

**בדיקת המגמות בתאונות הדרכים החמורות,
בשנים האחרונות**

מאת

**ויקטוריה גיטלמן, שלום הקרט - המכון לחקר התחבורה
אטי דובא, אילה כהן - המעבדה לסטטיסטיקה**

פרסום מס' 2003/0121

פרויקט מס' 5115-44

חיפה, נובמבר 2003

דו"ח זה משקף את דעות המחברים והמלצותיהם, ואיננו משקף בהכרח את דעותיהם של הטכניון ושל מוסד הטכניון למחקר ופיתוח. מוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ אינו אחראי לדיוק הנתונים הכלולים בדו"ח ולמסקנותיו, ואין הדו"ח מהווה הנחיה או המלצה שלו.

תוכן הדו"ח אינו בהכרח משקף את דעותיהם של הגופים הרשמיים והרשויות המוסמכות האחראים לנושא, ואין הדו"ח מהווה תקן, הנחיה או נוהל מחייבים של אותם גופים ורשויות.

עבודה זו הוזמנה ע"י משרד התחבורה - הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים ומומנה על ידו במסגרת עבודות מחקר המתבצעות במכון לחקר התחבורה.

כל הזכויות שמורות למחקר
ולמוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ

תוכן העניינים

עמוד	
4	1. מבוא
4	1.1. מטרת השאלתה
5	1.2. שיטות בקרה בתחום הבטיחות בדרכים
8	2. שיטת הניתוח
8	2.1. כללי
8	2.2. סוגי החתכים בניתוח
9	2.3. סדרות הנתונים בניתוח
13	2.4. שלבי הניתוח
15	3. תוצאות הניתוח
	3.1. בחינת השאלות לגבי מובהקות השינויים במגמה ובמספר
15	התאונות בשנים האחרונות
19	3.2. פיתוח תרשימי הבקרה
26	4. סיכום ודיון
	נספחים:
	<u>נספח א'</u> . סדרות הנתונים בניתוח
	<u>נספח ב'</u> . תוצאות של מידול הסדרות
	<u>נספח ג'</u> . רקע סטטיסטי לשאלות הניתוח
	<u>נספח ד'</u> . פלטי הממצאים לשאלה 1 "האם היה שינוי מובהק במגמה ב-2001-2002, לעומת המגמה שהייתה בסוף שנת 2000?"
	<u>נספח ה'</u> . פלטי הממצאים לשאלה 2 "האם מספר התאונות בשנים האחרונות היה שונה באופן מובהק ממספר התאונות בשנים קודמות?"
	<u>נספח ו'</u> . פלטי הממצאים לשאלה 3 "לו מגמת התאונות שנצפתה בשנים הקודמות הייתה נמשכת גם בשנים הבאות, 2001-2002, האם היה מספר התאונות שונה ממה שהתקבל עקב שינוי המגמה?"
	<u>נספח ז'</u> . תרשימי הבקרה שפותחו במחקר

1. מבוא

1.1. מטרת השאלתה

עפ"י נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס), בשנים 1998-2001 בישראל נרשמה ירידה במספר התאונות הקלות והקשות, בעוד שבתאונות הקטלניות הייתה ירידה בשנים 1998-2000 אשר נשברה בשנת 2001. מגמת הירידה נרשמה לאורך השנים בתאונות בשטח עירוני כאשר במספר התאונות הקטלניות בדרכים הבינעירוניות נצפתה עליה חדה בשנת 2001. בנוסף, ניתן לראות מגמות שונות במספרי התאונות/ הנפגעים מהסוגים השונים ובאזורים השונים. ע"פ דיווחים של הלמ"ס והמשטרה, מגמות דומות במספר התאונות החמורות נצפו גם בשנת 2002.

שאלת העלייה במספר ההרוגים בתאונות הדרכים, ובמיוחד בדרכים הבינעירוניות, נמצאת במרכז תשומת הלב של הרשויות. במצב זה, כמו במצבים דומים בעבר, נדרשת הגדרה של כיווני פעילות ממוקדת, על מנת לשבור את המגמה הקיימת ולמנוע את חזרתה בעתיד. יחד עם זאת, קיימת אפשרות לכך כי העלייה שנצפתה לכאורה בתאונות החמורות למעשה אינה עליה אלא תנועה מקרית המבטאת חזרה לממוצע הרב שנתי.

על מנת לספק מסקנה מבוססת לגבי מצב התאונות בשנה מסוימת, נדרש ניתוח מקיף ושיטתי של הנתונים. ניתוח כזה אמור להתבסס על פיתוח מודל מסביר לסדרה עתית של התאונות בשנים קודמות, יצירת תחזית לגבי מספר התאונות בשנה הנבדקת וביצוע השוואה בין המצב הצפוי לבין המתרחש בפועל. כאשר התחזית נבנית באמצעות שיטות סטטיסטיות מבוקרות, ניתן להבדיל במובהקות גבוהה בין סטייה מקרית במספר התאונות לבין שינוי המגמה.

מטרת השאלתה הנוכחית הנה לספק מענה מנומק ומבוסס לשאלת העלייה במספר התאונות החמורות בשנים האחרונות, ובייחוד בשטח הבינעירוני. הניתוח מתמקד בבחינת מגמת התאונות החמורות בשנים הקודמות, 1995-2000, ובזיהוי השינויים שחלו במצב התאונות החמורות בשנים האחרונות, 2001-2002.

בניתוח הסטטיסטי נבחנות השאלות הבאות:

- האם השינוי במגמת התאונות החמורות שנצפה השנים האחרונות היה מובהק?
 - האם חל שינוי משמעותי בקצב התאונות החמורות, בשנים האחרונות לעומת השנים הקודמות?
 - לעומת מגמת התאונות הקודמת, האם מצב התאונות בשנים האחרונות מהווה הרעה, שיפור או חוסר שינוי מובהק?
- למען המחשת גודל השינויים שנצפו בתאונות, במחקר הנוכחי נבנו גם תרשימי בקרה אחרי מצב התאונות בחתכים השונים (בדומה למקובל בתהליכי בקרת האיכות בתעשייה).
- בחינה מעמיקה של השינויים שחלו בתאונות מיועדת להבהיר מספר שאלות אשר להן קיימת השפעה על בחירה נכונה של פעילויות ההתערבות. שאלות אלה הן:
- האם חל שינוי משמעותי במצב התאונות החמורות בשנים האחרונות, לעומת השנים הקודמות?

- מה הם תחומי התאונות שמאפיינים את מגמת העלייה?
- האם ניתן לקשור את השינויים בתאונות החמורות עם גורמים משפיעים, כגון: נסועה, תצרוכת דלק, מצב הכבישים, על סמך המגמות שנצפו במדדים אלה, בתקופה המקבילה לתקופת הניתוח?

בהתבסס על ממצאי הניתוח, ניתן לגבש המלצות לביצוע פעילויות ממוקדות במסגרת תוכנית העבודה של הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים וגם של רשויות אחרות.

1.2. שיטות בקרה בתחום הבטיחות בדרכים

מעקב שיטתי אחר המגמות בתאונות דרכים מקובל בתחום הבטיחות בדרכים כבר למעלה מ-30 שנה. מגמות אלה נהיות חשובות במיוחד כאשר מדינות (או רשויות) מציבות מטרות כמותיות להפחתה במספר התאונות ו/או מספר ההרוגים.

קיימות שיטות שונות למעקב אחר מגמות ההשתנות בתאונות¹. באופן טבעי, השיטות הנפוצות כיום הן שיטות המעקב באמצעות סדרות עתיות. כללית, ניתן להבחין בשלוש גישות שונות בנייתן נתוני התאונות באמצעות סדרה עתית:

1) בחינה ויזואלית של התפתחות סדרות הנתונים מסוגים שונים, כגון: מספרי הנפגעים בסוגים שונים ובחומרה שונה; מספרי התאונות בסוגי דרכים שונות וכד'. גישה זו מקובלת ברוב מדינות העולם, כולל ישראל, שבהן קיימים מאגרי מידע מסודרים וגופים רשמיים המתחזקים אותם. ליתרונות הגישה מציינים את קבלת התוצאות תוך זמן קצר, כאשר ההקבלה בין התפתחות סדרות התאונות השונות מאפשרת הפקת מסקנות ראשוניות לגבי מגמות השינוי בשטח. אולם, מהסתכלות על סדרות הנתונים עדיין לא ניתן לקבל תשובה האם חל שינוי משמעותי במצב הבטיחות, כי תשובה לשאלה כזו דורשת הפעלת כלים סטטיסטיים.

2) בגישה אחרת, מסתכלים על התפתחות סדרת התאונות לטווח ארוך (10-30 שנה), במקביל עם מדדים כלכליים וחברתיים של המדינה אשר ניתן לקשרם, באופן זה או אחר, עם התרחשות התאונות, ומחפשים קשר סטטיסטי בין מספרי התאונות וערכי המדדים. הניתוח מבוצע ברמה אגרגטיבית (וביחידות זמן של שנה), מספק תשובות כלליות וככלל, אינו מתאים לצורכי הסקת מסקנות אופרטיביות.

3) ניתוח סדרות עתיות של התאונות בטווח קצר (עד מספר שנים) מבוצע, בדרך כלל, על מנת לנתח השפעה של גורם מסוים אשר פועל בקנה מידה משמעותי. במקרה זה מבוצעת בחינה סטטיסטית האם חל שינוי משמעותי במצב התאונות בשטח, בעקבות ההתערבות/השפעת הגורם הנבחן. שיטה זו אומצה, לדוגמא, במסגרת מעקב אחרי השפעת תוכניות בטיחות לאומיות במדינות אוסטרליה ואירופה.

היבט חשוב בבקרה בכלל ובבקרת התאונות בפרט, הנו האפשרות לעקוב אחרי התפתחות התהליך לאורך זמן. לדוגמא, במחקר הנוכחי נקבע לבחון את מגמות התאונות החמורות בשנים 2001-2002 לעומת שנים קודמות, 1995-2000. במקרה כזה, מדובר בהתאמת מודל סטטיסטי להתנהגות

התאונות בשנים הקודמות, על מנת לזהות סטייה משמעותית בהתנהגות התאונות בשנה הנבחנת. שיטה זו - מעקב אחרי התנהגות של פרמטר מסוים בתקופה הבאה לעומת גבולות ההתנהגות שנקבעו קודם, מוכרת מאמצע המאה ה-20 כשיטת הניהול באמצעות תרשימי בקרה (control charts).

