

גל סקרלט

בית הספר לקיימות ושינויי אקלים
ע"ש גודלמן זוננפלד, אוניברסיטת
בן-גוריון בנגב; המחלקה לניהול
עסקים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

סתו רונצוויג

בית הספר לקיימות ושינויי אקלים
ע"ש גודלמן זוננפלד, אוניברסיטת
בן-גוריון בנגב; המחלקה לניהול,
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

אופיר רובין

בית הספר לקיימות ושינויי אקלים
ע"ש גודלמן זוננפלד, אוניברסיטת
בן-גוריון בנגב; המחלקה לניהול
ומדיניות ציבורית, אוניברסיטת בן-
גוריון בנגב

ציטוט מומלץ

סקרלט ג, רונצוויג ס ורובין א.
2023. שימוש בכלים מתחום
הכלכלה ההתנהגותית במטרה לזרז
מעבר לכלי רכב בהנעה חשמלית.
אקולוגיה וסביבה 14(4).



כדי לעודד מעבר לכלי רכב המונעים בהנעה חלופית גם בישראל, יש לבחון אילו כלי מדיניות יכולים לסייע בכך | צילום: Flickr, U.S. Embassy Jerusalem

CC BY-ND 2.0

שימוש בכלים מתחום הכלכלה ההתנהגותית במטרה לזרז מעבר לכלי רכב בהנעה חשמלית

13 בפברואר, 2024

גיליון חורף 2023 / כרך 14(4)

חזית המחקר

על קצה המזלג

- יש חשש שיצרני הרכב בעולם יפנו את מאמצי השיווק של כלי רכב המונעים בדלקי מחצבים (בנזין או סולר) למדינות, כדוגמת ישראל, שלא נקבע בהן בחקיקה מועד להפסקת מכירת כלי רכב כאלה, ושאינן בהן אסדרה מחמירה ביחס לתקני אנרגיה של כלי רכב או לפליטת גזי חממה ממנו. במקרה כזה מגזר התחבורה יתקשה לתרום למאמץ הלאומי להפחתת פליטת גזי חממה.
- כדי לעודד מעבר לכלי רכב המונעים בהנעה חלופית גם בישראל יש לבחון כלי מדיניות נוספים, שאינם חקיקה ואסדרה, שיכולים לסייע בכך – למשל הִינָדִים (nudges), שמניעים אנשים להתנהגות מסוימת דרך התערבויות בתהליך קבלת ההחלטות.
- במחקר נמצא שנכונות הציבור לרכוש כלי רכב חשמליים עולה כאשר ממסגרים את הקנייה והשימוש בכלי הרכב המונעים בבנזין או במנוע היברידי, כהפסד, בניגוד למסגור הקנייה והשימוש בכלי רכב חשמליים כרווח. המגמה מתחזקת כאשר מוצג ההפסד הכספי המצטבר לאורך השנים.

מערכת אקולוגיה וסביבה

תקציר

מעבר לתחבורה בהנעה חלופית הוא אחד המפתחות הקריטיים לעמידה ביעד הלאומי של מעבר לכלכלה דלת פחמן. שיעור החדירה של רכב חשמלי בישראל עלה מאוד בתקופה האחרונה, אולם מניתוח האתגרים העומדים בפני שוק הרכב הפרטי עולה כי נכונותם של חלק ממשקי הבית לעבור לרכב חשמלי אינה מספקת. בעוד שהיתרונות הרבים של המעבר לרכב חשמלי נחקרו ונלמדו באופן מקיף, קיימת התייחסות מועטה להתנהגות צרכנית כתנאי להצלחתו. על כן, המחקר הנוכחי משתמש בכלים של כלכלה התנהגותית כדי לבדוק כיצד ניתן לזרז את המעבר של משקי בית בישראל לכלי רכב בהנעה חלופית. בהתאם לכך, עוצבו מספר חלופות לתוויות אנרגיה המתאימות באופן ספציפי לשוק בישראל, ונבחנה השפעת חשיפתן על הנכונות לעבור לרכב חשמלי. מהמחקר עולה כי שתי תוויות המציגות מידע השוואתי על הוצאות על אנרגיה – תווית המציגה מידע השוואתי על הוצאה חודשית על אנרגיה, ותווית המציגה מידע השוואתי המשלב הוצאה חודשית על אנרגיה וגם הוצאה כוללת לשלוש שנים, משפיעות באופן חיובי על הנכונות לרכוש רכב חשמלי. בניגוד להן, לתוויות שמבליטות דווקא את החיסכון, הייתה השפעה פחותה. ממצאי המחקר יכולים לסייע בחשיבה על עיצוב תוויות עם מידע השוואתי ועל שימוש בהן כחלק מחבילה של צעדי מדיניות לזירוז המעבר לכלי רכב חשמליים.

מבוא

בשנים האחרונות אימצו מדינות רבות תקנות המחייבות את יצרני הרכב לעמוד בתקני אנרגיה או איכות סביבה של כלי הרכב שהם משווקים (Corporate Average Fuel Economy [CAFE] standards). לנוכח משבר האקלים המחריף, והעובדה שלא כל המדינות אימצו את התקנות האלה, נראה כי יש לפעול בדרכים נוספות ומשלימות כדי לעמוד ביעדים לאומיים להפחתת פליטות גזי חממה. על כן, מדינות רבות קבעו בחקיקה גם מועד להפסקה מוחלטת של מכירת כלי רכב המונעים בדלקי מחצבים (בנזין או סולר, fossil fuels). עבור תעשיית הרכב, הפסקה מלאה של ייצור כלי רכב מסוג זה ומעבר מיידי לייצור כלי רכב בהנעה חלופית אינם ריאליים, ודורשים משאבים משמעותיים. בעקבות זאת, נוצר תמריץ משמעותי ליצרני הרכב להפנות את מכירת כלי הרכב הללו למדינות שהאסדרה בהן קפדנית פחות. כיוון שהשווקים למכירת כלי רכב מסוג זה מצטמצמים, יש להניח שהיצרנים יפנו מאמצי שיווק של הדגמים הללו במחירים אטרקטיביים, בין השאר, לשוק הישראלי, היות שאין בו כרגע מגבלות יבוא קשיחות הנוגעות ליעילות השימוש באנרגיה או לביצועים סביבתיים.

בהתאם למגמה העולמית, וכן על פי חזון משרד האנרגיה בישראל לשנת 2030, תופסק בישראל מכירתם של כלי רכב חדשים המונעים בבנזין או סולר, לטובת מעבר מלא לשימוש בהנעה חשמלית ובהנעה מבוססת גז טבעי דחוס (גט"ד). עם זאת, נכון לשנת 2022 כ-89% מכלי הרכב בישראל עדיין מונעים בבנזין או בסולר^[2]. בחלון הזמן שנותר עד 2030, עלולה להיכנס לישראל מסה קריטית של דגמי רכב מסוג זה, שיוסטו אליה משווקים שהאסדרה בהם אינה מאפשרת את מכירתם. כל כלי רכב המונע בבנזין או בסולר, שייכנס בשערי הנמלים בישראל, עתיד לזהם מספר שנים קדימה. הגיל הממוצע של כלי הרכב בישראל בשנת 2022 היה 7.4 שנים^[2], ו-61% מהמכוניות עם מנוע בנזין ו-47% מהמכוניות עם מנוע דיזל נמצאות בשימוש גם לאחר 15 שנה^[1]. ולפיכך חשוב לפעול לצמצום רכישה של כלי רכב מסוג זה בישראל, עד שאיסור היבוא שלהם ייכנס לתוקף.



נתיבי איילון. לשוק הרכב הישראלי אין כרגע "מגבלות יבוא קשיחות הנוגעות ליעילות השימוש באנרגיה או לביצועים סביבתיים" | צילום: שחר בוקמן

במחקר הנוכחי, שבוצע בתמיכת משרד האנרגיה, השתמשנו בכלים של כלכלה התנהגותית כדי לבדוק כיצד ניתן לזרז את המעבר של משקי בית בישראל לכלי רכב בהנעה חלופית. שיעור החדירה של רכב חשמלי עלה מאוד בתקופה האחרונה [11], אולם, לנוכח המגמות הצפויות בשוק הרכב הפרטי בישראל שהוזכרו לעיל, כלומר מאחר שנכונותם של חלק ממשקי הבית לעבור לרכב חשמלי אינה מספקת, קיימים אתגרי מדיניות משמעותיים להפחתת הפליטות בענף זה.

