

מיסוי ירוק: ההשפעה והכדאיות של שיטת הפרס/קנס (Feebate) על שוק המכוניות החדשות בישראל

איתמר מילרד *

תוכנית מיסוי ירוק של מכוניות חדשות החלה לפעול באוגוסט 2009. במסגרת תוכנית זו הוגדל מס הקנייה על מכוניות, וניתן זיכוי במס לפי פליטת המזהמים. התוכנית מבוססת על שיטת הפרס/קנס (Feebate). אמדתי את השפעת התוכנית וכדאיותה בעזרת משוואת ביקוש הנגזרת מאמידת תועלת מבחירה רנדומלית דיסקרטית של מכוניות חדשות, על בסיס מודל Nested Logit.

אמידת משוואת הביקוש העלתה כי למחיר הדגם ולרמת הזיהום השפעה שלילית על נתח השוק; לרמת יעילות הרכב ולמידת בטיחותו השפעה חיובית. כמו כן, הגמישות הצולבת בין מכוניות באותו פלח (סגמנט) גבוהה יותר מאשר בין מכוניות בפלחים אחרים.

בעזרת האומדנים שהתקבלו הראיתי כי ביטול הזיכוי במס מגדיל את הכנסות המדינה ואת פליטת המזהמים, ומקטין את מספר כלי הרכב החדשים שנרכשים. כאשר מספר כלי הרכב החדשים מוחזק כקבוע (על ידי הקטנת מס הקנייה), הכנסות המדינה גדלות וכך גם הזיהום. יחד עם זאת, ההשפעה החיצונית השלילית כתוצאה מהגידול בזיהום נמוכה משמעותית מהגידול בהכנסה, ומכאן שכדאיות התוכנית מוטלת בספק.

בינואר 2015 עודכנה הנוסחה לקביעת גובה ההחזר. הראיתי כי לא ניתן להגיע לתוצאות העדכון על ידי העלאת מס הקנייה, וכי מס הקנייה הממקסם את ההכנסות (נקודת השיא של עקומת לאפר) הוא מס בשיעור של 99%, אשר שווה ערך למס בשיעור 44.98% מהמחיר הסופי.

א. מבוא

מגזר התחבורה הוא צרכן האנרגיה הסופי הגדול ביותר בעולם. המגזר צורך כ-27% מהאנרגיה העולמית, ואחראי על כ-22% מפליטות הפחמן הדו-חמצני (International Energy Agency, 2013) ומזהמים נוספים: חד-חמצנית החנקן, פחמימנים, פחמן חד-חמצני וחלקיקי חומר. התחזיות הן כי הפליטות המזהמות (להלן: הפליטות) מענף התחבורה תכפלנה את עצמן עד שנת 2050 (OECD, 2012). נתונים אלה ואחרים מעודדים מקבלי החלטות למצוא דרכים חדשות להקטנת הפליטות במגזר התחבורה בכלל, ובמגזר כלי הרכב הפרטיים בפרט.

* אני מודה למנחה שלי, פרופסור מישל סטרבצ'ינסקי, על הנחייתו, הדרכתו ותמיכתו בעריכת המחקר ובכתיבת מאמר זה. אני מוקיר תודה גם לדוקטור אלון אייזנברג על עזרתו בשלבים המוקדמים של מחקר זה; ליהודה רודד וענת לוי מאיגוד יבואני הרכב על ניסיונם ועל עזרתם בבניית מאגר הנתונים; לדוקטור שירלי אברמי ולעמי צדיק ממרכז המחקר והמידע של הכנסת על הערותיהם הבונות. עבודה זו לא הייתה יוצאת אל האור ללא תמיכתה של אשתי, סנדי הפץ מילרד, והשראתה.

עד לאחרונה שימשו שני כלים מרכזיים להפחתת פליטות מכלי רכב פרטיים: האחד, סטנדרטים בייעילות צריכת הדלק (Fuel Economy Standards) המעודדים יצרני רכב לייצר כלי רכב יעילים מבחינת תצרוכת דלק. האחר, אגרת רישוי הגדלה ביחס לגידול בנפח המנוע, בהספק או במשקל (למדדים אלה קשר לפליטות). לאחרונה החלו לבחון שיטות חדשות אשר מטרתן להפחית בצורה ישירה את הפליטות. אחת השיטות היא שיטת הפרס/קנס (Feebate). שיטת הפרס/קנס מתמרת צרכנים לקנות כלי רכב בעלי פליטה נמוכה במתן תגמול חיובי, "פרס", ומניאה אותם מרכישת כלי רכב בעלי רמת פליטות גבוהה במתן תגמול שלילי, "קנס". במילים אחרות, שיטת הפרס/קנס משנה את מחיר הרכב – היא מסבסדת כלי רכב "ירוקים יותר" באמצעות מיסוי כלי רכב מזהמים.

שיטת הפרס/קנס יושמה בכמה מדינות אירופאיות, ביניהן צרפת (2008), גרמניה (2009), אירלנד (2008), שוודיה (אפריל 2007 – יוני 2009) ובמדינות מערביות נוספות, למשל בקנדה (2009). ניסיון ליישום שיטה כזו בקליפורניה לא צלח (The Clean Car Discount Program). תוכנית "רפורמת מיסוי ירוק", המיישמת את שיטת הפרס/קנס בישראל, החלה לפעול בחודש אוגוסט 2009. התוכנית בישראל מושתתת על העלאת מס הקנייה המוטל על כל כלי הרכב – פרטיים ומסחריים – ומתן החזרים על סמך כמות הפליטות המזהמות של הרכב.

לשיטת הפרס/קנס יתרונות מספר, ביניהם: היא מעודדת רכישת כלי רכב ירוקים; מעמידה תחליף למיסי דלק גבוהים שאינם פופולריים; ניתן לתכננה כך שהקנסות ימנעו את הפרסים וכך ניתן להימנע מעלות תקציבית; מאפשרת לתקן חלק מהערכת החסר שהצרכנים מחשבים בעת רכישת רכב חדש (ראה לדוגמה: Allcott and Wozny, 2014); מספקת עידוד מתמיד ליצרני הרכב לשפר את יעילות צריכת הדלק ברכב (Gordon and Levenson, 1989). עם זאת, לשיטה גם חסרונות, ביניהם: רלוונטיות רק בעת רכישת רכב חדש; מתמקדת רק ברכישה ולא בשימוש; עלולה להוביל תופעת "בוורנג" – הורדת ההוצאה לדלק עלולה להביא להגברת השימוש בכלי רכב ובכך לגרום להגברת הזיהום; מעודדת רכישת כלי רכב, ובכך עשויה להגדיל את רמת הזיהום הכללית, במיוחד כאשר השיטה אינה מעוצבת כראוי (D'Haultfoeuille, Givord and Boutin, 2014).

יישום רפורמת מיסוי ירוק בישראל ואיסוף נתונים על השוק בישראל מאפשרים הצגת שאלות מספר העשויות לסייע בהבנת השפעתה של שיטת הפרס/קנס ואופי שוק כלי הרכב החדשים בישראל. על כן מטרת מאמר זה היא לענות על השאלות הבאות: (1) מה הם הגורמים המשפיעים על בחירת כלי רכב? (2) כיצד משפיע גובה מס הקנייה המוטל על כלי רכב חדשים על השוק, ובאיזו נקודה תקטין עלייה במס הקנייה את ההכנסות ממס (נקודת השיא של עקומת לאפר)? (3) האם רפורמת מיסוי ירוק מצמצמת את כמות הזיהום, והאם המודל משתלם מבחינה כלכלית? (4) מה הן ההשפעות של החמרת הנוסחה לקביעת הזיהום, והאם ניתן להמירה בהעלאת מס קנייה?

על מנת לענות על שאלות אלו, אאמוד את הביקוש לכלי רכב באמצעות מודל Nested Logit. על סמך התוצאות אנתח את מבנה השוק תוך שינוי גובה מס הקנייה ועדכון הנוסחה לקביעת הציון הירוק. אני מאמין כי המאמר תורם הן למקבלי החלטות ההחלטות הן לספרות המקצועית: השאלות הנשאלות במחקר רלוונטיות למקבלי החלטות בבחינתם את דרך מיסוי כלי הרכב החדשים בישראל ובעולם, בבחינת רפורמת מיסוי ירוק בפרט ובבחינת כדאיותה של שיטת הפרס/קנס בכלל. לגבי הספרות המחקרית, תרומתו של מאמר זה נובעת ממאפייניהם הנבדלים של שוק הרכב החדש בישראל ושל הרפורמה במיסוי ירוק. כך, שוק הרכב בישראל קטן ומבוסס על ייבוא בלבד, בשונה משווקים אחרים בעולם; רפורמת המיסוי הירוק בישראל מתייחסת לכמה רכיבי זיהום, ואינה מתמקדת בזיהום אחד בלבד כמו במרבית המדינות (פחמן דו-חמצני).

ב. רקע

ב.1. סקירת ספרות

שיטת הפרס/קנס מיושמת בעולם שנים מספר בלבד, ועל כן הספרות המחקרית בנושא מוגבלת. הספרות בנושא עוסקת בשתי שאלות עיקריות: כיצד השיטה עשויה להשפיע על השוק מראש (ex-ante), וכיצד השפיעה השיטה שיושמה על השוק בדיעבד (ex-post). המחקרים העיקריים שחקרו כיצד השיטה עשויה להשפיע על השוק מראש בחנו ומצאו כי השיטה צפויה להטיב עם הלקוחות ועם היצרנים ואף להפחית את רמת הזיהום (Gordon and Levenson, 1989; McManus, 2007). חוקרים אחרים בחנו את השיטה בהשוואה לשיטות אפטריות אחרות בארצות הברית ומצאו בה יתרונות וגם חסרונות (Greene et al., 2005; Fischer, 2008). בקפריסין נערך מחקר והשווה בו מדיניות הכוללת הוספת פרס/קנס לשאר המיסים ולהחלפת כל המיסים בקנס/פרס ונמצא כי מיסוי באמצעות שיטת הקנס-פרס מקטין אומנם את כמות הזיהום, אך לא באופן אשר יפצה את הירידה ברווחה הציבורית (Christodoulou and Clerides, 2012). מחקר שבחן את השפעת השיטה בצרפת מצא כי לפחות בטווח הקצר השיטה הובילה לעלייה בסך הזיהום (D'Haultfoeuille, Givord and Boutin, 2014). התוצאה המאכזבת היא תוצר של מתן מענקים גבוהים מדי. התוכנית השוודית להענקת החזר לבעלי כלי רכב ירוקים נבחנה, ונמצא כי הגדילה את נתח השוק של כלי רכב ירוקים ב-5.5%, בעלות של 109 דולר לטונה פחמן דורחמצני (Huse and Lucinda, 2014). מחיר זה גבוה יחסית ועומד על פי חמישה משווי נזקי הזיהום, מה שמעמיד את כדאיות התוכנית בספק. אף תגובת היצרנים לחוסר הרציפות של השיטה בקנדה נבחנה, ונמצא כי היצרנים מבצעים מניפולציות ברמת הפליטות ומשתדלים להפחית את רמת הזיהום רק לגובה המדרגה הקודמת, אך לא יותר (Sallee and Slemrod, 2012). ממצאים מעניינים נמצאו כאשר נבחנה ההשפעה של מעבר מאגרת רכב מבוססת נפח מנוע לאגרת רכב מבוססת כמות פליטה של פחמן דורחמצני. נמצא כי כמות הפליטות אכן יורדת בשל מעבר לרכבי דיזל, וכי ההכנסות ממס יורדות (Rogan et al., 2011). מחקר מקיף בחן את ההשפעה של רפורמה מבוססת כמות פליטות על סך הפליטות ועל ייצור כלי רכב בצרפת, גרמניה ושוודיה (Klier and Linn, 2015) ומצא בין השאר כי מודל מדורג הביא להפחתה משמעותית יותר ברמת הזיהום של רכבים חדשים ממודל ליניארי.

כאמור לעיל, במחקר זה אבחנו את שוק הרכב הישראלי. קדמו לי בתחום המחקר פרשטמן וגנדל (Fershtman and Gandal, 1998), שהתמקדו בהשפעת החרם הערבי על שוק הרכב בישראל, ואף פרשטמן, גנדל ומרקוביץ (Fershtman, Gandal and Markovich, 1999), שהתמקדו בשווקים אוליגופוליים שהמוצרים בהם מובחנים, ובהשפעה של משטרי מס שונים על הצרכן בישראל.

ב.2. תיאור רפורמת מיסוי ירוק בישראל

רפורמת מיסוי ירוק יושמה לראשונה באוגוסט 2009, וכללה את כל כלי הרכב עד למשקל 3.5 טונות. במסגרת הרפורמה הועלה מס הקנייה המוטל על כלי רכב מסחריים מ-72% ל-90% ועל כלי רכב פרטיים מ-75% ל-90%, ובמקביל ניתנו החזרים במס הקנייה בהתאם לרמת הזיהום של הרכב. ב-25 בנובמבר 2009 הוחלט להפחית את מס הקנייה המוטל על כל כלי הרכב ל-83% ולבטל

את ההטבה על מערכות ABS (מערכת למניעת נעילה בבלימה), שהפכה לסטנדרט מחייב. בעקבות התיקון, מס הקנייה האפקטיבי לכלי רכב רגילים נע בין 30% בקניית רכב היברידי ל-83% בקניית כלי רכב מזהם במיוחד. מס הקנייה לכלי רכב ללא פליטות (כלי רכב חשמליים) עמד על 8%. ההחזר נקבע על בסיס "רמת זיהום" שנגזרת מ"הציון הירוק" שניתן לרכב. הציון הירוק מבוסס על הנוסחה הבאה:

$$\text{ציון ירוק} = \frac{30 * CO_2 + 10,000 * NO_x + 900 * HC + 500 * CO + 20,000 * PM}{30}$$

CO₂ – פחמן דו-חמצני, NO_x – חד-חמוצת חנקן, HC – פחמימנים, CO – פחמן חד-חמצני ו-PM – חלקיקי חומר הקטנים מ-2.5 מיקרוני; כל הפליטות ביחידות של גרם לקילומטר. הציון הירוק מדורג באחת מ-15 דרגות זיהום, ועל פיו נקבע גובה ההחזר. לוח 1 מתאר את 15 דרגות הזיהום, את הדירוג הירוק ואת הזיכוי במס. כלי רכב בדרגת זיהום 1 וכלי רכב היברידיים בדרגת זיהום 2 זכאים למס קנייה מופחת, כמפורט בלוח.

השיטה בישראל מציגה שני הבדלים מעניינים בהשוואה לשיטות הנהוגות במדינות אחרות. ההבדל הראשון הוא שגובה ההחזר נקבע על בסיס חמישה מזהמים ואילו ברוב המדינות הוא נקבע על בסיס מזהם אחד (פחמן דו-חמצני); קביעה זו עשויה לעודד צמצום מגוון מזהמים מצד אחד, אך

לוח 1 – רמת פליטות, ציון ירוק והזיכוי במס (2014–2009)

זיכוי במס (ש"ח)					
2014	2013	2012	ספטמבר 2009–2011	ציון ירוק	דרגת זיהום
מס קנייה 8%	מס קנייה 8%	מס קנייה 8%	מס קנייה 10%	0–50	1
מס קנייה 30%	מס קנייה 30%	מס קנייה 30%	מס קנייה 30%	51–130	2 (היברידי)
16,548	16,238	16,007	15,000	51–130	2
15,169	14,885	14,673	13,750	131–150	3
13,239	12,991	12,806	12,000	151–170	4
11,585	11,368	11,206	10,500	171–175	5
10,204	10,013	9,871	9,250	176–180	6
9,102	8,931	8,804	8,250	181–185	7
7,998	7,848	7,736	7,250	186–190	8
7,170	7,036	6,935	6,500	191–195	9
6,069	5,955	5,870	5,500	196–200	10
5,516	5,413	5,336	5,000	201–205	11
4,414	4,331	4,269	4,000	206–210	12
3,585	3,518	3,468	3,250	211–220	13
2,206	2,165	2,134	2,000	221–250	14
0	0	0	0	+251	15

הערות: כלי רכב בעלי רמת זיהום 1 וכלי רכב היברידיים בעלי רמת זיהום 2 זכאים למס קנייה מופחת. שיעורי מס הקנייה המופחתים מופיעים בלוח.

