

מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל

מתווה להיערכות הרשויות המקומיות



וְאֵנִי, הַנְּנִי מְבִיא אֶת-הַמַּבּוּל מִיַּם עַל-הָאָרֶץ, לְשַׁחַת כָּל-בָּשָׂר אֲשֶׁר-בּוֹ רוּחַ חַיִּים, מִתַּחַת הַשָּׁמַיִם: כָּל אֲשֶׁר-בָּאָרֶץ, יִגָּע.
וְהַקְּמַתִּי אֶת-בְּרִיתִי, אִתְּךָ; וּבָאתָ, אֶל-הַתֶּבֶה--אִתָּהּ, וּבְנִיךָ וְאִשְׁתְּךָ וְנַשִּׁי-בְנִיךָ אִתְּךָ. וּמִכָּל-הַחַי מִכָּל-בָּשָׂר שְׁנַיִם מִכָּל, תָּבִיא
אֶל-הַתֶּבֶה--לְהַחֲיֹת אִתְּךָ: זָכָר וּנְקֵבָה, יִהְיוּ. מִהַעוֹף לְמִינֵהוּ, וּמִן-הַבְּהֵמָה לְמִינָהּ, מִכָּל רֶמֶשׂ הָאֲדָמָה, לְמִינֵהוּ--שְׁנַיִם מִכָּל
יָבֹאוּ אֵלֶיךָ, לְהַחֲיֹת.(בראשית ו)

אוגוסט 2013

השתתפו בכתיבה ועריכת הדו"ח

פרופ' אופירה אילון, יערה גרינברג
מוסד שמואל נאמן

פרופ' חיים קותיאל, עפרה קארו
אוניברסיטת חיפה

פרופ' נורית קליאוט
אוניברסיטת חיפה

פרופ' מנפרד גרין
אוניברסיטת חיפה

פרופ' מרסלו שטרנברג, ד"ר קרלי גולודיאץ
המחלקה לביולוגיה מולקולארית ואקולוגיה של צמחים, אוניברסיטת תל אביב

ד"ר תמי טרופ
אוניברסיטת חיפה

ד"ר ציפי עשת
אוניברסיטת חיפה

עריכה- עידן ליבס
מוסד שמואל נאמן

מילון מונחים

מילון המונחים להלן מעובד מתוך:

Website UNFCCC.INT¹; 2001 IPCC Third Assessment Report (TAR)²

וכן:

Burton, 1996; Fernandez, 2911; Hallegatte, 2009; Margulis et al., 2008; Carter et al., 1994; Smith et al., 2000; Klein, 2003; De Bruin et al., 2011; UN/ISDR, 2004; UKCIP, 2003; Tompkins, 2005; UNDP, 2005.

היערכות, התאמה (Adaptation)

הסתגלות של מערכות טבעיות או אנושיות בתגובה לשינויי אקלים אקטואליים או מצופים, או להשפעותיהם. ההסתגלות ממתנת את הפגיעות ומאפשרות לנצל הזדמנויות מועילות. בדרך כלל ההסתגלות כוללת צעדים מעשיים להגנת מדינות וקהילות מפני הפרעות או נזקים שנגרמים ע"י שינויי אקלים.

היערכות מקדימה (Proactive Adaptation / Anticipatory Adaptation)

היערכות הנעשית לפני שהשפעות של שינויי אקלים מורגשות בשטח.

היערכות מתוכננת (Planned Adaptation)

היערכות או התאמה שהיא תוצר של קבלת החלטות מכוונת המבוססת על מודעות שהתנאים השתנו או עומדים להשתנות ויש לנקוט בפעולה כדי להשיב את המצב על כנו, לתחזק את המצב הקיים או להשיג את המצב הרצוי.

היערכות אוטונומית (Spontaneous Adaptation) (Autonomous Adaptation)

היערכות אוטונומית היא היערכות שאינה מבוססת על תגובה מודעת לשינויי אקלים אלא מופעלת ע"י שינויים אקולוגיים במערכות טבעיות או ע"י שינויי שוק או שינויים ברווחה של מערכות אנושיות.

היערכות פרטית (Private Adaptation)

היערכות ויישומה הנעשית ביוזמת פרטים, בתי אב וחברות פרטיות ומבוססת על האינטרס העצמי שלהן.

היערכות ציבורית (Public Adaptation)

היערכות ויישומה ביוזמת הממשלה על כל שלביה ומודרכת ע"י האינטרסים והצרכים של הציבור.

היערכות תגובתית, מגיבה (Reactive Adaptation)

היערכות והתאמה הננקטות לאחר שהשפעות שינויי האקלים כבר חלו.

עלויות היערכות (Adaptation Costs)

עלויות התכנון, ההכנות, הסיוע והיישום של שיטות היערכות, כולל עלויות תקופת המעבר (IPCC TAR) (2001a).

¹ <http://unfccc.int/science/items/6990.php>

² http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/

יכולת (Capacity)

שילוב של כל הכוחות והמשאבים הזמינים בקהילה, חברה או ארגון היכולים לצמצם את רמת הסיכון או את ההשפעות של אסון. יכולות כוללות אמצעים פיזיים, מוסדיים, חברתיים וכלכליים וכן כוח אדם מיומן ואף תכונות כגון מנהיגות וכושר ניהול (UN/ISDR, 2004).

יכולת היערכות, יכולת התאמה (Adaptive Capacity)

התכונה של מערכת להתאים את עצמה לשינויי אקלים (כולל השונות והקיצון) כדי למתן ולשכך נזקים פוטנציאליים או לנצל את היתרונות של הזדמנויות, או להתמודד עם תוצאותיו (IPCC TAR 2001a) היערכות יכולה להיות ספונטנית או מתוכננת, לדוגמה, בניית יכולת אצל הציבור בנושא חיסכון או תכנון רגיש למים ע"י חינוך והכשרה.

שינויי אקלים (Climate Change)

כל שינוי באקלים לאורך ציר הזמן, בין שנגרם ע"י שונות טבעית או כתוצאה של פעילות אנושית (IPCC TAR 2001).

יכולת התמודדות (Coping Capacity)

האמצעים שבעזרתם בני אדם או ארגונים משתמשים במשאבים זמינים וביכולת כדי לקדם תוצאות שליליות העשויות להוביל לאסון. חיזוק יכולות ההתמודדות בונה חוסן (Resilience) כדי שניתן יהיה לעמוד בהשפעות של אסונות טבע או מעשה ידי אדם (UN/ISDR, 2004).

חוסן (Resilience)

- חוסן או עמידות מתייחס לכמות השינוי שמערכת יכולה לספוג ללא שינוי של מצבה (IPCC TAR 2001).
- חוסן או עמידות מתייחסים ליכולת של מערכת להתגבר על השפעות של לחץ כבד עליה, שיתכן שגרם לה נזק (UKCIP, 2003).
- חוסן או עמידות מתייחסים ל-3 תנאים המאפשרים למערכות חברתיות או אקולוגיות להתאושש מחדש לאחר זעזוע שספגו. התנאים הם: יכולת ארגון עצמי, יכולת להגן מפני הפרעות ופגיעות במערכת ויכולת ללמוד ולהסתגל (Tompkins, 2005).

פגיעות (Vulnerability)

פגיעות מתייחסת לדרגה שבה מערכת חשופה, או אינה יכולה להתמודד עם השפעות שליליות של שינויי אקלים כגון שונות ואירועי קיצון. פגיעות מושפעת מאופי, עוצמה ושיעור השונות באקלים שאליהם חשופה מערכת, רגישותה ויכולת ההסתגלות שלה (IPCC TAR 2001).

סיכון, סכנה (Risk)

סיכון בהקשר לאקלים הוא תוצר של האינטראקציה בין אסונות פיזיים לבין התכונות של המערכת החשופה להם – כלומר רגישותה ופגיעותה החברתית. סיכון שווה להסתברות של סכנה סביבתית מוכפל ברמת הפגיעות של מערכת נתונה (UNDP 2005). סיכון הוא שילוב של שני גורמים: ההסתברות לאירוע בעל תוצאות שליליות והתוצאות של אירוע כזה. סיכון משלב את ההשפעות על מערכות טבעיות ואנושיות ונובע מהחשיפה לסכנה.

שילוב במדיניות ומוסדות קיימים (Mainstreaming)

אין עדיין הגדרה מוסכמת ל-mainstreaming, אבל משתמשים במונח זה כמילה נרדפת לאינטגרציה. הביטוי מתייחס לשילוב של מטרות היערכות, אסטרטגיות היערכות, מדיניות, אמצעים ופעולות להיערכות כך שהם

הופכים לחלק בלתי נפרד מהמדיניות הלאומית והאזורית, מהתהליכים, והתקציבים בכל הדרגים והשלבים של הממשל (UNDP 2005).

No / Low / High Regret

ללא חרטה / חרטה נמוכה / חרטה גבוהה:

- ללא חרטה – אסטרטגיה שיש לאמץ בכל מקרה, גם ללא כל שינויים (אקלימיים, אנושיים) במשק המים.
- חרטה נמוכה – אסטרטגיה מאומצת לאדפטציה הנושאת עמה עלות נמוכה.
- חרטה גבוהה – אסטרטגיה מאומצת שעשויה להיות בעלת עלות גבוהה באם לא יחולו שינויים אקלימיים.

בת/בר-קיימא – Sustainable

אסטרטגיה המשתמשת במשאבים באופן מושכל כדי לצמצם את צריכתם ואת הפגיעה בהם ולהותיר משאבים גם לדורות הבאים.

פעילויות מניעה (Prevent Effect Prevention)

פעולות למניעה השפעות שינויי אקלים למשל ע"י שינוי ייעוד של שימוש קרקע או שינוי מיקומו.

שיטות הפיכות וגמישות (Reversible Flexible Policy)

אסטרטגיה שניתן לשנות את העלות הכרוכה בהפעלתה במקרה ולא חלים שינויים אקלימיים או אנושיים במשק המים.

שמירה על שולי ביטחון (Existence of Safety Margins)

אסטרטגיות המפחיתות את הפגיעות המערכתיות בעלות אפסית או נמוכה מאוד. למשל ע"י בניית חומות הגנה מפני עליית פני הים או בניית מערכת ניקוז עם שולי בטיחות מונעת את העלות הגבוהה של תיקון, התאמה ובנייה מחד של תשתיות אלה.

טווח התמודדות (Coping Range)

השונות בגורמי שינויי אקלימי שמערכת יכולה לספוג ללא השפעות שליליות עליה.

רגישות (Sensitivity)

מידת הרגישות וההשפעות החיוביות והשליליות של שינויי אקלים (ישירות או בעקיפין).

נשיאה בנטל ההפסד (Bear Losses)

פעילויות התאמה אשר מבוצעות לאחר שתופעת שינויי האקלים השפיעה על השוק וגרמה להפסדים בהם יש להתחשב ומבוצעת בעיקר ברמת הפרט.

חלוקת נטל ההפסד (Share losses)

נשיאה משותפת בהפסד בקרב קבוצות או באמצעות קרנות ציבוריות כדוגמת ביטוח.

ניהול אינטגרטיבי של אגני היקוות (Integrated Water Shed Management – IWM)

ניהול משולב מתבסס על מערכות אקולוגיות תוך התחשבות בגבולות סטטוטוריים. זוהי גישה אינטגרטיבית לניהול מערכת סביבתית שאגן ניקוז הוא חלק ממנה. הגישה מאחדת תכנון, מדיניות ופעילויות לשם פיקוח על המים ועל משאבי טבע אחרים באגן הניקוז. IWM היא גישה יישומית ובת קיימא לניהול אגני היקוות.

תוכן עניינים

3	מילון מונחים
6	תוכן עניינים
10	הקדמה
12	תקציר
14	פרק א' - סקירה עולמית ומקומית
14	עשייה בתחום ההסתגלות לשינויי אקלים של ערים בעולם
24	תיאור המצב בנושא ההסתגלות לשינויי אקלים בישראל
24	אקלים
24	אקלים העיר
24	הסביבה החופית
25	משק המים
26	בריאות
27	המלצות מדיניות – מידע והסברה
27	טיפול סביבתי
27	שינויים אקלימיים הדרגתיים (טמפרטורה ומשטר משקעים)
27	המגוון הביולוגי
28	בניה ירוקה
29	הובלת יוזמה במגזר הממשלתי וקידום יוזמות ברשויות המקומיות
30	המלצות למדיניות בישראל
30	היבטים כלכליים
30	מדיניות מומלצת בתחום כלכלת ישראל
32	פרק ב' - שינויי אקלים בישראל: מפות אזורי סיכון
32	מבוא
33	מדינת ישראל – התפלגות האוכלוסייה עפ"י מחוזות ונפות
36	מיפוי אזורי סיכון במדינת ישראל עפ"י נפות
36	עליית מפלס פני הים
40	הצפות נחלים
43	אגני ניקוז של נחלים בסיכון גבוה
45	שריפות יער
46	זיהום אוויר
47	סופות אבק
	פרק ג' - עקרונות ואסטרטגיות להיערכות, התאמה ומיתון השפעות שינויי אקלים בתחום משאבי מים ביישובים העירוניים 48
48	מבוא
48	כללי
50	ישראל – השפעות אקלימיות ואנושיות על משאבי המים

51	.....	עקרונות, כללים, תפקודים ומחסומים בהיערכות ברשויות המקומיות בישראל
53	.....	מידע, חינוך, הסברה והעלאת מודעות
53	.....	המלצות
55	.....	חיסכון ויעילות בשימוש במים, הפחתת דלף של מים שפירים שפכים וקולחים
56	.....	שימוש באמצעים חסכוניים במים
56	.....	צמצום דלף ופחת מים
56	.....	התקנת מערכות השקיה חכמות
57	.....	הרשויות המקומיות
58	.....	טיפול בשפכים, שימוש מחדש במי שפכים, קולחים ושימוש במים אפורים
58	.....	טיפול בשפכים
59	.....	מי קולחים
61	.....	איכות מי שתייה, טיוב בארות מניעת זיהום מי-תהום ומים עיליים
61	.....	איכות מי שתייה
61	.....	מניעת זיהום מים, טיוב בארות מים
63	.....	ניהול נגר עילי, הגנה, אגירה, אצירה, החדרת מים, בניה משמרת מים ותכנון רגיש למים (תר"מ)
63	.....	קציר מי גשמים
65	.....	תר"מ – תכנון רגיש למים
70	.....	ביטחון מים והיערכות לשעת חירום
70	.....	כללי
70	.....	מאפייני השיטה
71	.....	המלצות עיקריות
71	.....	סיכום המלצות
76	.....	פרק ד' - המלצות למדיניות הסתגלות (אדפטציה) ברשויות המקומיות בתחום הבריאות
76	.....	תוכן הדו"ח
76	.....	ממצאים עיקריים
76	.....	מבוא
77	.....	מטרות
77	.....	שיטות
78	.....	ממצאים
78	.....	סקירת ספרות
80	.....	תיאור של התשתיות הקיימות והפעולות הנעשות היום בשתי רשויות מקומיות בישראל
82	.....	המלצות למדיניות לרשויות המקומיות לצורך הסתגלות לשינויי האקלים
82	.....	אירועי אקלים קיצוניים
85	.....	שינויי אקלים הדרגתיים (טמפרטורה ומשטר משקעים)
87	.....	אסונות טבע
88	.....	סיכום ההמלצות

89	פרק ה' - היערכות השלטון המקומי לשינויי האקלים – טבע עירוני והמגוון הביולוגי
89	תקציר
89	מגוון ביולוגי
89	הגדרה
89	טבע עירוני והמגוון הביולוגי
90	גורמים המשפיעים על המגוון הביולוגי העירוני
90	שמירת המגוון הביולוגי במרחב העירוני
91	ההשפעה של שינוי אקלים על המגוון הביולוגי בעיר
92	אקולוגיה עירונית – פיתוח בר-קיימא
92	הגדרה
93	פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני בעולם, וההתייחסות למגוון הביולוגי
94	פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני בישראל, וההתייחסות למגוון הביולוגי
94	המגוון הביולוגי בתכניות היערכות לשינוי אקלים
94	כללי
95	מסדרונות אקולוגיים
96	גגות ירוקים
96	אמצעים אחרים
99	היבטים חשובים בהיערכות להשפעת שינוי אקלים על המגוון הביולוגי העירוני במדינת ישראל
99	הסברה, תכנון ושיתוף פעולה
99	תכנון רגיש לסיכונים/מערכות
101	מגוון ביולוגי ברמה האזורית: מסדרונות אקולוגיים ומרחבים ביוספריים
102	פרק ו' - היערכות השלטון המקומי לשינויי אקלים בתחום התכנון והבינוי העירוני
102	מבוא
107	השלכות שינויי האקלים ו'אי החום' על הסביבה העירונית
109	אסטרטגיות לבניית כשירות / חוסן עירוני לשינויי אקלים
119	חסמים בהתמודדות עם שיפור יעילות אנרגטית במבנים
120	סקירת כלי מדיניות קיימים
121	תחיקה לקידום תכנון ובניה בני-קיימא
122	כלים כלכליים לקידום בניה בת-קיימא
124	הכשרה, מחקר ופיתוח לקידום בניה בת-קיימא
125	הסברה לקידום בניה בת-קיימא
127	הובלת יוזמה במגזר הממשלתי וברשויות המקומיות
130	פרק ז' - היבטים כלכליים של היערכות עירונית לשינויי האקלים
130	מבוא
133	הערכת עלויות ותועלות
133	גישות הערכה אחרות
134	עלויות התאמה ותקצוב של אסטרטגיית התאמה

135	מידול אי-הודאות במודלים הכלכליים
136	תזמון הפעילויות
137	עלות, תועלת ומימון היערכות לשינוי אקלים ברמה העירונית
139	נתוני עלויות, תועלות והשקעות באדפטציה
139	אומדנים גלובאליים
139	אירופה
140	אומדנים עירוניים
141	אומדנים מגזריים
145	ערך תשתיות "רוקות" והשקעות להיערכות לשינוי אקלים ברמה עירונית
146	עלויות ותועלות של גגות ירוקים (אקולוגיים)
147	סמטאות ורחובות ירוקים
148	ייעור עירוני
149	מגוון ביולוגי
150	כלכליות בניה ירוקה בישראל
151	סיכום
151	המלצות
154	ביבליוגרפיה – הסתגלות ערים בעולם
156	ביבליוגרפיה – שינויי אקלים בישראל
157	ביבליוגרפיה – משאבי מים
159	רשימת חוקים, תכניות והנחיות בנושא מים
161	ביבליוגרפיה – בריאות
164	ביבליוגרפיה – מגוון ביולוגי
167	ביבליוגרפיה – תכנון עירוני
171	ביבליוגרפיה – היבטים כלכליים
173	נספח א' – התייחסות למשק המים ברשויות המקומיות ובתאגידי המים
173	הקדמה – משק המים ברשויות המקומיות
173	כללי
174	משאבי מים באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות בישראל
178	תאגידי מים וביוב
186	נספח ב' – הערכת עלות/תועלת (COST/BENEFIT)
186	ניתוח עלות-תועלת (CBA – Cost Benefit Analysis)
187	ניתוח עלות-יעילות (CEA – Cost Effectiveness Analysis)
187	ניתוח רב-קריטריונים (MCA – Multi Criteria Analysis)
188	נספח ג' - ניתוח כלכלי של בנייה ירוקה של בנייני מגורים (קוט וכץ, 2013)

הקדמה

מטרת פעילות המשרד להגנת הסביבה בישראל להכנת תכנית לאומית להיערכות ישראל לשינויי האקלים, היא לגבש מדיניות והמלצות אופרטיביות לצעדים המתחייבים בעקבות שינויי האקלים, באופן שיקטין את הנזקים הצפויים מתהליך השינויים הגלובליים הצפויים- התחממות, התייבשות, עליה בשכיחות אירועי קיצון ועוד.

לשם בניית מאגר ידע, שעל בסיסו תפותח ההצעה לתוכנית הלאומית, הוקם במרץ 2011 באוניברסיטת חיפה, בשיתוף עם אוניברסיטת תל אביב, הטכניון ומוסד שמואל נאמן בטכניון- מרכז הידע הישראלי להיערכות לשינויי אקלים בישראל – ICCIC Israeli Climate Change Information Center).

דו"חות מרכז הידע משמשים בסיס לתוכנית לאומית להיערכות ישראל לשינויי אקלים, בהתאם להחלטת ממשלה מס' 474 שהתקבלה ביוני 2009. ייעודו של מרכז הידע הוא לרכז את הידע המדעי הקיים בנושא ההיערכות (אדפטציה, adaptation) לשינויי האקלים, לזהות פערי ידע, לתאר את הסיכונים והשלכות שינויי האקלים על תחומים שונים ולהציע מדיניות לאומית במספר תחומים. בנוסף, מטרת מרכז הידע לאגם ידע וטכנולוגיות ישראליות אשר ישוקו ויישמו הן במדינת ישראל (במשרדי הממשלה השונים) והן במדינות יעד אחרות.

בסוף שנת 2012, לאחר פרסומם של שני דוחות, דו"ח מס' 1 - סקירת ידע קיים, זיהוי פערי ידע ועדיפות להשלמתם ודו"ח מס' 2 - המלצות מדיניות בתחומי מרכז הידע והכנת תכנית לשיווק בינלאומי של תוצרי מרכז הידע, התבקש צוות החוקרים של מרכז הידע להכין דו"ח שלישי אשר ירכז המלצות **למדיניות אדפטציה ברשויות המקומיות**. לכאורה, שינויי האקלים צפויים להשפיע רק בעתיד על משק המים של מדינת ישראל, על בריאות התושבים, על קיום המגוון הביולוגי והספקת שירותים אקולוגיים באקוסיסטמות השונות, על האקלים העירוני שלנו ועל צריכת האנרגיה בבתיים וביישובים בהם אנו חיים. אך כבר כיום אנו נאלצים להתמודד עם שינויים אלה, אם כי עדיין בקנה מידה מתון יחסית: שינויים במופע הגשמים, עלייה בעומס החום, מהגרי עבודה ו/או פליטים שהסיבות להגירתם עשויות להיות גם אקלימיות, מחלות שמועברות ע"י וקטורים, ועוד. ריכוזי האוכלוסייה הגבוהים במרכזים אורבניים, מצריך יישובים עירוניים להסתגל במהרה לשינויים אלו ולתכנן ולנהל משאבים ותשתיות במסגרת זמן חדשה ובראי שינויי האקלים. עם זאת, עד כה, מרבית מתוכניות ההיערכות לשינויי אקלים נעשו ברמה הלאומית ולא הושם דגש על הצורך בתכניות היערכות ברמה העירונית, למרות שהיישובים העירוניים נמצאים בחזית ההתמודדות עם תופעות שינויי האקלים (מדובר גם בערים וגם במועצות מקומיות ועל כן יישובים עירוניים).

התמונה שעולה, הן מהדו"חות הראשונים והן מדו"ח זה, היא כי המושג "שינויי אקלים", הוא מושג, שמחד גיסא, מבחינת מקבלי ההחלטות - הן בשלטון המרכזי והן במקומי, קל מאוד להדחיק אותו (כיוון שהתחזיות מדברות על עשרות שנים קדימה) ומאידך גיסא, נדרשת תגובה של גורמים אלה במקרים של שריפות (השריפה בכרמל ב 2010), שיטפונות והצפות (כמו אלו שפקדו אותנו בחורף 2012-2013), גלי חום ועומסי חום כבדים, התפרצויות אפידמיות וכד', שלעיתים קרובות נתפסים כאירוע חריג ולא חלק מתהליך החמרה עולמי הקשור לשינויי האקלים.

כלומר, "שינויי האקלים" שביטויים אירועי קיצון של מזג אוויר פוקדים אותנו כבר כעת ויש להיערך אליהם, כחלק מהיערכות כוללת של הרשות המקומית הן מבחינת תכנון העיר והאזור, מבחינת משק המים, הבריאות, השמירה על המגוון הביולוגי בעיר ובשטחים הפתוחים. היערכות זו, תדרוש, מטבע הדברים השקעות ארוכות טווח, אשר ישפיעו על כלכלת ישראל.

מרבית הכלכלנים העוסקים בנושא זה בעולם, מצביעים על כך כי אם לא יינקטו הצעדים הדרושים להיערכות לשינויי האקלים, עוצמת הנזקים והפגיעה תהיה יקרה הרבה יותר מההשקעה הנדרשת כיום.

בניית החוסן העירוני (resilience) הוא מטרת העל של היערכות השלטון המקומי לשינויי האקלים.

די אם נזכור את הוריקן סנדי שפגעה בחוף המזרחי של ארה"ב באוקטובר 2012 וכשלושה חודשים אחריה פגעה הסופה נמו באותם חלקים בדיוק ביבשת- מותירה נפגעים בנפש, תשתיות העירוניות הרוסות, חלק מהתושבים מחוסרי בית וצורך של המערכות האלה להשתקם במהירות.

חוסן של הרשויות המקומיות נמדד לא רק בהכנה של התשתיות הפיזיות הנדרשות לשעת חירום הנובעת מאירועי אקלים, ביצירת מערכות מתואמות בין כלל הגופים הנוגעים בדבר, בקיצור זמני ההתראה ובזמן התגובה של המערכות, אלא גם בהנחלת המודעות לתושבים ובשיתוף הציבור בתהליכים.

העבודה המוגשת להלן מכילה דוגמאות מערים בעולם אשר הכינו תכניות היערכות לשינויי האקלים וכן מפות אזורי סיכון, אשר הוכן עבור ישראל.

כמו כן, מכילה העבודה רקע וסקירה מפורטת לגבי היערכות הרשויות המקומיות בישראל לשינויי האקלים בנושא המים, הבריאות, השמירה על המגוון הביולוגי והתכנון העירוני. העבודה כוללת גם מתווה להערכת העלויות והתועלות הכלכליות הנובעות מהיערכות זו.

ברצוני להודות לראשי הצוותים ולעוזרי המחקר אשר הכינו מסמך מקיף ויסודי, שימש לא רק את השלטון המקומי, אלא גם יחייב את השלטון המרכזי להכין תכניות דינמיות, אשר יאפשרו הכנה טובה של מדינת ישראל לאירועי קיצון, כמו גם לשינויים הדרגתיים של האקלים אשר ישפיעו על כל תחומי החיים, הכלכלה, התשתיות והסביבה בישראל.

תודות לקוראי הדו"ח ולמגיבים אשר סייעו לנו לטייב ולחדד את המסרים בדו"ח סופי זה.

מעל לכל, ברצוני להודות לד"ר סיניה נתניהו ואנשי המשרד להגנת הסביבה, שפועלים ללא לאות לסיוע ולקידום פעולת המרכז ורתימת גופים נוספים בממשלה ומחוצה לה למטרה זו.

פרופ' אופירה אילון

ראש מרכז הידע הישראלי לשינויי אקלים (ICCIC)

תקציר

פרק א' - סקירה עולמית ומקומית

בשנים האחרונות לא מעט ערים בעולם (המפותח והמתפתח) מכינות תכניות אסטרטגיה להיערכות לשינויי אקלים. הפרק הראשון בדו"ח זה, מציג דוגמאות לעשייה של מספר ערים מרכזיות בתחום ההיערכות לשינויי אקלים מתוך ההבנה כי הערים פגיעות במיוחד לשינויי אקלים ואירועי קיצון של מזג האוויר. נושאים כגון איי חום וגלי חום, שיטפונות וסופות גשם הם אתגרים מרכזיים בערים רבות והפרק מציע סקירה של דרכי פעולה של ערים שונות בעולם. חובתן ומחויבותן של הערים כלפי תושביהן מציבות את הצורך להכין תכניות, לתקצב את המערכות העירוניות ולהיערך, בצורה הטובה ביותר ללא נודע. לאחר הסקירה העולמית, מוצגים נתונים על ישראל, הרלוונטיים לשלטון המקומי, כפי שהופיעו בדו"חות 1,2 של מרכז הידע ואשר התפרסמו בשנים 2011-2012.

פרק ב' - שינויי אקלים בישראל: מפות אזורי סיכון

פרק זה עוסק במיפוי הסיכונים הנובעים משינויי האקלים עבור הרשויות המקומיות. הסיכונים שמופ:

- עליה במפלס פני הים
- הצפות נחלים
- שריפות יער
- סופות אבק
- זיהום אוויר

המפות שהופקו הן מפות הערכת סיכונים. המפות מתבססות על מחקרים בעולם ובארץ המצביעים על שינויי האקלים הצפויים להתרחש, ועל נתונים סטטיסטיים של הלמ"ס והשירות ההידרולוגי. עקב מגבלות המחקר בוצע מיפוי הסיכונים עפ"י חלוקת הארץ לנפות. כדי להפיק מפות הערכת סיכונים מפורטות לגבי כל רשות מקומית יש להמשיך במחקר בכל אחד מהתחומים שצוינו לעיל.

