

עדי וולפסון

המחלקה להנדסה כימית, SCE –
המכללה האקדמית להנדסה ע"ש
סמי שמעון

אופירה אילון

החוג לניהול משאבי טבע וסביבה,
אוניברסיטת חיפה; מוסד שמואל
נאמן, הטכניון

אורנה רביב

מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות
לאומית, הטכניון – מכון טכנולוגי
לישראל

דניאל מדר

SP Interface

ציטוט מומלץ

וולפסון ע, אילון א, רביב א ומדר ד.
2024. מחקר ופיתוח בתחום
הסביבה בישראל ומסחרו – חסמים
והסרתם. *אקולוגיה וסביבה* 15(2).



גידול עדשת מים (Lemna) בחממות יישובי צוחר שבנגב המערבי. חברת Genus מגדלת את עדשת המים כמקור חלבון מן הצומח לשימושי תעשיית המזון

מחקר ופיתוח בתחום הסביבה בישראל ומסחרו – חסמים והסרתם

30 באוגוסט, 2024

גיליון קיץ 2024 / כרך 15(2)

סקירות

תקציר

מחקר ופיתוח (מו"פ), חדשנות ויזמות מהווים מנוע לצמיחה כלכלית ולפיתוח חברתי. בתוך כך, מו"פ סביבתי, המתייחס לשימוש במודלים, בטכנולוגיות, בשיטות ובכלים שונים כדי להשיג את יעדי הקיימות של האו"ם, קיבל בעשורים האחרונים תשומת לב מיוחדת. הפיתוח והיישום של טכנולוגיות סביבתיות נתקלים בחסמים, בפרט בשלב המעבר מהאקדמיה לשוק ובהטמעה במשק בישראל ובעולם. חלק מהחסמים הללו מוגדרים כחסמים חיצוניים, כגון אסדרה (רגולציה) ומימון, ואחרים מוגדרים כחסמים פנימיים, כגון יכולות או ידע במסחר. החסמים האלה קיימים באקדמיה, במשרדי ממשלה ובמשק ובכל שלבי המו"פ: פיתוח, מסחר ויישום.

החסמים המרכזיים בישראל הם חסמים בתחום המדיניות הסביבתית הרפה, ובעיקר אי-עמידה ביעדים שהוצבו, והמחסור ביעדים סביבתיים לאומיים ארוכי-טווח שיספקו אופק יציב למפתחים וליזמים. נוסף על כך, האסדרה אינה מקדמת מו"פ סביבתי, והתקצוב למו"פ שכזה נמוך ואינו מובטח לאורך זמן. ישנם גם חסמים בשלבי המסחר והיישום, בעיקר ביכולת להטמיע את הטכנולוגיות במשק. הצעדים להסרת החסמים הללו קשורים לקידום מדיניות ואסדרה סביבתית מחמירה וארוכת-טווח, תוך הפסקת סבסוד גורמים מזהמים והפנמת עלויות חיצוניות; המלצתנו היא להקים מוסד לאומי למחקר סביבה שיקצה תקציבים מוגדלים ומובטחים, ויקדם מחקרים רב-תחומיים ושיתופי פעולה בין היזמים, התעשייה והרשויות.

הקדמה

בשנים האחרונות השיח הבין-לאומי על המשבר הסביבתי והאקולוגי מתמקד בצעדי מדיניות מגוונים, בתקציבים ובטכנולוגיות שיש ליישם כדי למתן את ההשפעה ההרסנית של האנושות על הסביבה הטבעית מחד גיסא, ולהסתגל לשינויים בסביבה ולהשפעתם על האנושות, מאידך גיסא. בתוך כך, יש דגש מיוחד על פעולה בשני מסלולים מרכזיים: הראשון – קידום מו"פ סביבתי באקדמיה ובתעשייה, לצד יזמות וחדשנות במשק ובקהילה, כך שיהוו מנוע לצמיחה כלכלית ולפיתוח חברתי ויתמכו בשינויים המשמעותיים הנדרשים בשטח; השני – קידום מסחור של טכנולוגיות סביבתיות באמצעות הפיכה של מוצרים ושירותים למסחריים והעברה של הטכנולוגיות משלב המו"פ אל המשק [19,11].

מו"פ סביבתי מתייחס לשימוש במודלים, בטכנולוגיות, בשיטות ובכלים שונים כדי להשיג את יעדי הקיימות של האו"ם (Sustainability Development Goals - SDGs), והוא אחד האמצעים המרכזיים לקידום פיתוח בר-קיימא וצמיחה ירוקה [16]. המושג "מו"פ סביבתי" רחב, וכולל תחומים רבים, ובהם מניעת זיהום, פיתוח ייצור תעשייתי נקי, ניטור מזהמים, טיפול בשפכים, טיפול בפסולת ובקרקעות מזוהמות, פיתוחים בתחום המים, האנרגיה והחקלאות ועוד [17].

