa_ind                                | Nominal     | ★ Important | 0.033 |
| ✓ 5  | mahoznafa                                | Nominal     | ★ Important | 0.026 |
| ✓ 6  | shiuch                                   | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| ✓ 7  | Zturat_yeshuv                            | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| ✓ 8  | gil                                      | Ordinal     | ★ Important | 0.021 |
| ✓ 9  | NumberOfHazmnaLedinOffencesYDFirst_Year  | Ordinal     | ★ Important | 0.021 |
| ✓ 10 | Driving_Seniority                        | Ordinal     | ★ Important | 0.021 |
| ✓ 11 | Limitation_Cripple                       | Flag        | ★ Important | 0.02  |
| ✓ 12 | momeducg                                 | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| ✓ 13 | Dadeducg                                 | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| ✓ 14 | KvutzaUchlusiya                          | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 15 | KvutzaAv                                 | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 16 | KvutzaEm                                 | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| ✓ 17 | v_oy                                     | Nominal     | ★ Important | 0.016 |
| ✓ 18 | St_indication_or                         | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| ✓ 19 | YabeshetEm                               | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| ✓ 20 | YabeshetAv                               | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| ✓ 21 | AliyaEmg                                 | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| ✓ 22 | Max_Volume                               | Ordinal     | ★ Important | 0.01  |
| 23   | matzavem                                 | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| 24   | AliyaAvg                                 | Nominal     | + Marginal  | 0.009 |
| 25   | NumOfCars                                | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 26   | NumberOfBiratMishpatOffencesParents      | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 27   | aliyag                                   | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| 28   | GradeFamilyCarsBin                       | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| 29   | Limitation_Other                         | Flag        | + Marginal  | 0.008 |
| 30   | matzavav                                 | Nominal     | + Marginal  | 0.007 |
| 31   | NumberOfHazmnaLedinOffencesParents       | Ordinal     | + Marginal  | 0.007 |

טבלה 93 - בחירת משתנים לשאלת חקר 2

|                                     | Rank ▲ | Field                                | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBriratMishpatOffencesYD      | Ordinal     | Important  | 0.075 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                  | Nominal     | Important  | 0.045 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | NumberOfHazmnaLedinOffencesYD        | Ordinal     | Important  | 0.042 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | KvutzaUchlusiya                      | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | KvutzaAv                             | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | KvutzaEm                             | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Zturat_yeshuv                        | Nominal     | Important  | 0.034 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | mahoznafa                            | Nominal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | momeducg                             | Ordinal     | Important  | 0.03  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Dadeducg                             | Ordinal     | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | shiuch                               | Nominal     | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Limition_Medical                     | Flag        | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | mursheem                             | Nominal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Limition_Cripple                     | Flag        | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | Driving_Seniority                    | Ordinal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | Max_Volume                           | Ordinal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | v_oy                                 | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | St_indication_or                     | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | NumOfCars                            | Ordinal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | GradeFamilyCarsBin                   | Ordinal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | YabeshetEm                           | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | ofnoa_ind                            | Flag        | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | NumberOfBriratMishpatOffencesParents | Ordinal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | YabeshetAv                           | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | AliyaAvg                             | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 26     | AliyaEmg                             | Nominal     | Marginal   | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 27     | NumberOfWarningOffencesYD            | Ordinal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | matzavem                             | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | mursheav                             | Nominal     | Marginal   | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | Yabeshet                             | Nominal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | NumofAccidentsCAYDFirst_Year         | Ordinal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 32     | gil                                  | Ordinal     | Marginal   | 0.006 |

### טבלה 94 - בחירת משתנים לשאלת חקר 3

|                                     | Rank ▲ | Field                                             | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | min                                               | Nominal     | Important  | 0.069 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeCAYDFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.058 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | Limition_Medical                                  | Flag        | Important  | 0.049 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | Zturat_yeshuv                                     | Nominal     | Important  | 0.04  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | mahoznafa                                         | Nominal     | Important  | 0.04  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | KvutzaUchlusiya                                   | Nominal     | Important  | 0.04  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | KvutzaEm                                          | Nominal     | Important  | 0.04  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | KvutzaAv                                          | Nominal     | Important  | 0.04  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | shiuch                                            | Nominal     | Important  | 0.036 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | momeducg                                          | Ordinal     | Important  | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | ofnoa_ind                                         | Flag        | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Dadeducg                                          | Ordinal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | Limition_Cripple                                  | Flag        | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAYDFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | gil                                               | Ordinal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | v_oy                                              | Nominal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | Driving_Seniority                                 | Ordinal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | Max_Volume                                        | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetEm                                        | Nominal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | St_indication_or                                  | Nominal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | mursheem                                          | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | YabeshetAv                                        | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | AliyaEmg                                          | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | NumOfCars                                         | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | NumberOfBriratMishpatOffencesParents              | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | GradeFamilyCarsBin                                | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | AliyaAvg                                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 28     | matzavem                                          | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | Yabeshet                                          | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | Limition_Other                                    | Flag        | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | ofnoa_ind                                         | Flag        | Marginal   | 0.008 |

### טבלה 95 - בחירת משתנים לשאלת חקר 4



| R... | Field                                                | Measurement | Importance | Value |
|------|------------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| 1    | min                                                  | Flag        | Important  | 0.057 |
| 2    | NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeTotalYDFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.048 |
| 3    | ofnoa_ind                                            | Nominal     | Important  | 0.047 |
| 4    | Driving_Seniority                                    | Ordinal     | Important  | 0.039 |
| 5    | Limitation_Medical                                   | Flag        | Important  | 0.037 |
| 6    | Dadeducg                                             | Ordinal     | Important  | 0.026 |
| 7    | momeducg                                             | Ordinal     | Important  | 0.024 |
| 8    | gil                                                  | Ordinal     | Important  | 0.024 |
| 9    | Zturat_yeshuv                                        | Nominal     | Important  | 0.024 |
| 10   | Limitation_Cripple                                   | Flag        | Important  | 0.023 |
| 11   | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeTotalYDFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.02  |
| 12   | shiuch                                               | Nominal     | Important  | 0.02  |
| 13   | mahoznafa                                            | Nominal     | Important  | 0.018 |
| 14   | YabeshetEm                                           | Nominal     | Important  | 0.014 |
| 15   | Limitation_Other                                     | Flag        | Important  | 0.014 |
| 16   | YabeshetAv                                           | Nominal     | Important  | 0.014 |
| 17   | matzavem                                             | Nominal     | Important  | 0.012 |
| 18   | NumberOfBriratMishpatOffencesParents                 | Ordinal     | Important  | 0.012 |
| 19   | AliyaEmg                                             | Nominal     | Important  | 0.011 |
| 20   | matzavav                                             | Nominal     | Important  | 0.011 |
| 21   | NumofAccidentsTotalParents                           | Ordinal     | Important  | 0.01  |
| 22   | KvutzaAv                                             | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 23   | KvutzaUchlusiya                                      | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 24   | KvutzaEm                                             | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 25   | v_oy                                                 | Nominal     | Marginal   | 0.01  |
| 26   | Max_Volume                                           | Ordinal     | Marginal   | 0.009 |
| 27   | Yabeshet                                             | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 28   | AliyaAvg                                             | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 29   | aliyag                                               | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 30   | NumOfCars                                            | Ordinal     | Marginal   | 0.007 |
| 31   | St_indication_or                                     | Nominal     | Marginal   | 0.006 |

טבלה 96 - בחירת משתנים לשאלת חקר 5

| Rank | Field                                     | Measurement | Importance | Value |
|------|-------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| 1    | min                                       | Flag        | Important  | 0.057 |
| 2    | NumberOfBriratMishpatOffencesYDFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.053 |
| 3    | ofnoa_ind                                 | Nominal     | Important  | 0.047 |
| 4    | Driving_Seniority                         | Ordinal     | Important  | 0.039 |
| 5    | Limitation_Medical                        | Flag        | Important  | 0.037 |
| 6    | Dadeducg                                  | Ordinal     | Important  | 0.026 |
| 7    | momeducg                                  | Ordinal     | Important  | 0.024 |
| 8    | gil                                       | Ordinal     | Important  | 0.024 |
| 9    | Zturat_yeshuv                             | Nominal     | Important  | 0.024 |
| 10   | Limitation_Cripple                        | Flag        | Important  | 0.023 |
| 11   | NumberOfHazmnaLedinOffencesYDFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.022 |
| 12   | shiuch                                    | Nominal     | Important  | 0.02  |
| 13   | mahoznafa                                 | Nominal     | Important  | 0.018 |
| 14   | YabeshetEm                                | Nominal     | Important  | 0.014 |
| 15   | Limitation_Other                          | Flag        | Important  | 0.014 |
| 16   | YabeshetAv                                | Nominal     | Important  | 0.014 |
| 17   | matzavem                                  | Nominal     | Important  | 0.012 |
| 18   | NumberOfBriratMishpatOffencesParents      | Ordinal     | Important  | 0.012 |
| 19   | AliyaEmg                                  | Nominal     | Important  | 0.011 |
| 20   | matzavav                                  | Nominal     | Important  | 0.011 |
| 21   | NumofAccidentsTotalParents                | Ordinal     | Important  | 0.01  |
| 22   | KvutzaAv                                  | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 23   | KvutzaUchlusiya                           | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 24   | KvutzaEm                                  | Nominal     | Important  | 0.01  |
| 25   | v_oy                                      | Nominal     | Marginal   | 0.01  |
| 26   | Max_Volume                                | Ordinal     | Marginal   | 0.009 |
| 27   | Yabeshet                                  | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 28   | AliyaAvg                                  | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 29   | aliyag                                    | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| 30   | NumOfCars                                 | Ordinal     | Marginal   | 0.007 |
| 31   | NumberOfWarningOffencesYDFirst_Year       | Ordinal     | Marginal   | 0.007 |
| 32   | St_indication_or                          | Nominal     | Marginal   | 0.006 |

טבלה 97 - בחירת משתנים לשאלת חקר 6



|                                     | Rank ▲ | Field                               | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBiratMishpatOffencesYD      | Ordinal     | Important  | 0.089 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | NumberOfHazmnaLedinOffencesYD       | Ordinal     | Important  | 0.049 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | min                                 | Nominal     | Important  | 0.044 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | momeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | Zturat_yeshuv                       | Nominal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | KvutzaAv                            | Nominal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | KvutzaUchlusiya                     | Nominal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | KvutzaEm                            | Nominal     | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | Dadeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Driving_Seniority                   | Ordinal     | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | mahoznafa                           | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Limitation_Medical                  | Flag        | Important  | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | shiuch                              | Nominal     | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Limitation_Cripple                  | Flag        | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | mursheem                            | Nominal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | NumofAccidentsTotalYDFirst_Year     | Ordinal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | ofnoa_ind                           | Flag        | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | Max_Volume                          | Ordinal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetEm                          | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | NumberOfBiratMishpatOffencesParents | Ordinal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | YabeshetAv                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | v_oy                                | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | St_indication_or                    | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | NumOfCars                           | Ordinal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | GradeFamilyCarsBin                  | Ordinal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | gil                                 | Ordinal     | Important  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 27     | AliyaAvg                            | Nominal     | + Marginal | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | AliyaEmg                            | Nominal     | + Marginal | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | NumberOfWarningOffencesYD           | Ordinal     | + Marginal | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | Yabeshet                            | Nominal     | + Marginal | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | matzavem                            | Nominal     | + Marginal | 0.008 |

#### טבלה 98 - בחירת משתנים לשאלת חקר 7

|                                     | Rank ▲ | Field                                               | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | min                                                 | Nominal     | Important  | 0.071 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeTotalYDFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.063 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | Limitation_Medical                                  | Flag        | Important  | 0.044 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | ofnoa_ind                                           | Flag        | Important  | 0.042 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | Driving_Seniority                                   | Ordinal     | Important  | 0.039 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | momeducg                                            | Ordinal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Dadeducg                                            | Ordinal     | Important  | 0.036 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | Zturat_yeshuv                                       | Nominal     | Important  | 0.035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | Limitation_Cripple                                  | Flag        | Important  | 0.031 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | KvutzaUchlusiya                                     | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | KvutzaAv                                            | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | KvutzaEm                                            | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | mahoznafa                                           | Nominal     | Important  | 0.028 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeTotalYDFirst_Year  | Ordinal     | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | shiuch                                              | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | gil                                                 | Ordinal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | YabeshetEm                                          | Nominal     | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | YabeshetAv                                          | Nominal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | NumberOfBiratMishpatOffencesParents                 | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | Max_Volume                                          | Ordinal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | AliyaEmg                                            | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | matzavem                                            | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | Limitation_Other                                    | Flag        | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | mursheem                                            | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | NumofAccidentsTotalParents                          | Ordinal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | v_oy                                                | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | NumOfCars                                           | Ordinal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 28     | St_indication_or                                    | Nominal     | Important  | 0.01  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 29     | AliyaAvg                                            | Nominal     | Important  | 0.01  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 30     | GradeFamilyCarsBin                                  | Ordinal     | Important  | 0.01  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 31     | Yabeshet                                            | Nominal     | Important  | 0.01  |

#### טבלה 99 - בחירת משתנים לשאלת חקר 8

|                                     | Rank | Field                                                | Measurement | Importance  | Value |
|-------------------------------------|------|------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1    | min                                                  | Flag        | ★ Important | 0.043 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2    | Limitation_Medical                                   | Flag        | ★ Important | 0.035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeCAFFamilyFirst... | Ordinal     | ★ Important | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ofnoa_ind                                            | Nominal     | ★ Important | 0.03  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5    | mahoznafa                                            | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6    | shiuch                                               | Nominal     | ★ Important | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7    | gil                                                  | Ordinal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8    | Zturat_yeshuv                                        | Nominal     | ★ Important | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9    | Driving_Seniority                                    | Ordinal     | ★ Important | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10   | Limitation_Cripple                                   | Flag        | ★ Important | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11   | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAFFamilyFirst...   | Ordinal     | ★ Important | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12   | Dadeducg                                             | Ordinal     | ★ Important | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13   | KvutzaUchlusiya                                      | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14   | KvutzaAv                                             | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15   | KvutzaEm                                             | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16   | v_oy                                                 | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17   | momeducg                                             | Ordinal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18   | matzavav                                             | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19   | YabeshetEm                                           | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20   | St_indication_or                                     | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21   | matzavem                                             | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22   | AliyaEmg                                             | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23   | YabeshetAv                                           | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 24   | AliyaAvg                                             | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 25   | Max_Volume                                           | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 26   | aliyag                                               | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 27   | Yabeshet                                             | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 28   | mursheav                                             | Flag        | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 29   | Limitation_Other                                     | Flag        | + Marginal  | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 30   | Limitation_Glasses                                   | Flag        | + Marginal  | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 31   | NumOfCars                                            | Ordinal     | + Marginal  | 0.005 |
| <input type="checkbox"/>            | 32   | GradeFamilyCarsBin                                   | Ordinal     | + Marginal  | 0.005 |
| <input type="checkbox"/>            | 33   | ...                                                  | ...         | ...         | ...   |

טבלה 100 - בחירת משתנים לשאלת חקר 9

|                                     | Rank | Field                                         | Measurem... | Importance  | Value |
|-------------------------------------|------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1    | min                                           | Flag        | ★ Important | 0.043 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2    | NumberOfBriratMishpatOffencesFamilyFirst_Year | Ordinal     | ★ Important | 0.035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3    | Limitation_Medical                            | Flag        | ★ Important | 0.035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4    | ofnoa_ind                                     | Nominal     | ★ Important | 0.03  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5    | mahoznafa                                     | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6    | shiuch                                        | Nominal     | ★ Important | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7    | gil                                           | Ordinal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8    | Zturat_yeshuv                                 | Nominal     | ★ Important | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9    | Driving_Seniority                             | Ordinal     | ★ Important | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10   | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamilyFirst_Year   | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11   | Limitation_Cripple                            | Flag        | ★ Important | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12   | Dadeducg                                      | Ordinal     | ★ Important | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13   | KvutzaUchlusiya                               | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14   | KvutzaAv                                      | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15   | KvutzaEm                                      | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16   | v_oy                                          | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17   | momeducg                                      | Ordinal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18   | matzavav                                      | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19   | YabeshetEm                                    | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20   | St_indication_or                              | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21   | matzavem                                      | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22   | AliyaEmg                                      | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23   | YabeshetAv                                    | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 24   | AliyaAvg                                      | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 25   | Max_Volume                                    | Ordinal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 26   | aliyag                                        | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 27   | Yabeshet                                      | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 28   | mursheav                                      | Flag        | + Marginal  | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 29   | Limitation_Other                              | Flag        | + Marginal  | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 30   | Limitation_Glasses                            | Flag        | + Marginal  | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 31   | NumOfCars                                     | Ordinal     | + Marginal  | 0.005 |
| <input type="checkbox"/>            | 32   | ...                                           | ...         | ...         | ...   |

טבלה 101 - בחירת משתנים לשאלת חקר 10

|                                     | Rank ▲ | Field                               | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBirratMishpatOffencesFamily | Ordinal     | Important  | 0.055 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                 | Nominal     | Important  | 0.036 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamily   | Ordinal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | mahoznafa                           | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | KvutzaUchlusiya                     | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | KvutzaAv                            | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | KvutzaEm                            | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | Zturat_yeshuv                       | Nominal     | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | shiuch                              | Nominal     | Important  | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | momeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | Dadeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Limitation_Medical                  | Flag        | Important  | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | Driving_Seniority                   | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Limitation_Cripple                  | Flag        | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | YabeshetEm                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | v_oy                                | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | St_indication_or                    | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | ofnoa_ind                           | Flag        | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetAv                          | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | AliyaEmg                            | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | NumberOfWarningOffencesFamily       | Ordinal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | Max_Volume                          | Ordinal     | Important  | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 23     | AliyaAvg                            | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 24     | gil                                 | Ordinal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 25     | Yabeshet                            | Nominal     | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 26     | matzavem                            | Nominal     | Marginal   | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 27     | mursheem                            | Nominal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | matzavav                            | Nominal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | mursheav                            | Nominal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | NumOfCars                           | Ordinal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | NumofAccidentsCAYDFirst Year        | Ordinal     | Marginal   | 0.005 |

טבלה 102 - בחירת משתנים לשאלת חקר 11

|                                     | Rank ▲ | Field                                             | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | min                                               | Nominal     | Important  | 0.057 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | NumberOfBirratMishpatOffencesBeforeCAYDFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.052 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | Limitation_Medical                                | Flag        | Important  | 0.041 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | mahoznafa                                         | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | shiuch                                            | Nominal     | Important  | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | Zturat_yeshuv                                     | Nominal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | KvutzaUchlusiya                                   | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | KvutzaEm                                          | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | ofnoa_ind                                         | Flag        | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | KvutzaAv                                          | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | Dadeducg                                          | Ordinal     | Important  | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Limitation_Cripple                                | Flag        | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | momeducg                                          | Ordinal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | gil                                               | Ordinal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAYDFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | Driving_Seniority                                 | Ordinal     | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | YabeshetEm                                        | Nominal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | AliyaEmg                                          | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetAv                                        | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | v_oy                                              | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | St_indication_or                                  | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | Max_Volume                                        | Ordinal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | AliyaAvg                                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | matzavem                                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | matzavav                                          | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | Yabeshet                                          | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 27     | mursheav                                          | Nominal     | Marginal   | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | Limitation_Other                                  | Flag        | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | aliyag                                            | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | NumOfCars                                         | Ordinal     | Marginal   | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | GradeFamilyCarsBin                                | Ordinal     | Marginal   | 0.006 |
| <input type="checkbox"/>            | 32     | Limitation_Glasses                                | Flag        | Marginal   | 0.006 |

טבלה 103 - בחירת משתנים לשאלת חקר 12



|                                     | Rank ▲ | Field                                                | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|------------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | Driving_Seniority                                    | Ordinal     | Important  | 0.056 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                                  | Flag        | Important  | 0.042 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | ofnoa_ind                                            | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeCAFamlyFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | gil                                                  | Ordinal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | Limitation_Medical                                   | Flag        | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Zturat_yeshuv                                        | Nominal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | shiuch                                               | Nominal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | mahoznafa                                            | Nominal     | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Limitation_Cripple                                   | Flag        | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | mursheem                                             | Flag        | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | mursheav                                             | Flag        | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeCAFamlyFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Dadeducg                                             | Ordinal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | matzavav                                             | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | momeducg                                             | Ordinal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | matzavem                                             | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | YabeshetEm                                           | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | NumOfCars                                            | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | GradeFamilyCarsBin                                   | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | Max_Volume                                           | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | YabeshetAv                                           | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | AliyaEmg                                             | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | Limitation_Other                                     | Flag        | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | St_indication_or                                     | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | v_oy                                                 | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | Yabeshet                                             | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | AliyaAvg                                             | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | aliyag                                               | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | NumberOfWarningOffencesBeforeCAFamlyFirst_Year       | Ordinal     | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | Limitation_Glasses                                   | Flag        | Marginal   | 0.004 |

טבלה 104 - בחירת משתנים לשאלת חקר 13

|                                     | Rank ▲ | Field                                         | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | Driving_Seniority                             | Ordinal     | Important  | 0.056 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                           | Flag        | Important  | 0.042 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | ofnoa_ind                                     | Nominal     | Important  | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | NumberOfBriratMishpatOffencesFamilyFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.035 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | gil                                           | Ordinal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | Limitation_Medical                            | Flag        | Important  | 0.027 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Zturat_yeshuv                                 | Nominal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | shiuch                                        | Nominal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | mahoznafa                                     | Nominal     | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Limitation_Cripple                            | Flag        | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | mursheem                                      | Flag        | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamilyFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | mursheav                                      | Flag        | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Dadeducg                                      | Ordinal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | matzavav                                      | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | momeducg                                      | Ordinal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | matzavem                                      | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | YabeshetEm                                    | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | NumOfCars                                     | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | GradeFamilyCarsBin                            | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | Max_Volume                                    | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | YabeshetAv                                    | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | AliyaEmg                                      | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | Limitation_Other                              | Flag        | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | St_indication_or                              | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | v_oy                                          | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | Yabeshet                                      | Nominal     | Important  | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | AliyaAvg                                      | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | aliyag                                        | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | NumberOfWarningOffencesFamilyFirst_Year       | Ordinal     | Marginal   | 0.008 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | Limitation_Glasses                            | Flag        | Marginal   | 0.004 |
| <input type="checkbox"/>            | 32     | KvutzaAv                                      | Nominal     | Marginal   | 0.004 |

טבלה 105 - בחירת משתנים לשאלת חקר 14

|                                     | Rank ▲ | Field                               | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBriratMishpatOffencesFamily | Ordinal     | Important  | 0.06  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | Driving_Seniority                   | Ordinal     | Important  | 0.039 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamily   | Ordinal     | Important  | 0.036 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | min                                 | Nominal     | Important  | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | mahoznafa                           | Nominal     | Important  | 0.028 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | Zturat_yeshuv                       | Nominal     | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | shiuch                              | Nominal     | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | NumberOfWarningOffencesFamily       | Ordinal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Dadeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | Limition_Medical                    | Flag        | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | gil                                 | Ordinal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | mursheav                            | Nominal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | momeducg                            | Ordinal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | Limition_Cripple                    | Flag        | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | YabeshetEm                          | Nominal     | Important  | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | Max_Volume                          | Ordinal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | KvutzaUchlusiya                     | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | KvutzaAv                            | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | KvutzaEm                            | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | NumOfCars                           | Ordinal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | YabeshetAv                          | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | Yabeshet                            | Nominal     | Important  | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | GradeFamilyCarsBin                  | Ordinal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | ofnoa_ind                           | Flag        | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | mursheem                            | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | matzavem                            | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 28     | AliyaEmg                            | Nominal     | Important  | 0.01  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 29     | matzavav                            | Nominal     | Important  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | AliyaAvg                            | Nominal     | Marginal   | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | aliyag                              | Nominal     | Marginal   | 0.006 |

#### טבלה 106 - בחירת משתנים לשאלת חקר 15

|                                     | Rank ▲ | Field                                                    | Measurement | Importance | Value |
|-------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|-------------|------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | Driving_Seniority                                        | Ordinal     | Important  | 0.059 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                                      | Nominal     | Important  | 0.05  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | NumberOfBriratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | Ordinal     | Important  | 0.043 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | ofnoa_ind                                                | Flag        | Important  | 0.034 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | gil                                                      | Ordinal     | Important  | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | Limition_Medical                                         | Flag        | Important  | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Zturat_yeshuv                                            | Nominal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | mahoznafa                                                | Nominal     | Important  | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | shiuch                                                   | Nominal     | Important  | 0.03  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | Limition_Cripple                                         | Flag        | Important  | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | mursheav                                                 | Nominal     | Important  | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Dadeducg                                                 | Ordinal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | mursheem                                                 | Nominal     | Important  | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | momeducg                                                 | Ordinal     | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | YabeshetEm                                               | Nominal     | Important  | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | NumberOfHazmnaLedinOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year   | Ordinal     | Important  | 0.021 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | NumOfCars                                                | Ordinal     | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | Max_Volume                                               | Ordinal     | Important  | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetAv                                               | Nominal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | GradeFamilyCarsBin                                       | Ordinal     | Important  | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | matzavem                                                 | Nominal     | Important  | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | matzavav                                                 | Nominal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | Yabeshet                                                 | Nominal     | Important  | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | AliyaEmg                                                 | Nominal     | Important  | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | KvutzaUchlusiya                                          | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | KvutzaEm                                                 | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | KvutzaAv                                                 | Nominal     | Important  | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 28     | AliyaAvg                                                 | Nominal     | Important  | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 29     | Limition_Other                                           | Flag        | Important  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | St_indication_or                                         | Nominal     | Marginal   | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | NumberOfWarningOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year       | Ordinal     | Marginal   | 0.009 |

