

שירי צמח שמיר

בית הספר לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה

## הנזק הכלכלי של משבר האקלים

גיליון חורף 2019 / כרך 10(4) / היערכות למשבר  
5 ינואר, 2020  
האקלים

סקירות

### תקציר

משבר האקלים ועליית הטמפרטורה הממוצעת העולמית במחצית המאה האחרונה גורמים לאירועי מזג אוויר קיצוני תכופים יותר וחמורים יותר כמעט בכל מקום בעולם. עיקר הספרות האקדמית על אודות כלכלת שינוי האקלים עוסקת בשיטות של אפחות משבר האקלים והסתגלות אליו, יחד עם המלצות לכלי מדיניות כמו מס על פחמן או סבסוד מעבר לאנרגיות מתחדשות. כדי לתמוך בתהליכי קביעת מדיניות יש חשיבות גם לאמידת הנזקים הצפויים מאירועים אלה והשפעתם הכלכלית. הערכת הנזקים תאפשר למקבלי החלטות לקבוע סדרי עדיפויות לטיפול ברמה המקומית, הלאומית והעולמית.

מאמר סקירה זה בוחן מספר שאלות: כיצד ניתן להתייחס לשינוי האקלים במונחים כלכליים? מה השפעות משבר האקלים ברמה המאקרו-כלכלית והאם שינוי האקלים פוגע בצמיחה במשקים שונים? כיצד ישתנה המשק הלאומי בעקבות משבר האקלים ומהי השפעתו על מגזרים ספציפיים? כיצד ניתן לאמוד השפעה זו? ולבסוף, מהם כלי המדיניות האפשריים?

המאמר מציג הערכות רבות שבוצעו בארה"ב ובאירופה, ועולה מהן כי ההשפעות העיקריות של המשבר הן על מערכת הבריאות, על התשתיות פיזיות ועל החקלאות. בישראל בוצעו מעט מחקרים העוסקים בערכים המוניטריים של משבר האקלים, והם התמקדו בחקלאות ובהשפעת עליית מפלס הים. במאמר זה אני ממליצה לבצע הערכה כלכלית של השפעות שינוי האקלים בישראל, למשל על ענפי התיירות, התשתיות הלאומיות ומערכת הבריאות. נוסף על כך, מלבד יישום פעולות הסתגלות ואפחות שינוי האקלים, יש ליישם בישראל כלי מדיניות – כמו מס פחמן, עידוד טכנולוגיות חסכוניות ולא מזהמות, האצת המעבר לאנרגיה מתחדשת ופתרונות מבוססי טבע למיתון השפעות האקלים כדי להפחית את מגמת שינוי.

### מבוא

במונחים של ניתוח כלכלי, משבר האקלים הוא השפעה חיצונית שלילית (ייצור או צריכה הפוגעים בתועלת של צרכנים אחרים או ברווח של יצרנים אחרים); אולם בפועל ניתן להגדירו ככשל שוק, כלומר, שאין ביכולתו של השוק החופשי להתגבר עליו בכוחותיו, והפתרון שמגיע מהתערבות מדינית – אינו אופטימלי. כשל שוק זה הוא כנראה המשמעותי ביותר בהיסטוריה, והדבר נובע מכך שהוא משפיע על כל כדור הארץ. כלומר, יש פליטות גזי חממה שנוצרות במקום מסוים ויש להן השפעה מפוזרת על פני כדור הארץ בעוצמות שונות. נוסף על כך, הפחתת פליטות היא מוצר ציבורי עולמי קיצוני (מוצר או שירות שהשימוש בו על-ידי אחד אינו מגביל את שימושיהם של האחרים בו ואינו גורע מהם. במקרה הזה הפליטות אינן נסחרות בשוק, וגבולות של מדינות אינם מונעים מעבר גזי חממה). כל המדינות נהנות מהפליטות המופחתות, בעוד שרק המדינות שמפחיתות את הפליטות נושאות בעלות הפחתתן, כלומר, חלק מהמדינות "תופסות טרמפ" על חשבון מדינות אחרות [14]. אנו נוכחים כיום בהשלכות המדיניות של משבר האקלים – בעיקר בדמות אירועי מזג אוויר קיצוני והאסונות בעקבותיהם, ברמה העולמית וברמה המקומית [14], והן מחייבות פעולה עולמית משמעותית בהסתגלות אליו ובצמצום הגורמים לו.

לכאורה, אופיו של המשבר אמור היה להשפיע לרעה יותר על המדינות המתפתחות מאשר על מדינות מפותחות. אולם אין זה כך, משום שלאירועי הקיצון יש השפעה מאקרו-כלכלית ארוכת טווח על פוריות העבודה, על האטה בהשקעות, על עלייה בהוצאות בריאות, ועל הפחתת היצרנות בכלל והיצרנות החקלאית בפרט, והשפעותיהם ניכרות באופן דומה בכל הכלכלות [20].

