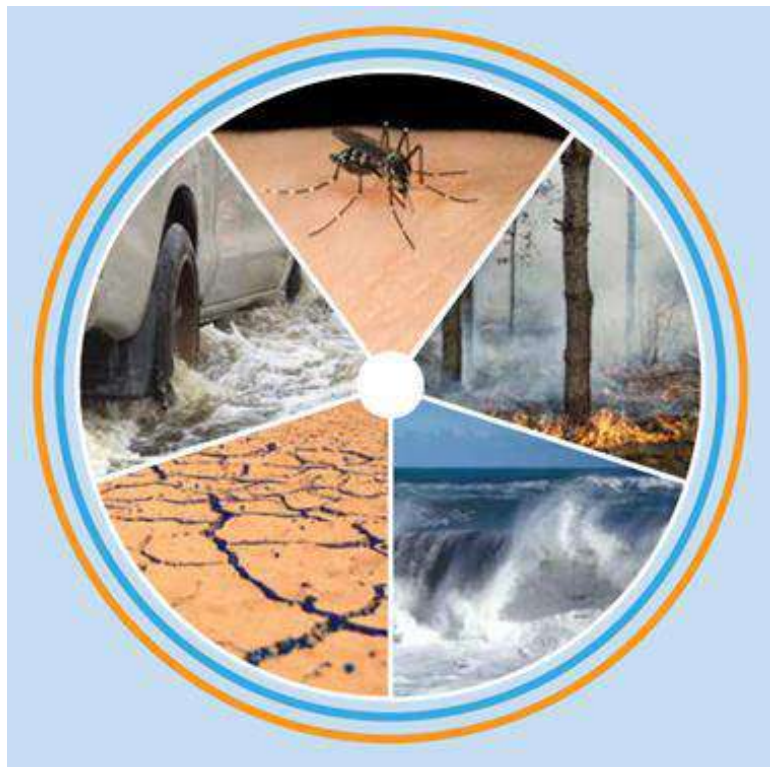


היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: המלצות לממשלה לאסטרטגיה ותכנית פעולה לאומית



**המשרד להגנת הסביבה
מדינת ישראל
תאריך: 31 בדצמבר 2017**

היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: המלצות לממשלה לאסטרטגיה ותכנית פעולה לאומית

תודות

מסמך זה הגיע לבשלות לאחר שנות עבודה שכללו בחינת נתונים ומידע מדעי, דיונים, התלבטויות, תהליכי הטמעה וכתיבה, וזאת הודות לעזרתם המקצועית של אנשים רבים.

בראש וראשונה אנשי מרכז הידע לשינוי אקלים וציוותי ההיגוי שפעלו בין השנים 2011-2015 בהובלת אוניברסיטת חיפה ובהשתתפות הטכניון, אוניברסיטת תל-אביב ומוסד שמואל נאמן אשר בנו את בסיס הידע הראשוני לטובת צרכי ההיערכות של ישראל להסתגלות לשינוי אקלים: פרופ' מרדכי שכטר, ראש מרכז הידע הקודם וראש תחום כלכלה; פרופ' אופירה אילון, ראש מרכז הידע; פרופ' חיים קותיאל, ראש תחום אקלים; פרופ' נורית קליאוט, ראש תחום מים; פרופ' מנפרד גרין, ראש תחום בריאות; פרופ' מרסלו שטרנברג, ראש תחום מגוון ביולוגי; פרופ' גדי קפלוט, ראש תחום בנייה ירוקה; ד"ר תמי טרוק בתחום התכנון והבינוי העירוני; פרופ' ארנון סופר, ראש תחום גיא-אסטרטגיה; ד"ר ציפי עשת, כלכלה; גב' אילת דוידוביץ, מרכז הידע לשינוי אקלים; גב' דבי קאופמן, שיווק בינלאומי.

תודות למנכ"ל ולסמנכ"ל משרדי הממשלה השונים ששיתפו פעולה לאורך הדרך.

אנשי המקצוע במשרדי הממשלה השונים סייעו לאורך השנים בחשיבה בונה בנושא, בהשתתפות בדיוני ועדת המנכ"לים ובדיונים נוספים, בסדנאות, ימי עיון, ושיחות הבהרה רבות, בהטמעת הנושא במשרדיהם, בכתיבת וארגון הפרקים הרלוונטים למשרדם, לכולם מגיעה התודה:

ד"ר יואב לוי, אבנר פורשפן, ניר סתיו וד"ר הניה ברקוביץ, השירות המטאורולוגי – משרד התחבורה; ד"ר משה ינאי, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה; ד"ר עמיר גבעתי, השירות ההידרולוגי – רשות המים; מיקי זיידה, רשות המים; ענת לוינגרט-אייצ'צ'יי, ד"ר גדעון טופורוב, מרק פרל, ד"ר צפרייר גרינהוט, ד"ר אביחי פרל, ערן אטינגר, בני יעקובי, ד"ר אלי ארגמן, ד"ר ג'ניה גוטמן, ד"ר גיל אשל, פרופ' עבד גרה, ד"ר ארז ברקאי, דורית כבביה, ד"ר עוזי בכר, ד"ר עינב מייזליש-גטי, ד"ר עופר שטייניץ (עמית ממשק בעבר) משרד החקלאות; שרון ברקת ורפי ריש, מינהל התכנון; שולמית גרטל, אסתי ליס וטלי הירש-שרמן, משרד הבינוי והשיכון; פרופסור איתמר גרוטו, ד"ר שי רייכר, ד"ר מיכאל גדלביץ' וד"ר איזבלה קרקיס, משרד הבריאות; ד"ר דוד אסף, משרד הכלכלה; כרמית פינץ', משרד התיירות; זאב שדמי, משרד התחבורה; חיים יפרח, משרד הפנים; ערן פיינמסר, שי עמרם, המשרד לביטחון הפנים; רותם זהבי, חני פלג ורותי מנדלוביץ, משרד החינוך; אורי דביר, משרד האוצר; ד"ר עינת מגל וד"ר גדעון פרידמן, משרד האנרגיה; ד"ר טארק אבו חאמד, נתנאל מאז"ה, ד"ר משה בן-ששון, משרד המדע; אילן פלוס, דניאל כרמון, פנחס אביבי, שרון קבלו, מרים פרנק, משרד החוץ; איתן ארם ואורנה עידו-ליכטמן, משרד הבטחון; רוני בר-לוי, משרד הרווחה; מאיה קרבטרי, דניה ואקנין ולינור שגיא, פורום ה-15; ד"ר דוד ברנד, אביב אייזנבנד, קק"ל; טטיאנה אילריונוב ועודד אגמון, רשות החשמל; משה בכר, ד"ר דוד אלמקייס, שמעון פרונט, שמעון (שיקי) פישר, חברת החשמל; שלמה דולברג, קרנית גולדווסר, מרכז השילטון המקומי; נאור ירושלמי, מאיה גבעון ולירון מעוז, חיים וסביבה; משה צדרבוים, חברת ענבל; תת-אלוף זאב צוק-רם, סא"ל אייל הראל, המטה לביטחון לאומי; אסנת אביטל וניר קנטור, התאחדות התעשיינים; מנחם זלוצקי, אנה טרכנבורט, ד"ר אור גולדפרב, גלית פלצור, ד"ר אורי שלום, תמר יגר, יהונתן אלעזר, נועה שטיינר, רן אברהם, איילת רוזן, אמיר ארז, המשרד להגנת הסביבה;

תודה לצוות בלשכתי, ד"ר אורנה מצנר על ליווי עבודת מרכז הידע וסיוע בכתיבת התכנית, ליובל בנשלום בסיוע בתאום מול הגורמים המקצועיים ובהטמעת ועריכת מסמך ההמלצות, לויקי חי על הסיוע הארגוני של ימי עיון, כנסים וועדות לאורך השנים ולד"ר ערן ברקוביץ אשר סייע רבות בכתיבה והנחת היסודות לתכנית בטיוטה הראשונה.

אבקש להתנצל באם נשמטו שמות נוספים של גורמי מקצוע אשר תרמו לגבוש התכנית.

ד"ר סיניה נתניהו
המדענית הראשית
המשרד להגנת הסביבה

תוכן העניינים

תקציר מנהלים

8

1. מבוא

16

1.1. החשיבות בהיערכות לשינויי אקלים

17

1.2 מחויבות הממשלה להיערכות להסתגלות לשינויי האקלים

22

1.3 הסתגלות לשינויי אקלים במדינות שונות

29

1.4 הסתגלות ישראל לשינויי אקלים

33

1.5 אינדיקאטורים להיערכות לשינויי אקלים

35

1.6 הזדמנויות להשתלבות ישראל במאמץ הבינלאומי

37

2. אקלים, הידרו-אקלים וים: מגמות, תחזיות ותרחישים

45

2.1 אקלים

46

2.1.1 מגמות שנצפו באקלים בישראל

46

2.1.2 תחזיות אקלים עד לשנת 2100: גלובלי, אזורי ומקומי

47

2.1.3 תרחישי ייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל

64

2.2 הידרו-אקלים

69

2.2.1 מגמות הידרו-אקלימיות נצפות וחזויות בישראל והשפעתן על משק המים

69

2.2.2 תרחישי ייחוס לשיטפונות חריגים בישראל ברמה ארצית ומקומית

73

2.3 ים - מגמות

82

2.3.1 ים תיכון

83

2.3.2 מפרץ אילת

84

3. הערכת ההשפעות של שינויי אקלים ואירועי קיצון של מזג האוויר על המשק

86

3.1 בריאות הציבור

87

3.2 תשתיות ורכוש

88

89	3.3 משק המים
89	3.4 חקלאות
92	3.5 המגוון הביולוגי
93	3.6 אנרגיה
94	3.7 בנייה ירוקה ותכנון עירוני
94	3.8 כלכלה
95	3.9 חברה
95	3.10 שלטון מקומי
96	3.11 השפעות גיאו-אסטרטגיות
98	4. דוגמאות לתוכניות פעולה המתבצעות כיום במשק הישראלי
99	4.1 רשות המים
99	4.2 משרד הבינוי
101	4.3 משרד הבריאות
104	4.4 משרד החקלאות ופיתוח הכפר
106	4.5 משרד החינוך
106	4.6 משרד התיירות
107	4.7 קק"ל
107	4.8 משרד התחבורה
112	4.9 המשרד לביטחון פנים
114	5. המלצה לאסטרטגיה לאומית
115	5.1 חזון
115	5.2 מטרות העל של התכנית
116	5.3 כללים ואמצעים להטמעת התכנית
116	תכנית פעולה 1. דרישה ממשלתית להיערכות ישראל להסתגלות לשינוי האקלים
117	תכנית פעולה 2. הקמת מנהלת להובלת יישום התכנית

122

6. המלצות לתכניות פעולה משקיות

מטרה 1. צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי

- 124 6.1 בריאות הציבור
- 125 תכנית פעולה 3. ניטור מקרי תמותה, תחלואה וטיפול בקבוצות סיכון
- 131 6.2 מים
- 132 תכנית פעולה 4. יישום תכנית האב למשק המים
- 135 6.3 בנייה ותכנון עירוני
- 141 תכנית פעולה 5. תחיקה ותכנון
- 143 תכנית פעולה 6. כלים כלכליים
- 146 תכנית פעולה 7. הכשרה, מחקר ופיתוח
- 148 תכנית פעולה 8. הסברה
- 152 תכנית פעולה 9. בחינת מינהור כפתרון ריאלי וישים לישראל
- 152 6.4 חקלאות
- 152 תכנית פעולה 10. שימור המגוון של צמחי חקלאות
- 154 תכנית פעולה 11. שימור משאבי המים, הקרקע והסביבה
- 157 תכנית פעולה 12. הכנת תכנית להערכות לשינויי אקלים והערכת סיכונים בחקלאות
- 158 תכנית פעולה 13. פגעים ומזיקים בחקלאות
- 158 תכנית פעולה 14. השקעה במו"פ ומיפוי פערי ידע בחקלאות
- 159 6.5 יער ושריפות יער
- 160 תכנית פעולה 15. יעור כאמצעי להפחתת נזקי שינוי האקלים
- 161 תכנית פעולה 16. יערות וממשק שריפות
- 162 תכנית פעולה 17. הקמת אזורי חיץ להגנת ישובים ונכסים אסטרטגיים
- 163 משריפות יער
- 163 תכנית פעולה 18. ממשק רעייה אקולוגי בחורש וביער למניעת שריפות
- 166 6.6 אנרגיה
- 166 תכנית פעולה 19. היערכות סקטור האנרגיה לשינוי אקלים
- 171 6.7 תיירות
- 171 תכנית פעולה 20. תיירות מותאמת אקלים
- 173 6.8 שלטון מקומי
- 173 תכנית פעולה 21. שיתוף פעולה ממשלתי ועירוני בנושא היערכות לשינויי אקלים
- 178 6.9 ביטחון
- 178 תכנית פעולה 22. ביטחון וצה"ל
- 179 תכנית פעולה 23. ביטחון פנים

מטרה 2. הגדלת העמידות של המערכות הטבעיות

- 179 6.10 מגוון ביולוגי ושרותי המערכת
- 182 תכנית פעולה 24. שימור המגוון הביולוגי ותמיכה במערכות עמידות
- 191 תכנית פעולה 25. ניהול אקולוגי של מקורות המים, מניעת זיהום, שיקום נחלים

מטרה 3. בנייה וחיזוק בסיס הידע המדעי לצורך קבלת החלטות

194	6.11 ניטור, מחקר, הערכת סיכונים והמלצות למדיניות
194	תכנית פעולה 26. יצירת תכנית ניטור לאומית כוללת
196	תכנית פעולה 27. חיזוק הידע האקלימי ובניית יכולת המחקר הישראלי
201	תכנית פעולה 28. צמצום פערי הידע ומחקרים יישומיים במגוון תחומים
201	תכנית פעולה 29. הכנה ו/או עדכון תוכניות היערכות לאומיות ומקומיות לאסונות טבע

מטרה 4. חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע

202	6.12 חינוך והסברה
203	תכנית פעולה 30. הנגשת מידע ויידוע הציבור

מטרה 5. השתלבות במאמץ הגלובלי, קידום שת"פ אזוריים ובינ"ל ובניית כלכלה מותאמת אקלים

203	6.13 השתלבות במאמץ הגלובלי להתמודדות עם שינויי אקלים
206	תכנית פעולה 31. היבטים מדיניים-דיפלומטיים והמלצות למדיניות
211	תכנית פעולה 32. תמיכה ושיווק טכנולוגיות ישראליות להסתגלות לשינויי אקלים בארץ ובעולם

נספחים:

214	נספח 1. פירוט המחקרים הדרושים במגוון תחומים:
	אקלים
	מים
	כלכלה
	מערכות אקולוגיות
	גיא-אסטרטגיה
	בריאות הציבור
	בנייה ותכנון עירוני
	חקלאות

נספח 2. תרחישים להצפות ושיטפונות באזורים שונים בארץ, השירות ההידרולוגי 229

251	נספח 3 הצורך באינדיקטורים מפורטים בחקלאות
253	נספח 4 השפעות גיא-אסטרטגיות

תקציר מנהלים

התכנית הלאומית להסתגלות לשינויי אקלים הינה תכנית המלצות לממשלה לאסטרטגיה ולפעולות משקיות שתכליתן היערכות והתמודדות מדינת ישראל עם שינויי האקלים ואירועי מזג אוויר קיצוניים המתרחשים והחזויים באזורנו. התכנית נבנתה לאורך מספר שנים והינה תולדה ישירה של החלטת ממשלה מספר 474 (חמ"1) מיום ה-25.6.2009. התכנית משקפת את התפתחות הידע המדעי והסכמות בין-לאומיות בנושא בשנים האחרונות. נדרש היה לבצע התאמות ולהבין את ההשפעות של שינויי האקלים על ישראל – מידע שהיה חשוב לבסס טרם בונים ומציעים מתווה היערכות. מוסכם כיום כי על אף שננקטים צעדים עולמיים להפחתה משמעותית של פליטות גזי חממה עדיין צפויים שינויי אקלים ואירועי מזג אוויר קיצוניים ברמה העולמית. יתרה מזאת, העובדה כי חרף הצעדים הנעשים להפחתת פליטות במדינות המפותחות, קצב הפליטות, במיוחד במדינות המתפתחות, נמצא בעלייה מתמדת, דבר המעלה חשש כי עוצמת שינויי האקלים תגבר.¹ תהליך צמצום שינויי האקלים צפוי לקחת שנים רבות, ותלוי במידת המחויבות של הקהילה הבינלאומית להסכמי פריז ואף מעבר, ובעיקר מחויבות של המדינות המזהמות הגדולות, לטיפול רציף ושיטתי בנושא. לפיכך, הגישה הרווחת היא שיש להיערך להשפעות של שינויי האקלים ואירועי מזג אוויר קיצוניים באמצעות פעולות שמאפשרות הסתגלות לתנאים החדשים, ובכך להפחית את החשיפה לסיכונים הנובעים מהם.²

ההיערכות צריכה להתבצע במוכנות, הן לאירועי מזג אוויר קיצוניים (למשל, גלי חום, שיטפונות, שלגים) והן להשפעות אקלימיות ארוכות טווח (למשל, עליית מפלס פני הים, הפחתה מתמשכת בכמויות המשקעים). **אסטרטגיה לאומית והגדרת פעולות להסתגלות לשינויי האקלים שיאומצו ע"י ממשלת ישראל יאפשרו צמצום נזקים פוטנציאליים וניצול הזדמנויות ומיצוי תועלות הקשורות לשינויי האקלים.**

האסטרטגיה הלאומית להיערכות נשענת על 5 מטרות ראשיות :

1. צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי
2. הגדלת העמידות של המערכות הטבעיות
3. בניית וחיזוק בסיס הידע מדעי
4. חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע
5. קידום טכנולוגיות להסתגלות לשינויי אקלים וסיוע חוץ.

¹ <http://www.wri.org/blog/2016/04/roads-decoupling-21-countries-are-reducing-carbon-emissions-while-growing-gdp>

² https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_syr_headlines_en.pdf

כדי לעמוד בהשגת מטרות אלו, החל המשרד להגנת הסביבה, בסיוע משרדי ממשלה נוספים, בגיבוש הידע לגבי שינויי אקלים, ארגונו והפצתו. ידע זה כולל היבטים מטאורולוגיים והידרולוגיים של שינויי אקלים ואירועי קיצון, הבנת השפעות והשלכות של שינויי האקלים על כלל מגזרי המשק, זיהוי פערי ידע, מיפוי תכניות פעולה שכבר מתקיימות ואלו המתוכננות לעתיד. המידע שנצבר הועבר למשרדי הממשלה השונים וגופים נוספים אשר פיתחו תכניות פעולה רלוונטיות למשרדיהם.

התכנית מבוססת על ההבנה שהסתגלות לשינויי האקלים הינה תהליך ארוך טווח, הכולל בתוכו אי ודאות לגבי אופי השינויים, השפעתם, עוצמתם, היקפם ומועד הופעתם. אמידת היקף הסיכונים וההשלכות הכלכליות שלהם מהווה אתגר משמעותי. עקב כך, יש בראש ובראשונה לתת דגש לשילוב אמצעי היערכות והסתגלות בכלל הפעולות הרלוונטיות של משרדי הממשלה ובהחלטות ממשלה. באופן ספציפי, מומלץ (1) לשלב, כדרך קבע, צעדי היערכות והסתגלות לשינויי אקלים בפעולות שוטפות של משרדי הממשלה (mainstreaming) ו- (2) להוציא לפועל פעולות הנושאות תועלות כלכליות מרובות אחרות בנוסף לתועלת הנובעת מצמצום הסיכון והחשיפה לשינויי אקלים. במספר תחומים זיהינו כי נדרשת הבנה של המשמעות הכלכלית ארוכת הטווח של השפעות שינויי האקלים, בעיקר בהחלטות המאופיינות בהשקעות כספיות גדולות בתשתיות אסטרטגיות לאומיות בעלות אורך חיים משמעותי (למשל, ההשפעה ארוכת הטווח של עליית מפלס פני הים על תיפקוד נמלים).

במהלך המאה ה- 21 צפויים שינויים ניכרים באקלים ברחבי העולם בכלל ובישראל בפרט. התכנית צריכה לתת מענה לשינויי האקלים הצפויים בישראל עד סוף המאה ה-21, ובכלל זאת לאפשרות התחממות של $1.5-3.0^{\circ}\text{C}$ בחורף ו- $1.5-4.0^{\circ}\text{C}$ בקיץ והפחתת המשקעים באיזורים מסוימים בשיעור שבין 10% ל-20%. בנוסף, תתכן עליה בהסתברות לאירועי מזג אוויר קיצוניים כגון גלי חום, בצורות ושטפונות. במידה ולא ינקטו צעדי מניעה לצמצום החשיפה להשפעות של שינויי אקלים ואירועי מזג אוויר קיצוני, עלול המשק על ענפיו השונים להיזק כלכלית באופן משמעותי. מחקרים מראים על פגיעה כלכלית במשקים כלכליים עם שונות בין ענפי המשק ובין מדינות. למשל, מחקר שסקר לאחרונה את ההשפעה של טמפרטורה על יצרנות חקלאית וזו שאינה חקלאית במדינות מפותחות ומתפתחות, מצא כי ממוצע ההכנסות הגלובלי צפוי לרדת בכ- 23% ופערי אי-שיוויון כלכלי גלובליים עלולים לגדול עד שנת 2100 ביחס למצב ללא שינויי אקלים.³

³ Burke, M. et al. Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature* 527,235–239, 12 November, 2015.

הידע בתחום שינויי האקלים והשפעתם וכן הידע בנוגע לסיכויי ההצלחה של צעדי ההסתגלות וכדאיותם הכלכלית עדיין לוקה בחסר. לפיכך בתכנית מוצגת אסטרטגיה המבוססת על שלושה יסודות משלימים:

הראשון הוא המשך העצמת המחקר וצמצום פערי הידע בכל התחומים הרלוונטיים. למשל, נדרש שיפור מתמיד של מודלים אקלימיים והידרו-אקלימיים ברמה המקומית מעבר להישענות על מודלים גלובלים ואיזוריים.

השני הוא הטמעת החשיבה של השפעות שינוי אקלים וארועי מזג אוויר קיצוניים בפעולות השוטפות המבוצעות במשק והתאמת הפעולות גם להשפעות אקלים צפויות.

היסוד השלישי הוא נקיטת צעדי מדיניות בגישת אי-חרטה (no regret). דהיינו, צעדי מדיניות, אשר גם אם לא יתרחשו תופעות קיצון חדשות או חריגות בעקבות שינויי אקלים, עדיין צפויה תועלת למדינה ולאזרחים כתוצאה מהם. יוער ויודגש כי הן הידע הגלובלי והן זה המקומי מעידים על שינוי אקלים וארועי מזג אוויר קיצוניים.

הסתגלות לשינויי אקלים הינה מעבר למנדט של משרד ממשלתי זה או אחר לכן נדרש היה לגבש אסטרטגיה ותוכניות פעולה לאומיות בין-משרדיות רב-תחומיות. היערכות והסתגלות הינם תהליכים ארוכי טווח הדורשים מחויבות וגמישות בכדי להגיב לידע ומידע חדשים. התכנית חייבת להיות דינמית ואדפטיבית ולהיבחן אחת למספר שנים וזאת על מנת לבחון את התקדמותה, לבדוק מידע חדש שנאסף ולשפר את ההיערכות. כאשר שינויי האקלים יהפכו שכיחים יותר, יש צורך להשקיע בתוכניות ממוקדות המיועדות להסתגלות לשינויים.

הצעד הראשון בו יש לנקוט הינו **לקיחת אחריות על הנושא** על ידי הממשלה עקב האופי הרב תחומי והרב מערכתי של התכנית. לפיכך יש לנקוט בשתי פעולות עיקריות:

הפעולה הראשונה היא **הטמעת המושג ההסתגלות** כמטבע לשון נפוץ בכל משרדי הממשלה ולקיחתו בחשבון בכל תהליכי קבלת ההחלטות (mainstreaming adaptation).

הפעולה השניה הינה **הקמה ותקצוב מנהלת אשר תוביל את היישום של האסטרטגיה הלאומית להסתגלות ואת תוכניות ההיערכות**. המנהלת תשמש כגוף אירגוני רוחבי שיתמוך במאמץ מתואם של משרדי הממשלה ורשויות ציבוריות אחרות. ללא הקמת גוף שכזה, שיוביל, ייזום וידחוף, סביר שהתכנית המוצעת בזאת לא תגיע לכלל יישום. קיימת חשיבות מרובה ליכולת המנהלת לתקשר עם משרדי הממשלה הממונים על תחומי הפעילות הנדרשים להסתגלות לשינויי האקלים בישראל, ולתאם מולם את הפעולות האסטרטגיות, החל מקביעת המדיניות וכלה בשלבי התכנון המפורט והביצוע. הצעה למבנה המינהלת מתוארת להלן.

מבנה מוצע למינהלת, בעלי התפקידים ותת הועדות המיועדות:

גופים ובעלי תפקידים	תחומי פעילות עיקריים	משרדים וגופים שותפים
- מינהלת	- אחראית לפעילות שוטפת - אחראית לפעילות תתי הועדות - אחראית לדיווח - אחראית לעדכון התכנית הלאומית	- כלל משרדי הממשלה בהובלת הגנ"ס - נציגי השלטון המקומי
- ועדה מדעית מייעצת: - כלל המדענים הראשיים או נציגים במינוי מנכ"ל (עבור משרדים ללא מדע"ר) והנציגים הקבועים של ישראל ב-IPCC	- ייעוץ שוטף למינהלת - אנשי קשר במשרדי הממשלה - שיפוט קולות קוראים למחקרים - יעוץ לגבי ביצוע ועידכון התכנית הלאומית - מעקב אחר הטמעת התכנית והתקדמותה - קביעת סדרי עדיפות מחקריים	- כלל משרדי הממשלה הרלוונטיים - הוועדה המייעצת תתייעץ עם ראשי החטיבות/אשכולות/אגפי ביצוע מהמשרדים השונים בכל נושא מקצועי ובמידת הצורך תקים צוותי יעודיים לתחומים המקצועיים
- מרכז ידע ומדע: - גוף אקדמי במימון המינהלת	- איסוף מידע מניטור ומחקרים - המלצות למחקריים לצמצום פערי ידע - דיווח תקופתי והמלצות למדיניות - הקמת ותפעול מרכז חינוך לאומי לסימולציות אקלימיות	- גופים מנטרים וחוקרים: השירות המטאורולוגי, רשות המים, חקר ימים ואגמים, משרד הבריאות, משרד החקלאות, הגנ"ס, אנרגיה, תכנית ניטור מפרץ אילת וים תיכון, הלמ"ס, - מרכז הידע - אקדמיה - מרכז חינוך לאומי לסימולציות אקלימיות - משרד האנרגיה
- הערכת סיכונים: - מומחה במינהלת המתאם ומרכז	ייזום, תיאום וריכוז מחקרים כולל מחקרים כלכליים, הערכת עלות-תועלת של הסתגלות	- מרכז הידע - אקדמיה - משרד האוצר - משרדים נוספים - כתלות בפרויקט
- הנגשת מידע: - מומחה להנגשת מידע מדעי במינהלת ומומחה אינטרנט להנגשת מידע ותוכן	- אתר אינטרנט - בסיס מידע - הנגשת מידע בכל הרמות	- ממשל זמין - הגנ"ס - משרד החינוך - משרד המדע - רשויות מקומיות - למ"ס

– ועדת משנה למדיניות, קשרי ממשל וקשרים בינלאומיים: יו"ר, ראש המינהלת	– רגולציה, חקיקה, תקנות, אכיפה – עבודה עם רשויות מקומיות – עבודה עם משרדי ממשלה – עבודה עם גופים בינלאומיים – כולל הארגון העולמי למטאורולוגיה ומזכירות אמת שינויי האקלים	– כלל משרדי הממשלה – רשויות מקומיות – יחב"ל הגנ"ס – משרד החוץ – הנציג הקבוע של ישראל ב IPCC
– ועדת משנה לשיווק תוצרי מרכז הידע וטכנולוגיות ישראליות	– עבודה במודל סינדקו לשתי"פ בינ"ל בהובלת משרד החוץ – שיווק חברות על ידי משרד הכלכלה.	– הגנ"ס – משרד החוץ – משרד הכלכלה – משרד החקלאות – נציג התעשייה – משרד האנרגיה

התכנית הלאומית להסתגלות לשינויי אקלים מכילה 31 תוכניות פעולה הפרושות על כל תחומי החיים והפעילות המשקית. חלקן, תוכניות ממוקדות באחריות משרד ממשלתי מסוים, וחלקן, תוכניות הדורשות תאום בין מספר משרדים וגופים רלוונטיים.

פירוט התכניות, תחומי הנגיעה שלהן וההמלצות העיקריות בטבלה להלן.

בנוסף למשרדים המפורטים בטבלה, יש לכלול ארגונים נוספים, למשל: רח"ל (רשות חרום לאומית), רשויות ניקוז, רשויות נחל, מל"ג (מועצה להשכלה גבוהה).

עיקרי תוכניות הפעולה הלאומיות להסתגלות לשינויי אקלים

תחום	נושא התכנית	המלצות עיקריות	משרדי ממשלה
אמצעים להטמעת התכנית			
כללי	1. דרישה ממשלתית להטמעת ההיערכות להסתגלות לשינויי האקלים	שילוב הסתגלות בזרם המרכזי (mainstreaming) - שילוב הסתגלות בתהליכי קבלת החלטות, תכניות ממשלתיות, תזכירי חוק וכדו'	כל משרדי הממשלה והמגזר הציבורי
כללי	2. הקמת מנהלת	ניהול ולקיחת אחריות; הקמת מנהלת; דיווח התקדמות ומדדי ביצוע; קשר מתמשך עם מומחים; השקעה בעתיד	כלל משרדי הממשלה בהובלת הגנ"ס
מטרה 1. צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי			
בריאות הציבור	3. ניטור מקרי תמותה, תחלואה וטיפול בקבוצות בסיכון	אפיון והקמת מערכת ממוחשבת לניטור בזמן אמת; הוספת רישום כל החולים הכרוניים על ידי משרד הבריאות; פיתוח תכנית פעולה למוכנות לגלי חום וקור ושיטפונות; ניטור מזיקים ונגיפים על ידי הגנ"ס.	משרדי הבריאות, הרווחה, הפנים, הגנ"ס ורשויות מקומיות
מים	4. יישום תכנית האב למשק המים	יש לנקוט במדיניות המומלצת בתכנית האב למשק המים. התמודדות עם שיטפונות - הגדרת מדיניות ותכנית פעולה בנושא הגנה בפני שיטפונות וחיזוי שיטפונות.	רשות המים, משרדי החקלאות והאנרגיה

תחום	נושא התכנית	המלצות עיקריות	משרדי ממשלה
בנייה ותכנון עירוני	5. תחיקה ותכנון	קביעת יעד ארוך טווח להפחתה של צריכת אנרגיה במבנים ופליטות גזי חממה; תקנות מחייבות ומתעדכנות לדרוג אנרגטי ותיג של מבנים חדשים ושל תחזוקה וחידוש מבנים קיימים; תקנות מחייבות ליעילות אנרגטית של מערכות שונות במבנה. יצירת מנגנונים לעידוד ומימוש הבנייה העומדת בתו תקן בנייה ירוקה. מוסדות חינוך ומבני ציבור יוקמו כמבנים ירוקים על מנת להוות דוגמה לכלל המגזרים. בנייה חדשה תחויב לעמוד בתקן הישראלי לבנייה ירוקה. תכנון תוכניות מתאר ארציות, אזוריות ומקומיות ותכניות תב"ע ובינוי לביצוע לצמצום אי החום ויצירת נוחות טרמית במסגרת הטיפול במיקרו-אקלים העירוני; קידום בנייה ירוקה; קידום התייעלות אנרגטית; שימוש בתת הקרקע; שדרוג תשתיות עירוניות: ניקוז והחדרת מים; שימוש באנרגיה מתחדשת; היערכות למצבי חירום; הגנה על קו החוף.	משרדי האוצר, הגנ"ס, בינוי, אנרגיה, חקלאות ורשויות מקומיות
	6. כלים כלכליים	מתן תמריצים כלכליים המעודדים בנייה ירוקה (כולל בשלב התכנון); גיוס ענף הביטוח לעידוד יישום תקנים ירוקים על ידי דרישה למילוי תנאים מתוך התקנים בעת רכישת פוליסה.	משרדי האוצר, הגנ"ס, הכלכלה, אנרגיה, בינוי
	7. הכשרה, מחקר ופיתוח (כולל שיתוף פעולה בין-משרדי, בין-אירגוני ובינלאומי)	שילוב קורסים בתכניות הלימודים לתואר ראשון ולתארים גבוהים ולאנשי מקצוע העוסקים בתחום בנושא התמודדות עם שינויי האקלים; עידוד אימוץ תהליך תכנון משולב IDP כשיטת תכנון מקובלת קידום יזמויות, פורומים ומחקרים משותפים לטובת החלפת מידע והצבת סדנדרטים אחידים ומבוססים בין משרדיים ועם גורמים לא ממשלתיים, עיריות וגופים בינלאומיים ואקדמיים: קידום בניית ערים, מרחבים, ישובים ומבנים חכמים לקיימות.	משרדי הבינוי, אנרגיה, פנים, חינוך, מדע, בריאות
	8. הסברה	העלאת המודעות הציבורית בנושא קיימות ושינויי אקלים בכלל ושימור אנרגיה במבנים בפרט; הקמת גוף ממשלתי לקידום בנייה בת קיימא.	משרדי הבינוי, אנרגיה, הגנ"ס, פנים, חינוך, בריאות
	9. בחינת מינהור ובנייה בתת הקרקע כפתרון ריאלי וישים לישראל	יש לבחון את היתכנות השימוש בתת הקרקע במספר תחומים: גיאולוגית, אדריכלית-הנדסית, כלכלית ורפואית.	משרדי האנרגיה, מינהל התכנון, הגנ"ס, בינוי, בטחון, בריאות
חקלאות	10. שימור המגוון של צמחי חקלאות	בנק גנים לצמחי ארץ ישראל.	משרד החקלאות, אקדמיה
	11. שימור משאבי המים, הקרקע והסביבה	התאמת הפעילות החקלאית לצורך התמודדות עם שינויי אקלים ואספקה של מזון טרי, ניהול הנגר העילי בראיה אגנית ובגישה אינטגרטיבית.	משרד החקלאות, האוצר, משרדי ממשלה נוספים, רשות המים, אקדמיה
	12. הכנת תכנית להיערכות לשינויי אקלים והערכת סיכונים בחקלאות	מיפוי והכנת תכנית להיערכות לשינויי אקלים וביצוע הערכת סיכונים עבור החקלאות. תכנית זו תשמש בסיס להיערכות החקלאות לשינויי אקלים	משרד החקלאות, שמ"ט, רשות המים, למ"ס, הגה"ס ומשרדי ממשלה נוספים, אקדמיה
	13. מינים פולשים ומזיקים לחקלאות	רשימות ומנגנון הערכת סיכון למינים האסורים, בדיקות נקודות כניסת נגעים, איתור מקורות האינטרודוקציה, ניטור.	משרד החקלאות, הגנ"ס, רט"ג, מכס.
	14. השקעה במו"פ ומיפוי פערי ידע	מחקר ומיפוי פערי ידע.	משרד החקלאות
יער ושריפות יער	15. יעור כאמצעי להפחתת נזקים	קידום תכנית היער העירוני, הכנת מסמכי מדיניות לוועדות התכנון המחוזיות בדבר שמירה ונטיעת עצים במרחב העירוני, גיבוש מסמכי מדיניות מחוזיים, הסדרת מוכנות חח"י לחורף ולאירועי קיצון בנושא ממשק העצים.	
	16. יערות וממשק שריפות	לשקול את דילול היערות, הבנת התפלגות הרכב חברת הצומח ביער, הקמת גוף שירכו, יקבע סדרי עדיפויות, תקציבים ומשאבים להקמה ותחזוקה של קווי חיץ בישראל.	

תחום	נושא התכנית	המלצות עיקריות	משרדי ממשלה
	17. הקמת אזורי חיץ	ביצוע המלצות ועדות השריפה בכרמל 1989, ביצוע המלצות השריפה 2010; ביצוע על פי דוח מבקר המדינה. ביצוע ויישום מידי של תקנות החוק הכבאות וההצלה 2012 בנושא אזורי חיץ בין יישובים ליערות. מימוש החלטת הוועדה המחוזית בבמנהל התכנון במשרד האוצר בדבר הקמת אזורי חיץ ליישובים הגובלים בשטחי יער בדיקת נחיצותם של צעדי מדיניות נוספים לאור גל השריפות שפקד את ישראל בנובמבר 2016.	קק"ל, רט"ג, משרדי חקלאות, פנים, אוצר, רשויות מקומיות, שמ"ט
	18. ממשק רעייה אקולוגי	הגדרת צרכי רעייה ארציים על בסיס עקרונות המלצות ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל (2011) תוך התאמה לאזורי הארץ השונים (בכרמל, גליל ושרדרת ההר המרכזי)	משרדי החקלאות, הגנ"ס, קק"ל, רט"ג
אנרגיה	19. היערכות סקטור האנרגיה לשינוי אקלים	פעילויות נרחבות בתחומי קידום ידע, מו"פ, חקיקה, שילוב טכנולוגיות מתקדמות.	משרד האנרגיה
תיירות	20. תירות מותאמת אקלים	דרישה לעמידה בדרישות המינימום של תקן בנייה ירוקה 5281: הגברת המודעות לחיסכון מים במלונות בשימוש תיירים, שימוש במזגנים יעילים אנרגטיים.	משרדי תיירות, הגנ"ס, מנהל התכנון, אנרגיה
שלטון מקומי	21. שיתוף פעולה ממשלתי ועירוני בנושא היערכות לשינוי אקלים	הערכת סיכונים לפי דגמי ערים והרחבה לכלל הערים והמועצות האזוריות; תכנון עירוני לצמצום אי החום העירוני; קידום בנייה ירוקה; קידום התייעלות אנרגטית; שימוש בתת הקרקע; שדרוג תשתיות עירוניות: ניקוז והחדרת מים; היערכות למחסור מים אזורי; מרכזי מידע לתושבים; שימוש באנרגיה מתחדשת; היערכות למשבר חברתי; היערכות למצבי חירום; הגנה על קו החוף; שימור מגוון ביולוגי; בחינת ההתכנות של גידול מזון בעיר, קידום מחקרים משותפים.	משרדי הממשלה, רשויות מקומיות, קק"ל
בטחון	22. משרד הביטחון וצה"ל	עבודת מטה לבחינת ההשפעות על חימוש, בטיחות, השפעות גיאופוליטיות, לוגיסטיקה, שדות מוקשים, בינוי, בריאות, מגוון ביולוגי.	
	23. המשרד לביטחון פנים	בחינת השפעת שינוי האקלים על הערכת המצב האירגוני. הסברה להגברת המודעות וההדרכה, להגברת החוסן ולהערכות להתמודדות עם אירועי מזג אוויר קיצוני. הערכות התשתיות האירגוניות, הן עבור הפרט והן עבור תשתיות התפעול השונות (מערכות מידע, לוגיסטיקה וכד').	
מטרה 2. נקיטת אמצעים מעשיים להגדלת העמידות של המערכות הטבעיות			
מגוון ביולוגי ושרותי המערכת	24. שימור המגוון הביולוגי ותמיכה במערכות עמידות	קידום תכנית פעולה אינטגרטיבית למגוון ביולוגי על בסיס התכנית האסטרטגית הלאומית; פעילות בתחום החקיקה; היבטים טכנולוגיים; טיפול במינים פולשים; ניטור מזיקים; שימור מינים ספציפיים; שימור מגוון גנטי, הקמת גוף מתכנן לשמירת המגוון הביולוגי.	משרדי הגנ"ס, משפטים, אוצר, חקלאות, רט"ג, קק"ל
	25. ניהול אקולוגי של מקורות המים, ניקוי נחלים, מניעת זיהום	הפחתת הלחץ על מערכות מים מתוקים ויישום זכות הטבע למים. קידום שיקום ושמירה על מערכות מים מתוקים יחודיות כגון בריכות חורף, וכן שמירה על מפלס הכנרת מפני תנודות קיצוניות. מדיניות ניהול מים עיליים וקליטת מי שיטפונות בדרך המתחשבת בטבע: שחזור פרוזדור הנחל; שחזור חתך זרימה ומורכבות הנחל; יישום טכנולוגיות ירוקות לייצוב גדות הנחל; יישום טכנולוגיות לפיתוח בעצמות נמוכה. הפחתת זיהומי נחלים ושיקום נחלים מזוהמים משני עברי הקו הירוק.	משרדי הגנ"ס, חקלאות, רשויות מקומיות, רשות המים, רט"ג, קק"ל
מטרה 3. בנייה ועדכון בסיס הידע המדעי לצורך קבלת החלטות			
ניטור	26. יצירת תכנית ניטור לאומית כוללת	בניית תכנית ניטור לאומית כמשימה שילטונית הממומנת במלואה על ידי המדינה	השירות המטאורולוגי, רשות המים, משרדי הבריאות, החקלאות, האנרגיה, חקר ימים ואגמים, הגנ"ס, הלמ"ס

תחום	נושא התכנית	המלצות עיקריות	משרדי ממשלה
	27. חיזוק הידע האקלימי ובניית יכולת המחקר האקלימי הישראלי	לימוד והבנה מספקים בנושאים הבאים: משטר הגשם, משטר הטמפרטורות, אקלים העיר, הסביבה החופית; הקמת רשת תחנות ייחוס אקלימיות בשטחים פתוחים (מוגנות מפיתוח סביבתי בקרבתן; הקמת מאגר נתונים ארצי פתוח לכל והגדלת מספר המדדים; חיזוק האקדמיה בתחום האקלים; עיבוד הנתונים האקלימיים ומודלים לחיזוי אקלימי; חיזוק שיתוף פעולה אזורי וב הקמת מרכז חישובים לאומי בעל יכולת עיבוד גבוהה אשר ישמש להרצת סימולציות אקלימיות ברזולוציה גבוהה, לבחינת תסריטים שונים והשפעותיהם האפשריות, לסימולציה של הנגזרות על ענפים שונים ולסימולציה של מידת האפקטיביות של פעולות הסתגלות שונות. המשאב יעמוד לרשותם של כל גורמי האקדמיה והגורמים הממשלתיים הזקוקים לו. כולל דיווח בינלאומי ושיתוף הציבור בידע.	השירות המטאורולוגי, ות"ת, משרד החוץ, מדענים ראשיים ונציגי משרדים שאין להם מדע"ר.
מחקר, בניית מודלים	28. צמצום פערי הידע ומחקרים יישומיים במגוון תחומים	פרסום קולות קוראים למחקרים על מנת להרחיב את הידע האקדמי בתחומים הבאים: אקלים; מים; כלכלה - עלות תועלת ההסתגלות; השפעת שינויי אקלים על המערכות האקולוגיות; השפעת שינויי אקלים בראיה גיאואסטרטגית; הקשר בין שינויי אקלים לבריאות הציבור; הקשר בין שינויי אקלים לבנייה ותכנון עירוני; השפעת שינויי אקלים על החקלאות.	השרות המטאורולוגי, משרדי המדע, הגנ"ס, חקלאות, בריאות, אקדמיה, מכוני מחקר, מרכז הידע והועדה המייעצת, מדענים ראשיים
מחקר, בניית מודלים	29. הכנה / עדכון תכניות היערכות לאומיות ומקומיות לאסונות טבע	רשות חירום לאומית (רח"ל) יחד עם הגופים הרלוונטיים תעדכן תוכניות חירום לאומיות להתמודדות עם ארועי מזג אויר קיצוניים, כדוגמת גלי חום וקור ושיטפונות.	רשויות מקומיות, פנים, ביטחון פנים, ביטחון, רוחה, בריאות, הגנ"ס, אנרגיה, בינוי, מינהל התכנון
מטרה 4. חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע			
חינוך והסברה	30. הנגשת מידע ויידוע הציבור	הקמת יחידה להנגשת מידע במינהלת להסתגלות לשינויי אקלים. הקמת מרכזי מידע עירוניים בשיתוף הרשויות המקומיות והמועצות האזוריות. הוספת קורסי לימוד בתוכניות לימוד קיימות (רפואה, סיעוד, מקצועות בריאות רלוונטיים) וקורסי הכשרה לבעלי מקצועות רפואיים בנושא חשיבות אקלים והשפעות בריאותיות	משרדי הגנ"ס, החינוך, המדע, הבריאות, רשויות מקומיות, אירגונים סביבתיים
מטרה 5. חיפוש שיתופי פעולה אזוריים ועולמיים לקידום כלכלה מותאמת אקלים			
ניצול תועלות ומציאת שותפויות בינלאומיות	31. היבטים מדיניים-דיפלומטיים	הקמת מרכז בינ"ל לתחום ההיערכות לשינויי אקלים וטכנולוגיות ישראליות במודל סינדקו. חבירה למערכים אזוריים, שותפות לתהליכי רגולציה גלובלית, מיתוג ישראלי חיובי, דיבידנדים ישראלים, הגברת השתלבות ישראלית בזירת הפיתוח. הצגת המימד הדיפלומטי ע"י משרד החוץ בתהליכי קבלת החלטות.	משרדי החוץ, הגנ"ס, אנרגיה, חקלאות
	32. תמיכה ושיווק טכנולוגיות ישראליות להסתגלות לשינויי אקלים בארץ ובעולם	שיווק חברות ישראליות המתמחות בטכנולוגיות ואמצעים להיערכות והסתגלות לשינויי אקלים. הקצאת משאבים לפיתוח מדע יישומי-טכנולוגי שישמש כתשתית מדעית לפיתוח טכנולוגיות.	משרדי הכלכלה, החוץ, הגנ"ס, אנרגיה, המדע

1. מבוא

1.1 החשיבות בהיערכות לשינויי אקלים

שינויי האקלים הם חלק מהמציאות העכשווית, במהלך המאה ה-21 צפויים שינויים ניכרים באקלים ברחבי העולם וכמובן גם בישראל. טמפרטורת כדור הארץ עלתה בממוצע ב-0.3-0.6 מעלות צלסיוס מאז 1860 וצפויה עוד לעלות ב-1.8-4 מעלות צלסיוס עד שנת 2100.⁴ שינויים אלו עלולים להוביל לפגיעה משמעותית ברווחת האדם ובמערכות הטבעיות. מקור המידע המדעי המרכזי בנושא התחממות גלובלית הוא דו"ח ההערכה החמישי שהוכן ע"י הפאנל הבין ממשלתי בנושא שינוי אקלים (IPCC) והתפרסם ב-2015.¹ דו"ח זה כולל סיכום תצפיות על שינויי האקלים במהלך מאה וחמישים השנים האחרונות, תרחישים שונים של פליטות גזי חממה לאטמוספירה, ותחזיות על שינויי האקלים הצפויים עד סוף המאה ה-21. כמו כן, כולל הדו"ח סקירה של השלכות שינויי האקלים באזורים שונים בעולם, בתחומים שונים כגון מים, חקלאות, אנרגיה, בריאות הציבור ועוד. **לפי המודלים שנבדקו, עליה גדולה מ-2 מעלות צלסיוס תגרום להשלכות חמורות, חלקן בלתי הפיכות, על כדור הארץ.** חברי הפאנל הבין ממשלתי (IPCC) תמימי דעים ולדבריהם **"לא ניתן לערער על ההתחממות של מערכות האקלים"** (Synthesis report, IPCC, 2015).¹

הדו"ח החמישי של ה-IPCC כולל מודלים שהורצו עד 2012. בהשוואה לדו"ח הרביעי שהתפרסם ב-2007, המודלים מטפלים בצורה מלאה יותר באילוצים השונים ותרחישי ריכוז גזי החממה עודכנו.

אחד הגורמים המרכזיים לשינויים במערכת האקלים העולמית הוא העליה בריכוז גזי החממה במהלך המאה ה-21. לפי תרחיש ביניים מתון של הפליטות (RCP4.5), סביר שהטמפרטורה הממוצעת העולמית תעלה בטווח שבין 1.1-2.6 מעלות צלסיוס עד סוף המאה ה-21. ניתן להעריך במידת בטחון גבוהה מאוד כי השינויים האקלימיים בעולם מעל פני היבשה יהיו גדולים מאשר שינויי האקלים מעל פני הים. סביר להניח שהתחממות האקלים תגרום לעלייה במספר גלי החום והתעצמותם. השינוי בכמויות המשקעים קשה יותר לחיזוי. בסבירות בינונית, טווח השינוי צפוי להיות בין עליה של אחוזים בודדים ועד הפחתה ב-30%. הטווח הסביר של עליית מפלס פני הים לקראת תום המאה ה-21 ינוע בין 0.26 לבין 0.82 מטר (IPCC, 2015). ובישראל, עפ"י דו"ח עדכני של השרות המטאורולוגי במשרד התחבורה (יוני 2015), סיכום התחזיות לישראל לפי תרחיש ביניים מתון של הפליטות (RCP4.5) הינו:

- בסבירות גבוהה (very likely) עד סוף המאה ה-21, צפויה הטמפרטורה בחורף לעלות ב-1.5-3 מעלות צלזיוס והטמפרטורה הממוצעת בקיץ צפויה לעלות בכ-1.5-4 מעלות. בממוצע השינוי הצפוי הינו 2-3 מעלות צלזיוס.
- סביר (likely) שעד סוף המאה ה-21, המשקעים יפחתו בכ-10%-20%.

⁴IPCC, 2015: Climate Change 2014: Synthesis Report. Summary for policymaker, Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate IPCC, Geneva, Switzerland, 32 pp.

- ההתאדות צפויה להתגבר, בעיקר מעל לים. ביבשה, סך המים המתוקים הזמינים צפוי לפחות.

עפ"י הדו"ח המיוחד של השרות המטאורולוגי הישראלי (יוני 2015) יכולתם של מודלים אקלימיים בסימולציית האקלים ההיסטורי, השתפרו מאוד מאז הדו"ח הקודם, בעיקר בזכות הרזולוציה המעודכנת יותר והייצוג המשופר של תהליכי הקרקע. המודלים החדשים מסוגלים כבר לייצר את מצב האקלים הבסיסי של אגן הים התיכון וכן את התופעות המרכזיות המשפיעות עליו. ייחודו של האקלים הים תיכוני הינו בכך שהוא מושפע ממערכות האקלים האירופאית, הצפון-אפריקאית והמערב-אסיאתית. לכן, הדמיית האקלים העתידי של אזור זה היא עדיין בגדר אתגר עבור המודלים האקלימיים.

קיימת הסכמה עולמית רחבה ששינויי האקלים אכן מתרחשים. אין חילוקי דעות לגבי חשיבות השינויים אך קיימת חוסר ודאות לגבי עוצמתם. בקהילה המדעית בכלל, ובזו החוקרת את האקלים בפרט, קיימת הסכמה גורפת שהגורם לשינויי האקלים הוא מעשי ידי אדם. בדו"ח שפרסם הבנק העולמי (2012)⁵ מצביעים המחקרים כי ללא שינוי דרסטי, העולם צועד לכיוון של עליה של 4 מעלות צלסיוס וההשלכות תהיינה חמורות.

אובדן כלכלי גלובלי כתוצאה מעליית טמפרטורה של 4 מעלות צלסיוס מוערך בכ- 1-5 אחוזים מהתמ"ג העולמי השנתי, כאשר האובדן הכלכלי באזורים ספציפיים יכול להיות גבוה יותר באופן משמעותי.⁶ מאידך גיסא, העלות הכלכלית של הפעילות לצמצום פליטת גזי החממה יכולה להסתכם ב-0.1% מן התמ"ג העולמי בשנה בלבד. הכדאיות בראיית עלות/תועלת של פעולות ההסתגלות צפויה לגדול עם הזמן וההשקעה בהסתגלות צפויה להיות כדאית יותר ככל שהשינויים יקצינו וככל שאי הודאות תקטן.

המאמץ הגלובלי בשינויי אקלים באמצעות הפחתת פליטות של גזי חממה קיבל חשיבות לאומית בישראל על ידי מספר תכניות והחלטות ממשלה בדבר "הפחתת פליטות גזי חממה" (החל מהחלטת ממשלה 1504, מרץ 2010, הקצבת 2.2 מיליארד שקלים עד 2020 בהחלטת ממשלה 2508, נובמבר 2010, ועד אישור הממשלה ב-20.9.2015 לגבי יעדי הפחתת פליטות בישראל, חתימת ישראל על הסכם פריז בשנת 2015 ואישורו ההסכם בשנת 2016). למרות תכנית זאת ותוכניות בין-לאומיות נוספות לא צפויה האטה משמעותית בפליטת גזי החממה בעולם בשנים הקרובות וגם אם יעצרו הפליטות כליל עדיין חלק מההתחממות הוא בלתי נמנע.

⁵ 4°Turn down the heat, why a 4°C warmer world must be avoided (2012). A report to the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics.
http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf

⁶ https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains5-7.html

דו"ח מיוחד של מבקר המדינה⁷ בנושא "ההיערכות והמוכנות לשעת חירום" אשר פורסם בספטמבר 2015 מוקדש להיערכות ולמוכנות לשעת חירום של מערכות ציבוריות מרכזיות, והוא עוסק בהיערכות הלאומית הכוללת לטיפול בעורף האזרחי בשעת חירום. מזג האוויר החרג ששרר בישראל בדצמבר 2013, ובעיצומו סערת השלגים שפקדה אזורים רבים בארץ, שימש בדו"ח המבקר "מקרה בוחן", שבו האוכלוסייה בישראל נזקקה לסיוע בתחומים רבים, ואשר העלה - לא בפעם הראשונה - בעיות קשות של ארגון והסדרה מערכתיים של הטיפול הלאומי בעורף בעתות חירום. מאחר וארועי מזג אוויר קיצוני ימשיכו להתרחש בישראל, יש להערך אליהם.

בעקבות שינויי האקלים, במהלך השנים הבאות, צפויות השלכות ניכרות על משאבים ועל סקטורים כלכליים ברחבי העולם, כולל בישראל, במידה ולא ינקטו צעדי מניעה, כולל:

פגיעה באוכלוסיה: השפעת שינויי האקלים על משק המים ועל הים והחופים עלולה לגרום לדברים הבאים:

- נזקים מהצפות ים או נהרות באזורי חופים, בעמקי נהרות, במישורים נמוכים ובאיים;
- פגיעת בצורות באזורים צחיחים וצחיחים למחצה;
- פגיעות מאירועי מזג-אוויר קיצוניים;
- בעיות באספקת מים ומזון, שירותי בריאות ועוד.
- בעייתיות בשמירה על תנאים שימנעו תחלואה.

חקלאות וייעור: החקלאות צפויה להיות מושפעת באופן חריף משינויי האקלים הגלובליים בהיותה מבוססת תהליכים ביולוגים מחד ונסמכת על אמצעי ייצור שמקורם בטבע ובסביבה (קרקע, מים, משקעים ועוד). השינויים הצפויים כוללים פגיעה כמותית ואיכותית בתוצרת החקלאות הצמחית ומשקי בעלי-החיים, ירידה בזמינות המים הטבעיים ועליה בתצרוכת המים והאנרגיה, ירידה בפוריות הקרקע, עליה בעלויות הגידול ובנזקי אירועי קיצון אקלימיים, התגברות אתגרי מזיקים ופגעים ועוד.. בתחום הייעור צפויה פגיעה ביכולת ההתאמה של יערות לתנאי האקלים, פגיעה במאביקים, כניסת מזיקים חדשים ועוד.

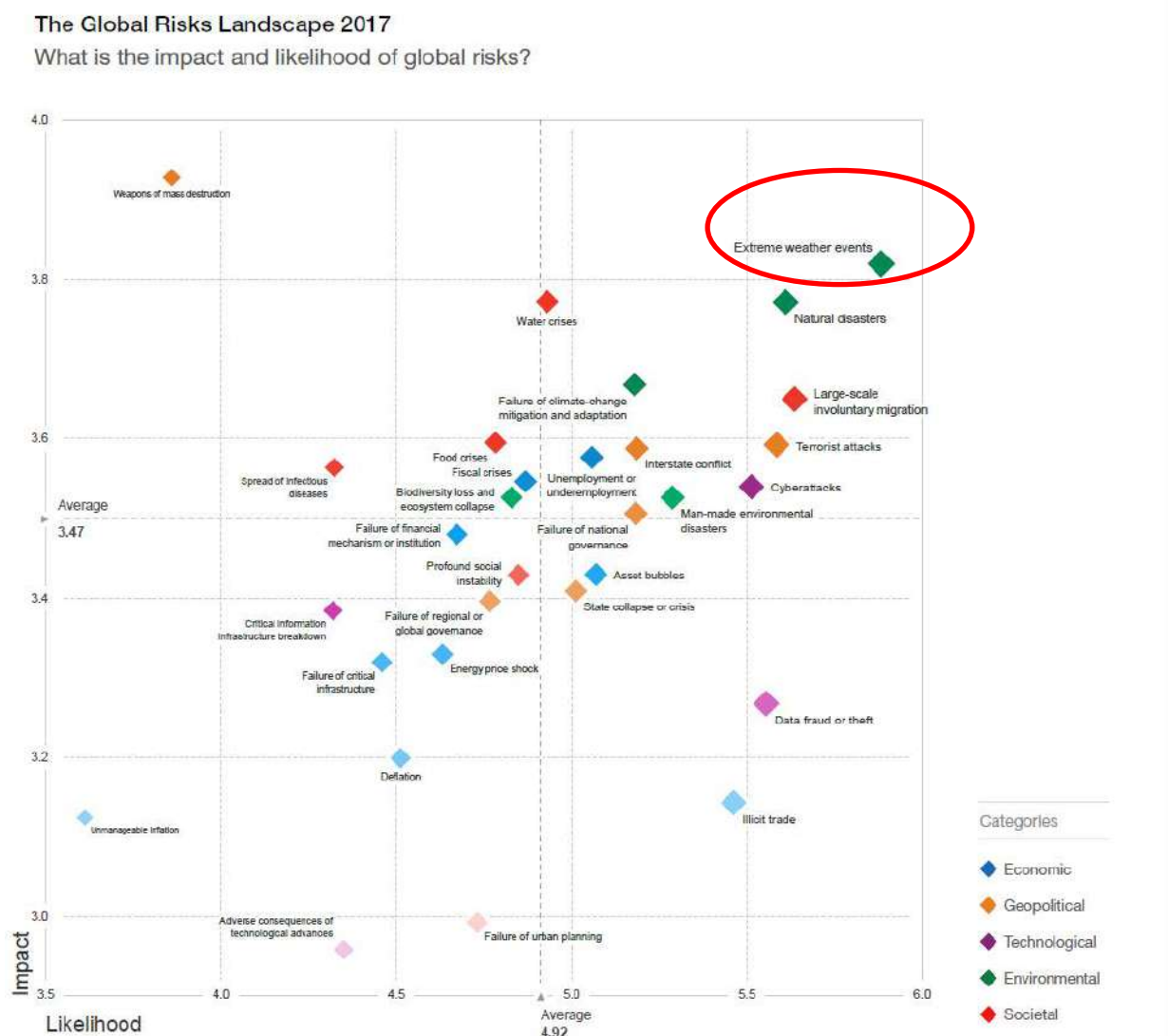
משק האנרגיה: עלייה בצריכה בקיץ עקב קירור, עלייה בצריכה עקב הוספת מתקני התפלה.

⁷ <http://www.mevaker.gov.il/he/Reports/Pages/347.aspx>

מגוון ביולוגי: מערכות חיים יבשתיות: שינויים בתנאי הגידול של בעלי-חיים וצמחים ובתפרוסתם במרחב; בעקבות כך שינוי התפוצה המרחבית של מינים, הכחדות מינים מסוימים והגדלת אוכלוסיה של מינים אחרים. מערכות ימיות: ריבוי מינים פולשים ושינויי תפוצה.

השלכות גיאופוליטיות: השפעה של שינוי האקלים על מדינות שכנות (איום אסטרטגי בצד תועלות אפשריות).

"דו"ח הסכנות הגלובליות" לשנת 2017 של ארגון הפורום הכלכלי העולמי קובע כי שינויי האקלים מהווים את אחד מהאתגרים הכלל-עולמיים החשובים של דורנו.⁸ כמו כן, הדו"ח שם דגש על הסכנה הנשקפת מאירועי מזג אוויר קיצוניים, כפי שניתן לראות בתרשים המצורף בעמוד הבא.



⁸ http://www.arup.com/~media/Publications/Files/Publications/G/GWAR2017_Final_v8.ashx

השלכות אלו מצטרפות ללחץ הרב על משאבי הטבע בשל האוכלוסייה הגדלה ורמת החיים העולה, ומחייבות קבלת החלטות הקשורות במדיניות, בקביעת אסטרטגיות, ובהכנת תוכניות להתמודדות עם שינויי האקלים.

בעוד שלמערכות הטבעיות ישנה יכולת מוגבלת להתמודד עם האקלים המשתנה, ניתן להפחית את מידת הנזקים הצפויים במערכות המנוהלות על ידי האדם, כגון התשתיות, מקורות המים, החקלאות ובריאות הציבור.

הסתגלות לשינויי אקלים כוללת פעילויות רבות הקשורות לחמישה מרכיבים כלליים:

- תצפיות במשתנים אקלימיים, סוציו-אקונומיים, סביבתיים ואחרים.
- הערכת השפעות האקלים על מערכות טבעיות ומערכות אנושיות, הערכת הרגישות, הערכת סיכונים וזיהוי האפשרויות העומדות להסתגלות.
- תכנון פעילויות, תיעדופן ויצירת תכנית פעולה לאומית.
- יישום התכנית.
- ניטור והערכת פעולות ההסתגלות ועדכון התכנית הלאומית.

סוגי הפעילויות שניתן ליישם הינן בעלי מאפיינים שונים, בהתאם לפירוט הבא:

1. ללא חרטה (No Regret) - אסטרטגיות אשר מתמודדות עם שינוי האקלים ומייצרות יתרונות ותוצרים גם במקרה שלא יוצר שינוי אקלים.
2. הפיכות (Reversible/flexible) - אסטרטגיות הפיכות (לעומת כאלו שהן בלתי הפיכות), שבהן המטרה היא לצמצם את העלויות של הפעילויות הנגזרות במקרה של תחזיות שגויות לגבי שינוי האקלים העתידי.
3. תוספת שולית זולה (Existence of cheap safety margins) - אסטרטגיות שבאמצעותן ניתן להקטין את הרגישות לשינויי אקלים בעלויות נמוכות.
4. אסטרטגיה רכה (Soft strategy) - מיסוד חוקתי וציבורי של ההתמודדות עם שינוי אקלים, כך שנותני השירותים נדרשים לתכנן לטווח ארוך ולתת מענה מיטבי.
5. השקעות מצומצמות בזמן (Reduced decision horizon) - צמצום משך הזמן של מחזור חיי ההשקעות ובהתאם לכך הפחתה של אי-הודאות הכלכלית.
6. סינרגיה בין הסתגלות ומניעה (Synergies with mitigation) - שילוב בצורה מיטבית של אסטרטגיות ההסתגלות עם פעילויות המניעה של שינויי האקלים המבוצעות במקביל.

בנקודת הזמן הנוכחית, ללא ספק נכון לבצע פעילויות מסוג "ללא חרטה" ו/או "תוספת שולית

זולה", שמאופיינות כאסטרטגיות אשר מתמודדות עם שינוי האקלים ומייצרות יתרונות ותוצרים גם במקרה שלא ייוצר שינוי אקלים או המאפשרות להקטין את הרגישות לשינויי אקלים בעלויות נמוכות. בהמשך, עם התבהרות עוצמת מגמות השינוי, נכון יהיה ליישם פעילויות משמעותיות יותר. יש לזכור כי גם בהיעדר שינוי אקלימי, צפויים אירועי מזג אוויר קיצוניים וחמורים בעלי השפעה ניכרת על המשק והאוכלוסיה ולפיכך נכון לוודא היערכות ויכולת התמודדות עימם.

שילוב בעלי עניין ומקבלי החלטות, וכן ניהול מושכל של הידע והמידע הכרוך בהסתגלות הינם מרכיבים חיוניים בתמיכה לכל פעילויות ההסתגלות.

1.2 מחויבות הממשלה להיערכות להסתגלות לשינויי האקלים

מחויבות ישראל להיערכות לקראת הסתגלות לשינוי אקלים נכללת במספר מסמכים, ביניהם: החלטת ממשלה, הסכמים, אמנות ומסמכים לאומיים, אזוריים ובין-לאומיים. בפרק זה נפרט את האזכורים במסמכים השונים לגבי ההיערכות, כולל: החלטת ממשלת ישראל 474 (יוני 2009), אמנת האקלים – הסכם פריז (דצמבר 2015), מטרות לפיתוח מקיים (SDG, ינואר 2016), מטרות גלובליות להפחתת הסיכון מאסונות (מרץ 2015), אמנת ברצלונה, פיתוח בר קיימא במדינות ים התיכון (UNEP) (פברואר 2016), מסגרת להיערכות אזורית לשינויי אקלים בים התיכון ואזורי החוף, הצהרת שרים של איחוד מדינות ים תיכון (Union for the Mediterranean) בנושא סביבה ושינויי אקלים (מאי 2014).

❖ החלטת ממשלת ישראל 474 (יוני 2009)

נושא ההחלטה: היערכות ישראל לשינוי אקלים - היערכות ומוכנות לשינוי אקלים והפחתת פליטות גזי חממה

להלן סעיפי ההחלטה המתייחסות לנושא היערכות לשינויי אקלים:

היערכות והסתגלות לשינוי אקלים בישראל (ADAPTATION)

להטיל על ועדת המנכ"לים לגבש המלצה לתוכנית פעולה לאומית להיערכות והסתגלות (ADAPTATION) מדינת ישראל לשינוי האקלים ולהביאה לאישור ועדת השרים בתוך שנתיים מיום קבלת החלטה זו. התכנית הלאומית תתבסס בין השאר על הסכמות שיושגו במישור הבינלאומי תחת אמנת המסגרת בדבר שינוי אקלים ותכלול בין היתר את המרכיבים הבאים:

1. השלמת פערי ידע על השלכות שינוי האקלים בישראל, בהתבסס על הכנת תרחישים אפשריים של שינוי האקלים בישראל עד שנת 2030;

2. השלמת פערי ידע בנושא היקף שינוי האקלים הקיים והחזוי באזורנו ;
3. סקירת אמצעים זמינים למזעור נזקים ומיצוי של תועלות משינוי אקלים בישראל ;
4. הנחיות למשרדי הממשלה הרלבנטיים להטמעת הכלים והאמצעים הנדרשים למזעור נזקים ומיצוי של תועלות ;
5. לוחות זמנים ואבני דרך ;
6. היבטים כלכליים ותקציביים הנובעים מיישום אמצעי ההיערכות וההסתגלות ;
7. זיהוי ידע וטכנולוגיות ישראליות שניתן להציע כאמצעים להתמודדות עם השלכות שינוי האקלים למדינות העולם ;
8. קביעת מדדי תפוקה ותוצאה לעמידה ביעדי תוכנית הפעולה הלאומית.

ועדת המנכ"לים תמנה צוותי עבודה להכנת המלצה לתכנית לאומית להיערכות והסתגלות לשינוי אקלים, בין השאר בתחומים הבאים: שינויים בדרישה לאנרגיה לקירור וחימום, משאבי מים, חקלאות, בניה, בריאות הציבור, תשתיות חופיות, ניקוז וסחף, כלכלה וביטוח, היבטים גאו-אסטרטגיים, המגוון הביולוגי ובתי גידול טבעיים ותיירות.

❖ אמנת האקלים – הסכם פריז (דצמבר 2015)

ב-1996 אישרה ישראל את אמנת המסגרת של האו"ם בדבר שינויי האקלים (UNFCCC). האמנה מציבה מטרה כלל עולמית, לייצב את ריכוז גזי החממה באטמוספירה ברמה שתמנע הפרעה למערכת האקלים באמצעות פעולות מיטיגציה (mitigation) ולהיערך לשינויי האקלים (adaptation) על מנת למנוע, ככל שניתן, השלכות שליליות על בריאות האדם, המערכות האקולוגיות, המערכות הכלכליות ופיתוח בר-קיימא.

בדצמבר 2015 התכנסו בפריז 196 המדינות החברות באמנת האקלים במטרה לאמץ הסכם אקלים חדש ומחייב, שיחול על כלל המדינות החברות. ההסכם אומץ בתאריך 12.12.2015 ונחתם ב-22 באפריל 2016 בבניין האו"ם בניו יורק על ידי רוב המדינות החברות ובהן ישראל. ההסכם צפוי להיכנס לתוקף, לכל המאוחר עד שנת 2020. הסכם פריז מהווה אבן דרך חשובה בקידום המעבר לכלכלה דלת פחמן, ומסדיר את תכנית הפעולה העולמית להתמודדות עם שינויי האקלים ואת החובות המוטלות על המדינות השונות כחלק מתכנית זו.

שלושת היעדים המרכזיים של ההסכם:

א. הפחתת פליטות והגבלת העלייה בטמפרטורה העולמית הממוצעת לעד שתי מעלות צלזיוס מעל לטמפרטורה טרום העידן התעשייתי, תוך שאיפה להציב בהמשך יעד שאפתני יותר – של 1.5 מעלות צלזיוס.

ב. הגברת היכולת להתמודד עם ההשלכות הקיימות של שינויי האקלים.

ג. הבטחת ערוץ מימון למאמץ העולמי להפחתת פליטות גזי חממה והסתגלות לשינויי האקלים, בדגש על מדינות מפותחות.

אחד מהעקרונות המרכזיים של ההסכם החדש הוא הדרישה מהמדינות החברות באמנה לקבוע לעצמן יעדי הפחתה ותכניות אדפטציה בהתאם ליכולותיהן.

להלן עיקרי ההסכם הרלבנטיים להיערכות לשינויי אקלים:

אדפטציה והסתגלות: הסכם פריז קבע יעד גלובלי להסתגלות לשינויי אקלים, חיזוק חסינות וצמצום הפגיעות לשינויי אקלים במגמה לתרום לפיתוח בר קיימא ולהבטיח מענה נאות בהקשר של יעד הטמפרטורה. **על כל מדינה, על פי צרכיה, להיערך ולהכין תכניות לאומיות לאדפטציה לשינויי אקלים, לחזק את שיתוף הפעולה עם מדינות נוספות ולחזק את הידע המדעי בתחום.**

מימון לתמיכה במדינות מתפתחות: ועידת פריז הציבה יעד לגיוס 100 מיליארד דולר לשנה, החל משנת 2020, למדינות מתפתחות לטובת פעולות אדפטציה ומיטיגציה. אחת לשנתיים מוטלת על המדינות המפותחות חובת דיווח על היקף המימון שהועבר, והצפוי לעבור, לטובת תמיכה במדינות מתפתחות.

העברת טכנולוגיות ובניית ידע ויכולות: מנגנון אשר מטרתו לתמוך, טכנית ופיננסית, בפיתוח טכנולוגיות והעברתן לשימוש במדינות מתפתחות וכן לתמוך בבניית יכולות והשלמת פערי הידע הנדרשים לצורך מימוש תכניות ההפחתה והאדפטציה. מדינות מפותחות יידרשו לדווח על היקף התמיכה וכן על אופן תמיכתן במדינות מתפתחות בנושאים אלו.

מערך שקיפות: בכדי לוודא שיעדי ההסכם מושגים, ההסכם קובע הקמת מערך שקיפות, המחייב את כל המדינות לדווח באופן תקופתי למזכירות האמנה על התקדמות ביישום. המידע המסופק בידי המדינות ייבדק בתהליך בקרה בינלאומי הכולל הגשת דו"ח - Biennial Update Report - BUR.

באופן ספציפי, סעיף 7 בהסכם פאריז עוסק בתחום ההסתגלות לשינויי אקלים ולהלן תכולתו:

1. הצדדים קובעים בזה את היעד הגלובלי להסתגלות אל הגברת יכולת הסתגלות, חיזוק חסינות וצמצום הפגיעות לשינויי אקלים, במגמה לתרום לפיתוח בר קיימא ולהבטיח מענה נאות להסתגלות בהקשר של יעד הטמפרטורה הנזכר בסעיף 2.

2. הצדדים מכירים בכך שהסתגלות היא אתגר גלובלי העומד בפני הכלל והוא בעל ממדים מקומיים, תת-לאומיים, לאומיים, אזוריים ובינלאומיים, וכי היא מהווה רכיב מרכזי ומסייעת במענה הגלובלי לטווח הארוך לשינויי אקלים במטרה להגן על בני אדם, מקורות פרנסה ומערכות אקולוגיות, בהתחשב בצרכים הדחופים והמידיים של צדדים שהם מדינות מתפתחות הפגיעות במיוחד להשפעות השליליות של שינויי אקלים.

3. מאמצי ההסתגלות של צדדים שהם מדינות מתפתחות יוכרו, בהתאם להסדרים שתאמץ ועידת הצדדים המשמשת כמפגש הצדדים להסכם פריז במושב הראשון.

4. הצדדים מכירים בכך שהצורך הנוכחי להסתגלות הוא משמעותי וכי רמות גבוהות יותר של הפחתת פליטות יכולות להקטין את הצורך במאמצי הסתגלות נוספים, וכי צרכי הסתגלות גדולים יותר יכולים להיות כרוכים בעלויות הסתגלות גבוהות יותר.

5. הצדדים מכירים בכך שעל פעולות ההסתגלות להיות בהתאם לגישה מונהגת ע"י מדינה, בעלת

רגישות מגדרית, השתתפותית ושקופה לחלוטין, בהתחשב בקבוצות, קהילות ומערכות אקולוגיות פגיעות, ועליהן להיות מבוססות על ומונחות על-ידי המדע הזמין הטוב ביותר, כפי שמתאים, על ידע מסורתי, ידע של עמים ילידים ומערכות ידע מקומיות, במגמה לשלב הסתגלות בתוך מדיניות ופעולות סוציאקונומיות וסביבתיות הנוגעות בדבר, מקום שמתאים.

6. הצדדים מכירים בחשיבות התמיכה ושיתוף הפעולה הבינלאומי במאמצי ההסתגלות ובחשיבות ההתחשבות בצרכיהם של צדדים שהם מדינות מתפתחות, במיוחד אלה הפגיעים במיוחד להשפעות השליליות של שינוי האקלים.

7. על הצדדים לחזק את שיתוף פעולה שלהם בשיפור פעולה בדבר הסתגלות, בהתחשב במסגרת ההסתגלות של קנקון, כולל בהתייחס:

(א) לשיתוף מידע, נהגים תקינים, ניסיון ולקחים שנלמדו, כולל, כפי שמתאים, אלה המתייחסים למדע, תכנון, מדיניות ויישום ביחס לפעולות הסתגלות;

(ב) לחיזוק הסדרים מוסדיים, לרבות אלה שלפי האמנה משרתים הסכם זה, לתמוך בשילוב של מידע וידע הנוגעים בדבר, ובמתן תמיכה טכנית והדרכה לצדדים;

(ג) לחיזוק ידע מדעי על האקלים, לרבות מחקר, תצפית שיטתית במערכת האקלים ומערכות אתראה מוקדמת, באופן המספק מידע לשירותי האקלים ותומך בקבלת החלטות;

(ד) לסיוע לצדדים שהם מדינות מתפתחות בזיהוי נהגי הסתגלות יעילים, צרכי הסתגלות, סדרי עדיפויות, תמיכה הניתנת ומתקבלת לפעולות ומאמצי הסתגלות, ואתגרים ופערים, באופן העולה בקנה אחד עם עידוד נהגים תקינים;

(ה) לשיפור היעילות והעמידות של פעולות הסתגלות.

8. ארגונים מיוחדים וסוכנויות מיוחדות של האו"ם נקראים לתמוך במאמצי הצדדים ליישם את הפעולות הנזכרות בס"ק 7 לסעיף זה, בהתחשב בהוראות ס"ק 5 לסעיף זה.

9. כל צד, כפי שמתאים, יעסוק בתהליכי תכנון הסתגלות וביישום פעולות, לרבות פיתוח או שיפור של תכניות, מדיניות ו/או תרומות הנוגעות בדבר, אשר עשויות לכלול:

(א) את היישום של פעולות, התחייבויות ו/או מאמצי הסתגלות;

(ב) את ההליך לגיבוש וליישום תכניות הסתגלות לאומיות;

(ג) את ההערכה של השפעות ופגיעות של שינויי אקלים, במגמה לגבש פעולות לפי סדר עדיפות לאומי, בהתחשב בבני אדם, מקומות ומערכות אקולוגיות פגיעות;

(ד) ניטור והערכה ולמידה מתכניות, מדיניות, ופעולות של הסתגלות; וכן

(ה) בניית העמידות של מערכות סוציו-אקונומיות ואקולוגיות, לרבות באמצעות גיוון כלכלי וניהול בר קיימא של משאבי טבע.

10. כל צד, כפי שמתאים, יגיש ויעדכן מעת לעת דיווח על הסתגלות, אשר יכול לכלול את סדרי העדיפויות שלו, צרכי יישום ותמיכה, תכניות ופעולות, בלי ליצור כל נטל נוסף לצדדים שהם מדינות מתפתחות.

11. דיווח על הסתגלות הנזכר בס"ק 10 לסעיף זה, כפי שמתאים, יוגש ויעודכן מעת לעת, כחלק או בשילוב עם הודעות או מסמכים אחרים, לרבות תכנית הסתגלות לאומית, יעד לאומי כנזכר בסעיף

4, ס"ק 2, ו/או בהודעה לאומית.

12. דיווח על הסתגלות הנזכרת בס"ק 10 לסעיף זה ירשם במרשם ציבורי שינוהל על ידי המזכירות.

13. תמיכה בינלאומית רציפה ומשופרת תסופק לצדדים שהם מדינות מתפתחות ליישום ס"ק 7, 9, 10 ו-11 לסעיף זה, בהתאם להוראות סעיפים 9, 10 ו-11.

14. המעקב העולמי הנזכר בסעיף 14, בין היתר:

(א) תכיר במאמצי הסתגלות של צדדים שהם מדינות מתפתחות;

(ב) תשפר את יישום פעולת ההסתגלות תוך התחשבות בדיווח על ההסתגלות הנזכר בס"ק 10 לסעיף זה;

(ג) תסקור את הנאותות והמועילות של ההסתגלות והתמיכה הניתנת להסתגלות; וכן

(ד) תסקור את ההתקדמות הכוללת שנעשתה בהשגת יעד ההסתגלות הגלובלי הנזכר בס"ק 1 לסעיף זה.

❖ מטרות פיתוח מקיים (ינואר 2016) - Sustainable Development Goals (SDGs)

המדינות החברות באו"ם פיתחו מקבץ של 17 מטרות לפיתוח מקיים (Sustainable Development Goals - SDGs), בתחומים כמו מיגור העוני, בריאות, מערכות אקולוגיות, מגדר, אי שוויון ועוד. מטרה 13 עוסקת בשינוי אקלים וקובעת שיש לנקוט פעולות דחופות למאבק בשינוי האקלים ובהשלכותיו. מטרות המשנה הן:

- חיזוק החוסן ויכולת ההסתגלות לנזקים הקשורים לאקלים ואסונות טבע בכל המדינות
 - שילוב אמצעים להתמודדות עם שינויי אקלים בקביעת מדיניות, אסטרטגיות ותכנון לאומיים.
 - שיפור החינוך, העלאת המודעות והיכולת של בני האדם והארגונים להתמודד עם שינוי האקלים והשלכותיו באמצעות מיטיגציה, אדפטציה, והתראה מוקדמת.
- במסגרת קביעת המטרות נקבעו אינדיקטורים שלפיהם המדינות נדרשות לדווח על התקדמות.

❖ מטרות גלובליות להפחתת הסיכון מאסונות (מרץ 2015)

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030

הסכם התנדבותי (וולנטרי) שנתמך על ידי העצרת הכללית של האו"ם שמטרתו לצמצם משמעותית את הסיכון מאסונות ואת איבוד חיי אדם, פרנסה, פגיעה בבריאות ופגיעה בנכסים כלכליים, פיזיים, חברתיים, תרבותיים וסביבתיים של אנשים, עסקים, קהילות ומדינות. הצמצום ייעשה על ידי נקיטת אמצעים מבניים, משפטיים, בריאותיים חברתיים סביבתיים, וטכנולוגיים, שימנעו ויפחיתו את הפגיעות לאסון, יעלו את המוכנות לתגובה והחלמה מאסון וכך יגבירו את החוסן. קיימות שבע מטרות וארבע סדרי עדיפויות לפעולה.

אסונות, שרבים מהם החרפובשל שינוי האקלים ושעולה התדירות והעוצמה שלהם, מעכבים משמעותית את ההתקדמות לקראת פיתוח בר קיימא. ההסכם מציין את שינוי האקלים כ- driver לסיכון מאסון ומפנה לאמנת האקלים שנותנת הזדמנות להפחית את הסיכון מאסונות באופן משמעותי ועקבי באמצעות תהליכים בין-ממשלתיים הקשורים זה בזה. בהסכם דגש על היערכות לשינויי אקלים בכל הרמות עולמית, לאומית ומקומית.

❖ **אמנת ברצלונה**

פיתוח בר קיימא במדינות ים התיכון (UNEP) (פברואר 2016)

MEDITERRANEAN STRATEGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT 2016-2025

מסגרת להיערכות אזורית לשינויי אקלים בים התיכון ואזורי החוף

REGIONAL CLIMATE CHANGE ADAPTATION - FRAMEWORK FOR THE MEDITERRANEAN MARINE AND COASTAL AREAS

בפברואר 2016 המדינות החברות באמנת ברצלונה לשמירה על סביבת ים התיכון ואזור החוף אימצו את אסטרטגיית פיתוח בר קיימא (2016 – 2025). היעד הרביעי של האסטרטגיה נותן עדיפות לנושא שינוי האקלים בים התיכון.

האסטרטגיה קוראת לקראת התקדמות הפיכת האזור לירוק, דל פחמן וחסין תוך ביצוע פעולות בארבעה כוונים ברמה לאומית וברמה אזורית:

1. העלאת הידע המדעי, עליית מודעות, פיתוח יכולות טכניות להתמודד עם שינוי האקלים, קבלת החלטות מושכלות מבוססות ידע בכל הרמות, הכרה והגנה על שירותי המערכות האקולוגיות הטבעיות (בתחומים של הפחתת פליטות ואדפטציה);

2. להאיץ את ההטמעה של פעולות ותגובות ליצור חוסן אקלימי;

3. למנף מנגנוני מימון בנושא אקלים קיימים ומתפתחים, כולל שימוש בכלים בינלאומיים ומקומיים ולשפר את המעורבות של הסקטור הפרטי והסקטור הפיננסי;

4. לעודד רפורמות במוסדות, במדיניות ובהיבט המשפטי עבור הכנסה יעילה של נושא התגובות לשינויי האקלים לכל מערכות קבלת ההחלטות וביצוען (mainstreaming) במסגרות לאומיות ומקומיות ובמיוחד בסקטור האנרגיה. רפורמות משפטיות להזרמת אפקטיביות של שינויי האקלים לתוך ההתפתחות הלאומית והמקומית בעיקר במגזר האנרגיה.

בקביעת האסטרטגיה לשנים 2016 – 2021 (UNEP/MAP - Mid Term Strategy) הוחלט כי נושא אדפטציה לשינויי אקלים, שמהווה נושא רוחבי, נמצא בסדר עדיפות לפעולות. נקבעו שתי מטרות אסטרטגיות:

- לחזק את עמידות המערכות הטבעיות והחברתיות הים תיכוניות לשינויי האקלים על ידי קידום גישות היערכות משולבות והבנה טובה יותר של השפעות שינויי האקלים;
- להקטין את הלחץ האנתרופוגני על המערכת הימית והחופית כדי לשמור על תרומתם להיערכות לשינויי האקלים.

בהמשך לאימוץ האסטרטגיות ובמיוחד לעדיפות שנתנה לנושא אדפטציה לשינויי אקלים, פותחה

מסגרת להיערכות אזורית לשינויי אקלים עבור ים התיכון ואזורי החוף לשנים 2016 – 2025 :
Regional Climate Change Adaptation - Framework for the Mediterranean
Marine and Coastal Areas, הכוללת ארבעה יעדים:

1. פעילות במסגרות מוסדיות ומסגרות מדיניות מתאימות, העלאת מודעות ומעורבות של בעלי עניין וחיזוק היכולות ושיתופי הפעולה.
2. פיתוח של פרקטיקות (practice) הטובות ביותר (כולל אמצעים של "אי חרטה") להיערכות יעילה ומקיימת להשפעות של שינויי האקלים.
3. לאפשר גישה למנגנונים פיננסיים קיימים ומתפתחים הרלבנטיים להיערכות לשינויי אקלים כולל כלים בינלאומיים ומקומיים.
4. קבלת החלטות המבוססת על נתונים, מידע וכלים אמינים באמצעות שיתוף פעולה של מחקר ומדע.

❖ הצהרת שרים של איחוד מדינות ים תיכון (Union for the Mediterranean) בנושא סביבה ושינויי אקלים (מאי 2014)

השרים הביעו דאגה בהתייחס להשפעות שינויי אקלים על צמיחה כלכלית ופיתוח, ציינו את ההשפעות בסקטור המים, השפעות של עליה בגובה פני הים והמדבור. השרים הכירו בצורך לחזק את החוסן לשינויי אקלים למען האזור ועתידו במיוחד בסקטורים המשפיעים על הכלכלה כמו חקלאות, מים, אבטחת מזון.

השרים הצהירו כי יעבדו יחד לקראת אימוץ הסכם פריז והדגישו את חשיבות ההיערכות לשינויי האקלים והנושא הפיננסי בהקשר של ההסכם. במפגש צוינה החשיבות בהערכת פגיעות אזורית, סימון hot spots ותמיכה בתכנית ההיערכות לשינויי אקלים האזורית של UNEP-MAP.

השרים ציינו את הפוטנציאל לפיתוח יוזמות חדשות ומנגנונים בנושאים של ייצור וצריכה מקיימים, ניהול מקיים של ערים, חופים קרקע ועוד, את החשיבות של mainstreaming של שיקולי שינויי אקלים למדיניות בסקטורים שונים כמו מים, חקלאות, אנרגיה, תחבורה, תיירות, פסולת ובניין, קראו לעודד שיתופי פעולה בין משרדים, סוכנויות, גופי שלטון מקומיים והסקטור הפרטי, לשתף את החברה האזרחית, להעלות מודעות ולתמוך בפעילות חינוכית.

במפגש הקימו השרים קבוצת מומחים בנושא שינויי אקלים על מנת:

- לקדם ידע על האתגרים בהתמודדות עם שינויי אקלים באזור;
- לספק ולעודד שיתופי פעולה בילטרלים ובינסקטוריאליים והעברת מידע וטכנולוגיות;
- לקדם דיון על פעולות נדרשות לפי סדרי עדיפויות לרבות פעולות להעלאת החוסן לשינויי אקלים באזור, העלויות הפיננסיות ופוטנציאל ההיתכנות;
- להאיץ זיהוי, פיתוח ותמיכה בפרויקטים וביוזמות ספציפיים הקשורים לפיתוחים דלי

פחמן ופיתוחים להעלאת החוסן כולל כלכלה ירוקה, עם בעלי עניין מרכזיים ותורמים. בין היוזמות מוזכרות תכניות היערכות לאומיות ומדיניות אדפטציה לרבות הערכה של ההשפעות של שינויי האקלים וקידום סינרגיה עם פעולות לניהול אסונות היכן שרלבנטי.

- לתמוך ולעורר עבודה בנושא אקלים בשלטון מקומי, בחברה האזרחית ובסקטור הפרטי.

1.3 הסתגלות לשינויי אקלים במדינות שונות

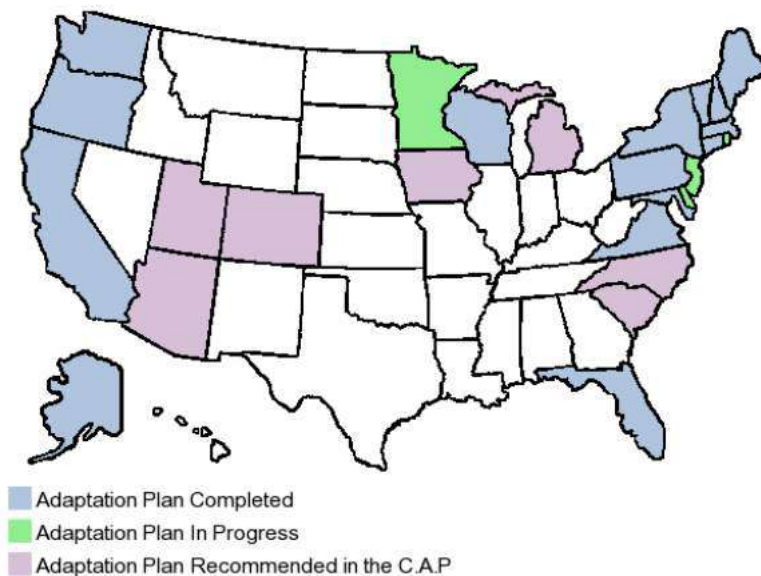
מדינות העולם מכירות בעובדה כי גם אם יינקטו צעדים משמעותיים בהפחתת גזי החממה, שינויי האקלים לא יעצרו בקצב הרצוי. זאת ועוד, מכיוון שכיום עדיין לא ננקטים צעדים משמעותיים בהפחתת פליטות מצד מדינות בתנופת תיעוש אדירה כמו סין והודו ואף לא ארצות הברית, ניתן לומר בודאות די גבוהה כי שינויי האקלים יוסיפו להתרחש וישפיעו על כל תחומי החיים ובעיקר באזורים חופיים, מקורות מים, בריאות, מערכות אקולוגיות ומערכות טבעיות נוספות. האו"ם, באמצעות מסגרת אמנת האקלים (UNFCCC) ואירגונים אחרים, מוביל את מאמץ ההסתגלות במדינות לא מפותחות ומדינות מתפתחות. באמצעות דוח לאומי המוגש לאו"ם מדינות המדינות על מאמצי ההפחתה וההסתגלות שלהם לשינויי אקלים. למעלה מ-42 מדינות מפותחות הגישו פרטים לגבי היערכותן לשינויי אקלים (כולל מדינות האיחוד האירופי בדוח נפרד). מהמדינות המתפתחות כ-141 הגישו את הדוח הראשון. כ-48 מדינות שאינן מפותחות הגישו תוכניות פעולה לאומיות להסתגלות לשינויי אקלים (NAPA).

ה-OECD משקיע גם הוא מאמצים רבים במחקרים ותומך בממשלות החברות בו על ידי אספקת כלים אנליטיים לפיתוח מדיניות הסתגלות יעילה ומועילה והתארגנויות להסתגלות הארצות החברות באירגון. ה-OECD משקיע את מאמציו בשלושה תחומים עיקריים: כלכלת ההסתגלות, שילוב ההסתגלות בפיתוח, הסתגלות במדינות מפותחות.⁹

מרבית המדינות המפותחות מתמודדות עם הצורך בהסתגלות על ידי הכנת תוכניות פעולה לאומיות ותוכניות פרטניות למשרדי ממשלה שונים, קביעת משרד ממשלתי אחראי, קביעת שר אחראי וכדומה.

⁹ OECD (2015). Climate change risks and adaptation: linking policy and economics.

בארה"ב הוקם לפני מספר שנים כח משימה מיוחד מטעם הנשיא הכולל את כל הרשויות הפדרליות. כח המשימה בשיתוף הרשויות הפדרליות פועל על פי מספר עקרונות מנחים: אימוץ גישות משולבות לתוך מערכת קבלת ההחלטות; תיעדוף האנשים, המקומות והתשתיות הפגיעות



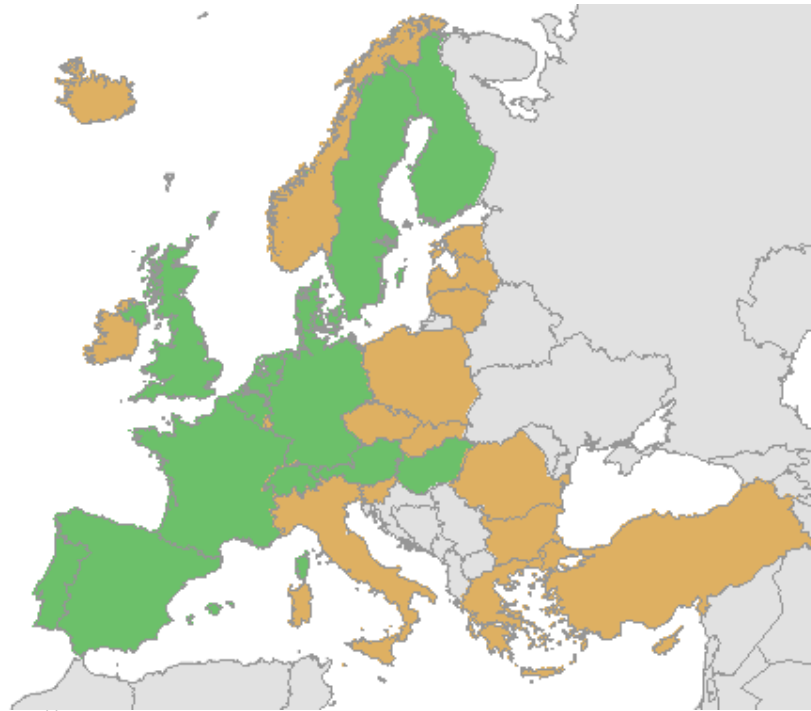
ביותר; שימוש במדע הטוב ביותר הקיים; שימוש בשיטות וכלים של ניהול סיכונים; שימוש בגישות כוללות למערכות אקולוגיות להעלאת יציבותן ושימור שירותי המערכת. כשליש מהמדינות בארה"ב כבר הציגו תכנית פעולה. ההתמודדות עם נושא האקלים תחת המשטר הנוכחי קיבלה, כידוע, תפנית אך מדינות רבות בארה"ב ממשיכות לתכנן הערכות.

המפה מתוך אתר המרכז לפתרונות אקלים ואנרגיה¹⁰

השוק האירופי נוקט בשנים האחרונות בגישה מתואמת לשילוב ההסתגלות בכל תחומי המדיניות הרלוונטית, תוך כדי העלאת המודעות ומעורבות הממשל והחברה האזרחית. מדינות האיחוד משלבות את ההסתגלות באופן שוטף במספר רב של תחומים: ניהול מקורות מים, בריאות, חקלאות ויער, אזורים חופיים, תשתיות, המגוון הביולוגי, ים ודיג, הפחתת סיכון אסונות. מדינות השוק האירופי נמצאות בשלבים שונים של הכנה, פיתוח ויישום אסטרטגיות הסתגלות לאומיות (בתמונה להלן, בירוק, מדינות שכבר אימצו תכנית פעולה). פיתוח התכנית תלוי בעוצמת וסוג השפעות האקלים הנצפות והחזויות, הערכת רגישות עכשווית ועתידית והיכולת של המדינות להסתגל. כל מדינות השוק האירופי הגישו לאו"ם מידע לגבי תוכניות ההסתגלות בתקשורת החמישית ל UNFCCC ב-2010. פינלנד, המובילה כיום בפעילותה בנושא, הציגה תכנית הסתגלות ראשונית כבר ב-2005, וב-2009 כבר הגישה תכנית לעדכון ושיפור תכנית ההסתגלות שלה. בתרשים הבא, מדינות שכבר אימצו תכנית פעולה בירוק, ומדינות שטרם עשו זאת בצהוב.

¹⁰ <http://www.c2es.org/us-states-regions/policy-maps/adaptation>

עפ"י דוח עדכני של ה- OECD שפורסם ביולי 2015, 24 מהמדינות השותפות בארגון, פרסמו אסטרטגית הסתגלות לאומית ו- 7 נוספות (ובהן ישראל) נמצאות בשלבי פיתוח והגדרת התכנית. מטרה משותפת של כלל התוכניות היא לייצר מחויבות פוליטית להסתגלות לשינוי אקלים, לתאם את הגישה הממשלתית הכוללת להסתגלות ולקדם את שיתוף הפעולה. בטבלה הבאה מתואר הסטטוס הנוכחי של התוכניות הלאומיות.



המפה מתוך אתר Climate adapt של האיחוד האירופי¹¹

¹¹ <http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/home>

		Assessment of climate data			Adaptation options and policy responses				
		Historical climate trends	Climate change scenarios	Impact assessments	Identification of adaptation options	Mention of policies synergistic with adaptation	Establishment of institutional mechanisms for adaptation responses	Formulation of adaptation policies	Explicit incorporation of adaptation in projects
No adaptation strategy published	Canada	●*	○	●	●	○	●*	●	●*
	Czech Republic – planned for 2016	●	●	●	●	○		●*	●*
	Estonia – planned for 2016	●*	●*		○	○		○*	
	Greece – under development	●	●	●	●	●	○*	○	○*
	Iceland	●	●*	●					
	Israel – under development	○	○	●	●	○	○	●	
	Italy – under development	●	○	●	●	●		○	○
	Japan – planned for 2015	●*	●	●	●	○		○	
	New Zealand	●*		●	●	●*	○	●	
Slovenia – under development	○*	○	●	○			○		
Adaptation strategy published	Australia	○	●		●	●*	●	●	●*
	Austria	●*	●	●	●*	●	○*	●*	○
	Belgium	●*	●	●	●	●	●*	●	
	Chile	○	●	●	●	○	○*	○	
	Denmark	●	●*	●	●*	●*	○	●	●
	Finland	○*	●*		●	●	○	●	○
	France	●	●	●	○	●	●*	●	
	Germany	○	●*	●	○	○	○*	●	○
	Hungary	○*	●	●*	●*	○*	○*	○	○
	Ireland	●	●*	●	●*	●	●*	○	
	Korea	●	●	●	●	●		●	
	Luxembourg	●*	○	●*	●*	●*		●*	
	Mexico	●	●	●	●	●	○	●	
	Netherlands (new NAS in 2016)		●*	●	●	○	○*	●	●*
	Norway	●	●	●	●*	●*	●	●*	
	Poland	○	●	●	○	●*	○*	●*	
	Portugal	○*	○*	●*	●*	●*	●*	●	
	Slovak Republic	●	●	●	●	●*		●*	○*
	Spain	○	●	●	●	●*	●*	●	
	Sweden	○	●	●	●	○	●	○	
Switzerland	●	●	●	●*	●	●	●*	●	
Turkey	●	●	●	●*	○*	○*	●*	●*	
United Kingdom	○	●*	●	●	●	●	●	●*	
United States	●	●	●	●	●*	●*	●*	●*	
Coverage in NCCs:									
	Extensive discussion	* Changes that occurred since last National Communication published							
	Some mention/limited discussion								
	No mention of discussion								
Quality of discussion in NCCs:									
●	Discussed in detail, i.e. for more than one sector or ecosystem, and/or providing examples of policies implemented, and/or based on sectoral/national scenarios								
○	Discussed in generic terms, i.e. based on IPCC or regional assessments, and/or providing limited details/no examples/only examples of planned measures as opposed to measures implemented								

1.4 הסתגלות ישראל לשינויי אקלים

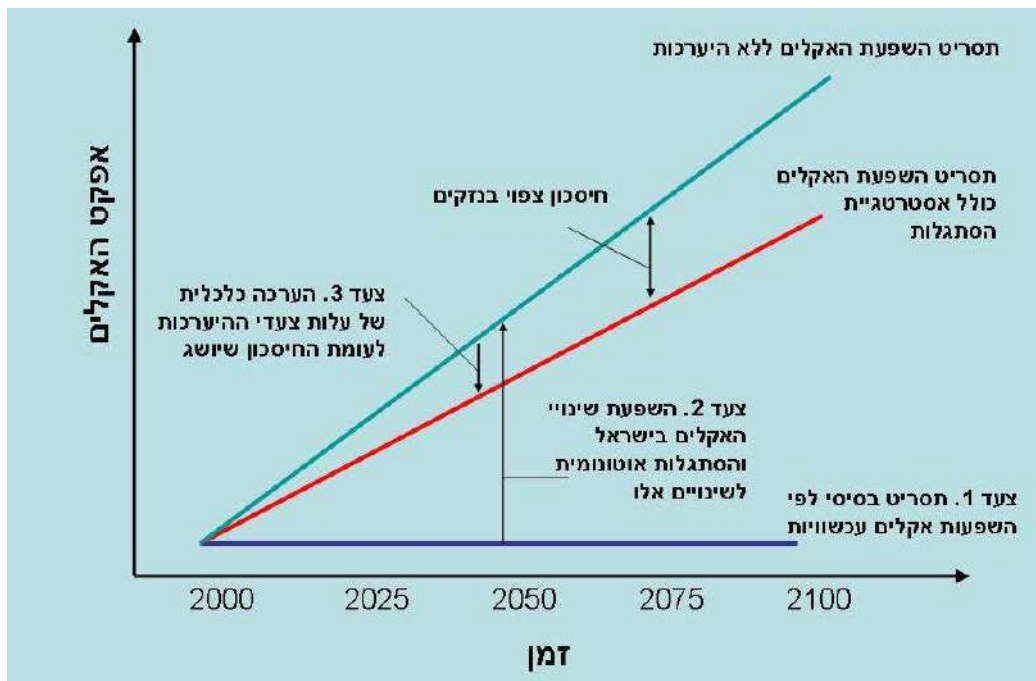
קיימים שני אופני פעולה מרכזיים כמענה לשינויי האקלים. אופן הפעולה הראשון הינו **הפחתה** (Mitigation) של התופעה באמצעות כלי מניעה שונים, בעיקר התערבות אנושית להפחתת פליטת גזי חממה. אופן הפעולה השני הינו **הסתגלות** (Adaptation) של מערכות אנושיות וטבעיות בתגובה לתופעות הנובעות משינוי האקלים, לצורך מיתון הפגיעה בהן. לאור ההבנה כי צעדי ההפחתה העולמיים הנוכחיים לא ימנעו את שינויי האקלים, יש מקום להיערך באמצעות מגוון של צעדי הסתגלות.