#### טבלה 107 - בחירת משתנים לשאלת חקר 16

|                                     | Rank ▲ | Field                               | Measurement | Importance  | Value |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBriratMishpatOffencesFamily | Ordinal     | ★ Important | 0.072 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | min                                 | Nominal     | ★ Important | 0.057 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamily   | Ordinal     | ★ Important | 0.045 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | Limition_Medical                    | Flag        | ★ Important | 0.041 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | mahoznafa                           | Nominal     | ★ Important | 0.037 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | shiuch                              | Nominal     | ★ Important | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Zturat_yeshuv                       | Nominal     | ★ Important | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | KvutzaUchlusiya                     | Nominal     | ★ Important | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | KvutzaEm                            | Nominal     | ★ Important | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | ofnoa_ind                           | Flag        | ★ Important | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | KvutzaAv                            | Nominal     | ★ Important | 0.029 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | Dadeducg                            | Ordinal     | ★ Important | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | Limition_Cripple                    | Flag        | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | momeducg                            | Ordinal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | gil                                 | Ordinal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | Driving_Seniority                   | Ordinal     | ★ Important | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | YabeshetEm                          | Nominal     | ★ Important | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | AliyaEmg                            | Nominal     | ★ Important | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | YabeshetAv                          | Nominal     | ★ Important | 0.016 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | v_oy                                | Nominal     | ★ Important | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | NumberOfWarningOffencesFamily       | Ordinal     | ★ Important | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | St_indication_or                    | Nominal     | ★ Important | 0.014 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | Max_Volume                          | Ordinal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | AliyaAvg                            | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | matzavem                            | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | matzavav                            | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | Yabeshet                            | Nominal     | ★ Important | 0.011 |
| <input type="checkbox"/>            | 28     | mursheav                            | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 29     | Limition_Other                      | Flag        | + Marginal  | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 30     | aliyag                              | Nominal     | + Marginal  | 0.009 |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | NumOfCars                           | Ordinal     | + Marginal  | 0.007 |
| <input type="checkbox"/>            | 32     | GradeFamilyCarsBin                  | Ordinal     | + Marginal  | 0.006 |

טבלה 108 - בחירת משתנים לשאלת חקר 17

|                                     | Rank ▲ | Field                               | Measurement | Importance  | Value |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1      | NumberOfBriratMishpatOffencesFamily | Ordinal     | ★ Important | 0.074 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2      | Driving_Seniority                   | Ordinal     | ★ Important | 0.059 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3      | min                                 | Nominal     | ★ Important | 0.05  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4      | NumberOfHazmnaLedinOffencesFamily   | Ordinal     | ★ Important | 0.046 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5      | ofnoa_ind                           | Flag        | ★ Important | 0.034 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6      | gil                                 | Ordinal     | ★ Important | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 7      | Limition_Medical                    | Flag        | ★ Important | 0.033 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8      | Zturat_yeshuv                       | Nominal     | ★ Important | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9      | mahoznafa                           | Nominal     | ★ Important | 0.032 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 10     | shiuch                              | Nominal     | ★ Important | 0.03  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11     | Limition_Cripple                    | Flag        | ★ Important | 0.026 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 12     | mursheav                            | Nominal     | ★ Important | 0.025 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 13     | NumberOfWarningOffencesFamily       | Ordinal     | ★ Important | 0.024 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 14     | Dadeducg                            | Ordinal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 15     | mursheem                            | Nominal     | ★ Important | 0.023 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 16     | momeducg                            | Ordinal     | ★ Important | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 17     | YabeshetEm                          | Nominal     | ★ Important | 0.022 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 18     | NumOfCars                           | Ordinal     | ★ Important | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 19     | Max_Volume                          | Ordinal     | ★ Important | 0.02  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 20     | YabeshetAv                          | Nominal     | ★ Important | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 21     | GradeFamilyCarsBin                  | Ordinal     | ★ Important | 0.019 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 22     | matzavem                            | Nominal     | ★ Important | 0.018 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 23     | matzavav                            | Nominal     | ★ Important | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 24     | Yabeshet                            | Nominal     | ★ Important | 0.017 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 25     | AliyaEmg                            | Nominal     | ★ Important | 0.015 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 26     | KvutzaUchlusiya                     | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 27     | KvutzaEm                            | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 28     | KvutzaAv                            | Nominal     | ★ Important | 0.013 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 29     | AliyaAvg                            | Nominal     | ★ Important | 0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 30     | Limition_Other                      | Flag        | ★ Important | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 31     | St_indication_or                    | Nominal     | + Marginal  | 0.01  |
| <input type="checkbox"/>            | 32     | alivan                              | Nominal     | + Marginal  | 0.008 |

טבלה 109 - בחירת משתנים לשאלת חקר 18

## נספח מספר 8 – פרמטרי עצי ההחלטה והרשתות הנוירונאליות

| Serial number | Cross validation | Mode   |   |        |    | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature     | Third feature                                                 | Fourth feature                                                | Fifth feature     | Sixth feature                                              | Seventh feature                                            | eighth feature | ninth feature                                              |
|---------------|------------------|--------|---|--------|----|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|
|               |                  | Simple |   | Expert |    | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                    |                                                               |                                                               |                   |                                                            |                                                            |                |                                                            |
| 1             | 5 Accuracy       |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 17                    | 14 min     |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | ofnoa_ind                                                     | gil               | Limitation_Criple                                          | v_oy                                                       | mahoznafa      | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year |
| 2             | 5 Generality     |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 17                    | 13 min     |                   | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Limitation_Criple | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | mahoznafa                                                  | gil            | v_oy                                                       |
| 3             | 5 Expert         |        | 0 | 70     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 12 min     |                   | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | mahoznafa         | Limitation_Criple                                          | Zturat_yeshuv                                              | gil            | Dadedug                                                    |
| 4             | 5 Expert         |        | 0 | 80     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 12 min     |                   | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Limitation_Criple | mahoznafa                                                  | v_oy                                                       | gil            | momedug                                                    |
| 5             | 5 Expert         |        | 0 | 90     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 8 min      |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Limitation_Criple                                             | ofnoa_ind         | v_oy                                                       | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Max_Volume     |                                                            |
| 6             | 5 Generality     |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 7                     | 7 min      |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Limitation_Criple                                             | ofnoa_ind         | v_oy                                                       | gil                                                        |                |                                                            |
| 7             | 5 Expert         |        | 0 | 90     | 20 | 1                         | 1                         | 7                     | 6 min      |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Limitation_Criple                                             | ofnoa_ind         | gil                                                        |                                                            |                |                                                            |

### טבלה 110 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 1

| Serial number | Cross validation | Mode   |   |        |    | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature     | Third feature                                     | Fourth feature                                    | Fifth feature     | Sixth feature     | Seventh feature                                | eighth feature | ninth feature                                  |
|---------------|------------------|--------|---|--------|----|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------|
|               |                  | Simple |   | Expert |    | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                    |                                                   |                                                   |                   |                   |                                                |                |                                                |
| 1             | 5 Accuracy       |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 17                    | 15 min     |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | mahoznafa                                         | ofnoa_ind         | gil               | v_oy                                           | Max_Volume     | Limitation_Criple                              |
| 2             | 5 Generality     |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 17                    | 15 min     |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind                                         | mahoznafa         | Limitation_Criple | gil                                            | v_oy           | Zturat_yeshuv                                  |
| 3             | 5 Expert         |        | 0 | 70     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 12 min     |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind                                         | Limitation_Criple | mahoznafa         | gil                                            | Zturat_yeshuv  | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesYDFirst_Year |
| 4             | 5 Expert         |        | 0 | 80     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 12 min     |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind                                         | Limitation_Criple | mahoznafa         | v_oy                                           | gil            | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesYDFirst_Year |
| 5             | 5 Expert         |        | 0 | 90     | 10 | 1                         | 1                         | 17                    | 8 min      |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | Limitation_Criple                                 | ofnoa_ind         | v_oy              | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesYDFirst_Year | Max_Volume     |                                                |
| 6             | 5 Generality     |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 7                     | 5 min      |                   | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | Limitation_Criple                                 | ofnoa_ind         |                   |                                                |                |                                                |
| 7             | 5 Accuracy       |        | 0 | -      | -  | 1                         | 1                         | 7                     | 6 min      |                   | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | Limitation_Criple | mahoznafa         |                                                |                |                                                |

### טבלה 111 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 2

| Serial number | Cross validation | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature     | Third feature                                                 | Fourth feature      | Fifth feature         | Sixth feature | Seventh feature       | eighth feature                                             | ninth feature                                              |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                    |                                                               |                     |                       |               |                       |                                                            |                                                            |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 17 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | mahoznafa           | KvutzaUch<br>lusIya   | ofnoa_ind     | YabeshetEm            | Limitation_Cri<br>ple                                      | matzavem                                                   |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 15 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | KvutzaUch<br>lusIya | mahoznafa             | ofnoa_ind     | Limitation_Cri<br>ple | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | Dadedug                                                    |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 13 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | KvutzaUch<br>lusIya | ofnoa_ind             | mahoznafa     | Limitation_Cri<br>ple | matzavem                                                   | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 13 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | ofnoa_ind           | KvutzaUch<br>lusIya   | mahoznafa     | Limitation_Cri<br>ple | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | v_oy                                                       |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 11 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | KvutzaUch<br>lusIya | mahoznafa             | ofnoa_ind     | Limitation_Cri<br>ple | NumberOfHa<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | matzavem                                                   |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 7 min             | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAYDFirst_Year | KvutzaUch<br>lusIya | ofnoa_ind             | mahoznafa     | Limitation_Cri<br>ple |                                                            |                                                            |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 5 min             | Limitation_Medical | KvutzaUch<br>lusIya                                           | ofnoa_ind           | Limitation_Cri<br>ple |               |                       |                                                            |                                                            |

#### טבלה 112 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 4

| Serial number | Cross validation | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature | Third feature                                                    | Fourth feature                                                   | Fifth feature        | Sixth feature     | Seventh feature      | eighth feature                     | ninth feature         |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|----------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------|
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                |                                                                  |                                                                  |                      |                   |                      |                                    |                       |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 15 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | gil                  | Dadedug           | Limitation_Oth<br>er | YabeshetEm                         | Limitation_Cri<br>ple |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 14 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | Limitation_Oth<br>er | gil               | Dadedug              | YabeshetAv                         | matzavav              |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 15 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | shiuch               | gil               | momedug              | Dadedug                            | Limitation_Cri<br>ple |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 12 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | Dadedug              | Zturat_yeshu<br>v | shiuch               | gil                                | momedug               |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 8 min             | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | Dadedug              | gil               | YabeshetEm           | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts |                       |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 9 min             | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Medical                                               | Dadedug              | shiuch            | gil                  |                                    |                       |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 5 min             | ofnoa_ind      | Limitation_Medical                                               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Dadedug              |                   |                      |                                    |                       |

#### טבלה 113 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 5

| Serial number | Cross validation | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature                                    | Third feature | Fourth feature     | Fifth feature | Sixth feature        | Seventh feature | eighth feature                     | ninth feature         |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|---------------------------------------------------|---------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------------|
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                                                   |               |                    |               |                      |                 |                                    |                       |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 15 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | gil           | Dadedug              | shiuch          | matzavav                           | Zturat_yeshu<br>v     |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 13 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       | Limitation_Oth<br>er | YabeshetEm      | gil                                | shiuch                |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 15 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       | gil                  | shiuch          | momedug                            | Limitation_Cri<br>ple |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 12 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       | shiuch               | gil             | Limitation_Cri<br>ple              | YabeshetEm            |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 18         | 8 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       | YabeshetEm           | gil             | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts |                       |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 9 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       | shiuch               | gil             |                                    |                       |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 5 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind     | Limitation_Medical | Dadedug       |                      |                 |                                    |                       |

#### טבלה 114 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 6



|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                   |                                         |               |                                         |                                                  |                                         |                                         |                                         |                      |                                         |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature | Second feature                          | Third feature | Fourth feature                          | Fifth feature                                    | Sixth feature                           | Seventh feature                         | eighth feature                          | ninth feature        |                                         |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                   |                                         |               |                                         |                                                  |                                         |                                         |                                         |                      |                                         |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 20                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | min                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s | Limitation_Me<br>dical                  | ofnoa_ind                               | Limitation_Crip<br>ple                  | mursheem             | YabeshetEm                              |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 11                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | min                                     | Limitation_Me<br>dical                           | Limitation_Crip<br>ple                  | v_oy                                    | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year | st_indication<br>_or | gil                                     |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 15                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | Limitation_Me<br>dical                  | momedug                                          | ofnoa_ind                               | min                                     | Zturat_yeshu<br>v                       | mahoznafa            | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 11                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | min                                     | Zturat_yeshu<br>v                                | Limitation_Me<br>dical                  | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year | Limitation_Crip<br>ple                  | gil                  | Max_Volume                              |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 20         | 5                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesParent<br>s   | Dadedug                                 | min                                     | YabeshetEm                              |                      |                                         |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 6                 | min                                     | KvutzaAv      | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year | Limitation_Me<br>dical                           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD |                                         |                                         |                      |                                         |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 6                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYD | KvutzaAv      | Limitation_Me<br>dical                  | NumofAccide<br>ntsTotalYDFir<br>st_Year          | min                                     | momedug                                 |                                         |                      |                                         |

## טבלה 115 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 7

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                   |                                                                  |                        |                                                                  |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                                  |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature | Second feature                                                   | Third feature          | Fourth feature                                                   | Fifth feature          | Sixth feature                                                  | Seventh feature                                                | eighth feature                                                 | ninth feature                                    |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                   |                                                                  |                        |                                                                  |                        |                                                                |                                                                |                                                                |                                                  |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 23                    | 20         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | ofnoa_ind                                                        | momedug                | St_indication_Or                                               | Limitation_Crip<br>ple                                         | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Dadedug                                          |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 23                    | 16         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | ofnoa_ind                                                        | Dadedug                | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Crip<br>ple                                         | momedug                                                        | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 23                    | 19         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | ofnoa_ind                                                        | Dadedug                | momedug                                                        | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | mahoznafa                                                      | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts               |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 23                    | 14         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year   | Dadedug                | ofnoa_ind                                                      | Limitation_Crip<br>ple                                         | momedug                                                        | KvutzaUchilus<br>iya                             |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 23                    | 12         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year   | ofnoa_ind              | Limitation_Crip<br>ple                                         | Dadedug                                                        | KvutzaUchilus<br>iya                                           | momedug                                          |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 8          | min               | Limitation_Crip<br>ple                                           | Limitation_Me<br>dical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | ofnoa_ind              | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Dadedug                                                        |                                                                |                                                  |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 9                     | 10         | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Limitation_Me<br>dical | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year   | Limitation_Crip<br>ple | Dadedug                                                        | ofnoa_ind                                                      | KvutzaUchilus<br>iya                                           | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts               |

## טבלה 116 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 8

| Serial number | Cross validation | Mode       |        |                  |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature | Second feature     | Third feature      | Fourth feature                                                        | Fifth feature                                                       | Sixth feature                                                            | Seventh feature      | eighth feature         | ninth feature                                                       |
|---------------|------------------|------------|--------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|               |                  | Simple     | Expert | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                   |                    |                    |                                                                       |                                                                     |                                                                          |                      |                        |                                                                     |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 17                    | 16         | min               | ofnoa_ind          | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | gil                                                                 | Limitation_Crip<br>ple                                                   | matzavav             | v_oy                   | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year |
| 2             | 5                | Generality | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 17                    | 11         | min               | ofnoa_ind          | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                              | v_oy                                                                     | St_indication<br>_or | YabeshetAv             | Zturat_yeshu<br>v                                                   |
| 3             | 5                | Expert     | 0      | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 17                    | 13         | min               | Limitation_Medical | ofnoa_ind          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | St_indication<br>_or                                                     | gil                  | Limitation_Crip<br>ple | matzavav                                                            |
| 4             | 5                | Expert     | 0      | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 17                    | 13         | min               | Limitation_Medical | ofnoa_ind          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                              | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>v<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Zturat_yeshu         | St_indication<br>_or   | matzavav                                                            |
| 5             | 5                | Expert     | 0      | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 17                    | 5          | min               | ofnoa_ind          | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                              |                                                                          |                      |                        |                                                                     |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 8                     | 6          | min               | ofnoa_ind          | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                              | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year      |                      |                        |                                                                     |
| 7             | 5                | Expert     | 0      | 50               | 10                               | 1                         | 1                         | 8                     | 7          | min               | ofnoa_ind          | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                              | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year      | St_indication<br>_or |                        |                                                                     |

## טבלה 117 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 9

| Serial number | Cross validation | Mode       |        |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature     | Third feature                                             | Fourth feature                                            | Fifth feature                                         | Sixth feature          | Seventh feature        | eighth feature       | ninth feature     |
|---------------|------------------|------------|--------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|
|               |                  | Simple     | Expert | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                    |                                                           |                                                           |                                                       |                        |                        |                      |                   |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 17         | 18 min            | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Zturat_yeshu<br>v      | Limitation_Crip<br>ple | St_indication<br>_or | mahoznafa         |
| 2             | 5                | Generality | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 17         | 11 min            | ofnoa_ind          | Limitation_Medical                                        | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Limitation_Crip<br>ple                                | matzavav               | YabeshetAv             | YabeshetEm           | mahoznafa         |
| 3             | 5                | Expert     | 0      | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 17         | 12 min            | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | ofnoa_ind                                                 | matzavav                                              | mahoznafa              | gil                    | St_indication<br>_or | Zturat_yeshu<br>v |
| 4             | 5                | Expert     | 0      | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 17         | 12 min            | Limitation_Medical | ofnoa_ind                                                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mahoznafa                                             | gil                    | St_indication<br>_or   | Zturat_yeshu<br>v    | matzavav          |
| 5             | 5                | Expert     | 0      | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 17         | 8 min             | ofnoa_ind          | Limitation_Medical                                        | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Limitation_Crip<br>ple | St_indication<br>_or   | mahoznafa            |                   |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 7 min             | ofnoa_ind          | Limitation_Medical                                        | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mahoznafa                                             | matzavav               | St_indication<br>_or   |                      |                   |
| 7             | 5                | Expert     | 0      | 50               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 7 min             | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | ofnoa_ind                                                 | mahoznafa                                             | St_indication<br>_or   | matzavav               |                      |                   |

## טבלה 118 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 10

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           |                       |            |                                             |                |                     |                     |                        |                                         |                                       |                                       |               |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|---------------------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features | Tree Depth | Top first feature                           | Second feature | Third feature       | Fourth feature      | Fifth feature          | Sixth feature                           | Seventh feature                       | eighth feature                        | ninth feature |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity |                                  |                           |                           |                       |            |                                             |                |                     |                     |                        |                                         |                                       |                                       |               |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 16                    | 12         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | v_oy                | KvutzaUchlu<br>sIya | YabeshetAv             | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily | mahoznafa                             | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | Max_Volume    |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 16                    | 10         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | KvutzaUchlu<br>sIya | mahoznafa           | Limitation_Medical     | momedug                                 | Max_Volume                            | v_oy                                  | YabeshetEm    |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 16                    | 10         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | mahoznafa           | KvutzaUchlu<br>sIya | Limitation_Medical     | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | Limitation_Crip<br>ple                | momedug       |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 16                    | 9          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | mahoznafa           | KvutzaUchlu<br>sIya | Limitation_Crip<br>ple | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily | v_oy                                  | Dadedug                               | momedug       |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 16                    | 4          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | Limitation_Medical  | KvutzaUchlu<br>sIya |                        |                                         |                                       |                                       |               |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 6          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | KvutzaUchlu<br>sIya | mahoznafa           | Limitation_Medical     | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily | v_oy                                  |                                       |               |
| 7             | 5                | Expert     | 0              | 50               | 10                               | 1                         | 1                         | 7                     | 7          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min            | mahoznafa           | KvutzaUchlu<br>sIya | Limitation_Medical     | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesFamily | v_oy                                  |                                       |               |

## טבלה 119 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 11

| Serial number | Cross validation | Mode       |        |                  |                                  | Costs                     |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature                                                        | Third feature                                                         | Fourth feature                                                    | Fifth feature                                                     | Sixth feature                                                     | Seventh feature                                                   | eighth feature                                                    | ninth feature       |
|---------------|------------------|------------|--------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|
|               |                  | Simple     | Expert | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                                                                       |                                                                       |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                                                                   |                     |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 17 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | ofnoa_ind                                                         | matzavem                                                          | momedug                                                           | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Crip<br>ple                                            | Yabeshet            |
| 2             | 5                | Generality | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 15 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | ofnoa_ind                                                         | mahoznafa                                                         | KvutzaUchlu<br>sIya                                               | Yabeshet                                                          | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | YabeshetEm          |
| 3             | 5                | Expert     | 0      | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 15 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | ofnoa_ind                                                         | mahoznafa                                                         | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | momedug                                                           | YabeshetAv                                                        | KvutzaUchlu<br>sIya |
| 4             | 5                | Expert     | 0      | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 14 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | mahoznafa                                                         | ofnoa_ind                                                         | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | momedug                                                           | Dadedug                                                           | gil                 |
| 5             | 5                | Expert     | 0      | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 7 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | ofnoa_ind                                                         | KvutzaUchlu<br>sIya                                               | momedug                                                           | mahoznafa                                                         |                     |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0      | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 7 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | Limitation_Medical                                                    | ofnoa_ind                                                         | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | mahoznafa                                                         | momedug                                                           |                                                                   |                     |
| 7             | 5                | Expert     | 0      | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 7          | 7 min             | Limitation_Medical                                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year | momedug                                                           | mahoznafa                                                         | ofnoa_ind                                                         | NumberOfH<br>zmaLedInOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>_Year |                                                                   |                     |

## טבלה 120 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 12

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                   |                |                    |                                                                         |                                                                         |                                                                         |                                                                         |                        |               |  |  |  |  |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|--|--|--|--|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature | Second feature | Third feature      | Fourth feature                                                          | Fifth feature                                                           | Sixth feature                                                           | Seventh feature                                                         | eighth feature         | ninth feature |  |  |  |  |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                   |                |                    |                                                                         |                                                                         |                                                                         |                                                                         |                        |               |  |  |  |  |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 24         | 21 min            | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | Limitation_Cripple                                                      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | mursheem                                                                | GradeFamily<br>CarsBin                                                  | shiuch                 | Dadedug       |  |  |  |  |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 24         | 15 min            | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | mursheem                                                                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | mursheav                                                                | St_indication<br>_or                                                    | matzavav               | YabeshetAv    |  |  |  |  |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 24         | 16 min            | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | mursheem                                                                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | Zturat_yeshu<br>v                                                       | Dadedug                                                                 | mursheav               | NumOfCars     |  |  |  |  |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 24         | 16 min            | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | mursheem                                                                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | Dadedug                                                                 | mursheav                                                                | GradeFamily<br>CarsBin | v_oy          |  |  |  |  |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 24         | 12 min            | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | shiuch                                                                  | Limitation_Cr<br>ipple                                                  | mursheem                                                                | mursheav               | Yabeshet      |  |  |  |  |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 8          | 7 min             | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | mursheem                                                                | mursheav                                                                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year | Limitation_Cr<br>ipple                                                  | GradeFamily<br>CarsBin |               |  |  |  |  |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 8          | 6 min             | ofnoa_ind      | Limitation_Medical | mursheem                                                                | mursheav                                                                | Limitation_Cr<br>ipple                                                  | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyF<br>rst_Year |                        |               |  |  |  |  |

### טבלה 121 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 13

| Serial number | Cross validation | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature | Third feature                                             | Fourth feature                                            | Fifth feature                                             | Sixth feature          | Seventh feature        | eighth feature                                          | ninth feature                                           |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|               |                  | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       |            |                   |                |                                                           |                                                           |                                                           |                        |                        |                                                         |                                                         |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                |                                                           |                                                           |                                                           |                        |                        |                                                         |                                                         |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 23         | 22 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Limitation_Cr<br>ipple                                    | Limitation_M<br>edical                                    | Dadedug                | matzavav               | mursheem                                                | Zturat_yeshu<br>v                                       |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 23         | 18 min            | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Limitation_M<br>edical                                    | mursheem                                                  | mursheav               | matzavav               | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Dadedug                                                 |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 23         | 19 min            | ofnoa_ind      | Limitation_M<br>edical                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mursheem                                                  | Limitation_Cr<br>ipple | Dadedug                | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily<br>First_Year | GradeFamily<br>CarsBin                                  |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 23         | 18 min            | ofnoa_ind      | Limitation_M<br>edical                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mursheem                                                  | Limitation_Cr<br>ipple | gil                    | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mursheav                                                |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 23         | min               | ofnoa_ind      | Limitation_M<br>edical                                    | mursheem                                                  | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mursheav               | gil                    | Limitation_Cr<br>ipple                                  | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily<br>First_Year |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 8          | 7 min             | ofnoa_ind      | Limitation_M<br>edical                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | mursheem                                                  | mursheav               | Limitation_Cr<br>ipple | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily<br>First_Year |                                                         |
| 7             | 5                | Expert     | 0              | 95               | 20                               | 1                         | 1                         | 1                     | 8          | 6 min             | ofnoa_ind      | Limitation_M<br>edical                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily<br>First_Year | Limitation_Cr<br>ipple                                    | mursheav               |                        |                                                         |                                                         |