ההשלכות של משבר האקלים על התחומים השונים בחיינו נסקרו רבות, בין היתר על-ידי הפאנל הבין-לאומי לשינוי האקלים של האו"ם (IPCC) והארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD), והניבו תחזיות פסימיות בדבר ההשפעה העצומה של משבר האקלים בכל רמות הכלכלה – הבין-לאומית, המדינית ואף במשקי הבית. מאמרים רבים בחנו את המשמעות הכלכלית של צעדי הסתגלות למשבר האקלים (למשל שיקום מערכות אקולוגיות), אך הספרות באשר להשפעות של משבר האקלים על הביצועים הכלכליים (התוצר, הצמיחה והרווחה) חדשה יחסית [20].

מטרת מאמר זה היא להציג מחקרים שונים העוסקים בהערכה כלכלית של הנזקים הצפויים בקרב המדינות השונות ועל תחומי החיים השונים. במאמר מסוכמים עיקרי הידע המדעי הקיים על אודות ההשפעות הכלכליות של שינוי האקלים ברמה העולמית, השפעתם על המשקים השונים ועל רווחת האדם. כמו כן, נסקרות ההשפעות הכלכליות של שינוי האקלים על תחומים שונים כמו חקלאות, מים, בריאות ועוד. לבסוף, ישנה התייחסות להשפעות על ישראל, והמלצות למדיניות הנדרשת להקטנת השפעתם של הגורמים המובילים לשינוי האקלים.



שטחים חקלאיים בישראל. המשרד להגנת הסביבה אמד את ההשלכות הכלכליות של הימנעות מפעולה למיתון שינוי האקלים, יחד עם עליית טמפרטורה של 45 מעלות עד שנות ה-80 של המאה ה-21. הנזקים הכלכליים לחקלאות הם 3 מיליארד ש"ח לשנה | מוטי קפלן

## השפעת שינוי האקלים על פעילות מאקרו-כלכלית וצמיחה

פעילות מאקרו-כלכלית נמדדת בין היתר בתוצר המקומי הגולמי או הנקי לנפש או על-ידי ההכנסה הלאומית לנפש. כדי לאמוד את הנזק המאקרו-כלכלי שמסב משבר האקלים, כלכלנים יכולים למדוד למשל כיצד צמיחה כלכלית עולמית מושפעת מעלייה בטמפרטורה ומשינויים במשקעים [12]. מחקרים המתמקדים בתחזיות של השפעות של שינוי האקלים לאורך זמן כוללים מודלי הערכה משולבים (IAMs), ונזקי האקלים נבדקים בהם בהיבט ההשפעות המצטברות בענפים שונים, ומשמשים להערכה מחודשת של הרווחה הכלכלית באזור מסוים [29]. המודלים הללו שונים זה מזה, תחזיותיהם שונות, וקשה להשוות ביניהם, ונוסף על כך יש עליהם ביקורת. עם זאת, מחקר סקירה הראה כי ניתן ליצור מכנה משותף ביניהם ולתרגם את ההערכות למצע נוח לדין שיטתי [37]. מצד שני נטען כי ההערכות הללו נטולות בסיס תאורטי כלכלי, ובמודלים המשולבים נעשה שימוש לא נכון ולא מדויק, כמו בהתייחסות לגובה שער הריבית לחישוב העלות החברתית של הפחמן והכמות האופטימלית של ההפחתה בפליטות המזהמות [30, 31]. ביקורת זו מסבירה למשל את השוני בתוצאות של שתיים מההערכות המוכרות יותר של השפעות משבר האקלים על הכלכלה העולמית (של Stern [36] ושל זוכה פרס נובל [28] William Nordhaus).

על פי [37] Tol, עד לשנת 2018 פורסמו 27 הערכות של ירידת ההכנסה הלאומית הממוצעת לנפש בעולם בעקבות עלייה של 2.5 מעלות צלזיוס בטמפרטורה העולמית הממוצעת (תרחיש RCP6.0 שבו פליטות גזי החממה יגיעו לשיא בין השנים 2070–2080 ואז יפחתו); האובדן הממוצע בקרב ההערכות האלה עומד על 1.3% [37]. שקלול המחקרים שפורסמו מעלה כי עלייה של יותר מ-1.7 מעלות בטמפרטורה העולמית הממוצעת תוביל לירידה בהכנסה הממוצעת **העולמית** לנפש [37]. עם זאת, ניכר כי במדינות עניות יותר וחמות יותר ההכנסה הלאומית לנפש תיפגע אף יותר מאשר במדינות עשירות. דרך למדידת רמת חיים ואיכות חיים היא בין היתר באמצעות מדידת שביעות הרצון