פרק ג' - עקרונות ואסטרטגיות להיערכות, התאמה ומיתון השפעות שינויי אקלים בתחום משאבי מים ביישובים העירוניים

פרק זה עוסק באסטרטגיות להיערכות בתחום משאבי המים ומציג רשימה של אסטרטגיות מומלצות "ללא חרטה":

1. שיפור המידע שבידי הרשויות והציבור, חינוך והסברה בנושאי חיסכון מים והעלאת מודעות בקרב הציבור של חשיבות ניהול מקיים של משק המים.
2. חיסכון ויעילות בשימוש במים, שימוש בחסכמים, צמצום פחת מים.
3. טיפול בשפכים ושימוש נרחב במי קולחין ומים אפורים.
4. מניעת זיהום מים וטיוב בארות.
5. קציר מי גשמים ותר"מ.
6. היערכות לשעת חירום.

פרק ד' עוסק בתחום הבריאות. בישראל טרם גובשה מדיניות אחידה להיערכות ולהסתגלות לשינויי אקלים מהבחינה הבריאותית ברשויות המקומיות. ההמלצות הנוגעות למוכנות הרשויות העירוניות לאדפטציה לשינויי אקלים בתחום הבריאות הינן בשלושה תחומים עיקריים: ניטור, חינוך וניהול הסביבה. בתחום הניטור, יש לדאוג להקמת מערכת ניטור ממוחשבת שתהיה זמינה עבור הרשויות המקומיות בזמן אמת ותכלול נתונים בנוגע למקרי תמותה ותחלואה, אוכלוסיות בסיכון ונתונים מטאורולוגיים בחלוקה לפי רשויות מקומיות. כמו כן יש לדאוג לאיסוף נתונים קבוע ורציף בנוגע להימצאות ווקטורים שונים העלולים

לשמש כנשאי מחלות ברשויות המקומיות השונות, ולהעברת מידע בנושא בין הרשויות השונות במקרה של עליה במספר הוקטורים או נשאי המחלה באזור מסוים.

בתחום החינוך, יש לעשות שימוש בתשתיות עירוניות קיימות לצורך פרסום מידע וקיום הרצאות לחינוך האוכלוסייה ועובדי הציבור להתמודדות נכונה עם ההשפעות הבריאותיות השונות הצפויות כתוצאה משינויי האקלים.

בתחום ניהול הסביבה יש לדאוג לאכיפת חוקי בניה ירוקה ברמת הרשויות המקומיות, לתחזוקה שוטפת של התשתיות העירוניות ולמיזוג של כלל מוסדות הציבור העירוניים. כמו כן יש לדאוג להיערך לאחזקה, לניטור ולטיפול במוקדי הדגירה של מזיקים בעלי פוטנציאל להעברת מחלות.

פרק ה' עוסק בתחום שימור הטבע העירוני והמגוון הביולוגי בערים. רשויות מקומיות רבות ברחבי העולם ובמדינת ישראל משקיעות מאמצים רבים בשמירת המגוון הביולוגי במרחב העירוני, אולם אין די התייחסות להשפעה של שינוי אקלים על המגוון הביולוגי. מאידך, במהלך הדיון בנושא ההיערכות לשינוי אקלים אין די התייחסות לנושא המגוון הביולוגי. מיזם ה- LAB Biodiversity, המתואר בעבודה זו, עושה צעדי ענק לשלב בין שני התחומים.

במדינת ישראל עדיין יש צורך להשקיע מאמצים בהחדרת חשיבות השמירה על המגוון הביולוגי העירוני לתודעת כל בעלי העניין, ולשילוב התייחסות למגוון ביולוגי בבניית תכניות היערכות לשינוי אקלים ברשויות המקומיות. אי לכך, נדרשת בניית התכנית, והקמת מערך הסברה להעלות את המודעות לחשיבות השמירה על המגוון הביולוגי במרחב האורבאני ותת-אורבאני בכלל, ובמסגרת היערכות לשינוי אקלים בפרט. במסגרת התכנית נדרשת התייחסות להצפות, שריפות, מדבור ומינים פולשים.

פרק ו' בנושא היערכות השלטון המקומי לשינויי אקלים בתחום התכנון והבינוי העירוני, מצביע על הקשר הסינרגי שבין הפחתת פליטות גזי חממה ובין התאמה לשינויי אקלים. הפרק מצביע על אחד התפקידים המרכזיים והחשובים של השלטון המקומי: היענות לאתגר ההתייעלות האנרגטית. לפי המלצות ה-IEA, מוסדות השלטון צריכים להוות דוגמה ליתר המגזרים ולהביא את המבנים הציבוריים לרמה גבוהה של יעילות אנרגטית והפחתת פליטות משמעותית. בנוסף, ההמלצות העיקריות להפחתה ולהסתגלות בתחום התכנון והבינוי העירוני כוללות: הערכת סיכונים וקביעת סדרי עדיפות לטיפול; הפחתת פליטות חום ומזהמי אוויר; תכנון פריסת וגובה הבינוי באופן הממתן את אפקט הקניון ומשפר אוורור ופיזור חום ומזהמים; הגדלת שיעור השטחים הפתוחים וכמות הצמחייה (לרבות גינות); שימוש בחומרים ובחיפויים בעלי מקדם החזר גבוה וקיבולת חום נמוכה; הצללת אזורי תנועה והמתנה; תכנון רגיש למים; ניצול המרחב התת-קרקעי; שמירת אזורי חיץ להגנה מפני שריפות; התאמת מערכות תשתית קיימות ועתידיות; וקידום בניה בת-קיימא.

פרק ז', האחרון בדו"ח זה, דן בסוגיות הכלכליות של היערכות לשינויי אקלים. בפרק מודגש כי הסיבה הכלכלית העיקרית והבסיסית להשקעה באסטרטגיית התאמה לשינוי אקלים נובעת מכך שהיא יכולה להפחית את העלויות הכוללות של תופעת שינוי האקלים, כתוצאה מכך שהתועלות (Benefits) אשר ייווצרו מפעילויות ההתאמה יהיו גבוהות מהעלויות (costs) של מימושו, ולכן יביאו לרווח לעומת מדיניות של אי ביצוע. התועלות עשויות גם להביא לחסכון עתידי בעלויות.

בשל אי ודאות גבוהה בתחזית של שינוי האקלים בפועל בהתאם לתרחישים שונים, יאלצו מקבלי ההחלטות לקבל החלטות מדיניות השקעה באדפטציה בתנאי אי ודאות. מוצע לפתח אסטרטגיות חדשות אשר מתמודדות עם רמת אי-הודאות הגבוהה, ולבחור את הפתרון הגמיש והחסין יותר לתרחישים השונים.

לשותפויות ציבוריות-פרטיות (PPP – Public-Private Partnerships) יש תפקיד קריטי בגיוס המימון שיידרש בעתיד להשקעות רחבות להתמודדות עם סיכוני שינוי האקלים ובהגברת יכולת ההתאוששות המהירה של תשתיות, כאשר העלויות להתאמה גבוהות בצורה לא פרופורציונאלית.

פרק א' - סקירה עולמית ומקומית

פרופ' אופירה אילון, יערה גרינברג מוסד שמואל נאמן

עשייה בתחום ההסתגלות לשינויי אקלים של ערים בעולם

לערים רבות ברחבי העולם תכניות "ירוקות" או תכניות המתייחסות לסוגיית שינוי האקלים, אך לערים מעטות ישנן תכניות היערכות (או אדפטציה) פרטניות המכילות את העיר ואת התשתיות שלה לשינוי מזג האוויר הצפויים. עם זאת, בשנים האחרונות אנו עדים לשינוי בדפוס זה וישנן לא מעט ערים המכילות תכניות אסטרטגיה להיערכות לשינויי אקלים, לא מעט בסיוע כספי של גורמים חיצוניים (כגון האיחוד האירופאי באירופה וקרנות פרטיות בארה"ב). להכנת תכנית אדפטציה חשיבות רבה, משום שערים פגיעות במיוחד לשינוי אקלים ואירועי קיצון של מזג האוויר בשל המספר הגדול של אנשים המתגוררים באזורים מרוכזים יחסית ומורכבות המערכות הפועלות באינטראקציה בתוכן: רשתות תשתית להובלת אנשים וסחורות (מזון), מערכות תקשורת, מערכות מים, אנרגיה, ביוב ומערכות לפינוי פסולת, ייצור מזון, דיור ומרחבים ירוקים (Morchain & Robrecht, 2012).

מבחינת האתגרים הקשורים לשינויי אקלים, האתגרים השכיחים ביותר עימם מתמודדות ערים כיום הם:

- עלייה בטמפרטורות אשר מובילה לגלי חום ובערים גדולות הדבר מוביל לתופעת איי חום;
- עליית פני הים המובילה להצפות וחדירת מים מלוחים;
- משקעים כבדים הגורמים לנחשולים והצפות;
- סופות (רוח, גשם כולל טייפונים הוריקנים וטורנדו) הגורמות לשיטפונות ונזקים פיזיים לתשתיות;
- ירידה בכמות המשקעים הגורמות למחסור במים ובצורת;
- השפעות אקלים אחרות המובילות להפרעות, כגון שריפות וריבוי מזיקים;
- השפעות אקלים המובילות לסחיפת קרקע ומפולות בוץ;
- השפעות אקלים הגורמות לעלייה בתחלואה.

חשוב לציין, כי מעבר לתופעות הבעייתיות כשלעצמן, הדבר המשמעותי ביותר בכל הקשור לשינויי האקלים הוא שמה שהיה, הוא לא מה שיהיה, ואת מה שיהיה – קשה להעריך, לצפות ולחזות.

לאתגרים אלו יש שלוש השפעות מרכזיות על מרכזים עירוניים:

1. פגיעה בפריון משאבים או שינויים בדרישות השוק למוצרים ושירותים;
2. פגיעה בתשתיות פיזיות ותעשיות אשר מושפעות באופן ישיר מתנאי האקלים הקיצוניים;
3. האוכלוסיות יפגעו ממזג אוויר קיצוני, ממשאבים מוגבלים, ממצב בריאותי, מתנאים כלכליים שונים ומהגירה (City of Melbourne Climate Change Adaptation Strategy, 2009).

מבחינת הרשויות המקומיות, ההתמודדות עם האתגרים וההשפעות הללו יכולה להיות מורכבת. תחת היוזמה של המרכז למדיניות אוויר נקי (CCAP)³, "היערכות של מנהיגים עירוניים", אשר אמורה לשמש משאב לרשויות המקומיות בעוד הן מתמודדות עם אתגרים בנושא של היערכות לאקלים כגון פיתוח תשתיות מקומיות ושימושי קרקע, 10 מנהיגים מרשויות המקומיות שנטלו חלק ביוזמה ציינו כי הנושאים של מחסור במימן והצורך בשיפור המסר ההסברתי מהכנה לאסון ליצירת הזדמנויות, מקשים על פיתוח תכניות

³ Center for Clean Air Policy. www.ccapeurope.org

היערכות (Foster, Winkelman, & Lowe, 2011). אחד הפתרונות שעולים מהפרויקט של CCAP, הוא הנושא של **שילוב אסטרטגית ההיערכות במדיניות קיימת (mainstreaming)**, מענה אשר צובר תאוצה בקרב הרשויות המקומיות מאחר שזה מאפשר להן לשלב פתרונות באופן הדרגתי בתהליך התכנון והניהול והדבר מסייע לשנות את נושא ההיערכות והאמצעים ליישום למקובל יותר ואפשרי. שכן, פעולות היערכות לשינוי אקלים אינן מבודדות מהחלטות אחרות, אלא הן מתרחשות בהקשר דמוגרפי, תרבותי וכלכלי, ולכן רצוי לחבר בין היערכות לשינויי האקלים לבין החלטות או פעולות שמונעות מסיבות חברתיות או כלכליות (Adger, 2004). Arnell, & Tompkins, 2004). אם כן, **אסטרטגיית ההיערכות צריכה להיות מושרשת בתוך הפיתוח העירוני ומדיניות הממשל המקומית ומוגדרת כ NO REGRET, כלומר הפעולות בהן יש לנקוט בלאו הכי יותאמו גם לנושא שינויי האקלים וההיערכות בפני שינויים אלה.** לדוגמה, Sharma & Tomar (2010) קובעים כי הרשויות המקומיות בהודו, כמו הרבה רשויות במדינות אחרות, מתמודדות עם גירעונות גדולים בתשתיות ובשירותים ואינן רואות בהיערכות לשינוי אקלים מדיניות מועדפת או כנושא הנמצא בתחום האחריות שלהן. עם זאת, אפשר לשים דגש על תועלות החדדיות שניתן לקבל בזכות השקעה בהיערכות לשינוי אקלים, כגון פיתוח אזורי הפחתת בעיות בריאות.

הדוגמאות הבאות של ערים אשר יישמו תכניות היערכות לשינוי אקלים, אם דרך יישומן באמצעות מדיניות קיימת או דרך פיתוח אסטרטגיה חדשה, שאיננה קשורה למדיניות הקיימת, מציגות שלבי פיתוח שונים, רמות יישום שונות ושימוש בכלים שונים כדי ליישם את האסטרטגיה שהן מפתחות, אך נושא מרכזי העולה הוא ההבנה כי **יש צורך בהיערכות מקדימה לשינויי אקלים על מנת להכין את התשתיות המקומיות, ובנוסף ההבנה כי מדובר בהזדמנות לחדשנות ופיתוח.**

במאמר של Carmin, et al (2009) שהוכן עבור כנס של הבנק העולמי, הם מנתחים שני מקרי בוחן של שתי ערים, דרבן בדרום אפריקה (ראו תיבת המידע) וקיטו באקוודור, שהצליחו ליישם מדיניות מוצלחת להיערכות לאקלים. הם מצאו כי מאמצי ההיערכות מתחזקים כאשר ערים מאמצות את האלמנטים המפורטים להלן.

אבני דרך להצלחת תכניות הסתגלות מקומיות:

- פיתוח של תכנית אסטרטגית כללית אשר נתמכת על ידי יעדים ספציפיים לסקטורים הרלוונטיים;
- קישור של נושא ההיערכות להעדפות אזוריות ויוזמות מתמשכות;
- השגה או פיתוח מידע על אתגרים מקומיים וצעדי היערכות רלוונטיים לאזור;
- יצירת הזדמנויות להחלפת מידע, ניסיון ורעיונות באירועים מקומיים, אזוריים, לאומיים ובינלאומיים;
- הקמה ותמיכה במשרד אקלים עצמאי;
- שילוב בעלי עניין מארגונים לא ממשלתיים, כולל ארגונים ללא מטרת רווח, ארגונים קהילתיים, יועצים ואוניברסיטאות בתהליך התכנון והיישום.

בנוסף, בטבלה 19 בפרק ההיבטים הכלכליים מוצגות תבניות לתכניות עבודה כלליות, עם מתן דגש על פיתוח תכנית להערכת סיכונים ובניית תכנית אסטרטגית מקומית.

הצגת מקרה מבחן 1: טורונטו, קנדה

רקע קצר: טורונטו היא העיר הכי גדולה בקנדה. חיים בה כ- 2.7 מיליון איש והיא ממוקמת על הגדה הצפון-מערבי של ימת אונטריו. ב-2007, העיר פרסמה תכנית לשינויי אקלים, אשר כללה בתוכה התייחסות להיערכות לשינויי האקלים. רבים מהפעולות שיושמו מאז כללו בתוכן גם אלמנטים של שינויי אקלים - כלומר ההיערכות לא הייתה המניע העיקרי לפעולה, אלא בעלת חשיבות משנית.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: בשנת 2011, המשרד לאיכות הסביבה בטורונטו פיתח תהליך ומודל אלקטרוני להערכת סיכונים משינויי אקלים. התוכנית והשימוש במודל הושמו בחלק מחטיבות העיריה. הם צפויים לסייע בהערכת סיכונים בצורה מדויקת יותר ולתעדף מה הן פעולות ההיערכות הכרחיות.

כמו כן, ב-2011 הוקמה קבוצה, WeatherWise Partnership, אשר מורכבת מ-50 חברים מהמגזר העסקי, ארגונים ללא מטרת רווח וארגונים ציבוריים מטורונטו, אשר מטרתה להכין את העיר למזג אוויר קיצוני. המטרה הסופית של הקבוצה היא להכין תכנית עבודה אשר תסייע בקבלת החלטות.

מקורות

City of Toronto: Toronto Environment Office, Climate Change Adaptation Strategy. (n.d.). *toronto.ca* | *Official website for the City of Toronto*. Retrieved January 6, 2013, from <http://www.toronto.ca/teo/adaptation/index.htm>

Climate Change Risk Assessment Process and Tool. (n.d.). *toronto.ca* | *Official website for the City of Toronto*. Retrieved January 6, 2013, from www.toronto.ca/legdocs/mmis/2010/ex/bgrd/backgroundfile-32902.pdf

The WeatherWise Partnership: Toronto region's action group for extreme weather resilience. (n.d.). *toronto.ca* | *Official website for the City of Toronto*. Retrieved January 6, 2013, from <http://www.toronto.ca/teo/adaptation/resilience.htm>

Toronto. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved January 6, 2013, from

הצגת מקרה מבחן 2: ניו-יורק, ארה"ב

רקע קצר: ניו יורק ממוקמת בצפון-מזרח ארצות הברית על אגנו של נהר ההדסון, אשר נשפך לנמל טבעי ומשם לאוקיינוס האטלנטי. רובה של העיר בנוי על שלושה איים: מנהטן, סטטן איילנד ולונג איילנד, וצפיפות האוכלוסייה בהם יחסית גבוהה. עם הזמן מבנה האיים שונה בידי בני אדם, אשר שינו חלקים מן הים על מנת להגדיל את שטחי חלקו הדרומי של האי מנהטן. לשינויי האקלים השפעות מכריעות על העיר, הכוללות שינויים בדפוסי המשקעים ועליית פני הים אשר מסכנים את העיר כולה. על מנת להתמודד עם שינויי האקלים, העיר כינסה ב-2008, במסגרת התכנית של העיר לשינויי אקלים PlanNYC, פאנל לשינויי אקלים הדומה המבוסס במבנה שלו על הפאנל הבינלאומי, IPCC, אשר אמור להמליץ לעיר כיצד להיערך לשינויי האקלים ואלו כלי אדפטציה יהיו שימושיים באקלים המקומי.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: באמצעות תרומה מקרן רוקפלר, ראש העיר של ניו יורק כינס את הפאנל לשינויי אקלים בעיר ניו יורק (NPCC), אשר כלל מדענים מובילים בתחום של שינויי אקלים, אנשי אקדמיה, מומחים בתחום הביטוח, אנשי מקצוע בתחום של ניהול סיכונים ומשפטנים. מומחים אלו עזרו לפתח תכנית עבודה וכלים להערכת סיכונים, במטרה לסייע לעיר לפתח תכנית פעולה המבוססת על מערכת של כלים להערכת סיכונים הבנויה על מידע מדעי אמין. ב-2010 הפאנל הוציא את מסמך ההמלצות הראשון שלו, בו הוא שם דגש על שלושה נושאים: חום וגלי חום, עליית מפלס פני הים וסכנה מפני נחשולים, בצורת ושיטפונות. דוגמאות למדדים שכותבי המסמך ממליצים לעיר לאמץ הם:

- מניין מדויק של היתרי בנייה שיש להם אמצעים לצמצום נגר מהמשקעים
- מדד המבוסס על נתוני חברות ביטוח, אשר מודד את תפיסתו של איש הביטוח לגבי היכולת של התשתיות העירוניות בעיר להתמודד עם שינויי האקלים
- מדד לדירוג של איגרות חוב שהונפקו על ידי העיר או מפעילי תשתיות עבור פרויקטים עם סיכון חשיפה לשינויי אקלים
- ניתוח מגמה המפרטת את ההפסדים והאובדנים הקשורים למקרי חירום/ אסון אשר קרו בשל תנאי מזג האוויר (בין אם ההפסד היה מבוטח או לא מבוטח אבל באופן יחסי להיקף הנכסים הכולל)
- ניתוח של מספר הימים עם הפסקות תקשורת גדולות (אלחוטי וקווי), אשר קשורות עם הפסקות חשמל בשל מזג האוויר.

מקורות

New York City. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved January 10, 2013, from http://en.wikipedia.org/wiki/New_York_City

New York City Panel on Climate Change. (2010, May 1). Climate Change Adaptation in New York City. *The New York Academy of Sciences*. Retrieved January 10, 2013, from <http://www.nyas.org/publications/annals/Detail.aspx?cid=ab9d0f9f-1cb1-4f21-b0c8-7607daa5dfcc>

PlaNYC. (n.d.). *The City of New York*. Retrieved January 10, 2013, from www.nyc.gov/html/planyc2030/html/theplan/the-plan.shtml

Pyper, J., & ClimateWire. (2012, December 1). New York City Planning Ahead of Actual Adaptation. *Scientific American*. Retrieved January 10, 2013, from <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=new-york-city-planning-ahead-actual-adaptation>

The NYC DEP Climate Change Program Assessment and Action Plan. (n.d.). *NYC Department of Environmental Protection Communications & Intergovernmental Affairs*. Retrieved January 10, 2013, from

העיר **הלסינקי בפינלנד**⁴ היא דוגמה נוספת לעיר שאימצה חלק מהאלמנטים המצוינים לעיל. העיר החליטה לפתח את אסטרטגיית ההיערכות לשינויי אקלים על מנת שהעיר תהיה עמידה בפני האקלים: "חזון האסטרטגיה הוא כי העיר תהיה "חסינת-אקלים" – העתיד יבנה עכשיו". המטרה של האסטרטגיה היא להיערך להשלכות שינויי האקלים באזור, ולהכין את העיר ותושביה להשפעות שינויי האקלים הכוללים מזג אוויר קיצוני ואירועי קיצון וכן כדי לצמצם את הפגיעות של העיר לאקלים המשתנה. העיר פיתחה את האסטרטגיה לאורך מספר שנים (החלה את העבודה עליה ב-2009) ותהליך הפיתוח כלל עבודת מחקר, ועדת היגוי, סדנאות עם בעלי עניין, הצגת הנושאים בפני הציבור ועוד. בנוסף לתהליך הרחב, האסטרטגיה בנויה בצורה מעניינת בכך שהיא מחולקת לשתי קבוצות תוכן: 1. אסטרטגיות היערכות אזוריות ומשותפות, ו 2. מדיניות היערכות לטווח הקצר (2012-2020). המדיניות פותחה עבור סקטורים מוגדרים: (1) שימושי קרקע, (2) תחבורה ורשתות טכניות, (3) בנייה וסביבה עמידים בפני שינויי האקלים, (4) ניהול משאבי מים וניהול פסולת, (5) שירותי חילוץ ואבטחה, (6) שירותי בריאות ורווחה, (7) שיתוף פעולה בהפצת מידע.

הצגת מקרה מבחן 3: סטרטפורד, קנדה

רקע קצר: סטרטפורד היא עיירה פרברית קנדית קטנה (אוכלוסייתה מונה כ-8,500 איש) הממוקמת במרכז אי הנסיך אדוארד. העיירה נמצאת על חצי אי שנוצר על ידי שפך של נהר העובר לידה, נהר הילסבורו. כמו שאר ערי קנדה, גם סטרטפורד צפויה לחוות שינויי אקלים משמעותיים בשנים הקרובות ולכן הוחלט לקדם בעיירה תכנית היערכות לשינויי אקלים.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: ב-2010, משרד משאבי הטבע של קנדה מימן את התהליך ואת כתיבתה של תכנית פעולה לשינויי אקלים בעיירה סטרטפורד בקנדה, אשר **שילבה את הידע המדעי על שינויי האקלים ותהליכי היערכות עם ידע קהילתי של שינויי האקלים**, על מנת לפתח כלים חדשים ליזמות קהילתיות בנושא היערכות לשינויי אקלים. מעורבות קהילתית היא מרכיב מרכזי בגישתו של צוות הפרויקט, והפרויקט מסתמך, במידה רבה, על ידע קיים בקהילה והבנה של אירועי האקלים הקשורים. התהליך כלל בחינה של הדאגות וסדרי העדיפויות של הקהילה, סקירה של ידע מדעי עכשווי, השלכות של שינויי אקלים בהווה, הגדרה של היכן הקהילה פגיעה כיום ובעתיד (לדוגמה, שיטפונות, שחיקה של קו החוף ועוד), ניתוח של תרחישים של שינויי אקלים, תיעודף הכלים להיערכות והכנה של תכנית עבודה.

מקורות

Greene, K., & Robichaud, A. G. (n.d.). MAINSTREAMING CLIMATE CHANGE TOOLS FOR THE PROFESSIONAL PLANNING COMMUNITY: CLIMATE CHANGE ADAPTATION ACTION PLAN FOR STRATFORD, P.E.I.. *Canadian Institute of Planners*. Retrieved January 10, 2013, from http://www.fcm.ca/documents/reports/PCP/climate_change_adaptation_action_plan_for_stratford_pei_EN.pdf

Stratford, Prince Edward Island. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved January 10, 2013.

לעומת הלסינקי, העיירה **אייג'קס בקנדה**⁵ בחרה לקדם מדיניות סביבתית ובתוכה אסטרטגיית היערכות לשינויי אקלים, במסגרת מדיניות שכבר קיימת. הפעילות הזו נעשתה בשיתוף פעולה עם השותפות לאוויר נקי (Clean Air Partnership), לקידום היוזמה להיערכות לשינויי אקלים בקהילה. התכנית מומנה על ידי המשרד לאיכות הסביבה של מחוז אונטריו בקנדה, במטרה לעודד קהילות מקומיות לפתח תכניות אדפטציה ולהוות דוגמה לקהילות אחרות. לאייג'קס יש תכנית רשמית אשר בתוכה כלולה מדיניות סביבתית. ב-2005,

⁴ http://www.hsy.fi/seutu tieto/Documents/Ilmasto/climate_strategy_2030.pdf

⁵ <http://www.cleanairpartnership.org/files/Ajax%20Final.pdf>

הוחלט ליישם תיקון לתכנית, תיקון מס' 38, אשר כולל בתוכו נושאים חדשים כגון השפעות חזויות של שינוי אקלים ברמה המקומית ואסטרטגיות אדפטציה והפחתה.

הצגת מקרה מבחן 4: דרבן, דרום אפריקה

רקע קצר: דרבן (בזולו: eThekweni) היא העיר השלישית בגודלה בדרום אפריקה לאחר יוהנסבורג וקייפטאון, ומהווה חלק מהמטרופולין eThekweni. דרבן היא עיר הנמל העמוסה ביותר בדרום אפריקה והיא גם נחשבת לאחד ממרכזי התיירות הגדולים באזור. העירייה, אשר אמונה גם על עיירות שכנות, אחראית על אוכלוסייה של כמעט 3.5 מיליון איש. שטח המטרופולין, 2,292 קילומטרים רבועים, נחשב יחסית לגדול יותר מאשר בערים אחרות בדרום אפריקה, וכתוצאה מכך צפיפות האוכלוסין בעיר היא יחסית נמוכה ביחס לערים אחרות, 1,513 תושבים לק"מ רבוע. דרבן פעילה בתחום הסביבתי וקידמה את אג'נדה 21, שהיא תכנית פעולה גלובלית בת-קיימא הקוראת לפעולה בתחומים כלכליים, חברתיים וסביבתיים. כמו כן, העיר פיתחה תכנית בנושא המגוון הביולוגי של העיר ושירותי אקולוגים. הפרויקט האחרון של העיר בתחום הסביבתי הוא אסטרטגיה להיערכות לשינויי האקלים.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: המחלקה לתכנון סביבתי והגנה מפני שינויי האקלים שמה דגש על **תהליך של צמצום המיקוד על פי בחינה ותעדוף**. דוגמה לכך היא הפיתוח של התכנית העירונית להגנה מפני שינויי אקלים (MCPPI). העבודה על התכנית החלה ב-2004 והתמקדה בתחילה בהבנת ההשפעות המקומיות של שינוי האקלים. תהליך הערכת ההשפעה העלה את הסוגיה כי שינויי האקלים ברמה המקומית יהיו אתגר משמעותי להשגת יעדי הפיתוח של העיר. חשש זה הוביל לתעדוף מוקדם של הנושא של היערכות לשינויי האקלים. אסטרטגיית היערכות בתכנית התמקדה בשלושה תחומים רחבים: היערכות ברמת העירייה, היערכות ברמת הקהילה, ומגוון של צורות ניהול עירוניות.