### טבלה 122 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 14

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                                             |                                           |                                           |                                             |                                             |                                       |                                       |                        |                                       |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature                           | Second feature                            | Third feature                             | Fourth feature                              | Fifth feature                               | Sixth feature                         | Seventh feature                       | eighth feature         | ninth feature                         |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                                             |                                           |                                           |                                             |                                             |                                       |                                       |                        |                                       |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 21                    | 20         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                                       | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | Limitation_M<br>edical                      | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | YabeshetEm<br>v                       | Zturat_yeshu           | Max_Volume                            |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 21                    | 17         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                                       | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | mahoznafa                                   | Limitation_M<br>edical                | YabeshetEm<br>v                       | Limitation_Cr<br>ipple | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 21                    | 17         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical                    | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | min                                         | Yabeshet                              | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | mahoznafa              | matzavav                              |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 21                    | 15         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                                       | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | Limitation_M<br>edical                      | mahoznafa                             | Max_Volume                            | Zturat_yeshu<br>v      | Yabeshet                              |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 21                    | 13         | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                                       | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | Limitation_M<br>edical                      | mursheav                              | Zturat_yeshu<br>v                     | matzavav               | YabeshetEm                            |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 8          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical                    | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | mahoznafa                                   | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | min                                   | YabeshetEm                            |                        |                                       |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 7          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical                    | NumofAccide<br>ntsTotalFam<br>ilyFirst_Year | min                                         | mahoznafa                             |                                       |                        |                                       |

### טבלה 123 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 15

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  | Costs                     |                           |                       |            |                   |                        |                                                                          |                                                                          |                        |                                                                        |                                                                        |                                                                        |                                                                        |  |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature         | Third feature                                                            | Fourth feature                                                           | Fifth feature          | Sixth feature                                                          | Seventh feature                                                        | eighth feature                                                         | ninth feature                                                          |  |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch |                           |                           |                       |            |                   |                        |                                                                          |                                                                          |                        |                                                                        |                                                                        |                                                                        |                                                                        |  |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 21 min            | ofnoa_ind              | Limitation_Medical                                                       | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | Limitation_Crip<br>ple | YabeshetEm                                                             | Dadedug                                                                | mursheav                                                               | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year |  |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 17 min            | ofnoa_ind              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | Limitation_M<br>edical                                                   | mursheav               | Limition_Crip<br>ple                                                   | matzavav                                                               | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | momedug                                                                |  |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 19 min            | ofnoa_ind              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalfamilyFi<br>rst_Year | Limitation_M<br>edical                                                   | mursheav               | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalfamilyFi<br>rst_Year | matzavav                                                               | Zturat_yeshu<br>v                                                      | mahoznafa                                                              |  |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 17 min            | ofnoa_ind              | Limitation_M<br>edical                                                   | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | mursheav               | matzavav                                                               | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | momedug                                                                | Limition_Crip<br>ple                                                   |  |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 15 min            | ofnoa_ind              | Limitation_M<br>edical                                                   | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | mursheav               | Limition_Crip<br>ple                                                   | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | matzavav                                                               | Zturat_yeshu<br>v                                                      |  |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 7 min      |                   | Limitation_M<br>edical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | ofnoa_ind                                                                | mursheav               | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | Limition_Crip<br>ple                                                   |                                                                        |                                                                        |  |
| 7             | 5                | Expert     | 0              | 95               | 30                               | 1                         | 1                         | 7                     | 6 min      |                   | ofnoa_ind              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalFamilyFi<br>rst_Year | Limitation_M<br>edical                                                   | mursheav               | Limition_Crip<br>ple                                                   |                                                                        |                                                                        |                                                                        |  |

## טבלה 124 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 16

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                   |                                             |                        |                                           |                                           |               |                 |                                       |                                       |            |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           |                                  | Costs                     |                           |                       | Tree Depth | Top first feature | Second feature                              | Third feature          | Fourth feature                            | Fifth feature                             | Sixth feature | Seventh feature | eighth feature                        | ninth feature                         |            |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive | Num of input features |            |                   |                                             |                        |                                           |                                           |               |                 |                                       |                                       |            |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 15 min            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical | matzavav                                  | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | v_oy          | YabeshetAv      | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | St_indication<br>_or                  |            |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 15                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                    | Limitation_M<br>edical                    | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | ofnoa_ind     | mahoznafa       | matzavem                              | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | YabeshetEm |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 12                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                    | Limitation_M<br>edical                    | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | mahoznafa     | ofnoa_ind       | matzavav                              | gil                                   | YabeshetEm |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 11                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                    | Limitation_M<br>edical                    | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | gil           | Max_Volume      | mahoznafa                             | Dadedug                               | ofnoa_ind  |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               | 1                         | 1                         | 1                     | 21         | 10                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min                    | Limitation_M<br>edical                    | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | mahoznafa     | momedug         | ofnoa_ind                             | Dadedug                               | v_oy       |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 7          | 7 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind                                 | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | mahoznafa     | matzavav        |                                       |                                       |            |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                | 1                         | 1                         | 7                     | 7          | 6 min             | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | Limitation_M<br>edical | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | ofnoa_ind                                 | mahoznafa     |                 |                                       |                                       |            |

## טבלה 125 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 17

|               |                  | Mode       |                |                  |                                  |                           |                           |                       |            |                   |                                             |               |                        |                        |                   |                   |                                           |                                       |                                           |
|---------------|------------------|------------|----------------|------------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|-------------------|---------------------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|
| Serial number | Cross validation | Simple     |                | Expert           | Costs                            |                           |                           | Num of input features | Tree Depth | Top first feature | Second feature                              | Third feature | Fourth feature         | Fifth feature          | Sixth feature     | Seventh feature   | eighth feature                            | ninth feature                         |                                           |
|               |                  | Favor      | Expected noise | Pruning severity | Minimum records per child branch | Weight for false negative | Weight for false positive |                       |            |                   |                                             |               |                        |                        |                   |                   |                                           |                                       |                                           |
| 1             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                |                           | 1                         | 1                     | 21         | 21                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Zturat_yeshu<br>v      | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind         | momedug           | gil                                       | NumberOfW<br>arningOffenc<br>esFamily | mahoznafa                                 |
| 2             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                |                           | 1                         | 1                     | 21         | 15                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind              | Zturat_yeshu<br>v | mahoznafa         | gil                                       | mursheav                              | Limition_Crip<br>ple                      |
| 3             | 5                | Expert     | 0              | 70               | 10                               |                           | 1                         | 1                     | 21         | 18                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind              | Zturat_yeshu<br>v | momedug           | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily | Limition_Crip<br>ple                  | matzavav                                  |
| 4             | 5                | Expert     | 0              | 80               | 10                               |                           | 1                         | 1                     | 21         | 16                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind              | Zturat_yeshu<br>v | mursheav          | gil                                       | Limition_Crip<br>ple                  | NumberOfHa<br>zmnaLedInOf<br>fencesFamily |
| 5             | 5                | Expert     | 0              | 90               | 10                               |                           | 1                         | 1                     | 21         | 14                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind              | mursheav          | Zturat_yeshu<br>v | gil                                       | mahoznafa                             | Yabeshet                                  |
| 6             | 5                | Accuracy   | 0              | -                | -                                |                           | 1                         | 1                     | 8          | 10                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | mursheav               | Limitation_M<br>edical | ofnoa_ind         | Zturat_yeshu<br>v | gil                                       | mahoznafa                             |                                           |
| 7             | 5                | Generality | 0              | -                | -                                |                           | 1                         | 1                     | 8          | 9                 | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesFamily | min           | Limitation_M<br>edical | mursheav               | ofnoa_ind         | Zturat_yeshu<br>v | mahoznafa                                 | gil                                   |                                           |

## טבלה 126 - פרמטרי עצי ההחלטה עבור שאלת חקר מספר 18

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature  | Second feature                                       | Third feature    | Fourth feature                                       | Fifth feature    | Sixth feature                                        | Seventh feature    | eighth feature                                       | ninth feature                                        |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                    |                                                      |                  |                                                      |                  |                                                      |                    |                                                      |                                                      |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 17                    | Limitation_Medical | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | min              | mahoznafa                                            | Zturat_yeshuv    | v_oy                                                 | St_indication_or   | gil                                                  | Dadedug                                              |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical                                   | gil              | v_oy                                                 | mahoznafa        | Zturat_yeshuv                                        | Max_Volume         | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | ofnoa_ind                                            |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 17                    | min                | mahoznafa                                            | gil              | Limitation_Medical                                   | St_indication_or | Zturat_yeshuv                                        | Max_Volume         | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | v_oy                                                 |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical                                   | St_indication_or | mahoznafa                                            | Max_Volume       | Zturat_yeshuv                                        | v_oy               | NumberOfHatzmaLedInOf fencesBefore CAYDFirst_Year    | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical                                   | St_indication_or | mahoznafa                                            | Zturat_yeshuv    | Max_Volume                                           | v_oy               | NumberOfHatzmaLedInOf fencesBefore CAYDFirst_Year    | YabeshetEm                                           |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | min                | St_indication_or                                     | v_oy             | mahoznafa                                            | Zturat_yeshuv    | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | Limitation_Medical |                                                      |                                                      |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | Limitation_Medical | min                                                  | Zturat_yeshuv    | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | mahoznafa        | St_indication_or                                     | v_oy               |                                                      |                                                      |

## טבלה 127 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 1

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature  | Second feature     | Third feature      | Fourth feature   | Fifth feature    | Sixth feature | Seventh feature                             | eighth feature                              | ninth feature                            |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                    |                    |                    |                  |                  |               |                                             |                                             |                                          |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 17                    | min                | Zturat_yeshuv      | gil                | mahoznafa        | Max_Volume       | v_oy          | St_indication_or                            | YabeshetAv                                  | NumberOfHatzmaLedInOf fencesYDFirst_Year |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical | v_oy               | mahoznafa        | Zturat_yeshuv    | gil           | Max_Volume                                  | NumberOfBri ratMishpatOf fencesYDFirst_Year | ofnoa_ind                                |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 17                    | min                | v_oy               | Zturat_yeshuv      | gil              | mahoznafa        | ofnoa_ind     | St_indication_or                            | Max_Volume                                  | YabeshetAv                               |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical | mahoznafa          | St_indication_or | Max_Volume       | Zturat_yeshuv | v_oy                                        | NumberOfHatzmaLedInOf fencesYDFirst_Year    | Dadedug                                  |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 17                    | min                | Limitation_Medical | mahoznafa          | St_indication_or | Zturat_yeshuv    | Max_Volume    | NumberOfBri ratMishpatOf fencesYDFirst_Year | gil                                         | v_oy                                     |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | Limitation_Medical | min                | mahoznafa          | Zturat_yeshuv    | Max_Volume       | v_oy          | St_indication_or                            |                                             |                                          |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | min                | mahoznafa          | Limitation_Medical | Zturat_yeshuv    | St_indication_or | v_oy          | Max_Volume                                  |                                             |                                          |

## טבלה 128 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 2

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                                    | Second feature                                       | Third feature      | Fourth feature                                       | Fifth feature                                        | Sixth feature    | Seventh feature                                      | eighth feature   | ninth feature |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------|------------------|---------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                                      |                                                      |                    |                                                      |                                                      |                  |                                                      |                  |               |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 20                    | min                                                  | Limitation_Medical                                   | Zturat_yeshuv      | mahoznafa                                            | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | gil              | Max_Volume                                           | St_indication_or | Dadedug       |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 20                    | min                                                  | mahoznafa                                            | KvutzaUchliya      | Zturat_yeshuv                                        | St_indication_or                                     | v_oy             | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | momedug          | gil           |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 20                    | min                                                  | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | mahoznafa          | Limitation_Medical                                   | v_oy                                                 | Zturat_yeshuv    | Max_Volume                                           | ofnoa_ind        | matzavem      |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 20                    | min                                                  | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | Limitation_Medical | Zturat_yeshuv                                        | Max_Volume                                           | mahoznafa        | gil                                                  | St_indication_or | ofnoa_ind     |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 20                    | min                                                  | mahoznafa                                            | Zturat_yeshuv      | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | v_oy                                                 | Max_Volume       | KvutzaUchliya                                        | St_indication_or | gil           |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | min                                                  | mahoznafa          | Zturat_yeshuv                                        | v_oy                                                 | St_indication_or | Max_Volume                                           |                  |               |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | min                                                  | NumberOfBri ratMishpatOf fencesBefore CAYDFirst_Year | mahoznafa          | Zturat_yeshuv                                        | v_oy                                                 | St_indication_or | Max_Volume                                           |                  |               |

## טבלה 129 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 4

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature                                                   | Third feature                                                    | Fourth feature                                                   | Fifth feature                                                    | Sixth feature                      | Seventh feature                              | eighth feature     | ninth feature                                |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                                                  |                                    |                                              |                    |                                              |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 18                    | min               | Zturat_yeshuv                                                    | YabeshetEm                                                       | shiuch                                                           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | Dadedug                            | matzavav                                     | gil                | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 18                    | shiuch            | Zturat_yeshuv                                                    | matzavav                                                         | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year   | min                                                              | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts | gil                                          | Limition_Oth<br>er | Dadedug                                      |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 18                    | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents                     | ofnoa_ind                                                        | Limition_Me<br>dical                                             | shiuch                             | Zturat_yeshuv                                | YabeshetAv         | Dadedug                                      |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 18                    | min               | ofnoa_ind                                                        | Zturat_yeshuv                                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents                     | Dadedug                                                          | matzavav                           | shiuch                                       | matzavem           | NumofAccide<br>ntsTotalPare<br>nts           |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 18                    | min               | shiuch                                                           | Zturat_yeshuv                                                    | Dadedug                                                          | ofnoa_ind                                                        | matzavem                           | gil                                          | YabeshetEm         | YabeshetAv                                   |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | min               | Zturat_yeshuv                                                    | ofnoa_ind                                                        | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | shiuch                                                           | Dadedug                            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents |                    |                                              |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | Zturat_yeshuv     | shiuch                                                           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_Year | min                                                              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents                     | Dadedug                            | ofnoa_ind                                    |                    |                                              |

### טבלה 130 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 5

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                                     | Second feature                                    | Third feature                                     | Fourth feature                                    | Fifth feature                                     | Sixth feature                                   | Seventh feature    | eighth feature                               | ninth feature                                   |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                                       |                                                   |                                                   |                                                   |                                                   |                                                 |                    |                                              |                                                 |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 18                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Year | shiuch                                            | Zturat_yeshuv                                     | YabeshetAv                                        | gil                                               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents    | min                | Limition_Me<br>dical                         | ofnoa_ind                                       |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 18                    | min                                                   | matzavav                                          | Zturat_yeshuv                                     | shiuch                                            | momedug                                           | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYDFirst_Year | Limition_Oth<br>er | ofnoa_ind                                    | Dadedug                                         |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 18                    | shiuch                                                | Zturat_yeshuv                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | min                                               | ofnoa_ind                                         | momedug                                         | matzavav           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents | NumberOfHa<br>zmnaLedinOf<br>fencesYDFirst_Year |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 18                    | min                                                   | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents      | Zturat_yeshuv                                     | shiuch                                            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | Dadedug                                         | matzavav           | gil                                          | Limition_Me<br>dical                            |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 18                    | min                                                   | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | Zturat_yeshuv                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents      | shiuch                                            | ofnoa_ind                                       | gil                | Dadedug                                      | matzavem                                        |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | min                                                   | Zturat_yeshuv                                     | shiuch                                            | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | matzavav                                          | Dadedug                                         |                    |                                              |                                                 |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | shiuch                                                | matzavav                                          | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst_Year | min                                               | Zturat_yeshuv                                     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParents    | Dadedug            |                                              |                                                 |

### טבלה 131 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 6

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                                         | Second feature    | Third feature     | Fourth feature       | Fifth feature                                         | Sixth feature                                    | Seventh feature   | eighth feature         | ninth feature |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                                           |                   |                   |                      |                                                       |                                                  |                   |                        |               |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 20                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | momedug           | Zturat_yeshu<br>v | mahoznafa            | gil                                                   | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s | Max_Volume        | v_oy                   | ofnoa_ind     |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 20                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | min               | mahoznafa         | Zturat_yeshu<br>v    | v_oy                                                  | Max_Volume                                       | YabeshetEm        | Limitation_Me<br>dical | Dadedug       |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 20                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | mahoznafa         | v_oy              | St_indication<br>_or | Zturat_yeshu<br>v                                     | min                                              | Max_Volume        | YabeshetEm             | momedug       |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 20                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | mahoznafa         | min               | St_indication<br>_or | KvutzaAv                                              | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s | Zturat_yeshu<br>v | v_oy                   | gil           |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 20                    | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | min               | mahoznafa         | St_indication<br>_or | Zturat_yeshu<br>v                                     | KvutzaAv                                         | Dadedug           | v_oy                   | Max_Volume    |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | NumberOfBri<br>ratMishpat<br>Offences<br>YDFirst_Y<br>ear | Zturat_yeshu<br>v | mahoznafa         | v_oy                 | St_indication<br>_or                                  | min                                              | Max_Volume        |                        |               |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | Zturat_ye<br>shuv                                         | v_oy              | mahoznafa         | Max_Volume           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesYDFirst<br>_Year | St_indication<br>_or                             | min               |                        |               |

### טבלה 132 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 7

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature      | Second feature                                                       | Third feature                                                        | Fourth feature                                                       | Fifth feature        | Sixth feature        | Seventh feature | eighth feature | ninth feature                                    |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                        |                                                                      |                                                                      |                                                                      |                      |                      |                 |                |                                                  |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 23                    | min                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_<br>Year | Zturat_yeshu<br>v                                                    | Limitation_Me<br>dical                                               | mahoznafa            | gil                  | ofnoa_ind       | momedug        | Max_Volume                                       |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 23                    | v_oy                   | Limitation_Oth<br>er                                                 | mahoznafa                                                            | gil                                                                  | Zturat_yeshu<br>v    | KvutzaUchlus<br>iya  | Max_Volume      | ofnoa_ind      | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesParent<br>s |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 23                    | v_oy                   | Zturat_yeshu<br>v                                                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_<br>Year | min                                                                  | mahoznafa            | St_indication<br>_or | Max_Volume      | momedug        | Dadedug                                          |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 23                    | min                    | Zturat_yeshu<br>v                                                    | Limitation_Me<br>dical                                               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_<br>Year | ofnoa_ind            | mahoznafa            | Dadedug         | v_oy           | gil                                              |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 23                    | min                    | mahoznafa                                                            | Zturat_yeshu<br>v                                                    | Max_Volume                                                           | St_indication<br>_or | v_oy                 | Yabeshet        | momedug        | KvutzaUchlus<br>iya                              |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | Limitation_Me<br>dical | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_<br>Year | min                                                                  | mahoznafa                                                            | Zturat_yeshu<br>v    | ofnoa_ind            | Max_Volume      | v_oy           |                                                  |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | min                    | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>TotalYDFirst_<br>Year | Limitation_Me<br>dical                                               | mahoznafa                                                            | Zturat_yeshu<br>v    | ofnoa_ind            | v_oy            | Max_Volume     |                                                  |

### טבלה 133 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 8

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature | Third feature | Fourth feature   | Fifth feature    | Sixth feature      | Seventh feature                                     | eighth feature                                       | ninth feature                                        |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|---------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                |               |                  |                  |                    |                                                     |                                                      |                                                      |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 17                    | Zturat_yeshuv     | mahoznafa      | v_oy          | min              | ofnoa_ind        | matzavav           | St_indication_or                                    | gil                                                  | YabeshetEm                                           |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 17                    | min               | ofnoa_ind      | gil           | Zturat_yeshuv    | St_indication_or | mahoznafa          | NumberOfHatzmnaLedInOffencesBeforeCAFamlyFirstYear  | YabeshetEm                                           | YabeshetAv                                           |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 17                    | mahoznafa         | min            | Zturat_yeshuv | v_oy             | gil              | YabeshetEm         | St_indication_or                                    | YabeshetAv                                           | NumberOfBriatMishpatOf fencesBefore CAFamlyFirstYear |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 17                    | Zturat_yeshuv     | min            | mahoznafa     | St_indication_or | matzavav         | v_oy               | YabeshetAv                                          | NumberOfBriatMishpatOf fencesBefore CAFamlyFirstYear | Limitation_Cripple                                   |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 17                    | min               | mahoznafa      | ofnoa_ind     | gil              | Zturat_yeshuv    | Limitation_Cripple | NumberOfHatzmnaLedInOffencesBefore CAFamlyFirstYear | St_indication_or                                     | momedugc                                             |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | Zturat_yeshuv     | mahoznafa      | min           | v_oy             | St_indication_or | gil                | ofnoa_ind                                           |                                                      |                                                      |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | Zturat_yeshuv     | mahoznafa      | min           | gil              | v_oy             | St_indication_or   | ofnoa_ind                                           |                                                      |                                                      |

### טבלה 134 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 9

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature   | Third feature    | Fourth feature     | Fifth feature                                        | Sixth feature                                        | Seventh feature  | eighth feature   | ninth feature                                       |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                  |                  |                    |                                                      |                                                      |                  |                  |                                                     |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 17                    | mahoznafa         | min              | v_oy             | Zturat_yeshuv      | NumberOfBriatMishpatOf fencesBefore CAFamlyFirstYear | gil                                                  | St_indication_or | matzavem         | YabeshetEm                                          |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 17                    | gil               | mahoznafa        | v_oy             | Zturat_yeshuv      | ofnoa_ind                                            | YabeshetEm                                           | YabeshetAv       | St_indication_or | Dadedugc                                            |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 17                    | Zturat_yeshuv     | St_indication_or | mahoznafa        | v_oy               | YabeshetAv                                           | gil                                                  | ofnoa_ind        | matzavav         | min                                                 |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 17                    | min               | mahoznafa        | St_indication_or | Zturat_yeshuv      | YabeshetAv                                           | NumberOfBriatMishpatOf fencesBefore CAFamlyFirstYear | matzavav         | v_oy             | matzavem                                            |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 17                    | min               | mahoznafa        | Zturat_yeshuv    | Limitation_Cripple | ofnoa_ind                                            | gil                                                  | YabeshetAv       | YabeshetEm       | NumberOfHatzmnaLedInOffencesBefore CAFamlyFirstYear |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | Zturat_yeshuv     | v_oy             | YabeshetAv       | gil                | min                                                  | mahoznafa                                            | St_indication_or | ofnoa_ind        |                                                     |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | v_oy              | min              | ofnoa_ind        | Zturat_yeshuv      | mahoznafa                                            | gil                                                  | St_indication_or | YabeshetAv       |                                                     |

### טבלה 135 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 10

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                  | Second feature | Third feature                 | Fourth feature                      | Fifth feature                      | Sixth feature    | Seventh feature                    | eighth feature                     | ninth feature                 |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                    |                |                               |                                     |                                    |                  |                                    |                                    |                               |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 16                    | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | min                           | v_oy                                | NumberOfHatzmnaLedInOffencesFamily | Max_Volume       | St_indication_or                   | Dadedugc                           | NumberOfWarningOffencesFamily |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 16                    | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | NumberOfWarningOffencesFamily | St_indication_or                    | min                                | Max_Volume       | v_oy                               | Dadedugc                           | KvutzaUchliusiya              |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 16                    | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | KvutzaUchliusiya              | v_oy                                | min                                | YabeshetEm       | St_indication_or                   | NumberOfHatzmnaLedInOffencesFamily | Max_Volume                    |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 16                    | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | v_oy                          | St_indication_or                    | Max_Volume                         | Dadedugc         | min                                | YabeshetAv                         | YabeshetEm                    |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 16                    | min                                | mahoznafa      | v_oy                          | NumberOfBriatMishpatOf fencesFamily | NumberOfHatzmnaLedInOffencesFamily | St_indication_or | Max_Volume                         | momedugc                           | YabeshetAv                    |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | St_indication_or              | v_oy                                | NumberOfHatzmnaLedInOffencesFamily | min              | Max_Volume                         |                                    |                               |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | NumberOfBriatMishpatOffencesFamily | mahoznafa      | v_oy                          | Max_Volume                          | St_indication_or                   | min              | NumberOfHatzmnaLedInOffencesFamily |                                    |                               |

### טבלה 136 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 11



| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature                                                       | Third feature | Fourth feature                                                       | Fifth feature                                                        | Sixth feature       | Seventh feature     | eighth feature       | ninth feature        |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                                                                      |               |                                                                      |                                                                      |                     |                     |                      |                      |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 21                    | min               | Limitation_Medical                                                   | mahoznafa     | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>Year | shiuch                                                               | Zturat_yeshu<br>v   | v_oy                | gil                  | KvutzaUchlu<br>sIya  |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 21                    | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>Year | v_oy          | mahoznafa                                                            | shiuch                                                               | KvutzaUchlu<br>sIya | gil                 | Zturat_yeshu<br>v    | YabeshetEm           |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 21                    | v_oy              | YabeshetAv                                                           | mahoznafa     | shiuch                                                               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>Year | Zturat_yeshu<br>v   | gil                 | Yabeshet             | St_indication<br>_or |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 21                    | min               | mahoznafa                                                            | shiuch        | matzavem                                                             | Zturat_yeshu<br>v                                                    | v_oy                | KvutzaUchlu<br>sIya | Dadeducg             | St_indication<br>_or |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 21                    | shiuch            | v_oy                                                                 | mahoznafa     | Zturat_yeshu<br>v                                                    | Dadeducg                                                             | YabeshetAv          | min                 | St_indication<br>_or | Max_Volume           |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | min               | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>Year | mahoznafa     | shiuch                                                               | Zturat_yeshu<br>v                                                    | YabeshetAv          | v_oy                |                      |                      |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | mahozna<br>fa     | Zturat_yeshu<br>v                                                    | min           | NumberOfBri<br>ratMishpatOf<br>fencesBefore<br>CAFamilyFirst<br>Year | shiuch                                                               | v_oy                | YabeshetAv          |                      |                      |

