

הסלנה-רחל פלטיק

החוג לכלכלה וניהול, המכללה
האקדמית עמק יזרעאל; המרכז
לחקר משאבי טבע וסביבה,
אוניברסיטת חיפה

אילת דוידוביץ'

בית"ס לסביבה ולמדעי כדור הארץ
ע"ש פורטר, אוניברסיטת תל אביב

Volker Krey

IIASA (International Institute for
Applied System Analysis),
Laxenburg, Austria

נתן זוסמן

Department of International
Economics, The Geneva
Graduate Institute
(Switzerland); עמית בכיר אורח
במכון הישראלי לדמוקרטיה

Keywan Riahi

IIASA (International Institute for
Applied System Analysis),
Laxenburg, Austria

Matthew Gidden

IIASA (International Institute for
Applied System Analysis),
Laxenburg, Austria

ציטוט מומלץ

פלטיק ר, דוידוביץ' א, Krey V
ואחרים. 2022. ניתוח כלכלי של
חלופות מדיניות להפחתת פליטות
גזי חממה במשק האנרגיה בישראל.
אקולוגיה וסביבה 13(3):50-56.



תחנת הכוח הגאותרמית Olkaria III, שבקניה. התחנה פועלת בהתאם לעקרונות מעגל רנקין אורגני. מקור החום שלה הוא אנרגיה גאותרמית, והיא מייצרת 150 מגה-ואט. בתחנת כוח מסוג זה לא שורפים מקורות אנרגיה מתכלים, ומכאן שכמות גזי החממה ומזהמי אוויר אחרים שהיא פולטת קרובה לאפס. מקור האנרגיה הגאותרמית הוא מקור מתחדש. בניהול נכון ניתן לקיים את המאגר הגאותרמי לאורך עשרות שנים, ללא איבוד של מקורות האנרגיה הטבעיים של כדור הארץ | באדיבות אורמת טכנולוגיות

ניתוח כלכלי של חלופות מדיניות להפחתת פליטות גזי חממה במשק האנרגיה בישראל

גיליון סתיו 2022 / כרך 13(3) / הפחתת פליטות גזי חממה 15 בנובמבר, 2022

[חזית המחקר](#)

על קצה המזלג

- מחויבות ישראל לעמוד ביעדים הבין-לאומיים של הפחתת פליטות גזי חממה מעמידה אותה בפני קבלת החלטות משמעותיות באשר לתמהיל האנרגיה העתידי של המדינה ולשינויים שייגרמו מהתמהיל הזה למגזרי המשק השונים.
- ההחלטות הללו הן הזדמנות לביסוס כלכלה ישראלית בת-קיימא.
- מס פחמן הוא כלי מדיניות מרכזי שמיועד לתמוך בתהליך השינוי – תמריץ שלילי שנועד לעודד שימוש במקורות אנרגיה נקיים או דלי-פחמן.
- מקובל לחשוב שמש פחמן יפגע בצמיחה הכלכלית, אך ממחקר זה עולות תוצאות מעודדות – ניתן להפחית משמעותית את פליטות גזי החממה תוך השפעה זניחה בלבד על התוצר הלאומי.

המערכת

תקציר

הפחתת השימוש בפחמן כמקור אנרגיה היא יעד גלובלי ולאומי. כיום כ-80% מפליטות גזי החממה נגרמות מייצור חשמל ומשימוש בתחבורה ובתעשייה. במחקר זה נבחנו ונותחו חלופות מדיניות עיקריות להפחתת פליטות גזי חממה במשק האנרגיה בישראל בראייה ארוכת-טווח, באמצעות מודל חדשני לניתוח עלות-תועלת.

המודל מאפשר להעריך עלות-תועלת של החלופות השונות במשק האנרגיה הישראלי, בדגש על ייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים, על יעדי חשמול התחבורה ועל הטלת מס פחמן.

התוצאות מראות כי על-ידי אימוץ מדיניות משולבת ניתן להפחית את פליטות גזי החממה ממשק האנרגיה עד שנת 2050 בכ-60% עד 90% בהתאם לגובה מס הפחמן, ביחס לשנת הייחוס 2015. יתרה מכך, מתוצאות המחקר עולה שצפויה השפעה זניחה בלבד על צמיחת התוצר המקומי הגולמי. תהליך הפחתת פליטות הפחמן של המשק הישראלי צפוי להתבסס על הגדלת היקף חשמול התחבורה והתעשייה ועל הפקת חשמל ממשאבי אנרגיה מתחדשים (בעיקר אנרגיית השמש). קצב גידול האוכלוסין הגבוה בישראל, שהוא חסר תקדים בעולם המפותח, מכתוב צורך בפיתוח מואץ של התשתיות, ומספק חלון הזדמנות למעבר מהיר לכלכלה נקייה יותר.

תוצאות המחקר מספקות תובנות חשובות ומשמעותיות לתכנון מדיניות אנרגיה נקייה שתאפשר טיפוח וקידום של יעדי צמיחה בת-קיימא. יתר על כן, התוצאות יסייעו למקבלי ההחלטות בבחינת החלופות הרלוונטיות לצורך השגת המטרות והיעדים השאפתניים של הפחתת פליטות הפחמן.

מבוא

מגזר האנרגיה בישראל נמצא בצומת דרכים. פחם ונפט, שהיו בעבר מקורות האנרגיה העיקריים לייצור חשמל, נמצאים בתהליך של החלפה על-ידי גז טבעי ואנרגיה ממקורות מתחדשים. נוסף על כך, מגזרי התעשייה והתחבורה עוברים תהליך של מעבר לגז טבעי וחשמול. מדינת ישראל הצליחה להפוך ממדינת דלת משאבי אנרגיה למדינה בעלת יכולת אנרגיה עצמאית בזכות התגליות המשמעותיות של גז טבעי בעשור האחרון, והוא צפוי להוות מקור אנרגיה למשך 30 השנים הבאות לפחות. אם בעבר, לפני גילוי הגז הטבעי, עמדה עלות יבוא האנרגיה של ישראל על כ-10 מיליארד דולר בשנה – יותר מ-5% מהתוצר המקומי הגולמי, כיום אספקת הגז הטבעי המקומי והיצוא שלו תורמים בצורה חיובית למאזן הסחר של המדינה^[12].