תרשים בקרה נולד כאמצעי בקרת איכות בתהליכי ייצור. ההנחה הבסיסית היא שבתהליך יציב אשר אינו מושפע ע"י גורמים מפריעים באופן שיטתי, כמות הפגמים במוצרי התהליך תישאר נמוכה – בגבולות של סטייה מקרית; במידה ומספר המוצרים הפגומים עולה (בתקופה מסוימת) בצורה משמעותית, תופעה זו אמורה להצביע על קיום גורם שיטתי מפריע אשר התערב בתהליך. תפיסה זו קרובה להבנת תהליך התרחשות התאונות בשטח, כאירועים אקראיים, מחד, ומושפעים על ידי גורמים מערכתיים רבים, מאידך גיסא. כתוצאה מכך, עוד החל משנות ה-60 נעשו ניסיונות ליישם טכניקות תרשימי הבקרה למטרות אופרטיביות של ניהול הבטיחות בדרכים.

יחד עם זאת, פיתוח תרשימי הבקרה בתחום הבטיחות בדרכים אינו פשוט, דורש התאמת מודל סטטיסטי, ומתאפשר כיום הודות לזמינות של תוכנות סטטיסטיות מתקדמות. למרות שהרעיון של תרשימי הבקרה בניהול הבטיחות בדרכים עלה עוד בשנות ה-60, עד כה כלי ניהול זה טרם נמצא בשימוש רחב. אחת מהסיבות לכך טמונה בבעיה מתודולוגית: תרשימי הבקרה פותחו לתהליכים נורמליים בעוד שהתרחשות התאונות מתקשרת לרוב עם התפלגות פואסונית או בינומית שלילית; לכן, יצירת תרשים בקרה בתחום הבטיחות דורשת בחינת השערות רבות, התמרות הנתונים ופיתוח מודל סטטיסטי, דבר שאינו טריביאלי כשלעצמו.

למרות היחס המקובל כיום לנושא הבטיחות בדרכים בנושא מערכתי, עם כל מרכיבי הניהול והבקרה הנדרשים לכך, עד כה ניתן להצביע על מקרים בודדים בלבד של השימוש בתרשימי הבקרה לניהול הבטיחות בדרכים. (ראוי לציין כי קיימים לא מעט מודלים סטטיסטיים עם גבולות לחיזוי המצב, אשר משמשים את צרכי הרשויות להערכת התקדמות של תוכניות הבטיחות. אופן הניתוח של נתוני התאונות במודלים אלה מתקרב לשיטת תרשימי הבקרה אך אינו הופך לשימוש ישיר בשיטה זו). למעשה, בעשור האחרון, במאגר מידע מקצועי "תחבורה" הופיעו שני פרסומים בלבד אשר דנו בשימוש בתרשימי הבקרה בתחום הבטיחות בדרכים: האחד שמוקדש למעקב אחרי ביצוע התוכנית הלאומית לבטיחות בדרכים בניו זילנד²; השני שמדבר על בחינת אמינות נתוני התאונות במאגר מידע לאומי, בארה"ב³.

לצורכי תהליך המעקב - זיהוי מצבים חריגים באמצעות תרשים הבקרה, בשתי העבודות הללו, נקבעו מספר כללים. לדוגמא, למעקב אחרי מספר ההרוגים בתוכנית הניו-זילנדית שימשו כללי המעקב כגון:

1. נקודה אחת מחוץ לגבולות התרשים.

¹ ראה סקר ספרות בנושא בדו"ח מחקר "ניתוח מגמות תאונות הדרכים בישראל בשנת 1999", מאת הקרט ש. גיטלמן ו. כהן א. דובא א., דו"ח מחקר 282/2000, המכון לחקר התחבורה.

² Guria, J. and Mara, K. Monitoring performance of road safety programmes in New Zealand. Accident Analysis & Prevention 32 (2000), 695-702.

³ Pierchala, C.E. and Surti, J. Control charts as a tool in data quality improvement. Report No. DOT HS 809 005, National Highway Traffic Safety Administration, 1999.

2. חמש נקודות ברצף הנמצאות מצד אחד של קו האמצע של התרשים.
3. ארבע נקודות רצופות הנמצאות במגמת עלייה או ירידה.
4. שמונה נקודות רצופות הנמצאות בתוך האזור האמצעי (בגבולות של סטיית תקן אחת מהציר האמצעי).

כל אחד מהאירועים הנ"ל מצביע על קיום גורם מיוחד (special cause) או על "יציאת התהליך מכלל שליטה". למשל, כלל 4 מעיד על הקטנת השונות וזה יכול לשמש הוכחה לירידה עקבית במספר התאונות. כללים 2 ו-3 מצביעים על שינוי מגמה. בנוגע לכלל 1, נקודה בודדה מעבר לגבול לעתים אינה דורשת נקיטת צעדים מיוחדים, פרט לבדיקת הנסיבות שגרמו למקרה עצמו. יחד עם זאת, חציה חוזרת של הגבולות מתפרשת כהוכחה חזקה לשינוי ברמת הסיכון בשטח.

כללי המעקב הנ"ל שימשו למעקב אחרי מצב התאונות גם במחקר הנוכחי. יצוין כי כללי השימוש בתרשימי הבקרה (כגון: זיהו מצבים חריגים שמובא לעיל), במקור, מתוארים בספר הדרכה לבקרת איכות של Western Electric, משנת 1956.

2. שיטת הניתוח

2.1. כללי

הניתוח הנוכחי אמור לספק מענה מבוסס לשאלת העלייה במספר התאונות החמורות בשנים האחרונות, ובייחוד בשטח הבינעירוני. הניתוח מתמקד בבחינת מגמת התאונות החמורות בשנים הקודמות, 1995-2000, ובזיהוי השינויים שחלו במצב התאונות החמורות בשנים האחרונות, 2001-2002. מונח התאונות החמורות מתייחס לתאונות קטלניות ותאונות קשות.

בניתוח, מבוצעת הגדרת המגמה בתאונות שנצפתה בשנים הקודמות והשוואתה עם מגמת התאונות הנוכחית. כמו כן, מבוצעת הגדרה של הקו הממוצע הרב שנתי של מספרי התאונות, עם רווח הסמך, כמקובל בתורת בקרת האיכות בתעשייה, והשוואתו עם מספרי התאונות בשנים האחרונות.

הניתוח הסטטיסטי מתבסס על התאמת מודל מסביר למצב התאונות בשנים הקודמות, שעל-פיו נבנית תחזית לגבי מצב התאונות בשנה הנבדקת ומבוצעת השוואה בין המצב הצפוי לבין המתרחש בפועל. השינויים נבחנים במספר חתכי התאונות אשר להם משמעות מרבית להבחנת טיב השינוי שחל בתאונות החמורות בשנים האחרונות.

2.2. סוגי החתכים בניתוח

בניתוח התאונות קיימות מספר דרכים לספירת הנתונים: לפי מספר התאונות, מספר הנפגעים ומספר נהגים (כלי רכב) מעורבים. בניתוח התאונות החמורות (הקטלניות והקשות) קיימת משמעות רבה יותר למספר הנפגעים מאשר למספר התאונות. בנוסף, למספר ההרוגים בתאונות קיימת משמעות רבה בהשוואות שונות של מצב הבטיחות, הן על ציר הזמן והן בין מדינות/אזורים שונים. לכן, הניתוח הנוכחי מתייחס לשני סוגים של נתונים: **מספר ההרוגים בתאונות ומספר הנפגעים באורח קשה**. נציין כי מספר הנפגעים באורח חמור (קשה וקטלני ביחד) שנבחר בהתחלה לניתוח, הוסר בהמשך, עקב המגמות השונות שנמצאו בסדרות של מספרי ההרוגים ומספרי הנפגעים באורח קשה.

ניתוח המגמות מבוצע לגבי התנהגות הנתונים בכלל הדרכים בארץ לפי **מספר חתכים עיקריים**:

- סוגי המקום – שטח עירוני/לא עירוני;
- קבוצת הדרכים הבינעירוניות שמרכזות חלק ניכר מהתאונות;
- מעורבות בתאונות של סוגי רכב מוכללים: רכב פרטי ורכב מקצועי, כאשר הרכב המקצועי כולל משאיות מעל 4 טון, אוטובוסים ומוניות.

נציין כי סוגי החתכים לניתוח נבחרו על פי העיקרון של מספר מוגבל של חתכים אשר יספק תמונה מתומצת אך מקיפה של השינויים שחלו בתאונות החמורות. במובן זה, בחינה של סך הכל התאונות בדרכים העירוניות והלא עירוניות מספקת את התמונה המקיפה; בחינת התאונות שנרשמו בקבוצה מייצגת של הדרכים הבינעירוניות מאפשרת התמקדות על אזור גיאוגרפי מסוים, בעוד שהבחינה לפי סוגי הרכב תורמת להסקת מסקנות מעשיות.

לבחירת קבוצה מייצגת של הדרכים הבינעירוניות נעשתה בדיקה של ריכוזי הנפגעים באורח חמור (ההרוגים והנפגעים קשה) בשנת 2001. מהבדיקה עולה כי מתוך 1538 נפגעים באורח חמור בשנת 2001, 47% היו באזור הצפון, 27% - במרכז, 23% - בדרום, 3% - באזור ירושלים. כמו כן, בכל אזור גיאוגרפי ניתן להצביע על קבוצת דרכים שמרכזת כ-60%-80% מהנפגעים. מתוך ההסתכלות הן על החלק היחסי של הנפגעים בכל אזור והן על מספריהם המוחלטים, לבחינה ממוקדת של מגמת התאונות החמורות נבחרה **קבוצת דרכים באזור הצפון** אשר מרכזת את רוב ההרוגים ואת רוב הנפגעים באורח קשה, באזור הזה. קבוצת דרכים זו באזור הצפון כוללת את הדרכים הבאות: 65, 70, 4, 2, 90, 85, 77, 75, 79, 784, 89, 781, 574, 672, 806, 899. בשנת 2001, בדרכים אלה נרשמו 108 הרוגים ו-456 נפגעים קשה שמהווה 81% מההרוגים ו-78% מהנפגעים קשה בדרכים הבינעירוניות בצפון. ניתן להבחין כי דרכים אלה מעבירות את רוב התנועה בצפון הארץ.

