

בחינת השפעה על בטיחות הולכי רגל של הסרת סימון מעבר חצייה בדרכים עירוניות רב-נתיביות

ד"ר ויקטוריה גיטלמן, אינג' רובי כרמל, גב' פאני פיסחוב



רקע למחקר

□ רחובות עירוניים עורקיים ומאספים בעלי חתך דו-מסלולי, עם מפרדה בנויה ומספר נתיבי נסיעה לכיוון: מעברי חצייה לא מרומזרים

דעה:

- סימון מעבר חצייה מקנה להולכי רגל בטחון בחצייה באתר זה.

- המעבר המסומן הופך למוקד פגיעה בהולכי הרגל המנסים לחצות.

← עדיף להסיר סימון של מעבר החצייה

כדי שהולכי הרגל יבצעו בדיקה קפדנית יותר של מצב התנועה בטרם חצייה או יחצו במקום אחר

- במספר רשויות בארץ (תל-אביב-יפו, באר-שבע), הוסרו סימוני מעברי חצייה לא מרומזרים בקטעי רחובות דו-מסלוליים



שאלת המחקר:

האם הסרת סימון מעבר חצייה לא מרומזר בקטע דרך, ברחוב עירוני רב-נתיבי, משפרת את בטיחות הולכי הרגל?

שיטת המחקר

ניתוח רוחבי (cross-section analysis):

התנהגויות ותנאי חצייה של הולכי הרגל באתרים ללא סימון מעברי החצייה (אתרי טיפול) לעומת אתרים עם הסימון (אתרי ביקורת), כאשר ההתנהגויות מתועדות באמצעות תצפיות שטח



א. ריכוז ממצאים מהספרות הבינלאומית

ב. סיורי שטח: איתור אתרי הטיפול ואתרי הביקורת

ג. ריכוז וניתוח של נתוני התאונות

ד. תצפיות שטח: מדידות מהירות + צילומי וידאו, פיענוח נתוני המצלמות

ה. הפקת מדדי התנהגויות, השוואה בין אתרי טיפול ואתרי ביקורת

א. ממצאי הספרות - דוגמאות

אנגליה - Davies, 1999: שיעור היפגעות הולכי רגל במעבר מסוג "זברה" **נמוך יותר** בהשוואה לאתרים ללא מעבר חציה .

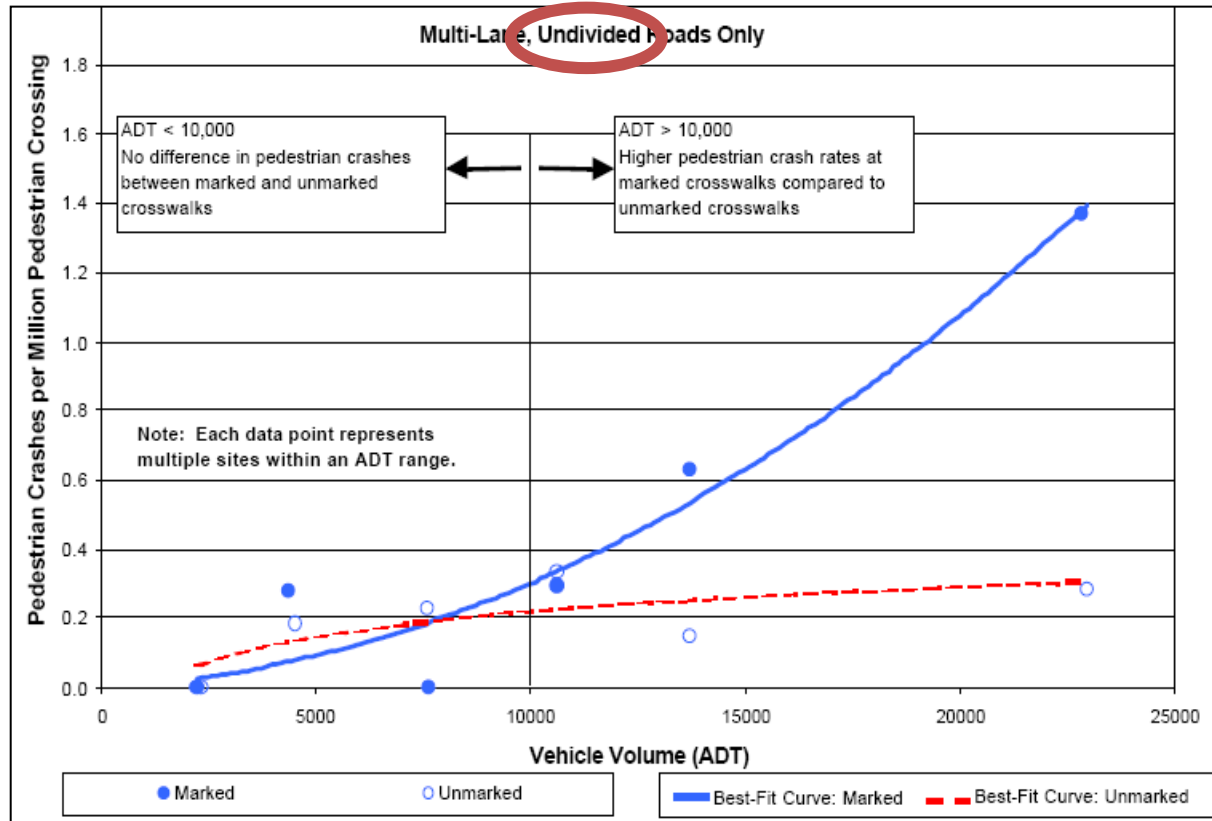
הולנד - Hummel, 1999: במספר אתרים, שכיחות תאונות **עלתה** אחרי התקנת מעבר חציה לא מרומזר

