

דבר המערכת

הצורך בפעולה לחינוך חקרני מוטה עתיד בנושא שינוי האקלים והגברת האקטיביזם של הלומדים בנושא.

בגיליון 36-37, שעסק בחדשנות במזון ובתזונה, שבנו והדגשנו את המחיר הסביבתי הטמון בייצור המזון מחד גיסא, והצגנו אאת המחקר ופיתוח של בשר מתורבת כאחת הדרכים לאפחות גזי חממה שמקורם בגידול בעלי חיים גיסא.

בגיליון הנוכחי אנו ממשיכים את העיסוק בנושא ומתמקדים בהתמודדות הנדרשת עם הבעיות הנובעות משינוי האקלים, פיתוח פתרונות והיערכות ליישומם.

הכתבות בגיליון זה מתייחסות לשתי האסטרטגיות להתמודדות של האנושות עם שינוי האקלים:

1. אפחות - הפחתת פליטות פחמן דו-חמצני וגזי חממה אחרים הדרכים השונות לצמצום פליטות פחמן דו-חמצני וגזי חממה נוספים מונעות מאידיאולוגיות ותפיסות עולם שונות נביא לדוגמה שלוש תפיסות רווחות¹:

הראשונה היא הגישה הקפיטליסטית, הדוגלת בשוק חופשי שמה את הדגש על היתכנות כלכלית של פתרונות טכנולוגיים שונים להפחתת פליטות גזי חממה למשל: שימוש באנרגיות "נקיות", ייצור מלט ובטון שסופחים פחמן דו-חמצני, ייצור דלקים סינתטיים ואנרגיה נקייה, ייצור בשר מלאכותי להקטנת פליטות מתאן מבקר וצאן, ועוד. פיתוח הטכנולוגיות החדשות הוא הוא שיביא לצמצום פליטות גזי חממה. אומנם, פיתוח הטכנולוגיות החדשות הוא מהלך כלל-עולמי, למשל, פיתוח מכונות מונעות מימן (ראו מאמר של הילה הוניג בגיליון זה) או פיתוח טכנולוגיות לספיחת פחמן דו-חמצני (ראו כתבתה של שרית ברנד-קליבנסקי בגיליון זה), אך היישומים השונים יכולים גם להיות מותאמים למקום - כך למשל הפקת אנרגיה ירוקה ממשאבי רוח מתאימה לאזורים סחופי רוחות, והפקת אנרגיה מהשמש מתאימה לאזורים שבהם מספר רב של ימי שמש בשנה.

בשנת 1992 פרסם האו"ם את יעדי פיתוח בר קיימה (Sustainable Development Goals) ומאז שב וחיזק את מחויבות כל המדינות לפתח תוכניות להשגת יעדים אלה ([Agenda 2030](#) [for Sustainable Development](#)). יעדים אלה מתווים חזון להמשך פיתוח האנושות, שגשוגה ודאגה לאיכות החיים שלה, תוך שמירה על משאבי הטבע ועל יציבות המערכות בכדור הארץ. בין יעדים אלה אפשר למצוא את [יעד מספר 13](#)¹ העוסק בשינוי אקלים, בדגש על היערכות וביצוע פעולות להתמודדות עם שינוי האקלים והשלכותיו. בדומה לכל אחד מיעדי SDG, גם ליעד 13, העוסק בשינוי אקלים, נוסחו מטרות, ובהן: (1) חיזוק החוסן האקלימי; (2) פיתוח אסטרטגיות להתמודדות עם שינוי האקלים; ו-(3) קידום חינוך ומודעות לשינוי האקלים ולפעולות שהציבור יכול לבצע כדי לתרום לאסטרטגיות האפחות וההסתגלות:

- א. אפחות (הפחתה / מיטיגציה) - בעיקר הפחתת כמות הפחמן הדו-חמצני וגזי חממה נוספים באטמוספירה, אם על ידי צמצום פליטות גזי חממה ואם על ידי הגדלת קיבוע ולכידת הפחמן הדו-חמצני.
- ב. הסתגלות (אדפטציה) - הדרכים שנוקטת (או יכולה לנקוט) האנושות על מנת להתמודד עם ההשפעות הקיימות של שינוי האקלים.