גיבוש אסטרטגיית היערכות התמקדה במגזרים עירוניים מרכזיים. עבודה ראשונית זו סייעה לפתח תכניות היערכות עירוניות (MAPs) למגזרים בעלי סיכון גבוה, כגון מים פסולת וניהול אסונות. במהלך העבודה על תכניות היערכות נמצא כי האמונה הרווחת שיש לנקוט בגישה חוצת-מגזרים, אינה השיטה היעילה ביותר לתכנון היערכות. הניסיון המקומי הראה כי תכנון משולב ברמה גבוהה לא מבטיח פעולה משמעותית (בשלטון מקומי הנתון תחת לחצים רבים) וכי עבודה יותר ממוקדת במגזר ספציפי יכולה להבטיח יותר הצלחה ביישום. האסטרטגיה הכללית של דרבן לא הצליחה להביא לפעולה בתחום היערכות, אבל הפיתוח של תכניות היערכות ספציפיות לסקטור מסוים הוכיחו את עצמן כמעודדות עשייה.

נכון להיום, העיר מקדמת תכניות ספציפיות עבור שלושה מגזרים בעדיפות סיכון גבוהה: בריאות, מים וניהול אסונות. נכון לעכשיו, מתקיים דיון אילו אסטרטגיות יש לקדם, משום שאין מספיק משאבים כדי ליישם את כל 46 תכניות היערכות אשר פותחו עבור שלושת המגזרים הללו. מתבצע תהליך של תעדוף כדי להעריך איזו מתוכניות היערכות ישמשו את המגוון הרחב ביותר של תושבי דרבן, באופן המשמעותי ביותר בעלות הנמוכה ביותר.

מקורות

Durban. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved January 6, 2013, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Durban>

Municipal Adaptation Plans. (n.d.). *Durban - The Official Website of the eThekweni Municipality*. Retrieved January 6, 2013, from http://www.durban.gov.za/City_Services/development_planning_management/environmental_planning_climate_protection/Projects/Pages/Municipal-Adaptation-Plans.aspx

Roberts, D. (2011, June 1). From planning to action: lessons from Durban's adaptation response. *CDKN*. Retrieved January 6, 2013, from <http://cdkn.org/2011/06/from-planning-to-action-lessons-from-durban%E2%80%99s->

גם העיר **שיקגו בארה"ב** שילבה את אסטרטגיית היערכות שלה במסגרת תכנית יותר כוללת, במקרה שלה, תכנית הפעולה בתחום האקלים. התכנית עצמה כוללת חמש אסטרטגיות, כאשר האסטרטגיה

החמישית היא אדפטציה. ההשפעות האקלימיות הצפויות בעיר כוללות יותר אירועי חום קיצוני, שינויים במשקעים וכתוצאה מכך השפעות על המערכת האקולוגית של העיר, מבנים ותשתיות העיר. העיר השקיעה משאבים רבים בתהליך פיתוח אסטרטגיית ההיערכות, והוחלט להסתמך על ניתוח קפדני כדי לגבש החלטות מדיניות.

תהליך הניתוח כלל שלושה שלבים:

1. נעשתה סקירה מקיפה של השפעות האקלים האפשריות שיתרחשו באזור,
2. נערך ניתוח סיכונים כלכלי של כל ההשפעות,
3. נעשה תיעודף של ההשפעות הכלכליות והסביבתיות כאשר חברת הנדסה בינלאומית נתנה לכל השפעה דירוג.

סה"כ נבחנו כ-70 השפעות שונות ובסוף הוכנה רשימה של טקטיקות היערכות לארבעה מקרי קיצון אפשריים: חום קיצוני, ירידת משקעים קיצונית, פגיעה בתשתיות ופגיעה במערכות האקולוגיות. התהליך הזה נחשב למוצלח, אך הוא הצליח בגלל המידע ההיסטורי שעמד בפני העיר אשר מבצעת מעקב אחר השינויים והשיפורים בעיר לאורך זמן (Coffee et al, 2009). בעקבות תהליך זה, העיר הקימה ועדת היגוי ירוקה לתכנן לאפשרויות של ארבעת מקרי הקיצון. בדו"ח התקדמות ששיקגו פרסמה ב-2010, עודכן כי העיר קידמה את שתילתם של גגות ירוקים כדי להפחית את השפעות איי החום העירוניים. בנוסף, מועצת העיר אישרה את התכנית "תוספת ירוקה לעיצוב אורבאני: עיר עברנו והדורות הבאים". התכנית כוללת 21 פרטי פעולה מרכזיים שאמורים לשפר את העיצוב של תשתיות "ירוקות" בעיר כגון גגות, חזיתות של מבנים, גינות מסביב לבניינים ובמגרשי חניה, מדרכות, שדרות ורחובות. דוגמה נוספת היא הפעילות של המחלקה לניהול מים של העיר שפיתחה מודל מתקדם של מערכת הביוב המאפשר להעריך אפשרויות של הצפות על פני הקרקע ובמרתפים ולנתח את הפתרונות הכי יעילים כלכלית.

הצגת מקרה מבחן 5: וינה, אוסטריה

רקע קצר: וינה, הבירה, היא העיר הכי גדולה באוסטריה. בתוכה חיים כ- 1.7 מיליון איש ובאזור המטרופולין למעלה מ- 2 מיליון איש. העירייה מאוד פעילה בתחום הסביבתי, וכבר ב- 1995 החל לפתח תכנית להגנה מפני שינויי האקלים (KLIP). ב- 1996, התכנית אושרה ע"י ועדה של העיר ובאותה שנה התכנית הוצגה לציבור. ב- 2009, עודכן ואושר השלב השני של התכנית, אשר תקף עד 2020.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: KLIP מציג גישה מקיפה לפיתוח תכנית אשר צמחה מתוך הפעילות של אג'נדה 21. התכנית פותחה על ידי יותר מ-300 משתתפים מלמעלה מ-150 מוסדות, ובהם מחלקות של העירייה וארגונים חיצוניים (קבוצות בעלי עניין, ארגונים לא ממשלתיים ונציגי המגזר העסקי), אשר עבדו **בשיתוף פעולה** יחד. ההשתתפות בצוותים הייתה מאוד גבוהה ותרמה רבות לתכנית. האנשים שפיתחו את התכנית השתמשו בגישה מודולרית, כאשר אנרגיה, תחבורה, רכש, ופסולת נחשבו למגזרים בהם נדרשת רוב הפחתת הפליטות של גזי חממה. ולכן, כמעט 40 תכניות פעולה נפרדות פותחו עבור מגזרים אלו.

למרות שהתכנית מתייחסת לשינויי אקלים באופן כללי, KLIP אינה מתייחסת באופן פרטני להיערכות לשינויי אקלים, אלא מכיל מספר שיקולים לגבי פעולות להיערכות לשינויי האקלים. מחלקת הסביבה בעירייה האמונה על הנושא מציין כי שיקולים אלו יפורטו באופן קונקרטי יותר בשנים קרובות. בין הנושאים שאמורים לדון בתכנית הם: שיטפונות נהר; בצורת יעילות מים; גלי חום / חום עירוני; רוח / ניזקי סערה.

מקורות

Vienna. (n.d.). *Wikipedia*. Retrieved January 6, 2013, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Vienna>

KLIP - The City of Vienna's Climate Protection Programme. (n.d.). *Vienna City Administration*. Retrieved January 6, 2013, from <http://www.wien.gv.at/english/environment/klip/>

KLIP - Vienna's Climate Protection Program. (n.d.). *Platform for the Best Practices and Local Leadership Programme of UN-HABITAT and the City of Vienna*. Retrieved January 6, 2013, from www.bestpractices.at/main.php?page=vienna/best_practices/environment/klip&lang=en

Vienna Climate Protection Programme - KLIP - Austria. (n.d.). *Cardiff University*. Retrieved January 6, 2013, from <http://www.cardiff.ac.uk/~geography/urban/vienna.htm>

בדו"ח אסטרטגיית ההיערכות לשינויי אקלים של העיר **מלבון באוסטרליה** מדובר על ארבעה תרחישים של אירועי קיצון פוטנציאליים שישפיעו על העיר: 1. הפחתה בגשמים ובצורות, 2. גלי חום ושריפות, 3. גשמים עזים וסערת רוחות, ו- 4. עליית פני הים. בדו"ח שהעיר פרסמה ב- 2009, דובר כי על מנת לבנות יכולת משמעותית להתמודד עם שינויים אלו, נדרשת השקעת הון נרחבת ומחויבות מדינית של העירייה. הדו"ח מנתח את הסיכונים ומונה רשימה של צעדי היערכות לטווח הקצר והארוך, אך לא מציין אם חלקם יושמו.

הצגת מקרה מבחן 6: פיניקס, ארה"ב

רקע קצר: פיניקס היא הבירה של מדינת אריזונה בארה"ב, והיא העיר השישית בגודל אוכלוסייתה בארה"ב. העיר ממוקמת צפונית-מזרחית למדבר סונורה, ההופך את האקלים בעיר למדברי סוב-טרופי, כאשר בקיץ הטמפרטורה הממוצעת היא 38 מעלות צלזיוס. ב-2009, העיר פרסמה תכנית פעולה לשינויי אקלים, אך לא נכללה בה מדיניות ברורה בנושא של אדפטציה. עם זאת, לעיר יש מספר תכניות היערכות לשינויי האקלים.

דוגמה לכלי לקבלת החלטות: לעירייה הבנה כי בעצם הרשויות המקומיות אחראיות על מתן עזרה ראשונית בעת שיטפונות, שריפות פראיות, אירועי חום קיצוניים והשפעות אחרות של שינויי האקלים. קהילות רבות מתחילות לפתח אסטרטגיות שתפחנה את פגיעותם להשפעות של שינויי אקלים. על מנת לשפר את החוסן המקומי, ואת היכולת להגיב להשפעות האקלים לטווח קצר וארוך לעיר יש תכניות פעולה בנושאים שונים אשר אמורות לתת מענה ליכולת של העיר להסתגל לשינויי האקלים. התכניות הן:

- תכנון משאבי מים - תכנית כללית לתכנון משאבי מים, אשר כוללת בתוכה התייחסות גם לנושאים של תנאי בצורת וגידול אוכלוסייה
- חיסכון במים - תכנית המקדמת הרחבת הידע של הציבור בנושא של אספקת מים וקידום שימוש אחראי במים
- תכנית אב להצללה ונטיעת עצים – המטרה של התכנית היא לקדם יער אורבאני בעיר וליצור הצללה מהונדסת נגד פגעי מזג האוויר
- תכנית כללית - תכנית זו היא תכנית פעולה של העירייה ביחד עם תושביה לתכנון עתידי של העיר. התכנית כוללת התייחסות גם לנושאים סביבתיים כגון: איכות אוויר מקומית, ניהול משאבי מים, ניהול פסולת, ושימור הפארקים בעיר.
- מבצע הסברה להתמודדות בחום - הקמפיין בעיקר מיועד לאנשים מבוגרים או עם מוגבלויות אשר סובלים מחום בחודשי הקיץ. למערכת יש נקודות חלוקת מים ברחבי העיר והיא הקימה תחנות שתייה ומקומות למקלט מהחום ברחבי העיר.

מקורות

Adapting to Climate Change . (n.d.). *City of Phoenix*. Retrieved January 10, 2013, from <http://phoenix.gov/greenphoenix/climate/adapting/index.html>

Climate Action Plan for Government Operations. (2013, January 10). *City of Phoenix*. Retrieved October 1, 2009, from phoenix.gov/webcms/groups/internet/@inter/@env/@climate/documents/web_content/d_026991.pdf

Phoenix, Arizona. *Wikipedia*. Retrieved January 10, 2013, from http://en.wikipedia.org/wiki/Phoenix,_Arizona

Sustainability Program. (n.d.). *City of Phoenix*. Retrieved January 10, 2013, from

לונדון, היא עוד עיר בדומה להלסינקי, שהחליטה לקדם וליישם תכנית היערכות לשינויי אקלים לעיר בשנת 2011. היו מספר סיבות לקידום תכנית שכזו, אך אחת הסיבות המרכזיות שמצוינת היא שאזורים עירוניים פגיעים במיוחד להשפעות האקלים. צפיפות אוכלוסין וצפיפות הבנייה בתוך אזור גיאוגרפי קטן יחסית מגדיל את הסיכונים לעומת אזורים כפריים. כמו כן, הנוף האורבאני עצמו יכול לחזק את השפעות האקלים, כמו לדוגמה אי יכולת של העיר "לצנן" את עצמה בימי קיץ חמים מהרגיל וכן הגדלת שיעור הנגר אשר יכול להוביל לשיטפונות. ראש העיר של לונדון פעל נמרצות לקידום התכנית וחזק את טענותיו בקידום תכנית אדפטציה, בכך שהוא ציין כי פעולה יזומה היא בדרך כלל יותר זולה ויעילה מהתגובה לשינויי אקלים שכבר חלו וכן לפעולות היערכות יכולות להיות יתרונות בעלות השפעה רחבה יותר. לדוגמה, הגדלת כמות הצמחייה בעיר תאפשר לקלוט מי שיטפונות ולצנן את איי החום העירוניים, תשפר גם את איכות חיהם של התושבים. האסטרטגיה כוללת שבע משימות אשר כללו ניתוח פגיעות של העיר לשינויי האקלים ופיתוח תהליך אשר

הסתגלות ערים בעולם

דרכו ייושמו צעדים הכרחיים להכנת העיר להסתגל לשינויי אקלים. הנושאים המרכזיים בהם התכנית דנה הם: שיטפונות, בצורת, התחממות יתר, בריאות, סביבה, כלכלה ותשתיות.

טבלה מספר 1 מרכזת את הדוגמאות של ערים הפועלות בנושא של היערכות לשינוי אקלים ומסכמת את הנושאים המרכזיים הנידונים בכל תכנית.

טבלה 1 - ריכוז הנושאים המרכזיים בתכניות היערכות של ערים בעולם

עיר/ נושא	איי חום וגלי חום	עליית מפלס פני הים	בצורת	נחשולים, שיטפונות והצפות	שחיקה של רצועת החוף	סופות גשם ורוח	אובדן מגוון ביולוגי	שריפות	תחלואה
אייג'קס קנדה	✓	✓		✓					
דרבן דר. אפריקה	✓	✓		✓		✓			
הלסינקי פינלנד				✓					
וינה אוסטריה	✓		✓	✓		✓			
טורונטו קנדה	✓		✓	✓		✓		✓	
לונדון אנגליה	✓		✓	✓				✓	
מלבורן אוסטרליה	✓	✓	✓			✓		✓	
ניו יורק ארה"ב	✓	✓	✓	✓					
סטרטפורד קנדה		✓		✓	✓				
פיניקס ארה"ב	✓		✓						
שיקגו ארה"ב	✓					✓	✓		

תיאור המצב בנושא ההסתגלות לשינויי אקלים בישראל

להלן מוצגים עיקרי הדברים הרלוונטיים לרשויות המקומיות, כפי שהופיעו בדו"חות 1,2 של מרכז הידע ואשר התפרסמו בשנים 2011-2012.⁶

אקלים

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 אקלימיות ממקורות בעלי מאפיינים סינופטיים שונים. הדבר בא לידי ביטוי, בין היתר, בשונות רבה במשטר הטמפרטורות ובתנודות במשטר הגשמים – על כל מרכיביו. במסגרת הדו"ח הראשון של מרכז הידע נמצא כי ברוב הפרמטרים שנסקרו (משטר טמפרטורות, משטר הגשם אירועי מזג אוויר קיצונים – גלי חום וריכוזי מזהמים) קיימים תרחישים להחמרה (עליה בטמפרטורות, ירידה בכמות המשקעים, עליה בשכיחות ובעוצמה של סוגים מסוימים של מזג אוויר קיצוני). חשוב להדגיש שלא כל המגמות נמצאו מובהקות סטטיסטית. לתרחישים אלו (במידה ואכן יתרחשו) עלולה להיות השפעה על תחומים שונים במשק (משק המים, החקלאות, בריאות הציבור, שמירת חופים, אנרגיה, גיאואסטרטגיה, מגוון מינים ועוד).

אקלים העיר

אחוז האוכלוסייה העירונית במדינת ישראל הלך וגדל במשך השנים ועומד היום מעל ל-90%. יש להניח שמגמה זו תמשך. גם 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: אי חום עירוני ורמת 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 והמצאות (אי המצאות) של תעשיות מזהמות בשטח העירוני. שילוב אי החום העירוני עם עליה בריכוז המזהמים 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.

הסביבה החופית

טמפרטורות פני הים התיכון 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 מעל 30°C ואינן יורדות מתחת ל- 17°C בחורף (למעט בחורף 2011), בעוד שבעבר הטמפרטורות לא עלו מעבר ל- 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.

מגמה נוספת שנצפתה בשנים האחרונות הינה עליה ממוצעת של מפלס פני הים בשיעור של 1 ס"מ בשנה. המשמעות ההידרולוגית של תופעה זו היא חדירה מוגברת של מי הים לאקוות החוף והמלחתה וכן

⁶<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/AdaptationKnowledgeCenter/Pages/CCKnowledgeCenter.aspx>

הסתגלות ערים בעולם

התרחבות היקף ההצפה של שיטפונות במישור החוף. תרחישים של המגמות הגלובליות בהקשר של השתנות מפלס האוקיינוסים בעולם נעים בין הקצב הנוכחי של 1 ס"מ לעשור לבין 10 ס"מ לעשור (קיימים גם תרחישים קיצונים 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 מעל ל- 6 מ'. לסערות אלו השלכות רבות לנזקים למתקני חוף ולהרס המצוק החופי.

משק המים

משק המים בישראל מתמודד מאז קום המדינה עם הצורך באספקת מים אמינה, באיכות ובכמות הנדרשת. משק המים נבנה לאורך השנים על בסיס המחסור במים, הצורך הביא לפתוח ידע רב בתחום המים, לפיתוח טכנולוגיות בתחום השבת הקולחים, התפלה ועוד, וכל זאת במטרה להגדיל את היצע המים ולא להסתמך רק על המלוי החוזר הטבעי.

מעבר לגדול האוכלוסייה והעלייה ה"טבעית" בצריכת המים, חייב משק המים להיערך לקראת שינויי האקלים - צפויה הפחתה משמעותית באגן ההיקוות של הכנרת בעקבות הפחתה במשקעים, תופעה מובהקת דומה נמצאה גם בדרום הארץ. השינויים באופי המשקעים וריבוי אירועי קיצון יגבירו את השיטפונות והנגר העילי ויפחיתו את ההעשרה של המילוי החוזר. עליית הטמפרטורות תגרום להתאיידות מוגברת של מאגרי מים עיליים, התייבשות מעיינות ונחלים ועוד.

לרשות המקומית יש 3 תפקידים קריטיים בתהליך ההיערכות:

1. להיערך לתגובות או מתן תשובות להשפעות המקומיות של שינויים בתחום המים;
2. לתווך בין היחיד לבין התגובות הציבוריות לפגיעות וסיכונים;
3. לפקח על חלוקת המשאבים הנחוצה להיערכות (Agrawal, 2008).

בפרק בנושא משק המים בישראל, ישנן 15 המלצות מפורטות כיצד ערים בישראל צריכות להיערך לאתגרי האקלים:

1. מידע – הפצת המידע וכן שיפור איכות המידע העומד בפני רשויות מקומיות ובפני הציבור הרחב.
2. חינוך והסברה – הגברת מאמצי החינוך וההסברה בקרב הציבור על חשיבות ניהול מקיים של משאבי מים.
3. העלאת מודעות בקרב בעלי עניין - הדגש הוא על בניית קבוצות פעולה ירוקות בקרב הציבור ע"י גופים התנדבותיים ועמותות בתחום הירוק להעלאת המודעות של חשיבות ניהול מקיים של משק המים.
4. העלאת מודעות - העלאת מודעות לחיסכון בקרב הציבור באתרי האינטרנט ובמוסדות חינוך וציבור ע"י מתן מידע על שיטות לחיסכון, מידע על צריכת מים בשימושים שונים ומתן תמריצים כספיים לחוסכים.
5. שימוש באמצעים חסכוניים במים - חיוב כל בתי האב ומבני הציבור בהתקנת אביזרים חסכוניים במים ע"י פיתוח תכנית רב-שנתית להתקנה כזאת גם ע"י סבסוד התקנת אביזרים חסכוניים ומתן אביזרים כאלה חינם למשפחות חסרות אמצעים.
6. צמצום דלף ופחת-מים - החלפת צנרת ישנה ברחבי הרשות ומתן התראות לבתי אב בהם התגלו חריגות בשימוש במים. התקנת מערכות טכנולוגיות חכמות ומערכות קר"מ (קריאה מרחוק) של מדי מים לאיתור נזילות.
7. התקנת מערכות השקיה חכמות לגינון ציבורי - התקנת מערכות השקיה חכמות בליווי מנגנון קר"מ וכן הכנסה אפשרית לשימוש של מי קולחים יאפשרו חיסכון במים בגינון הציבורי.

הסתגלות ערים בעולם

8. טיפול בשפכים, שימוש מחדש במי שפכים קולחים ושימוש במים אפורים - טיפול בשפכים באופן מלא וחיסול מפגעי ביוב ודלף ביוב (כולל חובת ניתוק מרזבים מביבים).
9. מי קולחים - חשיבות גבוהה יש לייצור מי קולחים ברמה גבוהה ושימוש מחדש בהם לצרכי גינון ציבורי, כיבוי אש, ניקיון רחובות ואולי בענף הבנייה.
10. מים אפורים - השימוש במים אפורים מיושם בהצלחה רבה בעולם. זוהי אסטרטגיה מקיימת, שיתרונותיה בחיסכון במים, באנרגיה ובתשתיות. בישראל השימוש הנרחב אסור מסיבות תברואתיות. דוח זה ממליץ להתיר ניסויים בשימוש חוזר במים אפורים בשכונות חדשות לצורך ניסוי וכן במוסדות ציבור וחינוך.
11. איכות מי שתייה - שיפור בדיקות איכות מי שתייה בכל המזהמים המיקרוביאליים ומזהמים אחרים.
12. מניעת זיהום מים, טיוב בארות מים - יש לשפר את ניטור איכויות המים ויש לתת תמריצים לניקוי קידוחים ובארות מים במישור החוף.
13. קציר מי גשמים - איסוף מי גשמים מגגות מבנים ומשטחים, אגירתם לצורך שימוש בגינון וגופי מים ו/או החדרתם למי התהום הינו בעל חשיבות כפולה – הגדלת היצע המים ושיפור איכות מי האקוויפרים ושיפור הנגר העילי וצמצום או מניעת שיטפונות ברשות המקומית, דבר התורם לרווחת התושבים ולניהול משאבי המים ברשות במסגרת האסטרטגיות המועדפות בתחום זה.
14. תר"מ תכנון רגיש למים - תר"מ מחייב לכלול את ניהול הנגר בתהליך של פיתוח שטח עירוני מתחילתו ויש לו השפעה וחשיבות רבה בהיבט התכנוני מניעתי לגבי תשתיות ומתקנים אסטרטגיים. תר"מ מיושם בישראל באופן חלקי ביותר וקיימים מחסומים חוקיים וביורוקרטיים ומחסור בכוח אדם מיומן ליישומו.
15. ביטחון מים והיערכות לשעת חירום - שיפור משמעותי במידע שמספקות הרשויות ותאגידי המים לציבור בכל הקשור להיערכות לחירום הן בבתי האב והן במגזר הציבורי.

בריאות

תחום הבריאות מושפע במספר דרכים מהאקלים ומהשינויים הצפויים- הן באופן ישיר דרך השפעות פיזיולוגיות והן באופן עקיף דרך השפעה על מחלות כרוניות ומדבקות וכן על שיעורי תמותה ותחלואה מגורמים חיצוניים.

שינויי האקלים עשויים להיות בעלי השפעות שליליות ארוכות טווח על בריאות הציבור. חשוב לציין, כי השפעות שינויי האקלים מלוות בהגברת זיהום האוויר המקומי, שהשלכותיו על בריאות הציבור משמעותיות. השפעות בריאותיות ישירות ועקיפות של שינויי האקלים כוללות תחלואה הקשורה לתנאי חום וקור קיצוניים, מחלות הנישאות על ידי וקטורים ומים, החמרה במחלות קרדיו-וסקולריות ונשימתיות כתוצאה מזיהום האוויר ולחץ נפשי. **מאחר וצפוי להיות שוני גיאוגרפי ברמת הפגיעות של האוכלוסייה, מאמצי ההיערכות צריכים להיות מופעלים ברמה המקומית.** אמצעי התאמה לשינויי אקלים צריכים להתאים לתגובה מיידית לאירועים המתרחשים ולמניעה של אירועים שליליים עתידיים. דבר זה יהיה חשוב במיוחד עבור קבוצות האוכלוסייה הרגישות ביותר כגון ילדים, נשים הרות, חולים כרוניים ואוכלוסיית העשירונים התחתונים בכללותה. במסגרת תהליכי ההיערכות יש להתייחס הן להשפעות של אירועי מזג אוויר קיצוני והן להשפעות של שינויים הדרגתיים בטמפרטורה ובמשטר המשקעים.

שיפור איכות האוויר, יצירת יותר שכונות ירוקות ועידוד אורח חיים בריא הוא עוד תהליך של "רווח כפול". תהליך זה יפחית את השכיחות של גורמי סיכון למחלות כרוניות וכתוצאה מכך יוביל לירידה בהיארעות מחלות כגון אוסטאופורוזיס, מחלות קרדיו-וסקולריות, מחלות נשימתיות ודיכאון.

מדיניות היערכות לשינוי אקלים דורשת מוכנות יציבה ואפקטיבית לצורך תגובה לאירועי מזג אוויר קיצוניים כגון גלי חום, גלי קור, שיטפונות ובצורת. ככל שהאקלים העולמי משתנה, תופעות אלה צפויות להפוך לשכיחות יותר וחמורות יותר. מסיבה זו יש לבחון את תכניות ההערכות ולהקציב להן משאבים מספיקים. במידה וקיימות תכניות שיכולות לשמש גם כחלק מתוכנית היערכות (לדוגמא, עידוד חסכון במים, שמירת המגוון הביולוגי, היערכות מערכת הבריאות וכד') יש להעריך מחדש תחת התחזיות המעודכנות לשינוי האקלים, ולשנות אותן או לחזקן במקומות הנחוצים. במידה וחסרות תכניות הערכות, יש להכין תכניות שכאלה.

באופן מיוחד יש לזהות קבוצות סיכון, ובמידת הצורך לתת להם יחס מיוחד במסגרת תכניות ההערכות.

שינויים אקלימיים הדרגתיים צפויים להביא איתם שינויים אקולוגיים. שינויים אלה יכולים להשפיע באופן משמעותי על בריאות האדם במספר דרכים. לדוגמא, צפויים להתרחש שינויים בפיזור הגיאוגרפי של מחלות המועברות על ידי וקטורים. בנוסף, מכיוון שמדינות מתפתחות נפגעות בשכיחות גבוהה יותר מבצורת ושיטפונות, צפוי להגיע גל פליטים ממדינות אלה, בין היתר גם לישראל. הפליטים צפויים להביא איתם מחלות כגון מלריה ושחפת עמידה לתרופות, שהן מחלות אנדמיות למדינותיהם.

יש צורך בתכנון ערים ובחוקי בנייה אשר ייקחו בחשבון את שינוי האקלים וידאגו לנושאים כגון בידוד משופר של בניינים נגד תנאי חום וקור קיצוניים ויצירת שטחים פתוחים מוצלים בתוך האזורים העירוניים, לצורך מניעת תופעת "איי החום".

המלצות מדיניות – מידע והסברה

יש לבסס וליישם מדיניות אינטגרטיבית, יעילה ואפקטיבית לצורך מניעה, אזרה מראש, ניהול והתגברות על ההשפעות של שינוי האקלים באמצעות כלים חינוכיים והעברת מסרים לצבור הרחב ולאנשי המקצוע.

טיפול סביבתי

כל המוסדות הציבוריים צריכים להיות ממוזגים ומאווררים כראוי.

אחריות: משרד החינוך, משרד הבינוי השיכון, משרד הכלכלה והמסחר וכן, הרשויות המקומיות

שינויים אקלימיים הדרגתיים (טמפרטורה ומשטר משקעים)

הפעולות הדרושות בתחום הטיפול הסביבתי:

תקנות ההדברה צריכות להיאכף על מנת למנוע פיתוח עמידות של וקטורים למחלות שונות כגון יתושים, זבובים וקרציות לחומרי הדברה. בדיקות אבחנתיות לזיהוי פתוגניים צריכות לכלול גם פתוגניים העלולים להגיע לישראל בעקבות שינויי האקלים (לדוגמא דנגי, צ'יקנגוניה ועוד) ולא רק פתוגניים שכבר זוהו בישראל.

תקנות ההדברה צריכות להיאכף הן ברמה המקומית והן ברמה הלאומית.

אחריות: המשרד להגנת הסביבה, הרשויות המקומיות, משרד הבריאות.