מצד שני יישומה והמעקב אחריה מורכבים יותר. ההבדל הנוסף הוא שגובה ההחזר אינו ליניארי. כך לכלי רכב בעלי רמת זיהום גבוהה או נמוכה טווח קטן יותר של סכומי החזר, ולכלי רכב במרכז התפלגות רמות זיהום טווח רחב יותר. כך, למשל, רמת זיהום שלוש נקבעת לכלי רכב בעלי ציון ירוק שנע בין 131 ל-150 (20 נקודות בטווח) ורמת זיהום 6 נקבעת לכלי רכב בעלי ציון ירוק שנע בין 176 ל-180 (5 נקודות בטווח).

לפי רשות המיסים (2013), לרפורמת המיסוי הירוק הייתה השפעה משמעותית על שוק הרכב. בניתוח שנערך כבר בשנת 2010 (הרפורמה החלה בסוף 2009) נצפה מעבר של צרכנים לכלי רכב קטנים, חסכוניים ו"ירוקים" יותר. בדיקת הנתונים מראה כי בשנת 2008 כשליש מכלי הרכב החדשים היו בעלי רמת זיהום של 2-6; בשנת 2011 חלקם היחסי האמיר ל-65%, ובשנת 2012 הגיע ל-82%. עם זאת, יש לסייג תוצאות אלו בשל האפשרות כי חלק מהמעבר לכלי רכב "ירוקים" יותר חל בשל מגמות בתעשיית הרכב העולמית ולא רק בשל שינויים במשטר המס. עם הגידול במספר כלי הרכב בעלי רמת זיהום נמוכה יחסית, חלה ירידה משמעותית בהכנסות המדינה ממס קנייה המוטל על כלי רכב. הרפורמה לא עוצבה כניטרלית מבחינת הכנסות, כלומר כך שהעלייה הכללית במס צפויה לממן את מתן ההחזרים, אך עם זאת הירידה בהכנסות הייתה גדולה מהצפוי. בשל הירידה המשמעותית בגביית המס עודכנה נוסחת הציון הירוק באוגוסט 2013, ארבע שנים לאחר תחילת הרפורמה. להלן הנוסחה המעודכנת:

$$\text{ציון ירוק} = \frac{103 * CO_2 + 75,461 * NO_x + 21,454 * HC + 1,042 * CO + 145,772 * PM}{100}$$

כפי שניתן להבחין בהשוואה בין שתי הנוסחאות, רגישות הציון ל- CO ירדה בצורה משמעותית, רגישות הציון לפחמן דו-חמצני נשארה יציבה והרגישות ליתר המזהמים גדלה. לפי רשות המיסים (2013), דרגת הזיהום החיצונית עלתה מ-4 דרגות זיהום ל-6 דרגות זיהום, בעקבות עדכון הנוסחה. בינואר 2015 עודכנה הנוסחה פעם נוספת. עדכון זה מפורט בסעיף 3. ד במאמר זה. יש לציין כי המשקולות בנוסחת הציון הירוק מבוססות על עלות הזיהום לטונה פליטה, כפי שהמשרד להגנת הסביבה מפרסם מפעם לפעם (למשל, המשרד להגנת הסביבה, 2013). הציון הירוק שווה לעלות החיצונית הנגרמת מ-10,000 ק"מ נסיעה. כלומר, רכב עם ציון ירוק 150 יוצר עלות חיצונית של זיהום גבוהה 150 ש"ח לכל 10,000 ק"מ נסיעה.

ג. ניתוח הביקוש לכלי רכב

ג.1. מסגרת אקונומטרית

המסגרת האקונומטרית שיושמה במאמר זה היא ה-One Level Nested Logit. מספר רב של מחקרים העוסקים בשוק הרכב מיישמים גם הם שיטה זו (ראה, לדוגמה, Adamou, Clerides, 2014; Vance and Mehlin, 2009; Greene et al., 2005; Fershtman, and Zachariadis, 2014; Gandel and Markovich, 1999). בשיטה זו, נתח השוק של רכב מחולץ ממודל תועלות מבחירה דיסקרטית רנדומלית (Random Discrete Choice) של הצרכן הבודד (Berry, 1994). התועלת של צרכן i מדגם רכב j ניתנת על ידי תוחלת התועלת מתכונות הרכב j ועוד העדפות הנתניות (-) הדונוסטייות) של הצרכן לדגם. ניתן לתאר זאת על ידי הנוסחה הבאה:

$$U_{ij} = x'_j \beta - \omega p_j + \gamma e_j + \xi_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

כאשר x'_j הוא וקטור התכונות הנצפות של הדגם (תכונות כמו: נפח מנוע, משקל הרכב, סוג הדלק ועוד), β הוא וקטור המקדמים של התכונות הנצפות, p הוא מחיר הדגם, e הוא גובה ההחזר, ω ו- γ הם פרמטרים, ξ_j הוא ממוצע התכונות הלא נצפות של הדגם ו- ε_{ij} הוא ההתפלגות של העדפות הצרכן i סביב הממוצע. צרכן i יבחר לרכוש את הדגם j אם, ורק אם, $U_{ij} \geq U_{il} \forall l \neq j$. על בסיס משוואה (1) ניתן לבסס מודלים שונים, כאשר אחד הפופולריים הוא מודל ה-Conditional Logit Model, שמאפשר להניח כי השגיאה מתפלגת על פי Type One Extreme Value Error, ואשר מקיים גם את הנחת סדרת משתנים מקריים בלתי-תלויים ומפולגים באופן זהה (IID). אחד החסרונות במודל ה-Conditional Logit הוא הנחת חוסר התלות באלטרנטיבות לא רלוונטיות (Independent of Irrelevant Alternatives). ההנחה היא שהסרת אחת מהאפשרויות מסט אפשרויות הבחירה משפיעה על כל האלטרנטיבות באופן מידתי (פרופורציונלי). הנחה זו מופרת כאשר השגיאה בבסיס המודל תלויה באחת מאפשרויות הבחירה. המשמעות של ההנחה בשוק הרכב היא שהסרת אחד מדגמי הרכב הנמכרים תשפיע באופן מידתי על נתחי השוק של כל כלי הרכב האחרים. כך, בהתאם להנחה זאת, הסרת רכב יוקרה מהאפשרויות תשפיע באופן מידתי ולא מתואם על רכבי יוקרה אחרים כמו שהיא משפיעה, לדוגמה, על רכבי מיני (סביר להניח כי הסרת רכב יוקרה מהמדגם תגדיל את נתח השוק של רכבי היוקרה האחרים יותר מאשר תגדיל את נתחי השוק של כלי רכב מפלחים אחרים).

אחת הדרכים לשחרר מעט את קשיחות ההנחה היא קיבוץ אפשרויות בחירה דומות בקינים (McFadden, 1978). מודל זה נקרא גם מודל Nested Logit. במודל זה השגיאה תלויה באפשרויות הבחירה הנמצאות בקבוצות G , $g=0, 1, 2, \dots, G$, שהם קינים אקסוגניים מוגדרים. קן נוסף, קן 0, מיועד לבחירה באפשרות בקבוצה החיצונית, ובמקרה זה – בחירה לא לרכוש מכונת חדשה. התועלת של פרט i מרכישת דגם j במודל זה נתונה לפי:

$$U_{ij} = x'_j \beta - \omega p_j + \gamma e_j + \xi_j + \zeta_{ig} + (1 - \sigma) \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

כאשר העדפה הפרטית ההטרוגנית היא $\zeta_{ig} + (1 - \sigma) \varepsilon_{ij}$, אשר בהנחה מתפלגת לפי *Extreme-Value Weibull Distribution*. כך שעבור צרכן i , ζ_{ig} שווה לתועלת המשותפת לכל המוצרים בקן g , כאשר ההתפלגות תלויה ב- σ , אשר מודדת את מידת התחליפיות בקן.

נתח השוק של רכב j בהינתן שהוא שייך לקבוצה g שווה ל- $S_{j|g} = \frac{\exp\left(\frac{\delta_j}{1-\sigma}\right)}{D_g}$ כאשר $D_g = \sum_{j \in G} \exp\left(\frac{\delta_j}{1-\sigma}\right)$ ו- $\delta_j = x'_j \beta - \omega p_j + \gamma e_j + \xi_j$ (התועלת הממוצעת ממוצר j).

G הוא טווח כל הקבוצות. נתח השוק של הקבוצה מסך כל המוצרים שווה ל- $S_g = \frac{D_g^{(1-\sigma)}}{\sum_{h \in G} D_h^{(1-\sigma)}}$. חיבור שני הגורמים מביא לכך ש:

$$S_j = \frac{\exp\left(\frac{\delta_j}{1-\sigma}\right)}{\left(D_g^\sigma \sum_{h \in G} D_h^{(1-\sigma)}\right)} \quad (3)$$

Berry (1994) הראה כי כאשר מנרמלים את התועלת מהמוצר החיצוני ל-0, ניתן להציג את המשוואה הבאה:

$$\text{Ln}(S_{jt}) - \text{Ln}(S_{0t}) = x'_j \beta - \omega p_j + \gamma e_j + \sigma \text{Ln}(S_{jgt}) + \xi_{jt} \quad (4)$$

במשוואה (4) S_{jt} הוא נתח השוק של דגם j בזמן t , S_{0t} הוא נתח השוק של המוצר החיצוני (המוצר שהצרכן רוכש כביכול במקרה שהוא בוחר לא לרכוש רכב), S_{jgt} הוא נתח השוק של רכב j בקן g , ו- σ הוא מידת התחליפיות בקן. מודל Nested Logit עקיב עם מירוב תועלת כאשר $0 \leq \sigma \leq 1$ עבור כל סט של ערכים נצפים (McFadden, 1978). כאשר $\sigma = 0$, המודל קורס למודל Logit סטנדרטי. ככול ש- σ גדול יותר, כך מידת התחליפיות בין דגמים בתוך הקן גבוהה יותר לעומת מידת התחליפיות של דגמים מתוך הקן עם דגמים מחוצה לו.

נתח השוק בתוך הקן, S_{jgt} , אנדוגני ברמה המבנית, ועל כן יש לאמוד אותו באמצעות משתני עזר. בחירת משתני העזר נשענת על השימוש בסכומי התכונות של דגמים אחרים כמשתני עזר (Berry, Levinsohn and Pakes, 1995). משתני העזר שנבחרו כוללים את סכום התכונות של מודלים אחרים המשתייכים לאותו קן, סכום התכונות של מודלים אחרים שייצר אותו יצרן, מספר הרכישות של דגמים אחרים בתוך הקן, מספר הרכישות של דגמים אחרים שייצר אותו יצרן, מספר הרכישות של דגמים אחרים בתוך הקן ומספר הרכישות של דגמים אחרים של אותו יצרן. לאור העובדה כי כמעט כל כלי הרכב בישראל מיובאים באופן מסודר, נוספו במחקר זה גם משתני העזר סכום התכונות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן וכמות הרכישות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן.

בעיה נוספת שיכולה לעלות מהנתונים היא הקשר שבין מחיר הרכב והביקוש לו, כלומר המחיר עשוי להיות מתואם עם הטעות. על מנת לפתור בעיה אפשרית זו, עקבתי אחר גנדל ופרשטמן (Fershtman and Gandel, 1998), והשתמשתי במשתני עזר, על מנת לאמוד את השפעת המחיר על הביקוש. משתני העזר כוללים את שער החליפין של הדולר האמריקאי ואת שער החליפין של מדינת ייצור הרכב (מדינת הייצור ולא המדינה שהמותג מזוהה עמה). למשתנים אלה הוספתי משתנים שונים, ביניהם ה- \ln של תכונות הרכב העיקריות (נפח מנוע ומשקל הרכב) (Berry, Levinshon and Pakes, 1995).

2.2. נתונים

הנתונים שהמחקר מתבסס עליהם כוללים נתוני רכישה של דגמי מכוניות חדשים בין ינואר 2008 לאוגוסט 2014, ברמה חודשית. במחקר זה, כלי רכב חדשים שנרשמו הם כלי רכב שנרכשו, אך יש לשים לב לכך שאין המשתנים זהים. מקור הנתונים בנתוני איגוד יבואני הרכב בישראל, והם אינם כוללים מוניות. מכיוון שאין ייצור סדרתי של כלי רכב פרטיים בישראל, נתונים אלה כוללים כמעט

את כל כלי הרכב הפרטיים בישראל. יש לציין כי הנתונים אינם כוללים כלי רכב בייבוא אישי או על ידי סוכנויות קטנות, אך משקלם של כלי רכב אלה קטן, והם כוללים בעיקר רכבי יוקרה ודגמים שאינם נמכרים באופן סדיר בישראל.

הספרות העוסקת במידול בחירה דיסקרטית בשוקי הרכב מתייחסת לטווח אפשרויות הבחירה לשמות הדגמים השונים (Name Plate). במאגר הנתונים שנבנה לצורך מחקר זה, רוב דגמי הרכב נמכרים במגוון אפשרויות הכולל הבדלים במבנה הרכב, בנפח המנוע, בסוג הדלק, במספר הדלתות, במשקל ובהבדלים בדגם בין השנתונים השונים. על כן מספר הדגמים המפורטים גבוה במיוחד. כך מספר הדגמים במסד הנתונים עומד על 2,129 (לכל השנים) ומספר הדגמים המפורטים, בין שנת 2011 ל-2013, עומד על 4,312, כאשר בדגמים אחדים נרכש מספר קטן מאוד של יחידות (לעיתים פחות מ-10 יחידות בשנה).

אמידה של מודל בעל מספר גבוה כל כך של תצפיות אינה מומלצת, בין השאר משום ששימוש בדגמים שבהם מספר הרכישות נמוך מאוד עשוי להביא לטעויות מדידה; יחד עם זאת, קיבוץ נתונים אלה תחת אותו שם דגם (Name Plate), כפי שחוקרים רבים עושים, אינו אפשרי במקרה זה: יש דגמי רכב עם דגמים מפורטים השונים ברמת הזיהום שלהם. על כן, במדגם זה, דגם של כלי רכב מוגדר כדגם ייחודי במקרה שיש לו אחד או יותר מהבאים: שם דגם ייחודי (Name Plate); רמת גימור ייחודית (Trim Level); נפח מנוע ייחודי (עד הפרש של 100 סמ"ק); סוג דלק ייחודי; מספר דלתות שונה; משקל כולל שונה (עד הפרש של 100 קילוגרם). לאחר קיבוץ נתונים זה, עדיין נותר מספר דגמים גדול למדי. על כן המחקר מתמקד בדגמים שנרכשו בכמות סבירה על פי הקריטריונים האלו: דגמים שנמכרו מהם יותר מ-200 יחידות בשנה או יותר מ-100 יחידות בטרימסטר. לאחר צמצום זה, נותרו דגמים אחדים שבחודשים מסוימים משקלם היה נמוך. על כן דגם ייחודי הוא דגם ייחודי שנמכר במהלך החודש, אם הרכישות של אותו הדגם באותו החודש היו עשר יחידות או יותר. הדגמים שנשארו פוצלו לשבעה פלחים: מיני (Mini); קטן (Small); קומפקטי (Compact); בינוני (Medium); גדול (Large); יוקרה (Luxury); שטח (SUV). פלחים אלו הם הקינים שהשתמשתי בהם במחקר זה. הוצאתי מהמדגם דגמים שהם בעיקרם מסחריים (Vans, Small Renault Flounce Z.E), כן הוצאתי מהמדגם את הרכב החשמלי Renault Flounce Z.E, שנמכר בכמות קטנה.

לבסוף, נותרו 796 דגמים בין ינואר 2008 לאוגוסט 2014. מספר כלי הרכב במדגם עומד על 1,113,971, המהווים כ-93% מכלי הרכב שאינם מסחריים אשר נרשמו בין ינואר 2008 לאוגוסט 2014. לדגמים אלו התווספו נתונים ממאגר המידע על דגמי כלי רכב של משרד התחבורה והבטיחות בדרכים. מאגר מידע זה מכיל את כל דגמי הרכב בין השנים 2000 ו-2014. הנתונים שהתווספו ממאגר זה כוללים בין השאר: ציון ירוק, רמת זיהום, הספק (כ"ס) וארץ ייצור.