למוסדות להשכלה גבוהה יש תפקיד ראשון במעלה בקידום מו"פ סביבתי, גם בביצוע מחקר בסיסי ויישומי ובהכשרה של חוקרים עתידיים, וגם בהעצמה של סטודנטים בתחום היזמות והחדשנות ובהכשרה של עובדים במגוון תחומים סביבתיים הדרושים למשק. המחקרים האלה נעשים בעיקר במימון ממשלתי ובמימון של קרנות מחקר בין-לאומיות וגופים פילנתרופיים מקומיים ועולמיים, וכן בתמיכה של התעשייה. מו"פ ככלל, ומו"פ סביבתי בפרט, מתבצע לעיתים באופן עצמאי גם בתעשיות השונות, בכפוף לצרכים ספציפיים יותר.

המעבר של תוצרי מחקר טכנולוגי-סביבתי משלב המחקר לשלבים הבאים נעשה בעיקר בשיתוף פעולה של חוקרים מהאקדמיה באמצעות חברות המסחור במוסדות להשכלה גבוהה עם רשות החדשנות ועם חברות בתעשייה. המעבר כולל חתימת הסכמי מסחור (לרבות רישומי פטנטים), קבלת מימון מחברה מסחרית, חתימת הסכם כוונות וכן חתימת הסכם רישיון מלא. עם זאת, למרות התועלת הרבה שניתן להפיק מטכנולוגיות סביבתיות, יש לא מעט חסמים בהעברה שלהן מהאקדמיה למשק ובהטמעה שלהן במשק. חלק מהחסמים דומה לאלה הקיימים במסחור של טכנולוגיות אחרות, וחלק ייחודי לתחום או אף למדינה זו או אחרת.

חסמים למו"פ ולמסחורו

מסקר ספרות עולה כי ניתן לחלק את החסמים למסחור מו"פ לשניים: חסמים פנימיים של הארגון, לדוגמה כוח אדם וציוד, וחסמים חיצוניים, כדוגמת אסדרה. דרך נוספת היא לחלק אותם לשלוש קטגוריות: חסמי ממשל, חסמי טכנולוגיה וחסמים אנושיים. בכל הקשור לממשל, שני הגורמים המרכזיים המשפיעים הם מדיניות ואסדרה מקילות, שאינן מציבות יעדים גבוהים ומחמירים בנושאים סביבתיים והיעדר מימון לפיתוח ולקידום הטכנולוגיות הסביבתיות [7]. חסמים טכנולוגיים כוללים, בין השאר, היעדר מבחן תפעולי ומסחור בנתונים. החסמים האנושיים מתייחסים להעדפות אישיות של החוקרים, לחוסר זמן ועוד [7].

איור 1 מציג את יחסי הגומלין בין שלושת הגופים המרכזיים הקשורים לקידום של מו"פ ושל מסחורו: האקדמיה, המשק והממשל, ואת שלושת החסמים המרכזיים בתחום. חסמים שונים (המעגל החיצוני) עלולים לעכב או למנוע את היישום בשלב המו"פ, וכן את המסחור וההטמעה במשק, שכן לתעשייה אין תמריץ או חובה להטמיע, עקב המדיניות הסביבתית הרפה.



חסמים למו"פ בתחום הסביבה ולמסחר

החסמים בתחום המו"פ הסביבתי ומסחרו מגוונים. חלק מהם זהים לאלה הקיימים בתחומי החדשנות האחרים, וחלק בולטים יותר בתחום הסביבה ואף ייחודיים לתחום הסביבה.

לאורך השנים השתמש האדם בסביבה ובמשאבי הטבעיים והביא לרווחה כלכלית ואנושית. עם זאת, בעשורים האחרונים גברה ההבנה כי משאבי הטבע הם משאב מתכלה, שניצול לא מושכל שלהם פוגע בסביבה ובאדם. בתוך כך, תכלית מו"פ הסביבה היא להפחית את הפגיעה בסביבה ואף לסייע לה ולאדם. בתוך כך, מו"פ זה מחייב מדיניות ואסדרה תומכת, פעמים רבות כנגד כוחות השוק ולעיתים אף כנגד אסדרה ומדיניות קיימות.

ואכן, מחקרים בעולם מצאו כי החסמים המרכזיים בקידום מו"פ סביבתי הם היעדר מדיניות סביבתית או קידום של מדיניות אנטי-סביבתית על ידי הממשלה. חסמי המדיניות משפיעים על האסדרה, שתפקידה לדחוף לקידום מחקר ופיתוח של טכנולוגיות בתחום, וכן על התקצוב הממשלתי בתחום [6]. כמו כן, חסמי המדיניות משפיעים על כלל שלבי המחקר, המסחר והיישום. קיימים גם חסמים פנימיים, שהעיקריים בהם נגזרים מהמורכבות והמרחב-תחומיות של המחקר בתחום הסביבה וכן מחוסר הוודאות הגדול, שקיים בשלבי המסחר והיישום (איור 2).