המגוון הביולוגי

בהיבט המגוון הביולוגי (biodiversity) התכנית הלאומית למגוון ביולוגי בישראל (ספריאל 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 ואולי אף האצה של גידול אוכלוסיית

האדם. 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 יותר יציבות ויותר ועמידות לשינויים, ולכן שמירת המערכות הטבעיות הינה קריטית להגדלת יכולתן להתמודד עם שינוי האקלים. לפיכך, הכלי החשוב ביותר לשמירת המגוון הביולוגי הוא ניהול של מדיניות המיועדת **להפחית את מקורות הפגיעה שאינם קשורים לשינוי אקלים**. מכיוון שלא ניתן לעצור את מגמת שינוי האקלים, המרב שניתן לעשות הוא להפחית את לחצי האדם על המערכות הטבעיות על מנת שלא להחריף את עוצמת השינוי (Hopkins et al., 2007; Vergès et al., 2009).

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.

בניה ירוקה

תחום הבניה הירוקה נתפס לרוב כתחום בו ניתן למנף מיתון והפחתה (mitigation) של פליטות גזי חממה, שכן, סקטור המבנים אחראי לכ-40% מצריכת האנרגיה בעולם וכשליש מפליטות גזי החממה. אולם, שינוי האקלים הצפויים מחייבים גם שינוי תפיסתי מבחינת התאמת הערים והמבנים (הצללה, חשיפה לרוח, נוחות תרמית בבניינים ובשטחים הפתוחים, התאמה לאירועי קיצון כמו שריפות, הצפות או עליית מפלס המים ועוד). חשוב לציין כי רוב התועלות של ההפחתה לא מורגשות מידית אלא רק לאחר כמה עשורים, ולכן היערכות נדרשת כדי להתייחס להשפעות בהווה ובעתיד הקרוב. לכן, ללא הפחתה, ההשפעות של שינוי האקלים יצמצמו באופן משמעותי את האפקטיביות של היערכות.

האתגרים הנובעים מהקצב המהיר של תהליכי העיור, מקשים מצד אחד על התגובות לשינוי האקלים, אולם פותחים, מצד שני, הזדמנויות רבות לאמץ תגובות מגובשות של אסטרטגיות כוללות של היערכות והפחתה. האוכלוסייה, החברות והרשויות של מרכזים עירוניים וגורמי התכנון כמו משרד הבינוי והשיכון יהוו גורם מרכזי בפיתוח אסטרטגיות אלו.

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

עיקרי ההמלצות בתחום הבניה הירוקה כוללים הקמת גוף ממשלתי שיהווה בית לקידום הרעיון של בניה בת-קיימא בארץ, לתאום פעולות ולשיתוף מידע במסגרת משרד הבינוי והשיכון. במסגרת זו יפותחו מאגרי מידע עבור המתכננים והמשתמשים. קביעת יעד ארוך טווח להשגת הפחתה של צריכת אנרגיה ופליטות גזי חממה בתחום המבנים והתוויית יעדים קצרי טווח שיאפשרו את השגתו, תוך מתן תמריצים כלכליים לעידוד בנייה ירוקה ויישום תקנות מחייבות לדרוג אנרגטי ותיגו של מבנים חדשים ומשופצים ועדכון על בסיס קבוע. קיימת חשיבות רבה להעלאת המודעות הציבורית בנושא קיימות ושינוי אקלים בכלל, ושימור אנרגיה במבנים בפרט. ככלל, מוסדות חינוך ומבני ציבור יוקמו כמבנים ירוקים על מנת להוות דוגמה לכלל המגזרים. בנושא ההכשרה יש צורך בשילוב קורסים בתכניות הלימודים לתואר ראשון, להשתלמויות, סמינרים, קורסים,

סדנאות וכד' לעובדי מדינה ועיריות ומקצוענים פרטיים המועסקים בתחום ולתארים גבוהים בנושא בנייה חוסכת אנרגיה, תכנון בר קיימא והתמודדות עם שינויי האקלים.

בעת גיבוש מדיניות **בתחום הבניה הירוקה** להתמודדות עם שינויי אקלים, יש להתייחס לשני היבטים שיש ביניהם יחסי גומלין: הפחתת צריכת האנרגיה בבניינים ופליטות גזי החממה (Mitigation) והיערכות לשינויי האקלים הצפויים (Adaptation). הפחתת צריכת אנרגיה ופליטות גזי החממה במבנים כרוכה בין היתר בשינוי התכנון, הבניה, הניהול והשימוש בבניינים. שינוי זה צריך להתייחס לא רק להיבט של צמצום הפליטות, אלא גם לנושא הקיימות כולו, הכולל את הנושאים סביבה, רווחה וכלכלה. פעולת ההיערכות, 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 בניה ותכנון מבנים עמידים בפני אסונות, הגנה על תשתיות ושירותים קריטיים, אזהרה מוקדמת, וכבסיס לכל אלו – מימון. ההיערכות וההפחתה חשובות שתיהן באותה המידה בהתמודדות עם שינויי האקלים. אמצעי ההיערכות 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 מידית אלא לאחר כמה עשורים, ולכן היערכות נדרשת כדי להתייחס להשפעות בהווה ובעתיד הקרוב. לכן, ללא הפחתה, ההשפעות של שינויי האקלים יצמצמו באופן משמעותי את האפקטיביות של ההיערכות. בעשורים האחרונים יש עליה בפעולות הננקטות בערים בעולם כתגובה לאתגר האקלים, אולם מקרי בוחן מדגימים שההפחתה וההיערכות 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 והיערכות לבין פיתוח, או שההתייחסות היא להיבט מצומצם בלבד. המדיניות בנושאי הפחתה והיערכות כיום היא בד"כ בהקשרים וברבדים שונים, וחשוב לגשר על הפער ולהסתכל על שני הנושאים כשני צדדים של אותו מטבע.

מדיניות שמקדמת באופן פעיל פתרונות משולבים גם להפחתה וגם להיערכות חשובה במיוחד בענף הבניה, 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 היערכות, לצמצום הגידול הצפוי בעומסי מיזוג אוויר עקב ההתחממות. מעבר לשיפור איכות החיים, התפוקה ובריאות אנשים בבניינים, הקטנת צריכת האנרגיה ע"י תכנון אדריכלי נכון, עשויה לעזור כמו כן להתמודדות עם מצבים של עוני אנרגטי (energy poverty) ע"י הקטנת ההוצאות של משפחות עבור אנרגיה לאקלום, תוך הבטחת תנאי נוחות תרמיים ראויים. האתגרים הנובעים מהקצב המהיר של תהליכי העיר, מקשים מצד אחד על התגובות לשינויי האקלים, אולם מאפשרים מצד שני הזדמנויות רבות לפתח תגובות מגובשות של אסטרטגיות כוללות של היערכות והפחתה. האוכלוסייה, החברות והרשויות של מרכזים עירוניים יהוו גורם מרכזי בפיתוח אסטרטגיות אלו. בדרך זו שינויי האקלים עצמם יפתחו הזדמנויות לשפר את השלטון הגלובלי, הלאומי והמקומי ולעודד את המימוש של צדק חברתי וכלכלי כמו גם של פיתוח בר-קיימא.

הובלת יוזמה במגזר הממשלתי וקידום יוזמות ברשויות המקומיות

התפקיד של המגזר הציבורי כראשון להיענות 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 חיי 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 יתנו 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 רווח כפול, הן בחיסכון הממשי שיושג והן ברמה של קידום המודעות ומתן דוגמה ללקיחת מחויבות.

המלצות למדיניות בישראל

1. הקמת גוף ממשלתי שיהווה בית לקידום הרעיון של בניה בת-קיימא בארץ, לתאום פעולות ולשיתוף מידע. במסגרת זו יפותחו מאגרי מידע עבור המתכננים והמשתמשים.
2. קביעת יעד ארוך טווח להשגת הפחתה של צריכת אנרגיה ופליטות גזי חממה בתחום המבנים והתוויית יעדים קצרי טווח שיאפשרו את השגתו.
3. מתן תמריצים כלכליים המעודדים בנייה ירוקה.
4. העלאת המודעות הציבורית בנושא קיימות ושינויי אקלים בכלל, ושימור אנרגיה במבנים בפרט.
5. שילוב קורסים בתכניות הלימודים לתואר ראשון ולתארים גבוהים ולאנשי מקצוע העוסקים בתחום בנושא התמודדות עם שינויי האקלים.
6. מוסדות חינוך ומבני ציבור יוקמו כמבנים ירוקים על מנת להוות דוגמה לכלל המגזרים.
7. עידוד אימוץ תהליך תכנון משולב (IDP) כשיטת תכנון מקובלת תוך שתוף 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.
8. תקנות מחייבות לדרוג אנרגטי ותיוג של מבנים חדשים ועדכון על בסיס קבוע.
9. שימת דגש לא רק על בנייה חדשה אלא גם על תחזוקה וחינוך מבנים קיימים ובלי לפגוע בזכות לדיור בר השגה - ותוך ניצול הזדמנות זו להציע דיור בר השגה גם במחיר קניית הבית וגם במחיר תפעולו לצמצום תופעת העוני האנרגטי.
10. תקנות מחייבות (ובמסגרת קוד הבנייה שמקודם ע"י משרד הבינוי והשיכון ויוטמע בחוק התכנון והבנייה עם מנגנון עדכונים תקופתי) ליעילות אנרגטית של מערכות שונות במבנה, כגון: דרוג אנרגטי ותיוג של חלונות.
11. גיוס ענף הביטוח לעידוד יישום תקנים ירוקים על ידי דרישה למילוי תנאים מתוך התקנים בעת רכישת פוליסה

היבטים כלכליים

בראיה הכלכלית הבין-תחומית, למכלול ההשפעות שסוקרו על ידי הצוותים במרכז הידע יהיו השלכות על הכלכלה הישראלית. הנזק הכלכלי של שינויי אקלים הצפוי ללא פעולות הפחתה ו/או התאמה יזומות נאמד בכ- 0.5% מהתל"ג לשנה במחצית המאה הנוכחית וצפוי לגדול לכ- 1-5% מהתל"ג לשנה עד סוף המאה הנוכחית ולאחריה.

בנוסף, קיימים תחומים נוספים, אשר טרם טופלו במסגרת מרכז הידע ולהם פוטנציאל פגיעות משינויי האקלים מחד גיסא, והשפעות על המשק הישראלי, מאידך גיסא, כגון משק האנרגיה והחשמל, החקלאות, התיירות, התחבורה ועוד, שחוסר טיפול בהם יקשה על קבלת תמונה מלאה וכוללת. כמו כן, חשובה מעורבותו של השלטון המקומי בקידום התוכניות.

מדיניות מומלצת בתחום כלכלת ישראל

ככלל, מומלץ לתעדף בראיה אינטגרטיבית שתי אסטרטגיות מרכזיות בהיבטי יחס עלות-תועלת מיטבי אשר נותנות מענה חוצי-תחומים לתופעה. ראשית, יש לייסד את תחום ההסברה לתופעה ואופני ההתמודדות איתה אשר רלוונטי לכלל הענפים שנחקרו במסגרת מרכז הידע. שנית, נדרש להשקיע בהקמת מערכות

הסתגלות ערים בעולם

ומרכזי ניטור לצורך מעקב רציף של התופעה ולאפשר איסוף נתונים בזמן-אמת לצורך קבלת החלטות אסטרטגיות מתאימות ובחינתן באמצעות מחקרים כלכליים כמותיים המבוססים על מודלים מתקדמים וחדשניים כפי שמבוצע כיום במרבית מדינות ה-OECD.

- דירוג של אסטרטגיות בנושא אקלים ניתן לבצע עפ"י מאפיינים ומשתנים להערכה בהתאם לפירוט הבא:
1. חלוקת נטל ההפסד (Share the Loss): ביטוח, חלוקת הסיכון מעבר לתעשיית הביטוח, כדוגמת קרנות לאירועים קטסטרופליים (Cat Bonds).
 2. פעילות מניעה (Prevent Effects):
 - א. תשתית וטכנולוגיה – התאמה "קשה" (Hard) – מחסומי שיטפונות ייעודיים, תשתיות עמידות בסערות ובשיטפונות.
 - ב. פעילויות מוסדיות – מערכות התראה, מערכות ניהול אסונות משופרות.
 - ג. אסטרטגיה של הימנעות (Avoidance Strategy) - שינוי במיקום של מגורים, חקלאות, מגוון ביולוגי וכדו'.

המלצות מדיניות בקטגורית "ללא חרטה" בנושא אקלים כוללת את ההיבטים הבאים:

- עיבוי רשת התחנות המטאורולוגיות בארץ, תוך הקמתן בתוך שמורות טבע מתוך הנחה ששטחים אלו לא יופרעו בעתיד ועל-כן המדידות תייצגנה בעתיד את אותם התנאים הסביבתיים ולא תנאים מופרעים כפי שקרה בתחנות רבות.
- ניטור ומיפוי מדויק של אי חום עירוני לאורך כל השנה תוך שימת דגש על תפקידם של פארקים עירוניים במיתון עומסי החום והקטנת ריכוזי המזהמים.
- הקמת מאגר ארצי משותף פתוח לכל, של נתוני אקלים איכותיים תוך הקפדה על מדידה נאותה של הנתונים עפ"י הקריטריונים של הארגון המטאורולוגי העולמי (WMO).

עד כאן נסקרו תוכניות של ערים בעולם אשר גיבשו תוכניות והחלו להפעיל אותן, בהיבטים של היערכות לשינויי אקלים וכן נסקרו המלצות מרכז הידע בתחומים השונים ברמת מדינת ישראל.

הפרקים להלן כוללים את ההשפעות האיזוריות של שינויי האקלים בישראל וכן את ההמלצות לגבי היערכות השלטון המקומי בישראל להשפעות אלה.

פרק ב' - שינויי אקלים בישראל: מפות אזורי סיכון

פרופ' חיים קותיאל, עפרה קארו אוניברסיטת חיפה

מבוא

תחזיות IPCC מצביעות, ברמת מובהקות משתנה לגבי כל פרמטר, על שינויים אקלימיים והשלכותיהם על הסובב הפיזי. בין השינויים הצפויים עד לסוף המאה הנוכחית ברמה הגלובלית:

- ירידה בתדירות ובעוצמת הימים והלילות הקרים;
- עליה בתדירות ובעוצמת הימים והלילות החמים;
- עליה בתדירות של אירועי גשם עוצמתיים;
- כתוצאה מכך עליה במספר השטפונות המקומיים;
- עליה במשך ובעוצמה של אירועי יובש;
- עליה במפלס פני הים

דו"ח היערכות לשינויי אקלים בישראל שהוגש למשרד להגנת הסביבה ע"י המרכז להיערכות לשינויי אקלים מציג את הממצאים הבאים לגבי ישראל:

- עלית הטמפרטורות השנתיות הממוצעות בין 0.3°C - 0.5°C לעשור;
- ירידה בכמות המשקעים הממוצעת בין 1.1%-3.7% לעשור;
- עליה בשכיחות ובעוצמת גלי החום;
- עליה באירועי קיצון כגון הצפות ושטפונות;
- עליה בהסתברות לשריפות יער;
- התגברות תופעת המדבור בחלק הדרומי של הארץ;
- עליה במפלס פני הים.

דו"ח זה עוסק במיפוי הסיכונים הבאים עבור הרשויות המקומיות:

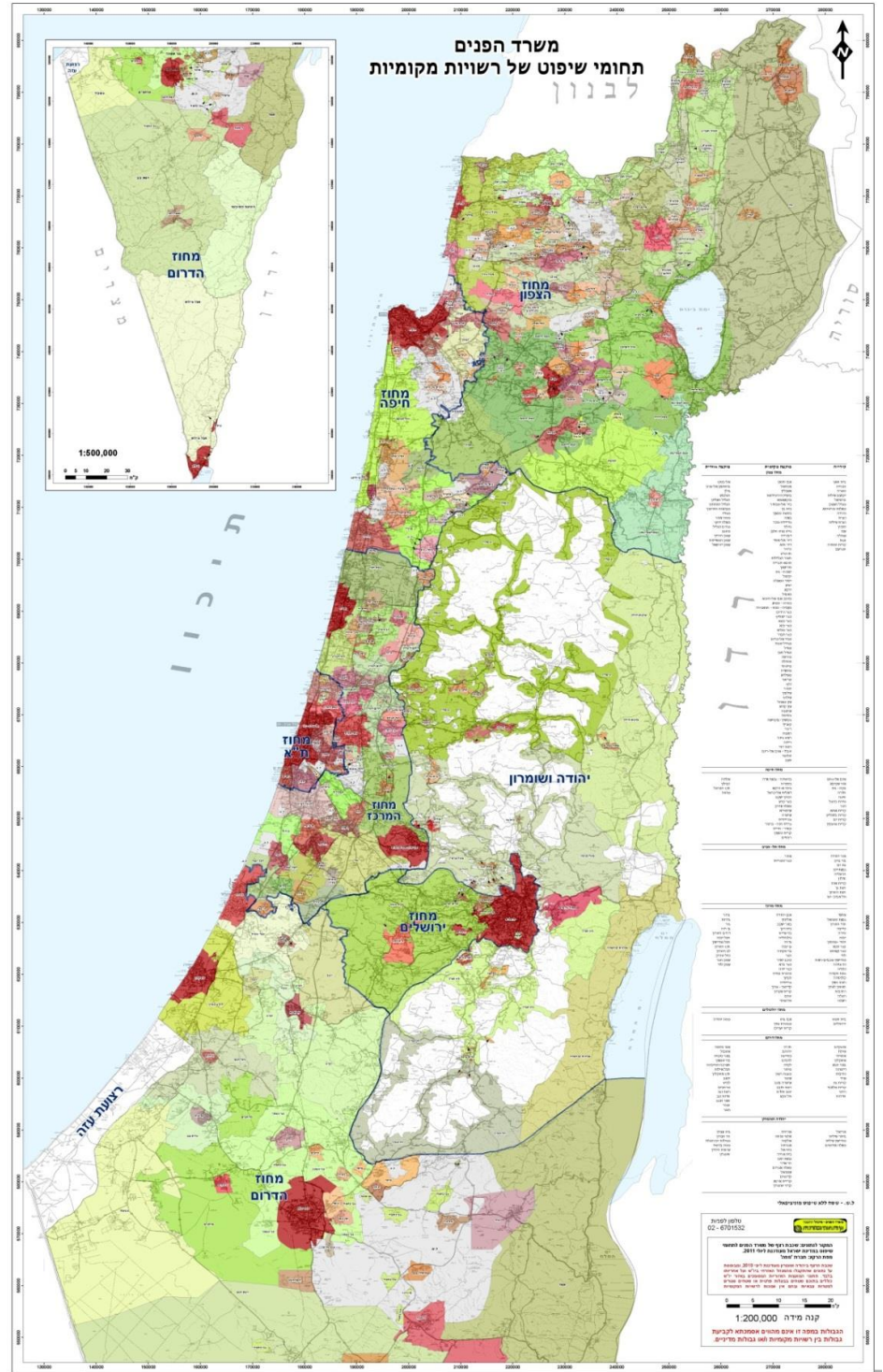
- עליה במפלס פני הים
- הצפות נחלים
- שריפות יער
- סופות אבק
- זיהום אוויר

המיפוי בוצע באמצעות תוכנת ArcGis 10.1 של חברת Esri®.

מדינת ישראל – התפלגות האוכלוסייה עפ"י מחוזות ונפות

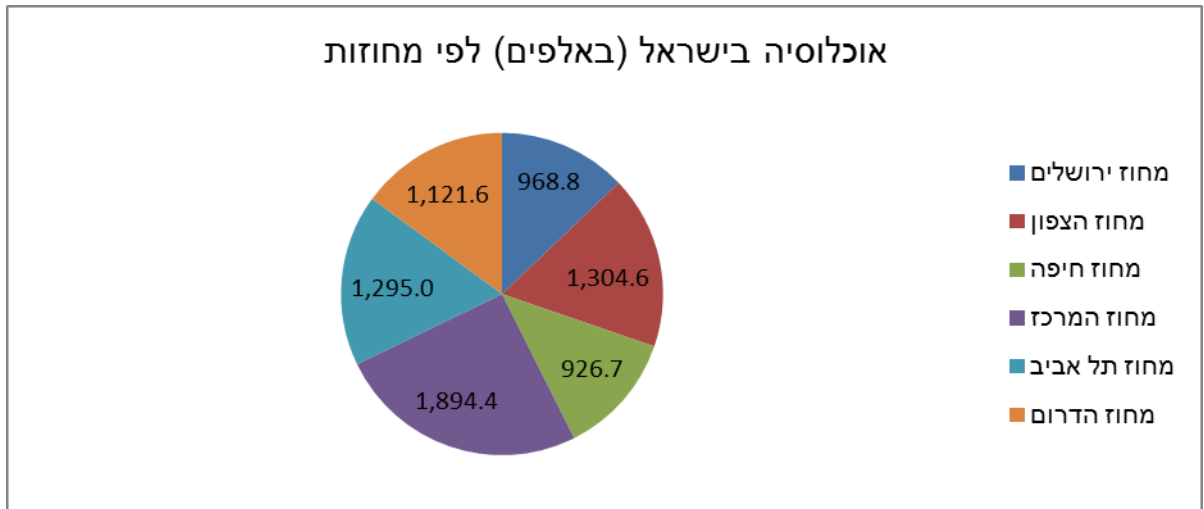
הרשויות המקומיות בישראל מאוגדות מנהלתית לנפות ואלו מאוגדות למחוזות. להלן מפת הרשויות המקומיות בהתאם לנפות.

מפה 1 - משרד הפנים – תחומי שיפוט של רשויות מקומיות

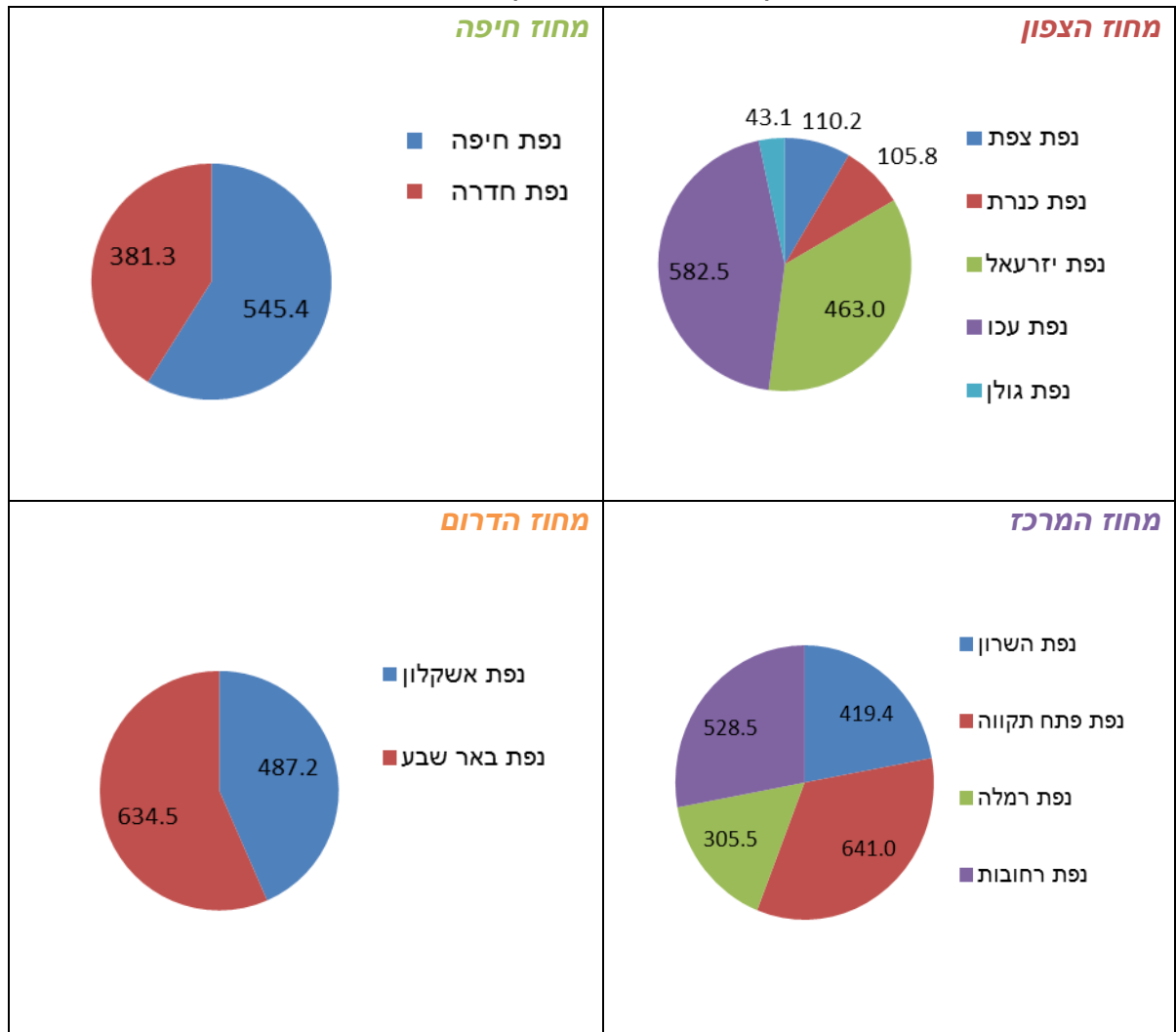


מקור: אתר משרד הפנים

עפ"י הדו"ח של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס) לשנת 2012 האוכלוסייה במדינת ישראל מונה 7,836,600 נפש. התפלגות האוכלוסייה עפ"י מחוזות היא כדלקמן:

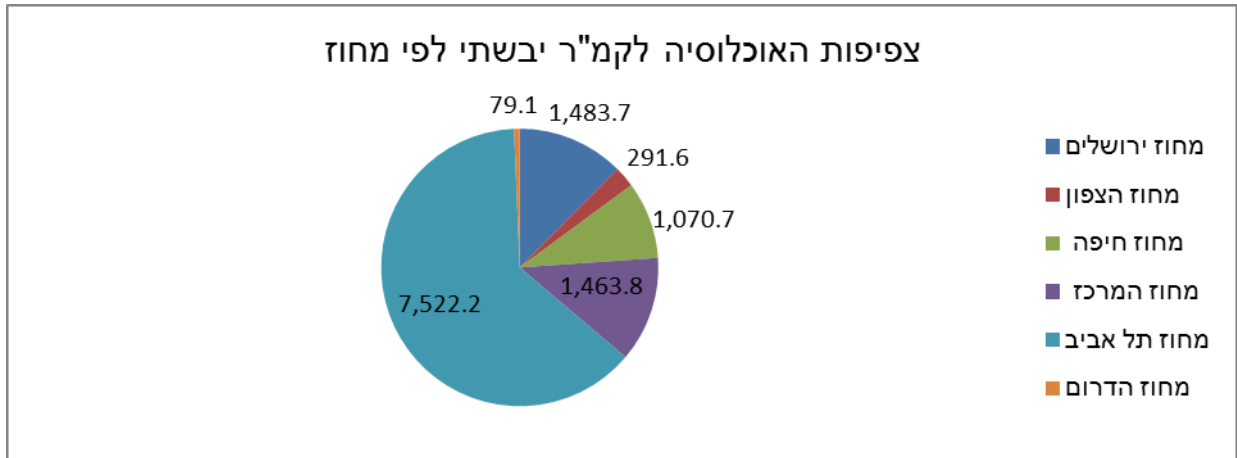


התפלגות האוכלוסייה לפי נפות (כל הנתונים באלפים):



שינויי אקלים בישראל

בבואנו לבחון את השפעת שינויי האקלים על האוכלוסייה יש להתייחס בנוסף לגודל האוכלוסייה גם לצפיפות שלה לקמ"ר.