שבדיה - Ekman, 1996: במעבר חציה מסוג "זברה", **בצומת**, שיעור הקונפליקטים היה **גבוה יותר** בהשוואה למעבר חציה בצומת שאינו מסומן.



א. ממצאי הספרות – ארה"ב

Zegeer et al (2002): נתוני תאונות מחמש שנים (1994-1998), ב-1,000 אתרים עם מעברי חציה מסומנים ו-1,000 אתרים עם מעברי חציה לא מסומנים, ב-30 ערים



⇐ בדרכים עם נפח נמוך (עד 10,000 כ"ר ביממה) אין הבדל בשיעורי תאונות בין מעברים מסומנים ו-לא מסומנים.
בדרכים עם נפח גבוה (מעל 10,000 כ"ר ביממה) שיעור תאונות גבוה יותר במעברים המסומנים

א. ממצאי הספרות – ארה"ב

Zegeer et al (2002): המלצות

Roadway Type (Number of Travel Lanes and Median Type)	Vehicle ADT < 9,000			Vehicle ADT >9000 to 12,000			Vehicle ADT >12,000 - 15,000			Vehicle ADT > 15,000		
	Speed Limit**											
	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h	≤ 30 mi/h	35 mi/h	40 mi/h
2 Lanes	C	C	P	C	C	P	C	C	N	C	P	N
3 Lanes	C	C	P	C	P	P	P	P	N	P	N	N
Multi-Lane (4 or More Lanes) With Raised Median***	C	C	P	C	P	N	P	P	N	N	N	N
Multi-Lane (4 or More Lanes) Without Raised Median	C	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N

C - מעבר מסומן מתאים להתקנה

P - תיתכן עליה בסיכון לתאונות הולכי רגל במידה ומעבר מסומן יותקן ללא אמצעים נוספים

N - מעבר מסומן בלבד אינו מספיק כי צפוי להביא לעליה בסיכון לתאונות, יש לשקול אמצעים נוספים: מיתון תנועה, רמזור וכו'

א. ממצאים ממסמכי מדיניות (אנגליה, הולנד, ארה"ב)