בשנת 2009 החליטה הממשלה (החלטה מספר 474 קיבלה תוקף ב- 25/6/2009) להקים ועדת מנכ"לים בראשות מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה, להיערכות והסתגלות לשינויי אקלים (Adaptation) והפחתת פליטות גזי חממה (Mitigation). ב-2010 החליטה הממשלה לפצל את הוועדה לשתיים. הועדה הראשונה בראשות מנכ"ל משרד האוצר התמקדה בהפחתת פליטות, בעוד הוועדה השנייה בראשות מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה התמקדה בהיערכות להסתגלות לשינויי אקלים. בעקבות כך הקים המשרד להגנת הסביבה את "מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל" ועבד יחד עם משרדי הממשלה האחרים להכנת המלצות לתכנית פעולה לאומית. מסמך זה הינו תוצר עבודתה של הוועדה הנ"ל ועבודת המשרדים השונים, ומסכם את האסטרטגיה הלאומית להיערכות לשינויי אקלים ותוכניות פעולה אופרטיביות של משרדי הממשלה.

קווים מנחים להיערכות:

עקב אי הודאות המובנית בחיזוי לטווח ארוך, תמיד קיים הסיכון שההיערכות תהיה מועטה מדי ואז הפגיעה תהיה קשה יותר, או לחילופין שנשקיע השקעות רבות בהיערכות והשינויים והנזקים יהיו קטנים מהצפוי, כך שהכדאיות הכלכלית תהיה נמוכה. בכדי להיערך כיאות יש לבחון את ההשפעות הפוטנציאליות של שינויי האקלים והנזקים הצפויים מהם ולבחון אותם אל מול עלות פעולות ההיערכות, והפחתת הנזק הצפוי מאותן פעולות (איור בסיסי), בהתאם לצעדים הבאים:

1. הצעד הראשון הינו בחינת תסריט בסיסי בו אין שינויי אקלים והערכת העלויות הנדרשות כדי להתמודד עם אירועי מזג האוויר באקלים הנוכחי, כולל אירועי הקיצון (זאת גם לנוכח הגידול באוכלוסיה וגידול הערים).
2. הצעד השני הינו בחינת תסריט של שינויי אקלים ובחינת העלויות של הנזקים הנוספים.
3. הצעד השלישי הוא בחינת תסריט של הנזקים כאשר מופעלת תכנית הסתגלות. בהינתן הנתונים הנ"ל ניתן לחשב את עלות תכנית ההיערכות ביחס לחיסכון במניעת נזקים.



איור : הדגמת שלושת הצעדים הנדרשים בתכנון היערכות לשינויי אקלים.

כיום, המידע הקיים מספק בצורה חלקית בלבד, כאשר סיבה מרכזית לכך היא שההסתגלות לשינויי האקלים הינה תהליך ארוך. היות וקשה לדעת בוודאות גמורה מה תהיינה ההשלכות של שינויי האקלים, וכמה מהר הן תשפיענה עלינו, נדרש לתכנן תכנית אסטרטגיה גמישה, תוך המשך המחקר ובחינת התכנית לצורך עדכונה אחת למספר שנים.

1.5 אינדיקאטורים להיערכות לשינויי אקלים

אינדיקאטור הוא סמן או מדד המצביע על תופעה הנמדדת ועל השינוי החל בה ויכול לשמש אומדן לתפקוד מערכות.

אינדיקאטורים להיערכות לשינויי אקלים מיועדים למדוד תופעות המושפעות משינויי אקלים ולעקוב אחר צעדי תגובה לשינויי האקלים.

אנו מחלקים את האינדיקאטורים להיערכות לשינויי אקלים לשלוש קבוצות:

1. אינדיקאטורים אקלימיים המצביעים על השינוי האקלימי.
2. אינדיקאטורי השפעה (impact indicators) שנועדו לניטור והערכה של השפעת שינויי האקלים במגוון הסקטורים המושפעים.
3. אינדיקאטורי תגובה (response indicators) – אינדיקאטורים למדידת צעדי תגובה המודדים את ההתקדמות ביישום פעולות ההיערכות לשינויי האקלים.

אינדיקאטורים אקלימיים

אינדיקאטורים אקלימיים עוסקים בפרמטרים אקלימיים הכוללים טמפרטורה (ממוצעת, מינימום, מקסימום), אורך ותדירות גלי חום, משקעים (אירועי גשם קיצוניים, אורך עונת הגשמים, מספר ימי גשם, אופן פיזור המשקעים), תדירות אירועי קיצון ועוד. פרמטרים אלו, המציגים את היקף שינויי האקלים בישראל, יתנו מענה לצרכים של הסקטורים השונים ויהיו את הבסיס שמכוון את פעולות ההיערכות לשינויי האקלים ואת פיתוח האינדיקאטורים בתחומים השונים.

מוצע כי המדדים האקלימיים בהם ייעשה שימוש יתבססו על רשימת האינדיקאטורים המומלצים ע"י הארגון המטאורולוגי הבינלאומי (WMO), תוך ביצוע התאמות לתנאי הארץ.

אינדיקאטורים אקלימיים מתחלקים לסט אינדיקאטורים המציגים ניתוח של התצפיות שנמדדו עד כה וכן אינדיקאטורים שיצביעו על השינויים העתידיים בהסתמך על מודלים אקלימיים. בהתייחס לאינדיקאטורים המבוססים על מדידות - הנתונים קיימים, אך לצורך גיבוש האינדיקאטורים נדרש טיוב סטטיסטי: הומוגניזציה של סדרות הנתונים הסרת ההשפעות של שינוי מיקום תחנות והחלפת מכשור, טעויות מדידה וכד'. אתגר מדעי אחר הוא בפיתוח אינדיקאטורים שיצביעו על השינויים הצפויים באמצעות שיפור הרזולוציה (downscaling) באופן דינמי ו/או סטטיסטי של מודלים אקלימיים גלובליים לאזור המזרח התיכון בכלל ולמדינת ישראל בפרט.

אינדיקאטורי השפעה (impact indicators)

אינדיקאטורי השפעה נועדו לניטור והערכה של ההשפעות של שינויי האקלים לאורך זמן בסקטורים השונים. באמצעות אינדיקאטורים אלה ניתן:

- להציג תמונת מצב עדכנית, שתאפשר לנתח באופן מושכל את הפגיעות של הסקטורים

והתחומים השונים, וכפועל יוצא תסייע בעיצוב מדיניות ההיערכות הכוללת.

- למדוד את האפקטיביות של צעדי ההיערכות שנקטים.
- להשוות למדינות אחרות.

אינדיקטורי תגובה (response indicators)

אינדיקטורים אלה נועדו למדוד את ההתקדמות בצעדי התגובה עליהם הוחלט לצורך היערכות לשינויי האקלים ומניעת פגיעה בנפש וברכוש. דוגמאות לאינדיקטורים כאלה: חקיקת חוקים/תקנות, השקעות במניעת שיטפונות, תקציב הסברה, ביצוע שינויים בסוג הגידולים החקלאיים וכד'.
 פעילות שבוצעה בתחום:

במסגרת פרויקט IN-SEIS (Increased collaboration – Shared Environmental Information System) (2015) לו שותפים המשרד להגנת הסביבה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס) הסוכנות הסביבתית האירופאית (EEA) והסוכנות הסביבתית האוסטרית, אחד הנושאים שנבחרו לעבודה הוא אינדיקטורים להיערכות לשינויי אקלים. במסגרת הפרויקט קוימו שתי סדנאות בנושא בשיתוף משרדי ממשלה מקבילים, אקדמיה, חברות ממשלתיות, גופי שלטון מקומי וארגונים ירוקים. הסדנא הראשונה (24-26 מרץ 2015) עסקה בסקירת שינויי האקלים וסקירת השפעות שינויי האקלים בסקטורים שונים, בדגש על אינדיקטורים להצגת תמונת מצב בתחום והפעולות הננקטות. הסדנא השנייה (28-29 באוקטובר 2015) עסקה באינדיקטורי השפעה בשמונה תחומים: אקלים, משאבי מים, ניקוז ושימור קרקע, חקלאות ויעור, בריאות, מגוון ביולוגי (יבשתי, מים מתוקים וימי), אנרגיה וכלכלה ותכנון עירוני ובניה ירוקה. בכל אחד מהתחומים הוצגו אינדיקטורים שנבחרו באירופה (אוסטריה, בריטניה), נבחנה ההתאמה למדינת ישראל, נבחנו תוצאות ניטור קיים בתחומים השונים והחלה עבודה בהגדרת אינדיקטורים קיימים ואינדיקטורים לפיתוח. הסדנא מהווה בסיס להמשך עבודה בקבוצות לכל אחד מהתחומים.

פעילות עתידית:

חלק מעבודת ליווי הפעילות להיערכות לשינויי אקלים בישראל צריכה לכלול דיווח תקופתי מבוסס אינדיקטורים להיערכות לשינויי אקלים. בשלב ראשון יש לגבש רשימה של אינדיקטורים בנושאים מרכזיים: אקלים, משאבי מים, ניקוז ושימור קרקע, חקלאות ויעור, בריאות, מגוון ביולוגי (יבשתי, מים מתוקים וימי), אנרגיה וכלכלה ותכנון עירוני ובניה ירוקה. עבודה בנושא האינדיקטורים וגיבושם תיעשה בקבוצות עבודה על פי התחומים הנ"ל. העבודה צריכה להתבצע בשיתוף פעולה עם הלמ"ס, השירות המטאורולוגי משרדי ממשלה מקבילים ואקדמיה. פיתוח האינדיקטורים וכן פרסום שוטף שלהם יצריך ריכוז ותיאום הצרכים מכל

הגורמים, פיתוח מתודולוגיה וכן איסוף נתונים בתחומים שונים. מתוך האינדיקטורים יש לסמן אילו אינדיקטורים קיימים ויש לגביהם ניטור מסודר ואילו אינדיקטורים מיועדים לפיתוח ויתכן ויחייבו סקרים חדשים או אמצעי איסוף נתונים אחרים שיחייבו הקצאת משאבים.

דוגמא לפעילות בתחום פיתוח האינדיקטורים של משרד החקלאות:

מתוך הבנה של הייחודיות של החקלאות בין שאר המגזרים במשק, החלה עבודה משותפת עם השירות המטאורולוגי (בנוסף לעבודה משותפת בנושא עם רשות המים, הלישכה המרכזית לסטטיסטיקה, נציגי חקלאים ואקדמיה), לבחינת מגמות אקלימיות בכ- 50 מדדים אקלימיים ספציפיים קריטיים לענפי החקלאות המרכזיים בישראל. העבודה מתמקדת במדדים הייחודיים תוך התייחסות לפריסת ענפים שונים באזורים הגיאוגרפיים השונים, וברזולוציה מרחבית ועיתית מתאימה, כפי שיורחב בפרק העוסק בפעולות להיערכות לשינוי האקלים. פרטים נוספים מוצגים בנספח 4.

1.6 הזדמנויות להשתלבות ישראל במאמץ הבינלאומי

אמנת פריז שנחתמה בדצמבר 2015 מהווה נקודת ציון חשובה בהתוויית מדיניות כלל עולמית בתחום ההתמודדות עם שינויי האקלים. עד דצמבר 2017, 172 מדינות מתוך כ-197 חברות באו"ם אשררו את האמנה, שנכנסה לתוקף כהסכם מחייב באוקטובר 2016. אמנת פריז היא ההסכם המקיף ביותר להתמודדות עם שינויי האקלים מאז החלו מדינות העולם לדון בסוגיה בתהליך המתמשך של "אמנת המסגרת של האו"ם בדבר שינויי האקלים" (UNFCCC), שהחל בשנת 1992, בוועידת כדור הארץ בריו ד'ה ז'ניירו. לפי סעיף 2 לאמנת פריז, שהיא חלק מתהליך ה-UNFCCC, מטרותיה של האמנה הן כדלקמן:

1. "שמירה על רמת עלייה בטמפרטורה העולמית הממוצעת הרבה מתחת ל-2 מעלות צלזיוס מעל לרמות קדם-תעשייתיות וקידום מאמצים להגביל את עליית הטמפרטורה ל-1.5 מעלות צלזיוס מעל לרמות קדם-תעשייתיות, מתוך הכרה כי הדבר יפחית באופן משמעותי את הסיכונים וההשפעות של שינויי האקלים";
2. "הגדלת היכולת להסתגל להשפעות השליליות של שינויי האקלים ולטפח חסינות בפני אקלים ופיתוח דל פליטות גזי חממה, באופן שאינו מאיים על ייצור מזון";
3. "לגרום לכך שתזרימי מימון יעלו בקנה אחד עם מסלול פיתוח דל פליטות גזי חממה ופיתוח חסין בפני אקלים.

האמנה יוצרת מספר מנגנונים שיאפשרו למדינות העולם לקדם מדיניות משותפת בתחום האקלים, תוך יצירת מנגנוני מדידת התקדמות ובקרה הדדית בין המדינות החותמות. בפרק 9 באמנה מותווים עקרונות מחייבים בתחום "המימון האקלימי" (Climate Finance), וזאת בכדי לקדם את

יישומן בפועל של החלטות המדיניות שנתקבלו. בסעיף 9 מוטלת האחריות לדאוג למקורות מימון נוספים למאבק בשינויי האקלים על המדינות המתועשות, וכמו כן מושם דגש על הצורך לתעדף מתן סיוע פיננסי למדינות המתפתחות. בנוסף, נקבע כי תהיה שמירה על איזון בין המקורות שיוקצו להפחתת שינויי האקלים למקורות שיוקצו להסתגלות לשינויים באקלים שצפויים להתרחש בין כה וכה. לבסוף, נקבעו מנגנונים שמסדירים את השקיפות בין המדינות התורמות למדינות המתפתחות. מדינות שונות שחתמו על האמנה, רובן מדינות מתועשות, התחייבו בוועידת פריז להקצות משאבים רבים יותר למאבק בשינויי האקלים. המטרה המוצהרת היא להגיע עד לשנת 2020 למצב בו יושקעו משנה זו ואילך כ-100 מיליארד דולר במאמצי הפחתה ו/או הסתגלות לשינויי האקלים.

הזדמנויות כלכליות עבור ישראל במאבק נגד שינויי האקלים

משאבים המוקצים למאבק בשינויי האקלים צפויים לגדול בעקבות אמנת פריז, אך גם בעקבות יוזמות רבות אחרות מצד מדינות, ארגונים אזרחיים וחברות מסחריות ברחבי העולם. מכיוון שהסוגיה זוכה לתהודה בינלאומית נרחבת, מודעות אליו יכולה לפתוח בפני מדינת ישראל וחברות ישראליות אפשרויות כלכליות ודיפלומטיות חדשות. **ישראל, החתומה על אמנת פריז בעצמה, נמצאת בחזית הטכנולוגיה בתחומים שונים שיכולים להיות רלוונטיים להפחתה ו/או הסתגלות לשינויי האקלים. חלק מהיכולת לנצל את ההזדמנויות החדשות בתחום האקלים תלוי ביכולת של ישראל למתג תחומים בהם יש לה ניסיון כקשורים לסוגיה זו.** לדוגמה, החקלאות המדברית, בה נמצאת ישראל בחזית הפיתוח, היא בעלת חשיבות רבה בתחום ההסתגלות לשינויי האקלים, למשל במדינות מדבריות ביבשת אפריקה. לפיכך, הכרת מסלולי המימון השונים למאבק בשינויי האקלים, וודאי לאחר אמנת פריז, יכולה לסייע לישראל למצוא אינטרסים משותפים עם ארגונים, מדינות ערים וחברות ברחבי העולם ששמים כיום את הנושא גבוה בראש סדר העדיפויות שלהם.

מסלולי מימון במסגרת אמנת פריז

כחלק מתהליך ה-UNFCCC פועלים מספר מוסדות פיננסיים מטעם האו"ם בסוגיית האקלים. מוסדות אלו מקבלים מנדט במסגרת אמנת פריז לקדם את המטרה השלישית בסעיף 2 לאמנה, הקוראת לקידום של מסלולי מימון למאבק בשינויי האקלים. סעיף 9 באמנת פריז מנחה את הגופים הפיננסיים הפועלים במסגרתה לפשט ולייעל את תהליכי קבלת והקצאת המימון, וכמו כן לשים דגש על סיוע למדינות מתפתחות במימוש יעדיהן הלאומיים. ישנם ארבעה גופים וקרנות פיננסיים שונים הפועלים במסגרת האמנה, כאשר כל גוף חייב דין וחשבון לאו"ם ומסייע בקידום המימון לתחום האקלים באופן שונה. הגופים הפיננסיים הפועלים במסגרת האמנה הם:

- **Green Climate Fund (GCF)** – קרן ה-GCF נוסדה מכורח הסכמות וועידת האקלים בקנקון בשנת 2010. מטרת העל של הקרן היא מתן סיוע למדינות מתפתחות בהתמודדות

עם שינויי האקלים, כחלק מהמאמץ הגלובלי לטיפול בסוגיה. ה-GCF מסייעת למדינות המתפתחות הן בתחום צמצום פליטות גזי החממה (להן הפחתת שינויי האקלים), והן בתחום ההסתגלות לשינויי האקלים, כאשר השאיפה המוצהרת היא לחלק באופן שווה את המימון בין שני התחומים, ברוח עקרונות אמנת פריז. ה-GCF מיועדת להיות קרן ההשקעות העיקרית אליה יועברו הכספים בעקבות אמנת פריז למאבק בשינויי האקלים. כיום הקרן מתוקצבת בעיקר על-ידי מדינות תעשייתיות מפותחות, בעודה מחפשת מקורות מימון נוספים לפעילותה (כגון גורמים פרטיים). עד היום העבירו 43 מדינות כ-10.1 מיליארד דולר לרשות הקרן. הקרן מנוהלת בנאמנות (trustee) ע"י הבנק העולמי ומשרדיה ממוקמים באינצ'ון, דרום קוריאה, סמוך לבירה סיאול.¹²

- **Adaptation Fund (AF)** – "קרן ההסתגלות" הוקמה ב-2001 מכוח אמנת קיוטו, במטרה לסייע למדינות מתפתחות בהסתגלות לשינויי האקלים. הקרן אינה עוסקת בהפחתת גזי חממה. ההתמקדות בתחום ההסתגלות במדינות המתפתחות נובע מהעובדה שמדינות אלו פגיעות יותר לשינויי האקלים, וזאת על אף שתרומתן לפליטת גזי החממה מאז המהפכה התעשייתית ועד היום הייתה שולית. משנת 2010, תמכה הקרן בפרויקטים בשווי 357.5 מיליון דולר להגברת העמידות לשינויי האקלים בכ-63 מדינות. ה-AF מקבלת את עיקר תקציביה ממנגנון ה-CDM (Clean Development Mechanism) שיוסד באמנת קיוטו. 2% מהכנסות "שוק היתרי הזיהום" (CER - Certified Emission Reduction), המוסדר בתוך מנגנון ה-CDM, מועברות מדי שנה לתקציב ה-AF. מקורות תקציביים נוספים הם מדינות וגורמים פרטיים שתורמים לקרן. בדומה ל-GCF, ה-AF מנוהלת בנאמנות על-ידי הבנק העולמי. משרדי הקרן ממוקמים בווינגטון די. סי.

- **Global Environment Facility (GEF)** – ארגון ה-GEF הוקם ערב וועידת כדור הארץ שנערכה ב-1992 בריו, במטרה להתמודד עם בעיות סביבתיות ברחבי העולם. לצד ההשקעות בפרויקטים להפחתת והסתגלות לשינויי האקלים מסייע ה-GEF במימון פרויקטים סביבתיים אחרים, כגון טיפול מושכל בפסולת רעילה ושימור המערכות האקולוגיות הימיות. הארגון מתפרש על תחומים רחבים ומסייע לאו"ם במימון 4 "אמנות מסגרת" בנושאי סביבה מלבד אמנת ה-UNFCCC. ה-GEF משתף פעולה עם גורמים רבים, ביניהם סוכנויות האו"ם השונות, מוסדות פיננסיים, מדינות, ארגוני חברה אזרחית ועוד. סה"כ שותף ה-GEF בפרויקטים ב-183 מדינות ברחבי העולם. בתחום שינויי האקלים ה-

¹² <http://www.greenclimate.fund/what-we-do/portfolio-dashboard>

GEF שם דגש על סיוע למדינות מתפתחות, אך גם מסייע למדינות הנמצאות בשלב המעבר מכלכלה מתפתחת לכלכלה מתועשת לעמוד בהתחייבויותיהן הבינלאומיות בתחום הסביבה. ה-GEF מתנהל לפי תכנית תקציבית ארבע שנתית, כאשר התכנית המאושרת האחרונה עבור שנים 2014-2018 מתקצבת בכ-4.43 מיליארד דולר. תקציבי ה-GEF מגיעים מכ-39 מדינות שונות, כאשר התורמות העיקריות הן המדינות המתועשות. משרדי ה-GEF ממוקמים גם הם בווינגטון די סי. הארגון מבקש את השתתפות ישראל בהנהלה. דמי חברות הן כ-4 מליון דולר ל-4 שנים. כל מדינה ממנה נציג ממשרד החוץ וממשרד הסביבה.

- **Climate Technology Centre and Network (CTCN)** – בוועידת קנקון ב-2010 הוחלט לשים דגש על פיתוח טכנולוגיות חדשות בתחום האקלים והטמעתן של הטכנולוגיות הקיימות במדינות מתפתחות. לצורך הגשמת מטרה זו יוסד ה-Technology Mechanism, בתוכו פועלים שני גופים: הראשון, Technology Executive Committee (TEC), עוסק בהתוויית מדיניות והשני, Climate Technology Centre and Network (CTCN), עוסק ביישומה - ה-CTCN מוגדר כזרוע הביצועית של ה-Technology Mechanism. בפועל, מסייע הארגון מקצועית למדינות מתפתחות בהטמעת טכנולוגיות, עוסק בהנגשת אינפורמציה רלוונטית על טכנולוגיות האקלים, וכמו כן משתמש ברשת הקשרים העולמית שלו לקידום שיתופי פעולה בין גורמים שונים בתחום – אקדמיה, סקטור פרטי מגזר ציבורי וכיו"ב. מטה הארגון, הנמצא בקופנהאגן, מרכז את שיתופי הפעולה המגוונים של ה-CTCN, הכוללים מדינות, ארגונים וחברות עסקיות ברחבי העולם. בישראל, ה-CTCN היה בקשר עם המשרד להגנת הסביבה ועם "המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה" באוניברסיטת חיפה (שתוקצב ע"י המשרד להגנ"ס למשך 3 שנים). מקורות ההכנסה של ה-CTCN, נכון לספטמבר 2015, הגיעו מתרומות בסך 30,166,235 מיליון דולר ממדינות מתועשות. בוועידת האקלים שנערכה בנובמבר 2016 במרקש התחייבו שורה של מדינות לממן את ה-CTCN ב-23 מיליון דולר נוספים בשנים הקרובות.

מסלולי מימון בינ"ל בנפרד מאמנת פריז

לצד אמנת פריז והמנגנונים שהיא יוצרת להפחתה והסתגלות לשינויי האקלים, ישנן פעילויות ויוזמות אחרות בנושאי האקלים המתקיימות בנפרד מההסכם ומביאות לשינויים מהותיים ב"שטח". היוזמות להתמודדות עם שינויי האקלים חוצות מדינות, סקטורים ומגזרים וניתן לחלקן ל-3 ענפי פעילות עיקריים:

- **עסקים פרטיים** שמשקיעים בטכנולוגיות של אנרגיות נקיות ובדה-קרבוניזציה של תהליכי הייצור בקצב חסר תקדים.

- **ממשלות לאומיות וממשלים לוקאליים** המקדמים שורה של צעדי מדיניות חדשניים בנושא האקלים, גם כן בקצב חסר תקדים.
- **בנקים וגופים פיננסיים אחרים** המקדמים מימון לפרויקטים אקלימיים בהיקף של מיליארדי דולרים.

כל אחד מהתהליכים שצוינו לעיל הוא בעל משקל משמעותי בפני עצמו. עם זאת, התרחשות התהליכים במקביל מראה באופן חד משמעי שהעולם כבר מתקדם "באופן עצמאי" בדרך שהתווה הסכם פריז.

להלן סקירה מפורטת יותר של חלק מההתקדמות שחלה ברחבי העולם בתחומים שונים, בהובלת ממשלות, הסקטור הפרטי וארגוני החברה האזרחית:

אנרגיה ירוקה

- **Re100** – קואליציה של חברות גדולות המתחייבות להשתמש ב-100% אנרגיה מתחדשת לסיפוק צרכי החשמל האופרטיביים היום-יומיים. בקואליציה נמצאות כיום 83 חברות, ביניהן מיקרוסופט, חברת "פיליפס לייטנינג" (Phillips Lightning) וחברת הבטון "דלמיה" בהודו.
- **CEM: The Clean Energy Ministerial** - פורום גלובלי לקידום אנרגיה ירוקה בו חברות ארה"ב, מדינות האיחוד האירופי, סין, הודו ועוד מדינות רבות נוספות. סך הכל חברות בפורום 52 מדינות, המספקות 90% מההשקעה באנרגיה ירוקה ונושאות באחריות ל-75% מפליטות גזי החממה. פורום ה-CEM הוא בית ליוזמות מגוונות, מתוכן נציין שתיים מרכזיות:
 - Clean Energy Solutions Center – המרכז אמור לספק לקובעי מדיניות במדינות מתפתחות ייעוץ עדכני ומותאם בנושאי אנרגיה ירוקה, ללא עלות כלשהי מצדן של המדינות המבקשות סיוע. המרכז השיב עד כה ל-230 פניות לסיוע מכמעט 90 מדינות שונות. לדוגמה, מדינות הקריביים הסתייעו במרכז בבואן לגבש אסטרטגיה שאפתנית להגדלת אחוז האנרגיה המתחדשת מסך האנרגיה המופקת אצלן: מטרתן של מדינות אלו היא לעלות משיעור של 20% ייצור אנרגיה מתחדשת ב-2017, לשיעורים של 28% ב-2022 ו-47% בשנת 2027.
 - Global Leap: Global Lighting and Access Partnership – ארגון זה גייס 27 מליון דולר על מנת לאפשר מכירה של 20 מליון מוצרים סולאריים איכותיים "מחוץ לרשת" (Off Grid) המשמשים 100 מליון אנשים בכ-32 מדינות. יוזמה זו היא בעלת משמעות רבה לצרכנים: שימוש במתקנים סולאריים יעילים יכולה להוריד את עלות השימוש בשירותי חשמל "מחוץ לרשת" בשיעור של עד כ-50%.

- **Mission Innovation** – יוזמה המעודדת שרים רלוונטיים במדינות שונות להכפיל את המימון לתקציבי מחקר ופיתוח (Research and Development) לאנרגיה ירוקה עד לשנת 2021, במטרה לקדם טכנולוגיות חדשות ופורצות דרך בתחום. יוזמה זו הינה ברוח הסכמות וועידת פריז, בהן התחייבו כ-20 מדינות להשקיע כ-30 מיליארד דולר בשנה במחקר ופיתוח של אנרגיה ירוקה עד לשנת 2021.
- **African Union's African Renewable Energy Initiative (AREI)** – גוף זה השיג התחייבויות בגובה 4.3 מיליארד דולר למימון פרויקטים לייצור 4.7 מליון קילו-וואט (kW) של אנרגיה מתחדשת באפריקה, כמות המספיקה לתצרוכת חשמל של מליוני בתים ברחבי היבשת.
- **Global Geothermal Alliance** – קרוב ל-40 מדינות ו-30 גופים נוספים, ביניהם גורמים אזוריים, מוסדות פיתוח וגורמים בתעשייה, משתפים פעולה על מנת להגדיל את שיעור הייצור של אנרגיה גיאותרמית מסך ייצור האנרגיה הגלובלית. השאיפה היא להגדיל את ייצור האנרגיה הגיאותרמית ב-500% ואת ייצור אנרגית חום ב-200% עד שנת 2030.
- **SIDS Lighthouse Initiative** – יוזמה מטעם הסוכנות הבינלאומית לאנרגיות מתחדשות (IRENA), הממסדת שיתוף פעולה בין מדינות וגורמים נוספים במטרה לגייס מימון לקידום תשתית לאנרגיה מתחדשת במדינות איים מתפתחות (SIDS – Small Island Developing States).

חקלאות וייעור

- **Adaptation of African Agriculture Initiative** – יוזמה זו שמה דגש על חשיבות פיתוח ההסתגלות לשינויי האקלים וביטחון המזון באפריקה. היוזמה אומצה על-ידי יותר מ-20 שרי חקלאות במדינות שונות ביבשת. בנוסף, משתתפים בפרויקט מוסדות פיננסיים המתמחים בפיתוח כלכלי (DFI'S), חברות פרטיות, ארגונים לא-ממשלתיים ושותפים מהקהילה המדעית.
- **חברות רבות כגון יוניליבר ו"מרקס אנד ספנסר"** מבצעות התקדמות משמעותית בצמצום פליטת גזי החממה ובירוא היערות (deforestation) הנגזרים מתהליכי הרכש של החברות. כמו כן, קבוצת עבודה של עשרות מומחים פיתחו תהליך להערכת תכניות להפחתת ההשפעות על יערות ושינוי אקלים הנובעות מניצול משאבים באותו אזור. המומחים פרסמו את המידע הרלוונטי באתר אינטרנט ייעודי, שמטרתו לסייע למנהלי רכש של חברות עסקיות להפחית את השפעת מערכי הייצור של החברות על תהליך בירוא היערות הטרופיים.
- **ממשלותיהן של 7 מדינות אפריקאיות המייצרות "שמן זקלים"**, המכילות בשטחן כ-70%

מהיערות הטרופיים של אפריקה, התחייבו לפיתוח בר-קיימא של ענף "שמן הדקלים", תוך קבלת תמיכה מיצרנים, קונים וסוחרים גדולים בענף. קרוב ל-36 ממשלות, חברות וארגוני חברה אזרחית הסכימו בוועידת מרקש ב-2016 להמשיך לסייע בתהליך המעבר של ענף "שמן הדקלים" למסלול פיתוח בר-קיימא, שיאופיין ב"טביעת רגל פחמנית" נמוכה.

- **קואליציה של 10 חברות מזון ומשקאות** הגדילו את ההתחייבויות שלהן לחקלאות רגישה לאקלים וביטחון מזון, באמצעות ניהול קרקע משופר, קיבוע פחמן, השבתת קרקע לייצור מזון, הפחתה בחצי של כמות המזון שנאבד בתהליך הייצור וצמצום בירוא היערות.

פיננסיים

- **Private Advisory Network (PFAN)** – ארגון זה מתעסק בהסרת חסמים למימון פיננסי למטרות סביבתיות עבור עסקים קטנים ובינוניים בכלכלות מתפתחות, ובהתאמת הביקוש וההיצע לפרויקטים ירוקים בכלכלות אלו. PFAN גייס יותר ממיליארד דולר לבנייה, התקנה והפעלה של 701 מגה-וואט (Megawatt) של אנרגיה ירוקה ב-87 פרויקטים באפריקה, אסיה ואמריקה הלטינית. PFAN משתמשים בניסיון שנצבר בסקטור הפרטי במימון טכנולוגיות ופרויקטים ידידותיים לסביבה בכדי לקדם פרויקטים כדאיים מבחינה כלכלית, סביבתית וחברתית.
- **Global Innovation Lab for Climate Finance** – יוזמה ציבורית-פרטית שמפתחת כלים פיננסיים לקידום השקעה פרטית בשווי מיליארדי דולרים במטרה לקדם מאמצי הפחתה והסתגלות לשינויי האקלים במדינות מתפתחות. מאז השקת היוזמה גויסו למעלה מ-600 מיליארד דולר למימון אנרגיות מתחדשות, קידום יעילות אנרגטית ופיתוח חקלאות רגישה לאקלים באפריקה, אמריקה הלטינית ואסיה.

הסתגלות

- **National Adaptation Plans Global Network** – ארגון זה מקדם תמיכה בהסתגלות לשינויי אקלים במדינות מתפתחות, וכן פועל למען חיזוק שיתוף הפעולה בתחום ההסתגלות אצל המדינות התורמות.
- **InsuResilience** – תכנית אליה התחייבו מדינות ה-G7, השואפת לספק "ביטוח סיכון אקלימי" לכ-400 מליון אנשים במדינות מתפתחות עד לשנת 2020.
- **CREWS (Climate Risk + Early Warning Systems Initiative)** – יוזמה שהושקה בוועידת פריז והביאה להתקדמות משמעותית בחיזוק מערכות ההתראה לאסונות טבע במדינות מתפתחות, תוך חיזוק עמידותן בפני אסונות טבע אקלימיים.

מזהמי אוויר קצרי טווח

- **Climate and Clean Air Coalition to Reduce Short-Lived Climate Pollutants (CCAC)** – תכנית זו, שהושקה ע"י האו"ם ונתמכת ע"י מספר רב של מדינות, אפשרה

לממשלות רבות להתחייב לאימוץ לוחות זמנים להפחתת הזיהום מפחמן שחור (Black Carbon), וכן לפיתוח אסטרטגיות להפחתת זיהום גז המתאן (CH_4) מתעשיות הגז והנפט.

2. אקלים והידרו-אקלים : מגמות, תחזיות ותרחישים

2.1 אקלים

2.1.1 מגמות שנצפו באקלים בישראל

[דו"ח השירות המטאורולוגי ממרץ 2015](#) מראה כי בשנות ה-50 וה-60 טמפרטורות יומיות ממוצעות היו גבוהות מאלו של שנות ה-70 וה-80, אך בשנות ה-2000 הטמפרטורות הן הגבוהות ביותר. ממוצעים שחושבו לתקופה של 15 שנה, מלמדים שממוצע הטמפרטורה בשנים האחרונות הוא הגבוה ביותר, בהשוואה לממוצע של תקופות זהות באורכן, מאז שנת 1951. קיימת התאמה כללית בין מהלך הטמפרטורה הממוצעת באזורנו למהלך הטמפרטורה העולמי, אם כי ההבדל בין הטמפרטורות בשנות ה-2000 לבין אלו של שנות ה-50 אינו כה גדול כפי שקיים בגרף העולמי.

ניתוח נתוני המשקעים מראה שלא חל שינוי מהותי בכמויות המשקעים השנתיות וכן לא בחלוקה העונתית שלהן אם מנתחים את סדרת המשקעים ב-90 השנים האחרונות. יחד עם זאת, גירעון המשקעים המצטבר ב-20 השנים האחרונות הוא מהחמורים שהתרחשו ודומה לזה שהתרחש בשנות ה-20 וה-30 של המאה הקודמת.

מחקר השירות המטאורולוגי מספטמבר 2016 על מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים¹³ הראה כי חל גידול משמעותי בשכיחות גלי החום בקיץ בשני העשורים האחרונים – אירועים בהם הטמפרטורה היומית הממוצעת עולה על הממוצע ב-6 מעלות צלסיוס במשך 3 ימים רצופים. עם זאת, בשרבים קצרים, שבהם עולה הטמפרטורה ב-15 מעלות צלסיוס על הממוצע, לא נמצאה כל מגמה. באירועי השלג לא נמצאה מגמה משמעותית בשכיחות אירועים בהם נערמו שלגים בעובי 10 ו-20 ס"מ ומעלה בירושלים או בצפת. גם באירועי גשם קיצוניים מאוד בהם ירדה כמות של מעל 110 מ"מ ביום או כמות מצטברת של 200 מ"מ לסופה – לא נמצאו מגמות משמעותיות.

יש לזכור כי קיים קושי לזהות ולהעריך שינוי בתדירות ו/או בעוצמה של ערכים קיצוניים מאוד ולכן העובדה שלא נמצאו מגמות משמעותיות בחלק מהתופעות אינה מעידה בהכרח כי הן לא קיימות. בכוונת השירות המטאורולוגי לחזור על הבדיקות על בסיס נתונים יומיים הומוגניים ולבחון גם את שכיחות אירועי מזג אוויר המתונים יותר (המאופיינים בתקופת חזרה קצרה יותר מאלו אשר נבחנו במחקר מ-2016).

¹³ מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל. 2016. יצחק יוסף, נועם חלפון, עמוס פורת, איזבלה אוסטינסקי-צדקי, אבנר פורשפן, דו"ח מחקר מס' 21921416 אגף אקלים, השירות המטאורולוגי.

<http://www.ims.gov.il/NR/rdonlyres/F68A0D64-A40E-4A7E-8405-89F6E7F0CE06/0/ExtremetrendsoverIsrael.pdf>

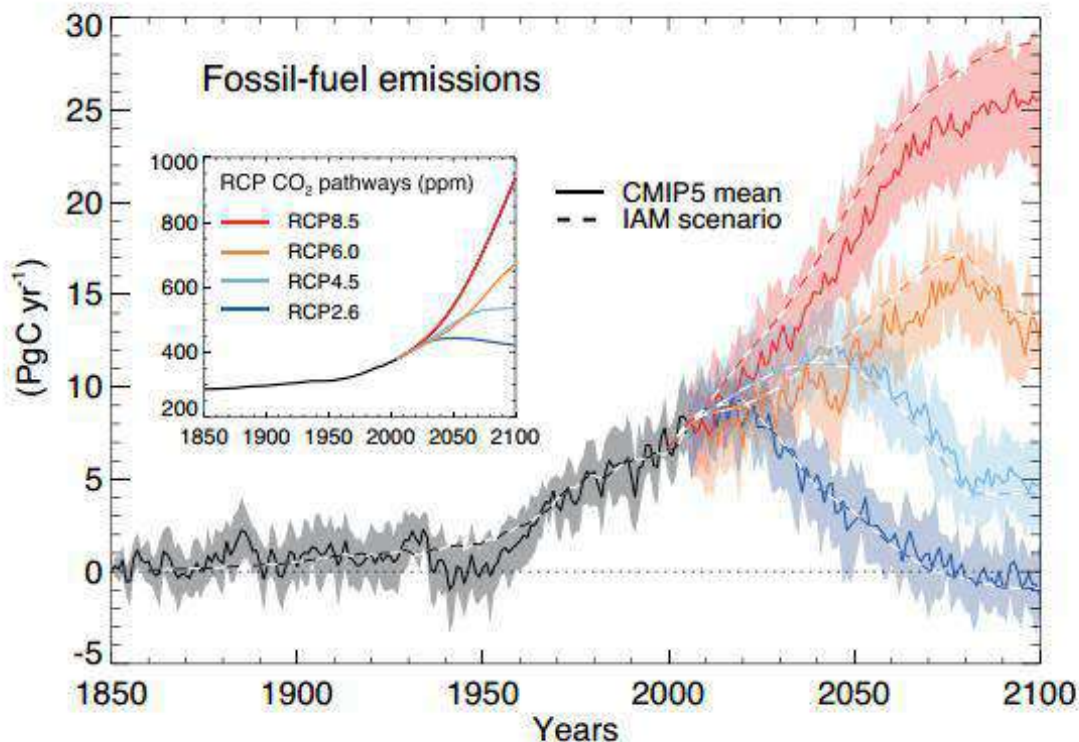
2.1.2 תחזיות אקלים עד לשנת 2100: גלובלי, אזורי ומקומי

בשנת 2013 פורסם חלקו הראשון של הדו"ח החמישי המלא של הפאנל הבין ממשלתי לשינויי אקלים (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) הדן בחלק הפיזיקלי של שינויי האקלים. פרק זה יתאר בקצרה את מסקנותיו של הדו"ח לגבי שינויי האקלים החזויים עד סוף המאה ה-21, בעולם בכלל ובאזורנו בפרט. הדו"ח מתבסס על הפרויקט החמישי להשוואת המודלים המוצמדים (CMIP5 - Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) ומעריך את עוצמת השינוי האקלימי כתלות בתרחישים שונים. מכיוון שלמערכת האקלים שונות פנימית גדולה (בשל אופייה הכאוטי), נלקחו בחשבון רק שינויי אקלים שעוצמתם גדולה יותר מאשר השונות הפנימית של מערכת האקלים. לצורך ההשוואה עם העבר, תקופת ההתייחסות האקלימית הינה 1986-2005 (מהשנה בה החלו מדידות מדויקות מלוויינים).

במסגרת הדו"ח החמישי של ה-IPCC הוגדרו ארבעה תרחישים חדשים, הנקראים: RCP (Representative Concentration Pathways) המובילים לאילוף קרינתי סופי ב-2100 המכיל בתוכו טווח רחב יותר מאשר זה שהוערך על פי התרחישים שהיו מקובלים עד 2007 (תרחישי B1, A1B, A2) ומסוכמים בטבלה 1 ואיור 1.

טבלה 1: מפרט התרחישים החדשים של CMIP5 (מקור: IPCC 2013)

תרחיש	תיאור התרחיש
RCP2.6	פליטות גזי החממה העולמיות תגענה למקסימום בין 2010 ל-2020 ולאחר מכן תפחתנה
RCP4.5	פליטות גזי החממה העולמיות תגענה למקסימום בין 2030 ל-2040 ולאחר מכן תפחתנה
RCP6.0	פליטות גזי החממה העולמיות תגענה למקסימום בין 2070 ל-2080 ולאחר מכן תפחתנה
RCP8.5	הפליטות תמשכנה לגדול ללא הפסקה במהלך כל המאה ה-21



איור 1: תרחישי פליטות CO₂ (ביחידות גיגהטון של פחמן לשנה) עד 2100. באיור הקטן ריכוז CO₂ הצפוי לפי התרחישים השונים (מקור: IPCC 2013)

בתרחישים השונים שנבחנו בדו"ח ההערכה החמישי של ה-IPCC (AR5), שופרה הרזולוציה ונעשו שינויים פסיקליים במודלים (למשל; משוב של קרינה-עננות, קרינה-קרח וכד'), לעומת אלה של דו"ח ההערכה הרביעי (AR4). לאור זאת, הוחלט במסמך הנוכחי לא לכלול הפניות עבודות רבות שנעשו בישראל ובעולם לגבי שינויי האקלים בישראל שהסתמכו על המודלים והתרחישים הישנים של AR4 (שפורסם ב-2007), גם אם הם נעשו ברזולוציה גבוהה יחסית. בכדי לנתח את המודלים הגלובליים לגבי ישראל השתמש השמ"ט בעבודה של Pan (2013), אשר ניתחה את נתוני CMIP5 לאזור הים התיכון.

טמפרטורות

טמפרטורות עולמיות ממוצעות

בטבלה 2, ניתן לראות כי לפי תוצאות המודלים, הטמפרטורות העולמיות הממוצעות תמשכנה לצמוח במהלך המאה ה-21 לפי כל התרחישים. העלייה בטמפרטורה השנתית הממוצעת העולמית צפויה להיות בטווח שבין 0.3°C לבין 4.8°C.

טבלה 2: טווח שינויי הטמפרטורה העולמית הממוצעת עבור 2081-2100, ביחס לשנים 1986-2005, מכלל המודלים שנכללו ב-CMIP5, לפי התרחישים השונים. (מקור: IPCC 2013)

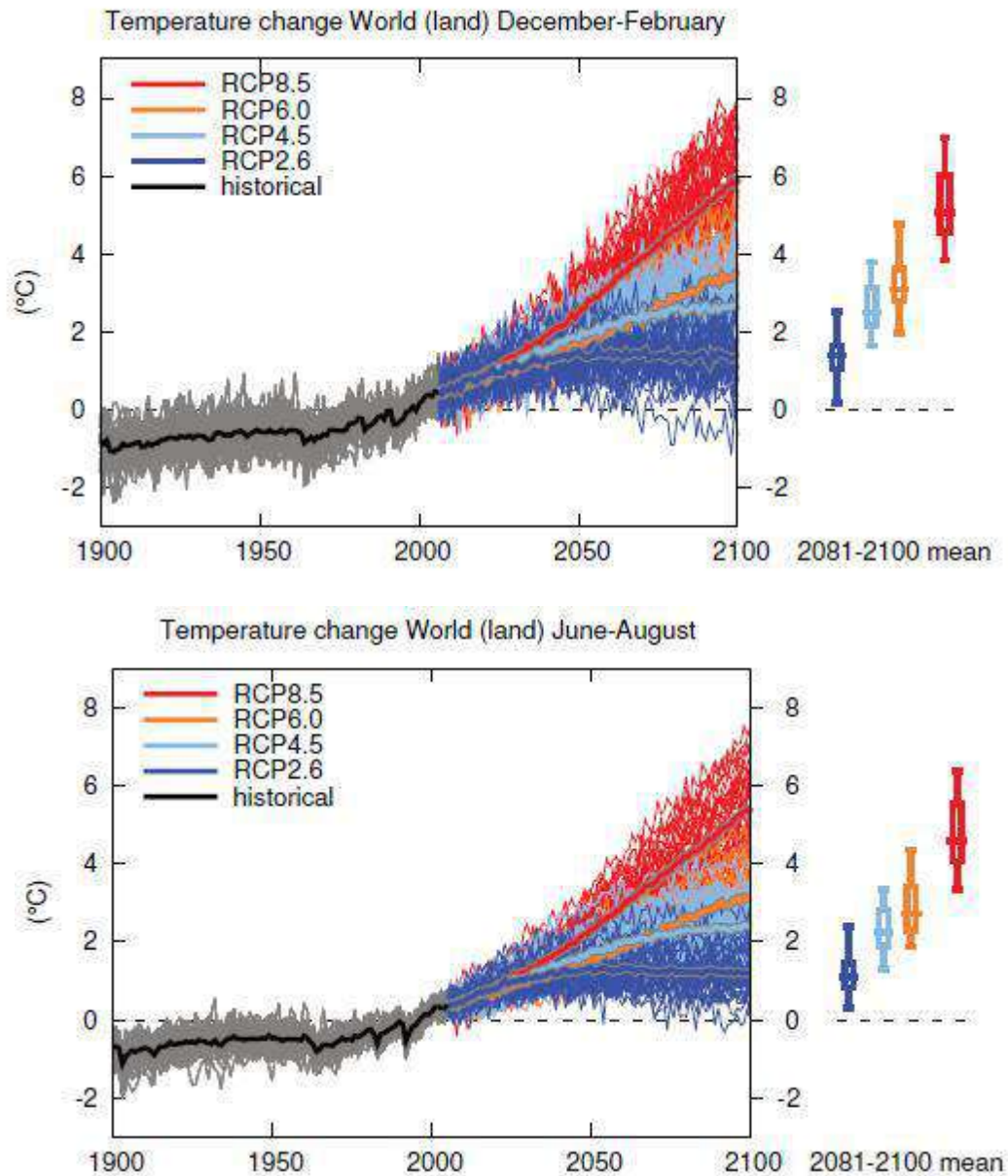
התרחיש	טווח שינוי הטמפרטורה העולמית הממוצעת
RCP2.6	עלייה של 0.3 עד 1.7 מעלות
RCP4.5	עלייה של 1.1 עד 2.6 מעלות
RCP6.0	עלייה של 1.4 עד 3.1 מעלות
RCP8.5	עלייה של 2.6 עד 4.8 מעלות

השינוי של הטמפרטורות לא יהיה אחיד בין האזורים. במידת בטחון גבוהה מאוד, השינויים מעל פני היבשה יהיו גדולים מאשר השינויים מעל פני הים והאזור הארקטי צפוי להתחממות הגדולה ביותר.

ברוב המקומות, קיימת סבירות בינונית לכך כי עם עליית הטמפרטורות העולמיות הממוצעות, תהיינה יותר טמפרטורות קיצון חמות ופחות טמפרטורות קיצון קרות. שינויים אלו צפויים לאירועים המוגדרים כאירועי קיצון הן בסקאלות זמן יומיות והן בסקאלות זמן עונתיות. צפוי גידול בתדירות, משך ועוצמת אירועי קיצון חמים ביחד עם עומסי חום.

תחת תרחיש RCP8.5, סביר מאוד להניח שלקראת תום המאה ה-21 ברוב שטחי היבשה אירוע של טמפרטורה גבוהה המתרחש פעם בעשרים שנים יתרחש בתדירות כפולה לפחות. באזורים רבים ייהפכו אירועים אלה לשנתיים או דו שנתיים ואילו אירוע טמפרטורה קרה של פעם בעשרים שנים כיום יהפוך להיות נדיר הרבה יותר.

כפי שניתן לראות בטבלה 3 ואיורים 2 ו-3, לפי הטווחים הבינרבעוניים של המודלים (בין 25% ל-75% מהמודלים Middle Distribution Half) עליית הטמפרטורה העולמית הממוצעת, בחודשי דצמבר עד פברואר (DJF החורף הצפוני) צפויה לעלות במידה רבה יותר מאשר מחודשי יוני עד אוגוסט (JJA הקיץ הצפוני). כשההבדלים ניכרים בעיקר בתרחישים RCP6.0 ו-RCP8.5.



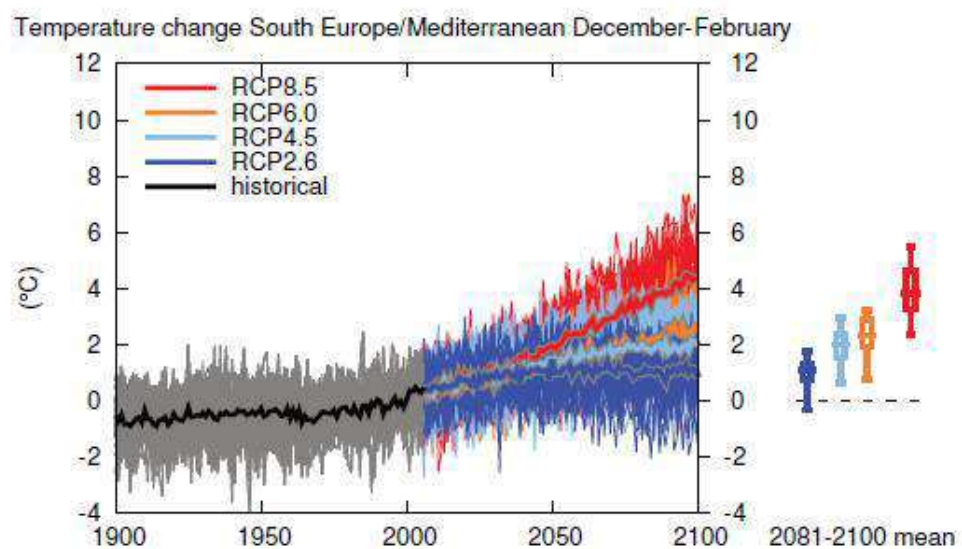
איורים 2 ו-3: שינוי הטמפרטורה העולמית הממוצעת לחודשי דצמבר עד פברואר (DJF) ויוני עד אוגוסט (JJA) מעל היבשה, לפי התרחישים השונים. מימין, טווח תוצאות המודלים באחוזונים 5%, 25%, 50%, 75% ועד 95%, לפי תרחיש לסוף המאה ה-21. (מקור: IPCC 2013)

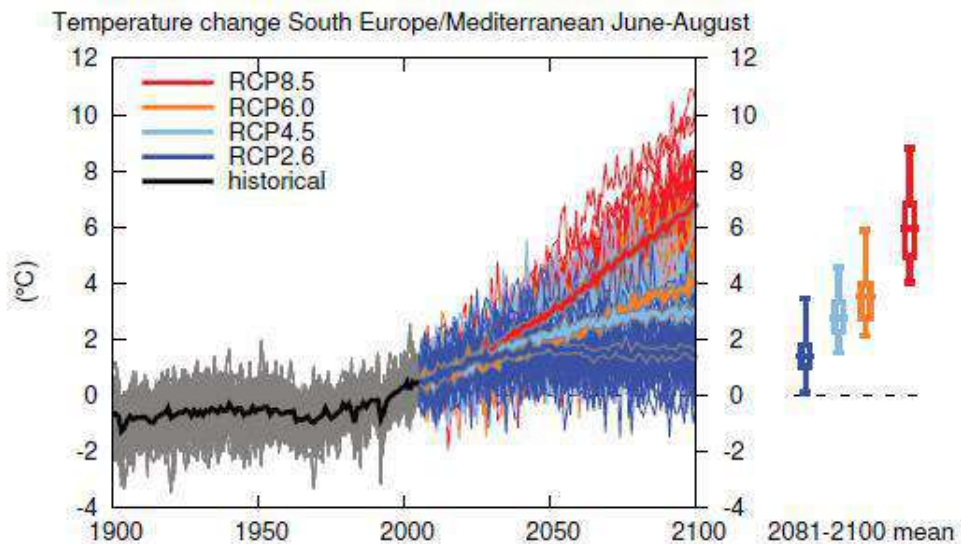
טבלה 3: טווחי שינויי הטמפרטורה העולמית העונתית ($^{\circ}\text{C}$) הצפויים **ביבשה**, לפי תרחיש ולפי אחוזונים בהתאם לאיורים 2 ו-3.

Max	%75	%50	%25	Min	התרחיש
DJF					
2.4	1.6	1.3	1	-1	RCP2.6
4	2.8	2.2	1.8	1.1	RCP4.5
5.6	3.8	3.5	2.8	2	RCP6.0
8	6	5	4.6	4	RCP8.5
JJA					
2.6	1.4	1	0.6	0	RCP2.6
4	2.8	2.2	1.8	1.6	RCP4.5
4.2	3.6	2.6	2.2	1.8	RCP6.0
7.6	5.6	4.4	4	3	RCP8.5

טמפרטורות באגן הים התיכון

בדו"ח ה-IPCC, קיימת גם חלוקה של העולם לאזורים בעלי מערכות אקלימיות שונות. ישראל מצויה בשניים מהם: דרום אירופה/אגן הים התיכון וכן מערב אסיה. מכיוון שהאקלים הישראלי מושפע יותר מהאקלים הים תיכוני, בחרנו להתייחס בדו"ח זה להתייחסותו של ה-IPCC לאגן הים התיכון.





איורים 4 ו-5: טווח שינויי הטמפרטורות האזוריות הממוצעות לחודשי הקיץ והחורף לפי טווח תוצאות המודלים. מימין, טווח תוצאות המודלים באחוזונים ה-5 עד ה-95 לפי תרחיש. (מקור: IPCC, 2013)

טבלה 4: טווחי שינויי הטמפרטורה העונתית ($^{\circ}\text{C}$) הצפויים לאגן הים התיכון בסוף המאה ה-21, לפי תרחיש ולפי אחוזונים (לפי איורים 4 ו-5).

התרחיש	Min	25%	50%	75%	Max
DJF					
RCP2.6	-1.8	1	1.3	1.6	2.0
RCP4.5	-0.2	1.5	2.0	2.4	3.0
RCP6.0	0.4	2	2.4	3	4
RCP8.5	2	3	3.8	4.6	7
JJA					
RCP2.6	-1	1.5	1.8	2	4
RCP4.5	1.2	2.3	2.8	3.3	5.5
RCP6.0	2	2.6	3.7	4	6.8
RCP8.5	4	4.8	6	6.8	11

בניגוד להבדל בין העונות בממוצע הגלובלי (בטבלה 3), באגן הים התיכון (בטבלה 4) הטמפרטורה הממוצעת בקיץ צפויה לעלות במידה רבה יותר מאשר העלייה הצפויה בחורף. יתר על כן, השינוי של הטמפרטורה האזורית הממוצעת לקיץ גבוה מהממוצע העולמי ואילו בחורף המצב הפוך.

טבלה 5: שינויי הטמפרטורה העונתית והשנתית הממוצעות ($^{\circ}\text{C}$) של אגן הים התיכון, הצפויים לפי תרחיש RCP4.5, לפי תקופות ואחוזונים. (מקור: IPCC 2013)

טמפרטורה					RCP4.5		
מקס	75%	50%	25%	מינ	שנה	חודש	אזור
1.5	1.0	0.8	0.6	-0.1	2016-2035	DJF	דרום אירופה/אגן הים התיכון
2.3	1.8	1.5	1.2	0.1	2046-2065		
3.0	2.4	2.0	1.5	-0.2	2081-2100		
2.9	1.4	1.2	0.9	0.6	2016-2035	JJA	
4.3	2.6	2.2	1.9	1.0	2046-2065		
5.5	3.3	2.8	2.3	1.2	2081-2100		
2.0	1.2	1.0	0.8	0.3	2016-2035	שנתי	
3.1	2.1	1.7	1.5	0.7	2046-2065		
4.0	2.7	2.3	2.0	0.6	2081-2100		

לפי טבלה 5, הטמפרטורה הממוצעת של אגן הים התיכון צפויה לעלות (לפי הטווח הבינרבעוני):

• ב- 1.5°C עד 2.4°C בחורף

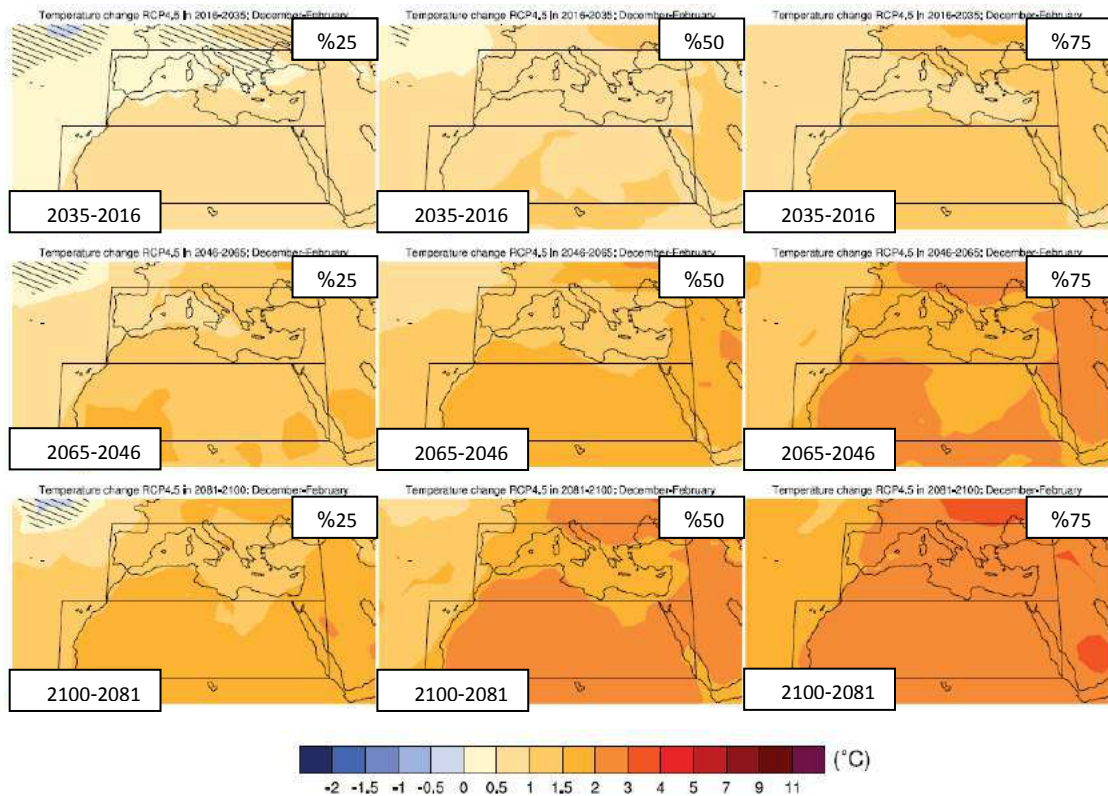
• ב- 2.3°C עד 3.3°C בקיץ

העלייה של הטמפרטורה הממוצעת בקיץ גבוהה משמעותית מזאת שבחורף בכל תקופות הביניים במהלך המאה ה-21. ההתחממות בעונת הקיץ באגן הים התיכון הינה גבוהה ביחס לממוצע העולמי לשינוי בעונת הקיץ.

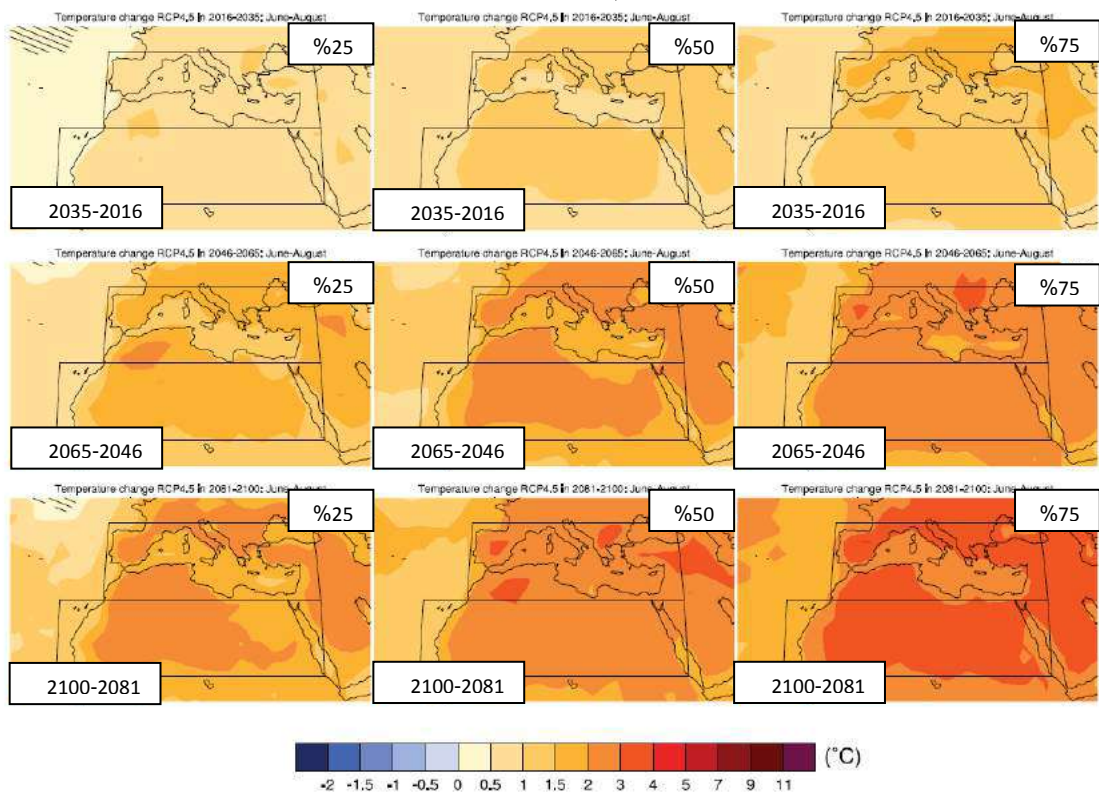
לסיכום, ניתן לומר כי התחזיות לאזור הים התיכון מציינות התחממות בכל העונות ובעיקר בקיץ. כתוצאה מכך בקיץ, במידת ביטחון גבוהה, צפויגידול בתדירות גלי החום ובהתגברותם.

הטמפרטורות בישראל

איורים 6 ו-7 מציגים את הניתוח של Pan (2013) על סמך המודלים של CIMP5 לים התיכון והסהרה. טבלה 6 מרכזת את הנתונים לישראל. תוצאות המודלים חולקו לשלוש תקופות: עד 2035, מ-2046 ל-2065 ומ-2081 עד 2100. כדי להראות את טווחי השינוי תוך התעלמות מהמודלים הקיצוניים מוצגות התוצאות לפי האחוזונים 25%, 50% ו-75% מכלל המודלים.



איור 6: שינוי הטמפרטורה הצפוי לפי תרחיש RCP4.5 באחוזונים ה-25%, ה-50%, וה-75% של אנסמבל המודלים העולמיים בחודשי החורף DJF בשלוש תקופות במהלך המאה ה-21. (מקור: IPCC 2013)

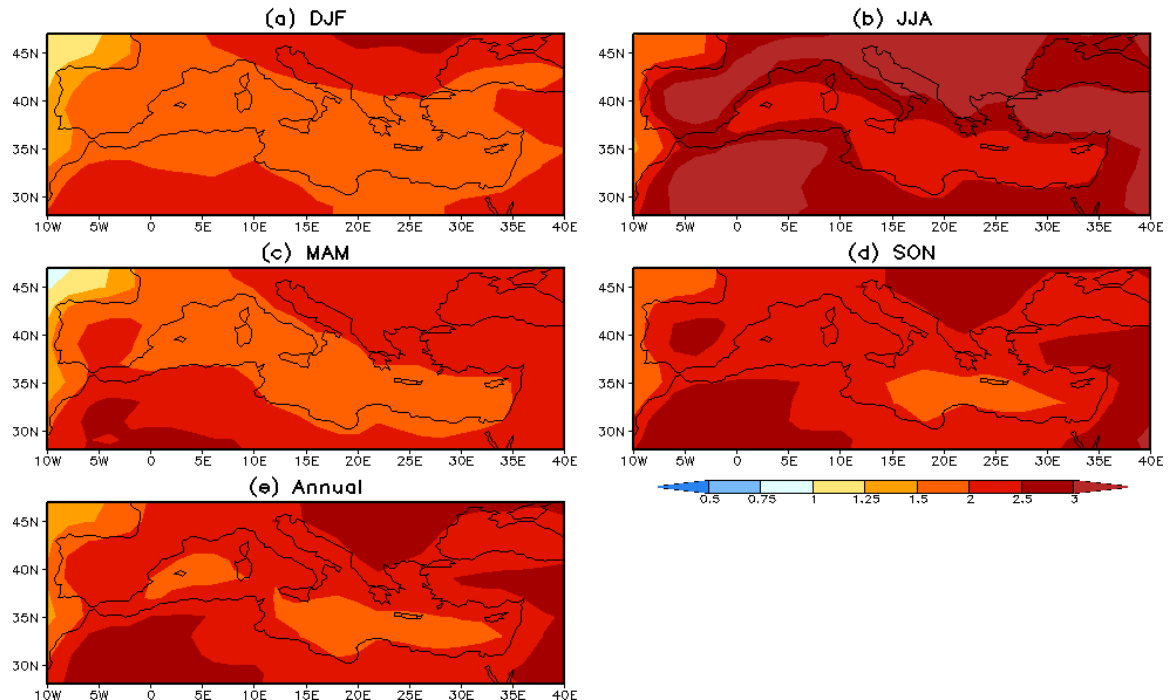


איור 7: שינוי הטמפרטורה הצפוי לפי תרחיש RCP4.5 באחוזונים ה-25%, ה-50%, וה-75% של אנסמבל המודלים העולמיים בחודשי החורף JJA בשלוש תקופות במהלך המאה ה-21. (מקור: IPCC 2013)

טבלה 6: שינויי הטמפרטורה בעונות החורף (DJF) והקיץ (JJA) לישראל ($^{\circ}\text{C}$), הצפויים לפי תרחיש RCP4.5, לפי תקופות ואחוזונים (לפי איורים 6 ו-7: בשל העובדה שבאיורים אלו, ניתנים רק טווחי שינויי טמפרטורה, גם בטבלה זאת מופיעים הטווחים בלבד)

טמפרטורה			RCP4.5	
75%	50%	25%	שנה	חודש
2	1-1.5	1-1.5	2016-2035	DJF
2-3	1.5-2	1-1.5	2046-2065	
2-3	1.5-3	1.5-2	2081-2100	
1.5-2	0.5-1.5	0.5-1	2016-2035	JJA
2-3	1.5-3	1-2	2046-2065	
2-4	2-3	1.5-2	2081-2100	

באם נשווה את שינויי הטמפרטורה הצפויים לישראל יחסית לאלו הצפויים לאגן הים התיכון (טבלאות 5-6 ואיורים 6-8), הרי שניתן לראות שלים התיכון השפעה ממתנת. לכן הטמפרטורות צפויות לעלות באופן מתון יותר באזורים החופיים בישראל.



איור 8: תחזיות לשינוי הטמפרטורה הממוצעת לשנים 2071-2100 בהשוואה לתקופה 1980-2005, הן האנומליות השנתיות והן העונתיות מוצגות. (מקור: Pan, 2013)

על מנת לקבל ערך ממוצע עבור כל עונה לאגן הים התיכון, (Pan (2013) הציג מפות ממוצעות של כל העונות עבור אזורנו (איור 8). על פי מפות אלו, העלייה המתונה ביותר של הטמפרטורות מעל הארץ צפויה בחורף, עלייה גדולה יותר בעונות המעבר ואילו בקיץ צפויה העלייה הגדולה ביותר. יש לשים לב שהתחזית היא לשנים 2100-2071, בעוד שב-IPCC הטווח הוא 2100-1981 ולכן עוצמת השינוי מעט גדולה יותר ב-IPCC.

לסיכום ניתן לראות כי לפי תרחיש RCP4.5, הטמפרטורות בישראל צפויות לעלות:

- בין 1.5°C ל- 3°C בחורף
- בין 1.5°C ל- 4°C בקיץ

שינויים במחזור המים

משטר המשקעים

משטר המשקעים העולמי

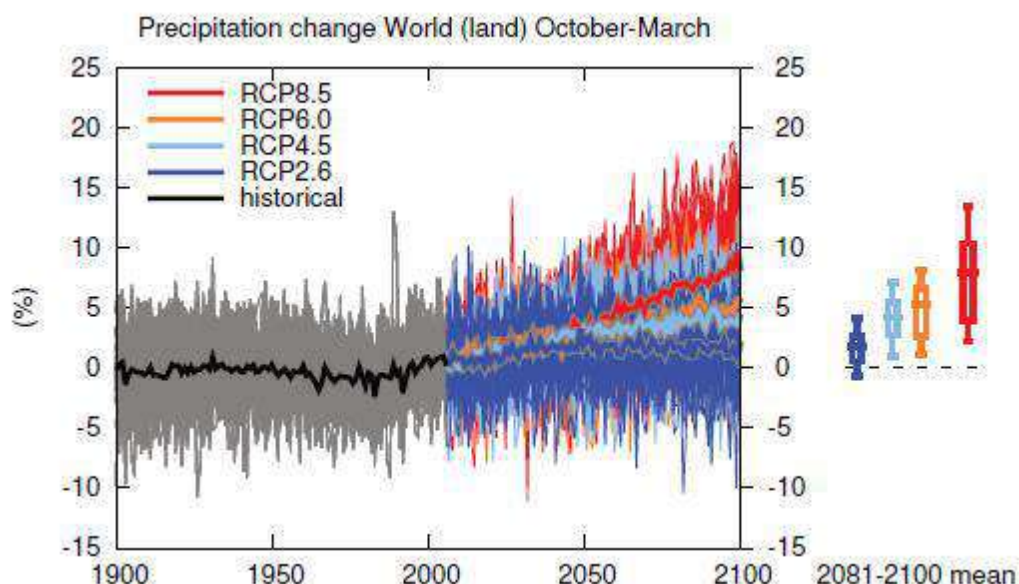
לקראת סוף המאה (2100-2081), בסבירות בינונית (Medium confidence), המשקעים העולמיים יתרבו עם עליית הטמפרטורה העולמית הממוצעת. יחד עם זאת, צפוי כי ההתאדות תגדל יותר מאשר הגידול במשקעים ובהתאם לכך מאזן המים יקטן. מידת הרגישות של כמות המשקעים למעלת חימום, לפי תרחיש, מצויה בטבלה 7.

טבלה 7: שינוי בכמות המשקעים עד תום המאה ה-21 כתוצאה מהתחממות בשיעור של 1°C לפי תרחיש (ללא תוצאות המודלים הקיצוניות ביותר). (מקור: IPCC 2013)

התרחיש	שינוי כמות המשקעים בעקבות התחממות ב- 1°C
RCP2.6	0.5% עד 4%
RCP4.5	1% עד 3%
RCP6.0	1% עד 3%
RCP8.5	1% עד 3%

השינוי במשטר המשקעים יכול לבוא לידי ביטוי הן בכמות המשקעים והן באופן התפלגותם ושוונותם המרחבית. אזורי מסוימים יחוו התרבות משקעים, באזורים אחרים המשקעים יפחתו, ויהיו גם אזורים בהם לא צפוי שינוי משמעותי כלל. אזורי צחיחים וצחיחים למחצה רבים בקווי

הרוחב הבינוניים צפויים לקבל משקעים פחותים ואילו האזורים הטרופיים בקווי הרוחב הגבוהים צפויים למשקעים מרובים יותר לקראת סוף המאה ה-21. סביר כי באירועי משקעים קצרים, תתקיים תזוזה לכוון סערות אינטנסיביות בודדות יותר והפחתת תדירות הסערות החלשות. ברוב שטחי היבשה בקווי הרוחב הבינוניים והאזורים הטרופיים הלחים, סביר מאוד כי אירועי המשקעים הקיצוניים יהיו אינטנסיביים ותדירים יותר. צפויה התגברות בעוצמות הגשם ועל כן עלייה באירועים הקיצוניים אבל ירידה בכמות האירועים.



איור 9: שינוי כמות המשקעים העולמית הממוצעת בחודשים אוקטובר עד מרץ ביבשה לפי תצפיות ותוצאות המודלים בתרחישים השונים. מימין, טווח תוצאות המודלים באחוזונים ה-5 עד ה-95 לתרחיש (מקור: IPCC 2013)

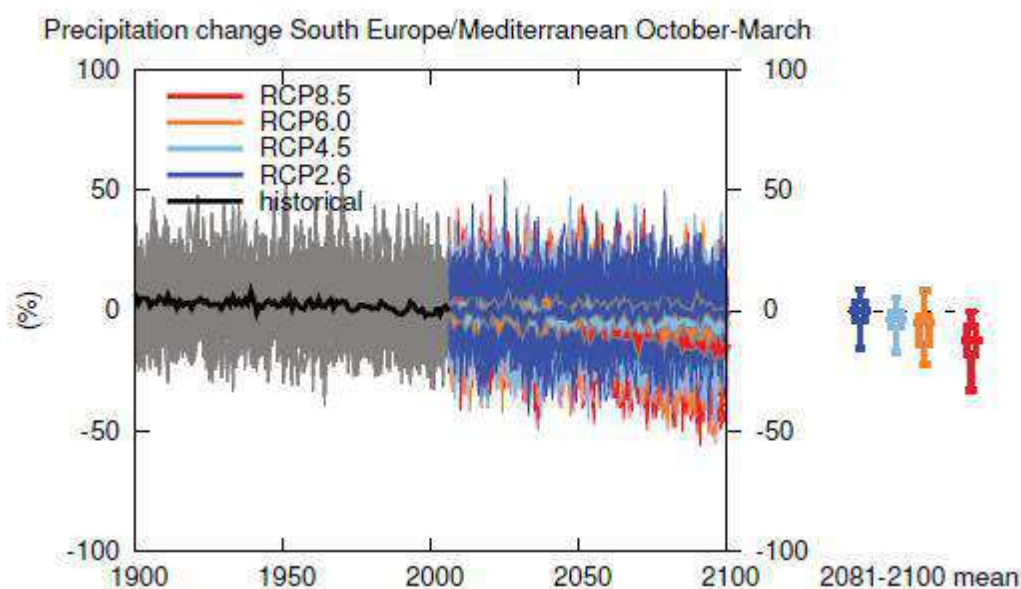
טבלה 8: שינוי כמות המשקעים העולמיים הממוצעת (באחוזים) **ביבשה** הצפויים לחודשים אוקטובר-מרץ, לפי תרחיש ולפי אחוזונים (לפי איור 9).

Max	75%	50%	25%	Min	התרחיש (DJF)
5	3	2	0.5	-10	RCP2.6
12	5.5	4.5	2.5	0.5	RCP4.5
14	7	5.5	2.5	0.5	RCP6.0
18	10	8	3.5	2.5	RCP8.5

באם ניקח רק את העונה המשתרעת בין אוקטובר למרץ (היא גם העונה הגשומה בישראל), הרי שנראה שלפי כל התרחישים, כמות המשקעים הממוצעת העולמית עומדת לעלות, לפי הטווח הבינרבעוני, בין 0.5% לבין 10%.

משטר המשקעים באגן הים התיכון

מכיוון שבחלק ניכר מאגן הים התיכון (בעיקר בצפון), ייתכנו גשמים בכל החודשים, דו"ח ה- IPCC חילק את השנה לשתי עונות משקעים עבור האזור – אוקטובר עד מרץ ואפריל עד ספטמבר. בשל העובדה, שבתקופה השנייה, באקלים הנוכחי כמות המשקעים בישראל היא נמוכה מאוד, בחרנו להציג רק את התקופה הראשונה.



איור 10: שינוי כמות המשקעים הממוצעת בחודשים אוקטובר עד מרץ ביבשה באגן הים התיכון לפי תצפיות ותוצאות המודלים בתרחיש השונים. מימין, טווח תוצאות המודלים באחוזונים ה- 5 עד ה- 95 לתרחיש (מקור: IPCC 2013)

טבלה 9: שינוי כמות המשקעים הממוצעת באגן הים התיכון (באחוזים) **ביבשה** הצפויים לחודשים אוקטובר-מרץ, לפי תרחיש ולפי אחוזונים (לפי איור 10).

Max	75%	50%	25%	Min	התרחיש (DJF)
30	5	0	-10	-30	RCP2.6
10	0	-10	-15	-35	RCP4.5
15	0	-10	-25	-35	RCP6.0
0	-5	-15	-20	-50	RCP8.5

באם נשווה את השינוי הצפוי בחודשים אוקטובר-מרץ בין שינויי כמויות המשקעים העונתיות הממוצעות העולמיות והאזוריות (טבלאות 8 ו- 9), הרי שניתן לראות כי באזור אגן הים התיכון, כל המודלים המצויים בטווח הבינרבעוני מורים על הפחתה במשקעים וזאת בניגוד לממוצע העולמי.

טבלה 10 : שינויי משקעי החורף הממוצעים (באחוזים) מעל אגן הים התיכון **ביבשה**, הצפויים לפי תרחיש RCP4.5, לפי תקופות ואחוזונים. מקור: IPCC, 2013

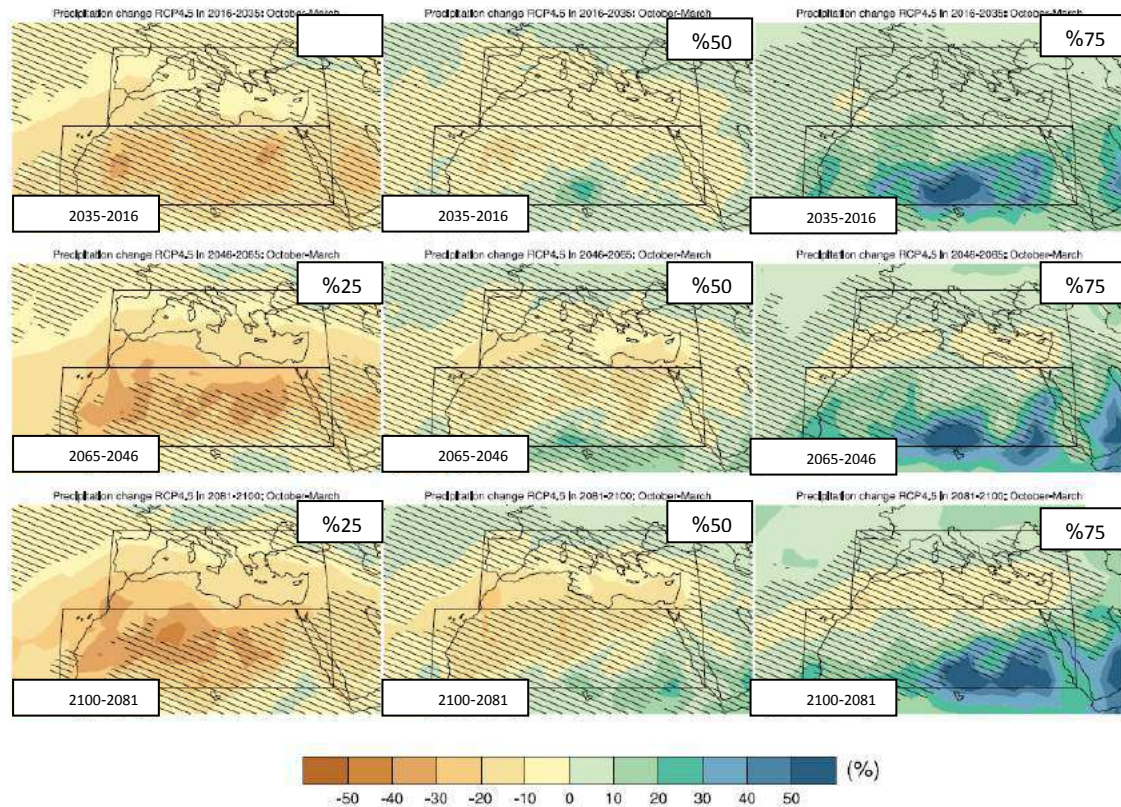
RCP4.5 משקעים							
מקס	75%	50%	25%	מינ	שנה	חודש	אזור
8	2	-2	-4	-11	2016-2035	DJF	דרום אירופה/אגן הים התיכון
7	0	-3	-6	-15	2046-2065		
9	-1	-4	-7	-19	2081-2100		

לפי התרחיש המתון RCP4.5 (טבלה 10) בחודשי החורף המרכזיים DJF, כמות המשקעים צפויה לפחות, לפי הטווח הבינרבעוני, במספר אחוזים בודדים. בשתי התקופות האחרונות (2065-2046 ו-2100-2081) קיימת הסכמה בין כל המודלים בטווח הבינרבעוני (המודלים שנמצאים במרכז ההתפלגות, בטווח של 75%-25% מכלל המודלים) לגבי מגמת השינוי. אולם הטווח הבינרבעוני כולל גם אפשרות להיעדר שינוי ולכן הסבירות לירידה בכמות המשקעים היא רק בינונית.

משטר המשקעים מעל ישראל

בתת-פרק זה, נתייחס תחילה לעונת המשקעים (אוקטובר – מרץ) כפי שהוצגה בדו"ח ה-IPCC ולאחריה נתמקד בחודשי החורף העיקריים DJF (דצמבר-פברואר) בהם יורדים עיקר המשקעים בישראל.

לפי טבלה 11, ניתן לראות כי גם לפי תרחיש הביניים המתון (RCP4.5), לקראת סוף המאה ה-21, המשקעים צפויים לפחות בכ- 10%-20% ביחס למצב הנוכחי. באם נשווה את הפחתת כמויות המשקעים מעל ישראל ומעל אגן הים התיכון (איורים 11 ו-12), הרי שהפחתת המשקעים מעל ישראל צפויה להיות משמעותית.

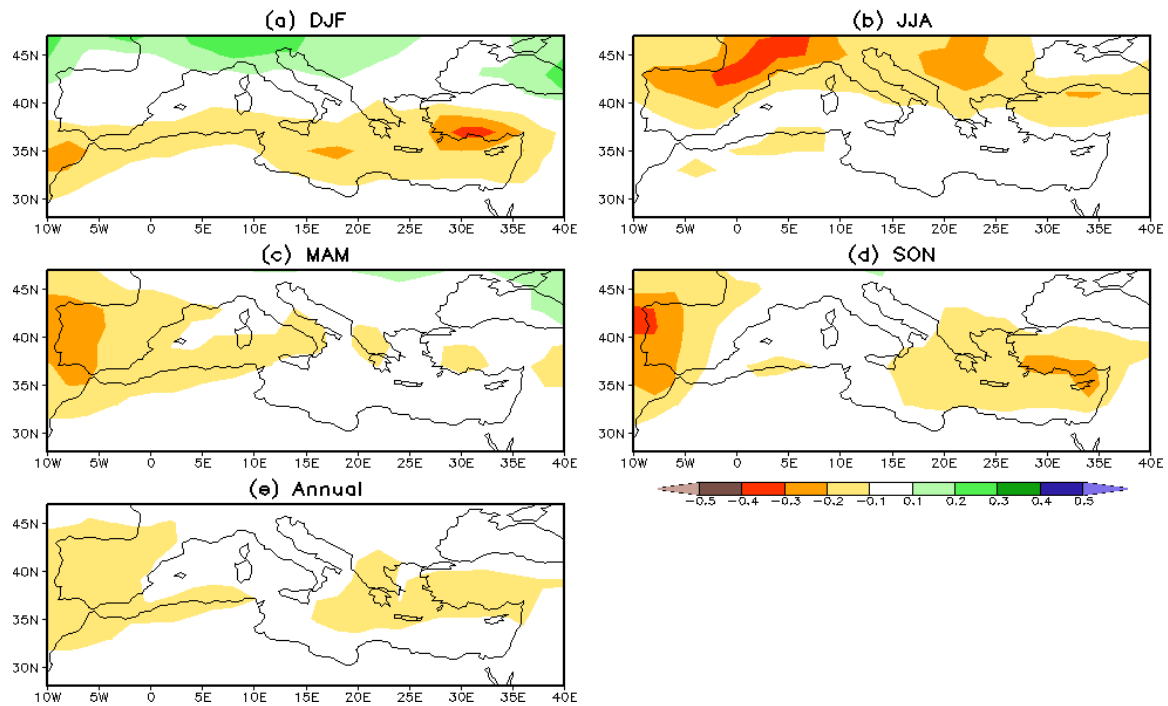


איור 11: שינוי כמות המשקעים הצפויה באזור הים התיכון בחודשי אוקטובר עד מרץ לפי תרחיש RCP4.5 ובאחוזונים ה-25%, ה-50%, וה-75% של אנסמבל המודלים העולמיים לפי תקופות במהלך המאה ה-21. הקווים האלכסוניים מציינים אזורים בהם השינוי קטן ביחס לשונות האקלימית (מקור: IPCC 2013)

טבלה 11: סיכום שינויי משקעי החורף הממוצעים מעל ישראל, הצפויים לפי תרחיש RCP4.5, לפי תקופות ואחוזונים (לפי איור 11).

משקעים			RCP4,5
75%	50%	25%	שנה
0 - 10	0 - (-10)	0 - (-20)	2016-2035
0 - (-10)	-10 - (-20)	-10 - (-20)	2046-2065
0 - (-10)	-10 - (-20)	-10 - (-20)	2081-2100

הערה: בשל העובדה שבאזורים אלו, ניתנים רק טווחי שינויי כמויות משקעים ולא ערכים סופיים, גם בטבלה זאת מופיעים הטווחים בלבד.



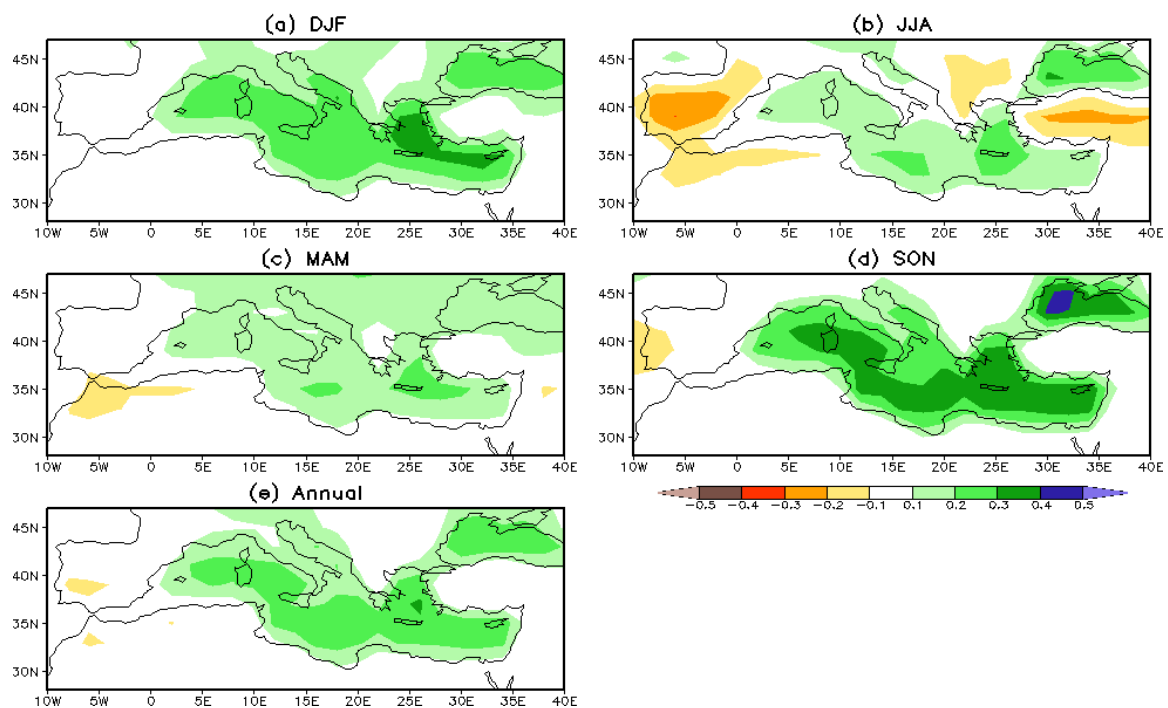
איור 12: תחזיות לשינוי כמויות המשקעים הממוצעות לשנים 2071-2100 בהשוואה לתקופה 1980 - 2005. הן האנומליות השנתיות והן העונתיות מוצגות (במ"מ ליממה). מקור: Pan (2013)

כדי לקבל ערך ממוצע עבור ישראל בחודשי החורף המרכזיים (DJF) מוצג באיור 12 ניתוח של Pan (2013) למודלים שהשתתפו ב-CIMP5 לאגן הים התיכון. על פי מפות אלו, ניתן לראות כי עד סוף המאה ה-21 צפויה הפחתה משמעותית בעונות החורף והסתיו. בשאר העונות ההבדלים הם זניחים.

יחד עם זאת, רזולוציית המודלים האקלימיים בכלל והמודלים הגלובליים בפרט אינה מאפשרת מידול מיטבי של תופעות רבות הגורמות למשקעים, כגון אורוגרפיה (השפעת עילוי טופוגרפי), בריזה, קווי התכנסות וסופות רעמים בדידות. לכן בדרך כלל קיימת תת הערכה בכמויות המשקעים במודלים לעומת המציאות. חוסר יכולתם של המודלים לייצג נכון את המשקעים תורם לחוסר הוודאות בתחזיות המשקעים. לפי Pan (2013) כמות המשקעים השנתית הממוצעת במודלים לישראל עומדת רק על כ-270 מ"מ. לכן, בחישוב גס מאוד צפויה הפחתה של כ-10% בכמות המשקעים בישראל עד סוף המאה.

משטר ההתאדות

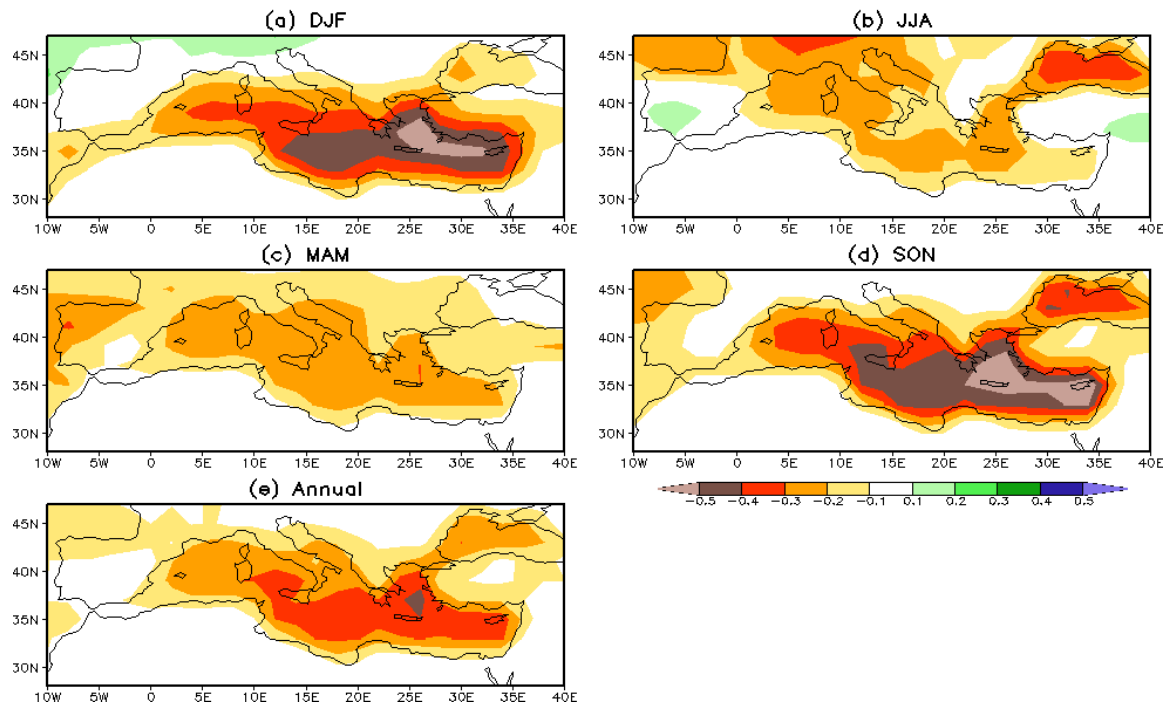
משטר המים הזמינים נקבע לפי כמות המשקעים ומידת ההתאדות. כפי שניתן לראות באיור 13, ההתאדות מעל הים התיכון צפויה להתגבר לפי תסריט RCP4.5 עד תום המאה ה-21. ניתן לראות שההתאדות השנתית צפויה לעלות בסמוך לחוף בשיעור של כ-0.1 מ"מ ליממה בהשוואה לערך הקלימטולוגי של המודל בשיעור של כ-1.5 מ"מ ליום. השינוי צפוי להתרחש בעיקר בעונת הסתיו. עם זאת, מודל ההתאדות מתייחס למאזן המים הטבעיים (התאדות ריאלית), כך שאם רוצים לדעת מה יהיו השינויים בהתאדות במערכות מלאכותיות, כמו מי השקיה שמשמשים בחקלאות ובגינות, יש להתייחס למדד אחר - "התאדות פוטנציאלית". קיימת אפשרות שמדד זה יעלה, אם כי, שטף האידוי מושפע בעיקר מהלחות היחסית ומהירות הרוח ולפיכך, בשלב זה, יש קושי לאמוד אותו בצורה מדויקת.



איור 13: תחזיות לשינוי בהתאדות באזור (במ"מ ליום) לשנים 2071-2100 בהשוואה לתקופה 1980-2005. הן האנומליות השנתיות והן העונתיות מוצגות (במ"מ ליממה). מקור: Pan, 2013

ההפרש בין המשקעים להתאדות באגן הים התיכון

ההפרש בין כמות המשקעים למידת ההתאדות קובע את מידת המים הזמינים. למשתנה זה השפעה על המחזור ההידרולוגי ומערכות רגישות מים. ביבשה השינוי יכול להשפיע על הצומח והחי ובים הוא עשוי לגרום לשינויים במליחות ובסירקולציה.



איור 14: תחזיות לאנומליות משקעים-התאדות באזור לשנים 2100-2071 בהשוואה לתקופה 1980-2005, הן האנומליות השנתיות והן העונתיות מוצגות (במ"מ ליממה). מקור: Pan (2013)

באיור 14, ניתן לראות כי מעל ישראל צפויה הפחתה של ההפרש בין המשקעים לבין ההתאדות בייחוד בחורף ובסתיו. בחישוב גס, בממוצע שנתי צפויה הפחתה של עד כ- 36 מ"מ שמקורם בעיקר בחודשי החורף והסתיו. לסיכום, ניתן לומר שמשטר המים של אגן הים התיכון בכלל וישראל בפרט ייפגע, עם ההפחתה הצפויה בכמויות המשקעים מחד והגברת ההתאדות מאידך - מה שיכול להוביל גם להפחתה בנגר העילי ובמידת לחות הקרקע הזמינה.

2.1.3 תרחישי ייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל

חלקה הצפוני של ישראל מאופיין באקלים ים-תיכוני וחלקה הדרומי באקלים צחיח (arid) וביניהם רצועה צרה של אקלים צחיח למחצה (semi-arid). באזור זה של מפגש בין אזורי אקלים שונים, ניכרות תנודות רבות במזג האוויר בעקבות השפעות של מערכות מזג-אוויר ממקורות בעלי מאפיינים סינפטטיים שונים. הדבר בא לידי ביטוי, בין היתר, בשונות רבה במשטר הטמפרטורות ובתנודות במשטר הגשמים – על כל מרכיביו.

פרק זה מתאר את תרחישי הייחוס לאירועי מזג אוויר קיצוניים, אשר גובשו על-ידי השמ"ט (השרות המטאורולוגי), כדי לאפשר היערכות טובה יותר לאירועי מזג אוויר הקיצוניים שעלולים להתרחש בעתיד. התרחישים המתוארים מבוססים על אירועי מזג האוויר הקיצוניים שפקדו את אזורנו במשך 100 השנים האחרונות. מתוך אירועי עבר אלו נבנו תרחישים ברמת "החמור הסביר" (מייצג תרחיש חמור, אם כי לא התרחיש הקיצוני ביותר). הפרק מבוסס על תהליך עבודה משותף בין רשות החירום הלאומית (רח"ל) לבין השמ"ט. יש לזכור כי גם בהיעדר שינוי אקלימי, צפויים אירועי מזג אוויר קיצוניים וחמורים בעלי השפעה ניכרת על המשק והאוכלוסייה, ולפיכך נכון לוודא היערכות ויכולת התמודדות עימם, גם בגישת "ללא חרטה" (No Regret).

כל התרחישים מוצגים בפורמט אחיד שכולל את: מרחב התרחיש, משכו, תיאור תופעות מזג האוויר האופייניות לו, הנזקים המבוססים על תיעוד אירועי העבר, העונה האופיינית שבה עשוי התרחיש להתקיים וטווח הזמן בו ניתן לחזות אותו מראש. חשוב לציין שתהליכי שינוי האקלים הצפויים יכולים גם לשנות את ההתייחסות לגבי אפשרות הישנותם של תרחישים קיצוניים יותר בעתיד, בעיקר ביחס לגלי חום ממושכים.