מחירי הדגם במחקר הם מחירי הדגם בחודשים ינואר 2008; מאי 2008; ספטמבר 2008; ינואר 2009; מאי 2009; ספטמבר 2009; ינואר 2010; ספטמבר 2010; ינואר 2011; ספטמבר 2011; ינואר 2012; ספטמבר 2012; ינואר 2013; מאי 2013; אוגוסט 2013; ספטמבר 2013; ינואר 2014; מאי 2014; אוגוסט 2014. בחודשים האחרים המחירים המופיעים הם המחיר בחודש האחרון שהיה נתון לגביו. נתוני המחירים נלקחו משני מקורות. המקור הראשון הוא רשות המיסים, המפרסמת מדי שנה את מחירי הדגמים השונים בתחילת כל שנה או את המחיר של הדגם בעת הצגתו לראשונה. מקור הנתונים השני הוא מחירון לוי יצחק. חברת לוי יצחק היא חברה מסחרית אשר אוספת נתונים ואומדת מחירים של כלי רכב חדשים ומשומשים. השתמשתי בנתוני לוי יצחק עבור החודשים מאי, אוגוסט וספטמבר בשנים שנבדקו. מחירון לוי יצחק היה גם מקור הנתונים לגבי

לוח 2 – סטטיסטיקה תיאורית של משתנים עיקריים

מקסימום	מינימום	סטיית תקן	ממוצע	תצפיות	משתנה
495.0	50.0	47.0	137.0	9,761	מחיר (ב-1,000)
3,176.0	10.0	176.2	115.4	9,802	רכישות
תכונות הרכב					
27.0	1.3	3.4	13.5	9,278	ק"מ לליטר
3.9	0.9	0.4	1.7	9,802	נפח מנוע (ב-1,000)
0.3	0.1	0.0	0.1	9,802	הספק (כ"ס, ב-1,000)
3.0	1.0	0.3	1.8	9,802	משקל (בטונות)
1.0	-	0.2	1.0	9,802	בנוזין
1.0	-	0.3	0.1	9,802	הנעה 4 × 4
1.0	-	0.3	0.9	9,802	גיר אוטומטי
9.0	-	1.2	5.8	9,802	כריות אוויר
5.0	3.0	0.5	4.7	9,802	דלתות
8.0	4.0	0.6	5.1	9,802	כיסאות
רמת פליטות					
15.0	1.0	3.8	6.3	8,981	רמת זיהום (מקורית)
0.9	0.0	0.2	0.3	9,041	CO
287.0	85.0	31.9	157.4	9,041	CO2
0.3	-	0.0	0.0	9,041	HC
0.3	0.0	0.0	0.0	9,041	NOx
0.0	-	0.0	0.0	9,041	PM

יעילות צריכת הדלק, אשר אינם מופיעים במאגר המידע של משרד התחבורה והבטיחות בדרכים. מחירי הדלק נאספו מנתוני משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים. המחיר שנקבע הוא מחירו הממוצע של בנוזין (אוקטן 95) עבור כל חודש. לשם הפשטות, לא השתמשתי במחירי דלקים אחרים (למשל דיזל). כמה נתונים מצדיקים בחירה זו: יותר מ-90% מכלי הרכב במדגם הם רכבי בנוזין; מחיר הבנוזין מפוקח בישראל ברמת תחנות הדלק בשונה ממחיר הדיזל, ועל כן קיימת נגישות לנתוני המחירים; נתונים על מחיר הדיזל ברמת בית הזיקוק מצביעים על כך שקיימת קורלציה גבוהה בין מחיר הבנוזין למחיר הדיזל בשער בית הזיקוק.

בלוח 2 להלן סטטיסטיקה תיאורית של תכונות הרכב ומשתנים אחרים ששימשו במחקר, כאשר כל תצפית היא של דגם בחודש מסוים. התכונות והמשתנים כוללים: מחיר הרכב (באלפי ש"ח), מספר היחידות שנרכשו, ק"מ לליטר (יעילות הרכב), נפח מנוע (באלפי סמ"ק), הספק (כ"ס, באלפים), משקל כולל בטונות (GVW – general vehicle weight), מספר כריות אוויר, מספר דלתות, מספר מושבים, דרגת זיהום בסיסית (כפי שניתנה בחודש אוגוסט 2009) וכמות פליטות בגרם לקילומטר (CO₂, CO, HC, PM, NO_x).

למשתנים אלה התווסף משתנה דמה לרכב בנוזין, לרכב בעל הנעה 4 על 4 ("4x4dw") ולכלי רכב שמתקן בהם גיר אוטומטי. מהלוח ניתן לראות כי מחירו של הרכב הזול ביותר במדגם הוא 50,000

ש"ח ואילו מחירו של הדגם היקר ביותר הוא 495,000 ש"ח, וכי רוב כלי הרכב משתמשים בבנזין ובגיר אוטומטי.

בלוח 3 להלן דוגמה למדגם הנתונים. הדוגמה כוללת את הדגמים העיקריים אשר נרכשו בינואר 2014 ואת תכונותיהם. כאמור, במודל המשתנה הבלתי תלוי הוא נתח השוק של הדגם (S_{jt}) מסך הפונטציאל. כמקובל בספרות (ראה לדוגמה: Adamou, Clerides and Zachariadis, 2014; Berry, Levinsohn and Pakes, 1995), השתמשתי במספר משקי הבית בשנה כפונטציאל השוק; מספרם הוצא מנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

3.1.3. אמידה

לאמידת משוואה (4) שלעיל השתמשתי בשלוש ספציפיקציות, ותוצאות אמידתן מתוארת בלוח 4. הספציפיקציה הראשונה (עמודה ראשונה) היא אמידה באמצעות מודל OLS רגיל, כאשר המשתנה המוסבר הוא \ln של נתח השוק של רכב j בתקופה t , $(\ln S_{jt})$, והמשתנים המסבירים כוללים את המחיר ואת \ln של נתח השוק בתוך הפלח $\ln S_{jgt}$. משתנים מסבירים נוספים כוללים את יעילות הרכב (KM/L), מחירי הדלק, ההספק (כ"ס), מספר כריות האוויר, נפח המנוע, משקל הרכב ומספר הכיסאות. למשתנים אלה הוספתי גם את רמת הזיהום הבסיסית כפי שנקבעה באוגוסט 2009, או כפי שהייתה אמורה להיות באוגוסט 2009 לדגמים שהתווספו לאחר אוגוסט 2009. הוספתי גם משתני דמה (dummy variable) לשלוש דלתות, לחמש דלתות, למנוע בנזין, לגיר אוטומטי, להנעה 4 על 4 ולשנים.

הספציפיקציה השנייה (עמודה שתיים ועמודה שלוש) כוללת שתי רגרסיות $2SLS$. כפי שנאמר לעיל, נתח השוק של הדגם בתוך הפלח (S_{jgt}) הוא באופן מבני אנדוגני, ועל כן יש לאמוד אותו באמצעות משתני עזר. כאמור, משתני העזר שנבחרו באמידה הראשונה (עמודה שתיים) הם סכום התכונות של מודלים אחרים השייכים לאותו הקן (תכונות כמו נפח מנוע, משקל כולל, מספר דלתות, מספר כיסאות ועוד); סכום התכונות של מודלים אחרים השייכים לאותו יצרן; מספר הרכישות של דגמים אחרים בתוך הקן; מספר הרכישות של דגמים אחרים שייצר אותו יצרן; כמות הרכישות של דגמים אחרים בתוך הקן; כמות הרכישות של דגמים אחרים שייצר אותו יצרן. ברגרסיה השנייה (עמודה שלוש), הוספתי למשתני העזר מן הרגרסיה הראשונה גם את סכום התכונות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן ואת כמות הרכישות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן.

הספציפיקציה השלישית כוללת גם היא שתי רגרסיות (עמודות ארבע וחמש). רגרסיות אלו הן רגרסיות $3SLS$, אשר אומדות באופן סימולטני שלוש משוואות. השימוש בשיטה זו הוא לאור החשש לגבי הקשר בין המחיר ונתח השוק. הרגרסיה הראשונה (עמודה ארבע) כוללת את משוואת ה- OLS , משוואת השלב הראשון בספציפיקציית ה- $2SLS$ (אמידת ההשפעה של נתח השוק בפלח) ומשוואת עזר של השפעת המחיר על ההיצע. במשוואה האחרונה השתמשתי במשתני העזר האלו: שער הדולר; שער החליפין בין מדינת ייצור הרכב (ולא המדינה שהמותג מיוצר עמה) וה- \ln של ההספק (כ"ס); מספר כריות האוויר; המשקל הכללי; מספר הכיסאות. ההבדל בין הרגרסיה הראשונה (עמודה ארבע) והרגרסיה השנייה (עמודה חמש) הוא שברגרסיה הראשונה אין שימוש במשתני העזר "סכום התכונות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן" ו"כמות הרכישות של כלי רכב אחרים של אותו יבואן" (בדומה לעמודה שתיים) וברגרסיה השנייה יש שימוש במשתני עזר אלו (בדומה לעמודה שלוש).

לוח 3 – מדגם דגמי רכב (ינואר 2014)

נתח מסך תפלה (Sjgt)	נתח מסך הכיבוש	נתח שוק (Sjt)	רמת זיהום	מדיר	פלה	משקל	דלתות	נפח מנוע	רמת גימור	דגם	מותג
12.3%	7.8%	0.8%	3	130	Compact	1.8	4	1.6	GLI	COROLLA	TOYOTA
33.2%	4.2%	0.4%	4	79	Mini	1.4	5	1.2	EX	PICANTO	KIA
5.4%	3.4%	0.4%	3	132	compact	1.8	4	1.5	COMFORT	MAZDA3	MAZDA
5.3%	3.4%	0.4%	2	80	compact	1.4	5	1.2	INSTYLE	SPACE STAR	MITSUBISHI
4.5%	2.8%	0.3%	3	120	compact	1.7	5	1.6	GLX	SX4	SUZUKI
4.1%	2.6%	0.3%	4	98	compact	1.6	5	1.4	INSIGHT	I20	HYUNDAI
3.9%	2.5%	0.3%	5	128	compact	1.8	4	1.6	INSPIRE	I35	HYUNDAI
16.9%	2.4%	0.3%	6	111	Small	1.0	5	1.5	DYNAMIC	MAZDA2	MAZDA
15.8%	2.3%	0.2%	3	100	Small	1.4	5	1.2	VISIA	MICRA	NISSAN
16.4%	2.1%	0.2%	6	127	compact	1.9	5	1.6	INSPIRE	I30	HYUNDAI
3.2%	2.0%	0.2%	4	166	Suv	2.0	5	2.0	EXECUTIVE	CX5	MAZDA
2.9%	1.8%	0.2%	4	127	compact	1.8	4	1.6	1.6 I	IMPREZA	SUBARU
2.5%	1.6%	0.2%	4	119	compact	1.7	4	1.6	GLX	SX4	SUZUKI
2.5%	1.6%	0.2%	7	130	compact	1.7	4	1.6	EX	FORTE	KIA
2.5%	1.6%	0.2%	6	111	compact	1.6	4	1.4	LX	RIO	KIA
11.4%	1.6%	0.2%	8	132	compact	1.3	5	1.6	SPORT	FOCUS	FORD
2.3%	1.5%	0.2%	14	166	Suv	2.0	5	2.0	LX	SPORTAGE	KIA
2.3%	1.4%	0.2%	5	145	compact	1.8	5	1.8	SPORT	CIVIC	HONDA
2.3%	1.4%	0.2%	6	148	compact	1.7	5	1.6	TEKNA	JUKE	NISSAN
2.2%	1.4%	0.1%	9	125	compact	1.9	4	1.6	LT	CRUZE	CHEVROLET
11.0%	1.4%	0.1%	3	65	Mini	1.3	5	1.0	GLX	ALTO	SUZUKI
2.2%	1.4%	0.1%	5	110	compact	1.6	4	1.4	INSPIRE	I25	HYUNDAI
16.7%	1.3%	0.1%	4	132	Medium	1.8	5	1.2	AMBITION	OCTAVIA	SKODA
2.0%	1.3%	0.1%	8	130	compact	2.0	5	1.4	ENJOY	ASTRA ST	OPEL
2.0%	1.3%	0.1%	6	130	compact	1.9	5	1.6	PREMIUM	I30	HYUNDAI
10.1%	1.3%	0.1%	3	105	Mini	1.5	5	1.3	STYLE	YARIS	TOYOTA
2.0%	1.2%	0.1%	4	112	compact	1.6	4	1.6	INSPIRE	I25	HYUNDAI
9.0%	1.2%	0.1%	14	166	Suv	2.0	5	2.0	OPEN SKY	IX35	HYUNDAI
1.7%	1.1%	0.1%	11	136	compact	1.8	5	1.8	LT	TRAX	CHEVROLET
13.0%	1.0%	0.1%	4	168	Medium	1.5	4	2.0	LUXURY	MAZDA 6	MAZDA
7.9%	1.0%	0.1%	3	55	Mini	1.4	5	1.0	LS	SPARK	CHEVROLET
7.4%	1.0%	0.1%	5	180	Suv	2.2	5	2.0	INSTYLE SR	OUTLANDER	MITSUBISHI
1.5%	0.9%	0.1%	4	129	compact	1.9	5	1.6	LX	CEED	KIA
6.5%	0.9%	0.1%	2	118	Small	1.6	5	1.3	0	JAZZ HYBRID	HONDA
1.4%	0.9%	0.1%	8	133	compact	1.8	4	1.6	PRIVILEGE	FLUENCE	RENAULT
6.0%	0.9%	0.1%	5	78	Small	1.5	5	1.4	REFERENCE	IBIZA	SEAT
6.6%	0.9%	0.1%	7	170	Suv	2.2	5	2.0	INSTYLE	OUTLANDER	MITSUBISHI
6.7%	0.8%	0.1%	3	54	Mini	1.3	5	1.0	GLX	ALTO	SUZUKI
10.2%	0.8%	0.1%	13	118	Medium	1.4	5	1.4	AMBITION	RAPID	SKODA
10.0%	0.8%	0.1%	4	146	Medium	1.8	5	1.4	ELEGANCE	OCTAVIA	SKODA

לוח 4 – ספציפיקציות של נתח שוק

משתנה מוסבר: נתח שוק (Sjt)

3SLS	3SLS	2SLS	2SLS	OLS	
כל משתני העזר	חלק ממשתני העזר	כל משתני העזר	חלק ממשתני העזר		
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
-0.012*** (0.00)	-0.005*** (0.00)	-0.007*** (0.00)	-0.007*** (0.00)	-0.009*** (0.00)	מחיר
0.138*** (0.01)	0.038*** (0.01)	0.176*** (0.01)	0.108*** (0.01)	0.541*** (0.01)	Ln(Sjgt)
-0.008** (0.00)	-0.007** (0.00)	-0.030*** (0.00)	-0.032*** (0.00)	-0.019*** (0.00)	רמת זיהום בסיסית
0.019*** (0.00)	0.012*** (0.00)	0.013*** (0.00)	0.013*** (0.00)	0.012*** (0.00)	ק"מ לליטר
0.111*** (0.02)	0.101*** (0.02)	0.074*** (0.03)	0.066** (0.03)	0.121*** (0.02)	מחיר הדלק
4.569*** (0.63)	0.853 (0.65)	-1.311* (0.73)	-1.990*** (0.77)	2.349*** (0.61)	(הספק כ"ס)
0.049*** (0.01)	0.025*** (0.01)	0.038*** (0.01)	0.038*** (0.01)	0.041*** (0.01)	כריות אוויר
0.083** (0.04)	-0.020 (0.04)	0.202*** (0.05)	0.266*** (0.06)	-0.145*** (0.05)	נפח מנוע
0.173*** (0.05)	-0.129** (0.05)	-0.083 (0.06)	-0.124** (0.06)	0.138*** (0.05)	משקל
0.263*** (0.02)	0.189*** (0.01)	0.261*** (0.02)	0.242*** (0.02)	0.367*** (0.02)	מספר מושבים
-0.287*** (0.05)	-0.265*** (0.05)	-0.903*** (0.07)	-0.943*** (0.08)	-0.690*** (0.06)	שלוש דלתות
-0.235*** (0.02)	-0.186*** (0.02)	-0.507*** (0.02)	-0.510*** (0.02)	-0.488*** (0.02)	חמש דלתות
-0.188*** (0.05)	-0.007 (0.04)	-0.063 (0.06)	-0.025 (0.06)	-0.266*** (0.05)	מנוע בניזן
0.234*** (0.03)	0.111*** (0.03)	0.365*** (0.04)	0.352*** (0.04)	0.433*** (0.03)	גיר אוטומטי
0.004 (0.04)	-0.099*** (0.03)	-0.088** (0.04)	-0.058 (0.04)	-0.248*** (0.03)	הנעה 4*4
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	משתני דמה לשנים
8,462	8,462	8,462	8,462	8,462	תצפיות
				0.55	R ²