- באף מקור לא נמצאה המלצה ישירה לביטול מעברי חציה מסומנים בעורקי תנועה עירוניים לשיפור בטיחותם של הולכי הרגל.
 - מוזכרת מדיניות לא רשמית של מספר רשויות בארה"ב התומכת בהסרת סימוני מעברי חצייה ברחובות רב-נתיביים עתירי תנועה.
 - מעברי חציה מסומנים ללא אמצעים נוספים, אינם מתאימים לרחובות עם מהירות מותרת מעל 50 קמ"ש או לקטעי דרך עם נפחי תנועה גבוהים.
 - את חלופת הביטול של מעבר החצייה יש לבחון כחלופה אחת מתוך מגוון חלופות כולל: רימזור, שינויים גיאומטריים, הוספת אמצעי התראה!
- יש להתחשב במאפיינים כגון: הימצאות חלופות לחציה; מספר הולכי הרגל החוצים בקטע; תכונות החוצים - פילוג הגילים, אחוז אנשים עם מוגבלויות



ב. איתור אתרי טיפול ואתרי ביקורת למחקר

אתר טיפול בבאר-שבע:

מעבר חציה מחוק, בקטע דרך דו-מסלולית עם מפרדה רציפה, בין שני צמתים מרומזרים. יש הולכי רגל חוצים.

(1) דרך המשחררים, ליד הסופר-פארם:

שני נתיבים לכל כיוון, מ"מ 60 קמ"ש. ללא סימון "זברה", ללא תמרור.



ב. איתור אתרי טיפול ואתרי ביקורת - המשך

אתרי ביקורת לאתר טיפול בבאר-שבע: מעברי חצייה מסומנים בקטע דרך עם מפרדה רציפה, עם פעילות הולכי רגל. מ"מ 50 קמ"ש, ללא מיתון תנועה. עקב מחיקה גורפת של מעברי חציה לא מרומזרים בכל העיר באר שבע, אתרי הביקורת נבחרו באשדוד.



(3) אשדוד, רח' דוד המלך, מעבר חציה מול מרכז מסחרי



(2) אשדוד, רח' יהודה הלוי פינת ביאליק, ליד קניון

ב. איתור אתרי טיפול ואתרי ביקורת - המשך

אתר טיפול בתל-אביב: מעבר חצייה מחוק בדרך דו-מסלולית, רב-נתיבית, בין שני צמתים מרומזרים. יש פעילות הולכי רגל.

(4) **תל אביב, לח"י 79**: הוסר סימון מיסעה, נשארו תמרורים עיליים - 707, 306. מ"מ 50 קמ"ש. שני נתיבים לכיוון, מעקה הולכי רגל במפרדה.



ב. איתור אתרי טיפול ואתרי ביקורת - המשך

אתרי ביקורת לאתר טיפול בתל-אביב: מעברי חצייה מסומנים בקטע דרך עם מפרדה רציפה, עם פעילות הולכי רגל. מ"מ 50 קמ"ש, עם מעקות מפרדה.
אתרי הביקורת נבחרו **בתל-אביב**, באותו עורק תנועת



(6) תל-אביב, רח' חיים ברלב 33



(5) תל-אביב, רח' לח"י 11

ג. בחינת מצב תאונות דרכים באתרי המחקר*

א - סך התאונות עם נפגעים

מספר תאונות אחרי	מספר תאונות לפני**	שנת מחיקה	סה"כ, ב-6 שנים	2011	2010	2009	2008	2007	2006	מיקום האתר	סוג אתר
0	0	2009	0	0	0	0	0	0	0	באר-שבע, דרך המשחררים, מס' 79, 70	1 טיפול
0	2	--	2	0	0	0	0	1	1	אשדוד, רח' יהודה הלוי, צומת עם רח' ביאליק	2 ביקורת
0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	אשדוד, רח' דוד המלך, 8	3 ביקורת
0	2	2010	2	0	1	0	0	1	0	תל-אביב, רח' לח"י 79, 84, 77	4 טיפול
1	5	--	6	1	2	0	0	1	2	תל-אביב, רח' לח"י, מס' 16, 9, 11, צומת עם רח' תישרי	5 ביקורת
0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	תל-אביב, רח' חיים בר-לב , מס' 128, 126, 133, 135, צומת עם רח' טייב, עם רח' משה בריל	6 ביקורת