הלאומית. בגרמניה נמדדה רמת שביעות הרצון של תושבים לאחר אירועים קיצוניים של שינוי אקלים כמו הצפות ושיטפונות בין השנים 2000–2011, ונראה כי רמת שביעות הרצון של התושבים ירדה ב-2% עד 2.7%<sup>[25]</sup>. במחקר שנעשה ב-79 מדינות נמצא כי שביעות הרצון של בני האדם מרבית בטמפרטורה ממוצעת של 18.3 מעלות<sup>[22]</sup>. השפעת משתנים מאקרו-כלכליים אחרים (כמו רמת האינפלציה ותעסוקה) על שביעות הרצון הייתה נמוכה בהשוואה להשפעת הטמפרטורה.

המשך העלייה בטמפרטורה העולמית הממוצעת ב-0.04 מעלות בשנה, הצפויה אם לא תינקט מדיניות אפחות (mitigation), תגרום להקטנת התוצר המקומי הגולמי הריאלי העולמי לנפש ב-7.22% עד שנת 2100. לעומת זאת, אם ימומש ההסכם להפחתת פליטות גזי החממה, שנחתם בפריז ב-2015, תוגבל עליית הטמפרטורה ל-0.01 מעלות בשנה, והנזק יקטן באופן משמעותי ל-1.07% בלבד. שינויים אלה מזוהים בכל המדינות<sup>[20]</sup>. הוערך כי עלייה של מעלה אחת תגרום לירידה שנתית של 0.6% תמ"ג, לאחר מכן, עלייה של כל מעלה נוספת תוביל לירידה של 1.7% בתמ"ג העולמי<sup>[18]</sup>. באיור 1 ניתן לראות את ההשפעות הצפויות ברמת התוצר ובמגזרים השונים בשנים 2080–2099 בארה"ב.

אחד הממצאים הבולטים של דו"ח Stern הוא כי הצריכה לנפש – מדד של הפעילות היצרנית – תרד בין 5% לבין 20% עד סוף המאה ה-21<sup>[36]</sup>. כלומר התכווצות הפעילות הכלכלית בעד חמישית מהיקפה. על פי הערכה מאוחרת יותר של IPCC, עלייה של 2 מעלות תקטין את ההכנסה הלאומית העולמית ב-0.2% עד 2%<sup>[19]</sup>; בדומה להערכות אחרות, גם זו בחנה שינוי ליניארי ולא התחשבה באירועים קטסטרופליים, כלומר אירועי קיצון חריפים עוד יותר, שלפי חלק מתחזיות האקלים תכיפותם תעלה.

חוסר היכולת לשקלל אירועי קיצון לתוך המודלים אינה המגבלה היחידה שלהם. גם השימוש במודלים מוגבל: הדבר נובע מכך שהערכות נזק לעיתים נגזרות מהספרות ונמדדות בהתאם לתרחישים מסוימים של שינוי האקלים, אך אין להן רזולוציה גאוגרפית טובה מספיק כדי להעריך את הנזק המקומי. כאשר אין התייחסות פרטנית למקום מסוים, לא ניתן לבחור בכלי המדיניות המתאים ביותר עבורו. שנית, התייחסות היא בדרך כלל לערכים ממוצעים של טמפרטורה ומשקעים תוך התעלמות ממקרי קיצון<sup>[10]</sup>.

## איור 1

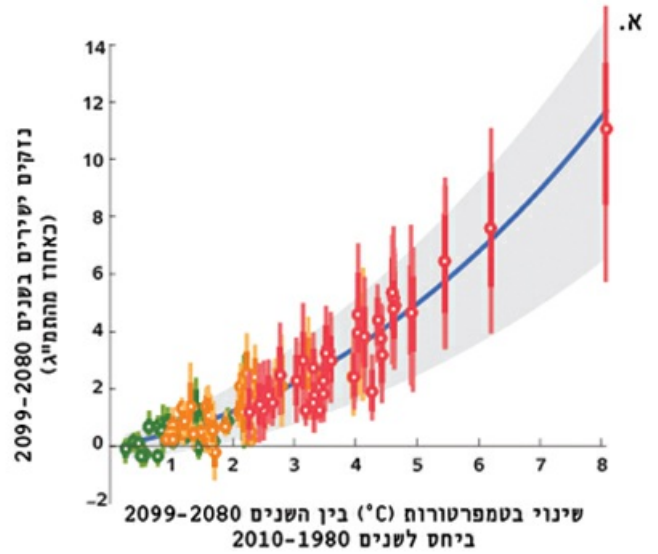
### הערכות של נזקים כלכליים ישירים משינוי האקלים בארה"ב<sup>[18]</sup>

א. סך הנזק המצרפי למשק ארה"ב כפונקציה של שינויים בטמפרטורה העולמית הממוצעת על פני הקרקע. ב. התרומות השליליות לפי גורם הנזק.