לגבי בחינת המעורבות בתאונות של רכב מקצועי, כללית, קיימות שתי אפשרויות: לבחון את הנפגעים בתוך הרכב המקצועי או לבחון את הנפגעים שהיו בתאונות עם מעורבות הרכב המקצועי. הגישה המקובלת לבחינת המעורבות בתאונות של הרכב המקצועי משתמשת באופציה השנייה, בעיקר עקב הבדלי המשקל בין הרכב המקצועי והרכב הפרטי אשר משפיעים על תוצאות התאונה. כלומר, על התאונה שבה היה מעורב הרכב המקצועי (שהוא לרוב משאית כבדה) ככלל משלם הרכב האחר שהיה מעורב בתאונה. לדוגמא, מתוך 1050 ההרוגים בתאונות עם מעורבות רכב מקצועי בשנת 2001, 907 הרוגים (86%) היו בכלי רכב אחרים; באופן דומה, מתוך 4940 הנפגעים באורח קשה, 3787 נפגעים (77%) היו בכלי רכב אחרים. בדיקה זו מחזקת את הבחירה של כלל **הנפגעים בתאונות רכב מקצועי** ולא את הנפגעים בתוך הרכב המקצועי בלבד, לבחינת תפקידו של הרכב המקצועי בשינוי המגמות של התאונות החמורות בשנים האחרונות.

2.3. סדרות הנתונים בניתוח

הניתוח מתבסס על קבצי תאונות הדרכים הנערכים על-ידי הלמ"ס. להערכת מגמת התאונות בשנים הקודמות שימשו קבצי התאונות לשנים 1995-2000. המצב הנוכחי בתאונות החמורות נבחן בשנים 2001 ו-2002. סדרות חודשיות של הנתונים (מספרי ההרוגים ומספרי הנפגעים באורח קשה) התקבלו לכל אחת משנות הניתוח, 1995-2002, לכל אחד מחתכי הנתונים שהוגדר לעיל.

סך הכל עמדו בניתוח 10 סדרות של הנתונים והן:

1. מספר ההרוגים, בשטח עירוני (UrbF)
2. מספר הרוגים, בשטח בין עירוני (RurF)
3. נפגעים קשה, בשטח עירוני (UrbS)
4. נפגעים קשה, בשטח בין עירוני (RurS)
5. מספר ההרוגים, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthF)
6. נפגעים קשה, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthS)
7. הרוגים בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikF)
8. נפגעים קשה בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikS)

9. הרוגים ברכב פרטי (PratiF)
 10. נפגעים קשה ברכב פרטי (PratiS)

בנוסף, עקב מגמות סותרות שנמצאו במספר ההרוגים בתאונות בשטח עירוני ובינעירוני, נבחנה גם הסדרה של סך הכל ההרוגים בכל הדרכים בישראל: הרוגים, בשטח עירוני ובין עירוני (RUToTF).

לתיאור הסדרות שימשו המשתנים: Year – שנה, Mon – חודש. יצרנו את המשתנה N המונה את מספר החודש בסדרה: $1=N$ ב-1/1995, $73=N$ ב-1/2001. נספח א' מציג את סדרות הנתונים שעמדו בניתוח.

טבלה 2.1 מביאה סיכומים סטטיסטיים ראשוניים של כל סדרות הנתונים שעמדו בניתוח. ניתן לראות, לדוגמא, כי מספר ההרוגים החודשי בשטח עירוני משתנה מ-5 עד 30, עם ערך ממוצע של 18 הרוגים בחודש, בעוד שבשטח הבינעירוני מספר ההרוגים משתנה מ-11 עד 42, עם ערך ממוצע של 25 הרוגים בחודש. בקבוצת הדרכים בצפון הארץ נהרגים מ-3 עד 22 בני אדם בחודש, עם ערך ממוצע של 9 הרוגים בחודש.

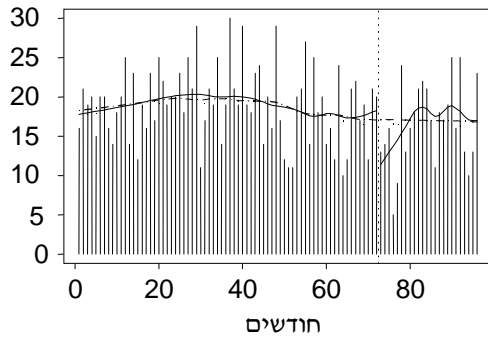
טבלה 2.1. סיכומים סטטיסטיים ראשוניים של סדרות הנתונים

ממד (חודשי)	מספר הרוגים בשטח עירוני	מספר הרוגים בשטח בין עירוני	נפגעים קשה בשטח עירוני	נפגעים קשה בשטח בין עירוני	הרוגים בקבוצת הדרכים בצפון	נפגעים קשה בקבוצת הדרכים בצפון	הרוגים בתאונות עם רכב מקצועי	נפגעים קשה בתאונות עם רכב מקצועי	הרוגים ברכב פרטי	נפגעים קשה ברכב פרטי	סה"כ ההרוגים
מינימום	5.0	11.0	73.0	66.0	3.0	14.0	2.0	21.0	6.0	61.0	22.0
רבעון תחתון	14.8	20.0	132.0	92.8	6.0	35.0	8.0	36.0	13.0	85.8	39.0
חציון	19.0	24.0	158.5	108.0	8.0	42.0	11.0	44.0	15.0	98.5	42.0
ממוצע	18.5	24.8	157.0	107.9	8.8	42.3	11.7	44.5	16.0	99.0	43.2
רבעון עליון	21.0	28.0	184.0	122.0	11.0	48.3	15.0	50.3	19.0	111.3	48.3
מקסימום	30.0	42.0	229.0	168.0	22.0	66.0	28.0	71.0	29.0	164.0	66.0

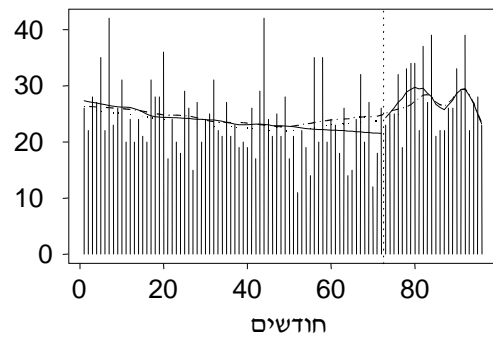
ציור 2.1 מביא הצגה גרפית של סדרות הנתונים שבניתוח: הנתונים המקוריים, ללא התיקון לפי מספר הימים בחודש. לכל סדרה פרט לתיאור הנתונים הגולמיים משורטטת החלקה שלהם. החלקה בוצעה בנפרד לשש השנים הראשונות (1995 – 2000) ולשנתיים האחרונות (2001-2002). *הקו האנכי המרוסק* תוחם את שתי התקופות הללו (בין חודש 72 ל-73). *שני הקווים הרציפים* מתארים את החלקת הנתונים "לפני" בנפרד מנתוני "אחרי". הקו המקווקו מתאר החלקה של כל הנתונים בסדרה. יש לזכור שהקו המתאר החלקה של כל הסדרה, מבוסס על מיצוע נתונים בסביבת כל נקודה המצוירת בו. לכן, הערכים המופיעים בגרף בתקופה "לפני" מבוססים גם על התצפיות מהתקופה "אחרי", ולהפך.

בתוך הנתונים המקוריים (ראה ציור 2.1) ניתן לראות כי בשנים 2001-2002 נרשמה עליה במספר ההרוגים בשטח הבינעירוני, אשר משתקפת גם בסך כל ההרוגים בכל הארץ. עליה משמעותית נראית גם במספר ההרוגים בדרכים בצפון הארץ בשנת 2001 וגם במספר ההרוגים ברכב פרטי בשנים 2001-2002. לעומת זאת, מספר ההרוגים בתאונות רכב מקצועי לא השתנה משמעותית

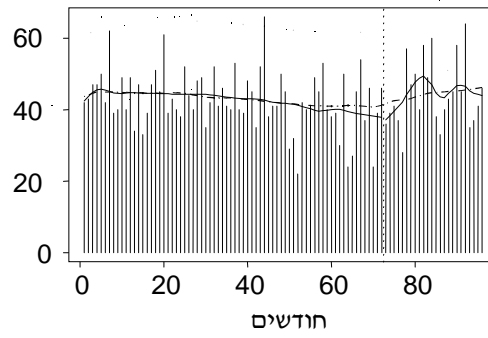
מספר הרוגים, בשטח עירוני



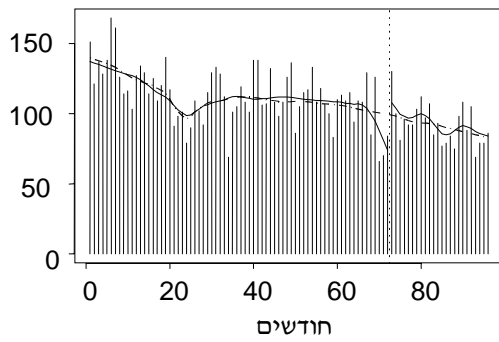
מספר הרוגים, בשטח בין עירוני



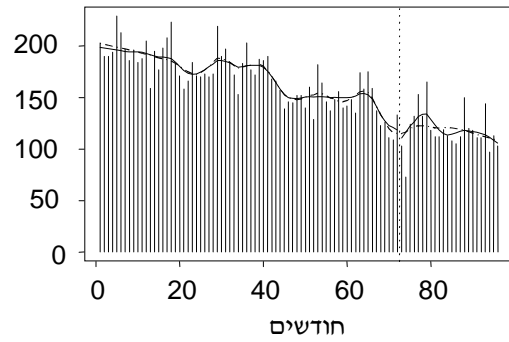
סה"כ ההרוגים, בשטח עירוני ובין עירוני



נפגעים קשה, בשטח בין עירוני

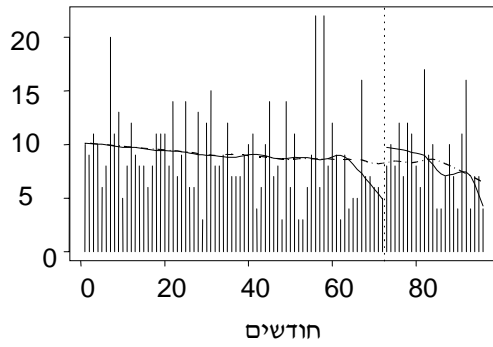


נפגעים קשה, בשטח עירוני

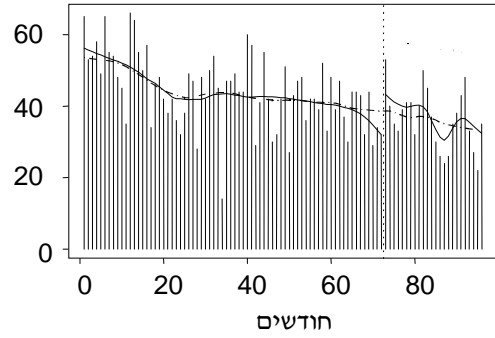


ציור 2.1. הצגה גרפית של סדרות הנתונים שבניתוח.