** כולל שנת המחיקה

- מספר מועט של תאונות דרכים
- כמעט כל התאונות, נצפו בעבר, בתקופת לפני המחיקה

* תאונות בשנים 2006-2011, על סמך קבצי "ת"ד" של הלמ"ס

ג. בחינת מצב תאונות דרכים באתרי המחקר*

ב - תאונות הולכי רגל

מספר תאונות אחרי	מספר תאונות לפני*	שנת מחיקה	סה"כ ב-6 שנים	11	10	09	08	07	06	מיקום האתר	סוג אתר
0	0	2009	0	0	0	0	0	0	0	באר-שבע, דרך המשחררים, מס' 79,70	1 טיפול
0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	אשדוד, רח' יהודה הלוי, צומת עם רח' ביאליק	2 ביקורת
0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	אשדוד, רח' דוד המלך, 8	3 ביקורת
0	1	2010	1	0	1	0	0	0	0	תל-אביב, רח' לח"י 79,77, 84	4 טיפול
0	3	--	3	0	2	0	0	1	0	תל-אביב, רח' לח"י, מס' 11,9, 16, צומת עם רח' תשרי	5 ביקורת
0	0	--	0	0	0	0	0	0	0	תל-אביב, רח' חיים בר-לב, מס' 135, 128, 126, 133, צומת עם רח' טייב, עם רח' משה בריל	6 ביקורת

- תאונות הולכי רגל נצפו בשני אתרים בלבד, בעיקר בשנת 2010

<<< לא ניתן להסיק לגבי השפעת ההסדר - הסרת מעברי החצייה, על התרחשות התאונות. אם כי, הסרת סימון לא הביאה לעליה במספר תאונות פגיעה בהולכי הרגל.