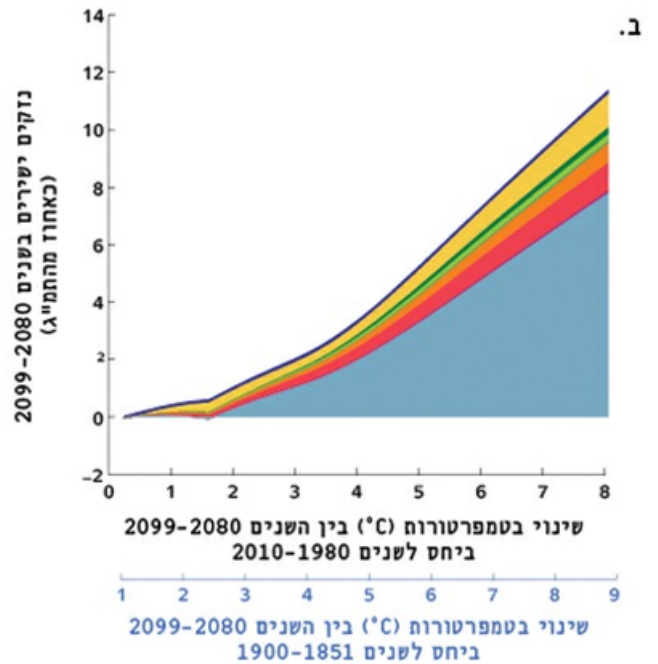
**איור 1. הערכות של נזקים כלכליים ישירים משינוי האקלים**

בארה"ב [18]

א. סך הנזק המצרפי למשק ארה"ב כפונקציה של שינויים בטמפרטורה העולמית הממוצעת על פני הקרקע. ב. החרומוח השליליות לפי גורם הנזק.



תרחיש RCP2.6	תרחיש RCP8.5
ערכים מוחאמים	תרחיש RCP4.5



פשיים	כוחנה	חופים
אלימים	כוח עבודה (בסיכון נמוך)	אנרגיה
פשי רכוש	כוח עבודה (בסיכון גבוה)	גרעינים
תמוחה		לייצור שמן
		דגנים

**שינוי מבנה המשק בעקבות שינוי האקלים**

אחד השינויים הצפויים בפעילות הכלכלית הוא תנודות בביקוש ובהיצע של מוצרים ושירותים בכל המגזרים במשק [29]. למשל, בשוק האנרגיה מתרחש מעבר לאנרגיות מתחדשות. כדי לבדוק את ההשפעות של שינוי האקלים על המגזרים השונים יש צורך במספר הנחות ותרחישים לגבי שינוי האקלים ומשתנים חברתיים-כלכליים תוך שימוש במודלים מבוססי תהליך (process-based)

[23] (models). מיפוי שינוי האקלים לנתונים חברתיים-דמוגרפיים מצביע על שינויים חברתיים ברמת הפרט (כמו השפעות בריאותיות), ברמת הקשרים הקהילתיים (למשל פשיעה, הגירה ואליומות, כך שהקשר בין פרט לבין קבוצות חברתיות שברירי ולא יציב בתנאי אקלים משתנים, דבר שעלול להוביל להתפרצות אלימה או להגירה [17]), וכן במסחר הבין-לאומי, תוך הגדלת החיסרון היחסי של מדינות שסובלות משינוי האקלים.

## שיטות להערכה כלכלית של נזקים הנגרמים משינוי האקלים

כדי לאמוד את ההשפעה הכלכלית של שינוי האקלים על הבריאות משתמשים בשתי שיטות עיקריות הבוחנות את ההשפעות החיצוניות השליליות בהקשר הנתון: א. שיטת הערך הסטטיסטי של חיי אדם, המשקלת את הערך של הצלת חיי אדם עם כמות חיי האדם שניתן להציל בפעולות שונות (למשל התקנת גלאי עשן) [39]; ב. עלויות התחלואה המודדות את עלות האשפוזים, ימי מחלה, תרופות ועוד [33]. עלויות נזקים לתשתיות מחושבות על-ידי עלויות ישירות של שיקום ותיקון התשתיות, כאשר כאן מחושבות עלויות הטמעת והתאמת התשתיות לשינויים הצפויים [8, 32, 41]. כדי לאמוד נזקים של איכות האוויר, תשתיות, השפעה על תיירות ועוד משתמשים בשיטות אחרות העוסקות באיכות מוצרים ושירותים סביבתיים ובהן שיטות ההעדפות המוצהרות כמו שיטת ההערכה המותנית (contingent valuation method) או שיטת מידול הבחירה (choice experiment) [2, 17].