דו"ח אירופי מקיף, שסקר חסמים עיקריים בשלבי המו"פ הסביבתי וביישום טכנולוגיות סביבתיות באירופה, מצא כי קיימים קשיים של נגישות למימון, סוגיות מורכבות ובין-תחומיות של זכויות קניין רוחני וקידום אקדמי, וכן אי-ודאות טכנולוגית [5]. מחקר נוסף מצא כי החסמים המרכזיים בשימוש בתוצרי מו"פ סביבתי בעולם כולו כוללים את הצורך בשיתוף פעולה, בלמידה ארגונית, בהסמכה אקולוגית וכן בהיצמדות לטכנולוגיות מסוימות ומוכרות [11]. מחקר אחר, שבדק את המו"פ הסביבתי בקוריאה, מצא חסמים, שיכולים להתאים גם לישראל, ובכללם: שוק מקומי קטן יחסית המחייב פיתוח מוצרים לשוק הגלובלי בשביל להפיק רווחים משמעותיים לחברות; מחירי חשמל נמוכים יחסית, שאינם כוללים עלויות חיצוניות משמעותיות, המקשים על קידום מו"פ בתחום האנרגיה; היעדר תוכנית פעולה לאיפוס פחמי ב-2050 המונעת תמריצים למו"פ אקלימי; מסקנות הוועדה הלאומית

לצמיחה ירוקה אינן מחייבות ואינן נאכפות; היעדר תמיכה מספקת למו"פ של עסקים קטנים ובינוניים; היעדר שטח לפיתוח אנרגיות ממקורות מתחדשים [8]. עם זאת, בתנאים הנכונים מגבלות עשויות להוות גם זרז למו"פ, כדוגמת מו"פ בתחום המים בישראל (השקיה, התפלה, טיפול בשפכים והשבתם לשימוש), שצמח בשל מחסור במים, או מחסור בשטח להפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים שדוחף לדו-שימוש.



מערכת טפטוף שפותחה ויוצרה על-ידי חברת נטפים | צילום: נטפים, באדיבות World Water Week, פליקר, [CC BY 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/)

חסמים מרכזיים וייחודים לקידום מו"פ סביבתי בישראל

כאמור, מדיניות לאומית סביבתית יכולה להוות מנוף או חסם מרכזי לקידום מו"פ סביבתי ולפיתוח טכנולוגיות סביבתיות. הנושאים האלה משמעותיים יותר בישראל, בעיקר משום שהמדיניות הסביבתית מפגרת בעשור או שניים אחרי רוב מדינות ה-OECD (הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים) [15].

חסמים נוספים בישראל הם סבסוד דלקי מחצבים (דוגמאות לכך הן מימון ההסבה לגז טבעי של מפעלים, בסיסים ובתי חולים, ומימון ההגנה על אסדות הגז) ומדיניות לא עקבית בנושא האנרגיות המתחדשות ובקידום האגירה. כמו כן, בישראל אין מדיניות להכללת עלויות חיצוניות במחיר המוצר (לדוגמה, הטלת מס פחמן, כפי שנעשה באירופה), ולכן, לכאורה, החלופות הסביבתיות יותר אינן עומדות במבחן הכדאיות הכלכלית.

המכון הישראלי לדמוקרטיה מיפה בשנת 2022 את החסמים לחדשנות באקלים-טק בישראל, ומצא שהחסמים המרכזיים הם אסדרה, חוסר בסיוע ממשלתי ליזמי אקלים בשלבי "עמק המוות" (כלומר מהמימון הראשוני של חברת ההזנק ועד לשלב שתזרים המזומנים נעשה מאוזן), ומחסור בסיוע מימוני לקידום החדשנות ולעידוד הביקוש המקומי [1]. בבדיקה של רשות החדשנות, שסקרה כ-200 חברות ישראליות בתחום האקלים-טק [4], נמצא ששלושת האתגרים המהותיים העומדים בפני החברות במהלך שלבי הפיתוח והצמיחה הם גישה להון, מכשולים רגולטוריים והתרחבות ופריסה, ובפרט:

1. קושי בגיוס משקיעים ויישום החדשנות – חברות הזנק העוסקות בתחום מתמודדות עם קשיים בגיוס השקעות הון סיכון וביישום של הטכנולוגיות בשטח, כיוון שפתרונות רבים בתחום מורכבים מבחינה טכנולוגית, והשוק בתחום מוגבל.
2. אסדרה מורכבת – אסדרה בתחום עשויה לעכב יישום של חדשנות, בעיקר במגזר הציבורי ובתשתיות לאומיות ועירוניות, שהם הלקוחות הבולטים ביותר של טכנולוגיות בתחום האנרגיה והמים. כאמור, קיימת אסדרה שתומכת בפגיעה בסביבה ומעכבת מו"פ סביבתי (לדוגמה, סבסוד דלקי מחצבים, מדיניות אגרסיבית לפיתוח שטחים פתוחים).
3. חוסר בשלות – מחסור בביקוש לתוצרים מהווה מכשול להתרחבות של החברות גם לאחר פיילוט מוצלח.

