



דוח מדעי מסכם:

בחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות נהגים ובטיחות בדרכים

ויקטוריה גיטלמן
דוד זיידל
אטי דובא
רן זילברשטיין
אורן חן

מחקר במימון הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים,
יחידת המדען הראשי

אפריל 2010

מידע כללי

תאריך תחילת המחקר: ינואר 2009. תאריך הגשת הדו"ח: אפריל 2010

שם החוקר הראשי: ד"ר דוד זיידל

שם חוקר נוסף: ד"ר ויקטוריה גיטלמן

שם חוקר נוסף: ד"ר אטי דובא

שם חוקר נוסף: אינג' רן זילברשטיין

שם חוקר נוסף: אינג' אורן חן

מוסד המחקר: חברת אמי מתום מהנדסים ויועצים בע"מ

שם המחקר: בחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות נהגים ובטיחות בדרכים

Research Title: Examining the Influence of Advertisement's Signs on Drivers' Behavior and Roads Safety.

חתימת החוקר הראשי:

חתימות החוקרים השותפים:

חתימה:

1. שם החוקר: דוד זיידל

חתימה:

2. שם החוקר: ויקטוריה גיטלמן

חתימה:

3. שם החוקר: אטי דובא

חתימה:

4. שם החוקר: רן זילברשטיין

חתימה:

5. שם החוקר: אורן חן

שם מנהל רשות המחקר:

חתימה:

מחקר מדעי - בחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים ובטיחות בדרכים

תוכן עניינים

עמוד	נושא	מס"ד
4	תקציר.....	
6	.....ABSTRACT	
8	תקציר מנהלים.....	
21	מבוא.....	1
24	סקר ספרות.....	2
24	הקשר בין שלטי פרסום ותאונות.....	2.1
36	בחינת אפשרות ל"ניתוח על" (Meta analysis) של שינויים בתאונות בעקבות הצבת שלטי פרסום.....	2.2
39	השפעת שלטי פרסום על ביצוע משימות נהיגה.....	2.3
48	התייחסות לשלטי פרסום, במדינות השונות.....	2.4
53	סיכום ממצאי סקר הספרות.....	2.5
57	ניתוח סטטיסטי.....	3
57	כללי.....	3.1
58	הצגת הנתונים.....	3.2
58	הגדרת קבוצות טיפול וקבוצות ביקורת.....	3.2.1
62	הכנת הנתונים לניתוח.....	3.2.2
65	סיכומים לנתוני התאונות בדרך נתיבי איילון.....	3.2.3
69	שיטת הניתוח.....	3.3
69	ניתוח שינויים בנפחי תנועה.....	3.3.1
73	ניתוח השפעת הטיפול – הסרת שלטי פרסום, על תאונות.....	3.3.2
77	ממצאי ניתוח נתוני התאונות.....	3.4
77	מודל 1.....	3.4.1
83	מודל 2.....	3.4.2
88	סיכום ממצאי ניתוח נתוני התאונות.....	3.5
92	מסקנות המחקר.....	4
95	מראי מקום – סקר ספרות.....	5
98	נספחים.....	6
98	נספחים – סקר הספרות.....	6.1
101	נספחים- ניתוח סטטיסטי.....	6.2

מחקר מדעי - בחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים ובטיחות בדרכים

רשימת טבלאות

מס"ד	נושא הטבלה	עמוד
25	מחקרים מוקדמים שבחנו השפעת שלטי פרסום על תאונות הדרכים, בשנות החמישים והשישים	25
28	שינוי במספרי התאונות באתרי השפעת שלט פרסום (Tele-Spot) לעומת אתרי ביקורת, במדינת מסצ'וסטס	28
29	הקשר בין צפיפות שלטי פרסום לבין מספר תאונות צפוי בקטע באורך 0.4 מייל, בדרך 40 בקליפורניה. מקור: Weiner (1973)	29
31	שיעורי התאונות למיליון מייל-רכב והשינויים בשיעורי התאונות בעקבות התקנת שלט פרסום מתחלף בסמוך לאצטדיון המחוזי ב-Milwaukee	31
35	מספרי תאונות "לפני" ו-"אחרי" הצבת שלטי וידאו ב-3 צמתי מחקר (Smiley et al, 2005)	35
36	ניתוח שינויים בתאונות בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" התקנת שלט וידאו, בקטע עם נראות השלט לעומת קטעי ביקורת בדרך DVP (Smiley et al, 2005)	36
38	סיכום מאפייני המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום עם פוטנציאל להיכלל ב"ניתוח על" (meta-analysis)	38
39	תוצאות "ניתוח על" (meta-analysis) של השפעת שלטי פרסום על תאונות	39
61	מבנה הדרך נתיבי איילון, לרבות הימצאות שלטי חוצות	61
63	מספרים מסכמים של אירועי התאונות בכביש נתיבי איילון בשנים 2006-2008	63
67	סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 1,2,3	67
68	סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 4,5	68
68	סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 6,7	68
70	ממצאים מהערכת השינויים בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", בכל סדרה בנפרד, עבור ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם, כל השעות ביחד	70
71	ממצאים מהערכת השינויים בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", בכל הסדרות בו-זמנית, עבור ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם, כל השעות ביחד	71
77	תוצאות של מודל 1 לסה"כ התאונות בכל רמות החומרה	77
80	תוצאות של מודל 1 לתאונות נזק	80
82	תוצאות של מודל 1 לתאונות עם נפגעים	82
86	תוצאות של מודל 2 לסה"כ התאונות בכל רמות החומרה	86
87	תוצאות של מודל 2 לתאונות עם נפגעים (לרבות תאונות קטלניות)	87

תקציר

שלטי פרסום המוצבים בצידי דרכים נועדים למשוך את תשומת הלב של הנהגים ועל כן עלולים לגרוע מתשומת הלב המוקדשת למטלות הנהיגה, לפגוע בביצועי הנהיגה ואף לגרום לתאונות. בישראל, הנושא עלה לכותרות בשנים האחרונות עקב התרבות שלטי פרסום בצדי הדרכים והדיון הציבורי בנוגע להצעת חוק הדרכים (שילוט) (תיקון - שילוט חוצות), התשס"ז-2006. בעקבות הדיונים בכנסת והחלטת בית המשפט, בשנת 2008 נעצר שימוש בשלטי פרסום בצדי הדרך נתיבי איילון. כתוצאה, נוצרה אפשרות להשוואה בין שתי תקופות מבחינת התרחשות התאונות: עם השלטים בצדי הדרך וללא השלטים.

במחקר זה נבחן קשר בין שלטי פרסום ובטיחות בדרכים, באמצעות: (א) סיכום כמותי של ממצאי המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום על תאונות שנערכו במדינות אחרות; (ב) בחינת השפעת שלטי פרסום בצדי הדרך נתיבי איילון על התרחשות התאונות. חלק שלישי למחקר - פיתוח שיטה להערכת השפעת שלטי פרסום על התנהגות התנועה והנהגים, באמצעות ניסוי שטח בצומת מרומזר, לא התממש בשל אילוצים טכנולוגיים.

ממצאי סקר הספרות העלו שמחקרי שילוט פרסום ותאונות, מתקופות שונות, נוטים למצוא השפעה שלילית מסוימת של שלטי הפרסום על בטיחות. עם זאת, רוב המחקרים (המוקדמים והחדשים) לא נעשו ברמה מתודולוגית מספקת, בעוד שמחקרים אחדים מהתקופה האחרונה שעומדים בדרישות איכות למחקרי הערכה לא הגיעו לתוצאות מובהקות.

במחקר זה בוצעו הערכות משוקללות של השפעת שלטי פרסום על תאונות, על סמך ממצאי מחקרים קודמים. אולם, עקב איכות לא גבוהה של הערכות ברוב מחקרי הבסיס, מוצע לא ליחס משמעות רבה לערכים הכמותיים שהתקבלו. עד כה, לא ניתן להציע ערך כמותי אמין לאחוזי שינוי בתאונות שמתקשרים על הצבת שלטי פרסום.

מעבר לחיפוש קשר ישיר בין נוכחות השלטים והרעת מצב התאונות, לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. בניסוי מעבדה בחו"ל, לרבות באמצעות סימולאטור נהיגה, התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחות הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים. לעומת זאת, במחקרי שדה הממצאים לגבי השפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים, אינם עקביים.

יחד עם זאת, הממצאים הכמותיים של המחקרים כגון: משך המבט על שלט פרסום, שכחות המבטים בשלטים דינמיים - אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים, הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג, לפספוס של אירוע המחייב תגובה או לתגובה שאינה מתאימה למצב.

במדינות רבות בעולם נערכו סקרי ידע בנושא שלטי פרסום בדרכים כדי לתמוך בהגדרת מדיניות בנושא זה. רוב התקנות וההנחיות בנושא, הקיימות במדינות האחרות, נועדות להגביל את השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה: (א) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום

מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, (ב) איסור/הגבלת התקנות של שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך, כגון: באזורי הסתעפות/ השתזרות, באתרים בהם שלטי פרסום יפגעו בנראות/בולטות של אמצעי בקרת תנועה וכד'.

ניתוח תאונות במחקר זה התמקד בבחינת השפעתם של שלטי חוצות בצדי דרך נתיבי איילון על התרחשות התאונות. הניתוח השווה בין שתי תקופות: "לפני" - כאשר שלטי החוצות היו פעילים בצדי הדרך (שנים 2006-2007) ו"אחרי" - כאשר השלטים היו מכוסים (שנת 2008).

הניתוח בחן את מצב התאונות בקטעי טיפול - קטעי כביש שבצידם נמצאים שלטי חוצות, לעומת קבוצות ביקורת הכוללות את יתר הקטעים בכביש ואת אזורי המחלפים. הניתוח התייחס למגוון סוגי התאונות בדרך, כולל: (1) סה"כ התאונות, בכל רמות החומרה; (2) תאונות נזק; (3) תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות; (4-5) תאונות עם נפגעים ביום ובלילה; (6-7) תאונות עם נפגעים בימי חול ובסופי שבוע. עקב מגבלות שונות בנתונים, לסדרות התאונות הותאמו מודלים משני סוגים: מודל 1 עם נפחי תנועה ומודל 2 ללא נפחי תנועה, בין המשתנים המסבירים במודל.

ממצאי הניתוח הצביעו על שינוי חיובי - מגמת ירידה בתאונות בדרך נתיבי איילון, בתקופת הסרת השלטים לעומת התקופה "לפני". בין היתר, נמצאה השפעה מובהקת של הסרת שלטי פרסום על סה"כ התאונות בכל רמות החומרה ועל תאונות עם נפגעים. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של הסרת השלטים על תאונות "נזק בלבד". ברוב סוגי התאונות שנבחנו נצפתה מגמת ירידה בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני".

עקב ההסתטיגויות שצוינו במחקר בנוגע לנתונים, ייחודיות הדרך נתיבי איילון ומאפייני הטיפול, מומלץ לא לייחס משמעות רבה לערכים הכמותיים של אחוזי ירידה בתאונות שהתקבלו. עם זאת, יש מקום לסמוך על מגמת הירידה בתאונות בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" כי ירידה זו נצפתה באופן עקבי, בכל בחינות הנתונים שנערכו. לפיכך, בתנאי הארץ התקבלה הוכחה אמפירית לקשר בין הסרת שלטי פרסום ושיפור הבטיחות בדרך פרברית מהירה.

לאחר סיום המחקר, בעקבות דחיית האיסור על הצבת שלטי הפרסום בנתיבי איילון, מתאפשרת הזדמנות מחקרית לבצע השוואה בין 3 תקופות באותם קטעי דרך: "לפני" - עם שילוט, "אחרי" - ללא שילוט (השלטים היו מכוסים) ו"אחרי" - עם שילוט.

ABSTRACT

Advertising billboards placed at roadsides are designed to draw drivers' attention, and therefore might distract drivers' from the primary driving task, detract from their vehicle control performance and, consequently, lead to road crashes. In recent years the issue of roadside advertising has gained headlines in Israel, because of the increasing prevalence of billboards and due to the public debate with respect to the proposed signposting law of 2006. Following discussions in the Israeli parliament and the decision of the Court in 2008, the placement of billboards adjacent to the Ayalon Highway was forbidden (and existing billboards had to be covered or removed). Therefore, a rare research opportunity presented itself, namely, a comparison of road crashes in two periods – with and without roadside advertising billboards.

The present study includes two parts. A literature review focusing on a quantitative summary of previous studies on the effect of roadside advertising and road safety, and an analysis of the impact of advertising billboards adjacent to the Ayalon Highway on the occurrence of crashes on that highway. A third part of the research program was to develop a real-time measurement method for assessing the impact of billboards on traffic and driver behavior. A field test of the method at a signalized junction encountered technical difficulties and was not completed.

The literature survey shows that both early and recent studies found a negative impact of advertising billboards on safety. However, a critical analysis of the studies reveals that many studies were not methodologically adequate. Recent studies were more rigorous, and while their findings were also in the same vane, the results were often not statistically significant.

Quantitative weighted estimates of the impact of billboards on road accidents (meta-analysis) concurrent with previous findings of a generally negative impact. However, the quantitative values of the impact can not be taken at face value. It is advisable not to use them as firm estimates of the expected percentage change in road accidents as a result of placing billboards.

The behavioural research on billboards is more conclusive. Advertising billboards have a negative effect on road safety, as they interfere and distract driver attention from the driver's primary task – driving. Laboratory experiments, including simulator studies, have shown deteriorating driving performance in the presence of advertising billboards and messages, especially dynamic advertising media. However, the findings of field studies do not provide consistent evidence of the negative effects of billboards on driver behavior.

Nevertheless, quantitative findings such as increased frequency and duration of glances in the direction of dynamic billboards, support the possibility that such attention demanding advertising might, in complex or unexpected traffic situations, extend

drivers' response time, cause drivers to miss an event requiring a response, or cause a reaction that is not appropriate to the situation.

In many countries reviews of billboard advertizing were conducted in support of setting policies about roadside advertizing. Our review of policies found that most of the rules and regulations on the subject operate to limit the use of advertising signs, essentially in two ways: (a) restriction / prohibition of the use of advanced advertising media that attract significant driver attention; (b) the prohibition / restriction of posting advertising signs at critical roadway locations, such as in the branching / weaving areas where advertising billboards would harm visibility / conspicuity of the traffic control devices.

The accident analysis in this study examined the influence of billboards on accidents occurring on the Ayalon Highway. Two periods were compared: "before" - when the billboards were active along the roadside (years 2006-2007) and "after" - when the billboards were covered (2008).

The analysis examined the status of accidents at treatment sections - sections of highway where billboards were posted adjacent to the road, compared with a control group that included remaining road sections and the interchange (exit & entry) areas (where billboards were not placed). The analysis considered various accident classes, including: (1) Total accidents, in all levels of severity; (2) Damage accident; (3) Injury accidents, including fatal; (4-5) Accidents with casualties by day and night; (6-7) Accidents with casualties on weekdays and on weekends. Due to limitations in traffic volume data, two types of models were fitted to the accident series: model 1 with traffic volumes as an explanatory variable, and model 2 without traffic volumes.

The analysis findings indicated a positive change - a downward trend in accidents on the Ayalon Highway, during the removal of billboards relative to the "before" period. Significant effects were found on Total accidents (at all levels of severity,) and on Injury accidents. The effects on Damage accidents were not significant. In most comparisons the downward trend was observed in the Treatment sites compared with Control sites sections. The models with traffic volumes and with out it gave similar results.

Due to reservations which are noted in the report regarding the data, the uniqueness of the Ayalon Highway and the Treatment characteristics, it is recommended not to attach undue weight to the (relative large) derived statistical value for the percentage reduction in accidents following the removal / cover of advertizing billboards. However, the downward trend in accidents in the "after" period was robust and consistent, in all examinations, particularly for injury crashes. Therefore we can conclude that under Israeli road conditions, there is empirical evidence of a link between the removal of advertising signs and the improvement of road safety on an urban / suburban highway.

Since the completion of the study, the moratorium on displaying advertizing billboards on the Ayalon Highway was lifted. This new situation provides another research opportunity, to compare a set of three periods- the same road sections 'with billboards', 'without', and 'with' again.

א. רקע

שלטי פרסום הינם אובייקטים המוצבים בצדי דרכים להעברת מסרים במטרה לקדם שיווק מוצרים ו/או שירותים שונים. חלק מהשלטים מוצבים על גבי או בצד של בניינים הסמוכים לדרך, שלטים אחרים - על גבי עמודים/מבני בסיס ייעודיים. השלטים משתנים בגודל, צבע, שיטות העברת מידע, בסיס טכנולוגי, אופן שילוב של מרכיבים דינמיים, ועוד. התכונה שמאחדת את כל השלטים הינה שמטרת הצבתם זרה למטרות התנועה בדרך שלידה הם מוצבים וששלת פרסום נועד למשוך תשומת לב של הנהגים העוברים בדרך ובכך להסיח את דעתם ממשימות הנהיגה. עקב סתירה מובנית זו שלטי פרסום בצדי דרכים תמיד עוררו חשד של רשויות הדרך ובייחוד, של הרשויות הממונות על בטיחות.

במבט ההיסטורי, מגוון מחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום על בטיחות נערכו בשנות החמישים והשישים של המאה העשרים. יותר מאוחר, משנות השבעים עד התשעים, נערכו מחקרים בודדים, כאשר בשנות ה-2000 חלה התעוררות בנושא. רוב המחקרים, הישנים והחדשים, בוצעו בעיקר במדינות ארה"ב, אוסטרליה ואנגליה, כאשר במדינות אלה ובמדינות האחרות נערכו סקרי ידע על מנת לגבש בסיס לקביעת מדיניות שימוש בשלטי פרסום בצדי דרכים.

בישראל, הנושא עלה לכותרות בשנים האחרונות עקב המאבק הציבורי נגד הצבת שלטי חוצות בצדי הדרך נתיבי איילון והדיונים שהתקיימו בכנסת ובפורומים אחרים בנוגע להצעת חוק הדרכים (שילוט) (תיקון – שילוט חוצות), התשס"ז-2006.

דרך נתיבי איילון הינה דרך פרברית מהירה אשר במשך מספר שנים הוצבו לצידה שלטי פרסום גדולים במיוחד. בעקבות הדיונים בכנסת והחלטת בית המשפט, החל מ-1.01.08 נעצר שימוש בשלטי פרסום בצדי הדרך נתיבי איילון, כאשר כל שלטי החוצות בצידה כוסו ביריעות לבנות. כתוצאה, נוצרה אפשרות להשוואה בין שתי תקופות מבחינת התרחשות התאונות: עם השלטים בצדי הדרך וללא השלטים.

מחקר זה נועד לבחון השפעת שלטי פרסום על בטיחות בדרכים במספר שיטות שהן: (א) סיכום כמותי של ממצאי המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום על בטיחות בדרכים שנערכו במדינות אחרות; (ב) בחינת השפעת שלטי פרסום בצדי דרך פרברית מהירה בישראל (נתיבי איילון) על התרחשות התאונות.

בנוסף, במחקר תוכנן חלק שלישי - מחקר גישוש, במטרה לפתח שיטה להערכת השפעת שלטי פרסום על התנהגות התנועה והנהגים בצומת. חלק זה כלל ניסוי שטח בצומת מרומזר עמוס, הממוקם על תפר שטח עירוני ובין-עירוני בשלוש תקופות: "לפני", "אחרי_1" ו"אחרי_2". בהמשך, הוחלט לא לבצע חלק זה, לאור הצורך בשינוי מתודולוגי שעלה מאילוצים טכנולוגיים. זאת, לאחר ניתוח תוצאות פיילוט צילום מקדים בצומת שנבחר, היות והדבר מצריך תוספת תקציבית.

מכאן, ביצוע המחקר כלל 2 חלקים, סקר ספרות וניתוח נתוני תאונות בדרך נתיבי איילון.

ב. סקר ספרות

ב.1. שיטה

סקר ספרות שנערך במחקר זה ריכז ממצאים אמפיריים בנושא הקשר בין הצבת שלטי פרסום ובטיחות בדרכים. הסקר התמקד במחקרים בהם נבחנה השפעת שלטי פרסום על התרחשות התאונות וכמו כן, סיכם ממצאים עיקריים של מחקרים בהם נבחנה השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים. בנוסף, נבחנה אפשרות לסיכום ממצאים ממחקרי התאונות באמצעות שיטת שקלול סטטיסטי (meta-analysis).

ב.2. ממצאים עיקריים

ב.2.1. מחקרי תאונות מוקדמים

בשנות החמישים והשישים של המאה העשרים, נעשו בדיקות של השפעת שלטי פרסום על תאונות הדרכים במדינות שונות בארה"ב. סה"כ נמצאו 10 מחקרים מסוג זה שנערכו במדינות מינסוטה, איוהו, מישגן, ניו יורק, ניו ג'רסי, קליפורניה, אילינוי, טקסס. רוב המחקרים נערכו בשיטה קורלטיבית, דהיינו הסתפקו בבחינת חתכים שונים של הנתונים ובחישוב מקדמי קורלציה בין המשתנים המשפיעים (מדדים שונים להימצאות/צפיפות שלטי פרסום) לבין מספר או שיעור התאונות. שלטי הפרסום הנבחנים היו בדרך כלל שלטים סטטיים מסוג שלטי חוצות (billboards), בגדלים, צורות וצבעים שונים.

רוב המחקרים מתקופה זו לא נעשו ברמה מתודולוגית מספקת. הגדרת בסיס הנתונים לא היתה מדויקת, לא נעשה ניתוח רב-משתני של הנתונים ולא נקבעה רמת מובהקות לממצאי הניתוח. בחלק מהמחקרים היה קושי בבידוד השפעת השלטים על תאונות מהשפעה של גורמים סבירים אחרים.

מבין 10 המחקרים המוקדמים, שני מחקרים - Ady (1967) בשיקגו והמחקר של Tele-Spot בבוסטון (מתואר ב-Wachtel and Netherton, 1980) - נערכו בשיטת השוואה "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת שזוהי שיטה מקובלת בהערכות בטיחות עד היום. עם זאת, בשני המחקרים לא נלקחו בחשבון גורמים משפיעים נוספים כגון שינויים בנפחי תנועה. שלטי הפרסום היו דינמיים/מתחלפים, הם הוצבו באתרים נקודתיים אחדים. לא הצטברה סטטיסטיקה משמעותית של תאונות שהייתה מאפשרת הבחנה ברורה לגבי השפעה או אי השפעה של השלטים על בטיחות.

על אף הבעיות המתודולוגיות שאופיינו במחקרים המוקדמים של השפעת שלטי פרסום על תאונות, רוב ממצאי ההערכות הצביעו על כך ששיעור תאונות גבוה יותר מזוהה עם ריבוי שלטי פרסום מסחריים בקרבת קטעי דרך וצמתים. בהקשר זה ניתן לציין את ממצאיו של Weiner (1973) ששיטת הניתוח שלו הייתה בין המתקדמות בתקופתו. Weiner ערך ניתוח חוזר של נתוני מחקר מוקדם יותר שנערך בקליפורניה, כאשר הוא בחן השפעה משותפת של שני גורמים: נפח תנועה והימצאות שלטי פרסום, על תאונות הדרכים. החוקר התאים רגרסיה ליניארית לנתונים

ומצא שהשפעת נפחי תנועה דומה בשני סוגי הקטעים: עם וללא שלטי פרסום, כאשר לצפיפות השלטים לאורך הדרך קיימת השפעת נוספת ומשמעותית על שיעורי התאונות. טבלה א' מציגה דוגמא לקשר סטטיסטי בין צפיפות השלטים ומספר תאונות שנמצא ע"י Weiner. טבלה א'. הקשר בין צפיפות שלטי פרסום לבין מספר תאונות צפוי בקטע דרך באורך 0.4 מייל, בדרך לא עירונית דו-מסלולית, בקליפורניה. מקור: Weiner (1973)

מספר שלטי פרסום (billboards) ליחידת אורך הדרך	מספר תאונות צפוי בקטע, ב-5 שנים	עליה מסכמת במספר התאונות, לעומת המצב ללא שלטים (%)
0	5.92	--
1	6.65	12.3
2	7.38	24.2
3	8.11	37.0
4	8.84	49.3
5	9.57	61.7

ע"פ ממצאי המחקרים המוקדמים, ההשפעה השלילית של שלטי פרסום הייתה חריפה יותר באתרים עם גיאומטריה או סביבה מורכבת יותר כגון: בקטע עם עקום חד, בצומת לא מרומזר עם תמרור "עצור".

ב.2.2. מחקרי תאונות מהתקופה האחרונה והערכות מסכמות

בתקופה האחרונה נמצאו ארבעה מחקרים שבהם נבחן קשר בין הצבת שלטי פרסום ותאונות. מחקרים אלה הם:

א. Wisconsin (1994) - מחקר של משרד התחבורה במדינת ויסקונסין, ארה"ב, אשר בחן השפעה של שלט פרסום מתחלף שהותקן בקטע דרך מהירה בסמוך לאצטדיון מחוזי. בחינת השינויים בתאונות בוצעה בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת;

ב. Tantala and Tantala (2005), Tantala and Tantala (2007) - שני מחקרים שנערכו במימון קרן הפרסומאים בארה"ב. המחקר הראשון בחן קשר סטטיסטי בין שיעורי התאונות לבין הימצאות שלטי פרסום גדולים לאורך דרך מהירה במדינת ניו ג'רס ובנוסף - שינויים בתאונות בצומת עירוני מרומזר שלידו הוצב שלט פרסום דינמי. במחקר השני נבחנה השפעה על תאונות של שלטי פרסום בצדי דרכים מהירות במדינת אוהיו, לרבות שלטי חוצות שנהפכו משלטים רגילים לשלטים אלקטרוניים. בשני המחקרים נאספו נתונים רבים על שלטי פרסום והוצעו הגדרות לאזורי השפעת השלטים. עם זאת, שני המחקרים השתמשו בשיטות ניתוח מיושנות כגון: ניתוח חד-פרמטרי - חישוב מקדמי קורלציה, והשוואה פשוטה "אחרי-לפני", ללא קבוצת ביקורת;

ד. Smiley et al (2005) - מחקר שהתמקד בשלטי וידאו ונערך בארבעה אתרים בעיר טורונטו, קנדה: שלושה צמתים במרכז העיר וקטע בדרך עירונית מהירה. הניתוח נערך בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת, לרבות התחשבות בנפחי תנועה ותיקון עקב רגרסיה לממוצע, דהיינו בהתאם לכללים המקובלים כיום במחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

מחקרים אלה ומחקר נוסף מהתקופה המוקדמת (שתואר ב-Wachtel and Netherton, 1980) יצרו רשימת מחקרים עם פוטנציאל לביצוע הערכה מסכמת של שינויים בתאונות (meta-analysis). ההערכה המסכמת מקבלת משמעות כאשר קיימים מספר מחקרים שבוצעו לגבי סוג אמצעי דומה אשר נבחן בסוגי אתרים דומים ובהגדרות דומות של סוגי תאונות. לפיכך, הערכות מסכמות בוצעו עבור שני אמצעים (טבלה ב'): (א) התקנת שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית; (ב) התקנת שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר.

טבלה ב'. תוצאות הערכה מסכמת (meta-analysis) של השפעת שלטי פרסום על תאונות

מחקרי בסיס	רווח סמך ברמת בטחון 95%	אחוז ממוצע של שינוי בתאונות	סוג תאונות	סוג אמצעי
Wachtel and Netherton (1980), Wisconsin (1994)	[+24% ; +73%]	+46%	כלל התאונות	שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית
Tantala and Tantala (2005), Smiley et al (2005)	[-30% ; +22%]	-8%	כלל התאונות	שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר

בניתוח נמצא כי :

א. שלט פרסום מתחלף ליד דרך עירונית עורקית (בסמוך לאזור מחלף) מתקשר עם עליה מובהקת בסה"כ התאונות באזור נראות השלט, ב-46%, בממוצע. עם זאת, עקב איכות לא גבוהה של שני מחקרי הבסיס אין לייחס משמעות רבה לערך הכמותי שהתקבל בהערכה המשוקללת.

ב. שלט פרסום דינמי שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר, אינו מתקשר עם שינוי מובהק בסה"כ התאונות.

עקב איכות נמוכה של שיטת הערכה באחד ממחקרי הבסיס (Tantala and Tantala, 2005) מומלץ להעדיף על הערכה משוקללת זו את ממצאי ההערכה של מחקר בסיס אחר - Smiley et al (2005) - אשר מתאפיין באיכות גבוהה של הניתוח וגם בעצמו משקלל ממצאים משלושה אתרים. לפי ממצאי מחקר זה, שלט פרסום דינמי (וידאו) שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר מתקשר עם אי-שינוי בכלל התאונות (עליה לא מובהקת של 0.6%), ועם עליה לא מובהקת בתאונות עם נפגעים ובתאונות חזית-אחור, בגובה 43%-13%, בהתאמה.

לגבי השפעה על תאונות של שלטי פרסום סטטיים לא ניתן להביא ערך כמותי, עקב העדר אומדנים מסכמים במחקרי הבסיס וחולשה מתודולוגית של מרבית המחקרים. עם זאת, בהתבסס על ממצאיו של Weiner (1973) שהוצגו בטבלה א' יש לצפות שעליה בצפיפות שלטי פרסום לאורך הדרך תביא לעליה בשכיחות התאונות.

לסיכום, מחקרי שילוט פרסום ותאונות, מתקופות שונות, נוטים למצוא השפעה שלילית מסוימת של שלטי הפרסום, אך הממצאים אינם חזקים מבחינה מתודולוגית וקיים מחסור ברור במחקרים שיערכו לפי הקריטריונים המקובלים לאיכות מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

2.3.2. בחינת השפעת שלטי פרסום באמצעות מחקרי התנהגות

מעבר לחיפוש קשר ישיר בין נוכחות השלטים והרעת מצב התאונות, לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. ההשערות העיקריות הן כי, מחד, שלטי פרסום גורמים להסחות דעת של הנהגים ממשימות הנהיגה ומאידך, הם מוסיפים לרעש הוויזואלי אשר מפריע להתמצאות בסביבה התנועתית. השערות אלה נבדקו במחקרי התנהגות שונים, בתנאי מעבדה ובניסוי שטח.

בניסוי מעבדה, לרבות באמצעות סימולטור נהיגה, התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחות הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים.

לעומת זאת, מבחינת הממצאים של מחקרי שטח לא מתקבלת הוכחה עקבית להשפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים. סימני הרעה בצורת הסחות דעת משמעותיות יותר כגון: מבטים ארוכים ו/או תכופים יותר על השלטים, עיכובי תנועה, ריבוי בלימות חירום ללא סיבה – נצפו בחלק מן האתרים ולא נמצאו באתרים אחרים. באופן דומה, כאשר באותו הניסוי נבחנו מספר מדדי התנהגויות במקביל, השינויים שנצפו במדדים השונים (כגון: במהירות הנסיעה לעומת המרווחים בין כלי הרכב) היו כאלה שבהתאם לידע הקיים, היו מתקשרים עם השפעה הפוכה על בטיחות.

מאידך, הממצאים הכמותיים של המחקרים כגון: משך המבט על שלט פרסום, שכיחות המבטים בשלטים הדינמיים – אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים, הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג, לפספוס של ארוע המחייב תגובה או לתגובה שאינה מתאימה למצב. בנסיבות אלו, במיוחד בתנועה צפופה, טעויות 'קטנות' שונות של מספר נהגים עלולות להסתכם במפגש בלתי צפוי של רכב ברכב אחר, רכב בהולך רגל, או רכב בעמוד או עצם אחר.

2.4.2. התייחסות לשלטי פרסום, במדינות השונות

במדינות אחדות - הולנד, אוסטרליה, ברזיל, אנגליה, ארה"ב, קנדה, דרום אפריקה - נערכו סקרי ידע בנושא שלטי פרסום בדרכים כדי לתמוך בהגדרת מדיניות בנושא זה. בסקרים אלו דנים בממצאי המחקרים הקודמים, מכל העולם, וכמו כן, מובאות המלצות מסכמות בנושא שימוש בשלטי פרסום בצדי דרכים במדינה המסוימת. התקנות והחוקים בנושא התקנת שלטי פרסום הקיימים במדינות השונות יכולים לשמש דוגמאות ל"תרגום מעשי" של ממצאי המחקרים.

רוב סקרי הידע בנושא השפעת שלטי פרסום הסכימו כי:

* הוכחות בספרות המקצועית המצביעות על השלטים כגורם ישיר לתאונות הן מועטות. אומנם, קיים קושי ניכר בבידוד השפעתו של גורם זה, אך נראה כי השפעה שלילית של השלטים על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים.

* ההשפעה הישירה של שלט פרסום על הנהג היא בתשומת הלב המוקדשת לשלט והנגרעת מתשומת הלב למשימות הנהיגה, מצב אשר עלול לפגוע בביצועי הנהיגה ואף לגרום לתאונה. בתנאי תנועה רגילים, השפעת שלטי פרסום יכולה להיות שולית, אך היא עלולה להפוך לקריטית בנקודות החלטה בנהיגה או בתנאי תנועה מחמירים אשר דורשים מרב תשומת לב של הנהג. יש הטוענים כי השפעת השלטים תהיה ניכרת יותר אצל נהגים חסרי ניסיון או אצל נהגים בעלי כישורי נהיגה פגומים.

* במחקרי התנהגות נמצא כי ביכולתו של נהג להסיר מידע לא רלוונטי ממסגרת פעילותו העיקרית ושהאפקט הכללי של ההפרעות בדרך אינו משמעותי אך מובהק. מכאן, יש לדאוג לבקרה מסוימת של אמצעי הפרסום בצדי הדרך.

רוב התקנות בנושא שלטי פרסום פועלות להגבלת השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה:

(1) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: אורות נעים /מתחלפים /מהבהבים, ריבוי צבעים, אורות מסנוורים, אפקטים ויזואליים/ קוליים למיניהם, מסרים מורכבים וכד';

(2) איסור התקנת שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך (כגון: אזורי הסתעפות/ השתזרות בקרבת מחלפים) ובאתרים בהם שלטי פרסום יפגעו בנראות/בולטות של אמצעי בקרת תנועה/ שלטים רגילים.

ג. ניתוח נתוני תאונות בדרך נתיבי איילון

ג.1. הגדרות: הנתונים ושיטת הניתוח

ניתוח זה התמקד בבחינת השפעתם של שלטי חוצות בצדי הדרך נתיבי איילון על התרחשות התאונות. הניתוח השווה בין שתי תקופות: "לפני" - כאשר שלטי החוצות היו פעילים בצדי הדרך (שנים 2006-2007) ו"אחרי" - כאשר השלטים היו מכוסים (שנת 2008).

הניתוח בחן את מצב התאונות בקטעי טיפול - קטעי כביש שבצידם נמצאים שלטי חוצות, לעומת קבוצות ביקורת הכוללות את יתר הקטעים בכביש ואת אזורי המחלפים. הניתוח התייחס סה"כ ל-8 קטעי טיפול שהם:

- "שבעת הכוכבים-גלילות", לכיוון צפון ודרום (קטעים BC_S, BC_N);

- "גלילות-קק"ל", לכיוון צפון ודרום (קטעים CD_S, CD_N);

- "קק"ל-רוקח", לכיוון צפון ודרום (קטעים DE_S, DE_N);

- "רוקח-ההלכה", לכיוון צפון (קטע EF_N);

- "קיבוץ גלויות-גשר מקווה ישראל בכביש 1", לכיוון צפון (קטע JY_N).

לקטעי הטיפול הוגדרו מספר "רמות טיפול" המשקפות את רמת הימצאות השלטים לאורך הקטע, כלהלן:

רמה גבוהה – כאשר מספר שלטי חוצות מוצבים לאורך הקטע (DE_N, CD_N, BC_N);
רמה בינונית – כאשר נמצא שלט חוצות בודד לאורך הקטע או מספר שלטים בהצבה נקודתית בצירוף גבוה (JY_N, EF_N);

רמה נמוכה - כאשר השלטים נראים מכיוון הנסיעה ההפוך (DE_S, CD_S, BC_S).

כמו כן, הוגדרו סה"כ 6 קבוצות ביקורת שהן:

C1 - יתר הקטעים (למעט קטעי הטיפול) בחלקו המרכזי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות צפונה, לרבות הכניסה מכביש מס' 1, לכיוון צפון;

C2 - יתר הקטעים (למעט קטעי הטיפול) בחלקו המרכזי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות צפונה, לרבות הכניסה מכביש מס' 1, לכיוון דרום;

C3 - יתר הקטעים בחלקו הדרומי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות דרומה, לכיוון צפון;

C4 - יתר הקטעים בחלקו הדרומי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות דרומה, לכיוון דרום;

C5 - כל המחלפים בחלקו המרכזי של הכביש, מהרצלייה עד קיבוץ גלויות;

C6 - כל המחלפים בחלקו הדרומי של הכביש, מקיבוץ גלויות עד חולות.

הניתוח התייחס למגוון סוגי התאונות בדרך כולל: (1) סה"כ התאונות (בכל רמות החומרה); (2) תאונות נזק; (3) תאונות עם נפגעים (לרבות קטלניות); (4-5) תאונות עם נפגעים ביום ובלילה; (6-7) תאונות עם נפגעים בימי חול ובסופי שבוע.

השיטה שנבחרה להערכת השפעת השינוי (הסרת שלטי חוצות בדרך נתיבי איילון) על התרחשות התאונות הינה השוואה בין מספרי התאונות בתקופת "אחרי" עם מספרי התאונות בתקופת "לפני", תוך כדי התחשבות בשינויים בתאונות בקבוצת ביקורת, כאשר קבוצת הביקורת מבטאת את השינויים שהיו מתרחשים בתאונות באתרי הטיפול בתקופת ה"אחרי" לולא ההתערבות. כמו כן, בהערכת השינוי בתאונות נלקחו בחשבון השינויים בנפחי תנועה בתקופת "אחרי" לעומת "לפני", המגמות בתאונות בתקופת "לפני" (אם היו) וגורמי עונתיות.