## השפעות כלכליות של שינוי האקלים על הבריאות

משבר האקלים גורם לעלייה בתחלואה ובתמותה. השפעות אלה באות לידי ביטוי במישורים שונים. אירועים קיצוניים של חום או קור עלולים להוביל לתמותה. תופעות כמו הארכת התקופה שעצים מפזרים אבקנים – הגורמים לאסתמה חריפה אצל הסובלים מאלרגיות – ניתנות לחישוב על-ידי ערך שולי מהוון המוערך באמצעות עלות מחלה ואשפוז [3]. השפעות נוספות באות לידי ביטוי בפריון עבודה: נמצא כי טמפרטורות גבוהות מעל 37 מעלות גורמות בחישוב ממוצע לירידה של שעה בעבודה ליום [15] ואף משפיעות על ביצועים קוגניטיביים [7]. משבר האקלים מאפשר התפשטות מהירה ורחבה יותר של מחלות כמו קדחת מערב הנילוס, שעלויותיה השנתיות, במדינת טקסס לבדה, נאמדו ב-1.1 מיליארד דולר בהוצאות בשל תמותה ואשפוז [21]. דוגמה נוספת לפגיעה היא פריחת אצות רעילות הגורמת לירידה בתועלת שהנופשים מפיקים באגמים ובמערכות ימיות אחרות [23] (ראו הרחבה בגיליון זה).



סופת ברקים במכמורת, אפריל 2018. אנו רואים כיום השלכות מדיניות של משבר האקלים, בעיקר בדמות אירועי מזג אוויר קיצוני ברמה העולמית וברמה המקומית | צילום: עידן גיל, unsplash.com

## השפעות כלכליות של שינוי האקלים על תשתיות

תופעות מזג אוויר קיצוניות הנגרמות בשל שינוי האקלים גורמות להרס תשתיות פיזיות ביבשה ובחופים (כמו גשרים, דרכים, מערכות ניקוז ומבנים). נמצא כי הערך הנוכחי הנקי (סך התועלת בניכוי סך העלויות, מהוון לערכים של היום) של עלויות של תחזוקת כבישים ודרכים בארה"ב לבדה יעמוד על 785 מיליון דולר בשנת 2050.<sup>[9]</sup> בארה"ב יש כ-600,000 גשרים ובאירופה כ-217,000 גשרים<sup>[13]</sup>, ועלות התאמתם לעמידה בתנאי האקלים החדשים מוערכת בין 140 ל-250 מיליארד דולר לאורך המאה ה-21<sup>[41]</sup> גם מערכות הביוב העירוניות סובלות מהצפות בגלל שינויים באופי אירועי גשם<sup>[32]</sup>; עלויות ההתאמה לטיפול בנגר זה בארה"ב מוערכות ב-123 עד 252 מיליארד דולר עד לשנת 2050, והוצאה זו אינה כוללת עלויות חברתיות בשל שיבוש בשירותי מים, זיהום מקורות מי שתייה ועוד<sup>[40]</sup>.

קו החוף נפגע בגלל עליית מפלס הים ובגלל סערות תכופות בעלות עוצמה רבה יותר. בארה"ב מוערך סך הנזק העתידי המצטבר עד לשנת 2100 ב-990 מיליארד דולר<sup>[26]</sup>. באירופה נכתבה בשנת 2007 דירקטיבה העוסקת באזורים שעלולים להיות מוצפים עקב עליית מפלס הים. היא זיהתה את הסיכונים העומדים בפני המדינות השונות, את תדירות ההצפות ושיעורן וגם הציגה את ההשפעות הכלכליות, התרבותיות, החברתיות והדמוגרפיות שלהן<sup>[34]</sup>.

## השפעות כלכליות של שינוי האקלים על מים

בישראל, כמו במדינות נוספות, משבר האקלים, עלייה בצריכת המים וזיהום מקורות המים מובילים להישענות על התפלת מי הים, שיש לה השלכות סביבתיות אחרות. נוסף על כך, כמות המים הזמינה לטבע, איכות המים וכמות המים בנהרות, באגמים ובמאגרים הולכת ופוחתת<sup>[23]</sup>. שינוי האקלים פוגע גם באיכות מי השתייה. כדי לאמוד את הערך של הפגיעה במקורות המים מדדו באמצעות שיטת ההערכה המותנית (CVM) את הנכונות של צרכנים בארה"ב לשלם על שיפור באיכות המים, ונמצא כי היא כ-1.4 מיליארד דולר ב-2050 ו-4 מיליארד ב-2100. חשוב לציין כי נכונות זו מדברת על תרחיש של עלייה בפליטות<sup>[4]</sup>. נוסף על כך, ההשפעה השלילית על איכות המים וזמינותם פוגעת לא רק במשקי הבית אלא גם בתעשייה<sup>[23]</sup>.