תרחיש ייחוס לאירוע שלג

מרחב התרחיש: רמת הגולן, הרי המרכז, רכסי גליל עליון, גליל תחתון, הכרמל, רמות מנשה, צפון הנגב והשפלה הפנימית (החל מרום 300 מטר).

משך התרחיש: שלושה עד ארבעה ימים של היעדרמות שלג וכשבוע ויותר עד להפשרת השלג לאחר האירוע.

תיאור התרחיש: כמות שלג מצטברת בעובי של כ- 50-80 ס"מ בפסגות הרי הצפון והמרכז החל מרום של 800 מטר. שלג נערם כבר החל מרום של 300 מטר. האירוע יכול לכלול מספר גלים של היעדרמות שלג שביניהם הפוגות קצרות. ייתכן גם: לאחר הפוגה קצרה (יום-יומיים) מתרחש אירוע שלג נוסף בפסגות הרי המרכז והצפון החל מרום של 900 מטר. השלג נערם שם על שכבת השלג הקיימת מהאירוע הקודם. אפשרות סבירה יותר היא אירוע בסדר הפוך – השלג מתחיל להיערם

באזור שדרת ההר ולאחר הפוגה של יום או יומיים, מתחיל אירוע משמעותי יותר עם היערמות שלג מרום נמוך יותר.

תופעות נלוות משמעותיות: מיד בתום אירוע השלג – אירוע קרה שעשוי להימשך עד 4 לילות (גורם לקפיאת מי הפשרה על הכבישים); הימצאות שלג שאינו מפשר למשך כשבוע (בגלל המשך קיומן של טמפרטורות נמוכות והיעדר גשם); שיטפונות בנחלים (במקביל לאירוע השלג, בשל גשמים וברד בשפלה ובמישור החוף או, לחילופין, מיד לאחר הפשרתו, אם האירוע מסתיים בגשם ולא ביובש וקרה); הצפות כבישים ומבנים ביישובי ההר לאחר הפשרת השלגים. במספר מקומות בשפלה ובמישור החוף – הצטברות של שכבת גראופל ("ברד רך") שעשויה להגיע לעובי של מספר ס"מ ונקודתית אף ל- 10 ס"מ.

נזקים / נפגעים על-פי אירועי העבר: קריעת כבלי חשמל, קריסת עצים, הצפות מבנים, קריסת גגות, קריסת חממות, ניתוק יישובים מדרכי גישה אליהם והפסקות חשמל ותקשורת ממושכות כל אלה ביחד ולחוד, גרמו בעבר לפגיעה חמורה בסדרי החיים הכלכליים והחברתיים באזורי הפגיעה.

יכולת חיזוי התרחיש: התראה ראשונית עד חמישה ימים מראש. חיזוי מפורט יותר 24-72 שעות לפני האירוע. יכולת החיזוי של תחילת/סיום האירוע ושל משרע הטמפרטורות באזורים השונים טובה יותר מאשר החיזוי של כמות השלג. קיימת יכולת חיזוי טובה יחסית של אירוע שלג משמעותי ו/או אירוע שלג ממושך. ניתן לרוב להבחין בין כמות שלג חזויה בעובי של פחות מ- 5 ס"מ לכמות גדולה מ- 20 ס"מ. עם זאת, קיים קושי להבחין בין אירוע של 20 ס"מ שלג לאירוע של 50 ס"מ.

מסגרת הזמן / היתכנות: דצמבר עד מרץ.

הערות:

1. התרחיש מבוסס על האירוע החמור הסביר אך לא האירוע הקיצוני ביותר. בפברואר 1950 התרחש אירוע נדיר מאוד כאשר שלג נערם במרבית אזורי הארץ וגרם לחסימת צירי תנועה וניתוק יישובים גם בעמקים ובאזורים נמוכים.
2. שלג יתכן גם במחצית השניה של נובמבר ובמחצית הראשונה של אפריל, בדרך כלל בתפרוסת מצומצמת וללא היערמות משמעותית על הקרקע.

תרחיש ייחוס לאירועי ממטרים/גשם קיצוני

א. תרחיש ייחוס לאירוע גשם קיצוני בגוש דן ובמישור החוף

מרחב התרחיש: גוש דן ובפרט אזורים הסמוכים לנחלים איילון וירקון.

משך התרחיש: בין יומיים לחמישה ימים.

תיאור התרחיש: גשם רב יורד ברחבי הארץ, בדגש על מישור החוף והמורדות המערביים של ההרים הסמוכים אליו, בסופת גשם שנמשכת ארבעה ימים. בשלב כלשהו במהלך הסופה נוצר פס

עננות צר וארוך, ניצב לחוף, ששוהה במשך שעות על אזור גוש דן ומביא להתגברות מקומית בגשמי האזור. בסך הכל יורדים באירוע כ- 300-350 מ"מ גשם בגוש דן, מחציתם תוך פרק זמן של פחות מ- 12 שעות, ועד 250 מ"מ באזורים אחרים במישור החוף.

תופעות נלוות משמעותיות: סופות רעמים, ברד, רוחות עזות ודיווחים על "מיני טורנדו" שפוגע במספר בתים ומשקים חקלאיים.

נזקים / נפגעים על-פי אירועי העבר: עליה מהירה במפלס הירקון ואיילון וחסידת נתיבי איילון, שדרות רוקח ורחובות סמוכים לאפיק הירקון (ראו הערה 2 להלן). מספר נפגעים בנפש, אלפי מפונים מדירות באזורי ההצפה והגאות של נחל הירקון ונחל איילון ובשכונות הנמוכות באזור יפו, בת ים וחולון, מכוניות תקועות.

יכולת חיזוי התרחיש: התראה ראשונית כ- 5 ימים מראש. מועד התחלת האירוע, מיקוד משך הזמן שבו יתרחש ומידת חריגותו – עד 24-48 שעות לפני תחילתו. עם זאת, יש קושי להצביע מראש על אזור ספציפי שבו יתמקד הגשם ברצועת החוף. החיזוי המטאורולוגי נמצא בזיקה ישירה לחיזוי ההידרולוגי של עליית מפלס הנהרות והסיכוי לגלישת המים, אך החיזוי ההידרולוגי של הנגר העילי באגני הניקוז אינו מבוצע כיום על ידי השירות המטאורולוגי אלא על ידי השירות ההידרולוגי (על בסיס החיזוי המטאורולוגי).

מסגרת הזמן / היתכנות: אוקטובר-פברואר (בעיקר בנובמבר ובדצמבר).

הערות:

1. התרחיש מבוסס על האירוע החמור הסביר אך לא האירוע הקיצוני ביותר. בדצמבר 1951 התרחש אירוע קיצוני עוד יותר כאשר ב- 11 ימי גשם רצופים התקבלו כמויות של מעל ל- 400 מ"מ בתחנות שונות במישור החוף.
2. הנגר העילי אינו נשלט רק על ידי מזג האוויר הנוכחי אלא מושפע גם מכמות המשקעים שקדמה לאירוע באותה עונה ועל ידי פעולות האדם – עיור, שינויים בשימושי הקרקע, הרחבת/צמצום קרקעות או אזורים סלולים/בנויים, הרחבת/צמצום תעלות ניקוז ואפיקי נחל ועוד.

ב. תרחיש ייחוס לממטרים קיצוניים בפרישה נרחבת

מרחב התרחיש: כל הארץ, בדגש על דרום הארץ ומזרחה.

משך התרחיש: שלושה ימים (לעתים נדירות עד שישה ימים).

תיאור התרחיש: גשם בעוצמה חזקה יורד במקומות רבים בארץ וגורם לשיטפונות בעיקר באזורים המדבריים. הגשם לא בהכרח יורד בעוצמה חזקה ברציפות. הממטרים הכבדים עשויים להמשך מספר שעות ולאחריהם הפוגה של מספר שעות לפני מכת הגשם הבאה. כמויות הגשם הגדולות גורמות לסחף רב ולדרדר סלעים, ובאזורים עירוניים להצפות מקומיות.

תופעות נלוות משמעותיות: ברקים רבים שעלולים להיות קטלניים או להצית שריפות, ברד כבד

בקוטר של 4-5 ס"מ, פרצי רוח באזורים שונים גורמים לקריסת/עקירת עצים והעפת חפצים באוויר (דודי שמש, רעפים וכו').

נזקים / נפגעים על-פי אירועי העבר: גלישת נחשול של מים מלווה בסחף ממדרונות ההרים לבקעת הירדן וליישובים שבתוכה; גלישות קרקע; שיטפונות פתע בנחלים שסחפו בני אדם; דליקות כתוצאה מפגיעת ברקים; פגיעות מקריסות מבנים ארעיים ועצים ונפילת חפצים בשל פרצי רוח; נזקי רכוש כגון חסימות צירים ופגיעה בתשתיות באזור הגאיות, סחיפת קרקע חקלאית, נזק לגגות, פאנלים סולאריים, דודי שמש ועוד.

יכולת חיזוי התרחיש: חיזוי האירוע המטאורולוגי בסבירות גבוהה כ- 2-3 ימים לפני תחילתו, חיזוי ספציפי של המיקום המדויק של תאי הגשם הכבד בהתרחיה קצרה בלבד (לרוב פחות משעה). נכון לעכשיו מערכת החיזוי לטווח קצר של השירות המטאורולוגי אינה מחוברת למערכת אופרטיבית של חיזוי שיטפונות (חיזוי הידרולוגי של הנגר העילי מבוצע כיום ע"י השירות ההידרולוגי).

מסגרת הזמן / היתכנות: אוקטובר-דצמבר, אפריל-מאי.

ג. תרחיש ייחוס לגלי חום ממושכים

מרחב התרחיש: כל הארץ.

משך התרחיש: 5-7 ימים, לעיתים בשני גלים באותו החודש.

תיאור התרחיש: גל חום קייצי המאופיין בטמפרטורות גבוהות מאוד עם לחות יחסית נמוכה בהרים ובפנים הארץ ובמזג אוויר הביל (חם ולח) במישור החוף. עומסי חום שוררים כמעט בכל שעות היממה.

הטמפרטורות בשיאו של גל החום מגיעות ל- 38-41 מ"צ בהרים, ל- 40-43 מ"צ בנגב ובעמקי הצפון ול- 46-43 מ"צ בעמקי המזרח, עם לחות יחסית נמוכה מ- 20% (עומס חום כבד). במישור החוף הטמפרטורות נמוכות יותר (33-34 מ"צ) אולם הן מלוות בלחות יחסית גבוהה של 65% - 75% בצהריים, מה שגורם לעומס חום כבד גם באזורים אלה. טמפרטורות המינימום במישור החוף גבוהות, 25-27 מ"צ עם לחות יחסית של כ- 90%. גם בהרים ובפנים הארץ עשויים להתקבל ערכים כאלה ואף גבוהים מהם, כך שעומס החום נמשך גם בלילה.

נזקים / נפגעים על-פי אירועי העבר: התייבשות, מכות חום ואף מקרי מוות. צריכת חשמל גבוהה שגרמה להפסקות חשמל. עלייה בסבירות לשריפות נרחבות.

יכולת חיזוי התרחיש: יכולת גבוהה. את ראשית גל החום ניתן לחזות חמישה ימים מראש ואף יותר עם סיכוי טוב לדייק בערכי הטמפרטורה ועומס החום. עם זאת מאחר שגל החום עצמו עשוי להיות ממושך, התמונה המלאה עשויה להתקבל רק זמן קצר לפני תחילתו.

מסגרת הזמן/היתכנות: חודשי הקיץ (יוני עד ספטמבר).

הערות:

1. נלקח האירוע החמור הסביר אך לא האירוע הקיצוני ביותר. ביוני 1942 ובאוגוסט 1881 התרחשו אירועים קיצוניים יותר. בשרב ששרר ביוני 1942 נמדדו הטמפרטורות הגבוהות ביותר בארץ ובמספר מקומות בעמקי המזרח נמדדו למעלה מ- 50 מ"צ. באוגוסט 1881 נמדדה הטמפרטורה הגבוהה ביותר בירושלים, למעלה מ-44 מ"צ. לאור תחזיות ה- IPCC להמשך ההתחממות, שכיחות גלי החום משכם ועוצמתם צפויה לגדול בעשורים הקרובים. לכן, מומלץ לתת משקל גדול יותר לאירועים הקיצוניים האלה, בטח לאור ההשפעות העפגיעות הנרחבות שגלי חום עלולים ליצור, למשל הפסקות חשמל היכולות היכולת ליצור פגיעה בתשתיות כלכליות ובריאותיות ואף בטחונות.
2. שרב ממושך אפשרי גם בעונות המעבר (אפריל, מאי ואוקטובר), אולם אז הטמפרטורות בהרים נמוכות יותר ובמישור החוף הלחות נמוכה במשך כל שעות היממה, כך שבליחות אין בדרך כלל עומס חום.
3. תנאי היובש והחום הממושכים באזורים הפנימיים עלולים לגרום להתייבשות הצמחייה ולשמש מצע לפריצת שריפות בהיקף נרחב גם לאחר חודשי הקיץ. השיבושים הרבים שקרו בערים ויישובים הנמצאים בסמוך ליערות בגל השריפות של נובמבר 2016, והשריפות בכרמל בשנת 2010, ממחישים את פוטנציאל הנזק הגלום בהישנותה של התופעה בעתיד.

2.2 הידרו-אקלים

2.2.1 מגמות הידרו-אקלימיות נצפות וחזויות בישראל והשפעתן על משק

המים

בעשורים האחרונים ניכרת מגמת פחיתה בכמויות המשקעים בארץ, בעיקר באגן ההיקוות של הכנרת שהינו מקור המים הבדוד הגדול במדינה (כ-40% מפוטנציאל המילוי החוזר מגשם בארץ מקורו באגן זה). השירות ההידרולוגי ברשות המים מצביע מזה כמה שנים על ירידה של כ-15% בכמויות המשקעים באגן הכנרת משנות ה-70 ועל שינויים באופי ופריסת המשקעים: התארכות פרקי היובש בין אירועי גשם, שינויים במועדי עונת הגשמים המשפיעים על צרכני המים והחמרה בתופעת הבצורת: עלייה בעוצמתה, במשכה ובנפחה, כפי שמאובחן באינדקס הבצורת SPI המחושב בשירות ההידרולוגי.

בעשור האחרון פקדו את הארץ מספר תקופות בצורות קשות, אשר הגיעו לשיא בשנת 2013/14. את השפעת המגמות האקלימיות הללו ניתן לזהות היטב במקורות המים הטבעיים: ירידה בשפיעת המעינות (מעיינות הדן והבניאס, ראה תרשימים 1,2), פחיתה בנפחי המים בנחלים (לדוגמא – נהר הירדן, ראה תרשים 3) ובכניסות המים לימת כנרת (תרשים 4). מסקירה עדכנית של השירות ההידרולוגי עולה שהמחסור המצטבר במים ב-4 השנים האחרונות (2013-2017) **הינו הגדול ביותר המתועד ב-100 השנים האחרונות באגני הגליל המערבי והכנרת**. נפחי המים הזמינים בכנרת (סך כל כניסות המים לאגם מגשם נחלים ומעינות בניכוי ההתאדות) פחתו מאז שנות ה-70 ב-150 מלמ"ק, מנפח ממוצע רב שנתי של כ-450 מלמ"ק לכ-300 מלמ"ק כיום.

ב-4 השנים האחרונות הסתכם נפח המים אשר נכנס לכנרת בניכוי התאדות בכ-150 מלמ"ק לעומת נפח ממוצע של כ-1,500 מלמ"ק, כלומר רק 10% מכניסות המים הממוצעות.

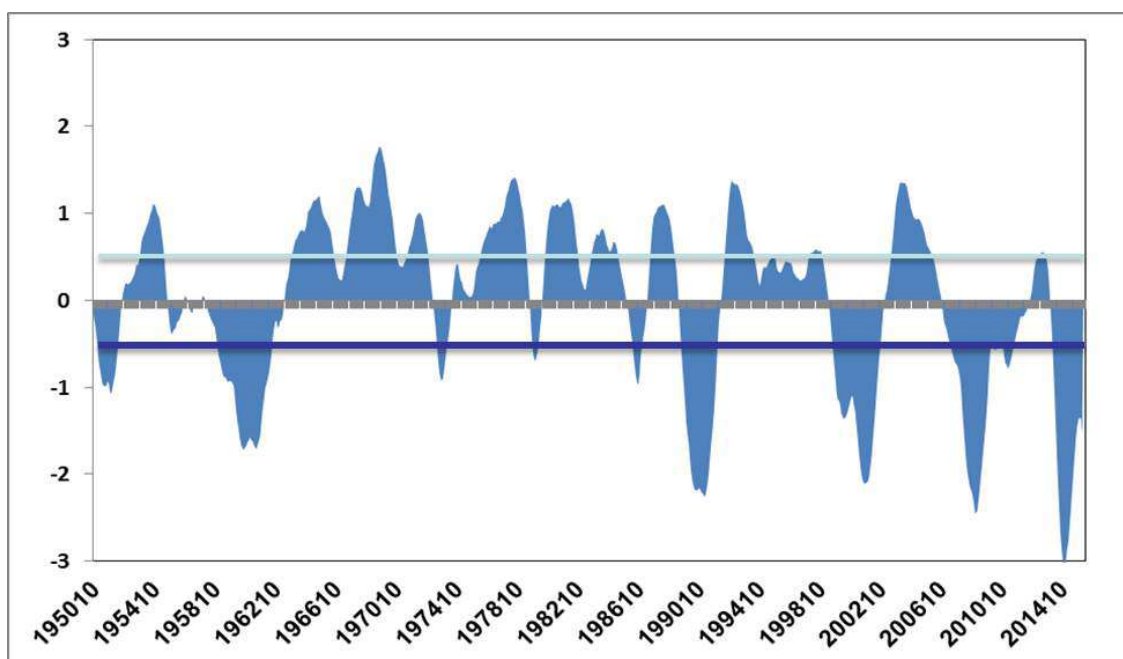
השפיעה במעינות הגדולים במדינה, הדן והבניאס, הגיעה לשיא שלילי בסתיו 2014. שיאים אלה התקבלו שוב בסתיו 2016 (בדן קיימות מדידות מאז 1959 ובבניאס מ-1967).

המשבר ההידרו-אקלימי החרף באגנים הצפוניים נותן את אותיות גם באיכות המים. ריכוז מליחות הכנרת נמצא בעלייה מתמדת והגיע בסתיו 2017 לרמה של 310 מגכ"ל, הגבוה ביותר מאז שנת 1964 אז החל לפעול מוביל המים המלוח (הממ"מ).

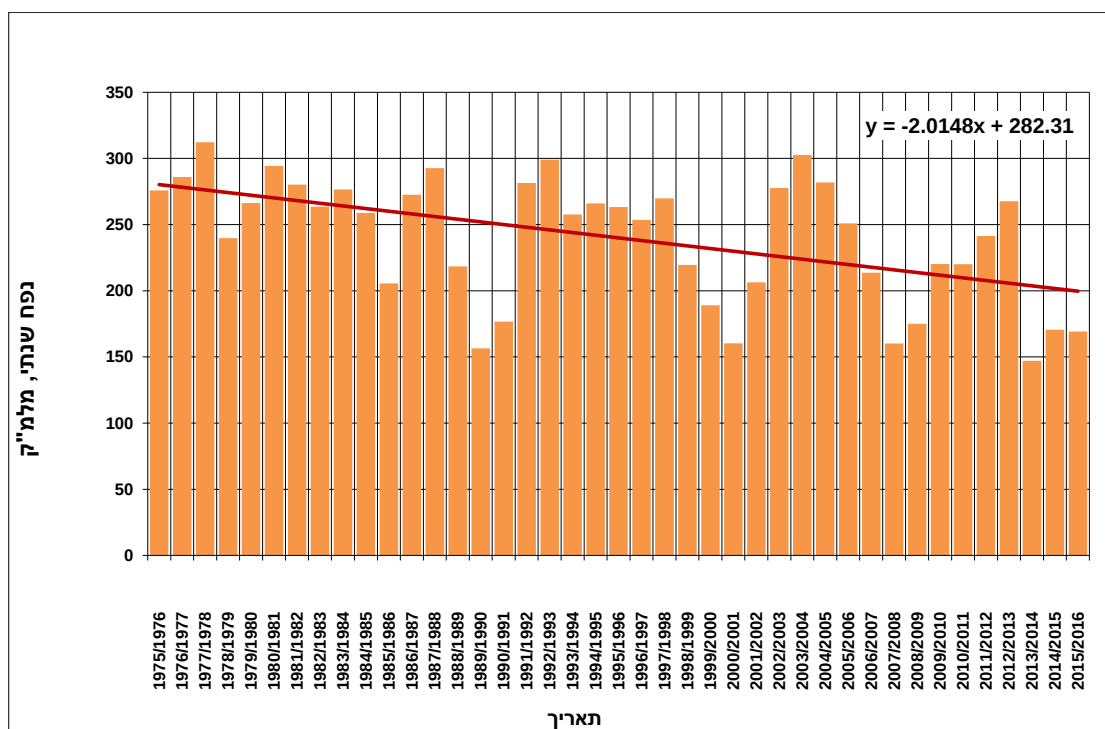
במקביל למגמות אלה, נרשמת עלייה במספר ובעוצמת אירועי השיטפונות בנחלים, ובהתאם בכמות הנזקים כתוצאה משיטפונות אלה.

לאחרונה השלים השירות ההידרולוגי עבודה בסיוע גופי מחקר מובילים באיחוד האירופאי וממנה עולה שעל פי מרבית המודלים ההידרו-אקלימים המגמות הנצפות עד כה אף צפויות להחריף בעשורים הקרובים: החרפה של תופעת הבצורת, לצד עלייה באירועים הקיצוניים (ראה תרשימים 5,6). למגמות אלה צפויות להיות השלכות ניכרות על משק המים הנשען היום על שילוב בין מקורות המים הטבעיים ומים מושבים לחקלאות ומים מותפלים למגזר הביתי, כאשר העיקרון המנחה הוא שמירה על מקורות המים הטבעיים והשאפה לתפעל אותם במצב אופטימאלי. שינויי האקלים יחייבו הגדלה נוספת של ייצור מים ממקורות לא טבעיים ומתן פתרונות לאגנים אשר מנותקים כיום מהמערכת הארצית, כגון: אגן ההיקוות

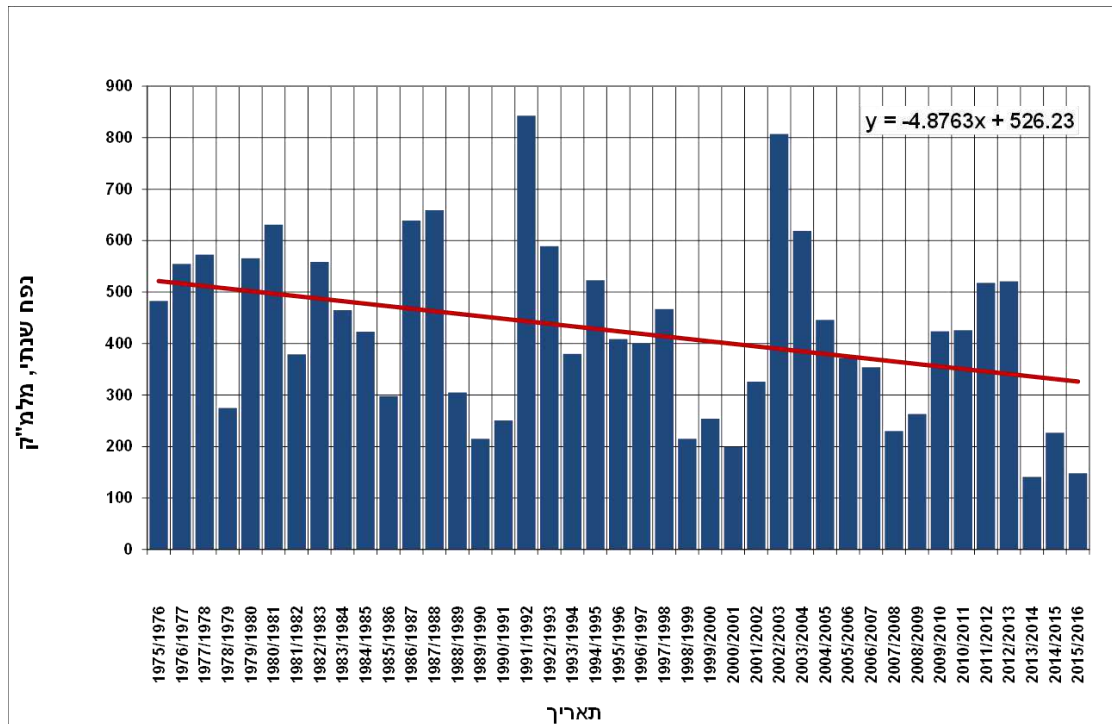
של הכנרת אשר בה נמצא מפלס המים בקו האדום התחתון כבר כיום. רשות המים נערכת לתרחישים אלה ומקדמת תכנונית אשר יסייעו לאזן בין הפערים הצפויים בין ההיצע והביקוש למים בכל המגזרים תוך שמירה על מקורות המים והסביבה.



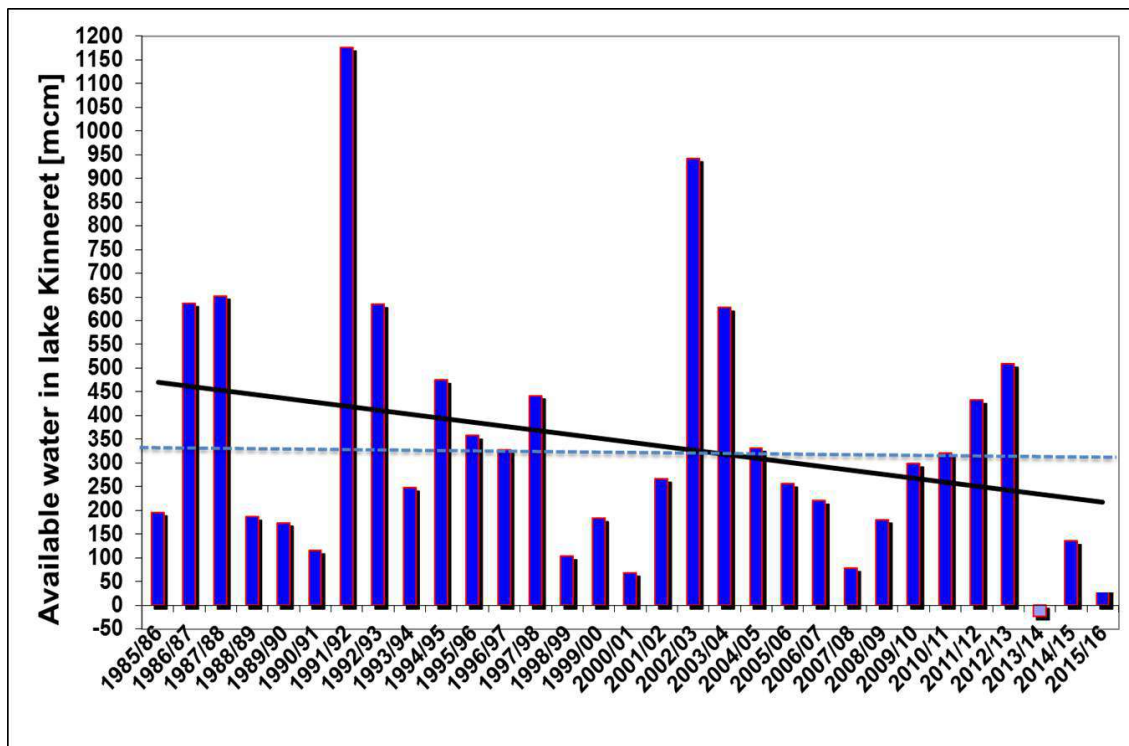
תרשים 1: אינדקס הבצורת עבור מעיינות הדן



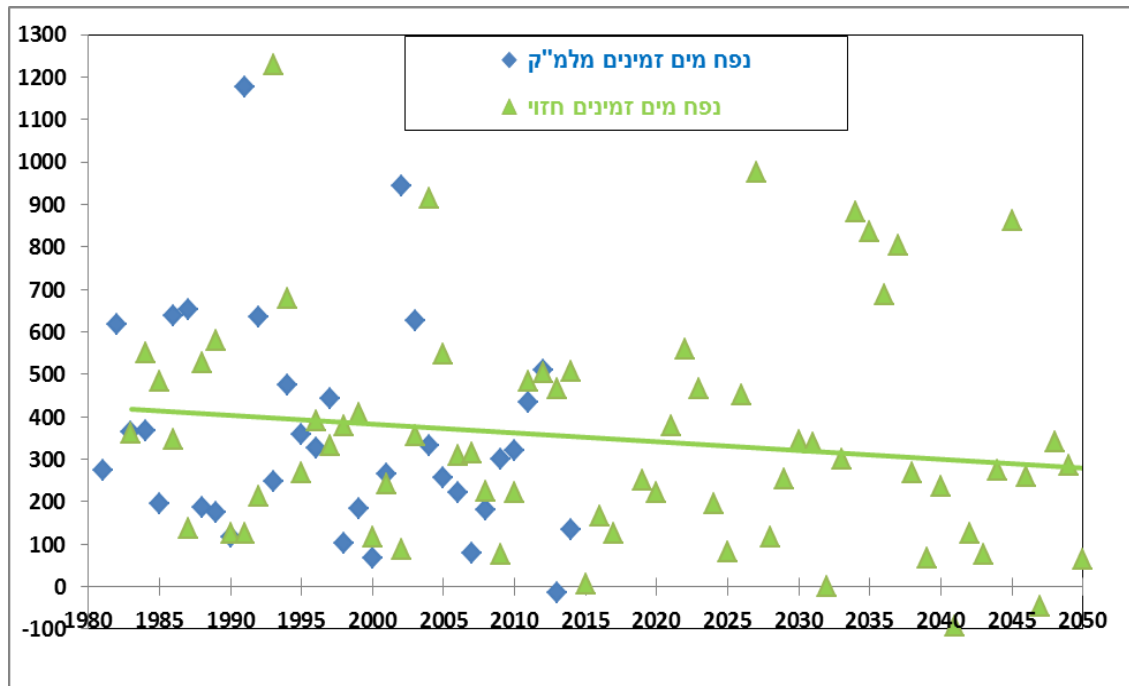
תרשים 2: מגמת נפחי זרימה שנתיים במעיינות הדן



תרשים 3: מגמת נפחי זרימה שנתיים בנהר הירדן

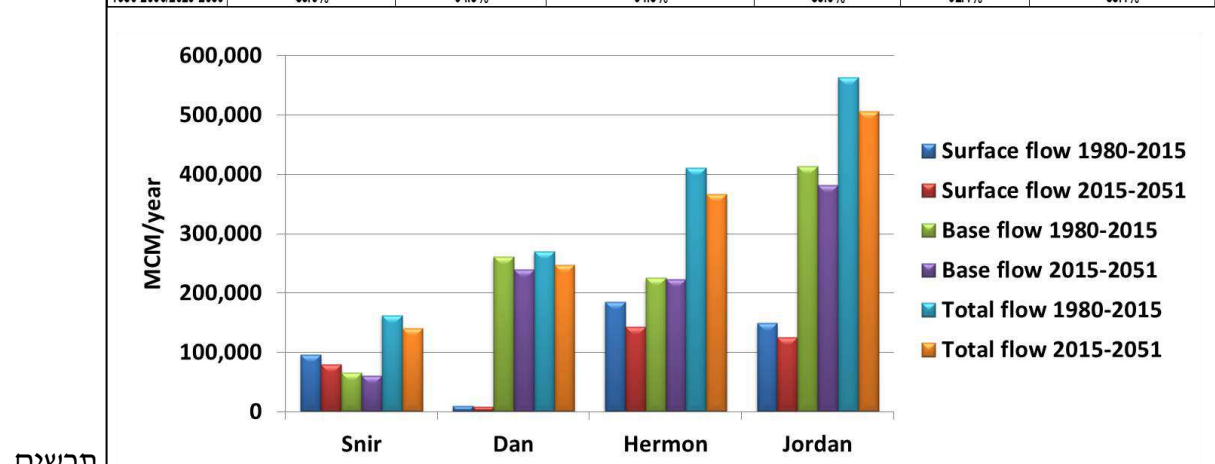


תרשים 4: מגמת נפחי מים זמינים בכנרת



תרשים 5: מים זמינים מדודים בכנרת (בכחול) ומגמת נפחי מים הזמינים החזויים בכנרת לעשורים הבאים

Hyd Year	Hermon surface flow [MCM]	Baseflow Hermon [MCM]	Full calculated flow Hermon [MCM]	Snir surface flow [MCM]	Baseflow Snir [MCM]	Full calculated flow Snir [MCM]
1980-2006	40502	84996	125498	90004	63670	153674
2020-2050	34413	80362	114775	76473	58855	135328
2050-2100	35631	80672	116304	79181	59447	138627
1980-2006/2020-2050	85.0%	94.5%	91.5%	85.0%	92.4%	88.1%



תרשים

6: נפחי זרימה מדודים וחזויים במקורות נהר הירדן: שניר, חרמון ודן, בחלוקה לזרימות בסיס ושיטפונות

2.2.2 תרחישי ייחוס לשיטפונות חריגים בישראל ברמה ארצית ומקומית

מטרתה של עבודה זו להציג תרחישי ייחוס לשיטפונות ברמה הארצית והמקומית בישראל. שיטפונות ברמה הארצית מוגדרים בעבודה זו כשיטפון המשפיע על חלקים גדולים של אוכלוסיית המדינה או על אזורים נרחבים. לשיטפונות כאלה השפעה ניכרת על עורקי תחבורה ראשיים והם גורמים לשיבושים במהלך החיים הסדיר במדינה ולנזקים כלכליים ניכרים. שיטפונות מסוג זה דורשים היערכות מוקדמת, תיאום ומעורבות של מספר גופים ורשויות לצורך צמצום הנזקים וחזרה מהירה ככל הניתן לשגרה.

שיטפונות ברמה המקומית מוגדרים כשיטפונות אשר מתרחשים באגן ניקוז נתון ולהם השפעה נקודתית על האזור בו התרחש השיטפון. אין אומר הדבר ששיטפונות ברמה המקומית אינם מסוכנים ולא צפויים לגרום לנזקים בנפש וברכוש, אולם ההיערכות והמענה עבורם יכולים להיות ברמה מקומית ללא צורך בהיערכות ארצית.

ארבעה אזורים הוגדרו ככאלה הדורשים היערכות ברמה ארצית:

- הצפה של אזורים בעיר תל אביב כתוצאה משיטפון בנחל איילון.
- הצפה של אזורים בעיר חיפה כתוצאה משיטפון בנחל הקישון.
- שיטפונות בשטחים נרחבים ברחבי הנגב והערבה: פארן, צין נקרות ודרום ים המלח.
- הצפות בעיר אילת, אזור המלונות וסביבתו כתוצאה משיטפון המגיע מממלכת ירדן.

אגנים בהם צפויים שיטפונות משמעותיים ברמה המקומית הינם:

- שיטפונות בנחלי ים המלח אשר יביאו לסגירת כביש 90 עקב הצפה מהנחלים הגדולים (ללא מעבירי מים): קידרון, דוד, ערוגות, משמר, רחף, צאלים. שיטפונות ממושכים בנחל ערוגות וצאלים יכולים להביא לניתוקו של קיבוץ עין גדי (כפי שאירע בפברואר 2015 למשך 3 ימים).
- הצפה של אזורים בעיר חדרה ואזור התעשייה גן-שמואל כתוצאה משיטפון בנחל חדרה.
- הצפה של אזורים בקלנסוואה משיטפון בנחל אלכסנדר.
- הצפה של חלקים מהעיר אשדוד (שכונה י"א) כתוצאה משיטפון בנחל לכיש.
- הצפות בנהרייה כתוצאה משיטפון בנחל הגעתון.
- הצפות באזור עכו-לב המפרץ כתוצאה משיטפון בנחל חלזון.
- הצפות בכביש החוף כתוצאה משיטפון בנחל תנינים.
- הצפות בעמק החולה כתוצאה משיטפון בנהר הירדן.
- הצפות באזור יבנה כתוצאה משיטפונות בנחל שורק.

רקע: שיטפונות בנחלים

המושג שיטפון אינו מוגדר במדויק. משמעותו המעשית היא מצב בו המים גואים מעבר לערוץ זרימתם הרגיל למקום ולעונה. שיטפונות מופיעים בעקבות ירידת גשמים, הפשרת שלגים, התמוטטות סכרים או פריצות מים אחרות. השיטפונות מהווים גורם חשוב בעיצוב הנוף ועלולים לגרום נזקים לאדם ולרכושו. מוכנות והתגוננות מפני שיטפונות יכולות לצמצם את הנזקים ברכוש ובנפש.

משתנים אחדים משמשים לאפיון הכמותי של שיטפונות. החשובים שבהם: ספיקת השיא, הנפח, משך השיטפון ומשך הזמן בו מופיעות ספיקות גבוהות. אם כושר ההולכה של אתר, או של קטע אפיק, גבוה מספיקת השיא של גאות המגיעה אליו, כל הגאות יכולה לעבור דרכו. לכן יש לספיקת השיא חשיבות תכנונית גדולה כי אפשר להשוותה לכושר ההולכה של האפיק והמכשולים המצויים בו (כגון גשרים), וכן אפשר לקשור אותה לרום פני המים ולהשתרעות השטח המוצף. הנפח חשוב כדי להשוותו לקיבול מאגרים וכדי להעריך כמה מים אפשר לנצל. המשך חשוב כדי לדעת כמה זמן נמשכת ההפרעה לאורח החיים התקין. עוד משתנה חשוב הוא נפח ההצפה, כלומר נפח המים שגולשים מהאפיק החוצה.

שיטפונות עשויים להגיע לממדים ענקיים, אולם בכל זאת יש גבול לגודלם. אם נעריך את הגודל המרבי האפשרי של המשתנים המטאורולוגיים יוצרי השיטפון באזור נתון, כולל צרוף קיצוני של הערכים המרביים הסבירים לכל אחד מן המשתנים האלה, ונניח שהם פרוסים על פני תחום ההתנקזות באורח המתאים ביותר ליצירת שיטפון ענק, ותחום ההתנקזות רווי מראש במידה המרבית האפשרית, נקבל את השיטפון המרבי הסביר. השיטפון המרבי הסביר הוא השיטפון שעלול להיווצר כתוצאה מצרוף קיצוני ביותר של הערכים המרביים של כל אחד מהמשתנים המטאורולוגיים וההידרולוגיים הקשורים ביצירת שיטפונות באזור הנדון. על פי ההגדרה לא יכול להיווצר בתחום התנקזות שיטפון בעל ממדים גדולים יותר מאשר השיטפון המרבי הסביר.

אפשר להעריך את גודלו של השיטפון המרבי הסביר, אם כי זו פעולה קשה, ועל פיו לקבוע את היקף ההצפות שהוא עשוי לגרום.

במקרי סכנה לאסון גדול, חייבים להתגונן מפני השיטפון המרבי הסביר. מגוון רחב של אמצעי התגוננות מפני שיטפונות נקוטים בעולם, חלקם פיסיים וחלקם רעיוניים. נהוג לסווגם לשתי קבוצות: אמצעים מבניים (structural) ובלתי מבניים (non structural). האמצעים המבניים מופעלים על הנחל והבלתי מבניים על המתקנים, החפצים והאנשים העלולים להיפגע. על האמצעים המבניים נמנים הסדרת האפיק (קיצור פיתולים, שינוי תוואי, הרחבת חתך, הקטנת חספוס, ייצוב דפנות, וכד'), סכירה, הטיה מלאה או חלקית לאפיק אחר, בניית סוללות מקבילות לאורך האפיק (כולל התקנת אמצעי ניקוז לשטח שמעבר לסוללות), חפירת אפיקים ומנהרות חדשים לניקוז שקעים טבעיים וכד'. אמצעים אלה אינם מונעים שיטפונות אלא מעבירים את

סכנת ההצפות ממקום למקום. על האמצעים הבלתי מבניים נמנים איטום מבנים שסביבתם עלולה להיות מוצפת, הגבהת רצפות או דרכים, הגבהת סחורות וחפצים רגישים, בניית סוללות מגן או הטיה סביב עצמים רגישים, שאיבה ממקומות נמוכים, ביטוח, הקמת מערכות התרעה ואזעקה, פינוי אנשים ורכוש, טיפול בנפגעים, שיקום, וכד'. אמצעים אלה אינם משפיעים הרבה על זרימת המים בעת השיטפון, אלא מכוונים להקטנה פרטנית של הנזקים. נכון לקבוע את גודל אמצעי ההתגוננות מפני שיטפונות באופן שממזער את הסכום של עלות ההתגוננות ותוחלת הנזקים הנותרים. דרך זו מחייבת הערכה כלכלית מיוחדת לכל מפעל; אולם, בדרך כלל, פועלים לפי תקנות או כללים מקובלים.

שיטות סטטיסטיות מקובלות בעולם לשם הערכת תדירות וגודל השיטפונות הצפויים. את גודל השיטפון מגדירים על ידי מונח הפוך לשכיחות והוא נקרא תקופת חזרה. תקופת חזרה של ספיקה נתונה היא משך הזמן העובר בממוצע בין הופעות של גאוויות ששיאיהן גבוהים לפחות כמו הספיקה הזו. תקופות חזרה מקובלות לתכנון: אזורי מגורים בקרבת נחלים: 100 שנה, כבישים ומסילות ברזל: 100 שנה, שדות חקלאיים: 25 שנה, אזורי תעשייה ומסחר: 20-50 שנה. בישראל מוגדרות תקופות החזרה לשימושי קרקע שונים בתמ"א 34 ב'3.

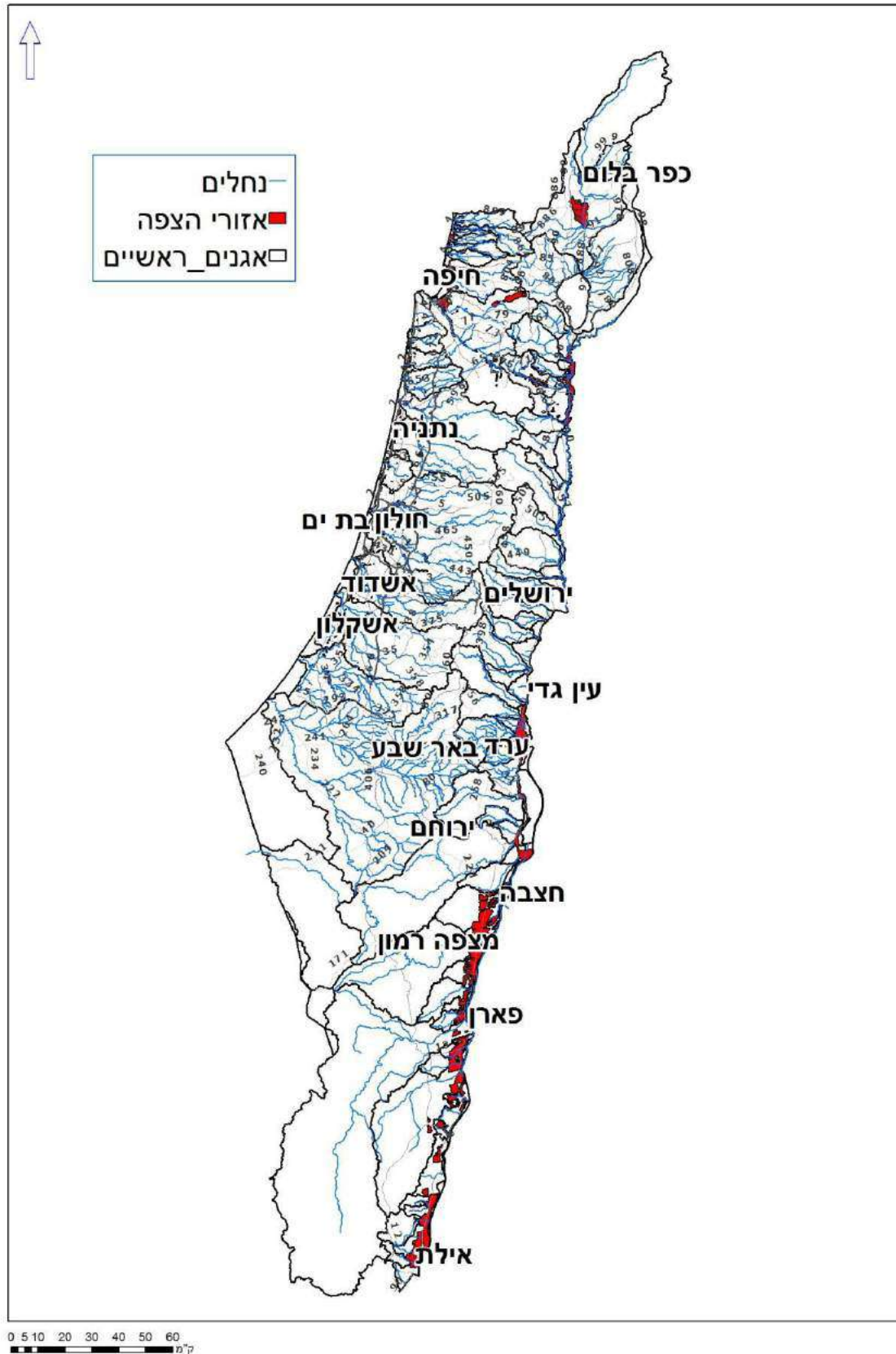
מסמך זה מציג את תרחישי יחוס לאירועי שיטפון חמורים. לא מדובר בשיטפונות החמורים ביותר האפשריים וגם לא באירועי שיטפון בהסתברות השגה נדירים כמו 1%, אלא, באירועים אשר צפויים לגרום לשיבושים ונזקים ואלהם יש להיערך מבעוד מועד. התרחישים מחולקים לאירועי שיטפונות ברמה הלאומית (שיטפונות המשפיעים על חלקים ניכרים באוכלוסייה או שלהשפעה שלהם יש השלכות לאומיות) ואירועי שיטפונות מקומיים להם השפעה מוגבלת, ברמה אגנית. מקור הנתונים עליהם התבססה העבודה הוא בבסיס הנתונים של השירות ההידרולוגי אשר אחראי על מדידת ואיסוף הנתונים ההידרולוגיים במדינה ועל מתן חוות דעת במסגרת "חוק אסון טבע" במקרה שיטפונות.

תרחישי יחוס לשיטפונות ברמה הארצית

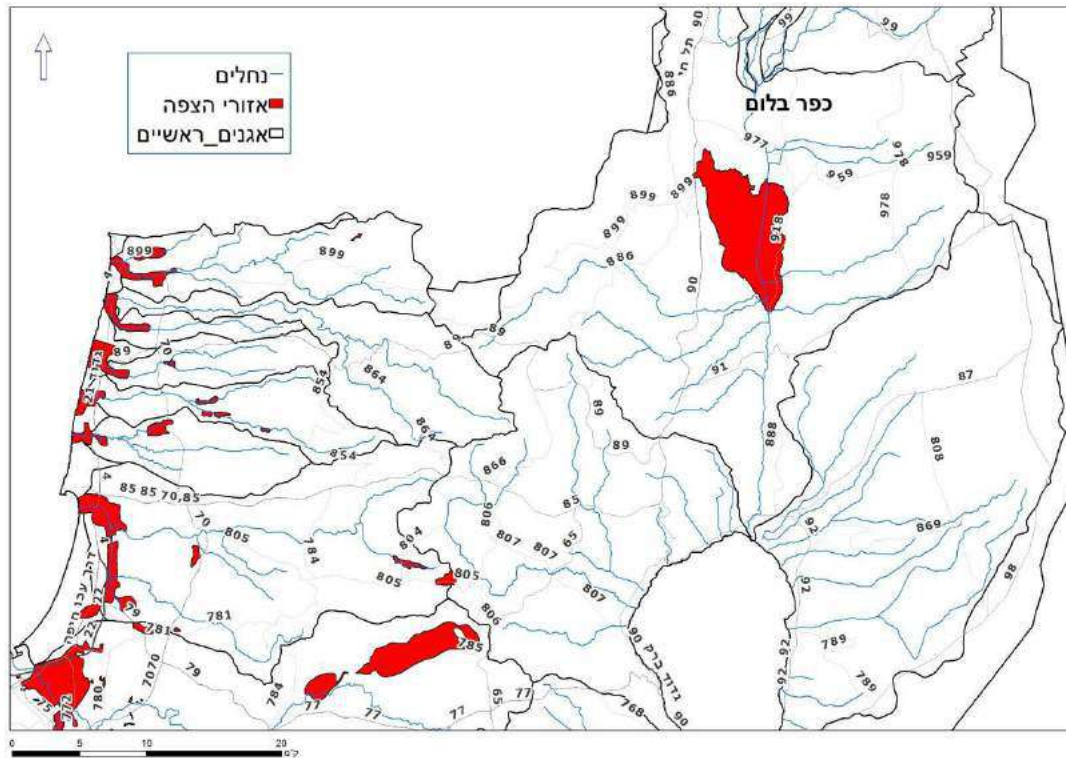
אירוע שיטפון ברמה ארצית מוגדר כשיטפון המשפיע על חלקים גדולים של אוכלוסיית המדינה או על אזורים נרחבים. לשיטפונות כאלה השפעה ניכרת על מערך התחבורה הארצית (סגירת כבישים ראשיים, שיבושים במערך הרכבות) והם גורמים לשיבושים במהלך החיים הסדיר במדינה ולנזקים כלכליים ניכרים. שיטפונות אלה דורשים היערכות מוקדמת, תיאום ומעורבות של מספר גופים ורשויות לצורך צמצום הנזקים וחזרה מהירה ככל הניתן לשגרה (משטרה, כב"א, רשויות מקומיות, נתיבי ישראל וכד').

האזורים המועדים לשיטפונות אשר הוגדרו על ידי השירות ההידרולוגי ככאלה הדורשים היערכות ארצית הינם:

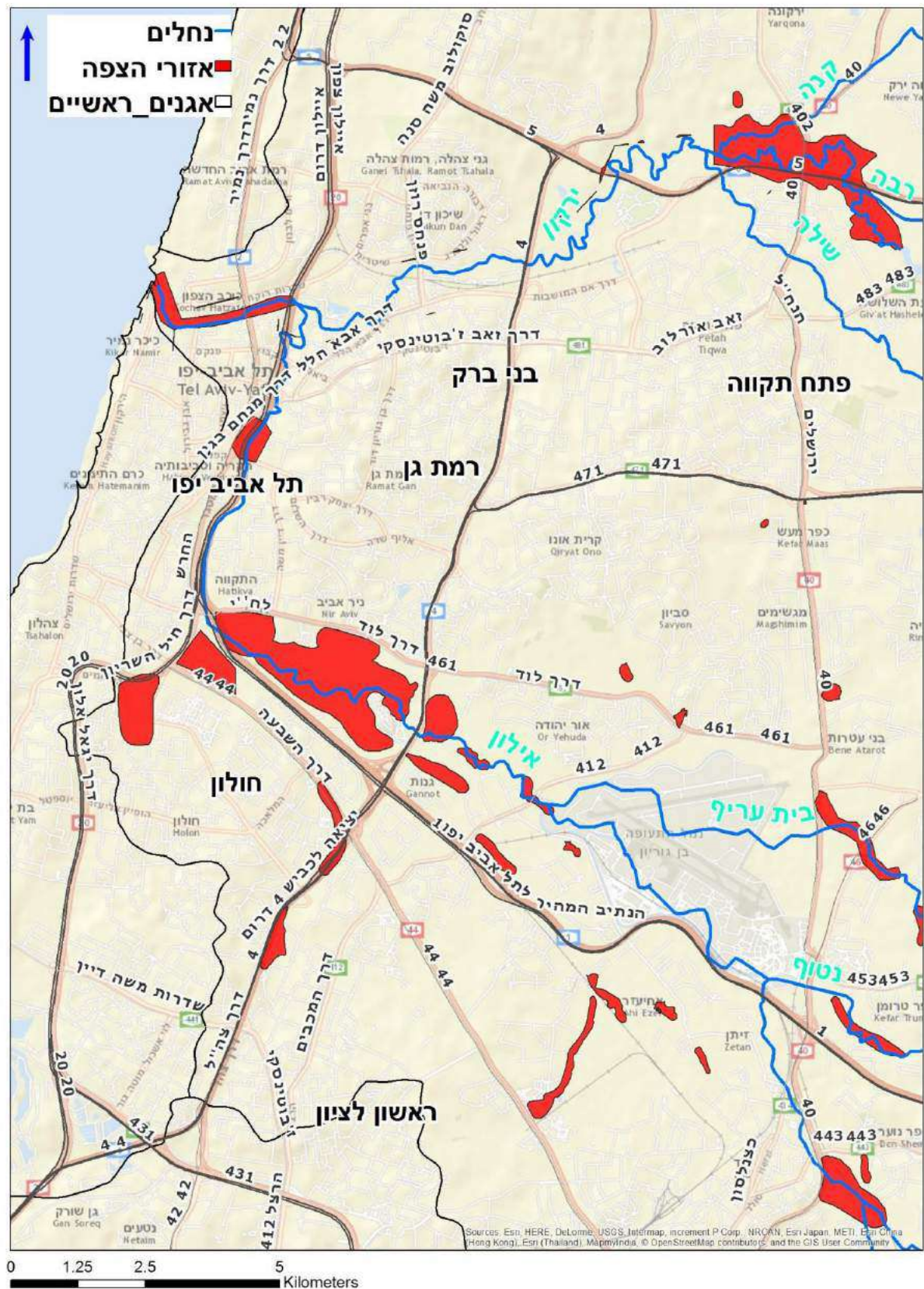
- הצפה של אזורים בעיר תל אביב כתוצאה משיטפון בנחל איילון.
- הצפה של אזורים בעיר חיפה כתוצאה משיטפון בנחל הקישון.
- שיטפונות בשטחים נרחבים ברחבי הנגב והערבה : פארן, צין נקרות ודרום ים המלח.
- הצפות בעיר אילת, אזור המלונות וסביבתו, כתוצאה משיטפון המגיע מממלכת ירדן.



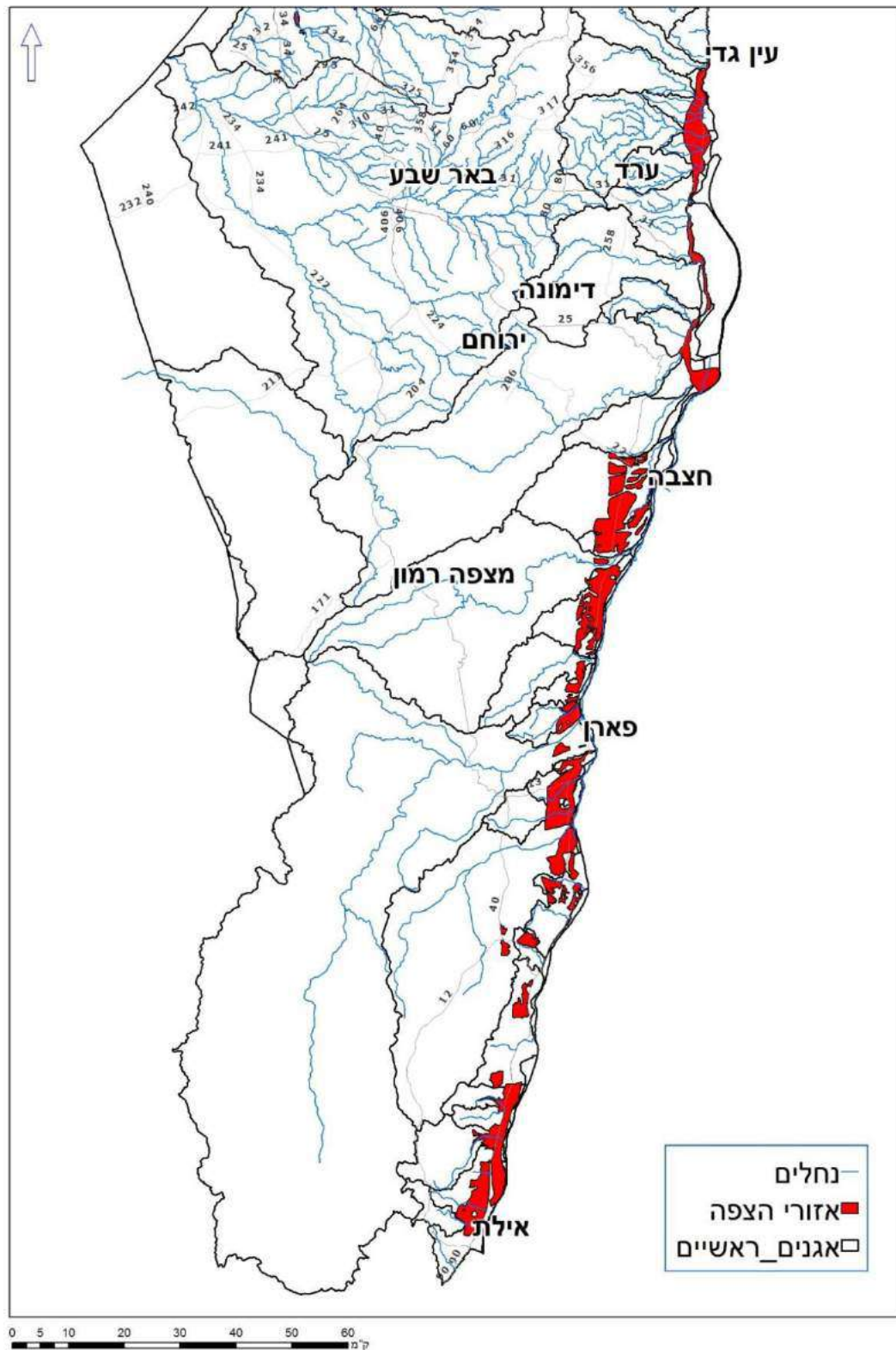
תרשים : 1 מפת אזורי הצפה ארציים (הכתמים באדום)
מקור: אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות



תרשים : 2 מפת אזורי הצפה בצפון הארץ.
מקור: אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות



תרשים : 3 מפת אזורי הצפה במרכז הארץ



תרשים : 4 מפת אזורי הצפה בדרום הארץ.

מקור :אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות

להרחבה בנושא תרחישי הייחוס ברמה הארצית, ראה נספח מספר 2 המצורף בסוף מסמך זה.
תרחישי יחוס לשיטפונות ברמה מקומית

שיטפונות ברמה המקומית מוגדרים במסמך זה כשיטפונות אשר מתרחשים באגן ניקוז נתון ולהם השפעה נקודתית על האזור בו התרחש השיטפון. אין אומר הדבר ששיטפונות ברמה המקומית אינם מסוכנים ולא צפויים לגרום לנזקים בנפש וברכוש, אולם ההערכות והמענה עבורם יכול להיות ברמה מקומית ולא מצריך הערכות ארציות.

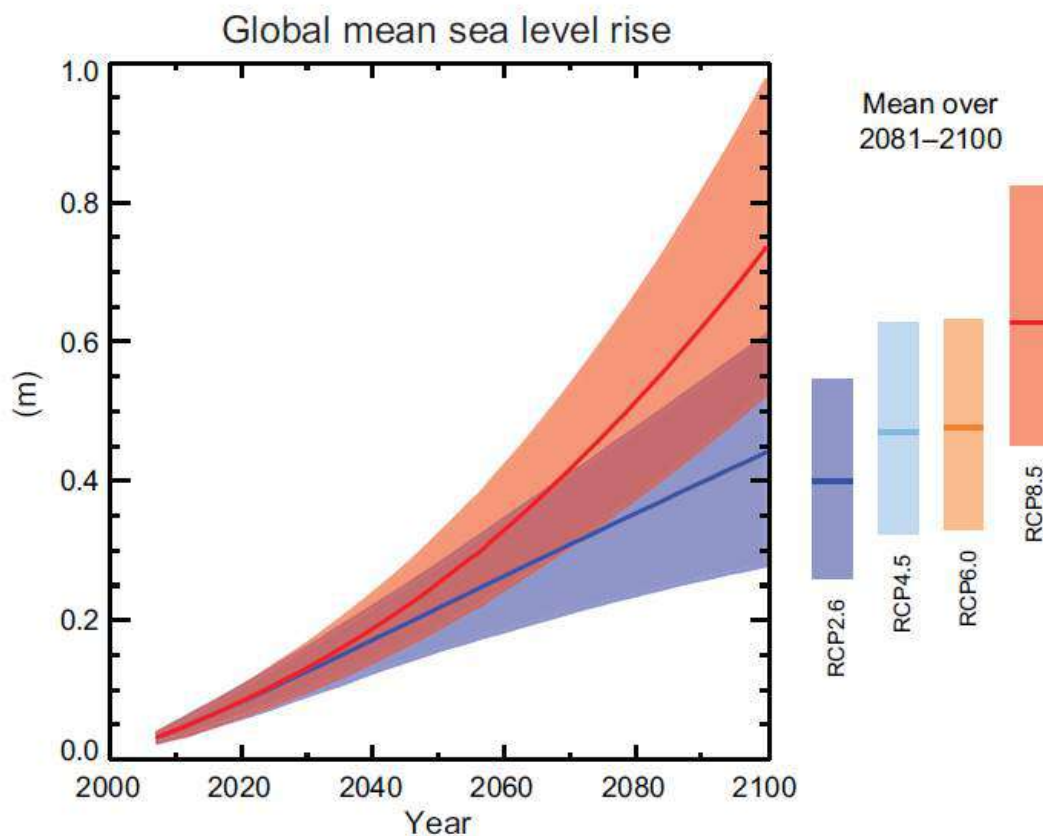
אגנים בהם צפויים שיטפונות משמעותיים ברמה המקומית והדרושים היערכות והתייחסות מיוחדת הם:

- שיטפונות בנחלי ים המלח אשר יביאו לסגירת כביש 90 עקב הצפה מהנחלים הגדולים (ללא מעביר מים): קידרון, דוד, ערוגות, משמר, רחף, צאלים. שיטפונות ממושכים בנחל ערוגות וצאלים יכולים להביא לניתוקו של קיבוץ עין גדי, כפי שאירע בפברואר 2015 למשך 3 ימים.
- הצפה של אזורים בעיר חדרה ואזור התעשייה גן-שמואל כתוצאה משיטפון בנחל חדרה.
- הצפה של אזורים בקלנסוואה משיטפון בנחל אלכסנדר.
- הצפה של חלקים מהעיר אשדוד (שכונה י"א) כתוצאה משיטפון בנחל לכיש.
- הצפות בנהרייה כתוצאה משיטפון בנחל הגעתון.
- הצפות באזור עכו-לב המפרץ כתוצאה משיטפון בנחל חלזון.
- הצפות בכביש החוף כתוצאה משיטפון בנחל תנינים.
- הצפות בעמק החולה כתוצאה משיטפון בנהר הירדן.
- הצפות באזור יבנה כתוצאה משיטפונות בנחל שורק.

2.3 ים – מגמות

גובה פני הים

מפלס פני הים העולמי ימשיך לעלות במהלך המאה ה-21. תחת כל התרחישים, סביר מאוד (very likely) כי קצב עליית המפלס תהיה גדולה יותר מזאת שנצפתה בשנים 1971 עד 2010, הן בשל התחממות מוגברת של מי האוקיאנוס וכתוצאה עליה בנפחם (thermosteric) והן כתוצאה מהמסת קרחונים. מידת הביטחון בתחזיות עליית מפלס מי הים עלתה מאז הדו"ח הרביעי בזכות ההבנה הפיסיקלית המשופרת של הגורמים המשפיעים על מפלס פני הים.



איור 15: טווחי עליית גובה פני הים לפי ארבעת התרחישים. הטווח המצוי תחת ההגדרה "סביר" (Likely, כלומר מצוי בין האחוזונים 5% לבין 95%) מצוי בעמודות מימין (מקור: IPCC 2013)

טבלה 12: טווח עליית פני הים העולמית הסבירה (likely) לקראת סוף המאה ה-21 לפי תרחישים שונים (בהתאם לאיור 15, מקור: IPCC 2013)

התרחיש	העלייה הצפויה (בס"מ)
RCP2.6	26-55
RCP4.5	32-63
RCP6.0	33-63
RCP8.5	45-82

לפי טבלה 12, ניתן לראות כי הטווח הסביר של עליית מפלס פני הים לקראת תום המאה ה-21 ינוע בין 26 ל-82 ס"מ.

בתרחישים השונים, ההתפשטות התרמלית של המים (עקב עליית הטמפרטורה העולמית הממוצעת) תורמת 30% עד 55% מעליית מפלס פני הים הצפויה והשאר הוא תרומת המסת הקרחונים.

למיטב ההבנה כיום, רק קריסת חלק מכיסוי הקרח האנטרקטי המצוי מעל פני הים, יוכל לגרום למפלס פני הים לעלות הרבה יותר מאשר הטווח הסביר. במידה והקריסה תתרחש, גובה פני הים עשוי לעלות בכמה עשרות סנטימטרים נוספים במהלך המאה ה-21. עליית מפלס פני הים לא תהיה אחידה במרחב. אולם עד תום המאה ה-21, סביר מאוד כי מפלס פני הים יעלה ביותר מ-95% משטח האוקיאנוסים.

2.3.1 – ים תיכון

השינויים האקלימיים והסביבתיים באגן הים התיכון נמדדים באופן שוטף במסגרת "תכנית הניטור הלאומית של ישראל בים התיכון". אשר מבוצעת על ידי חיא"ל עבור המשרד להגנת הסביבה.

אגן הלבנט במזרח הים התיכון מאופיין בערכי טמפרטורה ומליחות קיצוניים וברכיזים נמוכים במיוחד של נוטריאנטים ומיקרואצות. לפי תחזיות אקלימיות, הטמפרטורה במזרח הים התיכון צפויה לעלות בעשרות השנים הבאות. התחממות זו משפיעה על מידת השיכוב התרמי ועל טמפרטורות פני המים, ובמיוחד בים הרדוד. השינויים הגלובליים משפיעים גם על המליחות והחומציות של מי הים, ובהתאם על המערכת האקולוגית בכלל. תהליכים אקלימיים גרמו ככל הנראה לשינויים דרמטיים בזרימה התרמוהלינית העמוקה במזרח הים התיכון. סימנים לכך התגלו לראשונה ב-1995 (Roether et al., 1996), אולם נתונים מוקדמים יותר הצביעו כי השינויים החלו בסוף שנות ה-80 (Rizoli-Malanotte, 1999).

דגשים עיקריים מהדו"ח המדעי לשנת 2015 מוצגים להלן:¹⁴

טמפרטורה ומליחות: אנליזה של תצפיות שנאספו במהלך 38 שנים באזור דדרום מזרח אגן הלבנט בעונה החמה (יולי-אוקטובר) מראה מגמת עלייה בטמפרטורה (כ-0.12 מעלות צלזיוס לשנה) ובמליחות (כ-0.08 לשנה) של מסת המים העליונה (LSW). הנתונים החדשים שנאספו בשנת 2015 מראים טמפרטורות גבוהות שלא תועדו בעבר בתחנה H05 (29.96 מעלות צלזיוס) המייצגת את האזור הנ"ל. עובי שכבת LSW היה כ-21 מטר, הטמפרטורה 29.96 מעלות צלזיוס והמליחות כ-39.3.

בתחנות המדידה הרציפה בקצה מזחי הפחם בחדרה ואשקלון נמדדו ערכי טמפרטורה המתארים את המהלך העונתי, כאשר בסוף חודש אוגוסט 2015 נמדד שיא של כ-31 מעלות צלזיוס. כתוצאה מהבדלים אקלימיים מוכרים בין שני המיקומים (צפוני ודרומי), נשמרת לאורך כל תקופת המדידה טמפרטורה גבוהה יותר של 0.2-0.5 מעלות צלזיוס בתחנת אשקלון הדרומית.

מפלס פני הים: נתונים רב-שנתיים של מדידות מפלס ים בתחנה בחדרה בשנים 2001-2015 מראים קצב ממוצע של עליית מפלס של כ-5.5 מ"מ בשנה.

חומציות: מדידות ה-pH (בטמפרטורה קבועה של 25 מעלות צלזיוס) הציגו מגמות מעורבות ארוכות טווח. על מנת לשפר את הדיוק במעקב אחר רמת החומציות בעתיד, ממליצים בחי"ל להתחיל בהקדם האפשרי במדידות רציפות של pH ואו לחץ חלקי של פד"ח בפני המים בתחנות המדידה הרציפות בחדרה ובאשקלון.

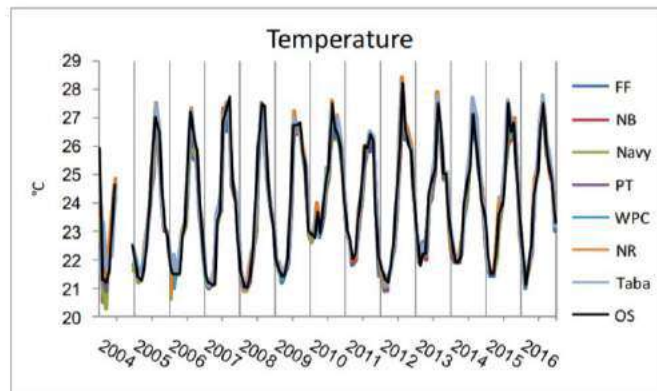
2.3.2 – מפרץ אילת

להלן השינויים הקלימטולוגיים במפרץ אילת בשנים האחרונות, כפי שהם עולים מהמדידות המתבצעות ע"י המכון האוניברסיטאי למדעי הים באילת במסגרת "התכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת" של המשרד להגנת הסביבה¹⁵:

טמפרטורה: טמפרטורת מי העומק ירדה בשנים 2007-2008 כתוצאה מהערבוב העמוק בשנים אלה, ובשנים האחרונות נמדדה עלייה קלה בטמפרטורת המים העמוקים. על אף הערבוב העמוק בשנת 2012 לא ניכרת ירידה בטמפרטורת המים העמוקים מ-500 מטרים. מגמת העלייה בטמפרטורת המים העמוקים נמשכת. במקביל, נמדדה עלייה מתמשכת גם בטמפרטורת מי הים מאז 1988 בקצב שנתי ממוצע של כ-0.037 מעלות צלזיוס.

¹⁴ <http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0801-p0900/p0843a.pdf>

¹⁵ <http://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0801-p0900/p0852.pdf>



איור 11: מדידות טמפרטורה בתחנות הדיגום החופי מאז שנת 2004.

Figure C11: Temperature at the coastal water sampling stations since 2004.

חומציות: לאחרונה עולים חששות מפני ירידת pH ועליית החומציות באוקיינוסים כחלק מהשינויים הגלובליים בכדור הארץ, והשפעה אפשרית של מגמה כזו על שוניות האלמוגים. ממדידות ה-pH הנעשות במסגרת תכנית הניטור מאז אוקטובר 2006 לא ניתן לאבחן מגמה כזו.

3. הערכת ההשפעות של שינויי אקלים ואירועי קיצון

פרק זה סוקר בקצרה את ההשפעות הפוטנציאליות והקיימות של שינוי האקלים ושל אירוע מזג אוויר קיצוני על תחומים שונים בחיינו ובמשק הישראלי.

3.1 בריאות הציבור

ארגון הבריאות העולמי (WHO) הגדיר שלושה סוגים של תוצאות בריאותיות שיכולות לנבוע משינוי האקלים:

- (1) תוצאות ישירות, המתרחשות לרוב בעקבות מזג אוויר קיצוני.
- (2) תוצאות המתרחשות בעקבות תהליכים של שינוי סביבתי ואקולוגי, הנובעים משינוי האקלים.
- (3) תוצאות הנובעות מטרומה, מזיהומים או מהשפעות תזונתיות ופסיכולוגיות באוכלוסיות חלשות ומהגרות בעקבות הגירה כלכלית הנובעת משינוי האקלים.

מסקנות ארגון הבריאות העולמי ממחישות את מגוון הדרכים בהן שינוי האקלים יכול להשפיע על בריאות הציבור. מעבר להשפעות הישירות של אירועי קיצון על הבריאות, השינוי הסביבתי ההדרגתי שמקורו בהתחממות הגלובלית יכול להשפיע על הבריאות בשלל דרכים עקיפות, כגון שינויים בכמות ובהרכב המזון, שינויים בזמינות של מים נקיים ושינוי בדפוסים הגיאוגרפיים והעונתיים של מחלות. אחת ההשלכות המשמעותיות של שינוי האקלים עלולה להיות הגירה של אוכלוסיות במהלך חיפושן אחר מקורות של מזון ומים, וזו עלולה להביא בעקבותיה להתפשטות של מחלות שונות.

על אף הצפי לפיו ההתחממות הגלובלית עשויה לשכך כמה מתופעות הלוואי של מזג האוויר הקר, השפעתה המשמעותית על בריאות האדם צפויה להיות שלילית. שינוי האקלים עלול לשנות את הקצב, את הטווח, את העונתיות ואת הדפוסים של פגיעות, מחלות ומוות.

בריאות הציבור, בדגש על אוכלוסיות חלשות, צפויה להיות מושפעת משינוי האקלים בצורה משמעותית - הן באופן ישיר דרך השפעות פיזיולוגיות (עליית העוצמה והתדירות של גלי החום והקור והתגברות העומס הנוצר על הגוף בעקבותיהם), והן באופן עקיף דרך השפעה על מחלות כרוניות ומדבקות, כמו גם על שיעורי התמותה והתחלואה מגורמים חיצוניים. גורמים אקלימיים נוספים, כגון רמת הקרינה האולטרה סגולה, משפיעים על עלייה בשכיחותן של מחלות מסוימות, לדוגמה סרטן העור וקטרקט.

השינויים הסביבתיים והאקולוגיים שיתרחשו כתוצאה משינויי אקלים עלולים להביא לעלייה בשכיחות של תופעות טבע קיצוניות, כגון בצורות ושטפונות. תופעות אלה ישפיעו לרעה באופנים שונים על האוכלוסיות הנמצאות באזור (התפרצות מחלות, זיהום מים, פגיעה בתשתיות סניטריות וכו'). עליה בשכיחות ובעוצמה של אירועי גשם קיצוניים, יחד עם עליית הטמפרטורות, עלולים להגביר את קצב הריבוי של יתושים ושל פרוקי רגליים אחרים המשמשים כוקטורים להעברה של מגוון מחלות, וכן לשנות את דפוסי התפוצה שלהם. חשוב לציין, כי השפעות שינויי האקלים, כגון

גלי חום, מלוות גם בעלייה ברמת זיהום האוויר המקומי, שהשלכותיו על בריאות הציבור משמעותיות. שינוי זה באיכות האוויר עלול לגרום להחמרה של מחלות קרדיו-וסקולריות ושל מחלות נשימתיות, כתוצאה ישירה של זיהום האוויר או כתוצאה עקיפה שמקורה בלחץ נפשי.

3.2 תשתיות ורכוש

משמעות שינויי האקלים על תשתיות בישראל אינה ברורה דיה. עלייה במקרי קיצון צפויה להשפיע על שטפונות ועל מערכות הניקוז. הנזקים הצפויים משטפונות עשויים לגדול, אולם קשה ביותר לצפות מתי ובעיקר היכן יכה שיטפון.

הערים אינן ערוכות לשינויי האקלים שיכללו גם עליה בסיכוי לשטפונות. משטר הגשמים צפוי להשתנות בצורה כזו שהממוצע לא ישתנה בהרבה ואולי אף ירד, אך ארועי הגשם הקיצוניים עשויים להתרבות. בעיקר עולה רמת אי הודאות. צפויה השפעה של עליית פני הים והתגברות של סערות על תשתיות חופיות, אולם גם כאן קשה לצפות את היקף ההשפעה והנזקים הספציפיים.

התפתחות סביבתית הקשורה בשינוי האקלים, אשר היא בעלת משמעות מיוחדת ביחס לתחום התשתיות בישראל, היא עלייתו הצפויה של מפלס פני הים. על פי רוזן (2010¹⁶, 2003¹⁷) בחוף הישראלי עצמו, אם לא יינקטו אמצעי הגנה, עליית מפלס פני הים צפויה לגרום להגברת קצב הנסיגה של קו המים מזרחה, הצרה (לפחות זמנית) של החופים לרגלי המצוק החופי, המשך ההרס במצוק החופי והשתנות צדודית החוף המקומית. כמו כן, עליית מפלס הים תגרום לעלייה במשכי הזמן של ההצפה של אזורי חוף רדודים וחדירת מי הים לתוך מוצאי נחלים. העלייה של מפלס הים לא מתבטאת בפעילות ישירה של גריעת החוף כי אם ביצירת תנאי נגישות לגלי הים להגיע לקטעי החוף הרדודים וכבר בזמן סערות חזקות מאד ובעת אירועי נחשולי סער (storm surge). היו מתרחשות רק בזמן סערות חזקות מאד ובעת אירועי נחשולי סער (storm surge).

השפעות נוספות של עליית מפלס הים :

- המשך ההמלחה של האקוויפר החופי. במצב הנוכחי של גרעון במי התהום עקב שאיבת יתר של עשרות שנים, האקוויפר החופי כבר נפגע עקב חדירת הפן הביני (בין מי הים למים מתוקים) מזרחה, וכל תוספת בהתקדמות מזרחה רק תרע את המצב.
- השפעה סוציאלית, היות ונסיגה של קו החוף תפגע בתיירות ובפעילות הנופש והקייט ותחייב הסטת פעילויות ומבנים מזרחה לקו החוף הנוכחי.
- צורך בהשקעת משאבים בהגבהת מבנים חופיים וחיזוקם, בהגבהת רציפים בנמלים, בבריכות השקטה ובמעגנות.

¹⁶ Rosen SD (2010) Assessing present and future Mediterranean sea level rise impact on Israel's coast and mitigation ways against beach and cliff erosion. Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering, No 32.

¹⁷ רוזן, ד., שינוי מפלס הים ובחינת ההשלכות על מצב חופי הים התיכון על ישראל, חקר הימים והאגמים לישראל (2003)

- עליית מפלס הים תגרום להקטנת גרדיינט הזרימה של מוצאים ימיים ולהגברת שיקוע סדימנטים בפתחי נחלים, תופעות שיחייבו השקעת משאבים ניכרים לתיקון המצב.
- החוף החולי צפוי לאבד 2-10 מטרים עבור כל עליה של 10 סנטימטרים בגובה פני הים. שטפונות וסערות עשויים להשפיע על התשתיות בכלל ועל התשתיות הימיות והחופיות בפרט. נחילים של מינים פולשים עשויים להתגבר עוד יותר ולהמשיך בהפרעה לפעילות מתקני תשתיות חופיות כגון תחנות כח ומתקני התפלה.

3.3 משק המים

משק המים בישראל צפוי להיפגע בצורה ישירה משינויי האקלים הצפויים. צפויה הפחתה משמעותית באגן ההיקוות של הכנרת ושינויים במליחותה. לעומת זאת, במרכז הארץ לא ניתן לזהות מגמה ברורה בכמויות המשקעים. גם בדרום הארץ נמצאה ירידה מובהקת במשקעים, וזו צפויה להמשיך בעתיד. השינויים באופי המשקעים וריבוי אירועי קיצון עשויים להגביר את תדירות ועוצמת השיטפונות והנגר העילי. עם זאת, ייתכן בהחלט, שכתוצאה מהתגברות הנגר העילי, גם העשרת מי התהום גדלה, על חשבון ההתאדות. בנוסף, עליית פני הים עשויה לפגוע בחלקים מאקוויפר החוף.

הפער בין היצע המים הטבעי לבין הביקוש למים יושלם על ידי התפלת מי ים ומים מליחים ועל ידי הגברת הטיפול בשפכים והעלאת איכותם כדי להתאימם לכל סוגי הגידולים החקלאיים. עם זאת, התפלה וטיפול בשפכים מצריכים שימוש יקר באנרגיה, פליטת מזהמים קונבנציונאליים ופליטת גזי חממה. אי לכך, יש לכלול גם שיקולים של מניעת זיהום סביבתי וזיהום מקורות המים, ולנסות להשקיע במקורות סביבתיים יותר לצמצום הפער בין היצע המים לביקוש למים, דוגמת ניהול מי נגר, מניעת דליפות, חסכון במים ועוד.

יש לזכור גם כי ישראל אחראית לספק מים לרשות הפלסטינית וכי מדינות הסביבה עניות ביותר במים כפי שיידון בהרחבה בפרק הגיאו-אסטרטגיה.

3.4 חקלאות

החקלאות הצמחית, המהווה כ- 20% משטחה של ישראל, מורכבת משטחי מרעה, פלחה, גידולי שדה, מטעים, הדירים, ירקות, פרחים ושאר מיני צומח המיועדים לייצור מזון וסיבים. מחציתם של שטחי החקלאות הצמחית מושקים וכמחציתם מבוססים על גשמי החורף. משק החי כולל בקר לחלב, בקר לבשר, עופות, צאן, חזירים ומדגה. חקלאות ישראל צפויה להיות מושפעת מאוד משינויי האקלים הגלובליים בהיותה מבוססת על תהליכים ביולוגים מחד, ונסמכת על אמצעי ייצור שמקורם בטבע ובסביבה (קרקע, מים, משקעים ועוד).

השפעות עיקריות הצפויות :

- מים – שינוי בסוג המים להשקיה ואיכותם, עלייה בתצרוכת המים. ירידה באוגר המים בקרקע בתום תקופת הגשמים.
- עלייה בתצרוכת האנרגיה לבקרת אקלים (הן בענפי הצומח והן בענפי החי).
- פוטנציאל לעלייה באירועי הקיצון ובעלויות ביטוחים לנזקי טבע ואסונות טבע.
- חקלאות הצומח - צפויה לאתגרים הכוללים פגיעה אפשרית בכמות ואיכות התוצרת הצמחית, עלייה בתצרוכת המים יחד עם שינוי בסוגי והרכב מי השקיה, ירידה באוגר המים בקרקע בתום החורף, התגברות תהליכי דלדול קרקע, תנודות במועדי זריעה/שתילה, עליה בהיקפם ובעוצמתם של בעיות הגנת-הצומח, שינויים ביצרנות צמחית המרעה הטבעי. צפויה פגיעה משמעותית בגידולי הבעל התלויים במי גשמים בלבד או כמקור מים עיקרי. טרם ידוע מה תהיה השפעת העלייה הצפויה בריכוז ה- CO_2 באוויר על ענפי הצומח, המשולבת גם עם עליה בטמפרטורות.
- הגנת הצומח - שינוי האקלים עלול להגביר אתגרי הגנת הצומח ואף להביא לכניסת פגעים חדשים. פגעים שונים וגורמי מחלה עשויים להנות מתנאי האקלים המשתנים, לדוגמה חרקים שונים עשויים לפתח מספר רב יותר של דורות במהלך עונת הגידול ואף תתכן התפרצות של פגעים חדשים בגלל שינויים בתנאי הסביבה. שינויים אלו עשויים להשפיע על המאזן האקולוגי. לאור המורכבות הרבה בהבנת היחס בין כל מזיק וגורם מחלה לסביבתו, קיימים עדיין פערי ידע לגבי מגוון ההשפעות של שינוי האקלים בהקשר זה.
- ענפי החי - קיימת רגישות רבה להתחממות ולעלייה בעומס החום מחד ולאירועי קיצון מאידך. הדבר נכון בייחוד לגזעי בעלי חיים במשק שהושבחו ליצרנות גבוהה ואינם מותאמים לעומס חום גבוה, ובענפים אלו צפויה ירידה ביצרנות ובפוריות חיות המשק. במקביל צפויה עלייה בתצרוכת המים והאנרגיה הכרוכים במעבר לממשקים מבוקרי אקלים. בנוסף ענפים אלו חשופים לאי יציבות בזמינות ובמחירי מזון לבעלי-חיים. במשק הבקר צפויה ירידה ביצרנות בשר וחלב יחד עם ירידה בפוריות בקיץ ופגיעה בייחס ייצור החלב בין הקיץ לחורף המהווה בעיה אסטרטגית בענף. צפויים שינויים בענף המדגה – הן בבריכות והן בים. יש לזכור כי ייצור החלבון מן החי בחקלאות ישראל מתבסס כמעט ברובו על מזון מיובא (למעט מספוא). ייצור מזון זה בעולם גם הוא חשוף לשינויי האקלים הגלובליים ולתנודות בשוק העולמי של תשומה זו. בדומה לצפי בעלייה במזיקים ומחלות בצומח, כך גם בענפי החי. הן בעוצמת הפגעים והן בהופעת מזיקים ומחלות חדשים.
- קרקע וניקוז - **משאב הקרקע מספק שרותי מערכת אקולוגיים חיוניים להתמודדות עם שינויי האקלים הצפויים באזורנו: האחד הוא שרותי אספקה של מזון והשני הוא שרותי וויסות לאירועי שיטפון והצפות.** משאב זה נתון בעת הזו ללחצי פיתוח כבדים ולכן שמירה על שטחי החקלאות וגיבוש תכניות כוללניות לשטחים פתוחים המפנימות את ערכי הקרקע החקלאית היא כשלעצמה פעולה מכרעת בהיבטי ההיערכות לשינוי אקלים. השינויים

האקלימיים כגון שינוי משטר המשקעים עלולים להביא לפגיעה במשאב הקרקע הן מבחינה כמותית (סחף קרקע) והן מבחינה איכותית (דלדול ושינוי במרקם הקרקע) ודרושות פעולות לשמירה עליה כפי שיפורט בפרק 6.4.

• ייעור – ההשלכות העיקריות הצפויות :

1. **דילול הצומח המעוצה בעיר** - בעקבות הפחתת משקעים, וכתוצאה מכך צמצום כיסוי הצל. הדילול עלול להיגרם לא רק בשל אי עמידותם של עצים בוגרים בתנאי האקלים החדשים, אלא גם בחוסר יכולתם של עצים צעירים להיקלט בקרקע במסגרת נטיעות חדשות. חשוב לציין כי בממשק המקובל כיום עצים חדשים מושקים בעיר רק בשלוש השנים הראשונות מאז נטיעתם. שינוי האקלים עלול להוביל למצב בו יש צורך בהשקיה לתקופה ארוכה יותר, ואם זה לא יעשה עלול להיגרם צמצום ניכר בכיסוי הצומח המעוצה בעיר.

לצמצום אחוז כיסוי הצל בעיר השלכות בריאותיות בדמות הגדלת הסיכון לסרטן העור וסביבתיות בדמות הגדלת תופעת איי-החום העירוני. הדבר כאמור עלול לצמצם את השימוש במרחב הציבורי הפתוח, לפגוע במעמדו של הרחוב ולדחוק את כולנו למרחבים סגורים וממוזגים (קניונים) תופעה העלולה לצמצם קשרים חברתיים והתקהלויות חברתיות.

2. **שינוי הרכב המינים ביער** - בעקבות שינוי האקלים עלולה להיווצר פגיעה במינים הזקוקים למשטר מים גבוה. התחממות הקרקע באזור בית השורשים בשילוב מיעוט המשקעים עלולים לפגוע קשות בהרכב הצומח המעוצה ביערות ישראל, בדגש על הצומח המחטני. לאור העובדה כי למעלה מ-60% מיערות ישראל הנוטעים מורכבים ממינים מחטניים, ניתן בהחלט להעריך כי תתרחש תמותה מוגברת של עצים ובעקבותיה הכיסוי היעירני בישראל ייפגע ויצטמצם, ללא נטיעות מתאימות חלופיות.

• מינים פולשים - השינויים האקלימיים הגלובליים החזויים, כמו גם שינוי בשימושי הקרקע, העשרת הקרקע בחנקן והגדלת היקף יבוא צמחי ומוצריו, עלולה להגביר פלישת צמחים ו/או התפרצות מינים קיימים. צפויה עליה בתפוצת צמחי C-4 (בהם כלולים חלק מהדגניים, הירבוזיים, הסלקיים כגון כף האווז) וצמחים העמידים לתנאי מז"א קיצוניים וליובש. חלקם עשבים רעים (עשבי בר), וחלקם גידולים חקלאיים. ההאצה בפיתוח עמידות לקוטלי עשבים בנוסף לשימוש הנרחב במונוקולטורה ובהעדר חומרי הדברה בעלי מנגנונים חדשים, מחייבת פיתוח שיטות אגרוטכניות ושיטת הדברה מגוונות של עשבים רעים.

בעת כתיבת שורות אלו מתבצע במשרד החקלאות מיפוי מתמשך בנושא זה, כמו גם בעבודה הנעשית כעת עם השירות המטאורולוגי ולכן מדובר בהערכות ותובנות ביניים, ולא במסמך סופי.

3.5 המגוון הביולוגי

המגוון הביולוגי (biodiversity) קשור קשר הדוק בתפקוד תקין של מערכות אקולוגיות. למינים השונים של הצמחים, בעלי החיים והמיקרואורגניזמים ולמערכות האקולוגיות השונות יש תרומה ישירה ו/או עקיפה לשירותים חיוניים לאדם. תהליכים ושירותים אלה כוללים:

1. תהליכים ביולוגיים תומכים כגון יצרנות ראשונית, יצירה וטיוב קרקע, פוטוסינתזה, מיחזור נוטריינטים ומים (בעיקר ע"י בקטריות, מיקרואורגניזמים וצמחים). תהליכי התמיכה הם הבסיס למערכת האקולוגית, הם הרגישים ביותר מבחינת שינויי אקלים, ולפיכך מהווים למעשה משאב ציבורי טהור;
2. שרותי בקרה כגון האבקה ובקרת מזיקים, בקרת מים (שטפונות, חלחול), אחזקת קרקע ומניעת סחף, בקרת אקלים וזיהום אויר,;
3. שרותי אספקה כגון מזון ממקור צמחי וחי, סיבים ותרופות;
4. שרותי תרבות ופנאי.

שרותים אלה, הניתנים ע"י המערכות האקולוגיות הטבעיות והחקלאיות שהאדם מפקח מהן תועלות, מכונים "שירותי המערכת". מכיוון שהמגוון הביולוגי קשור בהבדלים תפקודיים בין רכיבים של המערכת, הוא משפיע על כמות ואיכות השירותים שהמערכת יכולה לספק. שילוב של רכיבי המגוון השונים - מגוון תוך-מיני (שונות גנטית בתוך המין), בין-מיני (עושר ומגוון המינים) ובין מערכות אקולוגיות (שונות בין מערכות אקולוגיות), משפיע על מגוון התפקודים של המערכות האקולוגיות. ככל שמדדי המגוון גבוהים יותר, כך גדל הסיכוי למגוון של תפקודים במערכות אקולוגיות, המבטיח אספקה של קשת רחבה של שירותי מערכת. כמו כן, עולה היתירות במערכת, גמישותה ועמידותה לשינויים. לפיכך, מגוון ביולוגי גבוה מגביר את הסיכוי להמשך הקיום של תפקודים ושירותים במערכת בתקופות של שינויים סביבתיים, כגון אלה הצפויים משינויי אקלים. כיום גוברת ההבנה, כי המגוון הביולוגי קשור באספקת שירותי המערכת השונים החיוניים לתפקוד האדם, ושינוי במגוון הביולוגי יכול להשפיע בצורה משמעותית על שירותי מערכת ועל רווחת האדם. עקב שינויי האקלים צפויים נרחבים במערכות אקולוגיות שעשויים להביא לשינויים בתהליכי תמיכה ובאספקת שרותי, בקרה, אספקה ותרבות.

במערכות היבשתיות, תדירות גבוהה של בצורות יכולה להביא להתייבשות נרחבת ולתמותה של צמחים מעוצים במקומות שונים בארץ. נתונים שנאספו עד כה ע"י המארג אינם תומכים בסברה זו. הפחתה בכמות המשקעים ו/או הגברת השונות הבין-שנתית בכמותם תגביר מגמה זו. לשינויי האקלים יחד עם תמותת צמחים מעוצים עשויות להיות השלכות מרחיקות לכת על תפקוד המערכת, ובכללן משטר המים, סחף קרקע, מחזור היסודות ואוכלוסיות צמחים, בעלי חיים ומיקרואורגניזמים.

בנוסף, צפויה הסטה של תחומי תפוצה הפוטנציאליים של צמחים ובעלי חיים ו"הזזת" גבולות אזורי המעבר בין אקלים מדברי לים תיכוני, שתלווה בשינוי תחום התפוצה הממומש של אותם

אורגניזמים בהתאם ליכולת התנועה וההפצה שלהם, תוך שינויים במבנה המערכות האקולוגיות במקומות רבים בארץ. כמו-כן, צפויה עלייה במספר התקופות ואורכן עם סיכון גבוה לשריפות באזורים ים-תיכוניים. הגדלת תדירות השרפות עשויה לעלות על יכולת ההתאוששות הטבעית של החורש, ובכך יכולה לשנות בצורה משמעותית את מבנה חברת הצומח ואת המערכת האקולוגית בכללותה.

מערכות מים מתוקים נפגעו לאורך השנים מזיהומים, ניצול יתר של המים ולחצי פיתוח. שינוי אקלים שיביא לעלייה בטמפרטורה ולהפחתה בכמויות המשקעים יגביר את עוצמת שאיבות המים ויחמיר את הדרדור במצב מערכות אלה. מינים מתמחים או בעלי רגישות לשינויים במליחות, בטמפרטורה, ו/או בריכוז חמצן, עשויים להיעלם מהחברה, ואת מקומם יתפסו מינים עמידים יותר - מקומיים או פולשים. הפחתת כמויות המשקעים והעלייה באידוי יביאו לקיצור משך הזמן בו תתקיימנה בריכות עונתיות, ואולי אף לא יאפשרו את קיומן. ביצות ונחלי איתן עלולים להינזק באופן כמעט בלתי הפיך עקב מעבר מנוכחות מים לאורך כל השנה לנוכחות מים עונתית, שכן בעלי חיים, הנדרשים למים באופן קבוע למחייה, ייעלמו מהם.

לגבי המערכות הימיות, צפוי כי עליית טמפרטורת הים תגביר את התפשטותם של מינים זרים מהים האדום (הנכנסים דרך תעלת סואץ) צפונה ומערבה אל הים התיכון. התבססות של מינים פולשים טרופיים עלולה לגרום לחברות הים התיכון לאבד את האופי הייחודי שלהן ולהפוך דומות לחברות טרופיות. הגדלת חומציות מי הים (בגלל עליית ריכוזי הפחמן הדו חמצני) עלולה לגרום לבליה מואצת של סלעי החוף ולקריסת טבלאות הגידוד הייחודיות לחופי הארץ. בנוסף, אזור הכרית והתת-כרית הרדוד יושפעו מאוד גם מהעלייה הצפויה במפלס פני הים, דבר העלול לגרום לפגיעה במגוון המינים לאורך החוף. במפרץ אילת, למרות שעד היום לא תועדה פגיעה באלמוגים במפרץ כתוצאה מעליית הטמפרטורה, עלולה להיווצר בעתיד תופעה של "הלבנת אלמוגים", הקשורה ברגישות של האצות הסימביונטיות שברקמות האלמוגים לטמפרטורות גבוהות, ואשר מביאה לתמותה של אלמוגים.

3.6 אנרגיה

הצורך במתקני התפלה רבים יותר ישפיע ויגדיל את צריכת האנרגיה. בנוסף, גלי חום, אשר השפעתם מתעצמת בשל עלייה באי החום העירוניים ובעיקר בערים צפופות, עשויים להשפיע על שיא הביקוש ועל משכי הזמן של שיא הביקוש למים ואנרגיה, דבר שיכול להשפיע באופן נרחב על עמידותן של תשתיות חיוניות. לבסוף, יעילות שריפת דלקים משתנה עם טמפרטורת האויר, ולהשפעה של שינויי אקלים על זיהום האויר יש השלכות לגבי מקורות יצירת האנרגיה וסל הדלקים. נדרשת עבודה של סימולציות המשמשות לפיתוח מערכת הייצור, שלוקחות בחשבון תחזיות ביקוש לחשמל, כתלות במידת ההתחממות הגלובלית. כפועל יוצא מההרצות יש לעדכן את את תכניות הפתוח של משק החשמל לטווח הבינוני והארוך, הן מבחינת תוספת גנרציה והן בהיבטי פיתוח מערכת ההולכה הנובעים מהגידול בביקושים.

3.7 בנייה ירוקה ותכנון עירוני

שינויי האקלים הצפויים מחייבים שינוי תפיסתי מבחינת התאמת הערים והמבנים (הצללה, חשיפה לרוח, נוחות תרמית בבניינים, הסתגלות לאירועי קיצון כמו הצפות או עליית מפלס המים, שיפור נגישות במקרי חירום ועוד). בצד תכנון שיחזק היבטים כמו עירוניות, קומפקטיות ובנייה ירוקה, התחממות האקלים תדרוש שינויים ביכולת בניינים לבודד את החוץ ולהתחשב בחום הגבוה ובאירועי שטפונות אפשריים כאשר מתכננים את המרחב הציבורי. בנוסף, המערך העירוני הוא בעל השפעה רבה על יצירת מיקרו-אקלים בעיר - מורפולוגיית העיר ואוריינטציית הרשת האורבנית משפיעות על הצללה וחשיפת הרחובות והשטחים הפתוחים לשמש ולרוח - אך יחד עם זאת על אגירת החום. תכנון עירוני כדוגמת תכנון אקלימי ותכנון רגיש מים (תרי"מ) יכולים לעזור בהתמודדות עם עליית הטמפרטורות וההתייבשות הצפויה במרחבים העירוניים.

בעשורים האחרונים, עם עליית המודעות לנושאי שינויי האקלים, ההתחממות הגלובלית, הפחתת פליטת גזי החממה, ניצול משאבי השמש, הרוח והמים לאנרגיה חלופית, שימור משאבי טבע יקרים ומתכלים (מים, קרקע, מקורות אנרגיה וכד') ומניעת זיהומים, פותחו טכנולוגיות המפחיתות את בזבז המשאבים ובה בעת מסייעות ביצירת איכות חיים ראויה לתושבי כדור הארץ. טכנולוגיות אלו מייעלות באופן משמעותי את תפועל מבני המגורים על ידי מיתון השפעות חיכוניות בלתי רצויות כגון רעש, זיהום, קרינה, אקלים וכד', והגברת ההשפעות החיכוניות החיוביות כגון רוח, אור וצל. בנוסף, טכנולוגיות אלה מייעלות את פעילותן של מערכות פנימיות כגון מים, אנרגיה (חשמל, גז, חימום קירור) ועוד. לצד השיפורים הטכנולוגיים, חשוב לקדם אמצעים פסיביים, שיש בכוחם הן לחזק את התועלת של הטכנולוגיה, אשר ממשיכים לפעול גם לאחר או במקרה שהטכנולוגיה מתיישנת/ מתקלקלת/ לא מופעלת כהלכה, וניתנים ליישום בעלות נמוכה.