השינוי בתאונות מוערך באמצעות התאמת מודלים מסבירים לסדרות חודשיות של תאונות באתרי הטיפול ובאתרי הביקורת, כאשר הגורמים המשפיעים שימשו כמשתנים מסבירים במודלים אלה ומובהקותם נבחנו. עקב מגבלות שונות בנתונים, לסדרות התאונות הותאמו מודלים משני סוגים: מודל 1 עם נפחי תנועה ומודל 2 ללא נפחי תנועה, בין המשתנים המסבירים במודל.

2.ג ממצאים עיקריים - שינויים בתאונות

מספרים גולמיים

ממרכז הבקרה של דרך נתיבי איילון התקבלו נתונים על כל אירועי התאונות בכביש בשנים 2006-2008 והן, ספירות תנועה חודשיות לשנים 2006-2008 לפי צפון/דרום, ימות השבוע וקטעי הכביש. חומרת התאונות בכביש רשומה לפי שלוש רמות: תאונת נזק בלבד, תאונה עם נפגעים או תאונה קטלנית, כאשר מרבית התאונות בכביש הם תאונות נזק בלבד. סוגי התאונות שנצפו בכביש הם, בעיקר, תאונות רכב יחיד והתנגשויות בין כלי רכב. בנוסף, בשנים שונות נצפו אירועים בודדים של סוגי תאונות אחרים כגון: פגיעה בהולך רגל, נפילה מרכב.

סה"כ, לאחר הסרת הכפילויות בדיווח, בשנים הנבחנו בכביש נתיבי איילון נרשמו: 955 אירועי תאונות בשנת 2006, 952 בשנת 2007, 890 בשנת 2008. סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום: בקטעי הטיפול ובקבוצות הביקורת, ולפי רמות חומרת התאונות, מוצגים בטבלה ג'. ניתן להבחין שהן בקטעי הטיפול והן ביתר הכביש, סה"כ מספר התאונות, ברמות חומרה שונות, **ירד בשנת 2008 לעומת שנים קודמות, כאשר הירידה הייתה מהותית יותר בקטעי הטיפול.**

טבלה ג'. סיכומים שנתיים של מספרי התאונות בדרך נתיבי איילון, לפי מיקום ורמות חומרה

שנה	סוגי תאונות	BC_N	CD_N	DE_N	EF_N	JY_N	BC_S	CD_S	DE_S	C1	C2	C3	C4	C5	C6	סה"כ בקטעי טיפול	סה"כ בקבוצות ביקורת	סה"כ בכביש
2006	סה"כ התאונות	3	21	40	8	10	3	8	13	114	130	66	57	417	65	106	849	955
2007		5	25	17	8	16	6	10	8	106	100	58	55	461	77	95	857	952
2008		6	20	12	7	3	3	7	7	104	149	69	88	367	48	65	825	890
2006	תאונות נזק	1	16	26	8	4	0	3	7	80	98	45	37	304	41	65	605	670
2007		3	15	11	6	10	3	6	5	74	66	47	37	319	48	59	591	650
2008		4	13	10	4	3	3	5	6	74	102	51	57	251	32	48	567	615
2006	תאונות עם נפגעים	2	5	14	0	6	2	5	6	34	32	21	20	110	23	40	240	280
2007		2	10	6	2	5	3	4	3	32	33	11	18	140	28	35	262	297
2008		2	7	2	3	0	0	2	1	30	47	18	30	114	16	17	255	272
2006	תאונות קטלניות	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	4	5
2007		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	4	5
2008		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	3

מודל 1

מודל 1 המתחשב בשינויים בנפחי תנועה בקטעי הטיפול ובקבוצת הביקורת, הותאם עבור הסדרות של סה"כ התאונות, תאונות נזק ותאונות עם נפגעים. כקבוצת ביקורת במקרה זה שימשו יתר הקטעים, פרט לקטעי הטיפול, בחלקו המרכזי של הכביש (מקיבוץ גלויות עד הרצלייה). במודלים אלה:

- נמצאה השפעה מובהקת של נפח התנועה על סה"כ התאונות, התאונות עם נפגעים ותאונות נזק. לעומת זאת, לחודש תאונה (עונתיות), ככלל לא נמצאה השפעה מובהקת על התאונות.

- השינוי בתאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופת ה"אחרי" (ללא השלטים) לעומת "לפני" (עם השלטים) הצביע על ירידות משמעותיות ומובהקות בתאונות אלה: בקרב סה"כ התאונות - ירידה ממוצעת של 40% עם רווח סמך 61%-8%; בקרב תאונות עם נפגעים - ירידה ממוצעת של 61% עם רווח סמך 21%-80%.

- החיסכון המוערך בתאונות בכל קטעי הטיפול בעקבות הסרת השלטים היה: כ-55 בממוצע, עם רווח סמך 11-84, בסה"כ התאונות, וכ-28 בממוצע, עם רווח סמך 10-37, בתאונות עם נפגעים.

- לעומת זאת, השינוי בתאונות נזק בלבד בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופת ה"אחרי" לעומת "לפני" לא היה מובהק אך הצביע על ירידה ממוצעת של 28% בתאונות.

מודל 2

מודל 2 הינו מודל ללא שימוש בנפחי תנועה, בו השתתפו כל קטעי הטיפול לעומת כל קבוצות הביקורת, פרט לקטע טיפול BC_S ("שבעת הכוכבים-גלילות", לכיוון דרום) בו נמצא שינוי מובהק בנפחי התנועה בתקופת ה"אחרי" לעומת "לפני". המודל 2 הותאם לכל סוגי התאונות שהוגדרו לניתוח: סה"כ שבע סדרות.

באמצעות מודל 2 לרוב לא התקבלו תוצאות מובהקות מניתוח השינויים בתאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת, בתקופת ה"אחרי" לעומת "לפני" הסרת השלטים. שינויים מובהקים נמצאו בסדרה אחת בלבד של סה"כ התאונות (בכל רמות החומרה) אשר הצביעו על ירידה

ממוצעת של 35%-40% בתאונות סה"כ בכל קטעי הטיפול ועל ירידה ממוצעת של 56%-59% בתאונות בקטעי הטיפול ברמת טיפול בינונית.

למרות חוסר המובהקות במרבית הממצאים בניתוח זה, על-פי רוב התוצאות בכל סוגי התאונות התקבלו ערכים המצביעים על מגמת ירידה בקטעי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" ולעומת קבוצות הביקורת, או במילים אחרות, על תרומת הטיפול - הסרת שלטי פרסום - לירידה בתאונות.

ג.3. דיון

על-פי המודלים שמתחשבים בשינויים בנפחי התנועה וחלקית - במודלים המשלימים שאינם מתחשבים בנפחי התנועה, התקבלה השפעה מובהקת של הסרת שלטי פרסום על תאונות הדרכים בדרך נתיבי איילון ובפרט, על סה"כ התאונות בכל רמות החומרה ועל תאונות עם נפגעים. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של הסרת השלטים על תאונות נזק בלבד.

כמו כן, באמצעות המודלים ללא התחשבות ישירה בשינויים בנפחי התנועה לרוב לא התקבלו תוצאות מובהקות אם כי ככלל נצפתה מגמת ירידה בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני".

העובדה שבעקבות הסרת שלטי הפרסום נצפו שינויים מובהקים בתאונות בקטעי הטיפול אינה שגרתית יחסית לספרות הקיימת בנושא. כמו כן, אחוזי החיסכון בתאונות ומספרי התאונות הנחסכות נראים גבוהים לעומת הידוע בספרות. עם זאת, נציין שמגמות חזקות יותר של ירידה בתאונות בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופת ה"אחרי" ניכרות לעין כבר בבחינת הנתונים הגולמיים של תאונות בדרך נתיב איילון, כאשר המודלים שנבנו אפשרו להסיק מסקנות סטטיסטיות לגבי השינויים בתאונות, תוך כדי ניכוי השפעותיהם של גורמים מתערבים אחרים.

בפירוש ממצאי הניתוח מוצע לקחת בחשבון את ההסתייגויות המפורטות להלן:

(1) הסתייגות ביחס לנתונים -

ייתכן כי בתקופת ה"אחרי" בכביש נתיבי איילון פעלו גורמים נוספים אשר היו יכולים להשפיע על מצב התנועה והבטיחות בדרך. כמו כן, קיים חוסר נתונים על נפחי התנועה בקטעי הכביש מדרום למחלף קיבוץ גלויות ובמחלפים לאורך הדרך. גורמים אלה עשויים להוסיף "רעש" לממצאי ההערכות.

(2) ייחודיות של דרך נתיבי איילון -

מאגר נתוני התאונות של דרך נתיבי איילון הינו ייחודי כי בו מתועד כל אירוע שיצר הפרעה לתנועה בדרך. היקף האירועים המתועדים במאגר זה עולה משמעותית על רישום רגיל של תאונות הדרכים בקבצי תאונות הדרכים של המשטרה והלמ"ס. בין התאונות עם נפגעים בכביש נתיבי איילון נרשמים אירועים רבים יותר מאשר בקובץ התאונות ת"ד של המשטרה (שמשמש להערכת יתר הכבישים במדינה), כאשר לתאונות נזק בלבד המתועדות בנתיבי איילון לא קיים מקור

נתונים דומה לאף גורם בארץ. לכן, יש להיזהר עם הרחבת משמעות החיסכון בתאונות שנצפה בכביש נתיבי איילון, בעקבות הסרת השלטים, על סוגי דרך אחרים בארץ.

(3) מאפייני הטיפול -

על-פי ממצאי הניתוחים, לא נמצאה השפעה עקבית של "רמות טיפול" - צפיפות הצבת השלטים - על תאונות. שינוי משמעותי בתאונות בקטעי הטיפול נמצא בעיקר כאשר כל קטעי הטיפול נבחנו ביחד.

(4) תקופות יום -

בחינת השינויים במקבצים הייעודיים של תאונות - לפי יום/לילה, יום חול/סוף שבוע - לא הביאה תוצאות מובהקות עקב המספרים הקטנים של התאונות בסדרות החודשיות (ריבוי אפסים). מכאן, לא ניתן להסיק האם הסרת שלטי פרסום משפיעה יותר על תאונות יום לעומת לילה או על תאונות בימי חול לעומת סוף שבוע.

לסיכום, ממצאי הניתוח מצביעים על שינוי חיובי - מגמת ירידה בתאונות בדרך נתיבי איילון, בתקופת הסרת השלטים לעומת התקופה "לפני". עקב ההסתייגויות שצוינו לעיל מומלץ לא לייחס משמעות רבה לערכים הכמותיים שהתקבלו. עם זאת, יש מקום לסמוך על מגמת הירידה בתאונות בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" כי ירידה זו נצפתה באופן עקבי, בכל בחינות הנתונים שנערכו.

ד. השלכות יישומיות

1. מחקרי שילוט פרסום ותאונות, מתקופות שונות, נוטים למצוא השפעה שלילית מסוימת של שלטי הפרסום. עם זאת, רוב הממצאים אינם חזקים מבחינה מתודולוגית, בעוד שמחקרים אחדים שעומדים בדרישות איכות למחקרי הערכה לא הגיעו לתוצאות מובהקות. מכאן, עד כה לא ניתן להציע ערך כמותי אמין לאחוזי שינוי בתאונות שמתקשרים על הצבת שלטי פרסום.

ע"פ הספרות, קיים מחסור ברור במחקרי תאונות שיערכו לפי הקריטריונים המקובלים לאיכות מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

2. הממצאים מניתוח שינויים בתאונות בדרך נתיבי איילון הצביעו על שינוי חיובי - מגמת ירידה בתאונות, בתקופת הסרת השלטים לעומת התקופה "לפני". בין היתר, נמצאה השפעה מובהקת של הסרת שלטי פרסום על סה"כ התאונות בכל רמות החומרה ועל תאונות עם נפגעים. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של הסרת השלטים על תאונות נזק בלבד. ברוב סוגי התאונות שנבחנו בדרך כלל נצפתה מגמת ירידה בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני".

העובדה שבעקבות הסרת שלטי הפרסום נצפו שינויים מובהקים בתאונות בקטעי הטיפול אינה שגרתית יחסית לספרות הקיימת בנושא. כמו כן, אחוזי החיסכון בתאונות ומספרי התאונות הנחסכות נראים גבוהים לעומת הידוע בספרות. עקב ההסתייגויות שצוינו במחקר בנוגע לנתונים, ייחודיות הדרך נתיבי איילון ומאפייני הטיפול, מומלץ לא לייחס משמעות רבה לערכים הכמותיים

שהתקבלו. עם זאת, יש מקום לסמוך על מגמת הירידה בתאונות בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" כי ירידה זו נצפתה באופן עקבי, בכל בחינות הנתונים שנערכו.

מכאן, בתנאי הארץ התקבלה הוכחה אמפירית לקשר בין הסרת שלטי פרסום ושיפור הבטיחות בדרך פרברית מהירה. יש מקום לביצוע מחקרי הערכה נוספים בנושא שיתייחסו לסוגי אתרים נוספים ולסוגי שילוט שונים.

3. לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. בניסוי מעבדה בחו"ל, לרבות באמצעות סימולטור נהיגה, התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחות הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים. לעומת זאת, מבחינת הממצאים של מחקרי שטח לא מתקבלת הוכחה עקבית להשפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים.

מאידך, הממצאים הכמותיים של המחקרים אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים, הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג, לפספוס של אירוע המחייב תגובה או לתגובה שאינה מתאימה למצב. בנסיבות אלו, במיוחד בתנועה צפופה, טעויות 'קטנות' שונות של מספר נהגים עלולות להסתכם במפגש בלתי צפוי של רכב ברכב אחר, רכב בהולך רגל, או רכב בעמוד או עצם אחר.

קיים צורך במחקרי שטח לבחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים, בתנאי דרך ותנועה שונים.

4. במדינות רבות בעולם נערכו סקרי ידע בנושא שלטי פרסום בדרכים כדי לתמוך בהגדרת מדיניות בנושא זה. רוב הסקרים ומסמכי המדיניות הסכימו שהשפעה שלילית של שלטי פרסום על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים. כמו כן, הרוב הסכימו כי בתנאי תנועה רגילים, השפעת שלטי פרסום יכולה להיות שולית, אך היא עלולה להפוך לקריטית בנקודות החלטה בנהיגה או בתנאי תנועה מחמירים אשר דורשים מרב תשומת לב של הנהג.

רוב התקנות וההנחיות בנושא, הקיימות במדינות האחרות, פועלות להגבלת השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה:

(א) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: אורות נעים /מתחלפים /מהבהבים, ריבוי צבעים, אורות מסנוורים, אפקטים ויזואליים / קוליים למיניהם, מסרים מורכבים וכד';

(ב) איסור/הגבלת התקנות של שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך, כגון: אזורי הסתעפות/ השתזרות בקרבת צמתים ומחלפים, באתרים בהם שלטי פרסום יפגעו בנראות/בולטות של אמצעי בקרת תנועה וכד'.

יש מקום לקביעת מדיניות ברורה ולהכנת הנחיות מפורטות בנושא בתנאי הארץ.

מראי מקום לתקציר מנהלים:

Ady, R. (1967). An investigation of the relationship between illuminated advertising signs and expressway accidents. *Traffic Safety Research Review*, 3, 9–11.

Smiley, A., Persaud, B., Bahar, G., Mollett, C., Lyon, C., Smahel, T. and Kelman, W.L. (2005). Traffic safety evaluation of video advertising signs. *Transportation Research Record* 1937, 105-112.

Tantala, M.W. and Tantala, P.J. (2005). An examination of the relationship between advertising signs and traffic safety. Paper presented at the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM, Washington, DC.

Tantala, A.M. and Tantala, M.W. (2007). A study of the relationship between digital billboards and traffic safety in Cuyahoga County, Ohio. Submitted to the Foundation for Outdoor Advertising Research and Education, Washington, DC

Wachtel, J. and Netherton, R. (1980). Safety and environmental design considerations in the use of commercial electronic variable-message signage. FHWA-RD-80-051, Federal Highway Administration, Washington, DC.

Weiner, S. (1973). Review of report. Washington, D.C.: Federal Highway Administration, Environmental Design and Control Division, August 1973.

Wisconsin (1994). Milwaukee County stadium variable message sign study: impacts of an advertising variable message sign on freeway traffic. Wisconsin Department of Transportation, WISDOT District 2 Freeway Operation Unit.

1. מבוא

שלטי פרסום הינם אובייקטים שמוצבים בצדי דרכים להעברת מסרים במטרה לקדם שיווק של מוצרים ו/או שירותים שונים. חלק מהשלטים מוצבים על גבי או בצד של בניינים/ מבנים אחרים הסמוכים לדרך, שלטים אחרים - על גבי עמודים/מבני בסיס ייעודיים. כמו כן, חלק מהשלטים מקדמים שמות ו/או מוצרים של בתי העסק שעל מבניהם הם מוצבים, כאשר חלקם האחר מעבירים מסרים אחרים ע"פ דרישת המזמין. השלטים משתנים בגודל, צבע, שיטות העברת מידע, בסיס טכנולוגי, אופן שילוב של מרכיבים דינמיים, ועוד. התכונה שמאחדת את כל השלטים הינה שמטרת הצבתם זרה למטרות התנועה בדרך שלידה הם מוצבים וששלט פרסום נועד למשוך תשומת לב של הנהגים העוברים בדרך ובכך להסיח את דעתם ממשימות הנהיגה.

עקב סתירה מובנית זו שלטי פרסום בצדי דרכים תמיד עוררו חשד של רשויות הדרכים ובייחוד, כאלה הממונות על ביטחות. שלטי פרסום ובייחוד, שלטים הכוללים מרכיבים דינאמיים, מזוהים עם סכנה פוטנציאלית לביצוע משימות הנהיגה ע"י הנהגים ומכאן, עם הידרדרות אפשרית ברמת הביטחות בדרכים באזורי השפעת השלטים (Farbry et al, 2001; SWOV, 2006). מאידך, כדי למנוע או להגביל שימוש בשלטי פרסום, נדרשות הוכחות אמפיריות להשפעתם השלילית על מצב התאונות, התנהגות ו/או תגובות הנהגים.

מאמצע המאה העשרים עד היום, נושא השפעת שלטי פרסום על ביטחות בדרכים היה בדיונים רבים במדינות שונות בעולם. בשנות החמישים והשישים, היו ניסיונות לבצע הערכה ישירה של השפעת שלטי פרסום על תאונות, באמצעות מחקרי שטח שנערכו בעיקר בארה"ב. מחקרים מוקדמים אלה סוכם בדו"ח Wachtel and Netherton (1980). (דו"ח זה נערך בעקבות כניסה לתוקף של Highway Beautification Act בארה"ב, בשנת 1978, כאשר הדו"ח נועד לספק רקע לפיתוח תקנות להצבת שלטי פרסום אלקטרוניים מתחלפים על גבי בתי עסק לאורך דרכים מהירות בארה"ב).

במעבר לשנות ה-2000, בעקבות התפתחות מואצת של האמצעים הטכנולוגיים וזמינותם בשוק הפרסום, ומכאן, עקב חשש להשפעה שלילית של שלטי פרסום דינאמיים על הביטחות, בארה"ב נערך סקר ידע עדכני אשר פורסם בדו"ח Farbry et al (2001). במקביל, בעשור האחרון החלה התעניינות מחודשת בנושא הסחת דעת בנהיגה ותרומתה להתרחשות התאונות (כגון: Stutts et al, 2001), כאשר שלטי פרסום מהווים אחד ממרכיבי הסחת הדעת בנהיגה. כתוצאה מהתעניינות מחודשת זו נערכו סקרי ידע נוספים כגון: Molino et al (2008) בארה"ב, Wallace (2003) בסקוטלנד. סקרי ידע אלה סיכמו את ממצאי המחקרים שבהם נבחן קשר אמפירי בין הצבת שלטי פרסום והתרחשות התאונות או נבחנו תגובות הנהגים לשלטי פרסום שונים, בניסוי שטח או בתנאי מעבדה.

על-פי הניסיון הבינלאומי, שלטי פרסום בצידי הדרך גורעים מתשומת הלב המוקדשת למטלות הנהיגה ומכאן, עלולים לפגוע בביצועי הנהיגה ואף לגרום לתאונות. מחקרים שונים שנערכו בעולם הראו כי פיזור הקשב של הנהג גורם להגדלת מספר התאונות. מאידך, הדוגמאות בספרות

המקצועית שמצביעות על השלטים כגורם ישיר לתאונות הן מועטות. ככלל, קיים קושי בבידוד השפעתו של גורם זה, אך נראה כי השפעה שלילית של השלטים על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים.

סקרי ממצאים בינלאומיים בנושא שלטי פרסום בוצעו גם בישראל, כגון, ע"י הקרט, גיטלמן (2002) - עבור חברת נתיבי איילון; ע"י מהלאל (2006) - עבור משרד התחבורה¹. בישראל הנושא עלה לכותרות בשנים האחרונות עקב המאבק הציבורי נגד הצבת שלטי חוצות בצדי הדרך נתיבי איילון² והדיונים שהתקיימו בכנסת ובפורומים אחרים בנוגע להצעת חוק הדרכים (שילוט) (תיקון - שילוט חוצות), התשס"ז-2006.

דרך נתיבי איילון הינה דרך פרברית מהירה אשר במשך מספר שנים הוצבו לצידה שלטי פרסום גדולים במיוחד. בעקבות הדיונים בכנסת והחלטת בית המשפט, החל מ-1.01.08 נעצר שימוש בשלטי פרסום בצדי הדרך נתיבי איילון, כאשר כל שלטי החוצות בצידה כוסו ביריעות לבנות. כתוצאה, נוצרה אפשרות להשוואה בין שתי תקופות מבחינת התרחשות התאונות: עם השלטים בצדי הדרך וללא השלטים. לכן, במחקר הנוכחי הוחלט לבצע ניתוח השוואתי של נתוני התאונות בדרך נתיבי איילון, בשתי תקופות: "אחרי" - ללא השלטים (שנת 2008), לעומת "לפני" - עם שלטי הפרסום בצדי הדרך (שנים 2006-2007).

המחקר מוקדש להערכת השפעת שלטי פרסום על התנהגות התנועה והנהגים והבטיחות בדרכים. בביצוע המחקר תוכננו שלושה מרכיבים שהם:

(א) סקר ספרות - סיכום כמותי של ממצאי המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום שנערכו במדינות האחרות;

(ב) בחינת נתוני תאונות - ניתוח נתוני התאונות בדרך פרברית מהירה בארץ - דרך נתיבי איילון - בהקשר השפעת שלטי פרסום בצדי הדרך.

(ג) פיתוח שיטה להערכת השפעת שלטי פרסום על התנהגות התנועה והנהגים, על סמך ניסוי מבוקר בו יוצבו שלטי פרסום באתר אחד - צומת מרומזר הממוקם על תפר שטח עירוני ובינעירוני, ויבוצעו תצפיות שטח במספר תקופות במטרה להעריך השפעת השלטים על התנהגות הנהגים, בשלוש תקופות: "לפני", "אחרי_1" ו"אחרי_2".

הוחלט לא לבצע את חלק (ג), לאור הצורך בשינוי מתודולוגי שעלה מאילוצים טכנולוגיים לאחר ניתוח תוצאות פיילוט צילום מקדים. זאת, היות ונדרשה תוספת תקציבית משמעותית.

על כן, המחקר כלל 2 חלקים, סקר ספרות וניתוח נתוני תאונות בדרך נתיבי איילון. ממצאי המחקר מובאים בדוח זה כלהלן:

¹ הקרט ש., גיטלמן ו. (2002). שלטי פרסום בצדי דרך נתיבי איילון ובסביבתה. סקירת ספרות והמלצות. מוגש לחברת נתיבי איילון.

מהלאל ד. (2006). השפעת שלטים אלקטרוניים על הבטיחות בדרכים.

² הצבה שסתרה בזמנו את חוק הדרכים (שילוט) משנת 1966 ואת תקנות הדרכים (שילוט) משנת 1980 - ראה נספח א' לסקר ספרות.

פרק 2 מציג ממצאים מסקר ספרות - סיכום ממצאים אמפיריים מהמחקרים שנערכו בעולם בנושא הקשר בין הצבת שלטי פרסום ובטיחות בדרכים;

פרק 3 מביא ממצאים מבחינת נתוני תאונות בדרך נתיבי איילון, בשתי תקופות: "אחרי" - בשנת 2008, כאשר שלטי פרסום הוסרו מצדי הדרך, לעומת "לפני" - בשנים 2006-2007, כאשר שלטי פרסום נמצאו בצדי הדרך;

פרק 4 מביא סיכום ומסקנות לממצאי המחקר.

2. סקר ספרות

סקר ספרות נועד לסכם ממצאים אמפיריים שהצטברו במחקרים שנערכו בעולם בנושא הקשר בין הצבת שלטי פרסום והבטיחות בדרכים. הסקר מתמקד בפרסומים בהן נבחנה השפעת שלטי פרסום על התרחשות התאונות וכמו כן, מביא ממצאים עיקריים של המחקרים בהם נבחנה השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים (לרבות בחינת השלכות אפשריות של הבדלי התנהגות שנצפו על בטיחות).

הסקר מציג את תמצית הממצאים של המחקרים שנערכו בעשורים הקודמים ומפרט יותר את השיטות והממצאים של המחקרים מהשנים האחרונות. בחינת ממצאי המחקרים מבוצעת בהתאם לסוג שלטי הפרסום שהשפעתם נבדקה, סוגי האתרים שבהם הוצבו השלטים, שיטות הערכה והממצאים. בנוסף, נבחנת אפשרות לסיכום הממצאים ממחקרי התאונות באמצעות שיטת שקלול סטטיסטי (meta-analysis).

2.1. הקשר בין שלטי פרסום ותאונות

המחקרים המוקדמים

נושא השפעת שלטי פרסום בצדי הדרך על הבטיחות היה בדיון נרחב בארה"ב עוד באמצע המאה העשרים. בשנות החמישים והשישים, במדינות שונות בארה"ב נערכו ניסיונות לבצע הערכה ישירה של השפעת שלטי פרסום על תאונות הדרכים. מחקרים מוקדמים אלה נדונו בהרחבה בדו"חות של Wachtel and Netherton (1980), Farbry et al (2001), Wallace (2003), SRF (2007), חלקם פורסמו בכתבי עת של פעם (ולכן, ניתנים לאיתור היום). טבלה 2.1 מציגה תיאור מסכם של המחקרים המוקדמים, לרבות שיטות הערכה, הנתונים שנאספו במחקר, הממצאים העיקריים ובעיות מתודולוגיות שאופיינו במחקרים אלה.

ממצאי המחקרים המוקדמים היו כלהלן:

בהתבסס על מחקר נתוני תאונות בקטעי דרכים עם צפיפות שונה של שלטי פרסום, משרד התחבורה במינסוטה, בשנת 1951, הגיע למסקנה כי גידול בשלטי פרסום מסחריים מלווה בעליה בשיעור התאונות. מחקר אחר שבוצע במדינת איוהו, בשנת 1951, הסיק כי יותר תאונות בין אלה הקשורות לחוסר תשומת לב של נהגים, התרחשו בקטעי דרכים עם שלטי פרסום. לעומת זאת, במחקר במדינת מישיגן, בשנת 1952, לא נמצא מתאם סטטיסטי בין הימצאות שלטי פרסום ושכיחות התאונות.

במחקר שבחן קשר סטטיסטי בין שלטי פרסום ותאונות בדרך מהירה במדינת ניו יורק, בשנת 1963, נמצא שיעור תאונות גבוה יותר באזורים עם צפיפות גבוהה יותר של השלטים. במחקר אחר של תאונות בדרך מהירה במדינת ניו ג'רסי לא נמצא קשר בין צפיפות שלטי פרסום (בפרט ועצמים בצדי הדרך, בכלל) לבין שכיחות התאונות. בשנת 1961, בעקבות ניתוח תאונות בדרך 40 בקליפורניה, דווח כי בקטעי הדרך עם שלטי פרסום נרשמו יותר תאונות מאשר בקטעים ללא השלטים.

טבלה 2.1. מחקרים מוקדמים שבחנו השפעת שלטי פרסום על תאונות הדרכים, בשנות החמישים והשישים

מיקום מחקר	מקור	סוג שילוט	נתונים שנאספו במחקר	שיטת הערכה	ממצאים	בעיות מתודולוגיות
1. מדינת מינסוטה, דרך לא עירונית עורקית, חד- מסלולית	Minnesota Department of Highways, (1951), Staffeld (1953)	שילוט סטטי (billboards)	420 מייל של דרכים חולקו ל-2,600 קטעים. דרכים דו-נתיביות, עם פחות מ-5000 כלי רכב ביממה. באמצעות סיוריי שטח, לכל קטע נרשמו כל העצמים בצדי הדרך, מאפיינים של שלטי פרסום (צפיפות לקטע, גודל, צורה, צבע, מרחק מהכביש, מאור), מאפייני הדרך (צפיפות נקודות גישה, שיפוע, עקום, אורך קטע ישר לפני עקום, נוכחות עסקים, נוכחות שלטי פרסום), מאפייני התנועה (נפח, מהירות). נמצאו סה"כ 390 קטעים על שלטי פרסום.	ניתוח קורלטיבי: בחינת הקשר בין שכיחות התאונות לבין נוכחות (צפיפות) השלטים תוך כדי התחשבות במאפייני התנועה והדרך. (נבחנו סה"כ 25 קבוצות של אתרים לפי קטגוריות של צפיפות שלטים ונפח תנועה). כאתרי ביקורת לאתרים עם שלטי פרסום שימשו אתרים דומים: קטעי דרך וצמתים המותאמים לפי מאפייני החתך, סוג מיסעה, נפח תנועה ושיפוע.	(1) עליה במספר שלטי פרסום למייל מלווה בעליה בשיעור תאונות (2) צמתים עם 4 או יותר שלטי פרסום מתאפיינים בשיעור תאונות גבוה פי 3 לעומת צמתים ללא שלטי פרסום (3) שיעור תאונות בקטעים בקרבת עסקים גבוה יותר מאשר בקטעי ביקורת	- ריבוי ניתוחים חד- פרמטריים, חסר ניתוח רב-משטני; - ייתכן כי "צפיפות השלטים" שנמצאה כמוזחה עם שיעור תאונות גבוה משקפת השפעת של מאפייני דרך אחרים; - רמת מובהקות הממצאים לא ברורה.
2. מדינת איווה, דרכים דו-נתיביות באזורי ערים עם יותר מ-5,000 תושבים	Rusch (1951)	שילוט סטטי	הדרכים חולקו לקטעים באורך חצי-מייל עד מייל ולשלוש קבוצות: אזורי B-A – קטעי דרך שבצדם היו 90% של שלטי פרסום ובתי העסק; אזורי X – קטעי דרך הנמצאים כמייל אחרי אזורי B-A; אזורי Y – קטעי דרך הנמצאים כמייל אחרי אזורי X. לכל קטע התקבלו נתוני תאונות לשנים 1947-48. התאונות חולקו לשלוש קבוצות: הקשורות לעסקים בצדי הדרך, הקשורות לגורם חוסר תשומת לב והקשורות לסיבות אחרות.	ניתוח קורלטיבי: השוואה בין סוגי האזורים שהוגדרו במחקר לפי מספרי התאונות ושיעורי התאונות ל-100 מייל	(1) מספר תאונות גבוה יותר באזורים B-A, בייחוד תאונות הקשורות לגורם חוסר תשומת לב של הנהגים (2) כני"ל במונחים של תאונות ל-100 מייל של אורך הדרך	- הגדרה סובייקטיבית של אזורי הניתוח; - אין הפרדה בין השפעת בתי העסק לבין השפעת שלטי פרסום; - אי התחשבות בגורמים משפיעים אחרים (נפח תנועה, מאפייני הדרך); - חסרה בדיקת מובהקות סטטיסטית.
3. מדינת מישיגן, דרך לא עירונית	McMonagle (1952)	שילוט סטטי	דרך באורך 70 מייל חולקה לקטעים באורך כ 300 מ'; מאפייני הדרך ועצמים בצדי הדרך תועדו. בין השנים 1946-1949 המשטרה רשמה תאונות עם ציון מרחק האירועים לעומת סמני הקטעים. כמו כן, סוגי עצמים נבחנים בצדי הדרך היו כלהלן: "פאבים", "תחנות דלק / מוסכים", "חנייות", "מוסדות אחרים", "מאפייני תכן", "שלטי פרסום".	התאונות סווגו בהתאם למרחקים מהשלטים ומעצמים אחרים. מקדמי קורלציה חושבו בין מספר התאונות וצפיפות העצמים בצדי הדרך. הניתוח בוצע בנפרד עבור "צמתים" ו-"לא צמתים".	(1) שכיחות גבוהה יותר של תאונות נמצאה בצמתים, בנוכחות סה"כ סוגי עצמים אלה: "פאבים", "תחנות דלק/מוסכים", "מוסדות אחרים", "שלטי פרסום" (2) עם זאת, ברמה של סוגים בודדים, "שלטי פרסום" לא נמצאו כמוזחים עם שכיחות תאונות גבוהה יותר	- אי התחשבות בגורמים משפיעים אחרים; - חסרה בדיקת מובהקות של הממצאים.

<p>4. מדינת ניו יורק, New York State Thruway דרך מהירה (expressway)</p>	<p>Madigan-Hyland (1963)</p>	<p>שילוט סטטי</p>	<p>נתוני תאונות נאספו בשנים 1961-1962, חולקו לפי מיקום: באזורי נראות של השלטים ובאזורים אחרים. רק התאונות הקשורות לגורם חוסר תשומת לב נלקחו לניתוח. (התאונות בקרבת מחלפים ובאזורי תשלום אגרה הוסרו מהניתוח). הניתוח כלל סה"כ 1118 מיילים של דרך, 1550 תאונות.</p>	<p>חושבו מקדמי התאמה בין מספרי תאונות וצפיפות השלטים.</p>	<p>נמצא כי 13.1% מאורך הדרך שמתאיין באחוז גבוה של שלטי פרסום, מרכזו 32.6% אחוז מהתאונות. כממוצע שנתי, 1.7 תאונות למייל נרשמו באזורים עם צפיפות גבוהה של שלטי פרסום, ו-0.5 תאונות למייל - באזורים עם צפיפות שלטים נמוכה. גם כאשר האזורים חולקו לפי שלוש רמות של נפח תנועה (נמוך, בינוני, גבוה), נמצא שיעור תאונות גבוה יותר באזורים עם צפיפות גבוהה יותר של שלטי פרסום לעומת צפיפות נמוכה.</p>
<p>5. מדינת ניו ג'רסי, New Jersey Garden State Parkway דרך מהירה רב-נתיבית</p>	<p>Blanche (1965)</p>	<p>שילוט סטטי</p>	<p>דרך באורך 173 מייל. נאספו נתוני תאונות בשנים 1961-1963, סה"כ: 3902 תאונות. תועדו כל סוגי העצמים בצדי הדרך, לרבות שלטי פרסום. הדרך חולקה לקטעים באורך עשירית מייל.</p>	<p>נבדקו קורלציות בין מספר תאונות והימצאות עצמים בצדי הדרך, ברמה פרטנית ואגרטיבית.</p>	<p>לא נמצאו קורלציות גבוהות או מובהקות בין שלטי פרסום (או עצמים אחרים) לבין שיעורי התאונות. נמצא קשר מובהק בין נפח תנועה ותאונות.</p>
<p>6. מדינת קליפורניה, Route 40 - דרך לא עירונית דו-מסלולית</p>	<p>Faustman (1961)</p>	<p>שילוט סטטי</p>	<p>דרך מחולקת, עם ארבעה נתיבים. נבחר קטע באורך 40 מייל, מישורי, עם חתך אחיד. הדרך חולקה ליחידות ניתוח באורך 0.4 מייל, עבורן נאספו נתוני תאונות בחמש שנים, נפחי תנועה ומיקום שלטי פרסום.</p>	<p>הבחינה התייחסה לקטעים ישרים, ללא צמתים. יחידות הניתוח עם וללא שלטי פרסום השווה מבחינת שכיחות התאונות; ההשוואה בוצעה בתקופות יום ותנאי מזג אוויר דומים.</p>	<p>נמצא כי שיעור התאונות ב-34 קטעים עם שלטי פרסום היה ב-40.9% גבוה יותר מאשר שיעור התאונות ב-42 קטעים ללא השלטים: 1.59 תאונות למיליון ק"מ-רכב לעומת 1.13, בהתאמה.</p>
<p>7. מדינת אילינוי, Chicago, דרך מהירה (expressway)</p>	<p>Ady (1967)</p>	<p>שלטי פרסום מתחלפים</p>	<p>9 שלטים הותקנו, עבור 3 נאספו נתוני תאונות: שנה לפני ושנה אחרי ההתקנה.</p>	<p>הערכת אחרי-לפני עם קבוצת ביקורת, כאשר כביקורת שימשו קטעים מאותה הדרך (ללא שלטים).</p>	<p>בשני אתרים עם השלטים לא היה שינוי בתאונות, באתר שלישי - חל שינוי (עליה) במספר התאונות, ברמת מובהקות 0.05. עם זאת, השלט השלישי היה בתוך עקום חד.</p>

<p>- בחירת אתרים אינה מייצגת (צמתים עם תאונות בלבד); - בחינת השפעה של ערוב סוגי השלטים, לא רק שלטי פרסום; - חסר ניתוח רב-משתני.</p>	<p>(1) נמצאה קורלציה חיובית בין מספר שלטים לבין מספר תאונות בצומת. (2) מקדמי קורלציה היו מובהקים לקשר בין סה"כ מספר השלטים לבין מספר תאונות בצומת עם תמרור "עצור". באותו סוג הצמתים נמצאו קורלציות מובהקות בין מספר שלטים פרטיים, מספר שלטים גדולים, מספר שלטים לא אדומים לבין מספר התאונות.</p>	<p>חושבו מקדמי קורלציה בין מספר שלטים, לפי סוגיהם, ומספר תאונות בצומת, בחלוקה לשתי קבוצות צמתים לפי אמצעי הבקרה. כמו כן, חושבו מקדמי קורלציה חלקית בין מספרי השלטים והתאונות, בהינתן גודל נפח התנועה בצומת.</p>	<p>60 צמתים שנבחרו באקראי בעיר Austin, כאשר בכל צומת הייתה לפחות תאונה 1 בשנת 1975 (בין 1 עד 12 תאונות בכל צומת). נבחרו צמתים ישירים בזווית 90 מעלות, ללא שיפוע אנכי; עם נפח תנועה בין 5000 עד 30000 כלי רכב ביממה; צמתים מרומזרים ועם תמרור "עצור". לכל צומת תועדו כל השלטים הנראים בכיוון התקרבות שבו היו תאונות עקב טעות הנהג בכניסה לצומת כגון: אי מתן זכות קדימה, אי ציות לתמרור "עצור". (מהניתוח הוסרו תאונות לילה, ותאונות הקשורות לגורמי אלכוהול ומהירות). השלטים סווגו לפי שיוך (פרטי/ציבורי), גודל (גדול/קטן), צבע (אדום/אחר) וכמו כן, נקבע מספר שלטים פר אתר.</p>	<p>שילוט סטטי Holahan, Campbell et al (1978)</p>	<p>8. מדינת טקסס, צמתים עירוניים/פרבריים</p>
---	--	---	--	---	--

בשנת 1967, מחקר הערכה בעיר שיקגו עקב אחרי מצב התאונות בשלושה קטעי דרך שבהם הותקנו שלטי פרסום מתחלפים (Ady, 1967). בעקבות התקנת השלטים שיעור התאונות לא השתנה בשניים מתוך שלושת האתרים, כאשר בקטע השלישי כן נרשמה עליה בתאונות. עם זאת, מציינים כי האתר השלישי ממוקם בתוך עקום חד, מצב אשר היה עשוי להחמיר את השפעת השלט.