חסמים שרלוונטיים לאימוץ של הטכנולוגיה החדשה (זמן טעינה, מיקום עמדות טעינה, טווח נסיעה, כדאיות רכישה, ידע, תחושת ביטחון ועוד) נבדקו במחקרים קודמים, ונמצאו כגורמים מהותיים בהחלטה על רכישת רכב חשמלי [10, 11, 17]. צעדי מדיניות לעידוד רכישת כלי רכב חשמליים נוגעים לרוב להסרת החסמים, ואינם מביאים בחשבון הטיות קוגניטיביות שהלקוחות חווים בתהליכי רכישה [9, 6].

בני אדם מקבלים החלטות לגבי רכישה משמעותית בעזרת תהליכי חשיבה משוכללים, שחלק מהם רציונליים וחלק אי-רציונליים. במקרים רבים מידע לא זמין או מידע שאינו מוגש בפשטות, אינם מאפשרים תהליך קבלת החלטות סדור ומודע [17]. למעשה, רוב ההחלטות מושפעות מהטיות קוגניטיביות, ותהליך קבלת ההחלטות יכול להיות רגיש מאוד למניפולציות. דוגמה להתמודדות עם הטיות כאלה בתהליך קבלת החלטות היא השימוש בהינד (nudge) [8, 16, 17, 18]. הינד הוא אמצעי מתחום הכלכלה ההתנהגותית, המניע לקוחות למסלול רצוי של התנהגות באמצעות התערבות מסוימת, תוך שמירה על זכות הבחירה של הפרט [20]. הינד עשוי לפעול, בין היתר, דרך שינוי אופן הצגת המידע או בנייתו – עיצוב של ארכיטקטורת הבחירה, למשל, באופן הצגת המידע בתוויות האנרגיה של המוצר [10]. החשיפה לתוויות עם מידע על צריכת האנרגיה של המוצר אמורה להוביל להחלטות רכישה מושכלות, ומחקרים קודמים מצאו כי היא מעודדת בחירת מוצרים חסכוניים באנרגיה [6, 21]. על כן, הנחת המחקר היא כי קיים קשר בין עיצוב המידע בתוויות אנרגיה של רכב ובין האפקטיביות שלהן בעידוד הבחירה ברכב חשמלי. בפרט, המחקר האקדמי מלמד שבני אדם נרתעים מהפסדים, ומושפעים מהדרך החזותית שהמידע מוגש בה. המחקר הנוכחי בודק את ההשפעה של הצגת מידע בתוויות אנרגיה כ"חיסכון" מול "הוצאה", את השפעת היקף המידע ואת האפקטיביות של תצוגה גרפית על הנכונות לרכוש רכב בהנעה חשמלית.



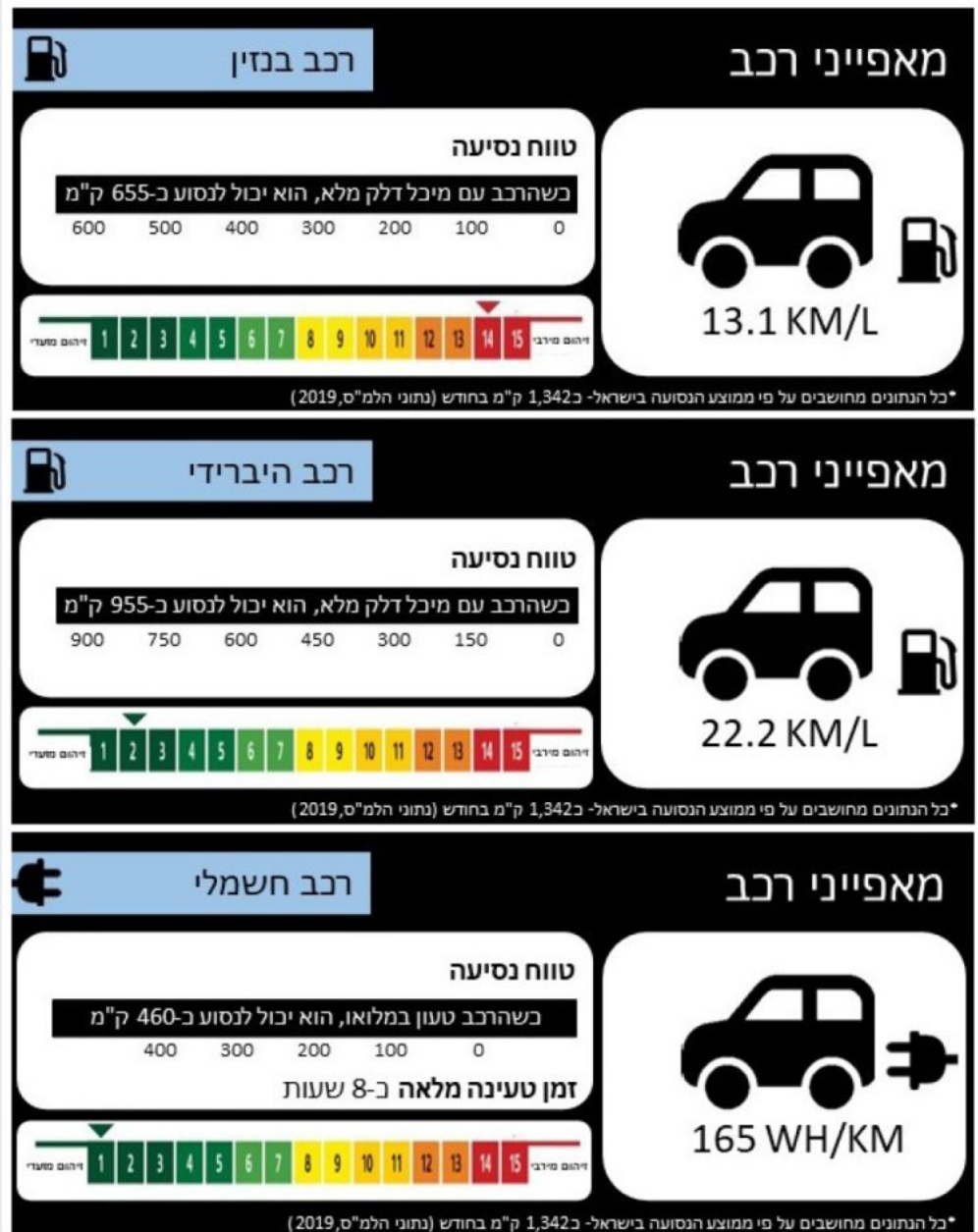
בנזין או חשמל? "רוב ההחלטות מושפעות מהטיות קוגניטיביות, ותהליך קבלת ההחלטות יכול להיות רגיש מאוד למניפולציות"

שיטות המחקר

מחקר זה התבסס על ניסוי שבוצע באופן מקוון באפריל 2023 בקרב 1,374 משתתפים בעלי רישיון נהיגה בתוקף, שהיוו מדגם מייצג של האוכלוסייה בישראל. כשבועיים לפני הניסוי התבקשו המשתתפים להצהיר על נכונותם לעבור לרכב חשמלי באמצעות מענה לשאלה: מה הסיכוי שבפעם הבאה שתרכוש רכב פרטי בבעלותך, הוא יהיה רכב חשמלי? האפשרויות נעו על סקאלה של 1-5 (1 – אין סיכוי, 5 – ארכוש בוודאות).

בניסוי עצמו המשתתפים הוקצו רנדומלית לאחת משש קבוצות (חמישה סוגי תוויות וקבוצת בקרה אחת, כמפורט ב**טבלה 1**). כל קבוצה נחשפה לתווית ייחודית, שכללה מידע שונה או מסגור של הנתונים באופן שונה. התוויות עוצבו במיוחד במסגרת המחקר, וכללו שתי תוויות שהתמקדו בהוצאה, שתי תוויות שהתמקדו בחיסכון, ותווית אחת שהתמקדה במתן מידע באמצעות הצגה גרפית (ראו **איורים 1-6**). בכל קבוצה סדר החשיפה לתוויות השתנה באופן רנדומלי עבור כל משתתף, כך שחלקם נחשפו ראשית לתווית של רכב בנזין, חלקם לתווית של רכב חשמלי וכדומה). עיצוב התוויות התבסס על תוויות שהוצגו בניסוי שהתבצע בארה"ב^[7], והותאמו על-ידי צוות המחקר לשוק הישראלי. לאחר שהנבדקים נחשפו לתוויות, הם התבקשו, בין היתר, לציין שוב את מידת נכונותם לרכוש רכב חשמלי. כ-91% (1,249 משיבים) ענו נכון על שאלה שווידאה הבנה של התוויות שהוצגה להם בניסוי, והם אלה הכלולים בתוצאות המוצגות במאמר זה.

