

פיתוח מדד פגיעות אקלים

סיכום ותובנות של ועדת מומחים ומומחיות | 2024



HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
TEL AVIV

האגודה הישראלית
נאקונויה ולמדעי הטבייה



המשרד להגנת הסביבה
وزارة لحماية البيئة
Ministry of Environmental Protection



עורך וכותב ראשי: ד"ר בן בלק

צוות הוועדה: נגה קרונפלד-שור, ד"ר עמיאל וסל, ד"ר דוד דהן, ד"ר רונית רצון, ד"ר אורי שרון, רומי שפירא, גל תמיר, עומרי כרמון, גילי כהן

השתתפו בכתיבה ובאיסוף החומר: ד"ר טל אלוס, גילי כהן, ירדן מנלזון, דנה מרמינסקי

סייעו ביום הדיונים: גילי כהן, ד"ר יהלה דור, לוס מיטלמן, ויקי כץ, נועה וינברג, לוטם בידרמן

משתתפי ועדת המומחים (על פי סדר אל"ף-בי"ת): דפנה אבירם ניצן,¹ ד"ר קרן אגאי שי,² נגה אדלר שטרן,³ יפית אלפנדרי,⁴ הילה אקרמן,⁵ ליאת ארבל,⁵ אורלי בביצקי,³⁰ פרופ' עלי בוקשפן,⁶ פרופ' יונתן בלמקר,⁷ שחר בן צבי,⁸ אנדי בניקה,⁹ פרופ' עודד ברגר טל,¹⁰ פרופ' דוד ברודאי,¹¹ אמרי בריקנר,¹² ד"ר אלה ברנד לוי,¹³ ד"ר עידן ברנע,¹⁴ תומר ברק,¹⁵ ד"ר דניאל ברקוביץ,⁴⁵ ד"ר אורי גרופל,¹⁶ ד"ר דוד דהן,¹⁷ יערה דגוני,³ ד"ר איילת דוידוביץ,⁷ פרופ' נדב דוידוביץ,^{10,40} עידית הוד,¹⁸ גיא הראל,⁴⁶ ד"ר ענב וידן,¹⁰ אביבה וייס,⁴⁷ ד"ר עמיאל וסל,¹⁷ פרופ' שלומית זוטא,¹⁹ דורית חיזי,¹² ד"ר רועי חייכל,²⁰ ד"ר נירית טופול,²¹ ד"ר גדעון טופורוב,²² ד"ר ערן טס,²⁷ יהונתן טריפוס,²³ ד"ר נעמה טשנר,¹⁰ עמית יגור קרול,⁴ ד"ר משה ינאי,⁴ פרופ' דן יקיר,²⁸ רן כהן,¹⁶ עומרי כרמון,¹⁰ ד"ר עדי לוי,²⁴ ד"ר שי לוי,^{25,35} דורון לוין,²⁶ פרופ' חגי לוין,²⁷ פרופ' איתמר לנסקי,² פרופ' רון מילוא,²⁸ ד"ר משה מנדלמילך,¹¹ ד"ר נגה נאור,²⁹ פרופ' מיה נגב,³⁰ ד"ר יונתן נתניאל,¹¹ דור סנדלר,⁷ נמרוד ספיר,³¹ גדי עבאדי,³² אללא עביד,³³ ד"ר שירה עפרון,²⁶ אליקס פאהאוט,³⁰ פרופ' עודד פוציטר,⁷ אבנר פורשפן,³⁴ פרופ' שלומית פז,³⁰ ד"ר בני פירסט,³⁹ ד"ר רוסלנה רחל פלטיניק,³⁵ ד"ר שלומית פלינט אשרי,² ד"ר נעמי פליס איסקוב,³⁶ רננה פרזנצ'בסקי אמיר,²¹ פרופ' ערן פרידלר,¹¹ עמית צביגורן,³⁷ ד"ר שירי צמח שמיר,⁶ פרופ' ענת ציציק,² ד"ר יעל קחל,²² מתן קייסרמן,³⁸ יובל קלוש,³⁸ גלית קניגסברג,⁷ ד"ר לאה קרונבטר,²³ פרופ' נגה קרונפלד-שור,¹⁷ ד"ר קרני קריגל,² ד"ר אור קרסין,³⁹ ד"ר איזבלה קרקיס,³⁶ פרופ' אורי רול,¹⁰ ד"ר אורלי רונן,⁷ אורית רופא,³² נעמה רותם,⁴ ד"ר יאיר רינת,²³ אורי רמון,⁴⁸ ד"ר כרמית רפפורט,³⁰ ד"ר רונית רצון,³⁶ מאיה שדה,⁴⁰ אלי שורצר,²⁶ רועי שחף,⁴¹ ד"ר מירי שחר,³⁶ ד"ר אנה שניידמן,³⁷ נעמה שפירא,⁴² ד"ר סתיו שפירא,¹⁰ רומי שפירא,⁴³ ד"ר נעמי שפירר בלפר,⁴⁹ ד"ר אורי שרון,² מיכאל שרמן,⁴⁴ גל תמיר.¹⁷

שיוך מוסדי של משתתפי הוועדה: ¹המכון הישראלי לדמוקרטיה, ²אוניברסיטת בר-אילן, ³משרד הרווחה והשירותים החברתיים, ⁴הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, ⁵המועצה לישראל יפה, ⁶אוניברסיטת רייכמן, ⁷אוניברסיטת תל אביב, ⁸משרד האוצר, ⁹יד הנדיב, ¹⁰אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, ¹¹הטכניון, ¹²הסדנה לידע ציבורי, ¹³הג'וינט, ¹⁴החברה להגנת הטבע, ¹⁵מכון גזית, ¹⁶משרד העבודה, ¹⁷המשרד להגנת הסביבה, ¹⁸פורום ה-15, ¹⁹המכללה האקדמית תל-אביב-יפו, ²⁰אגמא המרכז לאגני היקוות, נגר ונחלים, ²¹האקדמיה הלאומית למדעים, ²²משרד החקלאות ופיתוח הכפר, ²³הרשות הממשלתית למים ולביוב, ²⁴המכללה האקדמית אחוה, ²⁵כבאות והצלה לישראל, ²⁶משרד הביטחון, ²⁷האוניברסיטה העברית בירושלים, ²⁸מכון ויצמן, ²⁹משרד התחבורה והבטיחות בדרכים, ³⁰אוניברסיטת חיפה, ³¹איגוד בתי ההשקעות, ³²רשות החירום הלאומית, ³³אגודת הגליל, ³⁴השירות המטאורולוגי, ³⁵המכללה האקדמית עמק יזרעאל, ³⁶משרד הבריאות, ³⁷המרכז למיפוי ישראל, ³⁸המנהל למחקר, פיתוח אמצעי לחימה ותשתית טכנולוגית, ³⁹האוניברסיטה הפתוחה, ⁴⁰מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל, ⁴¹tomorrow.ie, ⁴²מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית, ⁴³קרן היינריך בל, ⁴⁴משרד האנרגיה והתשתיות, ⁴⁵יועץ סביבתי, ⁴⁶צבא הגנה לישראל, ⁴⁷רשות שוק ההון, ⁴⁸מכון דשא, ⁴⁹מרכז הראל לחקר שוק ההון, ⁵⁰מרכז השלטון האזורי בישראל.

ערכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

עיצוב גרפי: תמר רוזנר-פרץ

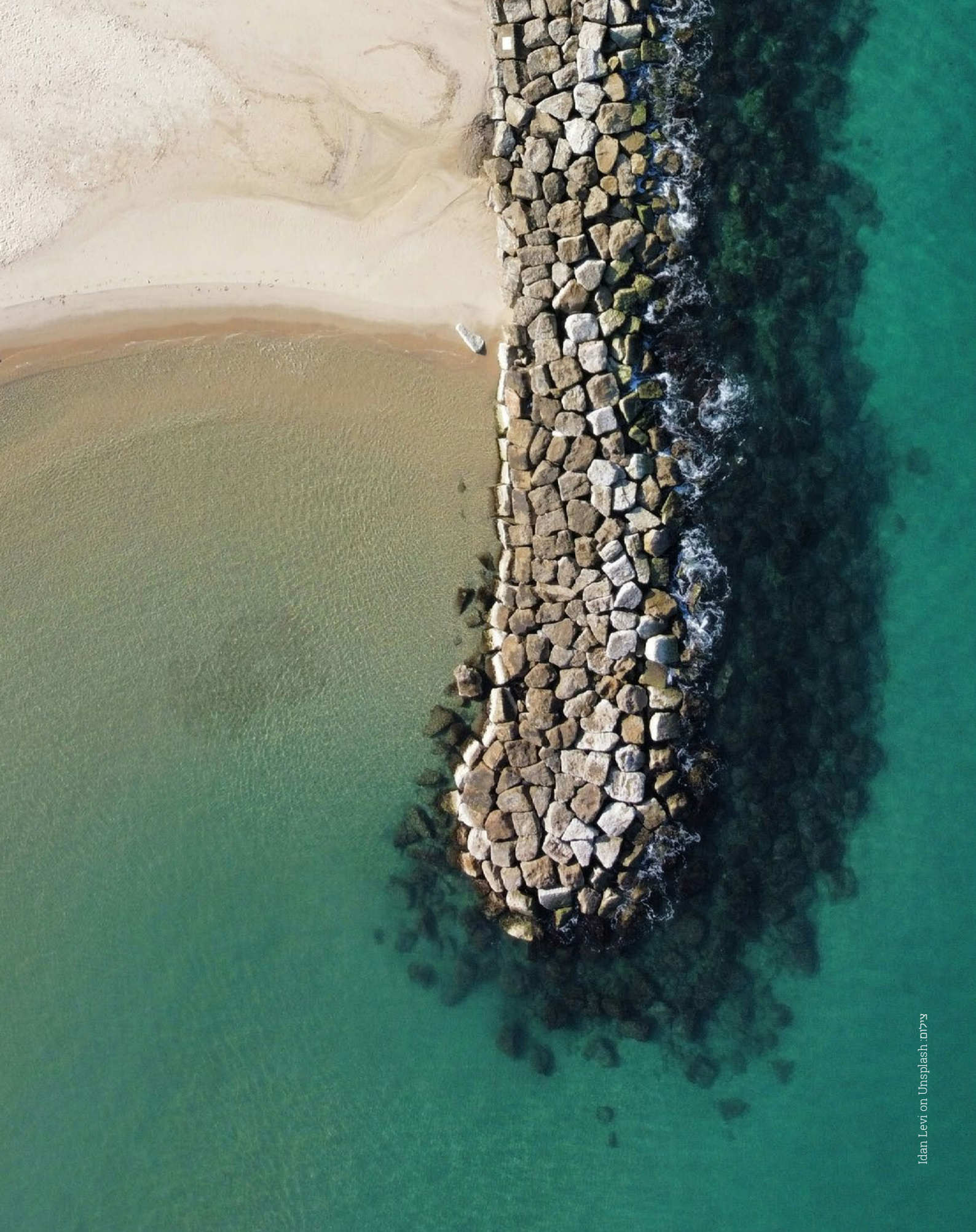
תמונת שער: גלעד טופז

ציטוט מומלץ: בן בלק, עמיאל וסל, גל תמיר, עומרי כרמון, דוד דהן, אורי שרון, רונית רצון, רומי שפירא, גילי כהן, ירדן מנלזון, טל אלוס, דנה מרמינסקי ונגה קרונפלד-שור. (2024). פיתוח מדד פגיעות אקלים: סיכום ותובנות של ועדת מומחים ומומחיות. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה, קרן היינריך בל והמשרד להגנת הסביבה. 78 עמודים.

תודה למוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט בתל אביב על אירוח יום הדיונים.

תוכן עניינים

6	על ועדת המומחים והמומחיות
8	תקציר עיקרי הדברים
17	שער ראשון – מבואות
18	[1] רקע
21	[2] מפות פגיעות אקלים
23	[3] מדד פגיעות אקלים
24	[4] ממדי מדד הפגיעות
26	[5] דיוני ועדת המומחים
28	[6] תהליך בחירת המחוונים
29	[7] סקירה מורחבת – מדדי פגיעות מהעולם
35	שער שני – ממצאי ועדת המומחים
36	פרק א': רגישות חברתית-כלכלית
47	פרק ב': רגישות במישור הרציפות התפקודית
58	פרק ג': רגישות בריאותית
66	פרק ד': רגישות סביבתית
74	פרק ה': שיקולי אינטגרציה



על ועדת המומחים והמומחיות

האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה פועלת לטיפול הקהילה המדעית ולשיפור מדיניות הסביבה והאקלים בישראל באמצעות קידום מעמד השיח המדעי, הנגשתו והטמעתו בקרב מעצבי דעת הקהל וקובעי המדיניות. בחזונה של האגודה, ידע מדעי בנושאי הסביבה בישראל משמש בסיס איתן לתהליכי קבלת החלטות במישור הלאומי והמקומי. ידע זה צריך להיות זמין ונגיש לעובדי ציבור, לארגונים אזרחיים ולציבור הרחב. לאגודה ניסיון רב-שנים של יצירת שיתוף פעולה בין המאסדר (רגולטור) ובין מדענים לשם מתן מענה מדעי לשאלות הנוגעות לניהול משאבי טבע ולעיצוב מדיניות סביבה. כדי ליצור את החיבור הנדרש בין מדענים לקובעי מדיניות ייסדה האגודה מנגנון של ועדות מומחים העוסקות בסוגיות ספציפיות. ועדות המומחים מקדמות שיתוף פעולה בין האקדמיה, מכוני המחקר הממשלתיים, גורמי החברה האזרחית ואנשי המקצוע במשרדי הממשלה.

ועדת המומחים והמומחיות לפיתוח מדד פגיעות אקלים היא מיזם משותף של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ושל לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה, בתמיכתה של קרן היינריך בל. ועדה זו היא מרכיב חיוני במאמצי ההיערכות הממשלתיים לשינוי האקלים, שכן עבודתה מתמקדת באפיון מדדי הפגיעות הפרטניים שיש לכלול במדד פגיעות אקלים לאומי: מדדי פגיעות חברתיים, כלכליים, בריאותיים וסביבתיים, כמו גם אלה הנוגעים לרציפותם התפקודית של תשתיות ושירותים. שיאה של הוועדה בא לידי ביטוי בסדנת שולחנות עגולים שהפגישה תחת קורת גג אחת חוקרים וחוקרות מובילים מתחומים רלוונטיים, לצד נציגי ממשלה, המגזר העסקי והחברה האזרחית. משתפי יום הדיונים שיתפו מידיעותיהם ומניסיונם המקצועי, ודנו בהיבטיו השונים של הנושא. דו"ח מקיף זה מייצג את התוצר של התהליך, וישמש בסיס מקצועי וערכי להמשך תהליך גיבוש מפת סיכוני האקלים הלאומית המקודמת בימים אלה במשרד להגנת הסביבה.



תקציר עיקרי הדברים

רקע

ישראל נמצאת באזור המוגדר כמוקדה (hotspot) של שינוי האקלים, והשפעותיו צפויות להתבטא בו ביתר שאת. אף על פי שכולנו חשופים להשפעותיו של שינוי האקלים במידה כזו או אחרת, השינוי אינו צפוי לפגוע בכולם במידה שווה: ראשית, האוכלוסיות הפגיעות יותר בחברה מתאפיינות ברגישות גבוהה יותר לפגיעו של שינוי האקלים. מכאן, שבהיעדר מאמצי היערכות מותאמים, שינוי האקלים צפוי להטיל נטל עודף דווקא על האוכלוסיות החלשות יותר בחברה, להנציח פערים חברתיים על רקע כלכלי, מגדרי, אתני ובריאותי, ולהגביר את האי-שוויון. שנית, למיקומן הגאוגרפי של קהילות שונות ישנה השפעה מכרעת על רגישותן לשינוי האקלים הצפוי. שלישית, מגזרים שונים, דוגמת המגזר החקלאי, משק האנרגיה ומשק המים, יושפעו מהשינוי באופן שונה. מכאן, שפגיעתו של שינוי האקלים איננה מוכרעת רק מעצם החשיפה לתנודות האקלים, אלא גם בשל פגיעותן של האוכלוסיות המתגוררות באזור החשוף ושל המערכות המצויות בו.

הערכת פגיעותן של קהילות ומערכות לשינוי האקלים מצריכה ניתוח מושכל של מאפייני הפגיעות, המשתנים בין אזורים שונים. לביצוע ניתוח זה בצורה סטנדרטית ומהימנה יש צורך בפיתוח מדד (אינדקס) פגיעות שבאמצעותו ניתן לעמוד על מאפייני הרגישות המגוונים (סביבתיים, חברתיים, כלכליים ובריאותיים) של קהילות ואזורים שונים, בהתבסס על מאגרי נתונים שקיימים ממילא בידי הרשויות ומכוני המחקר, לצד נתונים חדשים שייאספו לשם כך. במילים אחרות, **מדד פגיעות אקלים הוא כלי מתודולוגי לבחירת הנתונים הרלוונטיים והמהימנים ביותר מבין שלל הנתונים הקיימים, לשקלול הנתונים הנבחרים לפי מפתח שעוצב לשם כך, ולעיבודם לכדי ערכים סטנדרטיים המאפשרים יכולת השוואה בין תאי שטח שונים ובין קהילות המתגוררות בהם.** יכולת השוואה זו תאפשר בעתיד קביעת סדר עדיפויות מושכל של הקהילות, המגזרים והמערכות הרגישים ביותר לשינוי האקלים, תוך אפיון מדויק של אופי הפעולות הנחוצות והפתרונות הנדרשים להפחתת רגישות זו ולהגברת החוסן האקלימי של החברה בישראל.

מדד פגיעות מורכב בדרך כלל משלושה קטגוריות: קטגוריית החשיפה, ממד יכולת ההסתגלות וממד הרגישות. כל אחד מן הממדים הללו מורכב ממחוונים (אינדיקטורים). במדדי פגיעות שונים ברחבי העולם מספר המחוונים נע בין בודדים לעשרות רבות. שקלול ערכם של כלל המחוונים יפיק ערך המייצג את מידת הפגיעות של אזור מסוים לשינוי האקלים. **בחירת המחוונים שירכיבו את המדד היא השלב הראשון, ההכרחי והמהותי בפיתוחו של המדד ובעיצובה של מפת הפגיעות בכללותה.** מטרת ועדת המומחים היא יצירת התשתית המקצועית לפיתוחו של מדד פגיעות אקלים, וזאת באמצעות אפיון המחוונים שירכיבו מדד פגיעות אקלים לאומי: הכלי המתודולוגי שעל בסיסו תפותח מפת פגיעות אקלים לאומית.

עיקרי ממצאי ועדת המומחים והמומחיות

ביום 30 באפריל 2023 התכנסה במוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט בתל אביב ועדת המומחים והמומחיות לפיתוח מדד פגיעות אקלים. הוועדה כללה מומחים ומומחיות משורה ארוכה של מוסדות מחקר, משרדי ממשלה וארגוני החברה האזרחית, לצד נציגים נבחרים ממערכת הביטחון, מהשלטון המקומי ומהתעשייה. למעלה מ-100 מומחים ומומחיות השתתפו ביום הדיונים, והם חולקו לחמישה שולחנות עגולים. בכל אחד מהשולחנות נערך דיון בן שלוש שעות, שנוהל על ידי מומחים לתחום שהתנדבו למשימה, ובעזרתם גובשו שאלות המחקר שהנחו את הדיון לכל אורכו. לצד אפיון האתגרים, המגבלות, הצרכים וההזדמנויות שבגיבוש מדד רגישות בכל אחד מהמישורים שנידונו, המומחים התבקשו לגבש רשימת מחוונים אפשריים ורלוונטיים שראוי כי ירכיבו את המישור הנידון. בסופו של דבר נבחרו באופן זה 130 מחוונים אפשריים:

בדיון שעסק באפיון המחוונים עבור מישור הרגישות החברתית-כלכלית השתתפו 20 מומחים ומומחיות. את הדיון ניהל גל תמיר מהמשרד להגנת הסביבה. בסיכומו של הדיון נבחרו 22 מחוונים אפשריים למישור זה.

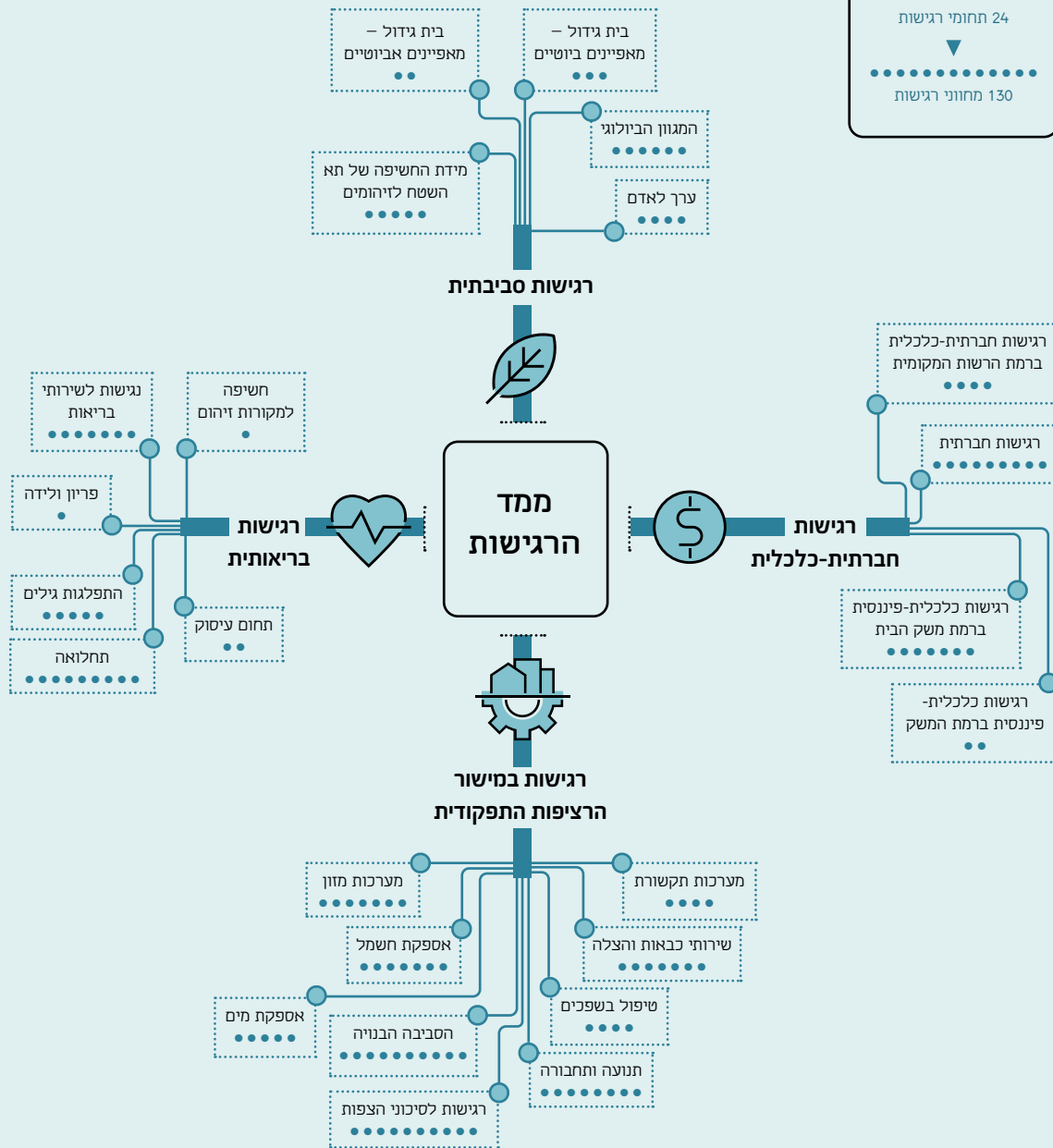
בדיון שעסק באפיון מחווני הרגישות עבור מישור הרציפות התפקודית השתתפו 21 מומחים ומומחיות. את הדיון ניהל ד"ר אורי שרון מאוניברסיטת בר-אילן. בסיכומו של הדיון נבחרו 63 מחוונים אפשריים למישור זה.

בדיון שעסק באפיון המחוונים עבור מישור הרגישות הבריאותית השתתפו 16 מומחים ומומחיות. את הדיון ניהלה ד"ר רונית רצון ממשרד הבריאות. בסיכומו של הדיון נבחרו 25 מחוונים אפשריים למישור זה.

בדיון שעסק באפיון מחווני הרגישות במישור הסביבתי השתתפו 17 מומחים ומומחיות. את הדיון ניהל ד"ר עמיאל וסל מהמשרד להגנת הסביבה. בסיכומו של הדיון נבחרו 20 מחוונים אפשריים למישור זה.

בדיון שעסק בשיקולים הנוגעים לאינטגרציה בין מישורי הרגישות השונים השתתפו 23 מומחים ומומחיות. את הדיון ניהל עומרי כרמון מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

להלן פירוט המחוונים הנבחרים בכל אחד מן המישורים שנידונו.





פרק א': רגישות חברתית-כלכלית

מישור רגישות זה עוסק בהערכת פגיעותן של אוכלוסיות מגוונות לפגעי של שינוי האקלים תוך התמקדות בנסיבותיהן החברתיות והכלכליות. בדיון המומחים נבחרו 22 מחוונים למישור זה, אשר חולקו לארבעה תחומים: רגישות חברתית, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת הפרט, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת המשק ורגישות חברתית-כלכלית ברמת הרשות המקומית. להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרגישות החברתית-כלכלית, והמחוונים שהוצעו עבור כל תחום:

1 רגישות חברתית

תחום זה נוגע למידת יכולתם של פרטים ומשקי בית להיסמך על משאבי הון חברתי לטובת היערכות לשינוי האקלים והתמודדות עם השפעותיו.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. שיעור המשפחות החד-הוריות
- ב. שיעור המהגרים
- ג. שיעור המבוגרים ללא עורף משפחתי
- ד. שיעור מחוסרי הדיור
- ה. רמת ההשכלה
- ו. מידת האי-שוויון המגדרי
- ז. התפלגות הגילים
- ח. נגישות למידע וידע לגבי שירותים
- ט. שיעור המשתייכים לקבוצת מיעוט

2 רגישות כלכלית-פיננסית ברמת משק הבית

תחום זה מתייחס לקיומן או להיעדרן של רשתות הגנה פיננסית למקרה של פגיעה מאירוע קיצון.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. רמה חברתית-כלכלית (סוציו-אקונומית)
- ב. רשת ביטחון כלכלית – נכסים נזילים
- ג. רשת ביטחון כלכלית – נכסים בניליות נמוכה
- ד. מידת הכיסוי הביטוחי
- ה. נטל מחירי הדיור
- ו. בעלות על עסק קטן
- ז. מחירי הדירות באזור

3 רגישות כלכלית-פיננסית ברמת המשק

תחום זה מתייחס לקיומם של אתרים בתא שטח מסוים שהשבתם עשויה להוביל לפגיעה משמעותית הן בהכנסות של הרשות המקומית הן בתוצר הלאומי.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

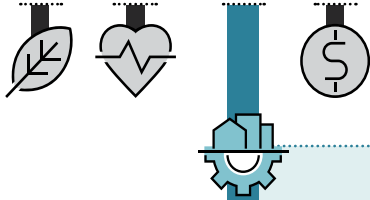
- א. ריכוז תשתיות חיוניות
- ב. צפיפות נכסים ופעילויות בערך גבוה

4 רגישות חברתית-כלכלית ברמת הרשות המקומית

תחום זה נוגע למידת הפגיעה הכלכלית הצפויה לרשות המקומית במקרה של אירועי קיצון אקלימיים.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. שיעור העסקים הקטנים
- ב. מדד פריפריאליות
- ג. שטחי מגורים מול מסחר ותעשייה
- ד. צפיפות אוכלוסייה



פרק ב': רגישות במישור הרציפות התפקודית

הערכת רגישותם של אזורים וקהילות במישור הרציפות התפקודית מתייחסת ליכולתן של רשויות להמשיך ולספק שירותים חיוניים בעבור אותן קהילות בעיתות משבר. בדיון המומחים נבחרו 63 מחוונים למישור זה, אשר חולקו לתשעה תחומים: אספקת מים, אספקת חשמל, תנועה ותחבורה, מערכות מזון, שירותי כבאות והצלה, טיפול בשפכים, מערכות תקשורת, הסביבה הבנויה ורגישות לסיכונים הצפות. להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרציפות התפקודית, והמחוננים שהוצעו עבור כל תחום:

1 אספקת מים

תחום זה נוגע לרגישותה של מערכת אספקת המים המקומית לאירועי קיצון אקלימיים, ובתוך כך להערכת מידת תלותה של מערכת זו בתפקודן התקין של מערכות אחרות, ובראשן מערכת החשמל.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- נפח האיגום העירוני
- איכות המים במערכת האיגום העירוני
- מידת התלות של אספקת המים המקומית במערכת הארצית
- ביטחון אספקת האנרגיה של מתקני התפלה, קידוחים ותחנות שאיבה
- ביטחון אספקת האנרגיה של מערכות מים בבניינים רבי קומות

2 אספקת חשמל

תחום זה נוגע לרגישותה של מערכת אספקת החשמל המקומית לאירועי קיצון אקלימיים, הן כתשתית חיונית בפני עצמה הן כמערכת שתפקודה התקין חיוני לרציפותן התפקודית של מערכות אחרות.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- היקף אגירת האנרגיה במרחב נתון
- קרבה למקורות ייצור אנרגיה
- שיעור מערכות הייצור החשופות לירידה בכושר הייצור עקב עלייה בחום
- זמן התגובה לאירוע הפסקת חשמל לפי אזור ורמת האירוע
- יחס הולכה-ביקוש לפי אזור
- קיומם של מתקני ייצור אנרגיה באזורי סיכון
- זמינות של צוותים טכניים מעבר לטמפרטורה מסוימת

תנועה ותחבורה

תחום זה נוגע לרגישותה של מערכת התחבורה לאירועי קיצון אקלימיים.

המחווניים שהוצעו לתחום הם:

- א. נגישות לתחבורה ציבורית
- ב. שיעור כלי הרכב החשמליים מתוך כלל כלי הרכב
- ג. עמידות הכבישים ומסילות הברזל באזור בפני אירועי קיצון
- ד. מידת הגיבוי האנרגטי של רכבות חשמליות
- ה. מרחק ממוקדי חירום קריטיים
- ו. מספר נקודות גישה למרחב
- ז. תשתית תחבורתית קריטית בעלת רגישות גבוהה להצפות
- ח. איכות התשתית ההליכתית

מערכות מזון

תחום זה מתייחס הן למערכות מקומיות לייצור מזון (חקלאות) הן למערכות לשינוע המזון ולשיווקו. כמו כן, הוא כולל מערכות ליבוא מזון ממדינות אחרות, שתלויות בתפקודן התקין של מערכות היבוא ושל המערכות לייצור המזון במדינות המוצא.

המחווניים שהוצעו לתחום הם:

- א. היקף הגידולים החקלאיים המוגנים באמצעים למיתון השפעות קיצון אקלימיות
- ב. היקף הגידולים בממשקי גידול שבכוחם למתן השפעות אקלימיות
- ג. מגוון הגידולים בתא שטח, ברמה אזורית וברמה ארצית
- ד. רגישות הגידול החקלאי להפחתה של אספקת המים
- ה. רגישות הגידול החקלאי לאירועי קיצון במועד קריטי בהתאם לעונת השנה
- ו. מידת התלות בשינוע, באחסון או בעיבוד של התוצרת בקירור
- ז. מידת התלות של אספקת המוצר החקלאי ביבוא ממדינות עם פגיעות אקלימית גבוהה
- ח. היקף השטח החקלאי שמבוטח באופן מיטבי

שירותי כבאות והצלה

תחום זה מתייחס לקיומם ולזמינותם של שירותי כבאות והצלה אפקטיביים, לצד הערכת מידת ההגנה של אזורים ומבנים מפני שרפות.

המחווניים שהוצעו לתחום הם:

- א. גיל המבנה
- ב. צפיפות המבנים באזור
- ג. זמינותם של מים למאמצי כיבוי אש
- ד. איכותם וזמינותם של שירותי כיבוי אש
- ה. דרגת המסוכנות לשרפות
- ו. ריבוי אירועים בזמן ובמרחב
- ז. מספר הנפשות ליחידת דיור

טיפול בשפכים

תחום זה מתייחס לתפקודן התקין של מערכות הטיפול בשפכים בעת אירועי קיצון אקלימיים.

המחווניים שהוצעו לתחום הם:

- א. ביטחון אספקת האנרגיה לתחנות השאיבה לשפכים
- ב. גודל המתקן לטיהור שפכים
- ג. ביטחון אספקת האנרגיה למתקן לטיהור שפכים
- ד. רגישותו של המתקן לטיהור שפכים לאירועי הצפות

מערכות תקשורת

7

תחום זה מתייחס למידת רגישותן של מערכות התקשורת לאירועי קיצון אקלימיים.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. מוכנות מערכת הגיבוי לשעת חירום
- ב. רמת התחזוקה של תשתית התקשורת הפיזית
- ג. נוחות הגישה לתשתית בשעת חירום
- ד. רגישותו של מרכז התקשורת להצפות

רגישות לסיכוני הצפות

9

תחום זה מתייחס למידת הרגישות של תא שטח מסוים לפגיעה במקרה של הצפות ושיטפונות.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. שיעור השטחים המבונים הנמוכים ביחס לסביבתם
- ב. שיעור השטחים המבונים הנמוכים אבסולוטית בתווך העירוני
- ג. שיעור השטחים המבונים המצויים בפשט הצפה
- ד. שיעור השטחים המבונים המצויים באזור המועד להצפות בשל עליית מפלס הים
- ה. הימצאות באזור עם פוטנציאל ניתוק מסביבתו
- ו. יעילות תשתיות הניקוז
- ז. שיעור השטח המבונה
- ח. שכיחות תביעות נזיקיות בגין הצפה
- ט. שכיחות קריאות חילוץ מפני הצפות או שיטפונות למוקד העירוני
- י. מרחק מצוותי חילוץ ייעודיים

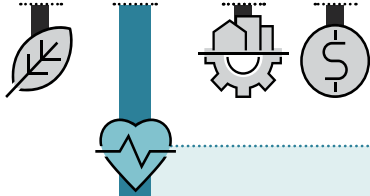
הסביבה הבנויה

8

תחום זה מתייחס למאפייניה השונים של הסביבה הבנויה שבכוחם להגביר או להפחית את מידת רגישותו של אזור מסוים לשינוי האקלים.

המחוונים שהוצעו לתחום הם:

- א. גיל המבנה
- ב. יישומו של תקן בנייה ירוקה 5281
- ג. שיעור המבנים הגבוהים
- ד. זירוג המבנה על פי שכונה 360°
- ה. היקף התשתית התת-קרקעית
- ו. היקף תשתית רגישה להצפות
- ז. חופת צל
- ח. שיעור השטחים הירוקים
- ט. שיעור משקי הבית שאינם מחוברים לרשת החשמל
- י. שיעור יחידות הדיור שמותקן בהן מיזוג אוויר וישנה יכולת כלכלית להפעילו



פרק ג': רגישות בריאותית

מישור הרגישות הבריאותית מתייחס למידת רגישותם של אוכלוסיות, קהילות או פרטים להשפעות בריאותיות שליליות בעקבות שינוי האקלים. בדיון המומחים נבחרו 25 מחוונים במישור הזה, שניתן לחלקם לשישה תחומים: התפלגות גילים, מצב רפואי, פריון ולידה, נגישות לשירותי הבריאות, חשיפה למקורות זיהום ותחום עיסוק. להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור זה, והמחווים שהוצעו עבור כל תחום:

1 התפלגות גילים

תחום זה נוגע לרגישות המוגברת של ילדים וקשישים לפגעי שינוי האקלים.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- מבוגרים מעל גיל 70
- מבוגרים בגיל 50-70
- ילדים עד גיל 18
- ילדים עד גיל 5
- פעוטות עד גיל שנה

3 פריון ולידה

תחום זה מתייחס לרגישותן המוגברת של נשים בהיריון לנזקי שינוי האקלים.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- שיעור הנשים בהיריון

4 נגישות לשירותי בריאות

תחום זה נוגע למידת נגישותם של שירותי בריאות שונים, שיש להם השפעה על מידת הרגישות של קהילה לשינוי האקלים, כמו גם לקיומן של אוריינות בריאות ומודעות לנושא.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- אוריינות בריאות
- נגישות לבריאות דיגיטלית
- נגישות פיזית לשירותי בריאות בקהילה
- נגישות פיזית לשירותי בריאות בעת חירום
- קשיי ניידות
- קשיי תקשורת
- מדדי איכות ברפואת הקהילה

2 תחלואה

תחום זה נוגע לרגישות המוגברת לשינוי האקלים במצבים ובמחלות מסוימים.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- שיעור תמותה שלא עקב תאונות
- היארעות מחלות נשימתיות
- היארעות מחלות לב
- היארעות תחלואה נפשית
- היארעות אלרגיות
- שיעור השמנת יתר
- היארעות סרטן
- היארעות סכרת
- שיעור לחץ דם גבוה

5 חשיפה למקורות זיהום

תחום זה עוסק בקיומה של חשיפה למקורות זיהום המהווה גורם סיכון משמעותי לשורה של מחלות, ומכאן מגבירה את מידת הרגישות לשינוי האקלים.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- חשיפה לזיהום אוויר

6 תחום עיסוק

תחום זה מתמקד במאפייני תעסוקה שיש להם השפעה מכרעת על מידת רגישותו של אדם לפגעי שינוי האקלים.