במחקר נוסף שנערך במתכונת דומה למחקרים המוקדמים - (Holahan, Campbell et al, 1978) - נבחנה השפעת ריבוי שלטים על תאונות בצמתים בשטח עירוני. במחקר זה נמצאה קורלציה חיובית בין מספר שלטים שמתגלים לעיני הנהגים בכניסה לצומת לבין שכיחות התאונות, בייחוד בצמתים המבוקרים ע"י תמרור "עצור". אם זאת, מחקר זה אינו ממוקד בסוג מסוים של שלטי פרסום אלא מתייחס לכלל שלטי הפרסום בשטח עירוני (לרבות אלה השייכים לבתי העסק).

למחקרים המתוארים בטבלה 2.1 ניתן להוסיף מקרה שמפורט ע"י Wachtel and Netherton (1980), על סמך מסמכי הדיונים בועדת פרסום חוצות של מדינת מסצ'וסטס. הדיווח היה בשנת 1976 והוא מדבר על מעקב אחרי השפעתו של שלט פרסום מסחרי (הקרוי Tele-Spot) אשר הותקן בסמוך לדרך I-93 בעיר בוסטון. השלט היה בצורת מסך טלוויזיה, כאשר המסך התחלף במסך כל 30 שניות. הדרך היוותה עורק תנועה מרכזי, כאשר השלט היה נראה לעין בקטע דרך אשר כלל שילוב מורכב של רמפות יציאה וכניסה, עם שילוט תנועה מלווה. תקופת המעקב כללה יותר מחמש שנים: שלוש שנים לפני ו-2.25 שנים אחרי התקנת השלט. נמצא כי בדרך כולה בתקופת "אחרי" לעומת "לפני", נרשמה ירידה בנפח תנועה יומי ובמספר התאונות, כאשר בקטע השפעת השלט הירידה בתאונות הייתה נמוכה יותר באופן משמעותי לעומת כלל הדרך. טבלה 2.2 מציגה ממצאים שדווחו בהערכה זו.

לפי הערכות שדווחו, ההפרש בין שיעור הירידה בתאונות באתרי ההשפעה לעומת אתרי הביקורת מתבטא בחמש תאונות בשנה בכיוון דרום ושש תאונות בשנה בכיוון צפון. הפרש זה נמצא משמעותי ע"י הועדה המפקחת. ועדת פרסום חוצות קבעה כי ממצאי המעקב מעידים על כך שהשלט שימש כהפרעה לנהגים בדרך המגדילה את הסיכון לתאונות, ושללה את רישיונם של בעלי השלט.

טבלה 2.2. שינוי במספרי התאונות באתרי השפעת שלט פרסום (Tele-Spot) לעומת אתרי ביקורת, במדינת מסצ'וסטס

מיקום תאונות	ממוצע שנתי בתקופה 01/1970-12/1972	ממוצע שנתי בתקופה 1/1973-3/1975	שינוי ממוצע, %
כיוון נסיעה דרומה: תאונות בקטעי נראות השלט (צפונה לשלט)	29.0	20.0	-31.0
כיוון נסיעה דרומה: תאונות בקטעים אחרים (דרומה לשלט)	39.0	15.6	-60.0
כיוון נסיעה צפונה: תאונות בקטעי נראות השלט (דרומה לשלט)	46.3	42.7	-7.8
כיוון נסיעה צפונה: תאונות בקטעים אחרים (צפונה לשלט)	8.0	1.8	-77.5

Weiner (1973) ערך ניתוח חוזר של נתוני המחקר שנערך בקליפורניה (Faustman, 1961), במטרה לבחון השפעה משותפת של שני משתנים: נפח תנועה והימצאות שלטי פרסום. Weiner התאים רגרסיה לינארית לנתונים ומצא שהשפעת נפחי תנועה דומה בשני סוגי הקטעים: אם וללא שלטי פרסום, כאשר לצפיפות שלטי פרסום (מספר שלטים ליחידת אורך הדרך) קיימת השפעת נוספת ומשמעותית על שיעורי התאונות. לדוגמא, בקטעים עם ערך מסוים של רמת החשיפה (82 מייל-רכב), בין צפיפות השלטים ומספר תאונות נמצא קשר כמוצג בטבלה 2.3.

טבלה 2.3. הקשר בין צפיפות שלטי פרסום לבין מספר תאונות צפוי בקטע באורך 0.4 מייל, בדרך 40 בקליפורניה. מקור: Weiner (1973)

מספר שלטי פרסום (billboards)	מספר תאונות צפוי בקטע ב-5 שנים	עליה מסכמת במספר תאונות (%)
0	5.92	--
1	6.65	12.3
2	7.38	24.2
3	8.11	37.0
4	8.84	49.3
5	9.57	61.7

בנוסף, Weiner (1973) ערך ניתוח שונויות של מקדמי הרגרסיה ומצא ששני המשתנים: החשיפה וצפיפות השלטים – היו מובהקים. יש לציין שאופן איסוף הנתונים ושיטת המחקר של Faustman (1961), ושיטת הניתוח של Weiner (1973) היו הטובים ביותר בתקופתם. עם זאת, הניתוח של פעם אינו משתווה למקובל היום כי בשנים שעברו חלה התקדמות ניכרת הן ברמת הידע והן בכלים הסטטיסטיים שזמינים לניתוח. בין היתר, היום ידוע על קשר לוג-לנארי (ולא לנארי) בין נפח התנועה ושכיחות התאונות, מקובל לבצע ניתוח רב-משתני להתאמת מודל מסביר בין מאפייני הדרך וסביבתה לבין מספר התאונות (מודל הקרוי "פונקצית ביצוע בטיחותי"), לממצאי הניתוח מוערכת רמת מובהקות סטטיסטית וכד' (כגון: PIARC, 2003).

מבחינת טבלה 2.1 עולה כי רוב המחקרים המוקדמים נערכו בשיטה קורלטיבית, דהיינו חיפשו ביטוי לקשר בין מאפיין מסוים (הימצאות שלטי פרסום) לבין שכיחות התאונות. עקב מגבלות הכלים הסטטיסטיים שהיו זמינים ליישום, המחקרים הסתפקו בבחינת חתכים שונים של הנתונים במטרה לזהות ביטוי לקשר הרצוי ובחישוב מקדמי קורלציה בין המשתנים המשפיעים (לפי השערת החוקרים) והמשתנה התלוי (מספר או שיעור התאונות). לרוב, על הנתונים לא נערך ניתוח רב-משתני ולא נקבעה רמת מובהקות לממצאי הניתוח. לכן, ממצאי המחקרים המוקדמים מהווים למעשה תוצאה של ניתוח מקדים /שלב ראשון של ניתוח נתונים הדומה ל-"סטטיסטיקה תיאורית" של היום. כמו כן, חלק ניכר מהמחקרים מזוהים עם קושי בבידוד השפעת הגורם הנבחן, לעומת יתר הגורמים המשפיעים על רמת הבטיחות בדרך, כאשר חלקם סובלים מבעיות מתודולוגיות גם בהגדרת בסיס הנתונים למחקר (כגון: סינון סוגי התאונות לפי גורם משפיע).

שני מחקרים - Ady (1967) בשיקגו והמחקר של Tele-Spot בבוסטון - נערכו בשיטת השוואה "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת שזוהי שיטה מקובלת בהערכות בטיחות עד היום. עם זאת, בשני המחקרים לא נלקחו בחשבון גורמים משפיעים נוספים כגון: שינויים בנפחי התנועה, מאפייני

הדרך שהיו עשויים להשפיע על התרחשות התאונות, תופעת הרגרסיה לממוצע, מצב אשר גורע מאיכות ההערכות שבוצעו. (כמו כן, בדיווח על מחקר בשיקגו חסרים נתונים גולמיים של התאונות, מצב שלא מאפשר לשלב מחקר זה בהערכה מסכמת של ממצאי המחקרים באמצעות שקלול סטטיסטי.)

בהקשר זה ניתן להביא את דעתם של Johnston & Cole (1976) אשר סיכמו את ממצאי המחקרים משנות החמישים והשישים וציינו כי במחקרים השונים נצפתה תופעה חוזרת של מגמת עליה בתאונות מסוג "חוסר תשומת לב של הנהג" בקטעי דרכים בהם הנהגים היו חשופים לאמצעי פרסום, לעומת קטעי דרכים ללא אמצעים אלה. יחד עם זאת, במחקרים מאוחרים יותר, דהיינו בניתוחים החוזרים של אותם נתוני התאונות, לא פעם, הובעו ספקות לגבי האמינות הסטטיסטית של הניתוח הראשוני והוסקה מסקנה על חוסר קשר סטטיסטי בין שלטי פרסום והתאונות. לרוב, קיימת הסכמה לגבי ריבוי הגורמים המשפיעים על מצב התאונות וכתוצאה, לגבי הקושי הטמון במאמץ לבדד השפעה של גורם אחד כמו שלטי פרסום על תאונות. ע"פ מצב הנתונים, Johnston & Cole הסיקו כי בדומה לקושי הקיים להבאת הוכחה מובהקת לכך ששלטי פרסום גורמים לעליה בתאונות, באותה המידה קשה להביא הוכחה חד-משמעית לכך ששלטי פרסום אינם משפיעים על מצב התאונות.

גם Andreassen (1985) סקר ממצאים של שבעה מחקרים מוקדמים אשר חיפשו קשר בין נוכחות שלטי פרסום והתאונות ומתח ביקורת מקיפה על אופן עריכה של כל המחקרים, הן מבחינת סיווג התאונות והן מבחינת התחשבות בהשפעה של גורמים אחרים. לפי Andreassen, ברוב המחקרים המוקדמים בוצע ניתוח התחלתי של הנתונים ודווח על קשר מגמתי ולא מובהק בין הצבת השלטים ועליה בתאונות. לטענתו, על סמך המחקרים שנערכו קיים קושי להדגים קשר ישיר בין נוכחות השלטים והתאונות, כאשר להוכחת הקשר נדרש מחקר מעמיק ומקיף יותר, שאמור להתבצע בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת.

לסיכום, ניתן לציין שעל אף הבעיות המתודולוגיות שאופיינו במחקרים המוקדמים של השפעת שלטי פרסום על תאונות, רוב ממצאי ההערכות הצביעו על כך ששיעור תאונות גבוה יותר מזוהה עם ריבוי שלטי פרסום מסחריים בקרבת קטעי דרך וצמתים. ההשפעה השלילית של שלטי פרסום הייתה חריפה יותר באתרים עם גיאומטריה או סביבה מורכבת יותר כגון: בקטע עם עקום חד, בצומת לא מרומזר עם אמצעי בקרה - תמרור "עצור". במחקרים שנערכו בשיטה הקורלטיבית, רוב שלטי הפרסום הנבחנים היו שלטים סטטיים מסוג שלטי חוצות (billboards), בגדלים, צורות וצבעים שונים. לעומת זאת, בשני המחקרים שנערכו בשיטת "אחרי-לפני" נבחנה השפעה של שלטים דינמיים/מתחלפים. הצבת השלטים הייתה נקודתית ולכן, לא הצטברה סטטיסטיקה משמעותית של תאונות דרכים שהייתה מאפשרת לפסוק לגבי השפעה או אי השפעה של שלטי פרסום על התרחשות התאונות, ברמת מובהקות מסוימת.

סה"כ, נראה כי ההשפעה השלילית של השלטים על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים.

מחקרים מהתקופה האחרונה

בשני העשורים האחרונים התפרסמו סה"כ ארבעה מחקרים חדשים בהם נבחן קשר סטטיסטי בין שלטי פרסום והתרחשות התאונות.

א. Wisconsin (1994)

משרד התחבורה במדינת ויסקונסין, ארה"ב, בחן השפעה על תאונות של שלט פרסום מתחלף אשר הותקן בקטע דרך מהירה I-94 בסמוך לאצטדיון המחוזי בעיר Milwaukee. השלט שידר תוצאות משחקים ופרסומות והוא הותקן באפריל 1984. תקופת המעקב כללה שש שנים, מינואר 1981 עד דצמבר 1987, כאשר שיעורי התאונות הושושו שלוש שנים לפני ואחרי התקנת השלט. כאתרי השפעת השלט נבחרו קטעי הדרך I-94, בשני כיווני הנסיעה, שמהם רואים את השלט, כאשר כקבוצת ביקורת היו אמורות לשמש כלל התאונות בדרכים דומות במדינה (דרך עירונית מהירה). עם זאת, הניתוח שמוצג בדו"ח משווה את שיעורי התאונות בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" באתרי השפעת השלט בלבד, ללא התייחסות לשינויים במספרי התאונות באתרי הביקורת.

ניתוח השינויים בתאונות נעשה בשתי רזולוציות: שינוי בתאונות בשנת 1984 לעומת התקופה "לפני" (1981-1983) ו-שינוי בתאונות בתקופת "אחרי" (1985-1987) לעומת התקופה "לפני". ההערכות בוצעו עבור שני כיווני הנסיעה בדרך ולפי שלושה סוגי תאונות: סה"כ התאונות, תאונות סטיה מנתיב (side-swipe) ותאונות חזית-אחור. טבלה 2.4 מביאה את סיכום הממצאים. ניתן לראות כי בעקבות התקנת השלט, ברוב המקרים בקטעי ההשפעה נרשמה עליה בשיעור התאונות ליחידת נסועה. (עקב אי-ניכוי השינויים בקבוצת הביקורת לא ניתן לטעון לגבי גודל השינוי בתאונות באתרי השפעת השלט).

טבלה 2.4. שיעורי התאונות למיליון מייל-רכב והשינויים בשיעורי התאונות בעקבות התקנת שלט

פרסום מתחלף בסמוך לאצטדיון המחוזי ב-Milwaukee

תאונות חזית-אחור	תאונות סטיה מנתיב		סה"כ התאונות		תקופה	כיוון נסיעה
	% שינוי לעומת התקופה "לפני"	שיעור תאונות	% שינוי לעומת התקופה "לפני"	שיעור תאונות			% שינוי לעומת התקופה "לפני"	שיעור תאונות
--	1.31	--	0.75	--	3.12	מזרחה
+60%	2.1	+80%	1.35	+43%	4.46	3 שנים לפני
+21%	2.27	+8%	0.81	+36%	4.25	שנת התקנה
--	1.39	--	0.52	--	2.91	3 שנים אחרי
-29%	0.99	+123%	1.16	-12%	2.56	מערבה
+35%	1.87	+35%	0.7	+21%	3.53	3 שנים לפני
						שנת התקנה
						3 שנים אחרי

ב. Tantalala and Tantalala (2005)

בחלק הראשון של מחקר זה נבחן קשר סטטיסטי בין שיעורי התאונות לבין הימצאות שלטי פרסום גדולים לאורך דרך מהירה במדינת ניו ג'רסי. למחקר נבחרה דרך New Jersey Turnpike באורך 113.8 מייל, שהינה דרך מחולקת עם חמישה נתיבי נסיעה לכיוון ו-18 מחלפים. מתוך מגוון השלטים שנמצאים בצדי הדרך המחקר התמקד בשלטי פרסום גדולים דו-צדדיים, שה"כ 123 שלטים (מתוכם: 21 שלטים השייכים לבתי העסק לאורך הדרך ו-102 שלטים אחרים). הנחות המחקר היו כי כל השלטים משפיעים על שני כיווני הנסיעה בדרך (עקב היותם דו-צדדיים) ונראים בכל שעות היממה (כי מרביתם מוארים). בנייתו נכללה תאונות בשנים 2001-1998, שה"כ כ-23,000 מקרים. כשלב ראשון, בוצע מיפוי של מיקום התאונות והשלטים לאורך הדרך, ברמת דיוק של עשירית מייל.

נערך ניתוח חד-פרמטי - חישוב מקדמי התאמה (קורלציות) בין צפיפות השלטים וצפיפות התאונות. החישובים נערכו עבור מספר הגדרות מיקום כגון: (א) יחידות אורך של עשירית מייל לקישור מיקום השלטים ומיקום התאונות; (ב) כאשר להשפעת כל שלט נקבע טווח רחב יותר לאורך הדרך - תוספת של 0.2 מייל בשני הכיוונים כמרחק תגובה של "רואה השלט"; (ג) כאשר מיקום של כל שלט מאופיין באמצעות מרחקו עד לסמן המייל הקרוב. כמו כן, החישובים בוצעו פעמיים: כולל ולא כולל תאונות באזורי המחלפים. בכל החישובים התקבלו מקדמי קורלציה נמוכים ועל כן, נטען על חוסר השפעה של שלטי פרסום על תאונות הדרכים.

ניתן לראות שחלק זה של המחקר נערך בשיטה שהיתה מקובלת במחקרים המוקדמים, באמצע המאה העשרים ועל כן, כפופה לביקורת שנאמרה לגבי המחקרים המוקדמים. הניתוח שהוצג מתאים לשמש כשלב פרלימינארי בלבד של בחינת הנתונים. על מנת לטעון לקשר /אי קשר בין הימצאות השלטים והתרחשות התאונות נדרש לבצע ניתוח רב-משתני המתחשב ברמות החשיפה (נפחי תנועה), מאפייני הדרך וכו', כאשר הימצאות שלטי פרסום תיבחן ביחד עם מאפיינים רבים נוספים במודל מסביר להתרחשות התאונות שיותאם לנתונים.

בחלק השני של המחקר נבדקו שינויים בתאונות בצומת עירוני מרומזר שלידו הוצב שלט פרסום דינמי (electronic message panel display). מיקום השלט היה בסמוך לקניון ב-Middletown Township, מדינת פנסילבניה. השלט היה דו-צדדי, מואר, והוא הוצב בניצב לשני כיווני הכניסה לצומת. השלט הותקן בינואר 2002. בחינת נתוני התאונות בצומת כללה שנה לפני ושנה אחרי ההתקנה. הניתוח כלל השוואה ישירה בין מספרי התאונות בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" ההתקנה, השוואה בין שיעורי התאונות (תאונות חלקי נפח תנועה) בין שתי התקופות והשוואות בין מספר תאונות יומי/שבועי בין שתי התקופות. שה"כ מספר התאונות בצומת היה 68 בשנה "לפני" ו-60 בשנה "אחרי" ההתקנה, לכן כל ההשוואות הראו הטבה במצב התאונות אחרי התקנת השלט.

הניתוח שנעשה בחלק זה של המחקר הינו פשטני ואינו עומד בדרישות המינימאליות למחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים (ראה, לדוגמא, Elvik & Vaa, 2004, פרק 5).

ג. Tantara and Tantara (2007)

מחקר זה דומה בשיטתו למחקר הקודם. במחקר נבחנה השפעה על תאונות של 7 שלטי חוצות (billboards) המותקנים בצדי דרכים מהירות במחוז Cuyahoga, מדינת Ohio. ביולי 2005 שלטי פרסום אלה נהפכו משלטים רגילים לשלטים אלקטרוניים, כאשר השלטים החדשים היו עם דמויות סטטיות מתחלפות, ללא סרטי וידאו, אורות מהבהבים, מסרים זזים וכד'. במסגרת המחקר, לאורך הכבישים נערך תיעוד מיקומם של שלטי הפרסום, לרבות השלטים החדשים והשלטים האחרים (סה"כ 92 שלטים נוספים בארבעת כבישי המחקר). כל אחד מהשלטים הנבחנים היווה מבנה מיוחד המותקן על גבי עמוד, בניצב לכיוון התנועה, כאשר השלט דו-צדדי, עם חלק אלקטרוני בצדו האחד. בסמוך למיקום השלטים, בכל כביש נמצאים בין שלושה עד חמישה נתיבי תנועה לכיוון. הכבישים עם נפח תנועה יומי בין 118 עד 158 אלף כלי רכב.

בניתוח היו שני חלקים. בחלקו הראשון נבדקו שינויים בתאונות באזורי השפעת 7 השלטים בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" השינוי בשלטים. השינויים נבדקו בשני חלונות הזמן: 12 ו-18 חודשים לפני ו-אחרי השינוי בשלטים, במונחים של סה"כ התאונות ושיעורי התאונות לנסועה (מיליון מייל-רכב ביממה). כמו כן, נערך חישוב חוזר של השינויים כאשר מכלל התאונות הוסרו כאלה אשר, ע"פ דיווחי המשטרה, היו קשורות לגורמים כגון: אלכוהול, סמים, חיות בר, מהירות ונהגים קשישים. בחלון הזמן של 18 חודשים "לפני" ו-"אחרי" השינוי בשלטים התקבלו תוצאות כלהלן:

עבור סה"כ התאונות – ירידה של 21.4% במספר התאונות וירידה של 0.037 בשיעור תאונות למיליון מייל-רכב ביממה;

עבור התאונות שלא קשורות בגורמים המוגדרים - ירידה של 32.3% במספר התאונות וירידה של 0.014 בשיעור תאונות למיליון מייל-רכב ביממה.

בסיכום המחקר, נטען לאי-שינוי בהתרחשות התאונות בעקבות המעבר משילוט פרסום רגיל לשילוט פרסום מתחלף.

בחלקו השני של הניתוח, חושבו מקדמי התאמה בין הימצאות/ צפיפות השלטים (הרגילים והאלקטרוניים) לבין שכיחות התאונות לאורך הדרכים, בהתאם למספר הגדרות למרחקי השפעת השלטים. ההגדרות היו כלהלן: (א) צפיפות השלטים והתאונות לכל עשירית מייל; (ב) צפיפות התאונות לעומת אזורי השפעת השלטים בהתאם למרחק תגובת הנהגים לשלט – 0.2 מייל ממיקום השלט; (ג) צפיפות התאונות לעומת מרחק בין סמן עשירית המייל לבין מיקום השלט – אזור השפעה עד 0.4 מייל.

הניתוח נערך עבור סה"כ התאונות וכמו כן, עבור התאונות שנותרו לאחר הסרת התאונות שקשורות לגורמים המוגדרים כגון: אלכוהול, סמים, חיות בר, מזג אוויר קיצוני ואזורי המחלפים. החישוב בוצע עבור שלוש תקופות זמן: סה"כ בשנים 2001-2006, 12 חודשים "לפני" השינוי ו-12 חודשים "אחרי" השינוי (ב-7 השלטים שצוינו לעיל). בכל ההערכות התקבלו מקדמי התאמה נמוכים בין מספרי התאונות ולבין הימצאות השלטים. לכן, הוסק על אי-קיום קשר בין הימצאות שלטי פרסום לאורך הדרכים לבין התרחשות התאונות.

ניתן לראות ששיטת הניתוח בשני חלקי המחקר הינה פשטנית ומתאימה לשלב ניתוח פרלימינארי בלבד. בהשוואות "אחרי-לפני" חסר תיקון למגמה (קבוצת ביקורת) ולגרסיה לממוצע. כמו כן, חסרה הערכה סטטיסטית - רמת מובהקות של התוצאה. לחישוב מקדמי קורלציה אין לייחס ערך רב כל עוד לא נלקחו בחשבון גורמים משפיעים נוספים: נפח תנועה, מאפייני הדרך – כמסבירים עיקריים להתרחשות התאונות. בנוסף, בשלבי הביניים של הניתוח בוצע סינון שרירותי של נתוני התאונות, בטענה שגורמי תאונות מסוימים אינם רלוונטיים לנושא הנבחן.

למחקר זה מגיע ציון גבוה על איסוף הנתונים על שלטי פרסום והצעת הגדרות לאזורי השפעת השלטים. לעומת זאת, הניתוח שבוצע אינו מקצועי. בממצאי המחקר לא נוטרלו השפעות של גורמים מתערבים רבים, לכן לממצאי המחקר לא ניתן לייחס משמעות רבה.

לפי הקריטריונים המקובלים לאיכות מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים (Elvik & Vaa, 2004, פרק 5), מחקר זה היה זוכה לציון "בלתי מתאים" (inadequate).

ד. Smiley et al. (2005)

קבוצת חוקרים זו ערכה סדרה של מחקרי שטח במטרה לבנות הערכה מקיפה של השפעת שלטי פרסום על בטיחות. המחקר התמקד בשלטי וידאו והוא נערך בארבעה אתרים בעיר טורונטו, קנדה, שכללו שלושה צמתים בעיר תחתית וקטע דרך עירונית מהירה (Don Valley Parkway - DVP). כל הצמתים במחקר הם צמתי צלב מרומזרים, עם שני נתיבי נסיעה בכיוון ומהירות מותרת 50 קמ"ש, כאשר שלטי הוידאו נצפים בשניים מתוך ארבעה כיווני גישה לכל צומת. הדרך המהירה מחולקת, עם שלושה נתיבי נסיעה בכיוון ומהירות מותרת 90 קמ"ש. בהתקרבות לצמתים, מרחקי נראות השלטים היו בין 210 עד 690 מ', מרחקי קריאות השלטים – בין 125 עד 190 מ'. בדרך המהירה, שלט הוידאו נראה ממרחק 820 מ' ונהיה קריא ממרחק 450 מ'.

כאחד ממרכיבי המחקר בוצע ניתוח נתוני תאונות. הניתוח נערך בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת, לרבות התחשבות בנפחי תנועה ותיקון עקב גרסיה לממוצע. לכל צומת, נתוני התאונות נאספו לתקופה של 4-5 שנים "לפני" ו-2-3 שנים "אחרי" התקנת השלטים (לרבות בדיקת היעדר שינוי תשתית נוספים באתרים אלה בתקופות הנבחות). כתאונות הרלוונטיות לניתוח נבחרו כל ההתנגשויות בהן לפחות אחד מכלי הרכב המעורבים הגיע מכיוון הגישה שממנו נראה השלט, בעוד שכל יתר ההתנגשויות (מכיווני הגישה שלא קשורים לשלט) שימשו כקבוצת ביקורת. להערכת השפעת נפחי התנועה על התרחשות התאונות בצמתים שימשה שיטת באיס אמפירי, כאשר פונקציות ביצוע בטיחותי (מודל מסביר לקשר טיפוסי בין נפחי תנועה ומספר תאונות באתרים מסוג זה) היו זמינות ממחקרים קודמים.

הניתוח נערך עבור שלוש קבוצות של תאונות: סה"כ התאונות, תאונות עם נפגעים ותאונות חזית-אחור. לכל סוג תאונות, תוצאות הערכה של שלושת הצמתים שוקללו לקבלת ערך מסכם שעבורו הוערכה רמת מובהקות. ממצאי הערכות אלה מוצגים בטבלה 2.5. נמצא כי בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הצבת השלטים, בסה"כ התאונות לא היה אפקט מהותי – עליה של 0.6% במספר התאונות, כאשר בתאונות עם נפגעים ובתאונות חזית-אחור נרשמה עליה בגובה 43.2% ו-12.9%, בהתאמה. שינויים אלה נצפו בכיווני גישה עם נראות השלטים לעומת כיווני גישה אחרים באותם

הצמתים. עם זאת, כל השינויים בתאונות לא היו מובהקים סטטיסטית, עקב מדגמים קטנים של התאונות (סה"כ בשלושת הצמתים).

כמו כן, החוקרים מציינים שבהערכות השינויים בתאונות ברמה של אתרים בודדים נצפו עליות בסה"כ התאונות ובתאונות חזית-אחור בגישות המושפעות ע"י השלטים לעומת הגישות האחרות, בשניים מתוך שלושת האתרים, כאשר באתר השלישי (Bloor and Yonge) נמצאה מגמת ירידה. העליה בתאונות חזית-אחור בשני האתרים הראשונים היתה מובהקת, ברמת מובהקות 0.02.

לבחינת השפעת שלטי הוידאו על תאונות בקטע דרך מהירה (DVP) נתוני התאונות נאספו עבור קטע דרך מושפע בכיוון צפון ועבור קבוצות ביקורת – שלושה קטעי דרך אחרים באותו הכביש. הנתונים נאספו עבור תקופת "לפני" התקנת השלט: מינואר 1996 עד מרץ 2001 (יותר מחמש שנים), ועבור תקופת "אחרי" ההתקנה: ממאי 2001 עד אוקטובר 2002 (כשנה וחצי). מאוכלוסיית התאונות הוסרו מקרים שנרשמו באזורי המחלפים. ניתוח זה לא התחשב בקשר בין נפחי תנועה והתרחשות התאונות, עקב היעדר מודל מתאים לאתרים הנבחנו. כלומר, ההערכה בוצעה בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת, כאשר קבוצת הביקורת מאפשרת התחשבות במגמה הכללית ובהשפעת השינויים בנפחי תנועה, בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הטיפול (התקנת השלט). עקב קוצר תקופת ה"אחרי" וכתוצאה, מדגם קטן של תאונות, נערכה בחינה של סה"כ התאונות בלבד, ללא חלוקה לפי סוגים.

טבלה 2.5. מספרי תאונות "לפני" ו-"אחרי" הצבת שלטי וידאו ב-3 צמתי מחקר (Smiley et al, 2005)

Intersection	Months Before	Months After	Affected Approaches			Comparison Approaches		
			Direction	Collisions		Direction	Collisions	
				Before	After		Before	After
Total collisions								
Bloor and Yonge	47	34	SB;EB	32	24	NB;WB	26	29
Bay and College	60	21	NB;WB	28	11	SB;EB	13	4
Spadina and Dundas	59	22	SB;WB	43	23	NB;EB	38	14
Average effect* = 1.006 (0.6% increase – p-value = 0.9681 – statistically insignificant)								
Injury collisions								
Bloor and Yonge	47	34	SB;EB	9	10	NB;WB	6	6
Bay and College	60	21	NB;WB	13	7	SB;EB	5	3
Spadina and Dundas	59	22	SB;WB	9	8	NB;EB	10	3
Average effect* = 1.432 (43.2% increase – p-value = 0.1806 – statistically insignificant)								
Rear-end collisions								
Bloor and Yonge	47	34	SB;EB	11	6	NB;WB	12	15
Bay and College	60	21	NB;WB	2	6	SB;EB	3	3
Spadina and Dundas	59	22	SB;WB	12	9	NB;EB	12	3
Average effect* = 1.129 (12.9% increase – p-value = 0.6527 – statistically insignificant)								

*The average effect is for all three intersections combined. It is the exponent of the weighted log odds ratio.

טבלה 2.6 מביאה ממצאים מניתוח השינויים בתאונות בקטע הדרך המושפע לעומת קטעי הביקורת. לפי הממצאים, בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" נצפתה מגמת ירידה בקטע המושפע לעומת שני קטעי הביקורת ומגמת עליה קלה בתאונות עם נפגעים לעומת קטע ביקורת שלישי (Eastern to Queen) אשר, לטענת החוקרים, המתאים ביותר להשוואה. רוב התוצאות אינן

מובהקות פרט למקרה אחד של סה"כ התאונות בו התקבלה ירידה מובהקת בתקופת "אחרי" התקנת השלט (קטע ביקורת Queen to Dundas). עם זאת, כאמור, קטע ביקורת זה אינו הטוב ביותר בהשוואה הנוכחית.

בסיכום המחקר, החוקרים Smiley et al (2005) ממעטים במשמעות הממצאים שהתקבלו בניתוח התאונות, בין היתר עקב אי-התאמות מסוימות בין תוצאות אלה לבין ממצאי התצפיות של כלי הרכב בצמתים הנבחנים שנערכו במחקר. חוסר מובהקות וחוסר עקביות מיוחדים בייחוד לממצאים המתייחסים להשפעת שלט הוידאו בקטע דרך. בעקבות הערכה מסכמת של ממצאי המחקר, לרבות התאונות וההתנהגויות, החוקרים הסיקו כי השפעה כוללת של השלטים הנבחנים על בטיחות מן הסתם תהיה קטנה אם כי להגברת ודאות של טענה זו קיים צורך במחקר רחב היקף.

טבלה 2.6. ניתוח שינויים בתאונות בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" התקנת שלט וידאו, בקטע עם נראות השלט לעומת קטעי ביקורת בדרך DVP (Smiley et al, 2005)

Section	Before Period Collisions (Jan. 1996 to March 2001)		After Period Collisions (May 2001 to Oct. 2002)		Ratio of After to Before, Normalizing for Differences in Before and After Period Length		"Effect" for Affected Segment Using Specific Comparison Group (standard error) (p-value)	
	Total	Injury	Total	Injury	Total	Injury	Total	Injury
NB affected segment	50	16	10	4	0.700	0.875	n/a	n/a
SB comparison (Eastern to Dundas)	140	41	39	10	0.975	0.854	0.682 (0.253) [0.2088]	0.864 (0.481) [0.7772]
*SB comparison (Eastern to Queen)	62	19	11	3	0.621	0.922	1.000 (0.423) [1.000]	1.093 (0.631) [0.8831]
SB comparison (Queen to Dundas)	78	22	28	7	1.241	1.114	0.521 (0.200) [0.0166]	0.628 (0.355) [0.2946]

Shaded results are statistically significant ($P < 0.05$).
*Most appropriate collision comparison.

ראוי לציין שניתוח התאונות שנערך ע"י Smiley et al (2005) מהווה דוגמא לשיטה תקפה להערכת השינויים בתאונות בעקבות הצבת שלטי פרסום. למעשה, בין כל מחקרי ההערכה שנסקרו, זוהי הדוגמא היחידה לניתוח השפעת שלטי פרסום שנערך בהתאם לכללים המקובלים במחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

2.2. בחינת אפשרות ל"ניתוח על" (meta-analysis) של שינויים בתאונות

בעקבות הצבת שלטי פרסום

Elvik & Vaa (2004) מפרטים תנאים לביצוע ניתוח על (meta-analysis) של ממצאי מחקרים שונים. שני התנאים הבסיסיים הינם: (1) המחקר מציג הערכה כמותית לאפקט בטיחותי של האמצעי הנבחן או מספק מידע שמאפשר להפיק הערכה כזאת, (2) המחקר מציג את מספרי

התאונות ששימשו להערכה. כמו כן, לביצוע "ניתוח על" (או שקלול סטטיסטי) נדרשים ממצאים של יותר ממחקר אחד, כאשר במחקרים אלה בוצעו הערכות של סוגי אמצעים דומים.

טבלה 2.7 מסכמת את מאפייני המחקרים עם פוטנציאל להיכלל ב"ניתוח על", אשר נבחרו מתוך המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום שנסקרו בסעיף הקודם. הסיכום מפרט מאפיינים אלה: מקור (פרסום המחקר), סוג שלט פרסום שנבחן במחקר, סוג אתר התקנה, שיטת הערכה ששימשה במחקר, מדד שינוי בתאונות שמוערך או ניתן להערכה על סמך נתוני המחקר, סוגי תאונות נבחנים, ואיכות שיטת ההערכה ששימשה במחקר.

בהתבסס על הקריטריונים המובאים ע"י Elvik & Vaa (2004), בבדיקה הנוכחית הקטגוריות של איכות הערכה במחקרים הוגדרו כלהלן:

1) איכות נמוכה כאשר כשיטת הערכה שימשה השוואה פשוטה "אחרי-לפני" בין מספרי התאונות, השוואת "אחרי-לפני" בין שיעור התאונות או ניתוח חד-פרמטרי;

2) איכות בינונית כאשר כשיטת הערכה שימשה השוואת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת;

3) איכות גבוהה כאשר כשיטת הערכה שימשה השוואת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת המתחשבת בנפח התנועה, במגמה הכללית וברגרסיה לממוצע.

מטבלה 7 ניתן לראות שפוטנציאל כלשהו להערכה מסכמת של שינויים בתאונות קיים סה"כ לגבי שישה מחקרים מבין אלה שנסקרו. הערכה מסכמת על סמך מספר מחקרים מקבלת משמעות כאשר מחקרים אלה בוצעו לגבי סוג אמצעי דומה שנבחן בסוגי אתרים דומים ובמונחים של סוג דומה של תאונות. מבחינת שיקולים אלה בטבלה 7 עולה ש:

- במחקרים 1 ו-2 נבחנה השפעה של התקנת שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית;

- במחקרים 3 ו-5 נבחנה השפעה של התקנת שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר;

- מחקר 4 שונה מיתר המחקרים כי הוא בחן השפעה של החלפת שלט פרסום רגיל בשלט מתחלף (לא התקנה חדשה);

- מחקר 6 הינו היחיד שבחן השפעת שלט וידאו בדרך עירונית מהירה.

לפיכך, ניתן לבצע "ניתוח על" (הערכה משוקללת על סמך ממצאים ממספר מחקרים) עבור שני אמצעים אלה:

(א) התקנת שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית;

(ב) התקנת שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר.

מרכיבי השיטה לביצוע "ניתוח על" מתוארים ב-Elvik & Vaa (2004). טבלה 2.8 מביאה תוצאות של הערכה משוקללת בשני המקרים. פירוט ההערכות מוצג בנספח ב' לסקר ספרות.