השינויים במגזר האנרגיה מאפשרים הזדמנויות יוצאות דופן לקובעי המדיניות לבניית כלכלה בת-קיימא. במחקר זה נבחנו ההשפעות הכלכליות של מספר חלופות להפחתת פליטות גזי החממה בישראל.

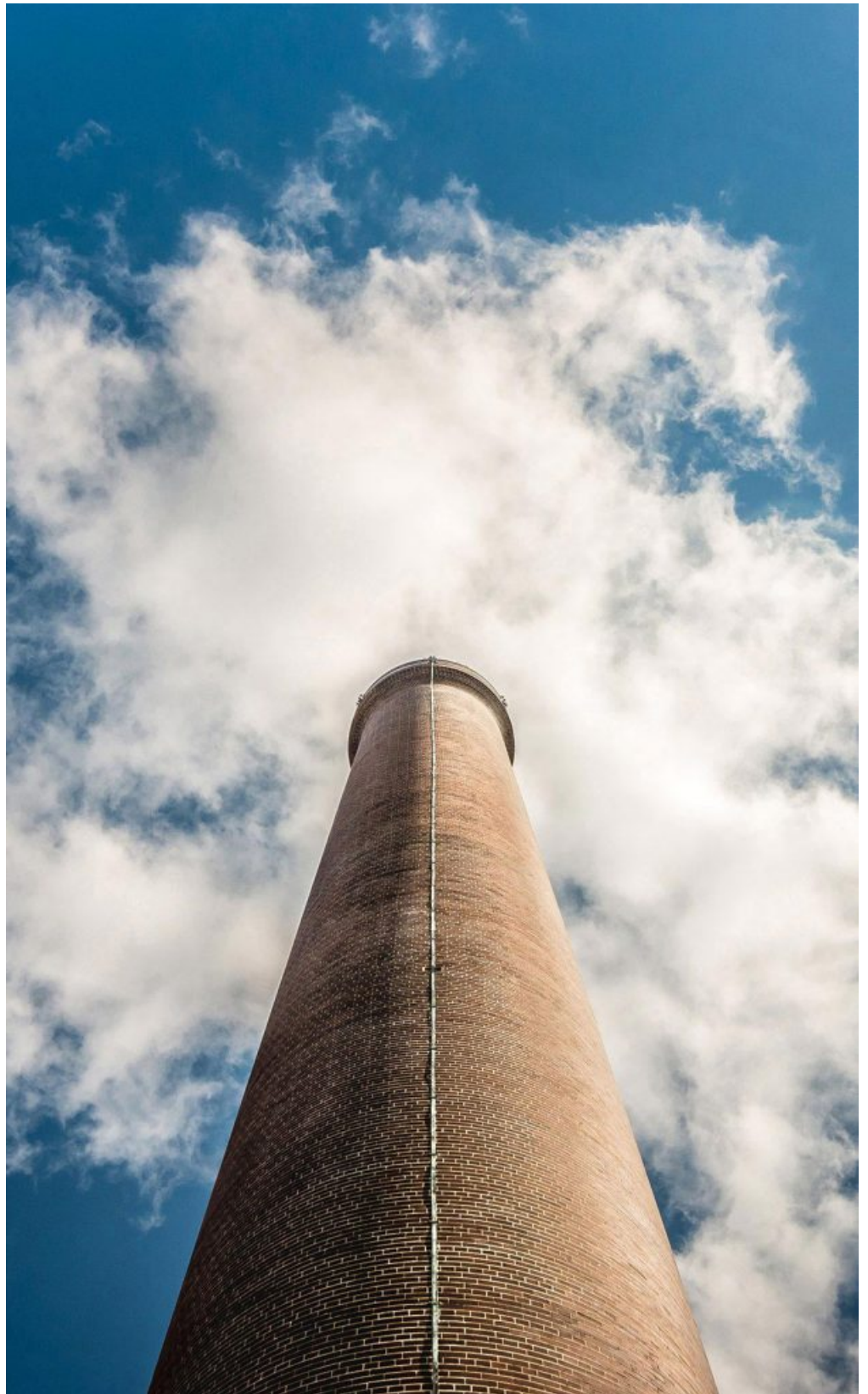
ודיניות מעבר מתוכננת היטב צריכה לשקול את המאפיינים של מערכות האנרגיה ולכלול את ההיצע ואת הביקוש לאנרגיה^[6].

המחקר מציע מודל ייחודי שמותאם בצורה מיטבית לייצג את משק האנרגיה והכלכלה בישראל. המודל מספק כלי שימושי כמותי לצורך תמיכה בתהליך קבלת ההחלטות לגבי היעדים להפחתת פליטות גזי חממה שמקורן במשק האנרגיה.

מִעָבֵר להשפעה על זיהום האוויר, עמידה ביעדי הפחתת הפליטות חשובה למדינת ישראל מבחינה מדינית. מס פחמן הוא מס שנגבה על פליטת פחמן דו-חמצני בעת שימוש בדלק מחצבים. המס הוא בעל יתרונות מגוונים בהיבט הכלכלי ובהיבט החברתי. המס מאפשר להגדיל את הכנסות המדינה, וניתן להטילו בצורה הדרגתית. המס מספק תמריץ ליצרני האנרגיה ולצרכנים לעבור לחלופות אנרגיה אחרות ולצמצם את הפליטות המזהמות. עם זאת, הסיבה העיקרית שמונעת ממדינות להטיל מס פחמן היא החשש מפגיעה בצמיחה.

אנרגיה היא תשומה כלכלית מרכזית, שמנוצלת באופן נרחב כגורם ייצור, ונצרכת בצורות שונות על-ידי ענפים שונים ומשקי הבית. מסיבות אלה כל שינוי במשק האנרגיה יכול להשפיע באופן משמעותי על הכלכלה בכללותה. האתגר במידול של משק האנרגיה הוא לייצג בצורה מהימנה ומפורטת את השפעות הגומלין של משק האנרגיה, ההשפעות המגזריות והמקרו-כלכליות^[7]! ספרות המחקר מספקת מגוון גישות לשילוב מודלים כלכליים ומערכות אנרגיה^[2,3,7].