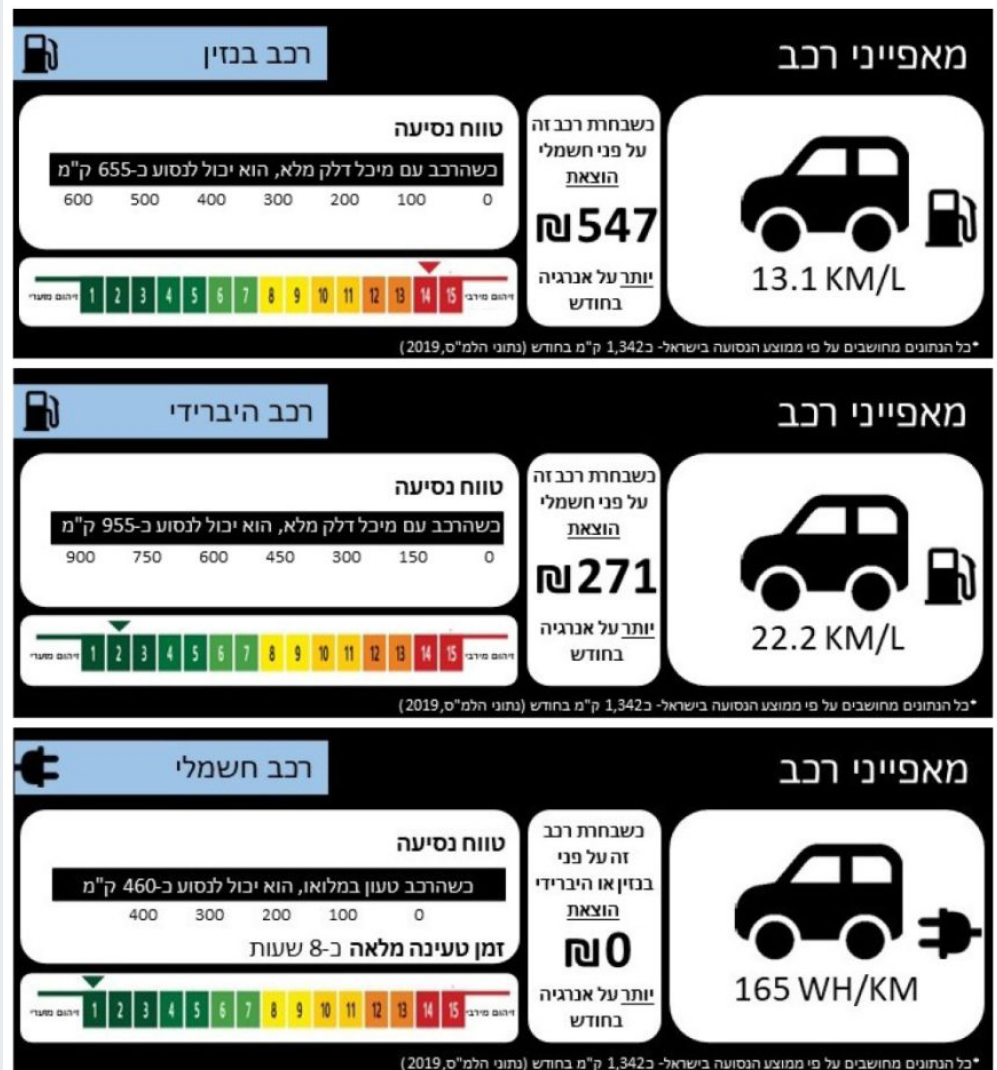
איור 1. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: קבוצת ביקורת - מידע טכני וסביבתי (ללא מידע כלכלי)



איור 1

תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: קבוצת ביקורת - מידע טכני וסביבתי (ללא מידע כלכלי)

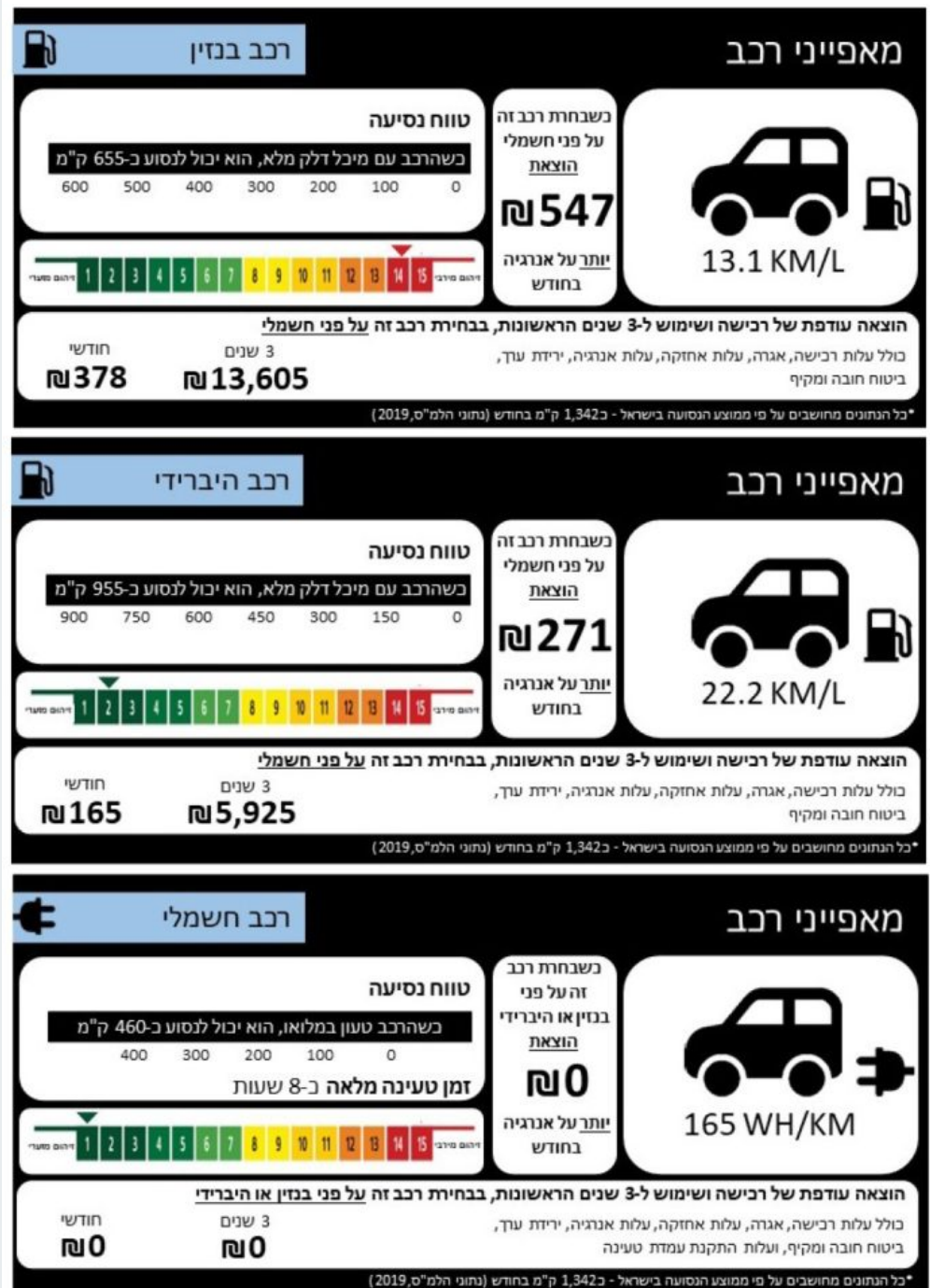
איור 2. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 1 – מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה



איור 2

תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 1 – מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה

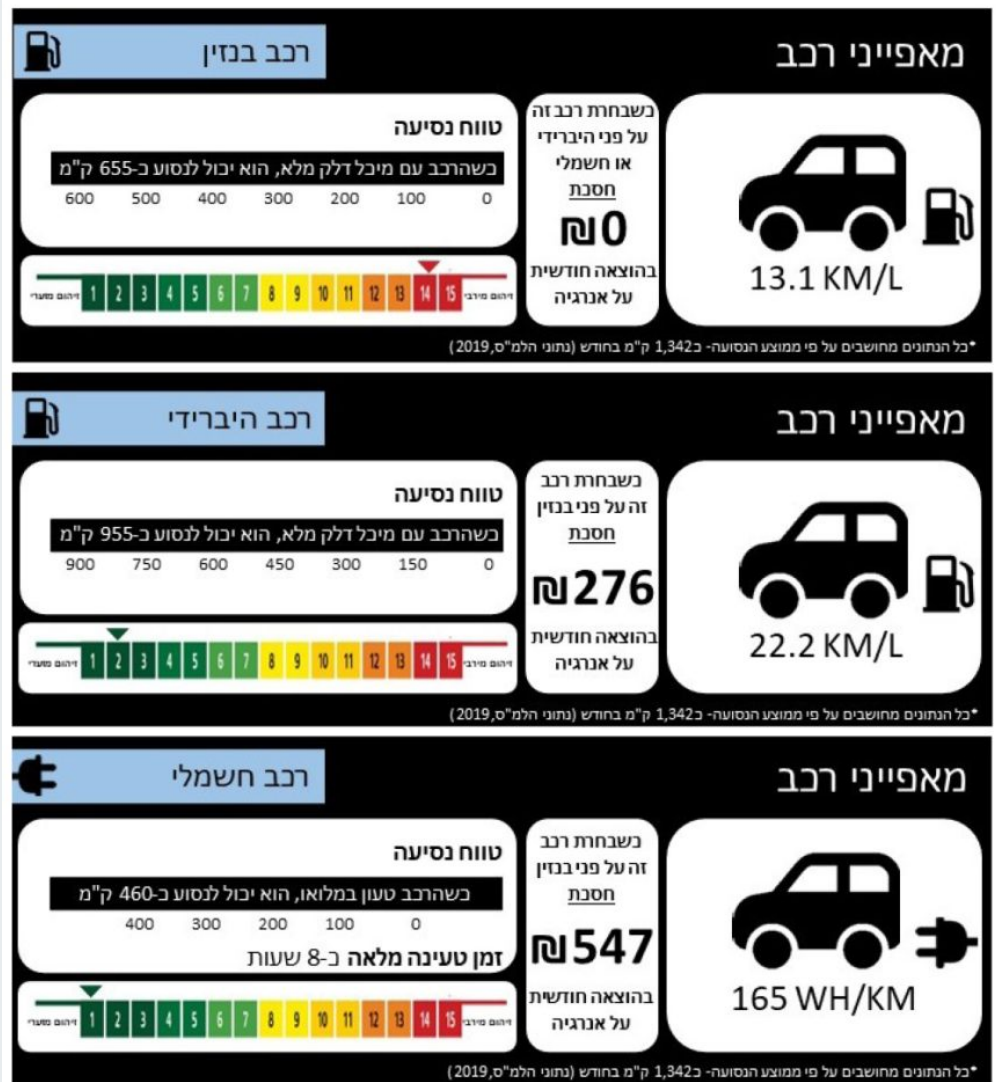
איור 3. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 2 - מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית וכוללת על פני שלוש שנים



איור 3

תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 2 - מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית וכוללת על פני שלוש שנים

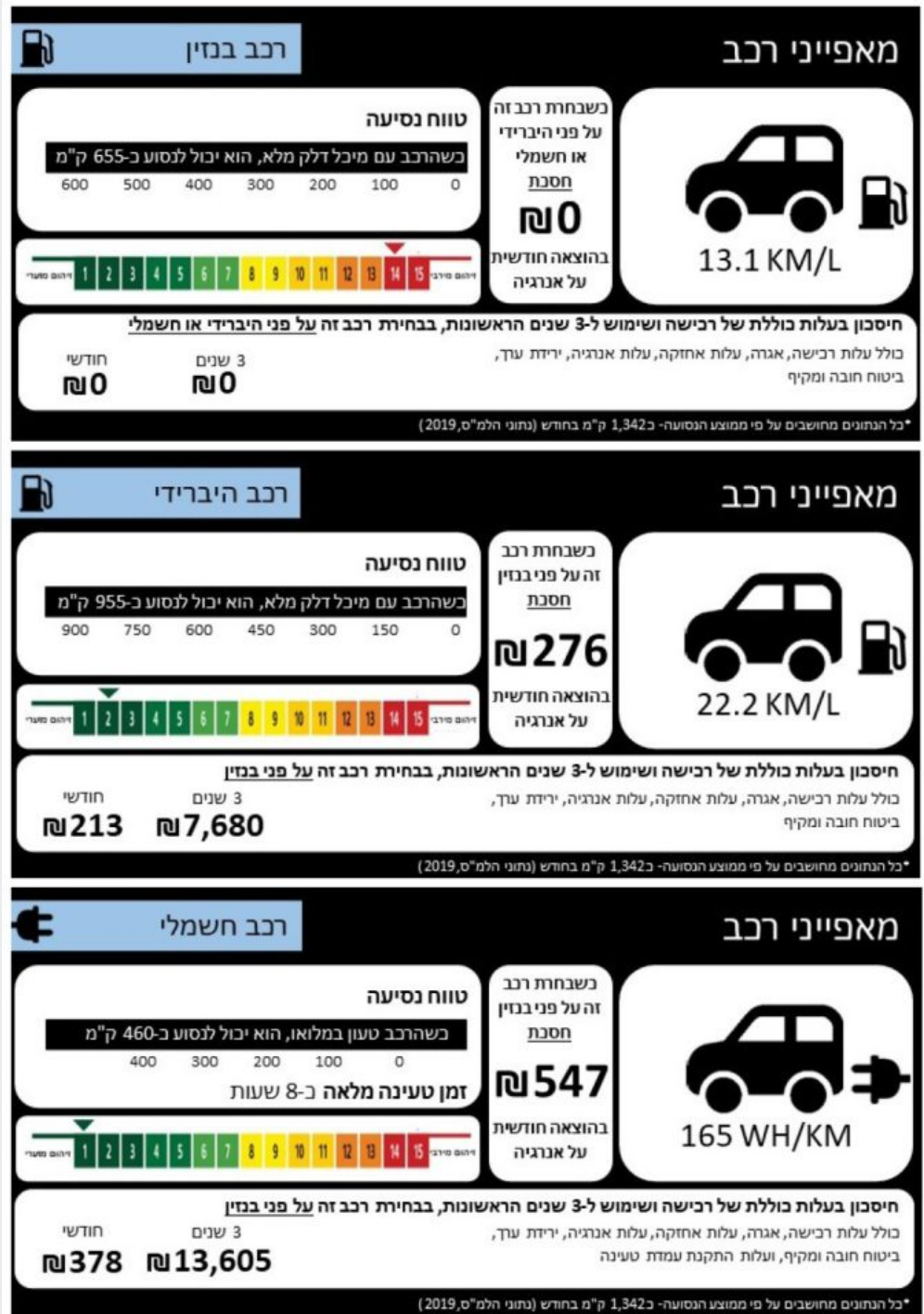
איור 4. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 3 – מידע השוואתי על אודות חיסכון חודשי באנרגיה



איור 4

תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 3 – מידע השוואתי על אודות חיסכון חודשי באנרגיה