טבלה 2.7. סיכום מאפייני המחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום עם פוטנציאל להיכלל ב"ניתוח

על" (meta-analysis)

מס'	מקור	סוג שלט פרסום	סוג אתר התקנה	שיטת הערכה	מדד שינוי בתאונות	סוג תאונות	איכות הערכה
1	Wachtel and Netherton (1980)	מתחלף - מסך טלוויזיה (Tele-Spot)	עורך עירוני, סמוך למחלף (אתר 1)	אחרי-לפני עם קבוצת ביקורת - (Odds ratio)	ניתן לחישוב, בשני כיווני נסיעה (2 ערכים)	כלל התאונות	נמוכה- בינונית
2	Wisconsin (1994)	מתחלף	דרך עירונית, מהירה, סמוך למחלף (אתר 1)	השוואת אחרי-לפני בין שיעור התאונות (Accident rate ratio)	אחוז שינוי, לפי סוגי תאונות וכיווני נסיעה (6 ערכים) - ראה טבלה 4	כלל התאונות, תאונות סטיה מנתב, תאונות חזית-אחור	נמוכה
3	Tantala and (2005) Tantala	דינמי	צומת עירוני מרומזר (אתר 1)	השוואת אחרי-לפני בין מספר ושיעור התאונות (Simple Odds Accident rate ratio)	שינוי במספר התאונות; -11.8%; שינוי בשיעור התאונות -16.3%	כלל התאונות	נמוכה
4	Tantala and (2007) Tantala	מתחלף הערה: לא התקנת שלט חדש. שלט מתחלף בא במקום שלט רגיל	דרך מהירה (7 אתרים)	השוואת אחרי-לפני בין מספר ושיעור התאונות (Simple Odds Accident rate ratio)	שינוי במספר התאונות; -21.4%; שינוי בשיעור התאונות * -13.2%	כלל התאונות	נמוכה
5	Smiley et al (2005)	וידאו	צומת עירוני מרומזר (3 אתרים)	אחרי-לפני עם קבוצת ביקורת - (Odds ratio)	משוקלל ל-3 אתרים: +0.6% בסה"כ התאונות, +43.2% בתאונות עם נפגעים, +12.9% בתאונות חזית-אחור	כלל התאונות, תאונות עם נפגעים, תאונות חזית-אחור	גבוהה
6	Smiley et al (2005)	וידאו	דרך עירונית מהירה (אתר 1)	אחרי-לפני עם קבוצת ביקורת - (Odds ratio)	0% שינוי בסה"כ התאונות, +9.3% בתאונות עם נפגעים**	כלל התאונות, תאונות עם נפגעים, תאונות חזית-אחור	בינונית

* שינוי מסכם בכל האתרים

** השינויים לעומת קבוצת ביקורת המתאימה ביותר

טבלה 2.8. תוצאות "ניתוח על" (meta-analysis) של השפעת שלטי פרסום על תאונות

מקורות מידע על ביצוע הערכות	רווח סמך ברמת בטחון 95%	אחוז ממוצע של שינוי בתאונות	סוג תאונות	סוג אמצעי
Wachtel and Netherton (1980), Wisconsin (1994)	[+24% ; +73%]	+46%	כלל התאונות	שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית
Tantala and Tantala (2005), Smiley et al (2005)	[-30% ; +22%]	-8%	כלל התאונות	שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר

מטבלה 2.8 ניתן לראות כי:

- ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום מתחלף ליד דרך עירונית עורקית מתקשר עם עליה מובהקת בסה"כ התאונות באזור נראות השלט. ראוי לציין שבשני המחקרים שתוצאותיהם שוקללו השלט הוצב בסמוך לאזור מחלף, מה שהוסיף כפי הנראה למורכבות הסביבה התנועתית שהייתה באזור בלאו הכי ולכן, הביא לעליה בתאונות. כמו כן, יש לציין שאיכות ההערכות בשני המחקרים הייתה נמוכה-בינונית ולכן, אין לייחס משמעות רבה לערך הכמותי – עליה של 46% בכלל התאונות – שהתקבל בהערכה המשוקללת.

- ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום דינמי שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר, אינו מתקשר עם שינוי מובהק בסה"כ התאונות. מכיוון שתוצאה זו משקללת ממצאים של הערכה באיכות גבוהה עם ממצאי הערכה באיכות נמוכה, יש מקום להעדיף את ההערכה האיכותית של מחקר בודד על שקלול התוצאות של שני מחקרים באיכות שונה. לכן, מומלץ לייחס לאמצעי זה את הערך שהתקבל במחקרם של Smiley et al (2005) - אי שינוי בכלל התאונות (עליה לא מובהקת של 0.6% בכלל התאונות) ומגמות עליה בתאונות עם נפגעים ובתאונות חזית-אחור, בגובה 43%-ו-13%, בהתאמה.

2.3. השפעת שלטי פרסום על ביצוע משימות הנהיגה

כללי

מעבר לחיפוש קשר ישיר בין נוכחות השלטים והרעת מצב התאונות, לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. ההשערות העיקריות הן כי, מחד, שלטי פרסום גורמים להסחת דעת של הנהגים ממשימות הנהיגה ומאידך, הם מוסיפים לרעש הוויזואלי אשר מפריע להתמצאות בסביבה התנועתית (Johnston & Cole, 1976; Wachtel and Netherton, 1980; Farby et al, 2001; Wallace, 2003). השערות אלה נבדקו במחקרי התנהגות שונים, בתנאי מעבדה ובניסוי שטח.

Johnston & Cole (1976) היו בין החוקרים הראשונים אשר הציגו תמונה מקיפה של השפעת שלטי פרסום על ביצוע משימות הנהיגה. החוקרים ציינו כי פרק הזמן אשר מוקדש ע"י הנהג

לשלט פרסום, למעשה נגרע מתשומת לבו לאירועי הסביבה התנועתית. בנסיבות אלה, הנהג לא יוכל להגיב במהירות לאירוע חריג או למנוע סכנה פוטנציאלית. בתנאים מסוימים, כאשר מרווח הביטחון בפעילות הנהיגה אינו מספיק רחב, מצב זה יביא לתאונה.

החוקרים הוסיפו כי מנקודת המבט של שיווק, פרסום טוב אמור לעורר סקרנות של הצופה ולמשוך מספר תנועות עיניים. הזמן שנדרש לתשומת לב זו יהיה 0.5 שניות לפחות, בתוספת זמן קריאה אשר יכול להימשך משניה אחת עד מספר שניות. יש להניח כי בחירת זמן הקריאה נמצאת בידי הנהג, כי בשטח יחסית מעט תאונות קורות לעומת מספר כלי הרכב העוברים ליד שלט פרסום. בין היתר, הנהג יכול להתעלם מאובייקט נושא מידע אשר נחשב בעיניו ללא רלוונטי למשימות הנהיגה. יחד עם זאת, יש לצפות כי בנסיבות מסוימות הפרעה כזו עלולה להיות קריטית. לכן, חשוב לקבוע תנאים בהם שלטי פרסום משמשים כהפרעה לתנועה ברמה אשר מזיקה לביצוע משימות הנהיגה (Johnston & Cole, 1976).

לפי Farbray et al (2001), הסביבה הויזואלית משפיעה על בולטות (conspicuity) של אובייקטים שונים. הנהג מקבל מידע הקשור לתהליך הנהיגה באמצעות סריקות ממוקדות של הסביבה הויזואלית. בתנאים אלה, שילוט פרסום מתחרה במידע הקשור לנהיגה. אלמנטים כאלה אשר אינם קשורים למטרות החיפוש המקורי נקראים "רעש ויזואלי" ונחשבים לפוגעים בנראות העצמים אשר אכן קשורים למטרות החיפוש. להמחשת סוגיה זו מציינים, לדוגמה, את מחקרם של Akagi et al (1996) אשר מצאו כי גידול ברעש הויזואלי (כגון: מספר שלטים לאתר) מתקשר עם הארכת זמן החיפוש הדרוש לנהג כדי לאתר שלט עם המידע הרלוונטי.

ניסוי מעבדה

במספר ניסויי מעבדה שנערכו ע"י Johnston & Cole (1976) נבדקה השפעה של הפרעות ויזואליות על ביצוע משימות נהיגה עיקריות. הנבדקים התבקשו לבצע שתי פעולות שמדמות את תהליך הנהיגה: להגיב לכיוון תנועה מסוים שמופיע על המסך באמצעות מוט היגוי (גיויסטיק) וללחוץ על כפתור נוסף בעת הופעת סימן אור באזור מסוים של המסך. כדי לדמות הפרעה מצד שלטי פרסום, בתסריטי ניסוי נבחרים הופיעו תמונות פרסום צבעוניות שנבחרו ממגוון כתבי עת של התקופה. התמונות שודרו בסדר אקראי על המסך, מעל ושמאלה למיקום הופעתן של הוראות נהיגה עיקריות. רמת ביצוע הנבדקים הוערכה באמצעות זמן התגובה ודיוק התגובה.

מניתוח הנתונים עלה כי ההפרעות הביאו לירידה בביצוע של שתי המשימות העיקריות. ירידה קלה אך משמעותית סטטיסטית נמצאה בדיוק הביצוע (מעקב אחרי כיווני התנועה על המסך) וכמו כן, נמצאה עליה משמעותית בזמן התגובה הממוצע של הנבדקים בתסריטים עם הופעת ההפרעות. עם זאת, רוב הנבדקים לא הצליחו לפרט את נושאי הפרסומות לאחר הניסוי ולא קראו את תוכן.

בסיכום ממצאי המחקר החוקרים הסיקו כי ביכולתו של נהג להתעלם ממידע לא רלוונטי לפעילותו העיקרית ושהאפקט הכללי של ההפרעות אינו משמעותי אך מובהק. מכאן, יש לדאוג לבקרה מסוימת של אמצעי הפרסום בצדי הדרך. בין הרכיבים שמחייבים בקרה ומגבלות שימוש באמצעי הפרסום נמנו: מסכים חדשניים, דינמיים או עמוסי מידע; מסרים מורכבים הדורשים

הקדשת זמן מוגברת; אורות מסנוורים. כמו כן, יש להקפיד על מיקום נכון של אמצעי הפרסום אשר לא אמורים להופיע בנקודות הדורשות תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: בקרבת צמתים או במקומות עמוסי מידע הקשור לבקרת התנועה (Johnston & Cole, 1976).

מחקר מעבדה דומה נערך ע"י Holahan, Culler, Wilcox (1978). במחקר זה משתתפי הניסוי ישבו מול המסך שעליו הוקרנו שקופיות עם תמרור "עצור" בשילוב הפרעות ויזואלית בצורת שלטי פרסום. בעת זיהוי תמרור ה"עצור" המשתתף לחץ על כתפור זיהוי, במהירות האפשרית, אחרת הוא לחץ על כפתור "החמצת המטרה". בניסוי היו 56 משתתפים, לכ אחד הוצגו 106 שקופיות, עם שילובים שונים של הסחות הדעת (מבחינת מספר, צבע ומיקום שלטי הפרסום לעומת מטרת החיפוש). מניתוח הממצאים עלה כי, בכל המצבים, נוכחות הפרעות ויזואליות הביאה להארכת זמני תגובה באיתור מטרת החיפוש. כמו כן, ההשפעה הייתה חזקה יותר כאשר ההפרעות היו קרובות יותר למטרת החיפוש. כאשר ההפרעות מוקמו רחוק יותר, מספרם הגבוה וצבעים דומים למטרת החיפוש גם כן תרמו להגברת האפקט – הארכת זמני תגובה.

Hughes and Cole (1986) חיפשו לאפיין את העצמים אשר מושכים את תשומת הלב של הנהג בזמן הנהיגה. לצורך כך נערך ניסוי שדה – נסיעה לאורך מסלול מסוים, וניסוי מקביל בתנאי מעבדה בו על גבי מסך הוקרן סרט עם מראה המסלול אשר צולם ממקום ישיבה של הנהג. המסלול היה באורך כולל של 21.9 ק"מ באזור פרברי, לרבות רחובות מגורים, דרכים עורקיות ורחובות החוצים מרכזי קניות. בכל חלק של המחקר השתתפו 25 נהגים, כאשר במהלך הנסיעה, האמיתית או הוירטואלית לאורך המסלול, כל אחד אמר בעל-פה אילו אובייקטים משכו את תשומת ליבו. דיווחים אלה סווגו לשמונה קטגוריות: הודעות הקשורות למצב הדרך; הודעות הקשורות לבקרת התנועה; הפרעות מצד כלי רכב אחרים; הולכי רגל; עצמים מהסביבה הקרובה לדרך (תאי דואר, פחי אשפה וכו'); עצמים מהסביבה הכללית (בנינים, חנויות וכד'); צמחיה; פרסומות (שלטים, מסכים, שלטי חוצות). ארבע קטגוריות ראשונות של העצמים נחשבו לקשורות לביצוע משימות הנהיגה וארבע הקטלוגיות האחרונות - ללא קשורות.

בניתוח הודגמה קרבה רבה בין אופן זיהוי העצמים ע"י המשתתפים בתנאי שטח ובתנאי מעבדה, ממצא המאפשר להשתמש בניסוי מעבדה כתחליף סביר לניסוי שטח. בניתוח הנתונים נמצאו הבדלים מובהקים בין סוגי העצמים שמושכים את תשומת לב הנהגים בסוגי דרך שונים. מספר ושיעור דיווחי הנהגים על כלי רכב אחרים, הולכי רגל ואמצעי הפרסום עלה משמעותית באזורים עמוסי חנויות ובתי העסק. במקביל שיעור הבחנה באמצעי בקרת התנועה ירד ברחובות אלה. עם זאת, שיעור ההבחנה בסה"כ האובייקטים שקשורים במשימות הנהיגה לא ירד. בסיכום המחקר נטען כי בין 30% עד 50% מכלל העצמים שצוינו ע"י הנהגים, בכל אחד מסוגי הדרך, לא היו קשורים לנהיגה עצמה, מה שעשוי להצביע על "קיבולת פנויה" (spare capacity) של הנהגים בעת ביצוע משימות הנהיגה. מאידך, חלק משמעותי מתשומת לב הנהגים ברחובות העמוסים היה מוקדש לאמצעי הפרסום, ומכאן ייתכן שצמצום בכמות הפרסום היה מחזיר חלק מתשומת הלב של הנהגים לאמצעי בקרת התנועה.

Crundall et al (2006) ערכו ניסוי מעבדה במטרה לבחון מידת הסחת הדעת של הנהגים ע"י שילוט פרסום הממוקם נמוך (כגון: על גבי תחנות אוטובוס), לעומת שילוט פרסום שממוקם גבוה

(כגון: על גבי עמודים). המקרה הראשון נקרא SLA (street-level advertising), המקרה השני – RLA (raised-level advertising); בשני המקרים הפרסום היה סטטי. השערת המחקר הייתה כי הפרסום מסוג SLA יקבל תשומת לב גדולה יותר של הנהגים עקב השתייכותו ל"חלון החיפוש" של הנהג בעת בחינת מצב התנועה והדרך לפניו. בניסוי השתתפו 32 נהגים אשר צפו בסרטי וידאו קצרים על גבי מסך. סרטי הוידאו נבנו מצילומי שטח אשר צולמו ממיקום הנהג ברכב, בנסיעות בארבע ערים באנגליה.

הניסוי נערך בשיטת 2X2, כאשר, מצד אחד, המשתתפים חולקו לשתי קבוצות אשר קיבלו הנחיות שונות: הראשונה – להתמקד בזיהוי הסכנות בנהיגה, השנייה – להסתכל גם על סכנות וגם על אמצעי הפרסום; וצד שני, בתוך כל קבוצה לחלק מהמשתתפים הוקרנו סרטים עם פרסום מסוג SLA ולאחרים – מסוג RLA. לכל משתתף הוקרנו 24 סרטים, מתוכם 10 מותאמים (עם מסרים זהים בפרסום SLA ו-RLA). במהלך הצפייה תועדו תנועות עיניים של הצופה (באמצעות SMI Eye-link system). כמו כן, אחרי כל סרט, הצופה התבקש לדרג את רמת המסוכנות של התמונות שנראו בסרט, בסקאלה 1-7, ובנוסף, נערך מבחן זיכרון של הצופה. במבחן הזיכרון למשתתף הוצגה סדרה של שקופיות עם תמונות של פרסומות, כאשר בכל סט הייתה פרסומת אחת מתוך הסרטים ושלוש פרסומות אחרות, והמשתתף ציין את הפרסומת המוכרת לו.

בניתוח הנתונים נמצאו הבדלים בהתייחסות המשתתפים לשני סוגי הפרסום. כאשר המשתתפים התמקדו באיתור הסכנות, נמצא גידול משמעותי באחוז המבטים על פרסום "נמוך" (SLA). הזמן מהופעת השלט עד מיקוד העין בו היה ארוך יותר לשילוט הגבוה (RLA) וכמו כן, ארוך יותר לשני סוגי השלטים כשהנהג חיפש סכנות. מספר המבטים שמוקדש לשלט היה גדול יותר עבור ה-RLA, בעוד שמשך המבט הממוצע היה ארוך יותר עבור ה-SLA.

בהערכת רמת המסוכנות של הפרסום, התקבל אפקט קטן אך משמעותי של סוג הפרסום, כאשר השילוט ה"גבוה" מזוהה עם סכנה נמוכה יותר לעומת השילוט ה"נמוך". לפי מבחן הזיכרון הפרסום ה"גבוה" קיבל אחוז גבוה יותר של התשובות הנכונות לעומת הפרסום ה"נמוך", בתנאים רגילים יותר (בחינת סכנות ואמצעי הפרסום ביחד), כאשר בתנאי חיפוש הסכנות, רמת הזיכרון של שני סוגי השלטים הייתה דומה.

בסיכום המחקר, ניתן להסיק כי שלטי הפרסום הנמוכים מושכים יותר תשומת לב של הנהגים מאשר השלטים הגבוהים, בייחוד במהלך איתור הסכנות בנהיגה. מבחינת הפרסומאים, שלטים אלה לא הביאו תועלת רבה יותר כי מסרי השלטים לא נקלטו טוב יותר אצל הנהגים בהשוואה עם השלטים הגבוהים. יחד עם זאת, מבחינת ההשלכות על בטיחות, השלטים הנמוכים מזוהים עם סיכון גבוה יותר להסחת תשומת ליבם של הנהגים ממשימתם העיקרית מאשר השלטים הגבוהים.

Young et al (2009) בחנו השפעת שלטי פרסום על ביצועי הנהיגה ותשומת לבם של הנהגים באמצעות סימולאטור נהיגה. הניסוי נערך עם סימולאטור נהיגה על אוניברסיטת Brunel, אנגליה (תוכנת STISIM Drive). הסימולאטור מדמה את מראה הדרך והסביבה שנראים ממושב הנהג,

דרך המראה הקדמית של רכב. כמו כן, על המסך נמצאת מראה אחורית של הרכב, מד מהירות ומד קילומטרג'. שלטי הפרסום הנבחרים בניסוי היו שלטים סטטיים (billboards).

לצורכי הניסוי נבנו שישה מסלולי נסיעה, לפי שלושה סוגי דרך (עירונית, לא עירונית, מהירה) ושתי רמות נוכחות של שלטי פרסום. בניסוי השתתפו 48 נהגים. לבחינת השפעת השלטים נקבעו מדדי ביצוע ותשומת לב הנהגים כלהלן: מדד בקרה אורכית – זמן להשגת הרכב הקודם (המבטא שילוב של מהירות הרכב ומרווח עד לרכב הנוסע לפניו); מדדי בקרה רוחבית – מספר עזיבות של נתיב הנסיעה וזמן הימצאות מחוץ לנתיב; מדד לעומס המנטאלי שמוערך באמצעות מילוי שאלון ע"י משתתפי הניסוי בתום כל "נסיעה" (NASA-TLX subjective workload scale); שיעור התשובות הנכונות כאשר המשתתפים התבקשו לשחזר תמרוך תנועה אחרון ושלט פרסום אחרון שנראו ב"נסיעה"; ותנועות עיניים של הנהגים במהלך הנסיעה (שנמדדו באמצעות מערכת מעקב אחרי תנועות עיניים SMI iView).

בניתוח הנתונים נמצא כי, מבחינת ביצועי הנהיגה, נוכחות שלטי פרסום התקשרה עם הרעה במדדי בקרה רוחבית - עליה בזמן הימצאות הרכב מחוץ לנתיב נסיעתו ועזיבות תכופות יותר של הנתיב. לעומת זאת, על מדד הבקרה האורכית (מהירות-מרווח) נמצאה השפעה של סוג הדרך ולא נמצאה השפעה של שלטי פרסום. מבחינת מדדי תשומת הלב בנהיגה, הימצאות שלטי פרסום התקשרה עם עליה במיקוד מבט הנהגים בחלקים השונים של המסך. כמו כן, ממצאי שאלון הנהגים הצביעו על עומס מנטאלי גבוה יותר בתנאי הימצאות שלטי פרסום לאורך הדרך. בנוסף, בדרך לא עירונית ומהירה, שיעור הנהגים שזכרו את תמרוך התנועה האחרון היה נמוך משמעותית לעומת שיעור הנהגים שזכרו את שלט הפרסום האחרון. בסיכום, ממצאי מחקר זה הצביעו על הרעה בביצועי הנהיגה ועל גידול בהפרעות לנהיגה בתנאי הדרך עם הופעת שלטי הפרסום לעומת המצב ללא השלטים.

Chattington et al (2009) ערכו מחקר נוסף בו השפעת שלטי פרסום על ביצועי הנהיגה נבחנה באמצעות סימולאטור. המחקר נערך ע"י מכון TRL, באמצעות סימולאטור נהיגה CarSim אשר מהווה מודל רכב אמיתי שמדמה נסיעה בסביבה מדומה המוקרנת באמצעות מספר מסכים. הסימולאטור כלל מערכת מעקב אחרי תנועות עיניים של הנהגים. לניסוי נבנו שני מסלולי נסיעה המייצגים את סביבת הרחובות בלונדון, כאשר בסביבה זו הושטלו שלטי פרסום. בניסוי השתתפו 48 נהגים אשר עברו כל מסלול בשני כיווני הנסיעה.

במחקר נבחנה השפעה של שני סוגי השלטים: סטטי לעומת וידאו, כאשר לשלטי הפרסום נקבעו ארבעה סוגי מיקום לעומת הדרך (מימין, משמאל, מעל הדרך ושלושת המקומות ביחד) ומספר קטגוריות של זמן חשיפה לנהג (שתיים, ארבע, שש או יותר שניות). לבחינת השפעת שלטי הפרסום - אפיון ביצועי הנהיגה ותשומת הלב של הנהג בקרבת שלטי הפרסום - שימשו מדדים אלה: מספר מבטי הנהג על שלט פרסום; אחוז הזמן שמוקדש לשלט; סטית תקן של מיקום הרכב בנתיב הנסיעה; ערך מרבי של האטת הרכב; מהירות נסיעה ממוצעת, כאשר מדדים אלה הוערכו עבור קטעי הנסיעה של 100 מ' לפני כל שלט. כדי לנטרל השפעה של מאפייני הדרך, אותם ביצעו הנהיגה הוערכו גם עבור קבוצת ביקורת – קטעי נסיעה של 100 מ' בכיוון ההפוך של התקרבות לשלט (כאשר השלט לא נראה לנהג).

בניתוח הנתונים נמצא כי :

- מספר ממוצע של המבטים המוקדשים לשלט פרסום היה גבוה יותר לשלטי הוידאו לעומת השלטים הסטטיים, בכל מיקומי השלטים ;
 - סטית הרכב מנתיב הנסיעה הייתה משמעותית יותר בעת חשיפה לשלט וידאו לעומת שלט סטטי וקבוצת ביקורת, בכל המיקומים של שלט פרסום בודד ;
 - כמו כן, סטית הרכב מנתיב הנסיעה הייתה משמעותית יותר עבור שלט וידאו לעומת שלט סטטי וקבוצת ביקורת, בזמני חשיפה קצר ובינוני, בעוד שבזמן חשיפה ארוך הסטייה מנתיב הייתה משמעותית יותר עבור השלט הסטטי ;
 - אחוז זמן ההסתכלות על שלט היה גבוה יותר לשלט וידאו לעומת שלט סטטי, בכל אחד מרמות החשיפה (זמן קצר, בינוני, ארוך) ;
 - ערך האטה מרבית היה גבוה יותר עבור שלט וידאו לעומת שלט סטטי וקבוצת ביקורת, בכל זמני החשיפה ;
 - לעומת זאת, מהירות נסיעה ממוצעת בהתקרבות לשלט פרסום הייתה נמוכה יותר עבור שלט וידאו לעומת שלט סטטי וקבוצת ביקורת, בזמני חשיפה בינוני וגבוה.
- סה"כ, ע"פ ממצאי המחקר, שלטי פרסום מסוג וידאו מזוהים עם הפרעות משמעותיות יותר לביצוע משימות הנהיגה לעומת השלטים הסטטיים.

ניסוי שטח

Beijer et al (2004) ערכו ניסוי שטח לאמידת אפקט הסחת הדעת של הנהגים ע"י שלטי פרסום. כמדד לביטוי תשומת הלב של הנהג שימשו תנועות עיניים. במסגרת הניסוי, תנועות עיניים של הנהגים תועדו באמצעות מכשיר אינפרה-אדום (EL-MAR Vision 2000) המותקן ברכב ניסוי, כאשר הסביבה התנועתית תועדה באמצעות סרטי וידאו. בניסוי השתתפו 25 נהגים, כאשר כל אחד נהג ברכב לאורך 6 ק"מ של דרך עירונית מהירה במרכז עיר טורונטו (Gardiner Expressway). למשתתפים לא נמסרה מטרה אמיתית של הניסוי והם התבקשו לנהוג באופן רגיל.

לאורך המסלול היו 37 שלטי פרסום גדולים אשר חולקו לארבעה סוגים: שלטי חוצות (billboards), דמויות וידאו, שלטים עם שורות רצות (scroll), שלטים מתחלפים (roll או tri-variant sign). לאפיון משתתפי הניסוי שימשו מגדר והיכרות עם המסלול (ע"פ הממצאים, למאפיינים אלה לא הייתה השפעה מובהקת על התוצאות ולכן, כל הנתונים נותחו כאוכלוסיה אחת). כמשתנים תלויים לאפיון התהליך שימשו: משך המבט הממוצע על כל שלט, משך המבט הארוך ביותר, מספר מבטים פר שלט וזווית ההסתכלות.

ע"פ הממצאים, לא היה הבדל במשך המבט הממוצע ובמשך המבט הארוך ביותר בין סוגי שלטים שונים. 88% מהמבטים היו באורך מעל 0.75 שניות, ו-20% באורך מעל 2 שניות. עם זאת,

המבטים הארוכים היוו 22% מכלל המבטים על שלטי הפרסום, שמצביע על התמקדות הנהגים, במרבית הזמן, במשימות הנהיגה העיקריות.

לעומת זאת, כן נמצא הבדל בין סוגי השלטים במספר המבטים המוקדשים לשלט: השלטים הפעילים (וידאו, שורות רצות ושילוט מתחלף) קיבלו בממוצע 1.31 מבטים לשלט, בעוד שהשלטים הסטטיים קיבלו 0.64 מבטים, בממוצע לשלט. כמו כן, בניית המבטים הארוכים (מעל 0.75 שניה) נמצא כי שלטי הוידאו קיבלו פי חמישה יותר מבטים כאלה לעומת שלטי חוצות. מכאן, להבדיל ממחקרים קודמים בהם נבדקה השפעה של שלטי פרסום סטטיים ולא נמצא הבדל מהותי בהסחת הדעת ע"י שלטים אלה לעומת עצמים אחרים בצדי הדרך, במחקר הנוכחי נמצא כי שלטי פרסום דינמיים עשויים להביא להסחת דעת משמעותית יותר של הנהגים. יצוין גם שהשפעת שלטי הפרסום הייתה דומה בקרב הנהגים ללא תלות ברמת היכרות מוקדמת עם הדרך.

Smiley et al (2004) ערכו ניסוי שטח בו נבחן מיקום מבטי הנהגים על שלטי וידאו המותקנים בשלושה צמתים מרומזרים ובקטע דרך עירונית מהירה בטורונטו (זהו מרכיב נוסף של המחקר המקיף שצוין לעיל - Smiley et al, 2005). תנועות העיניים תועדה באמצעות מכשיר אינפרה-אדום (EL-MAR Vision 2000) המותקן ברכב הניסוי, בעת מעבר הרכב ליד שלט וידאו בקטע דרך ובכניסות לצמתים מכיווני גישה שונים. בניסוי היו 16 משתתפים והצטברו סה"כ 69 כניסות לצמתים ו-14 מעברים בקטע דרך. בדומה למחקר הקודם, למשתתפים לא נמסרה מטרת הניסוי האמיתית אלא הם התבקשו לנהוג באופן טבעי בהתאם לסביבה התנועתית.

מניתוח הנתונים עלה כי הסתברות הנהג להסתכל על שלט וידאו, בגישה המתאימה בצומת, הייתה קרובה ל-50%. המשך הממוצע של המבטים על שלטי פרסום היה קצר, 0.5 שניה, ודומה למשך המבטים על שלטי תנועה. סה"כ בארבעת האתרים, כחמישית מהמבטים היו באורך מעל 0.75 שניה - זמן שנחשב לאורך מינימלי של זמן התגובה הדרוש לנהג להאט הרכב לפני הרכב הקודם. כמו כן, בקרב המבטים על שלטי הוידאו 38% היו במצב כאשר מרחק מהרכב הקודם היה פחות משניה 1; כרבע מהמבטים היו בזווית 20 מעלות או יותר לעומת קו השלט. שני תנאים אלה עשויים ליצור מצבים מסוכנים בתנועה. עם זאת, באותו הניסוי מבטי הנהגים על שלטי פרסום סטטיים היו ממושכים יותר ובזוויות גדולות יותר.

כמו כן, עקב מיקום השלטים הסטטיים (חלקם מול עיני הנהגים בכניסה לצומת), כמות המבטים על השלטים הסטטיים שנרשמה בניסוי היתה כפולה לעומת כמות המבטים על שלטי הוידאו. בנוסף, לא נמצאה הוכחה לכך שהמבטים על שלטי הוידאו הביאו לירידה בשיעור המבטים על שלטי תנועה או פנסי הרמזורים: ע"פ הממצאים, המבטים על שלטי פרסום לסוגיהם ריכזו סה"כ 1.2% מכלל מבטי הנהגים בכניסות לצמתים; המבטים על שלטי הוידאו בכניסות המתאימות בצמתים ריכזו 2% מכלל מבטי הנהגים בכניסות אלה.

בנוסף, בשניים מהצמתים שנכללו במחקר Smiley et al (2005) נערכו תצפיות שטח על מנת לבחון הבדלים בשיעורי הקונפליקטים בהתנהגות כלי הרכב בין הגישות לצמתים עם וללא שלטי הוידאו. ההתנהגויות הנבחנות היו: בלימה ללא סיבה, סטייה מהנתיב ללא הצדק, עיכוב התחלת התנועה באור ירוק. (הונח כי התנהגויות אלה עשויות להביא לצמצום פתאומי במרווחים בין כלי הרכב

וכתוצאה, להתנגשויות חזית-אחור או סטיה מהנתיב). התצפיות נערכו ע"י ארבעה תצפיתנים במתכונת מיוחדת המאפשרת למנוע הטעיה בנתונים הנאספים.

בניתוח הנתונים נמצא כי באתר אחד הגישות עם שלטי הוידאו מתאפיינות באחוז גבוה משמעותי של בלימות ללא סיבה לעומת הגישות ללא השלטים, כאשר בשתי ההתנהגויות האחרות (סטייה מנתיב, עיכוב התחלה בירוק) לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הגישות לצומת. בצומת השני, לא נצפו הבדלים בן הגישות בכל שלוש ההתנהגויות הנבחנות.

כמו כן, במחקר זה - Smiley et al (2005) – נבחנו הבדלים בהתנהגות הנהגים בקטע דרך עם שלט הוידאו בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" התקנת השלט. ההתנהגויות הנבחנות בקטע היו: מהירות, זרימה (מספר כלי רכב שעוברים בנקודה מסוימת בשעה) ושהייה בנקודה מסוימת (אחוז הזמן בו הרכב היה בנקודה מסוימת בקטע). הנתונים נאספו ממוני תנועה קיימים, עבור הקטע הנבחן וקטע ביקורת (בכיוון תנועה הפוך באותה בדרך). הנתונים נאספו עבור חודש ימים בשלוש נקודות זמן (לפני ההתקנה, מייד אחרי ההתקנה ושנה אחרי ההתקנה), כאשר לכל סט של נתונים חושבו סדרות מדדים ממוצעים לפי ההתנהגויות הנבחנות, ברזולוציה של 20 שניות. הסדרות הוכנו עבור שעות זרימה חופשית בלבד.

בניתוח הנתונים נמצא כי בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" הפעלת השלט (ולאחר ניכוי השינויים בקבוצת ביקורת) נמצאה ירידה קלה במדד המהירות הממוצעת של כלי הרכב ועליה קלה בזמן שהייה של כלי הרכב בקטע הנבחן ובסטיית התקן של המהירות, ברוב הרמות של נפח התנועה בקטע. לירידה במהירות מקובל לייחס השפעה חיובית על בטיחות, כאשר לשני הממצאים האחרים תתכן השפעה שלילית על בטיחות.

בנוסף, נערך ניתוח מרווחים בין כלי הרכב בשעות עומס, בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" התקנת השלט. הניתוח הראה עליה בשיעור המרווחים הקצרים (פחות מ-1.5 שניות) בתקופת ה"אחרי". עם זאת, עליה דומה בשיעור המרווחים הקצרים נצפתה גם בקטע ביקורת, מה שהביא למסקנה שהשינוי לא קשור לנוכחות השלט. סה"כ, השינויים שזוהו בהתנהלות התנועה בעקבות התקנת שלט הוידאו לא היו עקביים ולכן, לא אפשרו מסקנה חד-משמעית על השפעה שלילית של שלט הוידאו על בטיחות. (כזכור, גם בניתוח השינויים בתאונות בקטע זה לא התקבלה תוצאה עקבית).

Lee et al (2007) ערכו ניסוי בשיטת נהיגה בסביבה טבעית (naturalistic driving) כדי לבחון שינויים בהתנהגות הנהגים בקרבת שלטי פרסום דיגיטליים מתחלפים לעומת סוגים אחרים של שלטי פרסום ואתרים ללא שלטי פרסום. בניסוי השתתפו 36 נהגים אשר נסעו ברכב ניסוי לאורך מסלול מוגדר באורך כ-50 מייל, בשעות יום (ניסוי משלים בשעות לילה כלל סה"כ 12 משתתפים, לכן לו יוחס אופי ראשוני בלבד). המסלול נקבע בעיר קליבלנד, מדינת אוהיו, והוא היווה שילוב של קטעי דרכים מהירות, מקומיות ומרכז העיר. לאורך המסלול נמצאו ארבעה סוגי שלטים (אתרים) כלהלן: 5 שלטי פרסום מתחלפים (digital billboards), 15 שלטי פרסום סטטיים, 12 אתרים עם שלטי פרסום אחרים (על גבי בתי עסק, קירות וכד') ו-12 אתרים ללא שלטים. ברכב הניסוי הותקנה מערכת איסוף נתונים באמצעות ארבע מצלמות, חיישנים ומחשב אשר תיעדה לאורך המסלול את שדות הראיה של הנהג, מבטיו, מצב הסביבה, מיקום הרכב בנתיב ומהירות נסיעתו.

לבחינת התנהגות הנהג שימשו מדדים כגון: מספר מבטים, משך כולל של מבט, משך ממוצע של מבט (בהסתכלות קדימה, ימינה או שמאלה, בשדה הראיה של הנהג); סטית תקן של מהירות הנסיעה; סטית תקן של מיקום הרכב בנתיב. המדדים נמדדו במשך 8 שניות בעת התקרבות ל"אירוע" - שלט/ אתר שנבחרו לבחינה לאורך המסלול. עם 36 משתתפים ו-44 שלטים/אתרים נבחרים לאורך המסלול, בסיס נתונים של המחקר כלל סה"כ בין 1,100 עד 1,500 מדידות, לכל מדד. בניתוח הנתונים נמצא כי:

- מחד, בין סוגי השלטים (האתרים) לא נמצא הבדל מובהק באחוז זמן הסתכלות על הדרך ובמספר מבטי הנהג על שלט/אתר בצד הדרך. מאידך, משך המבטים היה ארוך יותר על שלטי פרסום דיגיטליים מתחלפים ועל אתרים עם שלטי פרסום אחרים (כאשר בחלקם גם היו רכיבים דיגיטליים).

- משך המבט הממוצע על שלט פרסום דיגיטלי היה פחות מ-1 שנייה. כמו כן, בהתפלגות ממצאי המדידות לפי אורכי המבטים לא נמצא הבדל בין סוגי השלטים (האתרים) מבחינת שיעור המבטים הארוכים (מעל 1.6 שנייה).

- בין סוגי האתרים לא נמצא הבדל במדד המהירות, כאשר במדד שמירה על הנתיב נמצא הבדל מובהק גבולית ($p=0.067$) אשר הצביע על הרעה בשמירה על הנתיב בקרבת שלטי פרסום דיגיטליים ורגילים לעומת אתרים אחרים.

בנוסף, עם סיום מסלול הנהיגה, כל נהג מילא שאלון קצר, אשר כלל בין היתר שאלה פתוחה על גורמי משיכת תשומת לב בעת הנהיגה במסלול. נמצא כי 42% מהנהגים ציינו שלטים דיגיטליים מתחלפים בין חמשת הגורמים העיקריים שמשכו את תשומת ליבם בעת הנהיגה.

על סמך הממצאים שהתקבלו, בחינה פרטנית של הנתונים וכן, סיכום הממצאים בניסוי משלים בשעות הלילה (אשר לרוב הצביעו על הגברת השפעתם של שלטי פרסום דיגיטליים), החוקרים הסיקו כי שלטי פרסום דיגיטליים מושכים יותר תשומת לב הנהגים מאשר שלטי פרסום סטטיים ואתרים אחרים. על אף השינוי שנמדד בהתנהגות הנהגים בקרבת השלטים הדיגיטליים, לטענת החוקרים, השינויים שנצפו דומים להשפעתן של הפרעות רגילות בנהיגה בשטח עירוני, כגון מצד שילוט של בתי העסק. כמו כן, החוקרים הסיקו כי התנהגות הנהגים בקרבת שלטי פרסום רגילים (סטטיים) הייתה דומה להתנהגותם באתרים עם שלטי פרסום אחרים (על בתי העסק וכו') ובאתרים ללא שלטי פרסום.

לסיכום, בניסוי מעבדה התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחת הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים.