3.8 כלכלה

שינויי האקלים עלולים להשפיע בין היתר על הכלכלה העולמית בכלל ועל הכלכלה הישראלית בפרט. קיימים מספר מחקרים אשר אומדים את הנזק הכלכלי של שינויי אקלים ללא פעולות הפחתה ו/או הסתגלות ומצביעים על שינויים בתוצר העולמי הגולמי בהתאם לשינוי הצפוי בטמפרטורה הממוצעת. נזק זה נאמד בכ- 0.5% מהתוצר לשנה במחצית המאה הנוכחית וגדל לכ- 1-5% מהתוצר העולמי לשנה עד סוף המאה הנוכחית ולאחריה. עלויות הסתגלות, הפחתת פליטות ונזקים של שינויי האקלים קשורים אלה באלה. ככל שצעדי ההסתגלות נרחבים יותר, כך הנזק קטן וקטן הצורך בצעדי הפחתת פליטות. מאידך, ככל שהפחתת הפליטות רחבה יותר, השינויים האקלימיים פחות דרסטיים ועלויות ההסתגלות קטנות יותר. מטבע הדברים שינויי האקלים צפויים להשפיע גם על כלכלת ישראל. אולם, המחקרים בנושא הינם מעטים ויש להמשיך ולבחון את הנושא. ניתן להצביע על מחקרים כלכליים שבוצעו בשנים האחרונות בישראל אשר בחנו את

השפעת שינויי האקלים על ישראל, תוך התמקדות בענף בודד כמו החקלאות, וכן מחקרים שאמדו את עלותם של תמריצים כלכליים להפחתת פליטות גזי חממה. בתחום הכלכלי הרב-תחומי קיימים פערי ידע רבים בנושאי הערכה אמפירית של עלויות ההסתגלות בישראל, מחקרים כלכליים-ענפיים, מחקרים כמותיים מבוססי מודלים של אסטרטגיית הסתגלות, וחקירת נושא אי-הודאות בתופעת שינוי האקלים והשפעתו על הערכות העלות ובחירת המדיניות, כולל סקטור הביטוח (סקירת ידע קיים זיהוי פערי ידע ועדיפות להשלמתם, דוח מס' 1, מרכז הידע לשינוי אקלים, המשרד להגנ"ס, פרק ב' סעיף 7).¹⁸

3.9 חברה

שינויי האקלים החזויים עשויים להשפיע בחוזקה בעיקר על אוכלוסיות חלשות התלויות בחוסן החברתי. גלי החום הצפויים להתגבר ישפיעו בעיקר על אלו שידם אינה משגת לקנות מזון והשפעתם הבריאותית הפיזיולוגית תורגש בעיקר אצל קשישים וחולים כרוניים. שינויים במבנים ושיפור היעילות האנרגטית עקב הקצנת אי החום העירוני עשויים לפסוח על מעוטי היכולת באם לא תירתם לכך המדינה. עלייה במחירי המים עקב מעבר מוגבר להתפלה, עליה במחירי החשמל וכדומה גם הם יפגעו בעיקר בשכבות חלשות.

3.10 שלטון מקומי

בעשורים האחרונים אנו עדים לעלייה מדאיגה ברמות זיהום האוויר ופליטת גזי החממה. רוב פליטות גזי החממה מקורן בערים, בהן ניתן כבר להרגיש את הנזקים הסביבתיים והבריאותיים. על אף שאין הערים קבוצה הומוגנית אחת, ולכל עיר יש למצוא פתרונות ייעודיים לה (לדוגמא, נתניה מושפעת משינויי האקלים באופן שונה מצפת), ברשימה מטה מוצגים הסיכונים העיקריים שיש לבחון:

1. **עליית מפלס הים** – סכנה להרס תשתיות החוף, צמצום רצועת החוף, פגיעה במצוק החופי.
2. **הצפות של מבנים ותשתיות במרקם הבנוי כתוצאה מאירועי גשם קיצוניים והצפת נחלים** – סכנה לחיים, רכוש, זיהום הים והנחל, קריסת תשתיות, יצירת בולענים.
3. **אירועי מזג אוויר קיצוני נוספים** – סופות אבק, אובך קיצוני, סופות שלג (במקומות המועדים ובמקומות נוספים).
4. **עלייה באי החום העירוני** – הקצנת המיקרו-אקלים העירוני כתוצאה מציפוף, תחבורה ועוד. יש לבחון גם השפעות מעגליות של אי החום העירוני (עלייה בשימוש במיזוג אוויר,

¹⁸

http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/climatechange/adaptationknowledgecenter/documents/climatechangereport1_may2012_1.pdf

פגיעה בצמחייה וכן להתייחס להשפעתו הצפויה של הציפוף העירוני של אי החום העירוני, בדגש על מיזמי תמ"א 38, פינוי בינוי ועיבוי הבינוי (חניונים תת קרקעיים, צמצום היער העירוני ועו').

5. **התגברות שריפות יער וחורש** – כתוצאה מעלייה בטמפרטורה ותנאי יובש (ורוח) קיצוניים.
6. **רוחות חזקות** – כתוצאה משינויי האקלים והגבהת הבינוי. סיכון בטיחותי להולכי רגל ורכוש.
7. **עלייה בזיהום האוויר** – כתוצאה מעלייה בזיהום חלקיקי (אובך) שיתווסף למזהמי האוויר הקיימים – סכנה לפגיעה בבריאות, בתחבורה היבשתית והאווירית.
8. **עלייה בסיכונים לבריאות הציבור** – כתוצאה מאירועי חירום למיניהם, מעלייה בזיהום האוויר, מכניסת מזיקים, מקריסת תשתיות והעדר תשתיות בריאות מספקות, ועוד.
9. **הגדלת הנטל התקציבי על הרשויות המקומיות** – עקב העלייה בחומרתם ושכיחותם של אירועי הקיצון, הצורך בהשקעה מוגברת בתשתיות, עלייה בצורך בתחזוקת תשתיות לאורך זמן ועלייה צפויה בפרמיות הביטוחיות.
10. **פגיעה בביטחון האנרגטי** – כתוצאה מניתוק ממקורות אספקת האנרגיה.
11. **פגיעה בביטחון אספקת מי השתייה** – כתוצאה מניתוק ממקורות מים והמלחת אקוויפרים. בעיקר ביישובים שתלויים בבארות מי תהום ויישובים מבודדים.
12. **פגיעה באספקת המזון** – כתוצאה מפגיעה בתשתיות ובחקלאות. הסיכונים למגזר החקלאי זה מטופלים בנפרד ובהרחבה ע"י משרד החקלאות.
13. **סיכון לאוכלוסיות מוחלשות ופגיעות (vulnerable)** – הסיכונים לאוכלוסיות פגיעות כגון קשישים, חולים, אנשים עם מוגבלות, ילדים.

3.11 השפעות גיאואסטרטגיות

לשינויי אקלים השלכות משמעותיות בתחום היחסים הבינ"ל, מאזני כוחות ושינוי מוקדי אינטרסים עולמיים ואזוריים. העיסוק במניעת שינויי אקלים, הסתגלות אליהם, הפחתת פליטות והשפעותיהם בשטח יתפסו חלק הולך וגדל באג'נדה הבינלאומית. להיווצרותן של נורמות התנהגות בינ"ל, כדוגמת הסכמי פריס וקיוטו, השלכות משמעותיות על מבנה המשק והכלכלה של מדינות, ובהן ישראל, בייחוד אם יתפסו אליהן מנגוני אכיפה מחייבים בהמשך. שינויי אקלים מעוררים תהליכים מנוגדים בזירת היחסים הבינ"ל - מחד גיסא, ניכרת הכרה בהכרח להגביר את שתוף הפעולה, ולייצר הסכמות ומדיניות משותפת; מאידך גיסא, קיימות מחלוקות משמעותיות ביחס לאופי שת"פ והיקפו, חלוקת הנטל וכדומה, כשבמקביל ההשלכות בשטח של שינויי אקלים, בהן הגירה, פגיעה במקורות מזון וביכולת המשילות של מדינות, בעיקר מתפתחות, מעוררות כבר עתה מתחים וסכסוכים באזורים נרחבים בעולם. במובנים רבים, העולם נמצא במסלול גובר של

דיכוטומיה בין שיתוף פעולה לבין סכסוך סביב שינויי אקלים וההיערכות להם.

בזירה האזורית, עיקר ההשפעה של שינויי אקלים נובעת מהתחממות, מחסור במים ומעלייה בגובה פני הים. ההשלכות, כבשאר העולם, צפויות לבוא לידי ביטוי בכל רבדי החיים, החל בהבטחת מזון וכלה בכלכלה ובהגירת אנשים, ולהניע מגוון תהליכים שיחלישו מדינות מסוימות ויחזקו אחרות, וישליכו בתוך כך על פוטנציאל החיכוך והמתח ביניהן. במקומות רבים באזור, האתגרים האקלימיים מתווספים לשורה של אתגרים אחרים - פוליטיים, ביטחוניים, כלכליים וכדומה, ושאיף הולכים ומחריפים מאז "הטלטלה האזורית". צירוף האתגרים הנ"ל מעצים את פוטנציאל ההשפעות הגיאואסטרטגיות ומחליש את יכולת ההתמודדות של מרבית המדינות שבסביבתנו עם האתגר.¹⁹ לכל אלה צפויה להיות השפעה, ישירה ועקיפה, על הביטחון הלאומי של ישראל, כשבצד השלילה גדל הפוטנציאל לזליגת איומים ולהיווצרות חיכוכים, ובצד החיוב - גדל התמריץ לשת"פ. הרחבה בנושא על סמך עבודת מרכז הידע לשינויי אקלים (דוח ב') ניתן למצוא בנספח 5.

¹⁹ ישנן תזות המקשרות בין משבר אקלימי בסוריה לפרוץ מלחמת האזרחים במדינה.

4. דוגמאות לתוכניות פעולה המתבצעות כיום במשק הישראלי

להלן פירוט של תוכניות פעולה המתבצעות כיום במספר משרדים ממשלתיים וגופים נוספים.

4.1 רשות המים

1. בדיקה שוטפת וניתוח של מאזני המים הקיימים והחזויים מבחינת היצע וביקוש המים, תוך התחשבות במגמות אקלימיות ניצפות ועתידיות ע"פי מיטב הידע הקיים ברשות המים ובקהילה המדעית.
2. רשות המים אימצה תרחיש יחוס לפיו בעשורים הקרובים צפויה הפחתה של 15% בהיצע המים הטבעיים, בעיקר במקורות המים בצפון הארץ (אגן כנרת) ועל כן:
 - א. תכנון הגדלת היצע המים תוך התייחסות לכל אזור בארץ (הערכת ההפחתה בשיעור של 15% מופיעה בתכנית האב למשק המים).
 - ב. תוכניות הפיתוח של משק המים כוללות פיתוח מתקני התפלה, התפלת מים מליחים, השבת מי קולחין, ייעול השימוש במים וחיסכון במים.
3. הטמעה בתוכניות הפיתוח למשק המים (בצורת, שיטפונות)
 - א. המוכנות לבצורת באה לידי ביטוי בכך שהעיקרון המנחה את רשות המים היא לתפעל את מקורות המים ב"קווים ירוקים".
 - ב. לשמור אוגר מים לשנות מחסור רצופות על מנת לא לרדת מתחת לקווים אדומים גם בשנות קיצון (כפי שהיה בבצורת של 2013/14).
4. שיטפונות - השירות ההידרולוגי ברשות המים פיתח מודל להתראה בפני שיטפונות. מודל זה כבר משמש גופים רבים כגון רשויות הניקוז ומשרדי ממשלה נוספים.

4.2 משרד הבינוי

1. קוד הבנייה - כלי חשוב במיוחד להתמודדות באתגרי שינויי האקלים הינו קוד הבנייה הישראלי שנכתב ומנוהל על ידי המשרד במסגרת ועדות בין-משרדיות ובין-תחומיות. הקוד קובע סטנדרטים מינימליים מחייבים לבנייה בכלל ולבניית מבני מגורים בפרט. הקוד עוסק ביעילות אנרגטית ובשימור משאב המים, ויתעדכן באופן שוטף. יועצי הקוד היו שותפים גם בהכנת סדרת תקנים והנחיות תכנון.
2. כלי מדידה (BENCH MARKING) - בימים אלו משרד הבינוי עובד בשיתוף פעולה עם המועצה לבנייה ירוקה (ILGBC) על כלי מדידה לשכונות ירוקות, שם יש התייחסות לנושא צימצום אי החום העירוני, ניהול מי נגר וכו'. מטרת המיזם היא פיתוח הנחיות מפורטות וכלים להטמעת הנושא בתכנון, במתכונת של מסמך כולל המאפשר מדידה ובחינה של תכנון שכונות ע"י כלל הגורמים במשק. המסמך מחולק לחמישה פרקים המבוססים על חוברת

הנחיות תכנון לשכונות מקיימות שפרסמו המשרד להגנת הסביבה והמועצה לבנייה ירוקה : משאבים ותשתיות, משילות, כלכלה ומסחר, המרחב הציבורי, תנועה ותחבורה.

3. מדריכים לתכנון בר קיימא - משרד הבינוי כבר ערך תכניות להצללה ובנין עיר מותאמות אקלימית בארבע ערים בנגב במטרה לנתח את נושא המיקרו-אקלים העירוני ולהגיע בכל עיר לנוסחה שמובילה לרמת נוחות תרמית עירונית סבירה ועל מנת להתמודד עם תופעת אי החום העירוני. בכוונת המשרד להוציא מדריך לנושא זה אשר יתווסף לסדרת המדריכים בנושאי בנייה עירונית בת קיימא כגון : שימור נגר עילי, מדריך לתכנון גנים ציבוריים לפי סוגי יישוב, מגזר אוכלוסייה, אזור אקלימי וטופוגרפיה, הנחיות לתכנון רחובות בערים וכו'. ראה אתר משרד הבינוי

(http://www.moch.gov.il/tichnun/madrichey_tichnun/Pages/madrichey_tichnun.aspx).

4. התייעלות אנרגטית - ב-2014 משרד הבינוי ערך מחקר בנושא "מנגנונים כלכליים למימון הטמעת טכנולוגיות מקיימות לבנייה ושדרוג מבני מגורים" על מנת ליצר אופציות פיננסיות, אשר יובילו לכדאיות התקנת טכנולוגיות יעילות לתפעול מבני מגורים. אופציות אלה יתאפשרו, במסגרת שינוי חוק באם יידרשו, על מנת להציע לרוכשי דיור ולקבלני מבני מגורים סיוע במימון מערכות תפעול מקיימות. במסגרת המלצות המחקר למנגנונים כלכליים, הוצע לחבר בין פעולות שיפוף לחיזוק מבנים להטמעת טכנולוגיות יעילות. ממצאי המחקר פורסמו באתרי האינטרנט של משרד הבינוי ושל המשרד לאנרגיה ומים כולל מדריך להתייעלות אנרגטית במבני מגורים עם פרטי שיפוף ועלויות צפויות.

5. "פיילוט" לשדרוג מבנים (RETROFIT) – המשרד מוביל הליכי תכנון לביצוע "פיילוט" לבדיקת שדרוג מבנים ליעילות ולקיימות במטרה לקדם את מגמת הבנייה ושדרוג מבנים לקיימות, שתביא להעלאת הביקושים לטכנולוגיות יעילות, להגברת ההיצע ולהורדת עלויות. התקווה היא שהמנגנונים הפיננסיים שיופעלו בעתיד יזרזו תהליכי היצע וביקוש אלה, וכך יעודדו את הפחתת העלויות להתקנת ותפעול מערכות ביתיות יעילות לחסכון במשאבי טבע ולהעצמת איכות חיי הדיירים. מהלך נוסף של משרד הבינוי, שהוצע בעקבות החלטות ממשלה מספר 250, 474, 2508 ו-1504, מיועד גם הוא לייצר התייעלות אנרגטית במבנים קיימים ומכונה "פרויקט שיקום שכונות ירוק". שני פרויקטי הפיילוט נמצאים בשלבי היערכות, כולל כתיבת מפרט לשיפוף הבניינים, כתיבת מכרז לחברת ניהול שתערוך את הפיילוט על כל שלביו, בחינת פרויקטים מסוימים בשכונות השיקום שמתאימים להיכנס לפיילוט וכו'. הכוונה היא לקדם את הפרויקט לביצוע במהלך עתידי (שמותנה בתקציב). לאחר ביצוע הפיילוט (בנפרד או במשותף) ובחינת התועלת שלהם, המטרה היא להרחיב את פעילות השיקום והשדרוג לקשת רחבה יותר של יישובים ושכונות קיימות – כולל במסגרת פרויקטים של תכנית מתאר ארצית (תמ"א) 38 לחיזוק מבני מגורים ולהתחדשות עירונית.

6. מינהור ובנייה תת-קרקעית - במסגרת השתתפות המשרד בהכנת תיקון 4 לתמ"א 38 נבחנת האפשרות לכלול את הנושאים הבאים :

א. מתן היתרי בנייה לחידוש והרחבת מקלטים ציבוריים קיימים בתת-הקרקע בשטחים פתוחים ומתחת למבני ציבור.

ב. בכל מקום בו מוצעת בנייה בתת-הקרקע בשטח העולה על 1000 מ"ר - יבחן הצורך בשימוש בשטח לצרכי מיגון כתכלית משנית, באמצעות הרשות המוסמכת.

ג. הצעה לאפשר תוספת זכויות בנייה בתת-הקרקע עד פי 4 מגודל המגרש.
יש לציין כי נושא המנהור אינו מקודם במסגרת תמ"א 38 / 4.

7. עריכה והשתתפות בימי עיון וכנסים - בנושאי פיתוח בר קיימא ופיתוח של כלי תכנון בראיית עולם של פיתוח בר קיימא, כולל מסמכי מדיניות, הנחיות ומדריכי תכנון בתחומים השונים של התכנון העירוני. פיתוח בר קיימא כולל - נושאים בתחומי הצללה והחשיפה לרוח והנוחות התרמית, החיסכון במים ובאנרגיה, החוסן העירוני, בנייה קומפקטית ויעילה, וכד'.

8. פעילות בינלאומית - משרד הבינוי נטל חלק במסגרת הוועדה הבינלאומית לדיור וניהול קרקעות של ה- UNECE בעריכת הפרוטוקול של האו"ם בג'נבה בנושא דיור בר קיימא (Geneva UN CHARTER ON SUSTAINABLE HOUSING, 2015). במשך השנתיים האחרונות המשרד כיהן כחבר בוועדת הניהול של הוועדה לדיור וניהול קרקעות והשתתף באופן פעיל בדיונים בינלאומיים רבים בנושאי בריאות עירונית, קומפקטיות עירונית, חוסן עירוני, וכד'.

9. הטמעת עקרונות פיתוח בר קיימא בתכניות הבינוי - תופעת המדבור וסכנת ההתייבשות מחייבים את הגברת היצע המים, שמירה על המרחבים הירוקים, שמירה על נוחות תרמית, שימור נגר עילי, יצירת אנרגיה חלופית, בנייה ירוקה, בנייה להצללה, בניית ערים קומפקטיות וכד'. המשרד מקדם פרויקטי פיתוח, תכניות אזוריות מקומיות ותכניות לבניין עיר (תב"עות) לטובת הציבור הרחב, תוך ניצול נושא ההסתגלות לשינויי האקלים למנף את הצורך בבנייה איכותית ובת קיימא. על רקע סכנת ההתייבשות של דרום ישראל, המשרד פועל במסגרת המדיניות הלאומית לפיתוח הנגב ותוך התייחסות לתכנון ארצי (תמ"א 35) ואזורי (תמ"מ 23/14/4) לתגבר את פיזור האוכלוסייה הישראלית לתוך המרחבים הדרומיים של ארץ תוך צמצום הפגיעה בנכסי סביבה.

4.3 משרד הבריאות

תכנית ההיערכות של משרד הבריאות להתמודדות עם שינויי אקלים מושתתת על שתי רמות של פעילות :

- היערכות לשם מתן מענה קצר-מועד בעת אירועים אקלימיים קיצוניים (גלי חום, גלי קור, שיטפונות וכו');;
- היערכות במסגרת שיפור המוכנות ארוכת - הטווח להתמודדות עם שינויי אקלים.

1. היערכות לשם מתן מענה קצר-מועד בעת אירועים אקלימיים קיצוניים

האגף לשעת חירום הוא גוף ייעודי של משרד הבריאות האמון על היערכות מערכת הבריאות לטיפול במצבי חירום רבי-נפגעים, לרבות כאלה שמקורם בתופעות אקלימיות קיצוניות. האגף לשעת חירום אחראי על יצירה של תשתית ארגונית ולוגיסטית לשם ניהול אירועים מסוג זה. במסגרת תשתית זו, אחראי האגף על היערכות מערך האשפוז, הרפואה בקהילה ומגן דוד אדום לקליטה ולטיפול בנפגעים, תוך מתן טיפול רפואי נדרש לאוכלוסייה. פעילות האגף מבוצעת בהתאם למדיניות הנקבעת על ידי הרשות העליונה לאשפוז, המורכבת מנציגי משרד הבריאות, צה"ל / חיל רפואה (חר"פ) וקופ"ח כללית, בראשותו של מנכ"ל משרד הבריאות. תפקודה של מערכת הבריאות בעת חירום תלוי בהיערכותם ובמוכנותם של מוסדות הבריאות השונים לכלל התרחישים, כל מוסד על פי מאפייניו. בכדי להבטיח שכל מוסדות הבריאות יוכלו להמשיך ולתפקד כמוקדים טיפוליים, ולהגיש סיוע לאזרחים גם בעת אירוע אקלימי קיצוני (כמו גם בעת אירועי חירום אחרים) יש להתייחס למספר היבטים מרכזיים: תשתיות וציוד; הדרכה ותרגול; הקצאת כוח אדם; טיפול רפואי; עבודה מול גורמים משיקים; עבודה עם אוכלוסיות מיוחדות.

בהתאם לכך, במערכת הבריאות קיימים נהלי היערכות לשם התמודדות עם מצבי חירום עבור בתי החולים (לרבות בתי חולים גריאטריים ופסיכיאטריים), עבור קופות החולים ועבור לשכות הבריאות. עם זאת, יש להעריך מחדש את הנהלים הקיימים, ובמידת הצורך, לפעול לשיפורם בהתאם לידע העדכני ובהתאם לתחזיות המעודכנות לשינויי אקלים. באם יאופיינו חסרים לגבי היבטים מסוימים של ההיערכות הייעודית של מערכת הבריאות לאירועים אקלימיים, הרי שיש לשאוף להשלימים באמצעות כתיבת נהלים מתאימים. ריענון נהלים קיימים, כמו גם כתיבה של נהלים חדשים, מצריכים כוח אדם מקצועי וכן הקצאת משאבים תקציביים.

2. היערכות במסגרת שיפור המוכנות ארוכת-הטווח להתמודדות עם שינויי אקלים

בהתאם להערכות שינויי האקלים לטווח הארוך, צפויה עלייה הדרגתית של עד חצי מעלת צלזיוס בעשור, וכן שינוי במשטר המשקעים. לאור זאת, ייתכנו שינויים בשכיחות, בתפוצה ובתבניות ההיארעות של מחלות כרוניות ושל מחלות זיהומיות המועברות על ידי וקטורים. שיפור המוכנות ארוכת-הטווח של משרד הבריאות להתמודדות עם שינויי אקלים מושתתת על שלושה נדבכים עיקריים: א. איסוף מידע; ב. הדרכה והנגשת מידע; ג. קידום מחקר.

א. **איסוף מידע:** איסוף של מידע מקיף, עדכני ומדויק לגבי תפקוד מערכת הבריאות ומצב הבריאות של האוכלוסיה הוא תנאי הכרחי לצורך התוויה של מדיניות-מניעתית, כמו גם

של מדיניות-תגובתית יעילה ומהירה. כבר כיום מבצע משרד הבריאות באופן שגרתי איסוף נתונים לגבי מגוון רחב של מדדים בריאותיים. נתונים אלה, גם אם אינם נאספים באופן ייעודי לשם הערכת ההשפעה של שינויי אקלים על מצב הבריאות ועל מערכת הבריאות, עשויים לשמש בעת הצורך גם לשם מטרה זו. להלן מספר מקורות מידע קיימים ו/או כאלה הנדרשים לצורך היערכות המשרד לשינויי האקלים:

1. אגף המידע של משרד הבריאות עוסק בניהול ובתחקור של מאגרי מידע בתחום הבריאות. האגף עוסק, בין השאר, בהקמה בעדכון ובניהול שוטף של מידע, בבקרה על איכות ועל שלמות המידע, כמו גם בהגדרות ובחישוב של מדדי בריאות. המידע מתייחס לביקורים במרפאות לרפואה דחופה, ביקורים במרפאות חוץ בבתי"ח, אשפוזים, תנועות חולים באשפוז ובאשפוז יום, משאבים פיזיים ברישוי בבתי חולים, מקצועות הבריאות, לידות, פטירות וסיבות מוות. מערך מידע זה הוקם לצורכי מעקב, תכנון, בקרה ומחקר של מערכת הבריאות. חלק מהנתונים הנאספים במסגרת זו מאפשרים לתחקר גם השפעות אפשריות של שינויי אקלימי על שימוש בשירותי הבריאות ועל מצב הבריאות של האוכלוסיה.
2. האגף לאפידמיולוגיה של שירותי בריאות הציבור מרכז באופן שגרתי נתונים מקופות החולים ומבתי החולים עבור מגוון מחלות אשר קיימת לגביהן חובת דיווח על פי החוק. הנתונים מתפרסמים בדו"ח שבועי.
3. היארעות של מחלות אשר עלולות להיות מושפעות משינויי אקלימי, למשל: קדחת מערב הנילוס, כולירה, מלריה, קדחת דנגי, ברוצלואיס, טיפוס-מורני, לישמניאזיס, סלמונלואיס של דרכי העיכול, שיגלוסיס, הרעלת מזון ומים ועוד.
4. המרכז הלאומי לבקרת מחלות (מלב"ס או ICDC), השייך למשרד הבריאות, מספק תמונה עדכנית לגבי מצב בריאות האוכלוסייה בישראל. בין השאר, המלב"ס אמון על הקמה, ניהול ואחזקה של רישומים לאומיים למחלת הסרטן ולמחלות כרוניות, על ניטור תחלואה זיהומית וחריגה, וכן על חקר התנהגויות ואורחות חיים הקשורים לבריאות. מידע לגבי התחומים האמורים יכול לשמש לצרכי מחקר, וכן לצורך ביצוע מעקב אחר ההשלכות האפשריות של שינויים אקלימיים על בריאות האדם.
5. שירותי בריאות הציבור מקדמים בשיתוף עם אגף המחשוב של משרד הבריאות פיתוח של מערכת ממוחשבת לדיווח על מקרי פטירה, הכוללת גם את סיבת המוות. כיום הדיווחים מועברים דרך רישומי משרד הפנים, כאשר סיבת המוות מעובדת בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה על סמך רישום ידני של הרופא אשר קבע את סיבת הפטירה. המערך הממוחשב החדש יאפשר לקבוע ולהזין את סיבת המוות כבר במוסד הרפואי. בטיוב באופן איסוף המידע ייעל את תהליך הדיווח על מקרי הפטירה ויאפשר לצפות בנתונים ולנתחם בפרק זמן הקצר משמעותית מזה המקובל כיום.

6. עיבוי מערך איסוף הנתונים הממוחשב עבור כל מפגש רפואי לשם ניטור תוצאות בריאותיות בזמן אמת. דגש יושם על התייחסות פרטנית לאוכלוסיות בסיכון גבוה. כיום כל מערכות הבריאות, לרבות בבתי החולים, בקופות החולים ובצה"ל, מצוידות במערכות ממוחשבות אשר מאפשרות לאסוף מידע רפואי ולנתחו. בהקשר זה, יש צורך ליצור מערך אינטגרטיבי אשר יאפשר לקשר בין התשתיות הפנים-ארגוניות הקיימות לכדי יצירה של תשתית-על בין-ארגונית. תפקידה של התשתית המרכזית האמורה יהיה לתכלל את נתוני כל המערכות המסונפות אליה, לנתח אותם ולהגיב לתוצאות קרוב ככל האפשר לזמן אמת. היעדר תקציב ייעודי לא אפשר עד כה למשרד הבריאות לקדם מטרה זו.

ב. **הדרכה והנגשת מידע:** פיתוח של תכניות הכשרה יעודיות והקמה של מערך הדרכה אשר יפעל להעלאת המודעות של עובדי מערכת הבריאות, כמו גם של המתעדים לעסוק בתחומי הרפואה, לרלוונטיות של שינוי האקלים למערכת הבריאות. התכנים צריכים להתייחס, בין השאר, גם להיערכות מערכת הבריאות להשלכות הצפויות של שינוי האקלים. בנוסף, נדרש לתקשר לציבור את המידע הרלוונטי לגבי ההיערכות האישית לשינויי אקלים, הן ברמת הפרט והן ברמת החברה, בדגש על קבוצות בסיכון יתר. המידע יעבור ריענון תקופתי בהתאם לעדכון התחזיות לשינויי האקלים. פיתוח מערך הדרכה לאנשי המקצוע והנגשת המידע לציבור הרחב מצריכים שיתוף פעולה של מוסדות הבריאות השונים. כבר כיום ישנן יוזמות שמטרתן היא להעלות את המודעות לנושא, למשל באמצעות עריכה של ימי עיון בבתי הספר לבריאות הציבור. עם זאת, עקב היעדר תקציב יעודי טרם פותחה תכנית סדורה ומקיפה העונה על צורך זה.

ג. **קידום מחקר:** קידום מחקר מדעי אשר על בסיסו ניתן יהיה להתוות מדיניות מושכלת של ניהול ושל טיפול בהשלכות הבריאותיות האפשריות של שינוי אקלים. עידוד מחקר בתחומים של אפידמיולוגיה, אפיון ושכיחות של מזהמים סביבתיים (לרבות של מקורות מים ומזון) וכן תפוצה והתנהגות של וקטורים מפיצי מחלות הם רק חלק מהתחומים אשר יוכלו לתמוך בקידום מדיניות מתאימה. עידוד המחקר המדעי ואיגום של כלל הממצאים המחקריים הרלוונטיים לכדי תמונה רחבה, עדכנית ומהימנה יאפשרו לנקוט מבעוד מועד באמצעים אשר יבטיחו התמודדות טובה יותר עם ההשלכות השליליות של שינויי האקלים על מצב הבריאות. לשם עידוד קידומו של מחקר אקדמי מסוג זה נדרש תקציב ייעודי. מאחר וטרם הוקצו משאבים למטרה זו, המחקרים בתחום מבוססים על נתונים קיימים ועל המשאבים הפנימיים של שירותי בריאות הציבור, אך הדבר לא מבוצע באופן שיטתי ומספק.

4.4 משרד החקלאות ופיתוח הכפר

1. **השקעה במחקר ופיתוח** – דגש עיקרי על השבחת מיני פרי וירק המותאמים לתנאי האקלים החזויים, ייעול השימוש במים, שימור קרקע, הדברת מזיקים ומחלות תוך הפחתת השימוש

בחומרי הדברה, ייצור חלב ובשר בתנאי עומס חום, הגברת כושר ייצור במרעה, קידום ממשק רעייה אקולוגי ליער וחורש למניעת שריפות, התייעלות אנרגטית, ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות.

2. *שותפות במחקר ופיתוח עם רשויות מחקר באיחוד האירופי* – משרד החקלאות ופיתוח הכפר, במסגרת המדען הראשי, שותף ב-JPI-FACCE. יוזמה זו, שהחלה בשנת 2010, כוללת 21 מדינות מהאיחוד האירופי ועוסקת במו"פ חקלאי וייצור מזון בהקשר של שינויי האקלים החזויים. בשלב זה מבוצע מיפוי נושאי (הפחתת גזי חממה, הסתגלות לשינויי אקלים, ייצור מזון והשלכותיו על מגוון ביולוגי ושירותי מערכת, הערכת סיכונים ועוד).

3. *הטמעת תוצאות המו"פ* - ליווי מקצועי ותמיכה כספית רב-ענפית בהטמעת טכנולוגיות וממשקים המותאמים לשינויי האקלים (לדוגמא: כיסוי מטעים ברשתות צל, שיפור ממשק צינור פרות ברפת החלב, עיבוד משמר קרקע, ייעול השימוש במים בכלל ובמי קולחין בפרט).

4. *בנק הגנים לצמחי החקלאות של ארץ ישראל לשמירת המגוון הביולוגי ותשתית מחקרית* - המגוון הביולוגי שבזרעים הוא היסוד הביולוגי של החקלאות. זהו חומר הגלם של גידולים חקלאיים אשר מאוים ע"י הכחדה מתמשכת של המגוון הביולוגי של גידולים חקלאיים, כמו גם הכחדת העושר והמגוון של צמחי ארץ ישראל. מאגר צמחי גנטי זה חיוני לטיפול עתידי של זנים של צמחי התרבות לתכונות בעלות חשיבות חקלאית כלכלית כמו העלאת יבול, הקניית עמידויות לעקות ביוטיות ואביוטיות או הגברת תכולת מרכיבי תזונה חשובים. המאגר יכול גם לשמש במחקר סביבתי ארוך טווח ולשימור מיני צמחי בר בסכנת הכחדה. על מנת שתהיה לנו האפשרות לגדל חקלאות גם בעוד שנים רבות, כאשר התנאים על פני כדור הארץ ישתנו, עקב שינויי האקלים יש צורך לשמור את אותם חומרי הגלם שאולי נוכל לנצל בעתיד. לצורך שימור המגוון הביולוגי של החקלאות, יזמה והקימה ממשלת ישראל, בדומה לממשלות אחרות בעולם, "בנק גנים לצמחי ארץ ישראל". הבנק הוקם במימון משותף של ממשלת ישראל וקרן רוטשילד. בעלי העניין והשותפים בהגיינת הרעיון והצורך בהקמתו היו: משרד המדע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים. מאוכסנים בו כיום למעלה מ-20,000 זרעים שונים מישראל והעולם כולו. עיקר פעילותו השוטפת של הבנק והגדלת האוסף מתקצבת כיום ע"י משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

5. *הקמת מרכז לחקר חקלאות שעל סף המדבר במינהל המחקר החקלאי (גילת)* - הרעיון להקמת מרכז בינלאומי לחקר חקלאות על סף מדבר בגילת התגבש בשנים האחרונות במינהל המחקר החקלאי לאור תחזיות שינויי האקלים. מכאן גם הראייה בצורך ובחשיבות של הנושא לקידום חקלאות ישראל והאזור שעל סף המדבר, בפרט, ואזורי גידול בעלי תנאים דומים בעולם, בכלל. ההתחממות הגלובלית תביא לידי כך שיותר ויותר אזורים המתאימים לחקלאות יהפכו צחיחים, ועל כן יש חשיבות רבה ללימוד דרכים להתגבר על המגבלות החקלאיות בתנאים אלה. הקמת המרכז לחקלאות על סף המדבר שמוקדו במרכז מחקר גילת מתבקשת מאליה עקב המיקום הפיזי בלב צפון הנגב והרלבנטיות המקצועית לאזור חצי צחיח. השינויים העולמיים בתחום האקלים, המים, המזון והאנרגיה מחזקים את הצורך במיקוד הפיתוח וקידום מחקר

יישומי בתחומים הללו.

6. ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות

7. הכנת תכנית להערכות החקלאות לשינויי אקלים – מטרת התכנית היא מיפוי וכימות ההשלכות הצפויות על ענף החקלאות (כימות ביו-פיסי וכלכלי). תוצרי תכנית זו יגדירו ויתעדפו תכניות פעולה נוספות שתידרשנה (כלי מדיניות שונים, חקיקה, תמיכות, ניטור ובקרה, מו"פ והדרכה), כאשר בביצוע עבודה זו מתוכנן שיתוף פעולה בין-משרדי ובין-ארגוני, כמו גם שיתוף אקדמיה.

4.5 משרד החינוך

1. ועדה ארצית במשרד החינוך לטיפול בשינויי אקלים:

- א. משרד החינוך הקים ועדה ארצית לטיפול בשינויי אקלים קיצוני.
 - ב. בראש הוועדה עומד מר אריה מור (סמנכ"ל אגף בכיר לביטחון, בטיחות ושעת חירום).
 - ג. בועדה שותפים נציגי: המזכירות הפדגוגית, המנהל הפדגוגי, אגף הביטחון והבטיחות, מנהל התקשוב, מנהל הפיתוח.
 - ד. הוועדה הוקמה במהלך שנת 2014 ותהיה ועדה קבועה לאורך השנים. הוועדה תיפגש פעמיים בשנה.
2. תשתיות ובינוי – מנהל הפיתוח במשרד החינוך יעסוק בכל הקשור לתכנון מוסדות חינוך ובהשפעות שיש למזג אויר קיצון על מבני חינוך, במגוון היבטים, כגון: הצללה, חימום, קירור, חומרי בנייה, צמחייה, וכדו'.
3. תחום החינוך – תוקם ועדת משנה לבניית רצף חינוכי המתייחס למזג אויר קיצון ולהשלכותיו לאורך רצף הגילאים. בועדת המשנה יהיו שותפים נציגים מהמזכירות הפדגוגית ומהמנהל הפדגוגי. הוועדה תקבע את התכנים והנושאים שצריכים להיכנס ולהשתלב בתכניות קיימות ותמליץ על הוספת תחומי עניין וחומרים על-פי הצורך.
4. פעילות חוץ וטיולים – משרד החינוך בחן מחדש את נושא סולם עומס חום וקור והשפעותיו של האקלים ביציאה לטיולים, תוך התאמה והתאמה לגילאים השונים במערכת החינוך.

4.6 משרד התיירות

במסגרת התנאים לקבלת מענקים במסגרת חוק לעידוד השקעות הון, שילב משרד התיירות דרישה לעמידה בדרישות המינימום של תקן בנייה ירוקה 5281 למלונאות.

עמידה בדרישות התקן תתרום להפחתת צריכת האנרגיה וכתוצאה מכך הפחתת פליטות גזי החממה וכן לחיסכון בצריכת המים במלונות. כתוצאה מכך, תתאפשר התאמה מיטבית לתנאי משק המים העתידי.

יחד עם זאת, יש לציין כי כמות המבנים המלונאיים הקיימים כיום בישראל נמוכה מאוד

יחסית לכמות המבנים הכוללת ולכן ההשפעה הכוללת תהיה נמוכה.

4.7 קק"ל

1. שינוי במשטר וכמויות המשקעים – שכיחות רבה יותר של אירועי קיצון וירידה בכמות המשקעים השנתית :
 - א. התחלת פרויקט חדשני, "ערים רגישות למים", בשת"פ עם אוניברסיטת מלבורן, אוסטרליה.
 - ב. הקמת 3 אתרי "ביופילטר" המתוכננים לקלוט נגר מים עירוני, לטהר אותו, ולהחדיר אותו לאקוויפר החוף.
 - ג. פיתוח שיטות לאיסוף מי נגר המונעים נזקי הצפה לשטחים אורבניים הנמצאים בסמיכות ליער ומשפרים את הקיימות של מערכות אקולוגיות.
2. עליה בשכיחות של שנות / עונות בצורת :
 - א. השקעה במחקר ופיתוח לקידום זנים וקלונים של עצי יער וחורש העמידים ליובש.
 - ב. יישום ממשק אדפטיבי והתאמת כושר הנשיאה של השטח למספר העצים הבוגרים.
3. עליה בהתפרצות של מזיקים ומחלות :
 - א. ניטור ארוך טווח ביערות וחורשים - הקמת 80 אתרי ניטור ארוך טווח ביערות.
 - ב. הדברה ביולוגית של כנימת הצבר ופסילת האקליפטוס.
4. עליה במקרי ובשטחי שריפות יער וחורש.
 - א. הקמת מעל 170 קווי חייץ מסביב ליישובים.
 - ב. שיפור מערך הגילוי והכיבוי בקק"ל.

4.8 משרד התחבורה

נתיבי ישראל

בכל שנה נערכת חברת נתיבי ישראל לאפשרות של מזג אוויר סוער בשיתוף כלל הגורמים הרלוונטיים בחברה וגורמים חיצוניים, במטרה לידע את משתמשי הדרך באירועי מזג האוויר ולתת מענה מקצועי במהלך האירוע. כל הכרזה על כוננות לתנאי מזג אוויר סוער, או הכרזה על התרחשות מזג אוויר סוער, גוררת היערכות ייחודית ומוכנות למענה שיאפשר נסיעה בטוחה בתחום הדרך לכלל המשתמשים. דיווחי מזג אוויר סוער המשפיעים על צירי התנועה, מנוהלים בשיתוף פעולה עם מגוון רחב של גורמים כגון: משרתת ישראל, רשויות, השרות המטאורולוגי וכו'.

בכל שנה, בין החודשים אוקטובר למרץ, ממנה החברה כוננים מכל חטיבה ונערך כנס בטיחות

והערכות לחורף בשיתוף פעולה של חטיבת האחזקה וחטיבת הפיתוח שאליו מוזמנים כל בעלי התפקידים הרלוונטיים.

הפעילות המרכזית בכנס מתמקדת ב:

- הצגת הממשקים מול גורמי החברה הפנימיים והחיצוניים.
- הצגת מקומות תורפה ידועים בחתך לפי מרחבים ואזורים.
- הצגת מפת מוקדים בעיתיים בצירים מרכזיים.
- התייחסות פרטנית לנתונים היסטוריים של כמויות שלג, בעיית עצים, תעלות ניקוז, שיטפונות וכדומה.

בנוסף, נמסרות הנחיות בטיחות ומוצגת המוכנות הלוגיסטית במרחבים ובמטה כולל: אביזרים כלים התקשרות עם ספקים תוכניות לטיפול מונע בנושא הצפות וסחף וניקיון האתר באופן שוטף בגבולותיו.

כמו כן מתקיימת היערכות לסיורי בטיחות בתדירות גבוהה יותר (במיוחד לפני החגים ובסופי השבוע), טיפול במפגעים בזמן הקצר ביותר (נראות לקויה ומזג אוויר גשום), העברת טלפונים עדכניים של מנה"פ ואחראים מטעם שרשרת האספקה למוקד החברה, 2120* והפקת לקחי חורף מהשנים הקודמות.

מצבי חירום: במסגרת הערכות החברה לשעת חירום בכלל, עוסקת חברת נתיבי ישראל בבניית תוכנית להמשכיות עסקית ורציפות תפקודית לחברה בראייה כוללת. החברה פועלת בשיתוף גורמים נוספים ורבים, כחלק מההערכות לשעת חירום מתבצעים גם הכנת תיקי חירום למחלפים וגשרים בכבישים חיוניים, קורסים והשתלמויות וכו'.

שלג - הערכות החברה לחומרים ממסי שלג כתוצאה ממזג אוויר סוער, בכל מרחב אחזקה של החברה קיים עשרות שקי מלח לשימוש מיידי, עם זאת החברה התקשרה בחוזה עם קבלן אשר מחויב לספק לכל מקום אירוע מלח בשקים בלבד, כאשר כל שק במשקל של עד 25 קילו, כמו כן, השקים יגיעו למקום האירוע כאשר הם מסודרים על משטח ועטופים בניילון כדי למנוע נזקי איכות סביבה.

ניקוז - נגר עילי אינו נשלט רק על ידי מזג האוויר הנוכחי אלא מושפע גם מכמות המשקעים שקדמה לאירוע באותה עונה הכוללים שינויים בשימושי הקרקע שאינם בשליטת נתיבי ישראל לאורך הכבישים או הרחבת צמצום תעלות ניקוז ואפיקי נחל. פעילות חברת נתיבי ישראל מבוצעת תוך שיתוף פעולה עם רשויות הניקוז, והמתכננים של החברה פועלים לפי הנחיות החברה, המפרטים וההתייחסות. נציג אגף התכנון בחטיבת הפיתוח בודק כל תוכנית לפני שהיא מאושרת לביצוע, החל מהסדרת הנחלים הצמודים לדרך, ניקוז מיסעת הכביש וייצוב

המדורונות, תוך התייחסות לסקרים הידרולוגיים בקביעת ספיקת התכן. כל זאת לצורך ביצוע חישובים ותכנון איכותי. כהערכות לעונת החורף מתקיימת פעילות בחטיבת האחזקה בתחום הניקוז, בו שמים דגש על תקינות ונקיון תעלות הניקוז בצידי הדרכים. כמו כן, כחלק מקידום מיזמים בתחום הניקוז, פועלת החברה לאמץ טכנולוגיות חדישות ובוחנת את הדרכים לשלב אותם בפעילות הליבה. בימים אלו החברה בוחנת ביצוע פיילוט בו ניתן לקדם טכנולוגיה חדישה בשטחים הפתוחים והכלואים במחלפים שיש ברשותה, שילוב של ביו פילטרים הקולטים את מי הגשם והחדרתם למי תהום ופאנלים פוטו וולטאים.

צמחיה פולשת - במהלך שנת 2017, חברת נתיבי ישראל סיימה לבצע מחקר במזעור השפעות צמחים פולשים וטיוב ממשק הצומח בשולי כבישים בתשתיות נתיבי ישראל, המחקר עוסק בשלוש סוגיות סביבתיות הקשורות בפיתוח ותחזוקה של כבישים: צמחים פולשים, שהיא הסוגיה העיקרית בה מתמקדת עבודה זו, מניעת דריסות של חיות בר הנמשכות אל צמחייה בשולי הכביש, וטיוב פעולות הריסוס בכדי למנוע זליגת חומרי הדברה אל השטחים הסמוכים לכביש. במהלך חודש הנוכחי (יוני) 2017 החל הטמעתו בקרב עובדי החברה ושרשרת האספקה שלה באמצעות מכללת נתיבים (המכללה לניהול תשתיות ותחבורה של חברת נתיבי ישראל).

סקר אנרגיה - לחברת נתיבי ישראל יש ממונה אנרגיה פנימי כיוון שצריכת האנרגיה בחברה היא מהותית לפעילותה. החברה צורכת אנרגיה בהיקף של כ 32,975 - טון שווה ערך נפט בשנה. בשנת 2016 ביצעה החברה סקר לאיתור פוטנציאל לשימור אנרגיה ולחיסכון בה באמצעות חברה חיצונית המתמחה בתחום בישראל, כנדרש בתקנות מקורות אנרגיה התשנ"ג-1993 אחת לחמש שנים. נמצא כי 99% מצריכת האנרגיה בחברה ניתן לשייך לצריכת חשמל. בשנים 2013-2015 קיימת מגמת ירידה בהוצאות האנרגיה של החברה, בשל הוזלת תעריפי החשמל והדלקים, לעומת מגמת הגידול בצריכת האנרגיה בשלוש השנים שבהן בוצעה הבדיקה. בתחום תאורת כבישים כ 90% -ממרכזיות התאורה בחברה מחוברות לשעונים אסטרונומיים בנוסף בכמה אתרים ברחבי הארץ נעשה פיילוט להתקנת תאורה מסוג LED הבדיקות אפשרו לחברה קבלת החלטה מושכלת לגבי החלפה כוללת.

חברת נמלי ישראל

חברת נמלי ישראל בנתה את הרציפים בשליטתה ע"פ קריטריונים הנדסיים ולרבות הגבוה מעל פני הים – בהתאם להנחות התכנון והידע הקיים במועד בנייתם. בהתייחס לתחזית עליית מפלס מי הים וההשפעה מכך על רציפי הנמלים – חברת נמלי ישראל תכננה את שני הנמלים החדשים (נמל המפרץ ונמל הדרום) בהתאם. הם מוגבהים ב-1/2 מטר ביחס לגובה הרציפים שהיו נבנים בעבר.

רכבת ישראל

חטיבת תשתיות באמצעות אגף מסילה וסביבה מבצעת באופן רציף וקבוע תחזוקה שוטפת לסביבת המסילה במקרקעין הרכבת ובסמוך לו בהתאם לנהלים והוראות עבודה מובנים, וכן נערכת באופן מוסדר בתכנית היערכות לפעולות במקרים של מזג אוויר סוער. אחת המטרות החשובות של ביצוע תחזוקה שוטפת, הינה הקטנת רגישות שטחי הרכבת להשפעת השינויים במזג האוויר.

הטיפול הסביבתי המבוצע כשגרה במסגרת תחזוקת מנע:

1. תחזוקת תעלות ניקוז, מדרונות, סוללות ומעבירי מים;
2. טיפול והסדרת ניקוז מי נגר מול רשויות כגון רשות הניקוז, קק"ל, רשויות מקומיות וכד';
3. טיפול למניעת ארוזיות הנדסיות במבנה התחתון של המסילה;
4. טיפול בעצים וצמחיה בסיבת מסילה למניעת נפילתם לכיוון המסילה;
5. פעולות להפחתת "מטען אש" לצמצום ההיתכנות לשריפות;
6. סקירת מבנים הנדסיים וסיורי ביקורת תקופתיים;
7. שיקום מבנים הנדסיים הכוללים בין היתר תעלות ניקוז, מעבירי מים, גשרים ומנהרות.

טיפול נוסף:

1. תחזוקת דרכי גישה קיימות למעבר תקין של כלי רכב;
2. יצירת שיתוף פעולה עם בעלי קרקעות בצמוד לגבולות שטחי רכבת: חקלאים, מזבלות, מפעלים וכו';
3. הגברת האכיפה נגד גורמים החוסמים מערכות ניקוז ומעבירי מים בשטח הרכבת.

פעולות בעיתות מזג אוויר סוער בסביבת המסילה:

1. קבלת תחזית מזג אוויר יומי והפצתו לכל הגורמים מהם נדרשת היערכות.
2. סיורי פיקוח לבדיקת מערכות ניקוז, מתקנים ועצים לאורך המסילות, בדגש על מוקדים רגישים לאורך המסילה, הכוללים מבנים הנדסיים, קרבה לנחלים, מוקדים נמוכים ועוד;
3. הצבת צוותי כוננות של קבלנים ומפקחים בפריסה ארצית וכלים המיועדים לניקוי שלגים מהמסילה או לשאיבת מים בעת הצורך;
4. שמירת על קשר רציף מול מוקדי חירום של נתיבי איילון, נתיבי ישראל, משטרה ורשויות;
5. מעקב אחר מצב המשאבות המותקנות במקומות נמוכים ובחדרי שאיבה והתערבות בעת הצורך.

צוותי חירום וכוננות לטיפול באירועי אקלים קיצוניים:

1. עובדי רכבת בתחום תחזוקת תשתיות – הכוננות מתבססת על צוותים אורניים של טיבת התשתיות הכוללים ציוד אישי, חומים וכלים הנדסיים העומדים לרשות החטיבה;

2. צי צמ"ה (ציוד מכני הנדסי הנע על המסילה) - בעלי יכולת ניידות לכל אורך המסילה, צי צמ"ה כולל מנופים, מווסדי רבד, ציוד לפיזור חצץ. וקרונות להסעדת עובדים וציוד;
3. קבלנים חיצוניים – קיימים לרשות החטיבה קבלנים הנמצאים בהתקשרות של הסכי מסגרת עם הרכבת לכל אירועי קיצון. קבלנים המועסקים בהתקשרות חוזית, בעלי יכולת ניידות והגעה לכל אורך המסילה ומעמידים לרשות הרכבת ציוד ועובדים בהתאם לדרישות.

רשות שדות התעופה

- רשות שדות התעופה נערכת הנדסית בעיקר בנושא הניקוז באמצעות אגף סלילה בחטיבת ההנדסה:
1. בפרויקט שדרוג מסלולים, שודרג מרבית מערך הניקוז בנתב"ג, בהתבסס על דוחות הידרולוגים שהוכנו על ידי חברת ייעוץ מומחית בנושא. מערך הניקוז שודרג באמצעות תוספת של תעלות פתוחות ושינוי משטר הזרימה בחלוקת מוצאי הנגר;
2. שדרוג מסוף רבין – הרחבה והעמקה של ערוץ נחל הערב, הממוקם בכניסה המערבית למסוף וכלל הרחבה והעמקה של ערוץ הנחל, במטרה להגן על המתקן מאירועים שטפוניים;
3. בניית מפעל ניקוז לצורך הגנה מפני שטפונות בנמל התעופה "רמון" – התכנית כוללת הסדרת מערכת סוללות הגנה המגינות מפני שטפונות על נמל התעופה מכיוון נחל רחם ונחל נימרה. סוללות ההגנה נבנו ליד כביש 90 והן נמשכות לאורך מניפות הסחף, ומטות את זרימות הנחלים אל מעבר לתחום ההשפעה של נמל התעופה והן עתידות למנוע הצפות באזור שיפגעו בפעילות הנמל.

4.9 המשרד לביטחון פנים

המשרד – עבודת מטה

- א. **מסמך שינוי אקלים וביטחון הפנים** – הוכנה סקירה בינלאומית ראשונית על הקשר בין שינויי אקלים וביטחון הפנים הכוללת המלצות ליישום.
- ב. **פיתוח מערכות וכלים מדעיים בהובלת מחלקת מחקר של המשרד לביטחון הפנים:**
- (1) **מערכת "תמונת מצב"** – מערכת מידע מבוססת רכיב גיאוגרפי להחלטות אסטרטגיות לרמת המשרד לשעת חירום לאירועי קיצון ולתרחישי ייחוס המערכת הופעלה לראשונה בתרגיל רעידת אדמה – 2017, ושולבה במכלול "הרציפות התפקודית" ובמר"מ המשרדי.
- (2) **בסיס לאומי לשריפות יער וחורש** – בכדי לשפר את ההבנה והמניעה של

שריפות לסוגיהן השונים ולאפשר תמונת מצב מלאה הכוללת את נתוני כלל הגופים הרלוונטיים לנושא השריפות בארץ, מחלקת מחקר של המשרד מקימה בשיתוף עם הרשות הארצית לכבאות והצלה, הקרן הקיימת לישראל, רשות הטבע והשירות המטאורולוגי מסד נתונים מתעדכן אשר יהווה עזר לכוחות הפועלים בשטח בשגרה ובחירום ולגורמים מקצועיים נוספים. המערכת מאופיינת ונבנית בימים אלו והצפי לסיומה הוא יולי 2018.

3) **מערכת תחזית התקדמות שריפות** – שידרוג ועידכון המערכת הקיימת, כאשר מטרות המערכת היא כלי תומך החלטה המספק מידע למפקדים בשני פרמטרים עיקריים:

א. קצב התקדמות האש (מהירות וכוון).

ב. עוצמת האש בחזית ובאגפי השריפה.

נתונים אלו יאפשרו לקבל החלטות בנושאים הקשורים לפנוי אוכלוסייה, שיטות תקיפה והקצאת אמצעים לזירות הלחימה השונות במרחב השרפה. עדכון ופיתוח המערכת הינו בשיתוף פעולה עם מערך הכבאות וההצלה. הנושא מצוי בהליכי מכרז והצפי להפעלה הוא יולי 2018.

משטרת ישראל

א. **מתן מענה אופרטיבי בשגרה ולכל אירועי החירום כתוצאה ממזג אוויר קיצון** (שריפות, שלגים ושיטפונות).

ב. **היערכות למצבי חירום ברמת התשתיות והפריסה** בתחום הבנייה והלוגיסטיקה הקיימות הכוללות גרציה, הצטיידות בציוד משלים ועוד.

ג. **אימוץ תקני בנייה ירוקה במבנים חדשים** הכוללות בין היתר חיסכון באנרגיה והיבטים נוספים של בנייה ירוקה.

כבאות והצלה

א. בקרה על מימוש תוכניות הגנה של יישוביים הגובלים באזורי יער וחורש.

ב. הוראת נציב "להגנה על יישובים סמוכי יער וחורש, מפני דליקות" – טרם אושר סופית.

5. אסטרטגיה לאומית להיערכות לשינויי אקלים

מדינת ישראל מכירה בהתרחשות שינויי אקלים עולמיים ומבינה את הצורך בהיערכות לקראתם. מדינת ישראל תפעל להסתגלות לשינויי האקלים על ידי הקטנת נזקים פוטנציאליים וניצול הזדמנויות ותועלות אפשריות הקשורות לשינויי האקלים.

הסתגלות לשינויי אקלים דורשת אסטרטגיה ותוכניות פעולה לאומיות בין-משרדיות. היערכות והסתגלות הינם תהליכים ארוכי טווח הדורשים מחויבות וגמישות בכדי להגיב למציאות המתהווה ולמידע חדש המתקבל ממחקר מתמשך.

5.1 חזון

מדינת ישראל תגיע למוכנות גבוהה להשפעות של אקלים משתנה על ידי יישום תוכניות פעולה מקדימות וצעדי מדיניות המקטינים את הסיכון לתחלואה, לסביבה ולכלכלה, וממקסמים את התועלות מתוך ההזדמנויות שיעלו.

5.2 מטרות העל של התכנית

בכדי לממש את החזון ולתעדף פעולות נבחרו חמש מטרות:

1. **צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי.**
2. **נקיטת אמצעים להגדלת העמידות של המערכות הטבעיות.**
3. **בנייה ועדכון בסיס הידע המדעי לצורך קבלת החלטות.**
4. **חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע למקבלי החלטות ולציבור.**
5. **השתלבות במאמץ הגלובאלי, קידום שת"פ אזוריים ובינ"ל ובניית כלכלה מותאמת אקלים.**

כדי למלא אחר מטרות אלו הממשלה תמשיך באיסוף, ארגון והפצת המידע לגבי שינויי אקלים. במטרה ששינויי האקלים יוטמעו לתוך תהליכי תכנון ופיתוח על מנת שהרשויות, עסקים ואזרחים יקבלו בסיס מהימן לשקול האם, כיצד ומתי יש להתחשב בשינויי אקלים. התכנית מבוססת על הרעיון שהסתגלות לשינויי אקלים הינה תהליך ארוך טווח, הכולל בתוכו אי ודאות לגבי עוצמת השינויים והיקפם ולגבי מועד תחילת ההשפעה. עקב כך, שימת הלב הראשונית תינתן לאמצעי הסתגלות אשר כבר עברו החלטת ממשלה או בתהליך של יישום ומה שנדרש בכדי לקדם אמצעים אלו.

5.3 כללים ואמצעים להטמעת התכנית

הנסיון בעולם מלמד כי הקפדה על מספר כללים בסיסיים יאפשר את הצלחת תכנית ההסתגלות לשינויי אקלים:

- זיהוי הידע המדעי הטוב והעדכני ביותר בכדי לקבל החלטות תוך הבנה שקיימת אי ודאות בתחזיות אקלים והשפעתם;
- במידת האפשר, שילוב והטמעת ההסתגלות במדיניות ובתוכניות קיימות;
- הכנה ויישום תכנית הסתגלות פרטנית לסקטורים ולמשרדי הממשלה, תוך כדי שמירה על גמישות על מנת לאפשר שינויים עם התקדמות הידע;
- ניהול ומעקב אחר ביצוע ההסתגלות;
- תיעוד פעולות אשר נותנות מענה גם להפחתת פליטות וגם להסתגלות;
- התכנית תתרום לצמיחה בת קיימא הלוקחת בחשבון את השפעת ההחלטות על הדור הזה והדורות הבאים;
- התכנית חייבת להיות אדפטיבית ותיבחן אחת למספר שנים. ככל ששינויי האקלים ועוצמתם יהפכו ודאיים יותר כך נשתמש בפעולות קיצוניות יותר להסתגלות. למעשה נעבור מפעולות ללא חרטה ופעולות זולות יחסית, לביצוע פעולות יקרות יותר אך הכרחיות שימנעו פגיעה והפסדים כלכליים.

תכנית פעולה 1. דרישה ממשלתית להטמיע היערכות והסתגלות לשינויי האקלים

ממשלת ישראל תדרוש ותפעל כך שהסתגלות תהווה שיקול משמעותי בעדכון תכניות פיתוח ומדיניות קיימות, ובפיתוח מדיניות ותכניות חדשות.

שילוב ההסתגלות בזרם המרכזי (mainstreaming)

בכדי שתכנית ההסתגלות לאומית תתבצע בהצלחה במעורבות ובתמיכת כל הרשויות והגופים הנוגעים לעניין, יש להביא לידיעתם ולידיעת הציבור כולו את הצורך בתכנית, את היתרונות הגדולים בהיערכות מוקדמת ואת הצעדים הנדרשים לביצוע.

הכוונה בשילוב ההסתגלות בזרם המרכזי הינה שהממשלה תוודא שחקיקה, מדיניות ותוכניות שונות יעודכנו ויתחשבו בהסתגלות לשינויי האקלים במידת הצורך. מכיוון שהסיכון הכולל לטובת הציבור מחולק בין משרדי ממשלה שונים, שילוב ההסתגלות בזרם המרכזי דורש מאמצי היערכות מכל משרדי הממשלה.

פעילות הממשלה תכלול בין השאר מסע פרסום ייעודי, כולל אתר אינטרנטי המופעל על ידי מרכז

מידע. יש לנקוט במגוון אמצעי הסברה וחינוך לכלל האוכלוסייה ובשירות הציבורי בכדי להעלות את הנושא על סדר היום.

תכנית פעולה 2. הקמת גוף מנהל

הממשלה תקים מינהלת להסתגלות לשינויי אקלים בכדי לנהל, לפקח ולקדם את אסטרטגיית ההסתגלות ותוכניות הפעולה הפרטניות. את המינהלת יוביל המשרד להגנת הסביבה.

ניהול ולקיחת אחריות

ממשלת ישראל תקים ותתמוך בגוף מבצע אשר יוביל את היישום של האסטרטגיה הלאומית להסתגלות לשינויי האקלים ואת תוכניות ההיערכות. גוף זה יקרא "מינהלת להסתגלות לשינויי אקלים". בראש המינהלת יעמוד מומחה בעל ידע נרחב ונסיון בתחום הסתגלות לשינויי אקלים מטעם המשרד להגנת הסביבה. המינהלת תהווה גוף אירגוני רוחבי שיבטיח מאמץ מתואם בין משרדי ממשלה ורשויות ציבוריות אחרות.

בכדי לתמוך במינהלת, ממשלת ישראל תקים ועדה מייעצת כלל משרדית שתכלול את כלל המדענים הראשיים או נציגים במינוי מנכ"ל של המשרדים הבאים: המשרד להגנת הסביבה, משרד הבינוי, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד הפנים, משרד הביטחון (עם נציגות קבועה לרשות החירום הלאומית), משרד הבריאות, משרד הכלכלה, משרד האנרגיה והמים, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים, משרד החוץ, משרד החינוך, מינהל התכנון, הרשות הממשלתית למים וביו, הרשות הציבורית – חשמל, משרד האוצר, מרכז השלטון המקומי ופורום ה-15, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, המטה לביטחון לאומי, משרד המדע, משרד התיירות, המשרד לפיתוח הנגב והגליל, התאחדות התעשיינים, אירגון הגג של אירגוני הסביבה "חיים וסביבה". כמו כן, יהיה חבר בוועדה הנציג הקבוע של ישראל ב-IPCC, מנהל השירות המטאורולוגי. הועדה תספק ידע, תיעץ, ותהווה פלטפורמה לפעילות הסתגלות לשינויי אקלים לרוחב השירות הציבורי. למען השקיפות הציבורית ושיתוף הציבור תכלול הועדה נציגי ציבור מתחומי החברה, הסביבה והחינוך.

בכדי לעקוב אחר ביצוע התכנית והצלחתה, ובכדי לקדם תוכניות חדשות, המינהלת תתבסס על מדדים אשר יעקבו אחר ביצוע כל אחת מתוכניות הפעולה וימדדו את הצלחתן בהגדלת יכולת ההסתגלות לשינויי האקלים. יש ליצור מדדים מגוונים שונים כגון מדדים כלכליים, מדדים ביו-פיזיים, מדדים חברתיים ומדדים בריאותיים.

תפקידי המינהלת:

- תקדם ותעקוב אחר ביצוע התכנית הלאומית להסתגלות לשינויי אקלים בשיתוף פעולה עם גורמי הממשלה האחראים על הפעלת פעילויות נדרשות להסתגלות לשינויי האקלים בישראל.
- תוביל או תהווה זרז ליוזמות מדיניות חדשות בנושא ההסתגלות ותעזור בסקירת מדיניות קיימת ותוכניות חדשות כנדרש.
- תתאם את ותדווח על פעולות ההסתגלות הלאומיות לממשלה ולציבור. במסגרת מאמץ זה, תפתח המנהלת אינדיקאטורים לביצוע יעדי ההסתגלות, ותמדוד ביצועים בהתאם ליעדים שייקבעו.
- תמנה תתי ועדות שיתאמו פעולות בשטחים המשיקים למספר משרדים ויפתרו בעיות העולות מניגוד עניינים בין משרדים בצורה מיטבית למען הציבור והדורות הבאים.
- תפתח ותדריך בקבלת החלטות מבוססת ניהול-סיכונים.
- תבצע את תכנית האסטרטגיה הלאומית ותכנית הפעולה ותוביל אותן אל העתיד. כמו כן, תתכנן פעולות נוספות דרושות יחד עם משרדי הממשלה השונים.
- תערוך או תתאם מחקרים להשלמת פערי הידע הקיימים במגוון נושאים ותסייע לבנות את התשתית המדעית הנדרשת לסגירת פערי ידע אלו.
- תוודא שהמחקר האקלימי בישראל יבחן את ההסתגלות בצורה מורחבת וכוללת, אקדמית ויישומית-כלכלית.
- תוביל את השילוב של מדע ומדיניות בכדי ליצור אסטרטגיות שימושיות למקבלי החלטות.
- תשמש כמקור נקודתי לציבור ולממשלה לחיבור למומחים וכמקור אספקת מידע והנגשת ידע.
- תכהן כיו"ר של ועדת מדענים מיעצת, בין-משרדית, המעודדת ותומכת בהטמעה רוחבית בתוכניות ממשלתיות ובמדיניות הציבורית.

המינהלת תכלול בעלי תפקידים וועדות משנה שיהיו אמונים על הנושאים הבאים:

1. הנגשת מידע – הנגשת המידע האקלימי והמחקרי לציבור ולמקבלי ההחלטות. המינהלת תכלול אתר אינטרנט, בסיס מידע ואנשי הנגשת מידע. הנגשת המידע תתבצע בכל הרמות השילטוניות ומול הציבור באמצעות חינוך, העלאת מודעות, שקיפות ושיתוף ציבור.
2. הערכת סיכונים – הצורך בהערכת עלות-תועלת של צעדי הסתגלות אל מול אי נקיטת צעדים, עומד בבסיס כל תכנית להסתגלות. יש צורך במחקרים עם הערכות כלכליות מבוססות - מרמת איש העסקים, דרך רשויות הממשלה ועד לאוצר ולממשלה כולה. יש להציע ולפתח פתרונות מבוססי ניהול סיכונים עקב רמות אי ודאות הקיימות בנושא. כחלק מהקמת המינהלת להסתגלות לשינויי אקלים תוקם יחידה האחראית לניהול מערך מחקרים לניהול סיכונים לאזרחים, רשויות ועסקים ותכלול מחקרים והטמעת ניהול סיכונים אקלים בתחומי התכנון, ניהול מצבי חירום, עירונות ובריאות הציבור, ניהול מקורות מים, ניהול תשתיות וכדומה. היחידה תיתן מענה מקצועי ומדעי-כלכלי להערכת סיכונים.

3. מרכז ידע להיערכות – המינהלת תהווה גוף המרכז את הידע המצטבר בעולם ובארץ בנושא שינויי האקלים, בתחזיות ובהיערכות לקראתם. מרכז הידע יפעל למיפוי פערי הידע הקיימים בהבנת שינויי האקלים באיזורנו, השלכותיהם והשפעות צעדי ההתאמה המוצעים, וכמו כן יסייע בבניית התשתית המדעית הנדרשת לסגירת פערי ידע אלו. מרכז הידע ישקלל את המידע של השירות המטאורולוגי והמודלים האקלימיים שלו, תוצאות מחקרים אקלימיים אשר יופקו באקדמיה, וכן המידע המצטבר מניטור על ידי משרדי הבריאות, החקלאות, המכון לחקר ימים ואגמים (חיא"ל), ניטור המגוון הביולוגי והלמ"ס. המרכז ישקלל את הנתונים לכדי תמונה רחבה בשיתוף ובעזרת כל הגופים הנ"ל. מרכז הידע יאסוף ידע עדכני, ימליץ למינהלת על עידכונים דרושים בתכנית הלאומית להסתגלות וייעדכן את מקבלי ההחלטות בצורה שוטפת. מרכז הידע ימליץ על סדרי עדיפויות מחקריים ויוודא ביצועם. כספי מחקר יוקצו על פי סדר עדיפויות לאומי. מוצע כי מרכז הידע יפעל להקמת ותפעול מרכז חישוב לאומי לסימולציות אקלימיות אשר יהיה זמין הן לאקדמיה והן לגופים הממשלתיים העוסקים בהרצת סימולציות אקלימיות. מרכז הידע יסיק מסקנות מבוססות מדע וימליץ על מדיניות לאומית והמשך צעדים נדרשים.
4. ועדת משנה לשיווק בינלאומי של תוצרי מרכז הידע וטכנולוגיות ישראליות – בצד הנזקים הצפויים ישנן גם תועלות למשק הישראלי ולמדינה משינויי האקלים. יש להשכיל ולשווק יכולות להסתגלות וטכנולוגיות ישראליות. הועדה תבחן את מודל סינדקו ותיצור שיתוף פעולה של משרד החוץ, משרד הכלכלה והמשרד להגנת הסביבה.
5. ועדת משנה למדיניות, קשרי ממשל וקשרים בינלאומיים - הידע המצטבר צריך להיות מתורגם לצעדים ביצועיים, למדיניות, להצעות חוק ולעידכון התכנית הלאומית להסתגלות. הועדה תתמקד בהצעות לרגולציה, חקיקה, תיקון תקנות ואכיפה. הועדה תעבוד מול רשויות ברמת חוקי עזר עירוניים וכדומה, מול משרדי הממשלה הרלוונטיים וכן מול גופים בינלאומיים ואמנת שינויי האקלים. ועדה זו תהיה אחראית לעדכון בפועל של התכנית הלאומית, הסרת תוכניות שבוצעו והכנסת תוכניות חדשות לביצוע (תוכניות המוצעות על ידי גופים שונים כגון מרכז הידע והועדה המייעצת). כחלק מהעבודה מול הגופים הבינלאומיים, תקדם הועדה השתתפות מומחים ישראלים בקבוצות עבודה בינלאומיות ובמוסדות הגופים הבינלאומיים העוסקים בניתוח שינויי האקלים והשלכותיהם ובפעולות הנדרשות להתמודדות עמן. הועדה תכלול נציגים מכלל משרדי הממשלה הרלוונטיים (כגון: המשרד להגנת הסביבה, משרד הבינוי, משרד הפנים, משרד החוץ, משרד הכלכלה, משרד המשפטים, מינהל התכנון ועוד על פי עניין) ונציגי הרשויות המקומיות.

מבנה המינהלת, בעלי התפקידים ותת הועדות המיועדות:

גופים ובעלי תפקידים	תחומי פעילות עיקריים	משרדים וגופים שותפים
ראש המינהלת	- אחראי לפעילות שוטפת - אחראי לפעילות תתי הועדות - אחראי לדיווח - אחראי לעדכון התכנית הלאומית	כלל משרדי הממשלה בהובלת הגנ"ס
- הועדה המייעצת, - כלל המדענים הראשיים או נציגים במינוי מנכ"ל במשרדים שאין בהם מדע"ר, הנציג הקבוע של ישראל ב IPCC ונציגי ציבור בתחום חברה, סביבה וחינוך	- ייעוץ שוטף - אנשי קשר בממשלה - שיפוט קולות קוראים - יעוץ לגבי ביצוע ועידכון התכנית הלאומית - מעקב אחר הטמעת התכנית והתקדמותה	כלל משרדי הממשלה הרלוונטיים
מרכז ידע ומדע: גוף אקדמי במימון המינהלת	- איסוף מידע מניטור ומחקרים - המלצות לסדרי עדיפות מחקר - דיווח תקופתי והמלצות למדיניות - הקמת ותפעול מרכז חינוך לאומי לסימולציות אקלימיות	- גופים מנטרים: השירות המטאורולוגי, רשות המים, חקר ימים ואגמים, משרד הבריאות, משרד החקלאות, המארג, משרד המדע, משרד הבינוי, תכנית הניטור הימית, הלמ"ס, - מרכז הידע - אקדמיה - מרכז חינוך לאומי לסימולציות אקלימיות
הערכת סיכונים: מומחה במינהלת המתאם ומרכז	ייזום, תיאום וריכוז מחקרים כלכליים, הערכת עלות-תועלת של הסתגלות	- מרכז הידע - אקדמיה - משרד האוצר - משרד הבינוי - משרדים נוספים כתלות בפרויקט
הנגשת מידע: מומחה להנגשת מידע במינהלת ומומחה אינטרנט להנגשת מידע ותוכן	- אתר אינטרנט - בסיס מידע - הנגשת מידע בכל הרמות	- הגנ"ס - משרד החינוך - משרד המדע - רשויות מקומיות
ועדת משנה למדיניות, קשרי ממשל וקשרים בינלאומיים: יו"ר, ראש המינהלת	- רגולציה, חקיקה, תקנות, אכיפה - עבודה עם רשויות - עבודה עם משרדי ממשלה - עבודה עם גופים בינלאומיים ואמנת שינויי האקלים - עידכון ומעקב אחר ביצוע התכנית הלאומית	- כלל משרדי הממשלה - רשויות מקומיות - יחב"ל הגנ"ס - משרד החוץ - הנציג הקבוע של ישראל ב IPCC
ועדת משנה לשיווק תוצרי מרכז הידע וטכנולוגיות ישראליות	- עבודה במודל סינדקו לשית"פ בינ"ל בהובלת משרד החוץ - שיווק חברות על ידי משרד הכלכלה	- הגנ"ס - משרד החוץ - משרד הכלכלה - משרד החקלאות

דיווח התקדמות

ממשלת ישראל, באמצעות המינהלת להסתגלות לשינויי אקלים, תתן דיווח שנתי לציבור לגבי הפעולות הנכללות באסטרטגיה הלאומית ובתוכניות הפעולה. כחלק מהשקיפות לציבור המינהלת, באמצעות ועדת המשנה למדיניות, תתאם את העדכונים ביישום התוכניות ותהליך ההסתגלות. פעולות חדשות שיועלו יכללו כחלק מהדו"ח השנתי על שינויי האקלים.

גישה מתמשכת למומחים ותמיכה במדע האקלים

היערכות והסתגלות לשינויי אקלים הינן תהליכים מורכבים הכוללים פיתוחים מדעיים מהירים. דבר זה דורש ניתוח זהיר בכדי ללמוד את ההשפעות הלאומיות. חיוני אם כן שלישאל יהיה את הידע העדכני ביותר על השפעות האקלים על אנשים, משאבי טבע ועל הכלכלה. ממשלת ישראל תמשיך לשמור על קשריה ההדוקים עם הגופים האקדמיים והמקצועיים במדינה, תתמוך בהם ובאמצעותם תוודא שהידע הקיים בנושא שינויי האקלים הינו העדכני ביותר. בין השאר ממשלת ישראל, באמצעות המינהלת להסתגלות לשינויי אקלים, תקים ותפעיל מרכז חישוב לאומי לסימולציות אקלימיות לשימוש כל גורמי האקדמיה והגורמים הממשלתיים הזקוקים לו.

השקעה בעתיד

מחקרים מובילים בעולם מצביעים על כך כי השקעות מוקדמות וממוקדות בכדי להגביר את העמידות לשינויי אקלים, צפויות לחסוך כסף רב בטווח הארוך (למשל, מניעת הצפות). מחיר ההסתגלות לשינויי האקלים צפוי לעלות ככל שפעולות ההיערכות נדחות אם כי כמובן ניתן לטעון גם ההיפך. למשל, ככל שההשקעות כרוכות בטכנולוגיות חדשניות וקיים צפי שחדשנות עתידית אף תוזיל את עלות היישום, אזי כדאי לשקול דחיית השקעות. התכנית של ממשלת ישראל כוללת טווח רחב של תוכניות הסתגלות לרוחב משרדי הממשלה בכדי להבטיח שההיערכות וההסתגלות לשינויי האקלים יוטמעו לתוך המערכות הפיננסיות הקיימות ולתוך תהליך קבלת ההחלטות, אם זה לצורך סלילת כביש חדש, עדכון של תכנון ושימושי קרקע או ניהול משאבי טבע.

6. תוכניות פעולה מגזריות להסתגלות לשינויי אקלים

בחלק זה מוצגות תוכניות פעולה פרטניות לסקטורים ומשרדי ממשלה שונים הנותנות מענה למטרות העל של התכנית.

תוכניות הפעולה המוצגות להלן נבנו ע"י משרדי הממשלה וגופים אחרים רלוונטיים. התוכניות הפרטניות כוללות צעדי הסתגלות בפועל שניתן לנקוט בהם כבר עכשיו עקב תועלת גבוהה שיש בהם גם אם לא יתרחשו שינויי אקלים בעתיד (צעדים בגישת ללא-חרטה – no regret). תוכניות הפעולה רוכזו תחת 5 המטרות:

1. צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי.
2. נקיטת אמצעים להגדלת העמידות של המערכות הטבעיות.
3. בנייה ועדכון בסיס הידע המדעי לצורך קבלת החלטות.
4. חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע למקבלי החלטות ולציבור.
5. חיפוש שיתופי פעולה אזוריים ועולמיים לקידום כלכלה מותאמת אקלים.

מספר תוכניות הן רוחביות ודורשות שיתוף פעולה בין מספר משרדי ממשלה.

מטרה 1 צמצום הפגיעות בנפש וברכוש ובניית חוסן כלכלי

6.1 בריאות הציבור

קידום מדיניות של הסתגלות לשינוי אקלים מחייבת גיבוש של תכנית פעולה סדורה, אשר תאפשר לתת מענה מידי ויעיל בעת אירועים של מזג אוויר קיצוני, כדוגמת גלי חום, גלי קור, שיטפונות ובצורות, שבהם צפויה לחול עלייה הן בתדירותן והן במידת חומרתן של תופעות אקלימיות אלה. מסיבה זו, יש לבחון את תכניות ההסתגלות ולהקצות להן משאבים מספקים. במידה וקיימות תכניות הסתגלות, יש להעריך מחדש בהתאם לתחזיות המעודכנות לשינוי האקלים, ולהתאימן במידת הצורך. במידה וחסרות תכניות הסתגלות מתאימות, יש להכין תכניות כאלה. תשומת לב מיוחדת יש להקדיש להגדרה ולאפיון של קבוצות אוכלוסייה בסיכון, ובמידת הצורך, להתייחס אליהן באופן פרטני במסגרת תכניות ההיערכות. נושא מרכזי מבחינת מערכת הבריאות הוא השגת הציוד הנדרש על מנת לטפל בנפגעים מאירועים של מזג אוויר קיצוני.

שינויים אקלימיים הדרגתיים צפויים להביא איתם שינויים אקולוגיים. שינויים אלה עלולים להשפיע באופן משמעותי על בריאות האדם במספר דרכים. לדוגמא, צפויים להתרחש שינויים בפיזור הגיאוגרפי של מחלות המועברות על ידי וקטורים. בנוסף, מכיוון שבמדינות מתפתחות הפגיעה מבצורות ומשיטפונות היא משמעותית יותר ביחס למדינות מפותחות, צפוי להגיע גל פליטים ממדינות אלה, בין היתר גם לישראל. במקרה שכזה, הפליטים עלולים להביא איתם לישראל מחלות המוגדרות כחדשות או כמתחדשות, כגון מלריה ושחפת עמידה לתרופות, שהן מחלות אנדמיות במדינותיהם.

תכניות ההסתגלות לשינוי האקלים יידרשו ניטור קפדני, רציף ומהימן של נתוני האקלים ושל ההשפעות הבריאותיות העוללות לנבוע משינוי זה. לשם כך, יש צורך בגיבוש סט של מדדים, אשר יוכלו לשקף למקבלי ההחלטות את תמונת המצב באופן מהימן ובזמן אמת. מדדים אלה יכללו, בין השאר, שיעורי תמותה כללית ולפי סיבה, תחלואה במחלות כרוניות, כגון: מחלות קרדיו-וסקולריות, מחלות נשימתיות, אלרגיות, סרטן עור, וכן מקרי מחלה המועברים לאדם על ידי וקטורים שונים (פרוקי רגליים, עופות, יונקים וכו').

היערכות לשינוי האקלים מצריכה ראייה רחבה ומערכתית תוך יצירה של ממשקים ושל שיתופי פעולה בין משרד הבריאות לבין גופים נוספים, לרבות משרדי ממשלה אחרים ורשויות מקומיות. בנוסף, קיים צורך בפיתוח של תכניות חינוכיות לציבור הרחב וכן לעובדי מערכת הבריאות בנוגע לאופן ההסתגלות לשינויים האקלימיים. כמו כן, למשל, יש צורך בתכנון ערים ובהסדר חוקי בנייה אשר ייקחו בחשבון את שינוי האקלים וישימו דגש על נושאים כגון בידוד משופר של בניינים ועל יצירת שטחים פתוחים מוצלים בתוך האזורים העירוניים, לשם מניעה של הופעת "איי החום".

היבט בריאותי נוסף בתיאום עם משרד החוץ הוא הזדמנויות רבות יותר למתן סיוע רפואי למדינות זרות הנמצאות בקשיים בעקבות בצורות או שיטפונות.

מאחר וצפוי להיות שוני גיאוגרפי ברמת הפגיעות של האוכלוסייה, מאמצי ההסתגלות צריכים

להיות מופעלים ברמה המקומית. יש לשים דגש על קבוצות האוכלוסייה הרגישות ביותר כגון תינוקות, פעוטות, נשים הרות, חולים כרוניים וכן אוכלוסיות שמעמדן הסוציו-אקונומי נמוך. תהליך זה יפחית את השכיחות של גורמי סיכון למחלות כרוניות, וכתוצאה מכך יוביל לירידה בהיארעות מחלות כגון מחלות קרדיו-וסקולריות, מחלות נשימתיות ודיכאון. עיקרי המלצות צוות משרד הבריאות כוללות ניטור בזמן אמת והיערכות למתן תגובה מתאימה לאירועים קיצוניים (גלי חום וגלי קור, שיטפונות ואסונות טבע), כמו גם היערכות מתאימה לשינויים אקלימיים הדרגתיים.

תכנית פעולה 3. ניטור מקרי תמותה, תחלואה וטיפול בקבוצות סיכון

א. ניטור מקרי תחלואה בזמן אמת

יש לבסס וליישם מדיניות מתכללת ויעילה לצורך אזהרה מראש, מניעה, ניהול והתגברות על ההשפעות הצפויות של שינוי האקלים. מטרות אלו יושגו באמצעות מערכות ניטור חדשות, רגישות ויעודיות. תופעות של גלי חום, בדגש על העלייה הצפויה בעוצמתם ובמשכם, מסתמנות כנושא הבעייתי ביותר בארצנו. עם זאת, קיימת חשיבות גם לאירועי קיצון אפשריים אחרים, במיוחד כאשר לוקחים בחשבון את שילובם עם גורמי סיכון אחרים, דוגמת זיהום אוויר. לכן, העדיפות תינתן למדידה מדויקת ומקיפה של מדדי תוצאה בריאותית, היינו תחלואה ותמותה, תוך שימת דגש על שיפור מהירות הדיווח ואיכותו.

יש חשיבות עליונה ליצירה של בסיס נתונים ארצי המרכז את התוצאות הבריאותיות כפי שהן מתקבלות מהמערכות הממוחשבות, וכולל את כלל המפגשים הרפואיים בקופות החולים ובבתי החולים. תשתית זו תשקף תמונת מצב מהימנה לגבי ההשפעות הסביבתיות והאחרות על בריאות הציבור בזמן אמת ובדיוק רב. מאגר נתונים שכזה, הכולל מדדי חשיפה ותוצאות בריאותיות מקופות החולים ומבתי החולים, בצורה מסודרת, עדכנית, ממוכנת ומבוקרת יאפשר מתן מענה מיידי לשם הערכת מצב ולשם קביעת דרכי ההתמודדות לשם צמצום הנזקים.

ב. איסוף נתוני תמותה בזמן אמת

הנתונים העיקריים הדרושים בעת אירוע אקלימי קצר-טווח או מתמשך הינם נתוני תמותה ותחלואה בזמן אמת.

איסוף הנתונים בנוגע לתמותה במדינה צריך להיעשות בצורה ממוכנת, כך שהנתונים יישלחו ויורכזו תחת יחידה שתוגדר במשרד הבריאות, שתקיים קשר רציף עם מינהלת ההסתגלות לשינויי האקלים. תהליך זה נוגע הן למקרי תמותה בתוך בתי החולים והן למקרי תמותה בקהילה. נדרשת יכולת הפקה של דו"חות מעודכנים בתדירות של 48 שעות. הדו"חות המופקים צריכים לעמוד בביקורת תקופתית. הנתונים צריכים לעבור ניתוח ובקרה על בסיס יומי על ידי סמכות שתוגדר במשרד הבריאות.

על מנת להשיג את המטרות הללו, השיפורים הבאים צריכים להיעשות :

- יש לייסד מערכת קבועה ורציפה של איסוף נתונים בנוגע למקרי מוות בקהילה (תוך הסתייעות בנתונים שמקורם במרפאות הראשוניות, במשרד הפנים ובשירותי הקבורה).
- נתוני התמותה שנאספים מכלל המקורות צריכים לכלול מידע לגבי סיבות המוות, כולל האפשרות לסיבות מרובות ופירוטן. איסוף מידע מסוג זה עשוי להצריך שינוי באופן המילוי של הודעות פטירה.
- יש לאסוף נתוני תמותה בעלי רלוונטיות להשפעות אקלימיות שיוגדרו כמדד רגיש להערכת השפעות אקלימיות שונות.
- דיווח הנתונים צריך להתבצע בזמן אמת, על ידי מערכות ממוחשבות ותקשורת אינטרנטית. אחריות : משרד הבריאות

ג. איסוף נתוני תחלואה בזמן אמת

נדרש למסד מערכת ממוכנת שתכלול נתונים בנוגע למפגשים הרפואיים בין פונים לקופות החולים ובתי החולים (אשפוזים) שיועברו למשרד הבריאות. חשוב לציין כי חלק ממידע זה נאסף גם כיום על ידי משרד הבריאות, אלא שברוב המקרים הנתונים מועברים למשרד הבריאות בצורה אגרגטיבית ו/או אחרי תקופת זמן ארוכה לאחר האירוע. נדרש שפרק זמן העיכוב בזמינות הנתונים יהיה לכל היותר 48 שעות. הדו"חות צריכים לעמוד לביקורת תקופתית (גם בסופי שבוע וחגים).

על מנת להשיג את מטרות הללו, נדרשים השיפורים הבאים:

- דיווח הנתונים הקיים צריך להתבצע בזמן אמת, והדו"חות צריכים להיווצר באופן ממוכן על פי אלגוריתם מוגדר.
- סיבות האשפוז צריכות להיות מפורטות באופן ברור, לרבות כאשר קיים חשד שסיבת האשפוז קשורה לתנאי האקלים.
- בעת אירוע אקלימי יש להקפיד על דיווח מדויק ככל האפשר לגבי סיבת האשפוז כדי לאפשר לקשר בין האירוע האקלימי לבין האשפוז.

אחריות : משרד הבריאות

ד. טיפול בקבוצות אוכלוסייה בסיכון

רישום הנתונים הדמוגרפיים והמיקום הגיאוגרפי של קבוצות ושל פרטים השייכים לקבוצות אוכלוסייה בסיכון צריך להישמר ולהתעדכן באופן קבוע (קשישים, ילדים, חולים כרוניים, אנשים בעלי צרכים מיוחדים, אנשי מקצוע העובדים מחוץ למבנים מסתננים/מבקשי מקלט/עובדים זרים וכו').

על מנת להשיג את המטרות הללו, מומלץ לנקוט בצעדים הבאים:

- משרדי הבריאות והרווחה צריכים לשמור מרשם עדכני של כל החולים הכרוניים (מאגר נתונים של משרד הבריאות), וזאת בנוסף לרישום הקיים בנוגע לקשישים ולאנשים בעלי צרכים מיוחדים.
- רישום המיקום הגיאוגרפי של ילדים מתחת לגיל 3 צריך להיות מועבר ממשרד הפנים למשרד הרווחה.
- רישום המיקום הגיאוגרפי ואופי התפקיד של בעלי מקצוע העובדים מחוץ למבנים צריך להיבנות על ידי משרד הכלכלה, על בסיס הגדרת עיסוקים עיקריים מסוימים, לגביהם תתקיים חובת דיווח.
- כל הרישומים צריכים להיבדק ולהתעדכן באופן קבוע בתדירות מוגדרת. אחריות: משרד הרווחה, משרד הכלכלה.
- במהלך אירוע אקלימי חריג, עובדי משרד הרווחה צריכים ליצור קשר יומיומי עם כל האנשים השייכים לקבוצות האוכלוסייה בסיכון, לרבות קשישים ואנשים במצב סוציו-אקונומי נמוך, אם בשיחת טלפון ואם בביקור בית. במקרה הצורך יש לפנות אנשים אלה לבתי חולים או למקומות ציבוריים ממוזגים. מעקב זה צריך להתבצע בנוסף, ולא במקום, ההמלצות הקיימות לפיהן בני משפחה צריכים לבקר במהלך ימים חמים פרטים השייכים לקבוצות הסיכון כגון קשישים (מדינת ישראל, משרד הבריאות, 2008). אחריות: משרד הרווחה.
- רשות החירום הלאומית (רח"ל) צריכה לפתח תכנית פעולה הכוללת הגדרות של "שינויים ברמת הכוננות והפעילות" לצורך שיפור המוכנות לאירועים אקלימיים קיצוניים.
- יש לבצע אימונים על בסיס שנתי על מנת להעריך את התפקוד ואת האיכות של מערכות ניטור התחלואה והתמותה, בדגש על קבוצות האוכלוסייה שבסיכון.
- יש לבצע אימונים על בסיס שנתי על מנת להעריך את התפקוד, האיכות והמוכנות של המערכת להתמודדות עם מצבי חירום במהלכם יש לפנות פרטים השייכים לקבוצות האוכלוסייה בסיכון למקומות ציבוריים המותאמים לצרכי האוכלוסייה. אחריות: משרד הבריאות ומשרד הרווחה.

איסוף נתונים על וקטורי מחלה ומחלות המועברות על ידם והיערכות למקרה של התפרצות

יש להקים מערך קבוע לאיסוף נתונים בנוגע להופעה, לצפיפות ולפיזור הגיאוגרפי של בעלי חיים המשמשים כמארחים ("חיות מאגר") או כווקטורים ומעבירי פתוגנים. יש לפתח תכנית לשם ניטור כמותי ומרחבי של בעלי חיים המשמשים כמאגר או כווקטורים של מחלות לשם גילוי נוכחות של כל אחד מהפתוגנים הטפיליים, החידקיים או הנגיפיים. במקרה של גידול משמעותי באוכלוסיית המארחים או הנשאים, או במקרה של התפרצות של מחלה ידועה בבני אדם או הופעה של מחלה חדשה, יש לייצר בסיס נתונים מעודכן במשרד הבריאות תוך הנגשתו בעת הצורך להגנ"ס, 48 שעות לכל המאוחר ממועד זיהוי האירוע.

יש להדגיש כי כבר היום מתקיים ניטור של מזיקים ושל גורמי המחלה אשר הם עלולים לשאת ולהפיץ. עם זאת, לאור תהליך שינוי האקלים יש לבחון מדיניות ניטור זו שוב מבחינת סוג המזיקים מעבירי המחלות המנוטרים, תדירות הניטור והיקפו. נדרש לעדכן את החקיקה של בקרת המזיקים שתאפשר יישום משימות. יש להכין תכנית מעודכנת, ובמסגרתה לקבוע סדרי עדיפויות ואופן פעילות אשר יתאימו להתמודדות עם ההשפעות הצפויות של שינוי האקלים הן בשלטון המרכזי והן ברשויות המקומיות.

- במקרה של התפרצות מחלה המועברת על ידי וקטורים, או במקרה של עלייה משמעותית באוכלוסיית המארחים, יש להעביר מסרים לציבור באזור הגיאוגרפי הרלוונטי. המסרים יועברו דרך אמצעי התקשורת, כך שהציבור יהיה מודע לעובדה שעליו לנקוט באמצעי זהירות על מנת להימנע מהדבקה. אחריות: המשרד להגנת הסביבה בתיאום עם משרד הבריאות.
- במקרה של התפרצות מחלה המועברת על ידי וקטורים, המערכת הרפואית צריכה להיכנס למצב כוננות, ולהיות מוכנה לקליטה ולטיפול באוכלוסייה הנשאית/החולה. בשלב זה על משרד הבריאות לחדד את המודעות של הצוותים המטפלים לאבחון של התסמינים המוקדמים של המחלה הרלוונטית במטופלים חדשים, תוך עבודה מתואמת עם המשרד להגנת הסביבה. כמו כן, צריכים משרד הבריאות והמערכת הרפואית להיות מודעים ומוכנים לאפשרות של התפרצות מחלות נוספות המועברות על ידי אותו הווקטור. אחריות: משרד הבריאות בתיאום עם המשרד להגנת הסביבה.
- מוכנות משרד הבריאות המערכת הרפואית להתמודדות עם התפרצות של מחלות המועברות על ידי וקטורים צריכה להיבחן באופן שנתי, במיוחד לפני עונת הרבייה והפעילות של היתושים ובמהלכה. אחריות: המשרד להגנת הסביבה בתיאום עם משרד הבריאות.

ה. קידום מחקר ופיתוח מערך הדרכה והנגשת מידע

במטרה להתוות מדיניות מושכלת של ניהול ושל טיפול בהשלכות הבריאותיות האפשריות של שינוי אקלים יש צורך באיסוף מידע מדעי הנוגע לדפוסי היארעות של מחלות בתנאי אקלים משתנים. בהקשר זה, קידום של מחקר אפידמיולוגי יוכל לספק מידע לגבי אופי ואופן השינוי בתפוצה ובחומרה של מחלות שונות ברמת האוכלוסייה הכללית, ובדגש על אוכלוסיות בסיכון גבוה. מחקר לגבי אפיון ושכיחות של מזהמים סביבתיים (לרבות מקורות מים ומזון) יאפשר להתריע מבעוד מועד על הסכנה ובכך למנוע חשיפה של האוכלוסייה לזיהומים אלה. עידוד המחקר המדעי ואיגום כלל הממצאים המחקריים הרלוונטיים לכדי תמונה רחבה, עדכנית ומהימנה יאפשרו לנקוט מבעוד מועד באמצעים אשר יבטיחו התמודדות טובה יותר עם ההשלכות השליליות של שינויי האקלים על מצב הבריאות.

בכדי להתמודד באופן מיטבי עם אירועי תחלואה שמקורם בשינויי אקלים יש להבטיח כי צוותי

הרפואה יהיו מודעים להיבטים השונים של השפעת שינוי אקלימי על מצב הבריאות. העלאת המודעות של מגישי הסיוע הרפואי לנושא תאפשר אבחון מהיר ומדויק יותר, וכן הגשת טיפול מיטבי לחולים בעת הצורך. לשם השגת מטרה זו יש לפתח תכניות הכשרה ייעודיות עבור עובדי מערכת הבריאות הרלבנטיים. בנוסף, יש להבטיח יכולת טובה של הנגשת מידע חיוני לגבי ההיערכות האישית לשינויי אקלים, הן ברמת הפרט והן ברמת החברה, בדגש על קבוצות בסיכון יתר. המידע יעבור ריענון תקופתי בהתאם לעדכון התחזיות לשינויי האקלים.

עיקרי תכנית הפעולה וההמלצות

כפי שניתן לראות מהתוכניות הנ"ל, הנדבך המרכזי עליו מושתתת ההיערכות הינו איפיון והקמה של מערכת ממוחשבת לניטור תוצאות בריאותיות בזמן אמת. יש לתקצב את הקמת המערכת הממוחשבת ולקדם חקיקה שתסדיר אותה בהיבטים של חובת דיווח/שילוב קבצי מידע, הגנה על פרטיות וכד'. כמו כן, יד לעסוק בקידום מחקר אשר יהווה בסיס מדעי לשם הערכת ההשפעה של שינויי אקלים על המצב הבריאות של האוכלוסייה, בדגש על אוכלוסיות פגיעות. מחקר זה ישמש גם כבסיס להתוויה של מדיניות מניעתית ו/או תגובתית לשם צמצום ההשפעות השליליות האפשריות של שינויי אקלים על בריאות האדם. לבסוף, נדרש פיתוח תוכניות הכשרה ייעודיות לשם העלאת המודעות של צוותי רפואה לרלוונטיות של שינויי אקלים למצב הבריאות, וכן פיתוח מערך אשר יאפשר לתקשר באופן יעיל ומהיר מידע חיוני לציבור לשם התגוננות ומזעור נזקי אקלים בעת הצורך.

אפיון והקמה של מערכת ממוחשבת לניטור תוצאות בריאותיות בזמן אמת.

פעולות נדרשות מידיות :

1. הקמת צוות פעולה בראשות משרד הבריאות הכולל נציגים של אנשי השירותים לבריאות הציבור, בתי החולים, קופות החולים, חיל הרפואה, אנשי מחשוב בתחום הרפואה.
2. קידום חקיקה שתסדיר את איסוף המידע במערכת וניתוחו, מהיבטים של חובת דיווח/שילוב קבצי מידע, הגנה על פרטיות וכד'.
3. הגדרת הדרישות המבצעיות של המערכת, תשומות ותפוקות בריאותיות.
4. אפיון מערכות המחשוב הדרושות למימוש תשומות ותפוקות מידע.
5. הרצה ומידול על בסיס אירועים שוטפים.
6. הכרזת מבצעים וניטור שוטף.
7. תקצוב גופי הבריאות (בתי"ח, קופ"ח, משהב"ר) לשם פיתוח והטמעת השינויים וההתאמות הדרושים לשם מיזוג מטבי של מערכות המידע המשניות על פי דרישות המערכת הארצית. הערכת עלות הקמת המערך היא בגובה עשרות מיליוני ₪.
8. תקצוב משהב"ר עבור איפיון, הקמה ותחזוקה שוטפת של המערכת הארצית.
9. תקצוב משהב"ר עבור הניטור השוטף וניתוח הנתונים על בסיס המערכת. יש לפתח תכנית פעולה הכוללת הגדרות של "שינויים ברמת הכוונות והפעילות" לצורך המוכנות לאירועי אקלים קיצוניים (גלי חום, גלי קור, שיטפונות, בצורות). באחריות רשות החירום הלאומית (רח"ל).
10. תקצוב משהב"ר בנושאי מחקר והדרכה.

פעולות נוספות לביצוע :

11. משרד הרווחה צריך לשמור מרשם של כל החולים הכרוניים (תוך סיוע ממשרד הבריאות), וזאת בנוסף לרישום הקיים בנוגע לקשישים ולאנשים בעלי צרכים מיוחדים.
12. רישום המיקום הגיאוגרפי של ילדים מתחת לגיל 3 צריך להיות מועבר ממשרד הפנים למשרד הרווחה.
13. רישום עדכני של המיקום הגיאוגרפי ואופי התפקיד של בעלי מקצוע העובדים מחוץ למבנים צריך להיבנות על ידי משרד הכלכלה.
14. באופן כללי, כל הרישומים צריכים להיבדק ולהתעדכן באופן קבוע על בסיס שבועי או דו-שבועי. עם זאת, הרישומים בנושא תחלואה ותמותה יעודכנו לכל הפחות, מידי 48 שעות.
15. לאחר הקמת המערכת וניטור התוצאות הבריאותיות, יש לבצע תרגולים על בסיס שנתי על מנת להעריך את התפקוד ואת האיכות של מערכות ניטור התחלואה והתמותה, וכן את הטיפול בקבוצות האוכלוסייה בסיכון (למשל פינוי למקומות ציבוריים ממוזגים).
16. לאור תהליך שינוי האקלים יש לבחון ניטור מזיקים ופתוגנים מבחינת סוג המזיקים המנוטרים, תדירות והיקף הניטור, בדיקת גורמי המחלה ועוד. יש להכין תכנית מעודכנת ובמסגרתה לקבוע סדרי עדיפויות ואופן פעילות אשר יתאימו להתמודדות עם ההשפעות הצפויות של שינוי האקלים. באחריות המשרד להגנת הסביבה (רשות הטבע והגנים) ומשרד הבריאות.
17. מיסוד הקשר בין מערך הנתונים של משהב"ר לבין מנהלת ההסתגלות.

6.2 מים

מקורות המים הטבעיים בישראל צפויים להיפגע בצורה ישירה משינויי האקלים הצפויים. צפויה הפחתה משמעותית בנפחי המים באגן ההיקוות של הכנרת בעקבות הפחתה במשקעים. כבר עתה ניכרת ירידה בעובי המשקעים באגן ההיקוות של הכנרת וכמויות המשקעים באגן מראות שונות גבוהה.