לאור כל אלה והצורך בפעולות להשגת מטרה 3 של יעד 13 באג'נדת האו"ם, בחרנו, בעיתון "קריאת ביניים", לתת ביטוי לסוגיות רלבנטיות הן בגיליונות קודמים והן בגיליון הנוכחי. בגיליון 34-35 של "קריאת ביניים" עסקנו בשינוי האקלים והתמקדנו בחקר העדויות לשינוי בריכוזי פחמן דו-חמצני והקשר של שינוי זה לשינוי הטמפרטורה. עסקנו גם בהשפעה ההדדית בין החקלאות ושינוי האקלים. מגוון מאמרים באותו גיליון הציף את

1 אפשר להוריד מצגת בעברית בנושא [באתר SDG בעברית](#)



היא יעד מוגדר שאפשר למדוד באופן דומה בכל העולם, הרי שההתמודדות עם השינוי וההסתגלות לחיים עם השלכותיו הם אתגר מקומי (לוקלי) מאוד. במקומות שונים בעולם חווים השפעות שונות - ההתמודדות באזור שבו יש ריבוי אירועי גשם קיצוניים והצפות אינה דומה להתמודדות עם יובש, מדבור ושריפות, ולכן חשוב להבין כי היערכות לאומית ואזורית היא המפתח להתמודדות מוצלחת עם שינוי האקלים, והגישה כי ישראל היא מדינה קטנה ולא משפיעה עלולה להוביל למצב שבו אדישות ציבורית וחוסר מעש של הרשויות יובילו להתמודדות לקויה עם השפעות מקומיות של שינוי האקלים.²

בהקשר זה חשוב לציין כי דו"ח מחקר שפרסם השירות המטאורולוגי עוד ב-2019³ על אודות שינוי האקלים בישראל חוזה ארבע מגמות:

- חם יותר (עלייה בטמפרטורה הממוצעת, עלייה במספר הלילות החמים וירידה במספר הלילות הקרים)
- יבש יותר (ירידה בממוצע כמות המשקעים, ירידה במספר ימי הגשם ועלייה בתקופות היובש בין ימי הגשם)
- קיצוני יותר (עלייה בתופעות קיצוניות של מזג אוויר כמו גלי חום ממושכים או פריצי גשם עזים)
- גבוה יותר (שינויים במספר מדדים בים התיכון, כמו טמפרטורה, מליחות, חומציות או עלייה במפלס מי הים)

לכל אחת מן המגמות הללו השלכות על הסביבה, על הבריאות ועל הכלכלה, ולבעיות הנובעות מהשלכות אלה יש למצוא פתרונות מסוגים שונים ולהיערך כמדינה, כיישוב וכפרט.

השינוי בטמפרטורה ישפיע על החקלאות (ראו מאמר של פרופ' אמנון ארז בגיליון זה) ויגרום לאי חום בערים (ראו מאמר של ד"ר עודד פוצ'טר בגיליון זה). תופעות קיצוניות כמו פריצי גשם מובילים כבר היום להצפות בנחלים ובערים וגורמות נזקים לרכוש ואף גובות חיי אדם (ראו מאמרו של ד"ר עמיר גבעתי בגיליון זה).

השינוי בטמפרטורה ועלייה באירועי קיצון יגרמו אף לבעיות בריאות⁴ ובהן תחלואה ותמותה בגלי חום קיצוניים, עקב מכת חום והתייבשות, במיוחד באוכלוסיות רגישות, וכן צמצום השעות הנוחות לפעילות גופנית או פנאי מחוץ לבית. השינוי בטמפרטורה מוביל אף להתפשטותם של אורגניזמים הגורמים או מעבירים מחלות לאזורים חדשים ומגביר את הסיכוי להתפרצות מחלות זיהומיות. הירידה בכמות המשקעים והשינוי בטמפרטורה עשויים לפגוע במערכות אקולוגיות טבעיות.^{5, 6} וגם בייצור המזון בחקלאות,

הגישה השנייה יוצאת כנגד עקרון היסוד של הקפיטליזם, שהוא צמיחה אינסופית וגידול מתמיד בתוצר מקומי גולמי (תמ"ג). גישה זו אינה תואמת עוד את מצבם של משאבי כדור הארץ. כדי לייצר עוד ועוד מוצרי צריכה צריך לקחת עוד ועוד משאבים מכדור הארץ, כמו מתכות, מינרלים, מים, דלקי מאובנים, אוויר נקי ועוד. צמיחה מתמדת מוציאה את המערכות הטבעיות מאיזון וגורמת נזקים בלתי-הפיכים. הפתרון לפי גישה זו הוא מעבר לשיטה כלכלית חדשה, המקדמת את רווחת האדם והמערכות הטבעיות יחד. בעוד שהגישה הראשונה ממשיכה את קו המחשבה התעשייתית-טכנולוגי הנוכחי, הגישה השנייה מציעה שינויים בכלכלת העולם ובאורח החיים האנושי, בייחוד בעולם המערבי. למשל, צמצום בזבז מזון, עידוד צריכה מקומית והפסקת שינוע פירות וירקות טריים בכל רחבי הגלובוס, צמצום גידול ואכילת בשר, או נקיטת גישת אפס פסולת בצריכה ביתית ובארגונים, על כל הוויתורים המשתמעים מכך.