לעומת זאת, מבחינת הממצאים של מחקרי שטח לא מתקבלת הוכחה עקבית להשפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים. סימני הרעה בצורת הסחות דעת משמעותיות יותר כגון: מבטים ארוכים ו/או תכופים יותר על השלטים, עיכובי תנועה, ריבוי בלימות חירום ללא סיבה – נצפו בחלק מן האתרים ולא נמצאו באתרים אחרים. באופן דומה, כאשר באותו הניסוי נבחנו מספר מדדי התנהגויות במקביל, השינויים שנצפו במדדים השונים (כגון: במהירות לעומת המרווחים בין כלי הרכב) היו כאלה שבהתאם לידע הקיים, היו מתקשרים עם השפעה הפוכה על בטיחות.

מאידך, הממצאים הכמותיים של המחקרים כגון: משך המבט על שלט פרסום, שכיחות המבטים בשלטים דינמיים – אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג וכתוצאה, לאי מניעת תאונה. כמו כן, נראה כי ההבדל בהשפעת שלטי פרסום דינמיים לעומת הסטטיים מוחשי יותר בנסיעה בקטע דרך עירונית (עורקית) לעומת צומת. ייתכן כי תוצאה זו נובעת מעומס מידע נמוך יותר של צדי הדרך בקטע לעומת צומת ומכאן, מבולטות גדולה יותר של שלט פרסום דינמי לעומת סטטי.

2.4. התייחסות לשלטי פרסום, במדינות השונות

בנוסף למחקרי הערכה שבחנו סוגיות מסוימות בנושא השפעת שלטי פרסום, במדינות השונות נערכו סקרי ידע בנושא. לרוב, בסקר כזה מוצג דיון חוזר בממצאי המחקרים הקודמים, מכל העולם, וכמו כן, מובאות המלצות מסכמות בנושא שימוש בשלטי פרסום בצדי הדרכים במדינה מסוימת. בנוסף, התקנות והחוקים בנושא התקנת שלטי פרסום הקיימים במדינות השונות יכולים לשמש דוגמאות ל-"תרגום המעשי" של ממצאי המחקרים.

בסיכום הידע בנושא השפעת שלטי פרסום שנערך בהולנד (Hagenzieker, 1994), נטען כי שלטי פרסום מושכים תשומת לב של הנהג ובכך גורמים להסחת הדעת ממשימת הנהיגה וכתוצאה, עשויים לגרום לתאונות. עם זאת, במידה מסוימת, הנהגים מסוגלים לשלוט בתשומת ליבם לאמצעי הפרסום. הנחת הבסיס הנה שככל שתשומת הלב של הנהג המוקדשת לאמצעי הפרסום תהיה ממושכת יותר, יגבר הסיכון כי התייחסותו לגורמי התנועה תבוא מאוחר מדי, אם בכלל. לכן, חשוב לפתח נורמות שיקבעו את הגבול האפשרי להסחת הדעת הנגרמת ע"י אמצעי פרסום בצדי הדרכים. כמו כן, חשוב למנוע בלבול בין אמצעי הפרסום לבין אמצעי בקרת תנועה.

בעדכון המידע שפורסם ע"י SWOV (2006) נטען כי שלטי פרסום עם רכיבים דינמיים מושכים תשומת לב מוגברת של הנהגים ומכאן, מהווים סכנה בטיחותית. ברשת הדרכים הראשיות בהולנד קיים איסור על הצבת שלטי פרסום בקרבת הדרך, פרט לתחנות דלק ואזורי חניה. עם זאת, ברמה האזורית והמוניציפאלית, לא קיימת הנחיה אחידה בנושא, מה שמביא לריבוי גישות שונות. לעתים, הרשויות מנעות מהצבת שלטי פרסום באתרים בהם השלט עשוי להוות סכנה בטיחותית, לפגוע בנראות או בנוף שנשקף מהדרך. לרוב, קיימת מגבלה לשימוש ברכיבים דינמיים, מהבהבים, מרעשים וכדי בשלטים בקרבת הדרך.

רשות הדרך בניו סאות וולס, אוסטרליה, הזמינה סקר ידע מן העולם במטרה לבחון אפשרות לשימוש בפרסום מבוקר בצדי הדרכים כמקור מימון נוסף לצורכי הבטיחות (TEC, 1989; TEC, 1990). שתי מסקנות עיקריות של הסקר היו על חוסר הוכחות לקשר מובהק של שלטי פרסום לגרימת התאונות ועל חוסר השפעה משמעותית של השלטים על ביצוע משימות הנהיגה, בתנאים מבוקרים. כתוצאה, גובשה המלצה להיתר שימוש מבוקר בשלטי פרסום לאורך הדרכים, כולל דרכים מהירות, במטרה להוסיף הכנסה לתוכניות בטיחות אזוריות.

בהמשך, בניו סאות וולס קודמה תוכנית לשימוש מבוקר בשלטי פרסום כדי לממן הקמת גשרים להולכי רגל (ARRB, 1992). בנושא זה נכתבו הנחיות מפורטות בהתייחס לכוונות, מיקום,

בדיקות מקדמיות של אתרים, דרישות לגשרים ולשלטי פרסום. בין היתר, ההנחיות מפרטות מגבלות לתנאי שימוש בשלטי פרסום. לדוגמא, קיים איסור על התקנת שלטי פרסום במרחק 100-200 מטר מאתרים בעייתיים כגון: עקומות, צמתים, רמזורים, מפגשי רכבת-דרך, אזורי השתלבות או הסתעפות בתנועה, דהיינו באזורים הקשורים למעורבים מוגברת של הנהגים במשימות הנהיגה.

Guerra and de Camargo Braga (1998) תמכו ביישום גישה דומה בברזיל: להפיק הנחיות לשימוש מבוקר בשלטי פרסום בצדי דרכים ציבוריות, על מנת ליצור מקור מימון נוסף לשיפור תשתיות הדרכים.

Cairney and Gunatillake (2000) ערכו בחינה חוזרת של ממצאי הספרות עבור מדינת ויקטוריה, אוסטרליה, והגיעו למסקנה כי הבעיה העיקרית של שלטי פרסום נובעת מסכנת הפגיעה של השלטים בראות הנהגים של משתמשי דרך אחרים, אמצעי בקרת תנועה וכד', בייחוד באתרים עם דרישות גבוהות יותר לביצוע משימות הנהיגה (כגון: מחלפים). להוכחת השפעת שלטי פרסום על תאונות נדרשים מחקרים רחבי היקף מכיוון שגודל האפקט אינו גבוה. כמו כן, קיימת צפייה לכך שהשפעת שלטי פרסום דינאמיים תהיה חמורה יותר לעומת השלטים הסטטיים.

Wallace (2003) ערך סקר ידע בנושא הסחת דעת של נהגים ע"י גורמים מחוץ לרכב, לרבות שלטי פרסום; הסקר נערך עבור הממשלה בסקוטלנד. בין מסקנות הסקר היו:

- קיימות הוכחות אמפיריות רבות לקיום תופעת הסחת הדעת בנהיגה, כאשר הסחת הדעת מהווה גורם משמעותי בהתרחשות התאונות.

- קיימת שפע של הוכחות על כך ששלטי פרסום יכולים לשמש כמסיחי הדעת. ניסוי מעבדה הוכיחו כי נוכחות מסיחי הדעת על המסך מביאה להארכת זמני חיפוש של מטרות החיפוש. קיימות הוכחות אמפיריות לכך שאפקט דומה מתרחש גם בעולם האמיתי, בייחוד באתרים עם סביבה ויזואלית עמוסת אובייקטים שונים.

- קיימות דוגמאות לכך ששלטי פרסום מתפקדים כמסיחי הדעת גם בסביבה עם עומס מידע נמוך. עם זאת, טרם הצטברו ממצאים מחקריים לאפיון תופעה זו.

- חלק ניכר מהמחקרים בנושא השפעת שלטי פרסום הם ישנים ו/או משקפים בעיקר ניסיון אמריקני ואוסטרלי. בנושא זה חסרים מחקרים אמפיריים ממדינות אחרות.

- קיים צורך בהגדרה מפורטת של "סביבה ויזואלית עמוסה" על מנת לבנות הנחיות להצבת שלטי פרסום באזורים אלה. קיים צורך במחקר כדי לקבוע את רמת ההשפעה של סוגי פרסום שונים על בטיחות.

- על אף העובדה שסה"כ המחקרים הקודמים מספקים הוכחה להסחת הנהגים ע"י שלטי פרסום, על מחקרים רבים נמתחה ביקורת מתודולוגית. מחקרי בטיחות הבנויים בשיטת ניסוי מבוקר (במקום ניתוח קורלטיבי) היו מספקים מענה לביקורת זו. במחקרי מעבדה יש מקום להתקדם לשיטות חדשניות יותר. אותה המסקנה נכונה לגבי שאלות מחקריות שמועלות במחקרים ושיטות סטטיסטיות המשמשות לעיבוד הנתונים.

המסקנות של Wallace (2003) תואמות בחלקים ניכרים את המסקנות של Wachtel and Netherton (1980) אשר ערכו סקר ראשון בנושא שלטי פרסום מתחלפים, עבור משרד התחבורה האמריקני. כבר אז נאמר כי מחקרי תאונות מוקדמים לוקים בבעיות מתודולוגיות רבות ולכן, הממצאים שהצטברו אינם מספקים כדי לטעון לקשר סטטיסטי מובהק בין הימצאות שלטי פרסום והתרחשות התאונות. כמו כן, נאמר כי ממצאי המחקרים תומכים בהשערה על הסחת דעת מוגברת ועל עומס יתר בביצוע משימות הנהיגה אשר עשוי להיווצר בהשפעת שלטי פרסום דינמיים אך קיים צורך במחקר כדי להמחיש ולכמת סיכונים אלה.

Farbry et al (2001) סקרו תקנות בנושא פרסום חוצות הקיימות במדינות השונות בארה"ב. נמצא כי לרוב קיימות תקנות בנוגע לשלטי פרסום קבועים, כאשר התחיקה מפותחת פחות בנוגע לאמצעי פרסום מתקדמים. בארה"ב, שלטי פרסום בצדי דרכים כפופים למדיניות הכללית בנושא פרסום חוצות. מדיניות זו מוגדרת באמצעות תקנות של משרדי התחבורה. סקר תקנות בנושא פרסום בצדי דרכים שנערך ב-42 מדינות הראה כי:

- ב-36 מדינות, נאסר השימוש באורות אדומים, מהבהבים, נדלקים וכבים, או נעים, בתוך שלטי הפרסום;

- 29 מדינות אוסרות על שימוש בשלטים אשר מוארים באופן אשר מסתיר או משמש הפרעה לאמצעי בקרת התנועה;

- 29 מדינות אוסרות על התקנת שלטי פרסום בדרכים ראשיות במרחק עד כ-150 מטר ממחלף או צומת חד-מפלסי. במדינות השונות מרחק זה של איסור ההתקנה משתנה מ-152 עד 305 מטר;

- בשש מדינות נאסר שימוש בשילוט פרסום מתחלף מסוג tri-vision.

לדוגמא, במדינת ארקנזס לשימוש בשלטי פרסום נקבעו מגבלות אלה:

* שלטים הכוללים אורות מהבהבים, זזים או באים לסירוגין, אסורים לשימוש, להוציא שלטים המספקים שירותי מידע לציבור כגון: שעה, תאריך, מזג אוויר וכדומה;

* שלטים אשר שולחים קרן אור לשטח הדרך או כאלה שהאינטנסיביות או בוחק שלהם יכולים לסנוור או לפגוע בקושר ראייה של הנהגים בדרך, אסורים לשימוש;

* אף שלט אינו אמור להוות הפרעה לאמצעי בקרת תנועה או להסתירם.

עם זאת, נמצא כי בארה"ב לא קיימת הנחיה כללית בנושא שלטי פרסום אלקטרוניים והשלטים המתחלפים. המדיניות בנושא משתנה בין המדינות, החל מבקרה קלה עד איסור מוחלט (Farbry et al, 2001).

הדיונים בנושא השפעת שלטי פרסום נמשכים בארה"ב עד היום. הדעה הרווחת כיום הינה שהסחת הדעת של הנהגים מהווה גורם משמעותי לתאונות; השאלה שנשאלת הינה עד כמה משמעותית הסחת הדעת שנגרמת ע"י שלטי פרסום ומה צריך לעשות בנדון (Birdsall, 2008).

ע"פ דיווחו של Bergeron (1997), בקנדה, בשנת 1988 התקבל חוק בנושא פרסום בצדי הדרך. החוק אוסר על הצבת מודעות פרסום (billboards) בתחום של 100 מטר מציר של דרך מהירה.

החוק לא התייחס לשטח עירוני, כתוצאה מכך, שלטי פרסום רבים הותקנו לאורך דרכים מהירות החוצות אזורים עירוניים כגון: דרכים במטרופולין מונטריאול. בהיותם מותקנים בשטח עירוני, שלטי פרסום, הן הרגילים והן המתחלפים, גורמים להגברת העומס המנטלי בתהליך עיבוד המידע ע"י הנהג וכתוצאה, מהווים סיכון בטיחותי. לאור אחריותו על בטיחות בדרכים, משרד התחבורה שוקל לבצע תיקון בחוק פרסום בצדי הדרכים, במטרה לאסור התקנת שלטי פרסום באזורים עירוניים הנחשבים לאזורי סיכון.

לפי הנחיות לתכן דרכים וגשרים באנגליה (Design Manual for Roads and Bridges - DMRB), קיימת תקנה המחייבת את רשות התכנון המקומית להתייעץ עם מחלקת משרד התחבורה האחראית על דרכים ראשיות, כאשר בטיחות משתמשי הדרך עלולה להיות מושפעת מאמצעי הפרסום (DMRB, 1992). ככלל, פרסום מכל סוג שהוא אינו מותר להתקנה בשטח של דרך ראשית או מהירה. סוגי פרסום אשר יכולים להוות סכנה בטיחותית ועל כן, נדרשים לבקרה, הם כאלה אשר:

- מזיקים לתחומי ראייה בעקומים, צמתים או דרכי גישה;
- מסתירים את אמצעי בקרת התנועה או מסיחים את דעת הנהגים עקב טיבם הלא רגיל;
- פוגעים בתנאי נראות בדרך;
- דומים לתמרורי תנועה;
- כוללים כיווני תנועה אשר עלולים לגרום לתמרון מסוכן;
- כוללים אורות אשר גורמים לבלבול עם אמצעי בקרת תנועה רגילים;
- גורמים לסנוור, במיוחד בתנאי גשם או ערפל.

בחינה מיוחדת של הנושא נדרשת באתרים שבהם מתבקשת זהירות מוגברת מצד הנהגים כגון: צמתים, התקרבות לגשרים נמוכים או סכנות תנועה אחרות. מומלץ להימנע מהתקנת אמצעי פרסום באתרים כאלה.

בשנת 2007 לרשויות המקומיות באנגליה הופץ חוזר עם הנחיה בנושא בקרה על אמצעי פרסום בשטח עירוני (Circular 03/2007). החוזר מתווה שיקולים שצריכים להילקח בחשבון ע"י הרשות המקומית בעת מתן אישור לאמצעי פרסום, עם דגש על הערכת בטיחות ונוחות הציבור (amenity). בחינה מיוחדת נדרשת כאשר הפרסום עתיד להופיע באתרים הדורשים זהירות מוגברת מצד הנהגים כגון: צמתים, מעגלי תנועה, מעברי חציה או מעברי רכבת. בין סוגי אמצעי הפרסום עם סכנה מוגברת לציבור הנהגים צוינו:

- שלטים אשר בשל גודלם או מיקומם עשויים לפגוע בשדה הראייה של משתמש הדרך, או בנראות או יעילות של אמצעי בקרת תנועה, או כאלה שבסבירות גבוהה ימשכו תשומת לב הנהגים בשל טבעם הייחודי;

- שלטים מוארים אשר בשל גודלם ובהירותם עשויים לגרום לסנוור או בלבול הנהגים, בייחוד בתנאים קשים של מזג האוויר.

על אף מגבלות השימוש המעוגנות בתקנות ובהנחיות הקיימות, בשנים האחרונות באנגליה גדלה דאגה לסכנות הסחת הדעת משלטי פרסום בצדי דרכים, בעקבות התרבותם בשטח. בדיון

התקשורת והציבורי הועלה הצורך במחקר אקדמי ויישומי שיספק מענה לשאלה האם הסחות דעות אלה מהוות סכנה לנהיגה (Young et al, 2009).

Speirs et al (2008) ערכו בחינה מקיפה של מסמכי מדיניות קיימים בנושא פרסום בצדי דרכים באנגליה, בשילוב ממצאי מחקרים מהניסיון המקומי והבינלאומי ואיסוף דעות מקבלי ההחלטות והציבור בנושא. בסיכום הממצאים, החוקרים הצביעו על חסרים רבים בבסיס הנחות היסוד של ההנחיות הקיימות והציגו שאלות רבות שנדרשות לבחינה באמצעות מחקרים.

Coetzee (2003), במדינת דרום אפריקה מתקיים תהליך בדיקה קפדנית של כל שלט פרסום בטרם אישורו להתקנה בשטח. שאלות המפתח בבחינת מיקום התקנה פוטנציאלי הן: האם שלט הפרסום יפגע בנראות של שלטי דרך קיימים; האם שלט הפרסום יגרום להפרעה בהעברת מידע שוטף לנהגים; האם מיקום השלט יסיח את תשומת הלב של הנהגים מאזורי הסתעפות/השתזרות, עקומים או מחלפים. כמו כן, מבוצעת בדיקה שהמיקום הפוטנציאלי אינו מהווה אתר תורפה מבחינת ריכוזי התאונות. ההנחיות הקיימות במדינה קובעות דרישות כמותיות למרחקים בהצבת השלטים בצדי הדרך, כאשר שלטי פרסום אמורים לא לפגוע במערכת זו. לדוגמא, מיקום שלט הפרסום אמור להיות: במרחק 200 מ' משילוט הדרך, במרחק 250 מ' משלט פרסום אחר, במרחק יותר מ-1 ק"מ ממחלף, 50/100 מ' מצומת, 200 מ' מאזור האף.

בנוסף למגבלות המיקום, ההנחיות קובעות דרישות כמותיות לגדלים ולתכנים של שלטי פרסום. בין היתר, מפורטות מגבלות לסדר המסרים בפרסום, לעומס וויזואלי מרבי ולגודל השלט בתלות בטכנולוגיה המשמשת להעברת המידע.

לסיכום, רוב הסקרים הקודמים הסכימו על כך ש:

* הוכחות בספרות המקצועית המצביעות על השלטים כגורם ישיר לתאונות הן מועטות. אומנם, קיים קושי ניכר בבידוד השפעתו של גורם זה, אך נראה כי השפעה שלילית של השלטים על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים.

* ההשפעה הישירה של שילוט הפרסום על הנהג היא בתשומת הלב המוקדשת לשלט והנגרעת מתשומת הלב למשימות הנהיגה, מצב אשר עלול לפגוע בביצועי הנהיגה ואף לגרום לתאונה. בתנאי תנועה רגילים, השפעת שלטי פרסום יכולה להיות שולית, אך היא עלולה להפוך לקריטית בנקודות החלטה בנהיגה או בתנאי תנועה מחמירים אשר דורשים מרב תשומת לב של הנהג. יש הטוענים (כגון: Wallace, 2003) כי השפעת השלטים תהיה ניכרת יותר אצל נהגים חסרי ניסיון או אצל נהגים בעלי כישורי נהיגה פגומים.

* במחקרי התנהגות נמצא כי ביכולתו של נהג להסיר מידע לא רלוונטי ממסגרת פעילותו העיקרית ושהאפקט הכללי של ההפרעות בדרך אינו משמעותי אך מובהק. מכאן, יש לדאוג לבקרה מסוימת של אמצעי פרסום בצדי הדרכים.

רוב התקנות בנושא שלטי פרסום פועלות להגבלת השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה:

(1) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: אורות נעים /מתחלפים /מהבהבים, ריבוי צבעים, אורות מסנוורים, אפקטים ויזואליים/ קוליים למיניהם, מסרים מורכבים וכד';

(2) איסור התקנת שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך (כגון: באזורי הסתעפות/ השתזרות בקרבת מחלפים) ובאתרים בהם שלטי הפרסום יפגעו בנראות/בולטות של שלטי תנועה רגילים.

2.5. סיכום ממצאי סקר הספרות

כללי

סקר ספרות זה ריכז ממצאים אמפיריים בנושא הקשר בין הצבת שלטי פרסום ובטיחות בדרכים. הסקר התמקד במחקרים בהם נבחנה השפעת שלטי פרסום על התרחשות התאונות ו/או התנהגות הנהגים.

במבט ההיסטורי, מגוון מחקרים בנושא זה נערכו בשנות החמישים והשישים של המאה העשרים, יותר מאוחר, משנות השבעים עד התשעים, נערכו מחקרים בודדים, כאשר בשנות ה-2000 התפרסם מקבץ מחקרים חדשים בנושא זה. מחקרים אלה, הן הישנים והן החדשים, בוצעו בעיקר במדינות ארה"ב, אוסטרליה ואנגליה, כאשר במדינות אלה ובמדינות האחרות נערכו סקרי ידע בנושאי השפעת שלטי פרסום על בטיחות על מנת לגבש בסיס לקביעת מדיניות שימוש בשלטי פרסום בצדי דרכים.

מחקרי תאונות מוקדמים

מבחינת המחקרים המוקדמים אשר חיפשו קשר בין הצבת שלטי פרסום ותאונות עלה שרובם נערכו בשיטה קורלטיבית, דהיינו המחקרים הסתפקו בבחינת חתכים שונים של הנתונים ובחישוב מקדמי קורלציה בין המשתנים המשפיעים (מדדים שונים להימצאות/צפיפות שלטי פרסום) לבין מספר או שיעור התאונות. לרוב, על הנתונים לא נערך ניתוח רב-משתני ולא נקבעה רמת מובהקות לממצאי הניתוח. לכן, ממצאי המחקרים המוקדמים מהווים למעשה תוצאה של ניתוח מקדים/שלב ראשון של ניתוח הנתונים הדומה לסטטיסטיקה תיאורית של היום. כמו כן, חלק ניכר מהמחקרים מזוהים עם קושי בבידוד השפעת הגורם הנבחן, לעומת יתר הגורמים המשפיעים על רמת הבטיחות בדרך, כאשר חלקם סובלים מבעיות מתודולוגיות גם בהגדרת בסיס הנתונים למחקר (כגון: סינון מוקדם של התאונות לפי שיקולי החוקרים).

שני מחקרים - Ady (1967) בשיקגו והמחקר של Tele-Spot בבוסטון - נערכו בשיטת השוואה "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת שזוהי שיטה מקובלת בהערכות בטיחות עד היום. עם זאת, בשני המחקרים לא נלקחו בחשבון גורמים משפיעים נוספים כגון: שינויים בנפחי תנועה, מאפייני הדרך.

על אף הבעיות המתודולוגיות שאופיינו במחקרים המוקדמים של השפעת שלטי פרסום על תאונות, רוב ממצאי ההערכות הצביעו על כך ששיעור תאונות גבוה יותר מזוהה עם ריבוי שלטי פרסום מסחריים בקרבת קטעי דרך וצמתים. ההשפעה השלילית של שלטי פרסום הייתה חריפה

יותר באתרים עם גיאומטריה או סביבה מורכבת יותר כגון: בקטע עם עקום חד, בצומת לא מרומזר עם תמרור "עצור". במחקרים שנערכו בשיטה הקורלטיבית, רוב שלטי הפרסום הנבחנים היו שלטים סטטיים מסוג שלטי חוצות (billboards), בגדלים, צורות וצבעים שונים.

לעומת זאת, בשני המחקרים שנערכו בשיטת "אחרי-לפני" נבחנה השפעה של שלטים דינמיים/מתחלפים. הצבת השלטים הייתה נקודתית ולכן, לא הצטברה סטטיסטיקה משמעותית של תאונות דרכים שהייתה מאפשרת לפסוק לגבי השפעה או אי השפעה של שלטי פרסום על התרחשות התאונות, ברמת מובהקות מסוימת.

מחקרי תאונות מהתקופה האחרונה

בתקופה האחרונה נמצאו סה"כ ארבעה מחקרים שבהם נבחן קשר בין הצבת שלטי פרסום ותאונות. בין מחקרים אלה, היה מחקר אחד שבוצע בשיטת "אחרי-לפני" עם קבוצת ביקורת, שני מחקרים רחבי היקף שהשתמשו בשיטות ניתוח מיושנות (ניתוח חד-פרמטרי - חישוב מקדמי קורלציה, והשוואה פשוטה "אחרי-לפני") ומחקר אחד בקנדה שנערך בהתאם לכל הכללים המקובלים במחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

מבחינת כלל המחקרים שנסקרו בסקר עלה שפוטנציאל כלשהו לביצוע הערכה מסכמת של שינויים בתאונות (meta-analysis) קיים סה"כ לגבי שישה מחקרים. ההערכה המסכמת מקבלת משמעות כאשר המחקרים בוצעו לגבי סוג אמצעי דומה שנבחן בסוגי אתרים דומים ובמונחים של סוג דומה של תאונות. לפיכך, ההערכות המשוקללות בוצעה עבור שני אמצעים שהם:

א. התקנת שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית;

ב. התקנת שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר.

נמצא כי:

א. ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום מתחלף ליד דרך עירונית עורקית (בסמוך לאזור מחלף) מתקשר עם עליה מובהקת בסה"כ התאונות באזור נראות השלט. עקב איכות לא גבוהה של ההערכות בשני מחקרי הבסיס, אין לייחס משמעות רבה לערך הכמותי – עליה של 46% בכלל התאונות – שהתקבל בהערכה המשוקללת.

ב. ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום דינמי שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר, אינו מתקשר עם שינוי מובהק בסה"כ התאונות. עקב איכות נמוכה של שיטת הערכה באחד ממחקרי הבסיס, מומלץ להעדיף על הערכה משוקללת זו את ממצאי ההערכה של מחקר בסיס אחר - Smiley et al (2005) – אשר מתאפיין באיכות גבוהה של הניתוח וגם בעצמו משקלל ממצאים משלושה אתרים. לפי ממצאי מחקר זה, שלט פרסום דינמי (וידאו) שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר מתקשר עם אי-שינוי בכלל התאונות (עליה לא מובהקת של 0.6%), ועם עליה לא מובהקת בתאונות עם נפגעים ובתאונות חזית-אחור, בגובה 43%-ו-13%, בהתאמה.

לפי אותו המקור - Smiley et al (2005) – שלט וידאו שמוצב בקטע דרך עירונית מהירה מתקשר עם אי שינוי בסה"כ התאונות ועם עליה לא מובהקת בתאונות עם נפגעים.

לגבי השפעה על תאונות של שלטי פרסום סטטיים לא ניתן להביא ערך כמותי, עקב העדר אומדנים מסכמים במחקרי הבסיס, חולשה מתודולוגית של מרבית המחקרים (אשר ערכו ניתוח

קורלטיבי בלבד) וכמו כן, היעדר נתוני מקור מסודרים שהיו מאפשרים לבצע ניתוח חוזר של נתוני התאונות. עם זאת, בהתבסס על ניתוחו של Weiner (1973) יש לצפות שעליה בצפיפות שלטי הפרסום לאורך הדרך תביא לעליה בשכיחות התאונות.

סה"כ, בקרב מחקרי הערכה של השפעת שלטי פרסום על תאונות קיים מחסור במחקרים אשר בוצעו לפי הקריטריונים המקובלים לאיכות מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

בחירת השפעת שלטי פרסום באמצעות מחקרי התנהגות

מעבר לחיפוש קשר ישיר בין נוכחות השלטים והרעת מצב התאונות, לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. ההשערות העיקריות הן כי, מחד, שלטי פרסום גורמים להסחות דעת של הנהגים ממשימות הנהיגה ומאידך, הם מוסיפים לרעש הוויזואלי אשר מפריע להתמצאות בסביבה התנועתית. השערות אלה נבדקו במחקרי התנהגות שונים, בתנאי מעבדה ובניסוי שטח.

בניסוי מעבדה, לרבות באמצעות סימולאטור נהיגה, התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחות הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים.

לעומת זאת, מבחינת הממצאים של מחקרי שטח לא מתקבלת הוכחה עקבית להשפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים. סימני הרעה בצורת הסחות דעת משמעותיות יותר כגון: מבטים ארוכים ו/או תכופים יותר על השלטים, עיכובי תנועה, ריבוי בלימות חירום ללא סיבה – נצפו בחלק מן האתרים ולא נמצאו באתרים אחרים. באופן דומה, כאשר באותו הניסוי נבחנו מספר מדדי התנהגויות במקביל, השינויים שנצפו במדדים השונים (כגון: במהירות לעומת המרווחים בין כלי הרכב) היו כאלה שבהתאם לידע הקיים, היו מתקשרים עם השפעה הפוכה על בטיחות.

מאידך, הממצאים הכמותיים של המחקרים כגון: משך המבט על שלט פרסום, שכיחות המבטים בשלטים הדינמיים – אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג וכתוצאה, לאי מניעת תאונה. כמו כן, נראה כי ההבדל בהשפעת שלטי פרסום דינמיים לעומת הסטטיים מוחשי יותר בנסיעה בקטע דרך עירונית (עורקית) לעומת צומת. ייתכן כי תוצאה זו נובעת מעומס מידע נמוך יותר של צדי הדרך בקטע לעומת צומת ומכאן, בולטות גדולה יותר של שלט פרסום דינמי בסביבה זו.

התייחסות לשלטי פרסום, במדינות השונות

בנוסף למחקרי הערכה שבחנו סוגיות מסוימות בנושא השפעת שלטי פרסום, במדינות השונות נערכו סקרי ידע בנושא. לרוב, בסקר כזה מוצג דיון חוזר בממצאי המחקרים הקודמים, מכל העולם, וכמו כן, מובאות המלצות מסכמות בנושא שימוש בשלטי פרסום בצדי דרכים במדינה מסוימת. בנוסף, התקנות והחוקים בנושא התקנת שלטי פרסום הקיימים במדינות השונות יכולים לשמש דוגמאות ל"תרגום מעשי" של ממצאי המחקרים.

רוב סקרי הידע בנושא השפעת שלטי פרסום הסכימו כי:

* הוכחות בספרות המקצועית המצביעות על השלטים כגורם ישיר לתאונות הן מועטות. אומנם, קיים קושי ניכר בבידוד השפעתו של גורם זה, אך נראה כי השפעה שלילית של השלטים על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים.

* ההשפעה הישירה של שלט פרסום על הנהג היא בתשומת הלב המוקדשת לשלט והנגרעת מתשומת הלב למשימות הנהיגה, מצב אשר עלול לפגוע בביצועי הנהיגה ואף לגרום לתאונה. בתנאי תנועה רגילים, השפעת שלטי פרסום יכולה להיות שולית, אך היא עלולה להפוך לקריטית בנקודות החלטה בנהיגה או בתנאי תנועה מחמירים אשר דורשים מרב תשומת לב של הנהג. יש הטוענים כי השפעת השלטים תהיה ניכרת יותר אצל נהגים חסרי ניסיון או אצל נהגים בעלי כישורי נהיגה פגומים.

* במחקרי התנהגות נמצא כי ביכולתו של נהג להסיר מידע לא רלוונטי ממסגרת פעילותו העיקרית ושהאפקט הכללי של ההפרעות בדרך אינו משמעותי אך מובהק. מכאן, יש לדאוג לבקרה מסוימת של אמצעי הפרסום בצדי הדרך.

רוב התקנות בנושא שלטי פרסום פועלות להגבלת השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה:

(1) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: אורות נעים /מתחלפים /מהבהבים, ריבוי צבעים, אורות מסנוורים, אפקטים ויזואליים/ קוליים למיניהם, מסרים מורכבים וכד';

(2) איסור התקנת שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך (כגון: אזורי הסתעפות/ השתזרות בקרבת מחלפים) ובאתרים בהם שלטי פרסום יפגעו בנראות/בולטות של אמצעי בקרת תנועה/ שלטים רגילים.

3. ניתוח סטטיסטי

3.1 כללי

דרך נתיבי איילון הינה דרך פרברית מהירה שבצידיה לאורך מספר שנים הוצבו שלטי פרסום. בעקבות הדיונים בכנסת והחלטות בית המשפט בשנת 2007, **החל מ-1.01.08** נעצר שימוש בשלטי פרסום בצדי הדרך וכתוצאה, כל שלטי החוצות כוסו ביריעות לבנות (רובם היו מכוסים עד אמצע שנת 2009). מכאן, נוצרה אפשרות להשוואה בין שתי תקופות: עם השלטים בצדי הדרך וללא השלטים, מבחינת התרחשות התאונות בדרך.

לכחינת השפעת השלטים הוגדרו שתי תקופות:

"לפני" (עם השלטים: עם שלטי חוצות פעילים בצדי הדרך) – שנים 2006-2007;

"אחרי" (ללא השלטים: עם שלטי חוצות מכוסים בצדי הדרך) – שנת 2008.

הערות לתנאי השטח הנבחים:

א. המחקר הנוכחי מתמקד בבחינת השפעתם של **שלטי חוצות** בצדי הדרך נתיבי איילון שהנם שלטים סטטיים גדולים שהותקנו במיוחד לצורכי פרסום, לרוב, בשטחים פתוחים בסמוך לדרך ולעתים – בסמיכות לבתים ומבנים אחרים בצדי הדרך (ראה דוגמאות בציור 3.1). כל השלטים במבנה מיוחד: גבוהים מאוד וצרים לעומת הגובה, כאשר מבניהם מבדיל אותם מיתר אמצעי הפרסום לאורך הכביש אשר קיימים בעיקר על גבי בתים ולעתים, על גבי שלטים נוספים (רחבים ונמוכים יותר) שקיימים במספר מקומות בצדי הדרך.

ב. יודגש שבתקופת הפעלת השלטים הם תפקדו לרוב כשלטים סטטיים (לעתים, בתוספת אלמנט בולט או אלמנט מסוים בתנועה איטית), כאשר שלטים דינאמיים כהגדרתם: עם תמונות מתחלפות, המשלבים פרטי אנימציה, הבהוב, נצנוץ וכד' - לא היו בשימוש בכביש זה.

ג. בתקופת כיסוי השלטים (החל מ-1.01.08) ירדה גם כמות הפרסום לאורך הדרך המועברת באמצעים אחרים (על גבי בתים וכו'), כאשר רוב המסרים שנותרו היו מסוג פרסום קבוע של שמות מסחריים וחלקם – מסרים מטעם הרשויות או מסרים בענייני דת. כלומר, המסרים לאורך הדרך נהפכו לאינפורמטיביים בלבד, ללא אלמנטים מיוחדים שהיו מושכים תשומת לב מיוחדת של הנהגים.

מהלך העבודה היה כלהלן:

1. דיון עם נציגי מרכז הבקרה של דרך נתיבי איילון בנושא קבלת נתונים על תאונות הדרכים ונפחי התנועה בכביש.

2. סיור שטח לאורך הדרך נתיבי איילון על מנת לתעד את מיקום השלטים.

3. הכנת הנתונים לניתוח, כולל: (א) בחינה וטיוב מקדימים של נתוני התאונות שהתקבלו, לרבות הסרת כפילויות ברישום, בדיקת פרטי התאונות וקידוד מאפיינים עיקריים, ו- (ב) יצירת סדרות של נתוני התאונות וסדרות של נפחי תנועה לניתוח.

4. ניתוח הנתונים, התאמת מודלים וקבלת הערכות.



ציור 3.1. דוגמאות לשלטי חוצות בדרך נתיבי איילון.

3.2 הצגת הנתונים

3.2.1 הגדרת קבוצות טיפול וקבוצות ביקורת

בחינת נתוני התאונות מתבססת על מאגר נתוני התאונות של חברת "נתיבי איילון" שמפעילה את הדרך נתיבי איילון. מאגר נתונים זה נאסף מתחילת שנות ה-2000 והוא כולל מידע על כלל האירועים בדרך, לרבות כל סוגי התאונות שהתרחשו בשטח הדרך.

טבלה 3.1 מציגה את מבנה הדרך נתיבי איילון: מחלפים וקטעי דרך, לרבות קידודם לצרכי המחקר הנוכחי. הכביש באורך כולל של כ-26 ק"מ, כאשר הוא מחולק לשני חלקים לפי כיוון הנסיעה: N – איילון צפון, S – איילון דרום. התנהלות התנועה, התרחשות התאונות והצבת השלטים אינם זהים בשני חלקי הדרך, לכן יש מקום להתייחסות שונה לקטעים בשני כיווני

הנסיעה. בדרך נתיבי איילון ניתן לזהות סה"כ 33 קטעים, מתוכם 16 לכיוון צפון ו-17 לכיוון דרום. כמו כן, מבחינת העומסים ואופן התפתחות הדרך ניתן להבחין בין שני חלקים של הכביש במובן הגיאוגרפי: החלק המרכזי, ממחלף קיבוץ גלויות צפונה, והחלק הדרומי, ממחלף קיבוץ גלויות דרומה.

הצבת שלטי הפרסום הייעודיים הייתה לרוב בקטעים ולא בסמיכות למחלפים, לכן בחינת השפעת השלטים מתמקדת בקטעים. יצוין שבדיון עם נציגי מרכז הבקרה של דרך נתיבי איילון הובהר ש"אזור מחלף" בדרך נתיבי איילון מוגדר "בין שני אפים", דהיינו בין קצה אזור האף בתחילת אזור ההסתעפות (עליה למחלף) עד קצה אזור האף בנקודת ההשתזרות (ירידה ממחלף). כתוצאה, כל אזור בין קצה אזור האף בנקודת ההשתזרות עד קצה אזור האף בתחילת אזור ההסתעפות ייחשב כ"קטע". גישה זו שימשה בחלוקת הכביש לאזורי מחלפים/קטעים ובהמשך לסיווג נתוני התאונות.

כמו כן, בעקבות סיור שטח שנערך בדרך נתיבי איילון, תועד מיקום השלטים ונקבעו מספר רמות ייצוג של השלטים לאורך הכביש - "רמות טיפול" לצרכי הניתוח שהן (ראה עמודה מתאימה בטבלה 9):

- רמה 3 – קטע עם הימצאות גבוהה של השלטים: מספר שלטי חוצות מוצבים לאורך הקטע;
- רמה 2 – קטע עם הימצאות בינונית של השלטים: נמצא שלט חוצות בודד לאורך הקטע או מספר שלטים שמוצבים "נקודתית", בצירוף גבוה (דוגמא: מספר שלטים ליד עליה למחלף קיבוץ גלויות בכניסה מכביש מס' 1 לכיוון צפון);
- רמה 1 – קטע עם הימצאות נמוכה של השלטים: כאשר השלטים נראים מכיוון הנסיעה ההפוך.