במהלך השנים לא זכתה לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת סביבה לתקציבים, אלא התבקשה לתת מענה מחקרי בגישה של "כיבוי שרפות" לסוגיות ספציפיות של מפגעים סביבתיים אקוטיים, כדוגמת מחקרים שנגזרו

מתוך התוכניות להפחתת זיהום אוויר במפרץ חיפה, טיפול בזיהומים בים וביבשה וכדומה. נוסף על כך, למעט בשנים 2021–2022, תחום מו"פ הסביבה תוקצב באופן זעום על-ידי המדינה באפיקים אחרים (רשות החדשנות, משרד המדע, המועצה להשכלה גבוהה, הוועדה לתכנון ולתקצוב [ות"ת]). על כן, היקף המחקר בתחומי הסביבה באקדמיה הישראלית, כלומר מספר הפרסומים והפטרנטים, נמוך מאוד [2] בהשוואה למדינות ה-OECD, והייתה פגיעה בקידום טכנולוגיות סביבתיות. נוסף על כך, מאחר שהחוקרים באקדמיה מעדיפים לפרסם מחקרים שיש להם השפעה עולמית, נפגע קידום מחקרי סביבה, שרלוונטיים בעיקר לישראל.

בשלב המעבר של מו"פ וטכנולוגיות סביבה מהאקדמיה לתעשייה בישראל זוהו ארבעה חסמים מרכזיים [3]:

1. מימון – מחסור במקורות מימון לשלבי מו"פ מוקדמים של טכנולוגיות סביבה, המאופייין בעלויות גבוהות לצד סיכון מוגבר.
2. טכנולוגיה – ביקוש מוגבל מצד תעשיית הייצור, הן בשל רתיעה בתעשיית הייצור המסורתית מהסיכון הטכנולוגי והעדפה להשקיע במו"פ שיתורגם לרווח כלכלי, הן כפתרון לדרישות אסדרה.
3. שוק – ביקוש מוגבל מצד חברות לחדשנות סביבה בשל גודל הכלכלה בישראל והיעדר מדיניות סביבתית מחמירה.
4. מדיניות מו"פ – מחקר סביבתי ממוקם בעדיפות נמוכה בחברות המסחור.

דו"ח המכון הישראלי למדיניות ציבורית מ-2020 בנושא "קידום מסחור בתחום הקלינטק בישראל" מחזק את הטענה כי שלב המסחור הוא אחד האתגרים העיקריים של חברות הזנק ישראליות בתחום הקלינטק [18]. על פי הדו"ח, מסחור מוצלח מתחיל בראש ובראשונה ביישום הקלינטק במדינות עצמן, במספר המועסקים בתחום במשק המקומי ובכוח היצוא של המדינות.

לבסוף, מגבלות נוספות וייחודיות לישראל קשורות למגמה בת עשרות שנים של גידול הולך וגובר בשיעור האוכלוסייה שאינה לומדת לימודי ליבה, אינה מסיימת לימודים עם תעודת בגרות, אינה לומדת לימודים אקדמיים ואינה משתלבת בשוק העבודה בתחום המו"פ (בעיקר בדואים וחרדים). גם לא-יציבות פוליטית, לניסיונות לשנות את המערכת המשפט ולמאבק הפוליטי והציבורי בעקבותיהם ולמלחמת חרבות ברזל יש ויהיו השפעות שליליות נוספות.

ככל הנראה, ההשפעות האלה יוצרות חסמים בסדר גודל משמעותי יותר משאר החסמים "הרגילים" שהוזכרו לעיל – מצניחה דרמטית בהשקעות מו"פ בישראל, דרך בריחת מוחות עקב המשברים בישראל מאז ינואר 2023 (2023–2024, המאופיינות בהפיכה המשטרית ובמלחמה), ועד זיהוי מגמה של חרמת מדענים ומו"פ ישראליים בעולם. בהקשר זה חשוב לציין כי דו"ח חדש של רשות החדשנות וארגון PLANETech מצא כי ההשקעות בתחום הסביבה בכלל והאקלים בפרט בישראל במחצית הראשונה של 2023 פחתו בצורה דרמטית, מהשקעה של 2.27 מיליארד דולר בקליימט-טק בשנת 2022 ל-551 מיליון דולר במחצית הראשונה של 2023 (ירידה של 52% בחציון הראשון של 2023). הירידה נובעת בעיקר מהאטה בהשקעות ההון בשלב הצמיחה ומירידה במספר העסקאות בתחום [13].