מודלים כלכליים בשיטת 'מלמטה למעלה' בצורה פרטנית (Bottom-up) כוללים ייצוג של היבטים טכנולוגיים של מערכת האנרגיה, כולל שיפורים טכנולוגיים עתידיים^[8]. המודלים כוללים השפעות גומלין בין טכנולוגיות אנרגיה המרכיבות את מערכת האנרגיה הכלכלית, החל ממקורות אנרגיה ראשוניים, דרך תהליכי המרה והפצה, ועד לשימוש סופי באנרגיה. לעומת זאת, מודלים של שיווי משקל כללי בשיטת 'מלמעלה למטה' (Top-down) מתארים את הכלכלה בראייה כוללת ומדגישים את האפשרויות של תחלופה בין גורמי ייצור שונים כדי להפיק את מרב הרווחים^[11]. במחקר זה בוצע שימוש במודל MESSAGE_IL-Macro. המודל החדשני כולל ייצוג נרחב ומפורט של מגזר האנרגיה בישראל עם תכלול למודל מקרו-כלכלי לאומי כדי לקבל היזון חוזר של דרישות האנרגיה בכלל המשק.



על-ידי אימוץ יעדי מדיניות ניתן להפחית את פליטת גזי החממה הקשורים לאנרגיה בכ-90%–60 עד 2050 ביחס לשנת הייחוס של 2015 עם השפעה זניחה בלבד על צמיחת התמ"ג | צילום: Martin Snicer, Flickr, CC BY-ND 2.0

שיטת המחקר

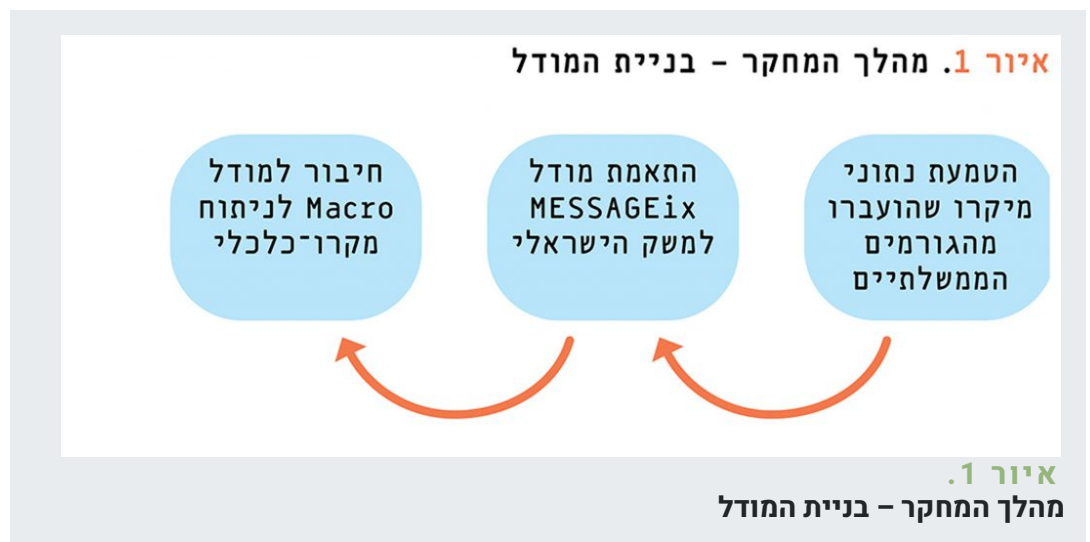
מתודולוגיית המחקר מבוססת על מודל הערכה משולב (Integrated Assessment Model – IAM) ארוך-טווח של מערכת האנרגיה הישראלית, MESSAGEix_IL. המודל הוא יישום לאומי של מודל IAM הגלובלי MESSAGEix, שמפותח במהלך ארבעת העשורים האחרונים במרכז מחקר IIASA^[9]. המודל הוא מודל אופטימיזציה דינמי, בגישת 'מלמטה למעלה', המבוסס על ייצוג טכנולוגיות אנרגיה נרחבות, כולל התלות ההדדית והשפעות הגומלין. המודל מתאר את כל משק האנרגיה, החל מהפקת משאבים, סחר, זיקוק והמרה, הולכה והפצה ואספקת שירותי אנרגיה לשימושים הסופיים, כגון תאורה, מיזוג, חימום, תהליכים תעשייתיים ותחבורה בהיקפים שונים ברמה הלאומית^[10] וברמה הגלובלית^[5]. פתרון מודל האופטימיזציה הוא התמהיל המיטבי לאספקת הביקוש לאנרגיה כשישנם אילוצים טכניים, כלכליים וסביבתיים. המודל מורחב לתפיסה מקרו-כלכלית באמצעות קישור MESSAGEix ישירות למודול ה-Macro. מודל ה-Macro מפיק מפונקציית התועלת של יצרן-צרכן את המרב באמצעות אופטימיזציה^[5] בהיבטי חיסכון, השקעה וצריכה. המשתנים העיקריים של המודל הם מלאי ההון, העבודה הזמינה ותשומות האנרגיה, הקובעים יחד את התפוקה הכוללת של הכלכלה.

במחקר זה פותח והותאם המודל הגלובלי למשק הישראלי MESSAGEix_IL, כולל שילוב עם מודל ה-Macro. המודל מאפשר קבלת היזון חוזר מהפחתת פחמן על הביקוש לאנרגיה ועל הביצועים הכלכליים.