לפיכך, קטעי הדרך בהם נבחנת השפעה של אמצעי ההתערבות (שלטי חוצות) במחקר הנוכחי - **קבוצות הטיפול - הם:**

- BC - "שבעת הכוכבים-גלילות", לכיוון צפון ודרום (קטעים BC_S, BC_N);
- CD - "גלילות-קק"ל", לכיוון צפון ודרום (קטעים CD_S, CD_N);
- DE - "קק"ל-רוקח", לכיוון צפון ודרום (קטעים DE_S, DE_N);
- EF - "רוקח-ההלכה", לכיוון צפון (קטע EF_N);
- JY - "קיבוץ גלויות-גשר מקווה ישראל בכביש 1", לכיוון צפון (קטע JY_N).

מכאן, הוגדרו סה"כ 8 קטעי טיפול, מתוכם:

- שלושה קטעים ברמת טיפול גבוהה (רמה 3) - BC_N, CD_N, DE_N;
- שני קטעים ברמת טיפול בינונית (רמה 2) - EF_N, JY_N;
- ושלושה קטעים ברמת טיפול נמוכה (רמה 1) - BC_S, CD_S, DE_S.

בצדי יתר הקטעים שלידם לא צוינה "רמת טיפול" בטבלה 3.1, לא נמצאים שלטים בשטח והם ישמשו כקבוצת ביקורת. כמו כן, כקבוצת ביקורת ישמשו אזורי המחלפים בדרך.

בניתוח הנוכחי הוגדרו סה"כ 6 **קבוצות ביקורת** שהן:

- C1 – יתר הקטעים (למעט קטעי הטיפול) בחלקו המרכזי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות צפונה, לרבות הכניסה מכביש מס' 1, לכיוון צפון ;
- C2 – יתר הקטעים (למעט קטעי הטיפול) בחלקו המרכזי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות צפונה, לרבות הכניסה מכביש מס' 1, לכיוון דרום ;
- C3 – יתר הקטעים בחלקו הדרומי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות דרומה, לכיוון צפון ;
- C4 – יתר הקטעים בחלקו הדרומי של הכביש, ממחלף קיבוץ גלויות דרומה, לכיוון דרום ;
- C5 – כל המחלפים בחלקו המרכזי של הכביש, מ-A עד J ;
- C6 – כל המחלפים בחלקו הדרומי של הכביש, מ-K עד Q.

טבלה 3.1. מבנה הדרך נתיבי איילון, לרבות הימצאות שלטי חוצות

אתר	שם מחלף/ קטע	קוד אתר	הימצאות שלטי חוצות*	רמת טיפול**
מחלף	בגין	A		
קטע	בגין-שבעת הכוכבים	AB		
מחלף	שבעת הכוכבים	B		
קטע	שבעת הכוכבים-גלילות	BC	BC_N מספר שלטים לאורך הקטע	3
			BC_S רואים שלטים בצד השני	1
מחלף	גלילות	C		
קטע	גלילות-קק"ל	CD	CD_N מספר שלטים לאורך הקטע	3
			CD_S רואים שלטים בצד השני	1
מחלף	קק"ל	D		
קטע	קק"ל-רוקח	DE	DE_N מספר שלטים לאורך הקטע	3
			DE_S רואים שלטים בצד השני	1
מחלף	רוקח	E		
קטע	רוקח-ההלכה	EF	EF_N שלט בודד	2
מחלף	ההלכה	F		
קטע	ההלכה-ארלוזורוב	FG		
מחלף	ארלוזורוב	G		
קטע	ארלוזורוב-השלום	GH		
מחלף	קפלן (השלום)	H		
קטע	השלום-לה גארדיה	HI		
מחלף	לה גארדיה	I		
קטע	לה גארדיה-קיבוץ גלויות	IJ		
מחלף	קיבוץ גלויות	J		
קטע	קיבוץ גלויות- גשר מקווה ישראל בכביש 1	JY	JY_N מספר שלטים ליד עליה למחלף	2
מחלף	גשר מקווה ישראל בכביש 1	Y		
קטע	קיבוץ גלויות-חולון	JK		
מחלף	חולון	K		
קטע	חולון-וולפסון	KL		
מחלף	וולפסון	L		
קטע	וולפסון-דוב הוז	LM		
מחלף	דב הוז	M		
קטע	דוב הוז-יוספטל	MN		
מחלף	יוספטל	N		
קטע	יוספטל-הקוממיות	NO		
מחלף	הקוממיות	O		
קטע	הקוממיות-משה דיין	OP		
מחלף	משה דיין	P		
קטע	משה דיין-חולות	PQ		
מחלף	חולות	Q		

* N- איילון צפון, S – איילון דרום

** בהתאם להימצאות שלטי חוצות, בריכוזים השונים

3.2.2 הכנת הנתונים לניתוח

ממרכז הבקרה של דרך נתיבי איילון התקבלו נתונים על כל אירועי התאונות בכביש בשנים 2006-2008 והן, ספירות תנועה חודשיות לשנים 2006-2008 בחלוקה לפי צפון/דרום, ימות השבוע וקטעי הכביש, כאשר לכל חודש הוצג שבוע אחד של הספירות. סה"כ התקבלו מעל 70 קבצים עם ספירות תנועה לפי כיוון הנסיעה בדרך וחודש מדידה, וכמו כן, 9 קבצים עם נתוני התאונות לפי רמות חומרה של התאונות וכיווני הנסיעה בדרך³.

הכנת הנתונים לניתוח כללה שלבים אלה:

(א) בחינה וטיוב של נתוני התאונות שהתקבלו, לרבות הסרת כפילויות ברישום, הסרת קטעים לא רלוונטיים⁴, בדיקת פרטי התאונות וקידוד מאפיינים עיקריים.

(ב) יצירת סדרות של נתוני התאונות לפי קטעי כביש ומחלפים ולאחר מכן, לפי קבוצות טיפול וקבוצות ביקורת.

(ג) יצירת סדרות של נפחי תנועה לפי צרכי הניתוח.

נתוני התאונות

כשלב ראשון, בוצעה בדיקת הנתונים, לכל שנה, בהתאם לקוד המזהה של כל אירוע וכיוון הנסיעה, על מנת לנטרל דיווחים חוזרים. לכל תאונה בכביש נתיבי איילון התקבלו פרטים אלה: מספר מזהה, תאריך תאונה, שעת תאונה, תיאור אירוע התאונה⁵, מיקום התאונה (שם קטע/מחלף), כיוון נסיעה (צפון/דרום), חומרת התאונה.

חומרת התאונות בכביש רשומה לפי שלוש רמות: תאונת נזק בלבד, תאונה עם נפגעים או תאונה קטלנית, כאשר מרבית התאונות בכביש הם תאונות נזק בלבד.

סוגי התאונות שנצפו בכביש הם, בעיקר, תאונות רכב יחיד והתנגשויות בין כלי רכב, אם כי בדיווח על התאונות לא מבוצע קידוד לפי סוג תאונה. בנוסף, בשנים שונות נצפו אירועים בודדים של סוגי תאונות אחרים כגון: פגיעה בהולך רגל, נפילה מרכב.

סה"כ, לאחר הסרת הכפילויות בדיווח, בשנים הנבחרות בכביש נתיבי איילון נרשמו אירועי תאונות כלהלן: **955 בשנת 2006, 952 בשנת 2007, 890 בשנת 2008**. פירוט מספרים אלה לפי כיווני הנסיעה בדרך נתיבי איילון, בתוספת מספרי האירועים בכביש 1 שהוסרו מהניתוח (ואירועים ללא מיקום), מוצג בטבלה 3.2. כמו כן, בטבלה 3.2 מוצגים מספרי האירועים בקטעי הכביש ששימשו לדיווח הרשמי על אירועי התאונות ע"י חברת נתיבי איילון.

על סמך שעת התאונה נערך קידוד התאונות לפי שעות יום ולילה, כאשר כשעות לילה נלקחו השעות מ-8 בערב עד 6 בבוקר (בעיקר, משיקולי ירידת העומסים בשעות אלה, כי הכביש מואר

³ כפי שנמסר מחברת נתיבי איילון, בשנת 2008 בוצע מעבר למערכת חדשה לדיווח על אירועים חריגים בדרך, לרבות תאונות דרכים. עם זאת, כללי הדיווח על האירועים לא השתנו עם המעבר, כאשר המערכת החדשה לעומת הישנה מקנה גמישות רבה יותר בעיבוד והפקת הנתונים.

⁴ בשנת 2008, למערכת הדיווח של דרך נתיבי איילון נוספו קטעי כביש מס' 1 עד מחלף לוד אשר הוסרו מהניתוח הנוכחי.

⁵ תיאור האירוע מוצג כמספר משפטים של טקסט חופשי. תיאורים אלה אינם אחידים בין השנים, כאשר לדוגמה בשנת 2008 נצפו יותר מקרים עם שדות תיאור ריקים.

לאורכו). כמו כן, על סמך תאריך התאונה בוצע קידוד של יום חול (א-ה') לעומת סוף שבוע (שישי-שבת) ויום חג.

טבלה 3.2. מספרים מסכמים של אירועי התאונות בכביש נתיבי איילון בשנים 2006-2008

2006	הרצליה - מחלף חולון*	יתר הקטעים	סה"כ	אין מיקום, או מיקום אחר-כביש 1	סה"כ אירועים שדווחו
בכיוון צפון	507	59	566	0	566
בכיוון דרום	320	69	389	13	402
סה"כ	827	128	955	13	968
2007	הרצליה - מחלף חולון*	יתר הקטעים	סה"כ	אין מיקום, או מיקום אחר-כביש 1	סה"כ אירועים שדווחו
בכיוון צפון	486	58	544	0	544
בכיוון דרום	347	61	408	13	421
סה"כ	833	119	952	13	965
2008	הרצליה - מחלף חולון*	יתר הקטעים	סה"כ	אין מיקום, או מיקום אחר-כביש 1	סה"כ אירועים שדווחו
בכיוון צפון	400	48	448	37	485
בכיוון דרום	365	77	442	10	452
סה"כ	765	125	890	47	937

* קטעי כביש בדיווח הרשמי על תאונות בדרך נתיבי איילון ע"י חברת נתיבי איילון

על סמך מאגר התאונות שהתקבל לאחר הבדיקות, נבנו סדרות חודשיות של מספרי התאונות לפי קטעי כביש ומחלפים של הדרך ולאחר מכן, לפי קבוצות הטיפול וקבוצות הביקורת שהוגדרו לעיל - סה"כ 14 סוגי מיקום שהם:

6 קבוצות ביקורת						8 קטעי טיפול							
C6	C5	C4	C3	C2	C1	-DE	-CD	-BC	-JY	-EF	-DE	-CD	-BC
						S	S	S	N	N	N	N	N

בהתחשב במאפייני התאונות הזמינים לניתוח, לבחינת השפעת השלטים נבחרו 7 סוגי חתכים של התאונות – **סדרות לניתוח** - כלהלן:

1. סה"כ התאונות (נזק, עם נפגעים, קטלניות)
2. תאונות נזק בלבד
3. תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות
4. תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות, בלילה
5. תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות, ביום
6. תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות, בסוף שבוע-חג
7. תאונות עם נפגעים לרבות קטלניות, ביום חול

כלומר, השפעת שלטי הפרסום תיבחן באמצעות ניתוח השינויים בתאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת, כאשר בחינה זו תבוצע ב-7 חתכים של התאונות. לכן, לכל אחד מ-14 סוגי המיקום שצוינו לעיל נבנו 7 סדרות חודשיות של התאונות בהתאם לחתכי התאונות הנ"ל.

נתוני הנפחים

הנתונים על נפחי תנועה בדרך נתיבי איילון התקבלו עבור תשעה קטעים בחלקו המרכזי של הכביש, בין מחלף קיבוץ גלויות עד מחלף הרצליה, לרבות קטע כניסה לנתיבי איילון מכביש מס' 1 (הקטעים BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JY), בכיוון צפון ודרום. הנתונים התקבלו ברזולוציה של שעה, לשבעה ימים בשבוע.

על סמך נתונים אלה נבנו סדרות חודשיות של נפח תנועה יומי, בכל קטע, מינואר 2006 עד דצמבר 2008. הסדרות החודשיות של נפחי התנועה נבנו לפי סוגי יום – ממוצע יום חול, ממוצע סוף-שבוע; לפי תקופות יום – שעות יום, שעות לילה, וכמו כן, הופקו ממוצעים של נפח תנועה יומי במשך שבוע, לרבות חלוקתו לשעות יום ושעות לילה. בדרך זו, לכל אחד מהקטעים התקבלו תשעה סדרות עיתיות של נפחי תנועה, ברזולוציות שונות.

סדרות אלה שימשו בסיס ליצירת סדרות חודשיות של נפחי תנועה לפי צרכי הניתוח – סדרות התאונות שהוגדרו קודם. כך, לסדרות התאונות 1,2,3 נדרשים ממוצעים של נפחי תנועה לשבוע שלם, לכל שעות היממה, בעוד שלסדרות התאונות 4,5 נדרשים ממוצעים של נפחי תנועה לשבוע שלם אך לשעות לילה ולשעות יום, בהתאמה, ולסדרות 6,7 נדרשים נפחי תנועה כממוצע בסוף שבוע וממוצע ביום חול, בהתאמה.

במהלך הכנת נתוני הנפחים נערכו בדיקות מרובות, כולל השלמת נתונים חסרים (בקטעים מסוימים בחודשים נבחרים), החלקות וטיפול באומדנים חריגים.

בנוסף, כפי שהיה ניתן להבחין לעיל, הנתונים על נפחי התנועה התקבלו מה"כ עבור 18 מתוך 33 קטעים הקיימים בדרך ולכן, עקרונית, אומדני הנפח היו חסרים עבור קבוצות ביקורת אלה: C3, C4, C5, C6. נתונים אלה לא התקבלו מהמקור כי עד כה הם חסרים במרכז הבקרה של דרך נתיבי איילון. לכן, במסגרת הכנת הנתונים ובשלבם הראשונים של הניתוח הופעלו מספר שיטות חישוב על מנת לספק אומדני נפח לאתרים החסרים: קטעי דרך בחלקו הדרומי של דרך נתיבי איילון (קבוצות הביקורת C3, C4) ובמחלפים (קבוצות הביקורת C5, C6). בנושא זה קיים דוח עבודה מפורט.

עם זאת, על אף המאמצים שהושקעו בסוגיה זאת, הניסיונות לבנות מודל מסביר להערכת השינויים בתאונות תוך כדי שימוש בנתוני הנפח ה"מלאכותיים" לא צלחו. לכן, במסגרת הניתוח הוחלט לוותר על התחשבות ישירה בנפחי תנועה באותן ההשוואות בהן שימשו קבוצות הביקורת C3-C6, כאשר בהשוואות עם קבוצות הביקורת C1, C2 כן שימשו נתוני הנפחים כנתונים מקוריים (ראה פירוט בפרק 3 – ניתוח תאונות).

יצוין גם כי הוויתור על שימוש בנפחי תנועה בחלק מההשוואות לא יצר הטעיה מהותית מכיוון שבבחינת השינויים בנפחי התנועה בדרך נתיבי איילון בתקופת "אחרי" (שנת 2008) לעומת "לפני" (2006-2007) לא נמצאו שינויים משמעותיים ברוב קטעי הדרך, פרט לאחד (ראה פירוט בפרק 3). הטענה ליציבות נפחי התנועה בכביש נתמכת גם ע"י הנתונים הרשמיים של דרך נתיבי איילון (באתר האינטרנט של מרכז הבקרה) לפיהם נפח תנועה ממוצע יומי בכביש היה:

593,677 כלי רכב בשנת 2006; 585,301 בשנת 2007; 595,702 בשנת 2008.

3.2.3 סיכומים לנתוני התאונות בדרך נתיבי איילון

טבלות 3.3-3.5 מציגות סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, בהתאם לסדרות התאונות שהוגדרו לניתוח ולפי מיקום: בקטעי הטיפול ובקבוצות הביקורת.

מטבלות 3.3-3.5 ניתן לראות כי:

- סה"כ מספרי התאונות בכל רמות החומרה, בשנה, היו בקטעי הטיפול 95-106 בתקופת "לפני" ו-65 בתקופת "אחרי", בקבוצות הביקורת – 849-857 בתקופת ה"לפני" ו-825 – בתקופת ה"אחרי". כלומר, הן בקטעי הטיפול והן ביתר הכביש, סה"כ מספר התאונות ירד בשנת 2008, כאשר הירידה הייתה מהותית יותר בקטעי הטיפול.
- בכל הדרך נתיבי איילון, כולל מחלפים, דווח סה"כ על 285-302 תאונות עם נפגעים, לרבות תאונות קטלניות, בשנים 2006-2007, ועל 275 תאונות עם נפגעים, לרבות עם הרוגים, בשנת 2008. מספרים אלה כוללים, כאמור, גם תאונות קטלניות: 5, 5 ו-3, בהתאמה, בכל אחת משנים אלה. כלומר, תאונות קטלניות בדרך נתיבי איילון הם אירועים נדירים.
- תאונות עם נפגעים מהוות כ-30% מסה"כ התאונות בכביש, בכל אחת משנות המעקב. אחוז דומה של תאונות עם נפגעים נצפה גם בקרב סה"כ התאונות בקבוצות הביקורת. לעומת זאת, סה"כ בקבוצת הטיפול, החלק היחסי של תאונות עם נפגעים ירד מ-39% בשנים 2006-2007 ל-26% בשנת 2008.
- בכל קטעי הטיפול ביחד אירעו סה"כ 41 ו-36 תאונות עם נפגעים, לרבות עם הרוגים, בשנים 2006-2007 ו-17 תאונות עם נפגעים בשנת 2008. חלקם היחסי של קטעי הטיפול מקרב סה"כ התאונות, בכל רמות החומרה, ירד מ-11%-10% בשנים 2006-2007 ל-7% בשנת 2008. באופן דומה, חלקם היחסי של קטעי הטיפול מקרב תאונות עם נפגעים ירד מ-14%-12% בשנים 2006-2007 ל-6% בשנת 2008.
- בקרב התאונות עם נפגעים, סה"כ לאורך הכביש, 24%-22% מהוות תאונות לילה. אחוז דומה של תאונות לילה נצפה גם סה"כ בקבוצות הביקורת. לעומת זאת, חלקן היחסי של תאונות לילה בקרב תאונות עם נפגעים סה"כ בקבוצות הטיפול ירד מ-25%-22% בשנים 2006-2007 ל-12% בשנת 2008. כלומר, בקרב התאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול בשנת 2008 לעומת שנים קודמות נצפו ירידות הן בשעות יום והן בשעות לילה, כאשר הירידה היחסית בשעות לילה הייתה חזקה יותר.
- כמו כן, בקרב התאונות עם נפגעים, סה"כ לאורך הכביש, תאונות בסופי שבוע היוו 28% בשנת 2006 וירדו ל-23% בשנת 2007 ול-20% בשנת 2008. אחוז דומה של תאונות בסופי שבוע ושינוי דומה באחוז תאונות אלה לאורך השנים נצפה גם סה"כ בקבוצות הביקורת. לעומת זאת, חלקן היחסי של תאונות בסופי שבוע סה"כ בקבוצות הטיפול גבוה יותר והוא לא השתנה בשנת 2008 לעומת שנים קודמות: הן בשנת 2006 והן בשנת 2008 29% מקרב תאונות אלה היו בסופי שבוע. עם זאת, כהסבר לעובדה זו ניתן להבחין בטבלה 3.5 שבקרב התאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול בשנת 2008 לעומת שנים קודמות נצפו

ירידות הן בימי חול והן בסופי שבוע, כאשר הירידה היחסית בימי חול הייתה חזקה יותר (ולכן, לא נמצאה ירידה באחוז של תאונות בסופי שבוע).

ניתן להבחין כי סה"כ מספר התאונות עם נפגעים, לרבות תאונות קטלניות, בקטעי הטיפול אינו גבוה: 36-41 אירועים בשנה, בתקופת ה"לפני" ו-17 אירועים בשנה, בתקופת ה"אחרי". מספרים קטנים במיוחד של האירועים נצפו בשעות לילה ובסופי שבוע. מכאן, יש לצפות לחוסר מובהקות של ממצאי הניתוח לגבי סדרות הנתונים 4-7 (פילוחים של תאונות עם נפגעים לפי סוג יום ושעות יום/לילה) וכמו כן, בבחינה פרטנית של שינויים בקבוצות השונות של קטעי הטיפול.

טבלה 3.3. סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 1,2,3

חלקן היחסי של תאונות בקטעי הטיפול	סה"כ	סה"כ בקבוצות ביקורת	סה"כ בקטעי טיפול	C6	C5	C4	C3	C2	C1	DE_S	CD_S	BC_S	JY_N	EF_N	DE_N	CD_N	BC_N	סדרה	שנה
11%	955	849	106	65	417	57	66	130	114	13	8	3	10	8	40	21	3	1 - סה"כ התאונות	2006
10%	952	857	95	77	461	55	58	100	106	8	10	6	16	8	17	25	5		2007
7%	890	825	65	48	367	88	69	149	104	7	7	3	3	7	12	20	6		2008
10%	670	605	65	41	304	37	45	98	80	7	3	0	4	8	26	16	1	2 - תאונות נזק	2006
9%	650	591	59	48	319	37	47	66	74	5	6	3	10	6	11	15	3		2007
8%	615	567	48	32	251	57	51	102	74	6	5	3	3	4	10	13	4		2008
14%	280	240	40	23	110	20	21	32	34	6	5	2	6	0	14	5	2	3א - תאונות עם נפגעים	2006
12%	297	262	35	28	140	18	11	33	32	3	4	3	5	2	6	10	2		2007
6%	272	255	17	16	114	30	18	47	30	1	2	0	0	3	2	7	2		2008
20%	5	4	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3ב - תאונות קטלניות	2006
20%	5	4	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		2007
0%	3	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		2008
	30%	29%	39%	37%	27%	35%	32%	25%	30%	46%	63%	100%	60%	0%	35%	24%	67%	אחוז תאונות עם נפגעים + קטלניות מקרב סה"כ התאונות	2006
	32%	31%	38%	38%	31%	33%	19%	34%	30%	38%	40%	50%	38%	25%	35%	40%	40%		2007
	31%	31%	26%	33%	32%	35%	26%	32%	29%	14%	29%	0%	0%	43%	17%	35%	33%		2008

טבלה 3.4. סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 4,5

שנה	סדרה	BC_N	CD_N	DE_N	EF_N	JY_N	BC_S	CD_S	DE_S	C1	C2	C3	C4	C5	C6	סה"כ בקטעי טיפול	סה"כ בקבוצות ביקורת	סה"כ
2006	4 - תאונות עם נפגעים*, בשעות לילה	0	1	0	0	2	1	2	3	4	9	4	9	21	6	9	53	62
2007		0	4	1	0	2	1	1	0	6	8	2	3	33	11	9	63	72
2008		0	1	0	0	0	0	1	0	4	16	3	11	24	4	2	62	64
2006	5 - תאונות עם נפגעים*, בשעות יום	2	4	14	0	4	2	3	3	30	23	17	11	92	18	32	191	223
2007		2	6	5	2	4	2	3	3	26	26	9	15	109	18	27	203	230
2008		2	6	2	3	0	0	0	1	1	26	31	15	20	12	15	196	211
2006	אחוז תאונות לילה מקרב סה"כ התאונות עם נפגעים*	0%	20%	0%	0%	33%	33%	50%	12%	28%	19%	45%	19%	25%	22%	22%	22%	22%
2007		0%	40%	17%	0%	33%	33%	0%	19%	24%	18%	17%	23%	38%	24%	25%	24%	24%
2008		0%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	34%	17%	35%	21%	25%	24%	12%	24%	23%

*לרבות תאונות קטלניות

טבלה 3.5. סיכומים שנתיים של מספרי התאונות, לפי מיקום – סדרות 6,7

שנה	סדרה	BC_N	CD_N	DE_N	EF_N	JY_N	BC_S	CD_S	DE_S	C1	C2	C3	C4	C5	C6	סה"כ בקטעי טיפול	סה"כ בקבוצות ביקורת	סה"כ
2006	6 - תאונות עם נפגעים*, בסוף שבוע	1	2	1	0	3	1	2	2	9	9	6	9	24	10	12	67	79
2007		0	3	1	0	1	0	1	1	6	6	2	6	34	9	7	63	70
2008		0	2	1	1	0	0	0	1	4	6	2	14	18	5	5	49	54
2006	7 - תאונות עם נפגעים*, ביום חול	1	3	13	0	3	2	3	4	25	23	15	11	89	14	29	177	206
2007		2	7	5	2	5	3	3	2	26	28	9	12	108	20	29	203	232
2008		2	5	1	2	0	0	0	2	26	41	16	17	98	11	12	209	221
2006	אחוז תאונות בסוף שבוע מקרב סה"כ התאונות עם נפגעים*	50%	40%	7%	0%	50%	33%	40%	33%	26%	28%	29%	45%	21%	42%	29%	27%	28%
2007		0%	30%	17%	0%	17%	0%	0%	25%	19%	18%	18%	33%	24%	31%	19%	24%	23%
2008		0%	29%	33%	33%	0%	0%	0%	0%	100%	13%	11%	45%	16%	31%	29%	19%	20%

*לרבות תאונות קטלניות

3.3 שיטת הניתוח

השיטה שנבחרה להערכת השפעת השינוי (הסרת שלטי חוצות בדרך נתיבי איילון) על התרחשות התאונות הינה השוואה בין מספרי התאונות בתקופה "אחרי" עם מספרי התאונות בתקופה "לפני", תוך כדי התחשבות בשינויים בתאונות בקבוצת ביקורת, כאשר קבוצת הביקורת מאפשרת להעריך את השינויים שהיו מתרחשים בתאונות באתרי הטיפול בתקופה "אחרי" לולא ההתערבות. השינוי בתאונות מוערך באמצעות התאמת מודלים מסבירים לסדרות חודשיות של תאונות באתרי הטיפול ובאתרי הביקורת, כאשר כמשתנים מסבירים במודלים אלה משמשים: נפח התנועה, אורך קטע דרך, גורם עונתיות - חודש תאונה.

3.3.1 ניתוח שינויים בנפחי תנועה

מהמודלים המסבירים שהותאמו בעבר לסוגי אתרים שונים ידוע שאחד המסבירים העיקריים להתרחשות התאונות הוא נפח תנועה, כאשר ככלל מתקבל קשר ישיר בין נפח התנועה ושכיחות התאונות, אך ברמות חוזק שונות, בתלות בסוג האתר ובסוגי התאונות הנבחנות. לכן, כשלב ראשון של הניתוח נבחן האם היה הבדל בין נפחי התנועה בתקופת "אחרי" לעומת התקופה "לפני".

בכל סדרה חודשית של נפחי תנועה נבחן ממוצע סדרת הנפחים "לפני" (2006-2007) לעומת סדרת הנפחים "אחרי", תוך התחשבות בתלות של הנתונים. הבחינה התייחסה סה"כ ל-19 סדרות של נתונים, כולל 8 סדרות לקטעי הטיפול ($V_DE_S \dots V_BC_N$), 5 סדרות לקבוצות הביקורת (V_C1 ו- V_C5) ועוד 6 סדרות אגרגטיביות כלהלן:

V_C12 – ממוצע נפחי התנועה בקבוצות ביקורת $C1$, $C2$ (יתר הקטעים בחלקו המרכזי של הכביש, בשני כיווני הנסיעה);

V_C - ממוצע נפחי התנועה בכל קבוצות הביקורת;

V_t3 – ממוצע נפחי התנועה בקטעי הטיפול ברמת טיפול 3;

V_t2 – ממוצע נפחי התנועה בקטעי הטיפול ברמת טיפול 2;

V_t1 – ממוצע נפחי התנועה בקטעי הטיפול ברמת טיפול 1;

V_t – ממוצע נפחי התנועה בכל קטעי הטיפול.

הסדרות הנ"ל נבחנו לגבי חמישה חתכים של נפחי תנועה שהם:

א - ממוצע של נפחי התנועה לשבוע שלם לכל שעות היממה;

ב - ממוצע של נפחי התנועה לשבוע שלם לשעות לילה;

ג - ממוצע של נפחי התנועה לשבוע שלם לשעות יום;

ד - ממוצע נפחי התנועה בסוף שבוע;

ה - ממוצע נפחי התנועה ביום חול.

כשלב א', כל סדרה של נפחים לפי מיקום נבחנה בנפרד (באמצעות מודל המתחשב באוטו-קורלציה של שגיאות המודל – נסמן בקצרה כ-AR test), כאשר לכל סדרה מדווחים הגדלים הבאים:

est_i = ממוצע הסדרה "לפני",

est_d = הפרש בין ממוצע הסדרה "אחרי" לממוצע הסדרה "לפני",

Pv = מובהקות ההפרש (ערך נמוך מ-0.05 נחשב מובהק),

$per_dif = round(100 * est_d / est_i)$ - ההפרש בין ממוצע הסדרה "אחרי" לממוצע הסדרה "לפני"

מחולק בממוצע הסדרה לפני ומבוטא באחוזים. זאת כי לעיתים מתקבל הפרש מובהק אך לא משמעותי מהבחינה המעשית. לכן ביטאנו את ההפרש באחוזים לעומת הערכים בתקופה "לפני".

טבלה 3.6 מציגה דוגמא לממצאי הערכה זו, לגבי סדרות של ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם לכל שעות היממה (חתך א').

טבלה 3.6. ממצאים מהערכת השינויים בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", בכל סדרה

בנפרד, עבור ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם, כל השעות ביחד

רמת טיפול לקטעי טיפול, 0- קבוצת ביקורת	שם הסדרה	per_dif	Pv	est_d	est_i	' on
0	V_C1	0	0.81647	611.79	125967.26	1
0	V_C2	-3	0.00012	-3761.86	123406.98	2
0	V_C3	4	0.11633	4456.29	101695.95	3
0	V_C4	4	0.11633	4456.29	101695.95	4
0	V_C5	-2	0.00275	-12678.89	518323.16	5
3	V_BC_N	1	0.75701	564.71	45688.52	6
3	V_CD_N	1	0.77666	973.39	99760.53	7
3	V_DE_N	0	0.65205	-452.55	103211.15	8
2	V_EF_N	-2	0.00464	-1547.69	71029.02	9
2	V_JY_N	-3	0.11850	-2110.76	77953.87	10
1	V_BC_S	-9	0.00359	-2756.55	29612.66	11
1	V_CD_S	-2	0.10025	-1689.77	96841.32	12
1	V_DE_S	1	0.71790	1008.34	92529.38	13
0	V_c12	-1	0.47923	-1008.28	124457.70	14
0	V_c	0	0.57306	-520.14	193869.24	15
3	V_t3	-2	0.09485	-1915.44	84218.61	16
2	V_t2	-2	0.03725	-1644.92	74494.12	17
1	V_t1	-2	0.38488	-1228.03	73093.69	18
123	V_t	-3	0.02640	-1945.13	77462.38	19

בטבלה 3.6 ניתן להבחין בשינויים מובהקים בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" בסדרות נתונים אלה: בקטעי הטיפול EF_N, BC_S; בקבוצת הטיפול ברמת טיפול 2 ובסה"כ קטעי הטיפול. באופן דומה, נצפו שינויים מובהקים בנפחי תנועה בקבוצות הביקורת C2, C5. כל השינויים מצביעים על ירידה בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" אם כי השינויים לא מהותיים במובן המעשי – גבוהה של 2%-3% לעומת הערך בתקופה "לפני", כאשר שינוי משמעותי יותר, ברמה של 9%, נצפה בקטע טיפול אחד בלבד – BC_S (שבעת הכוכבים-גלילות) בכיוון דרום.

כשלב ב', כל סדרות הנפחים לפי מיקום נבחנו בו-זמנית, לכל אחת מחתכי הנתונים א'-ה'. בבחינה זו, אנו מעוניינים להשוות, האם ההפרש של נפחי התנועה בין התקופות "לפני" ו-"אחרי" שווה בין אתרי הטיפול לאתרי הביקורת במוצע על פני כל הקטעים. מכיוון שסדרי הגודל של הנפחים שונים, עבדנו עם התמרה לוגריתמית של הנפח, כך שסדר הגודל של נפח התנועה בקטע יהיה קבוע אופייני לקטע (או סדרה), אך יצטמצם בהשוואה "לפני"/"אחרי".

השוואה זאת נעשתה בעזרת פרוצדורת MIXED של SAS 9.2, המאפשרת טיפול בנתונים תלויים. רכיב האינטראקציה מודד באיזו מידה ההפרש "לפני"/"אחרי" של לוג נפחי התנועה שווה בין הקטעים. טבלה 3.7 מביאה דוגמא להערכה זו עבור חתך א' של הנתונים - ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם, כל השעות ביחד.

ניתן לראות שהאינטראקציה לא מובהקת, מה שמביא לכך שניתן לנתח את נתוני התאונות ללא התחשבות בשינויים בנפח. מהתבוננות בהשוואות לכל סדרה, ניתן לראות שבקטע טיפול BC_S חל שינוי מובהק בנפחי התנועה בין התקופות "לפני" ו-"אחרי" שאותו יש לקחת בחשבון בבחינת השינויים בתאונות. (ממצאים דומים התקבלו גם בבחינת חתכים אחרים של נתוני הנפח).

טבלה 3.7. ממצאים מהערכת השינויים בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", בכל הסדרות בו-זמנית, עבור ממוצע נפחי התנועה לשבוע שלם, כל השעות ביחד

The GLIMMIX Procedure

Covariance Parameter Estimates			
Cov Parm	Subject	Estimate	Standard Error
AR(1)	type	0.8408	0.04245
Residual		0.003974	0.001037

Type III Tests of Fixed Effects				
Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
y8	1	178.3	0.92	0.3391
type	12	9.222	430.32	<.0001
Type*y8	12	178.3	1.52	0.1192

Simple Effect Comparisons of type*y8 Least Squares Means By type							
Simple Effect Level	y8	_y8	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
type BC_N	0	1	-0.00061	0.03230	178.3	-0.02	0.9850
type BC_S	0	1	0.1097	0.03230	178.3	3.40	0.0008
type C1	0	1	0.01023	0.03230	178.3	0.32	0.7519

<i>Simple Effect Comparisons of type*y8 Least Squares Means By type</i>							
<i>Simple Effect Level</i>	<i>y8</i>	<i>_y8</i>	<i>Estimate</i>	<i>Standard Error</i>	<i>DF</i>	<i>t Value</i>	<i>Pr > |t|</i>
<i>type C2</i>	0	1	0.007815	0.03230	178.3	0.24	0.8091
<i>type C3</i>	0	1	-0.03388	0.03230	178.3	-1.05	0.2956
<i>type C4</i>	0	1	-0.03388	0.03230	178.3	-1.05	0.2956
<i>type C5</i>	0	1	0.01625	0.03230	178.3	0.50	0.6155
<i>type CD_N</i>	0	1	-0.05009	0.03230	178.3	-1.55	0.1227
<i>type CD_S</i>	0	1	0.01662	0.03230	178.3	0.51	0.6074
<i>type DE_N</i>	0	1	0.02042	0.03230	178.3	0.63	0.5280
<i>type DE_S</i>	0	1	-0.01213	0.03230	178.3	-0.38	0.7076
<i>type EF_N</i>	0	1	0.02572	0.03230	178.3	0.80	0.4268
<i>type JY_N</i>	0	1	0.03544	0.03230	178.3	1.10	0.2740

<i>Tests of Covariance Parameters Based on the Restricted Likelihood</i>					
<i>Label</i>	<i>DF</i>	<i>-2 Res Log Like</i>	<i>ChiSq</i>	<i>Pr > ChiSq</i>	<i>Note</i>
Parameter list	1	-1374.34	337.80	<.0001	DF

3.3.2 ניתוח השפעת הטיפול - הסרת שלטי פרסום, על תאונות

כאשר רוצים לנתח את השפעת הטיפול על תאונות הדרכים קיים צורך להתחשב במספר גורמים וביניהם:

1) **נפחי תנועה** - ייתכן שנפח התנועה שונה בין התקופות. לכן יש לנטרל את השפעת שינוי הנפח על פני התקופות השונות, שיעשה על ידי הכנסת נפח התנועה כמסביר במודל התאונות. עם זאת, בבחינת נתוני הנפח התעוררו בעיות כלהלן:

(א) נפחי התנועה ידועים לקטעי הטיפול ולקבוצות הביקורת C1 ו-C2, כאשר לשאר קבוצות הביקורת ישנם הערכות נפחים בלבד. ניסיונות להתאים מודלים המשתמשים בנפחים מוערכים אלה גרמו לבעיות בהתאמת המודלים. לכן, הוחלט לא להשתמש באומדנים אלה בהתאמת המודלים.

(ב) שתי קבוצות הביקורת הן מחלפים (C5, C6). הקשר בין נפח תנועה למספר תאונות ידוע בצורתו עבור קטעי דרך, אולם הוא שונה ומורכב יותר עבור מחלפים, מה שמחזק את ההחלטה לא להשתמש בנתוני הנפחי במידול התאונות עבור קבוצות ביקורת אלה.

2) **אורך הקטע** - כשבונים את הקשר בין מספר תאונות למאפייני קטע, יש להתחשב באורך הקטע.

3) **המגמה לאורך זמן** - ייתכן שהייתה קיימת מגמת עליה או ירידה של התאונות בתקופה "לפני", כך שיש להשוות את התאונות בתקופה "אחרי" לאלו שהיו מתקבלות אם הייתה נמשכת המגמה "לפני". (בניתוח הנוכחי לא נמצאה מגמה מובהקת בתקופה "לפני").

4) **תלות סדרתית** - ישנה אפשרות לתלות סדרתית בין התצפיות גם לאחר ניכוי מגמה ונפח. לכן יש להתחשב בתלות זאת בתהליך בניית המודל.

5) **עונתיות** - ייתכן אפקט חודשי קבוע, שיש להכניסו למודל.