### טבלה 137 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 12

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature    | Second feature         | Third feature        | Fourth feature    | Fifth feature     | Sixth feature          | Seventh feature        | eighth feature         | ninth feature          |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                      |                        |                      |                   |                   |                        |                        |                        |                        |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 23                    | Zturat_ye<br>shuv    | shiuch                 | St_indication<br>_or | v_oy              | Yabeshet          | gil                    | GradeFamily<br>CarsBin | min                    | momeducg               |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 23                    | v_oy                 | shiuch                 | Yabeshet             | gil               | Dadeducg          | mursheav               | YabeshetAv             | Zturat_yeshu<br>v      | GradeFamily<br>CarsBin |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 23                    | min                  | GradeFamily<br>CarsBin | v_oy                 | shiuch            | Zturat_yeshu<br>v | Dadeducg               | gil                    | St_indication<br>_or   | NumOfCars              |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 23                    | shiuch               | St_indication<br>_or   | Zturat_yeshu<br>v    | Limitation_Othe   | NumOfCars         | v_oy                   | gil                    | momeducg               | matzavav               |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 23                    | shiuch               | Zturat_yeshu<br>v      | v_oy                 | Limitation_Crippl | mursheem          | St_indication<br>_or   | momeducg               | Dadeducg               | NumOfCars              |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | min                  | shiuch                 | Zturat_yeshu<br>v    | gil               | v_oy              | GradeFamily<br>CarsBin | St_indication<br>_or   | Yabeshet               |                        |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | St_indica<br>tion_or | Zturat_yeshu<br>v      | shiuch               | min               | v_oy              | gil                    | Yabeshet               | GradeFamily<br>CarsBin |                        |

### טבלה 138 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 13

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature    | Third feature        | Fourth feature       | Fifth feature        | Sixth feature        | Seventh feature      | eighth feature | ninth feature |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                   |                      |                      |                      |                      |                      |                |               |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 23                    | shiuch            | Yabeshet          | v_oy                 | Zturat_yeshu<br>v    | St_indication<br>_or | ofnoa_ind            | NumOfCars            | YabeshetAv     | gil           |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 23                    | v_oy              | shiuch            | Yabeshet             | Zturat_yeshu<br>v    | momeducg             | YabeshetAv           | YabeshetEm           | Dadeducg       | gil           |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 23                    | min               | Zturat_yeshu<br>v | gil                  | shiuch               | matzavav             | v_oy                 | Yabeshet             | Dadeducg       | NumOfCars     |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 23                    | Zturat_ye<br>shuv | shiuch            | St_indication<br>_or | NumOfCars            | min                  | v_oy                 | Limitation_Oth<br>er | Yabeshet       | momeducg      |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 23                    | Limitation_Crippl | shiuch            | v_oy                 | Zturat_yeshu<br>v    | mursheem             | St_indication<br>_or | momeducg             | Dadeducg       | NumOfCars     |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | shiuch            | Zturat_yeshu<br>v | Dadeducg             | v_oy                 | Yabeshet             | St_indication<br>_or | NumOfCars            | momeducg       |               |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | Zturat_ye<br>shuv | shiuch            | NumOfCars            | St_indication<br>_or | v_oy                 | Dadeducg             | momeducg             | Yabeshet       |               |

### טבלה 139 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 14

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                  | Second feature | Third feature                     | Fourth feature | Fifth feature | Sixth feature | Seventh feature                     | eighth feature                      | ninth feature                     |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                    |                |                                   |                |               |               |                                     |                                     |                                   |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 21                    | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Zturat_yeshuv  | mahoznafa                         | YabeshetEm     | Yabeshet      | min           | gil                                 | matzavav                            | NumberOfHatzmaLedInOffencesFamily |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 21                    | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Dadedug        | momedug                           | mahoznafa      | Yabeshet      | Zturat_yeshuv | YabeshetEm                          | gil                                 | Max_Volume                        |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 21                    | mahoznafa                          | Max_Volume     | Zturat_yeshuv                     | Dadedug        | gil           | momedug       | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily  | Yabeshet                            | min                               |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 21                    | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | min            | NumberOfHatzmaLedInOffencesFamily | mahoznafa      | Zturat_yeshuv | momedug       | NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year | Max_Volume                          | NumberOfWarningOffencesFamily     |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 21                    | Zturat_yeshuv                      | mahoznafa      | matzavav                          | matzavem       | gil           | Max_Volume    | momedug                             | NumofAccidentsTotalFamilyFirst_Year | ofnoa_ind                         |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Zturat_yeshuv  | mahoznafa                         | Max_Volume     | gil           | Dadedug       | min                                 | momedug                             |                                   |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Zturat_yeshuv  | mahoznafa                         | Max_Volume     | min           | gil           | momedug                             | Dadedug                             |                                   |

### טבלה 140 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 15

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                                      | Second feature | Third feature                                           | Fourth feature                                          | Fifth feature                                           | Sixth feature | Seventh feature | eighth feature                                         | ninth feature                                          |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                                        |                |                                                         |                                                         |                                                         |               |                 |                                                        |                                                        |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 21                    | min                                                    | shiuch         | NumOfCars                                               | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | ofnoa_ind                                               | mahoznafa     | Zturat_yeshuv   | YabeshetAv                                             | matzavav                                               |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 21                    | ofnoa_ind                                              | mahoznafa      | Zturat_yeshuv                                           | shiuch                                                  | min                                                     | YabeshetEm    | YabeshetAv      | matzavav                                               | gil                                                    |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 21                    | NumberOfHatzmaLedInOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | Zturat_yeshuv  | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | mahoznafa                                               | shiuch                                                  | gil           | min             | Yabeshet                                               | momedug                                                |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 21                    | mahoznafa                                              | shiuch         | min                                                     | Yabeshet                                                | Zturat_yeshuv                                           | gil           | NumOfCars       | momedug                                                | Limitation_Cripple                                     |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 21                    | shiuch                                                 | mahoznafa      | Yabeshet                                                | Zturat_yeshuv                                           | Dadedug                                                 | YabeshetAv    | gil             | Limitation_Medical                                     | NumberOfHatzmaLedInOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | Zturat_yeshuv                                          | mahoznafa      | shiuch                                                  | min                                                     | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | gil           | Yabeshet        | NumberOfHatzmaLedInOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year |                                                        |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 8                     | Zturat_yeshuv                                          | shiuch         | mahoznafa                                               | min                                                     | NumberOfBiratMishpatOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year | gil           | Yabeshet        | NumberOfHatzmaLedInOffencesBeforeTotalFamilyFirst_Year |                                                        |

### טבלה 141 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 16

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature                  | Second feature                     | Third feature | Fourth feature                     | Fifth feature | Sixth feature    | Seventh feature  | eighth feature   | ninth feature                     |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                                    |                                    |               |                                    |               |                  |                  |                  |                                   |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 21                    | min                                | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | shiuch        | v_oy                               | Yabeshet      | mahoznafa        | St_indication_or | Max_Volume       | NumberOfHatzmaLedInOffencesFamily |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 21                    | shiuch                             | Zturat_yeshuv                      | min           | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | mahoznafa     | St_indication_or | Yabeshet         | gil              | Limitation_Medical                |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 21                    | shiuch                             | Zturat_yeshuv                      | YabeshetEm    | v_oy                               | mahoznafa     | min              | momedug          | St_indication_or | gil                               |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 21                    | mahoznafa                          | Zturat_yeshuv                      | min           | v_oy                               | YabeshetAv    | Max_Volume       | shiuch           | gil              | momedug                           |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 21                    | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | shiuch                             | ofnoa_ind     | St_indication_or                   | mahoznafa     | Zturat_yeshuv    | gil              | min              | momedug                           |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 7                     | mahoznafa                          | shiuch                             | v_oy          | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Zturat_yeshuv | min              | St_indication_or |                  |                                   |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 7                     | NumberOfBiratMishpatOffencesFamily | Zturat_yeshuv                      | shiuch        | min                                | mahoznafa     | v_oy             | St_indication_or |                  |                                   |

### טבלה 142 - פרמטרי הרשתות הניורנאליות עבור שאלת חקר מספר 17

| Serial | Automatic number of units | Customize number of units |                | Overfit prevention set | Num of input features | Top first feature | Second feature | Third feature | Fourth feature | Fifth feature | Sixth feature | Seventh feature | eighth feature | ninth feature |
|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|---------------|
|        |                           | Hidden layer 1            | Hidden layer 2 |                        |                       |                   |                |               |                |               |               |                 |                |               |
| 1      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 21                    | mahoznaf          | NumberOfBri    | Zturat_yeshu  | matzavav       | YabeshetEm    | gil           | Limitation_M    | momedug        | NumberOfH     |
| 2      | No                        | 5                         | -              | 30%                    | 21                    | mahoznaf          | ratMishpatOf   | gil           | momedug        | NumOfCars     | matzavem      | matzavav        | NumberOfBri    | ratMishpatOf  |
| 3      | Yes                       | -                         | -              | 10%                    | 21                    | NumOfCars         | Zturat_yeshu   | NumberOfH     | mahoznaf       | NumberOfBri   | Yabeshet      | min             | gil            | matzavav      |
| 4      | No                        | 8                         | 3              | 30%                    | 21                    | NumberOfBri       | min            | mahoznaf      | momedug        | matzavav      | Zturat_yeshu  | NumberOfH       | gil            | NumberOfW     |
| 5      | No                        | 8                         | 3              | 10%                    | 21                    | NumberOfBri       | Zturat_yeshu   | mahoznaf      | gil            | NumberOfW     | ofnoa_ind     | min             | matzavem       | YabeshetAv    |
| 6      | Yes                       | -                         | -              | 30%                    | 8                     | NumberOfBri       | mahoznaf       | Zturat_yeshu  | NumberOfH      | NumOfCars     | gil           | matzavav        | momedug        |               |
| 7      | Yes                       | -                         | -              | 50%                    | 8                     | NumberOfBri       | NumOfCars      | mahoznaf      | Zturat_yeshu   | NumberOfH     | gil           | momedug         | matzavav       |               |

### טבלה 143 - פרמטרי הרשתות הניורונאליות עבור שאלת חקר מספר 18

## נספח מספר 9 – מדדים להערכת ביצועי מסווג בינארי

|            |          | Predicted Class           |                           |
|------------|----------|---------------------------|---------------------------|
|            |          | Negative                  | Positive                  |
| True Class | Negative | True Negative Count (TN)  | False Positive Count (FP) |
|            | Positive | False Negative Count (FN) | True Positive Count (TP)  |

טבלה 144 - מטריצת המבוכה עבור משתנה בינארי

בהינתן הטבלה (מטריצת המבוכה למשתנה בינארי) הבאה נגדיר את המדדים הבאים:

1. **Accuracy** - הדיוק הכללי בסיווג כלל התצפיות

משוואה 2 - Accuracy (Olson & Delen, 2008)

2. **Precision** - הדיוק בסיווג תצפיות למחלקת העניין (positive). במקרה שלנו, עבור מחלקת הנהגים המעורבים, זהו הדיוק בסיווג נהגים כמעורבים.

משוואה 3 - Precision, (Olson & Delen, 2008)

3. **Recall** - הדיוק בסיווג תצפיות של מחלקת העניין. במקרה שלנו, עבור מחלקת הנהגים המעורבים, זהו הדיוק בסיווג נהגים מעורבים.

משוואה 4 - Recall, (Olson & Delen, 2008)

4. **Lift** - זהו היחס בין ה-Precision לבין ההסתברות האפרורית של מחלקת העניין, והוא מציג פי כמה טוב יותר המסווג ממסווג אקראי (המסווג ע"ס ההסתברויות האפרוריות של המחלקות).

משוואה 5 - Lift

## נספח מספר 10 – תוצאות המודלים בגישה השלישית

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.58%            | 59.74%           | 59.72%        | 61.89%                 | 0.76%     | 0.53            | 1.53 | 1.50%    | 0.398 |
| DT   | 2             | 65.52%            | 58.88%           | 58.86%        | 62.10%                 | 0.75%     | 0.51            | 1.51 | 1.48%    | 0.389 |
| DT   | 3             | 65.49%            | 59.78%           | 59.76%        | 62.31%                 | 0.77%     | 0.54            | 1.54 | 1.52%    | 0.403 |
| DT   | 4             | 64.75%            | 59.53%           | 59.51%        | 61.85%                 | 0.76%     | 0.52            | 1.52 | 1.50%    | 0.394 |
| DT   | 5             | 61.94%            | 57.59%           | 57.55%        | 64.23%                 | 0.75%     | 0.51            | 1.51 | 1.48%    | 0.392 |
| DT   | 6             | 62.08%            | 52.56%           | 52.47%        | 69.07%                 | 0.72%     | 0.45            | 1.45 | 1.43%    | 0.373 |
| DT   | 7             | 61.73%            | 50.10%           | 49.99%        | 71.41%                 | 0.71%     | 0.42            | 1.42 | 1.41%    | 0.363 |
| NN   | 1             | 62.35%            | 63.50%           | 63.52%        | 58.41%                 | 0.79%     | 0.60            | 1.60 | 1.56%    | 0.423 |
| NN   | 2             | 62.84%            | 59.99%           | 59.98%        | 61.39%                 | 0.76%     | 0.53            | 1.53 | 1.50%    | 0.397 |
| NN   | 3             | 61.30%            | 61.11%           | 61.13%        | 58.45%                 | 0.74%     | 0.50            | 1.50 | 1.46%    | 0.380 |
| NN   | 4             | 61.42%            | 56.68%           | 56.64%        | 64.27%                 | 0.73%     | 0.48            | 1.48 | 1.44%    | 0.379 |
| NN   | 5             | 61.65%            | 58.55%           | 58.53%        | 62.57%                 | 0.75%     | 0.51            | 1.51 | 1.48%    | 0.390 |
| NN   | 6             | 60.50%            | 56.49%           | 56.46%        | 62.87%                 | 0.72%     | 0.44            | 1.44 | 1.42%    | 0.360 |
| NN   | 7             | 62.17%            | 56.27%           | 56.22%        | 66.53%                 | 0.75%     | 0.52            | 1.52 | 1.48%    | 0.400 |

### טבלה 145 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 1

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 68.89%            | 61.36%           | 61.36%        | 60.83%                 | 0.78%     | 0.57            | 1.57 | 1.54%    | 0.413 |
| DT   | 2             | 66.39%            | 59.31%           | 59.29%        | 62.45%                 | 0.76%     | 0.53            | 1.53 | 1.50%    | 0.398 |
| DT   | 3             | 65.69%            | 61.02%           | 61.02%        | 61.34%                 | 0.78%     | 0.57            | 1.57 | 1.54%    | 0.414 |
| DT   | 4             | 64.98%            | 59.50%           | 59.48%        | 62.45%                 | 0.76%     | 0.54            | 1.54 | 1.50%    | 0.403 |
| DT   | 5             | 61.97%            | 58.50%           | 58.48%        | 63.04%                 | 0.75%     | 0.51            | 1.51 | 1.48%    | 0.391 |
| DT   | 6             | 61.46%            | 55.90%           | 55.85%        | 65.63%                 | 0.74%     | 0.48            | 1.48 | 1.46%    | 0.381 |
| DT   | 7             | 62.12%            | 48.84%           | 48.71%        | 72.64%                 | 0.70%     | 0.41            | 1.41 | 1.39%    | 0.360 |
| NN   | 1             | 61.24%            | 55.79%           | 63.52%        | 58.41%                 | 0.79%     | 0.60            | 1.60 | 1.56%    | 0.415 |
| NN   | 2             | 62.06%            | 57.51%           | 59.98%        | 61.38%                 | 0.76%     | 0.53            | 1.53 | 1.50%    | 0.395 |
| NN   | 3             | 61.65%            | 61.53%           | 61.12%        | 58.45%                 | 0.74%     | 0.50            | 1.50 | 1.46%    | 0.381 |
| NN   | 4             | 61.08%            | 53.69%           | 56.64%        | 64.27%                 | 0.73%     | 0.48            | 1.48 | 1.44%    | 0.376 |
| NN   | 5             | 62.27%            | 62.08%           | 58.53%        | 62.57%                 | 0.75%     | 0.51            | 1.51 | 1.48%    | 0.393 |
| NN   | 6             | 61.72%            | 53.87%           | 56.56%        | 62.87%                 | 0.72%     | 0.44            | 1.44 | 1.42%    | 0.358 |
| NN   | 7             | 60.98%            | 49.98%           | 56.22%        | 66.53%                 | 0.75%     | 0.52            | 1.52 | 1.48%    | 0.393 |

### טבלה 146 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 2

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 68.51%            | 63.71%           | 63.76%        | 58.62%                 | 1.57%     | 0.61            | 1.61 | 3.06%    | 0.430 |
| DT   | 2             | 63.88%            | 64.52%           | 64.57%        | 59.33%                 | 1.63%     | 0.66            | 1.66 | 3.17%    | 0.452 |
| DT   | 3             | 64.28%            | 62.88%           | 62.92%        | 59.72%                 | 1.57%     | 0.60            | 1.60 | 3.06%    | 0.427 |
| DT   | 4             | 62.81%            | 64.09%           | 64.14%        | 58.96%                 | 1.60%     | 0.63            | 1.63 | 3.12%    | 0.439 |
| DT   | 5             | 61.96%            | 64.29%           | 64.35%        | 58.70%                 | 1.60%     | 0.64            | 1.64 | 3.12%    | 0.442 |
| DT   | 6             | 61.09%            | 63.00%           | 63.03%        | 60.35%                 | 1.59%     | 0.62            | 1.62 | 3.10%    | 0.436 |
| DT   | 7             | 60.36%            | 55.61%           | 55.50%        | 66.30%                 | 1.45%     | 0.48            | 1.48 | 2.84%    | 0.385 |
| NN   | 1             | 61.30%            | 61.17%           | 61.16%        | 62.15%                 | 1.56%     | 0.59            | 1.59 | 3.04%    | 0.426 |
| NN   | 2             | 61.15%            | 61.95%           | 61.96%        | 60.66%                 | 1.55%     | 0.59            | 1.59 | 3.02%    | 0.424 |
| NN   | 3             | 61.71%            | 63.88%           | 63.92%        | 59.25%                 | 1.60%     | 0.63            | 1.63 | 3.12%    | 0.439 |
| NN   | 4             | 61.53%            | 65.45%           | 65.52%        | 58.78%                 | 1.66%     | 0.69            | 1.69 | 3.23%    | 0.464 |
| NN   | 5             | 60.58%            | 62.75%           | 62.78%        | 59.90%                 | 1.57%     | 0.60            | 1.60 | 3.06%    | 0.427 |
| NN   | 6             | 60.74%            | 55.52%           | 55.41%        | 66.93%                 | 1.46%     | 0.49            | 1.49 | 2.86%    | 0.390 |
| NN   | 7             | 60.73%            | 56.64%           | 56.55%        | 65.47%                 | 1.47%     | 0.50            | 1.50 | 2.88%    | 0.392 |

### טבלה 147 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 4

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 65.31%            | 60.51%           | 60.53%        | 57.85%                 | 1.30%     | 0.46            | 1.46 | 2.54%    | 0.364 |
| DT   | 2             | 62.30%            | 62.73%           | 62.78%        | 56.36%                 | 1.35%     | 0.51            | 1.51 | 2.64%    | 0.384 |
| DT   | 3             | 63.06%            | 60.26%           | 60.28%        | 57.71%                 | 1.29%     | 0.45            | 1.45 | 2.52%    | 0.360 |
| DT   | 4             | 62.42%            | 58.30%           | 58.28%        | 60.30%                 | 1.29%     | 0.44            | 1.44 | 2.53%    | 0.359 |
| DT   | 5             | 59.97%            | 67.45%           | 67.60%        | 50.94%                 | 1.40%     | 0.56            | 1.56 | 2.73%    | 0.398 |
| DT   | 6             | 60.17%            | 60.86%           | 60.89%        | 57.66%                 | 1.31%     | 0.47            | 1.47 | 2.56%    | 0.368 |
| DT   | 7             | 59.58%            | 65.99%           | 66.12%        | 51.56%                 | 1.35%     | 0.51            | 1.51 | 2.63%    | 0.377 |
| NN   | 1             | 59.28%            | 56.66%           | 56.62%        | 61.00%                 | 1.25%     | 0.40            | 1.40 | 2.45%    | 0.342 |
| NN   | 2             | 56.94%            | 56.74%           | 56.73%        | 57.37%                 | 1.18%     | 0.32            | 1.32 | 2.31%    | 0.303 |
| NN   | 3             | 59.72%            | 59.31%           | 59.30%        | 60.74%                 | 1.33%     | 0.49            | 1.49 | 2.60%    | 0.381 |
| NN   | 4             | 57.74%            | 61.75%           | 61.82%        | 53.63%                 | 1.25%     | 0.40            | 1.40 | 2.44%    | 0.333 |
| NN   | 5             | 57.48%            | 60.72%           | 60.78%        | 55.00%                 | 1.25%     | 0.40            | 1.40 | 2.44%    | 0.334 |
| NN   | 6             | 59.63%            | 57.38%           | 57.35%        | 60.64%                 | 1.27%     | 0.42            | 1.42 | 2.49%    | 0.350 |
| NN   | 7             | 58.09%            | 58.79%           | 58.81%        | 56.27%                 | 1.22%     | 0.36            | 1.36 | 2.39%    | 0.319 |

### טבלה 148 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 5

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 65.09%            | 60.39%           | 60.41%        | 58.41%                 | 1.31%     | 0.47            | 1.47 | 2.56%    | 0.369 |
| DT   | 2             | 62.39%            | 63.54%           | 63.61%        | 55.62%                 | 1.36%     | 0.52            | 1.52 | 2.66%    | 0.387 |
| DT   | 3             | 63.01%            | 59.86%           | 59.87%        | 58.29%                 | 1.29%     | 0.45            | 1.45 | 2.52%    | 0.360 |
| DT   | 4             | 62.41%            | 58.47%           | 58.46%        | 60.26%                 | 1.29%     | 0.44            | 1.44 | 2.53%    | 0.359 |
| DT   | 5             | 60.22%            | 66.75%           | 66.89%        | 52.16%                 | 1.40%     | 0.57            | 1.57 | 2.73%    | 0.403 |
| DT   | 6             | 60.32%            | 60.56%           | 60.58%        | 57.95%                 | 1.31%     | 0.46            | 1.46 | 2.56%    | 0.364 |
| DT   | 7             | 59.84%            | 65.34%           | 65.46%        | 52.69%                 | 1.36%     | 0.52            | 1.52 | 2.65%    | 0.383 |
| NN   | 1             | 57.76%            | 59.87%           | 59.90%        | 56.17%                 | 1.25%     | 0.40            | 1.40 | 2.45%    | 0.336 |
| NN   | 2             | 58.33%            | 62.21%           | 62.28%        | 54.32%                 | 1.28%     | 0.43            | 1.43 | 2.50%    | 0.347 |
| NN   | 3             | 58.42%            | 63.38%           | 63.47%        | 53.27%                 | 1.30%     | 0.45            | 1.45 | 2.54%    | 0.354 |
| NN   | 4             | 58.82%            | 57.85%           | 57.84%        | 59.29%                 | 1.25%     | 0.40            | 1.40 | 2.45%    | 0.340 |
| NN   | 5             | 59.71%            | 62.12%           | 62.17%        | 56.41%                 | 1.33%     | 0.48            | 1.48 | 2.60%    | 0.371 |
| NN   | 6             | 59.04%            | 51.54%           | 51.41%        | 66.67%                 | 1.22%     | 0.37            | 1.37 | 2.40%    | 0.337 |
| NN   | 7             | 58.14%            | 59.08%           | 59.09%        | 57.97%                 | 1.26%     | 0.41            | 1.41 | 2.47%    | 0.343 |

### טבלה 149 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 6

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.49%            | 63.94%           | 64.02%        | 55.70%                 | 1.45%     | 0.54            | 1.54 | 2.82%    | 0.396 |
| DT   | 2             | 62.73%            | 68.95%           | 69.10%        | 53.42%                 | 1.61%     | 0.72            | 1.72 | 3.13%    | 0.467 |
| DT   | 3             | 63.71%            | 67.41%           | 67.54%        | 53.77%                 | 1.54%     | 0.65            | 1.65 | 3.00%    | 0.438 |
| DT   | 4             | 62.60%            | 70.26%           | 70.43%        | 51.88%                 | 1.63%     | 0.74            | 1.74 | 3.17%    | 0.475 |
| DT   | 5             | 60.79%            | 62.20%           | 62.23%        | 59.73%                 | 1.48%     | 0.57            | 1.57 | 2.88%    | 0.415 |
| DT   | 6             | 60.26%            | 59.14%           | 59.10%        | 63.03%                 | 1.44%     | 0.53            | 1.53 | 2.81%    | 0.403 |
| DT   | 7             | 60.63%            | 67.71%           | 67.84%        | 54.15%                 | 1.57%     | 0.67            | 1.67 | 3.05%    | 0.450 |
| NN   | 1             | 60.50%            | 66.10%           | 66.20%        | 55.11%                 | 1.52%     | 0.62            | 1.62 | 2.96%    | 0.429 |
| NN   | 2             | 59.47%            | 68.55%           | 68.72%        | 49.88%                 | 1.49%     | 0.59            | 1.59 | 2.89%    | 0.407 |
| NN   | 3             | 60.55%            | 62.13%           | 62.16%        | 59.13%                 | 1.46%     | 0.55            | 1.55 | 2.85%    | 0.407 |
| NN   | 4             | 58.64%            | 61.78%           | 61.83%        | 56.06%                 | 1.37%     | 0.46            | 1.46 | 2.68%    | 0.363 |
| NN   | 5             | 60.42%            | 63.94%           | 64.00%        | 57.88%                 | 1.50%     | 0.60            | 1.60 | 2.92%    | 0.424 |
| NN   | 6             | 60.09%            | 67.32%           | 67.45%        | 53.44%                 | 1.53%     | 0.63            | 1.63 | 2.98%    | 0.432 |
| NN   | 7             | 56.35%            | 50.64%           | 50.53%        | 62.40%                 | 1.18%     | 0.26            | 1.26 | 2.32%    | 0.282 |