זבנה המחקר כולל את השלבים הבאים:

- התאמת מודל האנרגיה הגלובלי MESSAGEix-GLOBIOM למודל לניתוח מגזר האנרגיה הלאומי. מודל האנרגיה הגלובלי עודכן לייצוג משק קטן, פתוח, המייבא פחם ונפט גולמי ותוצריו, ומייצא גז טבעי ותזקיני נפט.
- עדכון הפרמטרים העיקריים המאפיינים את משק האנרגיה הישראלי תוך שיתוף פעולה עם משרד האנרגיה.
- מיפוי התפתחות הצפוייה של מגזר האנרגיה בישראל עד שנת 2050 על פי תוכניות רשמיות של משרדי הממשלה הרלוונטיים. בהתאם לכך הותווה תרחיש הבסיס (עסקים כרגיל) להתפתחות העתידית של מגזר האנרגיה.
- הרצת תרחיש "עסקים כרגיל" ששימש לכיול של המודל המקרו-כלכלי Macro.
- בחינת צעדי מדיניות חלופיים לתרחיש "עסקים כרגיל", כגון שיעור גבוה יותר של ייצור חשמל מאנרגיות ממקורות מתחדשים (בעיקר אנרגיית שמש), חשמול מלא של מגזר התחבורה עד שנת 2050 ומיסוי פחמן. התרחישים נבחנו במודל כזעזועים חיצוניים למערכת האנרגיה.

שלבים א-ג מתוארים באיור 1.



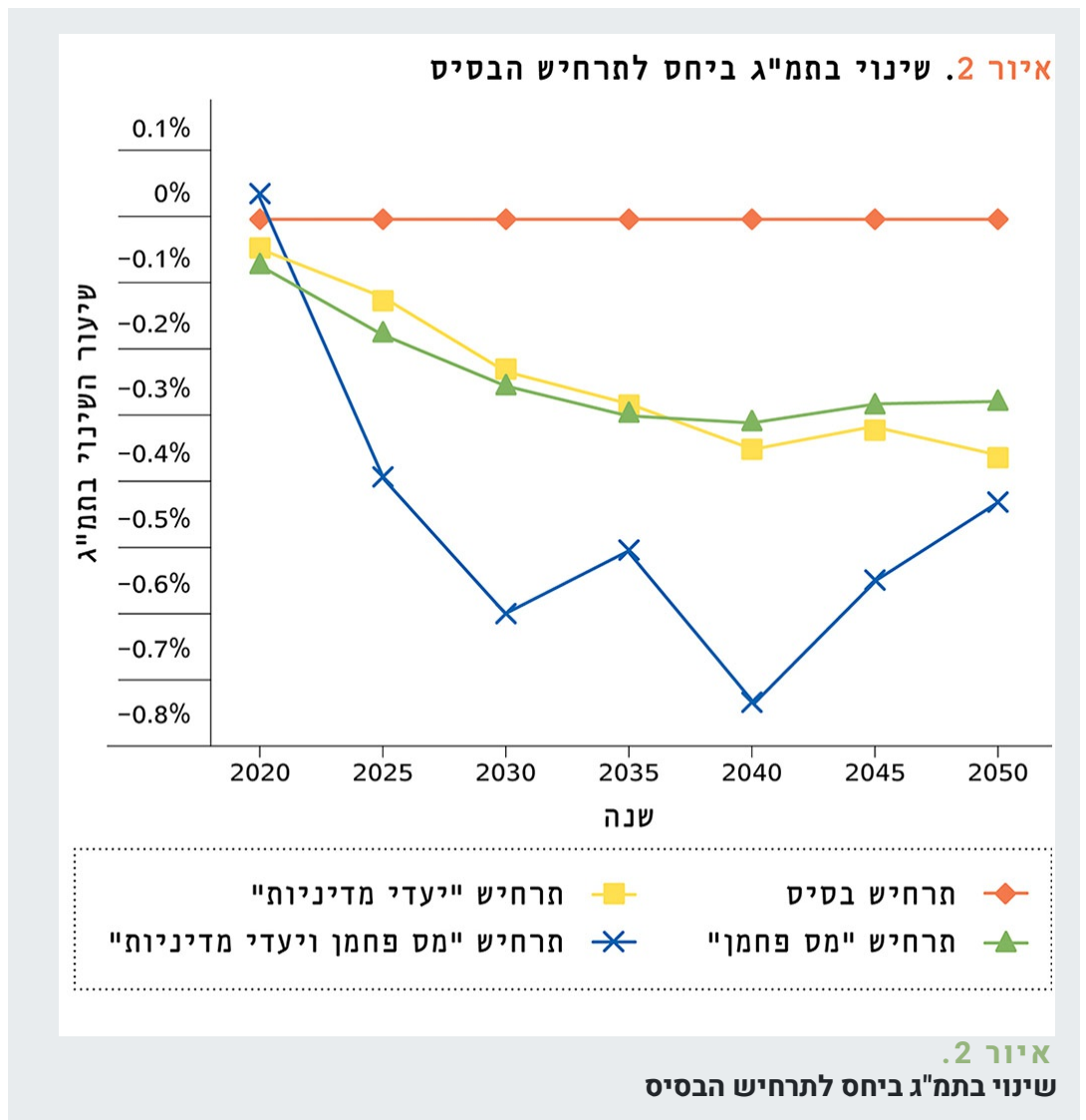
המחקר בוצע באמצעות ניתוח רב-תרחישי, בהתאם למספר הנחות יסוד. ראשית, הגידול הצפוי באוכלוסייה מבוסס על תחזיות שונות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה^[4]. נוסף על כך, בהתאם לגידול הצפוי באוכלוסייה נקבע תרחיש גידול בתוצר המקומי הגולמי (תמ"ג)^[1].