צפיפות האוכלוסייה לקמ"ר יבשתי לפי נפות

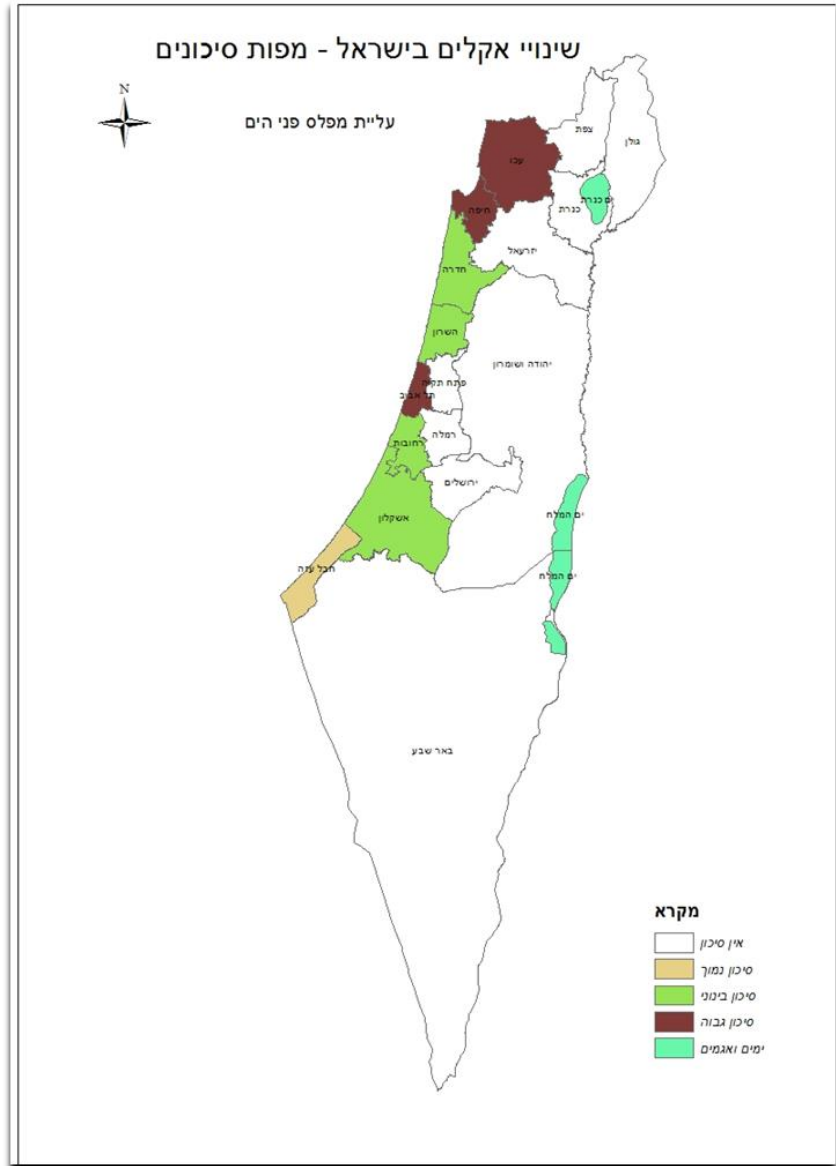


מיפוי אזורי סיכון במדינת ישראל עפ"י נפות

עליית מפלס פני הים

במפה שלהלן מסומנים האזורים המועדים להצפות עקב עליית מפלס פני הים. מיפוי זה מתבסס על מאמרם של Lichter & Felsenstein, (2012). במאמר זה עסקו המחברים בהערכת פגיעותן של הרשויות המקומיות כתוצאה מעליית מפלס פני הים. המפות המוצגות בהמשך הן מתוך מאמר זה ומראות את תחזית ההצפות בגבהים שונים לאורך חופי הארץ ובפרט לאורך חופי תל-אביב וחיפה.

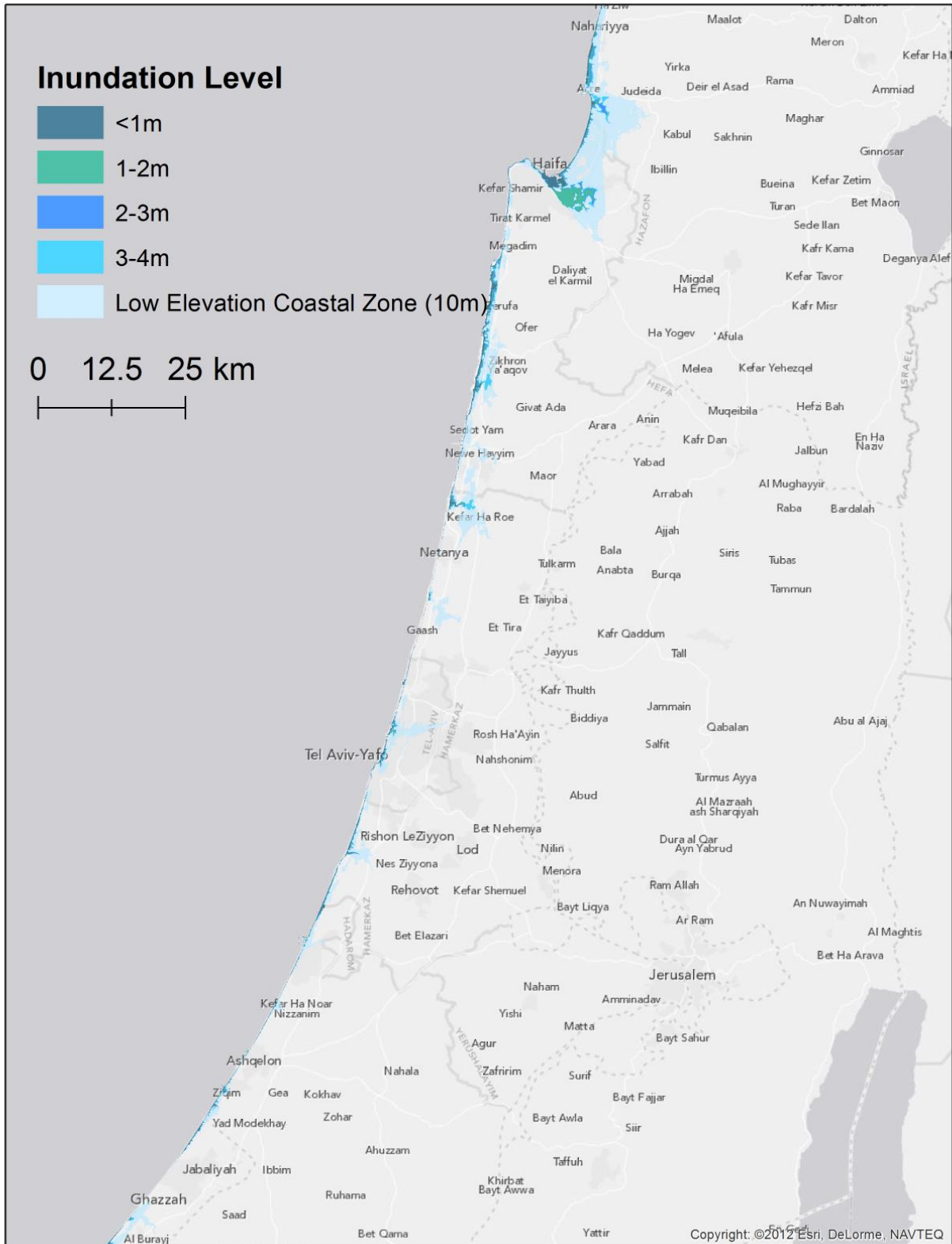
מפה 2 - שינויי אקלים בישראל מפות סיכונים – עליית מפלס פני הים



טבלה 2 - סך האוכלוסייה (לפי נפות) בסיכון עקב עליית מפלס פני הים עפ"י רמות הסיכון

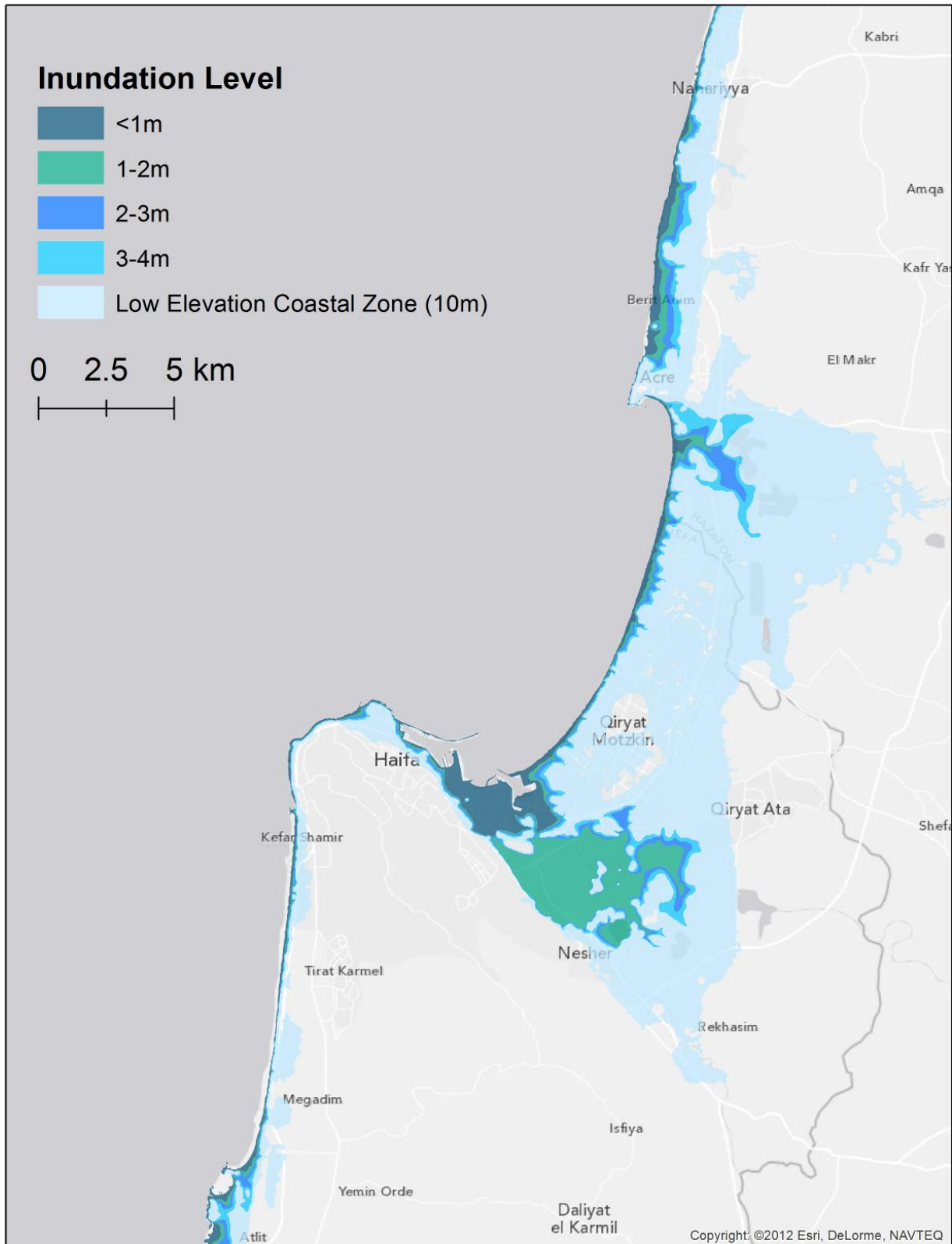
רמת סיכון				אוכלוסייה (באלפים)
ללא סיכון	נמוכה	בינונית	גבוהה	
3597.3		1816.4	2422.9	

מפה 3 - תחזית לעלית מפלס פני הים לאורך חופי ישראל

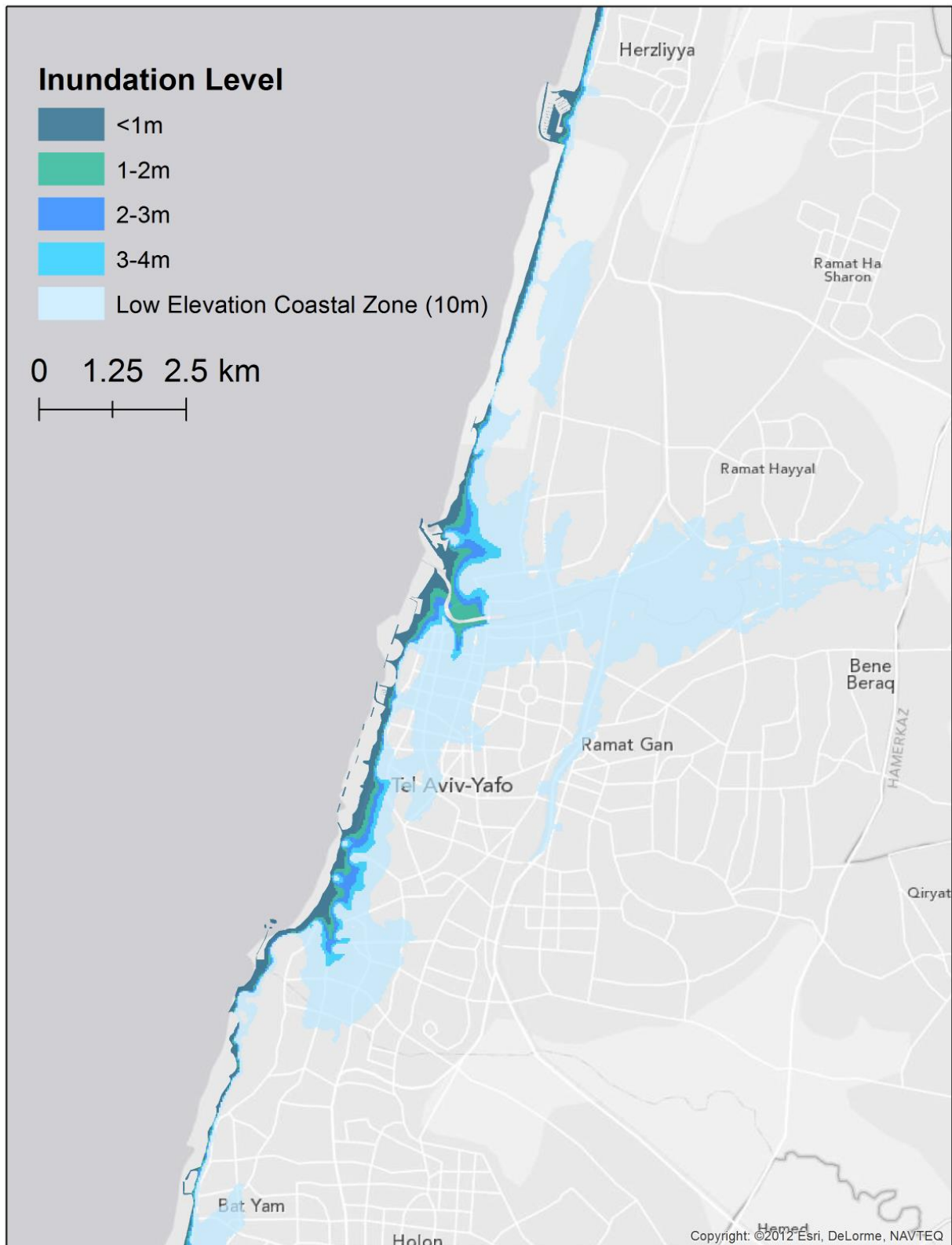


מקור: Lichter & Felsenstein, 2012

Low Elevation Coastal Zone - אזור בגובה של פחות מ-10מ' המחובר הידרולוגית לים



מקור: Lichter & Felsenstein, 2012



מקור: Lichter & Felsenstein, 2012

הצפות נחלים

כפי שצוין בדו"ח הראשון שהוגש למשרד להגנת הסביבה לא קיימת בישראל עבודה מקיפה הבוחנת את השלכות אירועי גשם חריגים על ספיקות/נפחים/גלי גאות.

המפה של הצפות נחלים מתבססת, לכן, על אירועי הצפות שהתרחשו בנחלים – געתון, דליה, חדרה ואיילון ב-20 השנים האחרונות, כפי שמובאים להלן מתוך נתוני השירות ההידרולוגי, לצורך הערכת סיכוני הצפות הנחלים.

מובן שהערכות אלו עשויות להשתנות בהתאם לשינויים בתשתיות הניקוז, כפי שבוצעו לדוגמא בנחל דליה.

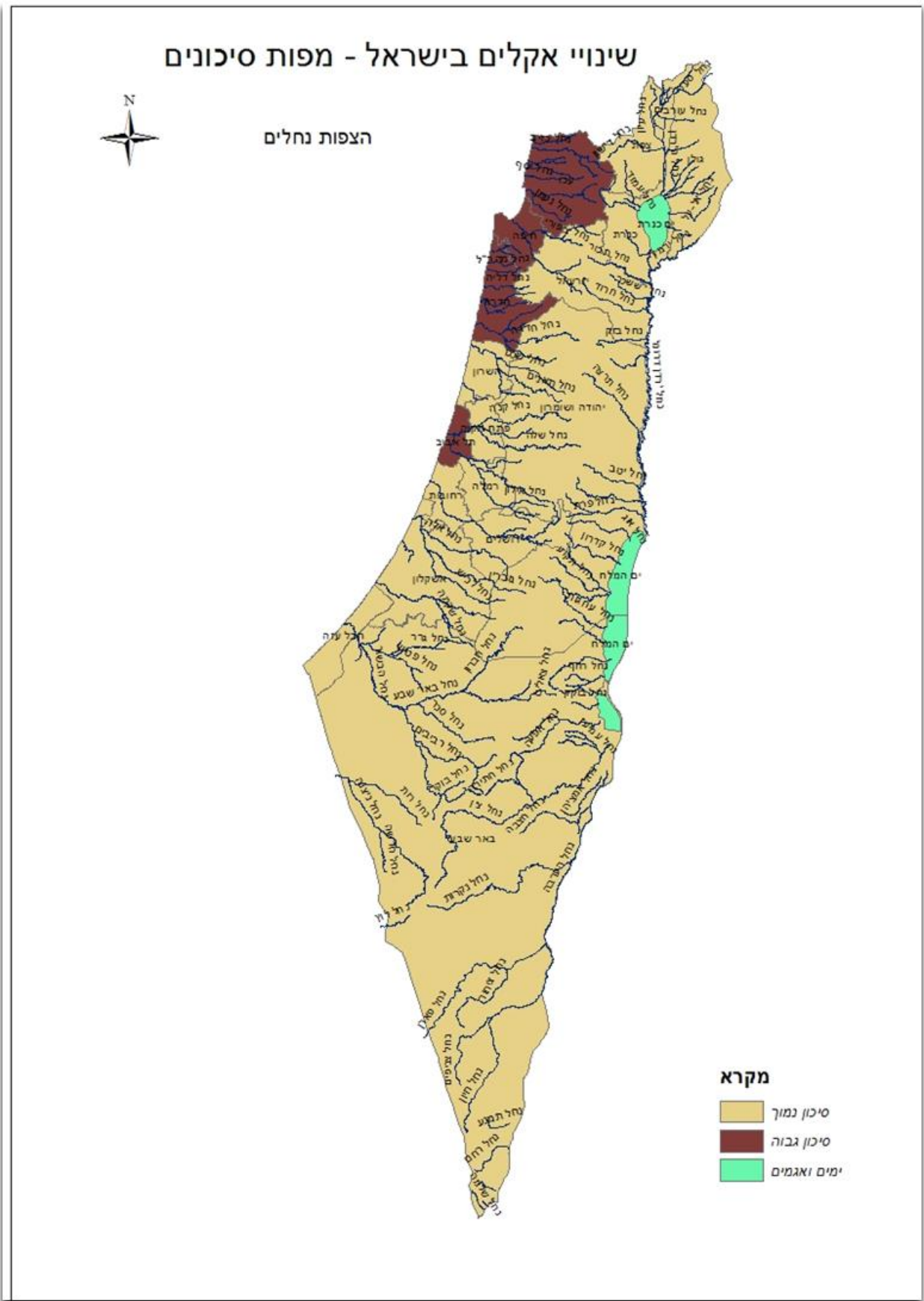
דו"ח השירות ההידרולוגי (2013) מציג את ספיקות השיא, **הסתברויות השגה ותקופות חזרה**. התוצאות מוצגות בטבלה 2 להלן:

טבלה 3 - ספיקות שיא בתחנות השירות ההידרולוגי, הסתברויות השדה, תקופות חזרה והשוואה לספיקות שיא היסטוריות

טבלה 2: ספיקות שיא בתחנות השירות ההידרולוגי, הסתברויות השדה, תקופות חזרה והשוואה לספיקות שיא היסטוריות

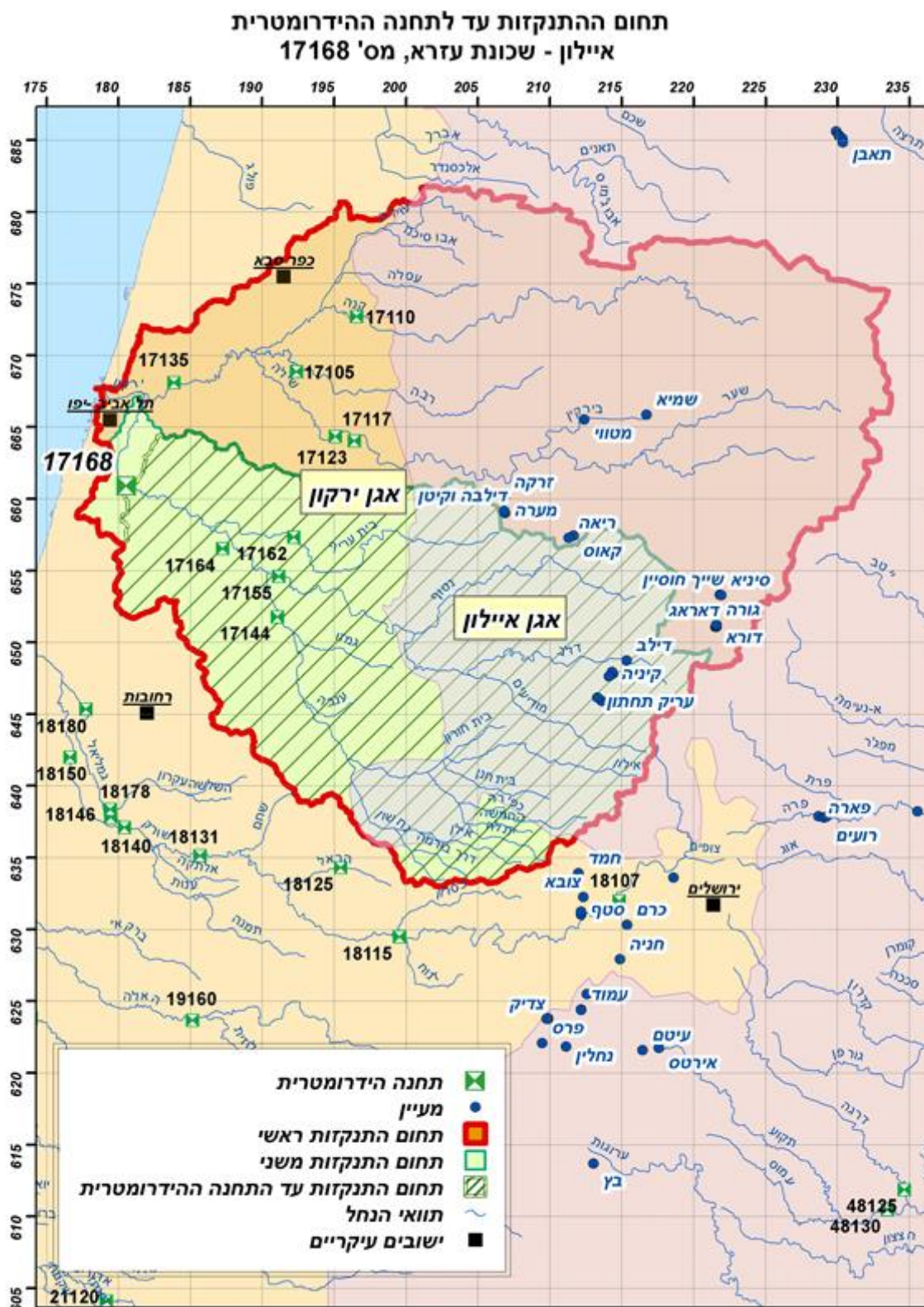
מספר תחנה	שם תחנה	שטח (קמ"ר)	רום שיא (מ')	ספיקת שיא (מ"ק/שניה)	תאריך ספיקת השיא	תקופת חזרה (שנים)	הסתברות השגה (%)	ספיקת שיא היסטורית ידועה (מ"ק/שניה)	תאריך ספיקת השיא
2105	כזיב - גשר הזיו	130	4.73	48.5	7/1/2013	18	7%	90	22.01.69
4110	געתון - בן עמי	37	10.89	5.2	7/1/2013	4	23%	25	23.01.69
5110	בית העמק - שבי ציון	70	11.68	39.6	7/1/2013	50	2%	45	20.01.10
7105	חלזון - יסעור	163	13.18	57.4	7/1/2013	27	4%	89	24.01.04
8140	בית לחם	22	12.20	17.1	7/1/2013	8	12%	28	31.01.92
8146	קישון - מחצבה	695	13.97	182.4	9/1/2013	26	4%	218	25.02.92
9130	ניקוז קרית אליעזר	1	6.90	0.67	8/1/2013	2	50%	1.04	02.12.91
10114	נחל אורן - כביש 4	32	0.99	10	7/1/2013			90	23.01.69
12130	דליה - בת שלמה	42	35.01	26.7	8/1/2013	11	9%	125	08.02.95
12140	דליה - כביש ת"א-חיפה	69	11.99	50.0	8/1/2013	23	4%	115	08.02.95
13105	תנינים - עמיקם	51	11.68	33.0	8/1/2013	17	6%	81	08.02.95
13125	עדה - גבעת עדה	18	11.62	24.2	8/1/2013	23	4%	60	08.02.95
13135	ברקן - כפר גליקסון	29	12.53	50	8/1/2013	30	3%	56	08.02.95
13146	עדה - כביש בנימינה	62	20.13	44	8/1/2013	12	9%	68	08.02.95
14115	עירון - שער מנשה	59	33.14	40	8/1/2013	3	33%	67	05.12.44
14120	חדרה - גן שמואל	579		260	8/1/2013	200	1%	227	25.02.92
15120	אלכסנדר - אלישיב	488		200	8/1/2013	50	2%	260	30.01.58
17117	שילה - כביש לוד-	367		99	8/1/2013	13	8%	192	01.01.92
17135	ירקון - כביש הרצליה	954	8.18	164	09.01.2013	7	16%	508	09.11.55
17155	נטוף - צומת אל-על	245	42.83	60	8.1.2013	10	39%	230	22.03.69
17162	בית עריף - כביש 46	91	12.58	31	8/1/2013	20	5%	54	16.12.92
17164	איילון - נתב"ג	401	14.04	258	08.01.2013	-	-	148	25.02.03
17168	איילון - שכונת עזרא	629	17.19	375	08.01.2013	38	3%	459	02.01.92
18131	שורק - יסודות	407	12.82	95	09.01.2013	21	5%	154	04.02.92
18150	שורק - יבנה	615	12.17	75	08.01.2013	22	4%	100	26.02.03
18178	עקרונ - בית אלעזרי	64	35.20	73	08.01.2013	15	6%	119	01.01.92
18180	גמליאל - כביש החוף	615	7.02	165	08.01.2013	200	0.5%	125	03.12.91
19180	לכיש - עד הלום	992	15.13	225	08.01.2013	20	5%	460	03.12.91
30118	שיאון	44	11.77	6.5	07.01.2013			6	30.03.98
30122	שנר - גשר הכביש לדן	613	98.83	90	07.01.2013	7	15%	250	29.01.40
30124	סער - מסעדה	24	10.19	19	07.01.2013	15	13%	34	27.02.10
30128	חרמון - כביש לכפר סאלד	153	96.47	73	07.01.2013	8	14%	135	21.02.03
30136	ירדן - שדה נחמיה	860	75.23	149	08.01.2013	6	22%	280	18.12.51
30145	עין - מטולה	31	11.01	5	08.01.2013	4	28%	27	17.01.68
30155	עורבים - להבות הבשן	44	11.32	11	07.01.2013	3	33%	33	22.01.69
30165	דישון - כביש מטולה ר. פינה	90	11.71	20	07.01.2013	15	8%	34	22.01.69
30170	חצור - איילת השחר	34	11.17	8.7	07.01.2013	18	11%	25	11.02.41
30175	ירדן - גשר הפקק	1404	64.73	152	07.01.2013	15	8%	214	23.01.69
31110	עמוד - כביש טבריה	126	13.71	73	07.01.2013	<100	1%	63	22.02.97
31115	צלמון - כביש טבריה	100	11.73	23	07.01.2013	24	2%	35	23.01.69
31155	משושים - דדרה	160	13	145	07.01.2013	7	15%	211	22/02/97
31160	יהודיה - בכביש בית ציידה	81	12.56	88	07.01.2013	7	15%	152	01.02.88
31163	דליות - בכביש בית ציידה	109	9.89	47	07.01.2013	7	15%	223	21.02.03
31165	סמך (דגה) - קו רום 2	101	9.26	30	07.01.2013	7	14%	86	21.02.03
34160	ירמון - שער 121 במורד		14.40	398	08.01.2013	10	7%	630	21.02.03
38175	חרוד - בית שאן	181		102	08.01.2013	38	2%		
38176	תבור - כביש 90		1.00	50	08.01.2013				
46105	ירדן תחתון - אתר הטבילה	16500	99.60	300	13.01.2013				

כאמור, שינויי האקלים עלולים להביא למצב בו תקופות החזרה מתקצרות, ספיקות השיא עלולות לגדול ועימן הפגיעות של התושבים, היבול החקלאי, הרכוש והתשתיות.