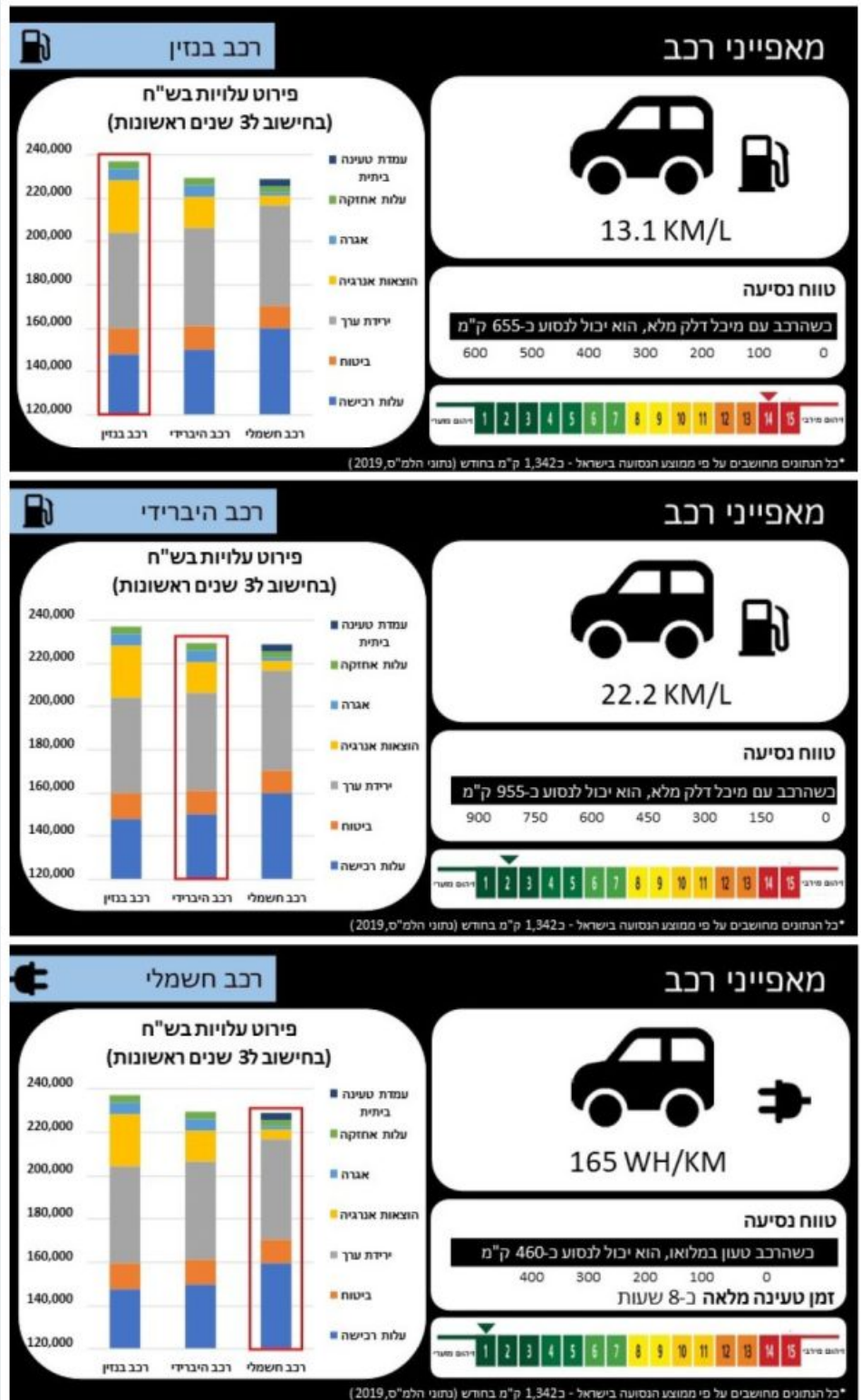
איור 5. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 4 – מידע השוואתי על אודות חיסכון חודשי וכולל על פני שלוש שנים



איור 5

תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 4 – מידע השוואתי על אודות חיסכון חודשי וכולל על פני שלוש שנים

איור 6. תוויות אנרגיה ונתונים שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 5 - תצוגה גרפית של מרכיבי ההוצאה לשלוש שנים



איור 6

תוויות אנרגיה ונתונים אליהם שהמשתתפים בניסוי נחשפו אליהם: תווית 5 - תצוגה גרפית של מרכיבי ההוצאה לשלוש שנים



'המחקר הנוכחי בודק את ההשפעה של הצגת מידע בתוויות אנרגיה כ"חיסכון" מול "הוצאה", את השפעת היקף המידע ואת האפקטיביות של תצוגה גרפית על הנכונות לרכוש רכב בהנעה חשמלית."

תוצאות

כדי שנוכל למדוד את ההשפעה של התוויות, המודל שהשתמשנו בו כלל את סוג התוויות ואת נכונותו של הפרט לרכוש רכב חשמלי לפני תחילת הניסוי. במטרה לקבל תמונה מלאה ככל האפשר לגבי הקשר בין החשיפה לתוויות לבין הנכונות לרכוש רכב חשמלי, בחנו את השפעת אפקט הטיפול (סוג התוויות) על שלושה משתנים תלויים שנמדדו באופן שונה בשלוש משוואות רגרסיה מרובה, תוך שימוש במגוון משתני בקרה סוציו-דמוגרפיים שנאספו במסגרת הניסוי.

טבלה 2 מסכמת את תוצאות שלושת המודלים שנבחנו. שלושת המשתנים התלויים שבדקנו במודלים הם: נכונות לרכישה אחרי החשיפה לתוויות בסולם 1-5; שאלה זהה על פני טווח ערכים של 1-10 (כדי לאפשר רגישות גבוהה יותר במדידה); משתנה שמודד את הפער שבין נכונות הרכישה של כל פרט לפני החשיפה לתוויות ואחריה. התוויות הייחודיות שכל משתתף בניסוי נחשף אליה נכללה במודלים באמצעות קידוד של משתנה דמה מתאים. נמצא כי לתוויות עם מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה (תווית 1) ולתוויות המציגה מידע השוואתי המשלב הוצאה חודשית על אנרגיה וגם הוצאה כוללת לשלוש שנים (עלות הרכישה והאגרה, עלות התחזוקה [טיפולים], עלות האנרגיה [בנזין או חשמל], ביטוח חובה ומקיף, ירידת ערך ועלות הקמת עמדת טעינה) (תווית 2), הייתה השפעה חיובית מובהקת על כוונת הרכישה. נוסף על כך, תוויות עם מידע השוואתי על חיסכון בהוצאה החודשית על אנרגיה (תווית 3) נמצאה כבעלת השפעה חיובית על כוונת רכישה בשני מודלים מתוך השלושה. לעומת זאת, תוויות עם מידע השוואתי על אודות החיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה וחיסכון בהוצאה כוללת לשלוש שנים (תווית 4) ותצוגה גרפית של מרכיבי הוצאה לשלוש שנים (תווית 5), לא השפיעו באופן מובהק על כוונת הרכישה.

טבלה 1. המידע שקיבלה כל קבוצה על גבי תוויות אנרגיה ונתונים בניסוי

הנתונים בתוויות התייחסו לכלי הרכב הנמכרים ביותר בישראל בשנת 2022.^[3] הנתונים לרכב בנזין התייחסו לקיה סלטוס EX, הרכב ההיברידי התייחס לטויוטה קורולה סדאן Sense, והרכב החשמלי התייחס לגילי C Pro 460. שלושת כלי הרכב דומים במאפייניהם הטכניים והחיצוניים. המחירים המוצגים היו מחירי השוק בחקופת הרצת הניסוי (התוויות שעוצבו לניסוי מופיעות באיורים 1-6). בכל קבוצה השתנה סדר החשיפה לתוויות באופן רנדומלי עבור כל משתתף, כך שחלק נחשפו ראשית לתווית של רכב בנזין, חלק לתווית של רכב חשמלי וכן הלאה). הפרמטרים שהופיעו בתוויות (טווח נסיעה, מחיר רכישת, יעילות השימוש באנרגיה, רמת זיהום אוויר, זמן טעינה ועוד) הם כאלה שנבדקו במחקרים קודמים ונמצאו כגורמים מהותיים המשפיעים על רכישת רכב חשמלי.^{10, 15, 41} כך גם נמצא, כי מסגור המידע הכספי כהפסד, לעומת מסגורו כרווח, מעודד רכישת מכשירים חסכוניים באנרגיה.^{41, 12, 19} השערה זו נבדקה בתוויות במחקר הנוכחי על ידי הצגת המידע כהוצאה לעומת חיסכון בהוצאות. בספרות נמצא גם כי הצגת ההוצאה הכוללת היא בעלת השפעה מובהקת על הלקוחות, וכלי יעיל ליצירת העדפה של כלי רכב חשמליים. בהתאם לכך, גם במחקר זה נבדקה ההשפעה של מידע לגבי ההוצאה הכוללת על כלי הרכב.