המחווים שהוצעו לתחום הם:

- שיעור המועסקים במרחב הפתוח
- קיומם של אתרי בנייה שמתבצעת בהם עבודה בגובה



פרק ד': רגישות סביבתית

מישור הרגישות הסביבתית מתייחס להערכה ולאפיון של הפגיעה הצפויה לסביבה בישראל בשל שינוי האקלים. שינוי האקלים הוא גורם מרכזי המאיים על המגוון הביולוגי, ופגיעתו צפויה להחריף, שכן תמורות האקלים מצטרפות למגוון העקות המופעלות ממילא על המערכות האקולוגיות, ובהן צמצום השטחים הטבעיים, ניצול יתר של משאבי הטבע, זיהום מים, קרקע ואוויר ומינים פולשים. בדיון המומחים נבחרו 20 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לחמישה תחומים: המגוון הביולוגי, בית גידול – מאפיינים ביוטיים, בית גידול – מאפיינים אביוטיים, מידת החשיפה לזיהומים וערך לאדם. להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרגישות הסביבתית, והמחוננים שהוצעו עבור כל תחום:

המגוון הביולוגי

1 תחום זה נוגע להערכת מידת רגישותה של מערכת אקולוגית לשינוי האקלים, ולאפיון השפעותיו השליליות על המגוון הביולוגי בתא שטח מסוים.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- עושר המינים בתא שטח
- אובדן המינים בתא שטח
- אובדן מיני מפתח בתא שטח
- קרבת המינים לסף התרמי
- סיכון לקריסה
- ערכיות המערכת האקולוגית

בית גידול – מאפיינים אביוטיים

3 תחום זה עוסק ברגישותם של בתי גידול לשינוי האקלים תוך התמקדות במאפייניהם האביוטיים.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- פגיעה במאפייני הקרקע
- פגיעה במאפייני המים

ערך לאדם

5 תחום זה כולל את אומדן ערכו של בית גידול או תא שטח לאדם, מתוך הבנה כי זיהוי ואפיון של רגישותן של מערכות טבעיות בעלות ערך לאדם יאפשרו הפניה של תשומות ומשאבים להגנה עליהן ולשיקומן.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- תהליכים אקולוגיים תומכים
- שירותי ויסות ובקרה
- שירותי אספקה
- שירותי תרבות ורוח

בית גידול – מאפיינים ביוטיים

2 תחום זה עוסק ברגישותם של בתי גידול לשינוי האקלים תוך התמקדות במאפייניהם הביוטיים.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- רגישות בית הגידול
- מגוון בתי הגידול בתא שטח
- הזרימות הסביבתיות – האיזון בין צריכה אנושית אל מול זרימה לטבע

מידת החשיפה של תא השטח לזיהומים

4 תחום זה נוגע להערכת העקות שמקורן בפעילות אנושית שבית הגידול נתון בהן, מתוך הבנה שככל שמין מסוים חשוף יותר לזיהומים, כך גוברת רגישותו לשינוי האקלים.

המחוננים שהוצעו לתחום הם:

- הימצאות במורד מוצא מט"ש אל הנחל
- סיכון לפגיעה בגין גלישת קולחים וביוב
- מידת הקרבה לפעילות אנושית (אור, רעש)
- קרבה לפעילות תעשייתית מסוכנת
- מידת ההגנה על תא השטח



צפוי להטיל נטל עודף דווקא על האוכלוסיות החלשות יותר בחברה, להנציח פערים חברתיים על רקע כלכלי, מגדרי, אתני ובריאותי, ולהגביר את האי-שוויון^{7,8,9,10,11,12,13}. בישראל, כמו בשאר מדינות העולם, אוכלוסיות מוחלשות נוטות להתגורר באזורים עירוניים המתאפיינים במחסור בצל, במחסור בשטחים ציבוריים פתוחים, בזיהום אוויר מוגבר ובתשתיות רעועות¹⁴. תופעת העוני באנרגיה פירושה שמשקי בית משכבות חלשות חשופים יותר לפגיעתם של גלי חום. נוסף על כך, נמצאו פערים ניכרים בין יישובים יהודיים ליישובים ערביים בתחומי הטיפול בביוב, איכות המים, הנגישות לתחבורה ציבורית, איכות האוויר¹⁵, וכן בגישה לשטחים ציבוריים פתוחים^{16,17}. דוגמה לאוכלוסייה רגישה כזו היא תושבי הכפרים הלא מוכרים בנגב (יותר מ-30 יישובים) שפגיעותם גוברת בשל גישה מופחתת

ישראל נמצאת באזור המוגדר כמוקדה (hotspot) של שינוי האקלים, והשפעותיו צפויות להתבטא בה ביתר שאת²¹. המגמות האקלימיות הצפויות באזורנו, על פי דו"ח השירות המטאורולוגי העדכני, הן התחממות בכ-2.2 מעלות צלזיוס במהלך חודשי הקיץ עד ל-2050 (ביחס לממוצע של 1961–1990); הפחתה בכמות המשקעים עד לסוף המאה בשיעור ממוצע של 15%–25%; עלייה בתדירותם ובעוצמתם של עומסי חום³, כמו גם באלה של אירועי גשם עזים הצפויים להוביל להצפות ולשיטפונות⁴; עלייה בגובה פני הים בשיעור של כ-4 מ"מ בשנה – ואף למעלה מזה^{5,6}. אף שכולנו חשופים להשפעותיו של שינוי האקלים במידה כזו או אחרת, השינוי אינו צפוי לפגוע בכולם מידה שווה.

ראשית, בהיעדר מאמצי היערכות מותאמים, שינוי האקלים

1. המשרד להגנת הסביבה. 2019. היערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים. דוח מספר 1. מוגש לממשלת ישראל על ידי המנהלת להיערכות לשינוי אקלים במסגרת החלטת ממשלה 4079 להיערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים.
2. Hochman A, et al. 2018. High-resolution projection of climate change and extremity over Israel using COSMO-CLM. *International Journal of Climatology* 38 (14): 5095–5106.
3. השירות המטאורולוגי, רשות החירום הלאומית. 2023. מזג אוויר קיצוני – גלי חום: תרחיש ייחוס.
4. צחק יוסף, ענת בהר"ד, לינס אוון ושות'. 2019. שינוי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורה והמשקעים. דו"ח מחקר מס' 0000075-2019-0804-4000. השירות המטאורולוגי הישראלי.
5. נגה קרונפלד-שור. 2022. היערכות למשבר אקלים: עליית גובה פני הים: על ישראל לדעכן את התחזיות והתרחישים בנוגע לעליית גובה פני הים. המשרד להגנת הסביבה.
6. איה לזר, אלי ביטון ואלון זס"ק. 2023. תרחיש ייחוס לשינוי אקלים: עליית מפלס ים. דו"ח חיא"ל H04/4/2023.
7. המשרד להגנת הסביבה, אוניברסיטת חיפה, אוניברסיטת תל אביב, הטכניון, מוסד שמואל נאמן. 2013. מרכז הידע להיערכות לשינוי אקלים בישראל: מתווה להיערכות הרשויות המקומיות.
8. Benevolenza MA and DeRigne LA. 2019. The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *Journal of Human Behavior in the Social Environment* 29 (2): 266–281.
9. United Nations Environment Programme. 2020. Emissions Gap Report 2020 – Executive Summary. Nairobi.
10. Agyeman J, et al. 2016. Trends and directions in environmental justice: from inequity to everyday life, community, and just sustainabilities. *Annual Review of Environment and Resources* 41 (1): 321–340.
11. אלה ברנד לוי. 2021. אוכלוסיות פגיעות ומשבר האקלים. משרד הרווחה והביטחון החברתי.
12. קרני קריגל. 2020. היערכות ישראל לשינוי אקלים – מיפוי אוכלוסיות פגיעות. המשרד להגנת הסביבה.
13. חנין שיבלי, נעמה טשנר וסתיו שפירא. 2022. עוני אנרגטי בתנאים של שינוי אקלים והשלכותיו על החוסן הקהילתי. קריאות ישראליות, גיליון 2.
14. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2020. מדדי איכות חיים, קיימות וחוסן לאומי.
15. דבורה שמואלי. 2011. צדק סביבתי במציאות הישראלית. בתוך קיימות: חזון, ערכים, יישום (עורך: ד"ר ג'רמי בנשטיין). מרכז השל לקיימות והמשרד להגנת הסביבה. עמ' 217–229.
16. אנה הלס. 2022. תשתיות פיזיות לצמיחה מכלילה: כיצד ניתן לצמצם את פערי הנגישות לתשתיות פיזיות כדי להבטיח צמיחה מכלילה ובת קיימא? יסודות
17. נתנאל לפידות, עמיאל וסל ואריאל פרטוש. 2019. יישום יעד 11 בישראל: אתגרים ומבט לעתיד. משרד הבינוי והשיכון, אגף בכיר תכנון אסטרטגי ומדיניות.

לאספקת חשמל סדירה, גישה מופחתת לשירותי בריאות, שיעור גבוה של מועסקים במרחב הפתוח ועוד^{18,19,20}.

שנית, למיקומן הגאוגרפי של קהילות שונות ישנה השפעה מכרעת על רגישותן לשינוי האקלים הצפוי. תושבי הערים ייפגעו מהתגברות תופעת איי החום העירוניים²¹; שרפות יער יתרחשו בתדירות גבוהה יותר, ויעמידו בסיכון את משקי הבית המתגוררים סמוך לשטחים מיוערים, בעוד תופעות כגון "מוקדי כתם" – גיצים שעפים עם הרוח ויוצרים שרפות חדשות – ייעשו נפוצות יותר ויעמידו בסכנה מוגברת ערים ויישובים שיש בהם יער עירוני²²; ערי החוף יישאו במרב הנטל של העלייה בתדירותם של אירועי הצפות ושיטפונות, בעוד העלייה הצפויה במפלס הים תוביל לפגיעה בתשתיות וביישובים על קו החוף^{23,24}. בהקשר זה יש לציין כי למערכות אקולוגיות ישנו תפקיד חיוני בשימור יכולת ההיערכות וההסתגלות של קהילות בחברה. ועם זאת, לחצי שינוי האקלים מחד גיסא ולחצי הפיתוח הפיזי מאידך גיסא עלולים לפגוע פגיעה אנושה ביכולתן של המערכות האקולוגיות לספק את השירותים האלה. גם ההשפעות הללו צפויות להשתנות בין אזורים שונים.

שלישית, מגזרים שונים יושפעו באופן שונה משינוי האקלים הצפוי. החקלאות תושפע בגין פגיעה בתפוקת היבול ובתפוקת משק החי, ירידה בדגה ועלייה בכמות המזיקים החקלאיים; משק האנרגיה יתאפיין בעלייה בדרישה לחשמל, בפגיעה ברשת החשמל ובשיבושים באספקת החשמל בעת אירועי מזג אוויר קיצוניים; חברות ביטוח עשויות שלא לבטח מבנים, חברות ורשויות הממוקמים באזורים פגיעים; שוק התעסוקה יושפע בשל השינויים בתנאי העבודה הפיזיים, כמו גם בשל צמצום המתחייב של ענפים עתירי פליטות; ירידה בזמינות מקורות המים

תוביל ללחץ גובר על מקורות המים השפירים. נוסף על כך, שינויים שיחולו במגזר אחד בעקבות שינוי האקלים צפויים להשפיע באופן עקיף גם על מגזרים נוספים.

מכאן, שפגיעות אקלים היא בבסיסה סוגיה רב-ממדית: פגיעתו של שינוי האקלים איננה מוכרעת אך ורק על ידי עצם החשיפה לתנודות האקלים, אלא גם על ידי רגישותה של האוכלוסייה המתגוררת באזור החשוף, כמו גם על ידי יכולתם של קהילות, מוסדות ושירותים להיערך לשינוי ולהסתגל אליו.

נכון להיום, רבים ממאמצי ההיערכות, ברמה הלאומית וברמת השלטון המקומי, מופנים לעבר היערכות פיזית לתנאים הצפויים. אלה פעולות חיוניות. עם זאת, כדי להפחית את מידת הפגיעות לא די בהיערכות הנותנת מענה למידת החשיפה בלבד. במקום זאת, יש לפעול להפחתת מידת הרגישות של משקי בית וקהילות, וכן לשיפור יכולת ההיערכות של קהילות, מוסדות ושירותים. לנוכח האופי הרב-ממדי של פגיעות אקלים, בניית חוסן בפני השינויים הצפויים מצריכה ניתוחים מבוססי נתונים של ההקשר החברתי, הכלכלי, הפוליטי והסביבתי של כל אזור ואזור, על מערכותיהם השונות. ניתוחים מעין אלה יאפשרו הקצאת משאבים מושכלת לצד פיזור צודק של הסיכונים הטמונים בשינוי האקלים ושל התועלת הגלומה בהיערכות אליו.

אף שכולנו חשופים להשפעותיו של שינוי האקלים, הוא אינו צפוי לפגוע בכלם מידה שווה. פגיעתו נובעת גם מרגישותה של האוכלוסייה המתגוררת באזור החשוף, ומושפעת גם מיכולתם של קהילות, מוסדות ושירותים להיערך לשינויים ולהסתגל אליהם.

18. Shapira S, Shibli H and Teschner N. 2021. Energy insecurity and community resilience: the experiences of Bedouins in Southern Israel. *Environmental Science and Policy* 124: 135–143.
19. ubi A and Feitelson E. 2019. Changing drought vulnerabilities of marginalized resource-dependent groups: a long-term perspective of Israel's Negev Bedouin. *Regional Environmental Change* 19: 477–487.
20. Shibli H, Aharonson-Daniel L and Feder-Bubis P. 2021. Perceptions about the accessibility of healthcare services among ethnic minority women: a qualitative study among Arab Bedouins in Israel. *International Journal for Equity in Health* 20: 117.

21. רוני בר ואורי שרון. 2019. ערים בעידן של שינוי אקלים – זירת של פגיעות והיערכות. אקולוגיה וסביבה 10 (4): 84–89.

22. שי לוי. 2020. שריפות בשטחים פתוחים בישראל. כבאות והצלה לישראל.

23. כך, למשל, במקרה של עלייה במפלס פני הים צפויה פגיעה במערך הניקוז העירוני ביישובים הסמוכים, שכן עליית המפלס תקטין את גרדיאנט הזרימה ותיצור חזרה לאחור של נגר מכל סוג.

24. נה קרונפלד-שור. 2022. היערכות למשבר אקלים: עליית גובה פני הים: על ישראל לעדכן את התחזיות והתרחישים בנוגע לעליית גובה פני הים. המשרד להגנת הסביבה.

ההחלטות בממשלה ובשלטון המקומי, גופי חירום והצלה ואנשי מקצוע מהמגזר העסקי. ועדת המומחים והמומחיות בנושא פיתוח מדד פגיעות אקלים מסייעת בהנחת היסודות המתודולוגיים עבור פיתוח מפת פגיעות אקלים, שמהווה צעד חיוני במאמצי הממשלה להיערך לשינוי האקלים ולהתמודד עם הסיכונים הנלווים לו.

כמענה לצורך זה, מקדמת לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה מיזם למיפוי פגיעות אקלים בישראל²⁵. מטרתו של הפרויקט היא להקים את התשתית המקצועית לתכנון מושכל של פעולות ההיערכות, ולגיבוש מדיניות ממשלתית כוללת לנוכח מגמות האקלים הצפויות. מפת הפגיעות תאפשר הנגשת מידע מרחבי רלוונטי בנושאי פגיעות אקלים עבור קהל יעד מגוון, לרבות מקבלי



צילום: חיים כרמון

25. מירי צלוק, לירון אמדור, ישראל טאובר ושות'. 2022. מתווה למיפוי סיכוני שינויי אקלים בישראל.

מפות פגיעות אקלים

חום, הצפות או שרפות יער, וישנן כאלה המציגות מספר גורמי חשיפה יחד. ישנן מפות פגיעות המתמקדות במישורי רגישות נבדלים – בריאות הציבור, הכלכלה, או המגוון הביולוגי, ואחרות מבקשות להציג מספר מדדי רגישות יחד. ישנן מפות פגיעות המציגות תמונת מצב עדכנית, וישנן כאלה המבקשות להציג מגמות צפויות לעתיד. **מפת פגיעות איננה מוצר מדף: יש לפתחה בהתאם למטרות מוגדרות, לנוכח צרכים ספציפיים ובהתחשב במגבלות קיימות.**

בשנת 2017 פרסם המשרד לשיתוף פעולה כלכלי ולפיתוח של ממשלת גרמניה את אחד המדריכים המקיפים ביותר לביצוע הערכת פגיעות²⁶. בפתח המסמך המחברים מציינים כי הפחתת פגיעותן של קהילות לשינוי האקלים תלויה בראש ובראשונה בהיכרות פרטנית עם מאפייני הפגיעות הנבדלים בין אזורים שונים. להערכת פגיעות יש מספר מטרות, אם כן: בשלב התכנון, היא משמשת לזיהוי ההשפעות של שינוי האקלים ולקביעת סדר עדיפויות לחלופות ההיערכות. נוסף על כך, ביצוע הערכות באופן אחיד לאורך זמן מספק כלי לניטור ולהערכה של האפקטיביות של פעולות ההיערכות, המאפשר לנו לראות אם נרשמה ירידה במידת הפגיעות. מדד פגיעות שכולל ממדי פגיעות מגוונים בעת ובעונה אחת (סביבתיים, חברתיים, כלכליים ובריאותיים) יאפשר למקבלי החלטות להעריך נכונה את נסיבות הפגיעות של אזורים מסוימים ולהתייחס בצורה מושכלת למגבלותיהם המבניות.



מפות פגיעות הן ביטוי חזותי של נתוני חשיפה, רגישות ויכולת היערכות והסתגלות, המשמש כלי עבודה עבור מקבלי החלטות.
הן אינן מוצר מדף: יש לפתחן לנוכח מטרות מוגדרות, בהתאם לצרכים ספציפיים ובהתחשב במגבלות קיימות.

מפות פגיעות הן ביטוי חזותי של נתוני חשיפה, רגישות ויכולת היערכות והסתגלות, המשמש כלי עבודה חיוני עבור מקבלי החלטות. ישנן מפות פגיעות המאפשרות מבט השוואתי בין מדינות העולם, וישנן כאלה המאפשרות מבט השוואתי בין השכונות השונות המרכיבות עיר גדולה. ישנן מפות המתמקדות בגורמי חשיפה פרטניים – גלי

26. Fritzsche K, et al. 2014. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.

להלן מספר דוגמאות מוצלחות למפות פגיעות שבכוחן להוות השראה למאמצי מיפוי פגיעות אקלים בזירה המקומית:

האקולוגית, מחיית האדם ותשתיות. לצידו, מדד המוכנות מודד את יכולתה ונכונותה של המדינה לתרגם השקעות כלכליות לכדי פעולות היערכות, וזאת באמצעות ניתוח של שלושה מרכיבים עיקריים: מוכנות כלכלית, מוכנות שלטונית ומוכנות חברתית.

- **מפות סיכוני האקלים של לונדון**, פרי שיתוף פעולה של עיריית לונדון ושל Bloomberg Associates מאפשרות למשתמשים לנתח את מידת הפגיעות להצפות, לגלי חום או לשניהם עבור כל אחד ממעל 4,800 האזורים הסטטיסטיים של לונדון רבתי, תוך בחירה מתוך מגוון רחב של מדדי רגישות, בהם שיעור משקי הבית מעוטי ההכנסה ושיעור משקי הבית המשתייכים לקבוצות מיעוט. ייחודה של מפת סיכוני האקלים המעודכנת מתבטא ביכולתה לאפשר למשתמשים להשוות באופן נוח ונגיש בין שכבות של מדדי פגיעות נבדלים לבין מפת סיכוני ההצפות והחום הכוללת של העיר. נוסף על כך, הכלי מאפשר לצפות במטריקות הספציפיות של כל משבצת במפה ברזולוציה גבוהה מאוד כדי להבין כהלכה אילו גורמים יוצרים פגיעות בכל אחד מחלקי העיר.

- **שכונות בסיכון** הוא כלי שפיתח מכון המחקר Headwater Economics. מפה זו – והמדד שהיא מבוססת עליו – מאפשרים למשתמשים לאפיין פגיעות אקלים בכל שכונה ושכונה בארה"ב, תוך בחירה מתוך מגוון רחב של מדדי חשיפה ורגישות, לרבות התפלגות הגילים בשכונה, קיומם של נכסים באזורים מועדים להצפה, שיעור התושבים ללא ביטוח רפואי ועוד.

- **מדד המדינות** של אוניברסיטת נוטרדאם מאפשר השוואה בין מידת הפגיעות ואופי הפגיעות של כל מדינה ומדינה, ומטרתו לסייע לממשלות, לעסקים ולמשקיעים לקבוע סדר עדיפויות להשקעותיהם בהתאם. מדד המדינות מורכב למעשה משני מדדים שונים: מדד הפגיעות מודד את מידת החשיפה, הרגישות ויכולת ההסתגלות של המדינה באמצעות ניתוח של שישה מגזרים תומכי חיים: מזון, מים, בריאות, שירותי המערכת

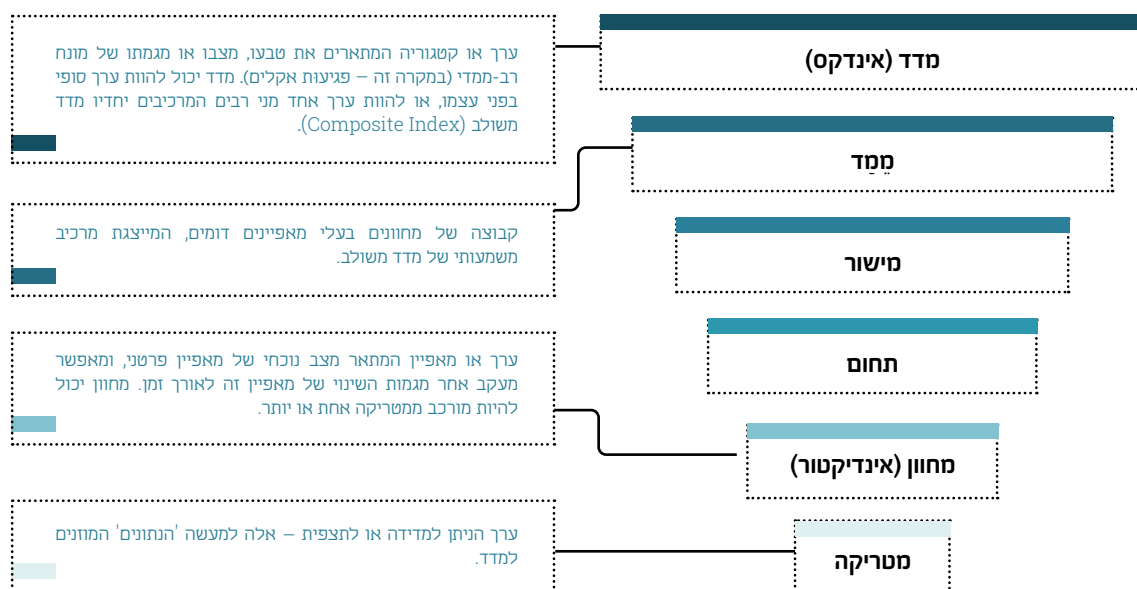
מדד פגיעות אקלים

מספק. **במישור הרגישות החברתית-כלכלית** המחווניים יכולים לכלול גורמים כגון רמת ההכנסה של האוכלוסייה, שיעור המשפחות החד-הוריות, או שוויים של ערכי הנדל"ן באזור. **במישור הרגישות הסביבתית** המחווניים יכולים לכלול את מגוון המינים באזור מסוים, שיעור השטחים הפתוחים או רציפותם של בתי הגידול. **במישור הרגישות הנוגעת לרציפות תפקודית** המחווניים יכולים לכלול גורמים כגון נפח האיגום העירוני, היקף אגירת האנרגיה במרחב נתון או רגישות התפוקה החקלאית לעצירה באספקת המים. שקלול ערכם של כלל המחווניים יפיק ערך המייצג את מידת הרגישות של אזור מסוים לשינוי האקלים.

בחירת המחווניים שירכיבו את המדד היא השלב הראשון, ההכרחי והמהותי, בפיתוחו של המדד ובעיצובה של מפת הפגיעות בכללותה. מטרת ועדת המומחים והמומחיות היא ליצור את התשתית המקצועית עבור פיתוחו של מדד פגיעות אקלים, הווה אומר, אפיון המחווניים שירכיבו מדד פגיעות אקלים לאומי: הכלי המתודולוגי שעל בסיסו תפוחת מפת פגיעות אקלים לאומית.

מרגע שהוגדרו מטרותיה ומאפייניה של מפת הפגיעות העתידית, יש צורך בכלי מתודולוגי לבחירת הנתונים הרלוונטיים והמהימנים ביותר מבין אין-ספור הנתונים הקיימים, לשקלול הנתונים הנבחרים לפי מפתח שעוצב לשם כך באופן מושכל, ולעיבודם לכדי ערכים סטנדרטיים המאפשרים השוואה – ובסופו של דבר גם את הצגתם באופן חזותי. כלי מתודולוגי זה מכונה מדד פגיעות. כאשר מדדי החשיפה הנבחרים נוגעים לאירועי אקלים, המדד יכונה **מדד פגיעות אקלים**.

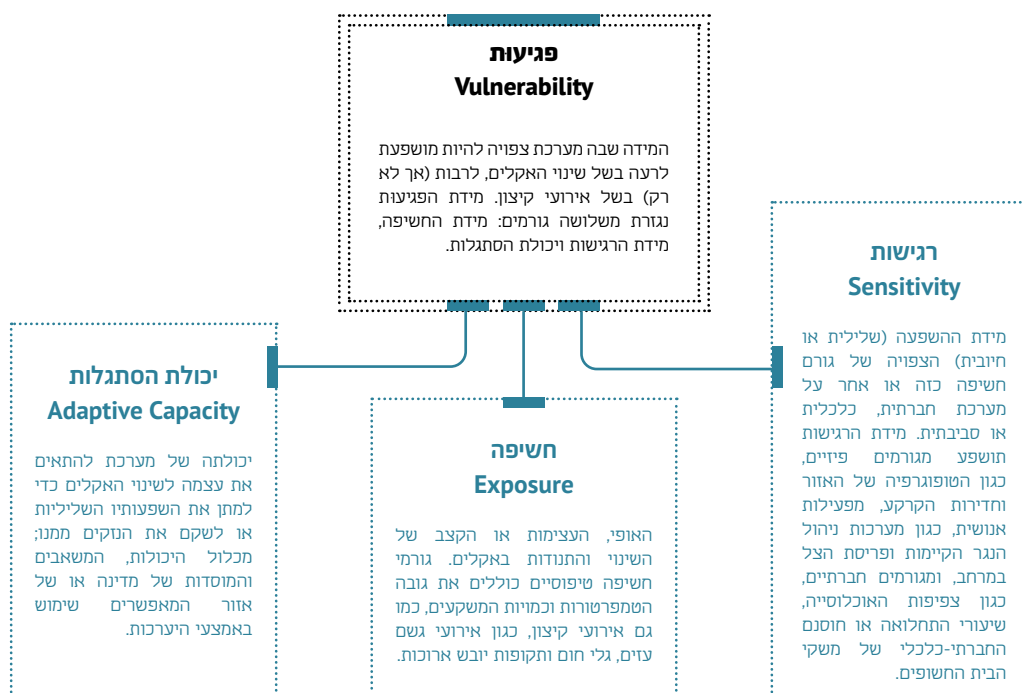
מדד פגיעות מורכב בדרך כלל משלושה קומפונים: קומד החשיפה, קומד יכולת ההסתגלות וקומד הרגישות. כל אחד מן הממדים הללו מורכב ממחווניים (אינדיקטורים). במדדי פגיעות שונים ברחבי העולם מספר המחווניים נע בין בודדים לעשרות רבות. את המחווניים ניתן לקבץ למספר מישורים. לדוגמה, **במישור הרגישות הבריאותית** המחווניים המרכיבים את המדד יכולים לכלול גורמים כגון שיעור התחלואה הנשימתית באוכלוסייה מסוימת, התפלגות הגילים באוכלוסייה או שיעורם של אלה שאין להם ביטוח רפואי



ממדי מדד הפגיעות

ישנן הגדרות מגוונות בספרות למושגים המובאים מטה^{27,30,29,28,27}. לבחירה בהגדרה כזו או אחרת למונח יסודי במחקר ישנה השפעה על האופן שתוצאותיו משקפות את המציאות ומשפיעות עליה. לכן חשוב להדגיש כי ההגדרות המובאות כאן אינן תוצאה של עבודה

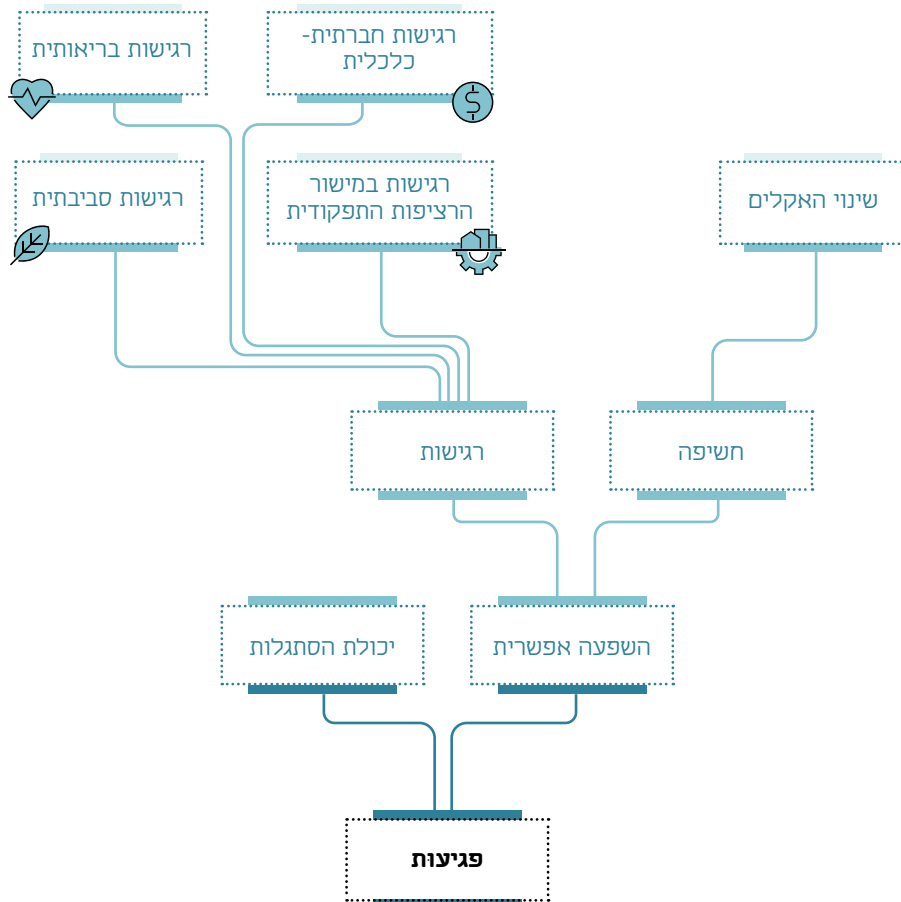
מתודולוגית יסודית, כי אם סינתזה מתורגמת של ההגדרות השימושיות ביותר לצרכינו, שעלו מסקירת הספרות המחקרית. כלומר, ההגדרות הללו אינן אלא כלי עזר, שמטרתו ליצור שפה משותפת בין העוסקים במלאכת גיבוש מתודולוגיית ההערכה ויישומה.



27. Summers JK, et al. 2017. Development of a Climate Resilience Screening Index (CRSI): An Assessment of Resilience to Acute Meteorological Events and Selected Natural Hazards. US Environmental Protection Agency.
28. IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.
29. Fritzsche K, et al. 2014. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.
30. Bizikova L, et al. 2009. VIA Module Vulnerability and Climate Change Impact Assessments for Adaptation.
31. Estoque RC, Ishtiaque A, Parajuli J, et al. 2023. Has the IPCC's revised vulnerability concept been well adopted?. *Ambio* 52: 376–389.

שרשרת ההשפעה

ניתן להבין את מושג הפגיעות באמצעות כלי אנליטי המכונה שרשרת ההשפעה (Impact Chain). כלי זה מגדיר 'פגיעות' כחוליה האחרונה בשרשרת המורכבת מהיבטי רגשות, חשיפה ויכולת הסתגלות. כל אחד מההיבטים האלה מושפע במידה נבדלת ממגוון משתנים סביבתיים, כלכליים וחברתיים. כימותם של ההיבטים ושקלולם הוא שמאפשר בסופו של דבר את הערכת הפגיעות בכללותה.



דיוני ועדת המומחים

נערך במשך שלוש שעות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים למישור הרגישות החברתית-כלכלית כפי שיתואר להלן. בסיכומו של הדיון נבחרו 22 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לארבעה תחומים: רגישות חברתית, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת הפרט, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת המשק ורגישות חברתית-כלכלית ברמת הרשות המקומית.

בדיון שעסק באפיון מחווני הרגישות עבור מישור הרציפות התפקודית השתתפו 21 מומחים ומומחיות שייצגו מגוון רחב של מגזרים: חוקרים וחוקרות מהאקדמיה מתחומי הקיימות העירונית, תכנון אקלימי וניהול מצבי חירום, לצד נציגים ונציגות מרשות החשמל, מרשות המים, ממשרד האנרגיה, ממשרד התחבורה, מהרשות לכבאות והצלה, ממערכת הביטחון, ממשרד החקלאות ועוד, וכן נציגי ונציגות מהשלטון המקומי. את הדיון ניהל ד"ר אורי שרון מאוניברסיטת בר-אילן. הדיון נערך במשך שלוש שעות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים למישור הרציפות התפקודית. בסיכומו של הדיון, נבחרו 63 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לתשעה תחומים: אספקת מים, אספקת חשמל, תנועה ותחבורה, מערכות מזון, שירותי כבאות והצלה, טיפול בשפכים, מערכות תקשורת, הסביבה הבנויה ורגישות לסיכוני הצפות.

בדיון שעסק באפיון המחוננים עבור מישור הרגישות הבריאותית השתתפו 16 מומחים ומומחיות לתחום בריאות הציבור ובריאות הסביבה, ובהם נציגים ונציגות ממוסדות המחקר של האקדמיה ושל החברה האזרחית, וכן ממשרדי הממשלה ובהם משרד הבריאות, משרד העבודה והלמ"ס. את הדיון ניהלה ד"ר רונית רצון ממשרד הבריאות. הדיון נערך במשך שלוש שעות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים לממד הבריאות. בסיכומו של הדיון נבחרו 25 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לשישה תחומים: התפלגות גילים, מצב רפואי, פריון ולידה, נגישות לשירותי בריאות, חשיפה למקורות זיהום ותחום העיסוק.

ביום 30 באפריל 2023 התכנסה במוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט בתל אביב ועדת המומחים והמומחיות לפיתוח מדד פגיעות אקלים: מיזם משותף של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה ושל לשכת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה, בתמיכתה של קרן היינריך בל. ועדת המומחים כללה מומחים ומומחיות משורה ארוכה של מוסדות מחקר, משרדי ממשלה וארגוני החברה האזרחית, לצד נציגים נבחרים ממערכת הביטחון, מהשלטון המקומי ומהתעשייה. למעלה מ-100 מומחים ומומחיות השתתפו ביום הדיונים, ובמסגרתו חולקו המשתתפים לחמישה שולחנות עגולים. בכל אחד מהשולחנות נערך דיון בן שלוש שעות, שניהלו מומחים לתחום שהתנדבו למשימה, ובעזרתם גובשו שאלות המחקר שהנחו את הדיון לכל אורכו.