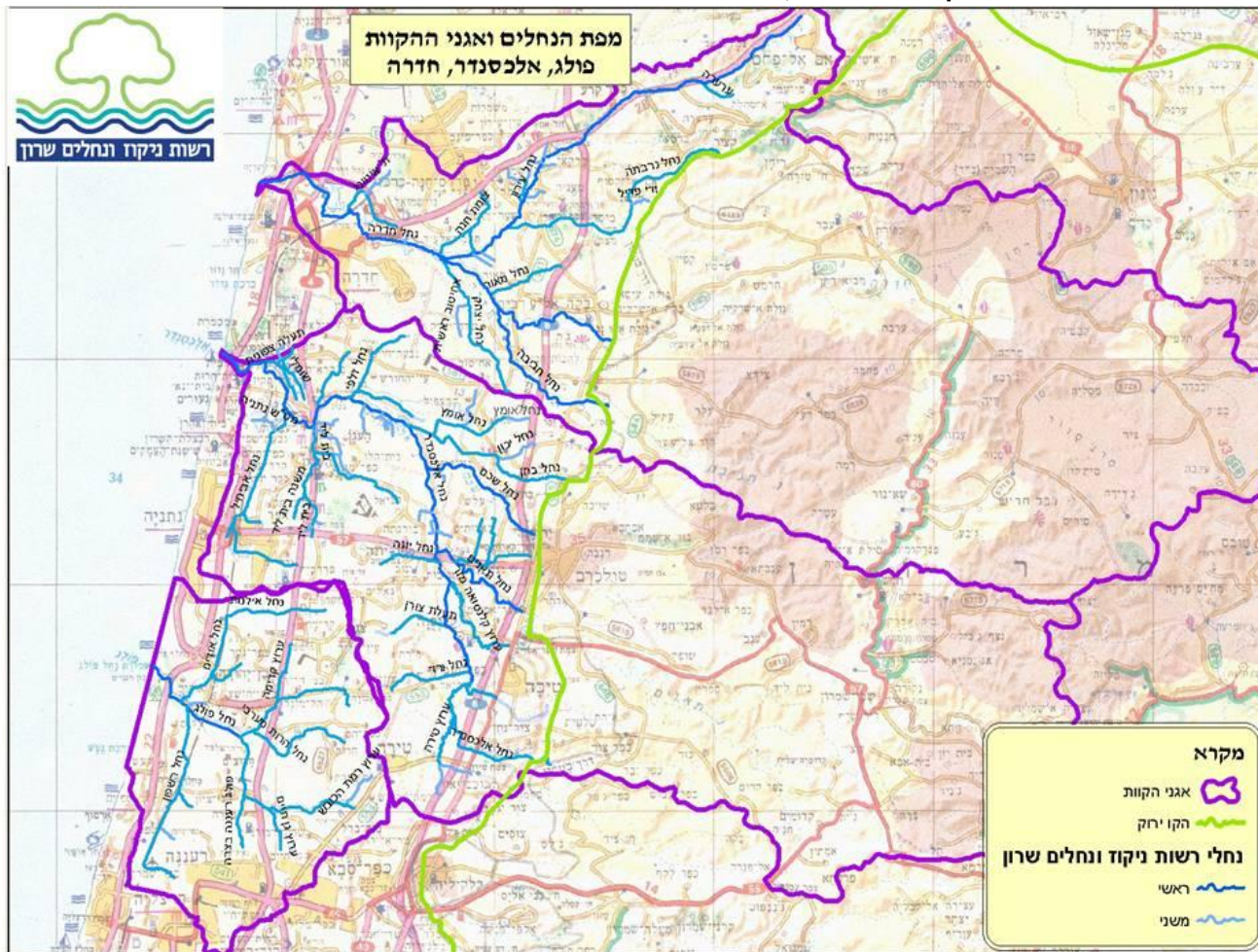
אגני ניקוז של נחלים בסיכון גבוה

מפה 7 - אגן ההקוות - נחל ירקון ונחל איילון



מקור: רשות ניקוז ירקון

מפה 8 - מפת הנחלים ואגני הקוות - נחל פולג, נחל אלכסנדר ונחל חדרה



מקור: רשות ניקוז שרון

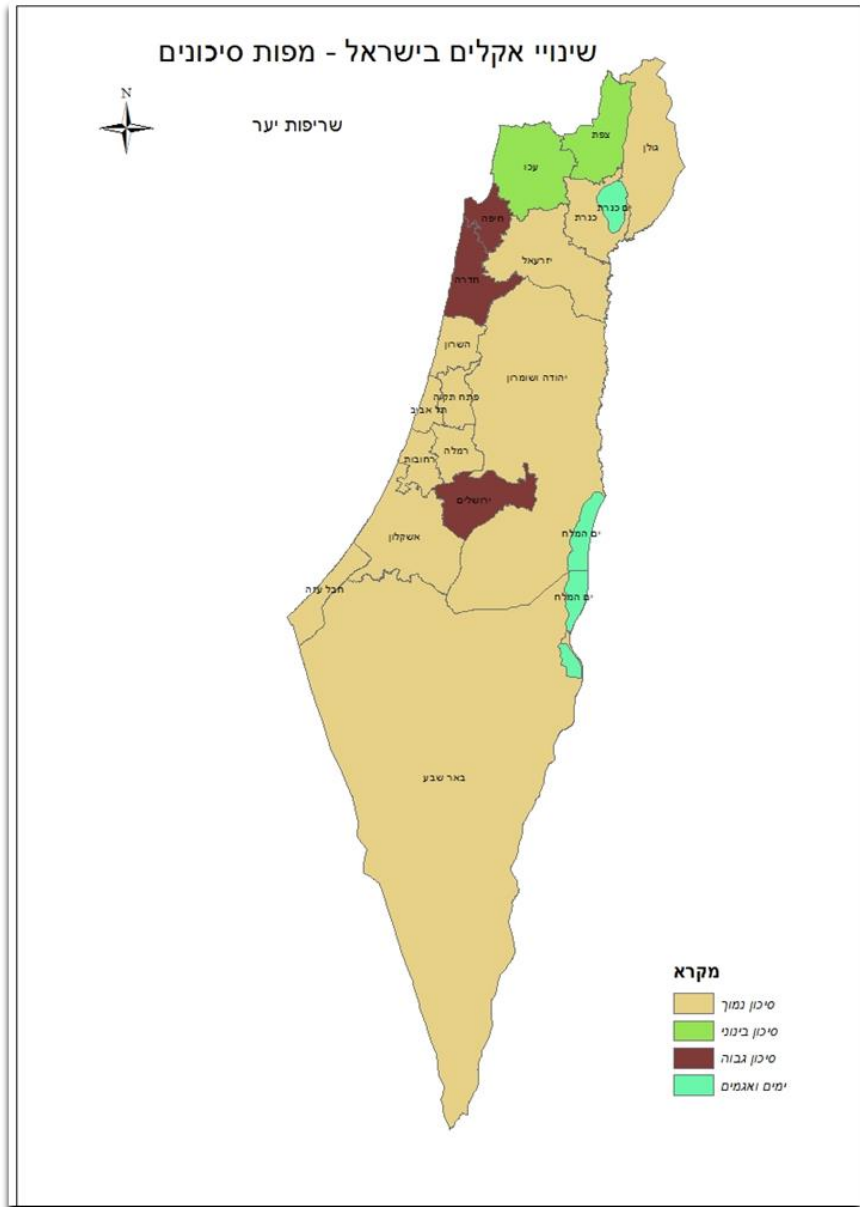
טבלה 4 - סך האוכלוסייה (לפי נפות) בסיכון עקב הצפות נחלים עפ"י רמות הסיכון

רמת סיכון				אוכלוסייה (באלפים)
ללא סיכון	נמוכה	בינונית	גבוהה	
	5032.4		2804.2	

שריפות יער

רובן ככולן של שריפות היער בארץ הן מעשה ידי אדם. עם זאת, שינויי האקלים הבאים לידי ביטוי בעליית הטמפרטורה ובעליה בשכיחות ובעוצמה של גלי החום עלולים להגביר את הסכנה שבהתפשטות שריפות היער. מחקרים בנושא זה מבוצעים כיום ביערות הכרמל וירושלים. מפת סיכוני שריפות יער מצביעה על רמת סיכון גבוהה של שריפות בכרמל ובהרי ירושלים. על-סמך נתוני העבר ועקב קרבתן של חיפה וירושלים לאזורים מיוערים, הסכנה לשכונות מסוימות בערים אלו גדולה.

מפה 9 - שינויי אקלים בישראל מפות סיכונים – שריפות יער



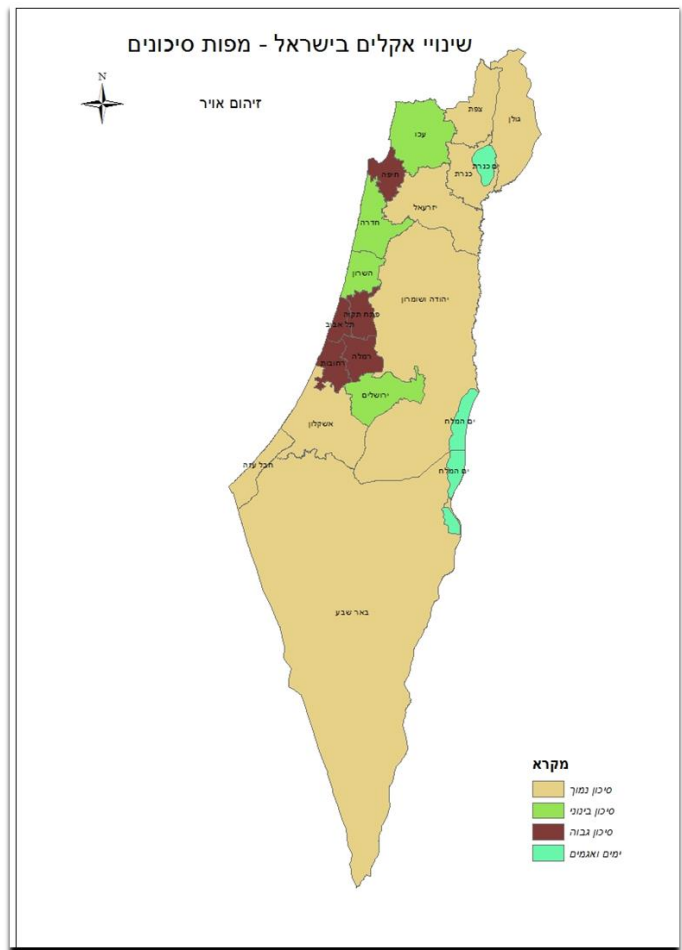
טבלה 5 - סך האוכלוסייה (לפי נפות) בסיכון עקב שריפות יער עפ"י רמות הסיכון

רמת סיכון				ללא סיכון	אוכלוסייה (באלפים)
גבוהה	בינונית	נמוכה	ללא סיכון		
1895.5	692.7	5248.4			

זיהום אוויר

כפי שצוין בדו"ח הראשון שהוגש למשרד להגנת הסביבה⁷ מרכיבי זיהום האוויר הם ריכוזים של חומר חלקיקי גס ($2.5-10 \mu m$) המהווים 75% מכלל החומר (T.M). חלקיקים אלו קשורים לסופות אבק וחול. 25% ממרכיבי זיהום האוויר הם חומר חלקיקי עדין ($< 2.5 \mu m$) המורכב מטיפות מים ומחלקיקי זיהום כגון תחמוצות גופרית, תחמוצות חנקן, מתכות ועוד. אירוסולים הנוצרים כתוצאה מפעילות האדם מהווים 10% מסך כמות האירוסולים באטמוספירה. עפ"י הדו"ח הנ"ל עונת הקיץ (הנמשכת מיוני עד ספטמבר) היא העונה בה האטמוספירה נשלטת ע"י אירוסולים בעלי חלקיקים משניים עדינים. בהתאם לכך, מפת הערכת סיכוני זיהום האוויר מצביעה על האזורים בהם ריכוזי אוכלוסייה גבוהים ופעילות אנושית - מפעלים תעשייתיים, תחנות כוח וכלי רכב כעל אזורים עם סיכון גבוה לשינויי האקלים.

מפה 10 - שינויי אקלים בישראל מפות סיכונים זיהום אוויר



טבלה 6 - סך האוכלוסייה (לפי נפות) בסיכון עקב זיהום אוויר עפ"י רמות הסיכון

רמת סיכון				אוכלוסייה (באלפים)
ללא סיכון	נמוכה	בינונית	גבוהה	
	2169.2	2352	3315.4	

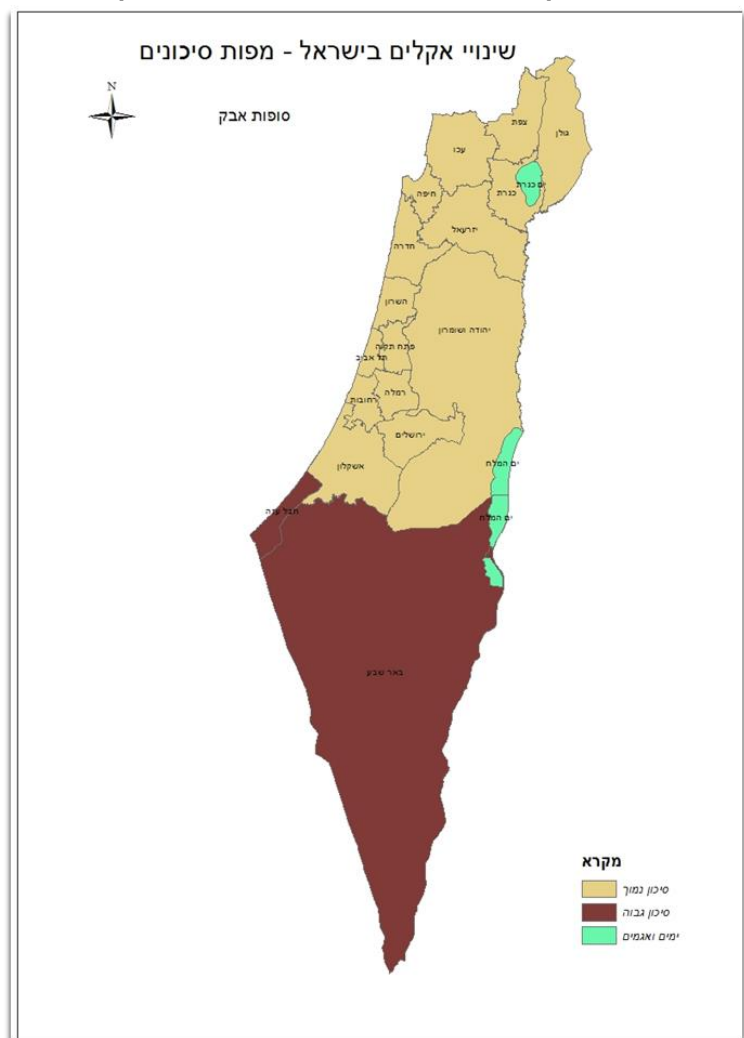
⁷http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/ClimateChange/AdaptationKnowledgeCenter/Documents/ClimateChangeReport1_may2012_1.pdf

סופות אבק

המזרח התיכון הוא אחד האזורים הנפגעים ביותר מסופות אבק. סופות האבק מתרחשות בעונת החורף ובעיקר בעונת האביב. (Kutiel & Furman, 2003). כפי שצוין בדו"ח הראשון שהוגש למשרד להגנת הסביבה האטמוספירה נשלטת ע"י אירוסולים המכילים, כאמור, את החומר החלקיקי הגס. גושי אבק ממדבר סהרה נושאים אבק מינרלי ובנוסף לכך דרום הארץ הוא מקור לאירוסולים מינרליים. (Ganor et al., 2010) במחקר על סופות האבק בישראל בין השנים 1958-2006, מצביעים על מגמת עליה במספר הימים בשנה בהם התרחשו סופות האבק. הם מצטטים מחקרים קודמים המראים קשר בין תדירות סופות האבק לתקופות של בצורת בסאהל, ומחקרים המראים על עליה במספר המקרים בהם אבק מהסהרה חודר לאגן הים התיכון.

המפה שלהלן מציגה הערכה של התגברות סופות האבק בישראל בעיקר באזור הדרום.

מפה 11 - שינויי אקלים בישראל מפות סיכונים - סופות אבק



טבלה 7 - סך האוכלוסייה (לפי נפות) בסיכון עקב סופות אבק עפ"י רמות הסיכון

רמת סיכון			
ללא סיכון	נמוכה	בינונית	גבוהה
	7202.1		634.5
אוכלוסייה (באלפים)			

פרק ג' - עקרונות ואסטרטגיות להיערכות, התאמה ומיתון השפעות שינויי אקלים בתחום משאבי מים ביישובים העירוניים

פרופ' נורית קליאוט אוניברסיטת חיפה

מבוא

כללי

ערים בעולם, ערים אירופאיות ובמיוחד ערים ים-תיכוניות מתנסות בהפחתה בזמינות מים כתוצאה משינויי אקלים ושימוש לא יעיל במים. המדריך להיערכות לשינויי אקלים בערים שהוציא הבנק העולמי בשנת 2012 עוסק במדיניות היערכות בתחומים שונים.

בתחום משאבי המים מתייחס המדריך לאירועי משקעים כבדים ושכיחותם, ציקלונים טרופיים, עליית פני הים, ואזורים המושפעים ע"י בצורות והשפעתם של אלה על היצע המים והשפכים (World Bank, 2012).

משקעים ושיטפונות

בכל הקשור לשיטפונות והגברת אירועי קיצון של משקעים, ההשפעות הן נזקים מהשיטפונות, התמוטטויות והשפעה על מערכות הולכת שפכים. התמודדות והיערכות בתחומים אלה מחייבת מעורבות של כל הגופים ברשות המקומית העוסקים בשימושי קרקע, בניה, בריאות הציבור, היערכות חירום ותברואה (כולל ביוב). גם רשויות נחלים וניקוז צריכות ליטול חלק בנושאים אלה. אסטרטגיות להיערכות-לאדפטציה כוללות: פיתוח תכנית שימושי-קרקע שתעודד פיתוח אזורים צפופים, מעורבים מבחינת שימושי הקרקע, עירוב שיקולי ניהול של מערכות נהרות המצויות מחוץ לעיר ומשפיעות עליהן, ולעתים סילוק ביוב לזמן קצר ממערכות השפכים העולות על גדותיהם. על הערים להשקיע בתשתית ירוקה ותכנון אקו-סיסטמי כדי לשפר את הקליטה ההחדרה ואגירה של מי שיטפונות (World Bank, 2012).

תקנות ליסבון Local Government Water Code Lisbon Principles

1. נגישות למי שתייה נקיים ובמחיר שווה לכל נפש היא זכות יסוד של התושב. על השלטון המקומי לספק שירותי מים וביוב לכל.
2. משאבי מים הם משאב ציבורי וקיימת אחריות משותפת עליהם. יש להגן על מקורות המים ולנהלם בשקיפות ואחריות תוך שיתוף בעלי עניין ומתן מידע מלא לציבור.
3. מים הם יסוד אקולוגי של החיים ויש להשתמש במים במסגרת כושר הנשיאה האקולוגי. יש למנוע זיהום מים במקור וע"י שפכים. יש לטפל בשפכים ולהשתמש במי קולחים.
4. יש לנהל את משאבי המים כמשאב כלכלי סופי ואסור לבזבזם. האחריות הכספית על ניהול משאבי מים מוטלת על פרטים ועל מוסדות ציבור.
5. מים הם נכס ציבורי ומשותף של המסורת האנושית. הנגישות למים למטרות קדושה, דת, תרבות ופנאי צריכה להיות זמינה לכל.

ICLEI, Lisbon Principles, 2008

עליית פני הים

אמנם עליית מפלס פני הים בישראל אינה מהווה סיכון מדי, אולם קיים חשש של חדירה מוגברת של מי הים לאקוות החוף והמלחתה וכן התרחבות היקף ההצפה של שיטפונות במישור החוף. לפיכך, תופעה זו עלולה לזהם את מקורות המים ומחייבת גם לבדוד את מערכות השפכים ממערכות המים השפירים.

בצורות

באזורים בהם יש מגמה של עליה בשכיחות בצורות יש להגביר את ההשקעות במערכות הולכה של מים, להגביר את השימוש בקולחים, לנהל את הביקוש והיעילות בשימוש במים וחינוך הציבור לחיסכון, ופיתוח מאגרי מים לשעת חירום.

הבנק העולמי מציין שרוב היערכויות אלו מצריכות השקעות שברובן הן בינוניות עד גבוהות. בין האסטרטגיות להיערכות מקומית שמציע הבנק העולמי:

- **מצד ההיצע:** התפלת מי-ים, הגדלת האגירה של מי גשמים, סילוק צמחיה פולשת מאגני היקוות, מחזור-שפכים ושימוש מחדש בקולחים (להשקיית גינון ציבורי, ניקוי רחובות ובפוטנציאל גם להשקיה חקלאית ושימוש כמי-שתייה).
- **מצד הביקוש:** שיפור טכנולוגי של מערכות המים ומחזור מים, שימוש באמצעים כלכליים כגון שעוני מים ותמחור מים כדי לצמצם בצריכה, והגדלת מודעות הציבור לחשיבות שימור מקורות המים וחיסכון בהם (World Bank, 2012).

במסמך אחר ה-World Bank (2010) מצביע על האסטרטגיות הבאות כאסטרטגיות המתאימות להיערכות לשינויי אקלים בתחום משאבי המים:

- **כללי:**
 - ניהול משולב של משאבי מים (I.W.R.M. Integrated Water Resources Management)
 - שמשמעותו ניהול מתואם של משאבי מים וקרקעות ועיצוב תהליך התכנון כך שישקף זאת, שימוש מתואם בין משאבי מים עיליים ומי תהום, הכרה בקשר שבין איכות לכמות מים, הגנה על אקוסיסטמות טבעיות, ושיתוף הציבור בניהול ותכנון המשאבים;
 - בניית מערכת לאיסוף מידע בנושא האקלים ומזג האוויר.

- **שיטות לניהול הביקוש:**

- הכנסת שיפורים ואמצעים טכנולוגיים חסכניים במים (אסלות, ברזים, ראשי מקלחונים);
- שיפור במערכות ההשקיה העירוניות.

- **שיטות לניהול ההיצע:**

- קציר מי גשמים;
 - אגירת מי שיטפונות באגני היקוות קטנים;
 - בניית מבנים עמידים לשיטפונות;
 - ביטוח כנגד שיטפונות;
 - התפלה;
 - מחזור ושימוש מחדש בשפכים;
 - עיצוב מחדש של המורפולוגיה הנהרית;
 - הגברת כושר קליטה והחדרת מים במרחבים עירוניים ע"י תעלות החדרה, מדרכות חדירות למים וכבישים וחניונים המאפשרים החדרה וקליטת מים;
 - מערכת התראה לשיטפונות;
 - היערכות לשעת חירום;
 - תמחור מים
- (Ward, Pauw, Brander et al., 2010).

התמודדות ראשי ערים עם השפעות שינויי אקלים

סקר עמדות שנעשה בקרב 17 ראשי ערים אירופאיות מצא ש-68% מהם סבר שסיכונים גדולים ומשמעותיים צפויים לעריהם בעקבות שינויי אקלים. 73% מהם סבר שהסיכון הגבוה ביותר הוא גידול בשכיחות ועוצמת משקעים; 45% סברו שיש סיכון מעליית פני הים; 45% הצביעו על בצורות ו-27% על סערות ושיטפונות. כללית, 45% סברו שלעריהם צפויה סכנה ממשית במיוחד לנוכח התשתית הלא מתאימה לשיטפונות, ירידה באיכות המים ופגיעות של כל התשתיות (CDP Cities, 2012).

מכאן, ששינויי האקלים הצפויים יגבירו את העלויות של תיקון ותחזוקת תשתיות, יעוררו בעיות בתחום בריאות הציבור ויאיימו על מבנים ומערכות תחבורה, תכנון עירוני הוא האמצעי הטוב ביותר לניהול היערכות לשינויי אקלים משום שניתן לשלבו בכל סוגי התכנון: שימושי קרקע ואזור (Zoning) תקנות בניה, שימור ועוד (Hall, 2011). מסמכי היערכות לשינויי אקלים של השלטון המקומי מדגישים את הצורך בעירוב כל מחלקות העירייה וכל המגזרים כולל רשויות נחלים וניקוז כדי לעצב מדיניות תכנונית אדפטיבית (סקטור המים, השפכים, הבניה, הנדסה ותכנון, גינון ושטחים פתוחים, היערכות חירום ועוד) (World Bank, 2012;) (Hall, 2011; CDP Cities, 2012).

ישראל – השפעות אקלימיות ואנושיות על משאבי המים

משאבי המים בישראל הם משאב מוגבל ושינויי אקלים מחד והשפעות הנובעות מהשימושים במים עשויים להפכו למוגבל אף יותר בעתיד. היישובים העירוניים בישראל משפיעים ומושפעים במידה רבה מהתהליכים המשפיעים על משאבי המים.

המגמות הנצפות והתחזיות הן כדלקמן:

גורמים פיסיים

- הפחתה בזמינות מים באקוויפרים, הקטנה במילוי החוזר של אקוויפרים ובגופי מים עיליים וכתוצאה ירידה בכמות המים השפירים הזמינים (המשרד להגנת הסביבה, 2010; דו"ח מרכז הידע לשינויי אקלים, 2012; Givati & Rosenfeld, 2007, 2011; ברכיה, 2012).
- שינויים במשטר המשקעים: שינויים עונתיים, גידול באירועי קיצון של משקעים, עליה בשכיחות ובעוצמת שיטפונות העשויים לגרום (וגורמים) לנזק רב לרכוש ולאנשים (המשרד להגנת הסביבה, 2010, עמ' 76; נתניהו וחובריה, 2008; דו"ח מרכז הידע לשינויי אקלים, 2012).
- עליה בטמפרטורות בכל עונות השנה, גידול בשכיחות בצורות ועליה בהתאדות.
- גידול האוכלוסייה והעירור לאורך רצועת החוף מפחית את חדירת המים לקרקע מקטין את המילוי החוזר באקוויפרים ומגביר את הנגר העילי (המשרד להגנת הסביבה, 2010; דו"ח מרכז הידע לשינויי אקלים, 2012; Peleg & Gvirtzman, 2009).
- עליית פני הים – גם אם אינה סיכון מידי, תביא לאובדן של 16.3 מלמ"ק של מים שפירים לכל ק"מ של רצועת החוף בעקבות עליה של פני הים של 50 ס"מ (המשרד להגנת הסביבה, 2010).

גורמים אנושיים

- טיפול בשפכים אינו מלא ועדיין כ-10% מהשפכים אינם מטופלים במט"שים. מרבית השפכים אינם מטופלים ברמה המשופרת ובתקן הגבוה יותר של ועדת ענבר ומוסיפים מלחים וחנקות לקרקע (דו"ח מרכז הידע לשינויי אקלים, 2012).
- העלות להולכת שפכים מטופלים מריכוזי האוכלוסין שם הם מיוצרים לשטחי החקלאות היא גבוהה.

- זיהום מי תהום, זיהום בארות וכתוצאה ירידה באיכות מים שפירים מצמצמים את היצע המים השפירים.
- כניסת התפלה בכמויות גדולות משפרת את היצע המים השפירים ואת איכות השפכים הנוצרים מהם בעקבות הפחתת המלחים. על פי ההערכה ההתפלה תספק את רוב תצרוכת המים של ישראל עד 2050 ובכך יהיה משום פיצוי על התמעטות המשקעים באזור ועל המלחת הבארות במישור החוף אבל תגדיל את התלות בשריפת דלקים ותפיסת שטחים יקרי ערך לאורך חופי ישראל לצורך ייצור המים המותפלים (טל, 2011; ברכיה וחובריה, 2012).
- שיקולי עלות ותועלת נכנסו למשק המים ומחיר ייצור המים, כולל התפלה, ניקוי, חיטוי, טיוב וטיפול בשפכים מוטל על הצרכנים. ייסוד תאגידי המים והביוב כאחראים על אספקת שירותי המים והביוב משקפים מגמות אלה.
- צריכת המים הביתית בישראל קרובה לממוצע השורר במדינות ה-OECD וצריכת המים התייצבה על כ-105 מ"ק לנפש בממוצע. המגמה לעתיד צופה עליה של כ-40% בצריכת המים הביתית וירידה של כ-6% בצריכת המים הביתית לנפש.
- צריכת המים ברשויות המקומיות אינה שווה. צריכת המים ברשויות הממוקמות באשכולות הגבוהים גבוהה פי 5-6 מהצריכה של האשכולות שהכנסותיהם נמוכות וכן קיימים פערים בצריכת מים בין רשויות בפריפריה (צריכת מים נמוכה) לבין יישובי המרכז (צריכה גבוהה) (ברכיה וחובריה, 2012).