### טבלה 150 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 7

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.52%            | 58.02%           | 58.03%        | 57.67%                 | 2.53%     | 0.36            | 1.36 | 4.84%    | 0.327 |
| DT   | 2             | 60.22%            | 61.56%           | 61.64%        | 57.47%                 | 2.75%     | 0.48            | 1.48 | 5.24%    | 0.378 |
| DT   | 3             | 62.30%            | 62.63%           | 62.77%        | 55.50%                 | 2.73%     | 0.48            | 1.48 | 5.21%    | 0.373 |
| DT   | 4             | 59.97%            | 59.55%           | 59.55%        | 59.62%                 | 2.70%     | 0.46            | 1.46 | 5.17%    | 0.371 |
| DT   | 5             | 59.42%            | 62.12%           | 62.22%        | 57.00%                 | 2.77%     | 0.49            | 1.49 | 5.28%    | 0.382 |
| DT   | 6             | 58.86%            | 65.24%           | 65.46%        | 53.40%                 | 2.83%     | 0.53            | 1.53 | 5.38%    | 0.393 |
| DT   | 7             | 59.08%            | 64.08%           | 64.25%        | 55.03%                 | 2.82%     | 0.52            | 1.52 | 5.37%    | 0.392 |
| NN   | 1             | 59.08%            | 59.15%           | 59.13%        | 60.10%                 | 2.70%     | 0.46            | 1.46 | 5.17%    | 0.371 |
| NN   | 2             | 50.94%            | 53.12%           | 53.20%        | 48.69%                 | 1.92%     | 0.04            | 1.04 | 3.69%    | 0.172 |
| NN   | 3             | 57.94%            | 52.53%           | 52.31%        | 64.44%                 | 2.48%     | 0.34            | 1.34 | 4.78%    | 0.326 |
| NN   | 4             | 59.30%            | 61.60%           | 61.68%        | 57.37%                 | 2.75%     | 0.48            | 1.48 | 5.25%    | 0.378 |
| NN   | 5             | 57.24%            | 52.45%           | 52.25%        | 63.01%                 | 2.43%     | 0.31            | 1.31 | 4.68%    | 0.310 |
| NN   | 6             | 57.77%            | 54.57%           | 54.41%        | 62.65%                 | 2.53%     | 0.36            | 1.36 | 4.86%    | 0.333 |
| NN   | 7             | 57.96%            | 54.20%           | 54.04%        | 62.99%                 | 2.52%     | 0.36            | 1.36 | 4.85%    | 0.332 |

### טבלה 151 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 8

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 64.78%            | 62.59%           | 62.65%        | 53.09%                 | 0.95%     | 0.42            | 1.42 | 1.87%    | 0.339 |
| DT   | 2             | 60.52%            | 53.32%           | 53.26%        | 62.22%                 | 0.89%     | 0.33            | 1.33 | 1.76%    | 0.312 |
| DT   | 3             | 63.80%            | 57.69%           | 57.69%        | 57.88%                 | 0.91%     | 0.36            | 1.36 | 1.80%    | 0.322 |
| DT   | 4             | 61.77%            | 62.13%           | 62.19%        | 53.82%                 | 0.95%     | 0.42            | 1.42 | 1.87%    | 0.340 |
| DT   | 5             | 58.66%            | 55.10%           | 55.07%        | 44.93%                 | 0.90%     | 0.34            | 1.34 | 1.76%    | 0.283 |
| DT   | 6             | 58.71%            | 55.03%           | 54.99%        | 60.35%                 | 0.90%     | 0.34            | 1.34 | 1.77%    | 0.314 |
| DT   | 7             | 58.89%            | 61.17%           | 61.23%        | 53.47%                 | 0.92%     | 0.38            | 1.38 | 1.81%    | 0.321 |
| NN   | 1             | 57.11%            | 57.32%           | 57.33%        | 54.96%                 | 0.86%     | 0.29            | 1.29 | 1.70%    | 0.284 |
| NN   | 2             | 58.83%            | 67.41%           | 67.53%        | 48.65%                 | 1.00%     | 0.49            | 1.49 | 1.96%    | 0.365 |
| NN   | 3             | 56.61%            | 55.10%           | 55.09%        | 56.39%                 | 0.84%     | 0.25            | 1.25 | 1.66%    | 0.272 |
| NN   | 4             | 57.03%            | 57.16%           | 57.17%        | 55.15%                 | 0.86%     | 0.29            | 1.29 | 1.70%    | 0.284 |
| NN   | 5             | 57.98%            | 65.73%           | 65.84%        | 49.54%                 | 0.97%     | 0.45            | 1.45 | 1.90%    | 0.346 |
| NN   | 6             | 57.66%            | 58.94%           | 58.97%        | 54.61%                 | 0.89%     | 0.33            | 1.33 | 1.75%    | 0.302 |
| NN   | 7             | 57.85%            | 56.92%           | 56.92%        | 57.02%                 | 0.88%     | 0.32            | 1.32 | 1.74%    | 0.302 |

### טבלה 152 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 9

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 65.35%            | 62.68%           | 62.75%        | 52.52%                 | 0.94%     | 0.41            | 1.41 | 1.85%    | 0.333 |
| DT   | 2             | 60.88%            | 53.07%           | 53.01%        | 61.71%                 | 0.88%     | 0.31            | 1.31 | 1.73%    | 0.303 |
| DT   | 3             | 63.14%            | 60.80%           | 60.84%        | 54.36%                 | 0.93%     | 0.38            | 1.38 | 1.82%    | 0.326 |
| DT   | 4             | 61.93%            | 61.64%           | 61.70%        | 53.66%                 | 0.94%     | 0.40            | 1.40 | 1.84%    | 0.331 |
| DT   | 5             | 59.28%            | 59.00%           | 59.02%        | 56.61%                 | 0.92%     | 0.38            | 1.38 | 1.82%    | 0.326 |
| DT   | 6             | 59.20%            | 62.29%           | 62.36%        | 51.92%                 | 0.92%     | 0.38            | 1.38 | 1.81%    | 0.319 |
| DT   | 7             | 59.72%            | 59.52%           | 59.55%        | 54.87%                 | 0.91%     | 0.35            | 1.35 | 1.78%    | 0.313 |
| NN   | 1             | 57.06%            | 56.33%           | 56.33%        | 55.47%                 | 0.85%     | 0.27            | 1.27 | 1.67%    | 0.277 |
| NN   | 2             | 54.30%            | 56.56%           | 56.59%        | 52.24%                 | 0.81%     | 0.20            | 1.20 | 1.59%    | 0.244 |
| NN   | 3             | 56.99%            | 62.32%           | 62.42%        | 48.69%                 | 0.87%     | 0.29            | 1.29 | 1.70%    | 0.279 |
| NN   | 4             | 58.67%            | 52.63%           | 52.57%        | 62.31%                 | 0.88%     | 0.31            | 1.31 | 1.73%    | 0.304 |
| NN   | 5             | 57.96%            | 61.95%           | 62.01%        | 53.12%                 | 0.93%     | 0.39            | 1.39 | 1.84%    | 0.329 |
| NN   | 6             | 57.19%            | 59.16%           | 59.21%        | 51.82%                 | 0.85%     | 0.27            | 1.27 | 1.67%    | 0.273 |
| NN   | 7             | 57.71%            | 59.05%           | 59.08%        | 54.90%                 | 0.90%     | 0.34            | 1.34 | 1.76%    | 0.307 |

### טבלה 153 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 10

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 64.97%            | 63.62%           | 63.69%        | 52.67%                 | 0.94%     | 0.45            | 1.45 | 1.85%    | 0.350 |
| DT   | 2             | 62.17%            | 60.31%           | 60.34%        | 55.84%                 | 0.92%     | 0.40            | 1.40 | 1.80%    | 0.336 |
| DT   | 3             | 62.57%            | 62.61%           | 62.67%        | 53.79%                 | 0.94%     | 0.44            | 1.44 | 1.84%    | 0.348 |
| DT   | 4             | 61.77%            | 61.94%           | 61.99%        | 54.29%                 | 0.93%     | 0.42            | 1.42 | 1.83%    | 0.343 |
| DT   | 5             | 59.44%            | 68.76%           | 68.90%        | 48.07%                 | 1.01%     | 0.54            | 1.54 | 1.97%    | 0.384 |
| DT   | 6             | 60.98%            | 65.05%           | 65.14%        | 52.13%                 | 0.97%     | 0.49            | 1.49 | 1.91%    | 0.368 |
| DT   | 7             | 61.24%            | 65.62%           | 65.71%        | 51.58%                 | 0.98%     | 0.50            | 1.50 | 1.92%    | 0.371 |
| NN   | 1             | 59.41%            | 62.32%           | 62.36%        | 55.53%                 | 0.96%     | 0.47            | 1.47 | 1.89%    | 0.365 |
| NN   | 2             | 59.00%            | 27.87%           | 57.86%        | 59.16%                 | 0.91%     | 0.40            | 1.40 | 1.80%    | 0.309 |
| NN   | 3             | 59.82%            | 65.73%           | 65.83%        | 50.66%                 | 0.96%     | 0.48            | 1.48 | 1.89%    | 0.361 |
| NN   | 4             | 58.36%            | 67.62%           | 67.75%        | 47.84%                 | 0.97%     | 0.48            | 1.48 | 1.89%    | 0.358 |
| NN   | 5             | 58.99%            | 56.97%           | 56.95%        | 59.62%                 | 0.90%     | 0.38            | 1.38 | 1.78%    | 0.332 |
| NN   | 6             | 59.81%            | 64.94%           | 65.03%        | 51.47%                 | 0.96%     | 0.47            | 1.47 | 1.88%    | 0.358 |
| NN   | 7             | 59.14%            | 62.26%           | 62.31%        | 54.48%                 | 0.94%     | 0.44            | 1.44 | 1.85%    | 0.351 |

#### טבלה 154 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 11

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 66.26%            | 60.44%           | 60.50%        | 56.19%                 | 1.91%     | 0.41            | 1.41 | 3.69%    | 0.344 |
| DT   | 2             | 62.84%            | 60.07%           | 60.11%        | 57.02%                 | 1.92%     | 0.42            | 1.42 | 3.71%    | 0.348 |
| DT   | 3             | 62.93%            | 60.71%           | 60.78%        | 55.48%                 | 1.90%     | 0.41            | 1.41 | 3.67%    | 0.340 |
| DT   | 4             | 62.07%            | 61.04%           | 61.11%        | 55.54%                 | 1.91%     | 0.42            | 1.42 | 3.70%    | 0.346 |
| DT   | 5             | 58.82%            | 60.20%           | 60.26%        | 55.50%                 | 1.87%     | 0.39            | 1.39 | 3.62%    | 0.332 |
| DT   | 6             | 59.19%            | 57.08%           | 57.06%        | 59.00%                 | 1.84%     | 0.37            | 1.37 | 3.57%    | 0.327 |
| DT   | 7             | 58.81%            | 59.43%           | 59.47%        | 56.83%                 | 1.88%     | 0.39            | 1.39 | 3.64%    | 0.337 |
| NN   | 1             | 59.11%            | 57.87%           | 57.84%        | 59.77%                 | 1.90%     | 0.41            | 1.41 | 3.68%    | 0.347 |
| NN   | 2             | 58.62%            | 55.28%           | 55.19%        | 61.35%                 | 1.84%     | 0.36            | 1.36 | 3.57%    | 0.329 |
| NN   | 3             | 56.68%            | 44.44%           | 44.11%        | 68.27%                 | 1.64%     | 0.22            | 1.22 | 3.21%    | 0.273 |
| NN   | 4             | 57.52%            | 53.57%           | 53.46%        | 61.41%                 | 1.77%     | 0.31            | 1.31 | 3.44%    | 0.307 |
| NN   | 5             | 53.91%            | 38.44%           | 38.01%        | 69.80%                 | 1.51%     | 0.12            | 1.12 | 2.97%    | 0.232 |
| NN   | 6             | 58.23%            | 54.54%           | 54.45%        | 61.72%                 | 1.82%     | 0.35            | 1.35 | 3.53%    | 0.323 |
| NN   | 7             | 57.93%            | 52.41%           | 53.27%        | 62.90%                 | 1.77%     | 0.31            | 1.31 | 3.44%    | 0.308 |

#### טבלה 155 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 12

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.79%            | 56.52%           | 56.55%        | 54.38%                 | 1.74%     | 0.25            | 1.25 | 3.37%    | 0.269 |
| DT   | 2             | 60.51%            | 55.11%           | 55.08%        | 57.20%                 | 1.77%     | 0.27            | 1.27 | 3.43%    | 0.282 |
| DT   | 3             | 63.12%            | 57.77%           | 57.85%        | 52.40%                 | 1.73%     | 0.24            | 1.24 | 3.35%    | 0.263 |
| DT   | 4             | 60.60%            | 60.12%           | 60.23%        | 52.18%                 | 1.82%     | 0.31            | 1.31 | 3.52%    | 0.292 |
| DT   | 5             | 58.40%            | 61.09%           | 61.22%        | 51.85%                 | 1.86%     | 0.33            | 1.33 | 3.58%    | 0.303 |
| DT   | 6             | 56.55%            | 51.80%           | 51.67%        | 60.60%                 | 1.74%     | 0.25            | 1.25 | 3.39%    | 0.278 |
| DT   | 7             | 56.38%            | 58.42%           | 58.49%        | 53.67%                 | 1.80%     | 0.29            | 1.29 | 3.48%    | 0.286 |
| NN   | 1             | 54.38%            | 52.86%           | 52.82%        | 55.72%                 | 1.64%     | 0.18            | 1.18 | 3.19%    | 0.240 |
| NN   | 2             | 51.92%            | 48.40%           | 48.31%        | 55.42%                 | 1.49%     | 0.07            | 1.07 | 2.91%    | 0.192 |
| NN   | 3             | 56.17%            | 50.69%           | 50.53%        | 61.66%                 | 1.73%     | 0.24            | 1.24 | 3.37%    | 0.276 |
| NN   | 4             | 51.54%            | 58.98%           | 59.20%        | 43.26%                 | 1.48%     | 0.06            | 1.06 | 2.86%    | 0.174 |
| NN   | 5             | 54.18%            | 46.99%           | 46.78%        | 62.15%                 | 1.63%     | 0.17            | 1.17 | 3.17%    | 0.242 |
| NN   | 6             | 54.70%            | 49.90%           | 49.77%        | 59.20%                 | 1.64%     | 0.18            | 1.18 | 3.19%    | 0.243 |
| NN   | 7             | 55.03%            | 53.30%           | 53.27%        | 55.56%                 | 1.65%     | 0.19            | 1.19 | 3.21%    | 0.244 |

#### טבלה 156 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 13



| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 67.08%            | 54.37%           | 54.33%        | 56.91%                 | 1.73%     | 0.24            | 1.24 | 3.36%    | 0.270 |
| DT   | 2             | 60.45%            | 56.38%           | 56.38%        | 56.14%                 | 1.79%     | 0.28            | 1.28 | 3.47%    | 0.287 |
| DT   | 3             | 63.08%            | 56.50%           | 56.52%        | 55.07%                 | 1.76%     | 0.26            | 1.26 | 3.41%    | 0.277 |
| DT   | 4             | 60.60%            | 59.74%           | 59.83%        | 53.14%                 | 1.84%     | 0.32            | 1.32 | 3.55%    | 0.298 |
| DT   | 5             | 58.08%            | 62.82%           | 63.00%        | 50.21%                 | 1.88%     | 0.35            | 1.35 | 3.63%    | 0.309 |
| DT   | 6             | 56.54%            | 57.56%           | 57.60%        | 55.01%                 | 1.80%     | 0.29            | 1.29 | 3.49%    | 0.290 |
| DT   | 7             | 56.28%            | 58.71%           | 58.78%        | 53.83%                 | 1.81%     | 0.30            | 1.30 | 3.51%    | 0.292 |
| NN   | 1             | 53.60%            | 56.06%           | 56.14%        | 50.37%                 | 1.60%     | 0.15            | 1.15 | 3.10%    | 0.220 |
| NN   | 2             | 51.06%            | 43.48%           | 43.26%        | 58.55%                 | 1.44%     | 0.03            | 1.03 | 2.81%    | 0.177 |
| NN   | 3             | 56.03%            | 48.60%           | 48.40%        | 62.95%                 | 1.70%     | 0.22            | 1.22 | 3.30%    | 0.266 |
| NN   | 4             | 53.53%            | 56.55%           | 56.65%        | 49.21%                 | 1.58%     | 0.13            | 1.13 | 3.06%    | 0.213 |
| NN   | 5             | 54.46%            | 42.89%           | 42.56%        | 66.38%                 | 1.61%     | 0.15            | 1.15 | 3.14%    | 0.242 |
| NN   | 6             | 52.67%            | 59.04%           | 59.23%        | 45.26%                 | 1.55%     | 0.11            | 1.11 | 2.99%    | 0.198 |
| NN   | 7             | 50.78%            | 27.97%           | 27.33%        | 73.71%                 | 1.41%     | 0.01            | 1.01 | 2.78%    | 0.185 |

#### טבלה 157 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 14

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 66.93%            | 58.20%           | 58.29%        | 52.87%                 | 2.04%     | 0.26            | 1.26 | 3.93%    | 0.275 |
| DT   | 2             | 59.76%            | 63.59%           | 63.84%        | 48.50%                 | 2.16%     | 0.33            | 1.33 | 4.13%    | 0.301 |
| DT   | 3             | 63.42%            | 54.79%           | 54.78%        | 55.85%                 | 1.99%     | 0.23            | 1.23 | 3.84%    | 0.265 |
| DT   | 4             | 60.89%            | 59.41%           | 59.53%        | 52.44%                 | 2.08%     | 0.29            | 1.29 | 4.01%    | 0.286 |
| DT   | 5             | 57.81%            | 60.35%           | 60.47%        | 53.08%                 | 2.16%     | 0.34            | 1.34 | 4.15%    | 0.307 |
| DT   | 6             | 57.42%            | 62.65%           | 62.86%        | 50.33%                 | 2.18%     | 0.35            | 1.35 | 4.17%    | 0.309 |
| DT   | 7             | 57.05%            | 62.56%           | 62.76%        | 50.42%                 | 2.18%     | 0.35            | 1.35 | 4.17%    | 0.308 |
| NN   | 1             | 56.56%            | 61.66%           | 61.84%        | 50.20%                 | 2.12%     | 0.31            | 1.31 | 4.06%    | 0.292 |
| NN   | 2             | 52.71%            | 45.31%           | 45.08%        | 59.30%                 | 1.74%     | 0.08            | 1.08 | 3.39%    | 0.201 |
| NN   | 3             | 52.74%            | 44.26%           | 43.98%        | 61.32%                 | 1.77%     | 0.09            | 1.09 | 3.43%    | 0.209 |
| NN   | 4             | 57.05%            | 56.53%           | 56.53%        | 56.27%                 | 2.08%     | 0.29            | 1.29 | 4.02%    | 0.291 |
| NN   | 5             | 52.00%            | 49.13%           | 49.04%        | 54.27%                 | 1.72%     | 0.06            | 1.06 | 3.33%    | 0.188 |
| NN   | 6             | 56.26%            | 63.28%           | 63.53%        | 48.27%                 | 2.13%     | 0.32            | 1.32 | 4.08%    | 0.293 |
| NN   | 7             | 56.18%            | 59.29%           | 59.41%        | 51.81%                 | 2.05%     | 0.27            | 1.27 | 3.95%    | 0.277 |

#### טבלה 158 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 15

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 65.15%            | 51.84%           | 51.60%        | 59.29%                 | 3.80%     | 0.22            | 1.22 | 7.15%    | 0.268 |
| DT   | 2             | 60.23%            | 50.71%           | 50.37%        | 61.19%                 | 3.83%     | 0.22            | 1.22 | 7.21%    | 0.274 |
| DT   | 3             | 61.88%            | 50.50%           | 50.20%        | 59.99%                 | 3.74%     | 0.20            | 1.20 | 7.05%    | 0.260 |
| DT   | 4             | 60.26%            | 52.74%           | 52.55%        | 58.61%                 | 3.83%     | 0.23            | 1.23 | 7.20%    | 0.272 |
| DT   | 5             | 57.47%            | 57.16%           | 57.23%        | 54.86%                 | 3.98%     | 0.27            | 1.27 | 7.41%    | 0.287 |
| DT   | 6             | 55.52%            | 55.03%           | 54.99%        | 56.21%                 | 3.88%     | 0.24            | 1.24 | 7.25%    | 0.275 |
| DT   | 7             | 55.49%            | 55.28%           | 55.26%        | 55.89%                 | 3.88%     | 0.24            | 1.24 | 7.25%    | 0.274 |
| NN   | 1             | 56.48%            | 54.93%           | 54.88%        | 56.52%                 | 3.89%     | 0.24            | 1.24 | 7.27%    | 0.277 |
| NN   | 2             | 54.88%            | 61.68%           | 62.14%        | 47.43%                 | 3.89%     | 0.24            | 1.24 | 7.18%    | 0.265 |
| NN   | 3             | 55.68%            | 48.53%           | 48.10%        | 61.99%                 | 3.71%     | 0.19            | 1.19 | 7.01%    | 0.259 |
| NN   | 4             | 55.29%            | 52.59%           | 52.44%        | 56.95%                 | 3.72%     | 0.19            | 1.19 | 6.99%    | 0.254 |
| NN   | 5             | 51.45%            | 46.46%           | 46.16%        | 55.83%                 | 3.24%     | 0.04            | 1.04 | 6.12%    | 0.182 |
| NN   | 6             | 54.36%            | 51.06%           | 50.80%        | 59.18%                 | 3.74%     | 0.20            | 1.20 | 7.03%    | 0.259 |
| NN   | 7             | 54.85%            | 52.80%           | 52.65%        | 57.36%                 | 3.76%     | 0.20            | 1.20 | 7.06%    | 0.260 |

#### טבלה 159 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 16

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 66.10%            | 58.99%           | 59.00%        | 58.65%                 | 1.92%     | 0.42            | 1.42 | 3.71%    | 0.351 |
| DT   | 2             | 62.68%            | 61.08%           | 61.13%        | 57.45%                 | 1.98%     | 0.47            | 1.47 | 3.83%    | 0.369 |
| DT   | 3             | 63.16%            | 60.06%           | 60.09%        | 57.72%                 | 1.94%     | 0.44            | 1.44 | 3.75%    | 0.356 |
| DT   | 4             | 62.76%            | 60.63%           | 60.68%        | 57.53%                 | 1.96%     | 0.45            | 1.45 | 3.79%    | 0.363 |
| DT   | 5             | 61.44%            | 62.04%           | 62.11%        | 56.46%                 | 2.00%     | 0.48            | 1.48 | 3.85%    | 0.373 |
| DT   | 6             | 60.37%            | 64.01%           | 64.14%        | 54.59%                 | 2.04%     | 0.51            | 1.51 | 3.93%    | 0.384 |
| DT   | 7             | 59.90%            | 65.94%           | 66.12%        | 52.46%                 | 2.07%     | 0.54            | 1.54 | 3.99%    | 0.392 |
| NN   | 1             | 59.77%            | 58.57%           | 58.55%        | 59.73%                 | 1.93%     | 0.43            | 1.43 | 3.74%    | 0.357 |
| NN   | 2             | 57.79%            | 60.49%           | 60.58%        | 53.78%                 | 1.83%     | 0.36            | 1.36 | 3.54%    | 0.317 |
| NN   | 3             | 57.80%            | 52.86%           | 52.72%        | 62.76%                 | 1.78%     | 0.32            | 1.32 | 3.46%    | 0.312 |
| NN   | 4             | 57.27%            | 62.72%           | 62.90%        | 50.09%                 | 1.81%     | 0.34            | 1.34 | 3.49%    | 0.306 |
| NN   | 5             | 57.84%            | 61.22%           | 61.34%        | 52.56%                 | 1.82%     | 0.35            | 1.35 | 3.52%    | 0.313 |
| NN   | 6             | 58.08%            | 54.83%           | 54.73%        | 62.40%                 | 1.85%     | 0.37            | 1.37 | 3.59%    | 0.334 |
| NN   | 7             | 59.06%            | 56.69%           | 56.63%        | 61.20%                 | 1.89%     | 0.40            | 1.40 | 3.67%    | 0.346 |

#### טבלה 160 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 17

| Type | Serial number | Training Accuracy | Testing Accuracy | Bin0 Accuracy | Bin1 Accuracy (Recall) | Precision | Normalized Lift | Lift | Fmeasure | Grade |
|------|---------------|-------------------|------------------|---------------|------------------------|-----------|-----------------|------|----------|-------|
| DT   | 1             | 65.63%            | 53.94%           | 53.83%        | 57.50%                 | 3.86%     | 0.24            | 1.24 | 7.24%    | 0.275 |
| DT   | 2             | 60.47%            | 56.84%           | 56.87%        | 55.99%                 | 4.02%     | 0.29            | 1.29 | 7.50%    | 0.295 |
| DT   | 3             | 62.24%            | 55.87%           | 55.89%        | 55.27%                 | 3.89%     | 0.24            | 1.24 | 7.26%    | 0.275 |
| DT   | 4             | 60.43%            | 56.50%           | 56.52%        | 55.90%                 | 3.98%     | 0.27            | 1.27 | 7.44%    | 0.290 |
| DT   | 5             | 59.07%            | 57.37%           | 57.46%        | 54.59%                 | 3.98%     | 0.27            | 1.27 | 7.42%    | 0.287 |
| DT   | 6             | 58.17%            | 60.19%           | 60.43%        | 53.03%                 | 4.15%     | 0.33            | 1.33 | 7.69%    | 0.309 |
| DT   | 7             | 57.62%            | 59.56%           | 59.75%        | 53.65%                 | 4.13%     | 0.32            | 1.32 | 7.66%    | 0.307 |
| NN   | 1             | 57.14%            | 58.61%           | 58.74%        | 54.71%                 | 4.10%     | 0.31            | 1.31 | 7.64%    | 0.305 |
| NN   | 2             | 53.40%            | 53.36%           | 53.38%        | 52.94%                 | 3.54%     | 0.13            | 1.13 | 6.63%    | 0.222 |
| NN   | 3             | 56.57%            | 57.70%           | 57.79%        | 54.89%                 | 4.03%     | 0.29            | 1.29 | 7.51%    | 0.295 |
| NN   | 4             | 56.79%            | 59.83%           | 60.03%        | 53.40%                 | 4.13%     | 0.32            | 1.32 | 7.68%    | 0.308 |
| NN   | 5             | 56.19%            | 54.39%           | 54.28%        | 57.79%                 | 3.92%     | 0.25            | 1.25 | 7.34%    | 0.283 |
| NN   | 6             | 56.52%            | 56.15%           | 56.15%        | 56.27%                 | 3.98%     | 0.27            | 1.27 | 7.43%    | 0.289 |
| NN   | 7             | 56.16%            | 59.23%           | 59.44%        | 52.61%                 | 4.02%     | 0.29            | 1.29 | 7.47%    | 0.291 |