בקווים כלליים, מטרתו של כל אחד מהדיונים הייתה כפולה. ראשית, המומחים התבקשו להצביע על האתגרים, המגבלות, הצרכים וההזדמנויות שבגיבוש מדד רגישות בכל אחד מהמישורים שנידונו. שנית, המומחים התבקשו לגבש רשימת מחוונים אפשריים ורלוונטיים שראוי שירכיבו את המישור הנידון – וזאת לאור רשימת קריטריונים (ראו להלן) שגובשה לשם כך מבעוד מועד בעזרת צוות הוועדה ומנהלי הדיונים עצמם. צוות הוועדה חיבר מסמך רקע מעמיק שנשלח לכלל המשתתפים לקראת הדיון במטרה ליישר קו, לעדכן על התפתחויות רלוונטיות מהארץ ומהעולם, ליצור שפה טכנית משותפת ולהבהיר את המטרות והמשימות של הוועדה.

בדיון שעסק באפיון המחוננים עבור מישור הרגישות החברתית-כלכלית השתתפו 20 מומחים ומומחיות שייצגו מגוון רחב של מגזרים: חוקרים וחוקרות מהאקדמיה וממכוני המחקר, נציגי תעשייה, אנשי החברה האזרחית, וכן נציגים ונציגות מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (להלן ה"למ"ס), ממשרד הרווחה, מהמשרד להגנת הסביבה וממשרד האוצר, כמו גם נציגי ונציגות מהשלטון המקומי. את הדיון ניהל גל תמיר מהמשרד להגנת הסביבה. הדיון

בדיון שעסק באפיון מחווני הרגישות במישור הסביבתי השתתפו 17 מומחים ומומחיות מהמשרד להגנת הסביבה ומהלמ"ס, כמו גם מהאקדמיה ומהחברה האזרחית. את הדיון ניהל ד"ר עמיאל וסל מהמשרד להגנת הסביבה. הדיון נערך במשך שלוש שעות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים. בסיכומו של הדיון נבחרו 20 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לחמישה תחומים: המגוון הביולוגי, בית גידול – מאפיינים ביוטיים, בית גידול – מאפיינים אביוטיים, מידת החשיפה לזיהומים וערך לאדם.

בדיון שעסק בשיקולים הנוגעים לאינטגרציה בין מישורי הרגישות השונים, ובין ממדי הפגיעות המרכיבים את המדד השתתפו 23 מומחים ומומחיות מהאקדמיה – ובהם אנשי מחקר ממגוון רחב של תחומי ידע: מדעי כדור הארץ, גאוגרפיה ותכנון ערים, קיימות מקומית, בריאות הסביבה, משפט ומדיניות ציבורית – לצד נציגים מיחידות ממשלתיות מגוונות ובהן הלמ"ס, המרכז למיפוי ישראל (מפ"י) והשירות המטאורולוגי, וכן נציגים מהחברה האזרחית, ממכוני המחקר, מהתעשייה ומהשלטון המקומי. את הדיון ניהל עומרי כרמון מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

תהליך בחירת המחוזונים

את מדד הפגיעות באופן מיטבי, ואלה הם:

- על המחוזון להיות **ספציפי** ככל הניתן – יש לחדד את הגדרתו כך שיהיה ברור אילו נתונים נדרשים עבורו. לדוגמה, במקום "עוני", ייתכן שנעדיף להשתמש ב"שיעור משקי הבית הזכאים לקצבאות".
- על המחוזונים **לייצג באופן מהימן מאפיינים מהותיים** של ממד הפגיעות שהם מתעתדים לשקף – כך שכל שינוי בערכם יתורגם ישירות להתפתחות חיובית או שלילית במידת הפגיעות.
- יש להיות סלקטיביים, ולהימנע מבחירת **מספר מחוזונים המייצגים את אותו מרכיב פגיעות**.
- יש לבחור מחוזונים שהנתונים הנדרשים עבורם מהימנים, **זמינים ורלוונטיים**.
- יש לבחור מחוזונים שהנתונים הנדרשים עבורם **ממציגים מבחינת הכיסוי הגאוגרפי**, כך שיהיו נתונים איכותיים עבור כל אזור ואזור במדינה.
- יש לבחור מחוזונים שהנתונים הנדרשים עבורם **אמורים להיות זמינים ועדכניים גם בעתיד**.
- על המחוזונים הנבחרים לייצג **הסכמה נרחבת** בין כלל בעלי העניין.

כפי שצוין, מחוזונים הם אבני הבניין שמרכיבות את מדדי הפגיעות. תהליך בחירת המחוזונים וחלוקת המשקל ביניהם מעצב הלכה למעשה את תוקפן, מהימנותו ותועלתו של מדד הפגיעות. בחירת מחוזונים היא תהליך רדוקטיבי במהותו, ובמסגרתו מספר גדול מאוד של סוגיות חברתיות, כלכליות וסביבתיות מצטמצם למספר מחוזונים עיקריים. אומנם רדוקטיביות זו היא בלתי נמנעת, אך כדי לבצעה באופן מושכל יש לבצע את התהליך באופן איטרטיבי, תוך שיתוף והיוועצות עם מספר גדול של בעלי עניין ומומחים. **משימתנו המשותפת בוועדת המומחים הייתה לקיים תהליך מסוג זה, שבעקבותיו ניתן להמליץ על המחוזונים שירכיבו מדד פגיעות אקלים לאומי.**

לשם הכנת הדו"ח נלמדו מדדי פגיעות רבים מהעולם (סקירה נרחבת תוצג בהמשך). לפרסומם של רבים מהמדדים האלה נלוו מסמכים טכניים המתארים ומפרטים את תהליך בחירת המחוזונים³². על בסיס הפרסומים האלה, ותוך הסתייעות במספר מדריכים מקצועיים שהתפרסמו בנושא³³, ניתן למנות את השיקולים החשובים ביותר שיש להביא בחשבון בבחירת המחוזונים, כך שישימושו

32. Department for Communities and Local Government. 2011. The English Indices of Deprivation 2010: Neighbourhoods Statistical Release.

33. Fritzsche K, et al. 2014. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.

סקירה מורחבת – מדדי פגיעות מהעולם

רקע

מתעדכנות ומשתכללות גם בימים אלה ממש), ואין צורך להמציא את הגלגל מחדש. עם זאת, חשוב לציין שפגיעות אקלים היא בהכרח תופעה תלויה מיקום והקשר. כפי שרבים מהמסמכים המתודולוגיים המלווים את המיזמים המובאים להלן חוזרים ומבהירים, אין דין אזור גאוגרפי אחד כדין אזור גאוגרפי אחר, ומכאן שלכל הקשר דרושות התאמות ספציפיות. מטרת תהליך ועדת המומחים היא לזהות ולאפיין את המחוננים שירכיבו מדד פגיעות אקלים לאומי בצורה המדויקת והאפקטיבית ביותר על סמך הידע שנצבר בעולם.

מגוון רחב של מדדי פגיעות אקלים פותחו בשני העשורים האחרונים על ידי ממשלות, עיריות, ארגונים חוץ-ממשלתיים וארגונים על-ממשלתיים. הכלים האלה מספקים למקבלי ההחלטות תמונת מצב מהימנה על מידת הפגיעות של אוכלוסיות ושל המערכות השונות בהקשר להשפעותיו הצפויות של שינוי האקלים. בפרק זה יסקרו מספר דוגמאות למדדי פגיעות אקלים. חשיבותם העיקרית של המחקרים והמיזמים שנידונים להלן טמונה בתובנה שידע מקצועי ומשאבים רבים הושקעו בפיתוח מתודולוגיות מבוססות ומושכלות לאפיין פגיעות אקלים (והן אף

פגיעות במבט גלובלי: מיזמי הערכת פגיעות אקלים של האו"ם

אקולוגיות ישנו חלק משמעותי בשימור יכולת ההיערכות וההסתגלות של חברה, בעוד שלחצי שינוי האקלים (כמו גם לחצי הפיתוח) פוגעים אנושות ביכולתן של המערכות האקולוגיות לספק את השירותים האלה.

בשנת 2012 פרסם הפאנל הבין-ממשלתי לשינוי האקלים (IPCC) דו"ח מיוחד בנושא ניהול סיכונים אירועי קיצון ואסונות ככלי לקידום ההיערכות לשינוי האקלים³⁴. הדו"ח סוקר את הספרות המחקרית העוסקת ביחסים שבין שינוי האקלים לבין אירועי קיצון אקלימיים, ובהשלכותיהם החברתיות של האירועים האלה. באופן ממוקד יותר, הדו"ח בוחן אינטראקציות בין גורמים אקלימיים, סביבתיים ואנושיים שעלולות לגרום נזק ולהוביל לאירועי אסון, מציג חלופות לניהול סיכונים מסוג זה, ושם דגש על תפקידן החשוב של מערכות חברתיות בהיערכות אליהם. "סיכון" מובן בו כפועל יוצא של "חשיפה", "פגיעות" ו"אירועי קיצון". אומנם הדו"ח

מסמך שפרסמה סוכנות הסביבה של האו"ם כולל מדריך לפיתוח כלי להערכת השפעות שינוי האקלים והפגיעות להן³⁴. מטרת המדריך היא להסביר כיצד על מדינות לשלב היבטים של פגיעות, שינוי האקלים והיערכות בדו"חות מצב הסביבה שהן עורכות ומשתפות עם הקהילה הבין-לאומית. מחברי הדו"ח מציינים כי בבואנו להתמקד בסוגיות של אקלים והיערכות ניתן לנקוט גישה רחבה או, לחלופין, להתמקד במטרות ספציפיות, כגון חקלאות, משק המים או הפיתוח החופי. על פי הגישה הננקטת במסמך זה, פגיעות מתייחסת לפוטנציאל של מערכת להיפגע בשל השפעותיו המזיקות של שינוי האקלים, ומוגדרת כנגזרת של חשיפה, רגישות להשפעות חיצוניות ויכולתה של המערכת להתמודד עם ההשפעות האלה או להסתגל אליהן. רגישות עוסקת בעיקר בהיבטים של פיתוח חברתי-כלכלי, בעוד שיכולת ההיערכות תלויה בגישה למשאבים ובתפקודן האפקטיבי של מערכות חברתיות. גם למערכות

34. Bizikova L, et al. 2009. VIA Module Vulnerability and Climate Change Impact Assessments for Adaptation.

35. IPCC. 2012. Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (Field CB, et al. [eds.]). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.

מתמקד בהיבטי סיכון לאסון (disaster risk), ומושם בו דגש על האתגרים הרלוונטיים יותר למדינות מתפתחות, ואף על פי כן, סקירת הספרות המובאת בו מעלה מספר תובנות המשותפות לכלל הגישות לניהול סיכוני אקלים שנבחנו:

חוזר חיובי בין פגיעות חברתית לבין מידת החשיפה. • אמצעי ההיערכות האפקטיביים ביותר הם אלה הטומנים בחובם תועלת כלכלית וחברתית, כמו גם אלה המפחיתים את הפגיעות בטווח הזמן הארוך.

בימים אלה מקודם בארגון הפיתוח של האו"ם (UNDP) מיזם שעיקרו פיתוח כלי להערכת פגיעות רב-ממדית (Multidimensional Vulnerability Index, MVI)³⁶. המיזם עוסק אומנם בפיתוח מדדי פגיעות לשימושן של מדינות איים קטנות, אך בעשותו כן הוא לוקח צעד משמעותי לקראת סטנדרטיזציה של תהליך גיבוש מדד פגיעות אקלים רב-ממדי גם בהקשרים רחבים יותר. מחברי המאמר מציינים שבעשרים וחמש השנים האחרונות פותחו כמה וכמה מדדי פגיעות אקלים על ידי שורה ארוכה של צוותי מחקר ומוסדות. עם זאת, הדיון האקדמי במונח 'פגיעות' התפתח בשנים האחרונות לכדי הבנה כי בכוחה של הקטנת החשיפה לאי-ודאות ולסיכון לצמצם את הסבירות לאירוע פתאומי שיוביל לצניחה בשלומות הכללית של האוכלוסייה (well-being). אומנם המחוונים הכלולים ב-MVI אינם בהכרח רלוונטיים למציאות הישראלית, אך מדד זה מציע מתודולוגיה סדורה ומתוקפת להערכת פגיעות אקלים, ובכך ערכו הרב. המדד מורכב מארבעה ממדים בעלי שונות כמעט זהה; על כן, ניתן להשתמש בהם כדי לאמוד את מקור או מקורות הפגיעות של מדינה מסוימת. כמו כן, ניתן להבין איזה מחוון הוא מקורה העיקרי של פגיעות בממד מסוים.

- חשיפה ופגיעות הן גורמים תורמים (determinants) מרכזיים למידת חומרתו של האסון משאירע. במילים אחרות, לאירוע קיצון אקלימי יהיו השלכות שונות בהתאם לגורמי פגיעות, כגון מצב חברתי-כלכלי, שוליות חברתית, איכותן של מערכות ההיערכות ועוד.
- חומרת ההשפעה של אירועי קיצון אקלימיים תלויה הן במידת החשיפה הן במידת הפגיעות לאירועים האלה. מכאן, שלא רק צמצום החשיפה של קהילה מסוימת, אלא גם צמצום מידת פגיעותה, הן פעולות שיפחיתו את הסיכון של קהילה זו להיפגע.
- חשיפה ופגיעות הן גורמים המשתנים לאורך זמן ובהתאם לפריסה במרחב, ותלויים בגורמים כלכליים, חברתיים, גאוגרפיים, דמוגרפיים, תרבותיים, מוסדיים, שלטוניים וסביבתיים.
- למופעי אי-שוויון ישנה השפעה שלילית על יכולת ההסתגלות של חברה לשינוי האקלים, והם מציבים אתגרים בתחום ההיערכות וניהול הסיכונים מהרמה המקומית ועד הלאומית.
- לאירועי אקלים (קיצוניים או מתונים) ישנה גם השפעה על הפגיעות לאירועי אקלים עתידיים, היות שהם מפחיתים את החוסן, את יכולת ההיערכות ואת יכולת ההסתגלות. במילים אחרות, ישנה דינמיקה של היזון

הערכת פגיעות אקלים במבט אזורי

האיחוד האירופי

הטמונים בשינוי האקלים מחייב הערכה מדויקת של מגמות חברתיות-כלכליות, ומצריך פיתוח מחוונים המודדים הן את התפתחותם של אמצעי היערכות (מחוונים מבוססי תהליך) הן את יעילותם (מחוונים מבוססי תוצאה). מחוונים מבוססי תוצאה מסייעים, בין היתר, לאפיין את מיקומי הפגיעות ולסייע לקובעי מדיניות לפתח עבורם מענה. הבחנה נוספת ניתן לערוך בין שתי פרשנויות של המונח 'פגיעות'

מדד פגיעות אקלים נוסף שראוי לציין הוא CLIMSAVE, פרי מיזם של האיחוד האירופי³⁷. גם כלי זה יוצא מנקודת הנחה שפגיעות מורכבת ממספר רב של גורמים, ובהם גורמים חברתיים, כלכליים, פוליטיים, תרבותיים וסביבתיים, ושעל מחווני הפגיעות לשקף את המגוון הזה ולהיות נוחים לכימות וליישום. ניתוח מהימן של הסיכונים

36. Assa J and Meddeb R. 2021. Towards a multidimensional vulnerability index. United Nations Development Programme.

37. Dunford R et al. 2013. Report on assessment of vulnerability across Europe and the identification of vulnerability hotspots. The CLIMSAVE Project.

- מצד אחד, כזו המייצגת את מידת הנזק שייגרם בשל שינוי האקלים (end-point interpretation), ומצד שני כזו העוסקת בהפחתת גורמי הסיכון החברתיים-כלכליים לשינוי (start-point interpretation). אחת ממטרותיו של מיזם CLIMSAVE היא יצירת פלטפורמה שמתקיים בה איזון בין שתי הגישות הללו.

נוסף על כך, מובילי המיזם מציינים שאף על פי שמוסכם כי פגיעות היא רב-ממדית ודיפרנציאלית, רוב המחקרים העוסקים בפגיעות אקלים עוסקים בפגיעות של מגזר מסוים (חקלאות, מזון, מים וכו'). כלי הערכה שמביאים בחשבון מספר מגזרים - לרבות ההשפעה ההדדית ביניהם - כמעט ואינם בנמצא; זהו פער נוסף שאנו מבקשים לגשר עליו במיזם זה. בכל הנוגע ליכולת התמודדות, המחווניים המשקפים אותה נוגעים ליכולתה של חברה להתמודד עם משבר ברגע פריצתו: כמה משאבים ואילו משאבים יעמדו לרשותה (המשאבים המדוברים נוגעים לחמישה סוגי הון: הון טבעי, הון אנושי, הון חברתי, הון פיננסי והון מיוצר)? גם בממד זה עולות שאלות של קנה מידה: ניתוח ברמת המיקרו עשוי להעדיף מחווניים דוגמת תמ"ג, וניתוח ברמת המיקרו עשוי להעדיף מחווניים דוגמת רמת ההכנסה ושיווי החסכונות בקרב קהילה מסוימת.

אמריקה הלטינית

בשנת 2014 פרסם CAF, בנק הפיתוח של אמריקה הלטינית, מחקר העוסק בממד הפגיעות לשינוי האקלים באמריקה הלטינית ובאיים הקריביים³⁸. מטרת המחקר הייתה לעמוד על פגיעותיו הפיזיות של שינוי האקלים באזור, על רגישותן של אוכלוסיות באזור לפגיעות הללו ועל יכולתן המוסדית להיערך להן. נקודת המוצא למחקר הייתה כי

בהיעדר מסגרת עקבית לזיהוי, להבנה, לניהול ולניטור של הפגיעות לשינוי האקלים באזור, התייחסות לשינוי באופן מושכל היא אתגר אמיתי גם בקרב מקבלי ההחלטות. מדד הפגיעות המפורט במחקר (CCVI - Climate Change Vulnerability Index) אומד את סיכון החשיפה לשינוי האקלים ולאירועי קיצון אקלימיים, לצד הרגישות העדכנית לחשיפה זו וליכולתה של המדינה להסתגל להשפעתו של שינוי או אפילו לנצלו לטובתה. המדד - המתאר את מידת הפגיעות לשינוי האקלים במדינות האזור ברמה המדינית והאזורית עד לרזולוציה של 22 קמ"ר - מורכב למעשה משלושה מדדים נבדלים, שכל אחד מהם מפיק ערך של 1 עד 10: מדד חשיפה, המייצג את מידת האיום (50%); מדד הרגישות, הנוגע לאינטראקציה בין האוכלוסייה האנושית לבין המערכות הטבעיות (25%); מדד יכולת הסתגלות (25%), הנוגע ליכולתם של מוסדות המדינה, הכלכלה שלה והחברה להסתגל לעקות האקלימיות הצפויות, ואף לנצלן לטובתה. גורמים המשפיעים על יכולת ההסתגלות כוללים, למשל, את חוזקה של הכלכלה; יעילותה ויציבותה של הממשלה; מידת הנגשת הידע והתקשורת עם האוכלוסייה; יכולתה של המדינה לפתח טכנולוגיות ופרקטיקות חדשניות; משאבי טבע זמינים; מידת התלות הכלכלית של המדינה בחקלאות או בפעילויות רגישות אחרות. יש לציין כי בהקשר של שינוי האקלים, יכולת ההסתגלות יכולה לבוא לידי ביטוי בהפחתת הרגישות של האוכלוסייה מחד גיסא, או באמצעות פיתוח אמצעים להפחתת הסיכון עצמו מאידך גיסא. מכאן, שיכולתה של האוכלוסייה להפחית את נזקיו של שינוי האקלים מיוצגת בממד הן על ידי מדד הרגישות הן על ידי מדד יכולת ההסתגלות, וזו הסיבה שבגינה ניתן משקל שווה למדד החשיפה (50%) ולמדדי הרגישות ויכולת ההסתגלות גם יחד (25% כל אחד).

38. Development Bank of Latin America. 2014. Vulnerability Index to climate change in the Latin American and Caribbean Region.

ארצות הברית

פרסום של סוכנות הסביבה האמריקאית משנת 2017³⁹ עוסק במדידת חוסן בפני אירועי מזג אוויר קיצוניים (וכן אסונות טבע) ברחבי ארה"ב. הכלי המפורט בפרסום זה נקרא מדד סקר החוסן לאקלים (CRSI – Climate Resilience Screening Index). נקודת המוצא של המיזם היא שיצירת סביבות חסינות לשינוי האקלים היא תנאי להמשך שגשוגם של קהילות ואזורים לאורך זמן תוך שימור הסביבה הטבעית והחברתית. המדד פותח במטרה לשמש כלי לאפיון החוסן האקלימי באמצעות בניית פרופיל סיכון והסתגלות לשינוי. CRSI מורכב מחמישה ממדים (סיכון, משילות, חברה, סביבה בנויה, סביבה טבעית), וכוללים בו 20 מחוונים, המחושבים לפי 117 מטריקות. כל אחד מן המחוונים זוכה לפירוט בדו"ח, לרבות חשיבותו והסיבות להכללתו במדד, ופירוט המטריקות שהוא מכומת לפיהן. עוד מצוין בדו"ח כי מצאי המטריקות הפוטנציאליות נבחר על סמך סקירת הספרות וחוות דעת מומחים. השיקולים לבחירת המטריקות הסופיות היו מידת הרלוונטיות של כל מטריקה למדידת אירועי אקלים והשפעות אירועי מזג אוויר, מידת תרומתה להערכת טיב הקשרים שבין מערכות טבעיות לסביבה הבנויה, ומידת הדיוק שהמטריקה משקפת או מייצגת בה את המחוון שהיא כלולה בתוכו. כל המטריקות המועמדות זכו לציון יחסי המשקף את מידת התאמתן, ועל סמך ציון זה נבחרו.

בריטניה

בבריטניה מפורסמים החל משנת 2000 מדדי המחסור החברתי (English Indices of Social Deprivation)⁴⁰. המדדים האלה כוללים מחווני מוחלשות ברזולוציה גבוהה מאוד, ומספקים ערכים עבור אזורים קטנים שמתגוררים בהם בממוצע כ-1,500 תושבים (LSOAs – Lower-layer

Super Output Areas). בהקשר זה 'מחסור חברתי' מתייחס למחסור יחסי במגוון משאבים ואמצעים, ובכך הוא נבדל מעוני, המתייחס בעיקרו למחסור באמצעים פיננסיים. מדדי המחסור הבריטיים כוללים שבעה ממדים: (1) הכנסה; (2) תעסוקה; (3) בריאות; (4) חינוך, מיומנויות והכשרה; (5) פשיעה; (6) חסמי דיור ושירותים; (7) סביבת המחיה. למשל, אחד המחוונים בממד סביבת המחיה הוא מספר הבתים בעלי חימום מרכזי; ואחד המחוונים בממד ההכנסה הוא מספר מבקשי המקלט הנעזרים בסיוע. מחברי המסמך מציינים כי חמישה עקרונות מרכזיים התוו את קביעת המחוונים: על המחוון להיות ספציפי והולם למדידת מאפיינים מהותיים של תחום המוחלשות; עליו להיות עדכני ונתון לעדכונים על בסיס קבוע; עליו להיות בעל ביסוס סטטיסטי; עליו להיות זמין באופן עקבי בכל אזורי המדינה; עליו להיות זמין בקנה המידה המבוקש. כל אחד מהמדדים עומד בפני עצמו, ושקולו כל השבעה יחד לפי משקלות דיפרנציאליות הנעות בטווח שבין 9.3%–22.5% עבור כל מחוון, יוצר את מדד המחסור בכללותו (Index of Multiple Deprivation). המדד מקבל ביטוי חזותי במפות המציגות את הדירוג והחלוקה של השכונות בהתאם למדד המחסור שתואר, והן זמינות עבור כל אחת מהמדינות המרכיבות את הממלכה המאוחדת: אנגליה, סקוטלנד, וויילס וצפון אירלנד. בתוך כך, באפריל 2022 פרסמה סוכנות הסביבה הבריטית דו"ח בשם "מחסור חברתי והסיכון להצפות"⁴¹. זהו התוצר העדכני ביותר של תהליך בן כמעט שני עשורים, שמטרתו לבסס את קיומה של פגיעות מוגברת לסיכונים שיטפונות בקרב קהילות מוחלשות. בהתבסס על התובנות והמגמות שעלו מניתוח מדד המחסור החברתי זוהה במחקר קשר ישיר בין חשיפה לסיכונים שיטפונות ובין מאפייני אי-שוויון חברתי. עוד מצאו מחברי הדו"ח כי השקעה בשני העשירונים התחתונים במדד הובילה לצמצום מידת פגיעותם בהקשר זה.

39. Summers JK, et al. 2017. Development of a Climate Resilience Screening Index (CRSI): An Assessment of Resilience to Acute Meteorological Events and Selected Natural Hazards. US Environmental Protection Agency.

40. Ministry of Housing, Communities & Local Government. 2019. The English Indices of Deprivation 2019 (IoD2019). Statistical Release.

41. UK Environment Agency. 2022. Social deprivation and the likelihood of flooding: Chief Scientist's Group report. Version 2.1.

הערכת פגיעות ברמת השלטון המקומי

המדיניות להפנות משאבים באופן מושכל ומבוסס נתונים. הנתונים המרכיבים את המפה כוללים נתונים גלויים שמקורם במפקד האוכלוסין, לצד נתונים פרטיים/ מסחריים שצורפו לתהליך בסיוע עיריית לונדון. המפה מתמקדת בשלוש קטגוריות של סיכונים, ובקטגוריית הסיכון הכולל ישנן 13 המטריקות הבאות: ילדים מתחת לגיל 5; מבוגרים מעל גיל 75; שליטה מוגבלת באנגלית; הכנסה נמוכה; דיירי דור ציבורי; מיעוטים אתניים; טמפרטורת קרקע ממוצעת; חשיפה לסיכונים הצפות; רמת זיהום האוויר; כיסוי קרקע כחול / ירוק; גישה למרחבים פתוחים ציבוריים.

בשנת 2022 פרסמה קבוצת Bloomberg Associates בשיתוף עם עיריית לונדון מפת סיכונים אקלים מקיפה ללונדון רבתי⁴². מטרת המיזם (שנזכר גם לעיל) היא לסייע למיזמי קיימות ברחבי העיר לונדון באמצעות הפניית תשומת הלב והמשאבים לאזורים ולקהילות הנמצאים בסיכון הגבוה ביותר להיפגע משינוי האקלים. נקודת המוצא של המיזם, כמו זו של מיזמים נוספים הנסקרים במסמך זה, היא כי שינוי האקלים אינו צפוי להשפיע על כל האוכלוסיות במידה שווה, ושקהילות פגיעות יותר יחוו נזקים קשים יותר בעקבות שיטפונות וגלי חום. היות שכך, ניתוח הפיזור המרחבי של גורמי הפגיעות יאפשר לקובעי



צילום: Jaume

42. Bloomberg Associates. 2022. London Climate Risk. Spatial Analysis of Climate Risk Across Greater London: Methodology Report.





פרק א': רגישות חברתית-כלכלית

רקע

באירועי מזג אוויר. נוסף על כך, קהילות מוחלשות עשויות לקבל סיוע מופחת במקרים שנדרשת השקעה בשיקום לאחר אסון⁴⁶, וזאת בעוד שיכולתן להשפיע על קבלת ההחלטות שבכוחה למנוע או לצמצם נזקים לקהילה במקרה של אירוע קיצון מופחתת⁴⁷.

בדיון שעסק באפיון המחוונים עבור מישור הרגישות החברתית-כלכלית השתתפו 20 מומחים ומומחיות שייצגו מגוון רחב של מגזרים: חוקרים וחוקרות מהאקדמיה וממכוני המחקר, נציגי תעשייה, אנשי החברה האזרחית, וכן נציגים ונציגות מהלמ"ס, ממשרד הרווחה, מהמשרד להגנת הסביבה וממשרד האוצר, כמו גם נציגי ונציגות השלטון המקומי. הדיון נערך במשך שלוש שעות ונוהל על ידי גל תמיר מהמשרד להגנת הסביבה, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים למישור הרגישות החברתית-כלכלית כפי שיתואר להלן. בסיכומו של הדיון נבחרו 22 מחוונים אפשריים למישור זה, שניתן לחלקם לארבעה תחומים: רגישות חברתית, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת הפרט, רגישות כלכלית-פיננסית ברמת המשק, ורגישות חברתית-כלכלית ברמת הרשות המקומית.

מישור הרגישות החברתית-כלכלית – כלומר, הערכת רגישותן של אוכלוסיות מגוונות לפגיעו של שינוי האקלים תוך התמקדות בנסיבותיהן החברתיות והכלכליות – עומד בליבו של הענף המחקרי העוסק בפגיעות אקלים. כפי שצוין לעיל, האוכלוסיות המוחלשות יותר בחברה מתאפיינות ברגישות גבוהה יותר לפגיעו של שינוי האקלים⁴³, וזאת כפועל יוצא מתשתיות לקויות, מרשת ביטחון כלכלית ותעסוקתית מופחתת, ממוכנות מופחתת למצבי חירום, מסיכון מוגבר לחולי גופני ונפשי ועוד⁴⁴. במילים אחרות, משפחות אמידות יכולות להרשות לעצמן אמצעי הגנה יעילים יותר מפני פגעי משבר האקלים, החל ממגורים בבתים הבנויים בסטנדרט גבוה יותר וכלה בהעדפת עבודות שאינן חושפות את מבצעייהן לפגעי מזג האוויר. מנגד, קבוצות מוחלשות נוטות להתגרור באזורים ובבתים פגיעים יותר לאיתני הטבע, להיות מועסקות בעבודות המצריכות שהות ממושכת בחוץ, ולהסתמך על תחבורה ציבורית. לקהילות מוחלשות ישנה גישה פחותה לשירותי רפואה איכותיים, ועל כן השפעותיו ארוכות הטווח של משבר האקלים בקרב קבוצות אלה עשויות אף להחריף⁴⁵. חברות ביטוח עשויות שלא לבטח מבנים ורשויות הממוקמים באזורים פגיעים, ובכך להכביד עוד יותר על האוכלוסיות האלה בעקבות נזקים שמקורם

43. Fritzsche K, et al. 2014. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.

44. Benevolenza MA and DeRigne LA. 2019. The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *Journal of Human Behavior in the Social Environment* 29 (2): 266–281.

45. Kiang K. 2013. Predicted increase in need for comprehensive refugee/migrant health services as climate change provokes further population displacement. *Journal of Paediatrics and Child Health* 49 (2): 159–160.

46. Tate E and Emrich C. 2021. Assessing social equity in disasters. *Eos (Washington, DC)*: 102.

47. Mohai P and Bryant B. 1991. Race, Poverty & the Distribution of Environmental Hazards: Reviewing the Evidence. *Race, Poverty & the Environment* 2 (3/4): 3–27.

619 אנשים: מתוכם 67% היו מעל לגיל 70, 56% חיו לבדם, ו-61% התגוררו בשכונות המאופיינות בהכנסה נמוכה.⁵²

קבוצות מיעוט נוטות להיות חשופות במיוחד לנזקי משבר האקלים^{54,53}. בישראל כבר כעת⁵⁵ מדווחים פערים ניכרים בין יישובים יהודיים ליישובים ערביים בתחומים רבים, כדוגמת הטיפול בביוב⁵⁶, איכות המים, נגישות לתחבורה ציבורית⁵⁷ ואיכות האוויר⁵⁸. היעדרם היחסי של שטחים ציבוריים פתוחים ביישובי החברה הערבית⁵⁹ מבטא אף הוא היבט של פגיעות אקלים, מאחר ששטחים ציבוריים פתוחים הם כלי ראשון במעלה למיתון סיכוני הנזקים משינוי האקלים: הם מאפשרים חלחול והשהיה של מי נגר, מובילים לקירור פני הקרקע, תורמים לספיחת מזהמים ועוד⁶⁰.

אוכלוסיות מוחלשות אף חשופות במידה גדולה משמעותית מאוכלוסיות אמידות לתופעת העוני באנרגיה⁶¹. עוני באנרגיה

ממצאים מהעולם מחזקים את הטענה בדבר פגיעות המוגברת של קהילות מוחלשות לפגעי שינוי האקלים. בבריטניה פורסם באפריל 2022 דו"ח של המדען הראשי של סוכנות הסביבה הממשלתית, ובו נמסר כי תושבי אזורים מוחלשים פגיעים יותר לסיכוני הצפות מתושבי אזורים אמידים יותר⁴⁸. טענה זו תואמת את ממצאיו של דו"ח הערכה מפורט משנת 2017⁴⁹. נוסף על כך, מיפוי ממ"ג (GIS) של האזורים הרגישים ביותר בבריטניה לפגיעת משבר האקלים, שערכו חוקרים מאוניברסיטת מנצ'סטר, ממחיש את האופן שפגיעות חברתית צפויה להוביל להשפעות נבדלות בשכונות שונות⁵⁰. לא רק הצפות הן גורם חשיפה המעמיד קהילות מוחלשות בסיכון מוגבר, אלא גם גלי חום. למשל, נמצא כי גל חום שפקד את שיקגו ב-1995 הוביל למותם של כ-1,200 תושבים, שרובם היו קשישים, עניים או לא לבנים⁵¹. זאת ועוד, בגל החום שפקד את מחוז קולומביה הבריטית שבקנדה בשנת 2021, מתו

48. Environment Agency. 2022. Social deprivation and the likelihood of flooding.

49. Joseph Rowntree Foundation, Climate Change and Communities Programme. 2017. Present and future flood vulnerability, risk and disadvantage: A UK assessment.

50. Lindley S, et al. 2011. Climate change, justice and vulnerability: What makes people more or less vulnerable to the impacts of climate change? Joseph Rowntree Foundation Report.

51. Semenza JC, et al. 1996. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. New England Journal of Medicine 335 (2): 84–90

52. Government of Canada. 2022. Canada's National Adaptation Strategy: Building Resilient Communities and a Strong Economy.

53. Environmental Protection Agency. 2021. Climate Change and Social Vulnerability in the United States: A Focus on Six Impacts. U.S. Environmental Protection Agency.

54. Berberian AG, et al. 2022. Racial Disparities in Climate Change-Related Health Effects in the United States. Current Environmental Health Reports 9 (3): 451–464.

55. דבורה שמואלי. 2011. צדק סביבתי במציאות הישראלית. בתוך קיימות: חזון, ערכים, יישום (עורך: ד"ר ג'רמי בנשטיין). מרכז השל לקיימות והמשרד להגנת הסביבה. עמ' 217–229.

56. תמר נויגרטרן. 2016. צדק סביבתי וחוסן אקלימי: מסמך המלצות לרשויות המקומיות וגופי ממשלה בישראל. האגודה לצדק סביבתי.

57. רועי לוי. 2016. מדדים לצדק סביבתי בישראל: אי-שוויון סביבתי מוניציפאלי בתחומים: מים, אוויר, ביוב, תחבורה ציבורית ושטחים ציבוריים פתוחים. האגודה לצדק סביבתי בישראל.

58. נתן זוסמן, דפנה אבירם-ניצן והילה שואף-קולביץ. 2021. ישראל 2050: מעבר צודק לכלכלה דלת פחמן. המכון הישראלי לדמוקרטיה והמשרד להגנת הסביבה.

59. אנה הלס. 2022. תשתיות פיזיות לצמיחה מכלילה: כיצד ניתן לצמצם את פערי הנגישות לתשתיות פיזיות כדי להבטיח צמיחה מכלילה ובת קיימא? יסודות.

60. ענבל זרחין ויוון רופא. 2012. איכותם של שטחים ציבוריים פתוחים - השוואה בין שכונות עירוניות בנגב ובמישור החוף. אקולוגיה וסביבה 3 (2): 144–153.