עקרונות, כללים, תפקודים ומחסומים בהיערכות ברשויות המקומיות בישראל

היערכות לשינויים במשק המים בישראל, בין שהם מיוחסים לאקלים או לגורמים אנושיים נמצאת בסכנה של הערכת חסר או הערכת יתר הצורכת משאבים מתחומים אחרים בהם הם נחוצים יותר. מכאן הצורך לערב את כל המגזרים בחברה, מהממשלה, דרך הרשויות המקומיות, רשויות, נחלים וניקוז NGO's (אל"מ) והציבור הרחב בתהליכי ההיערכות וההסתגלות לשינויים. ההיערכות צריכה להיעשות גם באופן אנכי (Top-down) – למשל דרך הכנת מערכת חוקים תקנות ומוסדות (ע"י הדרג הממשלתי) שיאפשרו הסתגלות והיערכות בדרג המקומי ועד להיערכות אופקית – למשל פורום של ראשי רשויות בדומה לפורום ה-15. משום שהיערכות היא יקרה והמשאבים מצויים בצמצום יש לערוך רביזיה בתכניות ההסתגלות ולכוון מחדש בזמנים קצובים.

עוד עיקרון חשוב ביותר הוא שילוב שיטות ואסטרטגיות לניהול משק המים במוסדות הקיימים, במחלקות הקיימות ובמסגרת התחיקה והאסדרה הקיימות המבטיחה סיכוי רב יותר למימושן (mainstreaming). לרשויות המקומיות בישראל תרומה מכרעת בהיערכות לשינויים בניהול משק המים משום שהשפעות של שינויי אקלים (או שינויים אנתרופוגנים) מורגשות ונחוות בקנה המידה המקומי ומכאן ההכרח של כל מקום ורשות להיערך לתחומים בהם הרשות המקומית רואה סיכון (שיטפונות למשל או שריפות וגלי חום) (Turner et al., 2003).

היערכות משק המים ברשויות המקומיות לשינויי אקלים מומלצת בתחומים הבאים: חינוך, הסברה והעלאת מודעות, שימוש באמצעים חסכוניים במים, ניהול דלף וצמצום פחת; טיפול בשפכים, שימוש מחדש בקולחים, שימוש חוזר במים אפורים, מניעת זיהום מים, טיוב בארות ושמירה על איכות מי השתייה; איסוף מי גשמים – נגר עילי, שיטפונות, מפני השטח ואגני היקוות קטנים, החדרת מים למי התהום, תכנון רגיש למים והגנת תשתיות, והיערכות לשעת חירום. האסטרטגיות בתחומים אלה הן אסטרטגיות מהסוג של "No Regret" – ללא חרטה, כלומר אסטרטגיות שכדאי ליישמן בכל מקרה גם ללא חלות של אירועי שינויי אקלים ומיעוטן הן אסטרטגיות של Low Regret – חרטה נמוכה. אסטרטגיות כגון התפלה היא אסטרטגיה המוגדרת כ"חרטה גבוהה". יסוד החרטה הגבוהה עולה בחשיבותו ככל שכמות המים המותפלת גדולה יותר ולכן החשיבות

היחסית של אסטרטגיות חלופיות עולה גם היא. בדיון באסטרטגיות השונות יידונו החלופות המוצעות לפי עדיפותן כ"ללא חרטה", מאפייני השיטה, תועלת, עלות מערכת חקיקה תקנות ואסדרה, חסמים, תמריצים, דרג מבצע, סקטורים מעורבים.

לרשות מקומית יש 3 תפקידים קריטיים בתהליך ההיערכות:

1. להיערך לתגובות או תשובות להשפעות המקומיות של שינויים בתחום המים;
2. לתווך בין היחיד לבין התגובות הציבוריות לפגיעות וסיכונים;
3. לפקח על חלוקת המשאבים הנחוצה להיערכות (Agrawal, 2008).

Eckert (2011) מונה 6 שלבים במעגל ההיערכות-ההסתגלות:

1. העלאת מודעות של בעלי עניין למשל בתחום התכנון העירוני על הקשר הקיים בין שינויי אקלים, פגיעות לסיכונים ופיתוח, כולל התייחסות לאוכלוסיות העשויות להיפגע ותוך כדי התייעצות עם בעלי עניין שונים כולל מוסדות (למשל השירות המטאורולוגי) והציבור הרחב.
- 2-3. הערכה של הסיכונים והפגיעות של האוכלוסייה, מערכות טבעיות ותשתיות. לשם כך יש להיעזר במודלים קיימים ובממ"ג (GIS). לשם כך יש להשתמש בתחזיות אקלימיות מדויקות למשל לגבי מגמות עתידיות במשקעים במישור החוף ולתכנן מה ניתן לעשות ברמה המקומית.
- 4-5. זיהוי מגמות ההסתגלות הקיימות והאפשרויות הקיימות ובחירת המתאימות ביותר לצורך יישום לפי סדר חשיבותן. האפשרויות השונות להיערכות הן מ-4 סוגים:
 - אסטרטגיות מניעה (מניעת הצפות).
 - אסטרטגיות של תגובה (ניקוי ושאיבה במערכת ניקוז או נחל).
 - אסטרטגיות של שיקום (בנייה ופיתוח מחדש של ערוץ נחל).
6. יישום של אסטרטגיות ההסתגלות שנבחרו.

המחסומים להסתגלות לשינויי אקלים ברשויות המקומיות הם שלושה:

1. מחסור במידע על מידת הפגיעות של הרשות;
 2. מגבלות מוסדיות – המסגרות שבהן פועלות רשויות מקומיות מוכתבות להן מלמעלה מהדרג הממשלתי במיוחד בכל הקשור לתהליך התכנון.
 3. מגבלות של משאבים
- (Masham, Prestone et al., 2011)

האסטרטגיות להיערכות המומלצות (טבלה 8) הן ברובן אסטרטגיות של "ללא חרטה" (No Regret) שרצוי לאמצן בכל מקרה, גם אם לא חלים שינויים אקלימיים ואחרים. מיעוטן הן של "חרטה נמוכה" (Low Regret) כלומר לאימוצן יש עלות נמוכה. אסטרטגיות של "חרטה גבוהה" (High Regret) אינן מומלצות בדו"ח זה. התחומים שבהם מומלצות האסטרטגיות השונות הם חינוך והסברה, חיסכון, טיפול בשפכים, איכות מים ומניעת זיהום מים, איסוף מי גשמים ותר"מ, שימוש במים אפורים וביטחון מים. הדיון יכלול גם התייחסות לאתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות ותאגידי מים וביוב כמכילים את התחומים בהם הם עוסקים בכל הקשור לניהול משאבי מים.

מידע, חינוך, הסברה והעלאת מודעות

זוהי אסטרטגיה ראשונה במעלה מסוג "ללא חרטה" המקבלת בעולם תיעדוף גבוה יותר מאשר בישראל. חינוך, הסברה והעלאת מודעות בקרב הציבור ובעלי העניין היא אסטרטגיה של בניית יכולות למשק המים גם ללא שינויי אקלים ולכן יש לאמצה בכל מקרה. החינוך וההסברה הם בעיקרם בתחום חיסכון במים, שימוש חוזר במים ומניעת זיהום מים.

ברצלונה היא דוגמה טובה למעורבות האזרחים בתכניות היערכות לשינויי אקלים וזאת ע"י יוזמה מלמטה להקמת קבוצות פעולה שבהן משתתפים אלפי תושבים ומאות קבוצות של בעלי עניין הנוטלים חלק בתהליכי התכנון הנוגעים במים. כל מערכות החינוך של העיר משתתפות בהליך זה ובפרויקטים של שימוש יעיל באנרגיה ובמים, מניעת זיהום משפכים ופסולת ויצירת גנים ושטחים ירוקים (Hall, 2011).

חשיבות רבה יש לחינוך, הכשרה והעלאת מודעות בקרב בעלי עניין ברשויות המקומיות ובתאגידי המים ובמגזר הפרטי אצל מתכננים, קבלנים וארכיטקטים. מאפייני השיטה הם ייזום תכניות חינוך בכל בתי הספר ובכל דרגי החינוך, מבצעי הסברה באמצעי התקשורת המקומיים, העלאת מודעות בקרב המגזר העסקי. חשיבות רבה יש לאתרי אינטרנט נגישים בנושאים אלה כגון אתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות ותאגידי המים. התועלת מהסברה מוערכת ב-13 מ"ק לנפש. העלות לכל 1 מ"ק נחסך 30 אגורות בלבד.

העיר מלבורן באוסטרליה יזמה את תכנית משמר המים Water Watch שמטרתה לבנות מודעות והבנה בקרב הקהילה בנושאים של איכות מים התקנת ציוד ניטור למערכות המים, הנחלים וגופי המים. התכנית מחנכת ומכשירה מתנדבים לפעילות זאת ומיושמת בכל בתי הספר בעיר.

Melbourne Water: <http://www.Melbourne.vic.gov.au/sustainability>

דוגמא דומה מישראל הן תכניות שומרי נחל, נאמני נחל ו/ או אימוץ נחלים המתקיימות בחלק ניכר מרשויות הנחלים בישראל ולהן ערך חינוכי והסברתי ניכר.

בנושאי חינוך הסברה והעלאת מודעות, אין צורך בחקיקה או בהסדרה והסמכויות הן בידי מועצת העירייה. הסקטורים המעורבים בעירייה הן מחלקות מים, תאגידי המים והביוב, מחלקות חינוך ואיכות הסביבה ו/או שיפור פני העיר. אין חסמים בפני יישום שיטות אלה חוץ מרצון, יוזמה וידע על האפשרויות.

רשויות מקומיות בישראל ממעטות להשתמש בקבוצות פעולה מקומיות ובעלי עניין בתהליכי התכנון והביצוע בניגוד למה שקורה בעולם ומומלץ לעשות שינוי באסטרטגיות הקיימות. דוגמא טובה לחינוך והסברה בנושאי שימור משאבי מים וטבע ניתן למצוא ברשויות נחלים וניקוז בארץ (אלכסנדר, כנרת, גליל מערבי).

המלצות

מידע

המידע העומד לרשות המועצות המקומיות והעיריות בכל הקשור לסיכונים הסביבתיים לוקה בחסר, דבר הפוגע ביכולתן להיערך. יש צורך לבנות מנגנון התראה על סיכונים כגון אירוע גשמים חריג, גל כפור או גל חום שיעביר מידע מדויק בזמן אמת לרשויות, דבר שישפר את יכולתן להיערך. הרשויות המקומיות יבנו לעצמן (גם בסיוע ממ"ג) מפות סיכונים של שטחי הרשות וזאת בסיוע של גופי התכנון וההנדסה המקומיים. חשיבות הקמת מנגנון כזה היא גבוהה ויש צורך שהממשלה ומרכז השלטון המקומי יסייעו בהקמת מנגנון

כזה. אתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות ותאגידי המים והביוב יעבירו לציבור מידע זה כמו שהם מיידעים את הציבור על הפסקות מים. ליישום מידי.

חינוך והסברה

מבצעי הסברה לציבור בנושאי חיסכון במים הצליחו מאוד בעבר. מבצעים אלה הוזנחו מאוד בשנים האחרונות למרות שהתועלות שלהן עולות בהרבה על עלותן. יש להעלות את מודעות הציבור וכל בעלי העניין על חשיבות ניהול מקיים של משאבי מים. על כל בתי הספר להשתלב בפרויקטים של חיסכון מים, מחזור מים אפורים, גגות ירוקים וקציר מי גשמים להשקיית גינות. בדרגי השלטון המקומי בעולם מקובל גם לערוך תחרויות בין בתי ספר ומוסדות אחרים על אימוץ כללי התנהגות ירוקים ומקיימים ויש לכך הד ציבורי נרחב. אתרי אינטרנט של רשויות ותאגידי המנצלים היטב את האתרים לצרכי הסברה הם רעננה, פתח תקווה ותאגידי המים של רעננה (מי רעננה) מי נתניה, מעיינות השרון, מעיינות זיו (מעלות תרשיחא, שלומי, כפר ורדים, כסרא, סמיע). ליישום מידי. (ראה נספח א).

העלאת מודעות בקרב בעלי עניין

הדגש הוא על בניית קבוצות פעולה "ירוקות" בקרב הציבור ע"י ניצול גופים התנדבותיים ועמותות בתחום "הירוק" להעלאת המודעות של חשיבות ניהול נאות של משק המים. קבוצות פעולה כגון "משמר המים" באוסטרליה ונאמני הנחל, או שומרי הנחל בקישון, כנרת, גליל מערבי ועוד יכולות להיות מעורבות בכל הקשור לנחלים העירוניים ושיקומם, ועידוד פעולות מקומיות למשל בנושא קציר מי גשמים בגינות ציבוריות. לרשויות המקומיות תפקיד חשוב בהכשרת צוותי הרשות המקומית בכללי ניהול נכון של משק המים ע"י העלאת מודעות וזאת במקביל לעבודת תאגידי המים והביוב. הרשויות המקומיות אינן יכולות לשחרר עצמן מתפקידים אלה ולהשאירם אך ורק לתאגידי המים. ליישום מידי.

חיסכון ויעילות בשימוש במים, הפחתת דלף של מים שפירים שפכים וקולחים

"על אף שצריכה גבוהה של מים מגדילה את הכנסותינו, יש לפעול למען חיסכון בצריכת המים ובכך להגן על משק המים הנמצא במצב קשה. אנו פועלים להחלפת צנרת ומדי מים ישנים ומבצעים השמשת בארות. אנו גם עוסקים בפרויקטים חינוכיים לשמירת המים והשפכים בקרב הדור השני" (תאגיד מעיינות השרון אבן יהודה, כפר יונה, פרדסיה קדימה – צורן, תל-מונד אתר האינטרנט 2012).

פתיח זה מסכם בצורה מושלמת את התועלות מהחיסכון במים וכפי שיראה דו"ח זה בהתייחסות לאסטרטגיות הקיימות בקרב הרשויות המקומיות (נספח א) הצורך בחיסכון במים בולט במדיניות התאגידים והרשויות המקומיות אם כי לא במידה מספקת. ניהול פחת וחיסכון חשובים ביותר במשק המים ומבצעי חיסכון בעבר הראו ללא צל של ספק שניתן לחסוך 10-20 אחוז מכלל הכמות הנצרכת במגזר העירוני הביתי והציבורי ללא פגיעה ברווחת הצרכן (נציבות המים, 2008) ניתן לחסוך כ-370 מלמ"ש מצריכת המים הקיימת והפוטנציאל הרב ביותר לחיסכון הוא צמצום פחת המים ברשת עד לצרכן ואצל הצרכן, פחת ביוב ברשת, ביוב לא מטופל וקולחים, חיסכון בצריכה ביתית, שינוי בגינון ועוד (ביין וחובריו, 2010). יש מודעות לכך ברשויות המקומיות: 14 רשויות מקומיות עוסקות בנושא באופן כללי, 7 רשויות מביאות מידע לציבור על שיטות לחיסכון ביתי וצריכת מים בשימושים שונים.

מומלץ שכל הרשויות יעסקו בנושא חיסכון במים באתרי האינטרנט שלהם כדי לעורר את מודעות הציבור בנפרד מעיסוק בנושא ע"י תאגידי המים והביוב. המידע צריך לתת טיפים לחיסכון ומידע על צריכת מים בשימושים שונים ויש לשקול תמריצים (ע"י רשויות מקומיות ותאגידי מים) לבתי אב המצליחים לחסוך כמויות מים גדולות. דוגמאות לאתרי אינטרנט של רשויות שעושות זאת בהצלחה רבה: רעננה, חדרה, יוקנעם עילית, בני ברק, חיפה, מגדל תפן, מזכרת בתיה.

בתאגידי מים וביוב יש התייחסות לחיסכון במים וצמצום פחת ב-36 תאגידי וטיפים לחיסכון במים במגזר הביתי מופיע ב-20 תאגידי. חיסכון מים בגינון מופיע ב-16 תאגידי. התייחסות ספציפית לחיסכון מופיעה ב-5 תאגידי בלבד. ב-10 תאגידי מופיעים אתרים מיוחדים לילדים העוסקים גם הם בחיסכון מים. מומלץ שכל התאגידי יספקו מידע לציבור בנושאי חיסכון במים, טיפים לחיסכון בבית ובגינון ומידע על צריכת מים בשימושים שונים. יש לשקול מתן פרסי עידוד למשפחות המצליחות לחסוך כמויות גדולות של מים. דוגמאות לאתרי אינטרנט בולטים בתחומי המידע לחיסכון: מי חדרה, מי כרמל (חיפה), מי מודיעין, מי נתניה, מי רעננה, מי רקת טבריה, מעיינות הדרום (ערד, דימונה, ירוחם, מצפה רמון) מעיינות השרון (אבן יהודה, כפר יונה, פרדסיה, קדימה – צורן, תל-מונד). ליישום מיד. (ראה נספח א).

קייפטאון, דרום אפריקה, אימצה היערכות לשינויי אקלים הכוללת בין השאר צמצום פחת מים ונזילות, ניהול לחצים במערכת המים כדי לחסוך באובדני מים, תמריצים כספיים לעסקים ומשקי בית המתקינים מיכלים לאיסוף מי גשמים, אסלות חסכוניות ושימוש מחדש במים אפורים. תקנות הבניה מחייבות התקנת אביזרים חסכניים במים (Framework for Adaptation to Climate Change, the City of Cape Town, 2006).

בסרגוסה, ספרד, נבחר אחד מרובעי העיר לפרויקט ניסויי של חינוך והעלאת מודעות לצורך בחיסכון במים ועידוד הצרכנים לשינוי התנהגותם הצרכנית ברובע. הותקנו חסכמים והוסברו היתרונות הכלכליים והסביבתיים של חיסכון במים. התוצר היה יצירת "תרבות חוסכת מים" (ICLEI – UNESCO, 2012).

התועלות מחיסכון במים הן גבוהות ביותר: זוהי הדרך הזולה ביותר לייצר מים. 1 מ"ק של מים נחסכים שווה 10-20 סנט ל-1 מ"ק. העלות לחינוך והסברה כ-30 אגורות בלבד. חינוך לחיסכון במים היא שיטה "ללא חרטה" מובהקת.

שימוש באמצעים חסכוניים במים

בזמנו רשות המים מימנה התקנת חסכמים בבתים ותקנות הבניה מחייבות התקנת מכלים דו-כמותיים עבור האסלות. יחד עם זאת יש עדיין הרבה בתי אב ומבני ציבור שאינם מתקינים אביזרים חסכוניים במים.

מומלץ שכל רשות וכל תאגיד יפתחו תכנית רב שנתית להתקנת חסכמים בכל מבני הציבור ובכל בתי האב ע"י סבסוד התקנת ברזים ואביזרים חסכוניים ומתן חסכמים חינם למשפחות חסרות אמצעים.

מי ברק בבני ברק מפנה את הציבור למאמרים על אביזרים חוסכי מים, תאגיד מעיינות העמקים מפרט את כל האביזרים חוסכי המים ויתרונותיהם. ליישום מידי ועד לטווח זמן בינוני. (ראה נספח א').

התקנת חסכמים וראשי מקלחונים חסכמים בכל המבנים הציבוריים והפרטיים

עלות: 1-2 ש"ח ל-1 מ"ק,

תועלת: חיסכון של 80-150 מלמ"ש

צמצום דלף ופחת מים

מאז הקמת תאגידי המים והביוב חל שיפור רב בצמצום פחת מים ושפכים וזאת ע"י החלפה מסיבית של צנרת מים ושפכים. רשויות רבות מדגישות גם את החיסכון במים שננקט בהשקיה של הגינון הציבורי.

החלפת צנרת ישנה

עלות: 1.9 ש"ח ל-1 מ"ק,

תועלת: כ-5 מ"ק לגפש

כמות נחסכת 50-100 מלמ"ש

התקנת מערכות השקיה חכמות

עלות: 1.9 ש"ח ל-1 מ"ק,

תועלת: 60 מלמ"ש

חברה ישראלית פיתחה תוכנה רשתית המנטרת רשתות מים ע"י איסוף נתונים קיימים, ניתוחם והתרעה על בעיות ברשת, כגון אובדן מים, חוסר יעילות ובעיות תפעוליות אחרות. כיום עושות שימוש בטכנולוגיה של חברת המים של לונדון (Thames Water), תאגיד המים הגיחון בירושלים, חברת המים אבידס, שמספקת מים לעיר רוטרדם בהולנד וחברת המים סידני, המספקת מים לעיר סידני באוסטרליה. במהלך פיילוט שנמשך חצי שנה בעיר לונדון, התוכנה הביאה לחיסכון במים של 2% לאורך 10,000 קילומטרים של צינורות, חיסכון משמעותי של אלפי ליטרים ליום וחיסכון של מיליוני ליש"ט בקנסות.

זו דוגמא מצוינת לכך שטכנולוגיות ישראליות יכולות לשמש ערים שונות בעולם להתמודד עם המחסור הצפוי במים ולהיערך לשינויי האקלים.

<http://www.israelgateway.com/articles/2177/>

הרשויות המקומיות

בבדיקת אתרי הרשויות המקומיות, נמצא שרבות מהן עושות מאמצים ניכרים לצמצום אובדני מים.

מי חדרה מספקת מידע על מניעת נזילות מים בבית ובגינה, תאגיד כרמיאל, עין כרמים גם הוא מסביר כיצד לאתר נזילות מים במגזר הביתי. עיריית לוד מדווחת שהיעד שלה הוא להפחית את פחת המים ל-20% (בלבד?) עיריות כנשר, קריית ים, נתיבות, עפולה, רמת-גן מציינות שבמסגרת פעולותיהן הן מקיימות מעקב ותיקונים אחר כל נזילות המים ביישוב ומחליפות צנרת פגועה. עיקר ההתייחסות לנושא אובדן מים מהצנרת נעשה בתאגידי המים והביוב. מי כרמל מדווחת על ביצוע פרויקטים אינטנסיביים והחלפת עשרות קילומטרים של צנרת מים וביוב וכן אימוץ אמצעים טכנולוגיים שיביאו גם לחיסכון אנרגטי בניהול משאבי המים. הגדיל עשות תאגיד מי נתניה ששלח צוותים ל-1,200 בתי מגורים בהם נמצאה צריכה מוגברת וזאת כדי לאתר תקלות ולתקן. מי רעננה מנצלת את מערכת הקריאה מרחוק של מדי המים כדי לשלוח הודעות התראה לצרכנים המשתמשים בכמויות מים גדולות כדי שיבדקו נזילות. ניתן גם לשלוח הודעה סלולרית על נזילות.

מומלץ לכל הרשויות והתאגידים לקדם את נושא אובדני מים בבתי אב בדומה לנתניה ורעננה וזאת בנוסף למאמצים הנמשכים של תאגידי המים והביוב בצמצום הפחת. ליישום בטווח זמן קצר עד בינוני.

מכאן שההמלצות על האסטרטגיות לחיסכון הן: שינוי בהתנהגות הצרכנים, מתן תמריצים והתקנת תקנות מחייבות להתקנת אביזרים חוסכי מים, קנסות על בזבז מים, החלפת צנרות ומדי מים, שינויי לחץ במערכות המים, שיטות השקיה חכמות ואוטומטיות, הכנסת מערכות קר"מ אוטומטיות המנטרות בזמן אמיתי נזילות חריגות ודלף.

במסגרת מדיניות ההתאמה לשינויי אקלים לונדון נמצאת בתהליך של התאמת 1.2 מיליון בתים ליעילות בניצול מים ואנרגיה וזאת בין היתר ע"י התקנת אביזרים חוסכים במים (Mayor of London Adaptation Plan).

חוק תאגידי מים וביוב התשס"א 2001 מציין כמטרה עיקרית עידוד חיסכון במים ומשאבים אחרים. רשות המים מדווחת שמאז שהתאגידים החלו בפעולתם יש ירידה בפחת מים, ירידה בהיקפי אי-גביה וגידול בהשקעות בתשתיות המים והביוב (רשות המים, 2012). תכנית האב למשק המים (2012) מציינת גם היא בין מטרותיה הצבת יעדי צריכת מים לנפש נמוכים יותר בעתיד ונקיטת אמצעי התייעלות לחיסכון (רשות המים 2012).

מבחינת הסקטורים המעורבים ביישום שיטות אלה ברשויות המקומיות יש למנות את תאגיד המים והביוב, מחלקות הנדסה ותפעול, מחלקות לגינון ושיפור העיר. ניתן לערב בתהליך מוסדות ציבור ועסקים ובעיקר את הציבור הרחב. מבחינת גופים ממשלתיים משרד הפנים, רשות המים והמשרד להגנת הסביבה הם שותפים לתהליך.

טיפול בשפכים, שימוש מחדש במי שפכים, קולחים ושימוש במים אפורים

הטיפול בשפכים נקבע בישראל ע"י הדרג הממשלתי והוא בתחום האחריות והביצוע של כל הרשויות המקומיות בישראל המבוצע כיום ברובו ע"י תאגידי מים וביוב.

טיפול בשפכים

טיפול בשפכים, מחזורם ושימוש בקולחים היא אסטרטגיה מובהקת של "ללא חרטה" שיש לנקוט בה בכל מקרה גם ללא שינויי אקלים. טיפול בשפכים היא אסטרטגיה של מניעה שמטרתה החשובה ביותר היא מניעת סכנות תברואתיות ומניעת זיהום הסביבה ומקורות המים ומכאן גם התועלת שלה. מחזור שפכים ויצירת קולחים מאפשר השבה שלהם ושימוש שלהם בחקלאות בהשקיית גינון ציבורי ועוד ובכך חוסך שימוש במים שפירים. שימוש בקולחים או במים מושבים היא אסטרטגיה "ללא חרטה" רק אם המים המושבים עומדים ברמת הטיהור הגבוהה ביותר ואינם מזהמים וממליחים את הקרקע ומי התהום באזורים המושקים. טיפול בשפכים היא אסטרטגיה מובהקת שבה הסינרגיה של היערכות/הסתגלות עם מיתון היא בעלת תועלות כלכליות ותכנוניות משום שניתן להשתמש בגז הנפלט בטיפול בשפכים לצורך ייצור אנרגיה.

עלויות הטיפול בשפכים:

\$0.40/m ³	• התפלה של מי השפד"ן
\$0.10-0.15/m ³	• טיפול שלישוני מתקדם
\$0.49-0.67/m ³	• טיפול רבעוני (2.7 ש"ח)
\$0.81-1.04/m ³	• איכות מי שתייה

רשות המים (2011) מדרגת את רמת הטיהור של שפכים לירוד - עלות 0.618 ש"ח ל-1 מ"ק, בסיסי - 1.425 ש"ח ל-1 מ"ק, ללא מגבלות 1.710 ש"ח ל-1 מ"ק וברמה גבוהה המתאימה להזרמה לנחלים - 1.900 ש"ח. מעט רשויות מטהרות את שפכיהם לרמת נחל - כפר סבא, יהוד, רמת השרון (1.614 ש"ח ל-1 מ"ק) או לרמה של "שימוש ללא הגבלה" - רעננה 1.257 ש"ח ל-1 מ"ק, הרצליה 1.476 ש"ח ל-1 מ"ק, רמת השרון 1.600 ש"ח ל-1 מ"ק). ברוב היישובים והתאגידים רמת הטיהור היא "בסיסי" בלבד והעלות המשוקללת לתאגיד נעה סביב 0.800 ש"ח ל-1 מ"ק ל-2.161 ש"ח ל-1 מ"ק (רשות המים 2011).

תאגידי המים והביוב אחראים על הטיפול בשפכים ברמה נאותה ומערכת החוקים והתקנות העוסקות בכך נרחבת מאוד: חוק תאגידי מים וביוב, 2001; חוק המים 1959, פקודת בריאות העם 1940, תקנות בריאות העם - קביעת תקנים למי שפכים 1992, תקנות המים מניעת זיהום מים (שפכי תעשייה 2003) ועוד אבל הסמכויות והאחריות על טיפול בשפכים מפוצלות בין רשות המים, המשרד להגנת הסביבה, משרדי הבריאות והפנים והרשויות המקומיות והתאגידים ולכן הטיפול מסורבל. תכנית האב למשק המים (2012) מקנה חשיבות רבה לטיפול בשפכים ושדרוג הקולחים וההשקעות המתוכננות למגזר זה גבוהות.

בסינגפור, 5 מט"שים מספקים כיום 30% מהביקוש למים ויספקו כ-50% מהביקוש עד 2060 (World Bank, 2012).