6) **גורמים נוספים** - הבעיה העיקרית הינה שייתכן וחל שינוי בין התקופות לא בשל הטיפול אלא עקב השפעת גורמים אחרים. בין היתר, בשנת 2008 היו עבודות בכביש במחלף גלילות, מה שהיה עשוי להביא לעלייה במספרי התאונות באזורים הסמוכים. כמו כן, בשנת 2008 החל המשבר הכלכלי אשר הביא לצמצום מקומות עבודה ומיתון בענפים מסוימים, מצב אשר עשוי להשפיע על היקפי הנסיעות ועל הרגלי הנסיעה בכבישים.

אופן התייחסות לסוגיה זו היה כלהלן: הנחת העבודה הינה שאם אכן היה שינוי בין התקופות עקב השפעתם של גורמים אחרים הוא משנה באותו האופן את היחס בין התאונות "לפני" ו-"אחרי" הן בקטעי הטיפול והן בקבוצת הביקורת. כלומר, ההתחשבות בשינויים שנצפו בקבוצת הביקורת מאפשרת לנטר את ההשפעה של הגורמים האחרים בקטעי הטיפול.

לאור הדיון הנ"ל, ניתוח השפעת הטיפול (הסרת שלטי פרסום בדרך נתיבי איילון) על תאונות בוצע באמצעות שתי גישות:

מודל 1 – מודל בו נשתמש בנפחי תנועה, אולם ההשוואה תהיה מוגבלת לקבוצות הביקורת C1, C2 בלבד.

מודל 2 – מודל בו לא נשתמש בנפחי תנועה, אולם, נשתמש בנתוני התאונות של כל קבוצות הביקורת. עקב הנחה נסתרת במודל זה של חוסר שינוי בנפחי תנועה בין התקופות, הן בקטעי הטיפול והן בקבוצות הביקורת, או לחילופין, שינוי דומה בשני סוגי הקבוצות, במודל זה לא נשתמש בקטע טיפול BC_S (שעבורו נמצא שינוי מהותי בנפחי התנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" – ראה סעיף 3.3.1).

בשני המקרים הותאם מודל רגרסיה פואסונית, עם סה"כ תאונות כמשתנה תלוי. ההבדל בין הגישות היה במשתנים המסבירים במודל כמפורט להלן.

במודל 1 המשתנים המסבירים היו כלהלן:

- לוג אורך קטע כמשתנה אופסט (משתנה עם מקדם קבוע ל-1);
- לוג נפח תנועה חודשי (משתנה L_v);
- תקופה ("לפני" או "אחרי" – מבוטא ע"י משתנה y_8 בפלטים);
- חודש (כמשתנה קטגורי);
- בדקנו גם אפשרות לקיום מגמה, או מגמות שונות בתקופות השונות, אולם רכיבים אלו יצאו לא מובהקים;
- האם האתר שייך לטיפול או לביקורת, באמצעות משתנה בקרה (t_c) עם שני ערכים: $t_c = 0$ לקבוצות הביקורת, $t_c = 1$ לקטעי הטיפול.

מודל 1 הותאם לשלוש סדרות של נתוני התאונות: (1) סה"כ התאונות בכל רמות החומרה; (2) תאונות נוק; (3) תאונות עם נפגעים (לרבות תאונות קטלניות).

במודל 2 (ללא נפחי תנועה) המשתנים המסבירים היו כלהלן:

- מיקום: התאמנו מקדם שונה לכל אתר;
- תקופה ("לפני" או "אחרי" – מבוטא ע"י משתנה y_8 בפלטים);
- חודש (כמשתנה קטגורי);
- בדקנו גם אפשרות לקיום מגמה, או מגמות שונות בתקופות השונות, אולם רכיבים אלו יצאו לא מובהקים.

קבוצות אתרים במודל 2 הן: ארבע קבוצות טיפול – לפי שלוש רמות טיפול בתוספת סה"כ קטעי הטיפול ביחד, אשר נבחנות לעומת שתי קבוצות ביקורת – האחת כוללת את קבוצות הביקורת C_1, C_2 והשנייה את כל קבוצות הביקורת ($C_1 \dots C_6$). הרצת מודל 2 נערכה עבור כל אחת מסדרות נתוני התאונות (7 סדרות – ראה סעיף 3.2.2).

במהלך פיתוח המודלים נבחנו מספר מודלים של תלות הנתונים, אולם כל המודלים גילו עקביות והבדלים לא משמעותיים בתוצאות. ההרצות בוצעו בעזרת פרוצדורת GLIMMIX של SAS גירסה 9.2.

כדי לבחון את טיב המודל נערכו מספר בדיקות כלהלן:

- השתמשנו בפקודת ASSESS של פרוצדורת GENMOD של SAS, לבחינת הקשר בין משתנה הנפח למשתנה התלוי. בחינה זאת מסתמכת על צבירת שאריות. נציין שגם GENMOD, כמו GLIMMIX

משמשת בין השאר לבניית מודלים פואסוניים עם תלות בין התצפיות. כל הבדיקות הראו שהמודל התאים.

• בוצעו בדיקות דיאגנוסטיקה לגבי שאריות, תצפיות משפיעות וכו', על המודל המותאם באמצעות פרוצדורת GENMOD של SAS. ביצענו ניתוח רגישות של הוספת והורדת תצפיות קיצוניות, אולם לא הייתה לכך השפעה על תוצאות התאמת המודל.

הצורה המתמטית של מודל 1 הייתה כלהלן:

$$\log(\lambda_{ij}) = \beta_0 + \text{Log}(\text{length}_j) + \beta_{\text{Volume}} * \text{Log}(\text{Volume}_{ij}) + \sum_{k=1}^{12} \beta_{Mk} I(\text{mon}(i) = k) + \beta_{Y8} * I(\text{year}(i) = 2008) + \beta_{t_c} * I(t_c = 1) + \beta_{Y8_t_c} * I(\text{year}(i) = 2008) * I(t_c = 1)$$

כאשר

λ_{ij} – מספר תאונות בחודש i באתר j ;

length_j – אורך קטע j ;

Volume_{ij} – נפח תנועה בחודש i באתר j ;

$\text{mon}(i)$ – החודש בשנה שאליו שייך חודש i ;

$\text{year}(i)$ – השנה שאליה שייך חודש i ;

$I(\text{mon}(i) = k)$ – משתנה קטגורי שמצביע האם חודש i הינו החודש ה- k -י בשנה, $k=1,2,\dots,12$;

$I(\text{year}(i) = 2008)$ – משתנה קטגורי שמצביע האם נתון חודש i שייך לשנת 2008;

$t_c(j)$ – משתנה קטגורי אשר מראה האם האתר שייך לקטעי טיפול ($t_c=1$) או לקבוצות ביקורת ($t_c=0$);

β (כל הסוגים) – מקדמי המודל אשר נאמדים במהלך התאמת המודל.

בעקבות התאמת מקדמי המודל יש להתייחס לערך של $\exp(\beta_{Y8_t_c})$ - אנטי-לוג של מקדם האינטראקציה $\beta_{Y8_t_c}$ שמתקבל במודל, אשר מבטא את השינוי במספרי התאונות בקטעי הטיפול בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" לאחר ניכוי השינוי במספרי התאונות בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" בקבוצת הביקורת, תוך שמירה על חוסר שינוי בנפחי תנועה בין התקופה "לפני" לתקופה "אחרי" הן בקטעי הטיפול והן בקבוצת הביקורת. כאשר ערך זה נמוך מ-1, הוא מצביע על ירידה בתאונות בקטעי הטיפול בעקבות הטיפול; במידה וגבול עליון של רווח הסמך נמוך מ-1, התוצאה מובהקת.

בנוסף, בהסתמך על תוצאות המודל, נערך חישוב אמד החיסכון בתאונות בעקבות הטיפול, לכל אחד מקטעי הטיפול. אמד החיסכון (*save*) מוערך כלהלן:

$$\text{save} = (1 - e^{\beta_{Y8_t_c}}) * \lambda_{tr_b} * e^{\beta_{Y8}} * 12$$

כאשר:

המרכיב הראשון בנוסחה מבטא את חלקן היחסי של התאונות שנחסכו בעקבות הטיפול באתר הטיפול לעומת אתרי הביקורת והוא נגזר ממקדם המודל $\beta_{Y8_t_c}$;

המרכיב השני λ_{tr_b} מבטא את מספר התאונות שהיה באתר הטיפול בתקופה "לפני", עם נפח התנועה בתקופה "אחרי" אשר מוערך כלוג הממוצע הגיאומטרי של נפחי התנועה באתר הטיפול בתקופה "אחרי". λ_{tr_b} מוערך לכל קטע טיפול באמצעות הזנת הנתונים המתאימים למודל;

המרכיב השלישי מבטא את השינוי הצפוי במספר התאונות באתר, בין התקופה "לפני" ו-"אחרי", ללא הטיפול (ההתערבות), והוא נגזר ממקדם המודל β_{Y8} ;

ההכפלה ב-12 הופכת ערך חודשי לערך שנתי.

סך החיסכון בכל אתרי הטיפול ביחד מוערך כחיבור אמדי האתרים.

3.4 ממצאי ניתוח נתוני התאונות

3.4.1 מודל 1

מודל 1 הינו מודל עם שימוש בנפחי תנועה, בו משתתפים כל קטעי הטיפול לעומת שתי קבוצות ביקורת: C1, C2. (קבוצות ביקורת אלה הן יתר הקטעים, פרט לקטעי הטיפול, באיילון צפון ובאיילון דרום, בהתאמה).

מודל זה הותאם לשלוש סדרות של נתוני התאונות: (1) סה"כ התאונות בכל רמות החומרה; (2) תאונות נזק; (3) תאונות עם נפגעים (לרבות תאונות קטלניות).

א. מודל 1 לסה"כ התאונות (תאונות נזק, תאונות עם נפגעים ותאונות קטלניות, ביחד)

מקדמי המודל ותוצאות הערכת השינויים בתאונות מובאים בטבלה 3.8. ניתן לראות כי במודל זה: - נמצאה השפעה מובהקת⁶ על סה"כ התאונות של נפח התנועה בדרך וכמו כן, של המקדם שמבטא את השינוי בתאונות בקטעי הטיפול בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" בניכוי השינויים בקבוצת הביקורת; - לחודש תאונה (עונתיות) לא נמצאה השפעה מובהקת על התרחשות התאונות; - הקשר בין נפח התנועה לתאונות הינו מעריכי עם חזקת 1.18 אשר גבוהה יותר מאשר אותה החזקה בקשר טיפוסי בין נפח התנועה ומספר תאונות עם נפגעים; - השינוי בסה"כ התאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופה "אחרי" (ללא השלטים) לעומת התקופה "לפני" הצביע על ירידה ממוצעת של 40% בתאונות, כאשר השינוי מובהק עם רווח סמך⁷ של 61%-8% של ירידה בתאונות; - החיסכון המצטבר בסה"כ התאונות בעקבות הסרת השלטים בקטעי הטיפול הינו כ-55 תאונות, בממוצע, עם רווח סמך של 84-11 תאונות, בשנה.

טבלה 3.8. תוצאות של מודל 1 לסה"כ התאונות בכל רמות החומרה

Solutions for Fixed Effects								
Effect	y8	t_c	mon	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept				-14.2301	2.9570	100.4	-4.81	<.0001
Lv				1.1848	0.2606	100.3	4.55	<.0001
y8	0			0.3834	0.1907	115.1	2.01	0.0467
y8	1			0	.	.	.	.
t_c		0		0.7449	0.2112	108.6	3.53	0.0006
t_c		1		0	.	.	.	.
y8*t_c	0	0		-0.5152	0.2177	115.4	-2.37	0.0196
y8*t_c	0	1		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	0		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	1		0	.	.	.	.

⁶ כאן ובהמשך "השפעה מובהקת" ברמת מובהקות 0.05 או גבוהה יותר
⁷ ברמת הביטחון של 95%

Solutions for Fixed Effects								
Effect	y8	t_c	mon	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
mon			1	0.1318	0.1679	305.2	0.78	0.4332
mon			2	-0.02079	0.1816	342.9	-0.11	0.9089
mon			3	0.009715	0.1806	335.1	0.05	0.9571
mon			4	-0.3138	0.1972	332.3	-1.59	0.1126
mon			5	-0.09891	0.1857	332	-0.53	0.5946
mon			6	-0.2591	0.1939	331.8	-1.34	0.1824
mon			7	-0.2057	0.1904	331.7	-1.08	0.2807
mon			8	-0.1252	0.1869	332.7	-0.67	0.5034
mon			9	-0.03311	0.1830	336.5	-0.18	0.8566
mon			10	-0.3614	0.1990	344	-1.82	0.0703
mon			11	0.1878	0.1619	245.3	1.16	0.2472
mon			12	0	.	.	.	.

אומדנים

Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
מקדם המודל $\beta_{Y8_t_c}$	-0.5152	0.2177	115.4	-2.37	0.0196	0.05	-0.9464	-0.08388

אמד	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקת 95%	
שינוי מסכם בתאונות בקטעי הטיפול לאחר ניכוי השינוי בקבוצת ביקורת	0.60	0.39	0.92

חיסכון מוערך בתאונות בקטעי הטיפול

מס'	קטע	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקת 95%	
1	BC_N	4.2	0.8	6.3
2	BC_S	2.0	0.4	3.1
3	CD_N	10.5	2.1	15.9
4	CD_S	10.2	2.0	15.5
5	DE_N	10.7	2.1	16.2
6	DE_S	9.6	1.9	14.6
7	EF_N	4.3	0.9	6.5
8	JY_N	3.7	0.7	5.7

חיסכון מסכם לכל קטעי הטיפול

אמד	ערך
ממוצע	55.2
גבול תחתון	11.0
גבול עליון	83.8

ב. מודל 1 לתאונות נזק

מקדמי המודל ותוצאות הערכת השינויים בתאונות נזק מובאים בטבלה 3.9. ניתן לראות כי במודל זה:

- נמצאה השפעה מובהקת על תאונות נזק של נפח התנועה בדרך. עם זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של המקדם שמבטא את השינוי בתאונות בקטעי הטיפול בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" בניכוי השינויים בקבוצת הביקורת;

- לחודש תאונה (עונתיות) לרוב לא נמצאה השפעה מובהקת על התרחשות התאונות, פרט לחודש אוקטובר שמזוהה עם ירידה כמעט מובהקת בתאונות (ברמת מובהקות 0.056);

- הקשר בין תאונות נזק לנפח תנועה הינו מעריכי עם חזקה של 1.36 אשר, כצפוי, גבוהה יותר מאשר אותה החזקה בקשר טיפוסי בין נפח התנועה ומספר תאונות עם נפגעים;

- השינוי בתאונות נזק בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופה "אחרי" (ללא השלטים) לעומת התקופה "לפני" הצביע על ירידה ממוצעת של 28% בתאונות אם כי לא מובהקת. רווח סמך ברמת הביטחון של 95% לשינוי זה משתנה מירידה של 66% עד תוספת של 17% בתאונות;

- החיסכון הממוצע המצטבר בתאונות נזק בעקבות הסרת השלטים בקטעי הטיפול הינו כ-25 תאונות, כאשר רווח סמך לאומדן זה משתנה מחסכון של 50 תאונות עד תוספת של 15 תאונות, בשנה. אומדני החיסכון בתאונות נזק לא היו מובהקים באף אחד מקטעי הטיפול.

טבלה 3.9. תוצאות של מודל 1 לתאונות נזק

Solutions for Fixed Effects								
Effect	y8	t_c	Mon	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept				-16.4387	3.7085	100.7	-4.43	<.0001
Lv				1.3604	0.3265	100.6	4.17	<.0001
y8	0			0.2104	0.2172	114.4	0.97	0.3346
y8	1			0	.	.	.	.
t_c		0		0.6297	0.2402	108.2	2.62	0.0100
t_c		1		0	.	.	.	.
y8*t_c	0	0		-0.3314	0.2480	114.7	-1.34	0.1842
y8*t_c	0	1		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	0		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	1		0	.	.	.	.
mon			1	-0.02045	0.1953	301.7	-0.10	0.9167
mon			2	-0.03979	0.2035	343	-0.20	0.8451
mon			3	-0.1759	0.2109	336.2	-0.83	0.4047
mon			4	-0.3869	0.2243	334.2	-1.73	0.0854
mon			5	-0.1782	0.2110	334	-0.84	0.3991
mon			6	-0.3938	0.2243	333.8	-1.76	0.0801
mon			7	-0.2879	0.2166	333.7	-1.33	0.1848
mon			8	-0.2712	0.2164	334.4	-1.25	0.2110
mon			9	-0.08798	0.2069	337.4	-0.43	0.6709
mon			10	-0.4354	0.2272	344	-1.92	0.0561
mon			11	0.06030	0.1876	240.9	0.32	0.7481
mon			12	0	.	.	.	.

אומדנים

Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
מקדם המודל $\beta_{y8_t_c}$	-0.3314	0.2480	114.7	-1.34	0.1842	0.05	-0.8226	0.1599

אמד	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקת 95%	
שינוי מסכם בתאונות בקטעי הטיפול לאחר ניכוי השינוי בקבוצת ביקורת	0.72	0.44	1.17

חיסכון מוערך בתאונות נזק בקטעי הטיפול

מס'	קטע	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקת 95%	
1	BC_N	1.7	-1.0	3.4
2	BC_S	0.8	-0.5	1.5

מס'	קטע	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקות 95%	
3	CD_N	4.9	-3.0	9.7
4	CD_S	4.8	-2.9	9.5
5	DE_N	5.0	-3.1	10.0
6	DE_S	4.5	-2.7	8.9
7	EF_N	1.9	-1.2	3.8
8	JY_N	1.7	-1.0	3.3

חיסכון מסכם לכל קטעי הטיפול

אמד	ערך
ממוצע	25.2
גבול תחתון	-15.5
גבול עליון	50.2

ג. מודל 1 לסה"כ התאונות עם נפגעים, לרבות תאונות קטלניות

מקדמי המודל ותוצאות הערכת השינויים בתאונות עם נפגעים (לרבות תאונות קטלניות) מובאים בטבלה 3.10. ניתן לראות כי במודל זה:

- נמצאה השפעה מובהקת על תאונות עם נפגעים של נפח התנועה בדרך ושל המקדם שמבטא את השינוי בתאונות בקטעי הטיפול בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" בניכוי השינויים בקבוצת הביקורת;

- לחודש תאונה (עונתיות) לא נמצאה השפעה מובהקת על התרחשות התאונות;

- הקשר בין נפח התנועה לתאונות עם נפגעים הינו מעריכי בחזקת 0.89 שהוא דומה לקשר טיפוסי בין נפח התנועה ומספר תאונות עם נפגעים בכבישים מסוג זה;

- השינוי בתאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" הצביע על ירידה ממוצעת של 61% בתאונות עם נפגעים, כאשר השינוי מובהק עם רווח סמך 21%-80% של ירידה בתאונות עם נפגעים;

- החיסכון המצטבר בסה"כ התאונות עם נפגעים בעקבות הסרת השלטים בקטעי הטיפול הינו כ-28 תאונות, בממוצע, עם רווח סמך 10-37 תאונות, בשנה.

טבלה 3.10. תוצאות של מודל 1 לתאונות עם נפגעים

Solutions for Fixed Effects								
Effect	y8	t_c	mon	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept				-12.4674	3.8718	114.6	-3.22	0.0017
Lv				0.8888	0.3416	114.2	2.60	0.0105
y8	0			0.7762	0.3087	127.1	2.51	0.0132
y8	1			0	.	.	.	.
t_c		0		1.0116	0.3402	122	2.97	0.0036
t_c		1		0	.	.	.	.
y8*t_c	0	0		-0.9305	0.3503	127.2	-2.66	0.0089
y8*t_c	0	1		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	0		0	.	.	.	.
y8*t_c	1	1		0	.	.	.	.
mon			1	0.4948	0.2966	297.7	1.67	0.0963
mon			2	0.03401	0.3339	343.6	0.10	0.9189
mon			3	0.4279	0.3058	341.7	1.40	0.1627
mon			4	-0.1198	0.3469	341.3	-0.35	0.7300
mon			5	0.1081	0.3275	341.3	0.33	0.7415
mon			6	0.06659	0.3307	341.3	0.20	0.8406
mon			7	0.008029	0.3345	341.2	0.02	0.9809
mon			8	0.2233	0.3189	341.3	0.70	0.4843
mon			9	0.1188	0.3273	341.8	0.36	0.7169
mon			10	-0.1629	0.3513	344	-0.46	0.6431
mon			11	0.5010	0.2934	243.9	1.71	0.0889
mon			12	0	.	.	.	.

אומדנים

Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
מקדם המודל $\beta_{y8_t_c}$	-0.9305	0.3503	127.2	-2.66	0.0089	0.05	-1.6238	-0.2373

רווח סמך ברמת מובהקת 95%	ממוצע	אמד
0.79	0.20	שינוי מסכם בתאונות בקטעי הטיפול לאחר ניכוי השינוי בקבוצת ביקורת

חיסכון מוערך בתאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול

מס'	קטע	ממוצע	רווח סמך ברמת מובהקות 95%	
1	BC_N	2.5	0.9	3.3
2	BC_S	1.5	0.5	1.9
3	CD_N	5.0	1.8	6.7
4	CD_S	5.0	1.7	6.6
5	DE_N	5.1	1.8	6.7
6	DE_S	4.7	1.6	6.2
7	EF_N	2.3	0.8	3.0
8	JY_N	1.9	0.7	2.6

חיסכון מסכם לכל קטעי הטיפול

אמד	ערך
ממוצע	27.9
גבול תחתון	9.7
גבול עליון	37.0

3.4.2 מודל 2

מודל 2 הינו מודל ללא שימוש בנפחי תנועה, בו משתתפים כל קטעי הטיפול לעומת כל קבוצות הביקורת. בין קטעי הטיפול, קטע BC_S הוצא מהניתוח הנוכחי עקב שינוי מובהק בנפחי תנועה בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" שנמצא בקטע זה.

לפני התאמת המודלים בשלב זה נעשו חישובים של סטטיסטיקה תיאורית המאפשרים לבחון, בקירוב ראשון, את טיב השינויים בתאונות בתקופה "אחרי" לעומת "לפני". לצורך כך, עבור כל אחת מסדרות נתוני התאונות שנבחרו לניתוח (שבע סדרות – ראה סעיף 3.2.2), לכל קטע חושב ממוצע חודשי של התאונות "לפני" (m_acc0) וממוצע חודשי של התאונות "אחרי" (m_acc1). לאחר מכן, חושב לכל קטע היחס בין ממוצע "אחרי" לממוצע "לפני" (rat_1to0) וההפרש בין ממוצע "אחרי" לממוצע "לפני" (dif_1to0). לבסוף, חושב ממוצע הממוצעים וממוצע ההפרשים עבור קטעי הטיפול (1=c_type) וקבוצות הביקורת (0=c_type), בנפרד.

ממצאים מהערכות אלה מובאים בנספח א' לניתוח הסטטיסטי. ניתן להבחין שבכל סוגי התאונות שנבחנו ממוצע היחסים (בין ממוצע חודשי של התאונות "אחרי" לממוצע "לפני") היה קטן יותר בקטעי הטיפול מאשר בקבוצות הביקורת. כמו כן, ממוצע ההפרשים (בין ממוצע התאונות "אחרי" לממוצע "לפני") ככלל היה שלילי בקטעי הטיפול אך לא תמיד גדול יותר מאשר בקבוצות הביקורת. (לדוגמא, ממוצע ההפרשים היה גדול יותר בקבוצות הביקורת לעומת קטעי הטיפול בסדרות הנתונים: תאונות נזק, תאונות עם נפגעים בסוף שבוע). ממצאים אלה מצביעים על מגמת ירידה משמעותית יותר בכל סוגי התאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת, בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", אם כי ייתכן שבחלק מהמקרים השינוי לא היה מובהק (מה שנבדק בהמשך באמצעות המודלים).

בהמשך, בעזרת המודל 2 חישבנו יחסים "אחרי"-לפני" בקבוצות הטיפול והביקורת. יחסים אלו הם ממוצעים גיאומטריים של היחסים בכל אתר בנפרד. המיצועים נעשו עבור קבוצות אתרים אלה:

- 1) כל קטעי הטיפול ביחד (All trt),
- 2) קטעי הטיפול ברמת טיפול 3 (trt 3),
- 3) קטעי הטיפול ברמת טיפול 2 (trt 2),
- 4) קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 (trt 1),
- 5) כל קבוצות הביקורת ביחד (C),
- 6) קבוצות הביקורת C1, C2, C1_2.

לבסוף חושב יחס היחסים לכל אחד מהשילובים של הטיפול והביקורת - סה"כ 8 שילובים כלהלן:

- All trt: vs C - השוואה של כל קטעי הטיפול עם כל קבוצות הביקורת;
- All trt: vs C1_2 - השוואה של כל קטעי הטיפול עם קבוצות הביקורת C1, C2;
- trt 1: vs C - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 עם כל קבוצות הביקורת;
- trt 1: vs C1_2 - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 עם קבוצות הביקורת C1, C2;
- trt 2: vs C - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 2 עם כל קבוצות הביקורת;
- trt 2: vs C1_2 - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 2 עם קבוצות הביקורת C1, C2;
- trt 3: vs C - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 3 עם כל קבוצות הביקורת;
- trt 3: vs C1_2 - השוואה של קטעי הטיפול ברמת טיפול 3 עם קבוצות הביקורת C1, C2.

לוג יחס היחסים שלילי פירושו שמצב התאונות היה טוב יותר בקבוצת הטיפול לעומת קבוצת הביקורת, בתקופה "אחרי" לעומת "לפני", דהיינו נצפתה ירידה בתאונות.

מודל 2 הותאם לכל אחת מסדרות נתוני התאונות שהוגדרו (ראה סעיף 3.2.2): סה"כ 7 סדרות.

טבלות 3.11, 3.12. מציגות את עיקרי המודלים שהותאמו לסה"כ התאונות (סדרה 1) ולתאונות עם נפגעים (סדרה 3). בכל מקרה מוצג ריכוז של ערכי יחס היחסים: לוג עם רמת המובהקות והיחס עצמו, כולל רווח סמך. ניתן לראות ש:

- בניתוח של סה"כ התאונות בכל רמות החומרה (ראה טבלה 3.11) שינויים מובהקים⁸ נמצאו בהשוואות אלה: כל קטעי הטיפול לעומת כל קבוצות הביקורת, כל קטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת C2-C1, קטעי הטיפול ברמת טיפול 2 לעומת כל קבוצות הביקורת, קטעי הטיפול ברמת טיפול 2 לעומת קבוצות הביקורת C2-C1. בקבוצות האתרים: קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 וברמת טיפול 3 – לא נמצאו שינויים מובהקים לעומת קבוצות הביקורת.

- השינויים שנמצאו מובהקים בניתוח של סה"כ התאונות בכל רמות החומרה (ראה טבלה 3.11) הצביעו על ירידה ממוצעת בתאונות בכל קטעי הטיפול ביחד: כ-35% לעומת כל קבוצות הביקורת, כ-40% לעומת קבוצות הביקורת C2-C1. כמו כן, השינויים שנמצאו מובהקים הצביעו על ירידה ממוצעת

⁸ ברמת המובהקות של 0.05

בתאונות קטעי הטיפול ברמת טיפול 2: כ-56% לעומת כל קבוצות הביקורת, כ-59% לעומת קבוצות הביקורת C2-C1.

- בניתוח של התאונות עם נפגעים (ראה טבלה 3.12) לא נמצאו שינויים מובהקים בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת (ברמת מובהקות 0.05). השינויים בתאונות היו מובהקים ברמת מובהקות 0.10 במקרים אלה: בהשוואת קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 עם כל קבוצות הביקורת ובהשוואת קטעי הטיפול ברמת טיפול 1 עם קבוצות הביקורת C2-C1. בשני המקרים נמצאה ירידה ממוצעת של כ-70% בתאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת.

- מרבית השינויים בתאונות עם נפגעים בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת לא היו מובהקים (ברמת מובהקות 0.05) – ראה טבלה 3.12. עם זאת, כל השינויים מצביעים על מגמת ירידה בתקופת "אחרי" (ללא השלטים) לעומת "לפני".

ממצאים דומים התקבלו גם כתוצאה מניתוח כל הסדרות האחרות: היעדר שינויים מובהקים בכל ההשוואות, כאשר ברוב המקרים מגמת השינוי הייתה חיובית, דהיינו הצביעה על ירידה בתאונות בתקופה "אחרי" (ללא השלטים) לעומת "לפני" בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת.

מכאן שבאמצעות מודל 2 לרוב (פרט לסדרה 1) לא התקבלו תוצאות מובהקות מניתוח השינויים בתאונות בקבוצות הטיפול לעומת קבוצות הביקורת בתקופה "אחרי" לעומת "לפני" השינוי - הסרת שלטי חוצות בכביש נתיבי איילון. בין הסיבות לחוסר המובהקות ניתן לציין:

(א) מספרים קטנים של תאונות בסדרות התאונות בקטעי הטיפול אשר נבעו, בין היתר, מתקופה קצרה של יישום הטיפול – שנה אחת בלבד.

(ב) היעדר נתונים על נפחי תנועה במודל זה וכתוצאה, אי ניכוי רעש הנובע מהשינויים החודשיים בנפחי התנועה.

עם זאת, על פי רוב התוצאות מבחינת כל סוגי התאונות התקבל ערך שלילי של לוג יחס היחסים, מה שמצביע על מגמת ירידה בקטעי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" או במילים אחרות, על תרומת הטיפול – הסרת שלטי פרסום – לירידה בתאונות.

טבלה 3.11. תוצאות של מודל 2 לסה"כ התאונות בכל רמות החומרה

הערכות – לוג יחסי היחסים								
Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
All trt: vs C	-0.4365	0.1911	164.3	-2.28	0.0236	0.05	-0.8138	-0.05924
All trt: vs C1_2	-0.5080	0.2013	164.3	-2.52	0.0126	0.05	-0.9056	-0.1105
trt 1: vs C	-0.3573	0.3381	164.6	-1.06	0.2921	0.05	-1.0250	0.3103
trt 1: vs C1_2	-0.4289	0.3440	164.6	-1.25	0.2143	0.05	-1.1081	0.2504
trt 2: vs C	-0.8236	0.4098	164.4	-2.01	0.0461	0.05	-1.6328	-0.01439
trt 2: vs C1_2	-0.8951	0.4147	164.4	-2.16	0.0323	0.05	-1.7140	-0.07627
trt 3: vs C	-0.2344	0.2494	164	-0.94	0.3488	0.05	-0.7268	0.2581
trt 3: vs C1_2	-0.3059	0.2574	164	-1.19	0.2364	0.05	-0.8140	0.2023

הערכות – יחס היחסים			
סוג השוואה	ממוצע	גבול תחתון	גבול עליון
All trt: vs C	0.65	0.44	0.94
All trt: vs C1_2	0.60	0.40	0.90
trt 1: vs C	0.70	0.36	1.36
trt 1: vs C1_2	0.65	0.33	1.28
trt 2: vs C	0.44	0.20	0.99
trt 2: vs C1_2	0.41	0.18	0.93
trt 3: vs C	0.79	0.48	1.29
trt 3: vs C1_2	0.74	0.44	1.22

טבלה 3.12. תוצאות של מודל 2 לתאונות עם נפגעים (לרבות תאונות קטלניות)

הערכות – לוג יחסי היחסים								
Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Alpha	Lower	Upper
All trt: vs C	-2.4424	63.1739	431	-0.04	0.9692	0.05	-126.61	121.72
All trt: vs C1_2	-2.5293	63.1740	431	-0.04	0.9681	0.05	-126.70	121.64
trt 1: vs C	-1.1997	0.6630	431	-1.81	0.0711	0.05	-2.5029	0.1034
trt 1: vs C1_2	-1.2867	0.6721	431	-1.91	0.0562	0.05	-2.6078	0.03443
trt 2: vs C	-6.4866	222.44	431	-0.03	0.9767	0.05	-443.69	430.72
trt 2: vs C1_2	-6.5735	222.44	431	-0.03	0.9764	0.05	-443.78	430.63
trt 3: vs C	-0.6028	0.4205	431	-1.43	0.1524	0.05	-1.4292	0.2237
trt 3: vs C1_2	-0.6897	0.4347	431	-1.59	0.1134	0.05	-1.5441	0.1648

הערכות – יחס היחסים			
סוג השוואה	ממוצע	גבול תחתון	גבול עליון
All trt: vs C	0.09	0	גבוה מאוד
All trt: vs C1_2	0.08	0	גבוה מאוד
trt 1: vs C	0.30	0.08	1.11
trt 1: vs C1_2	0.28	0.07	1.04
trt 2: vs C	0.0015	0	גבוה מאוד
trt 2: vs C1_2	0.0014	0	גבוה מאוד
trt 3: vs C	0.55	0.24	1.25
trt 3: vs C1_2	0.50	0.21	1.18

3.5 סיכום ממצאים מניתוח נתוני התאונות

סיכום

בחלק זה של המחקר נערך ניתוח נתוני התאונות בדרך פרברית מהירה בארץ – דרך נתיבי איילון - בהקשר השפעת שלטי חוצות שמוצבים בצדי הדרך. הניתוח השווה בין שת תקופות: "לפני" – כאשר שלטי החוצות היו פעילים בצדי הדרך (שנים 2006-2007) ו"אחרי" - כאשר השלטים היו מכוסים (שנת 2008).

הניתוח בחן את מצב התאונות בקטעי טיפול – קטעי כביש שבצידם נמצאים השלטים, לעומת קבוצות ביקורת הכוללות את יתר הקטעים בכביש ואת אזורי המחלפים. הניתוח התייחס סה"כ ל-8 קטעי טיפול ו-6 קבוצות ביקורת. הקטעים עם הימצאות השלטים בצדי הדרך (קטעי הטיפול) הם:

- שבעת הכוכבים-גלילות, לכיוון צפון ודרום;

- גלילות-קק"ל, לכיוון צפון ודרום;

- קק"ל-רוקח, לכיוון צפון ודרום;

- רוקח-ההלכה, לכיוון צפון;

- קיבוץ גלויות- גשר מקווה ישראל בכביש 1, לכיוון צפון.

לקטעי הטיפול הוגדרו מספר "רמות טיפול" המשקפות את צפיפות הצבת השלטים לאורך קטעים אלה.

הניתוח התייחס למגוון סוגי התאונות בדרך כולל: סה"כ התאונות בכל רמות החומרה, תאונות נזק, תאונות עם נפגעים (לרבות קטלניות), תאונות עם נפגעים ביום ובלילה, תאונות עם נפגעים בימי חול ובסופי שבוע.

השיטה שנבחרה להערכת השפעת השינוי (הסרת שלטי חוצות בדרך נתיבי איילון) על התרחשות התאונות הינה השוואה בין מספרי התאונות בתקופה "אחרי" עם מספרי התאונות בתקופה "לפני", תוך כדי התחשבות בשינויים בתאונות בקבוצת ביקורת, כאשר קבוצת הביקורת מבטאת את השינויים שהיו מתרחשים בתאונות באתרי הטיפול בתקופת "אחרי" לולא ההתערבות. כמו כן, בהערכת השינוי בתאונות נלקחו בחשבון השינויים בנפחי תנועה בתקופת "אחרי" לעומת "לפני", המגמות בתאונות בתקופת "לפני" (אם היו) וגורמי עונתיות.

השינוי בתאונות מוערך באמצעות התאמת מודלים מסבירים לסדרות חודשיות של תאונות באתרי הטיפול ובאתרי הביקורת, כאשר הגורמים המשפיעים שימשו כמשתנים מסבירים במודלים אלה ומובהקותם נבחנה.

עקב מגבלות שונות בנתונים, לסדרות התאונות הותאמו מודלים משני סוגים: עם וללא נפחי תנועה בין מסבירי המודל.

המודל שמתחשב בשינויים בנפחי התנועה בקטעי הטיפול ובקבוצת הביקורת, הותאם עבור הסדרות של סה"כ התאונות בכל רמות החומרה, תאונות נזק ותאונות עם נפגעים. כקבוצת ביקורת במקרה זה שימשו יתר הקטעים, פרט לקטעי הטיפול, בחלקו המרכזי של הכביש (מקיבוץ גלויות עד הרצליה). במודלים אלה:

- נמצאה השפעה מובהקת על סה"כ התאונות (בכל רמות החומרה) ועל התאונות עם נפגעים של נפח התנועה בדרך, תקופת הבחינה ("אחרי" לעומת "לפני"), סוג קטע (טיפול לעומת ביקורת) וכמו כן, של המקדם שמבטא את השינוי בתאונות בקטעי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" בניכוי השינויים בקבוצת הביקורת. לעומת זאת, על תאונות נזק נמצאה השפעה מובהקת של שני מאפיינים בלבד שהם: נפח התנועה וסוג קטע (טיפול לעומת ביקורת), כאשר ליתר המשתנים הקשורים לתקופת ההשוואה, לא נמצאה השפעה מובהקת על התאונות.

- השינוי בתאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופת ה"אחרי" (ללא השלטים) לעומת התקופה "לפני" (עם השלטים) הצביע על ירידות משמעותיות ומובהקות בתאונות: בקרב סה"כ התאונות בכל רמות החומרה - ירידה ממוצעת של 40% עם רווח סמך 61%-8%; בקרב התאונות עם נפגעים - ירידה ממוצעת של 61% עם רווח סמך 21%-80%.

- לעומת זאת, השינוי בתאונות נזק בלבד בקטעי הטיפול לעומת קבוצת הביקורת בתקופת ה"אחרי" (ללא השלטים) לעומת התקופה "לפני" לא היה מובהק אך הצביע על ירידה ממוצעת של 28% בתאונות.

- החיסכון המוערך בתאונות בכל קטעי הטיפול בעקבות הסרת השלטים הינו: כ-55 בממוצע, עם רווח סמך 11-84 בסה"כ התאונות בכל רמות החומרה, וכ-28 בממוצע, עם רווח סמך 10-37 בתאונות עם נפגעים, בשנה.