61. Moore R. 2012. Definitions of fuel poverty: Implications for policy. Energy Policy 49: 19–26.

לעמוד בהוצאות המיזוג הם לעיתים אלה הזקוקים לכך ביותר: בתל אביב, למשל, נמצא קשר ישיר בין אזורים חמים יותר בעיר לבין אזורים שמתגוררות בהן אוכלוסיות פגיעות, והתופעה מוכרת ממקומות שונים בעולם.⁶⁸

באיחוד האירופי נמצא כי בשנת 2022 כ-41 מיליון מהתושבים התקשו לחמם את בתם. בשנים האחרונות פותחו באיחוד מספר מדדים לעוני באנרגיה.^{72,71,70} האחרון והמפורט ביניהם התפרסם באוקטובר 2023 על ידי הנציבות האירופית, והוא כולל תשעה מחוונים, ובהם הוצאות והכנסות של משק הבית, צריכת האנרגיה, נטל מחירי הדיור ושיעור החולים במחלות כרוניות.⁷³ בישראל, לעומת זאת, לא קיימת תמונת מצב ברורה של היקף התופעה ועוצמתה, וחסרים נתונים על אודות ניתוקי חשמל בקרב דיירי הדיור הציבורי וזכאי הדיור הציבורי, כמו גם על שיעורם מתוך כלל המנותקים מחשמל בישראל.⁷⁴ המדדים האלה יכולים לשמש בסיס מתודולוגי לעיצוב של מדד דומה עבור ישראל, שהוא עצמו ישמש מחוון חשוב במדד פגיעות אקלים לאומי

מוגדר כחוסר נגישות (או נגישות נמוכה) לשירותי האנרגיה הנדרשים לצורך שמירה על שגרת חיים בסיסית;⁶² המופע הבולט ביותר של התופעה הוא הקושי לעמוד בתשלומים על שירותי החשמל הנדרשים לצורך קירור הבית או חימום.⁶³ לעוני באנרגיה השפעות שליליות משמעותיות על איכות החיים, והתופעה רווחת ביתר שאת בקרב קבוצות מוחלשות.⁶⁴ ככל שהעשירון שמשק הבית מצוי בו נמוך יותר, כך אחוז ההוצאה שלו על חשמל מתוך סך ההוצאות הכללי גדל.⁶⁵ התוצאה היא שמשקי הבית מהעשירונים הנמוכים בחברה נאלצים להתפשר על קירור וחימום ביתם; פשרה שבעת גלי חום וקור עשויה להוות סיכון בריאותי ממש.⁶⁶ כך, בשנת 2013 כ-2.1 מיליון ישראלים נאלצו להתפשר על חימום או קירור ביתם, או לפגר בתשלומים לחברת החשמל על רקע מצבם הכלכלי.⁶⁷ זאת ועוד, בשנת 2020 נמצא כי כ-62% מנתמכי הסיוע של ארגון "לתת" ויתרו על הפעלת אמצעי חימום וקירור בביתם בשל קושי כלכלי, בעוד שכ-21% מהנשאלים דיווחו כי כלל אין ברשותם אמצעים לחימום וקירור.⁶⁸ אותם משקי בית שמתקשים

62. Teschner N. 2023. Energy poverty in Israel. Heinrich-Böll-Stiftung. <https://il.boell.org/en/2023/03/29/energy-poverty-israel>.

63. דורית גרפונקל, רונית פיסו ומירב אהרון גוטמן, 2022. האם קרני השמש יכולות לסייע במיתון אי השוויון בישראל? התועלת כלכלית-חברתית של התקנת פאנלים סולאריים על גגות בנייני דיור ציבורי. דו"ח סופי. החממה החברתית טכניון.

64. חנין שיבלי, נעמה טשנר, סתיו שפירא. 2022. עוני אנרגטי בתנאים של שינויי אקלים והשלכותיו על החוסן הקהילתי. קריאות ישראליות, גיליון 2.

65. דורית גרפונקל, רונית פיסו ומירב אהרון גוטמן, 2022. האם קרני השמש יכולות לסייע במיתון אי השוויון בישראל? התועלת כלכלית-חברתית של התקנת פאנלים סולאריים על גגות בנייני דיור ציבורי. דו"ח סופי. החממה החברתית טכניון.

66. Basagaña X, et al. 2021. Low and high ambient temperatures during pregnancy and birth weight among 624,940 singleton term births in Israel (2010–2014): An investigation of potential windows of susceptibility. *Environmental Health Perspectives* 129 (10): 1–12.

67. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2015. הסקר החברתי 2013.

68. לתת. 2020. מציאות בהפרעה: דו"ח העוני האלטרנטיבי מס' 18.

69. Lovecchio J, Basic G, and Pawlowski T. 2020. Urban heat, vulnerability, and the public realm: Lessons from Tel Aviv-Yafo and implications for COVID-19 recovery. *Smart, Sustainable and Fair Cities* 40: 108–136.

70. OPENEXP. 2019. European Energy Poverty Index (EEPI): Assessing Member States' Progress in Alleviating the Domestic and Transport Energy Poverty Nexus.

71. Thema J and Vondung F. 2020. EPOV Indicator Dashboard: Methodology Guidebook. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

72. Gouveia JP, et al. 2019. Energy poverty vulnerability index: A multidimensional tool to identify hotspots for local action. *Energy Reports*, Vol 5, pp. 187–201.

73. Gouveia JP, et al. 2023. Energy Poverty National Indicators: Uncovering New Possibilities for Expanded Knowledge. Energy Poverty Advisory Hub, European Commission.

74. דורית גרפונקל, רונית פיסו ומירב אהרון גוטמן, 2022. האם קרני השמש יכולות לסייע במיתון אי השוויון בישראל? התועלת כלכלית-חברתית של התקנת פאנלים סולאריים על גגות בנייני דיור ציבורי. דו"ח סופי. החממה החברתית טכניון.

שיקולים מתודולוגיים

אלא גם מגמות התפתחות עתידיות של האוכלוסייה⁷⁵. בהקשר זה יש לציין כי נתוני למ"ס עדכניים לפי אזור סטטיסטי עדיין חסרים עבור רוב היישובים הערביים; בשל היעדר כתובות ביישובים הללו במקורות המנהליים לא חושב בעבורם המדד החברתי-כלכלי⁷⁶. נוסף על כך, חוסר ההכרה בכשלושים יישובים בנגב מוביל למחסור בנתונים מהימנים הנוגעים להם, ומגביר את הסיכון להצגתם בצורה לא מדויקת במדד ואף להדרתם ממנו כליל^{77,78}.

מספר סוגיות הנוגעות למקורות של הנתונים הרלוונטיים למישור הרגישות החברתי-כלכלי נידונו בין המומחים. סוגיה אחת נוגעת לנגישותם של נתונים רגישים, דוגמת אלה המצויים בידי הביטוח הלאומי או הרשויות המקומיות; האם ניתן לשלב נתונים מעין אלה במדד, והאם תינתן הסכמתם של הגופים האחראיים לעשות כן? נתונים אחרים מצויים בידיהן של חברות מסחריות, דוגמת בנקים ובתי השקעות, ויש להניח כי לא יתאפשר לקבלם על אף ערכם הרב. ונוסף על כך, כיצד יש להתקדם בבחירת המחוונים למדד, בהינתן שישנם נתונים שמידת זמינותם מוטלת בספק? האם יש לשים את הדגש על ישימות בטווח המידי ולשקול רק מחוונים שהמידע עבורם נגיש וזמין, או שמא עדיף ליצור מדד אידיאלי, מתוך תקווה שהנתונים ייעשו זמינים בעתיד? סוגיה זו לא תיפתר בעבודה זו, ותיאלץ להתברר בהמשך התהליך.

ניתן לעמוד על מידת הרגישות של אוכלוסייה מסוימת לשינוי האקלים תוך שימת דגש על מאפייני רגישות כלכליים (דוגמת צפיפות נכסים כלכליים בערך גבוה), או מאפיינים חברתיים (דוגמת צפיפות מבני דיור ציבורי). כל אחת משתי אפשרויות האלה מייצגת תפיסה שונה של רגישות. האחת שמה דגש על הנזקים הצפויים למשק ולתוצר במקרה של אירוע קיצון אקלימי תוך התייחסות מזערית למידת הפגיעה בדיירים; הפגיעות תהיה מוגדלת באתרים מסוימים, כגון מוקדי מסחר מרכזיים, מפעלי טכנולוגית עלית או שתיות

משתתפי הדיון הסכימו כי היחידות הגאוגרפיות שישמשו בסיס לניתוח הרגישות במישור החברתי-כלכלי הן האזורים הסטטיסטיים של הלמ"ס. הלמ"ס מעבדת ומציגה רבים מנתוניה הסטטיסטיים על בסיס חלוקה מוניציפלית של עיריות, מועצות מקומיות ויישובים במועצות אזוריות. עם זאת, כדי לשקף את המורכבות והרב-גונית בתוך היישובים הגדולים יותר (למעלה מ-10,000 תושבים) הלמ"ס מיישמת שיטה לחלוקה היררכית פנימית של היישובים לאזורים סטטיסטיים הומוגניים ככל הניתן (אך לאו דווקא שווים בגודלם). החלוקה מתבצעת מחדש לקראת כל מפקד אוכלוסין משנת 1961 ואילך כדי לתת מענה להתפתחות האזורית, לבנייה חדשה ולשינויים בגודל האוכלוסייה ובהרכבה. מטרתה העיקרית של החלוקה היא יצירת יחידות גאוגרפיות-סטטיסטיות קטנות והומוגניות שמאפשרות לשקף כראות את מאפייני הייחודיים של היישוב על אזוריו השונים. מספר עקרונות מנחים את הלמ"ס בחלוקה ובתיחום של האזורים הסטטיסטיים:

(א) האזורים הסטטיסטיים אינם חורגים מגבול היישוב ומכסים את כל תחום השיפוט שלו, מבלי שתתקיים חפיפה בין אזור אחד למשנהו; (ב) כל אזור סטטיסטי הוא הומוגני ככל האפשר, וגבולותיו נקבעים על פי קריטריונים, כגון שימושי קרקע, תקופת הבנייה, סוג המבנים המצויים בשטח ושיקולים דמוגרפיים; (ג) גבולות האזורים הסטטיסטיים עוברים לרוב בתוואים ברורים, כגון רחובות, מסילות ברזל, גדרות ונחלים, כדי לאפשר איתור של כל אזור בקלות ובדיוק ככל הניתן במפה ובשטח; (ד) בעבר ניתנה עדיפות ליצירת אזורים סטטיסטיים שווים פחות או יותר בגודלם (בין 3,000 ל-5,000 תושבים), אך החל משנת 2022 שיקולי השמירה על ההומוגניות גוברים על השיקולים האלה; (ה) באזורים ששימוש הקרקע העיקרי בהם איננו מגורים אלא תעשייה, מסחר או שירותים, אין לגודל האוכלוסייה או לגודל השטח השפעה על גבולות האזור הסטטיסטי; (ו) בעת יצירת אזורים סטטיסטיים נשקלים לא רק נתוני האוכלוסייה הנוכחית,

75. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. אזורים סטטיסטיים ותהליך הכנת שכבת אזורים סטטיסטיים למפקד האוכלוסין 2022.

76. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. אפיון יחידות גאוגרפיות וסיווגן לפי הרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה בשנת 2019.

77. אוריאנה אלמסי. נתונים על אוכלוסיית הבדואים בנגב. 2023. מרכזת המחקר והמידע של הכנסת.

78. Negev Coexistence Forum for Civil Equality. 2021. Uncounted: Indigenous Bedouin citizens neglected by the Israeli Central Bureau of Statistics

ולכלול מאפיינים מכאן (מדד רגישות פיננסית בראי הפרט) ומכאן (מדד רגישות פיננסית בראי המשק).

עוד יש לציין, כי שינוי האקלים טומן בחובו לא רק סיכונים פיזיים (הצפות, גלי וחום וכיו"ב), אלא גם סיכוני מעבר; כלומר, סיכונים כלכליים הנובעים מהשינויים הצפויים במערכות הכלכליות, במשק התעסוקה ועוד לנוכח שינוי האקלים. עם זאת, עבודה זו מטבעה מתמקדת בסיכונים פיזיים ובהשלכותיהם, ולא תעסוק בסיכוני המעבר.

לאומיות. התפיסה השנייה שמה דגש על מידת הפגיעה הצפויה בתושבים עצמם, תוך התייחסות מזערית לערך הנכסים עצמם; הפגיעות תהיה מוגדלת דווקא באזורים מוחלשים. הבחנה זו חשובה, משום שמידת הפגיעות של אוכלוסיות מוחלשות גבוהה יותר מזו של אוכלוסיות אמידות, גם אם מידת הסיכון זהה. המתח בין הגישות האלה אפיין את הדיון בין המומחים והמומחיות, אך לובן במהלך הדיון והוביל להסכמה ששני ההיבטים לאו דווקא עומדים בסתירה: על המחוונים הנבחרים עבור מישור הרגישות החברתית-כלכלית ליצור איזון בין שתי נקודות המבט הללו,

מחוונים מוצעים

ועל כן חשופים יותר לאירועי אקלים⁸⁶; מבוגרים נוטים להזדקק לשירותים חברתיים שהיעדרם מוביל להגברת המוחלשות והפגיעות. מאפיין רלוונטי נוסף נוגע לרמת ההשכלה, והמטריקה הרלוונטית ביותר בהקשר זה היא קיומה או היעדרה של השכלה תיכונית⁸⁷.

המדד החברתי-כלכלי של הלמ"ס הוצע כאחד המחוונים המרכזיים במישור הרגישות החברתית-כלכלית. בהיותו אחד מהמדדים העיקריים המשמשים בנייתו פגיעות ושוליות חברתית באופן כללי, כדאי להתעכב על כמה ממאפייניו. המדד החברתי-כלכלי מורכב מארבעה תחומים עיקריים. בתחום הדמוגרפיה נכללים במדד: הגיל החציוני ביחידה הגאוגרפית; יחס תלות, המודד את מספר האנשים הצעירים (0-19) והמבוגרים (65 ומעלה) לעומת מספר האנשים בגיל העבודה (20-64); אחוז המשפחות עם ארבעה ילדים ויותר מסך המשפחות המקבלות קצבת

להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרגישות החברתית-כלכלית, והמחוונים שהוצעו עבור כל תחום:

● רגישות חברתית

רגישות חברתית נוגעת למידת יכולתם של פרטים ומשקי בית להיסמך על משאבי הון חברתי - משפחותיהם והקהילות שהם משתייכים אליהן - לטובת היערכות לשינוי האקלים והתמודדות עם השפעותיו, וכן ליכולתה של הקהילה להיעזר לשם כך ברשויות הרלוונטיות. בשל גישה מופחתת למשאבי הון חברתי, מבוגרים נטולי עורף משפחתי⁷⁹, מחוסרי דיור^{81,80}, עובדים זרים⁸², חסרי מעמד⁸³ ומשפחות חד-הוריות⁸⁴ מתאפיינים בפגיעות גבוהה יותר באופן כללי, ופגיעותן צפויה להתבטא גם בהקשר לשינוי האקלים. גם התפלגות הגילים היא מחוון רלוונטי לתחום הרגישות החברתית⁸⁵. ממחקרים עולה כי ילדים ממשקי בית מוחלשים נוטים יותר לשוטטות ולהרחקה ממסגרות,

79. דרור רותם. 2014. דוח הוועדה לבחינת דרכי התמודדות עם בדידות בקרב אנשים זקנים. ג'וינט ישראל אשל.

80. יואב סנטו ומשה ברגר. 2014. מיפוי דרי הרחוב בישראל: דוח סופי. פילת ישראל.

81. איתי בארי ורויטל ברילנשטיין. 2018. מחוסרות דיור בישראל: המשגה, מדידה, מידול, אומדן היקף התופעה והמלצות למדיניות. אוניברסיטת חיפה, המוסד לביטוח לאומי, האגודה לצדק חלוקתי, ביה"ס למדעי המדינה.

82. נונה קושנירוביץ' ודני פילק. 2012. ביטוח סוציאלי של מהגרי עבודה: השוואה בינלאומית ומצב בישראל.

83. המרכז האקדמי רופין וא.ס.פ. (ארגון סיוע לפליטים ומבקשי מקלט בישראל). 2014. שירותי רווחה למבקשי מקלט בישראל דו"ח המלצות.

84. רובי נתנון, איתמר גולה ומיכל פורת. 2017. משפחות חד-הוריות בישראל. מרכז מאקרו לכלכלה מדינית.

85. התפלגות גילים מצוינת בעבודה זו כמחווון רלוונטי גם במישור הרגישות הבריאותית. הכפילות הזו מכוננת, שכן בכל אחד ממישורי הרגישות מחווון התפלגות הגילים מצביע על רגישות בעלת אופי שונה ומובחן. לרגישות כפולה זו יש לתת ביטוי במדד. כדי למפות את מכלול גורמי הרגישות הרלוונטיים יש לכלול מחוונים הנוגעים לגיל הן במישור הרגישות הבריאותית הן במישור הרגישות החברתית-כלכלית.

86. United Nations Children's Fund (UNICEF). 2021. The climate crisis is a child rights crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index.

87. Centers for Disease Control and Prevention and Agency for Toxic Substances Disease Registry. 2022. Environmental Justice Index.

שינוי האקלים צפוי לפגוע בנשים יותר מאשר בגברים⁸⁸. נשים בישראל עניות יותר מגברים, ולפיכך פגיעות יותר באופן כללי⁹⁰, ורגישותן המוגברת לשינוי האקלים נובעת בין היתר מחופש תנועה ותעסוקה מוגבלים ומרשתות כלכליות וחברתיות מופחתות⁹¹. ככלל, ככל שהאי-שוויון המגדרי גדול יותר, כך גוברת פגיעותן של נשים לשינוי האקלים⁹².

דו"ח מבקר המדינה מאוקטובר 2021 מוסיף וקובע כי אירועי מזג אוויר קיצוניים, דוגמת גלי חום ובצורות, מובילים בעקיפין לעלייה באלימות מגדרית⁹³. עוד נמצא כי תופעת העוני באנגריה פוגעת באופן משמעותי יותר בנשים, ונשים המשתייכות למעגל חברתי מוחלש נוסף, למשל מוצא לאומי או אתני, נמצאות בסיכון מוגבר עוד יותר לעוני באנגריה⁹⁴. בחברה הערבית נמצא כי הקושי של בתי אב לעמוד בהוצאות האנגריה והמים הוא אחד הגורמים המובילים ליציאת נערות לעבודה עוד בעודן תלמידות^{95,96}. חלקים נרחבים מהחברה הערבית נמצאים בסיכון מוגבר לחוות חוסר ביטחון אנרגטי, אך החברה הבדואית בנגב היא קבוצה מוחלשת ופגיעה במיוחד⁹⁷: כ-30% מבני ובנות חברה זו מתגוררים ביישובים שאינם מחוברים לרשת החשמל הארצית. הם חשופים במיוחד לתופעות עוני באנגריה, אף בהשוואה לאוכלוסייה הערבית המתגוררת באזורים אחרים במדינה⁹⁸.

נוסף על כך, מחקרים חוזרים ומדגימים כי השתייכות לקבוצת מיעוט מעלה את מידת הפגיעות⁹⁹. פגיעות זו עשויה לבוא לידי ביטוי במדד פגיעות באחת משתי דרכים:

ילדים. בתחום ההשכלה והחינוך נכללים במדד: ממוצע שנות הלימוד של בני ה-25-54 ואחוז בעלי תואר אקדמי מבני ה-27-54. בתחום התעסוקה והגמלאות נכללים במדד: אחוז בעלי הכנסה מעבודה מבני ה-25-54; אחוז הנשים בנות 25-54 שאין להן הכנסה מעבודה; אחוז בעלי ההכנסה מעבודה המרוויחים יותר מפעמיים השכר הממוצע; אחוז בעלי הכנסה מעבודה מתחת לשכר המינימום; אחוז מקבלי הבטחת הכנסה והשלמת הכנסה בזקנה ובשארים מתוך בני ה-20 ומעלה. בתחום רמת החיים נכללים במדד: ההכנסה החודשית הממוצעת לנפש; ממוצע כלי הרכב בבעלות ל-100 תושבים בני 17 ומעלה; ממוצע האגרה על רישיון רכב (הערכה של שווי הרכב); ממוצע מספר ימי השהייה בחו"ל של בני שנתיים ומעלה⁸⁸.

נתונים נוספים הרלוונטיים לתחום הרגישות החברתית צפויים להימצא בנתוני המחלקה לשירותים חברתיים במשרד הרווחה. המסמך קרוי "רשימת הנזקקיות ומאפייני הרקע", והוא מיפוי רציף של אוכלוסיות היעד של משרד הרווחה וצורכיהן, המתווה את גבולות הגזרה של שירותי הרווחה, ומסייע באיסוף נתונים אמינים, בגיבוש מדיניות המשרד, בתכנון ההתערבויות בשדה ובמעקב אחר התוצאות של מדיניות המשרד. במסמך נערכת הבחנה שימושית בין נזקקות ומאפיינים. הנזקקות מייצגת קושי או בעיה עבור הלקוח או סביבתו, ופער בין המצב הקיים למצב הרצוי. לעומתה, מאפייני הרקע מתארים נסיבות שעלולות לגרום להיווצרות נזקקות, אך כשלעצמם אינם מוקד להתערבות ולשינוי.

88. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. אפיון יחידות גאוגרפיות וסיווגן לפי הרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה בשנת 2019.

89. Terry G. 2009. No climate justice without gender justice: an overview of the issues. *Gender and Development* 17 (1): 5-18.

90. הגר צמרת, חנה הרצוג, נעמי חזן ושות'. 2022. מדד המגדר: אי-שוויון מגדרי בישראל 2022. מכון ון ליר בירושלים, שוות, ידעת.

91. Fritzsche K, et al. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. 2014.

92. UNEP, UN Women, DPPA, UNDP. 2020. Gender, Climate & Security: Sustaining inclusive peace on the frontlines of climate change.

93. משרד מבקר המדינה ונציבות תלונות הציבור. 2021. דוח מיוחד: פעולות ממשלת ישראל והיערכותה למשבר האקלים.

94. קרני קריגל. 2021. ניתוח חברתי של משבר האקלים: האם מתבסס אי-צדק אקלימי ברמה המקומית? אקולוגיה וסביבה 12 (1).

95. קרני קריגל, ענת צ'צ'יק, ניר כהן ואורלי בנימין. 2022. פרספקטיבה מגדרית בהיערכות של רשויות מקומיות למשבר האקלים. קריאות ישראליות, גיליון 2.

96. Athamneh S and Benjamin O. 2021. Education as weapon: poverty and school for Palestinian adolescent girls living in Israel. *Gender and Education* 33 (2): 235-251.

97. סיכוי-אפק והמרכז הערבי לתכנון אלטרנטיבי. 2022. תכנון והסדרה ביישובים הערביים – תמונת מצב.

98. חנין שיבלי, נעמה טשנר וסתיו שפירא. 2022. עוני אנרגטי בתנאים של שינוי אקלים והשלכותיו על החוסן הקהילתי. קריאות ישראליות, גיליון 2.

99. EPA. 2021. Climate Change and Social Vulnerability in the United States: A Focus on Six Impacts. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 430-R-21-003.

ארגוני החברה האזרחית. בעוד שישראל מדד אי-שוויון מגדרי בישראל¹⁰⁵, נכון להיום מדד זה אינו עומד על מידת האי-שוויון לפי פילוח גאוגרפי, בדגש על האזורים הסטטיסטיים של הלמ"ס. יש לקדם הקצאת משאבים מספקת להמשך פיתוחו של המדד כדי שיוכל לתת מענה גם לרמת הניתוח הזו¹⁰⁶.

המחווונים שהוצעו בתחום הרגישות החברתית הם:

- א. שיעור המשפחות החד-הוריות
- ב. שיעור המהגרים
- ג. שיעור המבוגרים ללא עורף משפחתי
- ד. שיעור מחוסרי הדיור
- ה. רמת השכלה
- ו. מידת האי-שוויון המגדרי
- ז. התפלגות גילים
- ח. נגישות למידע, ידע לגבי שירותים
- ט. שיעור המשתייכים לקבוצת מיעוט

● רגישות כלכלית-פיננסית ברמת משק הבית

מספר מדריכים מתודולוגיים לפיתוח מדדי פגיעות אקלים מציינים את הרגישות הפיננסית של הפרט כמרכיב בתחשיב הפגיעות הכללית. למשל, פוליסות ביטוח מספקות רשת הגנה פיננסית למקרה של פגיעה מאירוע קיצוני^{107,108}. קיומן של פוליסות ביטוח בתחומים שונים מספק את האפשרות לקבל החזר או פיצוי בהינתן אירוע קיצוני מסוים, תוך חיזוק הביטחון הכלכלי של הפרט והפחתת

בארה"ב נהוג להתייחס להשתייכות לקבוצת מיעוט אתנית כגורם לפגיעות העומד בפני עצמו¹⁰⁰, בעוד מדינות אירופיות נוטות להסתמך על נתונים חברתיים-כלכליים כגון הכנסה והשכלה, מתוך הנחה כי פגיעותן של קבוצות מיעוט מוחלשות ממילא תתבטא במחווונים מעין אלה. בהקשר זה השאלה הרלוונטית היא האם ישנם משתנים רלוונטיים לקבוצות מיעוטים שאינם נכללים ממילא במדד החברתי-כלכלי? בהתייחס לחברה הערבית בישראל, נמצא כי רוב היישובים הערביים נמצאים במדד חברתי-כלכלי 4 או למטה מזה¹⁰¹, ומכאן שפגיעותה החברתית של החברה הערבית אכן צפויה להתבטא במדד החברתי-כלכלי. גורמי רגישות אחרים הרלוונטיים לחברה הערבית הצפויים להשתקף ממחווונים אחרים של המדד כוללים גישה לשטחים ציבוריים פתוחים, גישה לאשראי או אספקת חשמל רציפה. לא סן הנמנע שהשתייכות לקבוצת מיעוט מהווה גורם פגיעות כשלעצמו רק ככל שהדבר נוגע לשפה המדוברת: שליטה מוגבלת בשפה השלטת אכן מהווה גורם רגישות לפגעי שינוי האקלים^{102,103}. ביתר פירוט, שליטה בעברית היא מרכיב חשוב ביכולתם של אנשים להשתתף בפעילויות היערכות ברמה הקהילתית, ביכולתם לבקש ולקבל סיוע, ולגשת לשירותי רווחה ובריאות הנחוצים להם¹⁰⁴.

גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם הלמ"ס, המוסד לביטוח לאומי, המחלקה לשירותים חברתיים במשרד הרווחה, הרשויות המקומיות ובמידה רבה (לדוגמה, ככל שהדבר נוגע לחסרי מעמד, שנכללים לצד העובדים הזרים במחווון "שיעור המהגרים")

100. Flanagan BE, et al. 2011. A Social Vulnerability Index for Disaster Management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management* 8 (1): Article 3.

101. נטרין חדאד חאג' יחיא, מוחמד חילאילה, אריק רודניצקי וכן פרג'ון. 2022. שנתון החברה הערבית בישראל 2021 תקציר. המכון הישראלי לדמוקרטיה.

102. White-Newsome J, et al. 2009. Climate Change, Heat Waves, and Environmental Justice: Advancing Knowledge and Action. *Environmental Justice* 2 (4): 197–205.

103. Nepal V, et al. 2012. Disaster Preparedness of Linguistically Isolated Populations: Practical Issues for Planners. *Health Promotion Practice* 13 (2): 265–271.

104. McKenzie B, et al. 2022. Technical Documentation for the Environmental Justice Index 2022. US Centers for Disease Control and Prevention.

105. הגר צמרת, חנה הרצוג, נעמי חזן ושות'. 2022. מדד המגדר: אי-שוויון מגדרי בישראל 2022. מכון ון ליר בירושלים, שוות, יודעת.

106. Andrijevic M, et al. 2020. Overcoming gender inequality for climate resilient development. *Nature Communications* 11 (6261): 1–8.

107. Beck CR and Oliver I. 2019. Effect of Insurance-Related Factors on the Association between Flooding and Mental Health Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (7): 1174.

108. Felsenstein D, Vernik M, and Israeli Y. 2018. Household insurance expenditure as an indicator of urban resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 31: 102–111.

העורכים מבחני הכנסה, דוגמת משרד הרווחה והביטחון החברתי והמוסד לביטוח לאומי. הלמ"ס מחזיקה בנתונים רלוונטיים לתחום זה בדגש על המדד החברתי-כלכלי, כמו גם בנתונים הנוגעים לנטל מחירי הדיור. הלמ"ס אף מפרסמת נתונים הנוגעים למחיר ממוצע של דירות לפי אזור מגורים ומספר החדרים.

המחווים שהוצעו בתחום הרגישות הכלכלית-פיננסית ברמת הפרט הם:

- א. רמה חברתית-כלכלית (סוציו-אקונומית)
- ב. רשת ביטחון כלכלית – נכסים פיננסיים נזילים
- ג. רשת ביטחון כלכלית – נכסים פיננסיים בנילות נמוכה
- ד. מידת הכיסוי הביטוחי
- ה. נטל מחירי הדיור
- ו. בעלות על עסק קטן
- ז. מחירי הדירות באזור

● רגישות כלכלית-פיננסית ברמת המשק

על פי דו"ח של הבנק המרכזי האירופי, בשנת 2019 הסתכמו הנזקים הכלכליים שמקורם באירועי קיצון אקלימיים בכ- 1% מהתמ"ג של גוש האירו כולו, ועל פי התחזיות שיעור זה צפוי אף לגדול¹¹³. באותו הדו"ח אף מצוין כי 18% מהחברות בדרום אירופה נמצאות ברמת חשיפה גבוהה לעקות חום, למחסור במים או לשרפות יער, בעוד ש-7% מהחברות בצפון אירופה ובמרכז חשופות לסיכונים הצפות. חשיבותם של הנתונים טמונה, בין היתר, בחשיפה של הבנקים לסיכונים פיננסיים בשל תלותם ברבות מהחברות הללו, ומאחר שרק כשליש מנזקי מזג האוויר באירופה מבוטחים – הפער צפוי להמשיך ולגדול. הנתונים האלה ממחישים את הצורך בפיתוח מדד רגישות פיננסית ברמת התוצר. המדד עשוי לכלול מאפיינים כגון קיומם של מנועים כלכליים בתא

מידת הרגישות הכלכלית¹⁰⁹. קיומם של חסכונות או בעלות על נכסים מספקים אף הם כריות ביטחון פיננסיות במקרים דומים. על כן, מחוון רגישות הנוגע לסוגיה זו עשוי לכלול גישה לפיצוי ביטוח או לכספי חסכונות; או לחלופין, גישה לתקציבי שיקום ממשלתיים שעשויים לשמש רשת ביטחון כלכלית במקרים של אירועי קיצון אקלימיים¹¹⁰. עוד יש לציין כי לקהילות הנושאות נטל כבד יותר של מחירי דיור (בין אם בשל מחירי שכירות, משכנתה, או מחירי דירות) צפויה להיות גישה פחותה לאמצעי היערכות והסתגלות במקרה של אירוע קיצון¹¹¹. את נטל מחירי הדיור (אם אין כבר מדד כזה בנמצא) ניתן לחשב כיחס שבין הוצאות על דיור לרמת ההכנסה. נוסף על כך, חשוב להדגיש כי בעלות על דירה כשלעצמה איננה מהווה מחוון מספק לחוסן פיננסי, שכן לאיכות הדירה (גילה, גודלה, מצב תחזוקתה וכו') ישנה השפעה רבה על המידה שהיא מספקת כרית ביטחון כלכלית. מדד מחירי הדירות של הלמ"ס מספק אומדן לאיכות הדירות באזור מסוים. עוד יש לציין, כי מידת הרגישות של עסקים קטנים גדולה מזו של עסקים בינוניים וגדולים, כך שהישענות על הכנסות שמקורן בבעלות על עסק קטן היא גורם רגישות¹¹².

יש ליצור מדד "כריות ביטחון פיננסיות" מעין זה לכימות רגישות פיננסית ברמת הפרט, שיביא בחשבון מאפיינים כגון נגישות לביטוח (חיים, בית, תכולה, עסק, רכב), כמו גם חסכונות וגישה לאשראי ולערבויות. נוסף על כך, עליו לכלול בעלות על בתים, כלי רכב, רכוש ובתי עסק. יש להדגיש כי מדד זה יהיה שונה מהמדד החברתי-כלכלי של הלמ"ס, שכולל אומנם התייחסות להכנסה, אך אינו כולל גישה להון. מהדיונים עלה כי לגופים פיננסיים ייתכנו מודדים מעין אלה (תעודת זהות בנקאית, לדוגמה), ורשות שוק ההון ובנק ישראל (הפיקוח על הבנקים) יוכלו לרכז ולתכלל את המידע. בעניין הבעלות על רכוש, המידע צפוי להיות זמין עבור הרשות לרישום ולהסדר זכויות מקרקעין. מידע רלוונטי הנוגע לגישה להון ייתכן שישנו גם לגופי ממשלה

109. van Valkengoed AM and Steg L. 2019. Meta-analyses of factors motivating climate change adaptation behaviour. Nature Climate Change 9 (2): 158–163.

110. USAID. 2016. Climate Vulnerability Assessment. Technical Report: An Annex to the USAID Climate-Resilient Development Framework.

111. Meltzer R and Schwartz A. 2016. Housing Affordability and Health: Evidence From New York City. Housing Policy Debate 26 (1): 80–104.

112. Lo AY, et al. 2019. Socio-economic conditions and small business vulnerability to climate change impacts in Hong Kong. Climate and Development 11 (10): 930–942.

113. European Central Bank. 2021. Financial Stability Review.

● רגישות חברתית-כלכלית ברמת הרשות המקומית

מחקרים מזהים פגיעות מובחנת לשינוי האקלים בקרב תושבי ערים¹¹⁶. זהו ממצא רלוונטי במיוחד לישראל, שכ-90% מאוכלוסייתה מתגוררים ביישובים עירוניים¹¹⁷. ואכן, מאפיינים עירוניים שונים מגבירים את עצמתן של תופעות אקלימיות ואת החשיפה של האוכלוסייה המתגוררת בהן לפגעי מזג האוויר¹¹⁸. בה בעת, מחקרים מראים כי האוכלוסיות הפגיעות יותר בחברה נוטות להתגורר באזורים עירוניים שחשופים יותר מלכתחילה לנזקי משבר האקלים, ומתאפיינים למשל במחסור בצל, בזיהום אוויר מוגבר ובתשתיות רעועות^{119,120,121}. תופעת אי החום העירוני, למשל, מתארת מצב שבו העיר חמה יותר בהשוואה לשטח הפתוח שמסביבה: ככל שהשטח בנוי וצפוף יותר, כך גדלים פערי הטמפרטורה. תופעה זו משפיעה, בין השאר, על הנוחות האקלימית של התושבים, על בריאותם ועל צריכת האנרגיה הכוללת בעיר¹²². ניתן להפחית את התופעה הזו באמצעות שימוש בסטנדרט בנייה גבוה יותר, אך חומרי הבנייה המשמשים באזורים מוחלשים נוטים להיות דווקא מאיכות נמוכה¹²³. נוסף על כך, חישוב מדד ערכי ההצללה מצא כי שכונות צפוניות בתל אביב, המאופיינות בהרכב אוכלוסייה מבוסס כלכלית-חברתית, זוכות לרמות הצללה גבוהות יותר מאשר שכונות במזרח העיר ובדרומה, שמתגוררות בהן אוכלוסיות מבוססות פחות¹²⁴. בנייה צפופה שאיננה מתחשבת במגמות אקלימיות צפויה להגביר את הסיכון להצפות ולשיטפונות בערים¹²⁵. עוד יש לציין כי חשיפה לתנאי מזג אוויר קיצוניים משפיעה לרעה על נייחות

שטח מסוים – תשתיות לאומיות, אתרי מסחר ותעשייה מרכזיים ומתחמי תעסוקה משמעותיים. הרציונל מאחורי המדד הוא שפגיעה באתרים כאלה בעקבות אירועי אקלים עשויה להוביל לפגיעה משמעותית הן בהכנסות של הרשות המקומית הן בתוצר הלאומי¹¹⁴.

במסגרת הערכת הרגישות הכלכלית ברמת המשק תתבצע הערכה של ריכוז התשתיות הלאומיות בתא שטח מסוים (נמלים, נמלי תעופה, מרכזי תחבורה משולבים, מפעלים חיוניים ועוד), כמו גם של נכסים ופעילויות בערך כלכלי גבוה (דוגמת מרכזים פיננסיים, מפעלים מרובי עובדים)¹¹⁵. הדגש מושם על כך שהתוצר למדינה ולמשק מהנכסים האלה קריטי, ופגיעה אנושה בהם עשויה אף להעמיד את חברות הביטוח בסכנת קריסה. מי שעשוי לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הוא מפי" (בדגש על מיפוי תשתיות לאומיות). אגף שומת מקרקעין במשרד האוצר עשוי לספק נתונים הנוגעים לשווי הנדל"ן. למיטב ידיעתנו לא קיים בישראל מדד המציג נתונים רלוונטיים לסעיף צפיפות נכסים ופעילויות בערך כלכלי גבוה, ולפיכך מוצע ליצור מדד כזה.

המחווים שהוצעו בתחום הרגישות הכלכלית-פיננסית ברמת המשק הם:

- א. ריכוז תשתיות
- ב. צפיפות נכסים ופעילויות כלכליות בערך גבוה

114. Assa J, and Meddeb R. 2021. Towards a multidimensional vulnerability index. United Nations Development Programme. The City of Copenhagen. 2012. Cloudburst Management Plan 2012. October למשל
115. Dodman D, et al. 2022: Cities, Settlements and Key Infrastructure. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907–1040.
117. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. קובץ הרשויות המקומיות בישראל 2020.
118. רוני בר ואורי שרון. 2019. ערים בעידן של שינוי אקלים – זירות של פגיעות והיערכות. אקולוגיה וסביבה 10 (4): 84–89.
119. אלה ברנד לוי. 2021. אוכלוסיות פגיעות ומשבר האקלים. משרד הרווחה והביטחון החברתי.
120. קרני קריגל. 2020. היערכות ישראל לשינוי אקלים – מיפוי אוכלוסיות פגיעות. המשרד להגנת הסביבה.
121. Negev M, Zohar M, Paz S. 2022. Multidimensional hazards, vulnerabilities, and perceived risks regarding climate change and Covid-19 at the city level: An empirical study from Haifa, Israel. Urban Climate 43: 1–13.
122. אביהר אראל. 2016. האם עלינו להיות מודאגים מאי החום העירוני? אקולוגיה וסביבה 7 (3): 244–250.
123. דניאל בונה. 2014. השפעת חומרי גמר בהירים על הנוחות התרמית בחללים עירוניים פתוחים באזורים חמים [עבודת גמר לתואר מוסמך]. אוניברסיטת בן-גוריון בנגב.
124. אור אלכסנדרוביץ', שחר צור, יונתן לנבדיגר ויואב לרמן. 2019. מפות צל והשימוש בהן לטובת שימור ועיבוי צל בתל-אביב-יפו: דוח מסכם. מוגש למחלקת השימור, עיריית תל-אביב-יפו.
125. רוני אגוזי. 2021. פתרונות מבוססי טבע – סל כלים לטובת ניהול סיכוני הצפה. אקולוגיה וסביבה 12 (3): 49–58.