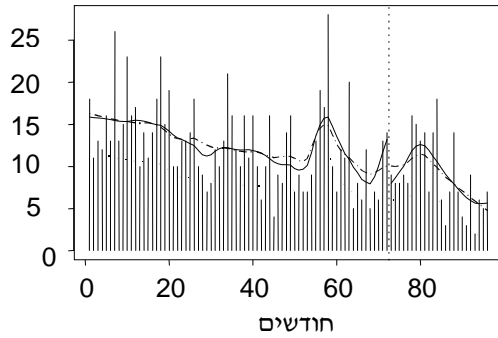
מספר ההרוגים, בקבוצת הדרכים בצפון



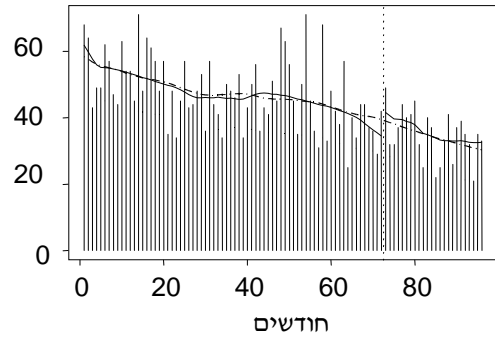
נפגעים קשה, בקבוצת הדרכים בצפון



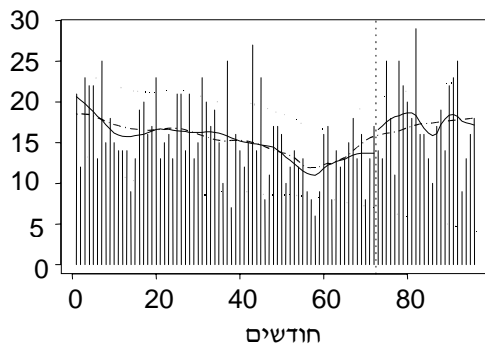
הרוגים בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי



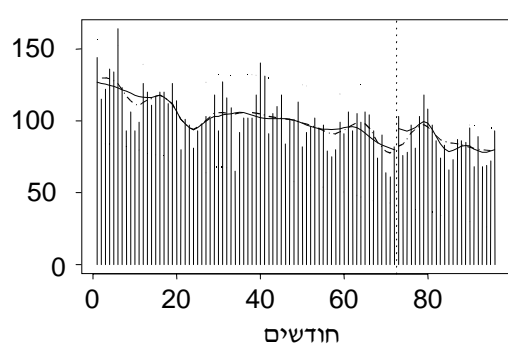
נפגעים קשה בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי



הרוגים ברכב פרטי



נפגעים קשה ברכב פרטי



ציור 2.1. הצגה גרפית של סדרות הנתונים שבניתוח (המשך).



בשנתיים האחרונות לעומת השנים הקודמות. במספר הנפגעים באורח קשה אינה מסתמנת עליה באף סדרה מחתכי הנתונים הנבחנים.

2.4. שלבי הניתוח

פיתוח המודלים לסדרות עתיות של התאונות, בניית התחזיות וביצוע ההשוואות בוצעו באמצעות תוכנות סטטיסטיות (SAS, S+). לכל אחת מהסדרות בוצע אותו סוג ניתוח.

1) כשלב מוקדם בוחן (Exploratory) נעשתה בחינת התנהגות הנתונים הן ע"י הצגות גרפיות והן ע"י התאמת מודלים שונים. המסקנה מבדיקות אלה היתה שמודל מתאים הוא ליניארי למקוטעין (piecewise linear) או לינארי בחלק מהסדרות. נעשתה בדיקה של שאריות המודל שהראתה כי בחלק מהסדרות קיים מתאם סדרתי.

2) לאחר קבלת המודל המתאים בשלב המוקדם הבוחן, הותאם מודל פואסוני בצורת (מספר הימים בחודש) $\text{offset}=\log$, עם התחשבות ב- dispersion .

ניכוי של האפקט החודשי מהסדרה מבוצע באופן הבא:

- מבוצעת התמרת הנתונים $\log((X+0.5)/\#days)$. ע"י חלוקה במספר הימים לקחנו בחשבון את השוני שבמספר הימים בכל חודש. מכאן, שהגורם החודשי ינכה את ההבדלים בין מספר התאונות היומי בכל אחד מהחודשים.
- כדי לא לערבב שינויי מגמה עם גורמים עונתיים, הותאם מודל עם גורם שנתי (לכל שנה אפשרנו חותך משלה). המודל הותאם ע"פ נתוני "לפני", אולם תוקנו כל הנתונים על סמך הגורמים שהתקבלו.
- האפקטים החודשיים שהתקבלו הורדו מ- $\log((X+0.5)/\#days)$, כל אפקט מהחודש המתאים.

נספח ב' מביא תוצאות של מידול הסדרות - הצגת הנתונים המותמרים ללוג, אחרי התיקון לפי מספר הימים בחודש, כולל האפקט החודשי והשנתי.

בכל גרף, פרט לסדרת הערכים שהתקבלה מוצגת גם החלקה שלהם. החלקה בוצעה בנפרד לשש השנים הקודמות (1995 – 2000) ולשנתיים האחרונות (2001-2002). הקו האנכי המרוסק תוחם את שתי התקופות הללו, בין חודש 72 ל-73. בתוך הגרפים, שני הקווים הרציפים מתארים את החלקת הנתונים "לפני" בנפרד מנתוני "אחרי". הקו המקווקו מתאר החלקה של כל הנתונים בסדרה.

3) מבחינת העקומות של החלקת הנתונים בסדרות נראה קיום מגמה בכל התקופה "לפני" (1995 – 2000) אך בחלק מהמקרים נראו שינויים במגמה גם בתוך תקופה זו. מהתבוננות בנתונים המותמרים ומנוכי העונתיות, עלה, שניתן למדל את הנתונים ע"י פונקציה לינארית למקוטעים. נקודות שבירה אפשריות הן: 24, 36 ו-48 חודש. לנקודות שבירה אלה הוגדרו משתנים מיוחדים.

מובהקות של נקודות השבירה (וכתוצאה, הצורך לשלבן לתוך המודל לתקופה "לפני") נבחנו באמצעות מבחנים סטטיסטיים מסוג Test All ו- Test 2448.

(4) בניתוח הסטטיסטי נבחנו השאלות הבאות:

1. האם המגמה בשנים האחרונות, 2001-2002, השתנתה באופן מובהק לעומת המגמה שהייתה בסוף שנת 2000?
2. האם מספר התאונות בשנים האחרונות היה שונה באופן מובהק ממספר התאונות בשנים קודמות?
3. לו מגמת התאונות של התקופה "לפני" (שנצפתה בשנת 2000) הייתה נמשכת גם בשנים הבאות, 2001-2002, האם היה מספר התאונות שונה ממה שהתקבל עקב שינוי המגמה בשנים אלה?
4. האם התהליך בשנים 2001-2002 נשאר בבקרה סטטיסטית?

רקע סטטיסטי לניתוחים הנ"ל מובא בנספח ג' של הדו"ח. כדי לענות על שאלה 4 השתמשנו בתרשימי הבקרה. בבניית תרשימי הבקרה עבדנו על שאריות של נתונים מותמרים מנוכי עונתיות. גבולות הבקרה נקבעו לפי הנתונים "לפני" (בשנים 1995-2000). בחינת בקרת הנתונים בוצעה תוך שימוש בנתונים המותמרים, בשל הימצאות תוכנות מתאימות סטנדרטיות לנתונים נורמליים בלבד.

3. תוצאות הניתוח

3.1. בחינת השאלות לגבי מובהקות השינויים במגמה ובמספר התאונות בשנים האחרונות

הניתוח הסטטיסטי אמור לתת מענה לשאלות הבאות:

1. האם המגמה בשנים האחרונות, 2001-2002, השתנתה באופן מובהק לעומת המגמה שהייתה בסוף שנת 2000?
2. האם מספר התאונות בשנים האחרונות היה שונה באופן מובהק ממספר התאונות בשנים קודמות?
3. לו מגמת התאונות של התקופה "לפני" (שנצפתה בשנת 2000) הייתה נמשכת גם בשנים הבאות, 2001-2002, האם היה מספר התאונות שונה ממה שהתקבל עקב שינוי המגמה בשנים אלה?

שאלה 1: האם היה שינוי מובהק במגמה ב- 2001-2002, לעומת המגמה שהייתה בסוף שנת 2000?

בניתוח זה, הותאם מודל לנתונים המותמרים של השנים 1995-2000, עם חודש ורכיבי מגמה שנמצאו מתאימים בניתוח הקודם, וגם - אפשרות למגמה שונה עבור השנים 2001 ו-2002. כלומר, השתמשנו בנקודות השבירה שנמצאו בניתוח הנתונים "לפני" (1995-2000), והוספנו 2 נקודות שבירת מגמה *האפשרויות*, האחת בסוף 2000 והשנייה בסוף 2001.

פלטים של מידול זה מובאים בנספח ד'. אם השבירה בסוף 2001 לא הייתה מובהקת, היא הושמטה מהמודל (time84 לא מובהק). במקרה זה, פלט הסדרה מובא רק עם השבירה בסוף שנת 2000 (time72).

פרוש הפלטים (ראה נספח ד'): מקדם חיובי מובהק של time72 פירושו הרעה במגמת 2001-2002 (או 2001 בלבד אם יש במודל את time84) לעומת המגמה ב- 2000, ואילו מקדם שלילי מובהק של time72 פירושו הטבה במגמת 2001-2002 (או 2001 בלבד אם יש במודל את time84) לעומת המגמה ב- 2000. מקדם חיובי מובהק של time84 פירושו הרעה במגמת 2002 לעומת המגמה ב- 2001, ואילו מקדם שלילי מובהק של time84 פירושו הטבה במגמת 2002 לעומת המגמה ב- 2001.

טבלה 3.1 בסוף הפרק מסכמת את הממצאים.

שאלה 2: האם מספר התאונות בשנים האחרונות היה שונה באופן מובהק ממספר התאונות בשנים קודמות?