תרחיש "עסקים כרגיל" מניח יעד קשיח של 17% אנרגיות ממקורות מתחדשים מסך ייצור חשמל החל מ-2030 ואילך, בהתאם להתחייבות ישראל בהסכם פריז 2015. ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" (תרחיש הבסיס) מנותחים שלושה תרחישי מדיניות שונים: תרחיש "מס פחמן" (Carbon Tax), תרחיש "יעדי מדיניות" (Policy Goals), ותרחיש המשלב בין שני סוגי המדיניות

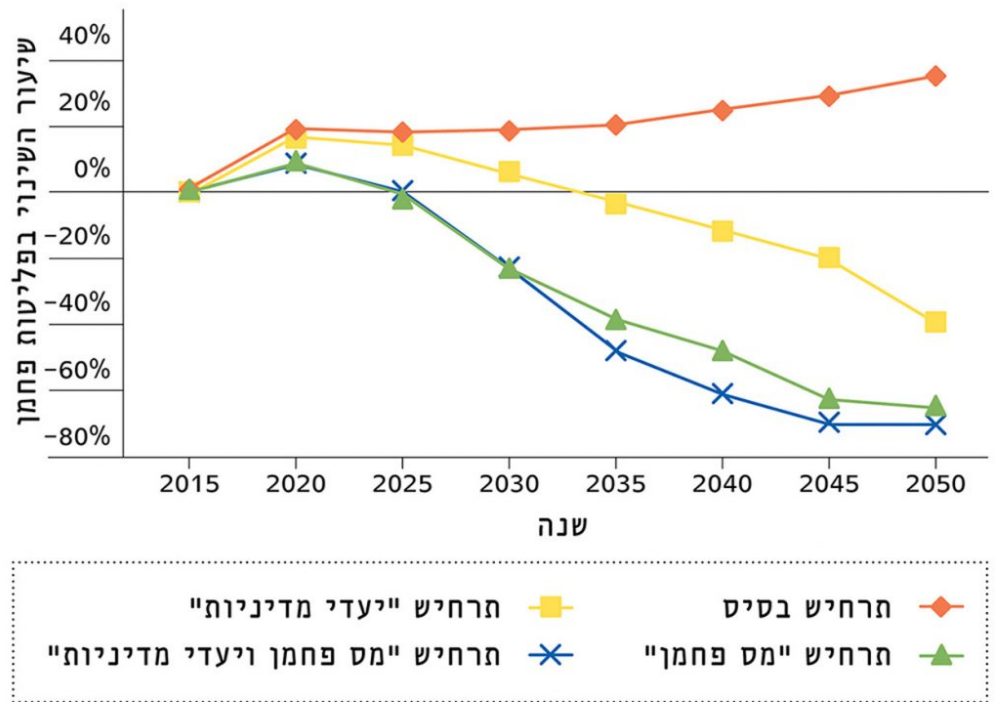
אלה. תרחיש "יעדי מדיניות" מניח שיעור אנרגיות ממקורות מתחדשים בייצור חשמל (85%), חשמול מלא של מגזר התחבורה עד שנת 2050, ודחיקה מוחלטת החוצה של השימוש בפחם במשק החל משנת 2030. בתרחיש "מס פחמן" אין יעדים כמותיים, והמס מוטל בהתאם לשיעור פליטת הפחמן של כל מקור אנרגיה. הטלת מס פחמן מתחילה מגובה 20 דולר לשווה ערך טונה פחמן דו-חמצני, ועולה בהדרגה עד 69 דולר לטונה בשנת 2050. זהו תרחיש מיסוי התואם את הערכות הסוכנות להגנת הסביבה האמריקאית (EPA), והוא נמוך ביחס להערכות עדכניות של מחירו החברתי של הפחמן, שמצביעות על ערכים של 100–300 דולר לשווה ערך טונה פחמן דו-חמצני [13].

תוצאות

בהתאם להנחות ההתפתחות העתידית, בתרחיש "עסקים כרגיל" הגידול בתמ"ג (GDP) בשנת 2050 צפוי להגיע לכ-140% ביחס לשנת 2015 (איור 2). הגידול בפליטות גזי חממה ב-2050 צפוי בתרחיש זה (קרי, בהיעדר התערבות ממשלתית נוספת להפחתת פליטות מעבר לתוכניות העבודה הקיימות נכון לשנת 2019) להגיע לכ-35% ביחס לשנת 2015 (איור 3).



איור 3. פליטות פחמן על פי התרחישים, ביחס לשנת 2015



איור 3.

פליטות פחמן על פי התרחישים, ביחס לשנת 2015

לעומת זאת, תרחיש שלפיו תופעל מדיניות שמקדמת הגעה ל-85% של אנרגיה ממקורות מתחדשים בתמהיל האנרגיה לייצור חשמל וכן חשמול מלא של התחבורה עד 2050, מפחית את הפליטות בכ-60%. שיעור מס פחמן גבוה יותר עשוי להשיג ירידה חדה עוד יותר של כ-90% בתרחיש מדיניות שאפתנית, ולמקם את ישראל בחזית אחת עם מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD). חשוב לציין כי המחיר של כל אחד מסוגי המדיניות הללו זניח במונחי התמ"ג, ונע בין מאיות אחוז בודדות (0.06% מתמ"ג עסקים כרגיל) לכארבע עשיריות האחוז (0.43% מתמ"ג עסקים כרגיל) בשנת 2050.

כדי לבדוק את האפיקים שמתבצעת בהם הפחתת הפליטות בכל תרחיש נתמקד בפילוח התוצאות בענפי החשמל, התחבורה והתעשייה.

ענף החשמל

בשני התרחישים, תרחיש "יעדי מדיניות" ותרחיש "מס פחמן", ניכרת עלייה בשיעור השימוש באנרגיית השמש על חשבון ייצור חשמל מגז. לכן, יש לראות בגז מקור אנרגיה זמני למעבר מייצור חשמל ממקורות מתכלים לייצורו ממקורות אנרגיה מתחדשים. עם זאת, בתרחיש "מס פחמן", שיש בו מיסוי גם על הגז הטבעי בהתאם למקדם הפליטה של גזי החממה, המעבר הדרגתי יותר ביחס לתרחיש "יעדי מדיניות": 35% מהחשמל מבוססים על הגז הטבעי בתרחיש "מס פחמן" גם בשנת 2050, לעומת 15% בלבד בתרחיש "יעדי מדיניות".