בעיקר בכל הנוגע לשעות השהות: במהלך שעות היום אזורי המסחר והתעשייה מאוכלסים, בעוד ששטחי המגורים צפויים להיות דלילים יותר; במהלך הלילה התמונה מתהפכת. יש להקדיש מחשבה נוספת לאופן שילוב מרכיב הזמן במדד. לבסוף, סוגיית צפיפות האוכלוסייה ברשות המקומית, ואם עלינו להתייחס אליה כמאפיין של רגישות בהכרח – נותרה ללא הסכמה חד-משמעית בין משתתפי הדיון. ככלל, מהספרות המחקרית עולה כי צפיפות אוכלוסייה איננה גורם רגישות כשלעצמה, אלא אם כן מדובר במקרים שישנה סיבה להעריך כי הצפיפות תורמת באופן ישיר למידת הפגיעות של האוכלוסייה¹²⁶.

הגורם העיקרי שעשוי לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הוא הלמ"ס, ומשרד הכלכלה צפוי להחזיק בנתונים הנוגעים לשיעור העסקים הקטנים ברשות המקומית.

המחווניים שהוצעו בתחום הרגישות הכלכלית-פיננסית ברמת הרשות המקומית הם:

- א. שיעור העסקים הקטנים
- ב. מדד פריפריאליות
- ג. שטחי מגורים מול מסחר ותעשייה
- ד. צפיפות אוכלוסייה

התושבים, ופוגעת ביתר שאת באוכלוסיות המסתמכות על תחבורה ציבורית¹²⁶. רבים ממאפייני הרגישות האלה משתקפים ממחווניים אחרים המופיעים בפרק זה ובפרקים אחרים: למשל, מחווניים הנוגעים למצב חברתי-כלכלי של משקי הבית או לנטל מחירי הדיור, מצוינים בתחומים אחרים של מישור הרגישות החברתית-כלכלית (בפרק זה), בעוד שמחווניים הנוגעים לשיעור השטחים הפתוחים או לרגישות של התשתיות ברשות המקומית, מצוינים במישור הרגישות בהיבטי רציפות תפקודית. לצד אלה, מדיוני הוועדה על מספר מחווניים שבכוחם להצביע על מידת הרגישות של הרשות המקומית עצמה בדגש על ההיבט הכלכלי, והם זכו לתחום רגישות נפרד.

למשל, מידת הרגישות של עסקים קטנים גדולה מזו של עסקים בינוניים וגדולים. מכאן, ככל ששיעור גבוה יותר של הכנסות העירייה ממיסים נשען על עסקים קטנים, הפגיעה הכלכלית במקרה של אירועי קיצון צפויה להיות משמעותית יותר¹²⁷. נוסף על כך, קרבה למוקדי תעסוקה ומסחר ויכולתם של התושבים לנוע בחופשיות בין המוקדים תורמות לחוסנה של הרשות המקומית. מאידך גיסא, ריחוק מהמוקדים האלה ורגישות מוגבלת של התושבים מגבירים את פגיעותה של הרשות המקומית לאירועי אקלים: מדד הפריפריאליות של הלמ"ס הוא מחוון אפקטיבי לגורם רגישות זה. עוד עלה מהדיונים כי ישנה חשיבות להבחנה בין שטחי מגורים לשטחי מסחר ותעשייה ברשות המקומית,

126. Makin-Knafo E, et al. 2020. Resilience Accelerator Tel Aviv-Yafo: Urban Heat And The Future Of The Public Realm. Technical Report. Columbia University Center for Resilient Cities and Landscapes.

127. United Nations Development Programme (UNDP) Crisis Prevention and Recovery. 2013. Small Businesses: Impact of Disasters and Building Resilience. Analysing the vulnerability of Micro, Small, and Medium Enterprises to natural hazards and their capacity to act as drivers of community recovery.

128. Fritzsche K, et al. 2014. The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development.





פרק ב': רגישות במישור הרציפות התפקודית

רקע

בדיון שעסק באפיון מחווני הרגישות עבור מישור הרציפות התפקודית השתתפו 21 מומחים ומומחיות שייצגו מגוון רחב של מגזרים: חוקרים וחוקרות מהאקדמיה מתחומי הקיימות העירונית, תכנון אקלימי וניהול מצבי חירום, לצד נציגים ונציגות מרשות החשמל, רשות המים, משרד האנרגיה, משרד התחבורה, הרשות לכבאות והצלה, מערכת הביטחון, משרד החקלאות ועוד, וכן נציגי ונציגות השלטון המקומי. הדיון נערך במשך שלוש שעות בניהולו של ד"ר אורי שרון מאוניברסיטת בר-אילן, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים למישור הרציפות התפקודית. בסיכום של הדיון נבחרו 63 מחוונים אפשריים, שניתן לחלקם לתשעה תחומים: אספקת מים, אספקת חשמל, תנועה ותחבורה, מערכות מזון, שירותי כבאות והצלה, טיפול בשפכים, מערכות תקשורת, הסביבה הבנויה, רגישות לסיכוני הצפות.

הערכת רגישותם של אזורים וקהילות במישור הרציפות התפקודית מתייחסת לחוסן של רשויות (ממשלתיות או מוניציפליות) וליכולתן להמשיך ולספק שירותים חיוניים בעבור אותן קהילות בעיתות משבר. בין השירותים האלה ניתן למנות אספקת חשמל, אספקת מים, פיני שפכים, תחבורה, שירותי חירום והצלה ועוד. כל שירות כזה יושפע בצורה שונה ובמידה שונה מתרחישי אקלים שונים: הסיכונים הנובעים מהתחממות שונים מהסיכונים של הפחתה בכמות המשקעים או מאלה של העלייה בתדירות אירועי גשם עזים. הסיכונים הנובעים מכל אחת מהתופעות האלה משתנים בין אזורים גאוגרפיים שונים. זאת ועוד, בהערכת יכולתן של רשויות להמשיך ולספק שירותים חיוניים עלינו להביא בחשבון שני סוגים שונים של תרחישי שינוי אקלים. הראשון נוגע למצבי קיצון (גלי חום קשים, שיטפונות, שרפות יער), בעוד שהשני נוגע לחשיפה כרונית לתנאי אקלים שונים לאורך זמן (למשל התחממות הדרגתית, רצף של מספר שנים שחונות).

מהספרות

השפירים; השפעת שינוי האקלים על מדינות שכנות עלולה להוביל לאי-שקט אזורי ואף לעלייה בהגירה הנכנסת מהמדינות האלה. להמחשת חשיבותה של הרציפות התפקודית בהקשר של פגיעות אקלים נציין כי מודל של ה-OECD שפותח במטרה לנתח את מאפייני הפגיעות של העיר פריז מצא כי בין 35% ל-85% מהנזקים הכלכליים שייגרמו לעסקים במקרה של הצפות בעיר לא ייגרמו בשל ההצפה עצמה, אלא בשל פגיעתן של ההצפות במערכות התחבורה והחשמל¹²⁹.

השפעותיו של שינוי האקלים על כל תחומי החיים בישראל, ובכלל זה על סוגיות הנוגעות לרציפות תפקודית, צפויות להיות משמעותיות¹²⁹: החקלאות תושפע בגין פגיעה בתפוקת היבול ומשק החי, ירידה בדגה ועלייה בכמות המזיקים החקלאיים; משק האנרגיה יתאפיין בעלייה בדרישה לחשמל ובשיבושים באספקת החשמל בעת אירועי מזג אוויר קיצוניים; שרפות יער יתרחשו בתדירות גבוהה יותר, ויטילו עומס כבד על מאמצי הכבאות; ירידה בזמינות מקורות המים תוביל ללחץ גובר על מקורות המים

129. המשרד להגנת הסביבה. 2019. היערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים. דוח מספר 1. מוגש לממשלת ישראל על ידי המנהלת להיערכות לשינוי אקלים במסגרת החלטת ממשלה 4079 להיערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים.

130. OECD. 2018. Climate-resilient Infrastructure: OECD Environment Policy Paper No. 14.

הוליסטית ואפקטיבית. האתרים נדרשים לשים דגש על נכסים ומערכות: צוותי העבודה; מבני האתר; ציוד חיוני או רגיש; מתקני טיפול בפסולת באתר; מערכות ייצור אנרגיה באתר; מערכות תקשורת ותקשוב; צי הרכב ותשתיות תחבורה; מערכות מים וטיפול בשפכים; שרשראות אספקה עבור חומרים חיוניים; האקולוגיה באתר ושימור הסביבה הטבעית. תוכנית היערכות של כל אחד מהאתרים והפעילויות נדרשת לכלול גם הערכה של גורמי הסיכון שהאתר חשוף להם ושל מידת השפעתו של כל אחד מהם על המערכות הללו, כמו גם הערכה של השפעות אפשריות הנובעות מכישלונות מערכתיים אחרים (כפי שפורט לעיל).

משרד האנרגיה בארה"ב פרסם בשנת 2021 מדריך לביצוע הערכת חוסן ופגיעות לשינוי האקלים עבור כלל נכסיו ופעילויותיו במדינה¹³¹. המדריך מתווה מדיניות שלפיה על כל אחד מן האתרים הפיזיים, שיש בהם נכסים ומתקנימות בהם פעילויות הקשורות למשרד, לקבוע סדר עדיפויות לפתרונות חוסן לפי מספר קריטריונים, ובהם כמות הפגיעויות שנמצאו ורמתן, עוצמת הפגיעה הצפויה, עלויות השיקום הצפויות, פוטנציאל הפחתת הפליטות המתאפשר בשל פעולות היערכות ועוד. נוסף על כך, המדריך מעודד שיתופי פעולה בין סוכנויות ממשלתיות, רשויות מקומיות ואזרחיות וחברות תשתית לצורך גיבוש תוכנית היערכות

שיקולים מתודולוגיים

עוד עלתה מהדיון חשיבותם הרבה של תרחישי הייחוס שבנתה רשות החירום הלאומית, המספקים הערכה מקיפה ומושכלת של גורמי החשיפה השונים שהמערכות השונות יצטרכו להיערך אליהם¹³². נוסף על כך, נידונה החפיפה המתקיימת בין רגישותם של מבנים לשרפות לבין רגישותם לפגעי האקלים – משום שתקני הבנייה התעדכנו במועדים מקבילים פחות או יותר בתחומי מערכות ההגנה מאש ובתחומי הבידוד התרמי, מערכות המים וכדומה. לאור זאת, המידע המפורט שנמצא בידי הרשות לכבאות והצלה לגבי פגיעותם של מבנים מפני שרפות עשוי לעזור בהערכת פגיעותם באירועי קיצון אקלימיים.

הערות נוספות שעלו מהדיון נגעו למערכות נוספות שניתן לשייכן לממד הרציפות התפקודית, כגון תפקודה של מערכת הבריאות, רגישותם של גופים פיננסיים ורגישות הכלכלית של רשויות מקומיות. אלה כמובן סוגיות קריטיות להערכת פגיעות אקלים; עם זאת, הן נידונו בהרחבה בדיונים שעסקו במישורי רגישות אחרים (רגישות בריאותית ורגישות חברתית-כלכלית), ומשום כך המחווונים הרלוונטיים לממדים האלה, כמו גם השיקולים לבחירתם, יידונו בפרקים הרלוונטיים בדו"ח זה.

מהדיון עלו מספר תובנות כלליות הנוגעות לאתגרים ולהזדמנויות הטמונים בביצוע הערכת סיכון במישור הרציפות התפקודית. דגש מרכזי הושם על הצורך בגיבוש היררכיית חשיבות מערכתית, כך שהמערכות החיוניות ביותר יקבלו עדיפות על פני מערכות אחרות. **בראש הרשימה עומדת מערכת אספקת המים השפירים, ואחריה בסדר חשיבות יורד – מערכות החשמל, התקשורת, הבריאות, המזון, התחבורה, פינוי השפכים, ניהול סיכונים הצפות וקיומה התקין של תשתית ירוקה.** רבות מהמערכות החיוניות לרציפות תפקודית בעיתות משבר תלויות גם הן בתפקודן התקין של מערכות אחרות: למשל, מערכות אספקת המים תלויות בתפקודה התקין של רשת החשמל (או לחלופין, במערכות גיבוי מספקות). דוגמאות נוספות נוגעות לתלותן של מערכות הטיפול בשפכים ברשת החשמל, או לתלותן של מערכות התחבורה ברשתות התקשורת. מכאן, שהערכת הרגישות של מערכת כזו או אחרת אינה נגזרת רק מיכולתה להמשיך ולתפקד באופן תקין בתנאי אקלים משתנים, אלא גם מתלותה במערכות אחרות שעשויות להיות מושפעות יותר ממנה.

131. U.S. Department of Energy, Sustainability Performance Division. 2022. Vulnerability Assessment and Resilience Planning Guidance Version 1.2.

132. תרחישי הייחוס גובשו על ידי השירות המטאורולוגי ורשות החירום הלאומית כדי לאפשר היערכות טובה יותר למוזר אוויר קיצוני בעתיד. התרחישים מבוססים על אירועי קיצון שפקדו את האיזור במאה השנים האחרונות ובנו לרמת "החמור הסביר". על פי מסמך תרחישי הייחוס המעודכן ממרץ 2023, נבחנו תרחישי ייחוס לאירועי שלג וקרה, אירועי גשם קיצוניים בשלושה אזורים (גוש דן ומישור החוף, אזור מפרץ חיפה, דרום הארץ ומזרחה), גלי חום ממושכים, סופות אבק ואובך וערפל. לפרטים ראו: השירות המטאורולוגי ורשות החירום הלאומית. 2023. תרחישי ייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל. מרץ.

מחווני מוצעים

האם נפח האיגום עומד בתקן המחייב? האם התקן מתחשב בשינוי האקלים ובמגמות של שינויים נוספים באורח החיים ובצריכת המים? האם התקן הקיים מביא בחשבון את הצורך במים לכיבוי שרפות? האם מוגדר ערך למקור המים, כמו גם לאיכותם? סוגיה זו חשובה במיוחד לנוכח התגברות תדירות השרפות במסגרת שינוי האקלים, בייחוד במהלך גלי חום קשים – אז גם צריכת המים צפויה להיות גבוהה, והסיכוי לתקלות במערכת אספקת המים ובמערכת החשמל גבוה במיוחד. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם רשות המים, הרשויות המקומיות, חברת מקורות, תאגידי המים והביוב העירוניים ואגודות המים החקלאיות בשולי האזור העירוני. עצמאותן האנרגטית של מערכות מים בבניינים רבי-קומות עשויה להימצא בידי מנהל התכנון או משרד הבינוי והשיכון.

המחווני שהוצעו בתחום אספקת המים השפירים הם:

- א. נפח האיגום העירוני
- ב. איכות המים במערכת האיגום העירוני
- ג. מידת התלות של אספקת המים המקומית במערכת הארצית (מול הפקה עצמית)
- ד. ביטחון אספקת האנרגיה של מתקני התפלה, קידוחים ותחנות שאיבה
- ה. ביטחון אספקת האנרגיה של מערכות מים בבניינים רבי-קומות

● אספקת חשמל

משקי בית, בתי עסק, מפעלי ייצור ועוד זקוקים לאספקת חשמל סדירה ואיכותית, שעשויה להיפגע בעת אירועי קיצון אקלימיים. זאת ועוד, כלל המערכות שחיוניות לרציפות התפקודית של המשק – דוגמת מערכת אספקת המים השפירים והמים להשקיה, מערכות התקשורת ומערכות הטיפול בשפכים – תלויות באספקת חשמל סדירה לשם פעולתן התקינה. תשתיות ואתרים קריטיים, כגון בתי חולים,

להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרציפות התפקודית, והמחווני שהוצעו עבור כל תחום:

● אספקת מים

כפי שצוין, אספקה סדירה של מים שפירים באיכות גבוהה נמצאת בראש היררכיית החשיבות המערכתית¹³³. מערכת אספקת המים השפירים רגישה במיוחד לאירועי קיצון אקלימיים, ובתוכם גלי חום ושרפות, בעוד שמערכת ההתפלה רגישה לעלייה במפלס הים. בה בעת, גם שינויים קיצוניים בכמות המשקעים, בדגש על תקופות של יובש קיצוני, צפויים להגביר את מידת רגישותה של המערכת, כמו גם אירועים של הצפות וסופות חזקות במיוחד. למשל, מערכת אספקת המים בקייפטאון שבדרום אפריקה כמעט קרסה ב-2018 בעקבות רצף שנות בצורת; אספקת המים בעיר ג'נג'ואו (Zhengzhou) שבסין הושבתה ליותר משבוע בעקבות אירוע גשם קיצוני והצפות ביולי 2021; בחורף 2022 סבלו מדינות רבות בדרום ארה"ב ממחסור במים עקב קור קיצוני שפגע בתשתיות האספקה¹³⁴.

נוסף על כך, תפקודה התקין של מערכת אספקת המים תלוי במידה מכרעת בתפקודן התקין של מערכות אחרות, ובראשן מערכת החשמל – שכפי שיפורט בהמשך, רגישה אף היא לאירועי קיצון אקלימיים. מסיבה זו, נמצא כי המאפיינים שיש לתת עליהם את הדעת בהערכת רגישותה של מערכת אספקת המים הם, למשל, מידת הביטחון באספקת האנרגיה של מערכת אספקת המים המקומית – המתבטא, בין היתר, ביכולתה להפיק חשמל באופן עצמאי. כמו כן, יש להתייחס גם לכושר האגירה שלה, שיאפשר לה להמשיך ולספק מים גם במקרה של תקלה במערכת ההובלה הארצית, וכן לאיכות מערכת המים ולניהולה, ובתוך כך למידת התחזוקה של הקווים, לעמידותם הפיזית ולרמת הקישוריות במערכת¹³⁵. בבואנו להעריך את רגישות מערכת אספקת המים השפירים באזור מסוים לפי המחווני המצוינים להלן, עלינו לבחון את השאלות הבאות:

133. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 2023. What is water security and how is it impacted by climate change? August 7.

134. Wang D, et al. 2022. Increasingly frequent extreme weather events urge the development of point-of-use water treatment systems. npj Clean Water 5: 36.

135. Baghersad M, et al. 2021. Comprehensive Indicator Bank for Resilience of Water Supply Systems. Advances in Civil Engineering 2021: 2360759.

התחבורה צפויות להיות מושפעות משינוי האקלים. מגזר התחבורה רגיש במיוחד לאירועי קיצון¹³⁶: העלייה בתדירות אירועי ההצפות וגלי החום צפויה להוביל לשחיקה מוגברת של האספלט; העלייה בעוצמות הגשמים עלולה להוביל להצפות תדירות יותר בתשתיות נמוכות ותת-קרקעיות; עלייה בעוצמות נחשולי הסופה עלולה לגרום לבליה מואצת של תשתיות חוף ולהגבלת העגינה בנמלים; מזג אוויר קיצוני צפוי להגביר את הסיכון לתאונות דרכים; מסילות הרכבת עלולות להתעוות בימים חמים במיוחד; טמפרטורות גבוהות במיוחד עלולות להגביל את יכולתם של מטוסים לשנע מטען, ותנאי מזג אוויר קיצוניים צפויים לשבש המראות ונחיתות. נוסף על כך, פעילותן של רכבות חשמליות עלולה להיפגע בעת תקלות באספקת החשמל; יש לפתח לשם כך מדד שיעריך את שיעור הרכבות והתחנות המגובות למקרה מעין זה. פגיעה דומה צפויה במקרה כזה גם לכלי הרכב החשמליים, ששיעורם מכלל כלי הרכב הולך ועולה.

יש לציין כי בהינתן פגיעה בתשתיות התחבורה הפרטית, החיוניות של מערכות תחבורה ציבורית נגישות ואפקטיביות משמעותית אף יותר מדרך כלל, וכך גם התשתית ההליכתית באזור המגורים. יש להשתמש במדדים שפותחו להערכת איכותן וחוסן של המערכות האלה^{137,138}. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם משרד התחבורה וחברות התשתית שלו – נתיבי ישראל, חוצה ישראל, רכבת ישראל, נתיבי תחבורה עירוניים, נתיבי איילון – כמו גם רשות שדות התעופה, רשות התעופה האזרחית ורשות הנמלים. ייתכן שנתונים הנוגעים לקיומה של תשתית הליכתית יהיו בידי מנהל התכנון או מפ”.

המחווים שהוצעו בתחום התנועה והתחבורה הם:

- א. נגישות לתחבורה ציבורית
- ב. שיעור כלי הרכב החשמליים מתוך כלל כלי הרכב
- ג. עמידות הכבישים ומסילות הברזל באזור בפני אירועי קיצון
- ד. מידת הגיבוי האנרגטי של רכבות חשמליות

נמלים, שדות תעופה, מתקני צבא וביטחון וכו' זקוקים לאספקת חשמל סדירה; מערכות תחבורה, ובהן כלי רכב ורכבות, נסמכות יותר ויותר על אספקת חשמל לצורך פעולתן. מכאן, שרגישותה של מערכת אספקת החשמל היא גורם מכריע שיש להביא בחשבון בבואנו להעריך את רגישותו של אזור מסוים לשינוי האקלים, בדגש על אירועי קיצון אקלימיים. רבים מהמחווים נוגעים למידת הביטחון באספקת החשמל באזורים מסוימים – כלומר למידת היעדר התלות שלהם ברשת הארצית ויכולתם להמשיך ולפעול באופן תקין גם במקרים של תקלות במערכת זו. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם משרד האנרגיה, רשות החשמל, חברת החשמל וחברת נגה; ייתכן שנתוני עבר יספקו תמונת מצב איכותית לגבי תמונת המצב הנוכחית ותחזיות לעתיד. ייתכן שנתונים הנוגעים להיקף אגירת האנרגיה במרחב נתון ימצאו בידי מנהל התכנון או ועדות התכנון המרחביות.

המחווים שהוצעו בתחום אספקת החשמל הם:

- א. היקף אגירת האנרגיה במרחב נתון
- ב. קרבה למקורות ייצור אנרגיה
- ג. שיעור מערכות ייצור שחשופות לירידה בכושר הייצור עקב עלייה בחום
- ד. זמן תגובה לאירוע הפסקת חשמל לפי אזור ורמת האירוע
- ה. יחס הולכה-ביקוש לפי אזור
- ו. קיומם של מתקני ייצור אנרגיה (לרבות הפקה) באזורי סיכון (שרפות, הצפות)
- ז. זמינות של צוותים טכניים מעבר לטמפרטורה מסוימת

● תנועה ותחבורה

האפשרות לנוע ממקום למקום בחופשיות ובביטחון חיונית בעיתות שגרה, ועל אחת כמה וכמה בעיתות חירום. תפקודן התקין של מערכות התחבורה היבשתיות (כלי רכב פרטיים, אוטובוסים ורכבות), כמו גם של מערכות התחבורה האוויריות והימיות הוא מרכיב מרכזי ברציפות התפקודית, וכמו שאר המערכות הנידונות בפרק זה, גם מערכות

136. ניר סתיו ונגה נאור. 2023. מדריך היערכות ענף התחבורה לשינויי האקלים. משרד התחבורה, השירות המטאורולוגי ותכנית ממשק.

137. משרד התחבורה והבטיחות בדרכים, הרשות הארצית לתחבורה ציבורית. 2023. בנק מדדים לתחבורה ציבורית: גרסה מספר 2.0. אפריל.

138. לימור שעשוע-בר, אביבה פיטרס, ארז קצב ואורלי רונן. 2016. פיתוח מדד הליכתיות המותאם לתנאי הארץ. אקולוגיה וסביבה 7 (3): 289–290.

בישראל מערכות שבכוחן לסמן ואף למנוע את השפעות האקלים הקיצוני על היבולים. המערכות יכולות להיות אקטיביות (כגון מאווררים ומתזים) או פסיביות (כגון רשתות), ומשמשות בגידולים צמחיים ובמשק החי לקירור וצינון, נוסף על מערכות שמאפשרות שימוש יעיל במים. זמינותן של המערכות האלה היא כשלעצמה גורם חוסן, בעוד שהיעדרן מהווה גורם רגישות. מפות גידולים שערך משרד החקלאות, בהצלבה עם גורמי החשיפה, ספי הרגישות לאירועי קיצון של הגידולים השונים ומועדם, יאפשרו לאפיין באופן מדויק את פגיעות המגזר החקלאי לשינוי האקלים¹⁴¹. נוסף על כל אלה, מערכות המזון תלויות בתפקודן התקין של מערכות אחרות, בדגש על אספקה סדירה של מים להשקיה ועל אספקת חשמל סדירה להפעלת מערכות קירור במידת הצורך. על כן, יש להעריך את מידת זמינותם של מים להשקיה לפי מחוונים דומים לאלה שפותחו עבור תחום אספקת המים, תוך שימת לב לחלופות במקרה של פגיעה באספקה (למשל, ניצול מקורות מים שוליים, כדוגמת קולחים). כמו כן, חקלאות היא ענף כלכלי בסיכון גבוה, שהתממשותו מובילה לפגיעה בפריון הענף ולהאטה בייצור החקלאי. קנט (קרן לביטוח נזקי טבע בחקלאות) מספקת לחקלאים תוכניות ביטוח עבור נזקים בגין אירועי קיצון אקלימיים; עם זאת, התוכניות האלה אינן מספקות כיסוי מלא¹⁴². לצד אובדן היבול, חקלאים שאין בידיהם תוכניות ביטוח משודרגות, צפויים להיפגע כלכלית בשל אירועי קיצון.

גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם משרד החקלאות וקנט. לקנט יש מידע מקיף על אירועי עבר שהתוצרת החקלאית נפגעה בהם בגלל אירועי קיצון אקלימיים, כמו גם מידע על מידת הכיסוי הביטוחי של החקלאים. רשות המים עשויה לספק את הנתונים הנוגעים לזמינות מים להשקיה ולקיומן של חלופות. עוד יש לציין כי מכון יסודות ערך מחקר על תלותה של ישראל במזון מיובא, לרבות התייחסות למידת הפגיעות האקלימית של מדינות המוצא¹⁴³. עם זאת, יש לציין שתשתית המידע במשרד החקלאות, נכון לכתיבת שורות

- ה. מרחק ממוקדי חירום קריטיים (כגון בריאות, כיבוש אש)
- ו. מספר נקודות גישה למרחב (בהינתן סיכון מוגבר להצפות או לשרפות)
- ז. תשתית תחבורתית קריטית (נמלי תעופה, נמלי ים, מסופי תחב"צ) בעלת רגישות גבוהה להצפות
- ח. איכות התשתית ההליכתית

• מערכות מזון

תחום מערכות המזון כולל מערכות מקומיות לייצור מזון (חקלאות) ומערכות לשינוע המזון ולשיווקו. נוסף על כך, הוא כולל מערכות ליבוא מזון ממדינות אחרות, שתלויות בתפקודן התקין של מערכות היבוא ושל המערכות לייצור המזון במדינות המוצא. מערכות מזון איתנות חיוניות לשמירה על רציפות תפקודית. לצד זאת, מערכות חקלאיות הן גם רגישות ביותר לשינוי האקלים: לשינויים בטמפרטורה ובמשטר הגשמים ישנה השפעה משמעותית על יבול הגידולים ועל רציפות אספקתם, בעוד שאירועי קיצון אקלימיים שכוחם פחות, אך בכוחם להביא לפגיעה גדולה יותר עד לאובדן מוחלט של יבול עונה שלמה¹³⁹. כל הגידולים החקלאיים תלויים בהיווצרות תנאי אקלים נאותים, אך לכל גידול חקלאי ישנו סף רגישות שונה¹⁴⁰. זאת ועוד, לא רק אופי האירוע האקלימי אלא גם תזמונו קובע את מידת השפעתו. לדוגמה, לעונת השנה שגל החום מתרחש בה ישנה השפעה קריטית: גידולים מסוימים ייפגעו מהאירועות של גל חום באביב, ואילו עבור גידולים אחרים גל חום בקיץ עשוי להיות הגורם שיפגע ביבול. נוסף על כך, לגל חום המתרחש במועד קריטי, כגון בשלבי הפריחה והתפתחות הפרי המוקדמת, עשויה להיות השפעה הרסנית על היבול.

ככלל, ההשלכות הקיצוניות ביותר על מערכות חקלאיות נובעות משינוי קיצוני בפריסת הגשמים – בצורות מצד אחד ושיטפונות קיצוניים מצד שני. המערכות החקלאיות בישראל איתנות יחסית בפני פגיעות מהסוגים האלה בזכות ההסתמכות על מערכות מים יציבות, הכוללות מים שפירים ומקורות מים שוליים, כגון קולחים. נוסף על כך, ישנן

139. לירון אמדור, 2020. בטחון מזון לאומי בישראל. יסודות – למדיניות ציבורית ולצינונת מעשית. יולי.

140. גדעון טופורוב, מרק פרל, צפירי גרינהוט וענת לינגרט, 2019. היערכות חקלאות ישראל לשינוי האקלים. אקולוגיה וסביבה 10 (4): 39–45.

141. שם.

142. ישראל פינקלשטיין, 2020. מקטינים סיכונים: למה כדאי להחליף את התמיכות העקיפות בחקלאות בביטוח פדיון? יסודות.

143. לירון אמדור, 2023. משבר האקלים והצלחת שלנו: איך ישפיע שינוי האקלים הגלובלי על אספקת המזון בישראל? יסודות.

אלה, אינה מספקת לגיבוש ערכים מהימנים עבור כל אחד מהמחוזים שלהלן, ולפיכך מוצע לטייב את מנגנוני איסוף המידע במשרד.

המחוזים שהוצעו בתחום מערכות המזון הם:

- א. היקף הגידולים החקלאיים המוגנים על ידי אמצעים למיתון השפעות קיצון אקלימיות (כגון מערכות קירור או חימום אקטיביות או פסיביות)
- ב. היקף הגידולים בממשקי גידול שבכוחם למתן השפעות אקלימיות
- ג. מגוון הגידולים בתא שטח, ברמה אזורית וברמה ארצית
- ד. רגישות הגידול החקלאי להפחתת אספקת המים
- ה. רגישות הגידול החקלאי לאירועי קיצון במועד קריטי בהתאם לעונת השנה
- ו. מידת התלות בשינוע, באחסון או בעיבוד של התוצרת בקירור
- ז. מידת התלות של אספקת המוצר החקלאי ביבוא ממדינות עם פגיעות אקלימית גבוהה
- ח. היקף השטח החקלאי שיש לו ביטוח מיטבי

לכבאות והצלה ערכה מיפוי של כ-500 יישובים לפי דרגת המסוכנות שלהם לשרפות לפי קריטריונים אחידים שגובשו לשם כך¹⁴⁵; ישנן דוגמאות מהעולם למדדים שפותחו להערכת איכותם וזמינותם של שירותי כיבוי אש¹⁴⁶. לצד זאת, מספר רב של נפשות ביחידת דיור יוצר קושי מוגבר בהגשת סיוע ופינוי במקרה של אירועי קיצון, ועל כן גם נתון זה הוא גורם רגישות¹⁴⁷. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם הרשות לכבאות והצלה, מנהל התכנון ומפ"י, שיש להם מידע על שטחים מיוערים (תמ"א 22 - תוכנית ארצית ליער ולייעור). הלמ"ס מציגה נתונים הנוגעים למספר נפשות לחדר במסגרת מדדי איכות חיים, קיימות וחוסן לאומי.

המחוזים שהוצעו בתחום שירותי הכבאות וההצלה הם:

- א. גיל המבנה
- ב. צפיפות המבנים באזור
- ג. זמינותם של מים למאמצי כיבוי אש (יש להביא בחשבון אירועי קיצון שיש בהם מחסור במים שפירים)
- ד. איכותם וזמינותם של שירותי כיבוי אש
- ה. דרגת המסוכנות לשרפות
- ו. ריבוי אירועים בזמן ובמרחב
- ז. מספר הנפשות ליחידת דיור

● טיפול בשפכים

תחום הטיפול בשפכים כולל את סילוק השפכים ממקום היווצרותם בצורה רציפה ואיכותית ואת הטיפול בהם במתקני הטיפול בשפכים (מט"שים) כדי להביאם לרמת איכות מספקת. תפקודן התקין של מערכות הטיפול בשפכים חיוני לשמירה על בריאות הציבור, על בריאות הסביבה ועל איכות מקורות המים, וכך על רמת חיים נאותה¹⁴⁸. כמו רבות מהמערכות הנידונות בפרק זה, גם מערכת הטיפול בשפכים תלויה לחלוטין באספקת

● שירותי כבאות והצלה

קיומם וזמינותם של שירותי כבאות והצלה אפקטיביים הם אלמנט חיוני לרציפות תפקודית, לא כל שכן לנוכח הצפי להתגברות תדירות אירועי השרפות במסגרת מגמות האקלים הצפויות¹⁴⁴. תקני הבנייה שעניינם הגנה מפני שרפות והסדרי כיבוי אש הלכו והתעדכנו לאורך השנים, כך שישנו מתאם ישיר (גם אם אין חפיפה מלאה) בין גיל המבנה לבין מידת מוגנותו מפני שרפות. נוסף על מידת המוגנות של מבנים, גורמים נוספים רלוונטיים להערכת פגיעותו של אזור לשרפות הם צפיפות השטח המבונה, זמינותם ואיכותם של שירותי הכבאות באזור, קרבה לשטחים מיוערים וזמינותם של מים לכיבוי אש - גם ובעיקר בעת אירועי קיצון. הרשות

144. המשרד להגנת הסביבה. 2019. היערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים. דוח מספר 1. מוגש לממשלת ישראל על ידי המנהלת להיערכות לשינוי אקלים במסגרת החלטת ממשלה 4079 להיערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים.

145. מזכירות הממשלה. החלטה מספר 1091 של הממשלה מיום 06.02.2022. תכנית לאומית להתמודדות עם שריפות יער, חורש ושטחים פתוחים.

146. Crowe RP, Gardner B, and Fernandez AR. 2023. 2023 ESO Fire Index.

147. Flanagan BE, et al. 2011. A Social Vulnerability Index for Disaster Management. Journal of Homeland Security and Emergency Management 8 (1): 1-22.

148. הרשות הממשלתית למים ולביוב, משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה, משרד הבינוי והשיכון. 2016. תחנות שאיבה לשפכים - מערכות הולכת שפכים ציבוריות.

תלות מכרעת במערכות תקשורת להתנהלותן היום-יומית. שינוי האקלים עלול לפגוע בפעולתן של מערכות התקשורת ולהגדיל את מספר התקלות וההפרעות לאורך רשתות התקשורת. גם אם קשה לאמוד את ההשפעות הללו או לחזותן, ברור כי לאירועי גשם קיצוניים, הצפות ואירועי טמפרטורות גבוהות במיוחד ישנה השפעה משמעותית על תפקוד המערכות ורציפותן¹⁵⁰. בעת אירועי קיצון אקלימיים מגוון רחב של תשתיות ומערכות תקשורת עשוי להיפגע, ובכך לעכב מתן סיוע חיוני ולהעמיד בסכנה את החיים, הבריאות והמשאבים החומריים של מי שזקוק לסיוע. העיכוב יהיה משמעותי עוד יותר במקרים שהאירוע יתרחש באזור מבודד מבחינה גאוגרפית או תחבורתית. נוסף על כך, תפקוד לא תקין של מערכות התקשורת עשוי לעכב משמעותית את שיקומן של מערכות חיוניות בעימות חירום, ובהן מערכות החשמל, המים, הבריאות ועוד.