בעשורים האחרונים תועדה ירידה בכמויות המשקעים באזורי ההזנה של מקורות נהר הירדן הניכרת בשפיעת המעיינות הגדולים (דן ובניאס) וירידה בנפחי המים המגיעים לכנרת. גם בדרום הארץ נמצאה ירידה מובהקת במשקעים (בערבה הדרומית ואזור אילת). השינויים באופי המשקעים ועלייה אפשרית באירועי קיצון עשויים להשפיע על המחזור ההידרולוגי בצורת עלייה בתדירות ועוצמת אירועים שיטפוניים. הפער בין היצע המים הטבעי לבין הביקוש למים יושלם על ידי ייצור של מקורות מים נוספים, בעיקר התפלת מי ים ועל ידי הגברת הטיפול בשפכים והעלאת איכותם כדי להתאימם לכל סוגי הגידולים החקלאיים. בנוסף, יש לפעול למען המשך ייעול השימוש במים, חיסכון וצימצום הדלף, בעיקר במשק המים העירוני. עם זאת, התפלה וטיפול בשפכים מצריכים שימוש יקר באנרגיה, פליטת מזהמים קונבנציונאליים ופליטת גזי חממה ולכן, יש לכלול גם שיקולים של מניעת זיהום סביבתי וזיהום מקורות המים.

האסטרטגיה של התפלה, המקובלת כיום בישראל, היא אסטרטגיה המוגדרת כ-"High Regret" מכיוון שכאשר נבנה משפעות אקלימיות והוא נותן מענה לביקושים הנובעים מגידול האוכלוסיה ועוד. תקן התפלה בכדי להתכונן לשינויי אקלים והללו לא יתרחשו, אזי ההפסד בגלל ההשקעה יהיה גדול. הצורך בבניית מתקני התפלה אינו נובע רק מבמיוחד יש לבחון את ההתפלה בהשוואה לאסטרטגיות אחרות, כאשר מתקני ההתפלה הקיימים והמתוכננים יספקו כ-600 מלמ"ש של מים מותפלים. יש להשקיע במדיניות "ללא חרטה". דהיינו, פעולות שייטיבו עם משק המים גם אם לא יתרחשו שינויי אקלים. ביצוע מדיניות זו עשוי למנוע בעתיד את הצורך בפיתוח מתקני התפלה נוספים על אלו הנבנים כיום. חלקן של הפעולות מוזכרות בתכנית האב למשק המים (להלן) אך אינן מקבלות כיום דגש מספיק. (להרחבה בנושא ניתן לקרוא גם את דו"ח מרכז הידע לשינויי אקלים, חלק ב'²⁰).

²⁰ מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל (2012). דו"ח מס' 1 - סקירת ידע קיים זיהוי פערי ידע ועדיפות להשלמתם http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/AdaptationKnowledgeCenter/Documents/ClimateChangeReport1_may2012_1.pdf

מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל (2012). דו"ח מס' 2 - המלצות מדיניות בתחומי מרכז הידע, שיווק בינלאומי של תוצרי מרכז הידע. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/AdaptationKnowledgeCenter/Documents/ClimateChangeReportSep2012.pdf>

תכנית פעולה 4. יישום תכנית האב למשק המים

מדינת ישראל היא מהמדינות הראשונות בעולם שנערכו בפועל לשינוי אקלים מבחינת משק המים. שינויים אקלימיים צפויים להשפיע על משק המים הן מצד היצע מקורות המים הטבעיים והן מבחינת הביקושים. רשות המים מפעילה כלים מקצועיים מגוונים ומשתפת פעולה עם מיטב המומחים באקדמיה על מנת לזהות מגמות אקלימיות קיימות וחזויות אשר ישפיעו על משק המים. הרשות מקדישה תקציבי מחקר ייעודיים במסגרת ה"קול הקורא למחקר", מזמינה עבודות (ניתוח מגמות, הפעלת מודלים והדמית אקלים) ומשתתפת בפרויקטים אזוריים ובינלאומיים בנושא שינויי אקלים ומים. במסגרת עבודות התכנון רשות המים מטמיעה את הערכותיה ביחס לשינוי אקלים תוך הגדרת תרחישים שונים.

במסגרת העבודה השוטפת ברשות ולקראת הכנת תכנית האב למשק המים²¹ מופו ההשפעות הפוטנציאליות העיקריות של שינויי האקלים על משק המים:

1. השפעת שינויי האקלים על כמויות המשקעים במדינת ישראל: הפחתה בעובי הגשם השנתי, ההשפעה על מאזני המים הזמינים.
2. השפעות על פריסת הגשמים – שינויים בחלוקת המשקעים בתוך עונות הגשמים (היחס בין הגשמים בסתיו, חורף ואביב, תזוזה בכמויות המשקעים בתוך העונות), משך פרקי גשם במהלך עונת הגשמים, הפסקות בין אירועי גשם.
3. תקופות מחסור- שינויים בתדירות, עוצמת ומשך תקופות בצורת.
4. עוצמות גשם – שינויים בעוצמות הגשם, השפעות של שינויים אלה על ניהול נגר עילי ומילוי חוזר, נגר עירוני, מערכות ניקוז, ספיקות שיא ושכיחות אירועי גשם קיצוניים.
5. שכיחות ומשך של אירועי שרב (דגש על שרבים בעונות המעבר אשר מגבירים את צריכת המים במהלך עונת הגשמים), השפעות עליית הטמפרטורה על צריכת המים במגזר הביתי והעירוני (גינון).
6. השפעות העלייה בטמפרטורה על ההתאדות – התאדות מהקרקע וממאגרי מים (כנרת) בחלוקה לעונות השנה (תקופת החורף לעומת הקיץ).
7. השפעות אקולוגיות של השינויים הצפויים על גופי מים כמו אגם כנרת.
8. תחזיות לגבי עליית מפלס הים התיכון והשפעות עליית המפלס על אגן החוף (מפלסים ואיכות מים בתאי האקוויפר השונים, יציאות מים מתוקים לים, חדירת פן בייני).

לאור ההשפעות החזויות של שינויי האקלים הוחלט ברשות המים להביא בחשבון הפחתה הדרגתית של כ-15% בנפחי המילוי החוזר הצפויים להתקבל במקורות המים הטבעיים הקשורים למערכת הארצית במהלך השנים עד אופק תכנון של 2050. תכנית האב לוקחת בחשבון את כל

²¹ זיידה וחבריו 2012. תכנית אב ארצית ארוכת טווח למשק המים. חלק א- מסמך מדיניות. מהדורה 4.
<http://www.water.gov.il/Hebrew/Planning-and-Development/Planning/MasterPlan/DocLib4/PolicyDocument-final-2012.pdf>

מאזני המים החזויים: היצע וביקוש. ההפחתה כתוצאה משינויי אקלים הינה אחת מהנחות התכנון / תרחישים חזויים אשר כוללת גם תרחישים כגון ירידה בהיצע עקב ירידה באיכות המים, הסכמי מים עם השכנים, עלייה בביקוש למים וכד'. הפער בין היצע וביקוש במערכת הארצית מושלם ע"י מקורות מים מלאכותיים ובעיקר התפלת מי ים ומים מליחים. הפער בין היצע טבעי וביקוש לאחר שמביאים בחשבון גם את שינויי האקלים מביא לכך שסך היקף ההתפלה שיידרש בשנת 2050 הינו מעל 1.5 מיליארד מ"ק בשנה. 12% מתוך היקף זה מוערך כמוכנות של משק המים לירידת היצע עקב פחיתת ההיצע הטבעי כתוצאה משינויי אקלים.

היערכות רשות המים לשינויי אקלים

על מנת להיערך לשינויי האקלים בעתיד, נוקטת כבר היום רשות המים במספר צעדים אופרטיביים.

עיקרי תכנית הפעולה של רשות המים מפורטים להלן:

1. "תרחיש הבסיס" לשינויי אקלים:

א. רשות המים עברה לתכנן על פי סדרת נתונים הידרולוגים עיתית מעודכנת המתחילה משנת 1993. נתונים אלה כבר מביאים בחשבון שינויי ביחס להיסטוריה (ירידה מדודה בהיצע המים הטבעיים). לצורך תכנון עתידי של משק המים עושה רשות המים שימוש בנתונים המתקבלים ממודלים הידרו-אקלימים ברזולוציה גבוהה. על פי ניתוח מודלים המבוצע בשירות ההידרולוגי הובאה בחשבון ירידה נוספת על מה שחוינו עד כה (ניתוח המודלים מצביע על ירידה נוספת של כ-20% במקורות המים הטבעיים באגנים הצפוניים (כנרת וגליל מערבי) וכ-17% במוצא בכל האגנים במערכת הארצית (בתוספת אגן ההר, הכרמל והחוף) ביחס לתקופה 1993-2016.

ב. הובאו גם תרחישי עלייה בביקוש למים (הצריכה לנפש תעלה בעד 10 מ"ק לנפש לשנה ביחס לקיים הקיים כיום ותגיע לרמה של כ-100 מ"ק לנפש לשנה) ונלקחה בחשבון עליה בביקוש למים בסקטור החקלאי וגידול באספקה לשכנים (ממלכת ירדן, רש"פ).

ג. נקבעו קריטריונים לאמינות אספקה תוך הערכות למצרף/ מעטפת תרחישים.

2. בהתאם לתרחישים אשר הוצגו בסעיף 1, החליטה רשות המים לקדם את התפלה לפי התרחישים לעיל:

א. קידום התפלה בגליל מערבי (200 מלמ"ש לפחות) – רצוי לתחילת העשור הבא.
ב. קידום מתקני התפלה בהיקף כולל של כ-1.8 מיליארד מ"ק עד 2050 (שוריינו שטחים לכל המיתקנים למעט גליל מערבי).

3. חיבור אזורי מנותקים למקורות מים נוספים:

א. חיבור אגן כינרת – הוחל בתכנון היפוך כיווני זרימה במערכת הארצית כך

שצרכנים באגן כינרת יקבלו מים מהמערכת הארצית באופן ישיר ו/או דרך אגם כינרת.

ב. חיבור עמקים מזרחיים – קידום תכנון לבחינה תגבור אספקה לעמקים מזרחיים מאזור הכינרת ו/או המערכת הארצית.

4. המים השפירים הוזלו במסגרת קידום תיקון חוק 27 – מאפשר ביסוס אספקת מים שפירים גם לחקלאות באזורים בהם אין חלופת מים שוליים, שמירה על ערך המים במקור באמצעות גילום היטלי הפקה שהיו בעבר בתוך עלויות המים העתידיות.

5. שיקום ושימור מקורות המים הטבעיים:

א. שימור מקורות המים הטבעיים כתשתית אסטרטגית – חלק ממדיניות תוכנית האב.

ב. שימור כושר הפקה- הוחל מתווה של תוכנית לשימור כושר ההפקה ממי תהום (התיישנות מערכות וקושי סטטוטורי למקם קידוחים).

6. קידום אסדרת מים שוליים לאזורים שונים – במסגרת תוכניות קולחים אזוריות כולל אסדרה מבנית של הנושא כשהמטרה הנגשת מים שוליים לאזורים שונים להגדלת היצע המים האזורי לצרכי חקלאות.

7. קידום תפיסת מי שיטפונות- במקומות בהם העניין ישים הידרולוגית/סביבתית וכלכלית מעוניינת רשות המים לתפוס מי שיטפונות במעלה האגנים, להחדירם ולנצלם לטובת משק המים לפני הזרמתם לים (לדוגמא, פרויקטים שכבר מתוכננים ומבוצעים באגן איילון).

8. נגר עירוני – כתיבת מסמך מדיניות בשיתוף עם מנהל התכנון בנושא הנחיות לניהול הנגר העירוני ובניה משמרת לטובת צמצום נזקי הצפות ושימוש בנגר העירוני.

9. שינויים טכנולוגיים – קידום טכנולוגיות שחוסכות ומייעלות את השימוש במים (קול קורא מס' 4 בנושא יצא השנה).

6.3 בנייה ותכנון עירוני

בעת גיבוש מדיניות בתחום הבנייה הירוקה להתמודדות עם שינויי אקלים, יש להתייחס לשני היבטים שיש ביניהם יחסי גומלין: הפחתת צריכת האנרגיה בבניינים ופליטות גזי החממה (Mitigation) והסתגלות לשינויי האקלים הצפויים (Adaptation).

הפחתת צריכת אנרגיה ופליטות גזי החממה במבנים כרוכה בין היתר בשינוי התכנון, הבנייה, הניהול והשימוש בבניינים. שינוי זה צריך להתייחס לא רק להיבט של צמצום הפליטות, אלא גם לנושא הקיימות כולו, הכולל את הנושאים סביבה, רווחה וכלכלה. קידום ואף חיוב בנייה חדשה בעמידה בת"י 5281 – התקן הישראלי לבנייה ירוקה הוא מסלול חיובי בהקשר זה. פעולת ההסתגלות, בנוסף להתאמה להתחממות הצפויה, כוללת גם מניעה או הקטנת הנזק מאסונות עתידיים, כאשר המרכיבים החשובים בתחום זה הם חיזוק היכולת המקומית, תכנון וניהול של שימושי קרקע, תקנות בנייה ותכנון מבנים עמידים בפני אסונות, הגנה על תשתיות ושירותים קריטיים, אזהרה מוקדמת, וכבסיס לכל אלו – מימון. ההסתגלות וההפחתה חשובות שתיהן באותה המידה בהתמודדות עם שינויי האקלים הגלובליים. אמצעי ההסתגלות יכולים להקטין את רמת הפגיעות לסכנות משינויי האקלים, בעוד שההפחתה מסייעת בהאטת קצב השינויים והיקפם, ובכך תורמת לדחיית מועד ההשפעות ולהקטנתן. רוב התועלת של ההפחתה לא מורגשת מיידית אלא לאחר כמה עשורים, ולכן הסתגלות נדרשת כדי להתייחס להשפעות בהווה ובעתיד הקרוב. לכן, ללא הפחתה, ההשפעות של שינויי האקלים יצמצמו באופן משמעותי את האפקטיביות של ההסתגלות. יש לציין כי במקרה הפרטני של מדינת ישראל, הפסקה טוטלית של פליטות גזי חממה לא תוביל להפחתה בשינויי אקלים גלובליים עקב האחוז היחסי המזערי היחסי של ישראל בכמות הפליטות העולמית ועם זאת חשוב לזכור כי ביחס לרמת פליטה לנפש, רמת הפליטות של ישראל גבוהה ביחס למדינות אחרות. בעשורים האחרונים ישנה עליה בפעולות הננקטות בערים בעולם כתגובה לאתגר האקלים, אולם מקרי בוחן מדגימים שההפחתה וההסתגלות זכו לעדיפות רק כאשר הייתה הבנה של ההשפעה המקומית של שינויי האקלים, או כאשר הפעולות היו קשורות לנושאים שכבר על סדר היום המקומי כגון אנרגיה או איכות האוויר. בפעולות רבות הננקטות בערים בעולם עדיין אין התייחסות לשינויי האקלים ברמה הכוללת את הקשר שבין הפחתה והסתגלות לבין פיתוח, או שההתייחסות היא להיבט מצומצם בלבד. המדיניות בנושאי הפחתה והסתגלות כיום היא בד"כ בהקשרים וברבדים שונים, וחשוב לגשר על הפער ולהסתכל על שני הנושאים כשני צדדים של אותו מטבע.

בנוסף לכך, בהיבט האנרגיה יש לוודא מתן עדיפות ברורה לרשת חשמל חכמה ולמימוש הקונספט של ערים חכמות במובן של הגברת היעילות בצריכת משאבים כגון שימוש במערכות מידע ותחבורתיות להפחתת הנסועה ועל ידי כך הפחתת זיהום האוויר. כחלק מהמאמץ, יש לעודד ולהסיר חסמים שיבזרו את מקורות ייצור האנרגיה במרחבים העירוניים בכלל ועל גבי גגות או חזיתות מבנים בפרט (חשמל סולארי). דו"ח ופרויקט משותף עם מרכז מילקן לחדשנות שיזם המשרד להגנת הסביבה סקר את הדרכים לעידוד ייצור אנרגיה מבזר על גבי גגות מבני מגורים משותפים בישראל.

מדיניות שמקדמת באופן פעיל פתרונות משולבים גם להפחתה וגם להסתגלות חשובה במיוחד בענף הבנייה, ויש אפשרויות רבות להשקעות סינרגטיות אשר יכולות להפחית את העלות הכוללת של שינויי אקלים. לדוגמה, שימוש בטכנולוגיות בידוד מתקדמות ותכנון סולרי פסיבי יועילו גם כאמצעי הפחתה וגם כאמצעי הסתגלות שיביא לצמצום הגידול הצפוי בעומסי מיזוג אוויר עקב ההתחממות. מעבר לשיפור איכות החיים ובריאות אנשים בבניינים, הקטנת צריכת האנרגיה ע"י תכנון אדריכלי נכון, עשויה לעזור בהתמודדות עם מצבים של עוני אנרגטי ע"י הקטנת ההוצאות של משפחות עבור אנרגיה לאקלים, תוך הבטחת תנאי נוחות תרמיים ראויים. האתגרים הנובעים מהקצב המהיר של תהליכי העיור, מקשים מצד אחד על התגובות לשינויי האקלים, אולם מאפשרים מצד שני הזדמנויות רבות לפתח תגובות מגובשות של אסטרטגיות כוללות של הסתגלות והפחתה. האוכלוסייה, החברות והרשויות של מרכזים עירוניים יהיו גורם מרכזי בפיתוח אסטרטגיות אלו. בדרך זו שינויי האקלים עצמם יפתחו הזדמנויות לשפר פעולות בכלל ובאמצעות גופי התכנון בפרט ברמת השלטון הלאומי והמקומי ולעודד את המימוש של צדק חברתי וכלכלי כמו גם של פיתוח בר-קיימא. בנוסף, נדרש מיקוד בנושא אנרגיה בבנייה, תוך אימוץ החיוב לבנייה בתקן בנייה ירוקה, מכיוון שתחום זה מהווה היבט חשוב בקידום "בנייה בת-קיימא".

חסמים בהתמודדות עם שינויי אקלים בתחום הבנייה

מדיניות יעילה למימוש פוטנציאל ההסתגלות בתחום המבנים צריכה להיקבע מתוך זיהוי והבנה של מכלול החסמים המגבילים אותה. קיימים חסמים כלכליים קלאסיים, שעיקרם הוא חוסר מימון מספיק לצורך התייעלות אנרגטית ושימוש באנרגיה חלופית. יש מחסור בתמריצים אשר יחפו על תקופות החזר ההשקעה, אשר מגיעות לעיתים למספר שנים. כמו כן, אין זהות בין המשקיע (היזם, הקבלן) לבין המוטב העיקרי מההתייעלות האנרגטית (המשתמש), עובדה המצריכה מערכת מורכבת של תמריצים מפוצלים. רק לעיתים רחוקות יהיה גורם אחד אשר ישתתף בכל האספקטים של הבנייה, התפעול והמימון. לרוב מקבלי ההחלטות אין את הידע או היכולת לחשב את עלות המבנה למחזור חיים שלו ולהעריך את ההשלכות של החלטות מוקדמות בתכנון. לפיכך, בעת הפיתוח של מרבית המבנים ניתנת יותר תשומת לב לעלויות הידועות של הבנייה, מאשר לעלויות העתידיות הלא-ידועות של התפעול. גם בעת הערכת מבנה לצורך מתן מימון, המיקוד הוא על עלויות הבנייה ולא על עלויות התפעול, ולכן לעיתים לגורמים פיננסיים, כמו הבנקים, אין עניין במימון השקעות בשיפורים אנרגטיים. בנוסף לחסמים הכלכליים, ישנם חסמים הקשורים בחוסר ידע ובדעה הרווחת לגבי תכנון ובנייה. בעת תכנון בניין חדש, היעילות האנרגטית היא רק שיקול אחד מני רבים, ולעיתים נמצאת במקום נמוך בסולם העדיפויות של הדרישות מהמבנה. מרבית המתכננים, המהנדסים והעוסקים בענף הבנייה יודעים מעט מאד על יעילות אנרגטית ואיך להשיגה וחלקם לא מוכנים להשקיע בלימוד הנושא. עובדה זו עלולה לגרום לעיכובים ועלויות נלוות אשר יקטינו את העניין של הבונים בהשקעה בהתייעלות, וכפועל יוצא גם את העניין של השוק בהחדרת מוצרים וטכנולוגיות יעילות. בנוסף, כוח ההתמדה בענף הבנייה מסית את ההעדפה של הבונה כנגד בחירות יעילות בגלל היבטים

של סגנון חיים, מעמד ומנהגים חברתיים. צריכת האנרגיה כיום גבוהה בהרבה מזו שבאמת נדרשת לצורך נוחות, ויש המחשיבים ירידה בצריכת האנרגיה ועליה ביעילות כירידה בנוחות או כפגיעה במעמד וביוקרתיות. ביחס לעובדות אלו ערכן של הטבות כלכליות נמוך יותר בעיני הצרכן. המוטיבציה של צרכנים בנושא יעילות אנרגטית אינה גבוהה גם בגלל שהשקעה בחיסכון באנרגיה היא בלתי נראית בהשוואה להשקעות אחרות שניתן לשווק, ובגלל שהוצאות האנרגיה העתידיות של בנין חדש אינן נתפסות כאמיתיות. לעיתים קרובות צרכנים חושבים בטעות שמבנה הוא יעיל אנרגטית גם אם הוא אינו כזה, כמו הנטייה לחשוב שכל בנין חדש הוא אוטומטית יעיל במידה מספקת. למרות שחוקי הבנייה מציינים את הדרישות המינימליות ולא האופטימליות, וגם זאת רק בנוגע לתחום ההתנגדות התרמית של קיר המעטפת של הבנין, יש נטייה לחשוב שהדרישות המופיעות בחוקי הבנייה מספקות, והן הופכות להיות הסטנדרט המקובל בבניינים חדשים, כיוון שאין תמריץ לבונים ולרוכשים להשקיע בסטנדרט גבוה יותר. כיום חוקי הבנייה בישראל מחייבים עמידה בדרישות בידוד מינימליות של מעטפת המבנה בהתאם לת"י 1045. מעבר לכך אין בתקנות התכנון והבנייה או בקוד הבנייה הישראלי דרישות תכן או תכנון ביחס לנושאים נוספים הנוגעים להשגת יעילות אנרגטית מינימלית נדרשת במבנה כגון: מערכות אלקטורמכניות, תאורה, מעליות מערכות מיזוג וכיוצב' או דרישות בנושאי זיגוג, תכונות תרמיות של חומרי בנייה, תכנון פסיבי וכיוצב'. פירוט נוסף בנושא ניתן בתכנית פעולה מספר 5 תחת תת הכותרת "התחומים בהם עוסקים התקנים והנחיות התכנון".

במדינות אחרות בעולם ישנם חסמים הקשורים גם כן בתקנות הקיימות, לדוגמה דרישות מיוחדות בהיתרים למתקני אנרגיה חלופית המהוות מעמסה ניכרת על היזם.

החסמים בתחום המבנים רבים, מגוונים וחזקים והם שלובים זה בזה ומגבילים האחד את השני. לדוגמה, בזמן שהממשלה קובעת מדיניות ברורה לחיזוק מבנים ישנים ולטיפול המרקם הוותיק בכל ערי ישראל, עדיין קיימת הטענה ששדרוג אנרגטי (RETROFIT) למבנים ישנים עשוי לסכן את המודל הכלכלי שמאפשר את חידושם וחיזוקם בשל אורך החיים הקצר-בינוני של המבנים. לכן לא ניתן למצות את פוטנציאל ההפחתה ע"י כלי מדיניות יחיד, אלא נדרשת מדיניות מורכבת ומקיפה, הבנויה משילוב של חוקים ותקנות, כלים כלכליים ותכניות מידע, תוך ניצול האפקט הסינרגטי שבין הכלים להגברת יעילותם והשגת הפחתה משמעותית. נדרשת מעורבות פעילה, תקיפה ומשולבת של כל בעלי העניין בענף הבנייה – אדריכלים, מהנדסים, קבלנים ובעלי נכסים, בתמיכה של הבנקים, חברות הביטוח, מקבלי החלטות, הממשלה והציבור כולו. רק בשיתוף פעולה ניתן להתמודד ביעילות עם התייעלות אנרגטית ושינויי האקלים.

גיבוש מדיניות

מרכיב מכריע בהתמודדות עם המשבר האקלימי הינו **הצבה של יעדים ארוכי טווח**. בדומה למדיניות לטווח ארוך במדינות בעולם, בהן נקבעו יעדים שאפתניים, וגובשו תכניות אסטרטגיות לאורם, מדיניות ארוכת טווח מקומית תניע את המשק כולו לכיוון של מציאת פתרונות ממשיים.

גם בהסתכלות ממוקדת על סקטור המבנים, ראוי לאמץ עקרון זה. מדינות בעולם כבר קבעו אסטרטגיות ארוכות טווח ויעדים להשגת סטנדרטים מופחתי אנרגיה לבניינים חדשים. לדוגמה, בהולנד יש הסכם וולונטרי עם התעשייה להפחית את צריכת האנרגיה בהשוואה לקוד הבנייה הקיים ב-50% עד 2015 ולהגיע למבנים ניטרליים אנרגטית עד 2020. בבריטניה השאיפה היא להגיע לבתים מסוג ZEB - Zero Energy Buildings עד 2016. בצרפת כל הבניינים החדשים צריכים לייצר אנרגיה עד 2020 ולהיות במאזן אנרגיה חיובי. קליפורניה הציבה יעד של ZEB לשנת 2020 למבני מגורים, ולשנת 2030 למבני מסחר.

חשוב שקביעת היעד תהיה מלווה בהתווית נתיב מדורג של מטרות שיאפשרו את השגתו. במחקר נמצא שלעיתים מטרות ההפחתה לטווח קצר אינן מספיקות לצורך השגת היעד שנקבע לטווח ארוך. ערים בארה"ב לדוגמה, אימצו יעדים ארוכי טווח המתקרבים להפחתת 80% מהפליטות עד לשנת 2050, אולם הפעולות שהן ממשות בטווח הקצר חלשות מידי ואינן מייצרות נתיב מעשי לקראת היעד הזה (כמו אמצעים וולונטריים שעדיין לא יושמו).

צעדי מדיניות ואתגרים עתידיים בתחום הבנייה הירוקה

משרד הבינוי נוסד על מנת לאפשר לכל תושב ישראל נגישות לדור הולם בסביבה נאה. כיום מתמודד המשרד מול אתגרי שינויי האקלים במטרה להמשיך לייצר ולשמור על מציאות שמאפשרת לכל תושב ישראל נגישות לדור בר השגה, בריא, אקולוגי, בטוח, ויעיל לתפעול - מבחינה פיזית, חברתית וכלכלית. גורמים ממשלתיים נוספים משפיעים על תכנון ובינוי המרחב העירוני, בדגש על מנהל התכנון ומטה הדור הלאומי. כמו כן, מפתח משרד הבינוי כלי בנושא תכנון בר-קיימא של שכונות, "שכונה 360".

במבני מגורים ישנים ישנן מערכות המושתתות על טכנולוגיות ישנות, לא יעילות ולעיתים בלויית, פגומות ומקולקלות. במבנים אלה, סוגיית חובת שדרוג המערכות הלא יעילות הינה אקוטית. אולם, במבנים אלה מתגוררת, על פי רוב, אוכלוסייה ברמה חברתית-כלכלית נמוכה. גם במבנים חדשים בהם מתגוררת אוכלוסייה בעלת מאפיינים חברתיים-כלכליים גבוהה יותר, מוטמעות לרוב מערכות המושתתות על טכנולוגיות ישנות ולא חסכוניות. טכנולוגיות חדשניות מייעלות את תפעול מבני המגורים, אך מעטים מטמיעים אותן, לעיתים בשל עלויות רכישה והתקנה גבוהות ולעיתים בשל חוסר מודעות ליתרונות הגלומים בטכנולוגיות החדשני על פני הטכנולוגיות הנפוצות בשוק. כמו כן, טכנולוגיות אלו נתקלות בחסמים הנובעים מהמחסור בדרישות מחייבות להתקנתן בתקנות מחייבות. העלויות הגבוהות של הטמעת הטכנולוגיות נובעות מהצורך לשנות או להחליף מערכות טכנולוגיות קיימות, ממחירי הציוד החדשני ומהמיומנות המיוחדת הנדרשת ממתקני המערכות. שילוב גורמים אלו יוצר מצב מעוות שבו עלויות תפעול יחידות המגורים של אוכלוסיות בעלות הכנסה נמוכה עד ביניים הינה גבוהה, והיתרה הפנויה לניהול משק הבית השוטף (המצומצמת מלכתחילה), קטנה. מצב זה גורם לתופעת העוני האנרגטי ומעיד על סתירה כלכלית בין דור בר

קיימא לדיוור בר השגה. רק בעלי אמצעים יכולים להתקין טכנולוגיות שיחסכו להם כספים. עקב עלות הטכנולוגיה והתקנתה, מעמד הביניים אינו יכול לאפשר לעצמו מערכות שיחסכו לו כסף, ואף נאלץ לרכוש דיוור, קיים או חדש, בו לא הותקנו טכנולוגיות יעילות.

משרד הבינוי מזהה את אי התקנת הטכנולוגיות היעילות כמכשול לתפעול תקין של הבית. על כן, משרד הבינוי פעל, בשיתוף המשרד לאנרגיה ומים ובליוי של גורמים רלוונטיים אחרים, באמצעות עריכת מחקר (ראו **תכנית פעולה הכשרה מחקר ופיתוח**) בנושא "מנגנונים כלכליים למימון הטמעת טכנולוגיות מקיימות לבנייה ושדרוג מבני מגורים" ליצר אופציות פיננסיות, אשר יובילו לכדאיות התקנת טכנולוגיות יעילות לתפעול מבני מגורים. אופציות אלה יתאפשרו, במסגרת שינויי חוק באם יידרשו, על מנת להציע לרוכשי דיוור ולקבלני מבני מגורים סיוע במימון מערכות תפעול מקיימות (ראו **תכנית פעולה כלים כלכליים**). המשרד להגנת הסביבה בשיתוף מרכז מילקן לחדשנות זיהה בשנים האחרונות את כשל השוק היסודי שאינו מעודד את יזם הבניה להשקיע בבנייה ירוקה ולמעשה מקבע מכירת מבנים לא יעילים לעשרות שנים. מתוקף כך, יזם המשרד את המעבדה הפיננסית ופרסם דוח המלצות ליצירת תמריצי מיסוי לעידוד מעבר של השוק היזמי להשקעות בבנייה ירוקה למגורים²². במסגרת המלצות המחקר למנגנונים כלכליים, הוצע לחבר בין פעולות שיפוף לחיזוק מבנים להטמעת טכנולוגיות יעילות. ממצאי המחקר פורסמו באתרי האינטרנט של משרד הבינוי ושל המשרד לאנרגיה ומים, וכללו מדריך להתייעלות אנרגטית במבני מגורים עם פרטי שיפוף ועלויות צפויות. על בסיס מחקר זה מתוכנן "פיילוט" שדרוג לבדיקת הממצאים. סביר להניח שעם הזמן מגמת בנייה ושדרוג מבנים לקיימות תביא להעלאת הביקושים לטכנולוגיות יעילות, להגברת ההיצע ולהורדת עלויות. המנגנונים הפיננסיים שיופעלו בעתיד יזרזו תהליכי היצע וביקוש אלה, וכך יעודדו את הפחתת העלויות להתקנת ותפעול מערכות ביתיות יעילות לחסכון במשאבי טבע ולהעצמת איכות חיי הדיירים.

המשרד פועל להטמעת עקרונות פיתוח בר קיימא בתכניות הבינוי. תופעת המדבור וסכנת ההתייבשות מחייבים את הגברת היצע המים, שמירה על המרחבים הירוקים, שמירה על נוחות תרמית, יצירת אנרגיה חלופית, בנייה ירוקה, הצללה, ערים קומפקטיות וכד'. המשרד מקדם פרויקטי פיתוח, תכניות אזוריות מקומיות ותכניות לבניין עיר (תב"עות) לטובת הציבור הרחב, תוך ניצול נושא ההסתגלות לשינויי האקלים ככלי למינוף הצורך בבנייה איכותית ובת קיימא. על רקע סכנת ההתייבשות של דרום ישראל, המשרד פועל במסגרת המדיניות הלאומית לפיתוח הנגב ותוך התייחסות לתכנון ארצי (תמ"א 35) ואזורי (תמ"מ 23/14/4).

פעולות נוספות נעשות בתחום התכנון והפיתוח העירוני, ובמקביל להחלפת מידע בין-אירגונית ברמה בינלאומית עד מקומית, כגון עריכת והשתתפות בימי עיון בנושאי פיתוח בר קיימא ופיתוח של כלי תכנון ומדידה (benchmarking) ומדריכים מקצועיים בראיית עולם של פיתוח בר קיימא, כולל מסמכי מדיניות, הנחיות ומדריכי תכנון בתחומים השונים של התכנון העירוני. ההתמקדות הינה בנושאים הרלוונטיים לבניין ערים, שכונות ומבני מגורים - כמו תחומי הצללה והחשיפה לרוח והנוחות התרמית, שימור נגר עילי, החיסכון במים ובאנרגיה והאנרגיה החלופית, החוסן העירוני,

²² <http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/greenbuilding/producing-energy-in-buildings/documents/solar-energy-nir-lotan.pdf>

בנייה קומפקטית ויעילה, שמירה על המרחבים הירוקים, בנייה ירוקה, בניית ערים קומפקטיות, וכד'.

כלי חשוב במיוחד להתמודדות באתגרי שינויי האקלים הינו קוד הבנייה שנכתב ומנוהל על ידי המשרד במסגרת ועדה בין-משרדית ובין-תחומית. הקוד קובע סטנדרטים מינימליים לבנייה, עוסק באנרגיה ובשימור משאב המים, ומתעדכן באופן שוטף.

יועצי הקוד השתתפו גם בהכנת סדרת תקני 5280 – אנרגיה בבניינים, במטרת לאמצם כתקינה מחייבת בתוך תקנות התכנון והבנייה. מתוך ארבעה תקנים בסדרת 5280: חלק 1.1 - אנרגייה בבניינים: מעטפת הבניין - בנייני מגורים. תקן 5280 חלק 2 - אנרגייה בבניינים: מערכות תאורה. תקן 5280 חלק 3 - אנרגייה בבניינים: מערכות אקלים (חימום, אוורור ומיזוג אוויר). תקן 5280 חלק 4 - אנרגייה בבניינים: מערכות - חימום מים, חשמל, משאבות ומעליות – אושר רק חלק 2 באופן חלקי. בתקנות התכנון והבנייה בפרק יעילות אנרגטית טרם אימוץ התקנים נערכה בדיקה מעמיקה בדבר יכולת העמידה בהם. נמצא כי תקן 5280 חלק 1.1 נדרש לעבור תיקון טרם אימוצו בתקנות. תקן 5280 חלק 2 אומץ בפרק תאורה ונמצא בדיונים עם מינהל התכנון טרם הבאתו אל ועדת המשנה לבנייה ולתקנות. בשנה האחרונה אושרו בועדת תקנות הבנייה אימוץ וחיוב תקן מקסימום ומינימום לתאורה בשטחים משותפים במבני מגורים, וכן במבנים ציבוריים. כמו כן, אושרו תקנים חסכוניים באנרגיה לענין מערכות אוורור ומיזוג אוויר בבניינים (חלקים מתקנים 6210 ות"י 5280 חלק 3). בשנים האחרונות נעשה תיקון בתקנות התכנון והבנייה בדבר חובת התקנת מערכות סולאריות גם בבניינים רבי קומות, (עבור 7 הקומות העליונות). בשנים האחרונות, ביצע משרד הבינוי בדיקה יסודית מקיפה לעניין חימום מים בבנייני מגורים בכל הגבהים על מנת שזו תשמש בסיס לקבלת החלטות נכונה לעניין חימום מים יעיל אנרגטי וכלכלי מבחינת אחזקתו לדיר. העבודה פורסמה באתר המשרד והופצה לציבור הרחב. בנוסף, בימים אלה עוברות התקנות שינוי במטרה לחייב גם את הקומות התחתונות בשימוש באנרגיה יעילה לחימום מים, או לחילופין לאפשר התקנת PV על הגגות בשילוב משאבות חום לחימום מים. במסגרת השינוי בוחן הצוות איסור שימוש בחימום מים באמצעות גפ"מ ו דוד חשמלי.

בימים אלה מקדם משרד הבינוי מהלך משמעותי שבוחן את נושא עלות תחזוקת המבנים לצרכן הפרטי וכן לכלל הבניין בעידן ריבוי המערכות המשרתות דירת מגורים. במסגרת פעילות זו, מוצע כי יעשה שינוי בחוק מכר דירות, לפיו יחויב הקבלן המוכר לציין את ההוצאה האנרגטית ועלותה הן בדירת המגורים והן בשטחים המשותפים בבניין.

בנוסף על העבודה הנעשית במשרד בתחום המבנה הבודד, קיימת במשרד ההבנה לחשיבות התכנון של המרחב הציבורי בעידוד המעבר לאורח חיים מקיים. התמקדות בשכונה כיחידה מרחבית הינה נדבך חשוב בביסוס דפוסי פיתוח בני קיימא המסייעים בצמצום פליטות ובהסתגלות לשינויי האקלים.

משכך, משרד הבינוי והשיכון, מתוך ראייה ארוכת טווח, מקדם בשנתיים האחרונות, בשיתוף

המועצה לבניה ירוקה, כלי מדידה לשכונות בנות קיימא - "שכונה 360 מעלות - מדדים לתכנון ולפיתוח סביבות מגורים". לקנה המידה השכונתי השפעה על מרכיבים רבים המכתיבים את אורח החיים ומשפיעים על איכות החיים, על המערכות האקולוגיות ועל צריכת משאבי טבע. תכנון ובינוי בני קיימא הינם רב-תחומיים ומחייבים התייחסות לשדות ידע מקצועיים שונים. השפעתם ניכרת בנושאים בעלי ביטוי פיזי כגון ייעול השימוש במשאבי קרקע, ניהול מים וחסכון באנרגיה, צמצום פסולת, הפחתת זיהומים, שמירה על משאבי טבע והפחתת פליטות גזי חממה, ועידוד השימוש בתחבורה חליפית, אך גם בהתייחסות להיבטים העוסקים בצדק חברתי-מרחבי, צמצום אי שוויון חברתי, הגדלת הנגישות לתעסוקה, עידוד כלכלה מקומית והגברת מעורבות התושבים בקבלת החלטות. שימת דגש על טווח נושאים רחב מסייעת לאיכות המרחב הבנוי, ומשפרת את עמידותו לאורך זמן כמרחב מגורים מתאים עבור תושביו.

מטרתו וחשיבותו של כלי המדידה "שכונה 360 מעלות" היא בגיבוש מסגרת התייחסות כוללת לתכנון, לפיתוח ולבנייה של שכונות בישראל. כמו כן, כלי מדידה זה נותן מענה להתחייבויות שונות של הממשלה ושל רשויות מקומיות לעמידה באמנות להפחתת פליטות, אשר דורשות כלים מגוונים להתמודדות עם יעדי ההפחתה.

האמצעים הנדרשים לקידום הבנייה הירוקה, כך שתוכל להוות גורם משפיע להפחתה והסתגלות לשינויי אקלים, מתחלקים לארבע קטגוריות: תחיקה, כלכלה, הכשרה והסברה. ארבעת ה"גלגלים" האלו חיוניים להנעת התהליך, ונדרשת תנועה משולבת ומתואמת שלהם כדי ליצור מדיניות יעילה.

תכנית פעולה 5. תחיקה ותכנון

אסטרטגיות לאומיות לתכנון בר קיימא

יש לעגן בחוק ובתוך תהליכי התכנון את ההסתגלות לשינויי אקלים וההורדה של צריכת האנרגיה ופליטות גזי החממה. מדיניות לפיתוח בר-קיימא מוטמעת באופנים שונים: כלכליים, חברתיים, חינוכיים ומעל לכל באמצעות חקיקה, תהליכים פרוצדורליים ותכניות פעולה. תקינה בנושא הפחתת פליטות גזי חממה נחלקת לשלושה טווחי פעילות: קביעה של הנחיות מחייבות בנושא יעילות אנרגטית במבנים, אכיפה, ועדכון חוזר בהתאם לתנאים המשתנים. חלק ניכר מההנחיות לבנייה ירוקה עוסקות בבנייה חדשה, כאשר לצד הנחיות מצד המחוקק ישנן יוזמות של ארגונים ציבוריים ופרטיים בנושא. למשל, ראשי הערים של פורום ה-15 החליטו לאמץ את ת"י 5281 כדרישה מחייבת בכל בנייה חדשה (לרבות במיזמי הריסה ובנייה במרקמים

ותיקים)²³. מדיניות זו הוטמעה בשנים האחרונות ב-15 הערים הגדולות בישראל, בהן מתגוררים למעלה משליש מאוכלוסיית המדינה, כאשר מספר המבקרים בערים אלו מגיע ל-80% מתושבי המדינה מדי יום.

אולם בשנים האחרונות יש עיסוק גובר בהנחיות תכנון גם לשיפוץ אנרגטי (energy retrofit) של מבנים קיימים. ה-EU כלל בהנחיות מ-2002 דרישות מינימום של יעילות אנרגטית למבנים קיימים בשטח של מעל 1000 מ"ר. באוסטרליה הוחלט לגבש מדיניות שיפוץ בה יממן הממשל בידוד עבור 2 מיליון בתים קיימים. בארץ עודכן ת"י 5281 שכולל גם התייחסות לבנייה קיימת אך לא בצורה מספקת. באנגליה עודכנו התקנים גם ביחס למבנים קיימים, כשיעד הפליטות באנגליה יצומצם לאפס עד שנת 2050.

יש להפוך את תקני האנרגיה וקוד הבנייה למחייבים עבור בנייה חדשה ועבור שיפוץ מבנים (למבנים שנדרש עבורם היתר).

יש לייצר מנגנונים לעידוד ומימוש הבנייה העומדת בתו תקן בנייה ירוקה.

התחומים בהם עוסקים התקנים והנחיות התכנון

נושא היעילות האנרגטית בבניינים כולל התייחסות לשני נושאי משנה: מחד, יעילות אנרגטית של מעטפת הבניין (הן האטומה והן השקופה), ומאידך יעילות אנרגטית של מערכות מכניות כגון:

מערכות לאקלים (HVAC- Heating, Ventilation and Air-Conditioning) ותאורת הבניין.

כמו כן, ישנה התייחסות לתהליכי תכנון אינטגרטיביים המכוונים כבר לגורמי תכנון תלויי אקלים כגון הפניית הבניין, גודל הפתחים ומיקומם. לגורמים אלה השפעה מכרעת על צריכת האנרגיה בבניין. משתנים אלו קשה לשנות בשלבי תכנון מאוחרים.

פרט לתקן 1045 לבידוד תרמי של בניינים שאינו מוגדר כתקן ליעילות אנרגטית, אך יש לו השפעה, בין השאר, על צריכת האנרגיה בבניין והוא מחויב בתקנות התכנון והבנייה, התקנים העוסקים ביעילות אנרגטית הינם וולנטריים (תקן 5282 לדירוג אנרגטי, 5281 לבנייה ירוקה, 5280 לאנרגיה בבניינים). ב-15 הערים הגדולות התקנים הרלוונטיים מהווים תנאי מקדים לקבלת היתר בנייה.

תקני בנייה שכוללים דרישות אנרגטיות, צריכים להתחשב בעיקר בתנאים האקלימיים השונים כיוון שהם משפיעים בצורה ישירה על צריכת האנרגיה בבניין. מדינות עם אזורי אקלים שונים, מסווגות לפי תנאי האקלים את הדרישות לפרטי המעטפת של הבניין ולצריכת אנרגיה, (כמו מדינת ישראל, אשר חולקה ל-4 אזורי אקלים עיקריים לפי ת"י 1045 חלק 10).

הדרישות ליעילות אנרגטית יכולות להיות חלק מקוד הבנייה עצמו או כתקן וולנטרי. כמו כן, קיימות גישות שונות לרגולציה מבחינת אופן הגדרת הדרישות, רמת המורכבות של החישובים הנדרשים לשקלול משתני התכנון השונים ומידת הגמישות הניתנת למתכנן: (1) הגישה המירשמית שרוב מדינות העולם נטשו אותה, כוללת דרישות חובה פרטניות עבור כל חלק מהבניין והציוד. (2) הגישה התפקודית, בוחנת את הצריכה הנדרשת לצרכי אקלים המבנה, ובמבנים מסוימים בוחנת

²³ <http://www.forum15.org.il/%D7%A0%D7%99%D7%94-%D7%A8%D7%95%D7%A7%D7%94>

את האנרגיה הנדרשת לצורך הארתו, אך מחייבת שימוש בסימולציית מחשב (בישראל, פותחה על ידי הטכניון תוכנה ייחודית בשם energy-UI התואמת את דרישות ת"י 5282 ואמורה להקל על המתכננים בביצוע הסימולציות הנדרשות) להוכחת עמידה בדרישות הגישה תיאורית, המבוססת על סטטיסטיקה של התועלת הנובעת משינויים בכל אחד ממשתני התכנון. ת"י 5282 לדירוג אנרגטי של בניינים מבוסס על שיטה יחסית והשוואתית לקביעת הדירוג (המבנה המתוכנן נבדק יחסית לבניין ייחוס). בגישה התפקודית (שייחודית לארץ בלבד) משווים את צריכת האנרגיה של הבניין המתוכנן עם תקציב אנרגטי נתון או עם בניין רפרנס (ייחוס) המהווה מקור להתייחסות. מטרת ההשוואה היא לקחת בחשבון השפעה של היחס בין שטח הדירה לשטח המעטפת ולספק ציון יחסי על גבי סרגל (כפי שנעשה בצידוד ומכשירי חשמל ביתיים). במסגרת החלטות הממשלה להפחתת גזי חממה הוטל על משרד האנרגיה משימה לבחון אימוץ תקן 5282 - כתקן מחייב. משרד האנרגיה החל בבחינה ונערך לקראת פיילוט במגוון מבנים. ת"י 5281 ו-5282 שמים דגש מיוחד על תכנון אדריכלי נכון ברמת הבניין, ומיחסים חשיבות לאמצעי תכנון פסיביים.

הדירוג בתקינה לבנייה ירוקה ניתן לכל דרישה בנפרד, ולכל פרק יש משקל סביבתי יחסי שונה, בהתאם לחשיבות הנושא ולעדיפות הלאומית שלו. למעשה התקן מיצג מערכת ערכים בהתאם לחשיבות כל נושא. לדוגמה: פרק האנרגיה במרבית חלקי סדרת התקנים ת"י 5281 מקבל משקל גבוה (עד 38%) ביחס לפרקים העוסקים בתחומים אחרים. בישראל, פרק המים מקבל חשיבות גבוהה יחסית בהשוואה לתקן LEED האמריקאי עקב החשיבות הלאומית שיש לנושא. כל פרויקט נבדק על פי הפרמטרים שהתקן דורש, הציון הסופי של המבנה הוא תוצר צבירת נקודות בהתאם למילוי דרישות התקן (יש לצבור 55 נקודות מינימום מתוך 100 סה"כ). בישראל ת"י 5282 מעניק דירוג לפי אותיות מ-F עד A+ רמת הדירוג הגבוהה ביותר. התקינה ליעילות אנרגטית אינה מכסה היום את כל סוגי הבניינים הקיימים. כמו כן, חסרה התייחסות מספקת בתקינה לשיפוץ אנרגטי של בניינים קיימים.

תכנית פעולה 6. כלים כלכליים

בעיית שינויי האקלים והקשרה לנושא בנייה ירוקה, מציבה אתגר מורכב לתחום הכלכלה. חשוב לציין כי ככל שתתקט פעולה חזקה ומהירה יותר בנושא התמודדות עם שינויי האקלים מחירה יהיה נמוך יותר. מדו"ח "אדם טבע ודין"²⁴ עולה כי עלות מניעת ההתחממות בישראל כחלק מהמאמץ העולמי להפחתת פליטות גזי חממה, קטנה בהרבה מעלות הנזקים שייגרמו כתוצאה מהתנהלות "עסקים כרגיל". ניתן לחלק את הכלים הכלכליים לשני סוגים: בסוג הראשון נכללים כלים שיכולים לתת מענה כלכלי במקרה של אירועי קיצון הנובעים משינוי האקלים ותומכים בפעולות ההסתגלות. מדובר בעיקר בקרנות בינלאומיות שונות, למשל קרנות של האו"ם. יש לציין,

²⁴ אנגרט, א., אילסר, ח., אדם טבע ודין (2007). התחזית בידיים שלנו – ההתחממות הגלובאלית בישראל – האפשרויות, ההשפעות וקווים למדיניות. <http://www.actcool.org.il/Uploads/dbsAttachedFiles/GWREPORT.pdf>

כי ישנו קושי בהערכת העלות הכוללת של אמצעי ההסתגלות, מכיוון שהדבר תלוי בפגיעות המקום על כל מאפייניו ובכך שהפגיעות משתנה לאורך זמן. הסוג השני כולל כלים שיכולים להוות תמריץ להפחתת פליטות גזי החממה ובכך להפחית את בעיית שינויי האקלים, דבר הנובע מההבנה כי רווח הוא המניע החזק ביותר לשינויי סביבתי. **יש לבחון מתן תמריצים כלכליים כמפורט להלן ואת כדאיותם הכלכלית בישראל, ולצאת בדחיפות עם תכנית פעולה מפורטת בנושא.**

ארגון ה-IEA (International Energy Agency) ממליץ להסיר חסמים כלכליים המגבילים התייעלות אנרגטית במבנים תוך הסתכלות על כדאיות כלכלית לתקופה של 30 שנה. מסגרת זמן זו מתאימה לתקופת משכנתא מקסימלית ברוב המקומות וכן לפרק זמן סביר שיחלוף עד לשיפוץ משמעותי ראשון. בחינת הכדאיות הכלכלית של התייעלות אנרגטית צריכה להיעשות לפי עלות מינימלית של עלות המבנה למחזור החיים שלו, תוך השוואה של מחיר ההשקעה לגובה החיסכון שיושג ע"י הבעלים / המשתמש.

דו"ח IPCC (2015) בנושא הפחתה ומאגר מידע נוסף באתר ה-IEA, שהוזכרו במבוא. מקורות אלו מרכזים בין היתר, כלים כלכליים המיושמים במדינות שונות בעולם, במטרה לעודד סקטורים שונים להפחתת השימוש במקורות אנרגיה מזהמים ולהתייעלות אנרגטית במבנים. מדובר במתן תמריצים, מענקים, סבסוד הון, הפחתה ופטור ממס, הלוואות בריבית מופחתת, מס CO₂ והטבות לצרכנים חסכניים. בנוסף קיימים שני כלים, שבין היתר, מטרתם לתת מענה כלכלי בעת אירועי קיצון ולתמוך בפעולות ההסתגלות: ביטוחים וקרנות לתמיכה בשינויי אקלים. כלים אלה משחקים תפקיד נוסף בשינוי מצב השוק, בכך שהם הופכים מבנים שהם יעילים אנרגטית למושכים יותר מאשר מבנים "רגילים". חשוב לציין כי, כל הכלים יכולים להשיג הפחתות משמעותיות בצריכת האנרגיה ובכמות הפליטות, אולם הכדאיות הכלכלית שלהם שונה.

מתן תמריצים בתהליך התכנון

שיטת התכנון המשולב בה יושבים אדריכלים, מהנדסים, יועצים ולקוחות ביחד מתחילת תהליך התכנון ולכל אורכו, מאפשרת לתכנן מבנים בעלי צריכת אנרגיה פחותה משמעותית בהשוואה למבנים המתוכננים בשיטה הקונבנציונלית, בה היועצים הם מעטים ונכנסים רק בשלבים הסופיים של התהליך, כאשר היכולת להכניס שינויים מהותיים היא מעטה. תהליך תכנון כזה, כמעט ולא משפיע על עלות הבנייה, אך יחד עם זאת עלול לגרום לעלייה בעלויות בתהליך התכנון עצמו. מדינות רבות כמו קנדה, קליפורניה וגרמניה החלו ליישם גישה של מתן תמריצים הנוגעים לשלבים המוקדמים של תהליך התכנון (ככל שהתכנון מתבצע בשלבים מוקדמים יותר כך גדל הסיכוי לריבוי תועלות, חיסכון כספי וקיצור זמני ביצוע הפרויקט) במקום מתן תמריצים כלכליים המתייחסים להשקעה בעלות ההון²⁵. אמצעים נוספים, מעבר לאלה המתייחסים לתהליך תכנון משולב מצריכים תוספת הון משמעותית בעיקר כשמדובר בשילוב של אנרגיה מתחדשת. מדינות

²⁵ <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/GreenBuilding/Benefits/Pages/EconomicBenefits.aspx>

רבות ביניהן אוסטרליה, הונגריה ופולין מציעות תמריצים לסוג כזה של השקעה, הכוללים: סבסוד הון, מענקים, הלוואות מסובסדות והפחתת מס או קבלת פטור.

מתן תמריצים לעידוד שימוש במבנים קיימים וחדשים

מלאי המבנים הקיים היום מהווה אתגר כשמדובר באמצעים להפחתה של פליטות גזי החממה. חשוב לפתח אמצעים להסתגלות המבנים הקיימים לשינויים הצפויים, אך יחד עם זאת, חשוב לזהות את השלב בו הפן המעשי והעלויות של אמצעי זה הם כאלה שהקמת מבנה חדש היא אפשרות בת-קיימא היחידה. יש צורך בהתייחסות לחלקי המבנה השונים בעלי אורך חיים שונה: יסודות ושלד המבנה יש לתכנן לטווח ארוך יותר מאשר מערכות מכניות, זיגוג וחיפוי שניתן להחליפם כל 20-30 שנה. בצורה זו ניתן לנצל את המבנה לשימושים שונים ולטווח ארוך יותר בעלויות נמוכות יותר. מדובר בכלים כמו: הלוואות מסובסדות, מענקים ותמריצים למבנים חוסכי אנרגיה הפונים הן לתחום המגורים והן כאלה המכוונים לשוק העיסקי במטרה לעודד שדרוג אנרגטי במבנים קיימים (מבני משרדים, בתי מלון ומרכזי קניות) ובכך להפחית את היקף הפליטות.

הטבות פיננסיות אפשריות נוספות

הפחתה בשיעור הארנונה, מענקים לפרויקטים מחנכים, תחרויות ופרסים למבנים העומדים בקריטריונים סביבתיים נוקשים, מס CO₂, תעריפי חשמל גמישים, public benefit charges, תמיכה כלכלית בפרויקטים המקדמים פיתוח בר-קיימא ברמה מקומית ואזורית, משכנתאות ירוקות, ומענקים מיוחדים לעידוד מחקר.

התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית מצביעה על כך שהשיטה שמוכחת כיעילה לשם השגת יעדי ההתייעלות האנרגטית במגזרים שונים במשק, הינה מתן תמריצים לחברות ולמוסדות לשם ביצוע תכניות התייעלות. תכניות אלו כוללות שדרוג והחלפת מערכות והתקנת מערכות ניהול וחיסכון באנרגיה, ובחלק מהענפים אף ביצוע פעולות שיפוץ אנרגטי (retrofit) בגגות המבנים. על מנת לבסס הן ביקושים והן היצע של בנייה חדשה מודעת אנרגיה יש לגבש הטבות פיננסיות לקבלנים ולרוכשים עבור בנייה ורכישה של יחידות בדירוג אנרגטי גבוה, כולל בין השאר, הטבות מיסוי והעלאת אחוז המשכנתא המאושרת.

בנוסף, חשובה ההתייחסות לענף הביטוח כאמצעי הסתגלות, כך שגם הענף וגם הציבור יכולים להרוויח מכך ולכסות את הנזקים במקרה של אירועי קיצון. כמו כן, הביטוח יכול להוות תמריץ ליישום אסטרטגיות להפחתת נזקים בעת אירועי קיצון. בצורה זו למשל, ניתן לעודד יישום תקני בנייה טובים יותר ותכניות למניעת שיטפונות ביצירת דרישה ליישום תנאים מתוך התקן בעת רכישת הביטוח, או הסדר פרמיות נמוכות יותר לאלה שמראש נוקטים בפעולות להפחתת סיכונים.

כלים כלכליים, כגון מיסוי ותמריצים, יכולים לעודד התנהגות רצויה ולרסן התנהגות שאינה-רצויה, לטובת צמצום צריכת האנרגיה ופליטות גזי חממה וזיהום. אלה צריכים להיות מותווים

ולחיאכף על-ידי הרשויות (ממשלה, רשויות מקומיות וכו'), ולהיקבע בשיתוף רחב ככל האפשר כחלק ממאמץ גלובלי, באמצעות מסגרות עבודה והסכמים בינלאומיים.

תכנית פעולה 7. הכשרה, מחקר ופיתוח

מכשול עיקרי בתכנון ובנייה של מבנים ירוקים הוא חוסר בידע, מיומנות, כלים, טכנולוגיות ומידע זמין עבור אנשי המקצוע בכל התחומים של הבנייה (סטודנטים, אדריכלים, מעצבים, יזמים, יועצים ואנשי ביצוע). ידע ומיומנות הם המפתח לקידום ופיתוח של בנייה בת קיימא. במקביל להכשרה של אנשי המקצוע חשוב מאוד לתת את מלוא תשומת הלב לחינוך הדורות הצעירים שנכנסים לתחום הבנייה, אדריכלות והנדסה כאחד. מערכת הלימודים צריכה להתעדכן ולהתקדם גם כן, על מנת שבעלי מקצוע הצעירים שיוצאים לשוק ישתלבו בתחום המקצועי של הבנייה הירוקה ואף יתרמו לקידומו.

בעלי מקצוע – קידום קורסים והשתלמויות

ארגונים וחברות שונות מציעים לאנשי המקצוע מתחום הבנייה והאדריכלות להעשיר את הידע בתחום האנרגטי בעזרת קורסים והשתלמויות בנושאים השונים של התייעלות אנרגטית. יש להרחיב בהרבה את ההפצה של תכניות אלו. המפתח לכך הוא עידוד לימודי המשך ברמה גבוהה אצל המתכננים על מנת לוודא שהידע המועדכן והמיומנות בבנייה ירוקה מהווים חלק מהתעשייה. בישראל נפתחה בטכניון לפני מספר שנים תכנית לתואר מגיסטר/שני עם התמחות בבנייה ירוקה עבור אדריכלים. בהקשר לת"י 5281, קורס מלווה בנייה ירוקה מטעם מכון התקנים וקורסים מקצועיים נוספים מהווים צעד נוסף בכיוון הנכון להפצת הידע לקהל המקצועי. בנוסף לקורסים והשתלמויות, ארגונים וחברות מתחום הבנייה מארגנים כנסים והרצאות בנושא הבנייה הירוקה עבור אדריכלים ומהנדסים. בנוסף, המשרד להגנת הסביבה בשיתוף המועצה הישראלית לבנייה ירוקה מקיימים בארבע השנים האחרונות מאות השתלמויות וימי עיון בנושאי הבנייה הירוקה.

עידוד התחום באקדמיה

• סטודנטים

כבר בתחילת הדרך חשוב להסב את תשומת ליבם של סטודנטים בתחום הבנייה לתפקידו החשוב של סקטור זה להשגת חיסכון בצריכת אנרגיה ולקשר עם שינויי האקלים. הסילבוס חייב לכלול קורסים וסמינרים בנושאים אנרגיה, התייעלות אנרגטית, בנייה ירוקה וכד'. השינוי במערכת הלימודית חייב לכלול גם לימודים לתארים מתקדמים בנושא. חשוב מאוד שאנשי מקצוע בעלי ותק יעדכנו וירחיבו את הידע שלהם בנושא בנייה ידידותית לסביבה.

• קידום מחקר ופיתוח

מחקרים רבים מצביעים על הצורך בקידום מחקר ופיתוח בכל הנושאים הקשורים ליעילות

אנרגטית בבניינים, ולבנייה המיישמת פרקטיקות הסתגלות לשינויי האקלים. חשוב מאוד לעודד תמיכה כלכלית וטכנית עבור מו"פ פרטיים על מנת לעודד פיתוח טכנולוגיות חדשות מצד חברות פרטיות. בנוסף, התעשייה היא המקור לפיתוח של טכנולוגיות, עיצובים ומוצרים חדשים. דוחות שונים ("אדם טבע ודין, 2009"²⁶, המועצה לבנייה ירוקה, 2017) סקרו את החסמים להטמעה וייצור חדשנות בכלל ובתחום ענף הבנייה בפרט ואת פוטנציאל השוק וההשפעה הסביבתית. הדוחות מדגישים את הצורך במינוף החדירה של הטכנולוגיות החדשות והפצתן. על מנת להשיג מטרה זו: א. לסייע להחדרת טכנולוגיות על ידי הדגמות של ישימות, מימון פיילוטים, פרסום ושיווק, מענקים ושיתופי פעולה עם גופים עסקיים בינלאומיים המכוונים בעיקר לקהל של גופים צרכניים גדולים. ב. לבסס תכנית כלכלית למתן הטבות, מענקים, ניכוי מס, הלוואות, פחת מואץ ותמריצים כלכליים נוספים. ג. הגדלה משמעותית של השקעה בתחום המחקר והפיתוח בנושאים של טכנולוגיות מועטות פחמן.

הקמת מאגרי מידע

על מנת לייעל את תהליך ההכשרה והפצת הידע בין אנשי המקצוע בתחום הבנייה רצוי להקים ולפתח מאגרי מידע נרחבים בנושא הבנייה הירוקה ובשיתוף עם קידום נושא התקינה הירוקה ע"י משרד הבינוי, מינהל התכנון, משרד התשתיות הלאומיות, המשרד להגנת הסביבה ובמסגרת ועדות בין-משרדיות. מאגרים אלו צריכים לכלול מידע בנושאים שונים של תחום הבנייה הירוקה, כגון: אנרגיה, סביבה, תכנון, כלכלה וכו'. בנוסף לכך, המאגר צריך לספק מידע לגבי חומרים, טכנולוגיות, שיטות בנייה, תקנים וחוקים, דוגמאות למבנים ירוקים קיימים וכד'. ספריות חומרים יכולות לספק מקור מידע חשוב למתכננים לבחירת חומרים בהתאם לתכונות שלהם. בארץ קיימת ספריית החומרים במדיטק חולון, המשרתת את הצורך ההולך וגובר של העוסקים בתחומי העיצוב והאדריכלות, ההנדסה, התעשייה והאקדמיה במידע זמין ועדכני על המתחדש בעולם החומרים, וכן מאפשרת מגע בלתי אמצעי עם החומר. אומנם המאגר לא שם דגש על חומרים יעילים אנרגטית אך הוא יכול להוות בסיס להקמת מאגר לחומרים ירוקים.

שינוי הליך תכנון

כיום מחקרים רבים מדגישים את החשיבות של תהליך תכנון נכון מתחילת דרכו של הפרויקט ועד סופו. אחת המגבלות העומדות כיום בפני תכנון אנרגטי נכון היא חוסר האינטראקציה בין מתכננים, חברות, ארגונים, אוניברסיטאות, תעשייה והממשלה לאורך כל תהליך התכנון. למשל, Integrated Design Process - IDP (תהליך תכנון משולב) היא גישה הוליסטית לתכנון מבנים, המהווה את אחד הכלים הטובים ביותר להגדרת נתיב התכנון, ולאפשר יישום של אסטרטגיות תכנון וקידום החברה לעבר קיימות. תהליך זה מכיל השתתפות אקטיבית ומתמשכת של אדריכלים, מתכנני ערים, יזמים, כלכלנים, מהנדסי בניין, מהנדסי חשמל ומכונות, מומחים

²⁶ המחלקה התכנונית והמחלקה המשפטית. אדם טבע ודין (2009). חושבים רחוק בונים ירוק. <http://www.adamteva.org.il/Uploads/dbsAttachedFiles/doch.pdf>

ויועצים מתחומים שונים ומשרדי ממשלה. היתרונות של תכנון משולב באים לידי ביטוי בכל התחומים של הבניין: יעילות אנרגטית, כלכלית, סביבתית וכו'.

תכנית פעולה 8. הסברה

בנוסף לתמריצים כלכליים, תחיקה והכשרה מקצועית, מדיניות מוצלחת להשגת יעדי הפחתה צריכה לכלול גם חינוך והסברה שמטרתם לעורר מודעות בקרב משתמשי הקצה ולעודד שינויים במאפייני הביקוש ובאורח החיים. מתן ידע והסברים חיוניים כדי ליצר תמיכה של הציבור ובעלי העניין במדיניות הממשלה. פיתוח המודעות הציבורית חשוב לצורך יצירת שינוי תפיסתי והתנהגותי בקרב עסקים, קהילות ויחידים, באופן שיגביל את הפליטות ויקדם הסתגלות. נראה למשל, שבתגובה לאקלים מתחמם בוחרים המשתמשים במבנים בד"כ באפשרויות המגדילות את צריכת האנרגיה לקירור (כמו הוספת מזגנים), על פני פתרונות אפשריים אחרים שצורכים פחות אנרגיה (כמו הצללה, אוורור ובידוד). זוהי מגמה שתלך ותגבר ככל שמזג האוויר יתחמם, ותגדיל מאוד את כמות הפליטות. ראוי לציין שבנוסף להסברה הכללית, חיוניים ההסברה והדיון המקצועיים אשר מיועדים לעובדי תחום התכנון והבנייה (כגון: מתכנני ערים, אדריכלים, מהנדסים והנדסאים, מומחי חשמל וקרור, וכד'). רצוי לקיים את הדיון המקצועי במסגרת הלימודים ותארים רלוונטיים, דרך ימי עיון וקורסים, וגם באמצעות קבוצות אינטרנט שיוקמו לצורך העניין. כיוון נוסף להסברה משמעותית יוכל להוכיח את עצמו בשימת דגש על החיבור בין הדרישה החברתית להורדת מחירי מחיה ובניה בת קיימא. לדוגמה, חשוב להחדיר מודעות לעניין דיור בר השגה אשר כולל לא רק את מחיר הקניה של הבית אלא גם את מחיר התחזוקה והתפעול שלו. הסברה היא אחד הכלים שיכולים לסייע להביא לשינוי מגמות מסוג זה. הסברה יכולה להיעשות באמצעים שונים, כפי שמפורט להלן:

דרוג אנרגטי של מבנים

יעילות אנרגטית צריכה להיראות בשוק על מנת לתת לצרכנים אפשרות בחירה, וזאת ע"י שיטת תיוג, התעדה או הצהרה אחרת על תיפקודם האנרגטי של מבנים וע"י תיוג של בעלי מקצוע. יש לדרוש תווית אנרגיה לא רק בסיום בנייה של בניין חדש אלא גם בכל מעמד של מכירה או השכרה של בניינים. התווית כוללת גם מידע על כמות פליטות הפחמן מהבניין, ובכך תורמת להעלאת המודעות לגבי השפעת בניינים על שינויי האקלים והזיהום.

דרוג אנרגטי של אלמנטים וציוד במבנים

בדומה לתווית אנרגיה של מוצרי חשמל ניתן לעודד יצרנים וספקים להציג תווית המרכזת את הנתונים התרמיים של אלמנטים בנייניים שונים באופן ברור, שיאפשר בחירה מושכלת לצרכנים ויצירת שינוי שוק. דוגמאות לכך ניתן לראות בשיטה לדרוג אנרגטי של חלונות שפותחה ע"י LBNL בארה"ב, בהנחיות שיצאו ביפן ועוד. חלונות בעלי ביצועים גבוהים, שאינם נפוצים בארץ, נחשבים היום כמגמה רווחת בשווקים בארה"ב ובאירופה, כך שניתן להפיק תועלת משינוי שוק

בתחום של תפקוד החלונות בארץ, ללא צורך במחקר בסיסי. באופן כללי, תיוג חובה יעיל יותר מתיוג וולונטרי כיוון שהוא מונע נוכחות של מוצרים לא יעילים ולא מתויגים בשוק, נוכחות המחלישה מוצרים יעילים שהם לעיתים יקרים יותר.

הובלת יוזמה במגזר הממשלתי וקידום יוזמות ברשויות המקומיות

התפקיד של המגזר הציבורי להיענות ראשון לאתגר ההתייעלות האנרגטית הוא קריטי. לפי המלצות ה-IEA מוסדות השלטון צריכים להוות דוגמה ליתר המגזרים ע"י בניית כל המבנים הממשלתיים החדשים כיעילים אנרגטית בעלות אופטימלית ל-30 שנה או לזמן חי המבנה. יש לחדש גם את כל המבנים הציבוריים הקיימים ולהביאם לרמה גבוהה של יעילות אנרגטית והפחתת פליטות משמעותית. גם דו"ח 'אדם טבע ודין' שם דגש על חשיבות נטילת אחריות במגזר הציבורי והממשלתי, מאחר שהממשלה מהווה את צרכן החשמל הגדול במדינה ופעולותיה יתוו את הכיוון לשוק הפרטי והעסקי בתחום. ברוח זו ניתן לראות גם את ההמלצות למגזר הציבורי בתכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית (כולל ההמלצה למערכת הביטחון לשקלל עקרונות בנייה מודעת אנרגיה בהקמת בסיסים חדשים כבעלות רוח כפול, הן בחיסכון הממשי שיושג והן ברמה של קידום המודעות ומתן דוגמה ללקיחת מחויבות).

הפצת מידע לגבי מבנים חוסכי אנרגיה

באמצעות קידום של פרויקטים חלוציים ניתן להדגים היתכנות טכנית וכלכלית כך שהשוק יוכל להתרחב ולהתפתח, וסטנדרטים חדשים יוכלו להתבסס. לדוגמה, PASS-NET הוא פרויקט הממומן ע"י הנציבות האירופית ומטרתו להפיץ את הידע על סטנדרטים של Passive House ברחבי אירופה. הדבר נעשה ע"י יצירת רשת של ארגונים מומחים, יצירת מאגר מידע גדול בנושא וארגון ימים בינלאומיים של "בתים פסיביים פתוחים", בהם ניתן לבקר בבתים פסיביים ולשמוע מניסיונם של הדיירים. פרויקט נוסף הוא אתר האינטרנט PEP - Promotion of European Passive Houses, שמטרתו גם היא לקדם את המבנים חוסכי האנרגיה באירופה.²⁷

חשבונות מפורטים והערכה תקופתית

חשבונות מפורטים והערכה תקופתית, תוך השוואה למשקי בית אחרים, נמצאו גם הם כמעודדים צרכני אנרגיה להקטנת הצריכה שלהם. במחקרים נמצא שהצגת צריכת האנרגיה על מכשירים יעילה יותר מהצגת נתוני הצריכה בחשבונות, וזו אחת הסיבות שבכמה מדינות הממשלה מעודדת את הסקטור הפרטי להתקין מדי אנרגיה למכשירים בבניינים חדשים.

מדריך הפעלה ידידותי למשתמש

²⁷ European Commission, (2009). Low Energy Buildings in Europe: Current State of Play, Definitions and Best Practice. Retrieved from: http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/info_note.pdf

להתנהגות המשתמשים ישנה השפעה גדולה על התפקוד האנרגטי של בניינים. מדריך הפעלה ידידותי למשתמש הוא לעיתים קרובות תנאי לשימוש נכון בחלקי מבנה יעילים אנרגטית. מאחר שהפעלה אופטימלית ותחזוקה על בסיס קבוע לרוב חשובים כמו יעילות טכנולוגית בקביעת צריכת האנרגיה הכללית, מידע נגיש והעלאת המודעות לשימוש נכון לאחר רכישה הם לעיתים הכרחיים.

גוף ממשלתי לקידום הקיימות

המטרה היא למסד ולקדם את הקונספט ע"י הדגמה של האפשרויות לקיימות במבנים לבעלי המקצוע ולצרכנים, יצירת תשתית שתאפשר שיתוף מידע ועוד כלים נוספים.

חינוך בבתי ספר

חינוך סביבתי מהווה דרך יעילה ביותר כדי לפתור בעיות סביבתיות בטווח הארוך. למרות שאנשים רבים מודעים להתחממות הגלובלית, יש קושי רב להפנות את המודעות לכדי פעולה, כאשר לרוב המוסכמות והמנהגים הם המכשולים העיקריים. תכניות בבתי ספר יכולות לשנות מנהגים שמונעים פעולה סביבתית. פעילויות של שימור אנרגיה וחינוך סביבתי לא רק חוסכות אנרגיה לבתי הספר עצמם אלא גם מציבות את הילדים בעמדה להפצת המידע למשפחותיהם ולקהילה המקומית.

מסע פרסום לעידוד שינויים באורח החיים

אסטרטגיות לשימור אנרגיה במבנים משלבות לא רק כלים טכניים, כגון שיפור מעטפת או מערכות הבניין, אלא גם שינויים התנהגותיים באורח החיים, כגון הורדת טמפרטורת המיזוג, הצללת חלונות ועוד. מספר מחקרים שנעשו ביפן הראו כי שינויים באורח החיים ואימוץ התנהגות משמרת אנרגיה יעילים ביותר לחיסכון באנרגיה במבנים. מסעי פרסום ציבוריים להפצת מידע בנושא שימור אנרגיה מקובלים במדינות רבות, כולל תכניות המספקות טיפים אנרגטיים וייעוץ, הערכה ומשוב על צריכת אנרגיה, וקמפיינים מעוררי מוטיבציה בתקשורת. בד"כ מסעות פרסום כאלו אפקטיביים יותר במגזר המגורים מאשר בסקטור העסקי. תקשורת המונים יכולה לתרום תרומה גדולה להעלאת המודעות הציבורית לצורך בחיסכון באנרגיה, לשינויי אקלים ולתכניות ממשלתיות בנושא.

סיכום פעולות נדרשות בתחום הבינוי והמלצות למדיניות בישראל

1. הקמת גוף ממשלתי במשרד הכלכלה שיהווה בית לקידום הרעיון של בניה תעשייתית/תעסוקתית בת-קיימא בארץ המותאמת לשינויי אקלים, לתאום פעולות ולשיתוף מידע. במסגרת זו יפותחו מאגרי מידע עבור המתכננים והמשתמשים.
2. הקמת גוף ממשלתי במשרד הבינוי שיהווה בית לקידום הרעיון של בניין עיר ובניית שכונות ומגורים ברי-קיימא בארץ המותאמים לשינויי האקלים. לצורך הכנת תכנית אינטגרטיבית שתכלול כלי תחיקה, כלים כלכליים ותקדם את ההכשרה, המחקר והפיתוח. במסגרת זו יפותחו מאגרי מידע עבור המתכננים והמשתמשים. הגוף ייקבע וייקדם הסעיפים הבאים:
 - א. קביעת יעד ארוך טווח להשגת הפחתה של צריכת אנרגיה ופליטות גזי חממה בתחום המבנים והתוויית יעדים קצרי טווח שיאפשרו את השגתו.
 - ב. מתן תמריצים כלכליים המעודדים בנייה ירוקה.
 - ג. מתן שירותי יעוץ ופיקוח על חשבון המדינה לכל הדורש לבצע שידרוג ובניית מבנים ברי קיימא, וזאת במטרה להבטיח תועלת מקסימלית.
 - ד. העלאת המודעות הציבורית בנושא בנייה ירוקה בכלל, ושימור אנרגיה במבנים בפרט, תוך נקיטת פעולות הסברה שונות.
 - ה. שילוב קורסים בתכניות הלימודים לתואר ראשון ולתארים גבוהים ולאנשי מקצוע העוסקים בתחום בנושא התמודדות עם שינויי האקלים.
 - ו. בחינת האפשרות שכלל מוסדות החינוך ומבני ציבור יוקמו כמבנים ירוקים על מנת להוות דוגמה לכלל המגזרים.
 - ז. עידוד אימוץ תהליך תכנון משולב (IDP) כשיטת תכנון מקובלת תוך שיתוף כל הגורמים המעורבים בפרויקט והתייחסות לאינטרסים שלהם במטרה לעודד שימוש בתקנים ירוקים בכל שלבי הפרויקט (משלב הייזום ועד שלב סיום מחזור החיים של המבנה) כדוגמת תהליך התכנון לתכניות שמקודמות ע"י משרדי הממשלה.
 - ח. תקנות מחייבות לדרוג אנרגטי ותיוג של מבנים חדשים ועדכון על בסיס קבוע.
 - ט. תקנות מחייבות לא רק על בנייה חדשה אלא גם על תחזוקה וחידוש של מבנים קיימים מבלי לפגוע בזכות לדירור בר השגה - נקיטת פעולות לצמצום תופעת העוני האנרגטי.
 - י. בדיקת נושא תקנות מחייבות (ובמסגרת קוד הבנייה שמקודם ע"י משרד הבינוי ויוטמע בחוק התכנון והבנייה עם מנגנון עידכונים תקופתי) ליעילות אנרגטית של מערכות שונות במבנה, כגון: דרוג אנרגטי ותיוג של חלונות.
 - יא. בדיקת נושא גיוס ענף הביטוח לעידוד יישום תקנים ירוקים על ידי דרישה למילוי תנאים מתוך התקנים בעת רכישת פוליסה

תכנית פעולה 9. בחינת ההיתכנות של מינהור כפתרון ריאלי וישים לישראל

נראה, כי המינהור הוא אחת התשובות להתחממות. אין מחקרים בנושא של מינהור (שימושים שונים, עלות חפירה ותחזוקה, בטיחות וכו') כאחת האופציות של התמודדות מול התייבשות והתחממות. יש לחקור את האפשרות של "הירידה אל מתחת לפני הקרקע" כאסטרטגיה רבתי ולבחון ברצינות רבה את רעיון המינהור והשימוש הגובר במרחבים התת-קרקעיים של ישראל. המינהור בגין שינויי האקלים ישתלב עם צרכים ביטחוניים מחד גיסא, ומאידך עשוי לספק פתרון למציאת מרחב רב לשימוש הציבור במדינה שהיא בין הצפופות בעולם.

אנו ממליצים להתמקד בפיתוח תחום המינהור, הן בהיבט הביטחוני והן לצרכים אזרחיים. בהיבט הראשון מדובר על מאגרים שונים (מים, דלק, מזון, תחמושת וכו'), על מפעלי תעשיה, מרכזי תקשורת ובקרה, בתי חולים וכו'. הצרכים האזרחיים כוללים בתוכם את אופציית בניית מתקנים תת-קרקעיים תוך כדי שילוב עם בנייני מגורים, מסחר ומשרדים. במקרה זה תיתכן תועלת נלוות למשק: חנויות, חניות, בתי קולנוע, ברים, מועדונים, אתרי תיירות (מבוכים) וכו'. כמו כן יש לשקול שילוב של מינהור במערכת התחבורה: רכבות תחתיות בערים גדולות. הנושא של מיקום אתרים אסטרטגיים ואזרחיים תת-קרקעיים מחייב בדיקה במספר רמות:

א. גיאולוגית (גיאומורפולוגית) – איתור המקומות המתאימים לחפירה, השימוש במנהרות קיימות, בדיקת סוג המסלע המתאים ועמידותו (למים, לזיהום, לרעידות אדמה).

ב. סוגיות אדריכליות-הנדסיות הקשורות לבנייה, שיפוף והחזקה של מבנים תת-קרקעיים. ביניהן: עלות, ו/או חיסכון פוטנציאלי בחומרי בנייה; תשתיות: מים, ביוב, חשמל, תקשורת וכו'. יש לפתח נוסחאות ונהלים שיאפשרו הקמת מבנים רבי קומות מתחת לפני השטח. כמו כן מומלץ לחפש פתרונות לחפירות אלכסוניות מתחת למבנים קיימים.

ג. כלכלית – חישובי כדאיות, איתור משקיעים פוטנציאליים שירוויחו מפיתוח מבנים תת-קרקעיים, עלות/תועלת בהיבטי בריאות, בדיקת אופציות לעידוד הבונים. ביניהן: פיצוי לקבלנים אשר יסכימו לבנות "לעומק", כגון זה שניתן בגין חיזוק המבנים לאפשרות של רעידות אדמה, מקלטים ציבוריים וכו'; עידוד העסקים שישתמשו באופציה של מינהור, כגון הנחה בארנונה, או במסים אחרים.

ד. רפואית – בדיקת בריאות האדם השווה תקופה ארוכת זמן במבנים תת-קרקעיים (זיהומים, בעיות פסיכולוגיות, העדר אור טבעי וכו'), בדיקת הצטברות גזים כגון ראדון במבנים תת-קרקעיים.

יש לציין כי נדרש להמשיך ולקדם את תמ"א 40 למיגון ולפיתוח המרחב התת-קרקעי ע"י שת"פ בין משרד הבינוי ומינהל התכנון, שהופסק לפני כ-4 שנים. כיום משרד הבינוי מיוצג בוועדת העורכים של שינוי מספר 4 לתמ"א 38, שמקדם את הבנייה הקרקעית בכל הקשור למיגון מבנים. נושא המינהור אף עולה בכנסים בינלאומיים ויש לבחון האם המנהור הוא פתרון ריאלי וישים אשר ישרת גם את סוגיית שינויי האקלים.

6.4 חקלאות

המהלכים המבוצעים ואשר יבוצעו במשרד החקלאות ופיתוח הכפר כהסתגלות לשינוי אקלים בשנים הקרובות כוללים את הפעולות הבאות ויכללו פעולות עתידיות בהתאם להתקדמות הידע האקלימי, סגירת פערי ידע במו"פ, הערכה וניהול הסיכונים שיבוצעו:

תכנית פעולה 10 – שימור המגוון של צמחי חקלאות

בנק גנים לצמחי ארץ ישראל

- ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) התריע פעמים רבות בשנים האחרונות על משבר מזון עולמי הצפוי להתרחש בין היתר בשל שינויים קיצוניים במזג האוויר אשר ישפיעו על כמות ואיכות המשקעים הזמינים לגידולים חקלאיים ועל עליה בטמפרטורות. תחזיות שונות מעידות בנוסף כי השינויים האקלימיים יביאו לעליה בהתמודדות עם מזיקי חקלאות ומחלות. משימה בעדיפות עליונה של מטפחים חקלאיים כיום היא לספק קיום המסוגלים להתמודד עם התנאים המשתנים בכדי ליצור מצב של בטחון תזונתי.
- טיפוח קיום חדשים לחקלאות בתקופה של שינוי אקלים כה קיצוני הינו אתגר המצריך שימת לב לפרטים נוספים מלבד טיבו, כמותו ואיכותו של היבול. על המטפח כיום, לשים דגש על עמידות היבול לטמפרטורות קיצוניות, על יכולת היבול להתמודד עם משטרי גשם קצרים ואינטנסיביים מחד, ותקופות יובש ממושכות בתוך עונת הגשמים, וכן עם מחלות המתגברות ומשתנות באקלים הדינמי אותו אנו חווים.
- מבין מקורות המגוון הגנטי הזמינים להעשרת הגידולים התרבותיים, צמחי הבר והמורשת (זנים מסורתיים-Landraces), אוצרים בתוכם שונות גנטית רבה העשויה לעזור ולשפר את הצורך באדפטציות להתמודדות עם אתגרי הקידמה. מגוון מיני הצומח בישראל הוא מהעשירים בעולם, אזורנו מוכר כמרכז של שונות גנטית והוא מאופיין בנוכחות גבוהה של קרובי בר של צמחי תרבות כגון: דגניים (חיטה, שעורה, שיבולת שועל), קטניות (אפונה, עדשים, חימצה-חומס), עצי פרי (שזיף, אגס, תאנה), ירקות (שום, גזר, כרוב), צמחי ריח (מרווה, שומר, אזוב) וצמחי תעשייה ומרעה (פשתה, תלתן ואספסת) וכן בזני מורשת שתורבתו באזורנו לפני אלפי שנים והם בעלי יבול יציב, כושר הסתגלות דינמי לתנאי הסביבה ומגוון ביולוגי רחב. אלא שמקורות אלו הולכים ונעלמים ע"י הכחדה מתמשכת של המגוון הביולוגי של גידולים חקלאיים.
- אחת הדוגמאות המרכזיות באזורנו לכך, הוא איבוד המגוון הגנטי של החיטה. מתחילת המאה ה-20 ועד היום, יחד עם סלקציה מתמדת ליבול יציב וגבוה ולדרישות האיכות של תעשיית הטוחנים והאופים, הלך ונשחק המגוון הגנטי של החיטה בצורה חדה. לעומת זני חיטה מסורתיים האוצרים בתוכם שונות גנטית רבה שנצברה במהלך אלפי שנות סלקציה

של חקלאות מסורתית בסביבות שונות, זני החיטה המודרניים, מבוססים על מספר מצומצם של זני עלית – אמנם עתירי יבול, אך בעלי מגוון גנטי צר ושברירי. בעוד שבסוף המאה ה-19 היו בארץ מאות זנים מסורתיים, במהלך המאה ה-20 הוחלפו אלה במספר קטן של זנים מודרניים "חצי מנונסים" שטופחו ליבול גבוה, אחידות, ממשק חקלאי אינטנסיבי עתיר תשומות (דשן סינטטי, חומרי הדברה וכד') והתאמה ליצור המוני של מזון. הזנים המסורתיים נדחקו ממפת המזרע בישראל עם החדרת זני חיטת הלחם (*Triticum aestivum*) המודרניים החצי-מנונסים בשנות ה-60 וה-70 והתרחבות החקלאות האינטנסיבית. תהליך דחיקתם של הזנים המסורתיים הושלם בראשית שנות ה-80 של המאה הקודמת ובעקבות כך, החיטה המסורתית הישראלית, בעלת המגוון הגנטי הרחב נעלמה ברובה ונמצאת בסכנה ברורה של הכחדה.

- בנק הגנים הלאומי שבמנהל המחקר החקלאי, הינו מרכז לאומי לשימור המאגרים הגנטיים של צמחית האזור ומהווה תשתית פיזית (אוסף זרעים) לטובת פיתוח בהווה ובעתיד ואמון על האיסוף והשמירה של צמחיית הבר קרובת התרבות וזרעי המורשת ומקיים אוסף הולך וגדל של זרעים מבתי גידול ברחבי הארץ. העושר והמגוון של צמחי ארץ ישראל נמצאים בסכנה עקב היעלמות בתי גידול טבעיים, הנובעת מעיור אינטנסיבי, בניית תשתיות ומעבר מזורז לחקלאות מודרנית המתבססת על זני עילית בעלי בסיס גנטי מצומצם ביותר ולכן שימור באוספי בנק הגנים הינה אחת מפעולות ההצלה החיוניות שיש לנקוט בהם בכדי להציל את המגוון הביולוגי-גנטי של צמחיית ישראל. "בנק הגנים" הוא תשתית שימור בטכנולוגיית הקפאה ארוכת טווח של זרעים ומצוי בשטח מינהל המחקר החקלאי בראשון לציון. הבנק נועד לשמר את הזרעים לתקופה ארוכה כך שיהיו זמינים למטפחים וחוקרים לשנים רבות. בבנק הגנים מאוכסנים כיום למעלה מ-30,000 זרעים שונים מישראל ומהעולם כולו המופצים לצרכי מחקר, טיפוח ושימור אקולוגי.
- המגוון הביולוגי של הזרעים הוא הבסיס לחקלאות. לא נוכל להתבסס על אף פתרון למשבר

האנרגיה, למשבר המים או למשבר המזון בלי אותו מגוון ביולוגי שיאפשר את המשך קיומה של החקלאות. **לאור האמור לעיל, יש צורך להמשיך את איסוף הזרעים, את המחקר בשיטות אחסונם, וכמובן את המשך השימור, ולכך יש להכיר בבנק הגנים כמוסד לאומי.**

תכנית פעולה 11. שימור משאבי המים, הקרקע והסביבה

שימוש יעיל במים בייצור החקלאי הינה פעולה מתמשכת ורב שנתית ואכן, חקלאות ישראל מובילה בעולם בשימוש יעיל במים. כמו בעבר, נושא זה ממשיך, להיות מרכזי במו"פ, בקידום הידע והטמעתו בהווה ובעתיד. בנוסף, שימוש הולך וגובר במים שוליים בחקלאות האינטנסיבית (מי קולחים, מים מליחים) מחייבת מערכת ניטור, בקרה ומו"פ מתמשכים. זאת, כדי למנוע נזקים בלתי הפיכים למשאב הקרקע, מי התהום, כושר הייצור החקלאי והסביבה. משרד החקלאות

משקיע תקציב רב מזה שנים רבות הן במו"פ במוסדות המחקר והן במערכות ניטור ובקרה בשדות החקלאיים. לשם הרחבת מערכת הניטור והבקרה על ההשפעות ארוכות הטווח שלהשקיה במים שוליים בחקלאות ישראל.

שימור משאב הקרקע הינו גם חלק מפעולה מתמשכת להקטנת סחף קרקע ושימור איכותה ופוריותה של הקרקע. לשם כך נדרשת הרחבת ממשקי עיבוד משמר קרקע, תכנון וניהול אגני ניקוז, השבת חומר אורגני ומחזורו בקרקעות החקלאיות, המשך מו"פ קיים והקטנת פערי ידע בעזרת מו"פ ייעודי.

• **התאמת הפעילות החקלאית לצורך התמודדות עם שינויי אקלים ואספקה של מזון טרי:**

שימוש מוגבר במים שוליים להשקיה וצפי להקצנת אירועי גשם אירוזיביים (המאיצים תהליכי בלייה) מביאים להגברת הידלדלות משאב הקרקע. עבודות בעולם ובארץ מראות ששמירה על קרקע מחופה בצמחייה, באופן רציף, הפרה מינימלית של הקרקע (ע"י עיבודים ותנועת כלים), ומחזור גידולים משפרים את עמידות הקרקע החקלאית (ובכלל) לשינויי אקלים מכמה היבטים: הקטנת נפחי נגר עילי (תוך התייעלות בזמינות המים לצומח ושמירה על כושר החידור של הקרקע); הקטנת סחיפת קרקע; הגדלת תכולת המים הזמינים לצמח; הקטנת התאיידות מפני הקרקע, ואיזון משרע הטמפרטורות בקרקע (במחזור יומי, עונתי ושנתי). לכן אימוץ והטמעת עקרונות חקלאות משמרת (Conservation Agriculture), הדוגלת במינימום הפרה של הקרקע, חיפוי צמחי רציף ומחזור גידולים הינו אמצעי מרכזי בהיערכות לקראת שינויי האקלים. בקול הקורא לתמיכות בעיבוד משמר לשנת 2017, הורחבו האפשרויות הפתוחות בפני החקלאים לקבל תמיכה כספית לשם אימוץ עקרונות חקלאות משמרת במקביל להמשך פעילות הדרכה, ניטור, ומו"פ חקלאי להטמעה ואימוץ עקרונות חקלאות משמרת. יחד עם הגברת התמיכה והסיוע המקצועי והכלכלי לציבור החקלאים המנהלים את פעילותם החקלאית ואת משאב הקרקע באופן מיטבי, כך שבסופו של יום מרבית השטח החקלאי בארץ יעובד ע"פ עקרונות של חקלאות משמרת.

• **ניהול הנגר העילי בראיה אגנית ובגישה אינטגרטיבית – השילוב של שינויים אקלימיים, כגון**

עליית מפלס פני הים, ושינויים בשימושי הקרקע, ייעודה והתכסית, דהיינו - הגברת הפיתוח והבינוי על חשבון השטחים הפתוחים (במיוחד אלה המוגדרים כיום כשטחים חקלאיים), מגביר את סיכוני ההצפות והשיטפונות, הן באזורים מבונים והן בשטחים פתוחים. עליית מפלס פני הים עשויה להוביל להצפת אזורים שלמים לאורך קו החוף, ושינוי בסיס הניקוז של כל נחלי החוף. מצב זה עשוי לגרור הגברה של השקעת סדימנטים במוצא הנחלים לים ובכך להקטין את כושר ההולכה של הנחלים. האפקט עשוי להתגבר כתוצאה מאירועי סערה אלימים שיגרמו להגברת תפוקות הסחף משטחים במעלה אגן ההיקוות. כמו כן, מפלסי מי התהום הגבוהים בחוף צפויים לעלות בגלל שינוי בפן-הבינוי כך שאזורים שכבר היום חשופים להצפות בחורף עשויים להיות מוצפים כל השנה, למשל אזור ביצת הפולג, אזור התעשייה עמק חפר, ועוד. מנגד, העלייה בהיקף השטחים המבונים, האטומים לחידור מי הגשם, תעצים את הנגר העודף, תהליך אשר יוביל לעומס גובר על מערכת הניקוז העירונית ולהגברת העומס על מערכת הניקוז והנחלים

הסמוכים לשטחים אלו. אי לכך, קיים צורך בניהול הנגר העילי באגן ההיקוות כולו על מנת לרסן ולהקטין את גלי הגאות. האסטרטגיה העדכנית להתמודדות עם תופעת השיטפונות בעולם הנה פיזור הנגר (בשונה מריכוזו והרחקתו) ע"י ניהול אגני אינטגרטיבי ומעבר מגישת צמצום נזקי שטפונות לגישת ניהול סיכוני שטפונות.

- **ניהול סיכונים בתחום ניקוז וניהול נגר** וישום גישת ה-LID במטרה להגביר את היכולת להתמודדות של הקהילות הכפריות והעירוניות בארץ. תיעדוף תכניות ומפעלי ניקוז יעשה בהתאם לסקר הסיכונים, תוך הפנמת היבטים סביבתיים ועקרונות ה-LID. כבר היום, במסגרת הערכה ושיפוט תכניות למפעלי ניקוז, מוענק ציון איכות למרכיב הסביבתי של ההצעות. בהנחיית האגף לשימור קרקע וניקוז, רשויות ניקוז ונחלים מקדמות תכניות אב אגניות (תכנית להגנת מפרץ חיפה, תכנית אב לנחל צין, תכנית אב לאגן נחל ירקון), המפנימות מכלול אינטרסים סביבתיים ואינטגרטיביים של פתרונות במעלה האגן, בהתאם לעקרון ה-LID. פתרונות אלה כוללים (בין היתר) איגום במעלה, פעולות שימור קרקע, הצפת שטחים חקלאיים בעת שיטפון תוך מתן פיצוי כפתרון כלכלי וסביבתי ההולם ביותר ועוד.
- **שמירה על פשטי הצפה** והכרה בערכיות השטחים החקלאיים הצמודים לגדות הנחל גם בהקשר של ריסון שיטפונות לשיפור הקשר ההידרולוגי בין חתך הנחל לפשט ההצפה על ידי הרחבת רצועת הנחל, על חשבון השטח המעובד, ויצירת אזורי חייץ, לריסון כניסות של סדימנטים.
- **סקרי סיכונים** נערכו והושלמו בשלוש רשויות ניקוז מרכזיות: רשות ניקוז ירקון (האחראים על אגן נחל הירקון), רשות ניקוז שרון (האחראית על אגן נחל חדרה, אלכסנדר ופולג) ורשות ניקוז ים המלח. השלמה של סקרי סיכונים באגנים מרכזיים הנה אחת המטרות המרכזיות של משרד החקלאות ופיתוח הכפר בשנים הקרובות.
- **תיקון חוק הניקוז** התקבלה בקריאה ראשונה בכנסת. בין השאר, התיקון יחייב את רשויות הניקוז האגניות לפעולה בהתאם לתוכניות אב רב שנתיות, בהתאם לסקרי סיכונים ולקידום שימור הקרקע בראיה אגנית.
- **הטמעת גישת התר"מ (תכנון רגיש למים) בתכנון עירוני** חדש ובתכנון מתקני ניהול נגר וקידום שיטות נוספות לניהול נגר וראייתו כמשאב באזורים המבונים. מלבד תר"מ, תכנון עירוני מותאם רשת הידרולוגית (דוגמת תוכנית האב למטרופולין באר שבע וניסוי אגני מקדים בעיר תל אביב) הנו פעולה הכרחית לנוכח העלייה בסיכוני השיטפונות וההצפות במרחב העירוני.
- **אחזקה, שדרוג ופיתוח של מערך ניטור ומחקר ארוך טווח**, ארצי, של רשת תחנות הידרומטריות באגנים קטנים, ניטור רחופת בנחלים, משקי מודל וחלקות מחקר ארוכי טווח לזיהוי מגמות ושינויים ברצף העיתי והמרחבי של תהליכים משני סביבה בשטחים חקלאיים ואזורי ספר המדבר.

- **ניטור לווייני של תמורות ושינויים מרחביים** לאורך קו הבצורת ביערות הק"ל, שטחים פתוחים ושדות חקלאיים לבחינת מגמות ושינויים בשטפי אנרגיה אנכיים ומרחביים משולב עם אימות קרקעי באתרי ניטור ומחקר ארוך טווח המנוהל על ידי התחנה לחקר הסחף (יחידת המו"פ) של האגף לשימור קרקע וניקוז.

בנוסף, משרד החקלאות רואה במועצות האזוריות והמקומיות ובחקלאים מובילים שותפים אסטרטגיים לגיבוש תוכנית הערכות בנושאים אלו.

תכנית פעולה 12. הכנת תכנית להערכות לשינויי אקלים והערכת

סיכונים בחקלאות ישראל

לאור אופייה המיוחד של החקלאות ורגישותה הרבה לשינויי אקלים, אנו רואים חשיבות רבה בביצוע הערכת סיכונים ספציפית לחקלאות ישראל כתוצאה משינויי אקלים. הערכת סיכונים תהווה כלי חשוב בדרך לקידום תכנית להערכות חקלאות ישראל לשינויי אקלים, בשיתוף עם משרדי ממשלה נוספים, אקדמיה, חקלאים, ארגונים שונים, מגזר שלישי. תוצרי תכנית זו יגדירו ויקדמו תיעדוף תכניות פעולה נוספות שתידרשנה בהמשך (כלי מדיניות שונים, חקיקה, תמיכות, ניטור ובקרה, פערי ידע, מו"פ והדרכה).

לצורך כימות ההשלכות הצפויות של שינויי האקלים על ענף החקלאות, מתנהלת עבודה משותפת רחבה של משרד החקלאות והשירות המטאורולוגי ששמה דגש על צרכי החקלאות (בנוסף לעבודה משותפת בנושא עם רשות המים, הלישכה המרכזית לסטטיסטיקה, נציגי חקלאים ואקדמיה). שלבי התכנית המבוצעת כעת (2016-2018):

1. סקירת רגישותם של רבים מענפי החקלאות המרכזיים לשינויי אקלים
2. הגדרת יותר מ 50 מדדים אקלימיים ספציפיים רלוונטיים לחקלאות ע"פ המאפיינים המיוחדים של כל ענף וברזולוציה העיתית והמרחבית המתאימה לאור אזורי הגידול השונים בארץ.
- א. זיהוי התהליכים הרגישים ביותר בייצור החקלאי לשינויי האקלים
- ב. הגדרת המדדים האקלימיים החיוניים לצורך הערכת הסיכונים
- ג. הגדרת ערכי סף קריטיים למדדים האקלימיים ואזורים גיאוגרפים רלוונטיים
3. השירות המטאורולוגי בעיצומה של תכנית דו-שנתית לבחינת המדדים הספציפיים לחקלאות בישראל. העבודה כוללת ניתוח מגמות במדדים האקלימיים החשובים לחקלאות הן בנתונים ההיסטוריים והן בתחזיות ע"פ מגוון מודלים כולל מודל שמריצים בשירות, ומודלים נוספים בעולם הרלוונטיים לישראל. התכנית כוללת טיוב נתונים היסטוריים (הומוגניזציה של נתוני טמפרטורה, גשם ולחות יחסית) ותחזיות המודלים ברזולוציה עיתית ומרחבית מתאימה לחקלאות. ניתוח המגמות ההיסטוריות והתחזיות לעתיד ע"פ 50 המדדים שהוגדרו עבור ענפי החקלאות בישראל נעשה בעשרות תחנות מטאורולוגיות הפרוסים על כל האזורים הגיאוגרפיים בישראל בדגש על אזורים חקלאיים. בנוסף

לניתוח התחנות מתבצע מיפוי גס לפי 8 אזורים גיאוגרפיים שהוגדרו. כל זאת בנוסף לפעילות השוטפת של השירות המטאורולוגי במחקר שינוי האקלים. עבודה זו תיתן בסיס איתן להמשך עבודה והערכת סיכונים לחקלאות בישראל כתוצאה משינוי אקלים.