המודל מהסוג השני שאינו לוקח בחשבון שינויים בנפחי התנועה הותאם לכל סוגי התאונות שהוגדרו לניתוח (סה"כ שבע סדרות), ברוב קטעי הטיפול, פרט לאחד, לעומת כל קבוצות הביקורת. באמצעות מודלים אלה לרוב לא התקבלו תוצאות מובהקות מניתוח השינויים בתאונות בקטעי הטיפול לעומת קבוצות הביקורת בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" השינוי - הסרת שלטי חוצות בכביש נתיבי איילון. בניתוח זה שינויים מובהקים נמצאו בסדרה אחת בלבד של סה"כ התאונות בכל רמות החומרה אשר הצביעו על ירידה ממוצעת של 35%-40% בתאונות בכל קטעי הטיפול ביחד ועל ירידה ממוצעת של 56%-59% בתאונות בקטעי הטיפול ברמת טיפול בינונית (השינויים לעומת קבוצות הביקורת).

למרות חוסר המובהקות במרבית הממצאים בניתוח זה, על-פי רוב התוצאות בעקבות בחינת כל סוגי התאונות התקבל ערך שלילי של לוג יחס היחסים, מה שמצביע על מגמת ירידה בקטעי הטיפול בתקופת "אחרי" לעומת "לפני" לעומת קבוצות הביקורת, או במילים אחרות, על תרומת הטיפול – הסרת שלטי פרסום – לירידה בתאונות.

דין

על-פי המודלים שמתחשבים בשינויים בנפחי התנועה וחלקית – במודלים המשלימים שאינם מתחשבים בנפחי התנועה, התקבלה השפעה מובהקת של הסרת שלטי פרסום על תאונות הדרכים בדרך נתיבי איילון ובפרט, על סה"כ התאונות בכל רמות החומרה ועל תאונות עם נפגעים. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של הסרת השלטים על תאונות נזק בלבד.

כמו כן, באמצעות המודלים ללא התחשבות ישירה בשינויים בנפחי התנועה לרוב לא התקבלו תוצאות מובהקות אם כי ככלל נצפתה מגמת ירידה בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני".

העובדה שבעקבות הסרת שלטי הפרסום נצפו שינויים מובהקים בתאונות בקטעי הטיפול אינה שגרתית יחסית לספרות הקיימת בנושא. כמו כן, אחוזי החיסכון בתאונות ומספרי התאונות הנחסכות נראים גבוהים לעומת הידוע בספרות. עם זאת, נציין שמגמות חזקות יותר של ירידה בתאונות בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופת ה"אחרי" ניכרות לעין כבר בבחינת הנתונים הגולמיים של תאונות בדרך נתיב איילון, כאשר המודלים שנבנו אפשרו להסיק מסקנות סטטיסטיות לגבי השינויים בתאונות, תוך כדי ניכוי השפעותיהם של גורמים מתערבים אחרים.

בפירוש ממצאי הניתוח מוצע לקחת בחשבון את ההסתייגויות המפורטות להלן:

(1) הסתייגות ביחס לנתונים

תקופת המעקב הייתה קצרה יחסית – שנתיים "לפני" ושנה אחת "אחרי", מצב אשר בא לידי ביטוי, בין היתר, במספרים הקטנים של תאונות בקטעי הטיפול וכתוצאה, בחוסר מובהקות של חלק ניכר מהתוצאות.

כמו כן, בתקופת ה"אחרי" בכביש נתיבי איילון פעלו גורמים משפיעים נוספים, כדוגמת הקמת גשר במחלף גלילות בשנת 2008 אשר השפיעה על התרחשות התאונות באזורים הסמוכים, שינויים במצב הכלכלי בשנת 2008 אשר היו יכולים להשפיע על הרכב הנסיעות בדרך, וכו'.

בהקשר זה יצוין גם חוסר נתונים על נפחי תנועה בקטעי הכביש מדרום למחלף קיבוץ גלויות ובמחלפים לאורך הדרך.

גורמים אלה מוסיפים "רעש" לממצאי ההערכות ומחייבים נקיטת זהירות בהתייחס לממצאים אלה.

(2) ייחודיות של דרך נתיבי איילון

כביש נתיבי איילון הינו ייחודי מבחינת מאגר נתוני התאונות שלו בו מתועד כל אירוע שיצר הפרעה לתנועה בדרך. כלומר, היקף האירועים המתועדים במאגר זה עולה משמעותית על רישום רגיל של תאונות הדרכים בקבצי תאונות הדרכים של המשטרה והלמ"ס. בין התאונות עם נפגעים בכביש נתיבי איילון נרשמים אירועים רבים יותר מאשר בקובץ התאונות ת"ד של המשטרה (שמשמש להערכת יתר הכבישים במדינה), כאשר לתאונות נזק בלבד המתועדות בנתיבי איילון לא קיים מקור נתונים דומה לאף גורם בארץ. לכן, יש להיזהר עם הרחבת משמעויות החיסכון בתאונות שנצפה בכביש נתיבי איילון, בעקבות הסרת השלטים, על סוגי דרך אחרים בארץ.

(3) מאפייני הטיפול

על-פי ממצאי הניתוחים, לא נמצאה השפעה עקבית של "רמות טיפול" – צפיפות הצבת השלטים – על התאונות. שינוי משמעותי בתאונות בקטעי הטיפול נמצא בעיקר כאשר כל קטעי הטיפול נבחנו ביחד.

(4) תקופות יום

בחינת השינויים במקבצים הייעודיים של תאונות – לפי יום/לילה, יום חול/סוף שבוע – לא הביאה תוצאות מובהקות עקב מספרים קטנים של תאונות בסדרות החודשיות (ריבוי אפסים). כלומר, עד כה לא ניתן להסיק האם הסרת שלטי פרסום משפיעה יותר על תאונות יום לעומת לילה או על תאונות בימי חול לעומת סוף שבוע.

קטעי הטיפול להם מיוחס חסכון מרבי בתאונות בתקופת ה"אחרי" (תקופת הסרת השלטים) הם: גלילות-קק"ל, קק"ל-רוקח, בשני כיווני הנסיעה, אם כי ערכים גבוהים אלה נובעים כפי הנראה מהשפעת נפח תנועה גבוה בנוסף להסרת השלטים.

לסיכום, ממצאי הניתוח מצביעים על שינוי חיובי – מגמת ירידה בתאונות בדרך נתיבי איילון, בתקופת הסרת השלטים לעומת התקופה "לפני". עקב ההסתייגויות שצוינו לעיל כגון: תקופה קצרה יחסית של המעקב, סבירות לא מבוטלת להשפעת גורמים נוספים בתקופת ה"אחרי" שלא נלקחו בחשבון, היעדר נתוני נפח לאתרי הביקורת – מומלץ לא לייחס משמעות רבה לערכים הכמותיים שהתקבלו. עם זאת, יש מקום לסמוך על מגמת הירידה בתאונות בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" כי ירידה זו נצפתה באופן עקבי, בכל בחינות הנתונים שנערכו.

4. מסקנות המחקר

לסיכום המחקר, בהתבסס על שני חלקיו הכוללים סקר ספרות וניתוח נתוני תאונות בדרך נתיבי איילון, בנושא השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים ובטיחות בדרכים ניתן להציג מסקנות כלהלן:

בחינת השפעת שלטי פרסום באמצעות מחקרי תאונות

1. מחקרי שילוט פרסום ותאונות, מתקופות שונות, נוטים למצוא השפעה שלילית מסוימת של שלטי הפרסום על בטיחות.

2. המחקרים המוקדמים של השפעת שלטי פרסום על תאונות אופיינו בבעיות מתודולוגיות רבות. עם זאת, רוב ממצאי ההערכות במחקרים אלה הצביעו על כך ששיעור תאונות גבוה יותר מזוהה עם ריבוי שלטי פרסום מסחריים בקרבת קטעי דרך וצמתים. ההשפעה השלילית של שלטי פרסום הייתה חריפה יותר באתרים עם גיאומטריה או סביבה מורכבת יותר כגון: בקטע עם עקום חד, בצומת לא מרומזר עם תמרור "עצור".

3. בתקופה האחרונה נמצאו ארבעה מחקרים שבהם נבחן קשר בין הצבת שלטי פרסום ותאונות, מתוכם מחקר אחד בלבד שנערך בהתאם לכללים המקובלים כיום במחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

4. לסיכום הממצאים הכמותיים על סמך סקר הספרות ניתן להביא אומדנים אלה:

א. ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום מתחלף ליד דרך עירונית עורקית (בסמוך לאזור מחלף) מתקשר עם עליה מובהקת בסה"כ התאונות באזור נראות השלט. עקב איכות לא גבוהה של ההערכות בשני מחקרי הבסיס, אין לייחס משמעות רבה לערך הכמותי - עליה של 46% בכלל התאונות - שהתקבל בהערכה המשוקללת.

ב. ע"פ הערכה משוקללת, שלט פרסום דינמי שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר, אינו מתקשר עם שינוי מובהק בסה"כ התאונות. עקב איכות נמוכה של שיטת הערכה באחד ממחקרי הבסיס, מומלץ להעדיף על הערכה משוקללת זו את ממצאי ההערכה של מחקר בסיס אחר - Smiley et al (2005) - אשר מתאפיין באיכות גבוהה של הניתוח וגם בעצמו משקלל ממצאים משלושה אתרים. לפי ממצאי מחקר זה, שלט פרסום דינמי (וידאו) שמוצב ליד צומת עירוני מרומזר מתקשר עם אי-שינוי בכלל התאונות (עליה לא מובהקת של 0.6%), ועם עליה לא מובהקת בתאונות עם נפגעים ובתאונות חזית-אחור, בגובה 43% ו-13%, בהתאמה.

ג. לפי אותו המקור - Smiley et al (2005) - שלט וידאו שמוצב בקטע דרך עירונית מהירה מתקשר עם אי שינוי בסה"כ התאונות ועם עליה לא מובהקת בתאונות עם נפגעים.

ד. לגבי השפעה על תאונות של שלטי פרסום סטטיים לא ניתן להביא ערך כמותי, עקב העדר אומדנים מסכמים במחקרי הבסיס, חולשה מתודולוגית של מרבית המחקרים (אשר ערכו ניתוח קורלטיבי בלבד) וכמו כן, היעדר נתוני מקור מסודרים שהיו מאפשרים לבצע ניתוח חוזר של נתוני התאונות. עם זאת, בהתבסס על ניתוחו של Weiner (1973) יש לצפות שעליה בצפיפות שלטי הפרסום לאורך הדרך תביא לעליה בשכיחות התאונות.

5. לסיכום, רוב הממצאים בנושא השפעת שלטי פרסום על תאונות שנמצאו בספרות אינם חזקים מבחינה מתודולוגית, בעוד שמחקרים אחדים שעומדים בדרישות איכות למחקרי הערכה לא הגיעו לתוצאות מובהקות. מכאן, עד כה לא ניתן להציע ערך כמותי אמין לאחוזי שינוי בתאונות שמתקשרים על הצבת שלטי פרסום.

6. ע"פ ממצאי הספרות, קיים מחסור ברור במחקרי תאונות שיערכו לפי הקריטריונים המקובלים לאיכות מחקרי הערכה בתחום הבטיחות בדרכים.

בחינת השפעת שלטי פרסום באמצעות מחקרי התנהגות

7. לשלטי פרסום מייחסים השפעה שלילית עקיפה על בטיחות עקב היותם גורם הפרעה המושך תשומת לב של הנהג ממשימתו העיקרית - הנהיגה עצמה. בניסוי מעבדה בחו"ל, לרבות באמצעות סימולאטור נהיגה, התקבלו ממצאים רבים אשר הצביעו על הרעה בביצוע משימות הנהיגה ו/או על הגברת הסחות הדעת של הנהגים בתנאי הימצאות שלטי פרסום ובייחוד, שלטי פרסום דינמיים. לעומת זאת, מבחינת הממצאים של מחקרי שטח לא מתקבלת הוכחה עקבית להשפעה שלילית של השלטים על התנהגות הנהגים.

8. מאידך, הממצאים הכמותיים של המחקרים אינם מאפשרים לפסול השערות על כך שבתנאי תנועה מורכבים יותר או בלתי צפויים, הסחות דעת אלה יגרמו להארכת זמן התגובה של הנהג, לפספוס של אירוע המחייב תגובה או לתגובה שאינה מתאימה למצב. בנסיבות אלו, במיוחד בתנועה צפופה, טעויות 'קטנות' שונות של מספר נהגים עלולות להסתכם במפגש בלתי צפוי של רכב ברכב אחר, רכב בהולך רגל, או רכב בעמוד או עצם אחר.

9. קיים צורך במחקרי שטח לבחינת השפעת שלטי פרסום על התנהגות הנהגים, בתנאי דרך ותנועה שונים.

התייחסות לשלטי פרסום, במדינות השונות

10. במדינות רבות בעולם נערכו סקרי ידע בנושא שלטי פרסום בדרכים כדי לתמוך בהגדרת מדיניות בנושא זה.

11. רוב הסקרים ומסמכי המדיניות הסכימו שהשפעה שלילית של שלטי פרסום על מצב הבטיחות אכן קיימת, במיוחד כשמדובר בשלטים מתקדמים יותר, המושכים יותר תשומת לב של הנהגים. כמו כן, הרוב הסכימו כי בתנאי תנועה רגילים, השפעת שלטי פרסום יכולה להיות שולית, אך היא עלולה להפוך לקריטית בנקודות החלטה בנהיגה או בתנאי תנועה מחמירים אשר דורשים מרב תשומת לב של הנהג.

12. רוב התקנות וההנחיות בנושא, הקיימות במדינות האחרות, פועלות להגבלת השימוש בשלטי פרסום, בעיקר בכיוונים אלה:

(א) הגבלה/איסור שימוש באמצעי פרסום מתקדמים אשר עלולים למשוך תשומת לב מוגברת של הנהגים, כגון: אורות נעים /מתחלפים /מהבהבים, ריבוי צבעים, אורות מסנוורים, אפקטים ויזואליים/ קוליים למיניהם, מסרים מורכבים וכד';

(ב) איסור/הגבלת התקנות של שלטי פרסום בנקודות קריטיות לתנועה בדרך, כגון: אזורי הסתעפות/ השתזרות בקרבת צמתים ומחלפים, באתרים בהם שלטי פרסום יפגעו בנראות/בולטות של אמצעי בקרת תנועה וכד'.

13. יש מקום לקביעת מדיניות ברורה ולהכנת הנחיות מפורטות בנושא שימוש בשלטי פרסום בתנאי הארץ.

שינויים בתאונות בדרך נתיבי איילון בעקבות הסרת שלטי פרסום

14. הממצאים מניתוח שינויים בתאונות בדרך נתיבי איילון הצביעו על שינוי חיובי - מגמת ירידה בתאונות, בתקופת הסרת השלטים לעומת התקופה "לפני". בין היתר, נמצאה השפעה מובהקת של הסרת שלטי פרסום על סה"כ התאונות בכל רמות החומרה ועל תאונות עם נפגעים. לעומת זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת של הסרת השלטים על תאונות נזק בלבד. ברוב סוגי התאונות שנבחנו בדרך ככלל נצפתה מגמת ירידה בקטעי הטיפול לעומת אתרי הביקורת בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני".

15. העובדה שבעקבות הסרת שלטי הפרסום נצפו שינויים מובהקים בתאונות בקטעי הטיפול אינה שגרתית יחסית לספרות הקיימת בנושא. כמו כן, אחוזי החיסכון בתאונות ומספרי התאונות הנחסכות נראים גבוהים לעומת הידוע בספרות. עקב ההסתייגויות שצוינו במחקר בנוגע לנתונים, ייחודיות הדרך נתיבי איילון ומאפייני הטיפול, מומלץ לא לייחס משמעות רבה לערכים הכמותיים שהתקבלו. עם זאת, יש מקום לסמוך על מגמת הירידה בתאונות בתקופה ללא השלטים לעומת התקופה "לפני" כי ירידה זו נצפתה באופן עקבי, בכל בחינות הנתונים שנערכו.

16. סה"כ, בתנאי הארץ התקבלה הוכחה אמפירית לקשר בין הסרת שלטי פרסום ושיפור הבטיחות בדרך פרברית מהירה.

17. יש מקום לביצוע מחקרי הערכה נוספים בנושא שיתייחסו לסוגי אתרים נוספים ולסוגי שילוט שונים.

5. מראי מקום - סקר ספרות

1. Akagi, Y., Seo, T., and Motoda, Y. (1996). Influence of visual environments on visibility of traffic signs. *Transportation Research Record* 1553, 52-58.
2. Ady, R. (1967). An investigation of the relationship between illuminated advertising signs and expressway accidents. *Traffic Safety Research Review*, 3, 9–11.
3. Andreassen, D.C. (1985). Traffic accidents and advertising signs. Technical note No. 1. Australian Road Research Board, 15(2), pp. 103-105.
4. ARRB (1992). Privately funded pedestrian bridges. Proceedings 16th ARRB Conference, part 7, pp.169-180.
5. Beijer, D., Smiley, A. and Eizenman, M. (2004). Observed driver glance behaviour at roadside advertising signs. *Transportation Research Record* 1899, 96-103.
6. Bergeron, J. (1997). An evaluation of the influence of roadside advertising on road safety in the Greater Montreal region. Proceedings of the Conference of the Northeast Association of State Transportation Officials, Quebec, Canada.
7. Birdsall, M.S. (2008). The debate over digital billboards: can new technology inform drivers without distracting them? *ITE Journal*, April 2008, 22-27.
8. Blanche, E. (1965). The roadside distraction. *Traffic Safety*, 10, 24–37.
9. Cairney, P. and Gunatillake, T. (2000). Roadside advertising signs – a review of the literature and recommendations for policy. Contract report for Royal Automobile Club of Victoria, Australia.
10. Chattington, M., Reed, N., Basacik, D., Flint, A., Parkes, A. (2009). Investigating driver distraction: the effects of video and static advertising. A driving simulator study. Client project report CPR208, Transport Research Laboratory. Prepared for Transport for London.
11. Circular 03/2007. Communities and Local Government Circular 03/2007, Department for Communities and Local Government, 29 March 2007, UK.
12. Coetzee, J.L. (2003). The evaluation of content on outdoor advertisements. Proceedings of the 22nd Southern African Transport Conference (SATC2003), Pretoria, South Africa.
13. Crundall, D., Van Loon, E. and Underwood, G. (2006). Attraction and distraction of attention with roadside advertisements, *Accident Analysis and Prevention* 38(2006), 671-677.
14. DMRB (1992). Design Manual for Roads and Bridges (DMRB). Volume 6, Section 3, Chapter 10, Highways Agency, UK.
15. Elvik, R. and Vaa, T. (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier.
16. Farby, J., Wochinger, K., Shafer, T., Owens, N. and Nedzesky, A. (2001). Research review of potential safety effects of electronic billboards on driver attention and distraction. Office of Real Estate Services and Safety Core Business Unit, Federal Highway Administration, Washington, DC.

17. Faustman, D. (1961). A study of the relationship between advertising signs and traffic accidents on U.S. 40 between Vallejo and Davis. San Francisco: California Roadside Council, Report CRC No. 165.
18. Guerra, R.D., de Camargo Braga, M.G. (1998). Guidelines for the display of advertising signs within the road reserve in Brazil. *Transport Policy*, 5(1998), 127-137.
19. Hagenzieker, M. (1994). Publicity along the road and traffic safety. A note. R-94-90, SWOV, the Netherlands.
20. Holahan, C. J., Campbell, M. D., Culler, R. E. and Veselka, C. (1978). Relation between roadside signs and traffic accidents: field investigation. *Transportation Research Record* 683, pp1-3.
21. Holahan, C., Culler, R., Wilcox, B. (1978). Effects of visual distraction on reaction time in a simulated traffic environment, *Human Factors* 20(4), 409-413.
22. Hughes, P.K. and Cole, B.L. (1986). What attracts attention when driving? *Ergonomics* 29(3), 377-391.
23. Johnston, A.W. and Cole, B.L. (1976). Investigations of distraction by irrelevant information. *Australian Road Research Board*, 6(3), 3-23.
24. Lee S.E., McElheny M.J and Gibbons R. (2007). Driving performance and digital billboards. Final report, Center for Automotive Safety Research, Virginia Tech Transportation Institute. Prepared for Foundation for Outdoor Advertising Research and Education.
25. Madigan-Hyland, Inc. (1963). New York State Thruway Authority: Relationship between Accidents and the Presence of Advertising Devices.
26. McMonagle, J.C. (1952). Traffic Accidents and Roadside Features. *Highway Research Board Bulletin*, 55, 38-48.
27. Minnesota Department of Highways (1951). Minnesota Rural Trunk Highway Accident, Access Point and Advertising Sign Study.
28. Molino, J.A., Wachtel, J., Farbry, J.E., Hermosillo, M.B., Granda, T.M. (2009). The effects of commercial electronic variable message signs (CEVMS) on driver attention and distraction: an update. FHWA-HRT-09-018, Federal Highway Administration, Washington, DC.
29. PIARC (2003). Road Safety Manual. Recommendations from the World Road Association (PIARC).
30. Rusch, W.A. (1951). Highway Accident Rates as Related to Roads Business and Advertising. *Highway Research Board Bulletin*, 30, 46-50. Washington, DC.
31. Smiley, A., Smahel, T. and Eizemnan, M. (2004). Impact of video advertising signs on driver fixation patterns. *Transportation Research Record* 1899, 76-83.
32. Smiley, A., Persaud, B., Bahar, G., Mollett, C., Lyon, C., Smahel, T. and Kelman, W.L. (2005). Traffic safety evaluation of video advertising signs. *Transportation Research Record* 1937, 105-112.
33. Speirs S., Winmill A., Kazi T. (2008). The impact of roadside advertising on driver distraction: Final Report. WSP Development and Transportation, prepared for Highways Agency, UK.

34. SRF (2007). "Dynamic" signage: research related to driver distraction and ordinance recommendations. SRF Consulting Group, Inc. Prepared for City of Minnetonka.
35. Staffeld, P.R. (1953). Accidents related to access points and advertising signs in study. Traffic Quarterly, 7(1), 59-74.
36. Stutts, J.C., Reinfurt, D.W., Staplin, L. and Rodgman, E.A. (2001). The role of driver distraction in traffic crashes. Report prepared for AAA Foundation for Traffic Safety, Washington, DC.
37. SWOV (2006). Advertising and information alongside the road. SWOV fact sheet, Leidschendam, the Netherlands.
38. Tantala, M.W. and Tantala, P.J. (2005). An examination of the relationship between advertising signs and traffic safety. Paper presented at the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM, Washington, DC.
39. Tantala, A.M. and Tantala, M.W. (2007). A study of the relationship between digital billboards and traffic safety in Cuyahoga County, Ohio. Submitted to the Foundation for Outdoor Advertising Research and Education, Washington, DC.
40. TEC (1989) Review of roadside advertising signs. Transportation Environment Consultants, New South Wales, Australia.
41. TEC (1990) Evaluation of banner advertising for safety promotion. Transportation Environment Consultants, New South Wales, Australia.
42. Wachtel, J. and Netherton, R. (1980). Safety and environmental design considerations in the use of commercial electronic variable-message signage. FHWA-RD-80-051, Federal Highway Administration, Washington, DC.
43. Weiner, S. (1973). Review of report. Washington, D.C.: Federal Highway Administration, Environmental Design and Control Division, August 1973.
44. Wallace, B. (2003). External-to-vehicle driver distraction. Scottish Executive Social Research, Edinburgh.
45. Wisconsin (1994). Milwaukee County stadium variable message sign study: impacts of an advertising variable message sign on freeway traffic. Wisconsin Department of Transportation, WISDOT District 2 Freeway Operation Unit.
46. Young, M.S., Mahfoud, J., Stanton, N.A., Salmon, P.M., Jenkins, D.P., Walker, G.H. (2009). Conflicts of interest: The implications of roadside advertising for driver attention, Transportation Research Part F, 12(2009), 381-388.

הערה: מראי מקום 17, 25, 27, 30, 43 לא נמצאו. תוכנם שוחזר באמצעות הצלבת סקרי ספרות - מראי מקום 16, 42, 44.

6. נספחים

6.1 נספחים – סקר ספרות

נספח א'. רקע תחיקתי בישראל בנושא שלטי פרסום

חוק הדרכים (שילוט) משנת 1966 תקף לגבי דרך בינעירונית והוא קובע:

"לא יתקין אדם שלט הנראה לעיני מי שנוהג בדרך בינעירונית אלא אם נתמלאו שני אלה:

1. ניתן לכך היתר לפי חוק זה;

2. צוין על גבי השלט שמו של מי שהזמין את הכנת השלט או את התקנתו".

ההיתר יכול להינתן לשלט שתוכנו מתאים לקטגוריות הבאות בלבד:

"(1) אזהרה או הודעה הנועדת למניעת תאונות דרכים, שריפות, לכלוך או השלכת פסולת;

(2) הוראה על מציאותו של מפעל, בית מלאכה או כל בית עסק אחר והשלט מותקן בחצרי העסק;

(3) הוראה על מציאותו של מקום קדוש או מקודש, אתר לאומי או היסטורי, אתר זיכרון והנצחה, גן לאומי או שמורת טבע;

(4) הודעה של רשות מקומית הקשורה בכניסה לתחום הרשות;

(5) שמו וסמלו של נותן החסות לניקיון ולטיפוח של קטע מסוים".

הסמכות לתת היתר, בתחום הרשות המקומית, הנה בידי הרשות המקומית, באשור הועדה המחוזית (להוציא סעיף (5) שהסמכות לגביו היא של ועדת היתרים).

תקנות הדרכים (שילוט) משנת 1980 מוסיפות פרטים לגבי סוגי השלטים המותרים להתקנה, מיקום הצבתם, מרכיביהם ועוד. ע"פ התקנות, שלושה סוגי השלטים המותרים להתקנה הנם: "שלט הזהרה או הודעה" (בהתאם לסעיף (1) לעיל, מתוך החוק);

"שלט הוראה" (בהתאם לסעיף (3) לעיל);

"שלט עסקי" (בהתאם לסעיף (2) לעיל).

לגבי מיקום של שלט עסקי, מצוין כי "השלט יוצב ככל האפשר במקביל לציר הדרך".

לגבי צבעי השלט, חל איסור על שימוש בצבעים מחזירי אור או העלולים לסנוור את עיני המשתמשים בדרך.

לגבי תוכן השלט, מותר להציג "השם או הסמל המסחרי של העסק או שניהם ותיאור עיסוקו של העסק" בלבד.

בין סייגים להתקנת שלט עסקי מצוין כי שלט לא יותר להתקנה אם הוא "מתנועע, מתעופף או מסתובב", "משמיע רעשים או מפיץ ריחות" ועוד, "נושא אורות נעים או מתחלפים או מהבהבים או נדלקים וכבים", או "מהווה סכנה או הפרעה לבטיחות המשתמשים בדרך".

סיכום למשמעויות החוק והתקנות יהיה כלהלן :

- א. כל שלט הנראה לעיני הנוהגים בדרך בינעירונית כפוף לחוק הדרכים (שילוט).
- ב. כל שלט הנראה מהדרך חייב לקבל היתר התקנה מצד רשות תמרור מקומית.
- ג. בין השלטים אשר יכולים לקבל היתר התקנה בתנאים אלה, נמצאים או שלט עסקי, או שלט אזהרה/הודעה, או שלט הוראה. שלטי פרסום שתוכנם אינו מתקשר עם תחום עיסוקם של בתי העסק הממוקמים בצדי הדרך, אינם שייכים לסוגי שלטים המותרים להתקנה בצדי הדרך.
- ד. בין השלטים, החוק אוסר שימוש באלמנטים אשר עלולים למשוך תשומת לב מיוחדת של הנוהגים בדרך כגון: אורות נעים/מתחלפים/מהבהבים ועוד, ריבוי צבעים, צבעים מחזירי אור, אפקטים ויזואליים/קוליים למיניהם. כלומר, בסמוך לשטח הדרך, החוק אינו מאפשר שימוש בשילוט אלקטרוני, שילוט מתחלף, סרטי אנימציה וסוגים מתקדמים אחרים של שילוט להעברת מסרים שלא במסגרת בקרת התנועה בדרך.

נספח ב'. פירוט ביצוע הערכות משוקללות (meta-analysis)

מקרה א': התקנת שלט פרסום מתחלף בדרך עירונית עורקית

Result	Acc- before	Acc- After	Comp- before	Comp- after	כיוון נסיעה: מקור:
1	87	45	117	35	Tele-Spot SB
2	139	96	24	4	Tele-Spot NB
3	107	157	--	--	Wisconsin EB
4	100	132	--	--	Wisconsin WB

Result	Acc- before	Acc- After	Comp- before	Comp- after	O-treatment	O-comp	OR	InOR	w	InOR*w		
1	87	45	117	35	0.5172414	0.299145	1.729	0.5476	14.11733238	7.730372		
2	139	96	24	4	0.6906475	0.166667	4.144	1.4216	3.23334141	4.596627		
3	107	157	--	--	1.4672897		1.467	0.3834	63.63257576	24.39781		
4	100	132	--	--	1.32		1.32	0.2776	56.89655172	15.79629		
										Sum In*w=	52.5211	
										Sum W=	137.8798013	
										mean effect=	1.46363	46%
										z=	1.959963985	
										left=	1.238627	24%
										right=	1.729505	73%

מקרה ב': התקנת שלט פרסום דינמי ליד צומת עירוני מרומזר

Result	Acc- before	Acc- After	Comp- before	Comp- after	מקור:
1	103	58	77	47	Smiley et al (2005)
2	68	60	--	--	Tantala and Tantala (2005)

Result	Acc- before	Acc- After	Comp- before	Comp- after	O-treatment	O-comp	OR	InOR	w	InOR*w		
1	103	58	77	47	--	--	1.006	0.006	16.3362054	0.097724		
2	68	60	--	--	0.8823529		0.882	-0.1252	31.875	-3.98958		
										Sum In*w=	-3.89185	
										Sum W=	48.2112054	
										mean effect=	0.922447	-8%
										z=	1.959963985	
										left=	0.695586	-30%
										right=	1.223299	22%

6.2 נספחים – ניתוח סטטיסטי

נספח א': סטטיסטיקה תיאורית – חישובים של שינויים בתאונות בתקופת "אחרי"
לעומת "לפני", לפי סדרות הנתונים

להלן מוצגים 7 פלטים עם תוצאות החישובים, לפי סדרות נתוני התאונות ומיקום – קבוצות הביקורת וקטעי הטיפול, בתוספת שינוי ממוצע לפי סדרה.

1. סה"כ התאונות בכל רמות החומרה

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	9.1667	8.6667	0.94545	-0.50
2	C2	9.5833	12.4167	1.29565	2.83
3	C3	5.1667	5.75	1.11290	0.58333
4	C4	4.6667	7.33	1.57143	2.66667
5	C5	36.5833	30.5833	0.83599	-6.00000
6	C6	5.9167	4.0	0.67606	-1.91667
7	BC_N	0.3333	0.5	1.5	0.16667
8	CD_N	1.9167	1.6667	0.86957	-0.25
9	CD_S	0.75	0.5833	0.77778	-0.16667
10	DE_N	2.375	1.0	0.42105	-1.375
11	DE_S	0.875	0.5833	0.66667	-0.29167
12	EF_N	0.6667	0.5833	0.87500	-0.083
13	JY_N	1.0833	0.25	0.23077	-0.833

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.073	0.3254544	0.6760563	1.5714286
		dif_1to0	6	-0.389	3.3013746	-6.0000000	2.8333333
קטעי טיפול	7	rat_1to0	7	0.763	0.4034776	0.2307692	1.5000000
		dif_1to0	7	-0.405	0.5241364	-1.3750000	0.1666667

2. תאונות נזק

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
-----	------	--------	--------	----------	----------

<i>Obs</i>	<i>type</i>	<i>m_acc0</i>	<i>m_acc1</i>	<i>rat_1to0</i>	<i>dif_1to0</i>
1	C1	6.4167	6.1667	0.96104	-0.25
2	C2	6.83	8.5	1.24390	1.66667
3	C3	3.83	4.25	1.10870	0.41667
4	C4	3.0833	4.75	1.54054	1.66667
5	C5	25.9583	20.9167	0.80578	-5.04167
6	C6	3.7083	2.6667	0.71910	-1.04167
7	BC_N	0.1667	0.33	2.0	0.16667
8	CD_N	1.2917	1.0833	0.83871	-0.20833
9	CD_S	0.3750	0.4167	1.11	0.04167
10	DE_N	1.5417	0.83	0.54054	-0.70833
11	DE_S	0.5	0.5	1.0	0.0
12	EF_N	0.5833	0.33	0.57143	-0.25
13	JY_N	0.5833	0.25	0.42857	-0.33

ממוצע השינויים

<i>c_type</i>	<i>N Obs</i>	<i>Variable</i>	<i>N</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.063	0.303	0.719	1.540
		dif_1to0	6	-0.431	2.497	-5.042	1.667
קטעי טיפול	7	rat_1to0	7	0.927	0.536	0.429	2.0
		dif_1to0	7	-0.185	0.292	-0.708	0.167

3. תאונות עם נפגעים, לרבות תאונות קטלניות

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	2.75	2.5	0.90909	-0.25
2	C2	2.75	3.91667	1.42424	1.16667
3	C3	1.33	1.5	1.125	0.16667
4	C4	1.5833	2.583	1.63158	1.0
5	C5	10.6250	9.66667	0.90980	-0.95833
6	C6	2.2083	1.33	0.60377	-0.875
7	BC_N	0.1667	0.1667	1.0	0.0
8	CD_N	0.6250	0.583	0.933	-0.04167
9	CD_S	0.375	0.16667	0.444	-0.20833
10	DE_N	0.8333	0.16667	0.20000	-0.66667
11	DE_S	0.3750	0.08333	0.22	-0.29167
12	EF_N	0.0833	0.25	3.0	0.16667
13	JY_N	0.5000	0.0	0.0	-0.5

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.101	0.376	0.604	1.632
		dif_1to0	6	0.042	0.908	-0.958	1.167
קטעי טיפול	7	rat_1to0	7	0.829	1.029	0	3.0
		dif_1to0	7	-0.220	0.292	-0.667	0.167

3. תאונות עם נפגעים בשעות לילה

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	0.41667	0.333	0.8	-0.083
2	C2	0.70833	1.333	1.88235	0.625
3	C3	0.25	0.25	1.0	0.0
4	C4	0.5	0.91667	1.833	0.41667
5	C5	2.25	2.0	0.88889	-0.25
6	C6	0.70833	0.333	0.47059	-0.375
7	BC_N	0.0	0.0	.	0.0
8	CD_N	0.20833	0.08333	0.4	-0.125
9	CD_S	0.125	0.08333	0.66667	-0.04167
10	DE_N	0.04167	0.0	0.0	-0.04167
11	DE_S	0.125	0.0	0.0	-0.125
12	EF_N	0.0	0.0	.	0.0
13	JY_N	0.16667	0.0	0.0	-0.16667

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable		Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.146	0.579	0.471	1.882
		dif_1to0	6	0.056	0.389	-0.375	0.625
קטעי טיפול	7	rat_1to0	5	0.213	0.307	0	0.667
		dif_1to0	7	-0.071	0.067	-0.167	0

5. תאונות עם נפגעים בשעות יום

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	2.33	2.16667	0.92857	-0.16667
2	C2	2.04167	2.58333	1.26531	0.54167
3	C3	1.083	1.25	1.15385	0.16667
4	C4	1.083	1.66667	1.53846	0.58333
5	C5	8.375	7.66667	0.91542	-0.70833
6	C6	1.5	1.0	0.66667	-0.5
7	BC_N	0.16667	0.16667	1.0	0.0
8	CD_N	0.41667	0.5	1.2	0.08333
9	CD_S	0.25	0.083	0.333	-0.16667
10	DE_N	0.79167	0.16667	0.21053	-0.625
11	DE_S	0.25	0.083	0.333	-0.16667
12	EF_N	0.083	0.25	3.0	0.16667
13	JY_N	0.333	0.0	0.0	-0.333

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.078	0.307	0.667	1.538
		dif_1to0	6	-0.0139	0.537	-0.708	0.583
קטעי טיפול	7	rat_1to0	7	0.868	1.035	0	3.0
		dif_1to0	7	-0.149	0.270	-0.625	0.167

6. תאונות עם נפגעים בסוף שבוע

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	0.625	0.333	0.53	-0.29167
2	C2	0.625	0.5	0.8	-0.125
3	C3	0.333	0.16667	0.5	-0.16667
4	C4	0.625	1.16667	1.86667	0.54167
5	C5	2.41667	1.5	0.62069	-0.91667
6	C6	0.79167	0.41667	0.52632	-0.375
7	BC_N	0.04167	0.0	0.0	-0.04167
8	CD_N	0.20833	0.16667	0.8	-0.04167
9	CD_S	0.125	0.0	0.0	-0.125
10	DE_N	0.083	0.083	1.0	0.0
11	DE_S	0.125	0.083	0.66667	-0.04167
12	EF_N	0.0	0.083	.	0.083
13	JY_N	0.16667	0.0	0.0	-0.16667

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	0.808	0.530	0.5	1.867
		dif_1to0	6	-0.222	0.470	-0.917	0.542
קטעי טיפול	7	rat_1to0	6	0.411	0.463	0	1.0
		dif_1to0	7	-0.048	0.081	-0.167	0.083

7. תאונות עם נפגעים בימי חול

חישובי השינויים לפי מיקום

Obs	type	m_acc0	m_acc1	rat_1to0	dif_1to0
1	C1	2.125	2.167	1.01961	0.04167
2	C2	2.125	3.41667	1.60784	1.29167
3	C3	1.0	1.33	1.33	0.33
4	C4	0.95833	1.41667	1.47826	0.45833
5	C5	8.20833	8.16667	0.99492	-0.04167
6	C6	1.41667	0.91667	0.64706	-0.5
7	BC_N	0.125	0.16667	1.33	0.04167
8	CD_N	0.41667	0.41667	1.00	0.0
9	CD_S	0.25	0.167	0.67	-0.083
10	DE_N	0.75	0.083	0.11	-0.67
11	DE_S	0.25	0.0	0.0	-0.25
12	EF_N	0.083	0.167	2.0	0.083
13	JY_N	0.333	0.0	0.0	-0.33

ממוצע השינויים

c_type	N Obs	Variable	N	Mean	Std Dev	Minimum	Maximum
קבוצות ביקורת	6	rat_1to0	6	1.180	0.358	0.647	1.608
		dif_1to0	6	0.264	0.604	-0.5	1.292
קטעי טיפול	7	rat_1to0	7	0.730	0.764	0	2.0
		dif_1to0	7	-0.173	0.266	-0.667	0.083