



מבין סוגי הרכב שנבדקו במחקר, העלות לק"מ ברכב היברידי נטען (Plug-in Hybrid) היא הגבוהה ביותר | באדיבות טויוטה (CC BY-NC-ND 2.0)

היא טרם הבשילה לכדי שימוש בקנה מידה רחב, ועומדים בפניה אתגרים בנושאי עלות, זמן טעינה ומגבלות טווח נסיעה - שאף הולידו את המושג "חרדת טווח".

בישראל מבוסס הרוב המוחלט של התחבורה על נפט, שמיובא בצורתו הגולמית ומזוקק לבנזין, לסולר, לגפ"מ, למזוט ולדלק סילוני. מאחר שבאופן טבעי הנסועה בישראל היא ברובה בטווח קצר ובפריסה מצומצמת יחסית, ניתן להעריך כי יש פוטנציאל לשילובן של חלופות לשימוש בנפט בתחבורה היבשתית. כדי לבחון פוטנציאל זה נערך לבקשת משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים מחקר בנושא מטעם מוסד שמואל נאמן וחברת כיוון<sup>[1]</sup>.

במחקר נבחנו ההיבטים הכלכליים והסביבתיים של השימוש בכלי רכב פרטיים המשלבים מערכת הנעה חשמלית בשלוש תצורות - היברידית, היברידית נטענת (Plug-in Hybrid) וחשמלית, ביחס לחלופה השלטת של רכבי מנוע בעירה פנימית. תחת חלופות אלה נבחנו מרכיבי העלות השונים בדגמים מייצגים, לפי חלוקה לעלות הרכישה (בניכוי ערך הרכב בתום תקופת הבעלות), לעלות הנסיעה (דהיינו עלות הדלק או החשמל) ולעלות התחזוקה. כדי לחשב עלויות אמיתיות וללא השפעות מדיניות, לא נכללו בחישוב רכיבי המיסוי המושתים בפועל על הצרכן ברכישת רכב ודלק. נוסף על כך, חושבה העלות הסביבתית של הפליטות ("עלות חיזונית") - בייצור הדלק או החשמל ובשימוש בו -

## העלויות האמתיות של בעלות על רכב חשמלי והיברידי בישראל - מתי זה כדאי?

אופירה אילון<sup>[1]</sup>, עידן ליבס<sup>[1]</sup>\*, גדי רוזנטל<sup>[2]</sup> ודנה גבאי<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup> מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית  
<sup>[2]</sup> כיוון  
\* idan@sni.technion.ac.il

התחבורה תלויה כיום לחלוטין בנפט כמקור לאנרגיה. לנוכח העלייה המתמדת בביקוש לתחבורה, גובר בשנים האחרונות העניין בהנעה חשמלית כפתרון אפשרי לאתגרי הסביבה והאנרגיה. בעוד שדלקים מבוססי נפט הם עתירי אנרגיה ליחידת נפח ומשקל, השימוש בהם - לרוב במנועי בעירה פנימית או סילון - אינו יעיל מבחינת השימוש באנרגיה, ומלווה בפליטות של מזהמים וגזי חממה בשיעור ניכר. לעומתם, פעולתם של מנועים חשמליים יעילה ביותר, אינה מלווה בפליטות ישירות, ומאפשרת ניצול אנרגיות מתחדשות כמקור אנרגיה לתחבורה; למנועים אלה יתרונות טכניים רבים, בהם פשטות מכנית יחסית המפחיתה את הצורך בתחזוקה ובתיקונים. עם זאת, אף על פי שהנעה חשמלית איננה טכנולוגיה חדשה (הרכב החשמלי הראשון נבנה ב-1884),

השונות. התרחישים שנבחנו הם פחת מואץ בערכם של כלי רכב חשמליים, הוזלה בעלותם של כלי רכב חשמליים, נסועה גבוהה יותר של 25,000 ק"מ בשנה (המאפיינות את הנסועה הממוצעת של רכבי לסינג) ונסועה של 70,000 ק"מ בשנה (המאפיינות נסועת מונית) - תרחיש ששולבה בו גם טעינה מהירה פעם ביום ברכב חשמלי. תוצאות הניתוח מראות כי ברוב התרחישים עלויות הנסיעה בכלי רכב היברידיים וחשמליים מתאזנות מול כלי הרכב הקונבנציונליים, ואף זולות יותר בחלק מהמקרים (טבלה 1).

יש לזכור כי שוק הרכב מסורתי ביסודו, אך חווה כעת שינויים משמעותיים עם הצגתם של מגוון טכנולוגיות ופתרונות חדשניים, כך שצפויים שינויים לא מבוטלים בהיצע כלי הרכב, בביצועיהם ובמחירם באופן שעשוי לשנות את הכדאיות של החלופות השונות.