פאנלים סולאריים מתכוננים מעל כרם גפני יין. ניסוי בחקלאות אגרי-וולטאית שמבצעת חברת Agri-Light בשיתוף חברת EDF, המתקיים במו"פ רמת הנגב

הסרת חסמים לקידום מו"פ סביבתי בישראל

קיימות מספר אסטרטגיות להסרת חסמים במו"פ סביבתי, והן מתחלקות בין שלושת המגזרים הרלוונטיים:

הממשלה – קידום מדיניות סביבתית ומדיניות תמיכה ועידוד מו"פ סביבתי כדי להקל על שלבי המסחר והיישום; **האקדמיה** – תפקידים של מוסדות חינוך בהכשרה של דור חדש של מהנדסים, מדענים וכדומה; **התעשייה** – הרצון, לצד היכולת, להטמיע טכנולוגיות חדשות [14].

מחקרים שונים מצאו כי המנועים שדוחפים ליישום תוצרי מו"פ סביבתי נוגעים למניעים פנימיים בחברות עקב הדאגה לאיכות הסביבה, לשיפור המוניטין ולהפחתת עלויות, בעוד שהמניעים החיצוניים החשובים ביותר הם לחץ של לקוחות, תחרות ולחץ רגולטורי [10]. מחקר אחר מצא כי המנועים העיקריים ליישום חדשנות סביבתית הם משאבים פיזיים, מיומנויות ויכולות, מעורבות בשרשרת אספקה ירוקה, תרבות ארגונית וידעית ליישום של טכנולוגיות סביבתיות, המתח בין הטמעת מוצרים חדשים (Technology push) לשימוש במוצרים קיימים (Market pull) ומשאבי מימון פנימיים [11].

המכון הישראלי לדמוקרטיה הציע מספר כיוונים להסרת חסמים לקידום חדשנות בתחום האקלים בישראל [1]:

- יצירת מתווה ברור להגדרת פיתוח טכנולוגיות מיטביות (BAT – Best Available Techniques) לטיפול בבעיות סביבתיות והענקת ליווי וסיוע לחברות.
- הקמת מאגר ידע של פתרונות טכנולוגיים עדכניים ו-BAT, בדגש על פתרונות שפותחו בארץ, שיאפשר למאסדר וליזמים לאתר ולקדם את הטמעת הטכנולוגיות.
- ביסוס תהליך סדור ושקוף במסלולי הקולות הקוראים של משרד הכלכלה והתעשייה כדי למנוע עיכובים ולאפשר הגעה לשלב ההטמעה.

גם מחקר של מכון מילקן הציע מענה לחסמים בתחום המו"פ בתחומי הסביבה בישראל: הקצאת תקציב ממשלתי להשתתפות בסיכון הטכנולוגי, עידוד חברות מסחר סביבתי באקדמיה ותמיכה בחברות שמיישמות טכנולוגיות סביבה ישראליות [3]. המכון הישראלי למדיניות ציבורית הציע מספר תחומי מפתח לפעולה ממשלתית, הנדרשים כדי לעזור ליזמים ולחברות להתגבר על אתגר המסחר בתחום הקלינטק: הצגת מנהיגות אקלימית והאצת הפיתוח והפריסה של פתרונות קלינטק, מינוף המסחר באמצעות שילוב של מדיניות רגולטורית סביבתית ותמריצי חדשנות, תמיכה בשיתוף פעולה אסטרטגי ציבורי-פרטי בכניסה של קלינטק לשוק, הקמת קרן צמיחה בתחום הקלינטק וחיוזוק התמיכה במימון לקלינטק בשלבים מוקדמים [18].

המלצות: צעדים מרכזיים להסרת חסמים בישראל

על סמך סקר הספרות ובחינת המצב בשטח בתחום, אנו מציעים את הצעדים המרכזיים הבאים להסרת החסמים לקידום מו"פ סביבתי ומסחרו בישראל. המלצות מרוכזות על פי שתי הקטגוריות העיקריות שמשפיעות על קידום המו"פ הסביבתי ומסחרו, על מדיניות ועל מימון, ובסדר יורד של חשיבות.