בניתוח זה, לגבי כל סידרה נעשו הבדיקות הבאות:

- השוואת 2001 ל- 1995-2000 (dif01m9500)
- השוואת 2002 ל- 1995-2000 (dif02m9500)

- השוואת 2001 – 2002, ל-1995-2000 (dif0102m9500)
- השוואת 2001 ל-2000 (dif01m2000)
- השוואת 2002 ל-2000 (dif02m2000)
- השוואת 2001 - 2002 ל-2000 (dif0102m2000)

ממצאי הניתוח (פלטי SAS) מובאים בנספח ה'. בפלטים אלה מוצגים הגדלים הבאים :

- PM – היחס הצפוי בין קצב התאונות בתקופות המתאימות. יחס השווה ל-1 פירושו אין שינוי; יחס העולה על 1 פירושו הרעה וקטן מ-1 פירושו הטבה.
- LCLM – גבול תחתון ליחס.
- UCLM – גבול עליון ליחס.

אם גבולות הסמך כוללים את המספר 1, אזי היחס לא שונה במובהק מ-1. המשתנה SIGN מצביע על המסקנה לגבי המובהקות: "–" מצביע על הטבה מובהקת, "+" על הרעה מובהקת וערך ריק - על חוסר מובהקות השינוי (ברמת מובהקות של 95%).

טבלה 3.1 בסוף הפרק מסכמת את הממצאים.

שאלה 3: לו מגמת התאונות שנצפתה בשנים הקודמות הייתה נמשכת גם בשנים הבאות, 2001-2002, האם היה מספר התאונות שונה ממה שהתקבל עקב שינוי המגמה?

לדוגמא, לו המגמה של שנת 2000 הייתה נמשכת, האם היינו מצפים למספר תאונות שונה ממה שהתקבל בשנת 2001?

לגבי כל סידרה נעשו הבדיקות הבאות :

- השוואת הנתונים שנצפו בשנת 2001 לתחזית 2001, אם מגמת 2000 הייתה נמשכת (dif01b00)
- השוואת הנתונים שנצפו בשנת 2002 לתחזית 2002, אם מגמת 2000 הייתה נמשכת (dif02b00)
- השוואת 2001–2002, לתחזית 2001–2002, אם מגמת 2000 הייתה נמשכת (dif0102b00)

ממצאי הניתוח (פלטי SAS) מובאים בנספח ו', בו מוצגים הגדלים הבאים :

- PM – היחס הצפוי בין קצב התאונות בתקופות המתאימות. יחס = 1 פירושו אין שינוי; יחס < 1 פירושו הרעה וקטן מ-1 פירושו הטבה.
- LCLM – גבול תחתון ליחס.
- UCLM – גבול עליון ליחס.

אם גבולות הסמך כוללים את המספר 1, אזי היחס לא שונה במובהק מ-1. המשתנה SIGN מצביע על המסקנה לגבי המובהקות: "–" מצביע על הטבה מובהקת, "+" על הרעה מובהקת וערך ריק על חוסר המובהקות (ברמת מובהקות של 95%).

טבלה 3.1 מסכמת את הממצאים מבחינת שלוש השאלות הנ"ל. ניתן לראות כי :

- במספר **ההרוגים** בתאונות, בשנים האחרונות לעומת שנים קודמות, חלה הרעה (עליה) בדרכים הבינעירוניות וכתוצאה, גם בשה"כ ההרוגים בתאונות במדינה. כמו כן, נמצאה עליה במספר ההרוגים בדרכים הבינעירוניות בצפון הארץ (יותר – בשנת 2001), ובמספר ההרוגים בתוך הרכב הפרטי. במספר ההרוגים בתאונות עם רכב מקצועי נצפתה מגמת הרעה בשנת 2001 אשר נעלמה בשנת 2002. מספר ההרוגים בתאונות בשטח עירוני – ירד.
- במספר **הנפגעים באורח קשה**, בשנים האחרונות לעומת שנים קודמות, לא נמצא שינוי בשטח עירוני ובמספר הנפגעים ברכב הפרטי. לעומת זאת, נמצאה הטבה (ירידה) במספר הנפגעים באורח קשה בתאונות בדרכים הבינעירוניות, ומגמת הטבה – בדרכים הבינעירוניות בצפון הארץ ובתאונות עם מעורבות רכב מקצועי.

טבלה 3.1. סיכום הממצאים: שינויים בשנים 2001-2002 לעומת שנים קודמות

סדרה	שאלה 1: בחינת השינוי במגמת התאונות *	שאלה 2: בחינת השינוי במספר התאונות **	שאלה 3: בחינת השינוי במספר התאונות לעומת המצב בו המגמה הקודמת הייתה נמשכת ***	מסקנה: שינוי במצב התאונות בשנים האחרונות לעומת שנים קודמות
1. מספר הרוגים, בשטח עירוני (UrbF)	מגמת הטבה, בשנים 2001-2002	הטבה	הטבה	הטבה
2. מספר הרוגים, בשטח בין עירוני (RurF)	הרעה בשנת 2001, הטבה בשנת 2002	הרעה	הרעה	הרעה
3. נפגעים קשה, בשטח עירוני (UrbS)	מגמת הרעה, בשנים 2001-2002 ¹	הטבה	אין שינוי	אין שינוי
4. נפגעים קשה, בשטח בין עירוני (RurS)	הטבה, בשנים 2001-2002 ²	הטבה	הטבה	הטבה
5. מספר הרוגים, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthF)	מגמת הרעה בשנת 2001, מגמת הטבה בשנת 2002	מגמה מעורבת (הרעה ב-2001, הטבה ב-2002)	הרעה	הרעה, בעיקר בשנת 2001
6. נפגעים קשה, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthS)	מגמת הטבה, בשנים 2001-2002 ²	לרוב, הטבה	מגמת הטבה	מגמת הטבה
7. הרוגים בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikF)	מגמת הרעה בשנת 2001, הטבה בשנת 2002	לרוב, הטבה	מגמת הרעה ב-2001, מגמת הטבה ב-2002	מגמת הרעה בשנת 2001, הטבה בשנת 2002
8. נפגעים קשה בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikS)	מגמת הטבה, בשנים 2001-2002	הטבה	מגמת הטבה	מגמת הטבה
9. הרוגים ברכב פרטי (PratiF)	הרעה בשנת 2001, מגמת הטבה (כמעט מובהקת) בשנת 2002	הרעה	הרעה	הרעה
10. נפגעים קשה ברכב פרטי (PratiS)	מגמת הרעה, בשנים 2001-2002	הטבה	אין שינוי	אין שינוי
11. סה"כ ההרוגים, בשטח עירוני ובין עירוני (RUToTF)	הרעה בשנת 2001, הטבה בשנת 2002	הרעה	הרעה	הרעה

* בתוך הממצאים הסטטיסטיים (ראה נספח ד') ניתן להבחין סה"כ ב-4 מצבים: "הטבה" (=שינוי חיובי מובהק); "מגמת הטבה" (=שינוי חיובי אך לא מובהק); "מגמת הרעה" (=שינוי שלילי לא מובהק); "הרעה" (=שינוי שלילי מובהק).

** מובא סיכום לשינויים שנמצאו ב-6 ההשוואות
*** מובא סיכום לשינויים שנמצאו ב-3 ההשוואות

¹ הייתה שבירת מגמה מובהקת – הטבה בשנת 1998 (חודש 36)
² הייתה שבירת מגמה מובהקת – הרעה בשנת 1997 (חודש 24)

3.2. פיתוח תרשימי הבקרה

תרשימי הבקרה פותחו במחקר זה כדי לענות על שאלה 4: "האם התהליך בשנים 2001-2002 נשאר בבקרה סטטיסטית?"

כידוע, תרשימי הבקרה מראים את הערך הצפוי של האירועים ואת רווחי הסמך שבתוכם מספר האירועים אמור להימצא בכל יחידת זמן. האינדיקציה לשינוי בסיכון מתקבלת כאשר: (א) ערך מסוים נצפה מחוץ לרווח הסמך, או (ב) מספר אירועים נמצא בחלק העליון או התחתון של תרשימי הבקרה במשך מספר תקופות רצופות.

כל אחד מהאירועים הבאים עוזר בזיהוי השינויים בתהליך המבוקר ומשמשים ככללי הבקרה לתהליך (ראה סעיף 1.2):

- נקודה בודדת שנופלת מחוץ לגבול הסמך העליון או התחתון.
- 5 נקודות עוקבות מצד אחד של קו האמצע.
- 4 נקודות עוקבות של עליה או ירידה.
- שמונה נקודות רצופות באזור המרכזי של רווח הסמך ($\pm SD$) לעומת $\pm 3SD$ של רווח הסמך). מאורע זה מצביע על ירידת ההשתנות. (אירועים מסוג זה לא נצפו במחקר הנוכחי).

בנספח ז' מובאים תרשימי הבקרה אשר פותחו במחקר הנוכחי. (רקע סטטיסטי לפיתוח התרשימים מובא בנספח ג'). כל תרשימים מותאם לסדרה מסוימת של הנתונים שנבחנה במחקר כגון: מספר הרוגים בשטח עירוני, מספר הרוגים בשטח בין עירוני וכו'. עקב העובדה שתרשימי הבקרה מיועדים לבקרה של תהליך נורמלי בלבד, לצורכי הבקרה של מספר הנפגעים בתאונות התרשימים הותאם לסדרת השאזיות של מספר הנפגעים החודשי בשנים 1995-2000. על סמך סדרה זאת חושבו גבולות הבקרה וערך ממוצע. גבולות אלה שימשו לבקרת התהליך בשנים 2001-2002. לשם השוואה, בכל חתך של נתונים בנספח ז', מובא גם קטע מתרשימי הבקרה המתאים לנתונים בתקופה "לפני" (1999-2000), בנוסף לתרשימים המתאר את נתוני התקופה "אחרי" (2001-2002).