## שינוי האקלים והשפעתו על החקלאות

משבר האקלים פוגע ביצרנות החקלאית, וכדי להתמודד איתו יש להתאים את סוגי הגידולים וזניהם לתחזיות האקלים וגם את הניהול הכלכלי של מגזר החקלאות, כמו מחיר התוצרת או הסובסידיה הממשלתית לגידולים השונים ולפרקטיקות החקלאיות המועדפות. משבר האקלים מוביל לפגיעה בביטחון התזונתי – זמינות מזון בריא – ובבטיחות המזון – טריות המזון ואורך החיים שלו<sup>[11]</sup>. ישנם משתנים המשפיעים ישירות על היצרנות, כמו משקעים וטמפרטורות, וישנם משתנים עקיפים, כמו זיהום אוויר מכלי רכב. נמצא כי הפחתה במזהמים (שאינם פחמן דו-חמצני) מכלי רכב תפחית את הנזק לחקלאות העולמית ב-1.1 עד 4.3 מיליארד דולר ב-2030<sup>[35]</sup> (ראו הרחבה בגיליון זה).



הערכות מאקרו-כלכליות של השפעות משבר האקלים הן אמצעי חשוב בעיצוב מיסוי פיגוביאני אופטימלי, כלומר מס המוטל על יחידת ייצור הגורמת להשפעות חיצוניות, כגון

## מה ניתן לעשות? כלי מדיניות

משבר האקלים הוא, כאמור, ההשפעה החיצונית השלילית וכשל השוק החמורים ביותר כיום בכלכלה העולמית. מפני שהשפעותיו עולמיות, והפחתת הפליטות מוגדרת כמוצר ציבורי, הרי שיש מדינות הנהנות ממאמצי ההפחתה של מדינות אחרות, אף על פי שהן נוקטות פחות צעדי מיתון או הסתגלות (אם בכלל) [14]; דוגמה למדינה טרמפיסטית כזו היא ישראל.

הערכות מאקרו-כלכליות של השפעות משבר האקלים הן אמצעי חשוב בעיצוב מיסוי פיגוביאני אופטימלי, כלומר מס המוטל על יחידת ייצור הגורמת להשפעות חיצוניות, ובמקרה זה על פליטת יחידת משקל של פחמן דו-חמצני. המס מחושב על פי העלות החברתית של הפחמן, כלומר הנזק שנגרם עקב פליטה של יחידת משקל זו [28]. מס פחמן נחשב לגישה הישירה והשקופה ביותר ככלי מדיניות להתמודדות עם משבר האקלים [24]; תכנון מערך מס הפחמן מחייב דיון בסוגיות חשובות כמו: לפי מה ייגזר גובה המס – מהעלות החברתית בלבד (הוצאות בריאות למשל) או מיעד הפליטות (מהו סך הפליטות שמדינה שואפת להגיע אליו); סוגיה אחרת היא לאן יש להפנות ההכנסות המתקבלות – לאפחות או להסתגלות [14].

הערכה כלכלית של התוכניות השונות שהגישו מדינות העולם בעקבות הסכם פריז – תוכניות המבוססות על זיהוי נקודות חולשה מקומיות וטיפול בהן בהתאם לתרחישים הצפויים באזור – מצביעה על כך כי ביצוע עתיד להפחית נזקים. מכך ייהנו במיוחד מדינות מתפתחות [6], משום שהן אחראיות לפחות פליטות אך סופגות את מרבית הנזקים העכשוויים ונמצאות בסיכון גבוה יותר לעתיד. התוכניות הללו כוללות צעדים כמו מעבר לתחבורה נטולת פחמן, טכנולוגיות בנייה עירונית חדשניות, נטיעות עצים, הגנה על שטחים פתוחים, בניית סכרים ושיפור מערכות המים, מערכות אנרגיה מתחדשת ומוכנות קהילתית [38].

חלק מהצעדים הללו הם פתרונות מבוססי טבע, כלומר הישענות על תהליכים אקולוגיים כדי להשיג רווחה אנושית באמצעות אפחות שינוי האקלים, כדוגמת שיקום של מערכות אקולוגיות כמו מנגרובים להקטנת השפעות חופיות של סערות. הסתגלות מבוססת מערכת אקולוגית (ecosystem based adaptation) הופכת לאחת הדרכים המקובלות במדינות מתפתחות ובמדינות מפותחות [5]. עלותם של פתרונות מבוססי טבע נמוכה יחסית בהשוואה לעלויות טכנולוגיות, והן מתאימות לטווח הארוך.