הגישה השלישית משליכה את יהבה על יכולת ההתאוששות המופלאה של עולם הטבע. לפי גישה זו, שיקום הטבע והמערכות האקולוגיות הוא הדרך המרכזית להתמודדות עם משבר האקלים, שתוביל לספיחת גזי חממה ולמיתון השלכות משבר האקלים. לפי גישה זו, יש להשקיע את המשאבים הכלכליים בפרויקטים לשיקום מערכות אקולוגיות, כמו ייעור מחדש של אזורים שנכרתו, ולא בפיתוח טכנולוגיות מעשה ידי אדם. באימוץ גישה זו יש להביא בחשבון כי מחקרים מראים שתהליכים טבעיים הקולטים פחמן דו-חמצני מהאטמוספירה פועלים לאט בהשוואה לתהליכים המוספיים אותו כעת לאטמוספירה. לפיכך, פחמן דו חמצני המוכנס לאטמוספירה כיום עשוי להישאר בה במשך מאה שנה או יותר. גזי חממה אחרים, כולל גזים שנוצרו על ידי בני אדם, עשויים להישאר באטמוספירה במשך אלפי שנים.

2. התמודדות עם שינוי האקלים והסתגלות להשלכותיו

חשוב להדגיש בפני התלמידים כי כל אחת מתפיסות העולם מאפשרת מגוון רב של דרכי התמודדות, וכי מה שקורה היום בעולם, ויקרה בוודאי בעתיד, הוא קידום תמהיל רחב של פתרונות מסוגים שונים. חלק מהפתרונות יפותחו על ידי העולם העסקי, חלקם פתרונות שמדינות יכולות לקדם על ידי חקיקה מתאימה, וחלקם פתרונות שעל החברה והפרט לקבל על עצמם, אם ברצונם להתמודד באופן פעיל עם שינוי האקלים. עוד כדאי לציין כי בעוד הפחתת פליטות הפחמן הדו-חמצני



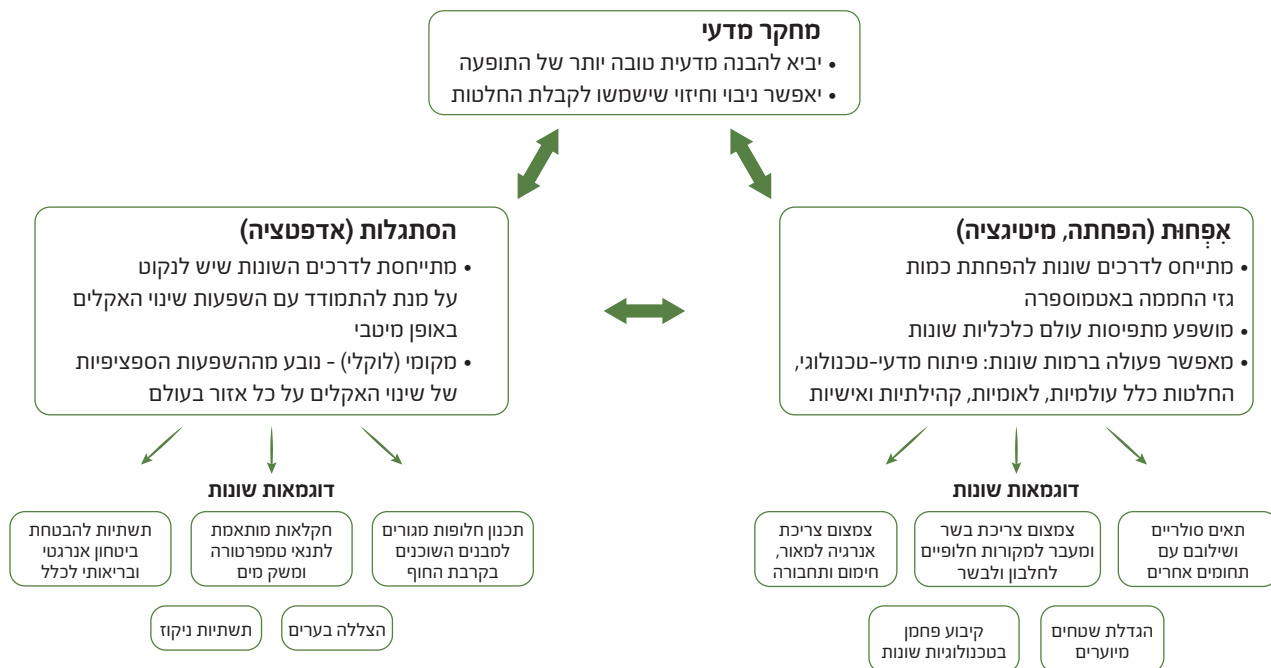
- גישור על פערי ידע.
 - הכללת משבר האקלים כחלק מתרחישי הייחוס של מפת האיום על ישראל ויצירת חוסן אקלימי (יישום אסטרטגיית - DRR Disaster Risk Reduction).
 - ייזום פעולות חינוך והסברה ברמה הלאומית ובכל מערכת החינוך.
- מבקר המדינה בדק את פעולות הממשלה והיערכותה למשבר האקלים והגיש [דו"ח](#) באוקטובר 2021 שממנו עולה כי בתחומים רבים לא הושגו היעדים שהוצבו באותה העת.
- מסקנות הדו"ח [ותרחישי הייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל](#) שתוארו על ידי השירות המטאורולוגי מחייבים את משרדי הממשלה השונים והרשויות המקומיות להגביר את קצב הפעולות להיערכות עם הבעיות שאנו חווים כיום והשלכותיהן והעלולים לגבור בשנים הבאות.