** כולל שנת המחיקה

* תאונות בשנים 2006-2011, על סמך קבצי "ת"ד" של הלמ"ס

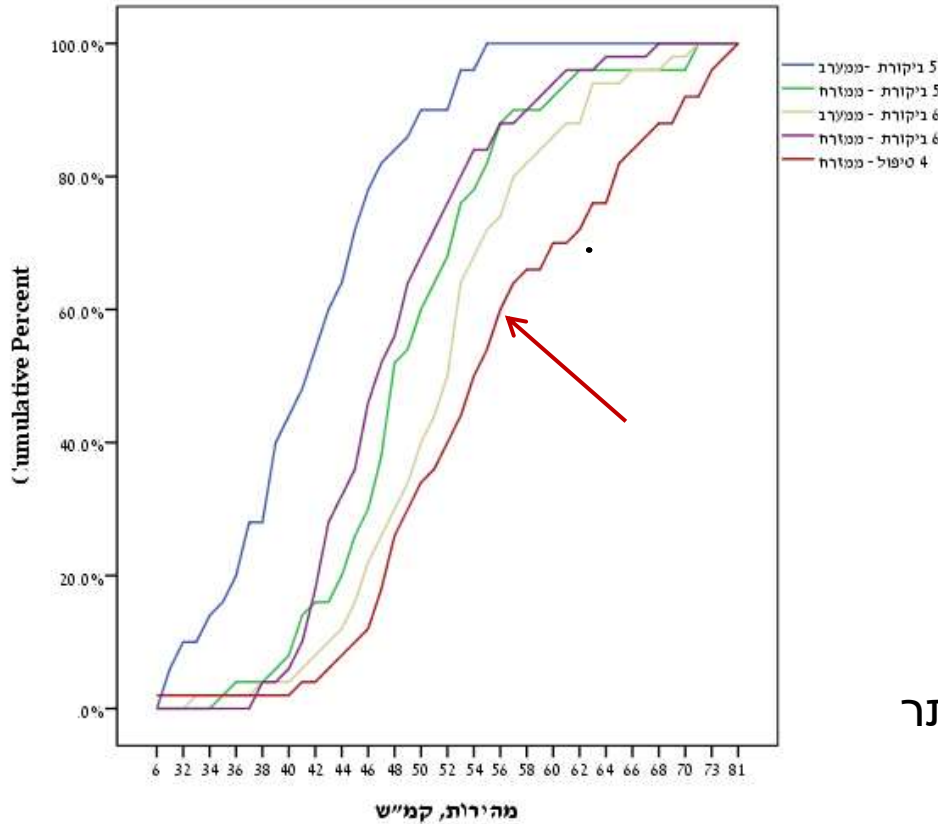
ד. תצפיות התנהגות

מדדי מהירויות הנסיעה בזרימה חופשית, באזורי התקרבות לאתרי הטיפול והביקורת

סוג אתר	מיקום האתר	כיוון מדידה	ממוצע	סטית תקן	אחוזון 85
טיפול*	באר-שבע, דרך המשחררים, ליד סופר-פארם	מדרום	50.7	5.8	56.7
		מצפון	44.2	5.6	50.7
ביקורת	אשדוד, רח' יהודה הלוי פינת ביאליק, ליד קניון	ממזרח	36.1	4.5	41.0
		ממערב	39.7	7.7	47.0
ביקורת	אשדוד, רח' דוד המלך	מדרום	47.2	6.6	54.0
		מצפון	45.6	7.1	52.0
טיפול	תל-אביב, רח' לח"י 79	ממזרח	55.5	11.7	66.7
		ממערב	50.4	4.9	55.0
ביקורת	תל-אביב, רח' לח"י 11	ממזרח	49.7	7.4	56.0
		ממערב	41.9	6.4	48.7
ביקורת	תל-אביב, רח' חיים ברלב 133, פניה לרח' טייב	ממערב	52.3	7.6	59.7
		ממזרח	48.5	6.7	55.3

- מדדי מהירויות הנסיעה באתרי הטיפול אינם שונים מהותית מאתרי הביקורת
- בשני אתרי הטיפול, כיוון נסיעה אחד מתאפיין במהירויות גבוהות לעומת אתרי הביקורת

דוגמא: השוואת מהירויות באתר טיפול תל-אביב לח"י 79 לעומת אתרי הביקורת



מבחן Kruskal-Wallis (K-W): $p < 0.0001$;
מבחן Kolmogorov-Smirnov (K-S):
הבדל מובהק בהשוואה בין אתר הטיפול ואתר
ביקורת 5, בשני כיווני הנסיעה, ובהשוואה בין אתר
הטיפול ואתר ביקורת 6 בכיוון נסיעה ממזרח

Post Hoc Tests (Tukey HSD)

Post Hoc Tests (Tukey HSD)	מבחן Anova	נושא השוואה
<p>$p = 0.292$ בהשוואה בין אתר הטיפול לבין אתר ביקורת 6, כיוון נסיעה ממערב;</p> <p>$p < 0.01$ בהשוואה בין אתר הטיפול לבין אתר ביקורת 5, בשני כיווני הנסיעה, ולעומת אתר ביקורת 6, בכיוון ממזרח</p>	<p>$F = 18.946$, $p < 0.0001$</p>	<p>אתר הטיפול, בכיוון הנסיעה ממזרח</p>

ד. תצפיות שטח: התנהגויות נבחנות

צילומי וידאו - כ 24 שעות צילום לאתר

- מתן זכות קדימה ע"י כלי רכב להולכי הרגל החוצים.
- הקפדת הולכי רגל על כללי חצייה בטוחה לפני ובעת החצייה.
- היווצרות קונפליקטים בין הולכי רגל וכלי רכב בעת החצייה.
- זמן המתנה של הולך הרגל עד תחילת החצייה וזמני ביצוע החצייה.