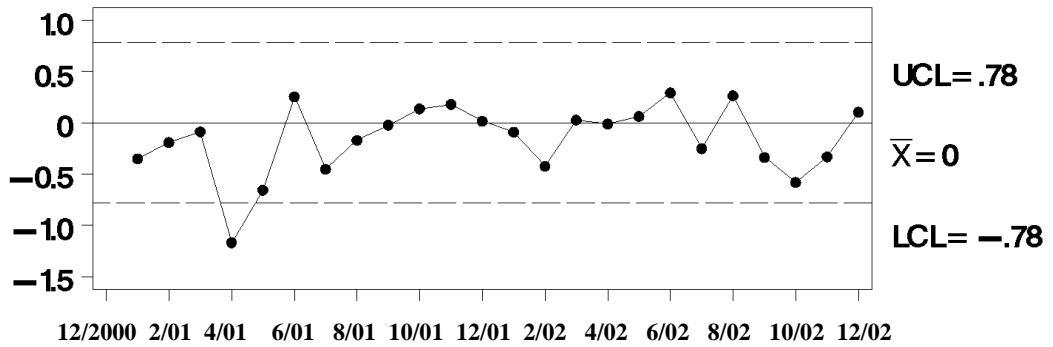
ציור 3.1 מציג את תרשימי הבקרה למספר ההרוגים והנפגעים קשה בתאונות הדרכים בשנים 2001-2002. גבולות הבקרה בתרשימים אלה הם:

הקו האמצעי (מסומן כ- \bar{x}) הנו ממוצע השאריות של התקופה "לפני". מכיוון שבתקופה "לפני" הותאם מודל רגרסיה לינארית, אזי הממוצע לשנים אלה צריך להיות אפס; קו בקרה עליון (UCL – upper control level) שווה לממוצע + שלוש סטיות תקן, כאשר הממוצע (ערך הקו האמצעי) כזכור שווה לאפס וסטיות התקן שווה לשורש שונות השאריות של התקופה "לפני";

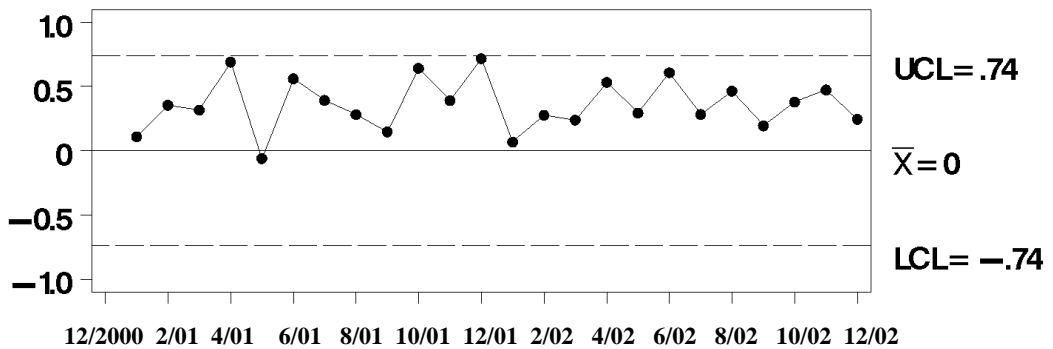
קו בקרה תחתון (LCL – lower control level) שווה לממוצע פחות שלוש סטיות תקן, כאשר הממוצע שווה לאפס וסטיות התקן שווה לשורש שונות השאריות של התקופה "לפני".

כל נקודה בגרף שמציגה את תהליך התאונות בשנים 2001-2002 שווה לשאריות של התצפית השייכת לזמן המופיע בציר האופקי. בגרף מופיעות רק שאריות של התקופה "אחרי". נקודות אלה מחוברות בקו.

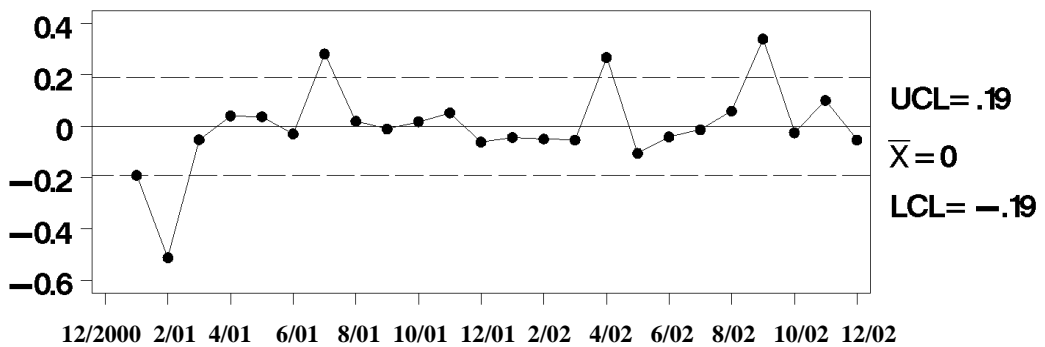
1. מספר הרוגים, בשטח עירוני (UrbF)



2. מספר הרוגים, בשטח בין עירוני (RurF)



3. נפגעים קשה, בשטח עירוני (UrbS)



הערות לתרשימים:

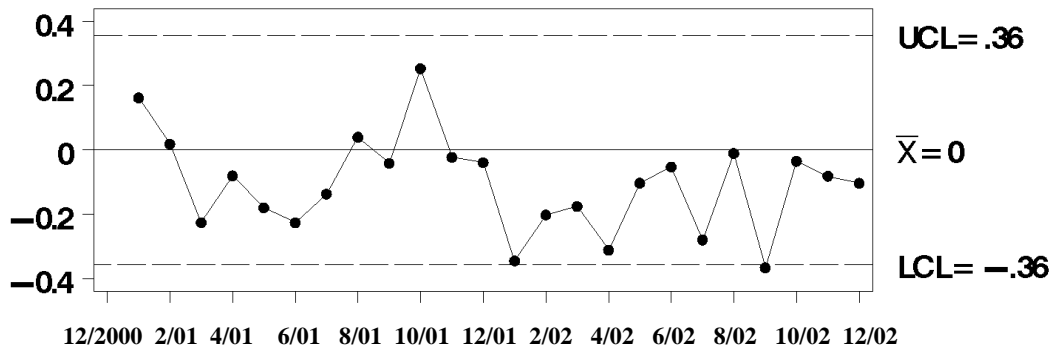
- בציר Y - נתונים מנוכי מגמה ועונתיות, על סקלה לוגריתמית בתקופה אחרי*
- בציר X - חודשי המעקב, מינואר 2001 עד דצמבר 2002
- UCL - גבול בקרה עליון (ממוצע + 3 סטיות תקן)
- LCL - גבול בקרה תחתון (ממוצע פחות 3 סטיות תקן)

*הממוצע חייב להיות אפס, כי אלה שאריות ממודל שהתאים מגמה ועונתיות

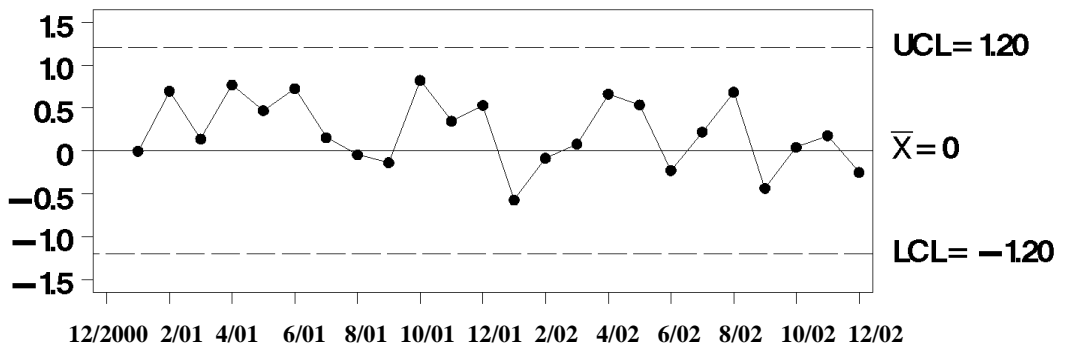
ציור 3.1. תרשימי בקרה למספרי ההרוגים והנפגעים קשה בתאונות הדרכים,

בשנים 2001-2002.

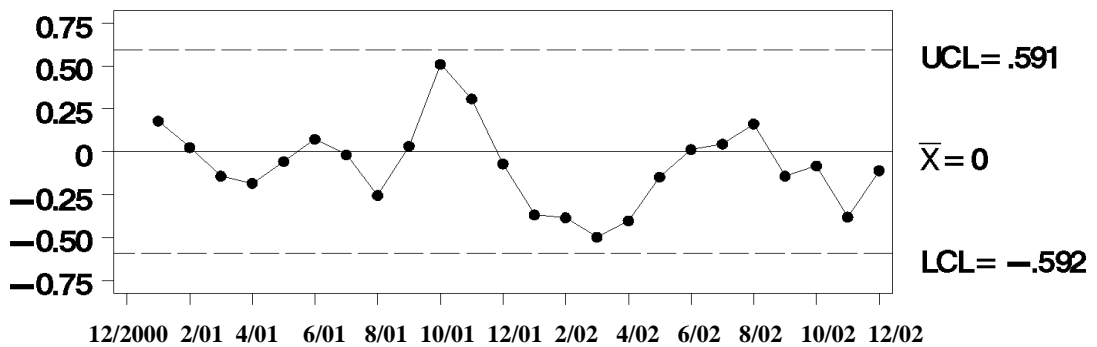
4. נפגעים קשה, בשטח בין עירוני (RurS)



5. מספר הרוגים, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthF)



6. נפגעים קשה, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthS)



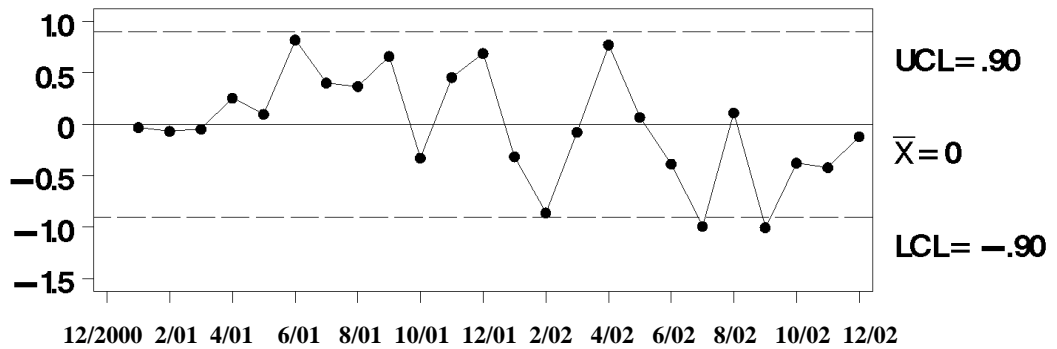
הערות לתרשימים:

בציר Y - נתונים מנוכי מגמה ועונתיות, על סקלה לוגריתמית בתקופה אחרי*
 בציר X - חודשי המעקב, מינואר 2001 עד דצמבר 2002
 UCL - גבול בקרה עליון (ממוצע + 3 סטיות תקן)
 LCL - גבול בקרה תחתון (ממוצע פחות 3 סטיות תקן)