הערות: המשתנה המוסבר הוא נתח השוק של רכב j בחודש נתון, בשנה נתונה; המחיר הוא מחיר רכב j באלפי ש"ח; Lnsgjt הוא נתח השוק של רכב j בבפלה שלו; רמת זיהום בסיסית היא רמת הזיהום כפי שהייתה או כפי שהייתה אמורה להיות בספטמבר 2009; ק"מ לליטר מבוסס על נתוני מחירון לוי יצחק; מחיר הדלק הוא המחיר המפוקח על בניזן בתחנות הדלק; כריות אוויר הן מספר כריות האוויר; שלוש דלתות, חמש דלתות, מנוע בניזן, גיר אוטומטי והנעה 4*4 הם משתני דמה. המשתנה התלוי בשלב הראשון של הרגסיית ה-2SLS עם חלק ממשתני העזר (עמודה שתיים) הוא Lnsgjt, והמשתנים הבלתי-תלויים הם: מספר כלי הרכב האחרים בפלה ומספר כלי הרכב האחרים של אותו יצרן, וגם סכום התכונות הבאות של כלי הרכב האחרים בפלה וסכום התכונות הבאות של כלי רכב אחרים של אותו יצרן: ק"מ לליטר, הספק (כ"ס), נפח מנוע, מנוע בניזן, הנעה 4*4, משקל, גיר אוטומטי, מספר מושבים ורמת זיהום בסיסית. המשתנה התלוי בשלב הראשון של הרגסיית ה-2SLS עם כל משתני העזר (עמודה שלוש) הוא Lnsgjt, והמשתנים הבלתי-תלויים הם אותם משתנים ברגסיית ה-2SLS עם חלק ממשתני העזר, וגם מספר כלי הרכב האחרים של אותו יבואן וסכום התכונות כפי שפורטו של כלי הרכב האחרים של היבואן. המשוואות ברגסיית ה-3SLS של חלק ממשתני העזר כוללות את השלב הראשון של הרגסיית ה-2SLS עם חלק ממשתני העזר, וגם משוואה שהמשתנה התלוי בה הוא המחיר, והמשתנים המסבירים הם שער החליפין מול מדינות ייצור הרכב; הLn של ההספק (כ"ס); הLn הטבעי של מספר כריות האוויר; הLn של משקל הרכב; הLn של מספר המושבים. המשוואות ברגסיית ה-3SLS דומות למשוואות ברגסיית ה-2SLS עם חלק ממשתני העזר, כאשר המשוואה שהמשתנה המוסבר בה הוא Lnsgjt כוללת את משתני העזר מהשלב הראשון ברגסיית ה-2SLS המלאה. משתני הדמה עבור שנים הם משתני דמה עבור השנים 2009, 2010, 2011, 2012 ו-2013. השיגאה הסטנדרטית מופיעה בסוגריים. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ג.4. תוצאות

מתוצאות הרגרסיות השונות (לוח 4) ניתן לראות כי ההשפעה של נתח השוק של הדגם בפלח (σ) חיובית בכל הרגרסיות וקטנה מאחת, ועל כן עולה בקנה אחד עם התאוריה. רגרסיות ה- $2SLS$ וה- $3SLS$ מציעות השפעה קטנה יותר של נתח השוק לעומת רגרסיית ה- OLS (עמודה ראשונה), מה שעשוי להצביע על כך שאמידת ה- OLS מוטה כלפי מעלה. הרגרסיות אשר כוללות את משתני העזר של היבואן (עמודות שלוש וחמש) מצביעות על השפעה גדולה יותר של נתח השוק מאשר רגרסיות שאינן כוללות משתני עזר של היבואן (עמודות שתיים וארבע). אמידות השפעת המחיר על הביקוש (עמודות אחת עד חמש) מצביעות על כך שלמחיר השפעה שלילית ומובהקת על הביקוש. כאמור, ייתכן שיש מתאם בין המחיר ובין הטעות הלא נצפית. ספציפיקציית ה- $3SLS$ (עמודות ארבע וחמש) אשר מציעה פתרון לכך, מראה כי השפעת המחיר גבוהה יותר מההשפעה הנאמדת בספציפיקציות האחרות.

אחת התוצאות המעניינות היא השפעת רמת הזיהום על הביקוש לרכב. בכל הרגרסיות, לרמת הזיהום השפעה שלילית ומובהקת על הביקוש לרכב. תוצאות אלה מצביעות על כך שכאשר כל המחיר מוחזק קבוע, הצרכן יעדיף רכב בעל רמת זיהום נמוכה יותר.

המשתנים המסבירים: נפח המנוע, הספקו (כ"ס) ומשקל הרכב אינם מביאים לתוצאות יציבות. ההשפעה של ההספק חיובית ומובהקת, כפי שהיינו מצפים, ברגרסיית ה- OLS וברגרסיה השנייה של ספציפיקציית ה- $3SLS$ (עמודות אחת וחמש), אך שלילית ומובהקת ברגרסיית ה- $2SLS$ (עמודות שתיים ושלוש). ההשפעה של נפח המנוע היא חיובית ומובהקת, כפי שניתן היה לצפות ברגרסיות ה- $2SLS$ (עמודות שתיים ושלוש) וברגרסיה השנייה של ספציפיקציית ה- $3SLS$ (עמודה חמש), אך לא ברגרסיית ה- OLS . כמו כן, השפעת משקל הרכב חיובית ומובהקת כפי שניתן היה לצפות ברגרסיית ה- OLS וברגרסיית ה- $3SLS$ השנייה, אך שלילית בחלק מהרגרסיות האחרות. על מנת לבחון חוסר עקיבות זה ערכתי בדיקת *Variance inflation factor (VIF)* למולטיקוליניריות בין המשתנים האלו. הבדיקה לא מצאה משתנה עם VIF גדול מ-10, הנחשב כסמן לחשד למולטיקוליניריות (כאשר ה- VIF של ההספק הוא 6.69, של נפח המנוע – 5.44, של משקל הרכב – 3.65 ושל יעילות הרכב – 1.59) ומצאה כי ממוצע VIF עומד על 2.85 (נמוך מ-6, הנחשב כגבול לחשד משמעותי). גם העמידות (tolerance) אינה חריגה וגדולה מ-0.1 עבור כל המשתנים. אציין גם כי בדיקה של המשוואה עם שילובים שונים של ארבעת המשתנים (הסרת משתנה אחד, שניים או שלושה) אינה מביאה לתוצאות עקיבות. תוצאות הרצת רגרסיה על משוואה עם המשתנה קילומטר לליטר והמשתנה הספק לחלק למשקל, ללא המשתנה נפח מנוע, היא השפעה חיובית ומובהקת (מעל 95%) בכל הספציפיקציות למעט רגרסיית ה- OLS , שההשפעה בה הייתה חיובית אך לא מובהקת. שילוב דומה, כאשר חילקתי את נפח המנוע במשקל, במשוואה ללא ההספק, הביא לתוצאות שאינן עולות בקנה אחד עם הציפיות. הסבר אפשרי לחוסר התאימות הוא האנדוגניות של המחיר, אשר נפתרת באופן מלא בספציפיקציה החמישית (התוצאות המתקבלות בה אכן תואמות לציפיות).

משתנה נוסף שאינו תואם את הציפיות הוא מחיר הדלק. ניתן לצפות כי כאשר מחיר הדלק עולה תחול ירידה בביקוש לכלי רכב חדשים, אך התוצאות הן הפוכות ומובהקות. סיבה אפשרית היא ציפיות למיתון, זאת מכיוון שייתכן שמחיר הדלק מתואם שלילית עם הציפיות למיתון. מהרצת רגרסיה ללא נתוני 2008 עולה כי הקשר חיובי אך לא מובהק, ומהרצת רגרסיה רק על הנתונים מהשנים 2011–2014 עולה כי הקשר שלילי ומובהק (כמצופה).

משתנים עקיבים בכל הרגרסיות הם יעילות צריכת דלק (חיובי), מספר כריות אוויר (חיובי),

מספר כיסאות (חיובי) וגיר אוטומטי (חיובי). לקוחות יעדיפו כלי רכב בעלי ארבע דלתות על כלי רכב בעלי שלוש דלתות או חמש דלתות.

יכולתם של המשתנים המסבירים להסביר את נתח השוק של דגם מסוים נמוכה יחסית, לאור מספר התצפיות הגבוה. כך ה- R^2 (הרגיל וגם המתוקנן) של רגרסיית ה- OLS עומד על כ-0.55. ניתן להסביר את יכולתם המוגבלת של המשתנים המסבירים להסביר את נתח השוק בכך שבחירת מכוניות תלויה בגורמים לא נצפים רבים ובטעמים אישיים שונים. כך לדוגמה, בחירת מכונית תלויה בעיצוב המכונית, בדימוי המכונית וביוקרת המותג, גורמים אשר אינם נצפים. אציינן כי יכולתם של המשתנים המסבירים, למעט המחיר, להסביר את המחיר, גדולה בהרבה מיכולתם להסביר את נתח השוק. כך רגרסיית ה- OLS על ספציפיקציה כשכבד שמאל של המשוואה המחיר ובכד ימין שאר המשתנים המסבירים שהוצגו מביאה ל- R^2 של 0.84. בחינת מאמרים נוספים אשר משתמשים במודל ה- $Nested\ Logit$ על שוק הרכב מצביעה על כך שבחלקם עוצמת היכולת של המשתנים המסבירים להסביר את המשתנה המוסבר אינה מוצגת (לדוגמה, Adamou, Clerides and Zachariadis, 1998; Christodoulou and Clerides, 2012; Fershtman and Gandal, 2014). בחלק מהמחקרים יכולת ההסבר דומה ברמתה ליכולת ההסבר שמוצגת במאמר זה. כך מדווח על R^2 בגובה של כ-0.39 במודל ה- OLS (Berry, Levinsohn and Pakes, 1995), או על R^2 בגובה של כ-0.65 (Vance and Mehlin, 2009). בחינת משתנים מסבירים נוספים או חלופיים לא הצליחה להביא ליכולת הסבר טובה יותר (בין השאר נבדקו המשתנים קיומה של מערכת בקרת יציבות, חלון בגג וגלגלי מגנזיום). יש לציין כי איני מציג בלוח 4 את תוצאות ה- R^2 של יתר הספסיפיקציות (עמודות שתיים עד חמש), מכיוון שהמשמעות של סמן (אינדיקטור) זה ברגרסיות מסוג $2SLS$ ו- $3SLS$ מוגבלת ואינה מעידה על טיב ההסבר.

אני מוצא כי הרגרסיה השנייה של ספציפיקציית ה- $3SLS$ (עמודה חמש) היא המתאימה ביותר לתיאור הביקוש לרכב. ראשית, היא כוללת פתרון לשתי בעיות האנדוגניות שתוארו. שנית, היא כוללת את השפעת היבואן על השוק. שלישית, היא מספקת תוצאות הגיוניות, הן של נפח מנוע הן של משקל. לאור זאת, האומדנים, הלוחות והסימולציות שיוצגו בהמשך מתבססים על רגרסיה זו. התוצאות בלוח 4 יכולות להציע לנו רק מושג כללי על האפקט של התכונות השונות של דגם הרכב על הביקוש אליו. תוצאות מפורטות יותר אינן יכולות להיות מוצגות באופן פשוט, בשל מבנה המודל שבו השתמשתי: המודל אינו ליניארי, ונוסף על כך שינוי בתכונה של רכב אחד משפיע על שינוי בביקוש לכלל כלי הרכב בהתאם למשקלם בפלח ומשקלם הכללי. גמישות המחיר, לדוגמה, נקבעת על פי הכלל הבא:

כאשר η_{jk} הוא גמישות המחיר בין דגם j לדגם k , s_j הוא נתח השוק של רכב j , p_k הוא מחיר רכב k , α הוא מקדם המחיר, σ היא מקדם השפעת הפלח. שימו לב כי If $k_1 \in g, k_2 \in g', s_{k_1} = s_{k_2}, p_{k_1} = p_{k_2}$, then $\eta_{jk_1} > \eta_{jk_2}$, דגמים מאותו הפלח גבוהה מהגמישות בין שני דגמים משני פלחים שונים כאשר שאר המשתנים מוחזקים כקבועים.

בלוח 5 אני מציג את הגמישות למחיר של הדגמים הנמכרים ביותר בינואר 2014 (מתוך 176 דגמים שנמכרו בחודש זה). הגמישות חושבה על בסיס תוצאות רגרסיית ה- $3SLS$ השנייה (לוח 4 עמודה 5). ניתן לבנות לוחות דומים לחודשים אחרים או למשתנים מסבירים אחרים. בלוח 5, בשורה הראשונה, עמודה ראשונה של התוצאות, ניתן לראות את הגמישות של טויוטה קורולה כלפי המחיר שלה (גמישות מחיר עצמית); בשורה השנייה, עמודה ראשונה, ניתן לראות את הגמישות של טויוטה קורולה כלפי מחיר של קיה פיקנטו (גמישות מחיר צולבת); בשורה הראשונה, עמודה שנייה,

לוח 5 – גמישות המחירים של הדגמים הנמכרים ביותר (ינואר 2014)

גמישות המחיר של הדגם										דגם
פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח	פלאח
CX5	MICRA	MAZDA 2	IB5	I20	SX4	SPACE STAR	MAZDA3	PICANTO	COROLLA	compact TOYOTA COROLLA (GLI,1598)
0.013	0.045	0.013	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.013	-1.819	mini KIA PICANTO (EX,1248)
0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	-1.075	0.004	compact MAZDA 3 (COMPOR,1496)
0.006	0.020	0.006	0.020	0.020	0.020	0.020	-1.873	0.006	0.020	compact MITSUBISHI SPACE (INSTYLE,1193)
0.004	0.012	0.004	0.012	0.012	0.012	-1.134	0.012	0.004	0.012	compact SUZUKI SX4 (GLX,1586)
0.005	0.015	0.005	0.015	0.015	-1.705	0.015	0.015	0.005	0.015	compact HYUNDAI 120 (INSIGHT,1396)
0.003	0.011	0.003	0.011	-1.391	0.011	0.011	0.011	0.003	0.011	compact HYUNDAI 135 (INSPIRE,1591)
0.004	0.014	0.004	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.004	0.014	small MAZDA 2 (DYNAMIC,1498)
0.004	0.004	-1.544	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	small NISSAN MICRA (VISIA,1198)
0.003	0.003	0.034	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	compact HYUNDAI I30 (INSPIRE,1591)
0.004	-1.809	0.004	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.004	0.012	suv MAZDA CX5 (EXECUTIVE,1998)
-2.322	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	compact SUBARU IMPREZA (1.6 I,1600)
0.003	0.012	0.003	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.003	0.012	compact SUZUKI SX4 (GLX,1586)
0.003	0.010	0.003	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.003	0.010	compact KIA FORTE (EX,1591)
0.003	0.009	0.003	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.003	0.009	compact KIA RIO (LX,1396)
0.002	0.008	0.002	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.002	0.008	compact FORD FOCUS (SPORT,1596)
0.003	0.009	0.003	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.003	0.009	suv KIA SPORTAGE (LX,1998)
0.041	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	compact HONDA CIVIC (SPORT,1798)
0.003	0.009	0.003	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.003	0.009	compact NISSAN JUKE (TEKNA,1598)
0.003	0.009	0.003	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.003	0.009	compact CHEVROLET CRUZE (LT,1598)
0.002	0.008	0.002	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.002	0.008	mini SUZUKI ALTO (GLX,996)
0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.015	0.001	compact HYUNDAI I25 (INSPIRE,1368)
0.002	0.007	0.002	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.002	0.007	medium SKODA OCTAVIA (AMBITON,1197)
0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	compact OPEL ASTRA ST (ENJOY,1362)
0.002	0.007	0.002	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.002	0.007	

הערות: הדגם כולל את שם היצרן והמודל. בטורייה רמת הגימור ונפח המנוע.