את הסיכונים למערכת התקשורת ניתן לחלק לשלוש קטגוריות עיקריות: סיכונים למערכת התקשורת הנייחת (תשתיות טלפון ואינטרנט מבוסס כבלי נחושת או סיבים אופטיים); סיכונים למערכת התקשורת הניידת (תקשורת סלולר ותקשורת לוויין); סיכונים למרכזי תקשורת דיגיטלית (כגון חוות שרתים)¹⁵¹. על פי דו"חות פגיעות של מערכת התקשורת הבריטית, אירועי קיצון, כדוגמת רוחות חזקות וסופות ברקים, ישפיעו במיוחד על תשתיות הסלולר בשל פגיעה באנטנות, אם כי הן עשויות להינזק גם מאירועי גשם קיצוניים ומטמפרטורות חמות במיוחד^{152,153}. הצפות הן סיכון משמעותי לכל סוגי תשתיות התקשורת, וביתר שאת כאשר ישנה בעייתיות של גישה בשעת חירום, למשל בתת-הקרקע. בהקשר התחזוקתי, חשוב לציין גם את ההשפעה של מזג אוויר קיצוני על היכולת של צוותי התחזוקה לטפל בבעיות במערכת בשעת חירום¹⁵⁴. נתון חשוב נוסף בהקשר

חשמל תקינה ורצופה. בה בעת, מערכת ייצור המזון בישראל תלויה תלות מכרעת בתפקודם התקין של המט"שים, המספקים לה קולחים להשקיה. לצד פגיעה עקיפה שמקורה בכשלים באספקת החשמל, אירועי קיצון אקלימיים – בדגש על הצפות ושיטפונות – עשויים לפגוע באופן ישיר בפעולתם של המט"שים. מסיבה זו מט"שים הממוקמים באזורים שמועדים להצפות ולשיטפונות פגיעים יותר לשינוי האקלים. ככלל, ככל שהמט"ש גדול יותר, כך הוא חסין יותר בפני מזג האוויר. עם זאת, ככל שהמט"ש גדול יותר, כך המחיר הצפוי של כשל בפעולתו (או במילים אחרות, נפחי השפכים שלא יטופלו או שיוזרמו לשטחים הפתוחים) משמעותי יותר. לראיה, בעקבות התגברות אירועי גשם קיצוניים וכשלים במערכות הביוב והניקוז העירוניות מוצפים מדי שנה מט"שים ברחבי ישראל, וכמויות גדולות של שפכים מוזרמות אל החופים העירוניים והים תוך חשיפת המתרחצים בים לזיהום ופגיעה במערכות האקולוגיות באזור¹⁴⁹. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם רשות המים, תאגיד המים והביוב ואיגודי ערים לאיכות סביבה.

המחוננים שהוצעו בתחום הטיפול בשפכים הם:

- א. ביטחון אספקת האנרגיה לתחנות השאיבה לשפכים
- ב. גודל המתקן לטיהור שפכים
- ג. ביטחון אספקת האנרגיה למתקן לטיהור שפכים
- ד. גישותו של המתקן לטיהור שפכים לאירועי הצפות

● מערכות תקשורת

אזרחים, בתי עסק, מערכות תשתית ומוסדות שלטון תלויים

149. צ'ול. 2022. סיכום עונת חורף 2021–2022: עוד חורף מזוהם בנחלים, בחופים ובים.

150. UK Climate Risk. 2021. Telecoms and ICT Briefing; Findings from the third UK Climate Change Risk Assessment (CCRA3) Evidence Report 2021.

151. TechUK. The UK's Core Digital Infrastructure: Data Centres Climate Change Adaptation and Resilience. Voluntary submission to DEFRA on behalf of the ICT (information, communications and technology) sector under the Adaptation Reporting Power (second round of reporting) as defined by the 2008 Climate Change Act. December 2016.

152. Adams P and Steeves J. 2014. Climate Risks Study for Telecommunications and Data Center Services: Report Prepared for The General Services Administration Riverside Global Science Solutions.

153. UK Climate Risk. 2021. Telecoms and ICT Briefing; Findings from the third UK Climate Change Risk Assessment (CCRA3) Evidence Report 2021.

154. Adams P and Steeves J. 2014. Climate Risks Study for Telecommunications and Data Center Services: Report Prepared for The General Services Administration Riverside Global Science Solutions.

והצבעים במבנים, הטופוגרפיה של האזור, דירוג יעילות האנרגיה וסוגי המערכות המופעלות במבנים, יכריעו במידה רבה את האופן שהמבנים יושפעו מאירועי קיצון אקלימיים. הדבר נכון גם לגבי היבטים הנוגעים למרחב הציבורי בסביבה הבנויה, כגון קיומה של חופת צל ושיעור השטחים הירוקים והטבעיים, המגוון הביולוגי וסוגי המינים שבשטחים הטבעיים, כמות האספלט וחומרים שפולטים חלקיקים וחום, כמו גם לגבי מידת רגישותן של תשתיות חיוניות בסביבה. נושא גיל המבנה עלה בדיוני הוועדה כמשמעותו במיוחד, לאור העובדה כי תקני הבנייה הלכו והתעדכנו עם השנים, וכל עדכון הוסיף למידת עמידותם של המבנים ודייריהם מפני גלי חום, שרפות, תקלות באספקת המים ועוד, וזאת בעקבות שיפורים בטכנולוגיות ובאמצעי הבידוד, במערכות כיבוי האש ובמערכות המים הפנימיות לבניין. עם זאת, הוער כי בפועל במשך שנים רבות מגזר הבנייה לא פעל על פי תקן ת"י 1045 לבידוד תרמי של בניינים, וזאת על אף החובה החוקית לכך. תקן ת"י 5281 לבנייה ירוקה, שנכנס לתוקף בחלק מן הרשויות במרץ 2022 ובכלל הרשויות בשנת 2023, מהווה אף הוא מחוץ למידת עמידותם של מבנים. עוד יש לציין כי מבנים גבוהים במיוחד נוטים להיבנות על פי תקנים מחמירים יותר, ומכאן שהרגישות שלהם לאירועי קיצון אקלימיים פחותה. עם זאת, המבנים האלה נוטים להיות עתירי מערכות וחומרים, שבתכנון לא מותאם עלולים להגביר את הרגישות לשינוי האקלים בסביבתם.

מאידך גיסא, ידוע כי קיומם וניהולם של שטחים טבעיים ופתוחים במרחב העירוני ממתנים את השפעותיו השליליות של שינוי האקלים, בעוד שקיומם של עצי צל וצמחייה מקומית במרחב מספק הגנה נחוצה מפני מידת הפגיעה של ימים חמים במיוחד ושל ימים גשומים במיוחד¹⁵⁶. הצללה עירונית היא מרכיב חשוב בסביבה הבנויה, והיא מפחיתה את רגישות האוכלוסייה בעיר לשינוי האקלים, ובעיקר

הישראלי הוא שתשתיות התקשורת עוברות שינויים ועדכונים תכופים, כך שגם בתוך מערכת מסוימת נמצא רמות רגישות שונות. למשל, כבלי נחושת נחשבים עמידים יותר לרטיבות מסיבים אופטיים¹⁵⁵.

מהספרות הקיימת ומדוגמאות בשטח עולה כי כמו במערכות רבות הנידונות בפרק זה, הסיכון הגדול ביותר לתפקודן של מערכות התקשורת קשור לתלותן באספקת חשמל סדירה לשם פעולתן התקינה. למשל, במהלך חג המולד בשנת 2015 ניזוקה תחנת משנה בלנקסטר שבצפון אנגליה בשל הצפה. הפסקת החשמל בעיר ארכה כ-30 שעות, ובמהלך נותקו מערכות התקשורת הסלולרית, האינטרנט והרדיו¹⁵⁶. באותן הצפות נפגעו גם מערכות הטלפון הקווי, וכך נפגעה הנגישות לשיחות חירום אל שירותי המשטרה, ההצלה ורפואת החירום. בעקבות האירועים האלה החלו חברות תקשורת רבות בבריטניה לפתח אמצעי הגנה מפני הצפות¹⁵⁷. בדו"ח שפרסמה מדינת ניו יורק נמצא שרוב התקלות במערכות התקשורת, שנגרמו בשל גלי חום כבד, נובעות מתקלות באספקת החשמל שמקורן בפער בין הביקוש להולכה¹⁵⁸.

המחווונים שהוצעו בתחום התקשורת הם:

- א. מוכנות מערכת הגיבוי לשעת חירום
- ב. רמת התחזוקה של תשתית התקשורת הפיזית
- ג. נוחות הגישה לתשתית התקשורת בשעת חירום
- ד. רגישותו הפיזית של מרכז התקשורת להצפות

● הסביבה הבנויה

למאפיינים של הסביבה הבנויה באזור מסוים ישנה השפעה מכרעת על רגישותה לשינוי האקלים¹⁵⁹. מאפיינים שונים, כמו גיל המבנים, גאומטריה (גובה, צורה), צפיפות, החומרים

155. Ibid.

156. UK Climate Risk. 2021. Telecoms and ICT Briefing; Findings from the third UK Climate Change Risk Assessment (CCRA3) Evidence Report 2021.

157. TechUK. The UK's Core Digital Infrastructure: Data Centres Climate Change Adaptation and Resilience. Voluntary submission to DEFRA on behalf of the ICT (information, communications and technology) sector under the Adaptation Reporting Power (second round of reporting) as defined by the 2008 Climate Change Act. December 2016.

158. Jacob K, et al. 2011. Chapter 10: Telecommunications. In Responding to Climate Change in New York State: The ClimAID Integrated Assessment for Effective Climate Change Adaptation in New York State: Final Report. pp. 363–396.

159. World Green Building Council. 2022. Climate Change Resilience in the Built Environment: Principles for adapting to a changing climate.

160. רוני בר ואורי שרון. 2019. ערים בעידן של שינוי אקלים – זירת של פגיעות והיערכות. אקולוגיה וסביבה 40 (4): 84–89.

המחוזונים שהוצעו בתחום הסביבה הבנויה הם:

- א. גיל המבנה
- ב. קיומו של תקן בנייה ירוקה 5281
- ג. שיעור המבנים הגבוהים
- ד. דירוג המבנה על פי שכונה 360°
- ה. היקף התשתית התת-קרקעית
- ו. היקף התשתית על פני הקרקע באזורים נמוכים, בדגש על תשתית חשמל מרכזית, תשתיות חומ"ס (חומרים מסוכנים) וכו'.
- ז. חופת צל
- ח. שיעור השטחים הירוקים
- ט. שיעור משקי הבית שאינם מחוברים לרשת החשמל
- י. שיעור יחידות הדיור שמותקן בהן מיזוג אוויר, וישנה היכולת להפעילו

● רגישות לסיכוני הצפות

הצפות טומנות בחובן סכנה מיידית ומוחשית לחיי אדם, כמו גם לנזק משמעותי לרכוש ולתשתיות. נוסף על כך, מי הנגר העירוני מכילים דלקים ושמיים, אשפה והפרשות בעלי חיים. בחורף 2019–2020 קיפחו את חייהם בישראל שבעה בני אדם באירועי הצפות, ובין השנים 2015–2020 התקבלו מדי שנה בין 400 ל-600 קריאות לכבאות והצלה לישראל בבקשות לעזרה ולחילוץ בעקבות מקרי שיטפונות והצפות¹⁶⁷. בעיתות הצפה, מי הנגר עשויים לכלול חיידקים גורמי מחלות במקרה של פריצת ביוב, המתרחשת לעיתים קרובות כאשר מערכת הניקוז העירונית מגיעה למיצוי בשל ריבוי חיבורים פיראטיים בין המערכות. הצפות בערים

להתחממות ולעליית תדירותם של גלי חום. ניתן ליצור חופת צל אפקטיבית באמצעות תכנון והעמדה נכונה של מבנים, קירוי והצללה באמצעים עונתיים (יריעות) וכדומה. נטיעת עצים וצמחייה בקנה מידה משמעותי חשובה אף היא, שכן לעצים ישנה השפעה ממתנת על השפעות שינוי האקלים: מתן צל וקירור המרחב העירוני, ספיחת מזהמים ופחמן דו-חמצני, תרומה למגוון הביולוגי, ספיחת נגר עילי וצמצום הסיכון לשיטפונות¹⁶¹. עם זאת, ממחקרים שנערכו בארץ ובעולם עולה כי במקרים רבים קיים קשר בין אזורים עירוניים שמתגוררות בהם אוכלוסיות ממעמד חברתי-כלכלי נמוך לבין שיעור כיסוי עצים נמוך¹⁶². מחקרים אחרים מצביעים על חשיפה מוגברת למצבי קיצון אקלימיים בתוך הבית בקרב אוכלוסיות רגישות בשל חוסר יכולת כלכלית להתקין מיזוג אוויר או לשאת בעלות הפעלתו¹⁶³. זאת ועוד, מחקרים על הכפרים הבלתי מוכרים בנגב מצאו כי על אף שיפור במצב בעקבות רכישה של פאנלים סולאריים במסגרת יוזמות פרטיות, התושבים עדיין עומדים בפני מגבלות משמעותיות, והחשמל המופק איננו מספיק אף לצרכים בסיסיים, כגון קירור הבית והפעלת המקרר^{164,165}.

דירוג המבנה על פי כלי המדידה של שכונה 360° צפוי לספק מידע לגבי צריכת האנרגיה של המבנה ומידת הבידוד שלו¹⁶⁶. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם מנהל התכנון ומפ"י. נתונים הנוגעים למאפייני הבנייה עשויים להימצא בידי מרשם הדירות והמבנים של הלמ"ס, כמו גם בידי הרשויות המקומיות. מידע לגבי מבנים שנבנו על פי תקן הבנייה הירוקה ומידע לגבי דירוגם האנרגטי של מבנים נמצא בידי המשרד להגנת הסביבה.

161. מיכל צרפתי ורינת שפרן. 2018. קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי: מדריך יישומי לרשויות המקומיות. משרד הפנים ותכנית ממשק.

162. זהר ברמן, עידו אליה, עידו לן ושות'. 2022. קידום עצי רחוב בערי ישראל: הצלחה וקירור של המרחב העירוני באמצעות עצי רחוב כהיערכות לשינויי האקלים: סיכום והמלצות בעקבות שולחן עגול ממשלתי בנושא ייעור עירוני. המועצה הלאומית לכלכלה.

163. Ahn Y and Uejio CK. 2022. Modeling air conditioning ownership and availability. *Urban Climate* 46: 101322.

164. Shapira S, Shibli H and Teschner N. 2021. Energy insecurity and community resilience: the experiences of Bedouins in Southern Israel. *Environmental Science and Policy* 124: 135–143.

165. Kattan E, Halasah S and Abu Hamed T. 2018. Practical challenges of photovoltaic systems in the rural Bedouin villages in the Negev. *Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications* 8: 3

166. המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, משרד הבינוי והשיכון. 2021. שכונה 360° מדדים לתכנון ופיתוח סביבות מגורים: בנייה חדשה 1.2.

167. מבקר המדינה, החטיבה לביקורת השלטון המקומי. 2021. היערכות הרשויות המקומיות לשיטפונות ולהצפות ותפקודן במהלך חורף 2020.

גם באמצעות ביצוע ראיונות וסקירת העיתונות המקומית והארצית¹⁷⁰. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם משרד החקלאות, מנהל התכנון והרשויות המקומיות. מידע הנוגע לשכיחות של קריאות לצוותי חילוץ יהיה בידי הרשויות המקומיות וכן בידי הרשות לכבאות והצלה. סוגיות הנוגעות לקיומה של תוכנית אב לניהול נגר או לטיב פעולות התחזוקה על מערכות התיעול ייכללו בממד יכולת ההסתגלות, ולא בממד הרגישות הנידון בעבודה זו.

המחווים שהוצעו בתחום הרגישות לסיכוני הצפות הם:

- א. שיעור השטחים המבונים הנמוכים ביחס לסביבתם
- ב. שיעור השטחים המבונים הנמוכים אבסולוטית בתווך העירוני
- ג. שיעור השטחים המבונים המצויים בפשט הצפה
- ד. שיעור השטחים המבונים המצויים באזור המועד להצפות בשל עליית מפלס הים
- ה. הימצאות באזור עם פוטנציאל ניתוק מסביבתו
 - ו. יעילות תשתיות הניקוז
 - ז. שיעור השטח המבונה
 - ח. שכיחות תביעות נזיקיות בגין הצפה
 - ט. שכיחות קריאות חילוץ מפני הצפות או שיטפונות למוקד העירוני
 - י. מרחק מצוותי חילוץ ייעודיים

נובעות ממספר גורמים, ובהם מיקומו הטופוגרפי של תא שטח ביחס לסביבתו, צפיפות השטח המבונה והאפקטיביות של מערכת התיעול. לצד אלה, מידת הפגיעה של אירועי הצפות תושפע גם ממספר כבישי הגישה אל האזור המוצף וממנו ומהגישות אליו מבחינת צוותי סיוע. ניתן לקבל אינדיקציה לרגישותו של אזור מסוים לאירועי הצפות גם על פי שכיחות קריאות החילוץ למוקד העירוני, ושכיחות תביעות הנזיקין שהוגשו בגין נזקי הצפות. חשוב לציין בהקשר זה שאוכלוסיות מוחלשות רגישות יותר לפגעי הצפות בשל נסיבות הקשורות לאיכות הבנייה של המבנים שהן מתגוררות בהם, למספר הנפשות הגבוה יחסית במשק הבית, וליכולתן המוגבלת להיערך לאירועי ההצפה ולשקם את הנזקים¹⁶⁸. עם זאת, גורמי הרגישות האלה יוערכו באמצעות המחווים בממד הרגישות החברית-כלכלית, וכך יקבלו ביטוי בערך הפגיעות הסופי.

משרד החקלאות פיתח מתודולוגיה ארצית המתבססת על אבני היסוד של הדירקטיבה האירופית בנושא זה. המתודולוגיה מנחה את רשויות הניקוז ביצירת תוכנית לניהול סיכוני שיטפונות, ומאפשרת הערכה של מיקום פשט ההצפה העתידי של הנחלים, הערכת גובה הנזק הכלכלי הצפוי בפשט ההצפה, התראה לגבי שימושים רגישים בפשט ההצפה ועוד. ליישום מתודולוגיה זו צפוי ערך משמעותי בהערכת רגישותם של תאי שטח שונים לאירועי הצפות¹⁶⁹. נוסף על כך, יש לציין כי בהתאם לגישת ה- Participatory flood vulnerability assessment, ניתן להתחקות אחר היסטוריית הצפות באזור מסוים

168. Sayers P, et al. 2018. Flood vulnerability, risk, and social disadvantage: current and future patterns in the UK. *Regional environmental change* 18 (2): 339–352.

169. משרד החקלאות ופיתוח הכפר, האגף לשימור קרקע וניקוז. המדריך לגיבוש תוכנית אגניות לניהול סיכוני שיטפונות. 2021.

170. Wehn U, et al. 2015. Participation in flood risk management and the potential of citizen observatories: A governance analysis. *Environmental Science & Policy* 48: 225–236.





פרק ג': רגישות בריאותית

רקע

בריאות הציבור ובריאות הסביבה, ובהם נציגים ונציגות ממוסדות המחקר של האקדמיה, מהחברה האזרחית, וכן ממשרד הבריאות, ממשרד העבודה ומהלמ"ס. הדיון נערך במשך שלוש שעות ונוהל על ידי ד"ר רונית רצון ממשרד הבריאות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי הרגישות הרלוונטיים לממד הבריאות. בסיכומו של הדיון נבחרו 25 מחוונים, שניתן לחלקם לשישה תחומים: התפלגות גילים, מצב רפואי, פריון ולידה, נגישות לשירותי בריאות, חשיפה למקורות זיהום ותחום עיסוק. מחוונים נוספים שנידונו, כגון אלה הנוגעים למאפיינים דמוגרפיים וחברתיים ולמוכנות הפיזית של תשתיות והסביבה הבנויה יידונו בדו"ח זה בפרקים העוסקים במישור הרגישות החברתית-כלכלית ובמישור הרציפות התפקודית.

מישור הרגישות הבריאותית מתייחס למידת רגישותם של אוכלוסיות, קהילות או פרטים להשפעות בריאותיות שליליות בעקבות שינוי האקלים. בבסיס הצורך בהערכת הרגישות במישור הבריאותי ניצבת התובנה שישנו קשר ישיר בין היעדר שלומות פיזית ונפשית לבין הנטייה להיפגע באופן משמעותי יותר משינוי האקלים¹⁷¹. שינוי האקלים ישפיע לרעה על בריאות הציבור כהשפעה ישירה של אירועי קיצון אקלימיים וכהשפעה נלווית שמקורה בשינויים בפיזור הגאוגרפי של מזיקים, בתקלות באספקת אנרגיה ומים או בחשיפה מוגברת לזיהום אוויר^{172,173}.

בדיון שעסק באפיון המחוונים עבור מישור הרגישות הבריאותית השתתפו 16 מומחים ומומחיות לתחום

המספרות

במידה שווה על כלל האוכלוסייה, וקבוצות מסוימות צפויות להיפגע מהשינוי באופן משמעותי יותר מאחרות¹⁷⁷.
ה-UNFCCC מצוין כי ניתן לחלק את השפעותיו הבריאותיות של שינוי האקלים לשלוש קטגוריות רחבות: השפעות הקשורות במישרין לאקלים או למזג האוויר; השפעות שמקורן בשינויים סביבתיים שיתרחשו בעקבות שינוי האקלים; השפעות שמקורן בתהליכים חברתיים-כלכליים

שינוי האקלים אופיין כאתגר הבריאותי העולמי הגדול ביותר במאה ה-21¹⁷⁴. ארגון הבריאות העולמי מעריך כי בין השנים 2030 ל-2050 שינוי האקלים צפוי להוביל לכ-250,000 מקרי תמותה עודפים מדי שנה¹⁷⁵. במחקר שהתפרסם ב-Nature Medicine מצא צוות החוקרים כי בקיץ 2022 – העונה החמה ביותר שתועדה עד אז ביבשת – מעל 60,000 איש איש באירופה לבדה מתו בעקבות הטמפרטורות הגבוהות¹⁷⁶. עם זאת, שינוי האקלים לא צפוי להשפיע

171. Tong S and Ebi K. 2019. Preventing and mitigating health risks of climate change. *Environmental Research* 174: 9–13.

172. טולי ברמן וקרני קריגל. 2020. שינוי אקלים ובריאות הציבור: סקירת ספרות, מיפוי מדדי בריאות והמלצות לפעולה לקראת תוכנית עבודה של משרד הבריאות. המשרד להגנת הסביבה והאגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.

173. Balbus J, et al. 2016. Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, pp. 25–42.

174. Costello A, et al. 2009. Managing the health effects of climate change: *Lancet and University College London Institute for Global Health Commission*. *Lancet* 373: 1693–1733.

175. WHO. 2014. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organisation.

176. Ballester J, et al. 2023. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature Medicine* 29: 1857–1866.

177. הקרן לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות. 2020. בריאות וסביבה בישראל 2020.



דד (Environmental Protection Agency) פיתחה מדד המיועד לבחון פגיעות בריאותיות של קהילות לשרפות יער ולחשיפה לעשן. בעזרת מדד זה ניתן להצביע על המחוזות הרגישים והחשופים ביותר להשפעות הבריאותיות הנלוות לחשיפה לעשן, ולמקד בהם את פעולות המנע¹⁸².

גם בישראל השפעותיו של שינוי האקלים במישור הבריאותי צפויות להיות משמעותיות. ההשפעה הישירה והנוכחת ביותר בישראל בהקשר זה נובעת מהתרחשותם של גלי חום או עומסי חום קיצוניים, שעלולים לגרום למכת חום – תופעה שלה השפעות פוטנציאליות חמורות על תפקוד הלב ומערכת העצבים. קשישים וחולים במחלות כרוניות הם אוכלוסיות פגיעות במיוחד להשפעה זו¹⁸³. השפעה נוספת שמקורה בעליית הטמפרטורות היא התייבשות, וחשופים אליה בעיקר מי שמועסק בעבודות המצריכות שהייה ממושכת בחוץ, כמו גם קשישים ובעלי לחץ דם גבוה¹⁸⁴. השפעות נוספות של חשיפה לטמפרטורות קיצוניות הן פגיעה בכליות, סיכון מוגבר לשבץ, עלייה בשיעור הלידות המוקדמות וסיכון מוגבר למומים מולדים וללידת תינוקות במשקל לידה נמוך, כמו גם החמרה של מחלות כרוניות, ובהן מחלות לב וכלי דם ומחלות של דרכי הנשימה¹⁸⁵. מחקר ראשוני מצא עלייה חדה ומובהקת במקרי תמותה בישראל בשבועות שהיו בהם גלי חום, וכל גל חום הוביל בממוצע לפטירתם של כ-45 איש¹⁸⁶. השפעות בריאותיות ישירות נוספות עשויות להיגרם בשל ריבוי מקרי ההצפות והשיטפונות – בחורף 2019–2020 לבדו קיפחו את חייהם שבעה בני אדם באירועי הצפות בישראל¹⁸⁷ – כמו גם בשל העלייה בתדירותם של אירועי שרפות וסופות אבק.

שיתרחשו בעקבות שינוי האקלים¹⁷⁸. אומנם, גם מאפיינים חברתיים-כלכליים, כגון רמת הכנסה נמוכה, היעדר רשת ביטחון כלכלית או השתייכות לקבוצת מיעוט, מגבירים את מידת האיום של שינוי האקלים במישור הבריאותי¹⁷⁹, אך מחוונים הנוגעים למאפיינים האלה ייבחנו במסגרת מישור הרגישות החברתית-כלכלית, ויבואו לידי ביטוי בערך הפגיעות הסופי.

בין פגיעות לשינוי האקלים לבין פגיעות בריאותיות מתקיימת דינמיקה של היזון חוזר: תחלואה מגבירה את הפגיעות אל מול גלי חום, הצפות, התפשטותן של מחלות חדשות וכן הלאה, והם בתורם מגבירים את שיעור התחלואה ואף יוצרים מופעי תחלואה חדשים¹⁸⁰. נוסף על כך, תפקודה התקין של מערכת הבריאות – מרפאות, בתי חולים, רפואת חירום ועוד – תלוי במידה מכרעת בתפקודן התקין של מערכות נוספות. הכוונה לתשתיות, כגון אספקת חשמל סדירה, אספקת מים שפירים וכיו"ב, ליכולתן של הרשויות לספק שירותי בריאות איכותיים בעיתות משבר, ולמערכות הפיננסיות. מחוונים הנוגעים למאפיינים האלה ייבחנו במסגרת מישור הרציפות התפקודית ומישור הרגישות החברתית-כלכלית.

בחלק ממדינות ארה"ב, ובהן מישין, מינסוטה וניו יורק, פותחו מדדים ומפות לפגיעות חום המשקללים נתונים דמוגרפיים, סביבתיים וחברתיים-כלכליים כדי לחשב את פגיעות האוכלוסייה להשפעות הקשורות בחום (heat vulnerability), גורם סיכון משמעותי שהוכח מחקרית כאחראי לעלייה בתמותה¹⁸¹. עוד בארה"ב, סוכנות הסביבה האמריקאית

178. UNFCCC. 2007. Chapter 8: Human Health. In Handbook on Vulnerability and Adaptation Assessment. Consultative Group of Experts on National Communications from Parties Not Included in Annex I to the Convention (CGE).

179. Tong S and Ebi K. 2019. Preventing and mitigating health risks of climate change. Environmental Research 174: 9–13.

180. Watts N, et al. 2015. Health and climate change: policy responses to protect public health. The Lancet 386 (10006), 1861–1914.

181. Conlon KC, et al. 2020. Mapping human vulnerability to extreme heat: A critical assessment of heat vulnerability indices created using principal components analysis. Environmental Health Perspectives 128 (9): 1–14.

182. Rappold AG, et al. 2017. Community Vulnerability to Health Impacts of Wildland Fire Smoke Exposure. Environmental Science & Technology 51 (12): 6674–6682.

183. שלומית פז, מיה נגב ונדב דוידוביץ'. 2019. השפעות שינוי האקלים על בריאות הציבור בישראל – מדע ומדיניות. אקולוגיה וסביבה 10 (4): 72–78.

184. המשרד להגנת הסביבה. 2019. היערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים. דוח מספר 1. מוגש לממשלת ישראל על ידי המנהלת להיערכות לשינוי אקלים במסגרת החלטת ממשלה 4079 להיערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים.

185. הקרן לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות. 2020. בריאות וסביבה בישראל 2020.

186. דן ימין ואורז שמואלי. 2022. תמותה עודפת בישראל בשל גלי חום – מחקר ראשוני עבור המדענית הראשית של המשרד להגנת הסביבה.

187. מבקר המדינה. 2021. היערכות הרשויות המקומיות לשיטפונות ולהצפות ותפקודן במהלך חורף 2020. דו"ח ביקורת מיוחד.



בשל תופעת אי החום העירוני והלחץ המושם על תשתיות עירוניות, כפי שהוזכר לעיל.

השפעות בריאותיות נוספות שמקורן בשינוי האקלים יגרמו גם בשל שינויים בפיזור הגאוגרפי של מחלות המועברות על ידי חרקים: קדחת מערב הנילוס המופצת על ידי יתוש הבית המצוי (*Culex pipiens*), ומחלת שושנת יריחו (*Leishmaniasis*), המופצת על ידי טפיל מסוג לישמניה, שמועבר על ידי נקבת זבוב החול (*Phlebotomus*). ואכן, בשנים האחרונות ניכרת עלייה בתפוצתן של המחלות האלה באזורנו, וזאת ככל הנראה בשל העלייה בטמפרטורות^{192,191}

שינוי האקלים צפוי להשפיע על איכות המים, האוויר והמזון¹⁸⁸. למשל, תיתכן עלייה אפשרית במקרי מחלת העכברת (לפטוספירוזיס), שהתפרצותה מתאפשרת, בין היתר, בשל ירידת מפלס הנחלים והפגיעה באיכות המים בעקבות תקופות יובש. גם הסיכון להידבקות בחיידק הקמפילובקטר, המועבר במזון וגורם לדלקות מעיים, גובר עם עליית הטמפרטורות¹⁸⁹. נוסף על כך, בין השנים 2001–2015 נמצאה עלייה בריכוז ערכי ה-PM10 במהלך סופות אבק, והערכים הגבוהים ביותר נרשמו בבאר שבע¹⁹⁰. יש לציין כי השפעתו של שינוי האקלים גוברת כאשר מדובר באוכלוסיות רגישות, דוגמת תינוקות, קשישים ואוכלוסיות מיעוטיות, והיא אף מודגשת באזורים עירוניים צפופים

שיקולים מתודולוגיים

הנתונים הקיימים ולזיהוי פערי מידע, ותשתית ליצירת שיתופי פעולה ומיזמים להעלאת מודעות לנושא.

אתגר שחזר ועלה במהלך הדיונים נוגע למידת זמינותם של נתונים עדכניים ומקיפים הרלוונטיים למחוננים שצוינו לעיל. נתונים הנוגעים לבריאות הציבור מפוזרים בין מספר גורמים, לרבות משרד הבריאות, קופות החולים והרשויות המקומיות, ונתונים למגבלות שונות של נגישות והשימוש שניתן לעשות בהם. חלק מהנתונים קיימים ברמה המקומית או העירונית, ואחרים קיימים רק באופן מצרפי למדינה כולה. ניתן לגזור מידע עקיף לגבי חלק מהמחוננים הנוגעים לתחלואה מנתונים רלוונטיים, כגון נתוני אשפוזים ותמותה. עם זאת, העיבוד אינו מדויק, ואין ודאות שהוא יכול ליצור תמונה מהימנה לגבי מצב התחלואה באזור מסוים.

ארגון הבריאות העולמי קבע כי שינוי האקלים מצריך את חיזוקן של מערכות הבריאות לצד גיבוש מדיניות וקידום מהלכים הבוחנים את מגוון מאפייני הפגיעות למגמות האקלים מנקודת מבט הבוחנת את תמונת המצב הנוכחית, וגם מתוך ראייה המביאה בחשבון פגיעויות עתידיות למגמות האקלים¹⁹³. הערכת פגיעות, על פי ארגון הבריאות העולמי, היא תהליך איטרטיבי שראשיתו במסגור מטרות ההערכה וקנה המידה שמבקשים לבחון. לאחריו יתבצעו (1) הערכת פגיעות המתארת את המצב הקיים; (2) הערכת פגיעות המביאה בחשבון פגיעות עתידיות; (3) גיבוש הצעדים שיש לנקוט בהתחשב בפגיעויות שזוהו; (4) גיבוש תהליך לשיפור ההערכות. בהקשר זה, הארגון מצייין כי הערכת פגיעות לעולם איננה מקיפה, אך היא בהכרח תהווה בסיס המסייע להבנת סיכונים אקלים ובריאות, מְזַנֵק (טריגר) לבחינת מאגרי

188. שלומית פז, מיה נגב ונדב דוידוביץ'. 2019. השפעות שינוי האקלים על בריאות הציבור בישראל – מדע ומדיניות. אקולוגיה וסביבה 10 (4): 72–78.

189. Rosenberg A, et al. 2018. Ambient temperature and age-related notified *Campylobacter* infection in Israel: A 12-year time series study. *Environmental Research* 164: 539–545

190. Krasnov H, Katra I, and Friger M. 2016. Increase in dust storm related PM10 concentrations: A time series analysis of 2001–2015. *Environmental Pollution* 213: 36–42.

191. הקרן לבריאות וסביבה ומשרד הבריאות. 2020. בריאות וסביבה בישראל 2020.

192. Paz S. 2019. Effects of climate change on vector-borne diseases: An updated focus on West Nile virus in humans. *Emerging Topics in Life Sciences* 3(2): 143–152.

193. World Health Organization. 2009. Protecting Health from Climate Change: Global research priorities.



מחוננים מוצעים

להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרגישות הבריאותית, והמחוננים שהוצעו עבור כל תחום:

● התפלגות גילים

ילדים ומבוגרים מעל גיל 50 רגישים יותר לפגעי שינוי האקלים^{195,194}. מהדיון עלה הצורך להבחין בין קבוצות גיל שונות בשתי הקטגוריות האלה. רגישותם של ילדים צעירים באה לידי ביטוי באופן שונה מזו של ילדים בגילים מבוגרים יותר, וידוע שפעוטות עד גיל שנה החשופים לטמפרטורות קיצוניות נמצאים בסיכון מוגבר למוות בעריסה¹⁹⁶. גם בקרב האוכלוסייה המבוגרת ישנם הבדלים במאפייני הרגישות בהתאם לקבוצת הגיל¹⁹⁷. לדוגמה, בקבוצת הגיל 50–70 יש רגישות מיוחדת בקרב אלה הסובלים מבעיות בכלי הדם¹⁹⁸. ללמ"ס ישנם נתונים הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה בתחום זה.

המחוננים שהוצעו בתחום התפלגות הגילים הם:

- א. מבוגרים מעל גיל 70
- ב. מבוגרים בגיל 50–70
- ג. ילדים עד גיל 18
- ד. ילדים עד גיל 5
- ה. פעוטות עד גיל שנה

● תחלואה

קיומם של מצבים ומחלות מסוימים מעמיד את מי שלוקה בהם בסיכון מוגבר להיפגע בשל שינוי האקלים¹⁹⁹. בין

גורמי הרגישות במישור הבריאותי ישנם כאלה המבטאים רגישות לחשיפה כרונית לתנאי האקלים המשתנים וגם לאירועי קיצון (לדוגמה, מחלות נשימתיות), לצד כאלה המבטאים רגישות לאירועי קיצון בלבד (לדוגמה, מוגבלות או תחלואה נפשית שבכוחן להקשות על מאמצי הסיוע במקרה של אירוע אסון). לא הושג קונצנזוס בין משתתפי הדיון באשר לסוגי המחלות שיש לשקול כמחוננים לרגישות במישור הבריאותי: עם זאת, נרשמה הסכמה רחבה סביב חשיבותן בהקשר זה של מחלות לב, מחלות נשימתיות, אלרגיות ותחלואה נפשית. סכרת ולחץ דם גבוה הם מצבים המגבירים את הפגיעות לאי ספיקת כליות²⁰⁰; נמצא כי גלי חום קשורים לעלייה באשפוזים עקב מצב זה²⁰¹. כמו כן, הוסכם כי שיעור התמותה בקהילה מסוימת הוא אינדיקציה למידת רגישותה הבריאותית באופן כללי.

כפי שצוין לעיל, הנתונים הנוגעים להיארעותן של מחלות שונות אינם תמיד זמינים ברמה המקומית, בעוד שהנתונים הקיימים מפוזרים בין גורמים שונים, ואינם בהכרח זמינים לשימוש מקבלי ההחלטות. כדי לוודא את תוקפו ומהימנותו של מדד הפגיעות ישנה חשיבות רבה לריכוז הנתונים ולפילוחם ברמה המקומית. בהקשר זה יש לציין כי במשרד הבריאות מתנהל רישום למחלות סרטן, אסתמה, שבץ, סכרת, ומחלות לב וכלי דם. עם זאת, המידע קיים רק בצורה מצרפית ברמה הארצית, ואיננו תמיד קיים ברמה העירונית. ניתן לגזור את הנתונים כפרוקסי מתמותה או מנתונים על אודות אשפוזים, אך לפעולות האלה יש חסרונות מתודולוגיים, כפי שצוין לעיל. נתונים שיש בידי הלמ"ס וניתן לחשבם לפי אזורים, נוגעים לסוגי סרטן מסוימים, למחלות

194. Shannon MW, et al. 2007. Global climate change and children's health. *Pediatrics* 120: 1149–1152.

195. Balbus JM and Malina C. 2009. Identifying vulnerable subpopulations for climate change health effects in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 51: 33–37.