קבוצה ביקורת	מידע שנכלל בתוויות	בנזין	היברידי	חשמלי
תווית 1 - קבוצת מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה	- יעילות השימוש באנרגיה - טווח נסיעה - זמן טעינה - דרגת זיהום אוויר	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר	- ואט שעה לק"מ - טווח נסיעה לאחר טעינת חשמל מלאה - זמן טעינה מלאה - דרגת זיהום אוויר
תווית 2 - קבוצת מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה ומוצא כוללת לשלוש שנים	- יעילות השימוש באנרגיה - טווח נסיעה - זמן טעינה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - הוצאה על אנרגיה חודשית בהשוואה לרכב חשמלי בקטגוריה	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - הוצאה בש"ח על דלק	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - הוצאה בש"ח על דלק	- ואט שעה לק"מ - טווח נסיעה לאחר טעינת חשמל מלאה - זמן טעינה מלאה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - הוצאה בש"ח על טעינת הסוללה - סך הוצאה כוללת בש"ח
תווית 3 - קבוצת מידע השוואתי על אודות חיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה	- יעילות השימוש באנרגיה - טווח נסיעה - זמן טעינה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בהוצאה על אנרגיה בהשוואה לרכב בנזין בקטגוריה	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח	- ואט שעה לק"מ - טווח נסיעה לאחר טעינת חשמל מלאה - זמן טעינה מלאה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח
תווית 4 - קבוצת מידע השוואתי על אודות חיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה וחיסכון בעלות כוללת לשלוש שנים	- יעילות השימוש באנרגיה - טווח נסיעה - זמן טעינה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בהוצאה על אנרגיה בהשוואה לרכב בנזין בקטגוריה - חיסכון בהוצאה על אנרגיה בהשוואה לרכב בנזין בקטגוריה - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות לרכב בנזין בקטגוריה	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח	- ואט שעה לק"מ - טווח נסיעה לאחר טעינת חשמל מלאה - זמן טעינה מלאה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח
תווית 5 - קבוצת מידע השוואתי על מרכיבי ההוצאה הכוללת לשלוש שנים	- יעילות השימוש באנרגיה - טווח נסיעה - זמן טעינה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - תצוגה גרפית של מרכיבי ההוצאה	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח	- ק"מ לליטר - טווח נסיעה עם מכל דלק מלא - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח	- ואט שעה לק"מ - טווח נסיעה לאחר טעינת חשמל מלאה - זמן טעינה מלאה - דרגת זיהום אוויר - וגם: - חיסכון חודשי בש"ח - חיסכון כולל בשלוש השנים הראשונות בש"ח

טבלה 1

המידע שקיבלה כל קבוצה על גבי תוויות אנרגיה ונתונים בניסוי

הנתונים בתוויות התייחסו לכלי הרכב הנמכרים ביותר בישראל בשנת 2022.^[3] הנתונים לרכב בנזין התייחסו לקיה סלטוס EX, הרכב ההיברידי התייחס לטויוטה קורולה סדאן Sense, והרכב החשמלי התייחס לגילי C Pro 460. שלושת כלי הרכב דומים במאפייניהם הטכניים והחיצוניים. המחירים המוצגים היו מחירי השוק בתקופת הרצת

הניסוי (התוויות שעוצבו לניסוי מופיעות באיורים 1-6. בכל קבוצה השתנה סדר החשיפה לתוויות באופן רנדומלי עבור כל משתתף, כך שחלק נחשפו ראשית לתוויות של רכב בנזין, חלק לתוויות של רכב חשמלי וכן הלאה). הפרמטרים שהופיעו בתוויות (טווח נסיעה, מחיר רכישה, יעילות השימוש באנרגיה, רמת זיהום אוויר, זמן טעינה ועוד) הם כאלה שנבדקו במחקרים קודמים ונמצאו כגורמים מהותיים המשפיעים על רכישת רכב חשמלי [4, 10, 15]. כך גם נמצא, כי מסגור המידע הכספי כהפסד, לעומת מסגור כרווח, מעודד רכישת מכשירים חסכוניים באנרגיה [4, 12, 19]. השערה זו נבדקה בתוויות במחקר הנוכחי על-ידי הצגת המידע כהוצאה לעומת חיסכון בהוצאות. בספרות נמצא גם כי הצגת ההוצאה הכוללת היא בעלת השפעה מובהקת על הלוקחות, וכלי יעיל ליצירת העדפה של כלי רכב חשמליים. בהתאם לכך, גם במחקר זה נבדקה ההשפעה של מידע לגבי ההוצאה הכוללת על כלי הרכב.

טבלה 2. סיכום תוצאות של שלושת המודלים - ההשפעה של תוויות שונות על הנכונות לרכוש רכב חשמלי
תוצאות של מקדמים שיצאו מובהקים סטטיסטית מופיעות בהדגשה. מובהקות: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.
שגיאות חקן מופיעות בסוגריים

משתנה מוסבר	אומדנים לנכונות לרכישה אחרי החשיפה לתוויות בסולם 5-1	אומדנים לנכונות לרכישה אחרי החשיפה לתוויות בסולם 10-1	אומדנים לפער בין הנכונות לרכישה לפני החשיפה לתוויות ואחריה
קבוע הרגרסיה (חותך)	1.572** (0.124)	2.009** (0.336)	-0.197 (0.089)
סוג תווית (אפקט הטיפול)	הוצאה חודשית על אנרגיה (תווית 1)	0.172* (0.079)	0.540* (0.214)
	הוצאה חודשית על אנרגיה + הוצאה כוללת לשלוש שנים (תווית 2)	0.259** (0.077)	0.643** (0.209)
	חיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה (תווית 3)	0.144 (0.077)	0.440* (0.21)
	חיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה + חיסכון בהוצאה כוללת לשלוש שנים (תווית 4)	0.115 (0.079)	0.227 (0.214)
	תצוגה גרפית של מרכיבי הוצאה לשלוש שנים (תווית 5)	0.017 (0.079)	0.279 (0.216)
משתני בקרה	סיכוי נמוך (לפני)	0.407** (0.106)	1.024** (0.289)
	סיכוי דומה לכלי רכב אחרים (לפני)	1.147** (0.104)	2.989** (0.282)
	סיכוי גבוה (לפני)	1.815** (0.104)	4.637** (0.281)
	ארכוש בוודאות (לפני)	2.389** (0.148)	5.801** (0.403)
	יש רכב חשמלי בבית	0.501** (0.122)	0.931** (0.332)
	יש רכב היברידי / היברידי נטען בבית	-0.061 (0.06)	-0.119 (0.163)
	המשיב הוא גבר	0.052 (0.046)	0.292* (0.124)
	מספר כלי הרכב בבית	0.055* (0.023)	0.124* (0.063)
	יש ילדים בבית	0.043 (0.048)	0.260* (0.130)
	נמצא במערכת יחסים	0.081 (0.055)	-0.006 (0.148)
		F=61.274 (p<0.001)	F=52.274 (p<0.001)
		N=1,246	N=1,246
		R ² =0.427	R ² =0.389
			F=2.571 (p<0.003)
			N=1,246
			R ² =0.022

טבלה 2

סיכום תוצאות של שלושת המודלים - ההשפעה של תוויות שונות על הנכונות לרכוש רכב חשמלי

תוצאות של מקדמים שיצאו מובהקים סטטיסטית מופיעות בהדגשה. מובהקות:

* $p < 0.05$

** = $p < 0.01$

שגיאות תקן מופיעות בסוגריים.

כדי לבדוק אם מקדמים מסוימים חזקים מהאחרים בוצעה השוואה בין המקדמים שנמצאו בעלי השפעה חיובית מובהקת על-ידי מבחן (bias corrected bootstrap (1000 re-samples). מהבדיקה עולה כי לא ניתן להכריע באופן סטטיסטי איזו מבין שלוש התוויות 1-3 משפיעה יותר על כוונת הרכישה.