ניתן לראות את הגמישות של קיה פיקנטו כלפי המחיר של טויוטה קורולה. לדוגמה, עלייה של 5% במחיר של טויוטה קורולה מקטינה את נתח השוק של טויוטה קורולה ב-9.1% ומגדילה את נתח השוק של קיה פיקנטו ב-0.07%. התוצאות המלאות (אינן מופיעות בלוח) הן כי עלייה של 5% במחיר הטויוטה קורולה מקטינה את מספר הרכישות של טויוטה קורולה ב-277 כלי רכב (מ-1,629 ל-1,352), ומגדילה את כמות כלי הרכב של הדגמים האחרים ב-68%. כלומר, 209 צרכנים יבחרו ב"מוצר החיצוני" ולא יקנו רכב. לאור ההשפעה החיובית של נתח השוק בפלח (σ), ניתן לראות כי הגמישות של דגם רכב מסוים ביחס לדגמים מאותו פלח היא גדולה יותר מאשר בדגמים שאינם מאותו פלח, כפי שהתאוריה מציעה. כך לדוגמה, הגמישות של קיה פיקנטו כלפי שינוי במחיר של מאזדה 3 נמוכה יותר מהגמישות של טויוטה קורולה כלפי שינוי זהה.

בלוח 6 להלן, הגמישות הצולבת בתוך הפלח והגמישות הצולבת בין הפלחים. בשורה הראשונה, עמודה ראשונה, הגמישות העצמית של פלח המיני, ובשורה הראשונה, עמודה שנייה, הגמישות הצולבת של פלח המיני כלפי פלח כלי הרכב הקומפקטיים. כך לדוגמה עלייה של 1% במחיר בכל הדגמים בפלח המיני תביא לירידה בנתח השוק של 0.92% בכל דגמי פלח המיני ותביא לעלייה של 0.01% בכל אחד מהפלחים האחרים. עליית מחיר של 1% בכל הדגמים הקומפקטיים תביא לעלייה של 0.1% במשקל כלי הרכב בפלח המיני. ניתן לראות כי לפלח המכוניות הקומפקטיות ההשפעה הגדולה ביותר על פלחים אחרים. כמו כן, ההשפעה של כל פלח על הפלחים האחרים זהה, זאת בשל המבנה של המודל שהשתמשתי בו.

לוח 6 – גמישות מחיר צולבת לפי פלח

SUV	גדול	בינוני	קומפקטי	קטן	מיני	פלח:
-0.92	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.92	מיני
0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-1.24	קטן
0.10	0.10	0.10	-1.43	0.10	0.10	קומפקטי
0.02	0.02	-1.99	0.02	0.02	0.02	בינוני
0.00	-2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	גדול
-2.29	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	SUV

ד. סימולציות

בחלק זה של המאמר אציג סימולציות אחדות המבוססות על התוצאות של רגרסיית ה-3SLS השנייה (הכוללת את משתני העזר של הדגמים האחרים של היבואן), כפי שהוצגו בלוח 4, עמודה 5. תוצאות אלו נידונו בהרחבה בפרק הקודם. פְּסימולציות נבחן האפקט של שינוי משטר המס המוטל על אלו: מספר כלי הרכב הנרכשים; מבנה השוק על בסיס הפלחים השונים; רמות הזיהום המפורטות, ממוצעות וכלליות; הכנסה ממיסים, ממוצעת וכללית. התוצאות מבוססות על נתוני המכירות בתקופה ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014 ומציגות את השוק הפוטנציאלי בהשפעת שינוי משטר המס בתקופה זו. הנחת יסוד בניחות זה היא כי כל העלות וההכנסה הנובעות משינוי משטר המס מועברות לצרכנים (כלומר רווחם של יבואני הרכב קבוע ואינו משתנה עם השינוי בשיעור המס).

בחירת התקופה הזו (ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014) אינה מקרית. שיקוליי לבחירת תקופה זו היו: (א) עדכון הנוסחה בפעם השנייה נערך באוגוסט 2013. ייתכן שצרכנים הקדימו רכישות בשל העלאת המס הצפויה, ועל כן מוטב שלא להשתמש בתוני אוגוסט 2013. אני מניח שרוב ההשפעה של הקדמת הרכישות נמשכה חודש אחד בלבד; (ב) תקופה בת 12 חודשים משולה לשנה מלאה; (ג) הנתונים האחרונים שהיו בפניי היו נתוני חודש אוגוסט 2014. יש בסיס לקבל את הטענה כי התוצאות מהתקופה הזאת יכולות לעזור לנו להבין טוב יותר את ההשפעה של משטרי מיסוי שונים על מבנה שוק הרכב הישראלי בעתיד, ועל שוקי רכב אחרים בעולם.

על מנת לאמוד את השינויים, היה עליי להתייחס למס הקנייה על כל רכב. אלא שנתונים אלה אינם מפורסמים לציבור, כך שנאלצתי להסתמך על ההנחה כי חלקו של היבואן במחיר קבוע ועומד על 35% ממחיר הייבוא (כולל מס). כן הובא בחשבון ההחזר על אמצעי בטיחות (0–2,250 ש"ח, הטבה הדומה במבנה שלה להטבת החזר ירוק) ומס יוקרה. מס יוקרה הושת לראשונה בספטמבר 2013, והוא מס המוטל על רכבי יוקרה. המס מוטל על כלי רכב שמחירם גבוה מ-300,000 ש"ח (כולל מע"מ), ושיעורו מחושב כך: מס הקנייה המוטל על רכב יוקרה הוא 83%; עוד 20% נגבים על הפרש בין המחיר הסופי של הרכב ו-300,000 ש"ח חלקי המחיר הסופי. לדוגמה, רכב שעולה מיליון ש"ח חייב במס קנייה של 97% (לפני זיכוי בגין מיסוי ירוק ובגין אביזרי בטיחות). פירוט החישובים שהסימולציות מתבססות עליהם מופיעים בנספח למאמר זה.

בלוח 7 להלן מוצגים מספר כלי הרכב שנמכרו, ערך הייבוא וההכנסות ממס בתקופה ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014. בעמודה הראשונה מוצגים הנתונים ממאגר המידע אשר נבנה לטובת המחקר, בעמודה השנייה מוצגים הנתונים ממאגר המידע שנבנה לטובת מחקר זה תוך ניפוח הנתונים לפי מספר כלי הרכב המלא שנמכר בתקופה כעולה מנתוני איגוד יבואני הרכב. כאמור, הנחתי כי רווח היבואן נגזר ממחיר הייבוא ועומד על 35% ממחיר הייבוא, וזאת על מנת לחשב את ההכנסה ממס. על מנת לבדוק אם ההנחה הגיונית, ניסיתי להשוות את התוצאה עם גביית המס בפועל בתקופה, אך לצערי לא הצלחתי להשיג גישה לנתונים אלו, על כן השתמשתי כאומדן בנתוני הכנסות ממס בשנת 2014. עמודה שלוש מציגה את ההכנסה בפועל בתקופה זו, ועמודה ארבע מציגה את ההבדל בין התוצאות והנתונים בפועל בשנת 2014.

כפי שניתן לראות בלוח, בסיס הנתונים שאני משתמש בו מכיל נתונים על מכירת 199,354 מכוניות פרטיות חדשות, בין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014. בסיס הנתונים לפני ריכוז הנתונים ועיבודם הכיל נתונים על 225,297 מכוניות פרטיות חדשות. כלומר, ניקוי הנתונים ועיבודם השאירו אותנו עם 94.8% מהנתונים המקוריים (ללא דגמים מסחריים). סך ערך הייבוא והמס עמד על כ-10.94 מיליארד ש"ח, מס הקנייה הממוצע עמד על 32,182 ש"ח וסך ההכנסות ממס קנייה היה כ-6.42 מיליארד ש"ח. השוואת הנתונים המדודים עם נתוני רשות המיסים לשנת 2014 מצביעה על הבדל של כ-7.1% במספר כלי הרכב, הבדל של כ-5.0% בסך ערך היבוא והבדל של 4.1% בסך מס הקנייה. הבדלים אלו עשויים להיראות גדולים, אך יש לקחת בחשבון כי מדובר במסגרות זמן שונות וכי ייתכן שמדובר בהבדלים בסוג הרכב.

לוח 7 – נתוני בסיס

נתוני בסיס ספטמבר 2013 – אוגוסט 2014	נתונים מנופחים ספטמבר 2013 – אוגוסט 2014	נתוני רשות המיסים ינואר 2013 – דצמבר 2013	ההפרש בין (2) ו- (3)	
(1)	(2)	(3)	(4)	
199,354	210,334	225,297	7.1%	מספר כלי הרכב
		11,812		ערך הייבוא, מיליוני ש"ח
		316		סך המכס, מיליוני ש"ח
				ערך הייבוא וסך המכס, מיליוני ש"ח
10,942.4	11,545.0	12,128	5.0%	מס קנייה ממוצע, ש"ח
32,182.7	32,182.7	31,271	-2.8%	סך מס הקנייה, מיליוני ש"ח
6,415.7	6,769.1	7,045	4.1%	

הערות: נתוני הסימולציה מבוססים על נתוני שוק הרכב בתקופה ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014. בנתוני הבסיס יש נתונים על 94.5% מנתוני איגוד הרכב שעליהם התבססו (ללא מוניות). ניתן לקבל את התוצאות המנופחות על ידי הכפלת הערכים ב-1.055078. נתוני רשות המיסים מבוססים על נתוני שנת 2013, כפי שפורסמו על ידי רשות המיסים.

1.4. שינויים בשיעורי המס

בסימולציה הראשונה נערכת אמידת ההשפעה של שינוי גובה מס קנייה המוטל על שוק הרכב. כפי שצוין, מס הקנייה הבסיסי עומד על 83% ללא החזר ירוק. נשאלת השאלה האם על ידי הורדת שיעור המס הממשלה יכולה להגדיל את בסיס המס, וכך בעצם להגדיל את ההכנסה ממס. על מנת לענות על שאלה זו ביצעתי סימולציה על מבנה השוק בשיעורי מס קנייה שונים. יש לציין כי בסימולציה הזו, וגם בסימולציות הבאות, אני משתמש בנתוני הבסיס של המדגם שלי ולא בנתונים מנופחים, ועל כן ייתכנו הבדלים בין התוצאות שאציג לתוצאות שהיו מתקבלות אילו ניפחתי את התוצאות.

בלוח 8 מוצגות תוצאות הסימולציה הנ"ל. בכל עמודה ההשפעה של קביעת שיעור מס שונה על השוק. כפי שניתן לראות, העלאת המס ב-2% (עמודה ארבע) מקטינה את מספר רכישות הרכב ב-3,063 (1.6%), כאשר רוב השינוי הוא בפלח כלי הרכב הקומפקטיים – מספר הרכישות בפלח זה ירד בכ-1,711 (1.6%). הציון הירוק הממוצע ירד מעט. מס הקנייה הממוצע עלה מ-32,187.7 ל-33,142.8, וסך ההכנסות ממיסים עלה מ-10.23 מיליארד ש"ח ל-10.29 מיליארד ש"ח (0.6%). כפי שניתן לראות, העלייה בהכנסות ממס קטנה מהעלייה בהכנסות ממס קנייה; זאת בשל הירידה בגביית מע"מ עם הירידה במספר כלי הרכב שנצרכים, מה שהופך את ההכנסות ממס לרגישות יותר מאשר הכנסות ממס קנייה לשינוי במספר כלי הרכב הנצרכים.

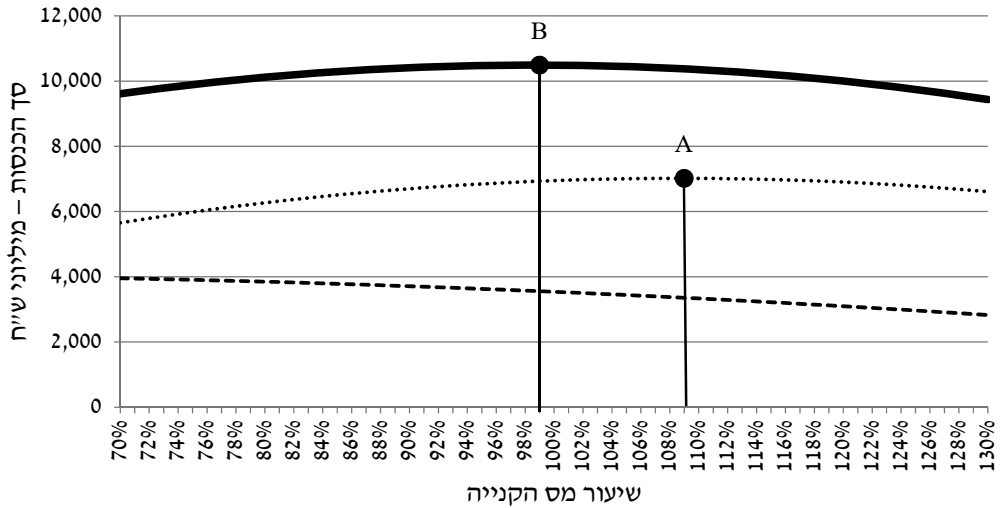
התוצאות שתוארו מעלות את השאלה באיזו נקודה תקטין עלייה במס הקנייה את ההכנסות ממס (השיא של עקומת לאפר). בצירור 1, להלן, מוצגות ההכנסות ממס קנייה, הכנסות מע"מ וסך ההכנסות ממס כתלות בגובה מס הקנייה. מהסימולציה עולה כי ההכנסה ממס הקנייה המרבית מתקבלת כאשר מס הקנייה עומד על 109%. במשטר מס זה (נקודה A בצירור), ההכנסות ממס קנייה הן 7,017.9 מיליון ש"ח, סך ההכנסות ממס הוא 10,373.9 מיליון ש"ח, ומספר כלי הרכב הנצרכים הוא 159,535 כלי רכב. יחד עם זאת, נקודה זו אינה ממקסמת את ההכנסות ממס, אשר סוכמות את