#### טבלה 161 - תוצאות המודלים עבור שאלת חקר 18

## נספח מספר 11 – פירוט ערכי המשתנים עבור ניתוח חומרת תאונה

| שם המשתנה בקובץ | שם המשתנה בעברית                                 | אופנויות                                                                                                                                                                                             |
|-----------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Id1             | מספר זהות פיקטיבי- צעיר                          |                                                                                                                                                                                                      |
| Id2             | מספר זהות פיקטיבי- אבא                           |                                                                                                                                                                                                      |
| Id3             | מספר זהות פיקטיבי- אמא                           |                                                                                                                                                                                                      |
| PK_TEUNA_FIKT   | מספר תאונה פיקטיבי                               |                                                                                                                                                                                                      |
| rehev fict      | מספר רכב פיקטיבי בו נסע                          |                                                                                                                                                                                                      |
| SUG_MEORAV      | סוג מעורב                                        | 1 - נהג<br>2 - נהג נפגע                                                                                                                                                                              |
| HUMRAT_PGIA     | חומרת פגיעה<br>* רק כשסוג מעורב=2                | 1 - הרוג<br>2 - פצוע קשה<br>3 - פצוע קל                                                                                                                                                              |
| SUG_REHEV_NASA  | סוג רכב בו נסע                                   | 1 - רכב נוסעים פרטי<br>2 - משא עד 4 טון – אחוד (טרנזיט)<br>3 - משא עד 4 טון – לא אחוד (טנדר)<br>8 - אופנוע עד 50 סמ"ק<br>9 - אופנוע 51-125 סמ"ק<br>10 - אופנוע 126-400 סמ"ק<br>19 - אופנוע +401 סמ"ק |
| EMZAE_BETIHUT   | אמצעי בטיחות                                     | 1 - חגור חגורה<br>2 - חבש קסדת מגן (רק לאופנוע)<br>3 - יושב במושב / ריתמה לילדים (רק לנפגע ילד)<br>4 - לא השתמש באמצעי בטיחות<br>5 - לא ידוע                                                         |
| SHAA            | שעת תאונה                                        | 5- 7.00-10.00<br>6- 10.01-16.00<br>7- 16.01-22.00<br>8- 22.01-6.59                                                                                                                                   |
| SUG_YOM         | סוג יום                                          | 1 - חג<br>2 - ערב חג<br>3 - חול המועד<br>4 - יום אחר                                                                                                                                                 |
| YOM_LAYLA       | יום/לילה                                         | 1 - יום<br>5 - לילה                                                                                                                                                                                  |
| YOM_BASHAVUA    | יום בשבוע                                        | 1 – 7                                                                                                                                                                                                |
| RAMZOR          | מרומזר/לא מרומזר<br>* רק בסוג דרך 1,3 וסוג תיק 1 | 0- לא<br>1 – כן<br>9- לא ידוע                                                                                                                                                                        |
| SUG_DEREH       | סוג הדרך                                         | 1 - עירוני בצומת<br>2 - עירוני לא בצומת<br>3 - בינעירוני בצומת<br>4 - בינעירוני לא בצומת                                                                                                             |
| MEHIRUT_MUTERET | מהירות מותרת במקום התאונה                        | 1 - עד 50 קמ"ש<br>2 - 60 קמ"ש<br>3 - 70 קמ"ש<br>4 - 80 קמ"ש<br>5 - 90 קמ"ש<br>6 - 100 קמ"ש<br>7 - 110 קמ"ש                                                                                           |
| HUMRAT_TEUNA    | חומרת התאונה                                     | 1 - קטלני<br>2 - קשה<br>3 - קל                                                                                                                                                                       |
| SUG_TIK         | סוג תיק                                          | 1 - ת"ד<br>3 - כללי עם נפגעים                                                                                                                                                                        |
| GOREM_TEUNA     | גורם עיקרי לתאונה                                | 1 - עבירה של הנהג<br>2 - פעולת הולך רגל<br>3 - התנהגות הנוסעים<br>4 - התנהגות רוכב האופניים                                                                                                          |

| שם המשתנה בקובץ | שם המשתנה בעברית                                                                     | אופניות                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                      | 5 - אי תקינות הרכב<br>6 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| SUG_TEUNA       | סוג תאונה                                                                            | 1 - פגיעה בהולך רגל<br>2 - התנגשות חזית אל צד<br>3 - התנגשות חזית באחור<br>4 - התנגשות צד בצד<br>5 - התנגשות חזית אל חזית<br>6 - התנגשות עם רכב שנעצר ללא חניה<br>7 - התנגשות עם רכב חונה<br>8 - התנגשות עם עצם דומם<br>9 - ירידה מהכביש או עליה למדרכה<br>10 - התהפכות<br>11 - החלקה<br>12 - פגיעה בנוסע בתוך כלי הרכב<br>13 - נפילה מרכב נע<br>14 - שריפה<br>15 - אחר<br>17 - התנגשות אחור אל חזית<br>18 - התנגשות אחור אל צד<br>19 - התנגשות עם בעל חיים<br>20 - פגיעה ממטען של רכב |
| HAD_MASLUL      | דרך חד-מסלולית<br>*חלופה לדרך רב-מסלולית<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר | 1 - חד סטרי<br>2 - דו סטרי + קו הפרדה רצוף<br>3 - דו סטרי אין קו הפרדה רצוף<br>4 - אחר<br>9 - לא ידוע מס' מסלולים                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| RAV_MASLUL      | דרך דו-מסלולית<br>*חלופה לדרך חד-מסלולית<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר | 1 - מפרדה מסומנת בצבע<br>2 - מפרדה עם גדר בטיחות<br>3 - מפרדה בנויה ללא גדר בטיחות<br>4 - מפרדה לא בנויה<br>5 - אחר                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ZURAT_DEREH     | צורת דרך<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                                 | 1 - כניסה למחלף<br>2 - ביציאה ממחלף<br>3 - מ. חניה / ת. דלק<br>4 - שפוע תלול<br>5 - עקום חד<br>6 - על גשר מנהרה<br>7 - מפגש מסילת ברזל<br>8 - כביש ישר / צומת<br>9 - אחר                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| TKINUT          | תקינות דרך<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                               | 0 - לא ידוע<br>1 - אין ליקוי<br>2 - שוליים גרועים<br>3 - כביש משובש<br>4 - שוליים גרועים וכביש משובש                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ROHAV           | רוחב כביש<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                                | 0 - לא ידוע<br>1 - עד 5<br>2 - עד 5<br>3 - עד 10.5<br>4 - עד 10.5<br>5 - יותר מ- 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| SIMUN_TIMRUR    | סימון/תמרור<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא ידוע או חסר                              | 1 - סימון לקוי / חסר<br>2 - תימרור לקוי / חסר<br>3 - אין ליקוי<br>4 - לא נדרש תמרור<br>5 - לא ידוע                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| TEURA           | תאורה                                                                                | 1 - אור יום רגיל<br>2 - ראות מוגבלת עקב מזג אוויר (עשן, ערפל)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| שם המשתנה בקובץ | שם המשתנה בעברית                                                                                                                                         | אופניות                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                          | 3 - לילה פעלה תאורה<br>4 - קיימת תאורה בלתי תקינה / לא פועלת<br>5 - לילה לא קיימת תאורה<br>6 - לילה לא ידוע<br>7 - לילה תאורה תקינה עם ראות מוגבלת<br>8 - לילה תאורה לא תקינה עם ראות מוגבלת<br>9 - לילה ללא תאורה עם ראות מוגבלת<br>10 - דמדומים<br>11 - יום לא ידוע |
| BAKARA          | בקרה בצומת<br>*רק בסוג דרך 1,3 וסוג תיק 1<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר                                                                 | 0 - לא ידוע<br>1 - אין בקרה<br>2 - רמזור תקין<br>3 - רמזור מהבהב צהוב<br>4 - רמזור לא תקין<br>5 - תמרור עצור<br>6 - תמרור זכות קדימה<br>7 - אחר                                                                                                                       |
| MEZEG_AVIR      | מזג אויר<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר                                                                                                  | 1 - בהיר<br>2 - גשום<br>3 - שרבי<br>4 - ערפילי<br>5 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                                                                                                                                              |
| PNE_KVISH       | מצב פני כביש<br>כשסוג תיק= 3 המשטרה רושמת לא<br>ידוע או חסר                                                                                              | 1 - יבש<br>2 - רטוב ממים<br>3 - מרוח בחומר חלק<br>4 - מכוסה בבוצ<br>5 - חול או חצץ על הכביש<br>6 - אחר<br>9 - לא ידוע                                                                                                                                                 |
| nezek           | נזק לרכב בו נסע                                                                                                                                          | 0 - לא ידוע<br>1 - קל<br>2 - בינוני<br>3 - קשה<br>4 - אין נזק                                                                                                                                                                                                         |
| nefah           | נפח מנוע                                                                                                                                                 | 1 - עד 1,000 סמ"ק<br>2 - 1,001-1,300 סמ"ק<br>3 - 1,301-1,600 סמ"ק<br>4 - 1,601-1,800 סמ"ק<br>5 - 1,801-2,000 סמ"ק<br>6 - 2,001-3,000 סמ"ק<br>7 - 3,001-4,000 סמ"ק<br>8 - 4001+<br>9 - לא ידוע                                                                         |
| shnat_yitzur    | שנת ייצור                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| driver          | נהג המעורב בתאונה                                                                                                                                        | 4 - נהג צעיר<br>5 - אבא<br>6 - אמא                                                                                                                                                                                                                                    |
| Vetek_prati     | ותק תאונה פרטי<br>* קבוצות של 30 יום מתאריך הוצאת<br>רישיון עד תאריך תאונה. ותק שלילי-<br>תאונה שאירעה לפני הוצאת הרישיון.<br>רק כשסוג רכב בו נסע 1,2,3. | 0 - ותק שלילי<br>1 - 0-30<br>2 - 31-60<br>3 - 61-90<br>4 - 91-120<br>5 - 121-150<br>6 - 151-180<br>7-24 (365 ו-730 ימים לייצוג של 12 ו-24 חודשים)<br>25 - ואילך                                                                                                       |
| Vetek_ofnoa     | ותק תאונה אופנוע<br>*קבוצות של 30 יום מתאריך הוצאת                                                                                                       | 0 - ותק שלילי<br>1 - 0-30                                                                                                                                                                                                                                             |

| שם המשתנה בקובץ  | שם המשתנה בעברית                                                                                                             | אופנויות                                                                                                                                                    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | רישיון אופנוע עד תאריך תאונה. ותק שלילי- תאונה שאירעה לפני הוצאת הרישיון. רק כשסוג רכב בו נסע 8,9,10,19.                     | 2- 31-60<br>3- 61-90<br>4- 91-120<br>5- 121-150<br>6- 151-180<br>7-24 (365 ו-730 ימים לייצוג של 12 ו-24 חודשים)<br>25- ואילך                                |
| mahoznafa        | מחוז ונפה                                                                                                                    | *קובץ מצורף                                                                                                                                                 |
| shiuch           | שיוך למטרופולין ת"א, חיפה או ב"ש                                                                                             | רק בסוג דרך 1,2                                                                                                                                             |
| zturatYishuv     | צורת יישוב                                                                                                                   |                                                                                                                                                             |
| merhak           | מרחק בין יישוב מגורים למקום תאונה                                                                                            | בק"מ                                                                                                                                                        |
| min              | מגדר                                                                                                                         | 3- זכר<br>4- נקבה                                                                                                                                           |
| taarich_rishyon  | תאריך הוצאת רישיון                                                                                                           | חודש ושנה                                                                                                                                                   |
| gil              | גיל                                                                                                                          | 17-24                                                                                                                                                       |
| KvutzaUchlusiya  | קבוצת אוכלוסייה                                                                                                              | 3- יהודים<br>4- ערבים<br>3- אחרים                                                                                                                           |
| Yabeshet         | יבשת לידה                                                                                                                    | 1- אסיה<br>2- אפריקה<br>3- אירופה<br>5- אמריקה-אוקיאניה<br>9- ישראל                                                                                         |
| aliyag           | שנת עלייה מקובצת                                                                                                             | 4- לא עולה<br>5- עד 1990<br>6- 1990-2000<br>7- 2001+                                                                                                        |
| ofnoa_ind        | אינדיקציה לקבלת רישיון נהיגה לאופנוע                                                                                         | 3- אין רישיון<br>4- יש רישיון שהוצא לפני רישיון 02<br>5- יש רישיון שהוצא אחרי רישיון 02, כולל שנת רישיון 02= שנת רישיון אופנוע                              |
| hagbala1         | הגבלות 1                                                                                                                     | עד 5 הגבלות לכל נהג עם המשתנים הבאים:                                                                                                                       |
| hagbala2         | הגבלות 2                                                                                                                     | 1- משקפיים                                                                                                                                                  |
| hagbala3         | הגבלות 3                                                                                                                     | 2- נכה                                                                                                                                                      |
| hagbala4         | הגבלות 4                                                                                                                     | 3- רפואי                                                                                                                                                    |
| hagbala5         | הגבלות 5                                                                                                                     | 4- אחר                                                                                                                                                      |
| v_oy             | ותק אור ירוק * קבוצות של 30 יום מיום קבלת רישיון נהיגה עד יום השתתפות במפגש. ותק שלילי- השתתפות במפגש לפני קבלת רישיון נהיגה | ותק שלילי:<br>0 - 60 ויותר<br>1- 31-60<br>2- 1-30<br>ותק חיובי:<br>3- 0-30<br>4- 31-60<br>5- 61-90<br>6- 91-120<br>7- 121-150<br>8- 151-180<br>9- 181 ואילך |
| mahoznafa        | מחוז ונפה                                                                                                                    | *קובץ מצורף                                                                                                                                                 |
| shiuch           | שיוך למטרופולין                                                                                                              | *קובץ מצורף                                                                                                                                                 |
| Zturat_yeshuv    | צורת יישוב                                                                                                                   | *קובץ מצורף                                                                                                                                                 |
| St_indication_or | סטטוס אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק (סוג פעילות)                                                                         | 7- אישי מתנדב<br>8- אישי שכר<br>9- קבוצתי רגיל<br>10- קבוצתי פנימייה<br>11- דואר<br>12- סרבן                                                                |

טבלה 162 - פירוט המשתנים עבור ניתוח חומרת תאונה

## נספח מספר 12 – תוצאות סיווג לשלוש שיטות הדגימה של פרק 8

### שיטה ראשונה:

| רשת נירונאלית איזון חסר, בחינה מאוזנת |            |      |        | עץ החלטה איזון חסר, בחינה מאוזנת |            |       |        |
|---------------------------------------|------------|------|--------|----------------------------------|------------|-------|--------|
| דיוק בחינה                            | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה                       | דיוק אימון |       |        |
| 41.56%                                | 51.38%     | 6_0  | מודל 1 | 54.76%                           | 61.51%     | 90_20 | מודל 1 |
| 34.42%                                | 42.95%     | 10_2 |        | 52.16%                           | 60.05%     | 85_25 |        |
| 41.13%                                | 90.84%     | auto |        | 54.98%                           | 59.24%     | 90_30 |        |
| 35.67%                                | 48.36%     | 6_0  | מודל 2 | 47.86%                           | 47.86%     | 90_20 | מודל 2 |
| 35.25%                                | 47.81%     | 10_2 |        | 46.50%                           | 47.86%     | 85_25 |        |
| 41.34%                                | 92.86%     | auto |        | 46.28%                           | 46.50%     | 90_30 |        |
| 44.02%                                | 57.06%     | 6_0  | מודל 3 | 50.64%                           | 59.12%     | 90_20 | מודל 3 |
| 40.81%                                | 51.45%     | 10_2 |        | 47.65%                           | 58.63%     | 85_25 |        |
| 40.60%                                | 91.82%     | auto |        | 48.29%                           | 57.80%     | 90_30 |        |
| 32.45%                                | 55.92%     | 6_0  | מודל 4 | 41.98%                           | 59.43%     | 90_20 | מודל 4 |
| 30.57%                                | 52.65%     | 10_2 |        | 41.98%                           | 60.98%     | 85_25 |        |
| 39.62%                                | 91.67%     | auto |        | 39.25%                           | 59.67%     | 90_30 |        |
| 45.75%                                | 53.79%     | 6_0  | מודל 5 | 53.32%                           | 60.07%     | 90_20 | מודל 5 |
| 43.84%                                | 49.69%     | 10_2 |        | 54.03%                           | 59.37%     | 85_25 |        |
| 41.94%                                | 90.76%     | auto |        | 52.61%                           | 58.41%     | 90_30 |        |

### שיטה שנייה:

| רשת נירונאלית איזון יתר |            |      |        | עץ החלטה איזון יתר |            |        |        |
|-------------------------|------------|------|--------|--------------------|------------|--------|--------|
| דיוק בחינה              | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה         | דיוק אימון |        |        |
| 56.24%                  | 69.98%     | 6_0  | מודל 1 | 60.97%             | 61.11%     | 90_600 | מודל 1 |
| 74.31%                  | 64.23%     | 10_2 |        | 58.17%             | 62.68%     | 85_500 |        |
| 79.20%                  | 91.71%     | auto |        | 60.39%             | 60.89%     | 90_650 |        |
| 59.46%                  | 71.25%     | 6_0  | מודל 2 | 62.25%             | 60.88%     | 90_600 | מודל 2 |
| 54.62%                  | 69.92%     | 10_2 |        | 58.36%             | 62.25%     | 85_500 |        |
| 77.88%                  | 92.21%     | auto |        | 56.60%             | 60.45%     | 90_650 |        |
| 55.09%                  | 66.64%     | 6_0  | מודל 3 | 56.24%             | 59.40%     | 90_600 | מודל 3 |
| 64.96%                  | 48.84%     | 10_2 |        | 53.25%             | 61.02%     | 85_500 |        |
| 78.51%                  | 92.63%     | auto |        | 55.66%             | 58.46%     | 90_650 |        |
| 55.02%                  | 70.63%     | 6_0  | מודל 4 | 60.59%             | 61.17%     | 90_600 | מודל 4 |
| 56.51%                  | 71.23%     | 10_2 |        | 58.51%             | 62.81%     | 85_500 |        |
| 78.95%                  | 92.89%     | auto |        | 59.64%             | 60.55%     | 90_650 |        |
| 52.93%                  | 67.11%     | 6_0  | מודל 5 | 56.11%             | 61.33%     | 90_600 | מודל 5 |
| 58.52%                  | 73.46%     | 10_2 |        | 55.61%             | 61.62%     | 85_500 |        |
| 77.15%                  | 92.18%     | auto |        | 55.94%             | 62.01%     | 90_650 |        |

**שיטה שלישית:**

| רשת נירונאלית איזון חסר, בחינה פרופורציה אמיתית |            |      |        | עץ החלטה איזון חסר, בחינה פרופורציה אמיתית |            |       |        |
|-------------------------------------------------|------------|------|--------|--------------------------------------------|------------|-------|--------|
| דיוק בחינה                                      | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה                                 | דיוק אימון |       |        |
| 55.70%                                          | 47.97%     | 6_0  | מודל 1 | 62.45%                                     | 61.10%     | 90_20 | מודל 1 |
| 63.42%                                          | 51.22%     | 10_2 |        | 65.76%                                     | 60.05%     | 85_25 |        |
| 58.48%                                          | 91.49%     | auto |        | 63.32%                                     | 59.24%     | 90_30 |        |
| 67.82%                                          | 51.56%     | 6_0  | מודל 2 | 70.58%                                     | 60.76%     | 90_20 | מודל 2 |
| 67.36%                                          | 51.48%     | 10_2 |        | 70.29%                                     | 59.85%     | 85_25 |        |
| 67.71%                                          | 92.86%     | auto |        | 68.14%                                     | 58.37%     | 90_30 |        |
| 65.96%                                          | 49.22%     | 6_0  | מודל 3 | 71.28%                                     | 60.28%     | 90_20 | מודל 3 |
| 57.92%                                          | 53.67%     | 10_2 |        | 71.07%                                     | 58.38%     | 85_25 |        |
| 57.72%                                          | 91.82%     | auto |        | 71.65%                                     | 57.89%     | 90_30 |        |
| 65.31%                                          | 54.53%     | 6_0  | מודל 4 | 70.55%                                     | 61.14%     | 90_20 | מודל 4 |
| 61.59%                                          | 57.47%     | 10_2 |        | 71.85%                                     | 60.00%     | 85_25 |        |
| 57.26%                                          | 91.67%     | auto |        | 75.73%                                     | 58.37%     | 90_30 |        |
| 65.16%                                          | 55.01%     | 6_0  | מודל 5 | 69.75%                                     | 60.07%     | 90_20 | מודל 5 |
| 60.52%                                          | 55.71%     | 10_2 |        | 67.62%                                     | 59.37%     | 85_25 |        |
| 58.88%                                          | 90.85%     | auto |        | 70.76%                                     | 58.41%     | 90_30 |        |



נספח מספר 13 – בחירת משתנים מסבירים על פי ניתוח פרטו (פרק 8)

| שם המשתנה           | ספירה | משתנה |
|---------------------|-------|-------|
| SUG_TEUNA           | 90    | 1     |
| SUG_DEREH           | 74    | 12    |
| MEHIRUT_MUTERET     | 73    | 2     |
| Drivermahoznafa     | 72    | 10    |
| EMZAE_BETIHUT       | 56    | 5     |
| Vetek               | 55    | 24    |
| DriverZturat_yeshuv | 51    | 11    |
| shnat_yitzur        | 50    | 4     |
| min                 | 38    | 8     |
| nefah               | 32    | 16    |
| teura               | 31    | 14    |
| SUG_REHEV_NASA      | 31    | 19    |
| Socio_Economic      | 31    | 36    |
| shaa                | 29    | 18    |
| YOM_BASHAVUA        | 26    | 13    |
| GOREM_TEUNA         | 24    | 3     |
| ZURAT_DEREH         | 23    | 9     |
| taarich_rishyon     | 19    | 17    |
| ROHAV               | 19    | 21    |
| Had_or_Rav          | 15    | 6     |
| prati_or_ofnoa      | 15    | 15    |
| gil                 | 14    | 34    |
| momeducg            | 13    | 33    |
| dadeducg            | 12    | 25    |
| SIMUN_TIMRUR        | 12    | 35    |
| SUG_YOM             | 10    | 7     |
| Hagbala_or_Not      | 10    | 23    |
| Yabeshet            | 10    | 31    |
| YabeshetAv          | 9     | 32    |
| PNE_KVISH           | 8     | 20    |
| KvutzaAv            | 8     | 30    |
| YOM_LAYLA           | 8     | 39    |
| Aliyag              | 7     | 22    |
| AliyaEmg            | 7     | 28    |
| ofnoa_ind           | 7     | 29    |
| KvutzaUchlusiya     | 7     | 38    |
| YabeshetEm          | 7     | 41    |
| mursheav            | 6     | 27    |
| KvutzaEm            | 6     | 42    |
| matzavem            | 5     | 43    |
| MEZEG_AVIR          | 4     | 37    |
| matzavav            | 3     | 40    |

## נספח מספר 14 – סיווג חומרת תאונה בעזרת 8 משתנים ו-3 שיטות דגימה

### שיטה ראשונה:

| רשת נירונאלית איזון חסר, בחינה מאוזנת |            |      |        | עץ החלטה איזון חסר, בחינה מאוזנת |            |       |        |
|---------------------------------------|------------|------|--------|----------------------------------|------------|-------|--------|
| דיוק בחינה                            | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה                       | דיוק אימון |       |        |
| 52.6                                  | 51.38      | 6_0  | מודל 1 | 52.6                             | 58.51      | 90_20 | מודל 1 |
| 49.78                                 | 42.95      | 10_2 |        | 51.08                            | 59.72      | 85_25 |        |
| 48.7                                  | 90.84      | auto |        | 50.22                            | 57.29      | 90_30 |        |
| 47.86                                 | 48.36      | 6_0  | מודל 2 | 47.4                             | 58.13      | 90_20 | מודל 2 |
| 49.66                                 | 47.87      | 10_2 |        | 47.63                            | 58.13      | 85_25 |        |
| 47.4                                  | 92.86      | auto |        | 49.44                            | 57.06      | 90_30 |        |
| 46.37                                 | 57.06      | 6_0  | מודל 3 | 51.07                            | 58.88      | 90_20 | מודל 3 |
| 48.29                                 | 51.45      | 10_2 |        | 45.94                            | 57.8       | 85_25 |        |
| 44.44                                 | 91.82      | auto |        | 49.57                            | 56.81      | 90_30 |        |
| 38.87                                 | 55.92      | 6_0  | מודל 4 | 43.02                            | 59.59      | 90_20 | מודל 4 |
| 33.58                                 | 52.65      | 10_2 |        | 36.6                             | 59.51      | 85_25 |        |
| 43.77                                 | 91.76      | auto |        | 42.64                            | 58.29      | 90_30 |        |
| 51.42                                 | 53.79      | 6_0  | מודל 5 | 52.61                            | 60.24      | 90_20 | מודל 5 |
| 48.82                                 | 49.69      | 10_2 |        | 54.5                             | 59.11      | 85_25 |        |
| 49.53                                 | 90.76      | auto |        | 52.84                            | 57.8       | 90_30 |        |