בבחינת האפקטים של משתני הבקרה נמצא כצפוי קשר חיובי מובהק בין כוונת רכישת רכב חשמלי בשלב המקדים לניסוי ובין הנכונות לרכישה לאחר החשיפה לתוויות. נוסף על כך, בכל שלושת המודלים נמצא באופן עקבי כי לניסיון קודם עם רכב חשמלי יש השפעה חיובית על כוונת הרכישה. עם זאת, לא כל הממצאים היו עקביים בשלושת המודלים. הנכונות לרכוש רכב חשמלי נמצאה גבוהה יותר בקרב גברים (בהשוואה לנשים) וכן בקרב משקי בית עם ילדים, רק במודל אחד מבין השלושה שנבחנו. נכונות רכישת גבוהה יותר ככל שיש יותר כלי רכב בבית, נמצאה בשניים מתוך שלושת המודלים.

בחנו אם הכוונה לרכוש רכב חשמלי מושפעת גם מהימצאו בבית של רכב היברידי (מנוע בעירה בשילוב מנוע חשמלי המוטען על-ידי המרת אנרגיית הבלימה של הרכב לאנרגיה הזמינה להנעתו) או של רכב היברידי נטען (מנוע בעירה בשילוב מנוע חשמלי המוטען על-ידי מקור חשמל חיצוני – plug-in hybrid electric vehicle). מהממצאים עולה שהכוונה לרכוש רכב חשמלי נמוכה יותר במשקי בית שיש או שהיה להם רכב היברידי או היברידי נטען. בחנו גם את הנכונות לעבור לרכב היברידי לעומת רכב חשמלי. הממצאים הצביעו על פער מובהק: ממוצע הנכונות לרכישת רכב היברידי ($M=6.85$) נמצא גבוה יותר מממוצע הנכונות לרכישת רכב חשמלי ($M=5.92$) ברמת ביטחון של 99% ($t(1,248)=9.738$, $P \text{ value} < 0.001$).



נמצא כי לתוויות עם מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה ולתוויות המציגה מידע השוואתי המשלב הוצאה חודשית על אנרגיה וגם הוצאה כוללת לשלוש שנים, הייתה השפעה חיובית מובהקת על כוונת הרכישה.

דיון ומסקנות

שיעור החדירה של כלי רכב חשמליים בישראל עלה מאוד בשנים האחרונות. לפי נתוני הלמ"ס נרשמה עלייה של 178.6% במכירה של כלי רכב מסוג זה בין השנים 2021 ל-2022^[2]. נוסף על כך, בין החודשים ינואר לספטמבר 2023 עמד שיעור כלי הרכב החשמליים על 17.3% מסך כלי הרכב שנמכרו בתקופה זו בישראל^[1]. עם זאת, הנכונות של חלק ממשקי הבית בישראל לעבור לכלי רכב חשמליים אינה מספיקה לטובת עמידה בחזון של משרד האנרגיה שבשנת 2030 ייובאו לישראל רק כלי רכב בהנעה חלופית. במטרה לקבל תמונה מלאה לגבי הקשר בין החשיפה לתוויות לבין הנכונות לרכוש רכב חשמלי בחנו את השפעת התוויות על שלושה משתנים תלויים שנמדדו באופן שונה במספר מודלים של רגרסיה. **שתי תוויות המציגות מידע**

השוואתי על אודות הוצאות על אנרגיה – תווית המציגה מידע השוואתי על אודות הוצאה חודשית על אנרגיה (תווית 1), ותווית המציגה מידע השוואתי המשלב הוצאה חודשית על אנרגיה וגם הוצאה כוללת לשלוש שנים (תווית 2) – נמצאו באופן עקבי כבעלות השפעה חיובית מובהקת על הכוונה לרכוש כלי רכב חשמליים. הממצאים עולים בקנה אחד עם ממצאים של מחקרים קודמים, שדיווחו כי מסגור המידע הכספי כהפסד, לעומת מסגור כרווח, מעודד רכישת מכוניות חשמליות באנרגיה [19, 14, 5]. התאוריה המרכזית המסבירה את הממצאים בהקשר של הטיות התנהגותיות בהתייחסות לשנאת סיכון היא תורת הערך (Prospect Theory) שהציגו דניאל כהנמן, זוכה פרס נובל בכלכלה, ושותפו עמוס טברסקי [13]. המחקר שלנו מצביע לראשונה על כך שהתופעה קיימת גם בהקשר של נכונות צרכנים לרכוש רכב חשמלי. נוסף על כך, נמצאה השפעה מובהקת גם להצגת ההוצאה הכוללת, וזאת בדומה לממצאים קודמים בספרות המחקר שמצאו שהצגה כזו יכולה להיות יעילה ביצירת העדפה לכלי רכב חשמליים [7]. עם זאת, לא נמצא הבדל מובהק בעוצמת ההשפעה בין התוויות הללו, ולכן לא ניתן לקבוע שתווית מסוימת עדיפה על אחרת בהשפעה על נכונות רכישה. כמו כן, תווית המציגה מידע השוואתי על אודות חיסכון בהוצאה חודשית על אנרגיה (תווית 3) נמצאה כבעלת השפעה חיובית על כוונת הרכישה רק בחלק מהמודלים. לעומת זאת, תווית החיסכון השנייה (תווית 4) נמצאה לא אפקטיבית, וכך גם התווית הכוללת תצוגה גרפית (תווית 5). ייתכן שההצגה הגרפית עמוסה מדי במידע ופחות בהירה לקהל הישראלי. התוצאות היו עקביות בשלושת המודלים השונים שנבחנו.

לצד נכונות המעבר לרכב חשמלי נבחנו גם נכונות המעבר לרכב היברידי. נכונות זה נבדקה בשתי הזדמנויות שונות: בסקר שביצענו באוגוסט 2022, ובניסוי המדווח כאן (שנערך באפריל 2023). בשני המקרים מצאנו שהנכונות לרכישת רכב היברידי גבוהה יותר מהנכונות לרכישת רכב חשמלי. נוסף על כך, באחד המודלים נמצא כי הכוונה לרכוש רכב חשמלי נמוכה יותר כאשר יש במשק הבית ניסיון עם רכב היברידי או עם רכב היברידי נטען. האם בעלות על רכב היברידי מהווה חסם או גורם מעכב למעבר לרכב חשמלי? מחד גיסא, רכישה של רכב היברידי משמעה עלייה ביעילות השימוש באנרגיה ופחות פליטות יחסית לרכב שאינו היברידי. מאידך גיסא, המשמעות של רכישת רכב היברידי היא דחייה בהגשמת החזון של מעבר מלא לכלי רכב בהנעה חלופית. ממצא זה מצריך בדיקות נוספות.

מחקר זה מדגיש כי בעת גיבוש צעדי מדיניות, חשוב להתמודד בצורה מושכלת עם חסמים קוגניטיביים בקבלת החלטות של לקוחות בישראל, ואפשר לעשות זאת באמצעות כלים מתחום הכלכלה ההתנהגותית. כמו במחקרים קודמים [6, 7], גם במחקר זה נמצא כי אופן הצגת המידע על גבי תוויות אנרגיה עשוי לעודד בחירת מוצרים חסכוניים באנרגיה. השימוש במחקר זה בחמש תוויות שונות תרם לידע המצטבר בתחום והרחיב אותו. התוצאות מצביעות על כך ששונות בתוכן ובעיצוב של תוויות האנרגיה משפיעה בצורה שונה על התנהגות צרכנית [20]. בפרט, ממצאי המחקר מצביעים על כך שמסגור הנתונים כהוצאה (בהשוואה לחיסכון), עשוי להיות אפקטיבי יותר במטרה לזרז רכישה של כלי רכב חשמליים. על כן, נמליץ לקובעי המדיניות להשתמש בממצא זה בחשיבה על עיצוב תוויות חדשות ושימוש בהן כחלק מחבילה של צעדי מדיניות לזירוז המעבר לכלי רכב חשמליים ולעמידה ביעדים לאומיים של קיימות. יתרה מכך, בתקופה שתותר כניסה לישראל של מכוניות בהנעה חלופית בלבד, תידרש מחשבה נוספת לגבי המעבר מהסקאלה שנכנסה לתוקף במסגרת רפורמת המיסוי הירוק ב-2009 (המסווגת כלי רכב לפי רמת הפגיעה שלהם בסביבה) לסקאלה שמתאימה לשוק מודרני שמשווקים בו רק כלי רכב בהנעה חלופית.