לוח 8 – סימולציה 1: שוק הרכב עם רמות שונות של מס קנייה

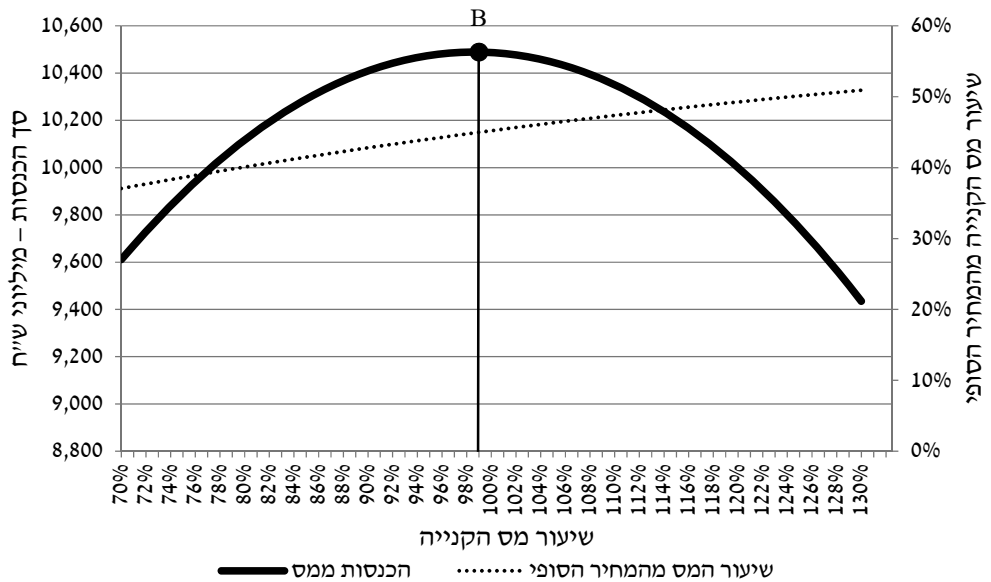
שיעור מס קנייה						
100%	90%	85%	83% (בסיס)	80%	70%	
(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
מספר כלי רכב						
173,318	188,634	196,291	199,354	203,949	219,265	סך הכול לפי פלח:
24,415	25,704	26,348	26,606	26,993	28,282	מיני
20,508	21,913	22,615	22,896	23,317	24,722	קטן
95,687	104,246	108,526	110,237	112,804	121,361	קומפקטי
13,721	15,076	15,754	16,025	16,432	17,787	בינוני
1,301	1,487	1,580	1,617	1,673	1,858	גדול
17,356	19,882	21,144	21,649	22,407	24,935	SUV
פרמטרי זיהום						
164.4	165.1	165.4	165.5	165.6	166.1	ציון ירוק ממוצע
28,496,892	31,137,794	32,458,173	32,986,318	33,778,595	36,420,084	סך ציון ירוק
5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5	רמת זיהום ממוצעת
924,506	1,017,454	1,063,921	1,082,506	1,110,394	1,203,371	סך רמות הזיהום
פליטות						
136.2	136.7	136.9	137.0	137.1	137.5	פליטת CO2 ממוצעת
23,597,337	25,783,865	26,877,014	27,314,219	27,970,169	30,156,913	סך פליטות CO2
0.341	0.341	0.341	0.341	0.341	0.341	פליטת CO ממוצעת
59,181	64,411	67,025	68,071	69,640	74,868	סך פליטות CO
0.0311	0.0173	0.0174	0.0174	0.0175	0.0176	פליטת NOx ממוצעת
2,973	3,269	3,417	3,476	3,565	3,862	סך פליטות NOx
0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	פליטת HC ממוצעת
6,647	7,242	7,540	7,659	7,837	8,432	סך פליטות HC
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	פליטת PM ממוצעת
21.3	23.9	25.1	25.6	26.4	28.9	סך פליטות PM
הכנסות						
40,089.9	35,511.1	33,142.8	32,182.7	30,729.8	25,788.4	מס קנייה ממוצע (ש"ח)
6,948.3	6,698.6	6,505.6	6,415.7	6,267.3	5,654.5	סך ההכנסות ממס קנייה (מיליוני ש"ח)
10,486.9	10,409.2	10,290.0	10,227.2	10,117.1	9,611.0	סך ההכנסות ממס קנייה וממס ערך מוסף (מיליוני ש"ח)

הערות: התוצאות מבוססות על אמידת הפרמטרים באמידת ה-3SLS עם כל משתני העזר כפי שהיא מוצגת בלוח 3, טור 5. התוצאות מציגות את השוק כפי שהיה יכול להיות בין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014, בתלות בשיעור מס הקנייה. פלח מכוניות היוקרה אינו מוצג לאור גודלה הקטן של הקבוצה.

ציור 1 – הכנסות ממיסים



ציור 2 – הכנסות ממס ושיעור המס מהמחיר הסופי



ההכנסות ממס קנייה וממע"מ. מהסימולציה עולה כי ההכנסה ממע"מ יורדת ככול שההכנסה ממס עולה, ועל כן ההכנסה ממס היא מרבית כאשר מס הקנייה הוא 99% (נקודה B בציור). בשיעור מס זה ההכנסה ממס קנייה היא 6,931.5 מיליון ש"ח, סך ההכנסה הוא 10,488.8 מיליון ש"ח ומספר כלי הרכב עומד על 174,849 כלי רכב. בציור 2 מוצגים סך ההכנסה ממס (הציר השמאלי) ושיעור המס המוטל על המחיר הסופי של המוצר (הציר הימני). בנקודות ההכנסה המרבית (נקודה B בציור) המס הסופי על המוצר הוא כ-44.98% ממחיר המוצר.

ד.2. השפעת רפורמת מיסוי ירוק

בסעיף זה אבחן את העלויות האלטרנטיביות של תוכנית מיסוי ירוק והשפעתה על תועלת הצרכנים. בחינה זו נעשית באמצעות ביטול ההחזר על הציון הירוק ומתן פיצוי היקס (Hicksian compensated price changes). במקרה זה פיצוי היקס ניתן על ידי שמירה על התועלת הציבורית כקבועה, וזאת באמצעות הקטנת מס הקנייה. התועלת הציבורית במקרה זה עשויה לנבוע משלושה גורמים: מספר כלי הרכב, איכותם וכמות הפליטות. עם זאת קיימת בעיה בשמירה על הגורם השני, איכות כלי הרכב, זאת מתוך הקושי ביכולת להגדירו ולשמור עליו קבוע (איכות רכב יכולה להיות גם איכות סובייקטיבית, ומכאן נובע קושי רב עוד יותר

באמידתה). לגבי המדדים שאשתמש בהם, אקבע לצורך פשטות שכלל שמספר כלי הרכב גדול יותר, כך התועלת הציבורית גדולה יותר, כאשר רמת הזיהום הכללית נשארת קבועה או יורדת. התועלת השנייה שאאמוד היא כאמור התועלת מרמת זיהום נמוכה. בנתונים המישה מזהמים שונים, שאני מדווח עליהם בנפרד, המסתכמים לציון הירוק על פי הנוסחה שתוארה לעיל. יש לציין שמכיוון שמדד הציון הירוק סוכם את המזהמים השונים לפי משקולות אשר תואמים לנזק של כל מזהם בחרתי להשתמש בו כמדד כללי לרמת הזיהום. על כן, בנתונים, ככל שסך הציון הירוק נמוך יותר כך תועלת הציבור גדולה יותר, כאשר מספר המכוניות נשאר קבוע. בלוח של הסימולציה אני מציג גם תרחיש שבו רמת ההכנסה ממיסים נשארת קבועה.

בעמודה הראשונה בלוח 9 מוצגים נתוני הבסיס (ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014). עמודה שתיים מציגה כיצד היה נראה השוק ללא החזר ירוק, כאשר מס הקנייה נותר על כנו (שיעור של 83%). כפי שניתן לראות, מספר כלי הרכב הנצרכים היה יורד מ-199,354 ל-166,903 (ירידה בשיעור של 19.4%). הציון הירוק הממוצע היה עולה מ-165.5 ל-166.7, אך סקימת כל הציונים של כל כלי הרכב בשוק הייתה מביאה לירידה בסך הזיהום בשל הירידה במספר כלי הרכב שנצרכו. ההכנסות ממס עולות במידה משמעותית, מ-10,227.2 מיליון ש"ח ל-10,801.8 מיליון ש"ח. בעמודה שלוש מוצג תרחיש שבו אין החזר על רמת זיהום, ומספר כלי הרכב זהה למספר כלי הרכב כיום. עשיתי זאת על ידי הקטנת שיעור מס הקנייה ל-61.79%. בתרחיש זה, רמת הזיהום גבוהה יותר (סך הציונים הירוקים עומד על 33.42 מיליון לעומת 32.9 מיליון בתרחיש הבסיס), אך יש יותר הכנסות ממיסים (10,450.0 מיליון ש"ח במקום 10,227.2 מיליון ש"ח). בעמודה ארבע מוצג תרחיש שבו אין החזר על רמת זיהום וסך הציון הירוק זהה לציון הירוק הבסיסי (כלומר רמת הזיהום נשמרת). בתרחיש זה ההכנסות ממס גבוהות יותר, אך מספר כלי הרכב הנרכשים נמוך יותר. בתרחיש האחרון שמוצג (עמודה 5) שמרנו על הכנסות ממס זהות להכנסות ממס בנתוני הבסיס. בתרחיש זה מספר כלי הרכב הנרכשים גדול יותר, אך גם סך רמת הזיהום.

לוח 9 – סימולציה 2: השפעה של ביטול מס הקנייה

ללא החזר, סך ההכנסות זהה לתרחיש הבסיס	ללא החזר, סך ציון ירוק זהה לתרחיש הבסיס	ללא החזר, מספר מכוניות זהה לתרחיש הבסיס	בסיס ללא החזר	בסיס	
(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
56.80%	63.46%	61.79%	83%	83%	שיעור מס קנייה יש החזר
לא	לא	לא	לא	כן	מספר כלי רכב
206,997	196,797	199,354	166,903	199,354	סך הכול לפי פלח:
24,512	23,652	23,868	21,134	26,606	מיני
22,367	21,430	21,665	18,685	22,896	קטן
114,097	108,390	109,819	91,701	110,237	קומפקטי
17,340	16,436	16,663	13,788	16,025	בינוני
2,030	1,906	1,937	1,543	1,617	גדול
26,329	24,658	25,079	19,721	21,649	<i>SUV</i>
167.8	167.6	167.7	166.7	165.5	פרמטרי זיהום
34,744,255	32,986,318	33,427,100	27,830,601	32,986,318	ציון ירוק ממוצע
5.7	5.7	5.7	5.7	5.4	סך ציון ירוק
1,188,129	1,126,343	1,141,849	944,833	1,082,506	רמת זיהום ממוצעת סך רמות הזיהום
138.8	138.6	138.6	137.8	137.0	פליטות
28,731,004	27,275,490	27,640,441	23,007,175	27,314,219	פליטת CO2 ממוצעת
0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	סך פליטות CO2
70,939	67,453	68,327	57,241	68,071	פליטת CO ממוצעת
0.018	0.018	0.018	0.018	0.017	סך פליטות CO
3,801	3,604	3,654	3,025	3,476	פליטת NOx ממוצעת
0.039	0.039	0.039	0.039	0.038	סך פליטות NOx
7,988	7,592	7,691	6,432	7,659	פליטת HC ממוצעת
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	סך פליטות HC
28.2	26.5	26.9	21.5	25.6	פליטת PM ממוצעת
30,328.6	33,749.6	32,897.2	43,408.0	32,182.7	סך פליטות PM
6,277.9	6,641.8	6,558.2	7,244.9	6,415.7	הכנסות
10,227.2	10,512.5	10,450.0	10,801.8	10,227.2	מס קנייה ממוצע
					סך ההכנסות ממס קנייה (מיליוני ש"ח)
					סך ההכנסות ממס קנייה וממס ערך מוסף (מיליוני ש"ח)

הערות: התוצאות מבוססות על אמידת הפרמטרים באמידת ה-SLS עם כל משתני העזר כפי שהיא מוצגת בלוח 3, טור 5. התוצאות מציגות את השוק כפי שהיה יכול להיות בין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014, בתלות בשיעור מס הקנייה. פלח מכוניות היוקרה אינו מוצג לאור גודלה הקטן של הקבוצה.

הצגת התרחישים אינה עונה על השאלה האם מודל ההחזר על בסיס רמת הזיהום משתלם מבחינה כלכלית. כאמור, שיטת הפרס/קנס הוצגה בכמה מדינות, ובחלקן העלות הייתה גבוהה מהמצופה, כלומר השיטה לא הייתה אפקטיבית בהיבט העלות מול התועלת (הורדת רמת הזיהום). בישראל, בדומה למדינות אחרות, הממשלה מכמתת את עלויות הזיהום לטובת תהליך קבלת החלטות יעיל. על מנת לענות על השאלה שהוצגה, ארחיב את התרחיש שלפיו אין החזר על רמת זיהום נמוכה, אך שיעור מס הקנייה נמוך יותר ועומד על 61.79% ומספר כלי הרכב הנרכשים זהה לתרחיש הבסיס (לוח 9, עמודה 3).

ההפרש בין ההכנסות ממס בתרחיש הנבחר להכנסות ממס בתרחיש הבסיס הוא עלות התוכנית האלטרנטיבית, וההפרש בין סך רמת הזיהום בתרחיש הבסיס לסך רמת הזיהום בתרחיש הנבחר הוא התועלת של התוכנית. על מנת לחשב את העלות החיצונית של רמת הזיהום הנוספת (ההפרש), השתמשתי באומדני המחיר כפי שהם מחושבים על ידי המשרד להגנת הסביבה כעלויות חיצוניות לפליטת זיהום וגזי חממה. האומדנים מבוססים על "גישת נתיב ההשפעה" (Impact pathway approach), המביאה בחשבון את ריכוזיות המזהמים באתרים שונים, את ההשפעה של המזהמים על הבריאות ואת הערכת העלות של הנוק הבריאותי (European Commission, 1998). העלות האלטרנטיבית המחושבת למזהמים CO, HC, NOx וחלקיקי חומר היא העלות הממוצעת בין שיטת תועלת ההעברה (The benefit-transfer method) לשיטת תגובה-מניעה (The dose-response method) מתואמת לפיזור האוכלוסייה ולרמת העיור בישראל. העלות החיצונית של פחמן דו-חמצני נאמדת באמצעות העלות החיצונית הממוצעת באירופה (Maibach et al., 2008) והעלות החיצונית בארה"ב (Greenstone, Kopits and Wolverton, 2011). כאמור, אומדנים אלה משמשים לחישוב הציון הירוק. בלוח 10 מוצג אומדן העלות. חישובתי את העלות על בסיס ציון ירוק השווה לאומדן העלות החיצונית של הזיהום ל-10,000 ק"מ נסיעה, ועל בסיס הצפי למרחק הנסיעה של רכב חדש לאורך חייו.

לוח 10 – עלות זיהום

עלות לטונה בשנת 2013 בש"ח	סוג פליטה
103	CO ₂
1,042	CO
75,461	NOX
21,454	HC/VOC
145,772	PM _{2.5}

הערה: עלות הזיהום מפורסמת על ידי המשרד להגנת הסביבה

לאמידת מרחק הנסיעה של רכב חדש לאורך חייו שקלתי אפשרויות מספר, כמוצג בלוח 11. האפשרות הראשונה אומדת את המרחק בכ-200,000 ק"מ (בהשפעת Adamou, Clerides, and Zachariadis, 2014), והאפשרות השנייה והתאורטית היא כ-400,000 ק"מ. יש לציין כי המרחק 400,000 ק"מ יכול לשמש כחסם עליון.

כפי שניתן לראות בלוח 11, יעילות הפרויקט מוטלת בספק מבחינת עלות אלטרנטיבית. עלות הזיהום החיצונית הנחסכת מהפרורמה במיסוי ירוק נאמדת בין כ-8.82 מיליון (במקרה של 200,000 ק"מ) לכ-17.63 מיליון ש"ח (במקרה של 400,000 ק"מ), כאשר הירידה בגביית המס עומדת על

222.7 מיליון ש"ח, ומספר המכוניות נותר על כנו. במודל הזה, על מנת לחסוך שקל חדש אחד בעלויות חיצוניות של המזהמים יש להשקיע בין 12.63 ל-133.9 ש"ח בירידה בגביית המס. כאמור, ברוב המדינות שמשמשות בשיטת הפרס/קנס המודל מתמקד רק ברמת הפליטות של פחמן דו-חמצני (CO₂). בתוצאות שהגעת אליהן, הירידה בגביית המס על מנת לחסוך הפחתה של טונה אחת של פחמן דו-חמצני, כאשר מכוניות נוסעות כ-400,000 ק"מ בימי חייהן, היא כ-1,706 ש"ח או כ-477 דולר, כאשר ערך הזיהום החיצוני של טונה אחת של פחמן דו-חמצני עומד על 28.80 דולר בלבד (ראה לוח 10). עם זאת, יש לציין כי השיטה בישראל מעודדת הפחתה בחמישה סוגי מזהמים, ועל כן ייתכן שהעלות הנחסכת למזהם יחיד נמוכה יחסית. לשם השוואה, עבודה שבחנה את השפעת השיטה בצרפת מצאה כי לפחות בטווח הקצר שיטת הפרס/קנס מביאה לעלייה בסך הזיהום (D'Haultfoeulle, Givord and Boutin, 2014). עבודה שבחנה את השפעתה של התוכנית השוודית להחזר לכלי רכב ירוקים מצאה כי התוכנית הגדילה את נתח השוק של כלי רכב ירוקים ב-5.5% בעלות של 109 דולר לטונה של פחמן דו-חמצני (Huse and Lucinda, 2014).