תכנית פעולה 13. פגעים ומזיקים בחקלאות

על מנת להיערך לסיכון הופעת פגעים ומזיקי חקלאות חדשים בעקבות שינויי אקלים יש לבצע פעולות כדלהלן:

- יש לגבש צוותים מקצועיים להערכות עתידית לכניסה לישראל של מזיקי חקלאות. יש צורך בביצוע הערכת סיכונים לגביהם בתנאי שינוי אקלים ולשקול הוספתם לרשימת האסורים.
- יש ליצור רשימות חרקים, צמחים, עופות, מכרסמים, וחסרי חוליות האסורים ביבוא כיון שהם עלולים להיות פולשים כדוגמת רשימות EPPO. נמצא כי בצ'כיה למשל 53% מהצמחים שהתאזרחו יבאו למטרות נוי ובאוסטרליה 65% (בעבודה).
- יש להגביר את בדיקות נקודות כניסת נגעים (מחלות, מזיקים וצמחים) ארצה כקו ראשון (תיירות, מטען ועוד).
- יש לאתר את מקורות האינטרודוקציה הפוטנציאליים בעולם ולרכז את המידע הרלבנטי לגבינו על מנת להנחות את צוותי הבדיקה בסיכונים העיקריים (באלו גידולים וכיצד לנטרם).
- יש להרחיב את מערך הניטור הקיים (קו שני) ולבצע ניטור ייעודי בכפוף לסיכון החזוי.
- יש לבנות מודל ממוחשב להתאמה עתידית של אורגניזמים לתנאי האקלים (PRA), דוגמת מודל Biomod2 שהאירופים משתמשים בו המכיל מספר אופציות לתרחישים עתידיים.
- יש להקים מאגר זיהוי מורפולוגי וגנטי של נגעים הכולל גם נתיבי חדירה בתרחישים משוערים של שינוי האקלים.
- יש לבצע מחקרים ותצפיות בנושא שינויי אקלים צפויים על מזיקי מפתח בחקלאות

תכנית פעולה 14. השקעה במחקר ופיתוח ובמיפוי פערי ידע בחקלאות

כבר כיום, במסגרת המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר, מבוצעים מחקרים רבים העונים על הצורך בהערכות לשינויי אקלים כמו שימוש יעיל בסוגי מים שונים להשקיה, ממשקים להקטנת פגיעות אקלימיות בצומח ובחי, שימור קרקע ועוד. מושם דגש עיקרי על השבת מיני פרי וירק המותאמים לתנאי אקלים מתחממים ויובשניים יותר, הדברת מזיקים ומחלות תוך הפחתת השימוש בחומרי הדברה, יצור חלב ובשר בתנאי עומס חום, הגברת כושר ייצור במרעה, התייעלות

אנרגטית, ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות, פיתוח מודלים צמחיים הכוללים פרמטרים אקלימיים, ניטור וניתוח של מגמות אקלימיות ועוד.

דוגמאות לנושאים מרכזיים במסגרת מו"פ המדען הראשי והעוסקים בהערכות והסתגלות לשינויי אקלים ניתן לכלול את ייעול השימוש במים להשקיה, השלכות שימוש לאורך זמן במי קולחים כמקור מי השקיה על הקרקע, הצמח הבריאות והסביבה, השלכות שימוש במים מותפלים כמקור מי השקיה על הצמח, הקרקע והסביבה, ממשקי צינון במשק החי בכלל וברפת החלב בפרט, ממשקי צינון וחימום יעילים אנרגטית במבני גידול צמחי, שימור פוריות קרקע (כמות ואיכות) באמצעות בחינת תוספים אורגניים ממקורות שונים לקרקע, ממשקי עיבוד קרקע מפחיתי סכנת סחף, בחינת סוגי כיסוי מטעים ברשתות שונות להקטנת פגעי מזג אויר והקטנת תצרוכת המים של הגידול, טיפול בפסולת חקלאית והשבתה כמקור חומר אורגני לשימור פוריות קרקע, התמודדות עם פגעים חדשים בצומח ובחי, טיפוח זני פרי וירק לתנאי חורף ותנאי קיץ חמים יותר, טיפוח זני חיטה לתנאי חורף יובשני וקיצוני יותר, שיטות מתקדמות לניטור וזיהוי מזיקים בצומח ובחי, כלי חקלאות מדייקת וחישה מרחוק לזיהוי מוקדם של תהליכים, בעיות והשפעות אקלימיות בצומח ובחי ועוד.

במקביל, קיימת שותפות מתמשכת עם רשויות מחקר בינלאומיות בנושא זה, בתחומי וענפי החקלאות השונים. לדוגמא, שותפות במסגרת המדען הראשי בפרויקט JPI-FACCE. יוזמה זו, שהחלה בשנת 2010 כוללת 21 מדינות מהאיחוד האירופי ועוסקת במו"פ חקלאי וייצור מזון בהקשר של שינויי האקלים החזויים.

6.5 יער ושריפות יער

יער יכול לסייע בהתמודדות תופעות הקשורות בשינוי אקלים כמו למשל עומסי חום וויסות נגר עילי באירועי קיצון. יער גם מהווה איום על חיי אדם ורכוש במקרה של שריפות – אשר תדירותן צפויה לגבור עם עליה בתדירות של גלי חום ובצורות. קיימות פרקטיקות שונות להפחתת הסיכונים וניהול מיטבי כגון שמירה על אזורי חיץ ורעייה. פרק זה ידון בהבטים השונים של ממשק היער.

שריפות יער: המערכת האקולוגית הים תיכונית בישראל מועדת לשרפות יער בהיקפים שונים ובתדירות גבוהה. הסיבה העיקרית לשרפות הינה תוצאה ישירה או עקיפה של מעשה יד אדם. שרפות בעולם ובישראל פורצות בעיקר בגלל הזנחה והצתות. בישראל נגרמות שרפות גם בשוגג (פעילות של צה"ל, מטיילים, שרפת אשפה חקלאית). קיימות גם שרפות כתוצאה מהצתות פוליטיות לאומניות²⁸.

לשרפות השפעות רבות. הן עלולות להוביל לפגיעה והרס בתי גידול, לפגיעה במיני צומח ובע"ח מקומיים, לשינוי הרכב מינים, בתהליכי סוקססיה ולשינויים בתפקוד המערכות הטבעיות כגון: סחיפת קרקע, הגברת נגר עילי, פגיעה בתכונות הכימיות והפיזיקליות של הקרקע ולשינוי במחזור

²⁸קליאוט, נ., קידר, ג. 1992. "שרפות יער והצתות וגורמיהן האנושיים בישראל", אופקים בגאוגרפיה, גיליון 35-36, עמ' 23-34.

הפחמן. בנוסף לנזק אקולוגי רב, גורמות שרפות לפגיעה ברכוש ובנפש, וכמו כן מעמידות בספק את היכולות של מערכות הביטחון להתמודד עם אירוע אסון בקנה מידה גדול. עליית הטמפרטורות, הגברת היובש והמחסור במים, מהווים שילוב קטלני שעלול לגרום להגברת מספר השריפות והיקפן באזורי דרום אירופה, המזה"ת וארץ ישראל. השריפה בכרמל, שפרצה ב-2 דצמבר 2010, מהווה דוגמה טובה לכך. במהלך השרפה עלו באש כ-5 מיליון עצים בשטח המשתרע על כ-25,000 דונם. השריפה גרמה למותם של 44 אנשי כוחות הביטחון, לפינוי של כ-71,000 תושבים מביתם ולהזדקקותה של מדינת ישראל לסיוע בין-לאומי לכיבוי השרפה. השריפות שפרצו באזורים שונים בארץ בנובמבר 2016 גבו גם הן מחיר סביבתי ונזק רב לרכוש.

בעקבות השריפה הגדולה בשנת 1989 בכרמל, הוקמה ועדה מקצועית, בהשתתפות נציגי כל הגופים הרלוונטיים, בה נלמדו לקחים והוסקו מסקנות בתחום ממשק צומח (טיפולים כמו דילול, גיזום ורעיה יזומה וכן הקמת אזורי חיץ) והוכנו פעולות שיש לנקוט לאחר שריפה לצמצום שריפות עתידיות, כיבוי שריפות ושיקום שטחים שרופים; כמו כן, לאחר השריפה בכרמל הוקמה וועדה לשיקום האקולוגי של הכרמל²⁰ אשר הסתמכה, בין השאר, גם על המלצות הוועדה משנת 1989. חלק מההמלצות מיושמות בחלק הצפוני של ישראל בכלל ובשטח הכרמל בפרט.

שריפות היער בשנים האחרונות היו קשות במיוחד מבחינת עוצמת האש ומהירות התפשטותה, הקושי לבלום אותה וגודל השטח שנשרף בכל אירוע. הסיבה העיקרית לכך היא העובדה שהיו, ועדיין ישנם, שטחים רצופים גדולים מאוד של יער צפוף של אורנים (וגם אלונים). ברבים מהם יש גם צומח צפוף של שיחים בין העצים ובשולי היער. בתנאים כאלה קל מאוד, בתנאי מזג אוויר מסויימים, להצית אש על פני הקרקע שתהפוך מיד לשריפת צמרות מהירה אשר כמעט בלתי אפשרי לבלמה, אלא בשולי גוש היער הצפוף. השטחים הרצופים של היער הצפוף הם שטחים דליקים ביותר. הדרך העיקרית להגנת היער בפני שרפות קשות בעתיד הוא ממשק הצומח במטרה להקטין את דליקותו. נתונים מראים שתורמתו של צה"ל לשריפות מאוד גדולה.

שינויי האקלים יכולים לגרום להופעת השריפות בעונה שלא היינו רגילים לה. אם בעונת הגשמים הישראלית הטיפוסית שבין השנים 1987-1995 לא היינו עדים לשרפות משמעותיות בחורף, ייתכן והאירועים בכרמל של חורף 2010 וגל השריפות שפקד את ישראל בנובמבר 2016 מנבאים את בואה של מגמה חדשה. בנוסף לשריפות שמקורן בישראל, ישראל תהיה רגישה לשריפות שיתרחשו במעגל הראשון: יו"ש, ירדן (בעיקר בעמק הירדן), לבנון ואולי סוריה.

הנושא של שיקום היער ושל הגנתו, שמתעורר בדרך כלל בעקבות השרפות, גם כן קשור לשינויי האקלים. יש לקחת בחשבון את ההשפעות של מחסור במים, עליה בטמפרטורות והתייבשות, על סוגי העצים אשר ישתלו במקומות השריפה, אם כי תמיד נשארת האפשרות לתת למערכת אקולוגית לשקם את עצמה ללא התערבות בני אדם. בכל מקרה, נושא השרפות חייב לקבל התייחסות מערכתית כוללת. בינתיים, הפתרונות ברמה הטקטית ידועים: יש להגביר פעולות חינוך ולהקים אזורי חיץ²⁹ בתוך היערות, סביב יישובים וחניונים ולאורך כבישים - כדי למנוע שריפות

²⁹ פרבלוצקי, א. 1992. "אזורי חיץ להקטנת נזקי שרפות ביער ובחורש: או, השימוש בעז השחורה ככלי ממשקי בניהול החורש", אופקים בגיאוגרפיה, גיליון 35-36, עמ' 107-118.

מסוכנות. הוצע גם להשתמש בשריפות מבוקרות בכדי לצמצם את סכנת האש ולשמור על שטחים פתוחים. מוצע גם לבנות מערך ניטור מצב הדלק הצמחי באיזורים המיוערים, לצורך טיוב ההתרעות וההערכות למזג אוויר מסוכן לפריצת שריפות נרחבות. כמו כן, יש להשקיע בשיפור תחזיות סכנת השריפות ומודלים לחיזוי התפשטות אש (לאחר שפרצה).

תכנית פעולה 15. ייעור כאמצעי להפחתת נזקי שינוי האקלים

נושא היער העירוני הוא בעל משמעות רבה לסוגיית ההסתגלות לשינויי אקלים במספר אספקטים:

א. צמצום עומסי החום במרחב הציבורי- מצל על המדרכות, הספסלים, תחנות האוטובוס והחניות מחד, וכמעודד הלכתיות. כתוצאה מכך היער העירוני מצמצם צריכת תחבורה ממונעת המייצרת איי חום בעיר מאידך ובמרחב הפרטי- מצל על חזיתות מבנים ובכך מצמצם את הצריכה האנרגטית בהם.

ב. טיוב איכות אוויר בסביבה העירונית - ע"י ספיחת חלקיקים מזהמים מהאוויר ופליטת חמצן.

ג. וויסות נגר עילי בעת אירועי קיצון - בתי גידול של העצים משמשים כמערכת דואלית להטבת תנאי קיום העצים, מבטיחים כי לא יקרסו עצים באירועי קיצון של מזג אוויר ומספקים צל ומקום מפלט. מאידך הם מספקים מערכת מסועפת של הובלה, איגום וחלחול של נגר עלי ובכך תורמים להפחתת עומסים על מערכת הניקוז התת קרקעית ובמקביל מעשירים את האקוויפרים המצויים בתהליך המלחה מתמשך. בהקשר זה (והדבר נעלם בפרק התכנון והבניה), חשוב מאוד להקפיד על שימור של 15% משטח התכנית ללא בינוי וריצוף לצורך החדרה של מי הנגר.

פקיד היערות במשרד החקלאות מופקד על:

- א. קידום הטמעה ותמיכה בתכנית במיזם היער העירוני.
- ב. הכנת מסמכי מדיניות לוועדות התכנון המחוזיות בדבר שמירה ונטיעת עצים במרחב העירוני, בשיתוף עם מנהל התכנון.
- ג. השתתפות בגיבוש מסמכי מדיניות מחוזים (למשל מחוז תל אביב) לעניין "הצללה במרחב הציבורי".
- ד. הסדרת מוכנות חח"י לחורף ולאירועי קיצון בנושא ממשק העצים, באמצעות גיבוש אמנה של חח"י מול קק"ל, רט"ג והשלטון המקומי, להסרת מפגעי עצים מרשת החשמל.

חשוב לציין כי בנושא אירועי שלג צפויים, גובשה כבר אמנה מחייבת המסדירה את היערכות חח"י לחורף בנושא ממשק העצים, אשר נחתמה בחודש מרץ האחרון (2017) ותביא למניעה כמעט מלאה של אירועי קיצון בממשק זה. עם זאת, יש לפעול להסדרת אמנה זהה בין חח"י ורט"ג, ובין

תכנית פעולה 16. יערות וממשק שריפות

פעולות שיש לקדם לשיפור המוכנות לשריפות:

- א. יש לשקול את דילול היערות, בניגוד לתורת הייעור הקלאסית, כל זאת על מנת לצמצם את עוצמת השריפות. הדבר כרוך כמובן גם בנטיעות חדשות ביער בצפיפות נמוכה.
- ב. יש פערי ידע לגבי התפלגות הרכב חברת הצומח ביער (מחטני לעומת רחב עלים), על מנת להביא לצמצום עוצמת השריפות. קיים חוסר ידע מדעי-מקצועי בדבר הרכב תצורת הצומח המתאימה ליערות ישראל בעידן שינוי האקלים.
- ג. קיים צורך בהקמת גוף שירכוז, יקבע סדרי עדיפויות, תקציבים ומשאבים להקמה ותחזוקה של קווי חיץ בישראל.

תכנית פעולה 17. הקמת אזורי חיץ להגנת ישובים ונכסים

אסטרטגיים משריפות יער

הקטנת הדליקות של הצומח צריכה להיעשות במקביל בשכבת העצים, ע"י דילול וגיזום, ובשכבת תת היער, ע"י ניקוי גזם, ורעיית בעלי חיים (ואולי גם שרפה מונעת). האסטרטגיה היעילה ביותר להשגת המטרה של הגנת יערות וחורש בפני שריפות היא לרכז את המאמצים להקטנת דליקות הצומח באזורי חיץ מוגדרים, ולא לפזרם על פני כל שטח היער. במקרה של שריפה, תפחת עוצמתה ומהירות התפשטותה במעבר מהיער הצפוף לאזורי החיץ הפחות דליקים ושם תהיה אפשרות לבלמה בקלות יחסית באמצעים הקיימים. אזורי החיץ יהיו רצועות בהן ידוללו העצים לצפיפות נמוכה מאוד, יהיה מעט חומר יבש בשל גיזום גבוה, ניקוי גזם, ורעיית מוגברת של עיזים או בעלי-חיים אחרים. אזורי החיץ יתוכננו כך שיקטעו את הרצף של היער הצפוף הדליק לתאי שטח מבודדים (של כ 1000 דונם או פחות). אזורי החיץ יתבססו בכל האפשר על אזורי קיימים של יער דליל, שטחי עיבוד וטרשים. מערך אזורי החיץ יושלם ע"י טיפול דרסטי בקטעי יער צפוף בנקודות התורפה. במידת האפשר יוצמדו אזורי החיץ לדרכי כיבוי וממשק.

יש לציין כי המלצות לביצוע אזורי חיץ קיימות לפחות מ 1990 - לאחר השריפה בכרמל ב - 1989. לאחר השריפה בכרמל ב-2010 – פורסמו שוב המלצות לביצוע אזורי חיץ וממשק יער על ידי קק"ל, רט"ג, משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה והחברה להגנת הטבע. יש לממש את החלטת הוועדה המחוזית במשרד הפנים בדבר הקמת איזורי חיץ לישובים הגובלים בשטחי יער. ביכולת חוק רשות הכבאות וההצלה 2012 והתקנות שנקבעו בו על ידי השר לבטחון פנים לתת מענה לנושא התכנוני והביצועי של אזורי החיץ. יש לוודא ביצוע מידי של התקנות ואכיפתן המלאה.

כלקח משריפות נובמבר 2016, ברור כי בנוסף להגנה על הישובים יש צורך גם בהגנה על מתקני התשתית הלאומיים (גז, דלקים, חח"י, מקורות, מתקני תקשורת וכו'). הדבר אינו מוטמע בתקנות כיבוי אש 2012, ולאחר השריפות בנובמבר 2016, הוקם צוות בין משרדי ברשות המל"ל, ומשרד התשתיות הלאומיות לטיפול בנושא זה. הדו"ח בניסוחו הנוכחי לא מציין את הנחיצות בהגנה על מתקני תשתית לאומיים, כחלק משמירה על רציפות תפקודית של המשק בזמן אירועי אקלים קיצוניים.

נושא אזור החיץ צריך להיות מלווה במערך הסברה ארצי שמטרתו לחשוף את הציבור לחשיבות הקמת אזורי החיץ. כמו כן, חשוב שהטיפול בנושא יהיה מגובה בהכשרת גורמי מקצוע רלוונטיים, תוך בניית תכניות ייעודיות לנושא ממשק יער להגנה מפני שריפות במוסדות אקדמיים.

תכנית פעולה 18. ממשק רעייה אקולוגי בחורש וביער למניעת שריפות

מטרתו של ממשק הרעייה האקולוגי היא לקדם את נושא גידול בעלי חיים במרעה כדי לקבל מגוון מוצרים, אך בו-זמנית לשמר את האיכויות האקולוגיות של השטחים הפתוחים ולצמצם את סכנת שריפות היער. ממשק רעייה אקולוגי הוא בעל חשיבות לאומית גבוהה ומהווה כלי חשוב להתמודדות עם הגברת פוטנציאל שריפות היער ושטחים פתוחים כתוצאה משינויי האקלים הצפויים בישראל.

רקע

בשריפה הגדולה בכרמל ב-2010, כמו גם בשריפות קודמות, התברר כי אזורי שהיו תחת רעייה (למשל אזור החי-בר) היוו מכשול למעבר האש. נמצא כי רעייה היא החלופה הזולה והידידותית לסביבה ביותר למניעת שריפות מבין חלופות שונות בהן ריסוס, כריתה ושריפה מבוקרת. בעקבות לקחי השריפה הגדולה בכרמל ב-2010, החלה הקמה של אזורי חיץ בשטח הפתוח ומסביב ליישובים באזורי חורש ויער שונים בארץ. ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל המליצה כי רעייה תשמש ככלי לתחזוקת אזורי חיץ סביב יישובים ובשטח פתוח. הדרך היעילה ביותר לצמצום הצימוח של הצמחים המצויים בתחום אזור החיץ היא רעייה של עזים או של כבשים כפי שהוכח באסכולה הצרפתית של אזורי חיץ למניעת שריפות.

למרות שקיימת היום הסכמה רחבה שרעייה היא כלי מרכזי במניעת שרפות בשטחים פתוחים, בפועל מתקשים מנהלי השטח השונים להשיג שרותי רעייה בהיקף הדרוש לטיפול טוב בשטחים עליהם הם מופקדים.

תועלות של ממשק רעייה אקולוגי:

הקטנת סכנת שריפות – רעייה תורמת להפחתת סכנת שריפה של יער וחורש בכמה דרכים:

1. מפחיתה באופן משמעותי את הצומח העשבוני ותורמת להקטנת סכנת פריצת דליקה.
2. מפחיתה באופן משמעותי את נפח הצומח המעוצה (שיחים ועצים) בחורש וביער בהשוואה

למצב היער ללא רעייה, ובכך מחלישה את עוצמתן של שריפות.

3. מניעת סגירת חורש שעבר דילול מכני ע"י רעייה בשטח תורמת ליצירת אזורי חיץ ומאיטה התפשטות השריפה. כמו כן, רעייה מאפשרת תחזוקת צדי שבילים ותורמת לכיבוי מהיר בזמן שריפה.

שימור קרקע - אחת ההשלכות הפוטנציאליות³⁰ של שריפת יער וחורש היא סחף קרקע.³¹ רעייה תורמת למניעת שריפות ובעקיפין למניעת דלדול קרקעות.

הרועה כשומר שטחים פתוחים - הרועה בשטח משמש כמתריע בזמן אמת מפני שריפות, פלישות, זריקת פסולת ויצירת נזקים בשטחים הפתוחים.

תרומה למגוון הביולוגי - ממשק רעייה נכון תורם למגוון בתי גידול ולהעשרת המגוון הביולוגי של החי והצומח.

שטחים פתוחים - שילוב רעייה בשטחים פתוחים מאפשר שימוש בו-זמני של מטיילים ועדרים. רעייה יכולה להגדיל את הנגישות לשטחים פתוחים ולשפר את איכותם.

תיירות - הרעייה מונעת התפתחות צומח צפוף, פותחת שבילי הליכה ומאפשרת גישה למטיילים ותצפית משופרת לנוף. רעייה מאפשרת לשמור על עשביה נמוכה הנוחה למעבר. רעייה מעודדת ריכוזי פריחה מושכי תיירות. נוכחות בעלי-חיים במרעה מהווה מקור מושך תיירות בפני עצמה.

תעסוקה ירוקה - פיתוח ענף ממשק רעייה אקולוגי יכול לקדם תעסוקה ירוקה – תוספת עובדים בתחום עם תועלות סביבתיות ברורות. תוספת התעסוקה העיקרית לממשק יער אקולוגי צפויה להיות רובה בפריפריה בהתאם לפריסה המרחבית של חורש ויער בישראל ולכך השלכות חברתיות חיוביות.

כמו בתחומים נוספים לממשק רעייה אקולוגי יש תועלות שאין לנו כיום כלים מתאימים לכימות ערכן הכספי, אך ברור שיש להן תרומה כלכלית משמעותית.

בניית תשתית לממשק רעייה אקולוגי צומח בתכנית לאומית רב-שנתית חיונית להתמודדות עם אתגרי ניהול משאבי הטבע בחורש וביער. תשלום עבור טיפול בשטח ע"י רעייה באופן המביא לתועלת מיטבית **לשטח** ושימוש בעקרונות של רעייה אקולוגית באופן מבוקר הוא כלי הכרחי כדי לקיים ממשק רעייה אקולוגי. ממשק רעייה אקולוגי מצריך הדרכה ייעודית וניהול ניטור קפדני של השטח.

יש צורך לתעל את מאמצי פיתוח ענף רעיית העיזים בהתאם לסדר עדיפויות ובאזורים שבהם קיים המחסור החמור ביותר ברעייה: כרמל, גליל והרי יהודה.

להלן מוצג סדר עדיפות כללי לטיפול בשטחי חורש ויער ברעייה עפ"י צרכי הממשק:

³¹ מחקרים שהתבצעו בעקבות שריפות היער בכרמל, בשער הגיא, בביריה והרי נפתלי ולאחר השריפה הגדולה בכרמל מצאו שבשטחים הנ"ל שנשרפו לא התרחשו אירועי סחף קרקע משמעותיים.

אזורי חיץ - השריפה בכרמל בדצמבר 2010 הדגישה את הצורך בניהול משופר של שטחי חורש ויער. הועדה לממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל המליצה על הקמת אזורי חיץ סביב יישובים להגנה עליהם מפני שריפות ואזורי חיץ בשטח פתוח למניעת התפשטות שריפות שיתוחזקו ע"י רעייה (בעדיפות ע"י עיזים). בשטח הוחל בביצוע דילול חזק של צומח מעוצה באזורי חיץ סביב יישובים ובשטח פתוח. קצב הגידול ביער ובחורש הים-תיכוני צפוי לגרום לכך כי בהיעדר תחזוקה אזורי החיץ יפסיקו להיות אפקטיביים. רעייה היא האלטרנטיבה המועדפת לתחזוקת אזורי חיץ ושימור האפקטיביות שלהם. הרעייה תיעשה כרעיית לחץ תוך ניוך העדרים לאורך השנה כולה.

הורדת ביומסה צמחית מתת-היער - לצאן ובמיוחד לעיזים צריך להיות תפקיד מרכזי בממשק מניעת שריפות ע"י הקטנת החומר הדליק בתת-היער במקומות קשים לרעייה. כיום קק"ל משתמשת ברעיית צאן לממשק יער למטרה זו בהפעלת חוזי רעייה עונתית (לתקופה מוגבלת בד"כ בעונה הירוקה). הסדרי הרעייה העונתית מוגבלים עקב חוסר זמינות מגדלי צאן. במיוחד בצפון, רטב הרעייה היא של בקר.

ניווני בתי גידול - תהליך סגירת החורש בצומח צפוף בעקבות היעדר רעייה מביא לצמצום בבתי גידול של חורש דליל ופגיעה בחברת המינים האופיינית לו. שימוש בממשק רעייה ליצירת פסיפס בתי גידול עם לחצי רעייה שונים יכול להגדיל את המגוון הביולוגי ולשפר את איכות השטחים הפתוחים. עיזים מתאימות במיוחד לממשק זה בגלל יעילותן במניעת סגירת החורש, והשפעה שלילית קטנה יותר באזור המכלאות מהשפעת מכלאות בקר, והשפעה מועטה על הקרקע (לעומת בקר).

עקרונות תכנית ממשק רעייה אקולוגי

1. מכיוון שהמחסור הגדול ביותר לממשק יער וחורש הוא בעדרי עיזים, התכנית צריכה להתמקד בעידוד רעיית עיזים.
2. ממשק הרעייה האקולוגי יהיה מתוכנן ומבוקר על פי עקרונות מקצועיים (חקלאיים, אקולוגיים וכלכליים) לאורך כל זמן קיומו.
3. ממשק הרעייה האקולוגי ישאף לגשר בין ניהול צרכי השטח (החורש והיער) וצרכי המגדל על מנת להגיע לתועלת האקולוגית המרבית באותו השטח.
4. מיקום התשתיות יתואם עם הגופים בעלי העניין בשטח.
5. ממשק הרעייה האקולוגי יעמיד לנגד עיניו את הצרכים והרווחה של מגדלי העדרים והרועים שהם התשתית האנושית שעליה מתבססת התכנית.

פעולות נדרשות לצמצום סיכון לשריפות יער וחורש:

- הגדרת צרכי רעייה ארציים שתתבסס על עקרונות המלצות ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל (2011) תוך התאמה לאזורי הארץ השונים (בכרמל, גליל והרי יהודה).
- יצירת מנגנון תמיכה למגדלי עיזים מותנה בביצוע תכנית רעייה מותאמת לצרכי ממשק שטח ודו"ח ביצוע ע"י רשות מרעה מחוזית באזורי הממשק המועדפים. המודל יתבסס על

הגדרת צרכי רעייה בכל אזור וכן על עלויות הקמת עדר ותפעול שוטף לפי התוכנית. התשלום יהיה לפי יחידת שטח ויכסה את עלויות התפעול של המגדל המטפל בשטח באמצעות עדור.

- עיבוי הדרכה – קידום ממשק רעייה אקולוגי יחייב חיזוק ההדרכה המקצועית ע"י תוספת של מדריכי צאן, עם התמחות ברעייה ממשקית, בשירותי ההדרכה והמקצוע (שה"מ) במשרד החקלאות ופיתוח הכפר.
- הקמת מערך ניטור – ממשק רעייה אקולוגי מחייב ניטור ופיקוח על פעולות הרעייה כדי לוודא שהן מתבצעות בהתאם ליעדי הממשק. סמכויות אכיפה וניטור יהיו בידי מתכנן המרעה כמייצג של רשות המרעה המחוזית. לשם כך תידרש תוספת של שלושה מתכנני מרעה ברחבי הארץ.
- הסדרת פתרונות והסרת חסמים קיימים (מקצועיים, מנהליים ותכנוניים): מבני עזר ותשתיות לעדרים במרעה באזורים המרוחקים מיישובים, היתרי בנייה, מכסות חלב, תמיכה בטיפול בפגרי צאן, מניעת טריפות, תמיכות בהקמת העדרים הללו, מחקר ופיתוח (ועוד).

6.6 אנרגיה

מידת ההשפעה של שינויי האקלים הצפויים על תשתיות האנרגיה

השפעת שינויי האקלים על משק האנרגיה צפויה להתרחש במספר תחומים: פגיעה בתשתיות, עליה בדרישות אנרגיה להתפלה, עליה בדרישות אנרגיה לקירור, הפחתה ביעילות מזגנים, הסטת ביקושים לחשמל למיזוג אוויר גם לשעות הלילה, ירידה בדרישות לחימום, מחסור / ירידה באיכות מים לקירור תחנות כוח.

תכנית פעולה 19. היערכות סקטור האנרגיה לשינוי אקלים

התכנית הלאומית להסתגלות בנושאי אנרגיה נדרשת לכלול את ההיבטים הבאים:

- תמרוץ התקנה של טכנולוגיות מיזוג אוויר היעילות ביותר מבחינה אנרגטית ובכללן משאבות חום גיאותרמיות, מזגני VRF, ומיזוג אוויר סולארי בארץ.
- חקיקה מחייבת בנושא בנייה משמרת אנרגיה, בנייה ירוקה וכן מיזוג סולארי בבניינים גדולים.
- קידום הידע במחקר בנושא איים מלאכותיים, במענה לצרכים ההולכים וגדלים לשטחים לחוף הים שישמשו לתחנות כוח ומתקני התפלה. כמו כן, יש לבחון השלכות אפשריות של

הקמת איים מלאכותיים על תחנות הכוח החופיות, כגון שינוי במשטרי הסעת החול שעלול לגרום לפגיעה בתשתיות חח"י, התחממות מי הים המשמשים לקירור עקב סכירת הים על ידי האיים המלאכותיים ועוד.

- קידום הידע בנושא קריסת המצוק החופי בהשפעת סערות קיצוניות. ביצוע החלטת הממשלה מס' 1620 מתאריך 25.04.11 בנושא ההגנה על המצוק החופי.
- קידום התוכניות להגדלת יכולות יצור החשמל של מדינת ישראל כמענה לגידול הצפוי בצריכת החשמל, למיזוג אוויר והתפלה תוך צמצום טביעת CO₂. **לשם כך נדרשות סימולציות לפיתוח מערכת הייצור, שייתנו תחזית לגידול בייצור החשמל כפונקציה של עלייה בטמפ'. על סמך ההמצאים יש לעדכן את תכניות הפיתוח של משק החשמל תוך בחינת טכנולוגיות ייצור בעלות טביעת פחמן דו חמצני נמוכה או אפסית דוגמת אנרגיה סולארית, רוח, אגירה שאובה, מחז"מים בנצילות גבוהה וכו'.**
- קידום המחקר בנושאי פלאו-אקלים, שינויים אקלימיים עכשוויים, ניהול אנרגיה במבנים.
- תמיכה במו"פ שתכליתו התייעלות אנרגטית בנושא ההתפלה, שיפור נצילות תחנות הכח בטמפרטורות אוויר וים גבוהות יותר.
- בדיקת השפעת עלית הטמפרטורה על יעילות הרכקת בורון.
- קידום הגדלת היצע המים ממקורות אחרים שאינם התפלה.
- בדיקת השפעת איכות המים על תחנות הכח.
- בדיקת השפעת השינוי באוכלוסיות הים על תחנות הכח.

נושאים לבחינה:

שרידות מתקני האנרגיה המצויים על רצועת החוף בתנאים של עלייה במפלס הים

תחנות הכוח: ההערכה הקיימת היא שהתחנות הקיימות לחוף הים יכולות לספוג את העליה הצפויה במפלס מי הים בשיעור של מטר אחד עד סוף המאה. לאחרונה, חברת החשמל בחנה את מידת ההשפעה של גלי הצונאמי, אשר גובהם עשוי להגיע למספר מטרים, והם בעלי התפרסות רחבה על היבשה, על מתקניה הקרובים לים. נמצא כי רק מתקנים שוליים ביותר עשויים להיפגע ועל כן נראה כי מידת ההשפעה של השינוי האקלימי זניחה עד בלתי קיימת. יחד עם זאת, לעומת זאת, ראוי להתחשב בשינוי המפלס הצפוי בעת התכנון של תחנות כוח חדשות וכן לבחון את נחיצות הכנת עבודה הבוחנת את היקף הנזקים כתלות בגובה עליית מפלס פני הים ולהכנת פרק טכנו-כלכלי שידון באמצעי התמודדות כגון: נטישת תחנות כוח ישנות ולעומת זאת בניית סוללות הגנה וסכרים כמו בהולנד וכו'. וזאת עבור תחנות שרוצים להפעילם עוד עשרות שנים.

האצת הכרסום במצוק החוף: המכון הגיאולוגי הצביע על ההשפעה הגדולה של סערות החורף המביאות גלים גבוהים על תהליך ההתמוטטות, קריסה ונסיגה של המצוק החופי. על כן, אם

יתממשו התחזיות ומזג האוויר יהפוך לקיצוני בצורה משמעותית, תהליכים אלה יואצו ויתעוררו הצורך בפעילות נוספת למיגון המצוק ופיצוי בעלי העניין הנפגעים ממנו. לאחרונה הוקמה חברה ממשלתית לשמירה על המצוק החופי שמתפקידה להתחשב גם בהשפעות אפשריות של שינויי אקלים.

בנוסף, הוקם צוות ממשלתי שפרסם דו"ח בנושא, ובעקבותיו נקראו הרשויות המקומיות להתניע פעילות הגנה על המצוק. כמו כן, אושרה תכנית מתאר ארצית מפורטת לצורך הקמת הגנות דחופות, וכיום מקודמת תכנית מתאר ארצית שנועדה לאפשר הקמתן של יתר ההגנות.

שינוי בהיקף ובתזמון של הביקוש לאנרגיה כתוצאה מן השינוי האקלימי

צריכת חשמל למזגנים אחראית כיום לכ- 45% מכלל צריכת החשמל במדינה. שינוי מגמה זה החל כבר משנת 1988, אז שיאי הביקוש לחשמל עברו מן החורף לקיץ ומאז כמעט בכל שנה נשבר בקיץ שיא הביקוש לחשמל. חברת החשמל נערכת מראש לטיפול בביקושים הקיצוניים הנובעים ממצבי קיצון של מזג האוויר וכבר כיום טמפרטורות הקיצון על פיה נבנית ההערכה הינה גבוהה ביותר ועומדת על 48°C (ממוצע משוכלל עבור האזורים המאוכלסים במדינה).

ביקוש אנרגיה למיזוג אוויר: העלייה החזויה בטמפרטורה בקיץ תתבטא בעלייה בדרישות האנרגיה למיזוג אוויר. צריכת האנרגיה של מזגנים נקבעת על ידי פערי החום בין החוץ לפנים. יעילות המזגנים יורדת עם העלייה בטמפרטורת החוץ, ומעשית היעילות הממוצעת של המזגן על פני תקופת הפעלתו משתנה עם הזמן ונמוכה מערך ה-COP (מקדם היעילות האנרגטית) עליו מצהיר היצרן.

הצפי לעלייה בטמפרטורת המינימום בקיץ (קרי טמפרטורת הלילה) והעלייה בעוצמה ובשכיחות גלי החום בקיץ דורשת אומנם אספקה מסביב לשעון, אולם זו איננה מתבטאת בהיערכות מיוחדת של חברת החשמל לנוכח העובדה ששיאי הביקוש בלילה נמוכים בהשוואה ליום. עם זאת, העלייה החזויה בתדירות גלי החום והצפי להתמשכות אירועי חום לאורך זמן בקיץ הינה גורם שיש לתת עליו את הדעת. חברת החשמל נערכת כיום לאירועי חום קיצוני על ידי דאגה לתחזוקה של התחנות לפני הקיץ, דאגה לאספקת מי קירור וסולר לגיבוי, הכנת היצרנים הפרטיים לקראת היערכות לגיבוי בעת הצורך ופניה לציבור לחסכון בשעות השיא. עם זאת, יעילות התחנות פוחתת בביקושים גבוהים וממושכים (הנחה שיש לבחון בקפדנות) ועל כן במידה והתחזיות יתממשו ותדירות אירועי הקיצון הממושכים תעלה, יתכן שיהיה צורך בהחלפת תחנות האספקה לשיאי הביקוש בתחנות בסיס קבועות.

עלייה בחורף בטמפרטורת המקסימום (שעות היום) והמינימום (שעות הלילה) וההפחתה הצפויה בגלי הקור ואירועי הקרה ייתכן ותתבטא בירידה בביקושים לחשמל בחודשי החורף. על פי התחזית הנוכחית השינוי הצפוי בחורף עתיד להיות פחות קיצוני מזה הצפוי בקיץ ועל כן הפחתה זו עשויה להיות פחות משמעותית מן הגידול בקיץ. ראוי לציין כי חברת החשמל נערכת לאירועי קיצון ממושכים גם בחורף בעיקר לנוכח העובדה כי בשנים מתוך ארבע השנים האחרונות החורפים היו קרים משמעותית. נדרש לטפל בעמידות הרשת לאירועי קיצון ונזקים לתשתית כתוצאה מאירועי

קיצון. רשות החשמל היא הגוף האחראי במשק החשמל על המלצה לשר התשתיות הלאומיות לעניין תוכנית אב למשק החשמל. הרשות מגבשת בימים אלו את תוכנית האב למשק החשמל בהתאם ליעדים לשילובן של אנרגיות מתחדשות ובהתאם לתחזיות הביקוש העתידי לחשמל המושפע בין היתר משינוי האקלים. במסגרת זו תיבחן השפעת הטמפרטורה על הביקוש לחשמל ועל ההספק הזמין. כמו כן תיבחן השפעת הטמפרטורה על הנצילות. כיום, לא קיימת דרישה כללית מהמתקנים לבצע התאמות בשל שינויי האקלים.

ביקוש אנרגיה למשק המים ומענה לדרישות בנושא ההתפלה : צפויה ירידה לא מובהקת בכמות הגשם השנתית בשיעור של 1.1-3.7% לעשור במוצע (טבלה 2). כמות הגשם השנתית מתורגמת למילוי חוזר ומשפיעה על היקף המים השפירים הזמינים לניצול. כמו כן עלית הטמפרטורות עתידה להגדיל את איבודי המים ממאגרי המים והקולחין ולהביא בסופו של דבר להפחתת כמות המים. תכנית האב למשק המים³² קובעת את היקף הניצול של המים השפירים והיקף ההתפלה עד לשנת 2050. התכנית הניחה הפחתה הדרגתית בשיעור של עד 15% לשנת 2050 בהיצע המים השפירים כתוצאה מן השינוי האקלימי, וכן גורמים נוספים כגון ירידה באיכות המים, צמצום היקף המילוי החוזר כתוצאה מעיור, הגדלת איבודים כתוצאה משיקום אוגר ונושאים גיאופוליטיים. על פי תכנית האב למשק המים, משק המים צורך כיום כ-6% מכמות החשמל המיוצרת במשק ועם הפעלת כל מתקני ההתפלה, תעלה הכמות ל-8% ובעתיד הרחוק תרד שוב ל-6% כתוצאה מצפי ליעול תהליך ההתפלה³³ (רוזנטל וארז, 2010).

שינוי ביעילות הפקת האנרגיה כתוצאה מן השינוי האקלימי

מידת הנצילות של תחנות הכוח המקוררות באוויר ובמי ים תפחת כתוצאה מן העלייה החזויה בטמפרטורת של האוויר ושל מי הים. הנושא משמעותי במיוחד עבור טורבינות הגז אשר כבר היום מפסידות עד 15% מנצילותן בטמפרטורות הגבוהות של הקיץ. יש לבחון אמצעים לשיפור הנצילות באמצעות טכנולוגיות הזמינות כבר היום. יש לבחון היקף יישום פתרונות הנדסיים להגדלת נצילות טורבינות הגז למרות העלייה בטמפרטורות.

האצת תהליכי המדבור ובכללם האפשרות להגברת כמות האבק המדברי באטמוספירה יכולים אף הם להשפיע על משק האנרגיה, למשל שקיעת האבק על הפאנלים הסולריים תביא לירידה ביעילותם.

כמו כן, יש לקחת בחשבון שבנוסף לשינוי ביעילות ההפקה, גם רכיבי הולכת האנרגיה יקטינו את יכולת ההולכה במקרים של טמפרטורות קיצון (תיילי רשת וכו.).

השפעות נוספות בנושאי מים ואנרגיה

³² זיידה וחובריו 2012. תכנית אב ארצית ארוכת טווח למשק המים. חלק א- מסמך מדיניות. מהדורה 4. <http://www.water.gov.il/Hebrew/Planning-and-Development/Planning/MasterPlan/DocLib4/PolicyDocument-final-2012.pdf>

³³ רוזנטל, ג', ר' ארז (עורכים) (2010). מדיניות סביבתית לניהול משק המים. תל אביב: ידידי כדור הארץ, מגמה ירוקה החברה להגנת הטבע אדם טבע ודין, ואחרים (הארגונים הירוקים).

העלייה בטמפרטורה עשויה להשפיע על יעילות הרחקת בורון בהתפלה ועל כן יש לבחון את הנושא ולקדם פעילות מחקרית על מנת להתגבר על מכשלה זו.

אנרגיות מתחדשות שעלולות להיות מושפעת באופן ניכר משינויי אקלים :

נושאים לבחינה : התחממות שתגרום להקטנת הנצילות. ימים סגרירים בכמות גדולה יותר שיקטינו את הזמן האפקטיבי של התפוקה. תנודות חזקות בתנאי האקלים שיגרמו לתנודתיות נוספת במתחדשות. לגבי אנרגית רוח, יתכנו משבי רוח חזקים שיגרמו לניתוק מיידי של היחידות (cut off speed).

טבלה 2: ההערכות לגבי השינויים האקלימיים החזויים ותחומי ההשפעה האפשריים שלהם על משק האנרגיה

נושא	שינוי צפוי	תחום השפעה במשק האנרגיה
משקעים	הפחתה בכמות המשקעים, אפשרות להתארכות פרקי יובש בין אירועי גשם.	עליה בדרישות האנרגיה להתפלה. איכות וזמינות מי קירור לתחנות שאינן על החוף.
טמפרטורה שנתית ממוצעת	צפי לעלייה בקצב של 0.2 עד 0.3 מ"צ לעשור	ירידה ביעילות יצור החשמל
קיץ		
טמפרטורה ועומס חום	צפי לעלייה בקצב של 0.2 עד 0.4 מ"צ לעשור. עלייה משמעותית יותר בטמפרטורת המינימום. על פני שלושים שנה, צפויה עליה במדרגת עומס חום שלמה.	עליה בדרישות האנרגיה לקירור, הפחתה ביעילות מזגנים. ירידה ביעילות יצור החשמל. הסטה של הביקושים לחשמל למיזוג אוויר גם לשעות הלילה.
גלי חום ($> 33^{\circ}\text{C}$)	עליה בשכיחות ובעוצמה.	כני"ל. דרישות תחזוקה מוגברות של תחנות הכוח. תכנון רזרבות יצור בהתאם.
חורף		
טמפרטורה	עליה ממוצעת בשיעור של 0.2 עד 0.3 מ"צ לעשור.	ירידה בדרישות האנרגיה לחימום. עם זאת, אירועי קיצון יגרמו לנזקים מוגברים לתשתיות. יש להיערך לטיפול בהם ומניעתם (למשל הטמנה). יש צורך בחיזוק עמידות רשת החשמל לתקלות, ופיתוח יכולת עמידות מקומית במקרה של תקלות ארציות. יש לקחת בחשבון ערכי קיצון מוגברים בתכנית ההתייעלות האנרגטית.
גלי קור ואירועי קרה ($< 5^{\circ}\text{C}$)	למרות ההתחממות לא בהכרח תהיה הפחתה בתדירות או בעוצמת גלי הקור	

6.7 תיירות

תכנית פעולה 20. תיירות מותאמת אקלים

סקטור התיירות אינו מושפע ואינו משפיע באופן מיוחד ושונה בהשוואה לפעילויות אחרות במשק, ועל כן כל הפעילויות המתייחסות לכלל המשק נכונות גם לגביו.

במסגרת התנאים לקבלת מענקים בהתאם לחוק לעידוד השקעות הון, שילב משרד התיירות דרישה לעמידה בדרישות המינימום של תקן בנייה ירוקה 5281 למלונאות. עמידה בדרישות התקן תתרום להפחתת צריכת האנרגיה וכתוצאה מכך להפחתת פליטות גזי החממה, וכן תתרום לחיסכון בצריכת המים במלונות ולכן תאפשר התאמה מיטבית לתנאי משק המים העתידי. יחד עם זאת, יש לציין כי כמות המבנים המלונאיים הקיימים כיום בישראל נמוכה מאוד יחסית לכמות המבנים הכוללת ולכן ההשפעה הכוללת תהיה נמוכה.

משרד התיירות פועל בנושא תכנון אורבאני מותאם אקלים על ידי השתלבות תכנון עתידי של מערך המלונות במערך האורבאני הכללי – תכנון של מתחמי תיירות ייעשה לאור קווים מנחים שייקבעו לתכנון אורבאני מתאים שימנע יצירת מיקרו אקלים וביניהם, למשל, מניעת חזית רצופה וגבוהה של מלונות כלפי הים או כלפי כוון הגעת הרוח. בנוסף, משרד התיירות פועל לתכנון עפ"י עקרונות של פיתוח בר-קיימא (צמידות דופן, שימוש באזורים מופרים, מחזור שימוש במבנים למלונאות וכו')

מחסור במים

ככלל, דפוסי צריכת המים במלונות היא פונקציה הנובעת ממיקומו של המלון. באזורי נופש מובהקים, בהם הפעילות כוללת ים, בריכה ספא וכדומה, צריכת המים היא גדולה מהממוצע למגורים. במלונות עירוניים שהפעילות בהם היא תיור וסיור, צריכת המים דומה לצריכת המגורים.

הצעת פעולה:

1. עידוד המלונות לחיסכון תפעולי במים, ע"י עמידה בדרישות תקן בנייה ירוקה 5281.
2. הגברת המודעות לחיסכון מים במלונות בשימוש בתיירים.
3. מתן עידוד לרכישת טכנולוגיות לחיסכון במים.

עלית הטמפרטורה

עלית הטמפרטורה יכולה להביא להגדלה משמעותית בדפוסי צריכת האנרגיה במלונות ולהשפיע בשני אופנים מנוגדים:

1. מזג אוויר שרבי עלול לגרום לאי הגעה של תיירים.
2. הארכת משך הזמן היבש (בצורת), אשר עשוי להגדיל את מספר התיירים המגיעים לישראל.

בעונות שבחוו"ל כבר קר.

הצעת פעולה :

1. עידוד שימוש במזגנים יעילים אנרגטית (נכלל במסגרת תקן הבנייה הירוקה).
2. קידום מחקר טכנולוגי להפחתת גזי חממה.

עלית גובה פני הים :

אין הבחנה בנושא זה בין בנייני מגורים למלונות לאורך חוף הים התיכון. על פניו האתר הבעייתי ביותר מבחינה תיירותית הוא מתחם התיירות לאורך חופי תל אביב, וכן כל מלונות השורה הראשונה לאורך חוף הים האדום באילת.

הצעת פעולה :

חשיבה בפורום בין משרדי רחב לגבי המשמעויות של תרחיש זה – בהיבט של המלונות כמו גם המגורים - יש לגבש דרכי פעולה לטווח הארוך להגנות החוף, אולי בדומה להגנות ים המלח – על ידי הקמת שוברי גלים, הגנה על יסודות המבנים, העתקת מלונות ועוד. יש להגדיר את טווח הזמן בו פעולות אלו יידרשו.

הפעולות הנדרשות בתחום התיירות

- א. דרישה לעמידה בדרישות המינימום של תקן בניה ירוקה 5281 במסגרת התנאים לקבלת מענקי מפעל מאושר. במסגרת זו : עידוד המלונות לחסכון תפעולי במים וכן שימוש במזגנים יעילים אנרגטית.
- ב. תכנון של מתחמי תיירות ייעשה לאור קווים מנחים שייקבעו לתכנון אורבאני מתאים שימנע יצירת מיקרו אקלים וביניהם, למשל, מניעת חזית רצופה וגבוהה של מלונות כלפי הים או כלפי כוון הגעת הרוח.
- ג. הגברת המודעות לחיסכון מים במלונות בשימוש תיירים.
- ד. חשיבה בפורום בין משרדי רחב לגבי המשמעויות של תרחיש עלית פני הים.

6.8 שלטון מקומי

תכנית פעולה 21. שיתוף פעולה ממשלתי ועירוני בנושא היערכות לשינויי אקלים

רקע

בערים, משבר האקלים יורגש ביתר שאת לאור תופעת "אי החום העירוני". מרכזי הערים עלולים להיות חמים יותר בכ-4 עד 8 מעלות צלזיוס ביחס לסביבה הפתוחה בשולי העיר. תופעה זו צפויה להוביל להגדלת עומס החום הכללי ולצריכת אנרגיה מוגברת ברחבי העיר. "אי החום העירוני" נוצר כתוצאה ממרכיבים אינהרנטיים המצויים בעיר - צפיפות בנייה, מיעוט בצמחייה, אידוי מועט, חום אנתרופוגני (כתוצאה מפעילות אנוש), זיהום אוויר וריבוי החומרים הכהים, כמו זפת ואספלט, הגורמים לשיעור החזרת קרינה נמוך בלב העיר. חשוב להדגיש כי ממצאים הנוגעים לגלי הקור מראים שלמרות מגמת התחממות, תופעת הקרה עדיין אפשרית.

יש לציין כי חלק ממרכיבי המדיניות להפחתת פליטות גזי חממה מתאימים גם לצורכי הסתגלות למשבר האקלים, מה שהופך אותם לבעלי חשיבות מרובה בשל הרווח הכפול שניתן להפיק מיישומם דוגמאות רלוונטיות: תכנון אקלימי, בנייה ירוקה והתייעלות אנרגטית, ירוק העיר ונטיעת עצים.

מרכיבי העבודה:

1. **סקר סיכונים:** זיהוי, מיפוי ותיאור הסיכונים העיקריים מולם עומדות רשויות מקומיות כתוצאה משינויי האקלים ואירועי טבע – הן שינויים הדרגתיים והן אירועים קיצוניים ומצבי חירום, במדגם של רשויות מקומיות, שיבחרו בהתאם לקריטריונים המפורטים להלן.
2. **מסמך המלצות:** גיבוש המלצות מדיניות בהתאם למאפייני הסיכון (עוצמה, שכיחות, ודאות, היקף הנזק צפוי) ומאפייני היישוב (גודל, צפיפות, מספר תושבים, מספר יוממים). המלצה על סדרי עדיפויות. עבור כל אמצעי מדיניות - זיהוי מקור הסמכות/הפעולה (הממשלה, הרשות המקומית, הציבור, רשויות נוספות, עסקים), מיפוי חסמים עיקריים לקידום המדיניות (משפטיים, רגולטוריים, כלכליים, הסברתיים), הערכת תועלות ועלויות.

קריטריונים לבחירת היישובים/רשויות מקומיות שיכללו במדגם:

המדגם יכלול מגוון של רשויות מקומיות, שייצגו ככל הניתן את מגוון הסיכונים, התרחישים וסוגי ההתמודדות. סקרי הסיכונים שייערכו במסגרת הפרויקט יספקו את בסיס הידע והמתודה להתמודדות עם נזקי האקלים עבור כלל הרשויות המקומיות במדינת ישראל.

- **אזור אקלימי:** הרצועה החופית, הנגב ומדבר יהודה, איזור השפלה, ירושלים וההרים.

התייחסות למפת פגיעות האקלים שפרסם מרכז הידע: הסביבה החופית, יישובים בסכנת הצפת נחלים.

1. **מובהקותו ורמתו של הסיכון אקלימי:** עליית מפלס הים – כל יישובי החוף, לדוגמא הרצליה, נתניה, חוף הכרמל.

2. שריפות יער וחורש – חיפה ואזורי הכרמל והגליל, סובב ירושלים.

3. הצפות של מבנים ותשתיות במקרם הבנוי כתוצאה מאירועי גשם קיצוניים והצפת נחלים – בעיקר באזורים נמוכים הסמוכים לפשטי נחלים – לדוגמא ערי ויישובי השרון.

4. אירועי מזג אוויר קיצוני – ירושלים והסביבה, צפת, יישובים עם בינוי צפוף, יישובים בקרבת שדות תעופה, יישובים בדרום הארץ שיסבלו מעומסי חום קיצוניים.

5. עלייה באי החום העירוני – בערים הצפופות, בעיקר בטופוגרפיה מישורית – לדוגמא תל אביב, פתח תקווה, חולון וכדומה.

6. רוחות חזקות – ביישובים בהם יש בינוי גבוה, במיוחד בערים בסמיכות לים או על רכס הר – לדוגמא חיפה, תל אביב, חדרה, נתניה.

7. עלייה בזיהום האוויר – ביישובים עם ריכוזי תחבורה (חיפה, תל אביב, ירושלים), וביישובים הקרובים לתחנות כוח ומוקדי תעשייה (אשקלון, אשדוד, חדרה, טבעון). יישובים באיזורים בהם המערכת המטאורוגולית מקשה על הפיזור הטבעי של הזיהום (לדוגמא במפרץ חיפה).

8. סיכונים כלל ארציים – יבחנו בכל היישובים בהם יערך המדגם, לרבות הגדלת הנטל התקציבי על הרשויות המקומיות, פגיעה באספקת מי השתייה, פגיעה באספקת המזון וכו'.

- **היקף האוכלוסייה הנתונה בסיכון**, כשזה רלוונטי.
- **היקף השטח שנתון בסיכון**, כשזה רלוונטי.
- **עדיפות ליישובים בעלי השפעה רחבה**, לרבות על יישובים הוספים בסביבתם.
- **עדיפות ליישובים שכבר ביצעו מחקר/סקר/מיפוי ו/או פעילות.**
- **עדיפות ליישובים שמפעילים מערכת מידע מפותחת.**

היערכות עיריות פורום ה-15

עיריות פורום ה-15, אשר כ-40% מאוכלוסיית ישראל מתגוררים בהן וכ-80% מקבלים שירות יומיומי מהן, עוסקות מזה מספר שנים בפעילות להפחתת פליטות גזי חממה, במסגרת חתימתן על "אמנת פורום ה-15 להפחתת זיהום אוויר ולהגנת אקלים (להלן גם: "אמנת האקלים")". 18

העיריות החברות במיזם (עיריות הפורום ושלוש עיריות נוספות שהצטרפו למיזם - ירושלים, אשקלון ובת-ים) התחייבו במסגרת האמנה להפחתה של לפחות 20% בפליטות גזי החממה בתחומן עד שנת 2020 בהשוואה לשנת הבסיס 2000. לצורך עמידה בהתחייבות זו, ביצעו העיריות, כל אחת בתחומה, סקרי מצאי פליטות גזי חממה המהווים מדד התחלתי לצורך בחינת השינויים בכמות הפליטות הנוצרת בתחומן. מאז החתימה על האמנה ועד היום עוסקות העיריות ביישום פעולות ותהליכים קצרי טווח להפחתת פליטות גזי חממה, כאשר מרבית העיריות השלימו במהלך החודשים האחרונים את הכנתן של תוכניות פעולה עירוניות ארוכות טווח להפחתת פליטות גזי החממה. תוכניות אלה עתידות להשפיע על כלל תחומי הפעילות העירונית: תחבורה ודלקים; טיפול בפסולת ומחזור; אנרגיה ובנייה ירוקה; שימוש במרחב העירוני הפתוח ויירוק העיר; כינון סביבתי והשפעה על התנהגות הציבור; שימוש במים וטיפול בביוב; תכנון סביבתי ועוד.

סוגיה מרכזית וחשובה שעולה מתוכניות הפעולה העירוניות היא כי *מרבית העיריות מתקשות להראות יכולת לעמוד ביעדי ההפחתה, להן התחייבו במסגרת האמנה, ללא שיתוף פעולה ממשלתי, הן במובן של פיתוח מדיניות תומכת והן במובן של תמיכה תקציבית מסייעת.*

סוגיה זו מקבלת משנה תוקף בבואנו לבחון את האפשרויות העומדות בפני הרשויות המקומיות בנושא ההיערכות וההסתגלות לשינויי האקלים.

בנוסף, יש להדגיש כי **שילוב הכוחות בין הממשלה לרשויות המקומיות חיוני ביותר, שכן הרשויות המקומיות מהוות צינור מרכזי בהעברת מסרים ומידע לציבור, כמו גם בהוצאה לפועל של פרויקטים פיזיים ותכנוניים בעלי השפעה מכרעת על מרקם החיים העירוני ועיצוב ההתנהלות של תושבי הערים.**

מיפוי תחומי הפעילות לצורכי היערכות לשינויי אקלים במגזר העירוני

ערי פורום ה-15 בחתימתן על אמנת האקלים, מהוות קרקע פורייה להיערכות לפעולה בנושא, במיוחד אם תינתן להן 'רוח גבית' ממשלתית, קרי, הבטחת מקורות תקציביים וגיבוי במדיניות תומכת ברמה הארצית. מוצע לשלב כוחות ולקדם שיתוף פעולה בין הממשלה לבין הערים החתומות על אמנת האקלים בתחומים הבאים:

1. **קידום מחקרים משותפים** - כמקובל בעולם, לצורך מעקב אחרי השפעות משבר האקלים בערים. מומלץ לשלב בכך גם את מוסדות המחקר המצויים בערים עצמן.
2. **תכנון עירוני לצמצום אי החום העירוני** - הצפי להיווצרותם של תנאי מזג אוויר קשים מעלה את הצורך לייצר לאדם סביבת מגורים שתאפשר התמודדות עם תנאי קיצון. אנו מציעים ליישם זאת ברמה התכנונית, באקלומה של העיר, תוך היעזרות באמצעים כגון:

אוורור העיר, יצירת הצללות ברחוב, נטיעות וכדומה. בד בבד, אנו ממליצים ליישם מדיניות לצמצום אי החום העירוני גם ברמת הבנייה (מגורים וסביבת עבודה, שם האדם הממוצע מבלה מרבית הזמן).

3. **הקמת מערכת מידע עירונית למיפוי וניטור העצים במסגרת תכנון היער העירוני ושילובו**
אסטרטגיה הלאומית להתמודדות עם שינויי האקלים.
4. **קידום בנייה ירוקה** - בהמשך לסעיף 2 דלעיל, עיריות פורום ה-15 מקדמות באמצעות "הפורום העירוני לבנייה ירוקה" שילוב של מדיניות בנייה ירוקה בהליכי התכנון העירוניים ואף אימצו את התקן לבנייה ירוקה כמדיניות מחייבת בצורה הדרגתית. יש להדגיש כי **על מנת להטמיע עקרונות אלה קיימת חשיבות רבה לגיבוש מדיניות ממשלתית תומכת בנושא ולהפיכת התקן הישראלי לבנייה הירוקה לתקן מחייב**.
5. **קידום התייעלות אנרגטית** - נושא בעל משמעות מיוחדת לאור הצפי לעליה גבוהה בביקושי חשמל. במישור זה העיריות יכולות לפעול גם לחסכון אנרגטי בתאורת רחובות ורמזורים וגם לשינוי הרגלי הציבור בשימוש בחשמל.
6. **מירוב השימוש בקרקע- שימוש בתת הקרקע** הן כמענה לצפיפות הגוברת, הן בכדי ליהנות מקרקע קרירה יותר בעומקה בקיץ, וכן לאפשר שימוש באנרגיות פסיביות לחימום וקירור גיאותרמי.
7. **שדרוג תשתיות עירוניות** - מאחר והיערכות לשינויי האקלים מתייחסת גם להתמודדות עם מצבי קיצון, יש להיערך לשדרוג מערכות הניקוז העירוניות למניעת הצפות במקרי שיטפון. מדיניות זו תכוון גם להעשרת מי התהום על ידי פעילות להחדרת המים ככל האפשר לתת הקרקע (ראו גם סעיף 7 להלן).
8. **היערכות למחסור מים אזורי** - מתקני ההתפלה העתידיים לקום הנם כשלעצמם צרכני אנרגיה גדולים מאוד. בנוסף, שיטת ההתפלה מייצרת תמלחות שעלולות להשפיע על אקולוגיית הים וקיימת הערכה שתתרחש תופעה של התייבשות בארות ומי תהום בכלל. המסגרות העירוניות יכולות לסייע בהעלאת מודעות ושימוש באבזרים חוסכי מים, אך בעיקר יכולות להוות פלטפורמה לקידום של פרויקטים גדולים להחדרת מי נגר לקרקע ופרויקטים של השקיה ציבורית ממים מושבים (Reused water).
9. **מרכזי מידע לתושבים** - הסתגלות למשבר האקלים מחייבת הנגשת מידע לתושבים, הן בהיבטים של שימוש באמצעים להפחתת פליטות והן כבסיס לקשר ולמידע שיזרום לתושבים בהקשרים של היערכות למצב האקלים ברמת הפרט. מרכזים אלה יסייעו להעלאת המודעות של התושבים לנושא באופן ישיר, והציבור יוכל להתנסות בטכנולוגיות שונות לבנייה ירוקה ולהתייעלות אנרגטית ולקבל הסברים והדרכות בנושאים השונים. המרכזים יוכלו אף להוות בסיס לקידום של פרויקטים וטכנולוגיות נוספות בתחום. יודגש כי הצורך במרכזי המידע העירוניים הועלה במרבית התוכניות שהוכנו על ידי הערים

החתומות על אמנת האקלים ככלי מרכזי לקשר עם הציבור הרחב ורתימתו למאמצי ההפחתה.

10. **שימוש באנרגיה מתחדשת** - אנרגיית רוח, מים, ושמשי. בהקשר זה יאמר שעיריות פורום ה-15 מבקשות לקדם תכניות נוספות להצבת פאנלים סולאריים על גגות מבני חינוך וציבור, אך המכסות שייעדה המדינה לכך אינן מספיקות למכלול הפרויקטים שהעיריות יזמו.
11. **היערכות למשבר חברתי** - למשבר האקלים עלולות להיות השלכות קשות גם מבחינה חברתית. הגעתם של מהגרים רבים כתוצאה ממשברים סביבתיים בארצות המוצא, פגיעות קשות ברכוש (הן של פרטים והן של העיריות) בשל תנאי מזג האוויר הקשים, עליית מחירי המזון, המים והחשמל ועוד. על העיריות ורשויות המדינה להיות ערוכות לכך.
12. **היערכות למצבי חירום** - תיידרש פעילות מוגברת לשם היערכות למצבי קיצון כגון הצפות, שריפות, גלי חום וסופות ותפוצה של מחלות, חלקן חדשות, העלולים לפגוע באדם או ברכוש. בהקשר זה מוצעת פעילות מנע, כמו היערכות לסופות (גיזום עצים שעלולים להתמוטט, סיוע מבחינת הנחיות להיערכות תושבים: פינוי גגות מאנטנות לא מחוזקות וכדומה). יידרש מיסוד תיאום בין הערים למשרדים ולגופים הרלוונטיים, דוגמת רשות החירום הלאומית (רח"ל), בכדי לשפר את עמידותן של הערים במצבי חירום.
13. **הגנה על קו החוף ומי הים** - חופי הרחצה, הטיילות, השירותים והתיירות לאורך הים, כמו גם המרינות והנמלים, מהווים מקור פרנסה לרבים מתושבי הערים ואזורי נופש ופנאי עבור רבים נוספים. על הרשויות המקומיות והממשלה לבחון במשותף את הדרכים לשמירתן של התשתיות החופיות, וזאת לאור הצפי העולמי לעליית הימים, המשולב עם הצפי הקיים בישראל להרס הדרגתי של מצוק החוף המערבי. כמו כן, יש להיערך להתמודדות עם האיכות המתדרדרת של מי הים. נוסף ונציין שיש חשיבות לפעול במשותף למניעת פגיעה בתשתיות כגון מתקני התפלה ותחנות כח לאורך הים, שפגיעה בהם מסכנת את האזור בו הן שוכנות, אך גם עלולה להסב נזק משמעותי לצרכים המשקיים הלאומיים.
14. **שימור מגוון ביולוגי** - לאור החשש שתפוצת בעלי חיים ומזיקים צפויה להשתנות, והחשש שמינים קיימים וחיוניים יוכחדו, הרי שקיימת חשיבות לנושאים כמו שימור ואף השבת טבע עירוני, נטיעת עצים, שמירה על מעברי בעלי החיים והקמת נקודות הטלה, הבטחת שמירה על המרקם הבנוי מבלי לנסות "להתפשט" לשטחים פתוחים וחקלאיים, וזאת מתוך ההבנה של חשיבות עורף של שטחים אלו לעיר עצמה. כמוכן, פעילות לשימור המגוון הביולוגי בערים יכולה להשתלב בצורה טובה עם תכניות חינוכיות (טבע, מדע וכו') בקרב תלמידי העיר בכל הגילאים.
15. **ביטחון אספקת המזון** – גידול מזון אורבאני (על גגות וחזיתות מבנים, בשצ"פים ובגינות קהילתיות ובחוות עירוניות).
16. **אספקת חירום לתושבים באירועי קיצון**. תיידרש הכנת תכנית/שיפור תכניות קיימות בנוגע לשתי"פ בין הערים ולרח"ל בהתמודדות עם אירועי קיצון אקלימיים, לרבות תרחישים

אפשריים של התרחשויות מקבילה של מצבי חירום בטחוניים וסביבתיים (דוגמת לחימה הכוללת ירי מוגבר על העורף בחודשי הקיץ, במקביל להתרחשויות של גלי חום ארוכים).

לסיכום, יש לציין כי חלק ניכר מן האמצעים להתמודדות עם שינויי האקלים הנו תלוי מדיניות ממשלתית תומכת, אשר תשפיע מהותית גם על פעילות העיריות. כך למשל, שינוי תמהיל הדלקים והקצאת מכסות לאנרגיה מתחדשת במשק החשמל; מערך תכנוני הגנתי על רצועת החוף כולה; פעילות בעניין "מהגרי אקלים"; היערכות מערכת הבריאות לרבות בתי החולים בערים, ועוד פעולות רבות ומגוונות, המדגישות את החשיבות הרבה של פעילות משותפת בנושא.

6.9 ביטחון

תכנית פעולה 22. משרד הביטחון וצה"ל

בכוונת מערכת הביטחון לבצע עבודת מטה מסודרת שתתכלל ותתן התייחסות ותוכנית פעולה להיערכות מערכת הביטחון לשינוי אקלים, לרבות משמעות משאבית.

במסגרת התכנית להיערכות לשינוי אקלים שתוכן תלקחנה בחשבון המגמות של שינויי האקלים המציבים בפני מערכת הביטחון מספר אתגרים שידרשו התייחסות בטווח הזמן הקצר והבינוני.

תחומים רבים דורשים מחקר והיערכות בהתאם וכוללים:

1. חימוש – בחינת התאמת אמצעי לחימה לתופעות של שינויי האקלים (לרבות כלי שיט, טיס);
2. בטיחות – בחינת התאמת תנאי אחסנת תחמושת וחומ"ס לתנאי אקלים קיצוניים;
3. לוגיסטיקה – כלי תחבורה, כלי עבודה, מרקם וצבע מדים, תפריט צבאי; מניעת הפצת מחלות;
4. רלפ"מ – פגיעה בשדות מוקשים כתוצאה מחום וסחיפה;
5. בינוי – מיקום המחנות; ניקוזים ועליית מפלסי מים וטיפול בתשתיות בתוך מחנות, שינויים תכנוניים לתשתיות שטרם הוקמו ועוד;
6. בריאות הצבא – ריבוי מקרי מחלות, מזיקים, חומרים ביולוגים מסוכנים, מפות אימונים ועוד;

7. מגוון ביולוגי ובוטני – השפעה על מחנות צה"ל של שינויים במשטר מחייה של חיות בר, העצים, מינין פולשים, ועוד.

לאור האמור בכוונת מערכת הביטחון לקיים עבודת מטה לגיבוש תכנית היערכות לשינויי אקלים. התכנית תכלול, בין השאר, ריכוז הנושאים הרלוונטיים בהקשר שינוי האקלים וניתוח מידת השפעתם של מערכת הביטחון; סקירה וניתוח של חלופות ליישום מדיניות תוך ניתוח משמעות תקציבית ומתן המלצה על חלופה מומלצת ליישום בתחום.

תכנית פעולה 23. המשרד לביטחון פנים

המשרד לביטחון הפנים מרכז תכנית רב שנתית למשרד ולגופיו. התכנית תרכז את המאמצים ותציג את הערכות גופי המשרד לשינויי אקלים ולשינויים הנגזרים בכל אחד מההיבטים כדלקמן:

- 1) בחינת השפעת השינוי האקלים על **הערכת המצב** האירגוני.
- 2) **הסברה להגברת המודעות** וההדרכה, להגברת החוסן ולהערכות להתמודדות עם אירועי מזג אוויר קיצוני.
- 3) **הערכות התשתיות האירגוניות**, הן עבור הפרט והן עבור תשתיות התפעול השונות (מערכות מידע, לוגיסטיקה וכד').
- 4) **עלויות משאבים נדרשים – תקציב, תקנים וכיו"ב.**

מטרה 2. נקיטת אמצעים מעשיים להגדלת העמידות והגמישות של המערכות הטבעיות

6.10 מגוון ביולוגי ושרותי המערכת

הקדמה

בהתחשב בכך שאנו ניצבים בפני שינוי בתנאי האקלים, יש צורך בפעולות שיגדילו את היכולת של מערכות אקולוגיות להגיב לשינויים ולהשתנות תוך שמירת תפקודן כנותנות שירותים לרווחת האדם. זאת, על ידי שמירת המגוון הביולוגי שבהן. הבעיה המהותית בדיון על פעולות היערכות לשינוי אקלים בתחום המגוון הביולוגי היא שהידע לגבי מהות השינויים הוא מוגבל ביותר. כיוון שלא ברורות לגמרי השלכות שינוי האקלים על המגוון, יש קושי מובנה לגבש מסקנות לגבי דרכי פעולה אפשריות. לפיכך, אחת הפעולות הדרושות לשם היערכות לשינוי אקלים היא הרחבת הידע לגבי השינויים הצפויים.

מכיוון שיכולת החיזוי של השפעות שינוי אקלימי על המגוון הביולוגי היא מוגבלת ומקשה על

תכנון פעולות הסתגלות הנסמכות על תחזיות ספציפיות במערכות אקולוגיות, חשוב ללמוד לנהל את המערכות תוך התחשבות בחוסר הודאות. יש לנקוט בפעולות אשר על בסיס העדויות שהצטברו, סביר שיהיו בעלות השפעה חיובית על המגוון הביולוגי ושירותי המערכת שהוא מספק בכל היקף, קצב או מגמה של שינוי אקלימי. יש לבחון את התכנית מחדש מדי כמה שנים, לאור ידע נוסף שיצטבר, להעריך מחדש את יעילותה, ולשקול שיטות חדשות.

התכנית הלאומית למגוון ביולוגי בישראל (ספריאל³⁴, 2010, להלן: התכנית הלאומית למגוון) דנה בפירוט בגורמים המאיימים על המגוון הביולוגי בישראל ומצביעה על שינוי האקלים כאחד משני האיומים העיקריים לקיומו. האיום השני הוא המשך הגידול באוכלוסית האדם בישראל. במקרים רבים השפעות שינוי האקלים הן איטיות יותר מהשפעות הקשורות ישירות בפעילות האדם, ולכן השפעת פעילות האדם על המערכות הטבעיות ניכרת בהן מהר יותר. דבר זה בולט בעיקר במישור החוף, שם האיום העיקרי למגוון הביולוגי הוא לחצי פיתוח, ובבתי גידול של מים מתוקים, בהם הרס בתי הגידול ותחרות על משאב המים מהווה את האיום העיקרי. השפעות שינוי האקלים צפויות להגביר את הלחץ על המערכות הטבעיות, ולפעול בסינרגיה עם השפעות האדם להחרפת האיומים על המגוון הביולוגי ושירותי המערכת. מערכות שלמות יותר (פגועות פחות) הן יציבות יותר ובעלות עמידות ו/או גמישות רבה יותר לשינויים, ולכן שמירת המערכות הטבעיות הינה קריטית להגדלת יכולתן להתמודד עם שינויי האקלים. יתרה מכך, במקרים מסוימים למערכות אקולוגיות שלמות ומתפקדות יכולה אף להיות תרומה משמעותית להסתגלות לשינויי אקלים, למשל בתחום ההגנה על קו החוף מארועי קיצון. לפיכך, הכלי החשוב ביותר לשמירת המגוון הביולוגי ומערכות אקולוגיות מתפקדות הוא ניהול של מדיניות המיועדת **להפחית את מקורות הפגיעה שאינם קשורים לשינוי אקלים**. התנאים הבסיסיים לקיומן של מערכות אקולוגיות טבעיות שלמות כוללים שטח מספק, וקישוריות, לצד שמירה מפני פגיעה ישירה ברכיבי המערכת ומפני זיהומים סביבתיים. מכיוון שלא ניתן לעצור אלא רק להאט את מגמת שינויי האקלים, המרב שניתן לעשות הוא להפחית את לחצי האדם על המערכות הטבעיות על מנת שלא להחריף את עוצמת השינוי.

בנוסף לכך, ריכוז האיומים העיקריים הנובעים משינויי האקלים על היערות בישראל, שחלקם הגדול בניהול קק"ל, הנם:

1. שינוי במשטר וכמויות המשקעים – שכיחות רבה יותר של אירועי קיצון וירידה בכמות המשקעים השנתית.
 2. עלייה במקרי ובשטחי שריפות יעור וחורש.
 3. עליה בשכיחות של שנות / עונות בצורת.
 4. עליה בהתפרצות של מזיקים ומחלות
- לכל אחד מהאיומים הנ"ל, ישנה הערכות של גופים מנהלי השטח כגון קק"ל ורט"ג נערכה ונערכת באמצעות ידע וניסיון מהעבר, ניטור ארוך טווח ומחקר ופיתוח. פעולות אשר בביצועה של קק"ל

³⁴ ספריאל 2010. התכנית הלאומית למגוון ביולוגי בישראל. המשרד להגנת הסביבה.

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0501-P0600/P0540.pdf>

1. בשטח העירוני: החל פרויקט חדשני, "ערים רגישות למים" בשת"פ עם אוניברסיטת מלבורן, אוסטרליה. הוקמו 3 אתרי "ביופילטר" המתוכננים לקלוט נגר מים עירוני, לטהר אותו, ולהחדיר אותו לאקוויפר החוף. בשטחי היער והחורש – פותחו שיטות לאיסוף מי נגר המונעים נזקי הצפה לשטחים אורבניים הנמצאים בסמיכות ליער, וכמו כן משקמים מערכות מדורדרות ומשפרים את הקיימות של מערכות אקולוגיות.
2. השקעה במחקר ופיתוח לקידום זנים וקלונים של עצי יער וחורש העמידים ליובש. מיישמים ממשק אדפטיבי ומתאימים את כושר הנשיאה של השטח למספר העצים הבוגרים.
3. ניטור ארוך טווח ביערות וחורשים (רק לאחרונה קק"ל הקימה 80 אתרי ניטור ארוך טווח ביערות, מהצפון ועד לדרום ביער נטע אדם), וניסיון בכל מה שקשור בהדברה ביולוגית של מזיקים. בעבר בוצעה הדברה ביולוגית של צרעות אקליפטוס, כנימת הארז וכנימת אורן הצנובר. כעת, מבוצע מעבר להדברה ביולוגית של כנימת הצבר ופסילת האקליפטוס.
4. הקמת מעל כ-200 קווי חייץ מסביב ליישובים. שיפור מערך הגילוי והכיבוי בקק"ל והתקנת אמצעי ניטור מצב דלק צמחי ותנאי אקלים בתוך היער.

פעולות בביצוע הרט"ג, ביניהן :

1. הקמת למעלה מ-100 קווי חייץ.
 2. שמירה על מסדרונות אקולוגיים שיאפשרו את השינוי בתחומי תפוצה.
 3. ניטור באמצעות המארג לבחינת שינויים ארוכי טווח בצומח.
- אנו ממליצים כאן על מספר פעולות שתתרומנה להגדלת יכולת ההתמודדות של המערכות הטבעיות עם שינויי האקלים.

חלק מן ההמלצות הנן מתוך תכנית לאומית רחבה למגוון ביולוגי בישראל²⁹ אשר עברה צריכה להיות מקודמת תכנית פעולה בין-משרדית, ואנו מביאים אותן כאן בגלל חשיבותן לשמירת המערכות האקולוגיות במצב בו יכולת התמודדות שלהן עם שינויי האקלים תהיה טובה יותר. רוב הפעולות המומלצות נתמכות ע"י החלטת ממשלה או מסמך מדיניות בנושא, ובמקרים רבים אלו פעולות עליהן כבר הומלץ בעבר, אולם הן נותרו על הנייר ולא בוצעו בפועל. ביצוע של פעולות אלה הוא הכרחי על מנת לשמור על המגוון הביולוגי בישראל מול לחצי הפיתוח. היות ושינויי האקלים מהווים גורם נוסף על המערכות הטבעיות, הם מגבירים את הצורך בביצוע החלטות אלה, ובהקדם האפשרי.

תכנית פעולה 24. שמירה על המגוון הביולוגי ותמיכה במערכות אקולוגיות עמידות

פעילות בתחום החקיקה

הגברת אכיפה של חוקים המגבילים פגיעה בטבע ובשטחים פתוחים והגדלת מודעות הציבור

צעד חשוב למזעור איומים מקומיים וארציים הנשקפים למגוון הביולוגי הוא הגברת האכיפה של חוקים קיימים המגבילים פגיעה בשטחים פתוחים וערכי טבע. יש חשיבות רבה לכך שהגברת האכיפה תהיה מלווה בפעולות הסברה להגדלת מודעות הציבור לנזקים שגורמת הפרה של חוקים אלה.

חוק שחשוב במיוחד להקפיד על אכיפתו והוא בעל חשיבות עליונה לשמירת השטחים הפתוחים, הוא חוק התכנון והבנייה, 1965. בעניין זה נפרט בהמשך.

חוקים נוספים בעלי חשיבות הם חוקים המהווים כלי למניעה, להפסקה או להפחתה של זיהומים סביבתיים וביניהם:

- החוק להגנת חיית הבר, 1955, האוסר על מסחר, העברה והחזקה של חיות בר ללא התר.
- חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, 1998. המקנה סמכות לביצוע פעולות הנחוצות לשם הגנה על חי, צומח או דומם.
- חוק שמירת הסביבה החופית, 2004, שנועד להגן על הסביבה החופית של הים התיכון, ים סוף וים כנרת ואוצרות הטבע והמורשת שבה, לשקמם ולשמרם כמשאב בעל ערכים ייחודיים וכן למנוע ולצמצם במידת האפשר פגיעה בהם; לשמור את הסביבה החופית והחול החופי; לקבוע עקרונות והגבלות לניהול, לפיתוח ולשימוש בני קיימא של הסביבה החופית.
- חוק אוויר נקי, 2008, האוסר על גרימת ריח או זיהום אוויר חזק או בלתי סביר.
- חוק החומרים המסוכנים, 1993, המהווה מסגרת משפטית להסדרת השימוש בחומרים מסוכנים על כל היבטיו.
- חוק שמירת הניקיון, 1984, האוסר על השלכת פסולת ברשות הרבים.
- מניעת זיהום הים לפי פקודת הנפט (גרסה מתוקנת), 1980, האוסר לפלוט נפט או חומרים מכילי נפט במים הטריטוריאליים או במים של פנים הארץ מכל מתקן חופים או מכלי שיט.
- חוק מניעת זיהום הים (הטלת פסולת), 1983, האוסר הטלת פסולת מכלי שיט או מכלי טיס.
- חוק מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, 1988, האוסר על הטלה או הזרמה של פסולת או שפכים ממקור יבשתי לים.
- פקודת הנמלים, 1971, הקובעת את הפעלת הנמלים בישראל וניהולם. החוק כולל סעיף

מיוחד לטיפול בחומרים מסוכנים בנמלים.

- חוק מקומות הרחצה, 1964, המתיר לרשויות המקומיות לחוקק חוקי עזר לשמירה על ניקיון החופים.
- חוק רישוי עסקים, 1964, המעניק לרשויות את הסמכות להתנות מתן רישיון לעסקים במניעת מפגעים סביבתיים. חוק זה הוא כלי מרכזי לקביעת תנאים לבעלי מפעלים כדי למנוע זיהום אוויר ומים ולטפל בחומרים מסוכנים. ייתכן ובמסגרת חוק זה ניתן יהיה לדרוש גם טיפול במינים פולשים.
- חוק הגנת הסביבה (המזהם משלם) (תיקוני חקיקה), 2008, וחוק הגנת הסביבה (סמכויות פיקוח ואכיפה), 2011, שנועדו להגן ולשמור על איכות נאותה של הסביבה ולשפרה, למנוע פגיעה בסביבה או בבריאות הציבור ולשלול את הכדאיות הכלכלית שבפגיעה בסביבה, בין השאר באמצעות ענישה המתחשבת בשווי הנזק שנגרם, בטובת ההנאה שהושגה או ברווחים שהופקו תוך ביצוע העבירות האמורות.
- בנוסף, יש להגביר את האכיפה של החוקים הבאים, החשובים להגברת ההגנה על הסביבה הימית:
- פקודת הדיג, 1937, הקובעת תנאים והגבלות בשורה ארוכה של נושאים, ובהם איסור להשתמש בחומרי נפץ או ברעלים לשם תפיסת דגים או הריגתם, איסור דיג בשיטות העלולות להזיק לשרידותם של מיני דגים או לסכן אותם, איסורים והגבלות על דיג באזורים או בעונות מסוימות, הגבלות גודל על מיני דגים וכן הגבלות בעניין גודל העין ברשתות הדיג וקוטרן.
- חוק הזיפזיף, 1964, האוסר לכרות ולהעביר חול מהחופים.
- חוק איסור נהיגת כלי רכב לאורך החוף, 1997, שנחקק במיוחד כדי להפסיק את השימוש הגובר בכלי רכב, בפרט רכב שטח, לאורך החוף.
- פקודת היערות (1926), אשר מסדירה את הגנת האילנות והיערות בישראל.
- תמ"א 35, שאימצה את המסדרונות האקולוגיים, שהם כלי מרכזי באדפטציה לשינויים.

לפיכך, אנו ממליצים על תגבור מערך האכיפה והפיקוח במשרד להגנת הסביבה וכן על תגבור מערך האכיפה של רט"ג, הסובל מחוסר אקוטי בתקנים.

שינוי החקיקה הקיימת

הכלים המשפטיים-מוסדיים האמורים לאפשר שמירה וממשק של המגוון הביולוגי לוקים בחסר. התכנית הלאומית למגוון ביולוגי הציעה תכניות פעולה לקידום חקיקה ייעודית ויזמית לשמירת המגוון הביולוגי, ולתיאום בין הכלים המשפטיים לשמירת המגוון הביולוגי. תכניות פעולה אלו יכולות לשמש ככלי נוסף להגדלת יכולת העמידות של המערכות הטבעיות בפני שינויי האקלים, באמצעות הגנה על שלמותן והפחתתן של מקורות הפגיעה שאינם קשורים לשינויי אקלים.

תכנית הפעולה לקידום חקיקה ייעודית ויזמית כוללת הקמת ועדה לקידום הכלים המשפטיים

לשמירת המגוון הביולוגי, שתכין הצעת חקיקה שאופיה יזמי ("פרואקטיבי"), ותחייב את הרשויות לפעול להבטחת תפקודן של המערכות האקולוגיות והמגוון שבהן. חקיקה זו תחייב את הגופים הרלוונטיים להכנת תכניות לשמירת המגוון הביולוגי לטווח הארוך ולפעולה בהתאם להמלצות התכנית הלאומית למגוון. כמו כן, תבחן נחיצות חקיקה ייעודית לגבי איומים ספציפיים על תפקוד מערכות אקולוגיות, כגון בנושא מינים פולשים.

תכנית הפעולה לתיאום בין הכלים המשפטיים מציעה הקמת צוות שיקדם את שיתוף הפעולה בין הרשויות. הצוות יבחן את חלוקת הסמכויות המוקנות בגין החקיקה הקיימת בין מוסדות השלטון השונים, יאתר את החסמים הגורמים לאי-ביצוע החקיקה ולאכיפתה, יזהה את הסיבות לחסמים ויפעל להסרתם. בנוסף, הצוות יפעל להסרת תקנות סותרות ויחייב ביצוע ואכיפה לפי שיקולים של שמירת המגוון הביולוגי בלבד, ללא עירוב שיקולים אחרים, שיכולים לעמוד בסתירה לשיקולים של שמירת המגוון הביולוגי.

בנוסף, יש צורך בעדכון והתאמה לתנאים הנוכחיים של חוקים מסוימים. למשל, החוק להגנת חיית הבר, 1955, האוסר על מסחר, העברה והחזקה של חיות בר ללא היתר, וחוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, 1998 (להלן: חוק גנים לאומיים), המקנה סמכות לביצוע פעולות הנחוצות לשם הגנה על חי, צומח או דומם. שני חוקים אלה כוללים הוראות המתמקדות במסחר והחזקה של מינים מוגנים, אולם חסרה בהם התייחסות מלאה למינים פולשים. בחוק להגנת חיית הבר, 1955 אין התייחסות לאלמנט הנזק האקולוגי הכרוך בייבוא של מינים זרים, ובפועל אושר עד היום ייבוא של מספר מינים פולשים. בעיה נוספת היא שההכרזה על מינים מוגנים עפ"י חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה מוטה לטובת חולייתני יבשה, ומייצגת בחסר דגים וחסרי חוליות ואף מיני צמחים בסכנת הכחדה. כמו כן, בחוק להגנת חיית הבר, רשימת המינים אשר לא ניתן לצוד, ללכוד, לגדום או לפגוע בהם אלא בהיתר מיוחד לפי החוק, כוללת גם מינים פולשים רבים, בשל השתייכותם לקבוצה טקסונומית המוגנת בכללותה (לדוגמה מחלקת העופות). בנוסף, החוק כיום אינו מכיל כל איסור על שחרור מכוון או רשלני של מינים זרים אל הטבע, למרות מספר מקרים מוכרים של מינים פולשים שמצאו את דרכם לטבע בדרך זו. לפיכך, יש צורך בעריכת מספר תיקונים בחוק: להוציא מינים הידועים כפולשים בישראל מרשימת הקבוצות המוגנות ולהקפיד בעתיד לא לכלול במסגרת הרשימה מינים זרים נוספים. בנוסף, יש לכלול בחוק איסור על שחרור מכוון או רשלני של מינים זרים אל הטבע. תיקון נוסף הדרוש בתחום זה הוא הענקת סמכויות לרשויות המכס לעצור כניסה מכוונת או בלתי מכוונת של מינים פולשים בנמלי הים, היבשה והאוויר, למניעת פלישות עתידיות.

אימוץ ויישום מסמכי עמדה קיימים

יש לפתח תכנית פעולה בינמשרדית לשמירה על המגוון הביולוגי, על בסיסי התכנית הלאומית למגוון ביולוגי מ-2010 ובהתאם ליעדי האמנה למגוון ביולוגי ולהמלצות ה-OECD, כולל:

1. תכנית פעולה לעדכון תכניות מתאר ארציות.

2. תכנית פעולה לשמירה וממשק.
3. תכנית פעולה לניטור המגוון הביולוגי.
4. תכנית פעולה לסגירת פערי ידע.
5. תכנית פעולה להעלאת מודעות הציבור לערך המגוון הביולוגי.
6. תכנית פעולה להקצאת תמריצים כלכליים לעידוד שמירה וממשק של המגוון הביולוגי.
7. תכנית פעולה לקידום הכלים המשפטיים-מוסדיים לשמירה וממשק של המגוון הביולוגי.
8. תכנית פעולה להפקת תועלות מהזירה הבינלאומית בנושא שמירת המגוון הביולוגי.
9. זכות הטבע למים, דרישות מים עבור גופי מים ובתי גידול לחים (המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים, 2002).

היבטים תכנוניים

אחד האיומים המשמעותיים ביותר על המגוון הביולוגי בישראל הוא אבדן שטחים פתוחים. כדי לאפשר למגוון הביולוגי עמידה בפני האיום של שינויי אקלים יש לשלב את שיקולי ממשק המגוון הביולוגי ברמת התכנון הארצית.

שמירה על מדיניות התכנון הארצית

לכלים תכנוניים אין משמעות כל עוד מדיניות התכנון הארצית לא נשמרת בקפדנות. אחת הנקודות החשובות היא שיש להבטיח שפעולות בינוי ופיתוח ייעשו בהתאם לתוכניות המתאר הארציות ולא ישתנו בקלות מסיבות שונות. בנוסף, יש לשמור על המסגרת הקיימת של תמ"א 35, ולא לפרוץ ולהגדיל את גבולות המרקמים העירוניים הכלולים בה. כמו כן יש לדאוג כי במסגרת האחדת תכניות המתאר הארציות תחת תמ"א 1, יישמר מעמדם של השטחים הפתוחים המוגנים.

היבט נוסף של אותה הבעיה הוא בינוי בלתי חוקי המסכל את מטרות התכנון ומאיים על השטחים הפתוחים. יש צורך לאכוף בצורה נוקשה עבירות של בנייה בלתי חוקית ולמנוע הכשרה בדיעבד של עבירות בנייה.

מסדרונות אקולוגיים

מסדרונות אקולוגיים הם שטחים פתוחים אורכיים, המקשרים בין שטחים מוגנים ובכך מאפשרים מעבר של בעלי חיים, הפצת זרעי צמחים והחלפת גנים בין כתמים של מערכות אקולוגיות טבעיות. למסדרונות האקולוגיים חשיבות ראשונה במעלה לשמירת תפקודן של המערכות האקולוגיות נוכח לחצי פיתוח ושינויי אקלים, שכן הם מאפשרים אכלוס מחדש אחרי הכחדה, מגע בין אוכלוסיות לשם רבייה, העשרה גנטית, וכן שינוי תפוצה בעקבות שינויי אקלים ברשות הטבע והגנים גובשה

הצעה להקמה של מסדרונות אקולוגיים בקנה מידה ארצי (דותן רותם, 2014). הצעה זו ממליצה להתמקד בשמירת השטחים הפתוחים לאורך ארבעה צירים מרכזיים: לאורך בקעת הערבה והירדן, לאורך מערכות החורשים והבתות באזור האקלים הים תיכוני, לאורך מערכות אזור החוף, ולאורך ציר מדברי המורכב משתי זרועות, מזרחית - לאורך מדבר יהודה ומערבית - קרוב יותר לאזורי החוף, המתכנסות להר הנגב והנגב המרכזי עד אילת.

התכנית הלאומית למגוון מצביעה על חשיבותם של המסדרונות האקולוגיים ככלים מרכזיים לשימור יכולתן של המערכות האקולוגיות לתחזק את המגוון הביולוגי שבהן. חשיבותם גדולה בעיקר בהקשר של היערכות לשינויי אקלים, שכן שינוי אקלים משמעותי עשוי לגרום להסטה של חגורות אקלים צפונה ומערבה עקב ההתחממות, וכתוצאה מכך לגרום לתנועה של מיני בע"ח וצמחים לאזורים בהם תנאי הסביבה דומים לאלה בהם הם מתקיימים כיום. שמירה על רצף שטחים פתוחים באמצעות המסדרונות האקולוגיים, תאפשר את מעבר המינים לאזורים מתאימים יותר. כיום נבחנת הטמעתם של מסדרונות אקולוגיים ארציים לתמ"א 35 ויש לדאוג כי הטמעה זו אכן תתבצע. בנוסף, **אנו מדגישים את הצורך לכלול מסדרונות אקולוגיים בכל תכניות הפיתוח והבינוי, לרבות בעת גידור גבולות ישראל בגזרות השונות לצרכי ביטחון והגנה מפני הגירת פליטי אקלים. כמו כן, יש להקדיש משאבים לפיתוח וביצוע תכניות אב פרטניות של שימושי הקרקע והממשק במסדרונות אקולוגיים, על-מנת לטייב את תפקודם.**

בנוסף, כחלק משמירת הקישוריות בין שטחים פתוחים, **יש לפעול לפי תכנית הפעולה לשיקום או למניעת נזקי קיטוע של אוכלוסיות על ידי תשתיות תחבורה**, באמצעות תכנון והתקנת מעברים של בעלי חיים לכבישים ומסילות ברזל ויצירת אמות מידה לקביעת מיקומם.

עדכון של השטחים המוגנים של ישראל

ניתוח שבוצע על ידי רשות הטבע מראה כי כיום הייצוג של 23 המערכות האקולוגיות של ישראל בשטחים המוגנים של ישראל (שמורות טבע, גנים לאומיים ויערות טבעיים) אינו אחיד ולגבי רבות מהן, כגון לסים, כורכרים, מליחות חוף ועוד – לוקה בחסר (רותם 2015). כדי לשמור על המגוון הביולוגי יש למפות את השטחים בהם המערכות האקולוגיות התת-מיוצגות אלה עדיין לא עברו תהליכים ושינויים בלתי הפיכים, ולאתר שטחים שניתן להכריז עליהם כשמורות טבע. הדבר נכון במיוחד בסביבות חופיות סלעיות, בהן השפעת שינוי האקלים צפויה להיות דרמטית ויש צורך בהגברת ההגנה עליהן. כמו כן, עבודה נרחבת שבוצעה ברט"ג (רפרנס לעבודה של רותי יהל) מצביעה על מחסור חמור שטחי שמורות טבע ימיות, בעיקר בים העמוק, ומאתרת מערך אתרים פוטנציאליים לשמורות, שכמכלול מייצגים את בתי הגידול השונים בסביבה הימית. יש לקדם הכרזתן של שמורות אלה. הכרזה על שמורות טבע ימיות תהווה הליך משמעותי בהגנה על החי והצומח הימי במערכות ימיות, בהן דיג יתר מהווה איום ממשי על המגוון הביולוגי ומפחית את הסיכוי של החברות האקולוגיות להתמודד עם שינוי האקלים.

טיפול במינים פולשים

סוגית המינים הפולשים הינה מורכבת, ודרושים יותר מאמצים ומשאבים לטיפול מוצלח בנושא, לפי תכנית הפעולה לטיפול במינים פולשים שמציעה התכנית הלאומית למגוון.

החקיקה הנוכחית אינה יוצרת תנאים ראויים לטיפול בבעיה, בגלל שהיא מקוטעת ולא עקבית ובגלל היעדר של טיפול מרוכז ומתואם. ההתייחסות לנושא זה היא צרה וחלקית בלבד, בעיקר במסגרת חקיקה העוסקת ביבוא וקשורה לוותרנירית ולהגנת הצומח בחקלאות. החקיקה בנושאי שמירת טבע אינה מתייחסת במפורש לנושא המינים הפולשים, והסמכות מכוחה מוגבלת ולא מקיפה את כל ההיבטים הדרושים. עיקר הבעיה הוא היעדר חקיקה ייעודית שמטרתה הגנה כוללת על המגוון הביולוגי, המסמיכה לפעול ולתקצב את כל היבטי המניעה והטיפול בנזקי מינים פולשים זרים. בעיה נוספת היא הפקעה של קבוצות טקסונומיות רבות מהחקיקה בנושאי שמירת טבע וניגודי אינטרסים בין משרדי ממשלה שונים לבין המשרד להגנת הסביבה בנושא זה. קושי נוסף מתבטא באי-התאמות ובסתירות בין הוראות חוק שונות המובילות למצבי אבסורד, כגון: חוקים המגנים על מינים הידועים כפולשים. חסרה חקיקה המחייבת הכנת רשימה של מינים פולשים, קביעת קריטריונים להערכת סיכונים למערכות האקולוגיות בישראל, עריכת תסקירי השפעה על הסביבה כתנאי ליבוא, איסור על מכירה ו/או שחרור מכוון או רשלני של חיות מחמד ומיני צומח וחי אחרים בעלי פוטנציאל פולשני, דרישה לניטור, אבחון מוקדם ופעולה במקרי חירום, סמכויות לביעור ובקרת אוכלוסיות מינים שכבר הצליחו להתבסס, הקמת גופי מחקר, חינוך והסברה והעיקר- מינוי המשרד הממשלתי שיישא באחריות לטיפול במינים פולשים. נושא זה נופל כיום בין הכיסאות (בין משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים), ואף משרד אינו נושא באחריות מלאה לנושא.

ההיבטים העיקריים של הבעיה הם:

1. פיקוח ובקרה על החדרות מכוונות ובלתי מכוונות של מינים אל תוך המערכות האקולוגיות של ישראל.
2. מניעת הפצת מינים פולשים ובקרה על שחרור ובריחה ממקום שביים בארץ של מינים שהוחדרו לארץ כחיות מחמד.
3. ביעור של אוכלוסיות מינים פולשים שהתבססו בישראל ובקרת יעילותו.

אנו מדגישים כאן את המלצות התכנית הלאומית למגוון הביולוגי בנושא:

1. הקמת ועדה מקצועית, בין-משרדית, שתקבע אמות מידה להכנסת מינים זרים לישראל, בהתבסס לא רק על שיקולים חקלאיים אלא גם אקולוגיים, ותמליץ על סדרי קדימויות ועל בחירת אמצעים לטיפול במינים פולשים שהצליחו לחדור ולהתבסס.
2. הקמת ועדה בין-משרדית שתורכב בעיקר מנציגי גופים העוסקים בחוק ובאכיפה, שתהיה אחראית ליישום המלצות הוועדה המקצועית ולפעולה בשטח לאיתור וביעור מינים פולשים.
3. ביצוע מעקב אחרי נתונים של מערכת הניטור המתייחסים למינים זרים פולשים, זיהוי פערי ידע בנדון ועידוד מחקרים הדרושים לסגירתם.

אנו ממליצים על קידום חקיקה ייעודית בנושא המינים הפולשים כאחד האיומים המשמעותיים על המגוון הביולוגי, החקלאות, ורווחת האדם.