3. חינוך אקלימי ופיתוח חוסן אקלימי

מטרה מספר 3 ביעד SDG ה-13 (שינוי אקלים) עוסקת בקידום חינוך ומודעות לשינוי האקלים ולפעולות שהציבור יכול לבצע עם זאת, וכדי להימנע מתחושות של חרדה אקלימית או ייאוש אקלימי

- ולהקשות על השגת ביטחון תזונתי ואף באספקת מי שתייה.
- השינוי במפלס מי הים יגרום להתקרבות קו החוף אל המבנים, להצרת החופים ולפגיעה במצוק החופי ואף לחדירת מי ים לשפכי נהרות.
- לכל ההשלכות והבעיות הנ"ל יש למצוא פתרונות, ולנקוט פעולות ליישומם ולכך יש עלויות והשלכות כלכליות. כדי להתמודד עם הבעיות והפתרונות הנדרשים הוקמה מנהלת שתעסוק בהיערכות ישראל להסתגלות לשינוי האקלים. המנהלת תפתח אסטרטגיה ותוכנית פעולה לאומית, תמליץ המלצות לממשלה ותוביל ליישום ההמלצות ([החלטה 4079](#) מיום 29.7.18).
- בין ההחלטות שקיבלה המנהלת המצריכות מדיניות, חקיקה ותקציבים ייעודיים הן:
- יצירת מפת חום שממנה תיגזרנה פעולות נחוצות בטווח הקצר.
- מיצוב השלטון המקומי כמרכזי במימוש תוכנית ההיערכות בהתאמה לסיכונים החברתיים והגאוגרפיים המאפיינים כל רשות.
- חיזוק עמידות המערכות האקולוגיות.
- פיתוח חקלאות מותאמת לשינוי האקלים.
- השקעה בתשתיות.

דרכי התמודדות עם שינוי האקלים





שהוא יוזמה של הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה ומשרד האנרגיה בשיתוף עם מרכזי המורים הארציים למדע וטכנולוגיה בבתי הספר היסודיים (למדע) ובחטיבות הביניים. במאמר זה מתוארת גם נקודת מבטם של מורים שנטלו חלק במיזם ושביעות רצון התלמידים מן ההאקתון שהווה חלק מן המיזם.

הערה: בגיליון זה אנו מציגים את ההפניות למקורות שעליהם מבוססים המאמרים לא בסגנון APA (שם משפחה של מחבר ושנת פרסום), אלא באמצעות Endnotes. המקורות ממוספרים על פי מיקומם לאורך המאמרים וכך הם מוצגים גם ברשימת המקורות.