ישנם גורמים נוספים חשובים המשפיעים על יכולתן של חלופות מבוססות הנעה חשמלית לחדור לשוק, כמו גם על השפעתן על הסביבה. המחקר שופך אור על עלותן האמתית של חלופות אלה, מתוך מטרה לתת מידע למקבלי ההחלטות בבואם לגבש מדיניות באשר לעתיד התחבורה בישראל ולהפחתת תלותה בנפט.

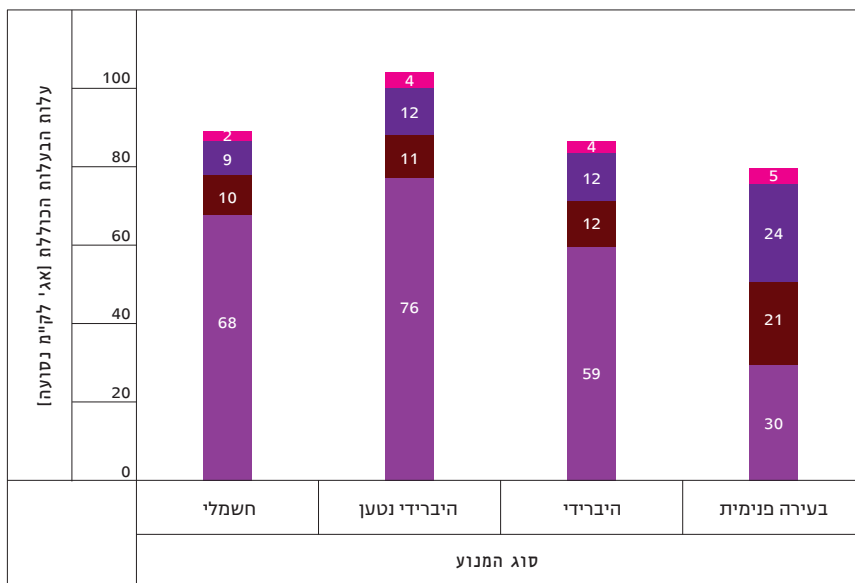
בהסתמך על מודל ייעודי של משרד האנרגיה האמריקאי (GREET) ובהתאם לעלויות החיצוניות המוכרות על-ידי המשרד להגנת הסביבה. כמו כן, נבחנו השפעתם של השינויים הצפויים בתמהיל החשמל על העלות הסביבתית, ובכללם הרחבת השימוש בגז טבעי ובאנרגיות מתחדשות. כלל העלויות הללו כומתו לכדי עלות באגורות לק"מ נסועה, בהתבסס על הנסועה השנתית הממוצעת בישראל, העומדת על 16,400 ק"מ בשנה.

**מתוצאות המחקר עולה כי סך העלות לק"מ ברכב בעירה פנימית היא הנמוכה ביותר, לאחריה העלות לק"מ של רכב היברידי, רכב חשמלי ולבסוף רכב היברידי נטען, שלו העלות הגבוהה ביותר לק"מ (79, 86, 103 ו-103' לק"מ, בהתאמה) (איור 1).** הגורם המרכזי לכך הוא רכיב עלות הרכישה הגבוה מבין כלל העלויות, והיותו כפול ואף יותר מכך בכלי רכב בעלי הנעה חשמלית לעומת כלי רכב קונבנציונליים. בעוד שברכב בניזן עלות הרכישה היא כשליש מהעלות הכוללת, בכלי רכב בעלי הנעה היברידי או חשמלית חלקה של עלות הרכישה מגיע עד לשלושה רבעים מהעלות הכוללת. כלומר, עלויות הנסיעה והתחזוקה בכלי רכב בעלי הנעה היברידי או חשמלית הן מחצית מעלויות אלה ברכב מונע בניזן, אך אין בכך די כדי לקזז את עלות הרכישה הראשונית הגבוהה כאשר מדובר בנסועה ממוצעת. העלות החיצונית בגין הפליטות - שהיא מחצית ברכב חשמלי ביחס לבניזן - לא שינתה את דירוג העלויות הכולל.

בהמשך נבחנו גם תרחישים נוספים, ונבדקה השפעתם של שינויים הן במחיר כלי הרכב הן בהיקף השימוש בהם. זאת, כדי לבחון את השפעתם האפשרית של כלי מדיניות מכוונים, כמו גם של מאפייני שימוש שמשנים את מערך היתרונות בין החלופות

**מקורות**

[1] אילון א, ליבס ע, רזנטל ג וגבאי ד. 2014. שילוב רכב חשמלי והיברידי לסוגיו במערך התחבורה בישראל. הוגש למשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, מנהלת תחליפי נפט. מכרז 53/12. [www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&TMID=581&LNGID=2&FID=646&IID=10696](http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&TMID=581&LNGID=2&FID=646&IID=10696).



**איור 1.** מרכיבי עלות הבעלות הכוללת לרבות עלויות חיצוניות, בנסועה שנתיים של 16,400 ק"מ