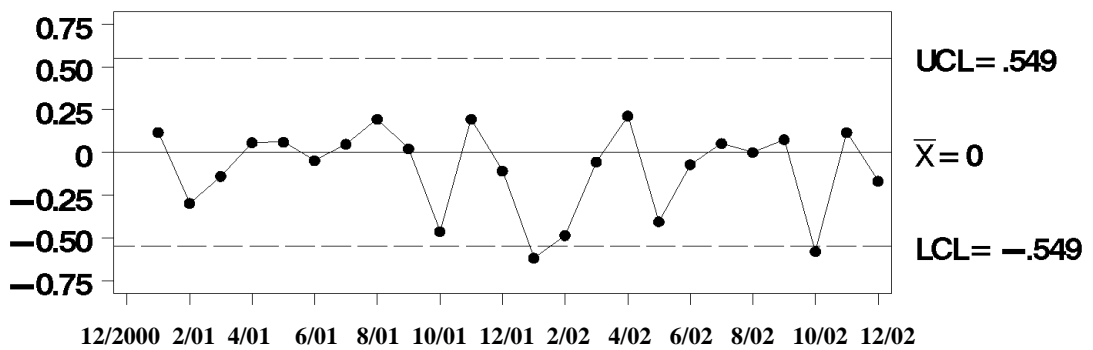
*הממוצע חייב להיות אפס, כי אלה שאריות ממודל שהתאים מגמה ועונתיות

ציור 3.1 (המשך)

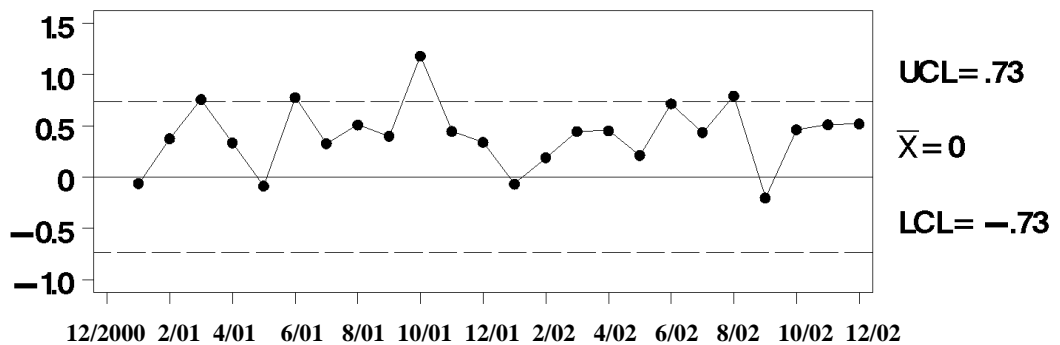
7. הרוגים בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikF)



8. נפגעים קשה בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikS)



9. הרוגים ברכב פרטי (PratiF)



הערות לתרשימים:

בציר Y - נתונים מנוכי מגמה ועונתיות, על סקלה לוגריתמית בתקופה אחרי*

בציר X - חודשי המעקב, מינואר 2001 עד דצמבר 2002

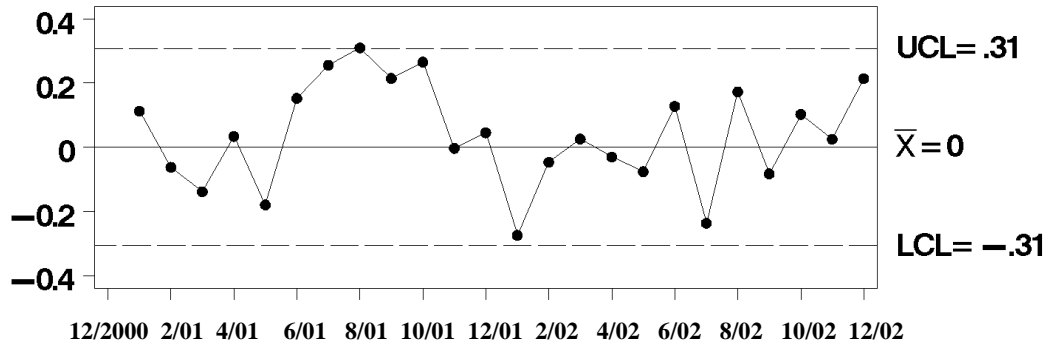
UCL - גבול בקרה עליון (ממוצע + 3 סטיות תקן)

LCL - גבול בקרה תחתון (ממוצע פחות 3 סטיות תקן)

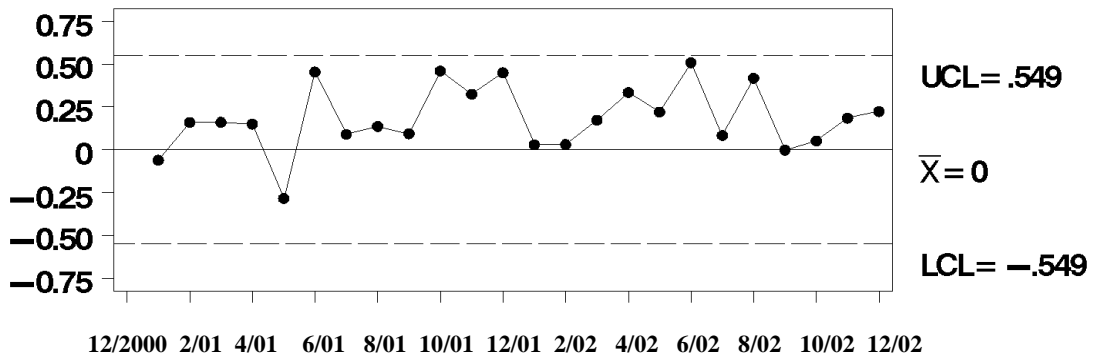
*הממוצע חייב להיות אפס, כי אלה שאריות ממודל שהתאים מגמה ועונתיות

ציור 3.1. (המשך)

10. נפגעים קשה ברכב פרטי (PratiS)



11. סה"כ ההרוגים, בשטח עירוני ובין עירוני (RUToTF)



הערות לתרשימים:

בציר Y - נתונים מנוכי מגמה ועונתיות, על סקלה לוגריתמית בתקופה אחרי*
 בציר X - חודשי המעקב, מינואר 2001 עד דצמבר 2002
 UCL - גבול בקרה עליון (ממוצע + 3 סטיות תקן)
 LCL - גבול בקרה תחתון (ממוצע פחות 3 סטיות תקן)

*הממוצע חייב להיות אפס, כי אלה שאריות ממודל שהתאים מגמה ועונתיות

ציור 3.1. (המשך)

סיכום הממצאים מתרשימי הבקרה מובא בטבלה 3.2. ניתן להבחין כי, באופן לא מפתיע, גם התנהגויות התהליכים על פי תרשימי הבקרה מצביעות על שינויים בתאונות אשר דומים לממצאים הקודמים (אשר התקבלו מהשוואה של מדדים סטטיסטיים – ראה לעיל סעיף 3.1). כלומר:

- בין התהליכים המתארים את מספר ה**הרוגים** בתאונות, נמצאה מגמת הרעה (עליה בהרוגים בתאונות) בדרכים הבינעירוניות וכתוצאה, גם בסה"כ ההרוגים בתאונות במדינה. מגמת הרעה מסתמנת גם בהרוגים בתוך הרכב הפרטי. כמו כן, בשנת 2001 נמצאה מגמת הרעה בתהליך המשקף את מספר ההרוגים בדרכים הבינעירוניות בצפון הארץ ובתהליך של מספר ההרוגים בתאונות עם רכב מקצועי; בשנת 2002, שני התהליכים חזרו למצב היציב ואפילו למגמת שיפור, במקרה של הרכב המקצועי. מספר ההרוגים בתאונות בשטח עירוני – יציב.
- במספר ה**נפגעים באורח קשה**, נצפו תהליכים יציבים יחסית בסה"כ הנפגעים בשטח עירוני ובמספר הנפגעים ברכב הפרטי. כמו כן, נצפו תהליכים יציבים בסה"כ הנפגעים בתאונות עם מעורבות רכב מקצועי ובנפגעים בתאונות בדרכים הבינעירוניות בצפון הארץ (במקרה האחרון, אפילו עם מגמת שיפור בשנת 2002). בנוסף, נמצא שיפור עקבי במספר הנפגעים באורח קשה בתאונות בדרכים הבינעירוניות.

טבלה 3.2. סיכום הממצאים מתוך תרשימי הבקרה

סדרה	בחינת התהליך בשנים 2001-2002 לפי כללי הבקרה	מסקנה: מצב התהליך בשנים 2002-2001
1. מספר הרוגים, בשטח עירוני (UrbF)	יש רק חריגה אחת, כלפי מטה. אין הרעה בתהליך	יציב
2. מספר הרוגים, בשטח בין עירוני (RurF)	נקודות עוקבות רבות בצד אחד של קו האמצע (הצד הגבוה)	מגמת הרעה ממשית ועקבית במשך שנתיים
3. נפגעים קשה, בשטח עירוני (UrbS)	ישנן מספר נקודות חריגות מקווי הבקרה (1 – כלפי מטה, 3 – כלפי מעלה) אך אין הרעה עקבית (נקודות עוקבות מהצד הגבוה של קו האמצע)	יציב, להוציא מספר חריגות
4. נפגעים קשה, בשטח בין עירוני (RurS)	אין חריגות מקווי הבקרה, אך נראה שיפור עקבי בתהליך: נקודות עוקבות רבות מתחת לקו האמצע, בייחוד בשנת 2002	מגמת שיפור
5. מספר ההרוגים, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthF)	בשנת 2001 יש 6 נקודות עוקבות מעל לקו האמצע - שינוי לרעה בתהליך. לאחר מכן – חזרה לתהליך בבקרה.	מגמת הרעה בשנת 2001, אחר כך - יציב
6. נפגעים קשה, בקבוצת הדרכים בצפון (NorthS)	אין חריגות מקווי הבקרה. 2 תקופות של שיפור עקבי (נקודות עוקבות רבות מתחת לקו האמצע) בשנת 2002	יציב, עם מגמת שיפור בשנת 2002
7. הרוגים בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikF)	6 נקודות עוקבות מעל לקו האמצע – מגמת הרעה, בשנת 2001; חזרה לתהליך בבקרה ואף ירידה חזקה מתחת לגבול התחתון, בשנת 2002.	מגמת הרעה בשנת 2001 אך שיפור – בשנת 2002
8. נפגעים קשה בתאונות בהן היה מעורב רכב מקצועי (MikS)	התהליך בבקרה בשנת 2001. מספר נקודות חריגות, מתחת לגבול התחתון – בשנת 2002	יציב, עם מספר נקודות חריגות לטובה בשנת 2002
9. הרוגים ברכב פרטי (PratiF)	2 נקודות חריגות לרעה וריבוי נקודות עוקבות מעל לקו האמצע – שינוי לרעה בתהליך.	מגמת הרעה
10. נפגעים קשה ברכב פרטי (PratiS)	יש 5 נקודות עוקבות מעל לקו הממוצע בשנת 2001, ואחת מהן אף מחוץ לגבולות הבקרה - שינוי לרעה בתהליך. בשנת 2002 - חזרה לתהליך בבקרה.	מגמת הרעה בשנת 2001, אחר כך - יציב
11. סה"כ ההרוגים, בשטח עירוני ובין עירוני (RUToTF)	נקודות עוקבות רבות בצד אחד של קו האמצע (הצד הגבוה)	מגמת הרעה ממשית ועקבית במשך שנתיים

4. סיכום ודיון

על פי ממצאי ההשוואה בין מצב התאונות החמורות בשנים 2001-2002 לעומת השנים הקודמות, אכן נמצאו שינויים משמעותיים במגמות ובמספרי התאונות, בתחומים מסוימים.