המלצות מדיניות

1. החזרה מידידת של המשק הישראלי למסלול צמיחה ולבצע צעדים שיאפשרו לבנות מחדש את המשק טוב יותר (כדוגמת הגרין דיל האירופי בעת היציאה ממשבר הקורונה) [19].
2. קידום אסדרה סביבתית מחמירה ואכיפה של עמידה ביעדים סביבתיים – הסרת חוסר ודאות.
3. הקמת מוסד לאומי למחקר סביבה, שירכז את המידע הנדרש, את סדרי העדיפות ואת פעילות המחקר בתחום באקדמיה.
4. מיקוד תעשיית חברות ההנזק בישראל בחדשנות סביבה, לרבות בנושאים כמו שימוש בבינה מלאכותית, חישה מרחוק ועוד.
5. שיתוף הרשויות המקומיות – פיתוח אסדרה מקומית מבוססת מדע ופתרונות מותאמי אוכלוסייה ואזור.
6. חינוך – הגברת החינוך הסביבתי לכל הגילים והפנמת החשיבות של פיתוח בר-קיימא בהיבטים של חינוך, רווחה, צריכה ועוד. שילוב נושאי סביבה בתחומי לימוד ובמסלולי לימוד שונים באקדמיה.
7. השתתפות עלויות חיצוניות של פליטת זיהום על פעילות כלכלית שפוגעת בסביבה, ובפרט הטלת מס פחמן אפקטיבי.
8. מתן מענקים להשקעות בהתייעלות אנרגטית במפעלים ותקצוב נוסף למפעלים שיטמיעו טכנולוגיות ישראליות.
9. ביטול סובסידיות, השקעות לאומיות ומדיניות שנותנות עדיפות לדלקי מחצבים.
10. אימוץ חדשנות בת-קיימא בממשלה כמובילת שינוי (Lead by example) – הממשלה, גופי הסמך, מוסדות הציבור, הרשויות המקומיות והחברות הממשלתיות נדרשות למלא תפקיד מוביל באימוץ טכנולוגיות נקיות והפחתת פליטות.
11. יצירת "ארגו חול" רגולטורי (גישה המאפשרת להתנסות בפעילות חדשנית במשך פרק זמן מוגבל, תוך פיקוח ואכיפה של המאסדר) לקידום הטמעה של טכנולוגיות חדשניות.
12. ביטול המדיניות האגרסיבית של פיתוח שטחים פתוחים בישראל.

המלצות מימון

1. יצירת מערכת תמריצים ממשלתית לעידוד ההשקעה במו"פ סביבתי כבר בשלבים המוקדמים כדי ליצור אופק יציב – תקצוב ממשלתי קבוע ומובטח במשרדי הממשלה השונים, ובפרט הגדלת היקף תקצוב המו"פ הסביבתי האקדמי על-ידי הממשלה.
2. גיוון באופן התמיכה, בנקודות הזמן שהיא ניתנת ובמשך זמן התמיכה לאורך חיי המוצר כדי לתת מענה לתחומי הסביבה השונים ולשלבים השונים של המו"פ והמסחור.
3. השקעות במימון של מיזמי חלוץ ותמיכה בשלבים של אב-טיפוס ומתקני חלוץ להפחתת הסיכונים. בתוך כך, קידום פרויקטים של אתרי הדגמה לחדשנות ישראלית – סיוע לחברות עסקיות גדולות להוביל ולהוות דוגמה לשימוש בטכנולוגיות פורצות דרך ישראליות, וכן לקדם שיתוף פעולה בין חברות עסקיות מובילות ליזמים מקומיים.
4. תמיכה כספית בליווי מקצועי וייעוץ עסקי – בפרט בשלבי הפיתוח והמסחור של הטכנולוגיות.
5. מיקוד התמיכה בתוכניות של שיתופי פעולה ומאגדים ליצירת מחקרים משותפים, מקיפים וארוכי-טווח בשיתוף פעולה בין חברות וחוקרים. יצירת שיתופי פעולה בין המגזרים הציבורי, הפרטי והפיננסי, ארגוני החברה ואזרחים פרטיים.
6. מימוש תוכנית לרכש של חדשנות במטרה לעודד יוזמות וחדשנות וליצור אופק ברור ויציב.
7. בניית מערכת של אמצעים גמישים לתמיכה בחברות – הפעלת ארגז כלים או מערך מדיניות, שיאפשרו גמישות, והתמיכה צריכה להיות ברורה ומתאימה לכל מקרה באופן פרטני.

המאמר מבוסס על עבודה בנושא מחקר סביבתי בישראל – מיפוי, חסמים ואמצעים להסרתם 2019–2022 שהכינו מחברי המאמר, במסגרת מחקר שהתבצע במוסד שמואל נאמן, עבור ועדת הסביבה במועצה הלאומית למחקר ופיתוח במשרד המדע (המולמו"פ).