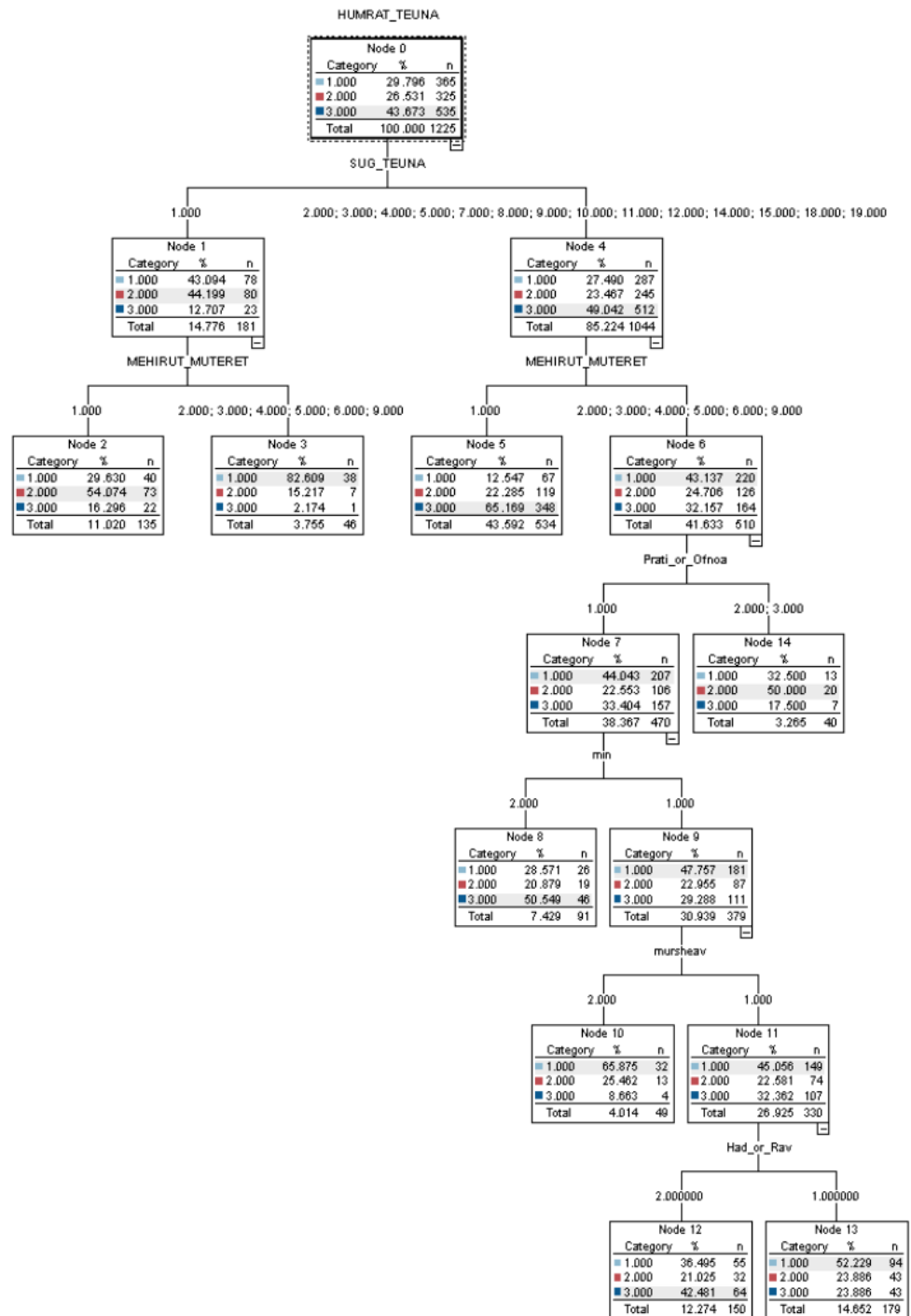
### שיטה שנייה:

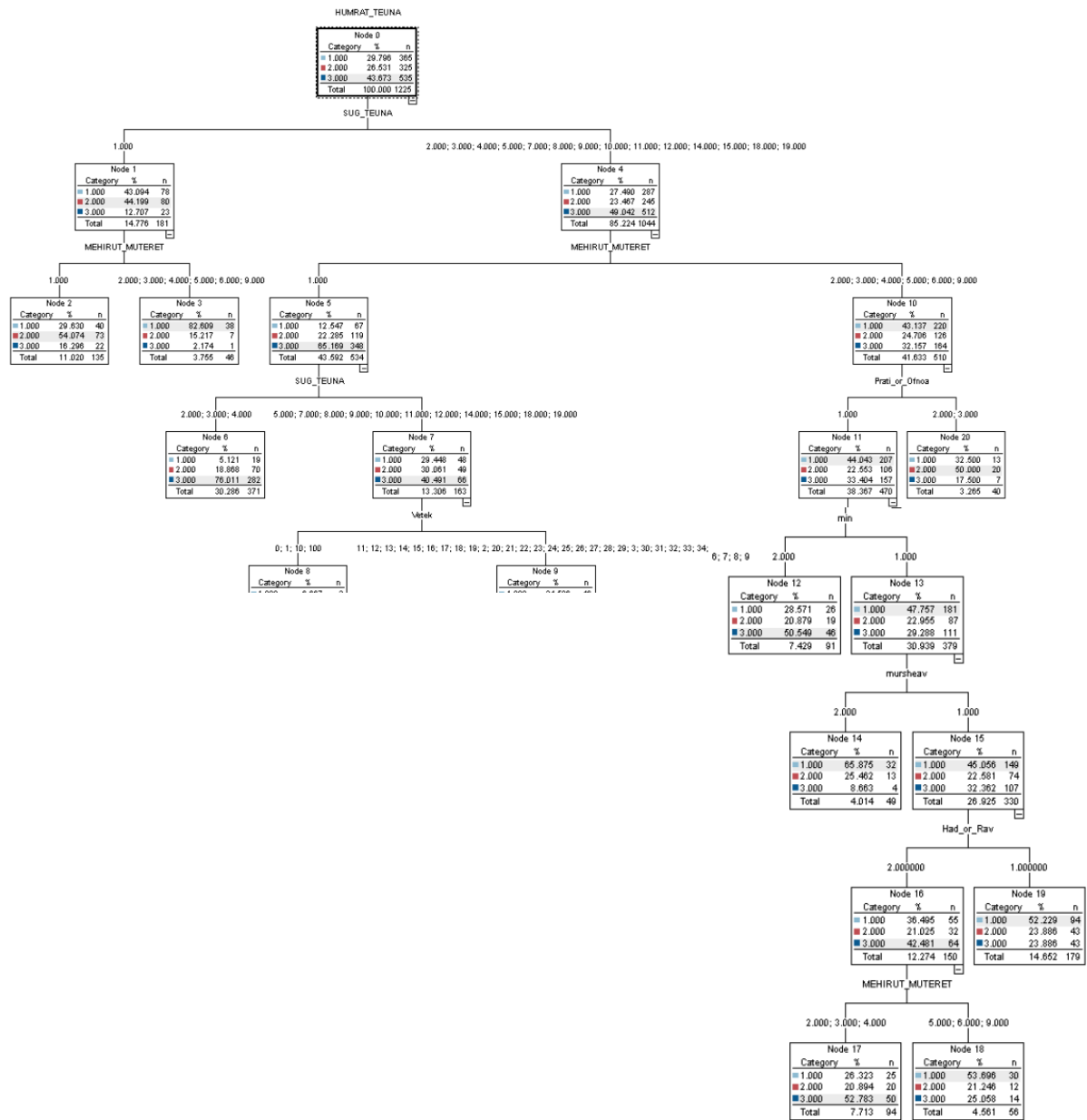
| רשת נירונאלית איזון יתר |            |      |        | עץ החלטות איזון יתר |            |        |        |
|-------------------------|------------|------|--------|---------------------|------------|--------|--------|
| דיוק בחינה              | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה          | דיוק אימון |        |        |
| 58.68                   | 68.19      | 6_0  | מודל 1 | 61.44               | 59.06      | 90_600 | מודל 1 |
| 64.46                   | 79.97      | 10_2 |        | 60.62               | 60.84      | 85_500 |        |
| 77.73                   | 91.63      | auto |        | 58.39               | 59.19      | 90_650 |        |
| 57.94                   | 67.61      | 6_0  | מודל 2 | 62                  | 58.91      | 90_600 | מודל 2 |
| 61.26                   | 78.38      | 10_2 |        | 59.61               | 59.53      | 85_500 |        |
| 73.97                   | 89.3       | auto |        | 60.74               | 58.54      | 90_650 |        |
| 56.76                   | 69.1       | 6_0  | מודל 3 | 58.15               | 57.43      | 90_600 | מודל 3 |
| 60.06                   | 55.68      | 10_2 |        | 61.03               | 58.18      | 85_500 |        |
| 75.53                   | 90.76      | auto |        | 60.25               | 57.67      | 90_650 |        |
| 58.3                    | 61.38      | 6_0  | מודל 4 | 58.76               | 59.18      | 90_600 | מודל 4 |
| 62.83                   | 78.89      | 10_2 |        | 58.69               | 59.77      | 85_500 |        |
| 75.26                   | 88.97      | auto |        | 60.46               | 59.26      | 90_650 |        |
| 61.69                   | 57.56      | 6_0  | מודל 5 | 55.32               | 57.85      | 90_600 | מודל 5 |
| 62.33                   | 77.79      | 10_2 |        | 55.71               | 58.57      | 85_500 |        |
| 75.78                   | 90.16      | auto |        | 57                  | 57.27      | 90_650 |        |

**שיטה שלישית:**

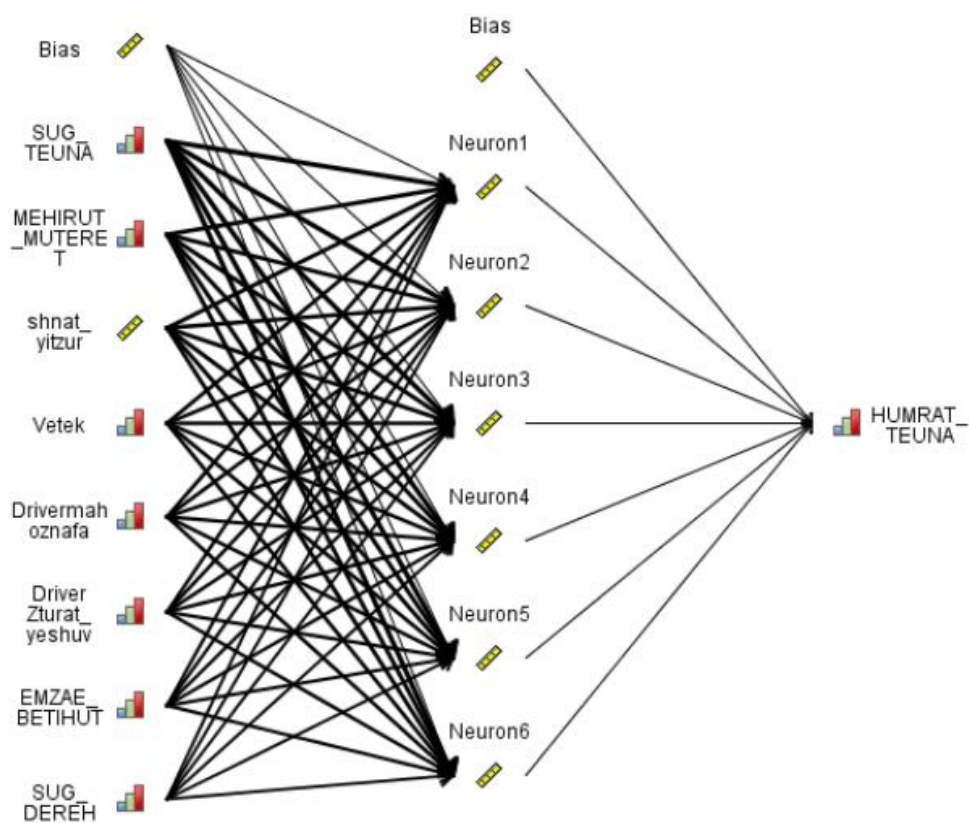
| רשת נירונאלית איזון חסר, בחינה פרופורציה אמיתית |            |      |        | עץ החלטה איזון חסר, בחינה פרופורציה אמיתית |            |       |        |
|-------------------------------------------------|------------|------|--------|--------------------------------------------|------------|-------|--------|
| דיוק בחינה                                      | דיוק אימון |      |        | דיוק בחינה                                 | דיוק אימון |       |        |
| 69.03                                           | 59.08      | 6_0  | מודל 1 | 71.09                                      | 58.51      | 90_20 | מודל 1 |
| 67.78                                           | 59.32      | 10_2 |        | 70.43                                      | 59.72      | 85_25 |        |
| 60.41                                           | 99.19      | auto |        | 75.47                                      | 57.29      | 90_30 |        |
| 72.23                                           | 58.87      | 6_0  | מודל 2 | 69.48                                      | 58.13      | 90_20 | מודל 2 |
| 69.87                                           | 58.72      | 10_2 |        | 66.18                                      | 56.98      | 85_25 |        |
| 63.69                                           | 99.84      | auto |        | 65.97                                      | 57.06      | 90_30 |        |
| 77.33                                           | 56.32      | 6_0  | מודל 3 | 72.21                                      | 58.71      | 90_20 | מודל 3 |
| 70.33                                           | 60.12      | 10_2 |        | 71.44                                      | 57.39      | 85_25 |        |
| 63.25                                           | 99.59      | auto |        | 69.82                                      | 56.73      | 90_30 |        |
| 69.68                                           | 60.42      | 6_0  | מודל 4 | 65.41                                      | 59.92      | 90_20 | מודל 4 |
| 71.18                                           | 57.8       | 10_2 |        | 71.97                                      | 58.69      | 85_25 |        |
| 65.68                                           | 99.39      | auto |        | 71.67                                      | 57.8       | 90_30 |        |
| 69.98                                           | 60.42      | 6_0  | מודל 5 | 69.15                                      | 59.2       | 90_20 | מודל 5 |
| 71.37                                           | 57.8       | 10_2 |        | 61.81                                      | 59.2       | 85_25 |        |
| 64.4                                            | 99.39      | auto |        | 70.33                                      | 57.8       | 90_30 |        |

## נספח מספר 15 – המודלים הנבחרים לסיווג חומרת תאונה

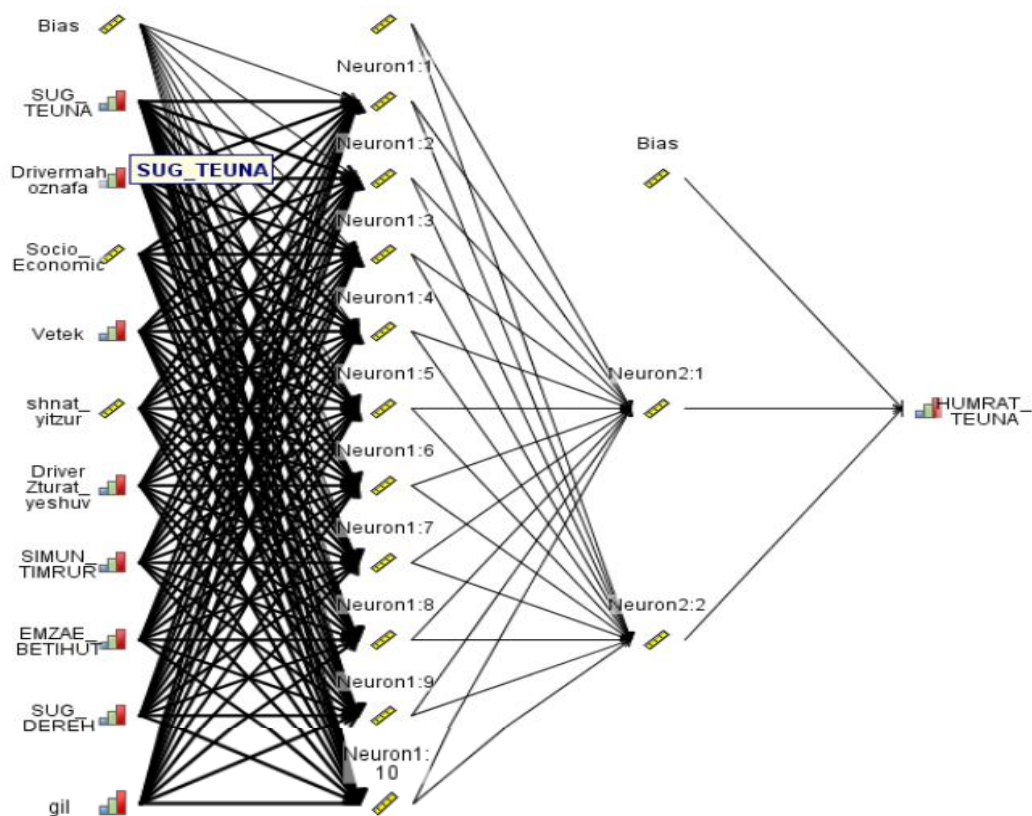




איור 124 - עץ החלטה, שיטה שלישית, פרמטרים 90-20



איור 125 - רשת נוירונאלית, שיטה שנייה, פרמטר 6-0



איור 126 - רשת נוירונאלית, שיטה שלישית, פרמטרים 10-2

## נספח מספר 16 – מספר התאונות שנעשו בין השנים 2005-2008

- טבלה 163 מציגה את כל תאונות הת"ד של כלי רכב פרטיים שאירעו בין השנים 2005-2008 על ידי נהגים צעירים.
- השורות מציגות את ותק השתתפות במפגש אור ירוק:
  - שלילי מצביע על כך שהמפגש התקיים לפני הוצאת הרישיון
  - חיובי מצביע על כך שהמפגש התקיים לאחר הוצאת הרישיון
  - אם לא השתתף במפגש יופיע בשורה האחרונה (לא השתתף).
- העמודות מציגות את פרק הזמן שעבר מרגע קבלת הרישיון ועד ביצוע התאונה:
  - 0 מצביע על ביצוע התאונה לפני הוצאת רישיון
  - ערכים 1-24 מציגים את הזמן שעבר מרגע הוצאת הרישיון ועד ביצוע התאונה (עד שנתיים)
  - ערך 25 מציג תקופות בנות חצי שנה לאחר השנתיים.
- סכום השורות מציג את סה"כ התאונות שבוצעו עפ"י ותק תאונה. ניתן לראות קפיצה משמעותית החל מותק 4 (4 חודשים מהוצאת רישיון) שם הערך הוא 565 תאונות.
- סכום העמודות מציג את מספר התאונות שביצעו נהגים עבור כל אחד מותקי מפגשי אור ירוק. ניתן לראות שבסה"כ בוצעו 9,027 תאונות כאשר בין ותקים 4-12 (מסומן בצהוב), בוצעו 3,988 תאונות. מדובר בכ-40% מתאונות הת"ד שבקובץ אשר בוצעו מרגע סיום הליווי 9 חודשים קדימה ועד תום השנה הראשונה מהוצאת הרישיון.
- מהעמודה השמאלית ניתן לראות ש-2,400 מהתאונות (מתוך ה-9,027) בוצעו על ידי נהגים שעברו הדרכת אור ירוק. מתוכם, ב-2,343 (שהם כ-98%) מהתאונות קיבלו הנהגים הדרכת אור ירוק עד שלושה חודשים מרגע הוצאת הרישיון, כלומר לפני תום תקופת הליווי.

|                                  | לפני רישיון | משך זמן מרגע הוצאת רישיון ועד תאונה (בחודשים, עד חודש 24) |     |     |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | אחרי שנתיים |      |      |    |  |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|-----|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|------|------|----|--|
| וּתְקַּם מִפְגֵּשׁ אֹרֶז יִרְוֶק | 0           | 1                                                         | 2   | 3   | 4                          | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24          | 25   | סה"כ |    |  |
| שלילי - 60+                      | 18          | 12                                                        | 15  | 8   | 80                         | 59  | 65  | 64  | 43  | 43  | 27  | 40  | 44  | 40  | 35  | 17  | 22  | 17  | 17  | 20  | 21  | 13  | 18  | 11  | 9           | 92   | 850  |    |  |
| שלילי 60-31                      | 8           | 4                                                         | 6   | 7   | 30                         | 30  | 25  | 21  | 26  | 17  | 13  | 19  | 11  | 17  | 11  | 6   | 11  | 15  | 7   | 11  | 5   | 6   | 7   | 6   | 5           | 46   | 370  |    |  |
| שלילי - 30-1                     | 6           | 7                                                         | 9   | 8   | 40                         | 27  | 33  | 16  | 18  | 22  | 24  | 18  | 17  | 19  | 18  | 9   | 10  | 9   | 10  | 12  | 12  | 6   | 6   | 5   | 9           | 65   | 435  |    |  |
| חיובי - 30-0                     | 3           | 6                                                         | 8   | 7   | 30                         | 33  | 25  | 24  | 19  | 19  | 22  | 21  | 17  | 12  | 13  | 8   | 10  | 13  | 16  | 14  | 6   | 11  | 15  | 6   | 7           | 93   | 458  |    |  |
| חיובי 60-31                      | 2           | 3                                                         | 1   | 3   | 9                          | 19  | 12  | 17  | 6   | 8   | 7   | 8   | 4   | 7   | 8   | 4   | 2   | 6   | 3   | 5   | 4   | 2   | 3   | 2   | 5           | 36   | 186  |    |  |
| חיובי 90-61                      | 1           |                                                           | 2   |     | 6                          |     | 3   | 1   | 3   | 5   |     | 4   | 1   | 4   | 2   | 3   |     |     | 1   |     | 2   | 1   | 1   |     |             | 4    | 44   |    |  |
| חיובי 120-91                     | 1           | 1                                                         |     |     | 1                          |     | 1   |     |     |     | 2   |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |     |     | 1   |     |     |             |      | 13   |    |  |
| חיובי 150-121                    |             |                                                           |     |     |                            |     |     |     | 1   |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |             |      | 4    |    |  |
| חיובי-180-151                    |             |                                                           |     |     |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |             |      | 1    |    |  |
| חיובי - 181+                     |             |                                                           |     | 1   | 3                          | 5   | 5   | 4   |     | 3   | 2   | 1   | 3   |     |     |     |     |     | 1   | 1   |     | 2   |     | 1   | 1           |      | 6    | 39 |  |
| לא השתתף                         | 159         | 54                                                        | 97  | 112 | 366                        | 399 | 321 | 349 | 334 | 253 | 246 | 246 | 244 | 244 | 216 | 214 | 193 | 186 | 178 | 163 | 176 | 148 | 154 | 164 | 138         | 1273 | 6627 |    |  |
| סה"כ ת"ד                         | 198         | 87                                                        | 138 | 146 | 565                        | 572 | 491 | 496 | 450 | 370 | 344 | 358 | 342 | 344 | 303 | 262 | 249 | 248 | 235 | 225 | 228 | 188 | 205 | 195 | 173         | 1615 | 9027 |    |  |
|                                  |             |                                                           |     |     | סה"כ 3988 תאונות בתקופה זו |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |             |      |      |    |  |

טבלה 163 - מספר תאונות ת"ד שנעשו בין השנים 2005-8 עפ"י ותק מהוצאת רישיון ועד תאונה



## נספח מספר 17 – ערכי המשתנים לבחינת הפצת תוכנית אור ירוק (פרק 9)

| שם משתנה         | משמעות                                                                                                                            | ערכים                                                                                                                              |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| age              | גיל                                                                                                                               | 17-24                                                                                                                              |
| Medical          | הגבלה רפואית                                                                                                                      | 0 - לא קיימת הגבלה רפואית<br>1 - קיימת הגבלה רפואית                                                                                |
| Sector           | קבוצת אוכלוסייה                                                                                                                   | 1 - יהודים<br>2 - ערבים<br>3 - אחרים                                                                                               |
| ofnoa            | אינדיקציה לקבלת רישיון נהיגה לאופנוע                                                                                              | 0 - אין רישיון<br>1 - יש רישיון שהוצא לפני רישיון 02<br>2 - יש רישיון שהוצא אחרי רישיון 02, כולל שנת רישיון 02 = שנת רישיון אופנוע |
| v_oy             | ותק אור ירוק<br>* קבוצות של 30 יום מיום קבלת רישיון נהיגה עד יום ההשתתפות במפגש. ותק שלילי - השתתפות במפגש לפני קבלת רישיון נהיגה | ותק שלילי:<br>0 - 60 ויותר<br>1 - 31-60<br>2 - 1-30<br>ותק חיובי:<br>3 - 0-30<br>4 - 31-60<br>5 - 61-90<br>9 - לא קיבל             |
| St_indication_or | סטטוס אינדיקציה להשתתפות במפגש אור ירוק (סוג פעילות)                                                                              | 0 - לא קיבל<br>1 - אישי מתנדב<br>2 - אישי שכר<br>3 - קבוצתי רגיל<br>4 - קבוצתי פנימייה<br>5 - דואר<br>6 - סרבן                     |
| brirat_mishpat   | מספר עבירות מסוג ברירת משפט שנעשו על ידי הנהג הצעיר במהלך רישיונו                                                                 | 0 - לא ביצע עבירות<br>1 - ביצע עבירה אחת<br>2 - ביצע 2 עבירות<br>3 - ביצע 3 עבירות או יותר                                         |
| Gender           | מינו של הנהג                                                                                                                      | 1 - זכר<br>2 - נקבה                                                                                                                |
| Accidents        | 1. מספר התאונות בהם היה מעורב הנהג הצעיר במהלך 9 החודשים הראשונים לאחר הליווי.                                                    | 0 - לא ביצע תאונות<br>1 - ביצע תאונה אחת<br>2 - ביצע שתי תאונות                                                                    |
|                  | 2. המשתנה לאחר הפיכתו לבינארי. היה או לא היה מעורב בתאונה אחת לפחות במהלך 9 החודשים הראשונים לאחר הליווי                          | 0 - לא היה מעורב<br>1 - היה מעורב                                                                                                  |