בהתאם למצב התנועה בדרך
והיקף הולכי הרגל החוצים באתר

4 מדגמים לכל אתר:
לפי כיוון חצית הולך הרגל -
ממדרכה למפרדה או ממפרדה
למדרכה, בשני חלקי המעבר

ה. השוואה בין מדדי התנהגות באתרי הטיפול לעומת אתרי הביקורת

דוגמא: אתר הטיפול בתל אביב, מסלול נסיעה ממערב למזרח, חציה ממדרכה למפרדה

תוצאות השוואה # (GLIMMIX)	ערך המדד (%)					מדד התנהגות
	ביקורת: ברלב (ממזרח למערב)	ביקורת: ברלב (ממערב למזרח)	ביקורת: לח"י 11 (ממזרח למערב)	ביקורת: לח"י 11 (ממערב למזרח)	באתר טיפול	
אין הבדל לעומת אתרי הביקורת, פרט ל לח"י 11 (ממזרח למערב)	95%	94%	87%	88%	94%	% ה"ר שעצרו לפני המעבר כשהיה רכב
דומה לאתר ביקורת לח"י 11 (שני המסלולים), שונה מאתר ביקורת ברלב (שני המסלולים)	100%	100%	97%	97%	97%	% ה"ר שבדקו את מצב התנועה כשהיה רכב
שונה מאתר ביקורת לח"י 11 (שני המסלולים) - נמוך יותר	6%	7%	34%	15%	4%	% מתן זכות קדימה ע"י רכב ראשון בנתיב הקרוב
שונה מאתר ביקורת לח"י 11 (שני המסלולים) - נמוך יותר	5%	5%	33%	10%	2%	% מתן זכות קדימה ע"י רכב ראשון בנתיב הרחוק
שונה מאתר ביקורת לח"י 11 (שני המסלולים) - גבוה יותר	72%	66%	34%	58%	73%	% מצבים בהם ה"ר חצה רק כאשר כל כלי הרכב עברו
שונה מרוב אתרי הביקורת, פרט ללח"י 11 (ממזרח למערב)	0%	0%	4%	11%	4%	% קונפליקטים

"שונה" עם $p < 0.05$

ה. השוואה בין מדדי התנהגות באתרי הטיפול לעומת אתרי הביקורת

דוגמא: אתר הטיפול בתל אביב, מסלול ממערב למזרח, חציה ממדרכה למפרדה - המשך

תוצאות השוואה *(ANOVA)	ערך המדד (מוצע)					מדד התנהגות
	ביקורת: ברלב (ממזרח למערב)	ביקורת: ברלב (ממערב למזרח)	ביקורת: לח"י 11 (ממזרח למערב)	ביקורת: לח"י 11 (ממערב למזרח)	באתר טיפול	
דומה לכל אתרי הביקורת פרט ללח"י 11, ממזרח למערב, שם מספר כלי הרכב היה נמוך יותר	4.08	5.37	2.76	3.77	4.46	מספר כלי רכב שעברו בנתיב הקרוב עד שהולך רגל התחיל לחצות
דומה לכל אתרי הביקורת פרט ללח"י 11, ממזרח למערב, שם מספר כלי הרכב היה נמוך יותר	4.41	5.79	2.87	4.09	5.64	מספר כלי רכב שעברו בנתיב הרחוק עד שהולך רגל התחיל לחצות
שונה מאתר לח"י 11, ממזרח למערב, ושונה גבולית ($p < 0.06$) מאתר לח"י 11, ממערב למזרח, בהם הזמן היה קצר יותר	14.80	18.27	7.41	10.75	14.88	זמן בין הגעה למעבר עד תחילת החצייה
כל האתרים דומים	5.91	5.23	5.15	5.42	5.60	זמן החצייה
כל האתרים דומים	1.29	1.36	1.40	1.24	1.37	ממוצע הולך רגל שחצו עד חידוש התנועה (במקרים כשהיה רכב)