1. **בדרכים הבינעירוניות** – נמצאה עליה (מובהקת) בהרוגים בתאונות הדרכים אשר הביאה גם לעליה בסה"כ ההרוגים בתאונות במדינה. לעומת זאת, במספר הנפגעים באורח קשה בתאונות בדרכים הבינעירוניות חלה ירידה.

2. **בקבוצת הדרכים הבינעירוניות בצפון הארץ** - נמצאה מגמת עליה במספר ההרוגים (בעיקר – בשנת 2001), ומגמת שיפור במספר הנפגעים באורח קשה.

3. **בדרכים העירוניות** – מספר ההרוגים ירד, כאשר במספר הנפגעים באורח קשה לא נמצא שינוי.

4. **במספר הנפגעים ברכב הפרטי** – נמצאה עליה במספר ההרוגים ולא נמצא שינוי במספר הנפגעים באורח קשה.

5. **במספר הנפגעים בתאונות עם רכב מקצועי** – נצפתה מגמת עליה בשנת 2001 (אשר השתפרה בשנת 2002) ומגמת ירידה במספר הנפגעים באורח קשה.

סך הכל, במספר הנפגעים באורח קשה, בשנים האחרונות לעומת השנים הקודמות, חלה ירידה או לא נמצא שינוי. לעומת זאת, במספר ההרוגים בשנים אלה חלה עליה בדרכים הלא עירוניות בכלל, בעוד שבדרכים בצפון הארץ הייתה מגמת עלייה בהרוגים, בעיקר בשנת 2001. כמו כן, נמצאה עליה במספר ההרוגים ברכב הפרטי, בעוד שבתאונות עם הרכב המקצועי נצפתה רק מגמת הרעה בשנת 2001 ושיפור בשנת 2002. במספר ההרוגים בשטח העירוני חלה ירידה.

ראוי לציין כי אם נשפוט על פי תרשימי הבקרה, כל התהליכים הנ"ל, לרוב, נשארו בגבולות הבקרה. אפילו במקרה של הרעה קיצונית (מתוך התהליכים שנותחו) – עליה בסה"כ ההרוגים בשטח הבינעירוני, לפי תרשימי הבקרה ניתן לדבר על מגמת עליה עקבית, בעוד שהתהליך עצמו עדיין נשאר בתוך גבולות הבקרה שנקבעו על פי השנים הקודמות.

למרות העלייה שנמצאה במספרי ההרוגים בדרכים הלא עירוניות בשנים 2001-2002, מספר הנפגעים באורח קשה נמצא כאינו עולה. אנו סבורים כי בתופעה זו משתקפת הירידה הכללית במספר הנפגעים קשה שנרשמה בישראל בשנים האחרונות והמתקשרת, לא מעט, עם שינויים בכללי הדיווח על התאונות שאומצו ע"י המשטרה. על שינויים אלה בדיווח על התאונות הקשות ע"י המשטרה מצביע, לדוגמא, פער הולך וגדל, בשנים האחרונות, בין מספר הנפגעים באורח קשה שמדווח ע"י המשטרה (ובו נצפית לכאורה מגמת הירידה) לבין מספר הנפגעים באורח קשה בגין תאונות הדרכים שנמצא ברישום הטראומה בישראל⁴. למעשה, גם הממצאים של המחקר הנוכחי

⁴ כגון: "פגיעות טראומה בישראל 2001", עורך ראשי ק. פלג. המרכז לחקר טראומה ורפואה דחופה, מכון גרטנר, תל השומר; אוקטובר 2002.

תומכים בבעייתיות של נתוני הנפגעים באורח קשה: בכל חתכי הנתונים שנבדקו, למרות השינויים המשמעותיים שנצפו במספרי ההרוגים, מספר הנפגעים באורח קשה נשאר ללא שינוי או אפילו ירד.

כללית, לבחינת סוגיה זו נדרש מאמץ משותף של המשטרה, הלמ"ס, רישום הטראומה, גורמי מחקר, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים ומוסדות אחרים. בינתיים, עד לבירור הסוגיה, יש להיזהר עם הסקת המסקנות בהתבסס על נתוני הנפגעים באורח קשה. בבחינת מגמות התאונות ובקביעת קווי הפעילות יש להסתמך יותר על מספרי ההרוגים בתאונות הדרכים.

בניסיון לאתר גורמים משפיעים לתופעות שנמצאו במחקר הנוכחי, טבלה 4.1 מרכזת מדדים תחבורתיים וכלכליים של מדינת ישראל שמתאימים לשנות הניתוח. מטבלה 4.1 ניתן ללמוד כי שנת 2001 אינה מתאפיינת בשינויים חריגים באף אחד מהמדדים. לדוגמא, במדדי התחבורה כמו "אורך דרכים סלולות", "כלי רכב מנועים", "הנסועה" ישנו גידול מתמיד. קצב הגידול משתנה בין השנים אך שנת 2001 אינה מתאפיינת בהאטה או האצה יוצאת דופן בקצב זה, לעומת השנים האחרות. מבחינת מדדים כלכליים, דווקא שנת 2000 ולא 2001 התאפיינה בהתאוששות מסוימת: האטה בגידול האחוז של הבלתי מועסקים ועליה בתוצר המקומי. סדרה עתית של מספר ההרוגים בתאונות הדרכים אינה נראית כמשקפת שינויים ישירים במדדים התחבורתיים והכלכליים הללו.

טבלה 4.1. מדדים תחבורתיים וכלכליים של ישראל, בשנים 1995-2001⁵

שנה	נסועה, מיליון ק"מ	אורך דרכים סלולות, ק"מ	כלי רכב מנועים, אלפים	תוצר מקומי גולמי לנפש (ש"ח), במחירי 2000	אחוז הבלתי מועסקים מכוח העבודה האזרחי
1995	30,633	14,751	2,222	68,157	6.9
1996	31,656	15,149	2,334	69,622	6.7
1997	33,592	15,583	2,408	70,168	7.7
1998	34,075	16,021	2,524	70,537	8.6
1999	34,963	16,195	2,602	70,571	8.9
2000	36,482	16,361	2,679	73,847	8.8
2001	37,658	16,521	2,775	71,512	9.3

עבודות שונות שנעשו בעולם ניסו לקשור בין המצב הכלכלי, אשר יכול להתבטא במדדים כמו אחוז הבלתי מועסקים או הנסועה לבין מספר ההרוגים בתאונות. גם אם אין ירידה בנסועה הכללית, כפי שמסתמן בישראל בשנים אלה, ייתכן ויש שינויים בהיקף הנסיעות בדרכים הבינעירוניות או בשעות לילה. ניתן להעלות גם השערה לגבי השינויים המתרחשים, בעקבות המצב הכלכלי, בצפי הרכב כגון: האטה בקצב ההתחדשות; הרעה במצב הטכני של כלי הרכב. ירידת ההשקעות בתשתית מוזכרת לעתים כסיבה אפשרית נוספת. ההשקעה בתשתית תורמת לגידול הקילומטרי של דרכים ברמת בטיחות גבוהה יותר, וכל עוד יש השקעות בסכום חיובי כל שהוא, יש שיפור בתשתיות. השערה אפשרית אחרת היא שבגלל התארכות זמני הביצוע של עבודות

⁵ מתוך: שנתון סטטיסטי לישראל 2002, מס' 53. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2002.

התשתית, יש יותר אתרי עבודות. אך ניתוח פרטני ברמה זו (בדיקת ההשערות הנ"ל) חורג מהיקף העבודה הנוכחית.

יש לזכור גם שהשינוי שנמצא במספר ההרוגים בשנים 2001-2002 התרחש, בעיקר, בשטח הלא עירוני, בעוד שמדדי התחבורה והכלכלה שמוצגים בטבלה 4.1 מדברים על המצב בכל הארץ.

הסבר אפשרי לעליה במספר ההרוגים בתאונות הדרכים בשטח הלא עירוני דווקא בשנת 2001 עשוי להיות קשור להשפעת המצב הביטחוני: עם הרעת המצב הביטחוני החל מספטמבר 2000, רוב כוחות המשטרה, כולל משטרת התנועה, הוצבו למטרות הביטחון. כתוצאה, ייתכן שסף פעילויות האכיפה, אשר מתבצעות בדרך כלל בדרכים הבינעירוניות, ירד משמעותית בשנת 2001, דבר שהביא לעליות במהירויות הנסיעה והרעה בציות לחוקי התנועה בכלל. בנוסף, רמת ההשקעות בתשתית ירדה בשנים האחרונות, בין היתר עקב הפניית חלק ניכר מהתקציב למטרות הביטחון. כל הגורמים ביחד יצרו מצב אשר הביא לעליה במספר ההרוגים בתאונות הדרכים בשטח הלא עירוני.

יש לשים לב גם לעובדה כי העלייה במספר ההרוגים מתקשרת יותר עם הרכב הפרטי מאשר עם הרכב המקצועי, דבר שאף הוא מחזק את הטענה לגבי הרעה אפשרית בהתנהגות של כלל אוכלוסיית הנהגים בדרך. על כל פנים, לבחינת ההשערה על שינוי כללי בהתנהגות המשתמשים בדרך והשפעתו על מצב התאונות, נדרש מחקר מעמיק אשר יתבסס על בניית מערכת קשרים סטטיסטיים בין מדדי התנהגות בתנועה ומספרי הנפגעים/ההרוגים בתאונות.

בתוך תופעת העלייה בהרוגים בדרכים הלא עירוניות לא נמצאה עליה מיוחדת בדרכים בצפון הארץ. עובדה זו משאירה מקום לבחינת השערה לגבי עליה חריגה בהרוגי התאונות במרכז או בדרום הארץ. על פי הממצאים כעת קשה להציע הסבר הגיוני לעליה בהרוגי התאונות באזורים אלה. לצורך בחינת המצב נדרש מחקר המשך.