196. Lakhoo DP, et al. 2022. The Effect of High and Low Ambient Temperature on Infant Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (15): 9109.

197. Gamble JL, et al. 2016. Ch. 9: Populations of concern. In: *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.

198. Chang AY, et al. 2022. Aging Hearts in a Hotter, More Turbulent World: The Impacts of Climate Change on the Cardiovascular Health of Older Adults. *Current Cardiology Reports* 24 (6): 749–760.

199. Balbus J, et al. 2016. Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.

200. Thomas MC, et al. 2015. Diabetic kidney disease. *Nature Reviews Disease Primers* 1 (1): 1–20.

201. Adélaïde L, Chanel O, and Pascal M. 2022. Health effects from heat waves in France: an economic evaluation. *The European Journal of Health Economics* 23: 1–13.



המחונן שהוצע בתחום הפריון והלידה הוא:

א. שיעור הנשים בהיריון

● נגישות לשירותי בריאות

למידת נגישותם של שירותי בריאות שונים ישנה השפעה משמעותית על מידת הרגישות של קהילה לשינוי האקלים²⁰³. ידע מקדים על סיכוני בריאות שונים מאפשר היערכות מוקדמת ונקיטת אמצעי זהירות. קיום אורח חיים בריא מקטין את הסיכון לחלות בשל פגעי שינוי האקלים. קיומה של רפואת קהילה איכותית משפיע לטובה על בריאות התושבים באזור, בעוד שהאפשרות הפיזית והחברתית להיעזר בשירותי רפואה בעיתות משבר תפחית את השפעותיו השליליות²⁰⁴. נוסף על כך, מוגבלות מכל סוג יוצרת קשיי נגישות לשירותי רפואה נחוצים. הקשיים האלה מחריפים קשיים שנחווים בשל מיקום חברתי-כלכלי נמוך ולהפך – מיקום חברתי-כלכלי נמוך מחריף את המגבלות הנחווים בשל מוגבלות. הממצאים האלה ממחישים את חיוניותה של נגישות איכותית לשירותי בריאות מסוגים שונים, ואת האופנים שהיעדרה של נגישות זו מגביר את רמת הרגישות הבריאותית לשינוי האקלים.

יש לציין כי אף על פי שנרשמה הסכמה רחבה בין משתתפי הדיון באשר לחשיבותו ולמרכזיותו של התחום במסגרת הערכת הרגישות הבריאותית של קהילה מסוימת, ישנו קושי במדידת הנגישות ובאיסוף הנתונים הרלוונטיים. ייתכן שתחום זה ראוי להיכלל דווקא בממד יכולת ההסתגלות של מדד הפגיעות, שכן מדידתו מצריכה כלים איכותיים לצד הכלים הכמותיים המקובלים ברוב המחוננים הנכללים בממד הרגישות. גורמים שעשויים לספק את הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע ההערכה הם הלמ"ס (נתונים על מידת ההשכלה, שממנה ניתן לגזור את קיומה של אוריינות בריאות²⁰⁵), פיקוד העורף וקופות החולים (נתונים על

לב וכלי דם ולסכרת. מבין רישומי המחלות הלאומיים של משרד הבריאות ישנם כאלה שמזוהים (כלומר מבוססים על מספרי זהות), ואחרים שאינם מזוהים. רישום מחלות מזוהה מסוגל, באופן עקרוני, להנפיק נתונים ברמת אזור סטטיסטי, גם אם עיבוד זה לא מתבצע כעניין שבשגרה. בין הרשמים המזוהים ניתן לכלול למשל נתונים על תמותה ומוגבלויות. מהדיון עולה כי הנתונים האיכותיים ביותר הנוגעים לשיעורי תחלואה נמצאים בידי קופות החולים, אך הם אינם תמיד זמינים. יש צורך בעבודה נוספת כדי לזהות במדויק את מאפייני התחלואה הספציפיים שהם מחוונים לרגישות אקלים במישור הבריאותי, וכן בעבודה שתגבש מדדים מדויקים עבור כל אחד מהמחוננים המוצעים להלן (אילו תופעות יכללו במחונן, לפי אילו קריטריונים, ואיזה משקל ינתן לכל אחת מהן).

המחוננים שהוצעו בתחום התחלואה הם:

- א. שיעור תמותה שלא עקב תאונות (nonaccidental deaths)
- ב. היארעות מחלות נשימתיות
- ג. היארעות מחלות לב
- ד. היארעות תחלואה נפשית
- ה. היארעות אלרגיות
- ו. שיעור השמנת יתר
- ז. היארעות סרטן
- ח. היארעות סכרת
- ט. שיעור לחץ דם גבוה

● פריין ולידה

נשים בהיריון (וכן עובריהן) רגישות יותר לנזקיו של שינוי האקלים²⁰². בידי הלמ"ס ישנם נתוני ילודה ופריין לפי עיר ביישובים גדולים.

202. Gamble JL, et al. 2016. Ch. 9: Populations of concern. In: The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.

203. Manangan- AP, et al. 2014. Assessing Health Vulnerability to Climate Change: A Guide for Health Departments. Climate and Health Technical Report Series: Climate and Health Program, Centers for Disease Control and Prevention. CDC. National Center for Environmental Health. Division of Environmental Hazards and Health Effects.

204. World Health Organization and Health Canada. 2021. Climate Change and Health: Vulnerability and Adaptation Assessment.

205. Martin LT, et al. 2009. Developing predictive models of health literacy. Journal of General Internal Medicine 24 (11): 1211–1216.



הבריאותיות²⁰⁹. מכאן עולה כי קהילות שחשופות כבר כיום לזיהום אוויר, בין אם מדובר בחשיפה כרונית או אקוטית, רגישות במיוחד לשינוי האקלים משום שמידת החשיפה שלהם צפויה לגבור. נתונים הנוגעים לחשיפה למקורות זיהום אוויר נמצאים בידי המשרד להגנת הסביבה, באמצעות מערך ניטור האוויר הארצי²¹⁰.

המחווון שהוצע בתחום החשיפה למקורות זיהום הוא:

א. חשיפה לזיהום אוויר

● תחום עיסוק

למאפייני התעסוקה ישנה השפעה מכרעת על מידת רגישותו של אדם לפגעי שינוי האקלים, וטמפרטורות גבוהות ונמוכות נמצאו כגורם סיכון משמעותי לתאונות עבודה²¹¹. מספר ענפים משמעותיים יושפעו מתנאי האקלים החדשים, ויעמידו את העוסקים בהם בסיכון הולך וגובר. בין הענפים האלה ניתן למנות את ענפי החקלאות לצד ענפי שירותים שונים, דוגמת פיניו אשפה, גינון וכיו"ב, שהעובדים בהם שוהים ממושכות במרחב הפתוח וחשופים לתנאי מזג האוויר. כדי להפיק ערך רגישות עבור מחווון זה ניתן לציין את שיעור המועסקים בתחומי עיסוק המוגדרים ככאלה בסיכון מוגבר באזור סטטיסטי. ניתן להפיק את הנתונים באמצעות סקר כוח האדם של הלמ"ס. נוסף על כך, מגזר הבנייה הוסכם על ידי משתתפי הדיון ברגישות בריאותית ככזה הטומן בחובו סיכונים משמעותיים, הצפויים להתגבר עם שינוי האקלים. בנייה לגובה, באופן מיוחד, יוצרת סיכונים מוגברים לעובדים בעת גלי חום, סופות וסופות אבק²¹², וכך גם בניית תשתיות כגון כבישים, מחלפים וכד'. נתונים הנוגעים למחווון זה עשויים להימצא בידי מנהל הבטיחות במשרד העבודה. נוסף לאפיון המחווונים הרלוונטיים לתחום,

השימוש באפליקציות הרלוונטיות, שניתן לגזור מהם את קיומה של אוריינות בריאות דיגיטלית²⁰⁶. נתונים הנוגעים לקשיי ניידות ולקשיי תקשורת, שמשפיעים באופן שלילי על מידת הנגישות לשירותי בריאות, נמצאים בידי רשם המוגבלויות במשרד הרווחה, בעוד שמידע על אשפוזים בשל תחלואה נפשית קיים בידי משרד הבריאות. עוד בידי משרד הבריאות ישנו מידע על מיקומם של שירותי רפואה: שימוש במדד הפריפריאליות של הלמ"ס יאפשר להסיק מהנתונים הללו מה מידת הנגישות הפיזית לשירותי בריאות. עוד יש לציין כי בית הספר לבריאות הציבור של האוניברסיטה העברית השיק תוכנית לאומית למדדי איכות ברפואת הקהילה, וניתן לשאוב ממנה נתונים ותובנות הנוגעים לנושא זה²⁰⁷. לפיקוד העורף צפויים להיות נתונים הנוגעים למיקומם ולנגישותם של שירותי רפואת חירום בשעת חירום.

המחווונים שהוצעו בתחום הנגישות לשירותי בריאות הם:

- א. אוריינות בריאות
- ב. נגישות לבריאות דיגיטלית
- ג. נגישות פיזית לשירותי בריאות בקהילה
- ד. נגישות פיזית לשירותי בריאות בשעת חירום
- ה. קשיי ניידות (מוגבלות פיזית / נפשית)
- ו. קשיי תקשורת (מוגבלות חושית / התפתחותית)
- ז. מדדי איכות ברפואת הקהילה

● חשיפה למקורות זיהום

חשיפה למקורות זיהום – ובראשם זיהום אוויר – היא גורם סיכון משמעותי לשורה של מחלות²⁰⁸. בה בעת, מגמת ההתחממות מגבירה את זיהום האוויר ואת השפעותיו

206. Richardson S, et al. 2022. A framework for digital health equity. npj Digital Medicine 5: 119.

207. משרד הבריאות, המכון הלאומי לחקר שרותי הבריאות ומדיניות הבריאות בישראל, מועצת הבריאות. 2023. התוכנית הלאומית למדדי איכות לרפואת הקהילה בישראל: דו"ח לשנים 2013–2024.

208. Ortiz AG, et al. 2021. Health risk assessments of air pollution. benefit analysis of reaching specific air quality standards and more. European Environment Agency.

209. US EPA. 2022. Change Adaptation Implementation Plan. US Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation.

210. לדוגמה: המשרד להגנת הסביבה. 2021. מצב איכות האוויר בישראל לשנת 2020.

211. EPA. 2021. Climate Change and Social Vulnerability in the United States: A Focus on Six Impacts. U.S. Environmental Protection Agency.

212. Roelofs C and Wegman D. 2014. Workers: the climate canaries. American Journal of Public Health 104 (10): 1799–1801.



זו תאפשר טיוב נוסף של המדד, החל מרמת האתר הבודד וכלה ברמת הרשות המקומית. כמו כן, בהתייחס לסיכונים בענף החקלאות, מנהל הבטיחות במשרד העבודה פועל לצד משרד החקלאות להפיק יומן הדברה מבוסס מ"ג (GIS), וזאת כחלק מתיקון טיוטת תקנות העוסקים בתכשירי הדברה. על פי התקנות המוצעות, יחויב השימוש ביומן זה, וכך יתאפשר איסוף מידע על היקף העובדים בשטחים חקלאיים ושעות עבודתם. הנתונים האלה יוכלו לשמש בסיס לפיתוח מחוון מתאים לרגישות האקלימית בשטח הפתוח החקלאי.

המחווונים שהוצעו בתחום העיסוק הם:

- א. שיעור המועסקים באתרי בנייה או בשטחי גידול חקלאיים
- ב. שטחם של אתרי בנייה שמתבצעות בהם עבודה בגובה או בנייה תשתיתית

יש לציין הצעה נוספת שעלתה בקרב משתתפי הדיון, ולפיה יופק ערך פגיעות אקלים עבור כל מיזם בנייה במסגרת סקר הסיכונים המבוצע עבורו. נתונים לגבי מיזמי בנייה ומאפייניהם נמצאים בידי משרד הבינוי והשיכון והלמ"ס.

יש לציין כי בימים אלה מקדם מנהל הבטיחות במשרד העבודה תיקון לתקנות הבטיחות בעבודות בנייה, שבמסגרתו מוצע לקבוע חובת דיווח מקוונת מפורטת על מאפייני אתר הבנייה. נוסף על כך, מנהל הבטיחות מקדם תקנות הודעה על מחלות מקצוע ותאונות עבודה, ולהודעה צפויה להתווסף חובת דיווח על מכות חום שהיו לעובדים. כל אחד מהדיווחים הללו יתבצע באופן שיאפשר קידוד של המשתנים השונים ועיבודם, כך שניתן יהיה לעשות בהם שימוש גם לצורך פיתוח מדד האקלים המוצע. בהקשר זה, מנהל הבטיחות מציע שבעידוד רשויות המדינה האמונות על נושא החדשנות, יפותח סט כלים מקוונים וולונטריים, שבין היתר יאפשרו לקבלנים להעריך את המענה שניתן לעובדים באתר (פתרונות כגון ניטור מקוון של טמפרטורת הגוף של העובדים או ביגוד עם חיישני חום). שכבת מידע





פרק ד': רגישות סביבתית

רקע

לכך היא מיקומה הגאוגרפי של ישראל במזרח התיכון שמתחמם ומשתנה במהירות, וכן בשל היותה נקודת מפגש בין יבשות ואזורי אקלים, דבר המגביר את רגישות המינים²¹⁴

בדיון שעסק באפיון מחוויי רגישות במישור הסביבתי השתתפו 17 מומחים ומומחיות מהמשרד להגנת הסביבה ומהלמ"ס, כמו גם מהאקדמיה ומהחברה האזרחית. הדיון נערך במשך שלוש שעות, ובמהלכו נידונו בהרחבה כלל גורמי רגישות הרלוונטיים. בסיכומו של הדיון נידונו 20 מחוויי אפשריים, שניתן לחלקם לחמישה תחומים: המגוון הביולוגי, בית גידול – מאפיינים ביוטיים, בית גידול – מאפיינים אביוטיים, מידת החשיפה לזיהומים והערך לאדם.

מישור הרגישות הסביבתית מתייחס להערכה ולאפיון של הפגיעה הצפויה לסביבה בישראל בשל שינוי האקלים. שינוי האקלים הוא גורם מרכזי המאיים על המגוון הביולוגי, ופגיעתו צפויה ללכת ולהחריף²¹³. שינוי זה מצטרף למגוון העקות המופעלות ממילא על המערכות האקולוגיות, ובהם צמצום השטחים הטבעיים, ניצול יתר של משאבי הטבע, זיהום מים, קרקע ואוויר ומינים פולשים; העקות המופעלות על המערכות האקולוגיות בישראל מגבירות את רגישותן לשינוי האקלים, וכך האיום המוטל על המגוון הביולוגי גדל. מדו"ח של החברה להגנת הטבע שפורסם במרץ 2023 ועוסק בקשר שבין מערכות האקלים והמערכות האקולוגיות, עולה כי קצב השינויים שהמערכות האקולוגיות חוות משמעותי אפילו ביחס לשאר מדינות העולם. הסיבה

המספרות

וכי כל אחת מהמגמות הללו, ובוודאי ההשפעה המשולבת שלהן, משפיעות על השלמות האנושית²¹⁶.

בארה"ב, ה-National Wildlife Federation פרסמה מדריך להערכת פגיעות סביבתיות לשינוי האקלים, שמתרתו לשמש כלי מסייע למקבלי ההחלטות בבניית תוכניות היערכות²¹⁷. המדריך מדגיש את המורכבות הטמונה בהערכת פגיעות הכוללת גם מינים וגם בתי גידול, לנוכח האי-ודאות באשר לגורמי העקה השונים המשפיעים עליה. הערכת הפגיעות המתוארת במדריך מתבצעת באמצעות שיטות איכותיות (דעות מומחים) לצד שיטות כמותיות. בחירת השיטה המתאימה עבור כל מרכיב

בין שינוי האקלים לבין המערכות האקולוגיות מתקיים קשר הדד²¹⁵. מחד גיסא, השפעות משבר האקלים יוצרות איומים משמעותיים על המערכות הטבעיות. זאת ועוד, כאשר מדובר במערכות אקולוגיות שכבר כיום סובלות מפגיעות או ממחסור ומופעל עליהן מגוון עקות שמקורן בפעילות אנושית, הן ימצאו תחת איום מוגבר. מאידך גיסא, שינויים במאפייני המערכות האקולוגיות – דוגמת כריתת יערות, והשיבושים הנובעים מכך במחזורי הפחמן והמים – עשויים להאיץ את שינוי האקלים ולהחריף את השפעותיו. דו"ח משותף של ה-IPBES וה-IPCC מדגיש כי הגורמים הישירים והעקיפים המובילים לשינוי האקלים מצד אחד ולפגיעה במגוון הביולוגי מצד שני, קשורים אלה לאלה,

213. נועם בן-משה ואיתי רנן (עורכים). 2022. דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

214. תמרה לוטנר לב, שירה ליברטי ושחר מזרחי. 2023. הקשר הדו-כיווני בין מערכות האקלים והמערכות האקולוגיות. החברה להגנת הטבע. מרץ.

215. שם.

216. IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop. 2021. Biodiversity and Climate Change: Scientific outcome.

217. Glick P, Stein BA, and Edelson NA (eds.). 2011. Scanning the Conservation Horizon: A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment. National Wildlife Federation, Washington, D.C.

האקלים הוא NatureServe, ארגון חוץ-ממשלתי הפועל לספק כלים מבוססי מדע לטובת קידום יוזמות שמירת טבע, תכנון קרקע ותהליכי קבלת החלטות. הארגון פרסם למעשה שני כלים להערכת פגיעות אקלים: מדד אחד המתמקד במינים (Climate Change Vulnerability Index: Species Climate Change Vulnerability Index)²¹⁹, ומדד נוסף המתמקד במערכות אקולוגיות (Ecosystems Climate Change Vulnerability Index)²²⁰. ההחלטה לפרסם שני כלים נבעה מההבנה (שתידון בהמשך הפרק) שלפיה השינוי במיקוד מצריך מענה מתודולוגי פרטני עבור כל אחת ממסגרות ההערכה²²¹. כל אחד משני המדדים מתבסס על הגדרתה המקובלת של פגיעות כנגזרת של חשיפה, רגישות ויכולת הסתגלות, והם למעשה כלים שמאפשרים לתרגם מידע מחקרי ההנחיות לפעולה. מדד המינים, המיועד לקהל יעד של מומחים ומומחיות מהאקדמיה ומהממשל לצד ארגוני חברה אזרחית, עוצב והונגש בתור קובץ אקסל, ועבר מספר עדכוני גרסה במהלך השנים. הכלי ניזון ממידע מקיף הנוגע להיסטוריית המין ולמצבו העדכני; ההצלבה בין המגמות הנצפות לגורמי החשיפה העתידיים מאפשרת לנבא את מידת הפגיעה הצפויה עבור כל אחד מן המינים שנבדקו. 23 מחווני רגישות נבחרו עבור המדד, וניתן להסתפק במידע הנוגע ל-13 מתוכם לביצוע הערכת הפגיעות. המדדים השונים משוקללים לערך מספרי, המומר להערכה בדבר פגיעותו של המין (categorical vulnerability score) בסולם המונה חמישה שלבים, החל מ-“אינו פגיע כלל”, וכלה ב-“פגיע ביותר”. הערכת פגיעות זו מסייעת למקבלי ההחלטות, לגורמי שטח ולחוקרים לפתח אסטרטגיות הערכות מושכלות ומבוססות מדע ונתונים.

בישראל מתפרסם אחת לכמה שנים “דו”ח מצב הטבע”, שמטרתו ליצור בסיס ידע מדעי על מצב הסביבה הטבעית בישראל, ולאפשר גיבוש מדיניות בת-קיימא מושכלת לניהול השטחים הפתוחים והמגוון הביולוגי²²². את הדו”ח מפרסמת התוכנית הלאומית להערכת מצב הטבע

בהערכה תתבצע בהתחשב בנגישות המידע, בתקציב ובזמן. להערכות פגיעות סביבתית לתוכניות היערכות יש תרומה כפולה: ראשית, הן מספקות תשובה לשאלה אילו מינים ובתי גידול צפויים להיות פגיעים במיוחד לנוכח שינוי האקלים. אך במיטבן, ההערכות האלה אף מונות את גורמי העקה הפרטניים שבגינם מינים ומערכות מסוימים יהיו פגיעים יותר מאחרים. לציון המינים ובתי הגידול הפגיעים, כמו גם לפירוט שרשראות ההשפעה המובילות לפגיעותם, ישנה תרומה משמעותית לתהליכי קבלת החלטות הנוגעים להקצאת משאבים ולניהול מאמצי השימור.

במדינת פלורידה עיצבה יוזמה בשם Climate Adaptation Explorer, בהובלת חוקרים מעמותת Conservation Biology Institute ובשיתוף עם ארגוני שימור וסביבה נוספים, כלי מפורט להערכת ההשפעה של שינוי האקלים על המינים הייחודיים ובתי הגידול במדינה²¹⁸. גם כלי זה כולל שקלול של מחוונים כמותיים עם חוות דעת מומחים במטרה להציע מתודולוגיה להערכת פגיעות מינים: Standardized Index for Vulnerability and Value Assessment. עבור הכלי נבחרו שלושים מחוונים: 12 מחווני חשיפה ורגישות (לדוגמה, עלייה במפלס הים לצד קיומם של מיני מפתח בסיכון), שישה מחוונים בקריטריון של כושר היערכות מוגבל (לדוגמה, מגוון גנטי), שבעה המודדים את ערך השימור (לדוגמה, רמת האנדמיות) וחמישה מדדים הנוגעים לזמינות המידע (לדוגמה, פרסומי ספרות מקצועית). הכלי מעוצב בתור קובץ אקסל, והמומחים מתבקשים להזין ציון בסולם 1-6 עבור כל אחד מן המחוונים (או להזין 0 אם לא קיים מספיק מידע בנושא). המשקלות נקבעו על ידי מפתחי הכלי. עבור ביצוע הערכת הפגיעות נבחרו גורמים בקיאים, בעלי רקע מקצועי ומחקרי בתחומים הרלוונטיים, וכל אחד מן המינים נבחן על ידי שני מומחים לפחות.

גורם נוסף שבחן את נושא הפגיעות הסביבתית לשינוי

218. Reece JS and Noss RF. 2014. Prioritizing species by conservation value and vulnerability: a new index applied to species threatened by sea-level rise and other risks in Florida. *Natural Areas Journal* 34 (1): 31–45.

219. NatureServe. 2016. Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index.

220. Comer PJ, et al. 2019. Habitat Climate Change Vulnerability Index Applied to Major Vegetation Types of the Western Interior United States. *Land* 8 (7): 108.

221. Young BE, et al. 2012. Rapid assessment of plant and animal vulnerability to climate change. In: Brodie J, Post E, and Doak D (eds.). *Wildlife Conservation in a Changing Climate*. Chicago: University of Chicago Press. pp. 129–152.

222. נועם בן-משה ואיתי רנו (עורכים). 2022. דו”ח מצב הטבע 2022 – כך נגמות ואיומים. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע”ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

הדרום הצחיח. בכל יחידה אקולוגית נבחנו תהליכים ספציפיים על ידי מחוונים מקבוצות טקסונומיות שונות. ניתוחים מעין אלה יוצרים תמונה בהירה של השפעת הפעילות האנושית על מצב החברות האקולוגיות השונות, ומאפשרים אף השוואה לממצאי דו"חות קודמים. שינוי האקלים מאפיין בדו"ח כאיום משמעותי על המגוון הביולוגי בישראל, ונרשמה רגישות משמעותית במיוחד בקרב בתי הגידול המימיים (מים מתוקים) ואזורי הספר. עם זאת, הידע בנושא זה חלקי וחסר, והמשך פעולות הניטור והמחקר חיוני לביצוע הערכה מושכלת של השפעת שינוי האקלים על המערכת האקולוגית הישראלית.²²⁴

(המארג), המאגדת מומחים מהמשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים וקרן קימת לישראל, בליווי מוזיאון הטבע על שם שטיינהרדט ובשיתוף מדענים עצמאיים. החל משנת 2012 ממצאי דו"חות מצב הטבע מתבססים על עיבוד נתוני הניטור של התוכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי היבשתי, שמטרתה לזהות מגמות ושינויים המעידים על פגיעה במגוון האקולוגי ובמערכותיו.²²⁵ תוכנית הניטור הלאומית מחלקת את ישראל לתשע יחידות ניטור אקולוגיות: חורש ים תיכוני; יער מחטני נטוע; בתות בני-שיח ובתות עשבונות; חולות מישור החוף; ספר המדבר; מישורי הלס של צפון הנגב; הר הנגב; חולות מערב הנגב;

שיקולים מתודולוגיים

השפעותיה של מגמת ההתחממות ההדרגתית צפויות לבוא לידי ביטוי בתופעות כגון אובדן בתי גידול, נדידת אוכלוסיות, דחיקת מינים מקומיים, שינויים בשעות הפעילות של מינים שונים ועוד. על כן, יש לוודא כי המחוונים הנבחרים משקפים גם את ההשפעות ההדרגתיות האלה.

שנית, יש לתת את הדעת להבחנה בין הערכת רגישותם של מינים, לבין הערכת רגישותם של בתי גידול. גישה אחת במחקר הגלובלי דוגלת בזיהוי מיני חי וצומח רגישים במיוחד לשינוי האקלים, ובביצוע מעקב מעמיק אחריהם.^{227,226} עם זאת, ישנה מורכבות רבה בהערכת מידת הפגיעות של מין ספציפי, וזאת לאור מספר המינים הרב המתקיים בתוך תא שטח, תנועתם של מינים בין תאי שטח שונים, והשונות הניכרת באופן התגובה של מינים שונים לשינוי האקלים.²²⁸ נוסף על כך, תחום המחקר העוסק בהשפעת שינוי האקלים על המגוון הביולוגי צעיר באופן יחסי; על כן ניכר מחסור בנתונים מקיפים ומהימנים בתחום זה, וישנם פערי

מישור הרגישות הסביבתית שונה באופן מהותי משלושת מישורי הרגישות האחרים שנידונו במסגרת ועדת המומחים (רגישות חברתית-כלכלית, רגישות בריאותית ורגישות במישור הרציפות התפקודית) ומתייחסים לרגישות האדם, מאחר שהוא מתייחס לרגישותן של המערכות האקולוגיות. הבדל זה במיקוד מעלה מספר אתגרים מתודולוגיים שגם אם עלו בפרקים האחרים, מקבלים דגש לאור מאפייניו הייחודיים של פרק זה.

ראשית, יש לתת את הדעת לסוגיית ההבחנה בין חשיפה כרונית לתנאי האקלים המשתנים לבין חשיפה לאירועי קיצון. הבחנה זו רלוונטית עבור כלל מישורי הרגישות; אך בעוד שגלי חום קשים, אירועי הצפות ושיטפונות, שרפות וסופות אבק הם גורמי החשיפה המשפיעים ביותר על בריאות האדם ועל מערכותיו החברתיות, המומחים בדיון ציינו כי במישור הסביבתי ההשפעות של חשיפה כרונית לתנאי האקלים המשתנים משמעותיות לא פחות.²²⁵ למשל,

223. מיכל שורק ועידן שפירא (עורכים). 2018. דו"ח מצב הטבע 2018, המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב. עמוד 19.

224. נועם בן-משה ואיתי רנן (עורכים). 2022. דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

225. Nunez S, et al. 2019. Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2°C enough? Climatic Change 154: 351–365.

226. NatureServe. Climate Change Vulnerability Index: Species. <https://www.natureserve.org/ccvi-species>.

227. WWF. Climate Change Vulnerability Assessment for Species.

228. Young BE, et al. 2016. Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index. NatureServe.

קיומם של הבדלים משמעותיים בין בתי גידול שונים (ימיים, יבשתיים ולחים) מבחינת הידע הקיים לגביהם, ההשפעות הצפויות והתחזיות האביוטיות הנוגעות לכל אחד מבתי הגידול. על המדד לאפשר השוואה בין בתי הגידול השונים על אף ההבדלים ברגישות. למרות האתגרים עולה מהדיון כי גישה זו היא העדיפה מבין השתיים, והיא אכן משתקפת בחלק מהמחווים שהציעו משתתפי הדיון.

אתגר מתודולוגי נוסף הוא איסוף נתונים עדכניים ומקיפים הנוגעים למחווים שיצונו להלן, ועיבודם בצורה מהימנה לכדי מחווים לשימוש המדד. המקור המקיף ביותר שקיים כרגע בהקשר זה הוא דו"חות מצב הטבע של המארג, ויש להסתמך גם על מדד המגוון הביולוגי שפיתחו המארג והלמ"ס. נתונים הנוגעים למאפיינים אביוטיים של בתי הגידול נמצאים בצורה כזו או אחרת בידי המכון הגיאולוגי ורשות המים. נתונים הנוגעים למידת ההגנה על תא השטח ומידת חשיפתו לזיהומים, צפויים להימצא בידי המשרד להגנת הסביבה, מנהל התכנון ומפ"י.

ידע משמעותיים לגבי המנגנונים שבאמצעותם המינים מושפעים מהשינויים^{230,229}. לצד ההתמודדות עם המחסור בידע זמין ומהימן, ישנם משאבים מוגבלים לניהול השטחים הפתוחים, והדבר מקשה על הערכות מדויקות של תמורות ומגמות במצבן של האוכלוסיות בשטחים המנוהלים.

גישה אחרת דוגלת בהערכת רגישותם של בתי גידול לשינוי האקלים, ולא דווקא ברגישותו של מין כזה או אחר²³¹. גישה זו מתבססת על בחינה של מגוון האוכלוסיות וההרכב שלהן בתא השטח לצד שינויים בסביבה הפיזית. כלומר, בבואנו להבין את התמורות החלות בבית גידול מסוים עלינו לבחון גם שינויים בהרכב האוכלוסיות שבו (שינויים בתהליכים ובדפוסים, כגון קיטוע בתא השטח או הופעת מינים פולשים) וגם את המגמות בסביבתו האביוטית של בית הגידול (פגיעה במחזור ההידרולוגי או שינויים במבנה הקרקע, בהרכבה ובתכונותיה). הגישה הדוגלת בהערכת פגיעותו של בית גידול אף מאפשרת סטנדרטיזציה מהימנה יותר, שניתן להשוות באמצעותה את מידת פגיעותם של בתי גידול שונים ברמה הלאומית. האתגר העיקרי בגישה הוא

מחווים מוצעים

להלן תחומי הרגישות שנידונו במישור הרגישות הסביבתית, והמחווים שהוצעו עבור כל תחום:

● המגוון הביולוגי

השפעותיו השליליות של שינוי האקלים על המגוון הביולוגי משמעותיות ברמה העולמית ובזירה המקומית. על פי דו"ח של World Wildlife Federation משנת 2022²³², המערכות הטבעיות חוות בימים אלה פגיעה בהיקף הגדול ביותר אי פעם, והסבת המרחב הטבעי לצורכי בנייה, תשתיות, חקלאות וכיוצא באלה אחראית לבדה לכ-75% מאובדן מיני החי והצומח בעולם ב-500 השנים האחרונות. שינוי האקלים יוצר גורם עקה נוסף, המעצים את האימום

הנרחבים ממילא על המערכות האקולוגיות, ומעמיד מספר רב של מינים בסכנת הכחדה. בתוך הנסיבות האלה, מגוון מינים עשיר בתא שטח או בבית הגידול הוא מרכיב חיוני בחוסנה של מערכת אקולוגית. מגוון מינים רחב יותר פירושו שיעור ניכר יותר – וכן מורכבות רבה יותר – של אינטראקציות חד-פעמיות ושל יחסי גומלין בין מרכיבי השונים של המערכת האקולוגית. היות שפגיעה אפשרית בכל אחד ממרכיבי המערכת פירושה שינוי בדינמיקה בין פרטי המערכת ולפיכך פגיעה בתפקודה של המערכת כולה²³³, מורכבות רבה יותר פירושה שמשקלו היחסי של כל מרכיב במערכת נמוך.

229. Williams JW, et al. 2022. Climate sensitivity and ecoclimate sensitivity: Theory, usage, and past implications for future biospheric responses. *Current Climate Change Reports* 8: 1–16.

230. נועם בן-משה ואיתי רנן (עורכים). 2022. דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

231. NatureServe. Climate Change Vulnerability Index: Ecosystems. <https://www.natureserve.org/ccvi-ecosystems>.

232. World Wildlife Federation. 2022. Living Planet Report 2022: Building a Nature-Positive Society.

233. Lipton D, et al. 2018. Ch. 7: Ecosystems, ecosystem services, and biodiversity. In: Impacts, risks, and adaptation in the United States: Fourth national climate assessment, volume II. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.

- ב. אובדן מינים בתא שטח
- ג. אובדן מיני מפתח בתא שטח
- ד. קרבת המינים לסף התרמי
- ה. סיכון לקריסה (הסתברות ההגעה לנקודת אל-חזור)
- ו. ערכיות המערכת האקולוגית

● בית גידול – מאפיינים ביוטיים

תחום זה יעסוק במאפיינים הביוטיים של בית הגידול, והוא כולל שלושה מחוונים. הראשון הוא רגישות בית הגידול²³⁵. מאחורי מחוון זה עומדת ההבנה שרגישותם של בתי גידול שונים מתבטאת באופנים מובחנים. למשל, מהספרות עולה כי בתי הגידול הלחים רגישים במיוחד²³⁶. נוסף על כך, בתי גידול שונים רגישים לתהליכים שונים: למשל בתי גידול מימיים רגישים במיוחד לזיהומים²³⁷, בעוד שבתי גידול של מים מתוקים רגישים במיוחד להעתרה²³⁸, ובתי גידול יובשניים רגישים במיוחד למדבור²³⁹. יהיה צורך לפתח מדד שיאפשר לעמוד על מאפייני הרגישות הפרטניים של כל אחד מבתי הגידול בישראל. על מחוון זה הוצע להוסיף מחוון נוסף, והוא מגוון בתי הגידול בתא שטח. זאת מתוך הבנה כי ריבויים של בתי גידול בשטח מוגדר הוא מרכיב של חוסן בפני עקת חיצונית, בדומה למגוון מינים בתא שטח.

כמו כן, נבחר מחוון נוסף לתחום זה, הנוגע לזרימות הסביבתיות (environmental flows); כלומר, השיעור ממי המקור בתא השטח המופנים לצורכי האדם אל מול שיעורם המופנה לסביבה. מחוון זה – שהנתונים עבורו זמינים באופן יחסי – צוין כבעל פוטנציאל לאפיין את מידת רגישותם של בתי הגידול, בעיקר בהקשר של יובש ובצורת. במדד הרגישות הסביבתית של ארגון הסביבה של האו"ם שולב מחוון כזה²⁴⁰.

מטרת המחוונים שנבחרו עבור תחום המגוון הביולוגי היא לעמוד על מידת רגישותם של מערכת אקולוגית לשינוי האקלים. משתתפי ועדת המומחים זיהו מספר מאפיינים שביכולתם להצביע על רגישות מוגברת של המערכת: עושר המינים בתא השטח (או היעדרו) וקצב אובדן המינים. מהדיון עלה שבכל תא שטח או בית גידול צפויים להימצא מיני מפתח: מיני חי או צומח בעלי חשיבות גבוהה במיוחד למערכת האקולוגית באזור, שאובדנם יעמיד את המערכת כולה בסיכון מוגבר. מכאן, שאובדן מיני מפתח הוא מחוון נוסף. נקודה נוספת שעלתה מהדיון היא קיומם של מינים שכבר כיום נמצאים ברגישות מוגברת בשל מגמת ההתחממות, ושהמשך ההתחממות צפוי להעמיד את המשך קיומם בתא השטח בסימן שאלה. מחוון דומה הוא זה הנוגע להסתברות הגעתם של מינים מסוימים לנקודת אל-חזור: כלומר, הסבירות שמין או אוכלוסייה בתא שטח מסוים לא יוכלו עוד להתאושש מהפגיעות שחוו. לשם שימוש בשני המחוונים האלה יש לפתח מדדים אחידים שיזהו את המינים הללו ויאפשרו לעמוד על קרבתם לסף התרמי ועל מידת הסיכון שלהם לקריסה. לבסוף, הוחלט כי למערכות אקולוגיות אחדות ישנה מידת ערכיות גבוהה משל אחרות, ושיש לתת להן עדיפות בבואנו להקצות משאבים לטובת מאמצי היערכות ושימור. משום כך, מומלץ כי ערכיות המערכת האקולוגית תהווה אף היא מחוון רגישות בתחום המגוון הביולוגי, וזהו מדד נוסף שיש לפתח. יש לציין שכל אחד מן המדדים המוצעים מעלה אתגרים מתודולוגיים לא מבוטלים.