מערכת IceBrick המאפשרת להמיר אנרגיה חשמלית לאנרגיית קור ולאגור אותה. כך מוסטת צריכת החשמל של מערכות מיזוג האוויר בקרב לקוחות מסחריים ותעשייתיים משעות השיא לשעות אחרות ביממה. המערכת משתלבת במאמץ להחזרה של אנרגיות ממקורות מתחדשים, שכן היא מסייעת בהפחתת ביקושים בשעות עומס, חוסכת בתשתיות חשמל, ומסייעת בייצוב הרשת ובמניעת ניתוקים / באדיבות חברת נוסטרומו

ענף התחבורה

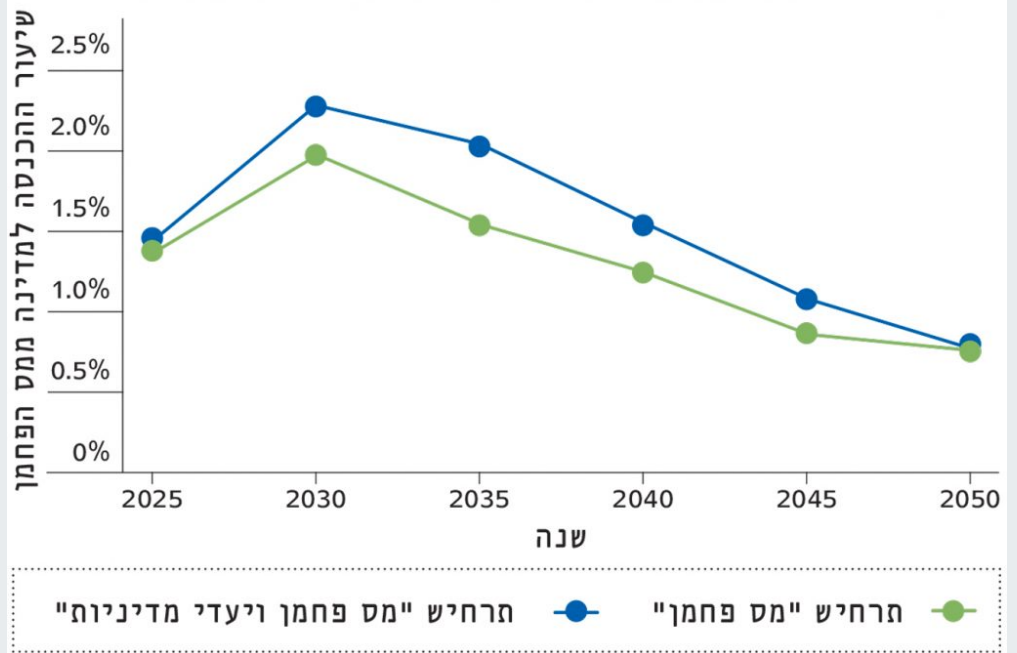
ענף התחבורה הוא מגזר מרכזי, ויש בו גמישות יחסית למעבר לאנרגיה נקייה ולטכנולוגיות חסכוניות באנרגיה. שילוב של שני מאפיינים אלה מאפשר לעמוד בתחזיות העלייה בנסועה, תוך צמצום ניכר בצריכת הדלקים ובפליטות שנגרמות משימוש באנרגיה בתחבורה. הענף נמצא בתהליך של הפחתה הדרגתית ומתמשכת בשימוש בדלקי מחצבים ומעבר הדרגתי לחשמול מלא לא רק בתרחיש היעדים, אלא גם בתגובה למס הפחמן. השוני בין תרחישי המדיניות הוא בתמהיל הדלקים בדרך לחשמול מלא. בתרחיש היעדים, שאין בו מיסוי לפי שיעור הזיהום, הגז הוא מקור דלק מרכזי במעבר מתזקיני נפט במנוע בעירה פנימי לתחבורה חשמלית במלואה. לעומת זאת, בתרחיש "מס פחמן", המייקר גם את הגז הטבעי בהתאם למקדם הפליטה שלו, השימוש בגז טבעי נמוך יותר ונמשך פרק זמן קצר יותר.

ענף התעשייה

ענף התעשייה מיוצג במודל כמגזר מצרפי, המורכב מכל התעשיות (הכבדה, המסורתית, ההייטק ועוד). בתרחיש "יעדי מדיניות" לא הוגדר יעד ייעודי לענף התעשייה. סך צריכת האנרגיה בתרחיש "יעדי מדיניות" אינו שונה מהותית ביחס לתרחיש עסקים כרגיל. עם זאת, יותר גז טבעי נמצא בשימוש התעשייה בתרחיש "יעדי מדיניות" ביחס לתרחיש עסקים כרגיל. זהו הגז שהוחלף בתרחיש "יעדי מדיניות" באנרגיות ממקורות מתחדשים לצורך ייצור חשמל. לעומת זאת, בתרחיש "מס פחמן" ו-"מדיניות משולבת" המס ממריץ התייעלות בתעשייה, וכן הפחתה ניכרת בשימוש בתזקיני נפט.

יכנסות הממשלה ממס הפחמן נבחנו בתרחישים הקשורים אליו: תרחיש "מס פחמן" ותרחיש "מדיניות משולבת". **איור 4** מדגים את שיעור ההכנסה ממס הפחמן מתוך כלל הכנסות הממשלה ממיסים. ניתן לראות כי ההכנסה ממס הפחמן מאופיינת כעקומה קמורה. מצד אחד, גובה מס הפחמן עולה בתרחישי המדיניות, אולם מצד שני, המס מקטין את השימוש בדלקים המזהמים, הפליטות יורדות, בסיס המס יורד, ולכן ההכנסות מהמס מתחילות לרדת לאחר שהגיעו לשיא בשנת 2030.

איור 4. שיעור ההכנסה למדינה ממס הפחמן לפי שני התרחישים הרלוונטיים



איור 4. שיעור ההכנסה למדינה ממס הפחמן לפי שני התרחישים

דיון ומסקנות

במחקר מוצג ניתוח פרטני של חלופות מדיניות להפחתת פליטות הפחמן במשק האנרגיה והשפעתן על הצמיחה הכלכלית בישראל באמצעות מודל טכנו-כלכלי משולב עם מודל מקרו-כלכלי.