לוח 11 – חיסכון בעלויות חיצוניות של מזהמים (מיליוני ש"ח)

העלות האלטרנטיבית של רפורמת מיסוי ירוק לאחר התחשבות בעלות הזיהום	ההפרש בסך ההכנסות ממס קנייה וממס ערך מוסף	ההפרש בעלויות הזיהום החיצוניות	מרחק נסיעה	תקופה
213.90	222.72	8.82	200,000 ק"מ	חיי רכב (קצר)
205.09	222.72	17.63	400,000 ק"מ	חיי רכב (ארוך)

הערות: עלות הזיהום החיצונית בתרחיש הבסיס היא מכפלת סך הציון הירוק בתרחיש הבסיס (לוח 9, טור 1) במרחק הנסיעה, חלקי 10,000. עלות הזיהום החיצונית בתרחיש ביטול ההחזר ושמירה על מספר מכוניות זהה לתרחיש הבסיס היא מכפלת סך הציון הירוק בתרחיש זה (לוח 9, טור 3) במרחק הנסיעה, חלקי 10,000. ההפרש בין עלות הזיהום החיצונית בתרחיש הבסיס ועלות הזיהום החיצונית בתרחיש ביטול ההחזר ושמירה על מספר מכוניות זהה הוא ההפרש בעלויות הזיהום החיצוניות. ההפרש בסך הכנסות ממס קנייה וממס ערך מוסף הוא ההפרש בין הכנסות אלה בתרחיש הבסיס ובתרחיש ביטול ההחזר ושמירה על מספר מכוניות זהה. העלות האלטרנטיבית היא ההפרש בין ההפרש בהכנסות וההפרש בעלויות.

ד.3. השפעת עדכון נוסחת ציון ירוק

בסימולציה האחרונה במאמר זה אאמוד את השפעת עדכון הנוסחה לקביעת הציון הירוק אשר נכנסה לתוקף בינואר 2015. כאמור, רשות המיסים החליטה להקשיח את הנוסחה לחישוב הציון הירוק בעקבות שינויים בהערכת עלויות הזיהום החיצוניות, ירידה בגביית המס, שיפורים בטכנולוגיית הרכב ועוד, ועל מנת לעודד רכישת כלי רכב ירוקים יותר. הנוסחה המעודכנת היא:

$$GreenScore = \frac{110 * CO_2 + 80,978 * NO_x + 23,023 * HC + 1,119 * CO + 156,428 * PM}{100}$$

משמעות הנוסחה החדשה היא שהשפעתו של כל מזהם גדלה בכ-7%. העלאת הציון הירוק מעלה את גובה ההחזרים או מותירה אותם על כנם, בתלות ברמות הזיהום הקודמות. על מנת לבחון את

השפעתו של עדכון הנוסחה נשווה בין נתוני הבסיס (ספטמבר 2013 עד אוגוסט 2014) אל תרחיש שבו חל עדכון בציון הירוק כבר בחודשים אלו.

בעמודה הראשונה בלוח 12 מוצגים נתוני הבסיס, ובעמודה שתיים מוצג תרחיש התוצאות במקרה שהעדכון היה מתרחש בין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014. כפי שניתן לראות, מספר כלי הרכב הנרכשים היה יורד מ-199,354 ל-194,225 (ירידה בשיעור של 2.6%), וסך גביית המס היה עולה מ-10,227.2 מיליון ש"ח ל-10,350.1 מיליון ש"ח (עלייה בשיעור של 1.2%). תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם ההחמרה בציון הירוק בנוסחה החדשה, כלומר קשה לקבל ציון ירוק נמוך יותר (ומתוך כך, עבור חלק מכלי הרכב גובה ההחזר יקטן). כן מופיע בלוח דיווח על תוצאות הציונים הירוקים. הציון הירוק הבסיסי הוא הציון הירוק כפי שמחושב על פי הנוסחה; הציון הירוק המעודכן הוא הציון הירוק לאחר העדכון. הציון הירוק הבסיסי (המחושב בהתאם לנוסחה שלפני העדכון) הממוצע היה יורד, מה שמעיד על כך שעדכון הנוסחה מעודד קניית כלי רכב ירוקים יותר. סך פליטות CO₂ היה יורד ב-2.8%; סך פליטות ה-^{CO} היה יורד ב-2.8%; סך פליטות ה-^{NOx} היה יורד ב-2.2%; סך פליטות ה-^{HC} היה יורד ב-2.8%; סך פליטות ה-^{PM2.5} היה יורד ב-2.2%. לסיכום, עדכון הנוסחה מקטין את מספר כלי הרכב ואת כמות הזיהום. בעמודות הבאות בלוח 12 (עמודות שלוש עד חמש), בחינת משטרי מס אלטרנטיביים שבהם מעלים את מס הקנייה הבסיסי במקום לשנות את נוסחת חישוב הציון הירוק. בעמודה שלוש מוצג תרחיש שבו מספר כלי הרכב נשאר זהה למספר כלי הרכב כאשר מעדכנים את הנוסחה (עמודה שתיים). בעמודה הרביעית מוצג תרחיש שבו סך הציון הירוק לפני העדכון (כאמור, עדכון הנוסחה משנה את נוסחת הציון הירוק ובכך משנה את הציון הירוק) נשאר זהה לציון הירוק לפני העדכון הבסיסי. בעמודה חמש מוצג תרחיש שבו סך ההכנסות ממס נשאר זהה לסך ההכנסות ממס כאשר מעדכנים את הנוסחה. מהאומדן עולה כי העלאת מס הקנייה ב-3.36% במקום עדכון הנוסחה הייתה מקטינה במעט את מספר כלי הרכב, שומרת על אותו סכום של ציון ירוק ומקטינה את הכנסות המדינה ב-22.46 מיליון ש"ח. כלומר, ניתן לקבל תוצאות דומות מבחינת מספר כלי הרכב ורמת הזיהום לעדכון הנוסחה על ידי העלאת מס הקנייה, אך זאת

לוח 12 – סימולציה 2: עדכון הנוסחה לחישוב הציון הירוק

בסיס (נוסחה מקורית)	בסיס, מסטר מעודכן	בסיס, מסטר מעודכן	בסיס, מסטר מעודכן	בסיס, מסטר מעודכן	בסיס, מסטר מעודכן
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
83.00%	83.00%	86.35%	86.33%	87.24%	שיעור מס קנייה
199,354	194,225	194,225	194,252	192,856	מספר כלי רכב
26,606	26,326	26,174	26,177	26,059	סך הכול
22,896	22,421	22,425	22,428	22,300	לפי פלח:
110,237	106,896	107,371	107,386	106,606	מיני
16,025	15,559	15,571	15,573	15,450	קטן
1,617	1,597	1,555	1,555	1,538	קומפקטי
21,649	21,100	20,803	20,808	20,578	בינוני
					גדול
					SUV

בסיס (נוסחה מקורית)	משטר מעודכן	בסיס, מספר מכוניות לפי משטר מעודכן	בסיס, סך ציון ירוק לפי משטר מעודכן	בסיס, סך הכנסות לפי משטר מעודכן	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
פרמטרי זיהום					
165.5	165.3	165.3	165.3	165.2	ציון ירוק ממוצע לפני העדכון
32,986,318	32,099,889	32,101,780	32,106,506	31,865,852	סך ציון ירוק לפני העדכון
177.7	177.5	177.4	177.4	177.4	ציון ירוק ממוצע אחרי העדכון
35,416,627	34,469,199	34,464,109	34,469,199	34,210,050	סך ציון ירוק אחרי העדכון
5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	רמת זיהום ממוצעת לפני העדכון
1,082,506	1,055,144	1,051,378	1,051,544	1,043,075	סך רמת זיהום לפני העדכון
6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	רמת זיהום ממוצעת אחרי העדכון
1,352,907	1,313,823	1,314,300	1,314,506	1,304,003	סך רמת זיהום אחרי העדכון
פליטות					
137.0	136.8	136.9	136.9	136.8	פליטת CO2 ממוצעת
27,314,219	26,571,358	26,581,957	26,585,870	26,386,632	סך פליטות CO2
0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	פליטת CO ממוצעת
68,071	66,205	66,319	66,329	65,852	סך פליטות CO
0.017	0.018	0.017	0.017	0.017	פליטת NOx ממוצעת
3,476	3,402	3,377	3,378	3,351	סך פליטות NOx
0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	פליטת HC ממוצעת
7,659	7,447	7,460	7,461	7,406	סך פליטות HC
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	פליטת PM ממוצעת
25.6	25.1	24.8	24.8	24.6	סך פליטות PM
הכנסות					
32,182.7	33,865.6	33,786.6	33,778.1	34,211.0	מס קנייה ממוצע
6,415.7	6,577.5	6,562.2	6,561.5	6,597.8	סך ההכנסות ממס קנייה (מיליוני ש"ח)
10,227.2	10,350.1	10,327.4	10,327.0	10,350.1	סך ההכנסות ממס קנייה וממס ערך מוסף (מיליוני ש"ח)

הערות: התוצאות מבוססות על אמידת הפרמטרים באמידת ה-SLS3 עם כל משתני העזר כפי שהיא מוצגת בלוח 3, טור 5. התוצאות מציגות את השוק כפי שהיה יכול להיות בין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014, בתלות בשיעור מס הקנייה. פלח מכוניות היוקרה אינו מוצג לאור גודלה הקטן של הקבוצה.

תוך ירידה משמעותית בהכנסות המדינה. שמירה על הכנסות המדינה ברמה קבועה, כפי שמתקבלות על ידי שינוי הנוסחה (עמודה 5), מקטינה משמעותית את מספר כלי הרכב החדשים שנקנים. כלומר, הגדלת מס הקנייה במקום שינוי הנוסחה אינה יכולה להביא למבנה שוק דומה שבו כמות המכוניות, סך הזיהום וסך הכנסות המדינה דומות לתוצאות המתקבלות על ידי עדכון הנוסחה.

ד.4. דיון

כאמור, הממצאים העיקריים העולים מהסימולציות הם: (א) הקטנת שיעורי המס אינה צפויה להגדיל את ההכנסות ממס; (ב) הורדת הזיהום באמצעות רפורמת מיסוי ירוק כרוכה בעלות גבוהה; (ג) הגדלת מס הקנייה במקום שינוי הנוסחה אינה יכולה להביא למבנה שוק שבו כמות המכוניות, סך הזיהום וסך הכנסות המדינה דומות לתוצאות המתקבלות על ידי עדכון הנוסחה. להלן נקודות מספר העולות מממצאים אלו.

הממצא שרמת המיסוי כיום אינה עוברת את שיא עקומת לאפר משמעותו כי הקטנת שיעורי המס אינה צפויה להגדיל את ההכנסות ממס. עם זאת, וכפי שעולה מהתוצאות שהוצגו, לשיעור המס קיימת השפעה שלילית על מספר המכוניות. כלומר, על מקבלי ההחלטות לשקול אם שיווי המשקל שנוצר בשוק מצליח לאזן בין גביית הכנסות למספר המכוניות הנרכשות עם התועלת הנגזרת מהן לצרכנים.

לגבי העלות הגבוהה יחסית להורדת הזיהום באמצעות רפורמת מיסוי ירוק, אציין כי יש לשקול אם העלות הגבוהה של הורדת הזיהום באמצעות רפורמת המיסוי הירוק אינה פוגעת בכדאיות התוכנית. בסל הכלים של מדינת ישראל כלי מדיניות נוספים אשר עשויים להקטין את כמות המזהמים. כלים אלה אינם בשימוש בעיקר בשל סיבות תקציביות. לדוגמה, תוכנית גריטת מכוניות ישנות, המציעה לבעלי כלי רכב ישנים אשר מאופיינים לרוב ברמת זיהום גבוהה למסור את רכבם לגריטה תמורת תשלום. תוכנית זאת נמצאה יעילה כלכלית (קבוצת פארטו, 2011; בנק ישראל, 2015), אך בעת כתיבת המאמר לא הייתה פעילה בשל עלויות תקציביות.

עם זאת, הניתוח המבוסס על העלות האלטרנטיבית אינו מתחשב במעבר מכלי רכב משומשים לכלי רכב חדשים ולקיצור חיי הרכב. באופן כללי, כמות הפליטות גבוהה יותר בכלי רכב ישנים מזו שבחדשים. כך, לדוגמה, הציון הירוק של מאזדה 3 על פי הנוסחה של ספטמבר 2009 ברמת גימור אקטיב בשנת 2008, עמד על 197, ואילו הציון הירוק של מאזדה 3 ברמת גימור אקטיב בשנת 2014 עמד על 150 על פי אותה נוסחה. בנייתו שהוצג אין התייחסות להשפעה זאת, והיא לא נאמדה. שינויים במס הקנייה עשויים לעודד או לעכב מעבר מכלי רכב ישנים לחדשים, ובכך להשפיע על רמת הזיהום הכללית במשק. לא ברור כיצד העלאת מס הקנייה והחזר ירוק משפיעים על רמת הזיהום הכללית של כלי הרכב, בשונה מהמקרה של כלי רכב חדשים. מחד גיסא, העלאת מס הקנייה וזיכוי על רמת זיהום נמוכה עשויים למנוע מעבר לכלי רכב בעלי רמת זיהום גבוהה מכלי רכב משומשים שרמת הזיהום שלהם גבוהה עוד יותר. מאידך גיסא, גובה הזיכוי עשוי לעודד מעבר לכלי רכב קטנים יותר וזולים יותר אשר גם נהנים מזיכוי מס גבוה. כלומר, רפורמת המיסוי הירוק עשויה להשפיע על אורך חיי הרכב, ובכלל להשפיע על המרחק שהרכב יעבור כתלות בסוג הרכב. כאמור, במחקר זה התייחסנו למרחק כאקסוגני. ייתכן שלתופעה שתוארה השפעה על חישוב העלות האלטרנטיבית. מאמר זה לא עסק בנושא זה, ועל כן ייתכן כי העלות האלטרנטיבית נמוכה או גבוהה מתוצאות החישוב שהוצג. אך כאמור, תוכנית כלכלית אחרת שאינה בשימוש נמצאה יעילה

כלכלית בעידוד ירידת כלי רכב משומשים (תוכנית גריטת מכוניות ישנות). עוד יש לציין כי מדובר באמידה ישירה של העלות שאינה מתחשבת בעלויות נוספות המושגות על כלי רכב מזהמים יותר, כמו הוצאות גבוהות יותר על הדלק. בדומה לכך, המסמך אינו מביא בחשבון את העלויות הסביבתיות של הפקת דלק מהאדמה.

בעניין הגדלת מס הקנייה במקום שינוי הנוסחה, ובאופן כללי השאלה אם יש מודל מס וכיצד הוא צריך היה להיבנות, מודל המצליח להקטין את כמות המזהמים מבלי להקטין את מספר כלי הרכב בשוק ומבלי להקטין את הכנסות המדינה: המאמר אינו משיב על שאלות אלו, ולדעתי זו המגרעה העיקרית שלו. עם זאת יש לציין כי מענה לשאלה כזו אינו פשוט, ויש להסביר את מורכבות העניין. כאמור, בישראל 15 קבוצות זיהום ושינוי דורש בניית מודל בעל מספר גבוה של דרגות חופש, כאשר המרחיקים בין קבוצות הזיהום אינם קבועים ולאחת מהקבוצות אין גבול קבוע. בדיקות פשוטות שכללו הכפלת המענק, הורדתו בחצי וויתור על חלק מהדרגות לא הצליחו להביא למודל מס אשר מצליח להקטין את כמות המזהמים בלי להקטין את מספר כלי הרכב בשוק ובלי להקטין את הכנסות המדינה. עם זאת, אני מאמין כי ניתן למדל מודל כזה, גם אם הוא מורכב, ובכך לענות על השאלות שהוצגו. הצעת מודל כזה ובחינתו חורגות ממסגרת מאמר זה.

שאלה נוספת שהמאמר לא ענה עליה, וניתן לענות עליה במאמר המשך, היא מהי השפעת שינוי מרכיבי נוסחת הציון הירוק. אחד החידושים שרפורמת מיסוי ירוק מציגה הוא שימוש בחמישה מזהמים שונים לצורך קביעת גובה ההחזר. כפי שצוין, ברוב המדינות שיטת הקנס/פרס מתייחסת למזהם אחד בלבד (פחמן דו-חמצני). מחקר זה לא עסק ביעילות הנוסחה ובהשפעה של שינוי מרכיבי הנוסחה; אולם על בסיס הנתונים והאומדנים שהוצגו במאמר זה ניתן לבנות מודל אשר בוחן את ההשפעות השונות של שינוי הנוסחה.