## ההשלכות הכלכליות של שינוי אקלים על ישראל

בישראל, אמד המשרד להגנת הסביבה את ההשלכות הכלכליות של הימנעות מפעולה למיתון שינוי האקלים, יחד עם עליית טמפרטורה של 4–5 מעלות עד שנות ה-80 של המאה ה-21. הנזקים הכלכליים שנאמדו הם פגיעה במקורות מים – 450 מיליון ש"ח לשנה, נזקי שיטפונות – מעל ל-340 מיליון ש"ח לשנה, נזקים לתיירות ים וחופים ולתשתיות – 6 מיליארד ש"ח לתקופה של 20 שנה ונזקי חקלאות – 3 מיליארד ש"ח לשנה. הנזקים שייגרמו למגזרים האחרים, כמו בריאות, משק האנרגיה ותשתיות נוספות, לא נמדדו [1].

## סיכום

למשבר האקלים יש השפעה על המשק בכלל ועל המגזרים השונים בפרט, בארץ כמו בעולם כולו. הנזקים הנגרמים בעקבות משבר האקלים רבים ועוצמתם הולכת וגוברת. קיים צורך במחקרים נוספים האומדים את הנזקים השונים לענפים נוספים, וזיהוי הענפים שנפגעים באופן עקיף ממשבר זה. כדי לעודד את מקבלי ההחלטות להרחיב את מגוון הפעולות והיקפן יש צורך בשימוש בכלי יעיל ופשוט המובן לכולם, למשל תרגום של הנזקים העכשוויים והעתידיים לערכים כספיים.

משבר האקלים מחייב נקיטת צעדים שונים כדי שנוכל להסתגל אל השינויים הצפויים וצעדים נוספים שימתנו את היקפו. כך נוכל לשפר את המצב העתידי של המין האנושי. מחקרים אמפיריים מצביעים על כך שהמשך משבר האקלים יהווה נטל כלכלי וחברתי משמעותי, ועלויותיו רק ילכו ויגדלו. כדי להימנע מהפסדים אלה מדינות יכולות להתאים עצמן לשינוי האקלים ללא עלות משמעותית ולהטמיע באופן מלא את ההתאמות הנדרשות לממדי שינוי האקלים הצפוי בהן [16]. השאלה אם כך, היא מדוע הדבר אינו מתרחש בקצב ובהיקף הדרושים על אף היתרון הברור הטמון בכך, בהווה ובעתיד.

## תודות

המחברת מודה לפרופ' ניר בקר, לשחר בוקמן, לרן לוי, ולזיו צמח שמיר על העזרה וההערות המועילות במהלך כתיבת המאמר.

1. גולן-אנגלקו ע ובר אור י. היערכות ישראל לשינוי אקלים גלובליים, פרק א' – השלכות שינויי האקלים על ישראל והמלצות ביניים להיערכות.
2. Alberini A and Kahn JR (Eds). 2006. Handbook on contingent valuation. Cheltenham (UK): Edward Elgar Publishing
3. Anenberg SC, Weinberger KR, Roman H, et al. 2017. Impacts of oak pollen on allergic asthma in the United States and potential influence of future climate change. *GeoHealth* 1(3): 80-92
4. Boehlert B, Strzepek KM, Chapra SC, et al. 2015. Climate change impacts and greenhouse gas mitigation effects on US water quality. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 7(3): 1326-1338
5. Bourne A, Holness S, Holden P, et al. 2016. A socio-ecological approach for identifying and contextualising spatial ecosystem-based adaptation priorities at the sub-national level. *PloS one* 11(5): e0155235
6. Burke M, Davis WM, and Diffenbaugh NS. 2018. Large potential reduction in economic damages under UN mitigation targets. *Nature* 557(7706): 549-553
7. Carleton TA and Hsiang SM. 2016. Social and economic impacts of climate. *Science* 353(6304): aad9837
8. Chinowsky PS, Helman J, Gulati S, et al. 2019. Impacts of climate change on operation of the US rail network. *Transport Policy* 75: 183-191
9. Chinowsky PS, Price JC, and Neumann JE. 2013. Assessment of climate change adaptation costs for the US road network. *Global Environmental Change* 23(4): 764-773
10. Ciscar JC, Iglesias A, Feyen L, et al. 2011. Physical and economic consequences of climate change in Europe. *PNAS* 108(7): 2678-2683
11. Ciscar JC, Rising J, Kopp RE, and Feyen L. 2019. Assessing future climate change impacts in the EU and the USA: Insights and lessons from two continental-scale projects. *Environmental Research Letters* 14(8): 084010
12. Dell M, Jones BF, and Olken BA. 2014. What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. *Journal of Economic Literature* 52(3): 740-798
13. Dikanski H, Imam B, and Hagen-Zanker A. 2018. Effects of uncertain asset stock data on the assessment of climate change risks: A case study of bridge scour in the UK. *Structural Safety* 71: 1-12
14. Economides G and Xepapadeas A. 2018. Monetary policy under climate change. Working paper No. 247, Bank of Greece
15. Graff Zivin J and Neidell M. 2014. Temperature and the allocation of time: Implications for climate change. *Journal of Labor Economics* 32(1): 1-26
16. Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, et al. 2014. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: A systematic evaluation. *Epidemiology* 25(6): 781-789
17. Hanemann M. 1994. Valuing the environment through contingent valuation. *Journal of Economic Perspectives* 8(4): 19-43
18. Hsiang S, Kopp R, Jina A, et al. 2017. Estimating economic damage from climate change in the United States. *Science* 356(6345): 1362-1369
19. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, et al. (Eds)]. Cambridge (UK) and New York (USA): Cambridge University Press
20. Kahn ME, Mohaddes K, Ng RNC, et al. 2019. Long-term macroeconomic effects of climate change: A cross-country analysis (No. w26167). National Bureau of Economic Research
21. Limaye VS, Max W, Constible J, and Knowlton K. 2019. Estimating the health-related costs of 10 climate-sensitive U.S. events during 2012. *GeoHealth* 3(9): 245-265
22. Maddison D and Rehdanz K. 2011. The impact of climate on life