הניתוח בוצע באמצעות תרחיש בסיס, ששימש נקודת מוצא לתרחיש "יעדי מדיניות", "מס פחמן" ולתרחיש המשלב יעדים ומס פחמן. התוצאות מראות כי על-ידי אימוץ יעדי מדיניות ניתן להפחית את פליטת גזי החממה הקשורים לאנרגיה בכ-60-90% עד 2050 ביחס לשנת הייחוס של 2015 עם השפעה זניחה בלבד על צמיחת התמ"ג. צעד חשוב נוסף להפחתת פליטות הפחמן הוא הסטת ייצור האנרגיה משימוש בדלקי מחצבים מזהמים לאנרגיה ממקורות מתחדשים. שיעור השימוש בחשמל בסך צריכת האנרגיה הסופית עולה מכ-30% עד היום ל-70% בשנת 2050. ההתייעלות והמעבר לאנרגיה ממקורות מתחדשים נובעים בחלקם מחשמול מלא של התחבורה ובחלקם מהטלת מס פחמן.

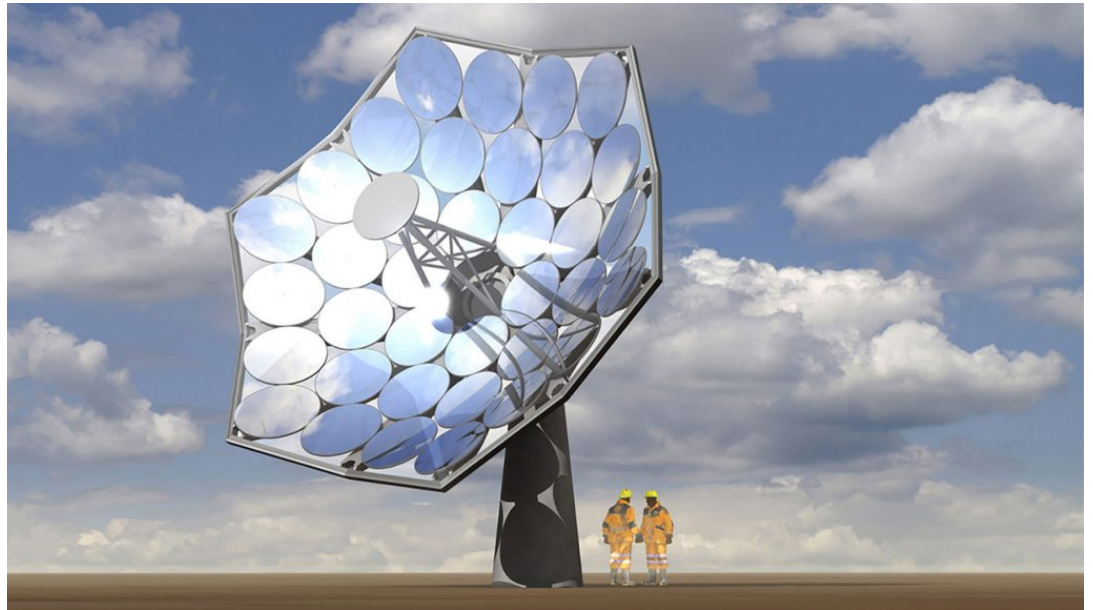
הניתוח מאפשר להסיק מספר מסקנות חשובות. ראשית, אימוץ יעדים שאפתניים (85%) להפחתת פליטת גזי חממה עד שנת 2050 יוצר הזדמנות יוצאת דופן לתכנון אסטרטגי ארוך-טווח בישראל. ניתן להשיג הפחתות משמעותיות בפליטת גזי חממה על-ידי חשמול בענפי הכלכלה השונים, תוך ביסוס ייצור החשמל על מקורות אנרגיה מתחדשים. השגת היעדים האלה כרוכה בהשקעה, שיישומה יתרום הן להשגת יעדי הפחתת הפליטות הן לצמיחה כלכלית. בפרט, קיים אגבון (סינרגיה) בין אימוץ יעדי הפחתת פליטות לבין הצורך בהשקעה ניכרת בתשתיות להשגת יעדי הצמיחה של המשק הישראלי לנוכח הצמיחה הדמוגרפית הצפויה.

מגזר התחבורה אחראי ליותר משני שלישים מצריכת האנרגיה הסופית של דלקי מחצבים בישראל. בשל הדחיפות בפתרון בעיית העומס בכבישים והגידול המתמשך של כלי רכב חדשים בכבישים מדי שנה, המונעים מצמיחה דמוגרפית וכלכלית, מומלץ על חשמול מהיר של כלי הרכב הקלים ושל התחבורה הציבורית כהתייבבות תקציבית מרכזית של הממשלה. בהתאם לכך, יש להשקיע בתחבורה ציבורית חשמלית ויעילה, כולל בתשתיות שתאפשר יכולת אחסנה ואספקה, וצפויה לתרום לפתרון המתאגר של נתח גבוה של אנרגיית שמש בשימוש לייצור חשמל.

מגזר התעשייה אחראי לנתח ניכר בפליטת המזהמים. כדי להפיק את המרב ממאגרי הגז הטבעי של ישראל הממשלה מסבסדת השקעות בתשתיות הגז הטבעי עבור תעשיות עתירות אנרגיה. הניצול של גז טבעי אכן עדיף מבחינת זיהום בהשוואה לדלקי

מחצבים אחרים. עם זאת, השקעה כבדה בתשתית גז טבעי עשויה למנוע השקעה בחשמול התעשייה, הנדרש כדי לעמוד ביעדי הפחתת פליטות גזי חממה לאפס עד שנת 2050.

תמריץ מרכזי לייעול השימוש באנרגיה ולמעבר לאנרגיה ממקורות מתחדשים הוא המחיר היחסי של אנרגיה מזהמת. מס הפחמן גורם להפנמת ההשפעות החיצוניות השליליות שנוצרות מפליטת גזי חממה, ולכן נמצא כפתרון היעיל ביותר כלכלית להפחתת הפליטות, בעולם ובישראל. לפיכך, מוצע ללוות את יעדי המדיניות באימוץ מס פחמן בשילוב מתן סובסידיות לשימוש במקורות אנרגיה שאינם מזהמים. מס פחמן המוטל על בסיס תקציב ממשלה ניטרלי, אינו מגדיל את נטל המס ועשוי להוביל לשיפור בביצועים סביבתיים וכלכליים.