טבלה 164 - ערכי המשתנים לבחינת הפצת תוכנית אור ירוק

## נספח מספר 18 – ערכי המקדמים ברגרסיה הלוגיסטית

|                        | B      | Std. Error | Wald    | df | Sig. | Exp(B) | 95% Confidence Interval for Exp(B) |             |
|------------------------|--------|------------|---------|----|------|--------|------------------------------------|-------------|
|                        |        |            |         |    |      |        | Lower Bound                        | Upper Bound |
| <b>Intercept</b>       | -.474  | .336       | 1.989   | 1  | .158 |        |                                    |             |
| <b>age</b>             | -.078  | .010       | 66.085  | 1  | .000 | .925   | .908                               | .943        |
| [Gender=1.000]         | .691   | .039       | 318.743 | 1  | .000 | 1.995  | 1.849                              | 2.152       |
| [Gender=2.000]         | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [Sector=1.000]         | .032   | .094       | .113    | 1  | .737 | 1.032  | .858                               | 1.242       |
| [Sector=2.000]         | .267   | .097       | 7.615   | 1  | .006 | 1.307  | 1.081                              | 1.580       |
| [Sector=3.000]         | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [ofnoa=.000]           | -.532  | .088       | 36.335  | 1  | .000 | .587   | .494                               | .698        |
| [ofnoa=1.000]          | -.783  | .590       | 1.765   | 1  | .184 | .457   | .144                               | 1.451       |
| [ofnoa=2.000]          | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [Medical=.000]         | -.899  | .104       | 74.676  | 1  | .000 | .407   | .332                               | .499        |
| [Medical=1.000]        | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [V_OY=.000]            | -.266  | .139       | 3.680   | 1  | .055 | .766   | .583                               | 1.006       |
| [V_OY=1.000]           | -.063  | .151       | .173    | 1  | .677 | .939   | .699                               | 1.262       |
| [V_OY=2.000]           | -.061  | .149       | .166    | 1  | .683 | .941   | .703                               | 1.259       |
| [V_OY=3.000]           | -.039  | .145       | .071    | 1  | .790 | .962   | .723                               | 1.279       |
| [V_OY=4.000]           | .049   | .162       | .090    | 1  | .764 | 1.050  | .764                               | 1.443       |
| [V_OY=5.000]           | -.139  | .239       | .336    | 1  | .562 | .870   | .544                               | 1.392       |
| [V_OY=9.000]           | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [St_indication=.000]   | .012   | .086       | .021    | 1  | .885 | 1.013  | .855                               | 1.199       |
| [St_indication=1.000]  | -.295  | .129       | 5.232   | 1  | .022 | .745   | .579                               | .959        |
| [St_indication=2.000]  | .044   | .109       | .164    | 1  | .685 | 1.045  | .844                               | 1.293       |
| [St_indication=3.000]  | -.509  | .350       | 2.111   | 1  | .146 | .601   | .302                               | 1.194       |
| [St_indication=4.000]  | -.934  | .513       | 3.323   | 1  | .068 | .393   | .144                               | 1.073       |
| [St_indication=5.000]  | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [St_indication=6.000]  | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |
| [brirat_mishpat=.000]  | -1.593 | .211       | 56.995  | 1  | .000 | .203   | .134                               | .307        |
| [brirat_mishpat=1.000] | -.858  | .218       | 15.537  | 1  | .000 | .424   | .277                               | .650        |
| [brirat_mishpat=2.000] | -.355  | .252       | 1.982   | 1  | .159 | .701   | .427                               | 1.150       |
| [brirat_mishpat=3.000] | 0(b)   | .          | .       | 0  | .    | .      | .                                  | .           |

טבלה 165 - טבלת מקדמי הרגרסיה הלוגיסטית

## נספח מספר 19 – מבחני מובהקות עבור השפעת אור ירוק

מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בתאונות ת"ד עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2005

OY \* NumofAccidentsCAYDFirst\_Year Crosstabulation

| Count |   | NumofAccidentsCAYDFirst_Year |      | Total |
|-------|---|------------------------------|------|-------|
|       |   | 0                            | 1    |       |
| OY    | 0 | 58239                        | 1002 | 59241 |
|       | 1 | 19641                        | 286  | 19927 |
| Total |   | 77880                        | 1288 | 79168 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value              | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|--------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 6.113 <sup>a</sup> | 1  | .013                  | .014                 | .007                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 5.954              | 1  | .015                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 6.282              | 1  | .012                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                    |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 6.113              | 1  | .013                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                    |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168              |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 324.20.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

OY \* BM offences Crosstabulation

| Count |   | BM offences |      | Total |
|-------|---|-------------|------|-------|
|       |   | 0           | 1    |       |
| OY    | 0 | 56924       | 2317 | 59241 |
|       | 1 | 19437       | 490  | 19927 |
| Total |   | 76361       | 2807 | 79168 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 91.946 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 91.522              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 99.268              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       | .000                 | .000                 |
| Linear-by-Linear Association       | 91.945              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168               |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 706.54.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות הזמנה לדין עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2005**

**OY \* NumberOfHLdin Crosstabulation**

| Count |   | NumberOfHLdin |     | Total |
|-------|---|---------------|-----|-------|
|       |   | 0             | 1   |       |
| OY    | 0 | 58854         | 387 | 59241 |
|       | 1 | 19844         | 83  | 19927 |
| Total |   | 78698         | 470 | 79168 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 14.161 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 13.763              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 15.288              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 14.161              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168               |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 118.30.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בתאונות ת"ד עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2006**

**OY \* NumofAccidentsCAYDFirst\_Year Crosstabulation**

| Count |   | NumofAccidentsCAYDFirst_Year |      | Total |
|-------|---|------------------------------|------|-------|
|       |   | 0                            | 1    |       |
| OY    | 0 | 47046                        | 770  | 47816 |
|       | 1 | 27343                        | 374  | 27717 |
| Total |   | 74389                        | 1144 | 75533 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value              | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|--------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 8.012 <sup>a</sup> | 1  | .005                  | .005                 | .003                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 7.838              | 1  | .005                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 8.145              | 1  | .004                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                    |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 8.012              | 1  | .005                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                    |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 75533              |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 419.79.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

OY \* BM offences Crosstabulation

| Count |   | BM offences |      | Total |
|-------|---|-------------|------|-------|
|       |   | 0           | 1    |       |
| OY    | 0 | 46128       | 1688 | 47816 |
|       | 1 | 30793       | 559  | 31352 |
| Total |   | 76921       | 2247 | 79168 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value                | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|----------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 209.621 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 208.988              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 222.685              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                      |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 209.618              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                      |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168                |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 889.85.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות הזמנה לדין עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2006**

**OY \* HL Crosstabulation**

| Count |   | HL    |     | Total |
|-------|---|-------|-----|-------|
|       |   | 0     | 1   |       |
| OY    | 0 | 47437 | 379 | 47816 |
|       | 1 | 31211 | 141 | 31352 |
| Total |   | 78648 | 520 | 79168 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 34.120 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 33.596              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 35.852              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 34.119              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168               |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 205.93.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.



**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בתאונות ת"ד עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2007**

**OY \* NumofAccidentsCAYDFirst\_Year Crosstabulation**

| Count |   | NumofAccidentsCAYDFirst_Year |     | Total |
|-------|---|------------------------------|-----|-------|
|       |   | 0                            | 1   |       |
| OY    | 0 | 43067                        | 595 | 43662 |
|       | 1 | 33339                        | 376 | 33715 |
| Total |   | 76406                        | 971 | 77377 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value              | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|--------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 9.405 <sup>a</sup> | 1  | .002                  | .002                 | .001                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 9.207              | 1  | .002                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 9.500              | 1  | .002                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                    |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 9.405              | 1  | .002                  |                      |                      |
| McNemar Test                       |                    |    |                       | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| N of Valid Cases                   | 77377              |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 423.09.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

OY \* BM offences Crosstabulation

| Count |   | BM offences |      | Total |
|-------|---|-------------|------|-------|
|       |   | 0           | 1    |       |
| OY    | 0 | 41977       | 1685 | 43662 |
|       | 1 | 34734       | 772  | 35506 |
| Total |   | 76711       | 2457 | 79168 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value                | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|----------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 184.861 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 184.301              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 190.700              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                      |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 184.859              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                      |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168                |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1101.94.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות הזמנה לדין עבור נהגים שהוציאו רישיון ב-2007**

**OY \* HL Crosstabulation**

| Count |   | HL    |     | Total |
|-------|---|-------|-----|-------|
|       |   | 0     | 1   |       |
| OY    | 0 | 43395 | 267 | 43662 |
|       | 1 | 35376 | 130 | 35506 |
| Total |   | 78771 | 397 | 79168 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 23.631 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 23.142              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 24.289              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 23.630              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 79168               |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 178.05.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בתאונות ת"ד עבור כלל התקופה

OY \* NumofAccidentsCAYDFirst\_Year Crosstabulation

| Count |   | NumofAccidentsCAYDFirst_Year |      | Total  |
|-------|---|------------------------------|------|--------|
|       |   | 0                            | 1    |        |
| OY    | 0 | 148352                       | 2367 | 150719 |
|       | 1 | 80323                        | 1036 | 81359  |
| Total |   | 228675                       | 3403 | 232078 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 32.281 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 32.075              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 32.996              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 32.281              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 232078              |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1192.98.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות ברירת משפט עבור כלל התקופה

OY \* BM Offenses Crosstabulation

|       |   | BM Offenses |      | Total  |
|-------|---|-------------|------|--------|
|       |   | 0           | 1    |        |
| OY    | 0 | 145029      | 5690 | 150719 |
|       | 1 | 79538       | 1821 | 81359  |
| Total |   | 224567      | 7511 | 232078 |

Chi-Square Tests

|                                    | Value                | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|----------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 398.581 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 398.091              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 422.277              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                      |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 398.580              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                      |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 232078               |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2633.11.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

**מבחן על השפעת אור ירוק על מעורבות בעבירות הזמנה לדין עבור כלל התקופה**

**OY \* HL Crosstabulation**

| Count |   | HL     |      | Total  |
|-------|---|--------|------|--------|
|       |   | 0      | 1    |        |
| OY    | 0 | 149686 | 1033 | 150719 |
|       | 1 | 81005  | 354  | 81359  |
| Total |   | 230691 | 1387 | 232078 |

**Chi-Square Tests**

|                                    | Value               | df | Asymp. Sig. (2-sided) | Exact Sig. (2-sided) | Exact Sig. (1-sided) |
|------------------------------------|---------------------|----|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Pearson Chi-Square                 | 55.709 <sup>a</sup> | 1  | .000                  | .000                 | .000                 |
| Continuity Correction <sup>b</sup> | 55.289              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Likelihood Ratio                   | 58.616              | 1  | .000                  |                      |                      |
| Fisher's Exact Test                |                     |    |                       |                      |                      |
| Linear-by-Linear Association       | 55.709              | 1  | .000                  | .000 <sup>c</sup>    |                      |
| McNemar Test                       |                     |    |                       |                      |                      |
| N of Valid Cases                   | 232078              |    |                       |                      |                      |

a. 0 cells (.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 486.24.

b. Computed only for a 2x2 table

c. Binomial distribution used.

ניתן לראות כי קיים הבדל מובהק בין הנהגים שהשתתפו בתוכנית אור ירוק לבין הנהגים שלא השתתפו.

נספח מספר 20 – מקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית: תקנון בדרך הראשונה

| Parameter Estimates    |                |            |                              |           |                 |    |      |
|------------------------|----------------|------------|------------------------------|-----------|-----------------|----|------|
| Parameter              | B              | Std. Error | 95% Wald Confidence Interval |           | Hypothesis Test |    |      |
|                        |                |            | Lower                        | Upper     | Wald Chi-Square | df | Sig. |
| (Intercept)            | 3.276          | .6843      | 1.934                        | 4.617     | 22.913          | 1  | .000 |
| [min=1]                | -.775          | .2875      | -1.338                       | -.211     | 7.258           | 1  | .007 |
| [min=2]                | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [KvutzaUchlusiya=1]    | -.021          | .2674      | -.545                        | .504      | .006            | 1  | .939 |
| [KvutzaUchlusiya=2]    | .465           | .2860      | -.096                        | 1.026     | 2.643           | 1  | .104 |
| [KvutzaUchlusiya=3]    | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [aliyag=0]             | -1.138         | .4143      | -1.950                       | -.326     | 7.549           | 1  | .006 |
| [aliyag=1]             | -1.103         | .4835      | -2.050                       | -.155     | 5.200           | 1  | .023 |
| [aliyag=2]             | -1.068         | .4153      | -1.882                       | -.254     | 6.610           | 1  | .010 |
| [aliyag=3]             | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [ofnoa_ind=0]          | .699           | .0738      | .554                         | .844      | 89.754          | 1  | .000 |
| [ofnoa_ind=1]          | -.142          | .3328      | -.794                        | .510      | .182            | 1  | .669 |
| [ofnoa_ind=2]          | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [Limitation_Medical=0] | .860           | .1047      | .655                         | 1.065     | 67.528          | 1  | .000 |
| [Limitation_Medical=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [mahoznafa=11]         | -.384          | .4147      | -1.197                       | .429      | .857            | 1  | .355 |
| [mahoznafa=21]         | -.299          | .4316      | -1.145                       | .547      | .481            | 1  | .488 |
| [mahoznafa=22]         | -.086          | .4340      | -.937                        | .765      | .039            | 1  | .843 |
| [mahoznafa=23]         | -.176          | .4221      | -1.003                       | .651      | .174            | 1  | .677 |
| [mahoznafa=24]         | -.279          | .4164      | -1.095                       | .537      | .449            | 1  | .503 |
| [mahoznafa=25]         | -.266          | .4222      | -1.093                       | .562      | .396            | 1  | .529 |
| [mahoznafa=29]         | -.028          | .5308      | -1.068                       | 1.013     | .003            | 1  | .958 |
| [mahoznafa=31]         | -.471          | .4159      | -1.286                       | .344      | 1.283           | 1  | .257 |
| [mahoznafa=32]         | -.410          | .4175      | -1.229                       | .408      | .966            | 1  | .326 |
| [mahoznafa=41]         | -.027          | .4193      | -.849                        | .795      | .004            | 1  | .949 |
| [mahoznafa=42]         | -.166          | .4156      | -.981                        | .648      | .160            | 1  | .689 |
| [mahoznafa=43]         | .152           | .4239      | -.679                        | .983      | .128            | 1  | .720 |
| [mahoznafa=44]         | .296           | .4192      | -.526                        | 1.118     | .499            | 1  | .480 |
| [mahoznafa=51]         | -.243          | .4171      | -1.061                       | .575      | .339            | 1  | .560 |
| [mahoznafa=52]         | -.388          | .4183      | -1.208                       | .432      | .861            | 1  | .353 |
| [mahoznafa=53]         | -.449          | .4187      | -1.269                       | .372      | 1.150           | 1  | .284 |
| [mahoznafa=61]         | -.001          | .4184      | -.821                        | .819      | .000            | 1  | .998 |
| [mahoznafa=62]         | .020           | .4173      | -.798                        | .838      | .002            | 1  | .962 |
| [mahoznafa=71]         | 18.063         | 8402.3320  | -                            | 16486.331 | .000            | 1  | .998 |
|                        |                |            | 16450.206                    |           |                 |    |      |

|                     |                |       |        |       |        |   |      |
|---------------------|----------------|-------|--------|-------|--------|---|------|
| [mahoznafa=72]      | -.391          | .5823 | -1.533 | .750  | .452   | 1 | .501 |
| [mahoznafa=73]      | -.283          | .4426 | -1.151 | .584  | .410   | 1 | .522 |
| [mahoznafa=74]      | -.132          | .4416 | -.998  | .734  | .089   | 1 | .765 |
| [mahoznafa=75]      | .779           | .8202 | -.828  | 2.387 | .903   | 1 | .342 |
| [mahoznafa=76]      | -.220          | .4417 | -1.086 | .645  | .249   | 1 | .618 |
| [mahoznafa=77]      | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [Dadeducg=1]        | .032           | .0823 | -.129  | .193  | .152   | 1 | .697 |
| [Dadeducg=2]        | .195           | .0630 | .071   | .318  | 9.557  | 1 | .002 |
| [Dadeducg=3]        | .328           | .0795 | .172   | .484  | 16.999 | 1 | .000 |
| [Dadeducg=4]        | .305           | .0798 | .149   | .461  | 14.629 | 1 | .000 |
| [Dadeducg=5]        | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [momeducg=1]        | -.165          | .0817 | -.325  | -.005 | 4.086  | 1 | .043 |
| [momeducg=2]        | -.222          | .0607 | -.340  | -.103 | 13.339 | 1 | .000 |
| [momeducg=3]        | .006           | .0773 | -.145  | .158  | .006   | 1 | .936 |
| [momeducg=4]        | .026           | .0819 | -.134  | .187  | .104   | 1 | .748 |
| [momeducg=5]        | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [OY=0]              | -.133          | .0411 | -.214  | -.053 | 10.515 | 1 | .001 |
| [OY=1]              | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| gil                 | .067           | .0109 | .046   | .089  | 37.848 | 1 | .000 |
| [min=1] *           | .130           | .2908 | -.439  | .700  | .201   | 1 | .654 |
| [KvutzaUchlusiya=1] |                |       |        |       |        |   |      |
| [min=1] *           | -.592          | .3057 | -1.191 | .007  | 3.748  | 1 | .053 |
| [KvutzaUchlusiya=2] |                |       |        |       |        |   |      |
| [min=1] *           | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [KvutzaUchlusiya=3] |                |       |        |       |        |   |      |
| [min=2] *           | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [KvutzaUchlusiya=1] |                |       |        |       |        |   |      |
| [min=2] *           | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [KvutzaUchlusiya=2] |                |       |        |       |        |   |      |
| [min=2] *           | 0 <sup>a</sup> | .     | .      | .     | .      | . | .    |
| [KvutzaUchlusiya=3] |                |       |        |       |        |   |      |
| (Scale)             | 1 <sup>b</sup> |       |        |       |        |   |      |

Dependent Variable: NumofAccidentsCAYDFirst\_Year

Model: (Intercept), min, KvutzaUchlusiya, aliyag, ofnoa\_ind, Limition\_Medical, mahoznafa, Dadeducg, momeducg, OY, gil, min \* KvutzaUchlusiya

a. Set to zero because this parameter is redundant.

b. Fixed at the displayed value.



נספח מספר 21 – מקדמי המשתנים ברגרסיה הלוגיסטית (פרק 9.6)

| Parameter Estimates    |                |            |                              |           |                 |    |      |
|------------------------|----------------|------------|------------------------------|-----------|-----------------|----|------|
| Parameter              | B              | Std. Error | 95% Wald Confidence Interval |           | Hypothesis Test |    |      |
|                        |                |            | Lower                        | Upper     | Wald Chi-Square | df | Sig. |
| (Intercept)            | 3.325          | .6622      | 2.027                        | 4.623     | 25.203          | 1  | .000 |
| [min=1]                | -.619          | .0686      | -.753                        | -.484     | 81.457          | 1  | .000 |
| [min=2]                | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [aliyag=0]             | -1.133         | .4147      | -1.946                       | -.320     | 7.468           | 1  | .006 |
| [aliyag=1]             | -1.105         | .4841      | -2.054                       | -.156     | 5.210           | 1  | .022 |
| [aliyag=2]             | -1.073         | .4156      | -1.887                       | -.258     | 6.659           | 1  | .010 |
| [aliyag=3]             | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [ofnoa_ind=0]          | .679           | .0737      | .535                         | .824      | 84.874          | 1  | .000 |
| [ofnoa_ind=1]          | -.131          | .3329      | -.783                        | .522      | .155            | 1  | .694 |
| [ofnoa_ind=2]          | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [Limitation_Medical=0] | .861           | .1047      | .656                         | 1.066     | 67.636          | 1  | .000 |
| [Limitation_Medical=1] | 0 <sup>a</sup> | .          | .                            | .         | .               | .  | .    |
| [mahoznafa=11]         | -.391          | .4148      | -1.204                       | .422      | .888            | 1  | .346 |
| [mahoznafa=21]         | -.290          | .4317      | -1.136                       | .556      | .451            | 1  | .502 |
| [mahoznafa=22]         | -.091          | .4341      | -.942                        | .760      | .044            | 1  | .834 |
| [mahoznafa=23]         | -.166          | .4222      | -.994                        | .661      | .155            | 1  | .694 |
| [mahoznafa=24]         | -.270          | .4166      | -1.086                       | .547      | .419            | 1  | .518 |
| [mahoznafa=25]         | -.257          | .4223      | -1.085                       | .571      | .370            | 1  | .543 |
| [mahoznafa=29]         | -.019          | .5310      | -1.060                       | 1.021     | .001            | 1  | .971 |
| [mahoznafa=31]         | -.461          | .4161      | -1.276                       | .355      | 1.227           | 1  | .268 |
| [mahoznafa=32]         | -.399          | .4176      | -1.218                       | .419      | .915            | 1  | .339 |
| [mahoznafa=41]         | -.016          | .4194      | -.838                        | .806      | .002            | 1  | .969 |
| [mahoznafa=42]         | -.162          | .4158      | -.977                        | .653      | .151            | 1  | .698 |
| [mahoznafa=43]         | .159           | .4240      | -.672                        | .990      | .140            | 1  | .708 |
| [mahoznafa=44]         | .299           | .4194      | -.523                        | 1.121     | .508            | 1  | .476 |
| [mahoznafa=51]         | -.237          | .4173      | -1.055                       | .580      | .324            | 1  | .569 |
| [mahoznafa=52]         | -.387          | .4184      | -1.207                       | .433      | .856            | 1  | .355 |
| [mahoznafa=53]         | -.448          | .4188      | -1.269                       | .373      | 1.143           | 1  | .285 |
| [mahoznafa=61]         | .003           | .4185      | -.817                        | .823      | .000            | 1  | .994 |
| [mahoznafa=62]         | .003           | .4174      | -.815                        | .821      | .000            | 1  | .995 |
| [mahoznafa=71]         | 18.075         | 8387.3742  | -16420.877                   | 16457.026 | .000            | 1  | .998 |
| [mahoznafa=72]         | -.387          | .5825      | -1.528                       | .755      | .441            | 1  | .507 |
| [mahoznafa=73]         | -.278          | .4428      | -1.146                       | .590      | .395            | 1  | .530 |
| [mahoznafa=74]         | -.128          | .4418      | -.994                        | .738      | .084            | 1  | .772 |
| [mahoznafa=75]         | .796           | .8205      | -.812                        | 2.404     | .941            | 1  | .332 |
| [mahoznafa=76]         | -.217          | .4419      | -1.083                       | .649      | .241            | 1  | .623 |

|                  |                |       |       |       |        |   |      |
|------------------|----------------|-------|-------|-------|--------|---|------|
| [mahoznafa=77]   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [KvutzaAv=1]     | .125           | .1339 | -.137 | .387  | .871   | 1 | .351 |
| [KvutzaAv=2]     | -.007          | .1448 | -.291 | .277  | .002   | 1 | .962 |
| [KvutzaAv=3]     | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [Dadeducg=1]     | .025           | .0824 | -.137 | .186  | .092   | 1 | .762 |
| [Dadeducg=2]     | .194           | .0632 | .070  | .318  | 9.407  | 1 | .002 |
| [Dadeducg=3]     | .331           | .0797 | .175  | .487  | 17.287 | 1 | .000 |
| [Dadeducg=4]     | .308           | .0798 | .152  | .465  | 14.926 | 1 | .000 |
| [Dadeducg=5]     | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [mursheav=1]     | -.295          | .1630 | -.615 | .024  | 3.286  | 1 | .070 |
| [mursheav=2]     | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [momeducg=1]     | -.167          | .0820 | -.328 | -.006 | 4.141  | 1 | .042 |
| [momeducg=2]     | -.206          | .0607 | -.325 | -.087 | 11.502 | 1 | .001 |
| [momeducg=3]     | .023           | .0776 | -.129 | .175  | .091   | 1 | .762 |
| [momeducg=4]     | .042           | .0824 | -.119 | .204  | .261   | 1 | .610 |
| [momeducg=5]     | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [mursheem=1]     | .094           | .0766 | -.056 | .244  | 1.506  | 1 | .220 |
| [mursheem=2]     | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=0]           | -.101          | .1853 | -.465 | .262  | .299   | 1 | .584 |
| [OY=1]           | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| gil              | .067           | .0112 | .045  | .089  | 35.769 | 1 | .000 |
| [mursheem=1] *   | -.193          | .0877 | -.365 | -.021 | 4.843  | 1 | .028 |
| [OY=0]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheem=1] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=1]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheem=2] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=0]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheem=2] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=1]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheav=1] *   | .307           | .1782 | -.042 | .656  | 2.970  | 1 | .085 |
| [OY=0]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheav=1] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=1]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheav=2] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=0]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [mursheav=2] *   | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [OY=1]           |                |       |       |       |        |   |      |
| [min=1] * [OY=0] | -.251          | .0848 | -.418 | -.085 | 8.775  | 1 | .003 |
| [min=1] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [min=2] * [OY=0] | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| [min=2] * [OY=1] | 0 <sup>a</sup> | .     | .     | .     | .      | . | .    |
| (Scale)          | 1 <sup>b</sup> |       |       |       |        |   |      |