מקורות

- 1 בכר, ג. (2022). מהו הפתרון למשבר האקלים? זווית. סוכנות ידיעות למדע וסביבה.
- 2 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2023).
- 3 יוסף, י., בהר"ד, ע., אוזן, ל., אוסטינסקי-צידקי, א., כרמונה, י., חלפון, נ., פורשפן, א., לוי, י. וסתיו, נ. (2019). [שינוי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורות והמשקעים](#) - דו"ח מחקר מס' 0000075-2019-0804-4000. השירות המטאורולוגי בישראל.
- 4 פז, ש., נגב, מ., ודודוביץ, נ. (2019). [השפעות שינוי האקלים על בריאות הציבור בישראל - מדע ומדיניות](#). אקולוגיה וסביבה, 10 (4), 72-78.
- 5 שחק, מ. שינוי אקלים והשפעתם על מערכות אקולוגיות מדבריות. פודקאסט "דעת מדבר" מתאריך 15.12.2020.
- 6 קנט, ר., ושורק, מ. (2019). [השלכות שינוי האקלים על מערכות אקולוגיות בישראל ודרכי הערכות לקראתן](#). אקולוגיה וסביבה, 10 (4), 24-30.
- 7 Thompson, T. (2021). Young people's climate anxiety revealed in landmark survey. *Nature*, **597**, 605.

קריאה מעניינת ומהנה!

ד"ר ליאורה ביאלר, עורכת הגיליון וחברי המערכת*

(climate anxiety)⁷, העלויות להתפתח אצל צעירים העוסקים בנושא, יש לפתח חוסן ואמונה ביכולת להתמודד עם השפעות השינויים שאנו חווים. חוסן כזה ומידת אופטימיות יתפתחו תוך הדגשת העובדה כי האנושות יכולה לפעול בדרכים רבות ומגוונות כדי להאט את ההתחממות ולהיערך להתמודדות עם התופעות הנובעות ממנה.

מלבד פיתוח ההבנה ביחס לאסטרטגיות הפעולה והגישות השונות שלקן שתואר לעיל, נדרש טיפול מעמיק בנושא במערכת החינוך, ולשם כך פותחו [תוכנית חינוך אקלימי וחומרי למידה](#) שיעסקו בשינוי האקלים, סיבותיו, השלכותיו והדרכים להתמודדות עימו. כמו כן, נפתח מרכז מורים ארצי לחינוך סביבתי ולקיימות, [מרכז "בידנ"](#), הפועל לפיתוח מקצועי של מורים בתחום הסביבה והקיימות ומפתח משאבי הוראה ולמידה בנושא.

רבים מחומרי ההוראה והלמידה שאנו נחשפים אליהם בשנים האחרונות בנושא עוסקים בהבנת התופעה המדעית של ההתחממת הגלובלית, בסיבות לה, ובהשפעתה העכשווית והעתידית על מערכות אקולוגיות שונות בכדור הארץ ועל המין האנושי. קיימת יחידה הממוענת לחטיבה העליונה העוסקת בפתרונות לשינוי האקלים אך מתמקדת באפחות פחמן דו-חמצני ולא בהסתגלות.

למאמרים מן המדור "בחזית המדע" כבר התייחסנו במאמר פתיחה זה. במדור "הוראת המדעים" תמצאו את מאמרו של ד"ר תום ביאליק המציג שימוש במודלים ובנייתם הן ככלי לפיתוח אוריינות מדעית והן ככלי מקובל בחקר שינוי האקלים וההשפעות עליו. כמו כן תמצאו את מאמרו של פרופ' רון בלונדר וד"ר שלי רפ שיציג את הסביבה הלימודית "דברו אליי במספרים", המשלבת היבטים מתמטיים וניתוח מסדי נתונים בלמידה בנושא שינוי האקלים.

במדור "משדה ההוראה" שלושה מאמרים. בראשון שבהם מציגים שלושה מורים מחט"ב טביב בראשון לציון: רקפת הרשקוביץ, ענת אמסטרדמר ומשה אשכנזי את הפעילות החינוכית בבית הספר בתשפ"ב, בהקשר של תחרות "בתי ספר מאופסי אנרגיה". רודי בוקסנבאום, מנהלת אשכול הפיס ברעננה, מתארת את המיזם "רעננה מובילה אנרגיה חכמה", המלמד על נושא האנרגיה והצורך בשינויים בצריכת האנרגיה בחטיבות הביניים. במסגרת המיזם, קבוצות לומדים עסקו בפתרון בעיות בנושא והציעו פתרונות טכנולוגיים אפשריים להתייעלות אנרגטית, ואלה הוצגו במסגרת הקאתון עירוני. מאמר נוסף מתאר את מיזם "תחבורת העתיד",

* תודה מיוחדת לד"ר יעל שוורץ על סיועה בכתיבת פתח הדבר