ניטור מזיקים

שינויי אקלים עשויים לשנות את תחומי התפוצה של מזיקים, פתוגנים ופרזיטים, הן מקומיים והן זרים, ולשינויים אלה יש פוטנציאל לפגוע במינים שונים. כדי להתכונן להתפרצויות של מזיקים יש לנקוט בצעדים הבאים:

1. מיפוי רגישות של צמחים ובעלי חיים למזיקים, פתוגנים ופרזיטים: בהסתמך על הספרות המקצועית, יש לזהות מזיקים, מחלות צמחים ומוצרי צמחים, העשויים להפוך למזיקים בתנאי האקלים העתידיים, ואת המינים הרגישים אליהם.
2. הכנת מאגר נתונים ושיפור הניטור על מנת לאתר במועד התפרצויות של מזיקים.
3. הרחבת הידע המדעי על אמצעי הטיפול וההדברה במזיקים והטמעתם בשטח.

שמירה על מינים ספציפיים

התכנית הלאומית למגוון ביולוגי הציגה מספר המלצות לגבי טיפול במינים אנדמיים ובמינים בסכנת הכחדה בישראל. בהקשר של שימור מינים לנוכח שינויי האקלים, **יש עדיפות להשקיע את מאמצי השימור במערכות אקולוגיות שלמות (הגנה על בתי גידול) ולא במינים בודדים.** ניסיונות שמירה על מינים צריכים להתמקד במקרים בהם ניתן להתמודד עם גורם העקה (למשל, במקרים בהם הלחץ על קיום המינים נובע מפעילות אדם) ולא לשמור על מינים בצורה שאיננה בת-קיימא. יש להכיר בכך שהפלורה והפאונה אותן אנו מכירים לא תוכלנה להמשיך להתקיים בהרכב הנוכחי בתנאי אקלים שונים מאלה השוררים כיום, וחלק מהמינים ייכחדו מהאזור. מכיוון שבמקרים רבים השפעות של שינויי האקלים פועלות במשולב עם השפעות האדם, יש לבחון באופן פרטני את האיומים על מינים הנמצאים בסכנת הכחדה על-פי הספרים ה"אדומים". מינים שהאיומים העיקריים עליהם אינם קשורים בשינויי אקלים יהיו בעדיפות גבוהה יותר לשימור לעומת מינים ששינויי האקלים הם האיום העיקרי עליהם.

בפרספקטיבה גלובלית, הכחדה מקומית של מינים היא משמעותית במיוחד עבור מינים שהם אנדמיים לישראל (שזהו אזור התפוצה היחיד שלהם בעולם), ועבורם הכחדה מקומית פירושה גם הכחדה עולמית. להכחדה מקומית יש משמעות גם עבור מינים שהם בעלי תפוצה עולמית רחבה וזהו קצה גבול התפוצה שלהם, מכיוון שלאוכלוסיות בקצה גבול התפוצה של מינים יש תרומה גבוהה למגוון הגנטי של המין. אם מינים אלה ייכחדו באופן מקומי, המין אמנם ימשיך להתקיים בעולם, אולם המגוון הגנטי שלו ייפגע. בסך הכול, בהסתכלות גלובלית יש עדיפויות גבוהה יותר לשימור של מינים אנדמיים לישראל.

מאמץ שימור של מינים מחוץ לאתרם (למשל בבנק זרעים או בגנים בוטניים או זואולוגיים) הוא בעל ערך מבחינה חינוכית ומדעית, ועבור מינים בגבול תפוצה שאוכלוסיותיהם בעלות הרכב גנטי ייחודי – לכך בין היתר יש חשיבות מיוחדת לחקלאות ולתעשיית הביוטכנולוגיה והתרופות. עם

זאת, לשימור מינים מחוץ לאתרם יש תרומה נמוכה יחסית לקיום המערכות הטבעיות, בעיקר כאשר מדובר במינים שגורם הלחץ העיקרי עליהם הוא שינוי האקלים ולא ניתן יהיה לקיים אותם במערכות טבעיות. לכן, מבחינה אקולוגית, יש לשקול כדאיות של מאמצים בכיוון זה.

הקמת גוף מחקר לאומי לשמירת המגוון הביולוגי

כאמור, לנוכח האיומים הגוברים על המגוון הביולוגי יש צורך במחקר ובניטור עקביים של המגוון הביולוגי וביישומם בפעולות ממשק ושמירת טבע. התכנית הלאומית למגוון ביולוגי הצביעה על הצורך בקיום קרן לאומית לתקצוב פעילות המחקר והניטור ארוך הטווח של המגוון הביולוגי ושירותי המערכת האקולוגית, וכן על הצורך בהקמת גוף שיעץ בהכוונה של מחקר, הקצאת המשאבים לביצועו, והטמעת תוצאות הניטור והמחקר בפעילות השמירה והממשק. **אנחנו מדגישים פעם נוספת את הצורך בהקמת גוף לאומי בעל אחריות כוללת לנושא המגוון הביולוגי.**

פרויקט המארג, שהוקם בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, נועד לקדם ניהול מבוסס מדע של שטחים פתוחים ומשאבי טבע לרווחת האדם ולקיימות ארוכת טווח של הטבע בישראל. המארג מפתח ומתחזק מערך של ניטור ארוך טווח של מצב המגוון הביולוגי היבשתי באתרים שונים לאורך מפל הגשם הישראלי, וכן אחראי על דו"ח מצב הטבע, המסתמך על מערך הניטור ועל מדדים נוספים ברמה הארצית למצב המגוון הביולוגי והאיומים עליו. תוך התמקדות במגוון הביולוגי ובגורמים האקולוגיים, ההידרולוגיים, הגאוביוכימיים והסוציולוגיים המווסתים אותו. בנוסף, הפרויקט נועד ליצור מסגרות לשיתוף פעולה ותיאום בין מדענים וגורמי ממשק, לקידום הבנת הנושאים המורכבים של המגוון הביולוגי ולהפיכת ממצאי המחקר הבסיסי והיישומי לעקרונות של מדיניות סביבתית שיוכלו לשמש את מקבלי ההחלטות בנושאי שימור, שיקום וניהול הסביבה. שינויי האקלים מגבירים את הצורך בגוף לאומי מסוג זה, למען תכנון מושכל יותר של שמירת המערכות הטבעיות והמגוון שבהן. לפיכך, קיים צורך בחיזוק מעמדו של המארג לטווח ארוך ובתמיכה לאומית משמעותית בגוף זה.

מומלץ שמערך הניטור הלאומי יכלול **התייחסות מעמיקה וניסויית להשפעות שינויי אקלים** על תפקוד המערכות הטבעיות והאחרות (למשל מערכות מרעה מבוקרות ויער נטוע). כמו כן, רצוי שמערך הניטור יורחב למערכות של מים מתוקים. בנוסף, קיים מערך ניטור של המערכות האקולוגיות בים סוף וכן נבנה בימים אלה מערך ניטור המגוון הביולוגי בים התיכון, שנועדו לאפשר קבלת תמונה מקיפה של מערכות אקולוגיות אלו.

סיכום המלצות למדיניות בתחום השמירה על המגוון הביולוגי

1. בניית ויישום תכנית פעולה בין-משרדית לשמירה על המגוון הביולוגי, על בסיס התכנית הלאומית למגוון ביולוגי (2010), בלווי הצעות מחליטים להכנתה וליישומה.
2. הגברת אכיפה של חוקים המגבילים פגיעה בטבע ובשטחים פתוחים על ידי חיזוק מערך האכיפה במשרד להגנת הסביבה.
3. שינוי החקיקה הקיימת: תכנית הפעולה לקידום חקיקה ייעודית ויזמית בדגש על תחום המינים הפולשים, תכנית הפעולה לתיאום בין הכלים המשפטיים, עדכון והתאמה של ממשק הדיג בים התיכון, חוק להגנת חיית הבר, 1955, וחוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, 1998.
4. יש לאמץ וליישם את מסמך זכות הטבע למים, דרישות מים עבור גופי מים ובתי גידול לחים. יש לפעול על פי החלטת הממשלה בנושא (2117 (כל/46)) ולהקציב 50 מלמ"ק לטובת הטבע.
5. יש לחזק את מערך התכנון הארצי ובפרט את מעמדן של תמ"א 35 ותמא"ות השטחים המוגנים.
6. יש לאכוף בצורה נוקשה עבירות של בנייה בלתי חוקית ולמנוע הכשרה בדיעבד של עברות בניה. יש להגביר את הקנסות והעונשים כך שעבירה כזו תיהפך ללא משתלמת כלכלית.
7. יש לכלול מסדרונות אקולוגיים בכל תכניות הפיתוח והבינוי, לרבות בעת גידור גבולות ישראל
8. יש לפעול לפי תכנית הפעולה לשיקום או למניעת נזקי קיטוע של אוכלוסיות על ידי תשתיות תחבורה.
9. יש לסגור במידת האפשר את פערים בייצוגיות מערך השטחים המוגנים הנוכחי ולהגביר את ייצוגן של המערכות האקולוגיות שנמצאות בתת-ייצוג ובסיכון הגבוהים ביותר.
10. יש לקדם בדחיפות חקיקה ייעודית בנושא המינים הפולשים כאחד האיומים המשמעותיים על המגוון הביולוגי, החקלאות, ורווחת האדם.
11. יש לזהות ולמפות מזיקים, מחלות צמחים ומוצרי צמחים, העשויים להפוך למזיקים בתנאי האקלים העתידיים, ואת המינים הרגישים אליהם.
12. יש לתגבר את מערכי הניטור היבשתיים והימיים ולהפכם לחלק מתכניות ניטור לאומיות. יש לתקצב את תוכניות הניטור הלאומיות בחוק.
13. יש לתגבר את מאמצי המחקר בתחום השפעות שינויי האקלים על בתי גידול, כמו גם בתחום השפעות שינויי האקלים על המערכות האקולוגיות, ומבנה החברות הנמצאות בהן. יש להתייחס לשינויים בשרותי המערכות הנובעים משינויי האקלים, וכן לשים דגש על שיקום מערכות אקולוגיות פגועות.
14. יש להקים גוף לאומי לנושא המגוון הביולוגי שיבצע מחקרי בסיס ומחקר יישומי בתחום המגוון הביולוגי והטמעת תוצאות הניטור והמחקר בפעילות השמירה והממשק.

תכנית פעולה 25. ניהול אקולוגי של מקורות המים, מניעת זיהום, שיקום נחלים

ישראל עניה ביותר במשאבי מים במונחים של כמות המים הזמינה לנפש, גם יחסית למדינות אחרות במזרח התיכון, כגון מצרים, סוריה, לבנון או טורקיה.

מקורות המים הדלים העומדים לרשות המדינה נתונים בסכנת זיהום על ידי שפכים, השקיה בקולחים, נגר עילי מזוהם משדות חקלאיים ומאיזורים אורבניים, פסולת מוצקה, דלקים, וחומרי גלם שונים. גורמי זיהום אלו הביאו כבר כיום לפסילתם של מקורות המים לשימוש כמי שתייה ואף להשקיה. הגידול באוכלוסייה, ברמת החיים וברמת התיעוש, עלול לגרום הן להקטנת כמות המים הזמינה לנפש, והן להגדלת פוטנציאל הפגיעה של הגורמים המזהמים. שינויי האקלים שיביאו להתחממות והתייבשות באזורנו, יגרמו להגדלת הלחצים הקיימים על מקורות המים הטבעיים.

שימור משאבי המים הוא האתגר הסביבתי הגדול ביותר הניצב כיום בפני מדינת ישראל. לשם כך יש צורך בפיתוח ידע, בכוח אדם, בסמכויות חוקיות ומינהליות, בציוד ובתקציבים. זאת כדי לאפשר פיתוח, שכלול והגברת אכיפה של חוקים, תקנות והנחיות למניעת זיהום מים.

הפחתת הלחץ על מערכות מים מתוקים וזכות הטבע למים

הפחתת השאיבה מאקוויפרים מקומיים ומנחלים תגדיל את מספר המעיינות, ובכך תסייע לביסוס אחיזת המינים בטבע בישראל. גם בכנרת יכולה להיות השפעה חיובית להקטנת השאיבות, מכיוון שהתניידות קיצונית של המפלס היא אחד הגורמים לדילול הפאונה הליטוראלית. אין ספק שזכות הטבע למים הוא נושא קריטי לשמירת המגוון הביולוגי של מערכות מים מתוקים וסביבות לחות, והוא בעל השלכות על מרב המערכות האקולוגיות של ישראל ועל המגוון הביולוגי בהן. הפחתת התחרות על המים מחייבת פעולות של הקטנת הצריכה, ניצול יעיל של המקורות הקיימים והגדלת מצאי המים (התפלה) בהתאמה לגידול האוכלוסייה. עם זאת, להגדלת המצאי באמצעות התפלה יש מחיר סביבתי ואסטרטגי שיש לקחת בחשבון.

בהתחשב במגבלות הנ"ל, אנו מדגישים את חשיבות תכנית הפעולה לשיקום ולשימור מערכות מים מתוקים שבתכנית הלאומית למגוון ביולוגי, המציעה לבחון את מימושו של מסמך המדיניות: זכות הטבע למים, ולעדכנו במידת הצורך, וכן לבחון אפשרויות לשיקום ושיחזור מערכות מים מתוקים, בהתאם למדיניות רשות הטבע והגנים.

מדיניות ניהול מים עיליים וקליטת מי שיטפונות בדרך המתחשבת בטבע

חלקים ניכרים של אגני נחלי החוף של ישראל "הוסדרו" ברמה כזו או אחרת בעשרות השנים האחרונות, תוך שינוי מהלך הזרימה הטבעי שלהם וכיסוי הדפנות בבטון. הסדרה זו לא רק פוגעת בערכם הסביבתי של הנחלים, אלא גם גורמת לנזק מצטבר שמקורו בארוזיה וסתימת ערוצים.

שמירה על תפקודם הטבעי של הנחלים ועל המגוון הביולוגי שבהם דורשת התייחסות לנחלים כאל מערכות טבעיות שלמות ולא כאל עורקי ניקוז בלבד. לשם כך יש לבצע שינוי כולל בניהול הסביבתי של הנגר העילי בנחלי ישראל, שיכלול התחשבות בתפקודי נגר וניקוז לצד שמירה על המגוון הביולוגי, ערכי הטבע והנוף, ופעילויות פנאי ונופש. יש לנהל את הנגר בנחלים בדרך שתשמר את תפקודם הטבעי על ידי עקרונות תכנון אקו-הידרולוגיים:

1. שיחזור/עיצוב מחדש של פרוזדור הנחל- הקטנת שיפועי הגדות, הרחבת השטח משני צידי הנחל המשמש להצפה עונתית, ושיחזור של הנפתולים (Meanders) שיושרו במסגרת "הסדרת הנחל", לשם הגדלת כושר ההולכה באפיק באמצעות הגדלת שיפוע הקרקעית. פרוזדור הנחל חיוני להתהוות פשטי ההצפה שהינם אמצעי חשוב למניעת ארוזיה באפיק. שיחזור הפרוזדור אינו בהכרח שיחזור ממדי הפרוזדור ההיסטורי אלא פרוזדור המתאים למשטר הזרימה הנוכחי ולאילוצי הפיתוח הקיימים.
2. שיחזור/עיצוב מחדש של חתך הזרימה והמורכבות המבנית של הנחל. העמקה מלאכותית של האפיק ו/או הגבהת סוללות משני צידיו, מערערת את מאזן הסחף ועשויה להתבטא במיחתור קרקעית, התמוטטות גדות וסתימת האפיק במורדו. בנוסף, "תיעול" האפיק גורם להפחתה משמעותית במספר מיני בעלי חיים שחיו באפיק. שיחזור חתך הזרימה ומורכבות התשתית באפיק צריכים להסתמך על ניסיונות ומעקבים, אנלוגיה לקטעי נחל יציבים וניסיון מעשי מצטבר.
3. יישום טכנולוגיות "ירוקות" לייצוב גדות הנחל. במקרים רבים בהם היקף השינויים בתשתית הנחל ובמשטר הזרימה גדול, יש צורך באמצעי עזר, הכוללים מגוון רחב החל מייצוב צמחי וכלה במבנים אנאורגניים כאבנים ובולדרים. ככלל יש להעדיף אמצעים בעלי מינימום אלמנטים קשיחים על מנת לאפשר את קיום התהליך הדינמי של הסעת סחף והשקעתו. יש לאפשר התפתחות צמחיה טבעית, כולל שיחים ועצים, ולפצות על תוספת החיכוך בהגדלה של חתך הזרימה.
4. יישום טכנולוגיות "פיתוח בעצימות נמוכה", על מנת למזער את ההשפעה של הפיתוח האורבני על משטר הנגר העילי, הן בנפחים והן בעוצמות הזרימה. יישום טכנולוגיות כאלה בשכונות קיימות וחדשות יאפשר לשמר את תהליכי ההשהיה והחידור הטבעיים של הנגר העילי, יקטין את היקף השינויים במשטר הזרימה וישפר את עמידות האפיק לאורך זמן.

הפחתת זיהומי נחלים ושיקום נחלים מזוהמים

בישראל 16 נחלים ראשיים הזורמים לים התיכון ו- 15 נחלים ראשיים הזורמים לירדן ולכינרת. בעבר זרמו מים שפירים במרבית הנחלים, ובגדותיהם התפתחו מערכות אקולוגיות ונופיות עשירות. עד לפני כעשור שימשו הנחלים, לעיתים קרובות, כערוצי הביוב וכ"חצר האחורית" של הרשויות המקומיות והוזרם אליהם ביוב באופן קבוע. עובדה זו גרמה לנחלים נזקים אקולוגיים חמורים.

המשרד להגנת הסביבה תומך בשיקום המערכת האקולוגית שהייתה בנחלים לפני זיהומם. המשרד השקיע כ- 150 מליון שקל בשיקום נחלים שהפכו את הנחלים לפינות חמד המושכות קהל רב לפעילות נופש ופנאי. במהלך עשר השנים האחרונות הוקמה מינהלת הנחלים הארצית. נכון לשנת 2007, פועלות 27 מינהלות לשיקום נחלים שמקדמות תכניות אב לשיקום הנחלים, תכנון השיקום וביצוע בהתאם לתכנית הלכה למעשה. החל משנות התשעים המאוחרות, בעקבות השקעה של שישה מיליארד שקל על ידי המדינה, הוקמו בכל הארץ מתקנים לטיפול בשפכים. נכון לשנת 2007, 87% מהשפכים מטופלים ברמת טיפול סבירה עד טובה מאד. מלאכת הקמת מכוני טיהור שפכים בפרישה ארצית עדיין מרובה ויש להמשיך בשיקום הנחלים ובעיקר בשיפור איכות המים המוזרמים אליהם. השגת איכויות מים משופרות תתאפשר על ידי שדרוג כולל של המט"שים לרמת טיפול שלישונית.

המשרד להגנת הסביבה הוא שותף בכיר בקביעת סדרי העדיפויות הסביבתיים בכל הקשור לטיפול בשפכים ובמים. בעקבות החלטת ממשלה מספר 3589 חמ/5 מיום 05/05/2005, שכותרתה: "שדרוג מי קולחים לאיכות השקיה ללא מגבלות ולהזרמה לנחלים", נקבע לפעול לשדרוג המכונים לטיהור שפכים (מטשי"ם) המפורטים ברשימה המצורפת כנספח א' להחלטה לרמת טיפול שלישוני ולאיכות שתאפשר השקיה ללא מגבלות, בעשור הקרוב יושקעו מיליארד שקל - 100 מיליון שקל בשנה.

מטרה 3. בנייה ועדכון בסיס הידע המדעי לצורך קבלת החלטות

6.11 ניטור, מחקר, הערכת סיכונים והמלצות למדיניות

הממשלה, ארגונים שונים, אוכלוסיות ועסקים יצטרכו יותר ויותר להשתמש בתחזיות אקלימיות לצורך קבלת החלטות. יכולת זו תלויה בגישה אדפטיבית לניהול כך שהחלטות יבחנו תקופתית אל מול ידע חדש שמתקבל. הכלים שיספקו את הידע החדש ואת היכולת לניהול אדפטיבי הינם:

ניטור: ניטור האקלים, הסביבה והשפעת האקלים על התשתיות, משאבי הטבע והחי והצומח יעזרו בהבחנה במגמות ובמעקב אחר שינויים היסטוריים.

בניית מודלים:

מודלים אקלימיים ונגזרותיהם בסקטורים השונים: הרצת מודלים דינמיים אזוריים ברזולוציה גבוהה לאזורנו וניתוח סטטיסטי של תוצאותיהם, מספקים את התשתית המדעית להערכת שינויי האקלים האפשריים בעתיד וההשפעות הצפויות על המגזרים השונים. תוצרי המודלים האקלימיים (והתסריטים האקלימיים האפשריים) משמשים בסיס לביצוע הערכה כמותית של מידת הפגיעה ומידת הרגישות (או העמידות) של מערכות שונות ולאפקטיביות של צעדי התמודדות מוצעים. לצורך הערכות כמותיות שכאלו יש לבנות בכל מגזר מודלים המקשרים בין השינויים בתנאי האקלים לבין ההשפעה הצפויה על המגזר.

כלים ניהוליים של ניהול סיכונים בכדי לקבוע את רמת הסיכון של מצב מסוים ובכדי להעריך סיכונים עתידיים.

בחלק זה נציע תוכניות לניטור, צמצום פערי ידע מחקריים, ניהול סיכונים וחיזוק האקדמיה אשר יתואמו ובחלקם ינוהלו על ידי מינהלת ההסתגלות לשינויי אקלים.

תכנית פעולה 26. יצירת תכנית ניטור לאומית כוללת

קיים צורך דחוף בבניית תכנית לאומית לניטור במגוון תחומים המאגדת את כל תכניות הניטור הקיימות, היבשתיות והימיות, החל במשאבי טבע ומגוון ביולוגי וכלה בניטור השפעות אקלים על הסביבה החקלאית, העירונית והאדם. יש להכין תכנית אב לניטור שתבוצע ותמומן על ידי המדינה באיגום משאבים של משרדי הממשלה השונים. יש לאגד את ניטור האוויר, הקרקע והמים הקיימים עם ניטור בריאות וסביבה ועם ניטור מערכות אקולוגיות. יש לנטר בים וביבשה וליצור בסיס לניהול משאבים אקולוגי, הוליסטי ואינטגרלי.

כיום תוכניות הניטור מבוצעות בידי מספר רב של גופים. חוסר התיאום גורם מצד אחד לעבודה כפולה ומצד שני לחוסר אקוטי בנתונים, הפוגע בהחלטות מדיניות. ניתוח נתוני ניטור צרים מסקטור מסוים לעומת ניתוח נתונים רחב המחבר סקטורים רבים גורם לקושי בפירוש התוצאות ולקבלת תמונה חלקית ביותר. יש ליצור גוף מתאם ברמה הארצית שיאסוף את הנתונים, יקפיד על שיטות עבודה תואמות, ינתח את הנתונים בכל הרמות, ויאפשר ניהול משאבים ומדיניות המבוססת על עובדות מדעיות.

המימון הממשלתי יאפשר ניטור רציף לאורך זמן שיעמוד בסטנדרטים בינלאומיים. הניטור הלאומי מהווה בסיס לקבלת החלטות, אכיפת חוק, מעקב אחר שינויי אקלים ובסיס נתונים של מודלים אקלימיים ותחזיות מגזריות. ללא תכנית ניטור לאומי טוב, אמין, כולל ורציף, יהיה קשה לנהל מדיניות רציפה, גמישה אדפטיבית ויעילה להסתגלות לשינויי האקלים לאורך זמן.

בכדי להבין את השפעת שינויי האקלים על מדינת ישראל יש לרכז את הנתונים הרלוונטיים ולתכלל את השפעתם הרב תחומית לידי המלצות למדיניות. מוצע כי מרכז הידע שיוקם כחלק ממינהלת ההסתגלות לשינויי אקלים יבנה בסיס נתונים לאומי אשר ירכז את עבודתם של השירות המטאורולוגי (ניטור ומודלים אקלימיים), רשות המים (הידרומטאורולוגיה), משרד הבריאות, משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, משרד הפנים, משרד הרווחה, מינהל התכנון, המכון לחקר ימים ואגמים, ניטור המגוון הביולוגי והלמ"ס. ריכוז הנתונים האקלימיים, ניתוחם והסקת המסקנות יתבצעו בשירות המטאורולוגי. המרכז יהיה אחראי על ניהול הפעילות, הסקת מסקנות ועזרה בהנגשת הידע המתקבל לציבור ולמקבלי החלטות

תכנית פעולה 27. חיזוק הידע האקלימי ובניית יכולת המחקר הישראלי

יכולת חיזוי האקלים מהווה את הבסיס להיערכות הלאומית. ככל שתגבר הודאות לגבי השינויים הצפויים תגבר יכולתנו להיערך בהתאם. למרות ההסכמה העולמית והאזורית על המגמות והתחזיות הכלליות, עדיין יש טווח רחב של שינויי אקלים אפשריים במסגרת התרחישים הקיימים. טווח אי ודאות זה משפיע גם על מודלים ברמה המקומית. קיים צורך להמשיך לחקור ולהמשיך להתעדכן בנעשה בעולם ברמת המודלים העולמיים והאזוריים, וכן יש לבחון את המודלים המקומיים בהתאם לשינויים באלו הגלובליים.

לצורך ריצות מודלים אקלימיים מדויקים נדרשת יכולת מחשוב מרובת-מעבדים אינטנסיבית. היות וקיימת אי-ודאות מובנית בריצת מודלים כאלו, נדרשת הרצה של כמות גדולה של מודלים, מסוגים שונים, בתסריטים שונים, על מנת לקבל הערכה כמותית לסבירות השינויים באיזורים השונים. משאב המחשוב הנדרש מהווה חסם משמעותי בהתקדמות המדעית בתחום זה בארץ. כיום מתקשים השירות המטאורולוגי והאוניברסיטאות בהקצאת משאבי המחשוב הנדרשים, ולפיכך הבסיס המדעי לכלל פעולות ההערכות לשינויי האקלים נותר רעוע. בשל כך מוצע לחזק את יכולת המחקר הישראלי בתחום על-ידי הקמת מרכז חינוך לאומי לסימולציות אקלימיות אשר ינוהל ע"י מרכז הידע והמדע. משאב לאומי זה יהיה זמין לחוקרים באקדמיה הישראלית ולגורמים הממשלתיים המבצעים מחקר במודלים אקלימיים ברזולוציה גבוהה.

משטר הגשם

קיימות מחלוקות בין המומחים בתחום, באשר למגמות ההשתנות של מרכיבי משטר הגשם בעשורים הקרובים. יתרה מכך, קיים פיזור ניכר של תוצאות בין המודלים של סירקולציה גלובלית אטמוספירה-אוקיינוסים (AOGCM) המגדילים את אי הודאות לגבי תרחישים עתידיים הנוגעים לאזורנו. עפ"י תרחישים של ה-IPCC צפויה ירידה מסוימת בכמות המשקעים באזורנו. יחד עם זאת קיים פער ידע משמעותי כיצד לתרגם תרחישים מהמודלים הגלובליים לקנה המידה המקומי (downscaling) דבר המגביר עוד יותר את אי הודאות לגבי העומד להתרחש במשטר הגשם בעשורים הקרובים.

פער ידע נוסף בתחום זה נוגע לקשר בין מצבים סינופטיים לכמויות גשם בישראל. קיים אמנם ידע מסוים על הקשר בין מאפיינים של שקעים קפריסאיים לכמויות הגשם בארץ, אך אין וודאות לגבי שכיחותם של אלו ומאפייניהם בעתיד. כמו-כן, ההשלכות של תנודות אטמוספירות כמו ה-NAO, ENSO, EAWR, AO, NCP ואחרות, על משטר המשקעים באזורנו, אינן נהירות דיין ומחייבות המשך מחקר.

כתוצאה מכך, המלצותינו העיקריות בנושא זה הינן:

- הרחבת המחקר בתחום המודלים, ובמיוחד בנושא של downscaling, אשר יביאו בחשבון את מיקומה הגיאוגרפי המיוחד של ישראל ואת השונות הטופוגרפית שלה.
- העמקת המחקר אודות הקשר בין מצבים סינופטיים ותנודות אטמוספריות לבין מאפייני הגשם (כמות, עוצמה, משך, פרקי יובש).

משטר הטמפרטורות

מגמות שינויי הטמפרטורה בישראל בעשורים האחרונים מצביעות על מגמת ירידה של הטמפרטורות (מינימום, מקסימום וממוצע) משנות החמישים ועד שנות השבעים של המאה הקודמת, ומאז מגמת עליה עד תחילת שנות האלפיים ויציבות בעשור האחרון. התרחיש המתון (RCP4.5) של המודלים הגלובליים חוזה לישראל התחממות של כ-1.5 עד 3.0 מעלות בחורף ועד 4.0 מעלות בקיץ עד לסוף המאה ה-21.

כתוצאה מכך, המלצותינו העיקריות בנושא זה הינן:

- לבצע מחקר מקיף המתייחס לתקופת זמן ארוכה ככל האפשר של התפלגות אירועי קור וחום קיצוניים, תוך התמקדות על עוצמתם, משכם, עיתוים במהלך העונה והאזורים המועדים. חשוב להתייחס לתקופת זמן ארוכה ככל האפשר (משנות החמישים ורצוי אף לפני כן).
- עיבוי רשת התחנות האקלימיות בארץ. מומלץ מאוד להקים תחנות ייחוס אקלימיות (Climate Reference Stations) באזורים פתוחים אשר יוסדרו סטטוטורית כך שסביבתן תשאר ללא שינוי. תחנות אלה יאפשרו מעקב אחר המגמות האקלימיות ללא הפרעה (למשל: בתוך שמורות טבע).. בשל כך, המדידות תייצגנה בעתיד את אותם התנאים הסביבתיים ולא תנאים שונים כתוצאה מפיתוח סביב התחנות כפי שאירע בעבר.

אקלים העיר

אחוז האוכלוסייה העירונית במדינת ישראל הלך וגדל במשך השנים ועומד היום מעל ל-90%. יש להניח שמגמה זו תמשך בעתיד. צריכת האנרגיה בעיר נמצאת בעליה, מעבר למשתמע מגידול האוכלוסייה לבדו. אי לכך, אקלים העיר הינו פרמטר משמעותי מאד שלו השלכות על הרוב המכריע של אוכלוסיית ישראל. לאקלים העירוני שני מאפיינים עיקריים בהשוואה לאזורים פתוחים סמוכים: א. אי חום עירוני (Urban heat island) ו-ב. רמת מזהמים גבוהה יותר. מחקרים הראו שבמהלך המאה ה-20 הטמפרטורות במרכזי הערים עלו בשיעור גבוה יותר מאשר הטמפרטורות בשטחים פתוחים סמוכים. עוצמת אי החום העירוני תלויה במספר גורמים כמו גודל העיר, מבנה העיר, צריכת האנרגיה בתוכה, גובה הבניינים, אחוז שטחי הגנים והשטחים הפתוחים בתוך העיר, הטופוגרפיה המקומית ומשטר הרוחות באזור. ריכוז המזהמים בעיר תלוי, בנוסף לגורמים הנ"ל, גם במערך התחבורה וצפיפותה והמצאותן (או אי המצאותן) של תעשיות מזהמות

בשטח העירוני. שילוב אי החום העירוני עם עליה בריכוז המזהמים באוויר עלול לגרום לשכיחות גבוהה יותר של ימים בעלי עומסי חום גבוהים ו/או ימים עם ריכוזי מזהמים העלולים להיות מסוכנים לבריאות הציבור בכלל ולאוכלוסיות פגיעות בפרט.

כתוצאה מכך, המלצותינו העיקריות בנושא זה הינן:

- הגברת ניטור מזהמי אוויר בתוך הערים.
- השקעה בניטור תנאי מזג האוויר בתוך הערים ובכלל זה ניטור ומיפוי מדויק של אי חום עירוני לאורך כל השנה תוך שימת דגש על תפקידם של פארקים עירוניים במיתון עומסי החום והקטנת ריכוזי המזהמים.
- השקעה בהרצת מודלים מטאורולוגיים ברזולוציה גבוהה לסביבה העירונית: הן ככלי להערכת ההשפעות של המצב הקיים, הן ככלי להערכת השינויים הצפויים כתוצאה מהתמורות הצפויות מההתפתחות העירונית, הן ככלי להערכת השינויים הצפויים כתוצאה משינוי האקלים, והן ככלי בתכנון העירוני.

הסביבה החופית

טמפרטורות פני הים התיכון (SST – Sea Surface Temperature) מראות מגמה של עליה בארבעת העשורים האחרונים בשיעור ממוצע של 0.5°C לעשור. בשנים האחרונות טמפרטורות פני הים לאורך חופי ישראל עולות בכל קיץ על 30°C ואינן יורדות מתחת ל- 17°C בחורף (למעט בחורף 2011), בעוד שבעבר הטמפרטורות לא עלו על 30°C בקיץ וירדו עד ל- 16°C בחורף. להתחממות טמפרטורות פני הים השלכות בתחומים רבים, בין היתר הן משפיעות על תכולת הלחות של האוויר בימי גשם ועל מידת אי היציבות שלו, שני גורמים המגבירים את הפוטנציאל לעליה בעוצמת הגשמים.

בדו"ח ניטור ים תיכון – ניטור שינוי אקלים לשנים 2013/14 של חיא"ל, הנתונים הרב-שנתיים של מדידות מפלס ים בתחנה בחדרה בשנים 2001 עד תחילת 2014 מראים קצב ממוצע של עליית המפלס בכ- 6 מ"מ בשנה. המשמעות ההידרולוגית של תופעה זו היא חדירה מוגברת של מי הים לאקוות החוף והמלחתה, וכן התרחבות היקף ההצפה של שיטפונות במישור החוף (אלפרט ובן צבי, 2001). תרחישים על המגמות הגלובליות בהקשר של השתנות מפלס האוקיינוסים בעולם נעים בין הקצב הנוכחי של כ- 1 ס"מ לעשור לבין 10 ס"מ לעשור (קיימים גם תרחישים קיצוניים הרבה יותר אך כנראה שהם אינם ריאליים).

כמו כן, נצפתה עליה במספר סערות גלים שגובה הגלים שלהן מעל ל- 3.5 מ' וסערות חריגות שגובה הגלים שלהן מעל ל- 6 מ'. לסערות אלו השלכות רבות לנזקים למתקני חוף ולהרס המצוק החופי. דוח חיא"ל לשנת 2015 לניטור הים התיכון ושינוי אקלים מדווח כי ממשיכה מגמת התחממות

מי הים התיכון בכ -0.12 מעלות צלזיוס לשנה ועליה איטית במליחות ומוסיף כי "מפלס הים התיכון ממשיך לעלות בקצב ממוצע של כ -5.5 מ"מ בשנה".

המלצותינו העיקריות בנושא זה הינן :

- לערוך מחקר לצורך הערכת שינויי המפלס הצפויים בים התיכון מתוך התרחישים הגלובליים.

מחקר וידע כללי

ניכר מחסור רב בחוקרים המתמחים בבניית מודלים ובהרצתם ובהשתתפות של חוקרים אלו בקבוצות מחקר בינלאומיות מובילות בעולם. לדוגמה, מחסור זה בא לידי ביטוי בעת הכנת של מסמך ההערכה של מצב הבסיס המדעי הפיזיקאלי של שינוי האקלים שהוכן ע"י קבוצת עבודה 1 של ה-IPCC ב-2007 (דוח הערכה מס' 4). בכתובת הדו"ח השתתפו עשרות רבות של מדענים מכל העולם ומאות מדענים השתתפו בבדיקה וקריאה של טיוטת הדו"ח. לא נכלל אפילו מדען אחד מישראל מקרב מאות השמות המופיעים ברשימות הכלולות בדו"ח בשני הנספחים. זהו מצב עגום מאד למדע בישראל ולמדענים הישראלים. ההמלצה היא כי בצד קידום תחום המחקר באקדמיה מדינת ישראל תתקצב גם השתתפות של שני מדענים לפחות מהאקדמיה בישראל בועדות ה-IPCC כולל תקציב לסיוע בהכנת המידע הנדרש במסגרת הוועדות.

לביצוע מחקר קלימטולוגי ברמה גבוהה נדרשים :

- נתונים אמינים הדוגמים את אזור המחקר בצפיפות סבירה ולאורך שנים רבות.
- צוות חוקרים מיומן הבקי בניתוח קלימטולוגי-סטטיסטי ובבנייה והרצת מודלים פיסיקאליים/מטאורולוגיים ממוחשבים ומעודכנים בממצאי המחקר האחרונים שפורסמו.
- שיתוף פעולה עם מוסדות מחקר מובילים באירופה ובים התיכון.

המלצות אסטרטגיות בנושא האקלים ומחקרו

- א. הקמת מרכז חישוב לאומי לסימולציות אקלימיות
- ב. הגברת ניטור מזהמים בתוך הערים.
- ג. ניטור ומיפוי מדויק של תנאי מזג האוויר בתוך הערים ובכלל זה מיפוי איי חום עירוניים.
- ד. הגברת המחקר במודלים מטאורולוגיים ברזולוציה גבוהה בסביבה העירונית
- ה. ביצוע מחקר מקיף להערכת שינויי המפלס החזויים בישראל בים תיכון ובאילת.
- ו. מאגר ארצי של נתונים אקלימיים הוקם, בשיתוף DATAGOV וכולל נתוני אקלים איכותיים תוך הקפדה על מדידה נאותה של הנתונים עפ"י הקריטריונים של הארגון המטאורולוגי העולמי (WMO), בקישור הבא: <http://data.gov.il/ims>
- ז. הכשרה של חוקרים בתחום הקלימטולוגיה הסטטיסטית והמודלים לחיזוי אקלימי. יצירת תוכניות תומכות ומתן עדיפות באקדמיה ובממשלה (מתן מלגות, מענקי מחקר, הבטחת תעסוקה לפרק זמן קצוב וכו').
- ח. שיתוף פעולה עם מוסדות מחקר במדינות אגן הים התיכון ומחוצה לו בנושא שינויי אקלים אזוריים, כולל בחינת אירועים קיצוניים ותרשישים עתידיים תוך שימוש בנתונים ומודלים אקלימיים.
- ט. אופטימיזציה של רשת התחנות המטאורולוגיות בארץ וקיבוע של מספר תחנות נבחרות כתחנות ייחוס אקלימיות-Reference Climate Stations.
- י. בחינה ויישום שיטות לבדיקת הומוגניות של סדרות נתונים אקלימיים.
- יא. קביעת שיטות ניתוח אחידות ומהימנות לנתוני האקלים.
- יב. מדידת נתונים קלימטולוגיים שאינם נמדדים כרגע או שמדידתם לוקה בחוסר רב, לדוגמה: לחות בתוך קרקע, מדידות רוח בגבהים רלוונטיים לניצול אנרגיית הרוח ועוד.
- יג. חקר הקשר בין מדדים סינופטיים כולל תנודות אטמוספריות לבין תנאי מזג האוויר בארץ.
- יד. העשרת המחקר האקלימי על פי הטבלה בנספח 1 בתוכנית זו.

תכנית פעולה 28. צמצום פערי הידע ומחקרים יישומיים במגוון תחומים

הבנת השפעות שינויי האקלים בכל התחומים תלויה במחקר ארוך טווח המבוסס על נתוני אקלים עדכניים, מודלי אקלים מורכבים ורמת אי-ודאות גבוהה. רבות מההחלטות העומדות בפני ישראל להסתגלות תלויות בעלות גבוהה שיש להעמידה אל מול עלות אי הפעולה או דחיית הפעולה. בכדי לפעול נכון, בזמן ובכדי לא לבזבז משאבים במקומות בהם לא דרושה היערכות, יש להבין ככל הניתן את השפעות שינויי האקלים בכל תחומי החיים. לפיכך, יש צורך בסדרת מחקרים ארוכי טווח לבחינה מעמיקה של השפעות שינויי האקלים במגוון תחומים. המלצות מרכז הידע לשינויי אקלים לגבי אופי המחקרים ותיעדופם מובאים בנספח מיוחד (נספח 1) בסוף מסמך זה. נדרש תקציב ארוך טווח למחקרים במימון ממשלתי.

תכנית פעולה 29. הכנה ו/או עדכון תוכניות היערכות לאומיות ומקומיות לאסונות טבע

יש לעדכן את תוכניות החירום הלאומיות והמקומיות בתרחישי ארועי קיצון אקלימיים כגון שטפונות וגלי חום, וודאי לאור האפשרות שחלק ממצבי הקיצון (למשל שריפות ו/או גלי חום), יכולים להתחבר עם מצבי חירום לאומיים-בטחוניים רשות החירום הלאומית והרשויות המקומיות יראו את מוכנותן לארועי אקלים קיצוניים וישלבו היערכות זו בכל היערכויות החירום הקיימות, תוך הסתייעות מקצועית במנהלת ההסתגלות לשינויי האקלים.

מטרה 4. חינוך, העלאת מודעות והנגשת ידע

6.12 חינוך והסברה

הצלחת תוכניות הסתגלות קשורה קשר ישיר למודעות של מקבלי ההחלטות לבעיה ולפתרונות, וכן ללחץ ציבורי המופעל על מקבלי ההחלטות להיערך לשינויי האקלים. כמו כן, מודעות הציבור מעלה את היכולת המנטלית להתמודדות ואף משפרת הסתגלות אישית ונקיטת צעדי הסתגלות ברמה המקומית. העלאת המודעות לשינויי האקלים והשפעתם בקרב הציבור ומקבלי ההחלטות תוביל לצעדי הסתגלות מהירים ונחרצים יותר.

מינהלת ההסתגלות לשינויי אקלים תבצע פעולות להנגשת הידע המדעי האקלימי למקבלי החלטות, הנגשת השפעת שינויי האקלים ודרכים לפתרונות, הסברה לציבור על ידי האינטרנט ואמצעים אחרים, כאשר הכל ייעשה תוך שקיפות תהליכית. לצורך כך תקים המינהלת להסתגלות לשינויי אקלים יחידה להנגשת מדע וידוע הציבור.

תכנית פעולה 30. הנגשת מידע וידוע הציבור

מינהלת התכנית להסתגלות לשינויי אקלים תהיה אמונה על הנגשת המידע שיתקבל ממרכז הידע למקבלי החלטות ולציבור הרחב. לצורך כך ישולבו במינהלת אנשי הנגשת מידע ואנשי אינטרנט אשר ימירו את התוצאות המדעיות למידע מובן לכל. יחידת הנגשת המידע תהא אחראית על הפצת המידע האקלימי העדכני ביותר למקבלי ההחלטות, הפצת המידע לציבור דרך אתר אינטרנט ייעודי ודרך שיתופי פעולה עם משרדים אחרים, רשויות מקומיות, מערכת החינוך ואירגונים חברתיים. היחידה תיזום השתלמויות, ימי עיון, כנסים, מסעות פירסום וכדומה בכדי לקדם את התכנית הלאומית להסתגלות ולקדם יישום תוכניות פרטניות.

היחידה תנגיש לציבור את תוצאות מחקרי האקלים ומחקרי השפעות האקלים העדכניות מהעולם ומהארץ, ובעיקר את תוצאות המחקרים שימומנו באמצעות המינהלת.

חינוך רפואי

יש להוסיף קורסי לימוד בתוכניות לימוד קיימות (רפואה, סיעוד, מקצועות בריאות רלוונטיים) וקורסי הכשרה לבעלי מקצועות רפואיים בנושא חשיבות אקלים והשפעות בריאותיות.

מטרה 5. השתלבות במאמץ הגלובאלי, קידום שת"פ אזוריים ובינ"ל ובניית כלכלה מותאמת אקלים

6.13 השתלבות במאמץ הגלובלי להתמודדות עם שינוי אקלים

השתלבות ישראלית פרואקטיבית במאמץ הגלובאלי להתמודדות עם שינויי אקלים, תוך מינופה לקידום אינטרסים ישראלים רחבים: זיקות בין שינויי אקלים לסוגיות מדיניות-דיפלומטיות: הזדמנויות ואתגרים בהתמודדות עם שינויי אקלים, וההיערכות אליהם, העולם נע במסלול שבין שיתוף פעולה לבין תחרות ועימות. מציאות זו מייצרת לישראל שורה של הזדמנויות ואתגרים בזירה המדינית-דיפלומטית אשר ניתן לחלק אותם לשלושה מכלולים עיקריים:

1. **שינויי אקלים משנים מאזני כוחות בינ"ל**, ומהווים גורם להתעצמות/היווצרות מוקדי חיכוך מדיניים - תופעות הנובעות משינויי אקלים, בראשן הידלדלות במשאבי טבע, משפיעות באופן ניכר על מדינות רבות ובפרט על מדינות מתפתחות שהינן הפגיעות ביותר לשינויים אלה. בתוך כך, שינויי אקלים יכולים לשנות מוקדי אינטרסים עולמיים, יחסי הכוחות בין מדינות (למשל גישה למשאבי טבע), להחריף מאבקים על משאבים וכפועל יוצא, להעצים את הפוטנציאל להתעצמות/היווצרות מוקדי חיכוך מדיניים. בהיבט זה, ההסתכלות הישראלית מתמקדת במדינות הטבעת והמעגל השני.³⁵

הזדמנויות:

א. קידום דיאלוג ושת"פ עם מדינות באזור בכלל, ובמז"ת בתוכו - הצורך למצוא מענה אפקטיבי לשינויי אקלים, שמייצרים אתגרים דומים/חוצי גבול - חקלאיים, בריאותיים ואקלימיים - עשויות להוות תמריץ לשת"פ. לשת"פ כזה תהיינה השפעות חיוביות רבות ובהן הרחבת מארג השת"פ העולמי למעגלים עסקיים, אקדמיים ובחברה אזרחית. רתימת היכולות הישראליות בתחום הטכנולוגיה והחדשנות להתמודדות עם שינויי אקלים לשיפור חייהן של אוכלוסיות ברחבי העולם. רתימת גורמים מדיניים וארבי"לים למתן חסות וסיוע במימון למינוף שיתופי הפעולה. כל אלה יאפשרו שיפור מוכנותה של ישראל להתמודדות עם שינויי אקלים ובתוך כך, תמצב את ישראל כשחקן תורם ומשמעותי למאמץ הבינ"ל בנושא.

ב. בנייה וחבירה למערכים אזוריים מחוץ למז"ת - הפוטנציאל לרתום את הסוגיה להשתלבות במערכים בינ"ל חורג מהזירה האזורית, מאפשר לייצר שת"פ מול מדינות בעלות עניין עבורנו במעגלים רחוקים, ומציג הזדמנויות הן בתחום ההיערכות לשינויי אקלים גרידא והן בתחום המדיני בשני היבטים:

³⁵ - על מדינות הטבעת נמנות מצרים, סוריה, ירדן, לבנון, הרש"פ - רצ"ע והגד"מ; על המעגל השני נמנות בהקשר זה מדינות בצפון ובקרן אפריקה, מדינות ערב שאינן גובלות בישראל, ומדינות בלקן ומזרח הימ"ת.

(1) חלוקת נטל והקניית גישה למאגרי ידע לצד התמקצעות של מדינות האיחוד האירופי ונאט"ו בתחומים רלוונטיים.

(2) קיום דיאלוגים ושת"פ מעשיים עם מדינות "מעגל שני" במזרח הימ"ת, בבלקן ובקרן אפריקה. שת"פ יכללו העברת ידע וטכנולוגיות לצד סיוע במציאת פתרונות מקומיים כאמצעי לבניית חוסן אצל קהילות מתונות ואף כמענה לאתגר הטרור והתפשטות מגמות הקצנה.

אתגרים :

א. היווצרות והעצמת נקודות חיכוך "סביבתיות" מול גורמים במז"ת באופן שישליך גם כן על התהליך המדיני הישראלי.

ב. פוטנציאל להופעת מוקדי חיכוך חדשים והעצמת מוקדי חיכוך קיימים מול גורמים ברחבי העולם. תופעת ההגירה המתעצמת, היא אחת הדוגמאות הבולטות לאתגרים שעלולים להוביל לחיכוכים. למשל דוגמת גל הפליטים והמהגרים לאירופה ב-2015. יש לציין שההערכה היא כי שינויי אקלים יגבירו את תופעה ההגירה ברחבי העולם.

2. **שינויי אקלים מהווים מרכיב דומיננטי ב"אג'נדה הגלובאלית"**³⁶ - היות ומדובר באתגר גלובאלי בעל השפעות חוצות גבולות ופוטנציאל היזק גובר, גדל העיסוק בשינויי אקלים במסגרות מולטילטרליות ובארגונים בינ"ל (להלן אר"ב"לים). לגופים אלה תפקיד חשוב מתוקף כוחם לייצר נורמות ורגולציות בינ"ל (כמו אמנת פריז), וכן בשל מרכזיותם בהבטחת סיוע למדינות מתפתחות בכדי שיוכלו להתמודד עם האתגר. כך, למשל, "climate action" הוגדר כאחד מ-17 יעדי הפיתוח של האו"ם (SDG's Agenda 2030), ומטרתו לקדם פעולה דחופה כדי להיאבק בשינויי האקלים והשפעותיהם. בנוסף, האו"ם מעמיד לטובת הנושא מנגנוני מימון ייעודיים, וזאת מתוך הכרה בצורך העצום בהקצאת משאבים לכך. לצד האמור, נדרשת תשומת לב למחלוקות הגוברות סביב הנושא, כשדוגמה בולטת לכך מהעת האחרונה היא החלטתו של נשיא ארה"ב טראמפ לפרוש מהסכם פריס, צעד שמשמעותיותו עודן אינן ברורות במלואן, שכן להתפתחויות אלה יכולות להיות השפעות משמעותיות על אופן העיסוק בנושא.

הזדמנויות :

א. השתלבות בתהליכי עיצוב נורמות ורגולציות תאפשר לשקף אינטרסים ישראלים רלוונטיים או מזעור הפגיעה בהם.

ב. זירת האר"ב"לים מהווה מנוע ופלטפורמה מרכזיים ליישום ב"שטח" - עבור המדינות זוהי הזדמנות להציג ולקדם יכולות באופן שמסייע למאמץ הבינ"ל, ובתוך כך גם משרת

³⁶ - אג'נדות גלובאליות הוא מונח המשמש במשה"ח לתיאור סוגיות גלובאליות מרכזיות הנמצאות על סדר היום הבינ"ל, בפרט Sustainable Development Goals) (SDG's , במסגרות מולטילטרליות, ובראשן האו"ם. סדר יום זה מבוסס בחלקו על המגדירים 17 יעדי ליבה גלובאליים אשר אומצו ע"י חברות האו"ם בשנת 2015 במטרה להביא למימוש עד לשנת 2030, (יעדים אלה כוללים מרכיבים מרכזיים של פיתוח בר קיימא, והם שמים דגש על שת"פ מול MDG's בהמשך ליעדי המילניום) חברה אזרחית/מגזר פרטי. משה"ח מבקש לשלב אג'נדות אלה בצורה בולטת יותר בסדר היום הבינ"ל של ישראל.

אינטרסים מדינתיים, ולסייע לכניסתן של חברות מסחריות, ובכך לקדם גם אינטרסים כלכליים. זאת, בייחוד לאור היכולות המשמעותיות שיש לישראל בתחומים הללו, המקנים לה יכולת לסייע בהענקת כלים בתחום של בניית יכולות בתחום ההתאמה. במסגרת זו, מוצע לבחון, למשל, שת"פ מול גופים כמו CTCN ו-Green Climate Fund, ומנגנוני המימון שיש לחלקם.

ג. שינויי אקלים הינם גם הזדמנות לייצר שיח חיובי מול גורמים בינלאומיים.
ד. סיוע ישראלי למדינות מתפתחות באמצעות מש"ב בתחום מאפשר יצירת שותפויות לצד קידום אינטרסים ויחסים עם המדינות המתפתחות תוך נגיעה ותרומה לאתגרים קיומיים של מדינות אלה. במקביל, זו הזדמנות להרחבת השיח ושת"פ "likeminded" עם מדינות מפותחות.

אתגרים :

א. שילוב אג'נדה גלובאלית הפך במידה רבה למרכיב "חובה ונדרש" במדיניות חוץ של כל מדינה. בה בעת, מחלוקות בינ"ל גוברות ביחס לשינויי אקלים, עלולים להפוך את העיסוק בו לכזה המחייב משנה זהירות.

ב. ה"גלובליזציה" של הנושא מתבטאת גם בהסתכלות דקדקנית יותר מן החוץ אל הפנים (ע"י מדינות, ארבי"לים, חברה אזרחית). בהתאם לכך, פערים בין הנעשה בזירה הפנימית לבין המדיניות אותה מקדמת המדינה בזירה הבינ"ל, נחשפים ביתר שאת.

3. **שינויי אקלים מאיצים אסונות טבע שההתמודדות עמם בעלת היבטים בינ"ל - שינויי אקלים** צפויים להביא לעלייה בשכיחות, היקף ועוצמה של אסונות טבע ומשברים חריפים כגון שריפות, בצורות, מגיפות, וזיהום מקורות מים. מדינות מתפתחות חשופות לפגיעה הקשה ביותר, וכתוצאה מכך הדרישה לסיוע הומניטארי ולפיתוח בינ"ל צפויים להתעצם. מזווית ישראלית יש לכך מספר משמעויות :

- קבלת והגשת סיוע הומניטארי למדינות במצבי חירום ;
- חבירה למערכי שתוף פעולה בינ"ל מוסדרים להיערכות ולהתמודדות עם מצבי אסון ;
- היערכות לעלייה במספרם של אזרחים ישראלים הנקלעים לאזורי אסון בחו"ל ;
- היערכות למתן סיוע לאזרחים זרים בישראל, הנקלעים לאסון טבע ;

הזדמנויות :

א. חבירה ישראלית למערכים מולטילטרליים (אפילו מצומצמים) להתמודדות עם מצבי חירום באזור :

1. כלי לחלוקת נטל המשאבים ;
2. פלטפורמה נוספת לחיזוק קשרים בילטרליים ואזוריים עם מדינות במרחב ;

ב. מינוף יכולות ישראליות בתחום הפיתוח הבינ"ל, ההיערכות וסיוע הומניטארי לחירום:

1. מינוף המוניטין כתמריץ מול שותפים פוטנציאליים, לבניית מערכי שיתוף פעולה.
2. חלק ממדיניות חוץ ערכית.
3. קידום חברות ישראליות מהסקטור הפרטי העוסקות בתחום, תוך חיזוק השותפות בין הממשלה למגזר הפרטי וחברה אזרחית.

אתגרים:

- א. "ביטחון סיוע בחירום" - כל עוד לישראל אין הבנות מסודרות בנושא סיוע הדדי בעתות חירום, ישראל צריכה להבטיח את בטחונה שלה בעצמה.
- ב. היערכות למתן סיוע לאזרחים ישראלים הנקלעים לאזורי אסון בעולם - סוגיה המחייבת לצד היערכות משאבית, גיבוש תפיסה לאומית המשלבת היבטים של משפט ומוסר בשאלת גבולות אחריות המדינה על אזרחיה.
- ג. טיפול באזרחים זרים הנקלעים לאזורים מוכי אסון בישראל.

תוכנית פעולה 31: היבטים מדיניים-דיפלומטיים והמלצות למדיניות

המלצות למדיניות בזירה הבינ"ל:

1. העמקת הפעילות סביב הסוגית שינויי אקלים במסגרות ארב"ליות בגיבוי לאומי, מדיני ותקציבי:

א. הגברת המעורבות והנוכחות במסגרות מעצבות (רגולטוריות) של ארב"לים:

(1) זיהוי מסגרות בינ"ל ואזוריות רלוונטיות – מיפוי פורומים של התייעצות, גופי מימון ומו"פ, קבוצות עבודה וכדומה, ותעדופן על בסיס אינטרסים ויכולות ישראלים. מאמץ זה מחייב עבודת מטה בין-מערכתית של משה"ח עם משרדי ממשלה רלוונטיים כמשרד להגנת הסביבה, הבריאות, חקלאות, הרשות לפיתוח תחליפי אנרגיה וכו'.

(2) קידום השתלבות נציגים רשמיים או מומחים ישראלים במסגרות אלה – הן בפורומים כלליים והן בתפקידים בתוך הארגונים. בהקשר זה יש לציין:

- הצבת ישראלים בעמדות מפתח בארב"לים רלוונטיים לשינויי אקלים על ידי תמיכה תקציבית ישראלית בהעסקתם בשנים הראשונות בשיטת JPO³⁷.
- בחירת מועמד ישראלי לגופים או"מיים רלוונטיים, כמו למשל Adaptation Committee של אמנת האקלים;

³⁷ - שיטה בה האו"ם מעסיק אזרח מדינה מסוימת, והמדינה מממנת את עלות שכרו, מתוך Junior Professional Officer - JPO.

- בחירת מומחים ישראליים נוספים ל-IPCC ;
- המשך תהליך בהובלת משה"ח, של חיזוק מעורבות ישראל בפורומי פיתוח רלוונטיים בארגונים בינ"ל, והפיכתה לשחקן מהשורה הראשונה.

(3) קידום רגולציה ויוזמות ישראליות אחרות (דוגמת ההחלטה על טכנולוגיות חקלאיות לפיתוח בעצרת הכללית) בהובלת משה"ח.

ב. הגברת הנוכחות והמעורבות במסגרות אופרטיביות של ארב"לים - "תרגום" השתלבות בתהליכים מעצבים לפעילות ברמה האופרטיבית בשטח, תוך מיצוי הפוטנציאל לדיבידנדים כלכליים. שני אפיקי הפעילות המרכזיים הינם :

(1) חיזוק שתוף פעולה בין זרוע סיוע החוץ של ישראל (מש"ב) עם ארגונים בינ"ל - נתח משמעותי מהפעילויות הבינ"ל לעיל מתבצע בפועל ע"י סוכנויות סיוע חוץ לאומיות. חבירה של מש"ב לעשייה זו תחזק את היכולות הישראליות בתחום סיוע חוץ באמצעות גישה למשאבים נוספים ולהרחבת קהלי יעד.

(2) עידוד חברות ישראליות מהסקטור הפרטי להתמודד על מכרזים של מסגרות ארב"ליות - ארב"לים ובראשם סוכנויות האו"ם השונות, נשענים בהרבה מקרים על שירותים ומוצרים המסופקים ע"י חברות מסחריות. אף כי למגזר הפרטי הישראלי יכולות רלוונטיות, הוא נזקק לתמיכה ממשלתית ב"צלחת" התהליכים הביורוקרטיים העומדים בדרך לזכייה במכרזים. בהקשר זה, יש לציין כי ה-SDG's כוללים פוטנציאל מימוני גדול לפעילות מסוג זה ולפיכך מוצע לשקול לקיים מאמץ ייעודי מתמשך למיצוי הפוטנציאל הנ"ל. בנוסף, רצוי כי המאמץ המסחרי-כלכלי יעשה גם לאור השיקול המדיני (תיעדוף מדינות יעד וכדומה).

ג. מינוף "אג'נדה גלובלית" כמאיץ לצורך ישראל למסגרות (קואליציות)³⁸ ממוסדות או אד-הוק בארגונים בינ"ל. לדוגמא, לאחרונה שודרג מעמדנו בקבוצת ההתייעצות הלא פורמאלית באמנת האקלים (UMBRELLA) ממעמד משקיף לחברות מלאה. בנוסף, חבירה למסגרות אד הוק, הפועלות לקידום נושאים נקודתיים. פעמים רבות אלו מסגרות בעלות אוריינטציה אזורית בתוך גופים מולטילטראליים, ואשר נועדו לקדם נושאים משותפים לקבוצת מדינות מאותו אזור כגון מדבור והצפת איים³⁹.

ד. הגברת השילוביות בין מרכיבי התוכן למעטפת המדינית - תיאום מלא בין מעורבות משה"ח בהיבטים מדיניים, ומעורבות המשרד הרלוונטי בהיבטי תוכן לא מדיניים.

³⁸ - שימוש בקואליציות, המתחזק בעשור האחרון, מהווה כלי לקידום יעדים בזירה הבינ"ל, ובחלק מהמקרים אף אינטרסים לאומיים. יש לציין כי חבירה לקואליציות בתחום זה עשויה להקל על ישראל לחבור לקואליציות נוספות, בתחומים החורגים משינויי אקלים, ובכך לשרת אינטרס ישראלי רחב יותר. היכולת לייצר ו/או לחבור לקואליציות מחייבת, לצד הכרה הדדית באינטרסים משותפים, רצון פוליטי. השקעות כספיות וסיוע לפיתוח מהווים כלי חיוני "ליצירת" רצון פוליטי אצל שותפים פוטנציאליים.

³⁹ - דוגמה לפעילות בתחום זה הינה יוזמה של משה"ח ורשות החירום הלאומית (רח"ל) לגיבוש מסגרת שת"פ אזורית בתחום ההיערכות וההתמודדות עם אסונות טבע ומצבי חירום, הכוללת את קפריסין, יוון, בולגריה ורומניה.

2. הקמה / שדרוג של מרכז ידע בינ"ל בתחומי ההסתגלות לשינויי אקלים בישראל - מרכז שתכליתו מחד להוות מרכז לניהול ידע, פיתוח תפיסות ועידוד מחקר ובמקביל יהיה גם בעל יכולת ביצועית בזירה הבינ"ל:

א. על גוף זה לשמש עוגן מקצועי מרכזי של הפעילות הישראלית בזירה הבינ"ל בתחום שינויי אקלים, באופן המאפשר מקסום דיבידנדים כלכליים ומדיניים, ולהוות נקודת מפגש ארגונית. לצורך זה חיוני שיהיה מרכיב ביצועי בגוף זה.

ב. אנו ממליצים כי גוף זה יפעל ע"פ מודל CINADCO⁴⁰ ופעילותו תנוהל ע"י משה"ח (באמצעות מש"ב) והמשרד להגנת הסביבה. בשלב ראשון, אנו מציעים להקים קבוצת עבודה משותפת לגיבוש הצעה משותפת למתווה כמוצע לעיל.

3. קידום אסטרטגיה של השתלבות במערכים בילטרליים ומולטילטרליים אזוריים:

א. מינוף נושא שינויי אקלים לקידום יוזמות ישראליות לבניית מסגרות אזוריות⁴¹, או כדי לחבור למסגרות קיימות. על מסגרות אלה לכלול אחד או יותר מהמרכיבים הבאים:

(1) בניית מנגנונים משותפים - פורומים להתייעצות, קבוצות עבודה, ושת"פ בתחומים טכניים - למשל מערכת התראה מוקדמת, נוהל הפעלה מתואם של מערכי החירום, תוכניות הכשרה ותרגילים משותפים;

(2) פיתוח מכשירים פיננסיים משותפים למימון מרכיבים אזוריים בהיערכות לשינויי אקלים - למשל קרן מו"פ אזורית או קרן אזורית למצבי חירום;

(3) שת"פ אקדמי-מחקרי לפיתוח טכנולוגיות וכלים מחקריים בנושאים רלוונטיים;

ב. אנו ממליצים על פעילות בשני אפיקים במקביל:

(1) קידום חבירה למוקדי שת"פ אזוריים ו/או בילטרליים בהם קיימת נקודת התחלה נוחה להשתלבות ישראלית.

(2) עידוד שת"פ נקודתי עם גורמים במרחב הערבי/מוסלמי.

ג. ביחס לשת"פ במרחב המזה"תי, אנו ממליצים גם על מספר דגשים ייחודיים:

(1) שימוש בפלטפורמות קיימות - מינוף שת"פ פעילים ורדומים, בין אם במסגרת מנגנונים חדשים או קיימים, תוך חתירה להרחבתם וזיהוי אפיקי שת"פ נוספים.

ד. סוגיית ההגירה המטופלת בימים אלה באופן מערכתי, מהווה דוגמה אקטואלית להמחשת הפוטנציאל הגלום באסטרטגיית שת"פ לעיל.

4. הטמעת סוגיות ההיערכות לשינויי אקלים בסדר היום המדיני-דיפלומטי של ישראל:

⁴⁰ - יחידה במשרד החקלאות שנועדה לשמש כזרוע המקצועית של מש"ב בתחום החקלאות ופיתוח הכפר. למידע נוסף ראו: <http://www.moag.gov.il/agri/English/Ministries+Units/CINADCO/default.htm>

⁴¹ מסגרות אזוריות מייצרות פלטפורמה חוצת גבולות שמאפשרת מתן מענה רחב ("טיפול שורשי") לחלק מהסוגיות הרלוונטיות, אשר המדינה היחידה תתקשה לתת להן מענה הולם ללא שותפים. מסגרות אלה מהוות כלי לחלוקת הנטל, אמצעי לחיזוק לגיטימציה, ולעיתים קרובות הן בעלות אוריינטציה אופרטיבית. מאפיינים אלה הופכים אותן לחיוניות בהיערכות לשינויי אקלים בכלל, ובכל האמור לסיוע, לפני ואחרי אסונות טבע, בפרט.

א. נושאים אלו, בהיותם מרכזיים בסדר היום העולמי ובעלי נגיעה למגוון רב של סוגיות - מעולם הקיימות ועד היבטים של ביטחון לאומי - נמצאים על סדר יומן של רוב מדינות העולם. בהתאם לכך, יש לשלב נושאים אלו כמרכיב קבוע בפעילות משה"ח, ובהתאם לכך גם בתוכניות העבודה של מטה משרד החוץ והנציגויות. לצד העיסוק בנושא במסגרות מולטילטרליות, על משה"ח להוביל את הפעילות הדיפלומטית בנושא גם במסגרות בילטרליות - הן במישור המדיני "הקלאסי", למשל, ע"י העלאת הנושא בדיאלוגים מדיניים והן ע"י שילובו בפעילות הכלכלית ובפעילות סיוע החוץ לפיתוח.

ב. הכשרת כ"א ייעודי במשרד החוץ ופיתוח תפיסות. במסגרת זאת מומלץ לבחון מינוי שליח מיוחד לתחום שינויי אקלים (קיים למשל בארה"ב, קנדה, צרפת, גרמניה ודרום קוריאנה).

5. קידום פעילות זו גם כחלק ממיצוב ישראל כמדינה תורמת למאמץ הבינ"ל בנושא, וכביטוי למדיניות חוץ ערכית.

6. בתחום הסיוע ההומניטארי והפיתוח הבינלאומי :

א. בחינת הקמת קרן לסיוע הומניטארי לחיזוק היכולות של ישראל בתחום זה, תוך ניצול העובדה כי ישראל כבר נהנית מהכרה בינ"ל בכל הקשור לניסיונה ויכולותיה במתן מענה מהיר בעתות חירום. בנוסף, יש לחזק פעילות פיתוח ארוכת טווח, כחלק מהמענה לאסונות הומניטאריים.

ב. יש להגיע להבנות עם מדינות ידידותיות במרחב בנוגע להעברת סיוע לישראל בעתות חירום, או למצער התרת שינוע סיוע חוץ המיועד לישראל ע"י צד שלישי דרך המרחב הטריטוריאלי שלהן.

7. שיפור ההיערכות בזירה הפנימית והידוק ההלימה בין פנים לחוץ :

א. הגברת התיאום בין כל הגורמים הפנים-ישראליים הרלוונטיים להיערכות לשינויי אקלים - תיאום הוא נדבך בסיסי ביצירת השילוביות המהווה תנאי לאפקטיביות ישראלית בזירה הבינ"ל. בהתאם לכך, יש צורך ב :

1. שימור, והרחבה ע"פ צורך, של שת"פ הבין-ארגוני בנושא - כפי שבא לידי ביטוי בוועדה הבינמשרדית להפחתת פליטת גזי חממה. זאת, בכדי להבטיח פעילות עקבית, מתואמת וב"קול אחד" של כל הגורמים (הכוללים את משה"ח, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות, יחידות המדען הראשי וכיו"ב). במסגרת זו, אנו ממליצים :

1. בחינת הקצאת תקן לנציג קבוע של משה"ח במשרד להגנת הסביבה אשר

יהווה p.o.c קבוע, ויאפשר לקיים קשר רציף בין המשרדים.

2. בחינת הקמת פורום תכנון אשר יכנס נציגי יחידות תכנון משרדי ממשלה

וסוכנויות רלוונטיות כדי לקיים הערכות מצב משותפות.

2. שילוב שיקולים מדיניים-דיפלומטיים בתהליכי קבלת החלטות בסוגיות פנים - לאור הזיקות הרבות בין הסוגיה לזירה המדינית-דיפלומטית גם כאשר לכאורה מדובר בנושא ישראלי פנימי. על כן נדרשת שותפות משה"ח בתהליך למתן חוות דעת טרם קבלת החלטות בנושא.

ב. הסדרת סמכויות ארגוניות בכל הקשור לתיאום קבלת ומתן סיוע בחירום - בעקבות הקמתה של רשות החירום הלאומית (להלן רח"ל), יש להשלים הגדרת הממשקים בינה לבין משה"ח, באופן שיביא לידי ביטוי את ניסיונו של המשרד ופריסתו הגיאוגרפית הרחבה.

ג. הסדרת שאלת אחריות המדינה על אזרחיה בחו"ל.

ד. שיפור התיאום הבין-ארגוני בטיפול באזרחים זרים הנקלעים לאזורים מוכי אסון בישראל - הטמעת הרגישויות השונות בטיפול באזרחים הזרים.

ה. נדרש מאמץ בין ארגוני להעלאת המודעות הציבורית והמחויבות הממשלתית לסוגיית ההיערכות לשינויי אקלים בכלל, ולהשלכות חיוביות רחבות. גיבוי ממשלתי בכיר לפעילות הישראלית הנ"ל יקדם היכולת למנף דיבידנדים פוטנציאליים. בהתאם לכך נדרש:

1) מעטפת מדינית-פוליטית - התבטאויות פומביות של בכירים, "פתיחת דלתות" - במידת הצורך בנראות נמוכה, וכו';

2) תמיכה תקציבית - הן עבור פעילות ייעודית של משרדי ממשלה וסוכנויותיהם הרלוונטיות, והן ע"י הענקת תמריצים לחברות מסחריות הפועלות בתחום וכו'.

סיכום – עיקרי מסקנות והמלצות:

1. הזיקות המסתעפות בין שינויי אקלים לזירה הדיפלומטית מתכנסות לשלוש נקודות ממשק עיקריות:

א. שינויי אקלים משפיעים על יחסי כוחות בין מדינות, מגבירים מאבקים על משאבים ומעצימים את הפוטנציאל לחיכוכים מדיניים לצד הזדמנויות;

ב. שינויי אקלים מהווים מרכיב דומיננטי ב"אג'נדה הגלובאלית";

ג. שינויי אקלים כמאיצים לאסונות טבע שההתמודדות עמם בעלת היבטים בינ"ל;

2. הזיקות הללו מייצרות הזדמנויות לקידום אינטרסים ישראלים בזירה הבינ"ל:

א. הרחבת השיח המדיני-דיפלומטי מול מדינות שונות, וחבירה למערכים בילטרליים ואזוריים (קואליציות) על בסיס האתגר המשותף - הן לשיפור היערכות ישראלית בתחום האדפטיביות והן לקידום יחסים מדיניים/הנחת תשתית להסדרים מדיניים.

ב. שותפות לתהליכי רגולציה גלובאלית (אמנות, משטרים וכו') באופן המאפשר הגנה על אינטרסים ישראלים או למצער, ממצער פגיעה בהם;

- ג. חיזוק מקומה של ישראל כ- start up nation בעלת פתרונות בנושא הסתגלות לשינויי אקלים ורתימת יכולות ישראליות ל - global well being
- ד. דיבידנדים כלכליים משמעותיים;
- ה. הגברת ההשתלבות הישראלית בזירת הפיתוח; הגברת הרלוונטיות של הדיפלומטיה הישראלית באמצעות אימוץ אג'נדה גלובאלית;
3. זיקות אלו גם מציבות אתגרים (חדשים או מתעצמים) לישראל בזירה הבינ"ל:
- א. הפיכת מוקדי חיכוך סביבתיים למוקדי חיכוך מדיניים.
- ב. חשיפת פערים בין רגולציה ישראלית פנימית למגמות בזירה הבינ"ל.
- ג. נדרשת הסדרה של תחומי אחריות וחלוקת סמכויות בין המשרדים הרלוונטיים בזירה הפנים-ישראלית - סרבול עד כדי פגיעה בפעילות הישראלית בזירה הבינ"ל.

תכנית פעולה 32. תמיכה ושיווק טכנולוגיות ישראליות להסתגלות לשינויי אקלים בארץ ובעולם

במסגרת תכנית ההסתגלות לשינויי אקלים משרד הכלכלה יקדם ויעודד את התעשייה המקומית אשר חולשת על מגוון רחב של תחומים העוסקים בהסתגלות לשינויי אקלים. משרד הכלכלה יקדם נושאים אלו על ידי זיהוי ידע וטכנולוגיות ישראליות שניתן להציע ולשווק בעולם כאמצעים להתמודדות עם השלכות שינוי האקלים. התעשייה הירוקה יכולה להיות לא רק כלי להתמודדות עם שינויי האקלים, אלא הזדמנות כלכלית ייחודית לצמיחה כלכלית. משבר האקלים משנה כבר היום את הסביבה העסקית בעולם ומייצר הזדמנויות חדשות עבור חברות ותעשיות המשכילות להתאים מוצרים ותהליכי ייצור לשוק המשתנה, ומובילות בפיתוח מוצרים ושירותים בתחומים כמו התייעלות אנרגטית, טכנולוגיות מים, אנרגיות מתחדשות ועוד. אתגר ההסתגלות לשינויי האקלים יגביר את הביקוש לפתרונות טכנולוגיים בתחומים מגוונים.

בהתאם לכך, משרד הכלכלה מקדם זיהוי ידע וטכנולוגיות ישראליות שניתן לשווק בעולם כאמצעים להתמודדות עם השלכות שינוי האקלים. משרד הכלכלה הכין לפני מספר שנים קטלוג אשר מרכז מספר רב של חברות המציעות מגוון טכנולוגיות בשש קטגוריות ראשיות: אקלים, ניהול פסולת מוצקה, משאבי מים, בנייה, חקלאות והתמודדות עם אסונות טבע.

תכנית הפעולה להלן סקרה באופן מעמיק את השפעת שינויי אקלים על מגזרים שונים באמצעות דו"חות מרכז הידע להיערכות לשינויי אקלים ודו"חות של ה- UNFCCC. המגזרים השונים אשר נבחנו בנושא הטכנולוגי: בריאות הציבור, תשתיות, משק המים, חקלאות, מגוון ביולוגי, תחום האנרגיה ותחום הבנייה. בשלב השני נבחנו מגוון הטכנולוגיות הקיימות בעולם להתמודדות עם הבעיות השונות אשר יכולות להיווצר עקב שינויי האקלים. איפיון הטכנולוגיות הישראליות השונות נערך בהתאם לחלוקת המגזרים. בכדי לאתר את כלל הטכנולוגיות הישראליות

הרלוונטיות בתחום נבחנות דרכים נוספות לעידוד חברות ישראליות. אפשרויות אלו יכללו קול קורא, הפקת כינוס או Side event ורעיונות נוספים. לאחר איתור כלל הטכנולוגיות הישראליות הקיימות, נכתב פרופיל עבור כל חברה. כלל הפרופילים קובצו לחוברת מקצועית אשר מפורסמת באתר משרד הכלכלה

<http://www.economy.gov.il/Publications/Publications/Pages/AdaptationTechForClimateChange.aspx>

המידע משווק בכנסים בינלאומיים שונים: כנסים שעוסקים בטכנולוגיות של מים ואנרגיה מתחדשת, כנסים של האו"ם לפיתוח בר קיימא, כנסים של האו"ם לאקלים.

בנוסף, המשרד מקדם עניין עבור טכנולוגיות אלו אצל ממשלות זרות בעזרת רשת הנספחים המסחריים של משרד הכלכלה.

בהמשך לכלל הפעולות אש פורטו עד כה אשר נותנות מענה לפאן של העברת הטכנולוגיות הישראליות, משרד הכלכלה בוחן בשיתוף עם המשרד להגנ"ס אפשרויות מימון חדשות לתחום טכנולוגיות האקלים.

פעולות אלו מהוות חלק ממכלול הפעולות אשר משרד הכלכלה מקיים בכדי לחזק ולסייע לתעשיית הקלינטק בישראל. המשרד פועל לקדם טכנולוגיות ישראליות בשלושה רבדים; רובד פיננסי (כלים לתמיכה בטכנולוגיות), רובד שיווקי/אסטרטגי (קהילת חדשנות, חומרים שיווקיים, פעילויות קידום) ורובד רגולטורי (הסרת חסמים וכלים נוספים).

הסכם האקלים מפאריס חילק באופן מסודר את נושא הטכנולוגיות והמימון לשני פרקים נפרדים, וכך גם המשרד בוחן זאת, באופן נפרד, אך כפתרון כולל לקידום ושיווק טכנולוגיות ישראליות. כך, הסכם האקלים גם יוצר הזדמנויות עסקיות כאשר ישנם מספר גופי מימון אשר קמו ומתקצבים בעקבותיו אשר יממנו פתרונות למיטיגציה ואדפטציה לשינויי אקלים.

מטרת מימון האקלים הינה להגביר את יעילות השימוש באנרגיה ומשאבים, הפחתת פליטת מזהמים לאוויר והטמעת עקרונות ושיטות לצמיחה כלכלית ירוקה. המימון גם משמש להגברת החסינות של מדינות ומערכות אקולוגיות לשינויי אקלים. ניתן לעשות זאת באמצעות כלים שונים, ביניהם:

1. יעדים ארוכי טווח ורגולציה תומכת ומכוונת לגיוס הון פרטי ומוסדי
2. מיזמים משותפים לממשלות וגופי מימון פרטיים
3. מענקים וערבויות מדינה להלוואות

המנגנון הפיננסי: הסכם ועידת האקלים קיבע את המנגנון הפיננסי העיקרי של האמנה – green climate fund. במליאת הוועידה בפריס הוחלט להגביר את המאמצים לגייס את הכספים הנדרשים לתמוך ולאפשר הפחתת פליטות והסתגלות למשבר האקלים במדינות מתפתחות. הוחלט על גיוס של לפחות 100 מיליארד דולר עד לשנת 2025. עד היום גויסו כ-60 מיליארד דולר. כספים אלו יגיעו מהתחייבויות של ממשלות וסוכנויות האו"ם, הלוואות מבנקים פרטיים ובנקי פיתוח, השקעות של קרנות פרטיות וציבוריות ועסקים, משקיעים פרטיים ופילנתרופיה הקרנות מרכזיות במימון האקלים והרלוונטיות לישראל להעברת טכנולוגיות ישראליות:

- GREEN CLIMATE FUND – GCF
- Adaptation Fund
- Clean Technology Fund – CTF

משרד הכלכלה מעוניין לעשות שימוש במימון האקלימי למטרות "יצוא" וחיזוק הטכנולוגיות הישראליות. המשרד פועל לקדם זאת באמצעות מערך הנספחים הכלכליים ליצירת שיתופי פעולה עם גופי המימון השונים לבחון אפשרויות להשתלב בהן ולמנף אותן למטרות אלו.

נספח 1. פירוט המחקרים הדרושים במגוון תחומים

בנספח זה מקובצות המלצות מרכז הידע לשינויי אקלים ומשרדי ממשלה שונים למחקרים בנושא השפעות שינויי האקלים במגוון תחומים, עלות ההסתגלות לשינויי אקלים ועוד. העדיפויות למחקרים ניתנו בהתאם להגדרות הבאות:

עדיפות 1 - תחומים שקיימת עדיפות גבוהה לביצועם.

עדיפות 2 - תחומים בהם העדיפות בינונית.

עדיפות 3 - תחומים בהם העדיפות נמוכה.

בנוסף לכך, יש לקיים התייעצות עם משרד המדע ולמצוא את המנגנונים המתאימים לעריכת פרויקטים רב שנתיים.

אקלים

יכולת חיזוי האקלים מהווה את הבסיס להיערכות הלאומית. ככל שתגבר הודאות לגבי השינויים הצפויים תגבר יכולתנו להיערך בהתאם. למרות ההסכמה העולמית והאזורית על המגמות והתחזיות עדיין יש טווח רחב של שינויי אקלים אפשריים במסגרת התרחישים. טווח אי ודאות זה משפיע גם על מודלים ברמה המקומית. קיים צורך להמשיך לחקור ולהמשיך להתעדכן בנעשה בעולם ברמת המודלים העולמיים והאזוריים, וכמו כן יש לבחון את המודלים המקומיים עם כל שינוי באלו הגלובליים.

להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה-1, עדיפות בינונית-2, עדיפות נמוכה-3):

טבלה 1. זיהוי פערי ידע ועדיפות מחקרית בתחום האקלים.

תחום	נושא	אזור	תאור	רמת עדיפות
מודלים אקלימיים אזוריים	דיוק התחזיות	כל הארץ	צורך בריצות מרובות של מודלים אקלימיים ברזולוציה גבוהה (מרווח גריד של פחות מ-20 ק"מ), כך שיתארו כהלכה את הטופוגרפיה ואת תהליכי האקלים בארצנו ועל מנת לכמת את טווח האפשרויות בצורה אמינה	
טמפרטורות	אי חום עירוני	שטחים עירוניים	מודלים מטאורולוגיים ברזולוציה גבוהה של הסביבה העירונית	2
			הערכת התרומה העירונית לשינויי הטמפרטורה	2
		שטחים עירוניים ואזורים במורד הרוח	השפעת העיור על משטר הגשם	3
משטר הגשם	הקשר בין הטמפרטורה לגשם תרחישים לגבי מרכיבים שונים של משטר הגשם	כל הארץ	השפעת עליית הטמפרטורה על משטר הגשם	2-1
			Downscaling לגבי מספר פרקי הגשם	1
			Downscaling לגבי יבול פרקי הגשם	1
			Downscaling לגבי אורך עונת הגשם	2-3
הסביבה החופית	עליית המפלס	אזורי החוף	הקשר בין הטמפרטורה לעליית המפלס	3
	גובה גלים		זיהוי המצבים הסינופטיים הגורמים לסערות	2
זיהום אויר	השתנות עיתית	כל הארץ עם דגש על אזורים עירוניים	בדיקת סדרות עיתיות של ריכוזי מזהמים ממקורות שונים	2

מים

מדינת ישראל מספקת מים לכל הצרכנים במדינה תוך שמירה על מקורות המים הטבעיים. מדובר בהצלחה בינלאומית הזוכה להכרה כלל עולמית. לאור התחזיות העתידיות, שינויי אקלים עומדים לתפוס תפקיד חשוב יותר במאזן המים של ישראל, כאשר מקצתם כגון עליות טמפרטורות (מובהקת סטטיסטית), כבר משפיעים על הסביבה ועל מקורות המים. עם זאת, יש לציין כי חסרים עדיין מחקרים מכוונים לנושא השפעות הטמפרטורות על גורמים שונים הקשורים בהתאדות ועליה בצריכת המים. בסקירה זו הושם דגש רב על גורמים אנושיים העשויים לשנות את הצע המים כגון התפלה, טיפול בשפכים ובזיהומים ובמיוחד נגר עילי העשוי להיות מושפע מאוד מהצירוף של שינויי אקלים ושינויי תכסית. שימושי המים בישראל וייעודיהם יושפעו מאוד מהרעה בכמות ואיכות מקורות המים וצריכים גם הם לעבור שינויים רבים להתאמתם ולהיערכות מחדש לשינויים העתידיים. משק המים בישראל מושפע מאוד מסוגי ומחיר אנרגיה ומגורמים גאופוליטיים כגון מאגרי מים חוצי גבולות וסביבה פוליטית-מדינית שכולה נתונה במחסור חמור במים. ויש לבחון בקפדנות פתרונות אנרגטיים אחרים כגון אנרגיה גרעינית או מוביל ים תיכון-ים המלח. למרות המחקר הרב והמגוון בנושאי מים בישראל ישנם עדיין פערי ידע ניכרים ברמות שונות. לחלק ניכר מנושאי המחקר יש היבטים בילאומיים ויש לשאוף לחוקרם במסגרת אזורית. להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה-1, עדיפות בינונית-2, עדיפות נמוכה-3).

טבלה 2. פערי הידע ותיעדוף מחקרי מים והשפעת אקלים עליהם.

רמת עדיפות	תחום – פיסי אקלימי, פערי ידע
1 2 1	1. מודלים - Downscaling של אזורים בעלי חשיבות למשק המים. - חיבור מודלים אקלימיים למודלים הידרולוגיים, הידרוגיאולוגיים, אקולוגיים והנדסיים. - מודלים הקושרים נפח גאות, כמות גשם, פרישתם והשפעתם על נפח נגר יחסית לגאות.
1	2. היערכות - לאלו תרחישים יש להיערך לאור השונות בממצאי המודלים.
1 2	3. התאדות - התאדות מקרקע. - השפעת השינויים בהתאדות על השקיה חקלאית.
1	4. משקעים - אירועי קיצון של משקעים והשפעתם על קרקע, חלחול והמילוי החוזר.
1 2	5. נגר - ניטור נגר עירוני. - יחסי נגר – תכסית (סוגי תכסית), גשם, רטיבות הקרקע, יחסי נגר וסופות גשמים.
1 1	6. אגירה - בחינה של כדאיות אגירה-עילית לעומת החדרה למי התהום. - מודלים לחיזוי מילוי חוזר באקוויפרים בעשורים הקרובים (כולל השפעות תכסית).
3 3 2	7. עליית טמפי' - השפעות העליה בטמפרטורות על הצריכה במגזר הביתי עירוני. - השפעות עליית הטמפרטורות על צרכי ההשקיה החקלאית. - השפעות עליית הטמפרטורות על פירוק מזהמים בנחלים ובכנרת.
1	7. בצורת - יצירת אינדקסים של בצורת עבור ישראל.

תחום – אנושי, פערי ידע		
1	9. השפעות אנתרופוגניות	- פיתוח שיטות לצורך הבחנה בין השפעות של שינוי אקלים גלובלי על משק המים לבין השפעות אנתרופוגניות מקומיות.
3	10. שפכים	- שיטות טיפול/טיהור חדשות במט"שים, מבוזרים.
2		- חסמים בפני שימוש בביו-גז כמקור אנרגיה במט"שים.
2		- כדאיות התפלת קולחים לצורך החדרה ומיהול עם מים טבעיים ושימוש מלא בתמהיל, כולל מי שתייה.
2	11. מים אפורים	- ניתוח פתוגנים ואפידמיולוגיה של מערכות מים אפורים לאורך זמן.
2	12. התפלה	- כדאיות התפלת מים פוסיליים בנגב.
2		- הפנמה של ההשפעות הסביבתיות על עלות המים המותפלים.
2	13. נגר עילי	- בחינה מחקרית של אצירה והחדרת מים במעלה נחלים.
1	14. זיהום מי תהום	- קביעת הגבול שבו מים שפירים חדלים להיות שפירים לכל אחד ממקורות המים הטבעיים.
1	15. צריכת מים עירוניים	- מדדים להצלחה וכישלון של מבצעי הסברה לחיסכון.
2		- אימוץ מכשירים כלכליים בהגדלת החיסכון ברמה הביתית וברמת הרשות המקומית.
1		- בחינה של מדדי פחת ושיפורים.
3		- מחקר חלוץ בחיבוריות רשויות מקומיות למקורות מים שונים (היערכות לשעת חירום).
2	16. צריכת מים חקלאית, סביבה, בטחון	- היתכנות תשלום עלויות חיצוניות לחקלאות.
1		- הגדרת ביטחון מזון/תזונתי-משקי (כולל מלאי חירום).
2	17. אנרגיה	- שילוב אנרגיות מתחדשות במשק המים.
2	18. מים גאואסטרטגיה גאופוליטיקה ביטחון/מים	- ביטחון/מים – הגדרות מקומיות ובינ"ל של ביטחון מים – תיאוריות חדשות.

כלכלה והערכת עלות-תועלת של ההסתגלות

קיים מגוון של מחקרים בנושא שינויי אקלים וההיבטים הכלכליים. המחקרים הראשונים אשר עסקו בתחום התמקדו בעיקר בהפחתת (Mitigation) הפעילויות אשר גורמות לשינויי האקלים. בעשור האחרון, התרחבה הפעילות המחקרית לפעילויות ההסתגלות (Adaptation) לתופעת שינויי האקלים, כולל ההשפעה ההדדית בין שני סוגי האסטרטגיות השונות. עם זאת, מרבית מחקרים אלו בוצעו בעיקרם ברמה העולמית ואילו בהקשר למדינת ישראל מספר המחקרים קטן.

המחקרים הינם מגוונים וכוללים הן ראייה כלכלית כוללת והן ראייה ענפית. בנוסף ניתן לחלקם בין מחקרים עולמיים לבין מחקרים העוסקים באיזורים/מדינות מסוימים. מרבית המחקרים הענפיים עוסקים בתופעת עלית פני הים או בהקשר לענף החקלאות, ואילו עבור ענפים אחרים המידע המחקרי המקומי מצומצם.

מחקרים בנושא התמודדות עם השפעות שינויי אקלים על כלכלת ישראל הינם מעטים. ביניהם, ניתן להצביע על מחקרים כלכליים שבוצעו בשנים האחרונות בישראל אשר בחנו את השפעת שינויי האקלים על ישראל, תוך התמקדות בענף בודד כמו החקלאות.

נדרש להרחיב את המחקרים על-מנת לשפר את רמת הידע בנושא השפעת שינויי האקלים בהיבט הכלכלי. יש להתמקד בעדיפות גבוהה בהיבטי ההערכה האמפירית של עלויות ההתאמה בישראל. כמו כן, יש לשים דגש על שיפור טכניקות האומדן בנושאים ענפיים כדוגמת: מערכות אקולוגיות ומערכות בריאות הציבור. בנוסף, יש להתאים את מידול האקלים לאזור הגיאוגרפי ולהתמקד בהשפעות העתידיות של שינויי האקלים ולא בהערכות של אירועי עבר.

יש חשיבות קריטית בביצוע מחקרים כלכליים מפורטים אשר יעזרו למדינת ישראל לתעדף את פעילויות ההסתגלות השונות בהתאם לעלותם ולחסכון שיושג באמצעותם. מחקרים אלו הינם בעדיפות ראשונה לביצוע יחד עם יישום מיידי של פעילויות no-regret המסייעות להתסגלות לשינויי האקלים.

להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה-1, עדיפות בינונית-2, עדיפות נמוכה-3).

טבלה 3. פערי הידע ותיעדוף מחקרים כלכליים.

נושא	מידע קיים עולמי	מידע בישראל	פערי ידע בישראל	רמת עדיפות
הערכה אמפירית של עלויות ההתאמה בישראל	קיימים מחקרים ודו"חות בחלוקה לשתי קטגוריות : Bottom-up, Top-Down	לא קיים	ביצוע מחקר כללי הכולל הערכות תוך שילוב שתי הקטגוריות	1
מחקר כלכלי ברמה הענפית של שינוי אקלים והיבטים כלכליים באמצעות מקרי בוחן (Case Studies)	מגוון סקטורים (בדגש על חקלאות והגנת החופים)	בעיקר בתחומי החקלאות והמים	מחקר בנושא השפעה על כלכלת ישראל ברמה הענפית : בתחומי מרכז הידע : מים, בריאות, מערכות אקולוגיות, גיאואסטרטגיה, בנייה ירוקה מעבר למיקוד של מרכז הידע בתחומים הבאים : ביטוח, חקלאות, הגנת החופים (עלית פני הים), תיירות, תחבורה	1
מחקרים כמותיים מבוססי מודלים לשילוב אסטרטגיית התאמה עם אסטרטגיית הפחתה	מחקרים ראשוניים הבוחנים את הנושאים הבאים : -השילוב האופטימלי בין התאמה לבין הפחתה. -היחסים ההדדיים בין התאמה לבין הפחתה. -היבט ההתאמה ברמה הבינלאומית.	לא קיים	מחקר כמותי מבוסס מודלים השונים תוך התאמה לכלכלת ישראל. השפעה של מדיניות הפחתה על אסטרטגיית התאמה.	1
מחקר בנושא אי-הודאות בתופעת שינוי האקלים והשפעתו על הערכות העלות ובחירת המדיניות בישראל, כולל סקטור הביטוח	קיימים מודלים מועטים לשילוב אי הודאות	לא קיים	מחקר בנושא אי-הודאות בתופעת שינוי האקלים בישראל והשפעתו על הערכות העלות ובחירת המדיניות בישראל, כולל סקטור הביטוח	1
תזמון פעילויות התאמה	קיים ברמה ראשונית	לא קיים	מחקר בנושא התזמון המיטבי במימוש האסטרטגיות בישראל	2
מחקר השוואתי של מדיניות התאמה לפי מדינות	קיימת מדיניות התאמה ברמות שונות (בעיקר באירופה ו-OECD)	לא קיים	בחינת הנגזרות הרלוונטיות לכלכלת ישראל, בעיקר מדו"ח ה-OECD (בדגש על משקים דומים לישראל)	2

נושא	מידע קיים עולמי	מידע בישראל	פער ידע בישראל	רמת עדיפות
סוגי אסטרטגיות התאמה: -עצמאית/ מתוכננת -יזומה/ תגובתית -פרטית/ ציבורית	מגוון סוגים והבחנות ביניהם	לא קיים	בחינת סוגי אסטרטגיות התאמה רלוונטיים לישראל	3

המערכות האקולוגיות

כאמור בפרק המגוון הביולוגי, יש פערים גדולים בידע בנוגע להשפעות שינויי האקלים על מערכות טבעיות. לא ידוע כיצד יושפעו מינים ספציפיים, כיצד תשתנה החברה בעקבותיהם, כיצד תושפע כל האקוסיסטמה ואיך יפגעו מכך שירותי המערכת. לפיכך, קשה לתכנן דרכי פעולה אפשריות להיערכות. על מנת לשפר את יכולתנו להתכונן לשינויים עתידיים, יש צורך במחקר שיצביע על התחומים בהם השפעות שינוי האקלים תהינה המשמעותיות יותר, וייתן תובנות כיצד לפעול ולהיערך בצורה מדויקת יותר. יש צורך בחיזוק הידע הקיים בשלוש נקודות עיקריות:

1. ניטור ארוך טווח שיאפשר לבחון תופעות לאורך זמן ולקשור תהליכים ביולוגיים לשינויים אביוטיים בסביבה.
 2. מחקר ניסויי להערכת ערכי סף של משתני האקלים השונים (טמפרטורה, משקעים, התאיידות), העשויים לערער יציבות של בתי גידול שונים.
 3. מחקר ייעודי להבנת דרכי ממשק לשיפור עמידות בתי גידול או חברות לאקלים יובשני יותר, ולפיתוח כלים לשיקום מערכות אקולוגיות פגועות. מחקר כזה ייתן כלים להגדלת היכולות הטבעיות של המערכות להסתגל לשינויי אקלים.
- להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה-1, עדיפות בינונית-2, עדיפות נמוכה-3).

טבלה 4. פערי ידע בתחום המגוון הביולוגי ותיעדוף המחקרים.

נושא	פער ידע מחקרי	רמת עדיפות
מינים מזיקים	זיהוי מזיקים העשויים להתפשט בעקבות שינוי אקלימי	1
	השפעות שינוי אקלימי על תפוצת אלרגנים	2
	השפעות על התנהגות פתוגנים ופרזיטים בצמחים ובבעלי-חיים ודרכים לטפל בהם	2
מינים פולשים	זיהוי מינים פולשים שפגיעתם משמעותית במיוחד במערכות אקולוגיות טבעיות בישראל	2
	זיהוי דרכים לצמצום כניסה של מינים פולשים	1
	פיתוח שיטות לדיכוי מינים פולשים	1
	תחזיות לגבי שינוי דגמי תפוצה של מינים	3
הרכב חברות	תחזיות לגבי שינויים בתצורת הצומח ובהרכב המינים והמגוון של הצמחיה באזורים שונים	2
	הערכה של איומים על מינים נדירים	2
	השפעת שינוי אקלים על פנוולוגיה של צמחים ובע"ח	3
התאמות פיסיוולוגיות	עמידות של מיני מפתח בחורש הים תיכוני לשינויי האקלים הצפויים (אורן, אלון מצוי, אלון תבור)	2
	הערכה של פוטנציאל שימור <i>ex situ</i> תחת שינוי אקלים	3
שימור	הערכה של פוטנציאל שימור <i>in situ</i> תחת שינוי אקלים	2
שירותי המערכת	הערכה של שירותי המערכת האקולוגית שמספקות המערכות הטבעיות בישראל	2
	השפעות תסריטים שונים של שינוי אקלים על תפקוד האקוסיסטמה	2
	הערכת ערכי סף של משתני האקלים השונים (טמפרטורה, משקעים, התאיידות), העשויים לערער יציבות של בתי גידול שונים	1
	השפעה על תנאים פסיים ועל תפקוד אקולוגי	2
בתי גידול של מים מתוקים	הסדרת נחלים בדרך שתשמר את התפקוד האקולוגי שלהם	2
	השפעות של השימוש בקולחים לשיקום נחלים	1
מערכות ימיות	הגדרת תנאי הסף לתגובות ביולוגיות	2
	פיתוח כלים לשיקום מערכות אקולוגיות פגועות	2
	השפעות של שינויים אקולוגיים-אקלימיים-הידרוגראפיים על ריבוי, התרבות, שיפעה וזמינות לדיג של אורגניזמים ימיים.	2
	הבנת המרקם והמבנה של מערכות אקולוגיות ימיות כדי לחזות שינויים, כתגובה לשינויים באקלים או כתוצאה מפלישות מינים אקזוטיים	2
	תחזיות לגבי השפעות על האבקה והפצת זרעים	2
אינטראקציות		

גיאואסטרטגיה

בכל התחומים הגיאואסטרטגיים חסר ידע לביסוס רמת הודאות של התרחישים השונים. שינויים אזוריים מתרחשים כל הזמן ויש לעדכן את התרחישים בתכיפות גבוהה. אנו ממליצים להשקיע במקרים להלן על פי רמת העדיפות המצויינת.

להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה–1, עדיפות בינונית–2, עדיפות נמוכה–3).