* "שונה" עם $p < 0.05$

ה. השוואת מדדי התנהגויות באתרי הטיפול לעומת אתרי הביקורת - סיכום

התנהגויות	לח"י 79, תל-אביב, לעומת אתרי ביקורת שלו	דרך המשחררים, באר-שבע, לעומת אתרי ביקורת שלו
1) הקפדת הולכי רגל על כללי חציה בטוחה	דומים באתר הטיפול ובאתרי הביקורת: אחוזים גבוהים (עצירה 75%-96%, בדיקת תנועה 96%-100%)	אחוזי בדיקה דומים , אחוזי עצירה שונים וגבוהים יותר לעומת אתרי הביקורת (עצירה 100%, בדיקה 100%)
2) מתן זכות קדימה להולכי הרגל ע"י הרכב הראשון	לא בהכרח מזוהה עם הרעה לעומת אתרי ביקורת (4%-0% בחצית מסלול הנסיעה ממערב למזרח, 22%-48% בחצית המסלול השני)	שונה ונמוך מאוד לעומת אתרי ביקורת (4%-0%)
3) אחוז המצבים בהם הולך רגל חצה רק כאשר כל כלי הרכב עברו כביש	לא בהכרח מזוהה עם הרעה לעומת אתרי ביקורת (72%-73% בחצית מסלול ממערב למזרח, 40%-42% בחצית המסלול השני)	מזוהה עם הרעה ניכרת לעומת אתרי ביקורת (92%-99%)
4) מספר כלי הרכב שעברו בנתיב עד שהולך רגל התחיל לחצות	אינו חריג לעומת אתרי ביקורת: מספר גבוה (4-6 כלי רכב בחציית הולך רגל ממדרכה למפרדה, 3-5 בחציה ממפרדה למדרכה)	שונה וגבוה יותר לעומת אתרי ביקורת (4-5 כלי רכב)
5) אחוז הקונפליקטים	אינו חריג לעומת אתרי ביקורת: יחסית נמוך (3%-6%)	דומה לאתרי ביקורת: נמוך מאוד (2%-0%)
6) הזמן בין הגעת ה"ר עד תחילת החציה	אינו חריג לעומת אתרי ביקורת: יחסית ארוך (12.5-14.9 שנ' בחצית מסלול הנסיעה ממערב למזרח, 6.3-10.6 שנ' בחציית המסלול השני)	שונה וארוך מאוד לעומת אתרי ביקורת (9.5-13.3 שנ')
7) זמני חציה	דומים לאתרי הביקורת (בממוצע, 5.1-6.1 שנ' למעבר)	אינו שונה מהותית מאתרי הביקורת (בממוצע, 6.1-7.9 שנ' למעבר)

ה. סיכום הממצאים

- ❑ מחיקת סימון ה"זברה" לא הביאה להפסקת חציות ה"ר באתר
- ❑ אתרים ללא סימון מזהים עם אחוזים גבוהים של הקפדת ה"ר על כללי חציה בטוחה - שינוי חיובי
- ❑ באתרים ללא סימון, הרעה ניכרת במתן זכות קדימה להולכי הרגל, עד להיעלמות מוחלטת של מתן זכות הקדימה לה"ר
- ❑ אופן ביצוע ההסדר משפיע על התנהגויות משתמשי הדרך
- ❑ באתרים ללא סימון, נצפו נטיות למהירויות נסיעה גבוהות יותר לעומת אתרי הביקורת
- ❑ באתרי המחיקה זמני חצית ה"ר לא היו קצרים יותר לעומת אתרי הביקורת

ה. מסקנות

האתרים ללא סימון מעברי החצייה מזהים **עם הרעה ברורה בתנאי חצית הולכי הרגל**, מבחינת אפשרותם לחצות את שטח הכביש.

תנאי החצייה שנוצרו בעקבות הסרת סימון המעבר:

- התעלמות כלי הרכב מהולכי הרגל הזקוקים לחציה,

- זמני המתנה ארוכים של הולכי הרגל,

- זמני חצייה לא קצרים של שטח הכביש,

- מהירויות נסיעה גבוהות של כלי הרכב בקטעי הדרכים,

לא יכולים להיות מזהים עם שיפור בטיחות הולכי הרגל בעת חצית הכביש, על אף הקפדה רבה יותר של הולכי הרגל על כללי חציה בטוחה.

❑ ממצאי המחקר אינם תומכים בטענה כי "הסרת סימון מעבר החצייה משפרת את בטיחות הולכי הרגל".

❑ החלטה על הסרת סימון מעבר החצייה צריכה להיבחן במקביל עם חלופות אחרות כגון: יישום מעבר מוגבה או רמזור המעבר.

תודה רבה!