הנתונים עבור תחום זה יתבססו בעיקר על מדד המגוון הביולוגי שפיתחו המארג והלמ"ס²³⁴.

המחוונים שהוצעו בתחום המגוון הביולוגי הם:

- א. עושר המינים בתא שטח

234. מפורסם למשל ב: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. מדדי איכות חיים קיימות וחוסן לאומי 2021. דצמבר.

235. עפרי גבאי, מרטלו שטרנברג, דרור אנג'ל ושות'. 2014. האיומים על המגוון הביולוגי בישראל בעידן של שינוי אקלים – קריאה להקמת מרכז לאומי לחקר שינוי האקלים בישראל. אקולוגיה וסביבה 5 (2): 161–171.

236. אביב אבישר, לביא קורן, זוהר ינאי, תמר מרכוס והילה גיל. 2022. נחלים תחת שינוי אקלים. מכון דש"א. ינואר.

237. Farr ER, et al. 2021. An assessment of marine, estuarine, and riverine habitat vulnerability to climate change in the Northeast U.S. PLoS ONE 16 (12): 1–35.

238. Rodgers EM. 2021. Adding climate change to the mix: responses of aquatic ectotherms to the combined effects of eutrophication and warming. Biology Letters 17 (10): 1–6.

239. IPCC. 2019. Special Report: Special Report on Climate Change and Land. Chapter 3 – Desertification.

240. United Nations Environment Program. 2004. EVI: Description of Indicators.

הבריאותית לשינוי האקלים בקרב בני אדם). לצורך מדד זה הוחלט לא להצביע על נתוני אמת הנוגעים למידת הזיהום הקיימת בתא שטח בכל רגע נתון, שכן הנתונים דינמיים. במקום זאת, הוחלט לאפיין את מידת הסיכון של תא השטח לחשיפה לזיהומים, בהישען על קרבתו למוקדי זיהום: הימצאותו במורד מוצא מתקן טיהור שפכים אל הנחל, הימצאותו בסיכון לפגיעה בגין גלישת קולחים וביוב, מידת קרבתו לפעילות אנושית המפיצה זיהומי אור ורעש, ומידת קרבתו לפעילות תעשייתית מסוכנת. להבדיל, מהדיונים עלה כי תאי שטח מסוימים מוגנים יותר מאחרים מפני סכנות זיהום (למשל שמורות טבע), ועל כן, מידת ההגנה על תא השטח מקטינה את מידת רגישותו.

המחוונים שהוצעו בתחום זה הם:

- א. הימצאות במורד מוצא מט"ש אל הנחל
- ב. סיכון לפגיעה בגין גלישת קולחים וביוב
- ג. מידת הקרבה לפעילות אנושית (אור, רעש)
- ד. קרבה לפעילות תעשייתית מסוכנת
- ה. מידת ההגנה על תא השטח

● ערך לאדם

סביבה בריאה ומערכות אקולוגיות בריאות תורמות לצמצום הפגיעות האנושית, ומהוות תנאי לקיומה של חברה בריאה ומתפקדת²⁴⁴. אמנת המסגרת למגוון ביולוגי של האו"ם (Convention on Biological Diversity) הצביעה על קשר זה, תוך התייחסות לכלל תרומותיו של המגוון ביולוגי לשמירה על רווחת האנושות²⁴⁵. בהסכם שנחתם בעקבות הוועידה בשנת 2022 מודגש כי קשר מאוזן ומקיים עם המגוון הביולוגי והסביבה מאפשר לא רק את חיינו על כדור הארץ – כי בזכותו יש לנו מזון, תרופות, אנרגיה, מים ואוויר נקיים והגנה מפני אסונות טבע – אלא גם פנאי והשראה תרבותית. דו"ח נוסף של ה-IPCC מתייחס אף הוא ליחסי הגומלין בין היעדרה של סביבה בריאה לפגיעות אנושית, תוך שימת דגש על העובדה כי קבוצות מוחלשות מבחינה

המחוונים שהוצעו בתחום זה הם:

- א. רגישות בית הגידול
- ב. מגוון בתי הגידול בתא שטח
- ג. הזרימות הסביבתיות (environmental flows) – האיזון בין צריכה אנושית אל מול זרימה לטבע

● בית גידול – מאפיינים אביוטיים

מאפייניו האביוטיים של בית גידול הם מרכיב משמעותי במידת רגישותו לשינוי האקלים²⁴¹. שני מחוונים נבחרו בתוך תחום זה, ושניהם קשורים למידת הפגיעה המתקיימת כבר בתנאים הפיזיים של בית הגידול. מידת הפגיעה במאפייני הקרקע כוללת מאפיינים כגון בליה, סחיפה, שקיעה, מצוק חופי, משטר החולות ותכולת רטיבות²⁴². מחוון זה רלוונטי לבתי גידול יבשתיים ולבתי גידול לחים. מידת הפגיעה במאפייני המים כוללת מאפיינים כגון משטר הזרימה, ספיקות, מילוי חוזר ומפלס האקווה²⁴³. מחוון זה רלוונטי לבתי גידול מימיים ולבתי גידול לחים.

המחוונים שהוצעו בתחום זה הם:

- א. פגיעה במאפייני הקרקע
- ב. פגיעה במאפייני המים

● מידת החשיפה של תא השטח לזיהומים

מידת רגישותו של מין או בית גידול לשינוי האקלים מושפעת במידה רבה מעקות נוספות שהוא נתון להן. חלק מהעקות האלה נידונו בתחומי הרגישות הקודמים שהוצעו בפרק זה. תחום זה מתמקד במישרין בעקות שמקורן בפעילות אנושית, וביתר פירוט – בחשיפה למקורות זיהום. במילים אחרות, הנחת היסוד העומדת בבסיס התחום היא שככל שמין מסוים חשוף ליותר זיהומים, כך ישנה ירידה בחוסן שלו, ורגישותו לשינוי האקלים גוברת (כשם שחשיפה כרונית לזיהום אוויר מגבירה את מידת הרגישות

241. Glick P, Stein BA, and Edelson NA (eds). 2011. Scanning the Conservation Horizon: A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment. National Wildlife Federation, Washington, D.C.

242. IPCC. 2019. Special Report on Climate Change and Land. Chapter 4 – Land Degradation.

243. אביב אבישר, לביא קורן, זוהר ינאי, תמר מרכוס והילה גיל. 2022. נחלים תחת שינוי אקלים. מכון דש"א. ינואר.

244. Cardinale BJ, et al. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature 486 (7401): 59–67.

245. UN Environment Program, Convention on Biological Diversity. Post-2020 Global Biodiversity Framework. 2021.

זיהוי ואפיון רגישותן של מערכות טבעיות בעלות ערך לאדם יאפשרו הפניית תשומות ומשאבים להגנה עליהן ולשיקומן. מתוך תפיסה זו, המחוונים שנבחרו להערכת ערכן של מערכות אקולוגיות לאדם מתבססים על ארבע הקטגוריות של שירותי המערכת האקולוגית כפי שאופיינו בדו"ח של ה-Millennium Ecosystem Assessment והפכו מאז לנפוצות²⁴⁶.

המחוונים שהוצעו בתחום זה הם:

- א. תהליכים אקולוגיים תומכים
- ב. שירותי ויסות ובקרה
- ג. שירותי אספקה
- ד. שירותי תרבות ורוח

חברתית-כלכלית נמצאות בסיכון יתר לפגיעה בעקבות פגיעות סביבתית²⁴⁶. עם זאת, לא רק הקבוצות האלה צפויות להיפגע בשל השפעות שינוי האקלים על המערכות האקולוגיות, שכן נמצא כי כל פגיעה בסביבה מלווה בפגיעה חברתית וכלכלית המשפיעה על איכות חייהם ובריאותם של בני האדם²⁴⁷. הפגיעות האלה כוללות, למשל, האצתם של תהליכי מדבור המובילים לצמצום פוריות הקרקע, עלייה בספיקות מי הנגר המובילה לבליה ולסחיפה כמו גם לפגיעה באיכות המים בסביבה ועוד.

חלק מהדיון בין המומחים נסוב סביב השאלה אם ראוי שמדד הרגישות הסביבתית יכלול מרכיב שעיקרו אומדן ערכו של בית גידול או תא שטח לאדם. בעוד כלל המשתתפים חשו כי ערכן של הסביבה והמערכות האקולוגיות עומד בפני עצמו ואיננו תלוי בתרומתן לאדם, ניכרה הסכמה שמרכיב זה צריך להיכלל במדד, ולו מטעמים תועלתניים:

246. Cardona OD, et al. 2012. Determinants of risk: Exposure and Vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field CB, et al. (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 65–108.

247. EEA. 2020. Drivers of change of relevance for Europe's environment and sustainability.

248. Corvalan C, et al. 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Health Synthesis. A Report of the Millennium Ecosystem Assessment.



פרק ה': שיקולי אינטגרציה

רקע

מושכל של המרכיבים השונים של המדד, ופיתוח מענים מושכלים עבור האתגרים האלה הם הסוגיות שעמדו בליבו של הדיון בוועדת המומחים שעסק בשיקולי אינטגרציה.

בדיון שעסק בשיקולים הנוגעים לאינטגרציה בין מישורי הרגישות השונים ובין ממדי הפגיעות המרכיבים את המדד השתתפו 23 מומחים ומומחיות מהאקדמיה, ובהם אנשי מחקר ממגוון רחב של תחומי ידע – מדעי כדור הארץ, גאוגרפיה ותכנון ערים, קיימות מקומית, בריאות הסביבה, משפט ומדיניות ציבורית – לצד נציגים מיחידות ממשלתיות מגוונות, ובהן הלמ"ס, מפ"י והשירות המטאורולוגי, וכן נציגים מהחברה האזרחית, ממכוני המחקר, מהתעשייה ומהשלטון המקומי. הדיון נערך במשך שלוש שעות, ונוהל על ידי עומרי כרמון מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב.

כפי שפורט בהקדמה, מדד פגיעות מורכב משלושה ממדים (חשיפה, רגישות, ויכולת הסתגלות), וממד הרגישות – שנמצא במוקד עבודה זו – מורכב בעצמו ממספר מישורי רגישות (חברה-כלכלה, רציפות תפקודית, בריאות, סביבה). מישורי הרגישות נבדלים זה מזה בשורה ארוכה של מאפיינים, ובהם גורמי החשיפה שיש להיערך אליהם, אופי הפגיעה הצפויה, סוג תא השטח שהמדד יפותח עבורו, ההשפעה ההדדית של מאפייני רגישות שונים אלה על אלה ועוד. ההבדלים האלה יוצרים חוסר סימטריה בסיסית בין מרכיביו השונים של המדד, ומאלצים את מפתחיו לתת את הדעת על אתגרים ומגבלות הנובעים ממנה. מכאן, שאינטגרציה מושכלת בין ממדי הפגיעות השונים, כמו גם בין מישורי הרגישות המרכיבים את ממד הרגישות, היא מפתח לפיתוחו של מדד שבכוחו לספק תמונת מצב מהימנה ותקפה. זיהוי ואפיון של האתגרים הטמונים בשילוב

הספרות

ולקבוע סדרי עדיפויות להיערכות לו. אינטגרציה מסוג זה יכולה להיעשות באחת משתי דרכים. אפשרות ראשונה היא לאמוד את מידת ההשפעה של מגזר אחד על מגזרים הקשורים לו (cross-sectoral integration); למשל, לאמוד את המידה שהשלכות הצפויות של שינוי האקלים על משק המים ישפיעו בדרך עקיפה על בריאות הציבור. אפשרות שנייה היא שימוש בכלי שיסכום את כלל ההשפעות הצפויות של שינוי האקלים כדי לערוך השוואה בין מידת פגיעותם של מגזרים שונים, תוך שימוש בכלים חישוביים סטנדרטיים.

אינטגרציה רב-מגזרית (multi-sector integration) היא כלי נוסף שבאמצעותו ניתן לצפות ולהעריך את אופן ההשפעה ואת חומרת ההשפעה של שינוי האקלים על חברה מסוימת ועל המגזרים, האזורים והקהילות המרכיבים אותה. מחברי

מדריך של ה-UNFCCC להערכת פגיעות והיערכות שפורסם בשנת 2007 מציע ארגז כלים למיפוי, להערכה ולמדידה של השפעות שינוי האקלים על מגוון מגזרים, ובהם משאבי הים, משק המים, חקלאות, בריאות הציבור ועוד²⁴⁹. אחד הפרקים במדריך מוקדש כולו לנושא האינטגרציה בין ההערכות השונות. מחברי המדריך מציינים כי השפעותיו של שינוי האקלים לא מתרחשות בבידוד זו מזו; במקום זאת, להשפעות על מגזר או אזור אחד יש כשלעצמן השפעה על מגזרים ואזורים אחרים, שעשויות להיות לא פחות משמעותיות – ואף יותר – מהשפעותיו הישירות של שינוי האקלים. על כן, חיוני שמקבלי החלטות ובעלי עניין נוספים יעמדו על כלל ההשפעות הישירות והעקיפות של שינוי האקלים בכל אזור ומגזר, ויוכלו להשוות בין פגיעותם של מגזרים, אזורים וקהילות שונות כדי להעריך נכונה את חומרת השינוי הצפוי

249. UNFCCC. 2007. Handbook on Vulnerability and Adaptation Assessment. Consultative Group of Experts on National Communications from Parties Not Included in Annex I to the Convention (CGE).

בריאות או מגוון הביולוגי. שיטה מורכבת יותר משתמשת במודלים מאקרו-כלכליים, שביכולתם לעמוד על ההשפעה של כל אירוע באופן חוצה קהילות ומגזרים. החיסרון בשיטה זו טמון במורכבותה הרבה, ובצורך לפתח כלי ייעודי עבור כל יישום. אפשרות נוספת היא שימוש במודלים להערכה משולבת (Integrated Assessment Models), שמטרתם לבחון את מערכת האקלים כמכלול ולהעריך את ההשפעות של תרחישי אקלים ופיתוח שונים (גידול אוכלוסייה, שימוש בקרקע, פליטות גזי חממה, עלייה במפלס הים ועוד).

המדריך מציינים כי יעילותה של אינטגרציה מסוג זה תלויה ביכולתה לכסות כמה שיותר מגזרים, אזורים וקהילות. נוסף על כך, עליה להשתמש בשיטת מדידה אחידה שתאפשר השוואות ישירות (אף כי הדו"ח מצייין שבהיעדרה של שיטת מדידה כמותית, גם ניתוח איכותי של ההשפעות הצפויות עשוי להיות שימושי להבעת תוצאות ההערכה). שיטת המדידה האחידה עשויה להיות פשוטה, כמו למשל הצבת ערך כספי להשפעות הצפויות – כלי נפוץ בקרב המגזר הפיננסי. אלא שלמדידה מסוג זה ישנם חסרונות, כגון הקושי והאי-ודאות במתן ערך כספי לאובייקטים שאינם נסחרים, כדוגמת

שיקולים מתודולוגיים

חלוקה לתאי שטח

סוכנות הסביבה של האו"ם פרסמה מדריך לפיתוח כלי להערכת השפעות שינוי האקלים והפגיעות להם. המדריך עומד על האתגר שבקביעת תאי השטח שבהתאם להם תבוצע הערכת הפגיעות²⁵⁰. הרי את הערכת הפגיעות ניתן לבצע בחלוקה לפי אזורים פוליטיים (מדינות, רשויות מקומיות) או לפי אזורים שאינם פוליטיים, כמו בתי גידול או אגני ניקוז; ניתן גם לבצע אותה בחלוקה לפי תמות (סביבה; כלכלה; חברה) או לפי מגזרים (מים; חקלאות; תחבורה). לבחירת האלה יש חשיבות, שכן בחירת אופן החלוקה תיצור בהכרח פרגמנטציה בחלוקה שלא נבחרה. למשל, אם נבחר בחלוקה לפי מגזרים, התמונה הסביבתית תתחלק באופן בלתי נמנע בין פרקים שונים, בעוד שאם נבחר בחלוקה לפי בתי גידול, התמונה המגזרית תהיה מחולקת. כך או אחרת, נקודת המוצא בבואנו לעצב הערכת רגישות היא בשאלת השאלה – רגישות למה? האם בכוננתנו להעריך רגישות לאירועי קיצון אקלימיים? לתנדודיות אקלימית? לחשיפה כרונית? או שמא לשינוי האקלים באופן כללי? התשובות לשאלה זו ישפיעו על המתודולוגיה שנבחר לביצוע הערכת הרגישות.

לשמש היטב גם את הערכת הרגישות במישור הבריאותי. עם זאת, לא כל מאפייני הרגישות יכולים להתחלק בצורה מסודרת על פי אזור גאוגרפי: למשל, השבתתם של אתרים בעלי חשיבות כלכלית, כמו מרכזי מסחר משמעותיים, עקב הצפות עשויה לפגוע פגיעה קשה בחוסנה הפיננסי של הרשות המקומית. עם זאת, רגישות זו איננה ניתנת לאפיון באמצעות בחינת הנתונים הנוגעים לאזור הסטטיסטי שהאתר נמצא בו, ואינם בהכרח מעידים על מידת הרגישות של האזור כולו. נוסף על כך, רגישות במישור הרציפות התפעולית עוסקת בין היתר ברגישותן של תשתיות, כגון חשמל, מים ותחבורה. פגיעה אפשרית בתשתיות האלה איננה בהכרח אינדיקציה למידת הרגישות של האזור שהם ממוקמים בו, כי אם של האזורים שצפויים להיות מושפעים מפגיעה זו (למשל, פגיעה במתקן התפלה עשויה להשפיע דווקא על צרכני המים באזורים מרוחקים ממנו). זאת ועוד, כפי שיובהר בהמשך, אזורים סטטיסטיים כלל אינם רלוונטיים להערכת רגישות במישור הסביבתי, המתמקדת במקום זאת בבתי גידול. מאידך גיסא, מאפייני רגישות הנוגעים למערכות מזון רלוונטיים לאוכלוסייה ולמשק כולו, ולא דווקא לאזור כזה או אחר.

בכל אחד מפרקי עבודה זו ישנה התייחסות לשאלת תא השטח שמישור הרגישות הנידון יתייחס אליו. כאשר מדובר ברגישות חברתית-כלכלית לשינוי האקלים, תאי השטח שערך הרגישות יופק עבורם יהיו באופן טבעי האזורים הסטטיסטיים שהוגדרו על ידי הלמ"ס, שמראש אופיינו במטרה לשמש ניתוחים חברתיים-כלכליים מסוג זה²⁵¹. אותם תאי השטח יכולים

אי לכך, סוגיית תא השטח שההערכה מתייחסת אליו צריכה להידון עבור כל מקרה לגופו, בהתאם לאופי ההערכה ולצרכים שלשמה היא מתבצעת. לצד זאת, המומחים בדיון הביעו הסכמה כי במדד לאומי אינטגרטיבי, יש לתת עדיפות לחלוקה לפי אזורים בהתאם לרשויות מקומיות שצפויות להיות הצרכניות המשמעותיות ביותר של המדד. בה בעת, באזורים

250. Bizikova L, et al. 2009. VIA Module Vulnerability and Climate Change Impact Assessments for Adaptation.

251. הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. 2022. אפיון יחידות גאוגרפיות וסיווגן לפי הרמה החברתית-כלכלית של האוכלוסייה בשנת 2019.

לספק תמונת פגיעות בהווה בהתאם לנתוני החשיפה הקיימים, או שמא הוא מבקש לתת תמונת מצב עתידית בהתאם לתחזיות אקלים לעשורים הקרובים? מבחינת המשתמשים במדד ישנם יתרונות משמעותיים לכל אחת משתי האפשרויות, והדבר תלוי בצרכי המשתמש. יש לזכור שאם ברצוננו להשתמש במדד כדי לאפיין פגיעות עתידית, יש לאפשר לצרכן גישה למסד הנתונים המלא ולביצוע ניתוחים לפי צרכיו, וזאת מעבר למגוון רחב של ניתוחי "ברירת מחדל" שהכלי יציע. לצד זאת, יש לאפשר הזנת מספר תרחישי חשיפה שונים, במנעד שבין האופטימי לפסימי מחד גיסא, וכן במנעד שבין תרחיש הפחתת פליטות משמעותית לבין תרחיש "עסקים כרגיל" מאידך גיסא. ניתן להיעזר לשם כך בתרחישים של השירות המטאורולוגי ורשות החירום הלאומית²⁵⁴. כמו כן חשוב לאפשר לצרכנים להבחין בין שני סוגי אירועים: אירועים אקוטיים (הצפות, סופות אבק) ותהליכים הדרגתיים (התחממות, עליית פני הים). כלומר, לצד קיומו של ערך פגיעות כללי יש להציע שכבות שונות של תתי-מדדים שמציעים תמונת פגיעות נפרדת עבור תקופה, מגזר, גורמי חשיפה וכיו"ב.

נוסף על אלה יש להקדיש מחשבה לשאלת החלוקה המשקלית בין מרכיבי המדד השונים. עבודה זו מתמקדת באפיון האתגרים והעקרונות המתודולוגיים שבעיצוב המדד, כמו גם בבחירת המחוונים שירכיבו אותו – ואינה עוסקת בשיקולים. עם זאת, שקלול המחוונים השונים צריך להיעשות באופן מושכל, שייתן משקל גבוה יותר למחוונים מסוימים על פני האחרים, מתוך הבנה כי חשיבותם של כלל מחווני המדד איננה זהה. במידת האפשר, יש לשקול שימוש דינמי במשקלות, בהתאם להעדפת הצרכן ולצרכיו.

בין רגישות האדם לרגישות הסביבה

השיח המחקרי והרגולטורי העוסק בהשפעותיו הצפויות של שינוי האקלים ובאמצעי ההיערכות האפקטיביים ביותר אליהן הוא ברובו שיח אנתרופוצנטרי השם את האדם במרכז. במסגרת שיח זה, הפגיעה הצפויה במגוון המינים ובבתי הגידול נתפסת לעיתים כמרכיב נוסף מתוך סל הפגיעות הצפויות באדם, שכן בריאות האדם ורווחתו מקיימות יחסי

שאינם נכללים בשטח השיפוט של רשות מקומית, תא השטח יתועד וימדד לפי הרשות הלאומית שאחראית עליו (לדוגמה, רשות הטבע והגנים תהיה אמונה על הערכת השטחים הפתוחים, וצה"ל יהיה אמון על הערכת שטחי האש). אתגר נוסף נוגע להשפעה ההדדית בין תאי שטח סמוכים זה לזה, ולקושי הנובע מהניסיון לעמוד על הפגיעות הנגזרת מסמיכות זו. נוסף על כך, יש לתת את הדעת לכך שאף בהתייחס לאותו תא השטח, גורמים נוספים מוסיפים מורכבות מתודולוגית לביצוע האינטגרציה בין מחווני הרגישות השונים. למשל, ישנם נתוני חשיפה שרלוונטיים רק לקיץ, ואחרים שרלוונטיים רק לחורף, וכל אחד מהם מתייחס לתא שטח שונה (לדוגמה, לא צפויה חפיפה מלאה בין אזור המועד להצפות אל מול אזור המועד לאי חום עירוני). זאת ועוד, ישנם אזורים שרגישותם באה לידי ביטוי בעיקר ביום (אזורי תעסוקה למשל), ואזורים אחרים שרגישותם באה לידי ביטוי בעיקר בערב ובבילילה (אזורי מגורים).

התאמת המדד למגוון צרכים ושימושים

נקודה שעלתה שוב ושוב בדיונים נוגעת לחשיבות שבהתאמת המדד למספר גדול של צרכני קצה (משרדי ממשלה, רשויות מקומיות, המגזר העסקי, החברה האזרחית, מערכת הביטחון ועוד), שיוכלו לעשות בו מנעד רחב של שימושים לפי צורכיהם השונים. משתמש אחד עשוי להזדקק לערכי הרגישות הרלוונטיים לסיכונים החברתיים-כלכליים של גלי חום באזור מסוים, ואילו משתמש אחר עשוי להזדקק לערכי הרגישות לסיכונים הצפויים עבור המגזר החקלאי. שימוש דיפרנציאלי מעין זה מצריך מדד מודולרי שיאפשר ניתוח גמיש של הנתונים הקיימים, וכן חשוב שתוצרי המדד יוצגו בצורה ברורה ונגישה. בהקשר זה ניתן לציין כלי שפיתחה רשות החירום הלאומית עבור הרשויות המקומיות. פרטוקול זה, המכונה מכלולים, עושה שימוש במתודולוגיית Multi-Hazard Mitigation Planning²⁵², ומפרט את חלוקת התפקידים והאחריות הנחוצה ברשות המקומית בשעת חירום²⁵³. צוין בדיון כי ראוי שבפיתוח מדד הפגיעות ייעשה שימוש גם במתודולוגיה זו.

נוסף על כך, יש לתת את הדעת לתקופת הזמן שעבורה מבקש מדד הפגיעות לספק מענה: האם המדד מבקש

252. e.g. FEMA. 2008. Local Multi-Hazard Mitigation Planning Guidance.

253. מרכז השלטון המקומי, רשות חירום לאומית, פיקוד העורף ומשרד הפנים. 2019. מנחה למנהל אגף חירום ובטחון במטה החירום העירוני. בהתאם ל"תיק אב לעירייה לחירום". אפריל.

254. השירות המטאורולוגי ורשות החירום הלאומית. 2023. תרחישי ייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל. מרץ.

לאדם וכמרכיב נוסף מבין סך מרכיבי הפגיעות. המדד המוצע יאפשר גם שימוש כזה.

הצעות עבור ממד יכולת ההסתגלות

כזכור, פגיעות מורכבת משלושה ממדים: חשיפה, רגישות ויכולת ההסתגלות. עבודה זו מתמקדת בממד הרגישות בלבד כפי שהוגדר לעיל, ואינה עוסקת בממדי החשיפה ויכולת ההסתגלות. עם זאת, בעוד שממד החשיפה נבדל באופן ברור משאר ממדי הפגיעות, ההבחנה בין ממד הרגישות וממד יכולת ההסתגלות איננה כה חדה. מהספרות עולה הבחנה אחת מקובלת, שלפיה בעוד שממד הרגישות מתבטא במחוונים בעלי ערכים כמותיים, ממד יכולת ההסתגלות מתבטא בדרך כלל במחוונים איכותיים (למשל – מידת מוכנותן של המערכות הפיננסיות לשינוי האקלים²⁵⁸; או מידת האמון של התושבים במוסדות המחקר והשלטון²⁵⁹). אף שזהו נושא לעבודה נפרדת, ראוי להדגיש כי חיוני לשלב מדדים איכותיים במדד; בהיעדר מדדים מסוג זה יכולתנו להבין את רמות הפגיעות של האוכלוסיות השונות ולפתח מענים מותאמים תיפגע בהכרח. למשל, מחקרים הדגימו כי פגיעות אקלימית מושפעת, בין היתר, מנורמות תרבותיות של מהגרים שאינן מותאמות לתנאי האקלים במדינת היעד²⁶⁰, מקיומו של הון חברתי ומהשפעתו על התנהלות נכונה בעת אירועי מזג אוויר קיצוני²⁶¹, ומתפיסות הסיכון הרווחות שביכולתן להגביר את הסיכון או לצמצמו²⁶². נוסף על כך, יש לציין כי מוחלשות הנובעות מגורמים חברתיים-תרבותיים נמצאה כגורם מכריע בגיבוש אמצעי ההסתגלות לא מיטביים, כגון גניבות רכוש ומזון, אלימות וכו'^{263,264}.

גמלין עם שירותי המערכות הטבעיות ותלויות בהן תלות מוכרעת. אך בעידוד המומחים והמומחיות שהשתתפו בדיון, עבודה זה יוצאת מנקודת הנחה שלפיה למערכות האקולוגיות ישנו ערך בפני עצמן – ערך שאיננו תלוי בתלות האדם בהן.

בתוך כך, יש לזכור כי מטרת עבודה זו היא לגבש מתודולוגיה להערכת רגישות בארבעה מישורים – שהרגישות הסביבתית מהווה מישור אחד ביניהם – וזאת במטרה ליצור ערך פגיעות אחיד. מכאן נובע אתגר מתודולוגי הנוגע למידה שבה ערך פגיעות אחיד יכול לבטא פגיעות לאדם ולסביבה. השאלה הזו ניתנת לפתרון בשתי גישות שונות. לפי הגישה האנתרופוצנטרית, האדם ממילא תלוי בסביבה הטבעית: שלמות האדם ובריאות הסביבה קשורות זו לזו בקשר הדוק, ומכאן שכל פגיעה בסביבה פירושה פגיעה באדם^{256,255}. רגישות הסביבה תורמת לסך מרכיבי הרגישות האנושית, ומכאן שמישור הרגישות הסביבתית אינו שונה במהותו ממישור הרגישות החברתי-כלכלי או הבריאותי. כל מישורי הרגישות, לפי גישה זו, מתקיימים באותו רובד²⁵⁷. מאידך גיסא – וזו הגישה שזכתה לתמיכת רוב משתתפי הוועדה – לסביבה יש ערך בפני עצמה, ולא נכון לצמצמה לכדי מערכת שתכליתה לשרת את האדם, כמו מערכת התחבורה למשל. לפי גישה זו, כלל לא בטוח שמישור הרגישות הסביבתית צריך להוות מרכיב בממד פגיעות אחיד, ונכון יותר שיהיה מדד שיעמוד בזכות עצמו, נפרד מממדי הפגיעות האחרים. עם זאת, ייתכן שעבור שימושים שונים המשתמשים בכלי יעדיפו לשקול את מישור הרגישות הסביבתית כמקביל לשאר מישורי הרגישות

255. Drimie S, et al. 2005. Human vulnerability to environmental change. Background Research Paper for the South Africa Environment Outlook.

256. IPBES-IPCC Co-Sponsored Workshop. 2021. Biodiversity and Climate Change: Scientific outcome.

257. Lewis PGT, et al. 2023. Characterizing vulnerabilities to climate change across the United States. *Environment International* 172: 107772.

258. European Investment Bank. 2022. Joint methodology for tracking climate change adaptation finance.

259. Cologna V and Siegrist M. 2020. The role of trust for climate change mitigation and adaptation behaviour: A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology* 69: 101428.

260. Hansen A, et al. 2013, Extreme heat and climate change: Adaptation in culturally and linguistically diverse (CALD) communities, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 101 pp.

261. Guardaro M, Hondula DM, and Redman CL. 2022. Social capital: improving community capacity to respond to urban heat, *Local Environment* 27 (9): 1133–1150.

262. Guardaro M, et al. 2022. Adaptive capacity to extreme urban heat: The dynamics of differing narratives. *Climate Risk Management* 35: 1–13.

263. Miles-Novelo A and Anderson CA. 2019. Climate Change and Psychology: Effects of Rapid Global Warming on Violence and Aggression. In *Climate Change and Conflicts* (E Gilmore and E Tennant, (eds.)). *Current Climate Change Reports* 5: 36–46.

264. Mukherjee A and Sanders NJ. 2021. The Causal Effect of Heat on Violence: Social Implications of Unmitigated Heat Among the Incarcerated. National Bureau of Economic Research. Working Paper 28987.

מסוימים מדובר בנתונים שכבר עובדו לכדי מדד מסוים; במקרים אחרים מדובר בנתונים גולמיים שיש לעבדם ולפתח לשם כך מדד רלוונטי; במקרים נוספים מדובר בנתונים שטרם נאספו או טרם נאספו במלואם, ויש להקים מנגנון לאיסופם. חיוני לוודא כי הנתונים המוזנים למדד הם באיכות גבוהה, שמקורם בגופים מהימנים ומוסמכים, ושהם עוברים תיקוף וטיוב מתמיד, משום שמידת האמון של הציבור ומקבלי ההחלטות במדד ובתוצאותיו היא שתכריע בסופו של דבר את מידת השימוש בו, את תכיפות השימוש בו ואת יכולתו להשפיע על קבלת ההחלטות.

יש יתרון למתודולוגיות קיימות ומתוקפות על פני פיתוח כלים חדשים. טענה זו מתייחסת למאפייני האינטגרציה בין ממדי הפגיעות המרכיבים את מדד הפגיעות הכללי (כלומר, השילוב בין ממדי הפגיעות השונים הכוללים חשיפה, יכולת הסתגלות ורגישות), וכן למאפייני האינטגרציה בין המישורים השונים המרכיבים את מדד הרגישות (חברתית-כלכלית, בריאותית, סביבתית, ואלה הנוגעים למישור הרציפות התפקודית). במילים אחרות, גיבוש המתודולוגיה לעיצוב מדד פגיעות אקלים לא צריך להיעשות יש מאין, אלא לשאוב כלים ועקרונות ממתודולוגיות שפותחו כבר על ידי צוותי חוקרים מהארץ ומהעולם. בין הדוגמאות שעלו בדיון נמצאים מדד DALY של הארגון העולמי לחישוב נטל המחלות בקהילה מסוימת²⁶⁹ ומתודולוגיית ה-FUAs של הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD) להשוואת מגמות חברתיות-כלכליות ומרחביות של ערים שונות²⁷⁰. אלה כמובן רק שתיים מתוך מגוון רחב מאוד של מדדים קיימים בשלל תחומים. דגש מיוחד יש לשים על מדדים קיימים של הלמ"ס, דוגמת מדדי איכות חיים ומדדים נוספים.

מהדיונים בשולחנות העגולים השונים עלו כמה וכמה הצעות למחוננים במישור החברתי-כלכלי, שאף כי אינם מתאימים, ככל הנראה, לשמש מחונני רגישות, ייתכן שיהיה להם ערך כמחונני יכולת הסתגלות, ועל כן יש מקום לציין פה בקצרה. ראשית, לצד היותה של אוכלוסיית העשירונים התחתונים פגיעה יותר לנזקי שינוי האקלים, עומד לה אתגר נוסף, והוא יכולתה המוגבלת לגייס אמצעים ומשאבים מספקים ברמה המקומית כדי להיערך למגמות הצפויות²⁶⁵. אתגר דומה צפוי לעמוד גם בפני רשויות מקומיות, היות שפערים במוכנות ובהיערכות יובילו לכך שיישובים חלשים יינזקו בגין שינוי האקלים באופן משמעותי יותר²⁶⁶. על כך ניתן להוסיף סוגיות כגון מנהל תקין ברמת השלטון המקומי, משילות²⁶⁷, יעילות הקצאת המקורות התקציביים הציבוריים, אמון הציבור ברשות ועוד. בהקשר של חוסן פיננסי ברמת המשק, נמצא כי פתיחות למסחר בין-לאומי מייצרת יציבות במשק, בעוד היעדר פתיחות מעלה את רמת הרגישות של המשק לתנודות שמקורן בשינוי האקלים²⁶⁸. כל אלה יכולים לשמש מחוננים רלוונטיים בממד יכולת ההסתגלות, אך לא יידונו בעבודה זו, שעוסקת במפורש רק בממד הרגישות. גם עבור מדד הרגישות הסביבתית עלו בין המומחים הצעות למחוננים שיתכן שיתאימו יותר לשמש מחוננים ליכולת ההסתגלות, כדוגמת הערכת מידת ההתייחסות לשיקולי שמירת טבע וקיימות במדיניות הציבורית הרלוונטית; קיומן של פרקטיקות ואסדרות שעניינן ניטור ומדידה; קיומן של תוכניות אב ותוכניות אסטרטגיות להיערכות לשינוי האקלים; יכולת הביצוע והאכיפה של הרשויות הרלוונטיות; המודעות הציבורית לסיכונים העומדים בפני בית גידול כזה או אחר.

שימוש בנתונים ובמדדים קיימים

בכל אחד מפרקי העבודה צוינו המקורות שניתן לאסוף מהם את הנתונים הרלוונטיים לתחומי הרגישות שנידונו. במקרים

265. אופירה אילון, חיים קותיאל, נורית קליאוט ושות'. 2013. מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל: מתווה להיערכות הרשויות המקומיות. אוניברסיטת חיפה, אוניברסיטת תל אביב, הטכניון, מוסד שמואל נאמן, והמשרד להגנת הסביבה.

266. דני רבינוביץ. 2011. סביבה ואי-שוויון. בתוך: קיימות: חזון, ערכים, יישום. עורך: גרמי בנשטיין. מרכז השל והמשרד להגנת הסביבה. עמ' 204–211.

267. Duit A. 2016. The four faces of the environmental state: environmental governance regimes in 28 countries, *Environmental Politics* 25 (1): 69–91.

268. United Nations. 2022. High Level Panel on The Development of a Multidimensional Vulnerability Index: Interim Report.

269. World Health Organization. 2020. WHO methods and data sources for global burden of disease estimates, 2000–2019. 2020.

270. Dijkstra L, et al. 2019. The EU-OECD Definition of a Functional Urban Area. 2019.