תגובת המועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי (המולמו"פ)

בעידן הנוכחי פתרונות הטיפול בסביבה דורשים רתימת טכנולוגיות חדשניות, כגון בינה מלאכותית, עיבוד נתוני עָמָק, רובוטיקה וננוטכנולוגיות. הצורך במדיניות מו"פ סביבתי בישראל הוא הכרח גם ברמת הצורך בשינוי סביבתי וגם ברמת הדרישה העולמית מצד ארגונים בין-לאומיים, דוגמת הבנק העולמי והארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD), שמחזקים את הצורך באסדרה סביבתית ובהקפדה על מדיניות סביבה. המאמר של וולפסון ואחרים מצביע על שורה של צעדים להסרת חסמים ולקידום המו"פ הסביבתי בישראל, הכוללים התייחסות לפעילות ברמה המוסדית, לאסדרה, לחינוך, למנגנוני מימון, להתמודדות עם סובסידיות מזיקות ועוד. ההמלצות האלה מתבססות על עבודה מקיפה שהמחברים הכינו עבור ועדת הסביבה של המולמו"פ לסייע לה בהתוויית דרכה.

ועדת הסביבה, שהוקמה במולמו"פ בשנת 2022, נועדה להוביל המלצות לממשלה בהמשך לחוק המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח אזרחי – התשס"ג–2002. כך היא עושה גם בימים אלה, עת הוגשו המלצות המועצה לוועדת השרים לענייני מדע ביולי 2024 במסגרת פרסום הדו"ח השנתי שלה. בין ההמלצות המופיעות בדו"ח: יצירת מסגרות, תקציבי מחקר ייעודיים ותמריצים מחקריים ומבניים לקידום מחקר רב-תחומי בתחומי הסביבה; המלצה לות"ת להכרה בקרנות בתחומי הסביבה – של המדענים הראשיים במשרד להגנת הסביבה, ברשות הטבע והגנים ובקרן הקימת לישראל – כקרנות תחרותיות שוות ערך לקרן המדען הראשי במשרד הבריאות ובמשרד החדשנות המדע והטכנולוגיה; בחינת מתן מעמד סטטוטורי למשרד להגנת הסביבה במכוני המחקר בישראל; אסדרה לאומית של ניטור המגוון הביולוגי ככלי לקבלת החלטות; עידוד השימוש בתקציבי רשות החדשנות כמנוף לקידום מו"פ טכנולוגי הניתן למסחור בתחומי הסביבה, בהנחה כי כוחות השוק יפעלו בצורה טובה בתחום הזה.

במקביל, המולמו"פ המליצה בפני משרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה להקים רשות עליונה למחקרים יישומיים לטובת החברה, שתזוה צרכים לאומיים ותקצה להם סכומים משמעותיים. נערכו כבר מספר דיונים בנושא, והסוגיה נמצאת בשלבים סופיים של הכנת הצעה. אנו מקווים כי הקמת קרן לאומית למחקרים לטובת החברה תתרום אף היא למתן מענה להמלצות כתובי המאמר.

פרופ' תמר דיין, ראש ועדת סביבה במועצה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי (המולמו"פ) ודבי קאופמן, יועצת מדיניות מו"פ במולמו"פ

הלכה למעשה

אשל ליפמן, שותף עצמאי בקרן האקלים Extantia Capital ומייסד Ignite The Spark (חל"צ):

לאור רוחבו הרב של המונח 'חדשנות בתחום האקלים', קשה להקיף אותו ואת כל חסמיו במאמר אחד. למרות זאת, כותבי המאמר אפיינו בצורה יפה את מגוון האתגרים הרלוונטיים. היזמים – בין אם הם למשל חוקרים באוניברסיטה, שותפים-מייסדים בחברת הזנק או מנהלים של חבר צומחת בתחום האקלים-טק (כחלק מכלל טכנולוגיות הסביבה) – נדרשים להתמודד עם החסמים ולמצוא דרכים להתגבר עליהם, ובו-בזמן להיות מוכנים להתמודד עם הלא נודע ואף עם חסמים חדשים שהם עלולים להיתקל בהם בהמשך דרכם. תפקיד המדינה הוא ליצור כר פורה ליזמים האמיצים במיוחד, שבחרים ללכת בדרך של יזמות בתחום האקלים, ולנסות להקטין את המורכבות הגלומה בחדשנות בתחום.

ניתן לראות שישנן מדינות (למשל, ארה"ב או מדינות באירופה) שהאיכות וההיקף של התוצרים שלהן בתחום המו"פ בסביבה צמחו באופן עקבי, וזאת בזכות דחיפה משמעותית של תוכניות עידוד בהיקף של מאות מיליארדי דולרים. תקציבי ענק משמעותיים חיוניים לצמיחה של מיזמי הזנק בשל הצורך להקים ולקדם תשתיות היקפיות, כגון מעבדות, הון אנושי ואתרי הדגמה. התשתיות נדרשות לשם הורדת הסיכון בהטמעת טכנולוגיית אקלים-טק משבשט חדשה, שאינה מתאימה בהכרח למודלים העסקיים הקיימים בשוק מבחינת אפשרויות מימון, סיכונים בהתאמה ובאימוץ של הטכנולוגיה ועוד, ולפיכך מובילה ליצירת שווקים חדשים.