מערכת פוטו-וולטאית תרמית בריכוז קרינה גבוהה. תאורטית, פריסת מערכת כזו על כ-2% משטח הסהרה תוכל לספק את צריכת החשמל העולמית / באדיבות: Airlight Energy ומעבדות IBM. פליקר, CC BY-ND 2.0

תודות

המחקר נערך במסגרת פרויקט Sustainable Economic Development (פיתוח כלכלי בר-קיימא) בהובלת המשרד להגנת הסביבה והמכון הישראלי לדמוקרטיה. המחברים מודים למר יובל לסטר, לד"ר גיל פרואקטור, לגב' דפנה אבירם-ניצן, למר רון קמרה, למר אליאור בליה, לגב' הילה שואף-קולביץ ולתוכנית אנרגיה, אקלים וסביבה (ECE Program) במכון IIASA על שיתוף הפעולה הפורה והמוצלח.

הלכה למעשה

ניר קנטור, מנהל איגוד כימיה, פרמצבטיקה ואיכות סביבה בהתאחדות התעשיינים:

היכולת להביא להפחתת פליטות של משק האנרגיה תוך פגיעה מינימלית בכלכלת המשק הישראלי תלויה במספר כלים משלימים, שחייבים להתבצע במשולב ובמקביל:

- קביעת מדיניות ארוכת-טווח לשם הבטחת רציפות ויציבות ביכולת ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים וכן ברכישתה במחירים תחרותיים.
- קביעת אסדרה לכל מגזרי המשק לקידום מהיר של תוכניות להפחתת פליטות בהליכים בירוקרטיים מינימליים, תוך התמודדות עם סתירות בין מאסדרים, שעלולות לעכב קידום פרויקטים.
- עידוד מחקר ופיתוח משמעותיים שיביאו לפיתוח טכנולוגיות ישראליות מתקדמות להפחתת פליטות

בארץ ובח"ל.

- הענקת תמריצים משמעותיים ומתמשכים לאורך זמן לכלל המגזרים כדי לעודד מעבר לאנרגיה ממקורות מתחדשים.
- קידום פתרונות אנרגיה ממקורות מתחדשים חלופיים (מימן לדוגמה), שאינם בהכרח חשמל, בשל אי-התאמת הפתרון של חשמול לכל המערכות, בייחוד במגזרי התעשייה והתחבורה.
- הנהגת מנגנון למניעת "דליפת פחמן" (מס גבולות), שימנע אפליה של הייצור המקומי על חשבון יבוא ממדינות שמיסוי הפחמן בהן נמוך מזה שבישראל.

מס פחמן הוא אמצעי להפחתת פליטות גזי חממה, אולם יעילותו תלויה בקיומן של חלופות בנות-השגה וריאליות מבחינה כלכלית. ללא יישום הכלים המשלימים המצוינים מעלה טרם הטלת מס הפחמן, יהווה המס נטל כלכלי בלבד, ללא תרומה משמעותית להפחתת פליטות. כמו כן, יש לזכור כי הטכנולוגיות לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים אינן מתקדמות דיין כדי לספק את צורכי המשק באופן יציב ורציף, ועל כן יש לפעול לעידוד המו"פ בנושא, אך במקביל יש להמשיך במיצוי החלופות הזמינות לשלב הביניים, דוגמת גז טבעי.

מקורות

1. Argov E and Tsur S. 2019. [A long-run growth model for Israel](#). Jerusalem: Bank of Israel (BOI).
2. Arndt C. 2016. A sequential approach to integrated energy modeling in South Africa. *Applied Energy* **161**: 591–599.
3. Bohringer C and Rutherford TF. 2008. Combining bottom-up and top-down. *Energy Economics* **30**(2): 574–596.
4. CBS. 2017. [Projected population growth, Israel 2065](#).
5. Fricko O. 2017. The marker quantification of the shared socioeconomic pathway 2: A middle-of-the-road scenario for the 21st century. *Global Environmental Change* **42**: 251–267.
6. Gielen D. 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews* **24**: 38–50.
7. Helgesen PI and Tomasgard A. 2018. From linking to integration of energy system models and computational general equilibrium models – Effects on equilibria and convergence. *Energy* **159**: 1218–1233.
8. Hourcade JC, Jaccard M, Bataille C, and Gherzi F. 2006. [Hybrid modeling: New answers to old challenges – Introduction to the special issue of the Energy Journal: Hybrid Modeling](#). *The Energy Journal* **2**: 1–12.
9. Huppmann D. 2019. The MESSAGEix Integrated Assessment Model and the ix modeling platform (ixmp): An open framework for integrated and cross-cutting analysis of energy, climate, the environment, and sustainable development. *Environmental Modelling and Software* **112**: 143–156.

- Orthofer C, Huppmann D, and Krey V. 2019. South Africa after Paris – Fracking its way .10
to the NDCs? *Frontiers in Energy Research* **7**: 1–20
- Palatnik RR. 2019. The economic value of seawater desalination – The case of Israel. .11
In: Wittwer G (Ed). *Economy-Wide Modeling of Water at Regional and Global Scales: Advances in Applied General Equilibrium Modeling*. Singapore: Springer
- Palatnik RR, Tavor T, and Voldman L. 2019. The symptoms of illness: Does Israel .12
suffer from “Dutch Disease”? *Energies* **12**(14): 10.3390/en12142752
- Pindyck RS. 2019. The social cost of carbon revisited. *Journal of Environmental* .13
Economics and Management **94**: 140–160

קריאה נוספת

במסמך זה מרכזים נתונים על תמחור פחמן באמצעות מיסים או מערכות סחר במכסות פליטות פחמן בשישה ענפי משק ב-44 מדינות. זהו מסמך רקע הכולל נתוני תמחור פחמן בפועל ברחבי העולם.

מרכז המחקר והמידע של הכנסת. 2022. [נתונים על תמחור פחמן במדינות ה-OECD וה-G20 לפי ענפי משק](#).

מסמך המציג רקע לדיון בשינוי האקלים, בעיקר מנקודת המבט של המדיניות הכלכלית. המסמך מתאר ומנתח את השתלבות ישראל במאמץ הבין-לאומי ומסכם הצעות והמלצות למדיניות בישראל.

בנק ישראל. 2020. [המאבק העולמי בהתחממות הגלובלית והשלכותיו על ישראל](#).