ה. סיכום ומסקנות

במאמר זה חקרתי את שוק הרכב הפרטי החדש ואת השפעת רפורמת מיסוי ירוק עליו. ראשית, אמדתי את המשתנים אשר משפיעים על נתח השוק של כל דגם רכב, על בסיס נתונים חודשיים, מינואר 2008 ועד אוגוסט 2014. לטובת האמידה השתמשתי במודל ה-Nested Logit וביצעתי שלוש ספציפיקציות שונות על מנת להתמודד עם בעיות אמידה שונות. מצאתי כי לרמת הזיהום של הרכב ולמחירו השפעה שלילית על נתח השוק של הרכב; לרמת היעילות ולרמת הבטיחות השפעה חיובית על נתח השוק של הרכב.

על בסיס תוצאות אלו, חקרתי את ההשפעה של שיעורי מס קנייה שונים על שווי המשקל בשוק הרכב הפרטי. בחרתי בתקופה שבין ספטמבר 2013 לאוגוסט 2014 כבסיס ההשוואה. בחנתי את שינוי שיעור מס הקנייה הבסיסי. מצאתי כי העלאת מס הקנייה מורידה את מספר כלי הרכב הנרכשים ואת כמות הזיהום ומעלה את ההכנסות ממס. עם זאת, האפקט מוגבל: שיא ההכנסות ממס (שיא עקומת לאפר) מתקבל כאשר מס הקנייה עומד על 99% או כאשר המס הממוצע המוטל על המחיר הסופי של רכב פרטי ממוצע (ללא מס) עומד על 44.98%. כן בחנתי את יעילות שיטת ההחזר. מצאתי כי שיטת ההחזר מורידה את כמות הפליטות, אך גם מקטינה את מספר כלי הרכב ואת ההכנסות ממס. כאשר מבטלים את ההחזר ומקבעים את מספר כלי הרכב הנרכשים (זה נעשה באמצעות הורדת מס הקנייה) רמת הזיהום וההכנסות ממס גדלות. מצאתי גם כי המחיר האלטרנטיבי לרפורמה (הירידה בגביית המס) גבוה בהרבה מהשווי החיצוני של כמות הפליטות הנחסכת.

לאור ממצאים אלו, אני גורס כי יש לשקול אם העלות הגבוהה של הורדת הזיהום באמצעות רפורמת המיסוי הירוק אינה פוגעת בכדאיות התוכנית. בסל הכלים של מדינת ישראל יש בנמצא כלי מדיניות נוספים אשר עשויים להקטין את כמות המזהמים; כלים אלה אינם בשימוש בעיקר בשל סיבות תקציביות. עם זאת יש לציין כי אמידת המחיר אינה מתייחסת לגורמים שאולי היה צריך להביאם בחשבון.

השאלות המרכזיות שהמאמר לא הצליח לענות עליהן הן אם קיים מודל מס וכיצד הוא צריך היה להיבנות, מודל אשר מצליח להקטין את כמות המזהמים מבלי להקטין את מספר כלי הרכב בשוק ומבלי להקטין את הכנסות המדינה. שאלה נוספת שהמאמר לא ענה עליה, וניתן לענות עליה במחקר עתידי, היא מהי השפעת שינוי מרכיבי נוסחת הציון הירוק.

מקורות

- בנק ישראל, חטיבת המחקר (2015), "ההתפתחויות הכלכליות בחודשים האחרונים: אוקטובר 2014 עד מארס 2015", 34–37, אוחזר מתוך:
<http://www.boi.org.il/he/NewsAndPublications/RegularPublications/DocLib3/RecentEconomicDevelopments/develop139h.pdf>.
- המשרד להגנת הסביבה, אשכול כלכלה וטכנולוגיה, אגף כלכלה ותקינה (2013), "עדכון ערכי העלויות החיצוניות של מזהמי אוויר ל-1.1.2013", אוחזר מתוך:
<http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/documents/airexternalcost/airpollutionvalue11.2.2015.pdf>.
- קבוצת פארטו (2011), "הערכת השלכות הכלכליות הצפויות מהרחבת התוכנית לעידוד גריטת כלי רכב ישנים: המשרד להגנת הסביבה, אגף איכות האוויר", 25–30, אוחזר מתוך:
<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/Scrapping/Documents/Economic-Evaluation-Scrapping.pdf>.
- רשות המיסים בישראל, החטיבה לתכנון וכלכלה (2013), "מיסוי ונתונים נבחרים על ענף הרכב לשנת 2012", 5–13.
- Adamou A., Clerides S. and Zachariadis T. (2014), "Welfare Implications of Car Feebates: A Simulation Analysis", *The Economic Journal* 124(578), F420–F443.
- Allcott H. and Wozny N. (2014), "Gasoline Prices, Fuel Economy, and the Energy Paradox", *The Review of Economics and Statistics* XCVI(5), 779–795.
- Berry S.T. (1994), "Estimating Discrete Choice Model of Product Differentiation", *RAND Journal of Economics* 25(2), 242–262.
- Berry S.T., Levinsohn J. and Pakes A. (1995), "Automobile Prices in Market Equilibrium", *Econometrica* 63(4), 841–890.
- Christodoulou T. and Clerides S. (2012), "Emission-Based Vehicle Tax Reform for Cyprus: A Simulation Analysis", *Cyprus Economy Policy Review* 6(1), 3–20.
- D'Haultfoeuille X., Givord P. and Boutin X. (2014), "The Environmental Effect of Green Taxation: The Case of the French Bonus/Malus", *The Economic Journal* 124(578), F444–F480.

- European Commission (1998), "ExternE: Externalities of Energy", vol. 7: Methodology 1998 update, Holland M., Berry J. and Foster D. (eds.), *EUR 19083, ISBN 92-828-7782-5*, Luxembourg, 15–38.
- Fershtman C. and Gandal N. (1998), "The Effect of the Arab Boycott on Israel: The Automobile Market", *RAND Journal of Economics* 29(1), 193–214.
- Fershtman C., Gandal N. and Markovich S. (1999), "Estimating the Effect of Tax Reform in Differentiated Product Oligopolistic Markets", *Centre for Economic Policy Research, Discussion Papers* 2107.
- Fischer C. (2008), "Comparing Flexibility Mechanisms for Fuel Economy Standards", *Energy Policy* 36(8), 3116–3124.
- Gordon D. and Levenson L. (1989), "Drive + : A Proposal for California to Use Consumer Fees and Rebates to Reduce New Motor Vehicle Emissions and Fuel Consumption", Applied Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA.zz
- Greene D.L., Patterson P.D., Singh M. and Li J. (2005), "Feebates, Rebates and Gaz-Guzzler Taxes: A Study of Incentives for Increased Fuel Economy", *Energy Policy* 33, 757–775.
- Greenstone M., Kopits E. and Wolverton A. (2011), "Estimating the Social Cost of Carbon for Use in U.S. Federal Rulemaking: A Summary and Interpretation", The National Bureau of Economic Research (NBER), Working paper 16913.
- Huse C. and Lucinda C. (2014), "The Market Impact and the Cost of Environmental Policy: Evidence from the Swedish 'Green Car' Rebate", *The Economic Journal* 124(578), F393–F419.
- International Energy Agency (2013), "CO2 Emissions from Fuel Combustion 2013", IEA, Paris, xiii–xv. Retrieved from: http://dx.doi.org/10.1787/co2_fuel-2013-en.
- Klier T.H. and Linn J. (2015), "Using Vehicle taxes to Reduce Carbon Dioxide Emissions Rates of New Passenger Vehicles: Evidence from France, Germany and Sweden", *American Economic Journal: Economic Policy* 7(1), 212–242.
- Maibach M. et al., (2008), "Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector: Produced within the Study Internalization Measures and Policies for All External Cost of Transport (IMPACT)", Version 1.1, http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf.
- McFadden D. (1978), "Modeling the Choice of Residential Location", Karlqvist A. et al. (eds.), *Spatial Interaction Theory and Planning Models*, Amsterdam, 75–96.
- McManus W. (2007), "Economic Analysis of Feebates to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Light Vehicles for California", University of Michigan: Transportation Research Institute.
- OECD (2012), *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*, OECD Publishing, Paris, 72–73, Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>.

- Rogan F., Dennehy E., Daly H., Howley M. and Gallachoir B.P.O. (2011), "Impact of an Emission Based Private Car Taxation Policy – First Year Ex-Post Analysis", *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 45(7), 583–597.
- Sallee J.M. and Slemrod J. (2012), "Car Notches: Strategic Automaker Responses to Fuel Economy Policy", *Journal of Public Economics* 96(11), 981–999.
- Vance C. and Mehlin M. (2009), "Tax Policy and CO2 Emission: An Econometric Analysis of the German Automobile Market", *Ruhr Economic Paper* 89, Retrieved from: http://www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/ruhr-economic-papers/REP_09_089.pdf.

נספח

בנספח זה אציג את דרך החישוב של הסימולציות. להלן המשתנים בנספח זה:

Pc_{jt}	מחיר צרכן מקורי של רכב j בזמן t	Pi_{jt}	מחיר יבוא של רכב j בזמן t
V_t	שיעור מס ערך מוסף בזמן t	M	חסם תחתון למס יוקרה. במקרה שלפנינו 300,000 ש"ח
GRb_{jt}	החזר כספי ירוק מקורי של רכב j בזמן t	Tlb_{jt}	שיעור מס קנייה
SR_{jt}	החזר כספי על בטיחות של רכב j בזמן t	$Electric_j$	מקבל את הערך 0 אם הרכב j אינו חשמלי ואת הערך 1 אם הרכב חשמלי
Is	חלק יבואן ממחיר הייבוא של הרכב. הנחה כי שווה ל-0.35	$Hybrid_j$	מקבל את הערך 0 אם הרכב j אינו היברידי ואת הערך 1 אם הרכב היברידי
Pn_{jt}	מחיר צרכן של רכב j בזמן t לאחר עדכון משטר המס	$Emission Level_j$	דרגת הזיהום של רכב j
Tb_{jt}	מס קנייה מקורי של רכב j בזמן t (בש"ח)	σ	מקדם מידת התחליפיות בקנים
Tn_{jt}	מס קנייה של רכב j בזמן t לאחר עדכון משטר המס (בש"ח)	g	קו g
η_{jkt}	גמישות המחיר בין רכב j לרכב k בזמן t	ΔS_{jt}	השינוי בנתח השוק של רכב j בעקבות עדכון משטר המס
α	מקדם המחיר, נאמד במקרה זה באמצעות הרגרסיה	Nn_{jt}	מספר כלי הרכב מדגם j בזמן t לאחר עדכון משטר המס
K	מספר הדגמים	HH_t	מספר משקי הבית בזמן t

מחיר היבוא של רכב j בזמן t נקבע כך:

$$Pi_{jt} = \begin{cases} \frac{\frac{Pc_{jt}}{1+V_t} + GRb_{jt} + SR_{jt}}{1 + Is + Tlb_{jt}}, & Pc_j < M \\ \frac{\frac{Pc_{jt}}{1+V_t} + GRb_{jt} + SR_{jt}}{1 + Is + Tlb_{jt} + 0.2 * (Pc_{jt} - M)/Pc_{jt}}, & Pc_j \geq M \end{cases}$$

כאשר שיעור מס הקנייה Tlb_{jt} נקבע על פי:

$$Tlb_{jt} = \begin{cases} 8\%, & Electric_j = 1 \\ 30\%, & Electric_j = 0 \text{ and } Hybrid_j = 1 \text{ and } Emission Level_j = 2 \\ 83\%, & else \end{cases}$$

ומס הקנייה בפועל נקבע על פי:

$$Tb_{jt} = \begin{cases} Pi_{jt} * Tlb_{jt} & , \quad Pc_{jt} < M \\ Pi_{jt} * \left(Tlb_{jt} + 0.2 * \frac{Pc_{jt} - M}{Pc_{jt}} \right) & , \quad Pc_{jt} \geq M \end{cases}$$

על מנת לאמוד את מס הקנייה של רכב j בזמן t לאחר עדכון משטר המס (בש"ח) יש לפצל לשתי אפשרויות – אם הרכב התייקר כך שהחל לחול עליו מס יוקרה או אם הפסיק לחול עליו מס יוקרה,

$$Tn1_{jt} = Tln_{jt} * Pi_{jt}$$

$$Tn2_{jt} = Tln_{jt} * Pi_{jt} + 0.2 * \frac{Pn2_{jt} - M}{Pn2_{jt}}$$

וכך גם במקרה של העלות לצרכן אחרי העדכון.

$$Pn1_{jt} = (Pi_{jt} + Pi_{jt} * Il + Tn1_{jt} - GRn_{jt} - SR_{jt}) * (1 + V_t)$$

$$Pn2_{jt} = (Pi_{jt} + Pi_{jt} * Il + Tn2_{jt} - GRn_{jt} - SR_{jt}) * (1 + V_t)$$

אפשר להראות שהאופציה השנייה שווה בעצם ל:

$$Pn2_{jt} = \frac{1+V}{2} * (Pi_{jt} + Pi_{jt} * Il - GRn_{jt} - SR_{jt} + \sqrt{-0.8 * M(1+V_t) + (Pi_{jt} + Pi_{jt} * Il - GRn_{jt} - SR_{jt} - 0.2)^2})$$

מס הקנייה המעודכן תלוי במחיר הסופי של הרכב:

$$Tn_{jt} = \begin{cases} Tn1_{jt}, & Pn_{jt} < M \\ Tn2_{jt}, & Pn_{jt} \geq M \end{cases}$$

המחיר הסופי של הרכב תלוי בתשובה לשאלה, אם תחת משטר המס החדש מחירו של הרכב גבוה מרצפת מס היוקרה. אם הוא גבוה יותר יש להטיל עליו מס יוקרה, ועל כן מחירו ישתנה.

$$Pn_{jt} = \begin{cases} Pn1_{jt}, & Pn1_{jt} < M \\ Pn2_{jt}, & Pn1_{jt} \geq M \end{cases}$$

גמישות המחיר המקורית בין רכב j לרכב k בזמן t נקבעת כך:

$$\eta_{jkt} = \frac{\partial S_{jt}}{\partial P_{ckt}} \frac{P_{ckt}}{S_{jt}} = \begin{cases} -\frac{\alpha P_{cjt} \left[1 - \sigma \frac{\bar{s}_{jt}}{g} - (1 - \sigma) S_{jt} \right]}{1 - \sigma} & \text{if } j = k \\ \frac{\alpha P_{ck} \left[\sigma \frac{\bar{s}_{kt}}{g} + (1 - \sigma) S_{kt} \right]}{1 - \sigma} & \text{if } j, k \in g \\ \alpha P_{ckt} S_{kt} & \text{otherwise} \end{cases}$$

ועל בסיסה אחשב את השינוי בנתח השוק של רכב j בזמן t, בהתבסס על הגמישות בין רכב j לשאר כלי הרכב ולמחירו העצמי.

$$\Delta S_{jt} = \sum_{k=0}^K \eta_{jk} * (Pn_{jt}/Pb_{jt} - 1)$$

על בסיס השינוי אחשב את הנתח החדש:

$$Sn_{jt} = S_{jt} * (1 + \Delta S_{jt})$$

ומספר כלי הרכב בפועל שווה לנתח השוק כפול השוק (הנספר במקרה זה באמצעות מספר משקי הבית).

$$Nn_{jt} = Sn_{jt} * HH_t$$

על בסיס מספר כלי הרכב, מס הקנייה החדש והמחיר החדש ניתן לחשב את סכומי ההכנסות בחודש מסוים. סך ההכנסות בתקופה ארוכה יותר מבוסס על חיבור התוצאות החודשיות.

$$Total\ Revenue\ From\ Purchase\ Tax\ in\ Time\ t = \sum_{j=1}^K Nn_{jt} * Tb_{jt}$$

$$Total\ Revenue\ From\ Tax\ in\ Time\ t = \sum_{j=1}^K Nn_{jt} * Tb_{jt} + \sum_{j=1}^K Nn_{jt} * Pn_{jt} * \left(\frac{V_t}{1 + V_t} \right)$$