מקורות

1. אבירם-ניצן ד, סומר א ופופליקר א. 2023. [הסרת חסמים לקידום חדשנות אקלים בישראל – תובנות והמלצות בעקבות דיוני צוות חדשנות אקלים](#). המכון הישראלי לדמוקרטיה.
2. אילון א, וולפסון ע, מדר ד ואחרים. 2019. [בחינת תחומי פעילות המחקר ופיתוח \(מו"פ\) – תשתיות וכוח אדם בתחום הסביבה והגנתה בתעשייה ובאקדמיה](#). חיפה: מוסד שמואל נאמן.
3. בלייח א. 2019. [מו"פ יישומי בטכנולוגיות סביבה](#). מכון מילקן לחדשנות.
4. רשות החדשנות. 2021. [הזדמנויות וחסמים באקלים-טק הישראלי](#).
5. Calleja I, Delgado L, Eder P, et al. 2004. [Promoting environmental technologies: Sectoral analysis, barriers and measures](#). Report from the Sustainable Production and Consumption Issue Group as a Contribution to the Environmental Technologies Action Plan. Report EUR 21002.
6. Donglin Wang D, Li J, and Liu Y. 2023. Evaluating barriers and strategies to green energy innovations for sustainable development: Developing resilient energy systems. *Frontiers in Energy Research* **11**: 1–12.
7. Greiner MA and Franza RM. 2003. Barriers and bridges for successful environmental technology transfer. *The Journal of Technology Transfer* **28**: 167–177.
8. Ihor H, Horin N, and Ukrayinets L. 2017. Barriers and drivers to eco-innovation: Comparative analysis of Germany, Poland and Ukraine. *Ekonomicko-Manazerske Spektrum* **11**: 13–24
9. Innovation Centre Denmark – Seoul. 2020. [Korea's Green Transition and Technology Strengths](#).
10. Jana H and Ruzzier M. 2016. Drivers of and barriers to eco-innovation: A case study. *International Journal of Sustainable Economy* **8**: 273–294

11. Kiefer CP, Del Río González P, and Carrillo-Hermosilla J. 2019. Drivers and barriers of eco-innovation types for sustainable transitions: A quantitative perspective. *Business Strategy and the Environment* **28**: 155–172.
12. Mitchell W and Singh K. 1996. Survival of businesses using collaborative relationships to commercialize complex goods. *Strategic Management Journal* **17**(3): 169–195.
13. Moise T and Schwimmer H. 2023. [Israel's State of Climate Tech 2023 – Innovating towards a better planet](#). PLANETech and the Israel Innovation Authority.
14. National Research Council. 1993. Commercialization of new materials for a global economy (Vol. 465). National Academies Press.
15. OECD. 2023. [OECD Environmental Performance Reviews: Israel 2023](#). OECD Environmental Performance Reviews. Paris: OECD Publishing.
16. Salvia AL, Leal Filho W, Brandli LL, and Griebeler JS. 2019. Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: Local and global issues. *Journal of Cleaner Production* **208**: 841–849.
17. Singh R and Kumar S (Eds). 2017. Green technologies and environmental sustainability. Springer International Publishing.
18. Süsser D. 2020. [Accelerating cleantech commercialization in Israel. Green innovation as catalyst for sustainable development](#). IPPI, Heinrich Böll Stiftung, and IASS Potsdam.
19. The European Commission. [The European Green Deal](#).
20. Wang Q and Zhang F. 2020. Does increasing investment in research and development promote economic growth decoupling from carbon emission growth? An empirical analysis of BRICS countries. *Journal of Cleaner Production* **252**(5): 119853.

קריאה נוספת

מדינת ישראל רואה בחדשנות משאב חיוני לשגשוג המשק. רשות החדשנות מציעה מסלולים שונים למסחור ידע מהאקדמיה לתעשייה.

רשות החדשנות. [מסלול מסחור ידע – ממוסד מחקר לתאגיד תעשייתי](#).

רשות החדשנות מציעה מסלול להשקעה בפיילוטים סביבתיים, שכן אחד הזרזים הקריטיים לטכנולוגיות סביבתיות היא הוכחת ההיתכנות.

רשות החדשנות. [מסלול השקעה בפיילוטים בתחום הגנת הסביבה](#).

מאמר הסוקר אסטרטגיות בין-לאומיות לזהות ולתעדף תחומי מו"פ, עם דגש על מו"פ סביבתי.

Wolfson A, Ayalon O, and Madar D. 2020. [National strategy for framing and prioritizing environmental protection research and development topics](#). *Sustainability* **12**(18): 7420.