טבלה 5. פערי ידע ותיעדוף המלצות למחקר בתחום הגיאואסטרטגי

נושא	פערי ידע / המלצות מחקר	רמת עדיפות
מים	אין תחזית כמותית מוכחת המצביעה על הפחתת ספיקות המים בישראל ובמעגלים השונים. חסר ידע על משטר המים הצפוי, החברה והכלכלה הישראלית, פיזור אוכלוסייה וחוסן לאומי. כל זה נכון לחברה במדינות המעגל הראשון. חסר ידע עדכני ביותר על ספיקות הנילוס, הפרת והחידקל בהקשר של מאזן הכוחות הגיאואסטרטגי בין מדינות אגן הנילוס, הפרת והחידקל. במקרה של הנילוס חשוב לקחת בחשבון את הופעתה של מדינת דרום סודן ; במקרה של פרת וחידקל חשוב לנתח את מצבה ההידרו-אסטרטגי של טורקיה. כמו כן, יש לבדוק את מצבה של אתיופיה לאור השמועות על בצורת חדשה בגבול קניה-סומליה.	1
	יש פער בכל הנוגע לתנועת ההגירה והקשר שלה לשינוי אקלים ומחסור במים. השאלה המשתמעת היא, האם הגירה מאפריקה היא תוצאה של מחסור במים, אולי יש לה רקע אחר, או שקיים שילוב של מספר גורמים?	1
התחממות, התייבשות, מצבי קיצון	בנושא התחממות שתוביל להתייבשות אין מספיק ידע לגבי ישראל והמעגלים השונים. נראה כי המינהור הוא אחת התשובות להתחממות. אין מחקרים בנושא של מינהור (שימושים שונים, עלות חפירה ותחזוקה, בטיחות וכו') כאחת האופציות של התמודדות מול התייבשות והתחממות. יש לחקור את האפשרות של "הירידה אל מתחת לפני הקרקע" כאסטרטגיה רבת, מה שיכול לענות על עוד צרכים של ישראל כגון חיסכון בשטחים ותחומי ביטחון.	1
	שריפות – כרגע מתבצע מחקר רחב היקף והיערכות מדינית בנושא לאור השריפה בכרמל ב-2010. עם זאת חסרים מודלים מתמטיים שיוכלו לנבא את המגמות הצפויות וגם להתמקד במקרים לוקאליים. בנוסף, חסר ידע המחבר בין שריפות ושינוי אקלים : שריפות שפורצות בקרבה לגבולות ישראל ומאיימות עליה (פלסטינים, לבנון, סוריה) ; או מחקרים על שריפות שפוגעות בהסוואת מתקנים צבאיים ובביטחונם.	1

2	נקודות חשובות שאותן יש לחקור: ביטחון הנמלים, המפעלים והמתקנים הצבאיים לאורך החופים. מסמך המדיניות שהוכן במהלך שנת 2020 על ידי מכון ירושלים והמשרד להגנת הסביבה ועסק בהתמוטטות מצוק החוף, דרכי התמודדות, המשמעות הכלכלית, הסביבתית והציבורית (ביין, אידלמן, כהן, 2010), אינו מספיק בעניין זה. גם המחקרים שהוזמנו קודם לכן על ידי העיריות ועסקו בעקיפין בתוצאות הנצפות של שינוי אקלים (התמוטטות המצוקים בחופים, או השפעת המרינות על החוף) אינם נותנים מספיק מידע בסוגיה. החלטת הממשלה בנושא, שכללה בין היתר תקציב להגנת אזורים שמהווים סכנה מיידית לחיי אדם, בעלות שבין 880 מיליון ל-1.3 מיליארד שקל למשך 20 שנה, אכן הכרחית, אך יש לחקור האם היא נכונה וברת ישום גם בנושא התשתיות, המפעלים ומערכת הביטחון.	שינוי מפלס פני הים
1	יש פערי ידע בנוגע לתחזיות מימדי עליית הים והצפתה של הדלתא המצרית. עניין זה הוא אחד הדרמטיים בכל הקשור לשינוי אקלים והמזרח התיכון.	
2	יש לחקור את השפעת עליית מפלס פני הים על עירק, בדגש על ההשלכות הפוטנציאליות הנובעות מהצפת אזור השאט אל ערב. ההשפעה העיקרית יכולה להיות פגיעה אפשרית בענף הפקת הנפט והובלתו. ההתמקדות המחקרית בהקשר הזה תיעשה גם על חבל החוסיסן (ערביסטאן) שבאירן. בנוסף לפגיעה כלכלית אפשרית, תגרום הצפתו גם להגירות ולקונפליקטים פוטנציאליים בין האוכלוסיות הערבית והפרסית. בנוסף יש לחקור את השלכות ירידת המפלס בים הכספי על איראן.	
1	בתוך ישראל – חסרים מחקרים האם אכן התחממות והתייבשות מהוות גורמי דחיפה משמעותיים לאוכלוסיית דרום הארץ להגר צפונה (בין היתר לתל-אביב)? אולי מדובר רק על נסיבות כלכליות. חשוב ללמוד ולקבוע "תנאי הסף" שאחרי חצייתם הופכים שינוי אקלים לגורם משמעותי בסיבות להגירה (אם עלייה בטמפרטורות – כמה מעלות?; אם ירידה במשקעים – כמה מ"מ?; אם האפקט הינו פסיכולוגי (מחסור בצבע ירוק, יותר מדי אבק ועוד) – כיצד זה בא לידי ביטוי, איך ניתן לבדלו מגורמים אחרים? בניסיון לבדוד את השפעת שינוי אקלים על הגירה נראה שיש מקרים בהם השפעות שליליות של שינוי אקלים נבלמות על ידי גורם שלישי (קרבה לאתר תרבותי, דתי, או רפואי; עידוד כלכלי)? כך לדוגמה ניתן להיזכר בלאס-ווגאס בארה"ב, או בערד בארץ. אם שינוי אקלים לא מהווים סיבה עיקרית להגירה, אולי יש סיבה עקיפה, כמו הנעשה בקרב הבדווים, שנובע גם היא כתוצאה משינוי אקלים (בעקבות העדר מרעה לצאן, אי-יכולת לעסוק בחקלאות וכ"ד). בנוגע לבדווים ישנם מחקרים כלליים (סופר, 2011), אבל דרוש מחקר נוסף שיתמקד בהשלכות שינוי האקלים על אוכלוסייה זו.	נושא משולב: הגירה בעקבות שינוי אקלים
1	פלסטינים – לא נעשו מחקרים המקשרים בין שינוי אקלים והגירת הפלסטינים מהשטחים, מאזור יהודה לשומרון ולישראל.	
1	מצריים – הכוונה לתנועת האוכלוסייה מתוך סיני והדלתא לישראל וגם דרך מצריים לישראל ממדינות אפריקה. התופעה ידועה, אך המידע קיים רק באופן כללי. יש לבצע מחקר על מסלולי הגירה אפשריים ונוחים (בהם יש בארות מים, או נקודות אספקה בהם משתמשים המבריחים הבדווים). במקביל דרוש מחקר בנושא חסימת הגבול עם מצריים.	

1	ירדן – אין מידע ומחקרים רשמיים על ההגירה מירדן או דרכה לישראל. יש לשער שהיא קיימת ותתגבר. המהגרים יעברו דרכה צפונה, או לישראל. מהגרים אפשריים: ירדנים, פלסטינים, מצרים, סעודים, עיראקים ואפילו אפריקאים. יש לבצע מחקרים דמויי אלה שהמלצנו בנושא מצריים, בדגש על הגבולות בערבה בשלב ראשון, ודרך ים המלח בשלב שני.	
1	סוריה ולבנון – אין מידע מסודר על ההגירה החיצונית. מבחינת הגירת הפנים ישנם אזכורים של תופעה ידועה בעולם השלישי – עזיבת הכפרים לטובת הערים (במיוחד לאזור דמשק רבת). יש לחקור את האפשרות של הגירת סורים ללבנון או לטורקיה. הגירה זו כבר קיימת על רקע מלחמת האזרחים בסוריה, אך כדאי לבדוק היכן הקשר לשינוי האקלים ובעיקר השלכות גיאואסטרטגיות.	
1	מדינות במעגל השני והשלישי – יש להתמקד במגוון רב של מדינות, אך תוך שימת דגש על הופעת המהגרים בישראל (הן בתור מדינת יעד והן כמדינת מעבר) דרך גבול מצרים וירדן. יש לחקור את אפשרות בלימת הפליטים האפריקאים בעזרת כינון יחסים והסכמים בי-לאטרליים עם צד שלישי.	
1	יש פערי ידע בנושא השימוש בגז טבעי באופן נרחב בישראל וההשלכות האפשריות על פליטה רבה במיוחד של מזהמים וגזי חממה. הגורם אחרון עלול להביא לחקיקה ישראלית או בינלאומית מגבילה, שתמנע את הניצול המרבי של הגז (סנקציות, מיסים).	נושא משולב: אנרגיה
1	חסרים מחקרים בתחום הגרעין ושילוב עם התפלה בהקשר של שינוי אקלים בישראל ובמדינות המעגל הראשון. כמו כן, דרושה התייחסות יותר מקיפה עם דגש יישומי לנושא של מקורות אנרגיה מתחדשים. חסרים מחקרים על שיתוף פעולה פוטנציאלי בתחום האנרגיה עם שכנותיה של ישראל.	
2	בשילוב עם כלכלנים יש להשלים פערי ידע בכל הנוגע לתפוקות המזון בישראל ובמעגלים הקרובים והרחוקים. מכאן ניתן יהיה לגבש אסטרטגיה נכונה בתחום יצוא, יבוא והיקף של מלאי מזון בישראל.	נושא משולב: מזון
2	אין מחקרים שעוסקים במזון והביטחון התזונתי של ישראל לאור שינוי האקלים. במחקרים עתידיים יש להתייחס למרכיבי המזון הבאים: דגנים, שמנים, סוכרים. בנפרד חשובה התייחסות לנושא של מספוא.	
2	דרושים מחקרים משולבים בנושא שמירה, פיתוח ועידוד של החקלאות בארץ בתור ספק מזון חשוב של המדינה.	
2	יש לחקור האם האופציה של אגירת מזון הינה רלוונטית בארץ? האם ישנן תשתיות בארץ שדרושות כדי לאחסן מזון בכמויות אסטרטגיות? האם יש תועלת כלכלית ברכישת מזון בכמויות אסטרטגיות כאשר מחירו בשוק נמוך יחסית? מכאן נובע שיתכן ואגירת מזון עונה לא רק על הצורך להתכונן להשלכות שינוי האקלים, אלא מועילה הן למשק והן לאזרחי ישראל.	
2	יש לחקור את השפעת שינוי אקלים על הדייג בישראל ובמעגל הראשון (דגה "רגילה" ובריכות דגים).	
2	יש לערוך מחקרים בנושא הרחבת בסיס המזון בישראל: מקורות מזון חדשים, זמינים וזולים.	
2	יש לחקור כיצד ניתן לנטרל את הפגיעה בשכבות סוציו-אקונומיות חלשות כתוצאה מעליה במחירי המזון לאור שינוי אקלים.	
1	דרוש מחקר מקיף בנושא גבולות ישראל, בדגש על הידוקם. בתוך נושא זה ראויים להתייחסות מיוחדת השינויים בחורן ובדרום רמת הגולן הסורית.	נושא משולב: ביטחון

3	דרוש מחקר מקיף ברמה האסטרטגית בנושא הגנת המתקנים (צינורות, מפעלים, בתי זיקוק, נמלים, בסיסים צבאיים), הן כתוצאה מעליית מפלס פני הים והן כתוצאה מהניסיונות לפגוע בהם על ידי כוחות טרור.	
2	יש לחקור את השפעות שינוי האקלים על התחומים הבאים: לוגיסטיקה, חימוש, בינוי והנדסה, כוח אדם, חיל רפואה, חיל האוויר, הסוואה וביטחון בסיסים (בעקבות התדלדלות היער ושריפות).	
2	יש להתייחס למשטר אימונים חדש בצה"ל וחיי יום-יום במערכת הביטחון לאור שינויי אהקלים.	
1	דרוש מחקר על נחיצות תקצוב חדש למערכת הביטחון לאור השלכות של שינוי אקלים.	
2	אין מחקרים בנושא שיתוף פעולה אזורי פוטנציאלי בעקבות שינוי האקלים. יש לבצעו, תוך כדי התחשבות בשני תסריטים עיקריים: שיתוף פעולה אזורי הכולל את ישראל בתוכו, וכזה שלא מתחשב בקיומה ו/או בתרומתה של ישראל.	נושא משולב: משרד החוץ
2	נושא של אסון טבע, או אסון מעשה ידי אדם ו,הסיוע לישראל בעקבותיהם על רקע שינוי האקלים. חשוב לחקור האם העולם (בדגש על ארה"ב) יעזור לשיקומה של ישראל לטווח הארוך, או שיהיה עסוק מדי (או תשוש ודל אמצעים) בהתמודדות עם השלכות שינוי אקלים בעולם השלישי? לכך מתקשרת השאלה הבאה: האם לאור השינויים שתוארו קודם תוכל ישראל להמשיך לספק סיוע חוץ לאזורי אסון שונים? האם יהיו לכך אמצעים ורצון פוליטי?	
1	יש לבדוק את הפוטנציאל של סוגיית שינוי אקלים כאחד הנושאים במאבק אידיאולוגי-הסברתי שיכול להיות מגויס ע"י אויביה של ישראל במאבק נגדה. מאידך, אולי ניתן להשתמש בנושא זה לצורך העלאת המוניטין של ישראל בזירה הבינלאומית בתור אחת המדינות "המצליחות להתמודד עם השלכות שינוי אקלים ואף מסיעות לשכנותיה".	נושא משולב: שינוי אקלים ואיסלאם
1	הנושאים הרלוונטיים בתחום הינם: גלי הגירה בעקבות השלכות שינוי אקלים, כגון הצפות, או בצורות; קונפליקטים ומלחמות בין המוסלמים ללא מוסלמים (ניגריה, דרפור, הודו), או בין מוסלמים למוסלמים; הגירת עבודה מארצות האסלאם; התלות הכלכלית של מספר מדינות אסלאמיות בכספים שמעבירים אליהן מהגרי עבודה (אסיה תיכונה, בנגלדש ועוד); השפעת המהגרים על יציבות המדינות הקולטות הגירה מוסלמית (כגון הגברת קסנופוביה, אי-שביעות רצון חברתית, שינויים במפה פוליטית וכו'). האם יש בסיס להשערה כי העולם המוסלמי יפגע יותר מכל קבוצה אחרת בעקבות שינויי האקלים??	
1	יש להשלים את פערי הידע שקיימים בנושא החיבור בין סוגיית ההתמודדות עם השלכות שינוי האקלים בעולם הערבי לבין פוליטיזציה וגיאופוליטיזציה של האסלאם. אין מחקרים על שיתוף פעולה בין ישראל לבין שכנותיה. אין ידע מדעי בנוגע לטרפוד של פרויקטים משותפים. הדוגמה: לחץ מצרי על ירדן לא לאמץ את תכנית תעלת הימים, וזאת מחשש שהתעלה שתיווצר תהווה מתחרה לתעלת סואץ.	

בריאות הציבור

יש להשקיע בסגירת פערי ידע מחקרניים בתחום השפעת שינויי האקלים על הבריאות. להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה – 1, עדיפות בינונית – 2, עדיפות נמוכה – 3).
טבלה 6. פערי ידע בתחום בריאות הציבור ותיעדוף המחקר בתחום.

נושא	פערי הידע	רמת עדיפות
שינויי אקלים ומחלות נשימתיות	מחקר יעיל דורש פיתוח של מאגר נתונים ארוכי טווח על ההיארעות וההימצאות של מחלות בדרכי הנשימה, בנוסף למשתנים סביבתיים וחברתיים שקשורים אליהם (Ayres et al., 2009)	1
	שיטות סטטיסטיות מתאימות, כדוגמת רגרסיה רבת-רמות עבור הערכת הקשרים בין המשתנים ובין תוצאות בריאותיות נשימתיות וניתוח נתיבים (Path analysis), על מנת לחקור מתווכים אפשריים של אותם קשרים, צריכים להיות מיושמים (Ayres et al., 2009).	1
	דרוש מחקר על התפקיד של מערכות בקרת האקלים בתוך המבנים והבתים על המחלות הנשימתיות (Ayres et al., 2009).	2
שינויי אקלים ומחלות לב ושבץ	להגביר את המחקר על ההיארעות של הפרעה בקצב הלב והקשר לטמפרטורה ולמשתני חשיפה סביבתיים אחרים (Portier et al, 2010).	1
	למקד את המחקר על מערכות התראה של גילוי מוקדם ואמצעי תקשורת אשר מכוונים בעיקר עבור קבוצות ספציפיות שנמצאות בסיכון מוגבר לתחלואה לבבית שקשורה לשינויי אקלים (Portier et al, 2010).	1
	לאפיין את המרכיבים הבודדים המרובים של זיהום האוויר על מנת לצפות טוב יותר את ההשפעות הבריאותיות כתוצאה משינוי התערובת של הזיהום באוויר דרך השימוש בדלקים חליפיים (Portier et al, 2010).	2
שינויי אקלים ומחלות שמועברות באמצעות מזון	להבין ולחזות שינויים אפשריים במערכות האקולוגיות בעקבות שינויי אקלים שעלולים לבסס מחדש מחוללי מחלות שמועברות באמצעות מזון, מזהמים כימיים או רעלנים, בנוסף לחשיפות בדרכים חדשות עבור בני האדם (Portier et al, 2010).	1
	להבין את ההשפעה של חומציות האוקיאנוס כתוצאה משינויי האקלים, בהקשר לעליה בזיהום האוויר, על איכות וזמינות המזון הימי (Portier et al, 2010).	3
	דרוש מחקר על היעילות המניעתית, הקלינית ההתערבותית והטיפולית בהקשר של שינויי אקלים. הדבר צריך לכלול מחקר על גורמים, כדוגמת מצב תזונתי, שיכול להעלות את הרגישות והיעילות של הטיפול (Ayres et al., 2009).	2
שינויי אקלים ומחלות שמועברות באמצעות חרקים	לבנות את מערכת הניטור עבור וירוס הנילוס המערבי בצורה טובה יותר על ידי שיפור הרגישות והקניית יכולות טובות יותר לגילוי מחזוריותו בשלב מוקדם. European (Centre for Disease Prevention and Control, 2011)	1
	פיתוח ערכות שדה לזיהוי מחוללי מחלות בשדה.	2
	הערכה של מגמות הקשורות להיקף השימוש בחומרי הדברה.	1
	פיתוח שיטות המניעה כנגד העלייה בכמות הוקטורים ובמיגון הוקטורים.	2

בנייה ותכנון עירוני

לבנייה הירוקה ולתכנון עירוני המתחשב באקלים תפקיד משמעותי גם בהפחתת פליטות וגם בהסתגלות לשינויים. בד בבד עם יישום תכניות, תקנים וטכנולוגיות חדשות, יש לערוך מחקרים נוספים במגוון נושאים אשר יבדקו את החסכון בפועל, ההתכנות הרעיונות והטמעת הטכנולוגיות והתקנים.

להלן מספר תחומים ונושאים מתועדפים (עדיפות גבוהה-1, עדיפות בינונית-2, עדיפות נמוכה-3).

טבלה 7. זיהוי פערי ידע ועדיפות מחקרית בתחום האקלים ותחום הבנייה הירוקה

נושא	פערי ידע מחקרי	רמת עדיפות
יישום בנייה ירוקה	מיפוי מחקרים קיימים וחדשים, כולל ידע תומך מדיניות ממשלתית ועירונית	1
	ניתוח ולימוד מקרי בוחן	1
	ניתוח עלות/תועלת בהשוואה לבנייה רגילה	1
	ניתוח רגישות של תפקוד בניין ביחס להתנהגות משתמשים	2
	זיהוי חסמים	1
	ניטור בניינים ירוקים – השוואה לסימולציה	1
חיסכון באנרגיה	פיתוח הנחיות תכנון לסוגי מבנים נוספים	1
	טכנולוגיות תאורה חדישות: הבטים כמותיים ואיכותיים	3
	בחינה כלכלית אל מול הקיים היום כולל הקמה ותחזוקה שוטפת	
גגות ירוקים	בחינת השפעה על צריכת אנרגיה בבניין	1
	בחינת השפעה על אקלים הרחוב והעיר	2
	אפשרויות יישום	2
	בחינה כלכלית אל מול המתוכנן היום כולל הקמה ותחזוקה שוטפת	2
בחינת בנייה תת-קרקעית / מינהור	איתור המקומות המתאימים לחפירה ובדיקת השימוש במנהרות קיימות	1
	בדיקת הסוגיות הקשורות לבנייה, שיפוץ והחזקה של מבנים תת-קרקעיים. ביניהן: חומרי בנייה ותשתיות.	1
	חישובי כדאיות כלכלית, איתור משקיעים פוטנציאליים שירוויחו מפיתוח מבנים תת-קרקעיים, עלות/תועלת בהיבטי חיסכון, בריאות, בדיקת אופציות לתמרוץ הבונים.	1
	בדיקת בריאות האדם השווה תקופה ארוכת זמן במבנים תת-קרקעיים (זיהומים, חוסר ויטמין D, חשיפות נוספות ובעיות פסיכולוגיות) ויצירת פתרונות עיצוביים והנדסיים.	1
מערכות	שילוב מערכות כחלק אינטגרלי של מעטפת הבניין	2
	מערכות בקרה	3
שיפוץ אנרגטי של בניינים	אסטרטגיות לשיפוץ אנרגטי	1
	הערכת פוטנציאל חיסכון במבנים קיימים	2
פיתוח עירוני בר-קיימא	פיתוח מודלים לתכנון עירוני ליעילות אנרגטית, ייצור אנרגיה, לחסכון במשאבי טבע, למניעת זיהומים ולהעצמת חיי אדם.	

1	ניתוח עלות/תועלת והשוואה כלכלית של פיתוח ותפעול אורבני במודלים לפיתוח עיר בת-קיימא אל מול פיתוח ותפעול המרחב העירוני הקיים.	
	השוואה פיזית-כלכלית-חברתית בין תפקוד האדם במרחב האורבני הקיים לתפקודו במסגרת המודלים לפיתוח עיר בת-קיימא.	
	זיהוי קונפליקטים וחסמים	
2	נוחות תרמית בתנאים משתנים	התמודדות עם מצבי קיצון
1	תכנון אדריכלי למצבי קיצון	
3	פיתוח מודלים לאקלים אורבני בקנה מידה בנייני	
1	תכנון עירוני עד לרמת המבנה המותאם למצבי קיצון, אסונות טבע ואסונות אדם	
3	יש לחקור את השפעת עליית המפלס על בנייה חופית	עליית פני הים

חקלאות

גם בעבר וגם כיום קיימת השקעה רבה במו"פ המתייחס לנושא. במקביל, יש צורך גם במו"פ ייעודי להערכות והסתגלות לשינויי אקלים בחקלאות במסגרת קרן המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר – המו"פ יקדם מחקרים אינטגרטיביים העוסקים בפיתוח כלים ופתרונות להסתגלות לשינויי אקלים בכל היבטי הייצור החקלאי (הן בהיבט של הייצור החקלאי, הן בהיבט של בטחון מזון, הן בהיבט של קיימות כלכלית והן בהיבט של קיימות סביבתית). מדובר במחקרים הכוללים צוות חוקרים בינתחומי רחב ובמחקרים ארוכי טווח (מיזמים ומרכזי מצוינות), כמו גם בסקרים, ניטור ובקרה ארוכי טווח בדיסציפלינות השונות.

מאחר והייצור החקלאי הינו רב תחומי ומגוון מאד (מיני צומח וחי רבים, משאבי טבע המשמשים כתשומות לייצור החקלאי (קרקע, מים, דשנים, אנרגיה), מרעה, מחלות ומזיקים לצומח ולחי, שונות מקומית ואזורית רבה מאד), היקפי המו"פ הנדרשים רבים ומגוונים מאד.

נספח 2: תרחישים להצפות ושיטפונות באזורים שונים בארץ

דוח "תרחישי ייחסו לשיטפונות חריגים בישראל ברמה הארצית והמקומית.", עמיר גבעתי, השירות ההידרולוגי, רשות המים

הצפות בתל אביב כתוצאה משיטפונות בנחל איילון

נחל איילון מנקז שטח של 620 קמ"ר, ממורד מאגר משמר איילון (המנקז 160 קמ"ר מהרי יהודה) ועד למפגש עם נחל הירקון בפארק הירקון, בתל אביב. אגן האיילון מתחלק ל-3: מעלה האגן (המורדות המערביים של יו"ש), מרכז האגן (אזור רמלה - לוד ונתב"ג) ומורד האגן (מפארק אריאל שרון ועד נתיבי איילון). האזורים באגן שונים מבחינת סוגי הקרקע, שימושי הקרקע, התשתיות המצויות בהם והמשטר ההידרולוגי. הקטע המורדי של נחל האיילון נקרא "תעלת האיילון" והוא מתחיל במחלף קיבוץ גלויות ונמשך עד לחיבור עם הירקון בפארק הירקון ("ראש ציפור"). קטע זה של הנחל הינו תעלת בטון מוסדרת בה זורם הנחל בין נתיבי איילון ל-3 מסילות הרכבת. בשנים הקרובות יתחילו העבודות על הוספת מסילה רביעית באיילון עובדה אשר תקטין דרמטית את כושר ההולכה של התעלה ופוטנציאל ההצפות יגדל בצורה משמעותית. פתרונות ניקוז אפשריים לצמצום ההשפעות המסילה הרביעית נבחנים בימים אלה בוועדה לתשתיות לאומיות (ות"ל) במסגרת תת"ל 33.

תרשים 5א'-ב' מציגים את המיקום והטופוגרפיה באגן הניקוז ירקון-איילון (5א') ואת שטח הניקוז המשפיע על הצפות במורד האגן, בכניסה לתל אביב (5ב'). כושר ההולכה של תעלת האיילון (ספיקת המים שהנחל יכול להעביר ללא הצפה) הינה 200 מ"ק/שנייה בקטע שבין גשר מוזס למחלף ארלוזורוב. זוהי הנקודה הנמוכה ביותר בנחל כאשר רום קרקעית הנחל נמצאת 4.37 מטרים ביחס לרום הנתיבים. קטע זה של הנתיבים היה 40 ס"מ מרום הצפה ב-14.12.13 ב-22:00 על פי רישומי חב' "נתיבי איילון". תקופת החזרה לאירוע כזה (כאמור, חסימה מוגבלת של קטע אחד בנתיבי איילון מגשר מוזס על מחלף ארלוזורוב) הינו אחת ל-7 שנים. אירועי השיטפון המתועדים המשמעותיים ביותר שהיו באגן איילון וגרמו לסגירת הנתיבים אירעו ב-01.01.92 (ספיקה מחושבת של כ-470 מ"ק/שנייה אשר גרמה גם להצפות בשכונות דרום תל אביב), 16.12.92 (ספיקה מחושבת של כ-420 מ"ק/שנייה אשר גם כן גרמה להצפות בשכונות דרום תל אביב) וה-08.12.13 (ספיקה מדודה של 402 מ"ק/שנייה אשר גרמה להצפת הנתיבים ומסילת הרכבת, כולל תחנות ההגנה והשלום). ב-14.12.13 נמדדה בנחל איילון ספיקה של 187 מ"ק/שנייה אשר הייתה קרובה 40 ס"מ מגובה הנתיבים בגשר מוזס, עובדה שגרמה למשטרת תל אביב לסגור את הכביש. בספיקה של 400 מ"ק/שנייה הנחל יציף כבר אזורים נרחבים יותר בנתיבי

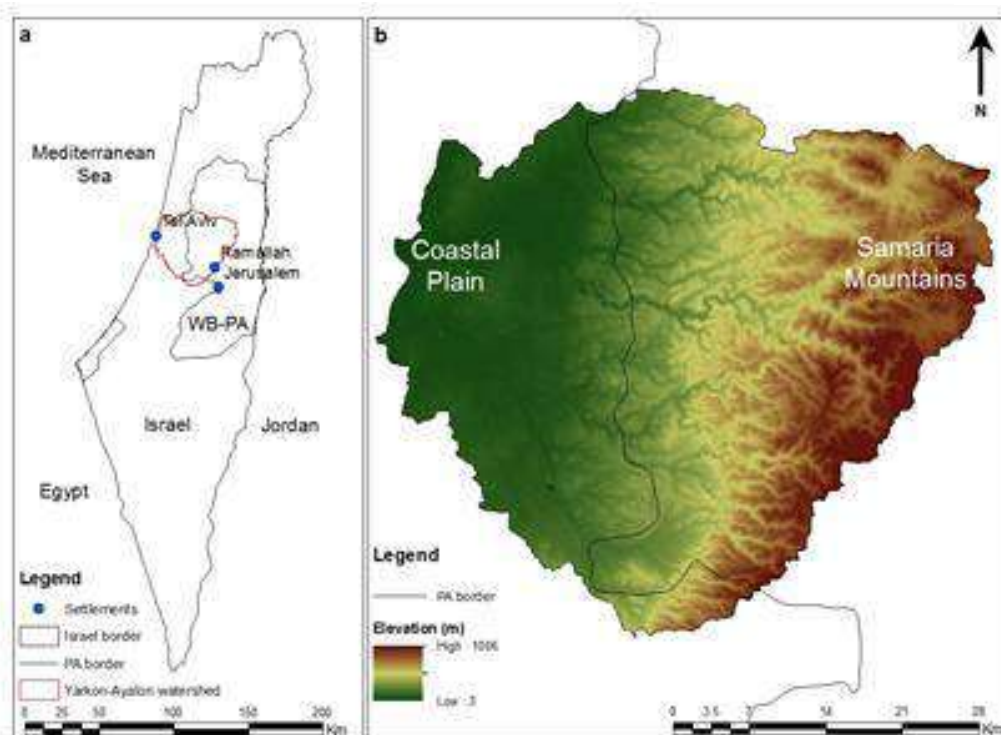
איילון, מאזור קיבוץ גלויות, תחנת ההגנה, לה-גרדייה ועד למחלף השלום. בספיקה כזו יוצפו מסילות הרכבת והתחנות ההגנה והשלום. תקופת החזרה לאירוע כזה הינה 1:25 שנים (רום של 17.24 מטרים אשר שווה לספיקה של 400 מ"ק/שנייה, כלומר עליית גובה מים בנחל ברום של 5.4 מטרים בנחל). בספיקה כזו יש צפי גדול גם להצפה של אזורי מגורים בשכונת עזרא וסביבותיה הנמצאים בגדה המזרחית של תעלת האיילון. עלייה נוספת של 15 ס"מ ברום המים בנחל (ספיקה של 420 מ"ק/שנייה) תגרום להצפות בשכונות המגורים הדרומיות-מזרחיות של תל אביב כמו שכונת עזרא, כפי שניתן לראות בתרשים 6. אירועי שיטפון הגורמים להצפת הנהרות והנתיבים ומסילות הרכבת מהווה סכנה לחיי אדם.

טבלה 1: סיכום תרחשי הייחוס לשיטפונות בנחל איילון

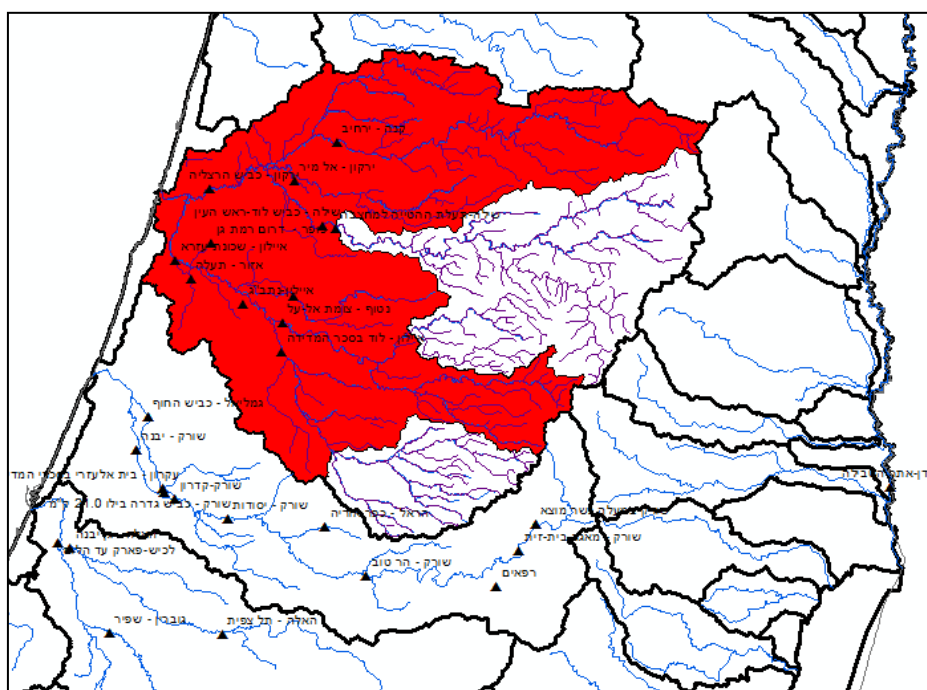
מועד בשנה	תקופת חזרה	האזורים הצפויים להיות מוצפים	ספיקת הצפה
דצמבר-פברואר	אחת ל-7 שנים הצפות בקטע מוזס-ארלוזורוב, 1:25 שנים לאורך כל הנהרות ומסילת הרכבת	- נתיבי איילון: הקטע מגשר מוזס-ארלוזורוב, ולאחר מכן גם בקטע שמקיבוץ גלויות עד מחלף השלום - מסילות הרכבת, בעיקר בקטע שבין מחלף קיבוץ גלויות ועד לתחנת השלום. - הרציפים בתחנות ההגנה והשלום - שכונת עזרא ולאחר מכן שכונות נוספות בדרום תל אביב	החל מ-200 מ"ק/שנייה בקטע מוזס-ארלוזורוב, מ-400 מ"ק/שנייה בכל הנהרות

טבלה 1 מסכמת את תרחשי הייחוס לשיטפונות בנחל איילון בהתייחס לנזקים הצפויים במרחב, לתקופת החזרה שלהם ומועד בשנה בהם אמורים השיטפונות להופיע.

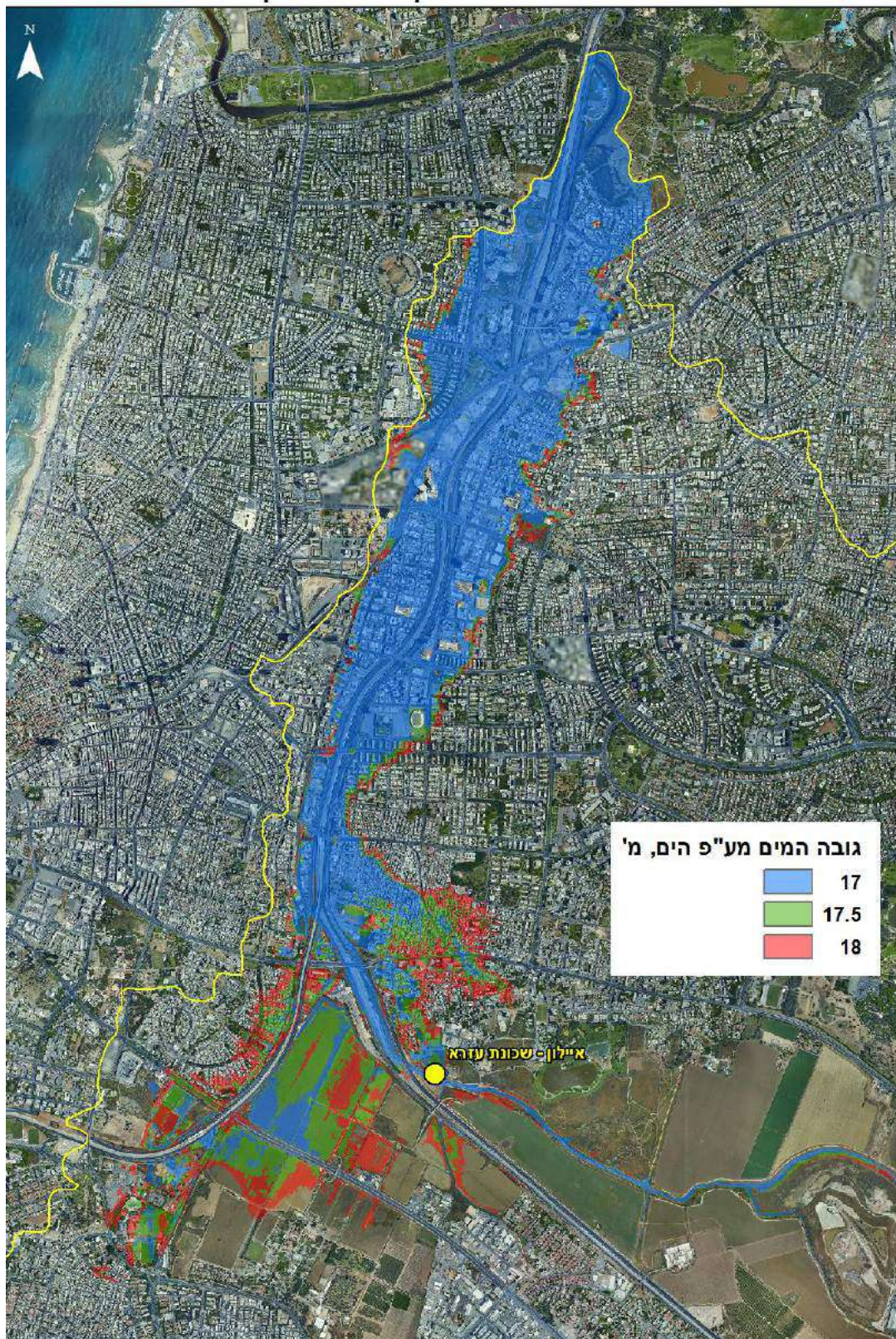
א'



ב'



תרשים 5: הטופוגרפיה באגן הניקוז ירקון-איילון (א') ושטח הניקוז המשפיע על הצפות במורד (ב')



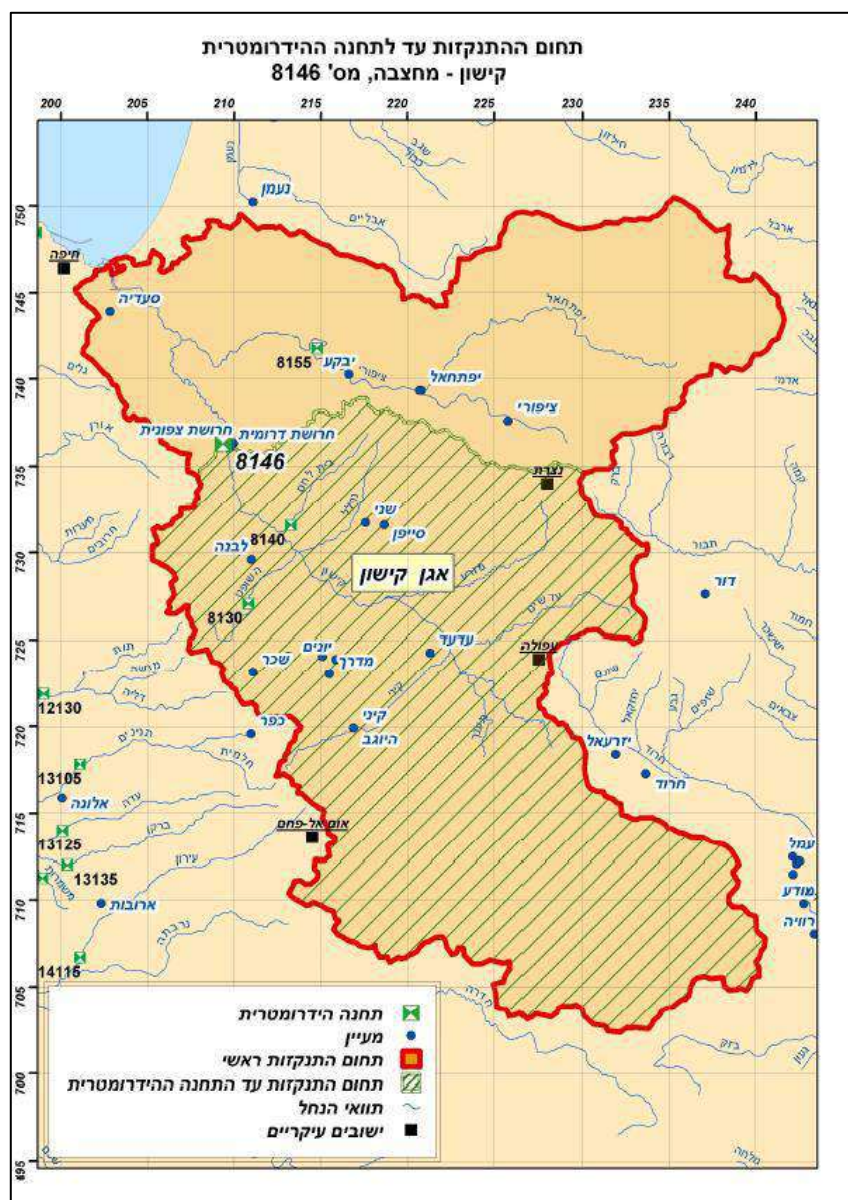
תרשים 6: שטחי הצפה בדרום תל אביב ונתיבי איילון בגבים שונים של נחל איילון

תופעת השיטפונות במורד נחל איילון, בואך העיר תל אביב צפויה להחמיר בשנים הקרובות מכמה סיבות:

- א. הוספת מסילה רביעית לאורך תוואי האיילון, מהאוניברסיטה ועד ללוד. המסילה הרביעית תקטין את חתך הזרימה של הנחל ותוריד את כושר ההולכה בתעלה מספיקה של כ-400 מ"ק/שנייה ל-170 מ"ק/שנייה בלבד, כאשר צווארי הבקבוק צפויים להיות בתחנות הרכבת בהגנה ובשלום. הועדה לתשתיות לאומיות צפויה לאשר פתרון ניקוז שיכלול או חלופה של מאגרים שיתפסו מים במעלה האגן או את הטיית הנחל לים, ממוצא פארק אריאל שרון ועד לחוף באזור יפו, אולם מתחילת העבודות על המסילה הרביעית ועד שיושלמו פתרונות הניקוז, צפויות כמה שנים בהן סכנת ההצפות באזור נתיבי איילון- מסילת הרכבת, תיגבר בצורה משמעותית.
- ב. שינויים בשימושי הקרקע באגן ירקון-איילון: אגן נחל איילון עבר בעשורים האחרונים שינויים ניכרים בשימושי הקרקע, בעיקר מעבר משטחים חקלאיים ופתוחים לאזורים בנויים. שינויים אלו משפיעים על מקדמי הנגר (כמות המים אשר זורמת בנחלים כתוצאה מגשם) וצפויה להגדיל את נפחי הנגר העילי וספיקות השיא, כלומר יותר שיטפונות בעוצמה חזקה ובתדירות גבוהה יותר.
- ג. שינויי אקלים: המודלים האקלימיים צופים שהמשך מגמת ההתחממות הגלובאלית תאיץ את המחזור ההידרולוגי ותשפיע על רכיבים שונים שלו. בין היתר צפויה עלייה באירועי הגשם הקיצוניים אשר צפויים להגדיל את ספיקות השיא בנחלים, ביניהם נחל איילון. המשמעות של כך היא שוב, שיטפונות בעוצמה חזקה יותר ובתדירות גבוהה יותר.

הצפות בחיפה כתוצאה משיטפונות בנחל הקישון

שטחו של אגן נחל הקישון הינו 1,106 קמ"ר. גבולו הדרומי הוא בצפון השומרון, המזרחי בעמק יזרעאל, המערבי בהרי הכרמל ומנשה והצפוני בגליל התחתון. הנחל זורם לאורך 70 ק"מ ומתנקז לים התיכון במפרץ חיפה, באזור בתי הזיקוק. היובלים הראשיים של נחל הקישון הם יפתחאל-ציפורי, נחל שפרעם-גדורה, והנחלים עדשים ונהלל בעמק יזרעאל (ראה תרשים 7). באפיק הקישון וברבים מיובליו קיימת זרימת בסיס לאורך כל השנה כתוצאה משפיעת מעיינות, ניקוז, השקיה וגלישות קולחים וביוב, ושפכי תעשייה במפרץ חיפה.



תרשים 7: אגן נחל הקישון והעיר חיפה במורד האגן (במקווקו, תחום הניקוז המדוד, עד לתחנה ההידרומטרית בצומת העמקים (מקור: שנתון הידרולוגי לישראל)

אופיו הביצתי לשעבר של מפרץ חיפה גרם לכך שניקוז המים לים התיכון הינו בעייתי. בנוסף, מחמירה בעיית הניקוז באזור מורד הקישון כאשר פני הים התיכון גבוהים עקב גלים. הצפות משמעותיות ונרחבות במפרץ חיפה כתוצאה מעליית מפלס מי הקישון אירעו בשנת 1962, ינואר 1969, פברואר 1995, ינואר 1992 ובמידה פחותה בהרבה בינואר 2013. במצב הקיים היום במפרץ חיפה, אירועי שיטפון חריגים צפויים להופיע אחת ל-10 שנים ולגרום לנזקים משמעותיים. בתקופת חזרה של אחת ל-25 שנים צפויים שיטפונות אשר עשויים לגרום להצפות נרחבות בכל האזור שצומת העמקים לאזורי התעשייה מצפון לצומת הצ'ק פוסט, כולל חשש לסיכון חיי אדם. תרשים 7א'-ג' מציג את אזורי ההצפה (בכחול) ב-3 אירועי ההצפות האחרונים במפרץ חיפה: 08.01.1969 (תרשים 7א'), 165 מ"ק/שנייה בתחנה בקישון- צומת ג'למה, 26.02.1992 (תרשים 7ב'), 220 מ"ק/שנייה ו-08.02.1995 (תרשים 7ג'), 200 מ"ק/שנייה). תרשים 8 מציג את שטח הניקוז המדוד של אגן נחל הקישון (בסגול) והאזורים המועדים להצפה באגן (פשטי ההצפה, באדום). ניתן לראות שהמקומות המועדים להצפות נרחבות נמצאים באזור גשר ההסתדרות-צומת הצ'ק פוסט.

טבלה 2 מסכמת את תרחשי הייחוס לשיטפונות בנחל הקישון בהתייחס לנזקים הצפויים במרחב, לתקופת החזרה שלהם ומועד בשנה בהם אמורים השיטפונות להופיע.



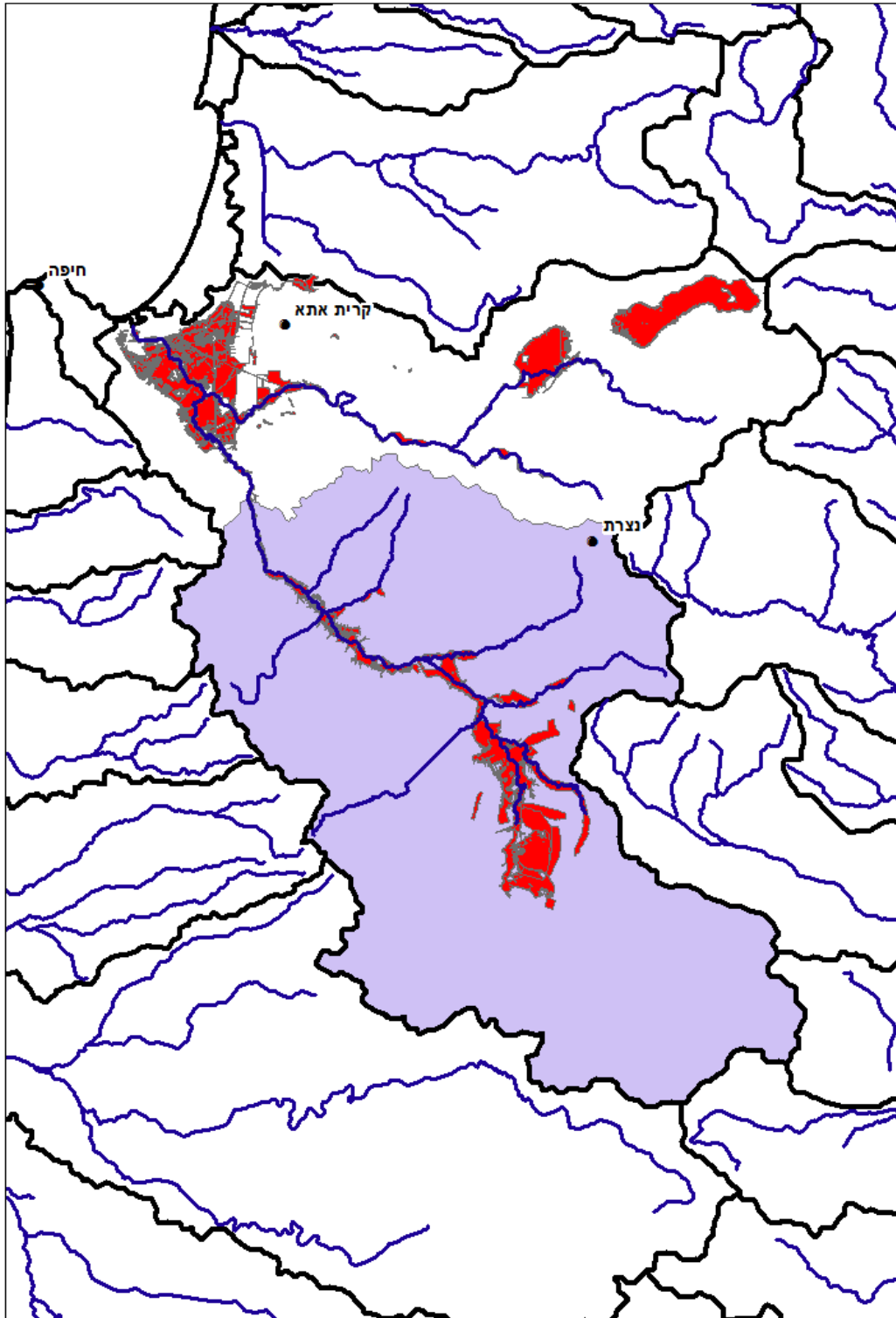
תרשים 8א': האזורים שהוצפו במורד אגן הקישון (פשטי הצפה) בשיטפונות בינואר 1969 (מקור: תוכנית אב לניקוז מפרץ חיפה 2010)



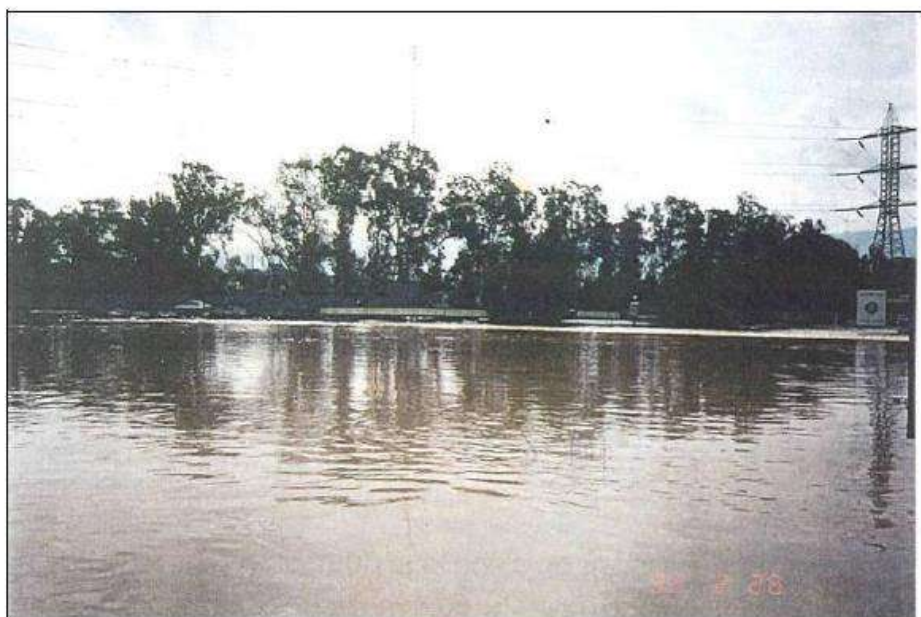
תרשים 8ב': האזורים שהוצפו במורד אגן הקישון (פשטי הצפה) בשיטפונות פברואר 1992
(מקור: תוכנית אב לניקוז מפרץ חיפה 2010)



תרשים 8ג': האזורים שהוצפו במורד אגן הקישון (פשטי הצפה) בשיטפונות פברואר 1995
(מקור: תוכנית אב לניקוז מפרץ חיפה 2010)



תרשים 9: שטח הניקוז המדוד של אגן נחל הקישון (בסגול) והאזורים המועדים להצפה באגן (באדום)
מקור: אגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות



תרשים 10א' : הצפת כביש ההסתדרות בצמוד לגדר בז"ן, 1992
(מקור : תוכנית אב לניקוז מפרץ חיפה 2010)



תרשים 10ב' : הצפת כביש ההסתדרות בצמוד לגדר בז"ן, 1995
(מקור : תוכנית אב לניקוז מפרץ חיפה 2010)

טבלה 2 : תרחיש הייחוס לשיטפונות בנחל הקישון

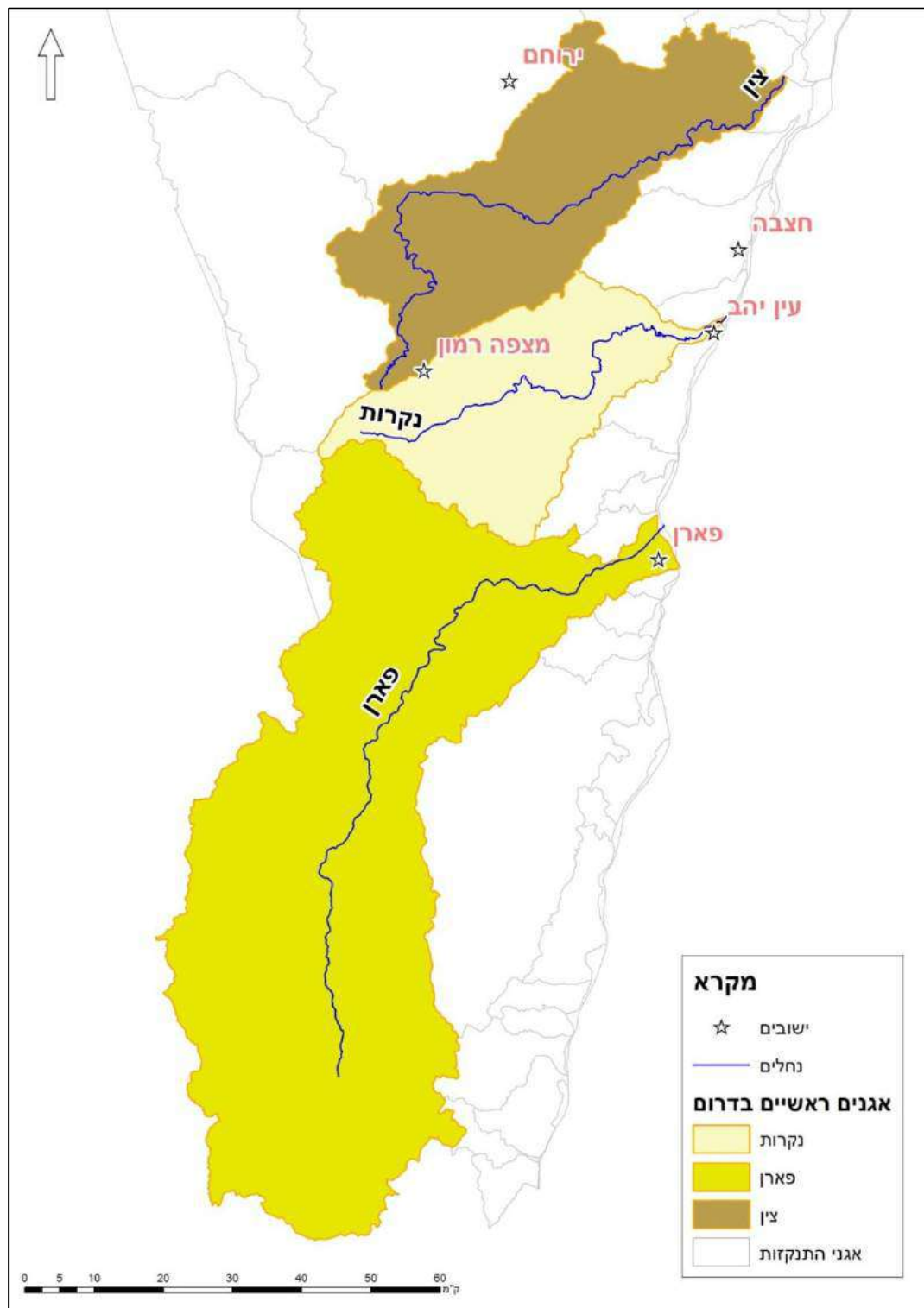
מועד בשנה	תקופת חזרה	האזורים הצפויים להיות מוצפים	ספיקת הצפה
דצמבר- פברואר	אחת ל-10 שנים, הצפות עירוניות (גדורה), אחת ל-25 שנים כתוצאה מעליית מפלס מי הקישון באזור גשר ההסתדרות, רחוב זבולון	שדה התעופה מגידו, מעלה גשר ההסתדרות, אזור הציק פוסט, קריית חרושת, נחל הגדורה	החל מ-180 מ"ק/שנייה בקישון- צומת העמקים

שיטפונות בשטחים נרחבים ברחבי הנגב והערבה: פארן, נקרות, צין ובשור

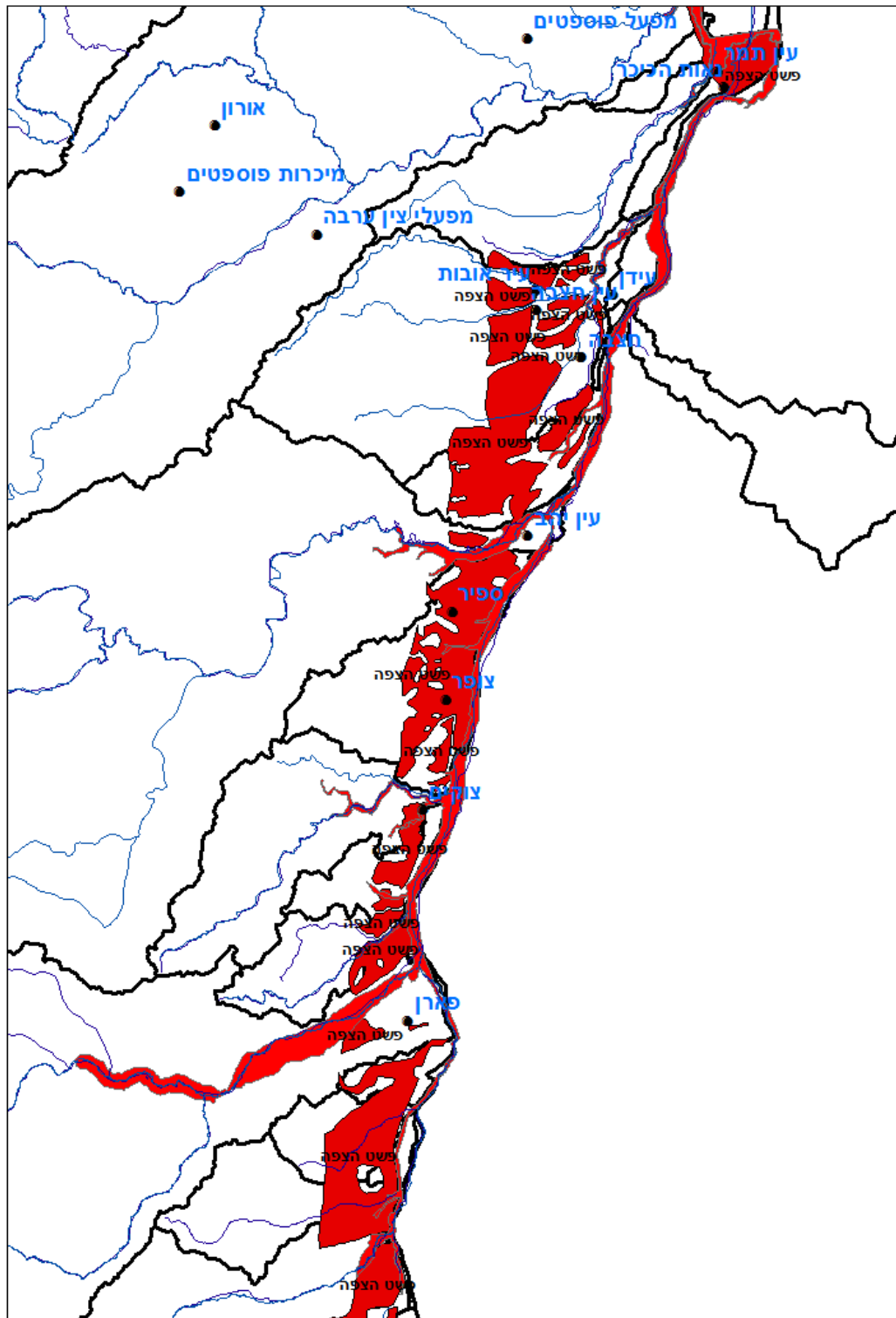
שיטפונות בנחלי הנגב והערבה מתרחשים מדי שנה. האופי האקלימי וההידרולוגי המיוחד של אזור זה (היעדר קרקע הסופגת את המים, טופוגרפיה תלולה, עוצמת גשם גבוהות בזמן קצר) גורם להיווצרות של שיטפונות אשר יכולים להיות חזקים ולהופיע בזמן קצר (דקות בודדות), בעיקר ביובלים קטנים המנקזים שטחים של עשרות קמ"ר בודדים. בניגוד לשיטפונות בצפון ובמרכז הארץ, השיטפונות בנגב (בעיקר במרכז ודרום הנגב) מתרכזים דווקא בעונות המעבר (אוקטובר-נובמבר ומרץ-מאי) ולא בחודשי החורף העיקריים (דצמבר-פברואר).

מרבית שיטחו של הנגב (כ-70%), מנוקז על ידי 4 נחלים עיקריים: נחל פארן, נחל צין, נחל נקרות (מתנקזים לים המלח, ראה תרשים 12) ונחלי בשור ושקמה (מתנקזים לים התיכון). אירועי שיטפון בנחלים אלה משפיעים על מרחב הנגב כולו, ובעיקר על האזורים אליהם הם מתנקזים: בכל המרחב שמדרום לים המלח (יישובי נאות הכיכר) ועד הערבה המרכזית (מושב פארן) ובאזור הנגב המערבי ועוטף עזה.

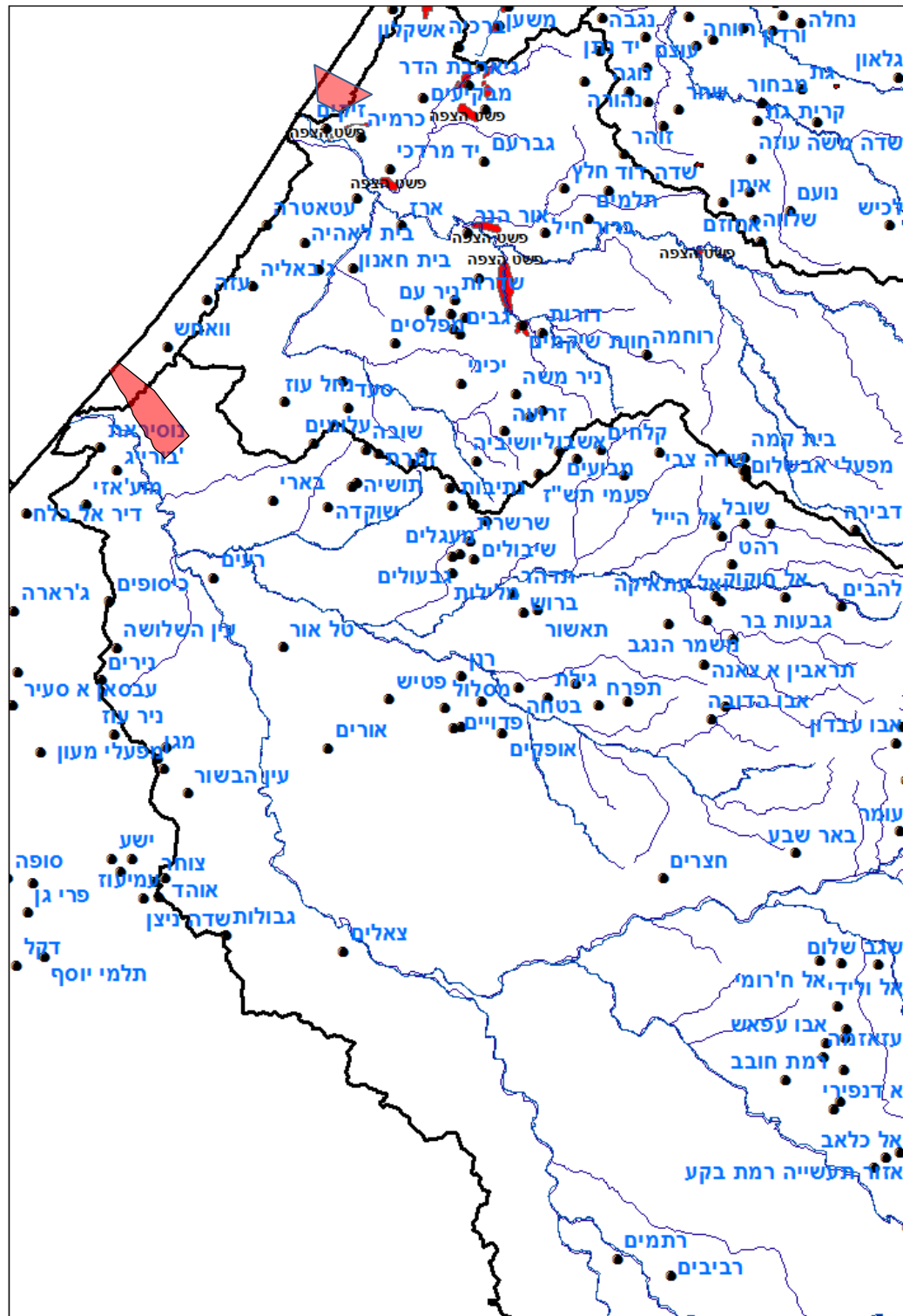
אירועי שיטפון נרחבים כאלה אירעו לא אחת בעשורים האחרונים כמו בפברואר 1975, אוקטובר 2004, אוקטובר 1987, אוקטובר 1991, ולאחרונה בינואר 2010 ומאי 2014. בעת שיטפונות משמעותיים בנחלים אלה יש לצפות לשיטפון בנחל הערבה (אליו מתנקזים שלושת הנחלים המזרחיים), וכתוצאה מכך לחסימות נרחבות בכבישים המובילים לערבה כמו כביש 40 וכביש 90. בעת אירוע כזה יש לצפות בנוסף להצפות מנחלים המתנקזים לערבה מכיוון ירדן כמו נחל עובא ולהצפות נרחבות בשטחים שמסביב למושבים עין תמר, נאות הכיכר, עידן, חצבה, עין יהב, ספיר, צופר, צוקים, ופארן. תרשים 13 מציג את האזורים הצפויים להיות מוצפים לאורך הערבה בעת אירוע שיטפון משמעותי בנחלים הגדולים בנגב (מסומן באדום), תרשים 14 את האזורים הצפויים להיות מוצפים בעת אירוע שיטפון בנחל הבשור. טבלה 3 מסכמת את תרחיש הייחוס לשיטפונות בנגב והערבה.



תרשים 11: אגני ההיקוות של הנחלים פארן, נקרות וצין



תרשים 12 : מפת אזורי הצפה כתוצאה משיטפונות בנחלים פארן, נקרות וצין



תרשים 13 : מפת אזורי הצפה בנגב כתוצאה משיטפונות בנחלים שקמה ובשור

טבלה 3 : תרחיש הייחוס לשיטפונות בנחלי הנגב והערבה

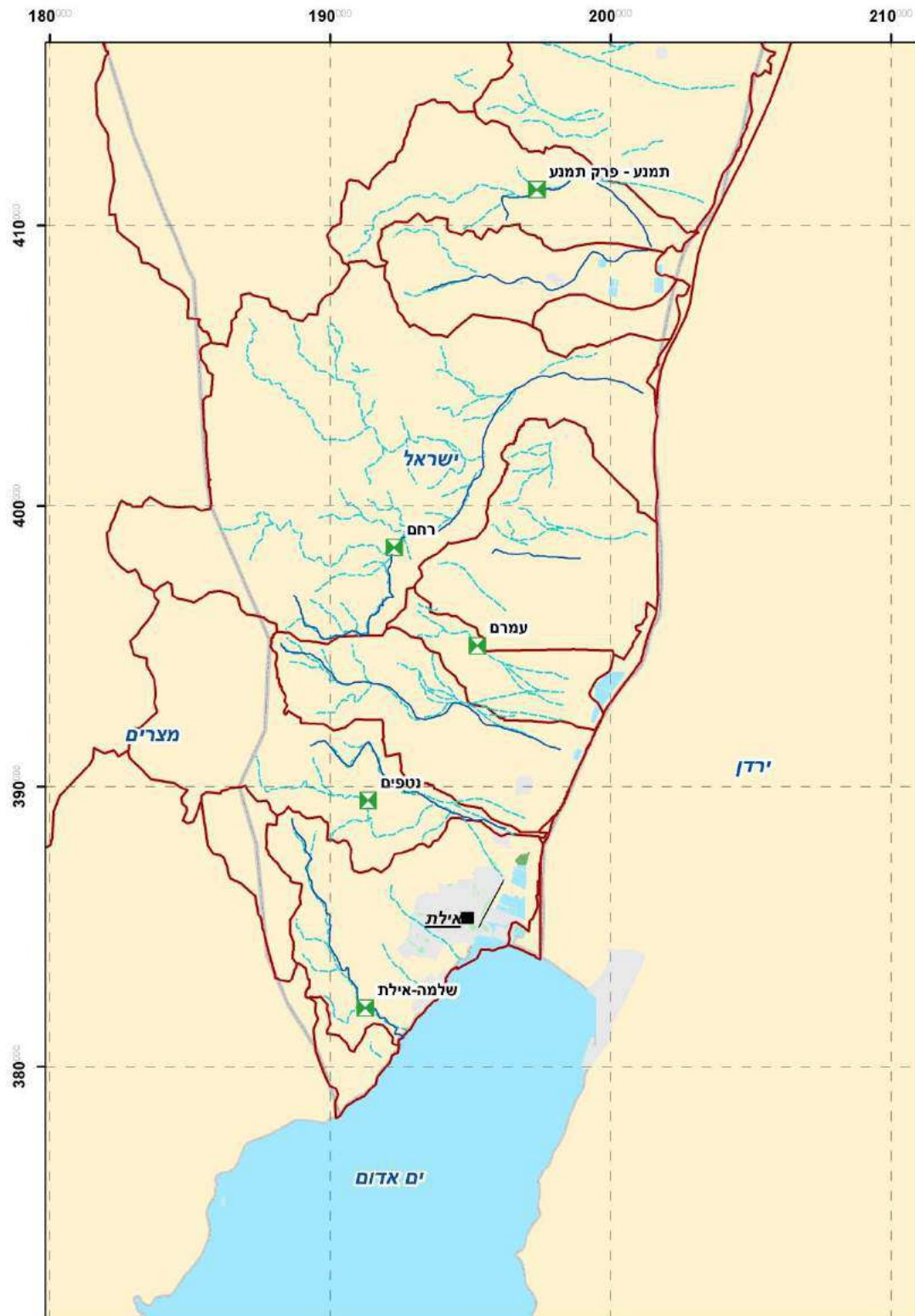
מועד בשנה	תקופת חזרה	האזורים הצפויים להיות מוצפים	ספיקת הצפה
אוקטובר-מאי, בעיקר באוקטובר- נובמבר ומרץ - אפריל	אחת ל-10 שנים	כביש 40 באזור חציית נחל פארן, כביש 90 יישובי נאות הכיכר ועד מושב פארן	סדרי גודל של מאות מ"ק/שנייה : מעל 500 מ"ק/שנייה בנחלים המתנקזים מזרחה, מעל כ- 300 מ"ק/שנייה בבשור

שיטפונות הגורמים להצפות בעיר אילת

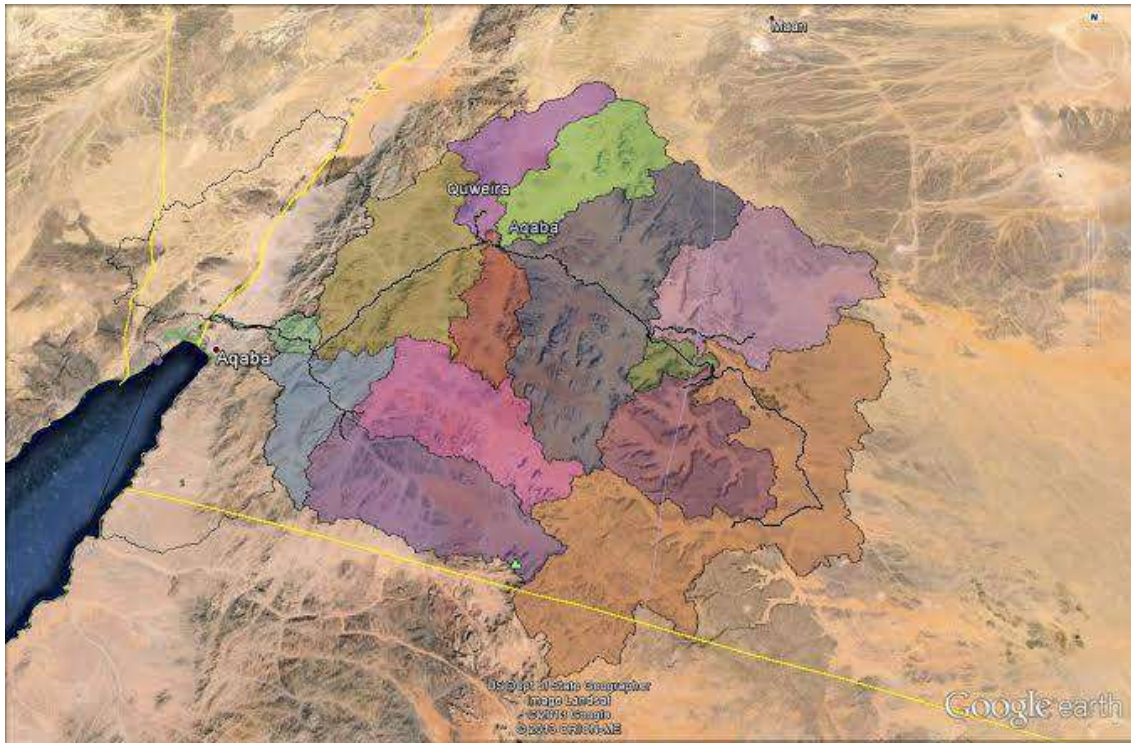
מפרץ אילת מהווה בסיס ניקוז למספר נחלים לא גדולים המתנקזים אליו (תרשים 15). אגן ההיקוות הגדול ביותר שייך לנחל רחם אשר מתנקז למפרץ דרך מלחת עברונה. האזור הטופוגרפי הנמוך ביותר במפרץ נמצא בשטח מדינת ישראל, בגבול בין ישראל לירדן. המפרץ מנקז נחלים אשר מקורם גם ממזרח, בממלכת ירדן. הנחל הגדול ביותר המתנקז למפרץ אילת ועקבה הוא נחל יותום. נחל זה מנקז שטח של כ- 3,600 קמ"ר בסעודיה ובעיקר בירדן (ראה את אגן ההיקוות של יותום בתרשים 16). מוצאו של הנחל הוא באזור מעבר הגבול ערבה (מסוף "רבין") ומשם מתנקזים מימיו לאזור המלוונות במפרץ אילת. ב-06.02.2006 אירע שיטפון בנחל יותום אשר גרם להצפות נרחבות ונזקים במעבר הגבול ושטחים החקלאיים של קיבוץ אילות. השיטפונות אשר צפויים מנחל יותום מסווגים ל-3 קטגוריות :

- שיטפון גדול (1000 מ"ק/שנייה, תקופת חזרה של 100:1 שנים).
- שטפון בינוני (500 מ"ק/שנייה, תקופת חזרה של 50:1 שנים).
- שטפון בינוני עד קטן (250 מ"ק/שנייה, תקופת חזרה של 20 שנים).

בעבודה שבוצעה עבור רשות ניקוז ערבה הוערך הנזק משיטפון גדול אשר יגיע לאילת מנחל יותום ב-1 מיליארד ₪, 400 מיליון ₪ בשיטפון בינוני ו-33.5 מיליון ₪ בשיטפון בינוני-קטן. תרשים 17 מציג את אזורי ההצפה כתוצאה משיטפון גדול, תרשים 18 את ההצפות הצפויות להתקבל בשיטפון בינוני ותרשים 19 את ההצפות באירועי בינוני-קטן. על פי רשות הניקוז האזורים אשר צפויים להיות מוצפים בעת אירוע שיטפון גדול ובינוני הם בתי המלון בחוף הצפוני של המפרץ (באירוע גדול יוצפו 20 בתי מלון מתוך 26 מלוונות) , בתי מסחר, הטיילת, שדה התעופה, מפעל המלח, מפעל האצות, מסוף רבין, מתקן טיהור השפכים, פארק הקרח, תשתיות של חשמל, תקשורת וניקוז, ערדג, פארק הצפרות, המכון לחקר ימים ואגמים, גדר המערכת ובסיס צה"ל. שיטפון בינוני – קטן יגרום להצפות ונזקים באזורים הבאים : שטחים החקלאיים שמצפון לעיר, מסוף רבין, פארק הצפרות, גדר המערכת ומתקנים של הצבא.



תרשים 14 : מפת הנחלים ואגני ההיקוות באזור אילת



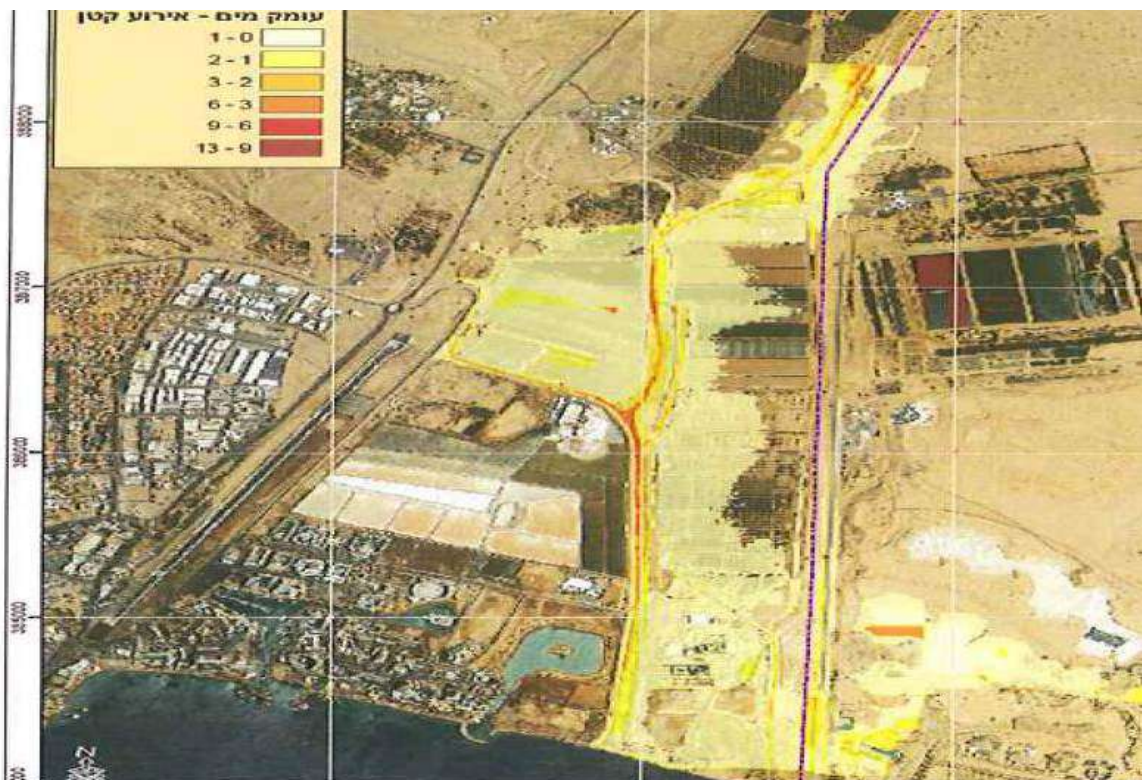
תרשים 15 : אגן ההיקוות של ואדי יותום



תרשים 16 : מפת אזורי הצפה במפרץ אילת עקב הצפה מנחל יותום בגבהי מים שונים בעת אירוע שיטפון גדול : ספיקה של 1,000 מ"ק/שנייה
מקור : אומדן הערכת ניזקי שיטפון, רשות ניקוז ערבה



תרשים 17 : מפת אזורי הצפה במפרץ אילת עקב הצפה מנחל יותום בגבהי מים שונים בעת אירוע שיטפון בינוני : ספיקה של 500 מ³/שנייה מקור : אומדן הערכת ניזקי שיטפון, רשות ניקוז ערבה



1

תרשים 18 : מפת אזורי הצפה במפרץ אילת עקב הצפה מנחל יותום בגבהי מים שונים בעת אירוע שיטפון בינוני-קטן : ספיקה של 250 מ³/שנייה. מקור : אומדן הערכת ניזקי שיטפון, רשות ניקוז ערבה

טבלה 4 : תרחיש הייחוס לשיטפונות במפרץ אילת

מועד בשנה	תקופת חזרה	האזורים הצפויים להיות מוצפים	ספיקת הצפה מ"ק/שנ'
אוק'-מאי, בעיקר אוק'-נוב', מרץ – אפי'	1:100 שנים	בתי המלון בחוף הצפוני של המפרץ (9 בתי מלון מתוך 26), בתי מסחר, הטיילת, שדה התעופה, מפעל המלח, מפעל האצות, מסוף רבין, מתקן טיהור השפכים, פארק הקרח, תשתיות של חשמל, תקשורת וניקוז, ערדג, פארק הצפרות, המכון לחקר ימים ואגמים, גדר המערכת ובסיס צה"ל	1,000
אוק'-מאי, בעיקר אוק'-נוב', מרץ – אפי'	1:50 שנים	בתי המלון בחוף הצפוני של המפרץ (9 בתי מלון מתוך 26), בתי מסחר, הטיילת, מפעל המלח, מפעל האצות, מסוף רבין, מתקן טיהור השפכים, פארק הקרח, תשתיות של חשמל, תקשורת וניקוז, ערדג, פארק הצפרות, המכון לחקר ימים ואגמים, גדר המערכת ובסיס צה"ל	600-500
אוק'-מאי, בעיקר אוק'-נוב', מרץ – אפי'	1:20 שנים	מפעל האצות, מסוף רבין, פארק הצפרות, המכון לחקר ימים ואגמים, גדר המערכת, כבישים וחניות	250-200

נספח 3. הצורך באינדיקטורים מפורטים בחקלאות

המגזר החקלאי הוא בעל מאפיינים ייחודיים המבדילים אותו ממגזרים אחרים ומחייבים תשומת לב מיוחדת למורכבות יוצאת דופן עקב המגוון הגדול של בעלי-החיים והצמחים שלכל אחד פיזיולוגיה ייחודית, דבר המתבטא ברגישויות ענפיות שונות לתנאי האקלים. לדוגמא, עצים נשירים כגון תפוחים ואגסים רגישים במיוחד לתרחיש של הפחתה בשעות הקור במשך החורף, ואילו עצים סוב-טרופיים וטרופיים כדוגמת עצי ההדר ואבוקדו רגישים במיוחד דווקא לקרה. גם הגיוון בזנים השונים בענפי הצומח וגזעי בעלי-החיים וברגישויות שלהם לתנאי אקלים שונים תורמים למורכבות זו.

כדי להגדיר מדדים אקלימיים קריטיים המשליכים על כל ענף חקלאי בפרט וסקטור החקלאות בכלל, משרד החקלאות החל במיפוי רגישויות אקלימיות של כל ענפי החקלאות וגורמי הייצור במטרה לזהות מדדים אקלימיים חשובים לחקלאות, ייעור, שימור קרקע וניקוז. העבודה מדגישה את הצרכים המיוחדים של החקלאות שאינם מקבלים מענה מספק בעבודות הגורמים הגלובליים כגון תחזיות ה IPCC מחד, והצורך בבחירת המדדים האקלימיים והרזולוציה העיתית והמרחבית (שאינה יכולה להתבסס על ערכים ארציים ממוצעים) מאידך.

מדדים קריטיים להערכת השלכות שינויי אקלים בחקלאות - להלן נביא כמה דוגמאות:

- **אופו-טרנספירציה פוטנציאלית (Potential Evapo-transpiration)** – מדד זה, המחושב על בסיס טמפרטורה, קרינה, לחות יחסית ועוצמת רוח, משמש כבסיס לקביעת תצורות המים של כל ענפי הצומח ולכן משפיע על כל חקלאות הצומח. ככל שתהיה עליה באופו-טרנספירציה הפוטנציאלית, תגדל תצורות המים של הצומח. אי לכך, מדד זה מכתוב את כלל תצורות המים של כלל חקלאות הצומח (הן את כמויות המים להשקיה והן את פערי המאזן בגידולי החורף המתבססים על משקעי החורף).
- **עומס החום ושרב** – מדדים משולבים של טמפרטורה ולחות יחסית נחוצים מצד אחד בגלל השפעתם המכריעה בענפי בעלי-החיים (צירוף של טמפרטורה ולחות יחסית גבוהים), ומצד שני בגלל השפעה בחלק מענפי הצומח של שרב על כמות ואיכות יבולים בענפים השונים (צירוף של טמפרטורה גבוהה עם לחות יחסית נמוכה).
- **סיפי טמפרטורה ייחודיים** – מירב עבודות האקלים מתמקדות בטמפרטורה ממוצעת או בספים של 0 מ"צ כמדד לטמפרטורה נמוכה ו 25 מ"צ כמדד לטמפרטורה גבוהה. המגוון הגדול של הגידולים החקלאיים, שלכל אחד מאפיינים ייחודיים, מצריך התייחסות למדדים פיזיולוגיים. לדוגמא, העגבנייה אינה מייצרת פירות כשהטמפרטורה יורדת מתחת ל- 10 מ"צ או עולה על מעל 32 מ"צ, או חלק מהדגניים אשר גידולם נעצר כשהטמפרטורה יורדת מתחת ל 5 מ"צ.

- **מדדי טמפרטורה מורכבים** – כגון הצטברות **שעות הקור**, מדד קריטי לעצים נשירים ואשר מחושבים מצירוף של שעות מעל ומתחת לטמפרטורת מוגדרות ע"פ הפיזיולוגיה הספציפית של כל מין וזן.

רזולוציה עיתית:

מרבית העבודות העוסקות בשינוי אקלים בסקטורים רבים, שאינם חקלאות, משתמשות במדדי מינימום ומקסימום יומי או ממוצע יומי להערכת שינוי האקלים הצפויים. לעומת זאת בענפי החקלאות ההשפעות האקלימיות ותוצאותיהן הן אדטיביות ולא במדד בדיד. השילוב שבין מדדי אקלים שונים ושילובם קובע את מידת הפגיעה בייצור הענפי בצומח ובחי. הפגיעה בתפוקת החלב של הפרה ברפת תלויה במספר השעות ועוצמת עומס החום שהיא נחשפת אליהם. בדומה לכך עוצמת הצימוח הוגטטיבי והרפרודוקטיבי של עץ התפוח המתעורר מתרדמת החורף תלויים במספר שעות הקור שהצטברו במהלך החורף. אי לכך, נדרשת רזולוציה עיתית גבוהה של מדדי האקלים והתחזיות בחקלאות.

רזולוציה מרחבית:

ישראל התברכה במגוון גדול של אזורים גיאוגרפיים שונים הפרוסים על פני שטח קטן. כפי שנכתב לעיל, רגישות ענפי החקלאות השונים ותנאי הייצור החקלאי למדדים אקלימיים שונים רבה מאד. אי לכך, נדרשת תחזית לשינויי אקלים ברזולוציה מרחבית גבוהה במיוחד כדי להתאים כל מדד אקלימי לענף החקלאי ולאזור בארץ שבו הוא מיוצר, כמו גם למשאבי הקרקע והמים. ישנם גידולים כגון תפוחים ואגסים המוגבלים בדרך כלל לאזורי ההר בגלל הצורך במספר גבוה של שעות קור, ולעומת גידולים טרופיים (כגון בננה, אננס) וסוב-טרופיים (כגון הדריס, אבוקדו, מנגו, ליצי) הרגישים מאוד לטמפרטורה נמוכה.

נספח 4. השפעות גיאואסטרטגיות

המובא להלן מבוסס על דוח מרכז הידע.

בכדי לראות את השפעתם הישירה של שינויי האקלים על ישראל, כמו גם את השלכותיהם העקיפות, שנובעות מהשפעתם על שכנותיה הקרובות והרחוקות, התייחס דוח מרכז הידע לשינוי אקלים (דוח ב') למרחבים גיאוגרפיים שונים:

❖ ישראל שבתחומי הקו הירוק, מזרח ירושלים ורמת הגולן.

- **מעגל המדינות הראשון.** ארבע המדינות השכנות והמרחבים שבשליטת הרשות הפלסטינאית;

- **מעגל המדינות השני.** הארצות המוסלמיות-ערביות הסמוכות למעגל הראשון: טורקיה, איראן, ארצות המגרב, מדינות משני צידי חופי ים סוף, כמו סודן על שני חלקיה, ערב הסעודית, תימן ומדינות קרן אפריקה.

- **מדינות המעגל השלישי.** יתר מדינות העולם. בעיקר חשוב לשאול מה יעשה שינוי האקלים למעצמות הגדולות כמו ארה"ב, האיחוד האירופאי, רוסיה, סין והודו, כאשר הנעשה אצלן ישפיע על ישראל במיוחד.

בראיה הרב תחומית קיימת התייחסות לשלוש תופעות עיקריות הנובעות משינוי אקלים, שעומדות בבסיסן של המשמעויות הגיאואסטרטגיות לישראל: מחסור במים, עליית מפלס פני הים, עלייה בטמפרטורות (התחממות), התייבשות גוברת והתגברות אירועי קיצון, ובנוסף עליהן - נושאים משולבים שיושפעו מאפקט מצטבר של שינויי האקלים.

המחסור במים

רבים ממקורות המים במזרח התיכון הם מקורות חוצי גבולות: הירדן – ירמוך משותף ללבנון, סוריה, ישראל והרשות הפלסטינית; אקוות ההר משותפת לישראל ולפלשתינים ואילו אקוות החוף הדרומי משותפת לישראל ולפלשתינים; סוריה תורכיה ועירק שותפות לפרת ולמצרים עשר שותפות בחלק העילי של הנילוס.

כחלק ממארג היחסים עם ירדן, ישראל תמשיך באספקה בסדר גודל של כ-50 מלמ"ק לשנה לממלכה גם בעתיד. לא מוזכרת באופן ספציפי הגדלה עתידית לירדן, אבל ישראל כבר סייעה לירדן בעבר בהגדלת הכמויות המועברות על ידי הגדלת הכמות בעת מחסור חמור.

מצב המים במדינות המעגל השני המרוחקות יותר מישראל גם הוא בכי רע ועשוי לגרום לזרם מוגבר של "פליטי בצורת" לישראל בעתיד עם זאת, לצד אתגר זה, ההשערה היא שככל שמצב מדינות הגבול האקלימי של ים תיכון-סהרה יורע, יהיה לישראל שער כניסה דימפולמטי-כלכלי אפשרי למדינות אלה כמסייעת להן בהתפלה, בשיטות חקלאיות וכו'. ההערכה היא שמדובר

בטווחי זמן בינוניים ולא מידיים.

עליית פני הים

העלייה במפלס פני הים תוביל לעלייה בתדירות ההצפות במקומות הנמוכים. קרקעות יקרות ערך תאבדנה. כתוצאה מארוזיה מוגברת יימצאו בסכנת התמוטטות מצוקי הכורכר. עלולה להיווצר פגיעה במבנים, אשר תבוא לידי ביטוי בהפסדים כלכליים לא מבוטלים. שינוי במפלס פני הים יפגע בכל חופי ישראל, מראש הנקרה ועד לגבול עם רצועת עזה. באשר לסכנת הצפות הים בעמקים נמוכים מדובר באיום על חדירת מי ים לנעמן ולקישון. יש להעריך פגיעה עתידית אפשרית במתקני חיל הים ובתשתיות לאומיות רבות לרבות תחנות כוח חופיות. התפתחות צפויה זו דורשת בחינה של היקף הנזקים כנגזרת של עליית מפלס פני הים עתידית והכנת אמצעי התמודדות אפשריים כגון: נטישת תחנות כוח ישנות, ומנגד בניית סוללות הגנה וסכרים עבור תחנות שצפויות להישאר אופרטיביות למשך זמן רב. כמו כן, יש להשלים פערי ידע בנושא היערכות נמלי ישראל לשינוי מפלס פני הים. יש לזכור כי עדיין לא נערכו תרחישים ומודלים בדבר גובה העליה הצפויה באזורנו. דרוש מחקר נוסף בנושא, מה שמעלה את הצורך ליצירת שיתוף פעולה מחקרי (גם אם מוגבל) עם חלק ממדינות האזור.

עליית הטמפרטורות והתגברות המדבור

קיימות תחזיות הגורסות כי התחממות גלובלית משמעותית (למשל כדי 3 מעלות מעל הממוצע) תקטין את כמות היבולים העולמית, תגרום לשריפות גדולות (בין היתר של תוצרת חקלאית), וכתוצאה מכך תייצר מחסור גובר במזון בקנה מידה עולמי. זו תהיה כנראה אחת הסיבות העיקריות לגלי הגירה רבים (IPCC, AR5).

בתוך ישראל נאלץ להתמודד עם יותר מחלות שחלקן אולי לא מוכרות. יש לחשוב על שינוי בכל הנוגע לבנייה במודלים חדשים. יש לשקול את האופציה של ירידה אל מתחת לפני הקרקע כדי לשמור על טמפרטורה צוננת יותר, דבר שגם יסייע לחסוך בשטחים במדינה צפופה כשלנו. עליה בטמפרטורות, שתלווה בגשמי זעף קצרים, מחייבים היערכות חדשה בכל הקשור לתשתיות ולאחזקתם. עוצמות גשם סוערות אך קצרות פירושם יותר שיטפונות, סחיפת קרקע והצפות בכל רחבי המדינה ובעיקר בערים. ההתחממות עלולה להשליך על הידלדלות היער בישראל, ותגביר כנראה את תהליכי המדבור ותוסיף את חלקה לסכנת השריפות.

שינויי האקלים והשפעתם הגיאואסטרטגית הכוללת - סיכום

התחממות האקלים, המלווה עם עליה במקרי קיצון של גלי חום, שיטפונות ובצורות, מגדילים יחדיו את הסיכויים להתרחשות אסונות טבע. כמו כן, התפשטות מחלות חדשות וישנות, פגיעה בתשתיות והגברת המדבור והשריפות. לא מן הנמנע כי חלק מהתופעות הללו יהיו חוצות גבול בהיקפן ו/או בהשפעתן. בראיה כללית ארוכת טווח תיתכן השפעה על נתיבי סחר בינלאומיים (פתיחת נתיב שיט מצפון לאסיה), פגיעה בביטחון האנרגטי של ישראל והסביבה, הגירה מסיבית

אל ישראל ודרכה וקונפליקטים אזוריים. ניתן לשער, כי לאחר השלמת גדר הגבול בסיני מקור האיום האסטרטגי על ישראל כתוצאה מהגירה שנובעת משינויי האקלים אינו ניכר מה"מעגל השני" ומעבר לו (סהל, קרן אפריקה, או דרפור), אלא בעיקר מהמעגל הראשון. איום הרבה יותר קרוב ורציני ביותר במימדיו עלול לבוא ממצרים, במיוחד אחרי הצפה אפשרית של הדלתא של הנילוס. שינויי האקלים ישפיעו לרעה על כמות יבולי המזון. פגיעה עיקרית תבוא לידי ביטוי באזורים נמוכים, בייחוד באזורים טרופיים או יבשים. יהיה צורך להחליף את שיטות הגידול, להתאים את סוגי הגידולים (דוגמת החיטה במצרים), או לשנות בכלל את מגוונם. בישראל, יש לצפות לגידול ביבוא מזון בסיסי. למרות משק חקלאי מפותח, ישראל הקטנה איננה מסוגלת לספק לתושביה את כל המזון הבסיסי הנדרש (בעיקר מדובר בדגניים, למאכל ולמספוא, שמנים וסוכר). ככל שמשבר המים יחריף, יצטמצמו בצורה משמעותית יבולי החיטה והשעורה בארץ, וכמו כן יצטמצמו ממדי גידול הבקר, משקי החלב והפירות והירקות. התחממות הים התיכון עשויה לפגוע בדגה ובכך שוב תפגע מצרים.

ההשפעה על מערכת הביטחון תהיה רחבה ותכלול את תחומי הלוגיסטיקה (התאמת מדים, ימ"חים, מיקום בסיסים ואיטום גבולות), חימוש (התאמת רכבים ומכלולים), הנדסה (מיקוש), חיל הים (עליה בפני הים והגנה על מקורות אנרגיה), חיל הרפואה (מחלות, שעות אימון וכו'), כח אדם (תגבור משמר הגבול, משטרה וכדומה) וחיל האוויר (שינוי זמני אימונים לפי, התאמת פעילות החיל למצבי מזג אוויר קיצוניים אימון/השתתפות במשימות כיבוי שריפות מקומיות ובינלאומיות).

המדיניות הטובה ביותר בה ישראל יכולה לנקוט בעשור הקרוב, הוא להפוך חששות ואיומים כתוצאה משינויי האקלים למנוף לקידום פרויקטים שעל החברה הישראלית לקדם ממילא. אלו מחייבים את הגברת היצע המים, שמירה על המרחבים הירוקים, לקיחה בחשבון של איומים ביטחוניים וכו'.

ההמלצות העיקריות בתחום הגיאואסטרטגיה הינן:

1. אימוץ אסטרטגיית מניעה ובלימה בהתמודדות עם "הגירת אקלים" - לצד השלמת הגידור בין ישראל לשכנותיה, יש לקדם הסכמים, הבנות ושת"פ בהיבטים שונים.
2. הגברת היצע המים, לרבות התפלה, תוך מתן תשומת לב לטיפול טוב יותר במקורות מים טבעיים דוגמת מי נחלים, מי תהום וכיו"ב. ביחס להתפלה, יש לזכור שהמים המותפלים ישמשו לא רק את מדינת ישראל עצמה.
3. הגברת השמירה על אדמות חקלאיות פוטנציאליות.
4. נקיטת אמצעים להבטחת אספקת מזון לישראל בטווחים הבינוני והרחוק.
5. הגברת המאמצים למניעת שריפות, אך במקביל יש להגביר את תהליך הייעור והקמת איים ירוקים בדרומה של ישראל.
6. הגברת השימוש במקורות אנרגיה מקומיים (כמו הגז בהווה, ובעתיד גם אנרגיה

גרעינית).

7. חיזוק מרכיבי סיוע חוץ, הן בהיבט ההומניטארי והן בהיבטי פיתוח.
8. קידום הסכמים בילטרליים להגשת וקבלת סיוע במקרי אסון, ובחינת אפשרויות השתלבות במערכים אזוריים/בינ"ל מתאימים.
9. הכנת צה"ל ויתר מערכות הביטחון לשינויי האקלים, כולל בדיקה מחודשת של מיקום מתקנים בכלל ובסמיכות ליערות ועצים בפרט. שינוי בזמני אימונים, בניית מתקנים, לבוש, מזון, מניעת מחלות וכו'.
10. בחינת מדיניות חדשה בטיפול ועידוד בנייה תת קרקעית ככל האפשר ברחבי המדינה.
11. מוצעת בדיקה של משמעותיות עליית מפלס פני הים על כל חופי ישראל, בדגש על הנושאים הבאים: הרס מצוקים, חדירת מים מלוחים לאקוויפרים, חדירת מי ים לעמקי נחלים, פגיעה במתקני תשתיות אזרחיים וצבאיים.
12. על רקע סכנת ההתייבשות של דרום ישראל, יש לבחון את העשייה בנושא מדיניות פיזור האוכלוסייה לתוך המרחבים המאוימים האלה.
13. בחינה מעמיקה של השפעות שינויי האקלים על נתיבי שיט אפשריים חדשים באוקיינוס הקרח הצפוני. הנתיב הפוטנציאלי החדש יכול לבוא על חשבון תעלת סואץ והינו בעל משמעותיות אזוריות עצומות.
14. בדיקה מעמיקה של השלכות שינויי האקלים על העולם המוסלמי, בדגש על הנושאים הבאים: המשמעותיות הגלובליות הנובעות מעליית מפלס פני הים (כיצד זה ישפיע על איראן, עיראק, מצרים, והעולם המוסלמי בכלל); חיזוק מעמדה של טורקיה; חשש מחיכוך עד כדי מלחמה עם מדינות המעגל הראשון.
15. קידום מחקרים, כולל על ההשפעות הגיאו אסטרטגיות בעולם בכלל ובאזור בפרט של שינויי אקלים וההשלכות לביטחון הלאומי וליחסי החוץ.