.satisfaction. <i>Ecological Economics</i> 70(12): 2437-2445	
Martinich J and Crimmins A. 2019. Climate damages and adaptation potential across diverse sectors of the United States. <i>Nature Climate Change</i> 9(5): 397-404	.23
McKibbin WJ, Morris AC, Wilcoxon PJ, and Panton AJ. 2017. Climate change and monetary policy: Dealing with disruption. <i>Climate and Energy Economics Discussion paper</i> , The Brookings Institution	.24
von Möllendorff C and Hirschfeld J. 2016. Measuring impacts of extreme weather events using the life satisfaction approach. <i>Ecological Economics</i> 121: 108-116	.25
Neumann JE, Emanuel K, Ravela S, et al. 2015. Joint effects of storm surge and sea-level rise on US Coasts: New economic estimates of impacts, adaptation, and benefits of mitigation policy. <i>Climatic Change</i> 129(1-2): 337-349	.26
NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI). 2019. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. <a href="http://www.ncdc.noaa.gov/billions">www.ncdc.noaa.gov/billions</a>	.27
Nordhaus WD. 2017. Revisiting the social cost of carbon. <i>PNAS</i> 114(7): 1518-1523	.28
OECD. 2015. The economic consequences of climate change. Paris: OECD Publishing. <a href="https://doi.org/10.1787/9789264235410-en">dx.doi.org/10.1787/9789264235410-en</a>	.29
Pindyck RS. 2013. Climate change policy: What do the models tell us? <i>Journal of Economic Literature</i> 51(3): 860-872	.30
Pindyck RS. 2017. The use and misuse of models for climate policy. <i>Review of Environmental Economics and Policy</i> 11(1): 110-114	.31
Price JC, Wright L, Fant C, and Strzepek KM. 2016. Calibrated methodology for assessing climate change adaptation costs for urban drainage systems. <i>Urban Water Journal</i> 13(4): 331-344	.32
Rice DP. 1967. Estimating the cost of illness. <i>American Journal of Public Health and the Nation's Health</i> 57(3): 424-440	.33
Rizzi J, Torresan S, Zabeo A, et al. 2017. Assessing storm surge risk under future sea-level rise scenarios: A case study in the North Adriatic coast. <i>Journal of Coastal Conservation</i> 21(4): 453-471	.34
Shindell D, Faluvegi G, Walsh M, et al. 2011. Climate, health, agricultural and economic impacts of tighter vehicle-emission standards. <i>Nature Climate Change</i> 1(1): 59-66	.35
Stern N. 2007. <i>The Economics of Climate Change: The Stern Review</i> . Cambridge and New York: Cambridge University Press	.36
Tol RSJ. 2018. The economic impacts of climate change. <i>Review of Environmental Economics and Policy</i> 12(1): 4-25	.37
Uhlig AD and Cutler D. 2017. <i>Preparing for climate change</i> . Seattle: Seattle Office of Sustainability and Environment.	.38
<a href="http://www.seattle.gov/Documents/Departments/Environment/ClimateChange/SEAClimatePreparedness_August2017.pdf">www.seattle.gov/Documents/Departments/Environment/ClimateChange/SEAClimatePreparedness_August2017.pdf</a>	
Viscusi WK and Masterman CJ. 2017. Income elasticities and global values of a statistical life. <i>Journal of Benefit-Cost Analysis</i> 8(2): 226-250	.39
Vo PT, Ngo HH, Guo W, et al. 2014. A mini-review on the impacts of climate change on wastewater reclamation and reuse. <i>Science of the Total Environment</i> 494: 9-17	.40
Wright L, Chinowsky P, Strzepek K, et al. 2012. Estimated effects of climate change on flood vulnerability of US bridges. <i>Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change</i> 17(8): 939-955	.41