תודות

מחקר זה מומן בסיוע קרן המדען הראשי של משרד האנרגיה. מספר הסכם 221-11-038.



'מחקר זה מדגיש כי בעת גיבוש צעדי מדיניות, חשוב להתמודד בצורה מושכלת עם חסמים קוגניטיביים בקבלת החלטות של לקוחות בישראל, ואפשר לעשות זאת באמצעות כלים מתחום הכלכלה ההתנהגותית'

הלכה למעשה

דניאל שמיל, כתב תחבורה ורכב, דה-מרקר:

ההצעה לתוויות חיסכון על המכוניות החשמליות מתבקשת, אך עלולה לעורר בעיה אחרת.

בסוף העשור הקודם הוצגו תחזיות שלפיהן עלות הייצור של מכוניות חשמליות תיעשה דומה לזו של מכוניות בנזין. במקרה כזה, כשהמחיר לצרכן דומה, אך עלות התפעול של המכונית החשמלית נמוכה בהרבה, הרי שהבחירה לרכוש מכונית חשמלית נראית קלה. אך המציאות הייתה שונה. שיבוש שרשראות האספקה בגלל מגפת הקורונה, הביקוש העולמי למכוניות חשמליות שהיה גבוה מהצפוי, וגורמים נוספים הביאו לכך שירידת מחירי המכוניות החשמליות מתונה בהרבה מהצפוי. בישראל המחירים אפילו עולים, כי המיסוי הנמוך שנועד לעודד רכישת מכוניות כאלה עולה בהדרגה – ממיסוי של 10% בשנת 2021 הגענו למיסוי של 35% ב-2023, ואף תיתכן עלייה נוספת הדבר הופך את עלות התפעול הנמוכה לאחד מגורמי המשיכה העיקריים של מכוניות חשמליות, ומחזק את ההצעה המוצגת במאמר – להציג באופן בולט את ההוצאות הגבוהות יותר של שימוש במכוניות מזהמות יותר (עם מנוע בעירה פנימית בלבד או עם הנעה היברידית) לעומת מכוניות חשמליות.

עם זאת, בעידוד רכישת מכוניות חשמליות, כמוצע במאמר, יש גם סיכון תחבורתי-סביבתי – הגברת השימוש במכוניות חשמליות, באופן שיתרום לגודש. כאשר עלות הקנייה גבוהה מאוד, אך עלות הנסיעה קטנה, נוצר תמריץ לנסוע יותר ויותר, בין אם כדי להצדיק כביכול את המחיר היקר של רכישת המכונית, ובין אם בגלל החלשה של גורם מרתיע להפחתת נסועה.

לפי תחשיבים שנערכו במשרד האוצר, נסיעה של 30 ק"מ במכונית חשמלית עולה 7 ש"ח, לעומת 13 ש"ח בתחבורה ציבורית ו-28 ש"ח בממוצע במכונית בנזין. מאחר שנסיעה במכונית חשמלית זולה יותר מאשר באוטובוס או ברכבת, ועלותה מגיעה רק ל-25% מעלותה של נסיעה זהה במכונית בנזין, הפרש גדול זה עלול לגרום לעלייה של 30% בגודש. הפתרון לכך עשוי להיות מיסוי הנסועה, אך מס שכזה עלול לפגוע במעבר למכוניות חשמליות. כך, למעשה, המעבר להנעה חשמלית מציב אתגר בפני כלכלנים ומעצבי מדיניות – איך לעודד רכישת מוצר חדש, שמפחית זיהום האוויר ופליטות גזי חממה, מבלי ליצור 'אפקט ריבאונד' של שימוש יתר במכוניות.

מקורות

1. דניאל ש. 2022. יפנית או גרמנית, מיני או משפחתית: אילו מכוניות שורדות הכי הרבה זמן על הכביש? דה-מרקר, פורסם ב-22 ביולי.
2. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2023. כלי רכב מנועיים בישראל בשנת 2022. הודעה לעיתונות. פורסם ב-2.4.2023.
3. ריין נ. 2023. הדגמים הנמכרים ביותר ב-2022. *icar*. פורסם ב-4.1.23.
4. Barth M, Jugert P, and Fritsche I. 2016. Still underdetected – Social norms and collective efficacy predict the acceptance of electric vehicles in Germany. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* **37**: 64–77.
5. Bull J. 2012. Loads of green washing-can behavioural economics increase willingness-to-pay for efficient washing machines in the UK? *Energy Policy* **50**: 242–252.
6. DellaValle N and Zubaryeva A. 2019. Can we hope for a collective shift in electric vehicle adoption? Testing salience and norm-based interventions in South Tyrol, Italy. *Energy Research and Social Science* **55**: 46–61.
7. Dumortier J, Siddiki S, Carley S, et al. 2015. Effects of providing total cost of ownership information on consumers' intent to purchase a hybrid or plug-in electric vehicle. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **72**: 71–86.
8. Gigerenzer G and Gaissmaier W. 2011. Heuristic decision making. *Annual Review of Psychology* **62**: 451–482.
9. Green EH, Skerlos SJ, and Winebrake JJ. 2014. Increasing electric vehicle policy efficiency and effectiveness by reducing mainstream market bias. *Energy Policy* **65**: 562–566.
10. Hille SL, Geiger C, Loock M, and Peloza J. 2018. Best in class or simply the best? The impact of absolute versus relative ecolabeling approaches. *Journal of Public Policy and Marketing* **37**(1): 5–22.
11. Israel Vehicle Importers Association (I-via). 2023. Monthly Review September 2023. https://www.car-importers.org.il/Article_en/58
12. Junquera B, Moreno B, and Álvarez R. 2016. Analyzing consumer attitudes towards electric vehicle purchasing intentions in Spain: Technological limitations and vehicle confidence. *Technological Forecasting and Social Change* **109**: 6–14.
13. Kahneman D and Tversky A. 1979. Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica* **47**(2): 263–292.
14. Klemick H, Kopits E, Wolverton A, and Sargent K. 2015. Heavy-duty trucking and the

- energy efficiency paradox: Evidence from focus groups and interviews. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **77**: 154–166.
15. Li W, Long R, Chen H, and Geng J. 2017. A review of factors influencing consumer intentions to adopt battery electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **78**: 318–328.
 16. Lichtenstein S and Slovic P. 2006. The Construction of Preference, Vol 1: The Construction of Preference: An overview. UK: Cambridge University Press.
 17. Mertens S, Herberz M, Hahnel UJJ, and Brosch T. 2022. The effectiveness of nudging: A meta-analysis of choice architecture interventions across behavioral domains. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **119**(1): e2107346118.
 18. Payne JW, Bettman JR, and Johnson EJ. 1992. Behavioral decision research: A constructive processing perspective. *Annual Review of Psychology* **43**(1): 87–131.
 19. Stadelmann M, and Schubert R. 2018. How do different designs of energy labels influence purchases of household appliances? A field study in Switzerland. *Ecological Economics* **144**: 112–123.
 20. Thaler RH and Sunstein CR. 2008. Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. New Haven (CT): Yale University Press.
 21. Waechter S, Sütterlin B, and Siegrist M. 2015. Desired and undesired effects of energy labels – An eye-tracking study. *PLoS ONE* **10**(7): e0134132.

קריאה נוספת

המאמר מתאר ניסוי דומה שנערך בארה"ב כדי להבין אם צרכנים מביאים בחשבון עלויות על פני זמן אל מול החלופות כאשר הם בוחרים רכב חשמלי.

Dumortier J, Siddiki S, Carley S, et al. 2015. [Effects of providing total cost of ownership information on consumers' intent to purchase a hybrid or plug-in electric vehicle](#). *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **72**: 71–86.

מאמר יסודי להבנת תורת הערך (Prospect Theory) – אסימטריות של צרכנים בהתייחסות לרווח ולהפסד.

Kahneman D and Tversky A. 1979. [Prospect theory: An analysis of decision under risk](#). *Econometrica* **47**(2): 263–292.

השימוש בהינד (nudge) בקבלת החלטות.

Thaler RH and Sunstein CR. 2008. Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. New Haven (CT): Yale University Press.