טיפול בשפכים כסוגיה נפרדת מופיע באתרי האינטרנט של 7 רשויות. בניה ותחזוקה של מערכות מים ושפכים מופיעות ב-31 אתרים של הרשויות המקומיות. בפתח תקווה מופיע תחום השפכים בתחום טיפול של האגף לאיכות הסביבה. בת-ים מדווחת על חיבור המסעדות והתשתיות בחוף הים לצנרת הביוב במקום

לבורות הניקוז. בראשל"צ יש התייחסות גם לשפכי תעשייה ואילו האתר ברעננה מפרט את תהליך טיהור השפכים ואת השימוש בהם. (ראה נספח א).

ב-17 תאגידי מים וביוב יש התייחסות נרחבת לטיפול בשפכים. מניעת זיהום מי תהום וים ע"י שפכים מוזכרת ב-5 תאגידים ומניעת סתימת ביוב ע"י בתי אב מוזכרת ב-15 תאגידים. הנושא מופיע באופן חינוכי הסברתי כדי לגייס את סיוע הציבור. ישנם הבדלים ניכרים במידע שניתן לציבור בנושא הטיפול בשפכים. לאור חשיבות הטיפול בשפכים מומלץ שאתרי האינטרנט של תאגידי המים ייתנו מידע מלא על פעילויותיהם בתחום. ישנן עדיין רשויות מקומיות (ביניהן סביון!) שעדיין אינן מטפלות בשפכים שלהן ויש לטפל בכך בדחיפות. אתרים מומלצים: רעננה, פלגי השרון. ליישום בטווח זמן בינוני.

מי קולחים

17 תאגידי מים ומזכירים את נושא הקולחים ואיכותם ו-5 אתרים מזכירים את חשיבות של השימוש בקולחים לצרכי השקיה חקלאית והשקיית גינות ציבורי. מי הרצליה משתמשת במים מושבים להשקיית פארק הרצליה וכך גם באר-שבע. גם באתר רעננה מתייחסים לשימוש במי קולחים להשקיית הגינות הציבורי. בתאגיד שרונים ברמת השרון מצוין שהקולחים שעוברים טיפול שלישוני משמשים לפרויקט גאולת הירקון ומיעוטם להשקיה חקלאית.

מומלץ שתאגידי מים וביוב מקומיים (של רשות אחת) יבדקו את האפשרויות העומדות בפניהן להשתמש במי הקולחים לצרכי השקיית גינות ציבורי ובכפוף לתקנות התברואה. ברמה הארצית – דחיפות בהעלאת התקן לאיכויות הקולחים ואכיפתו על המט"שים. ליישום בטווח זמן מדי ועד לטווח זמן בינוני.

סן-אווביספו, קליפורניה משתמשת בקולחים להשקיית גינות עירוני שטחי חקלאות ולשימוש באתרי בניה (California Emergency Management Agency, 2012).

החסמים בטיפול בשפכים הם ביורוקרטיים, מוסדיים ותברואתיים, המונעים או מצמצמים שימוש בביוב-גז כמקור אנרגיה במט"שים, מחסור בשטחים להקמת מט"שים ומאגרים לקולחים. בעיות כלכליות מעיבות על פעילות המט"שים וכמחצית מתאגידי המים והביוב מפסידים כספים בפעילותם.

המגזרים ברשויות המקומיות המעורבים בטיפול בשפכים הם מחלקות מים, הנדסה, תשתיות תפעול, ותאגידי המים. משרדי ממשלה המעורבים הם הפנים, הבריאות, המשרד להגנת הסביבה ורשות המים.

ההמלצות לתחום זה הן שיפור תשתיות ההולכה והקטנת הפחת, שימוש בקולחים ברמה גבוהה לצרכי גינות ציבורי והפרדה מוחלטת של מערכת הביוב ממערכת הניקוז.

מים אפורים

שימוש מחדש במים אפורים הוא טיפול וסינון של מי כביסה וכיורים והשמשתם מחדש ע"י סחרור ברמות שונות. שיטה זו נמצאת ברמת תיעדוף נמוכה יחסית בישראל בעיקר בגלל ההיקף וההיבט התברואי – התנגדות משרד הבריאות. השימוש במים אפורים מיושם בהרחבה באירופה, בארה"ב, בניו-זילנד ובאוסטרליה והיא נחשבת כאסטרטגיה להתמודדות עם שינויי אקלים.

שימוש במים אפורים נחשב כאסטרטגיה מקיימת (Sustainable) של Low Regret שהתועלת העיקרית שלה היא משום יישומה במקום in site (בבית, במבנה ציבורי) ובכך חוסכת באנרגיה ותשתיות המשמשות לייצור המים והולכתם. פרויקטים של שימוש במים אפורים נעשים היום בבתי ספר ובטכניון (לסטר, אלמוג, ליבני ורוזנטל, 2010).

משאבי מים

ההערכה היא כי יישום התקנת הטכנולוגיה של מים אפורים בבתי אב בישראל תאפשר חיסכון של 5 מ"ק לנפש ועד 35 מלמ"ק לשנה (רוזנטל וארז, 2010). ההשקעה הראשונית במערכות למיחזור מים אפורים בבית פרטי היא גבוהה: 15-20 אלף ש"ח והיא מאפשרת חיסכון של 12 מ"ק לחודש במחירי שנת 2010.

שימוש חוזר בשפכים מקבל היום עידוד נרחב בתכניות היערכות של ערים. **במלבורן, אוסטרליה** מקבלים התושבים החזרים כספיים בגין התקנות מערכות לשימוש ביתי במים אפורים ולמשתמשים בקולחים מוצע מדריך תברואתי.

Melbourne Water: <http://www.Melbourne.vic.gov.au/>

תקופת החזר ההשקעה נאמדת ב-10-13 שנה (רוזנטל וארז, 2010). כאמור, החסמים כנגד אימוץ השיטה הם רבים: משרד הבריאות משום חשש לבריאות הציבור ורשות המים בגלל ההיקף הקטן הצפוי ממנה. למרות זאת עמדת דו"ח זה שכמו שבכל העולם המערבי משתמשים בשיטות אלה הן לשימוש בגינון והן להדחת אסלות ללא כל סיכון לציבור כך יש לנהוג בישראל ולהסדיר את התקינה המתאימה ולאפשר ליישמה בהתאם לתקינה.

סן-דיאגו, קליפורניה ממחזרת מים אפורים במבנים ובתים לשימוש מחדש בהם (California Emergency Agency, 2012).

בקיפטאון, דרא"פ מופעלת מערכת של תמריצים כספיים לשימוש מחדש במים אפורים (Framework for Adaptation to Climate Change, the City of Cape Town, 2006).

בדומה לטיפול בשפכים נושא זה נוגע למחלקות תברואה מים ותשתיות זורמות, הנדסה ותאידי מים בתוך הרשויות מקומיות, ולרשות המים, משרדי הפנים, הבריאות והגנת-הסביבה בדרג הממשלתי. לשימוש במים אפורים יש תועלת חינוכית וניתן לרתום קבוצות פעולה רבות לנושא זה.

איכות מי שתייה, טיוב בארות מניעת זיהום מי-תהום ומים עיליים

מניעת זיהום מקורות מים היא פעולת מניעה שיש ליישם בכל מקרה גם ללא שינויי אקלים. אסטרטגיה מובהקת של "ללא חרטה" משום שמניעת זיהום זולה יותר מהשמה מחדש של בארות או ניקוי זיהום. מחצית ממקורות המים בישראל נמצאים בסכנה ו/או איום כלשהו של זיהום ובין 160-210 קידוחי מים נסגרו משום זיהומים כחנקות, כלורידים VOCS, אתילן די ברומיד, פרכלורט ושפכים (ביין וחובריו, 2011; רשות המים, 2012). מי התהום, במיוחד באקוויפר החוף לא ראויים ברובם לשתייה מבחינת ריכוזי הכלורידים והחנקות וזאת לפי התקנים הבינ"ל של EPA ו-WHO. חוק המים 1959 קובע את החובה לשמר את מקורות המים מבחינה כמותית ואיכותית ולאכוף סטנדרטים סביבתיים למניעת זיהומם של המים. חוק תאגידי מים וביוב 2001 מצוין בין מטרותיו את מניעת זיהום הים והנחלים ככל שהדברים נובעים ממשק המים והביוב ואילו פקודת בריאות העם קובעת את סמכויות שר הבריאות על איכות מי השתייה. תכנית האב למשק המים 2012 קובעת את יעדיה בתחום מניעת זיהום כדלקמן: השבת מקורות המים הטבעיים לאיכות מי שתייה כפוף לניתוח עלות-תועלת, יעדי איכות ואמות מידה לאיכות מים באספקה לכל מגזרי הצריכה וקידום אספקת מים דלי-מלחים ליישובים העירוניים.

איכות מי שתייה

הרשויות ותאגידי המים חייבים לדווח על איכות מי השתייה לציבור לפחות כל רבעון וברובן הן עושות זאת. באתרי האינטרנט של רשויות מקומיות 21 רשויות מקומיות מדווחות על איכות מי שתייה. ב-36 תאגידי מים וביוב נמצאו דיווחים על איכות המים.

מומלץ שכל אתרי הרשויות המקומיות (שקרוב לוודאי שמרבית הציבור פוקד אותם לעיתים קרובות יותר מאשר את אתרי תאגידי המים והביוב) יספקו את המידע במקום בולט באתריהם והתאגידי שאינם מפרסמים מידע זה יעלו את המידע באתריהם. בנוסף, ב-5 אתרי אינטרנט של תאגידי מומלץ על תחזוקה של מיכלי אגירת מים במבנים גבוהים. אתרים לדוגמה: רעננה ומי רעננה, מי נתניה, מי בת ים, מי מודיעין. גם נושא חשוב זה ראוי שיופיע בכל האתרים של הרשויות העירוניות. ליישום מיד.

בכל הארצות מופעלים תקנים ותקנות לאספקת מים ראויים לשתייה לכל וגופי סיוע בינ"ל מקדישים משאבים רבים להשקעה בתשתית ובנגישות למי שתייה במיוחד בארצות המתפתחות. בוינדהוק, נמיביה שימוש חוזר במי שתייה וטיהורם מהווה כבר כיום את רוב מי השתייה של העיר וזאת לאחר מבצעי הסברה וחינוך ששכנעו את הציבור שלא קיימת סכנה תברואתית ממים אלה (World Bank, 2012).

מניעת זיהום מים, טיוב בארות מים

מניעת זיהום מים מבוצעת בדרך כלל ע"י טיפול בשפכים. מבין הרשויות המקומיות, רעננה עוסקת בחשיבות מניעת זיהום. מניעת זיהום מקורות מים מופיעה ב-5 תאגידי ביניהם רמת השרון המדווחת על סגירת בארות וטיוב בארות. בכל רשויות הנחלים והניקוז מניעת זיהום וסילוק זיהום הוא אחד התפקידים החשובים ביותר של הרשות והן הצליחו לטייב את מקורות המים של הנחלים.

מומלץ לבדוק היתכנות של מתן תמריצים לתאגידי מים וביוב במישור החוף (מעל אקוויפר החוף) לצורך טיוב בארות. ליישום בטווח בינוני וארוך.

משאבי מים

התועלות ממניעת זיהום של מים (כולל ים וחופים נחלים ונהרות) היא גדולה מאוד כאמור בגלל המחיר הגבוה של תיקון הנזק. לפי נתוני רשות המים, עלות טיוב ושיקום מי אקוויפר החוף היא 5 ש"ח ל-1 מ"ק.

מעורבות סקטורים ודרגים שונים בנושא איכות המים היא גבוהה: הניטור נעשה ע"י עיריות, תאגידי מים וביוב ומשרד הבריאות. מניעת זיהום נעשית ע"י הרשות המקומית ודרגים ארציים: מקורות, רשות המים. טיוב בארות מבוצע ע"י מקורות ומניעת זיהום נחלים ושיפור איכויות המים בנחלים נעשית ע"י רשויות נחלים וניקוז בהן שותפים גופים רבים – מנציגי רשויות מקומיות, קק"ל, המשרד להגנת הסביבה ועוד.

בצרפת, Nantes נבחרה כ"בירה הירוקה" של אירופה לשנת 2013. העיר הממוקמת על נהר ה-Loire אימצה 4 תכניות כלליות ומתואמות הקרויות נפטון כדי לשפר את איכות המים בנהר ויובליו, להפחית את הזיהום בו ולהפכו לאזור ירוק לפעילויות פנאי וזאת ע"י תכנית אינטנסיבית לטיפול בשפכים, הגנת גדות הנהר ושליטה בכל מקורות הזיהום (Switch, UNESCO-IHE, 2012).

בלודז', פולין שוקם הנהר הראשי בעיר בשיטות אקו הידרולוגיות כדי להגביר את יכולת קליטת המים ושיפור איכותם (Switch, UNESCO-IHE, 2012).

למרות שמערכת החוקים והתקנות בישראל מספקת, יש עדיין ליקויים בניטור איכויות המים. רמת הניטור גבוהה לגבי מזהמים מיקרוביאליים אבל אינה מספקת כנגד מזהמים אחרים (רוזנטל, פרלמוטר ופפאי, 2010) והאכיפה נגד מזהמים אינה מופעלת במלואה.

האסטרטגיות המומלצות והמועדפות בתחום הן לתת עדיפות לניקוי קידוחים ובארות באקוויפר החוף למרות העלות ובהתחשב בכך שיש לכך תועלות כגון תוספת מים באיכות הולמת לאקוויפר ובמיוחד משום שישראל אינה יכולה לוותר על יכולת האגירה הגדולה של אקוויפר החוף שבו מצוי המלאי הגדול ביותר של מים במאגר טבעי. יש לבדוק את האפשרות לערב את המגזר הפרטי בניקוי בארות ומאגרי מי תהום גם במחיר של תמריצים כלכליים. יש להגדיל את השימוש ביחידות קטנות של התפלה להשמשה מחדש של בארות ויש להגביר את האכיפה למניעת זיהום תוך שימוש בקנסות למטרת מניעת זיהום והשמשת בארות.

ניהול נגר עילי, הגנה, אגירה, אצירה, החדרת מים, בניה משמרת מים ותכנון רגיש למים (תר"מ)

"הנגר אינו רק מטרד הוא גם משאב" (רמי גרתי וחובריו, התחנה לחקר הסחף בחקלאות). לדיון בנגר עילי מוקדש מקום נרחב בדו"ח זה משום שחשיבותו והשפעתו באזורים העירוניים בישראל רבה מאוד. נגר עילי נוצר לאחר שהקרקע רוויה במים. ניהול נגר עילי נועד למנוע שיטפונות ונזקיהם, לשפר ניקוז קרקעות, להעשיר את מי התהום, שיפור הסביבה והנחלים ושמירה על יכולת החלחול של מי גשם (תכנית אב למשק המים 2012). נגר עילי נתפס בעבר כמטרד שיש לסלקו מהר ככל האפשר מאגני ההיקוות של הנחלים ואילו כיום הוא נתפס כמשאב מועיל שיש לנהלו לטובת העשרת מי התהום, מניעת זיהום ושיטפונות שימור קרקע ועוד. קציר מי גשמים נפוץ בעולם הרבה יותר מאשר בישראל, למרות יתרונותיה של השיטה. תפישת מי נגר לשימוש חוזר ומפעלי מים לתפיסת שיטפונות נפוצה במרבית רשויות הנחלים והניקוז.

קציר מי גשמים

מאפייני השיטה הם בניית מאגרים קטנים ואזורי אגירה, אצירה והחדרה במעלה אגני היקוות; איסוף מי גשמים והחדרתם לקרקע מגגות מבני ציבור, מבנים פרטיים ותשתיות.

שיטה שלילית שנהוגה בישראל לניהול נגר עילי ומערכת הניקוז היא חיבורן למערכת הביוב.

למרות שקיים איסור חוקי על חיבור מרזבים המוליכים מי גשמים לצנרת השפכים שיטה זו עדיין שכיחה ברשויות רבות ונושא ניתוק המרזבים מצנרת השפכים זוכה לטיפול בחלק מהרשויות המקומיות. חיפה, חצור, נחף ורמת גן מזכירות זאת באתרי האינטרנט של הרשות והנושא עולה גם בחלק מתאגידי המים והביוב למרות שנושא זה אינו בתחום סמכויותיהם. אתר האינטרנט של מי הרצליה מפרט את חובת הרשות בעניין ואת הסימוכין לכך וכן את פרטי בדיקת העשן שהוא עורך מעת לעת כדי לוודא שמי ניקוז אינם זורמים במערכות השפכים. תאגיד מי כרמל מדווח לציבור באלו שכונות ובאלה רחובות תעשנה בדיקות עשן כדי להבטיח ניתוק מוחלט בין מערכות הניקוז והשפכים.

תועלות

ההערכה היא שכ-90 מלמ"ש של מי נגר עילי אובדים כל שנה (המשרד להגנת הסביבה, 2010) פוטנציאל מי הנגר בערים שונות ברצועת החוף המרכזית, בממוצע רב-שנתי כולל הוא 37 מלמ"ק (נתניהו, אסף וטל, 2008). מחקרים רבים מצביעים על כך שכאשר מאפשרים לנגר העילי לחלחל לקרקע ומסייעים לו באופן מתוכנן, ניתן להפחית את אובדן המים באופן משמעותי (כך בורמיל כרמון ושמיר, 2001; כרמון ושמיר, 1997; כרמון ושמיר, 2011). כמו כן זוהתה קשת תועלות מעבר לערך הספקת המים כגון חיסכון בבניית צנרת ניקוז, כמו עלייה בערך הנדל"ן של 0.4-2.5% כתוצאה משיפור הנוף והאסתטיקה ע"י פיתוח איגום מי נגר בפארקים, תועלות אקולוגיות, חקלאיות, שיפור משאבי הקרקע וכן תועלות כתוצאה ממניעת הצפות וגרימת נזק לרכוש פרטי וציבורי ומניעת נזק כתוצאה מפגיעה בפעילות הכלכלית של המשק (נתניהו, אסף וטל, 2008; המשרד להגנת הסביבה, 2010). אומדן הערך הכספי של נזקי שיטפונות החלים בהסתברות של אחת ל-50 שנה באיילון נאמדו ב-89 מיליון ש"ח ולגבי אירועי שיטפון בעל הסתברות של אחת ל-100 שנה ב-338 מיליון ש"ח (המשרד להגנת הסביבה 2010:76).

ראשון לציון – מי נגר עילי בצפון מערב העיר מובלים לאגם הסופרלנד במערב העיר ולאגם הנקיק שם הם מוחדרים למי התהום. עוד אזורים מתוכננים לקליטת נגר עילי בדרום-מזרח העיר ובמערב העיר. מיולי 2007 מושקים כל הפארקים והגינות הציבוריות במערב העיר במי גשמים. התאגיד למים וביוב קיבל מרשות המים היתר שאיבה של 1.5 מיליון מ"ק לשנה לצרכים אלה לנוכח ההחלטה כאשר העיר תסיים את כל אזורי איסוף הגשמים היא תחדיר למי התהום 6-7 מלמ"ק לשנה (תאגיד מניב ראשון לציון, 2013).

הנזק הישיר של שיטפונות 1991/2 נאמד ב-200 מיליון ש"ח ולכך יש להוסיף נזקים עקיפים הנאמדים בעשרות מיליוני שקלים מסיבות של חסימות כבישים, היעדרות מעבודה ואובדן הכנסות (המשרד להגנת הסביבה, 2010).

תועלת-עלות

תפיסת מי גשם והחדרתם לאקוויפר היא בעלת פוטנציאל (תוספת) של 3 מ"ק לנפש. קסלר הראה פוטנציאל לחיסכון של 100-70 מלמ"ש שנה וחיסכון כספי של 350-220 מיליון ש"ח.

רוזנטל וארז (2010) מניחים תפיסת מי-גשמים של 100% במבנים חדשים ו-10% במבנים קיימים שיכולה להוסיף למשק המים 1.2 מ"ק לנפש. מקדם השקעה במתקני ייצור מים לניצול שיטפונות הוא 1.5 ש"ח/ל-1 מ"ק מים מיוצרים (דרורי, 2009) וב-2030 תהיה העלות 0.30 ש"ח ל-1 מ"ק מים (רוזנטל וארז, 2010). מכאן שהתועלת של תפיסת מי גשמים והיא גבוהה מהעלות לייצורם. העלות של איסוף מי גשמים זהה לעלות ניקוז. כמות המים הנחסכת לשנה 50-90 מלמ"ש.

המלצות

ברשויות המקומיות בישראל ישנם פרויקטים קטנים ברובם לקציר מי גשמים.

ראשון לציון מחדירה מים לאקוויפר באישור רשות המים ומקבלת היתר להשתמש בכמות זהה למים המוחדרים ממי התהום לצרכי השקיית גינות. העירייה מרחיבה את הפרויקט של קציר מי גשמים והחדרתם לכל שטחי העיר ועפ"י האומדן היא אמורה לחסוך כ-6 מלמ"ש של מים שפירים ע"י פעילות זו. רעננה, הרצליה, מודיעין, כפר סבא הן חלק מהרשויות הקוצרות מי גשמים ומשתמשות בהן להשקיית גינות ציבורי וע"י כך חוסכות במים שפירים. בניית מאגרים גדולים ומערכת צנרת עשויה להיות יקרה ולכן האסטרטגיות המומלצות בתחום זה הן:

- שיתוף פעולה עם רשויות אגניות בנושא של בניית מאגרים במעלה אגני היקוות ושימוש במים לשיקום מערכות נחלים וגופי מים לשימושי פנאי;
- אימוץ שיטות לקציר גשמים מקומי ושכונתי ליצירת שטחים פתוחים ירוקים;
- עירוב כל מוסדות הציבור והחינוך במערכות קציר מי גשמים לצרכי החדרה, גינון, או שימוש חוזר באסלות;
- שיתוף הציבור, עמותות, קבוצות פעולה, תנועות נוער בפרויקטים ניסויים בקציר מי גשמים;
- הכשרת כוח אדם מתאים ברשויות המקומיות לצורך יישום קציר מי גשמים ליישום בטווח זמן בינוני.
- ניתוק מערכות ניקוז ממערכות שפכים – לנושא זה חשיבות מרובה מאוד בשמירה על בריאות הציבור והגדלת היצע המים ומומלץ שאסטרטגיה זו תיושם בטווח קצר את יתר האסטרטגיות יש ליישם בטווח מידי עד בינוני.

תר"מ – תכנון רגיש למים

כללי

תכנון רגיש למים (תר"מ) ופיתוח בעצימות נמוכה (L.I.D.) הן שיטות לתכנון של שימושי הקרקע, תכסיות הקרקע ואמצעים להכוונת הנגר כולו לאצירה, אגירה והחדרה וזאת בכל רמות התכנון, מהמגרש הבודד ועד לעיר הרחבה.

תכנון שימושי קרקע ותשתיות באופן ידידותי למים ובצורה המונעת נזקים למבנים ותשתיות היא הדרך היעילה והכלכלית ביותר לניהול נגר עילי (נתניהו, אסף וטל, 2008; שמיר וכרמון, 2008; לסטר, אלמוג, ליבני ורוזנטל, 2010).

משום שבניית תשתית ניקוז אינה גמישה והפיכה, ננקטת שיטה של חישוב שולי בטיחות (Safety Margins) המאפשרת הפחתת הפגיעות המערכתית בעלות אפסית או נמוכה מאוד ומונעת את העלות הגבוהה של תיקון והתאמה ובנייה מחדש של תשתיות אלה. גם לאיסוף מי גשמים מגגות וממשטחים יש אופי של נקיטת שולי בטיחות (Hallegate, 2009). עיקרה של התר"מ ו-L.I.D. הוא טיפול בנגר בשטח אגן ההיקוות במקום הרחקתו למורד, זאת באמצעות תכנון של שימושי הקרקע, תכסיות הקרקע ואמצעים להכוונת הנגר, והעברתו ממשטחים אטומים לחדירים וניתובו דרך שטחי צומח.

בקופנהגן, דנמרק נלקחה בחשבון בעת התכנון, כמות נגר עילי הגדולה ב-70% מכמות הנגר הנוכחי וזאת כדי להתמודד עם גידול האוכלוסייה מחד ועם הגידול במשקעים מאידך (Hallegate, 2009).

ממשלת **בריטניה** הכפילה את השקעותיה בהגנה מפני שיטפונות של מתקני מים וביוב. מענקים ניתנים למשקי בית כדי לשפר את הגנתם מפני שיטפונות ועסקים מקבלים התראה מוקדמת על סכנת שיטפונות (DEFRA, 2009).

מכאן שאת שיקולי ניהול הנגר יש לכלול בתהליך התכנון של פיתוח השטח ומתחילתו – בשטחים פתוחים חקלאיים ועירוניים. כללי התכנון מוגדרים לעתים במונחים של האמצעים שיש לנקוט למשל – אחוז השטח החדיר שיש להותיר בשטח המפותח ולעתים במונחים של התוצאה הנדרשת למשל – נפח הנגר ו/או ספיקת השיא במוצא השטח ישוו לערכיהם לפני הפיתוח.

לתר"מ חשיבות רבה בהיבט התכנוני-מניעתי גם לגבי תשתיות כבישים, גשרים, חשמל, בארות ומתקני מים ותשתיות אסטרטגיות כגון מפעלי התפלה, תחנות כוח ונמלים (ביין, אבנימלך וחובריהם, 2010). אחריות לבנייה, אחזקה ומניעת סחף קרקע ושיטפונות בעורקים מלאכותיים מוטלת על מע"צ, הצריכה להציג תכניות לניקוז לרשויות הניקוז ועל שני הגופים לקבוע ביחד את דרכי הניהול של התשתית החדשה שנוצרת. בהרבה מקרים הדבר לא מיושם ולכן יש להסדיר זאת בחוק התכנון והבנייה (לסטר, אלמוג, ליבני ורוזנטל, 2010).

בקליפורניה, הכללים להיערכות בשעת חירום לשיטפונות והתמוטטויות הם כדלקמן:

1. על הרשות המקומית לפתח תכניות מתואמות בין כל המחלקות והגופים הנוגעים לדבר ע"י הכנת תכניות המכילות רכיבי בטיחות ומיתון סיכונים כגון הערכה ואומדן של האזורים הנתונים לסכנת שיטפונות.
2. חוק 162 של בית הנבחרים בקליפורניה מחייב שכל המידע על סיכוני שיטפונות יכלול בכל תכניות הבנייה ופיתוח שימושי הקרקע של העיר. יש לתקן תכניות קיימות כדי לכלול בהם סיכוני שיטפונות.
3. יש ליישם תכנית ביטוח לאומית כנגד שיטפונות כדי לצמצם את השטחים הנתונים בסיכונים (בארה"ב קיים חוק לאומי לביטוח שיטפונות משנת 1968).
4. יש לשקם את הפרוזדורים הנהריים לצורך שליטה בשיטפונות כדי לפתח פרויקטים שיגבירו את כושר האגירה והחלחול של הקרקע ולצמצם סחיפה ונזקים לרכוש.
5. יש לאמץ תכניות בטיחות כנגד שיטפונות ע"י שיטות תכנון של שימושי קרקע עד ליחידות הקטנות ביותר ובמיוחד יש להגביל פיתוח עירוני במישורי הצפה של נהרות.

California Emergency Agency: California Climate Change Adaptation Policy Guide, 2012

בחינת ניהול נגר ות"מ כשיטות מועדפות No Regret (ללא חרטה) או כאסטרטגיה של חרטה גבוהה

השיטה לניהול נגר עילי ברובן אינן "רכות" משום שהן כוללות טיפול הנדסי ותשתיתי שיש לו עלויות. לדוגמה, בניית מאגרים בקנה מידה בינוני וגדול עשויה להיות אסטרטגיה של High Regret בתנאים של שונות במשקעים. שינויים בתשתית הניקוז של ערים גם היא יקרה.

לעומתן, שיטות קציר מי-גשמים בקנ"מ של המגרש הפרטי או הציבורי, הפניית נגר עילי שכונתי לצרכי השקייית גינות ציבוריות ובעיקר שילוב תכנון רגיש למים הנעשה כחלק בלתי נפרד של תהליך התכנון המרחבי (mainstreaming) הם כמעט ללא עלות או בעלות עלות נמוכה (No/Low Regret).

חקיקה, תקנות, אסדרה

חוק המים 1959 קובע את הכללים להחדרת מים, מטרת החדרה, מנגנונים לאישור תכניות החדרה, תנאים וזכויות למים מוחדרים ורכישתם. חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות התשי"ח-1957 מסדיר את הטיפול במערכות ניקוז עיליות והשלים אותם חוק רשויות נחלים ומעיינות התשכ"ה-1965 המסדיר את הקמתם ופעילותיהן של רשויות המנהלות נחלים ומעיינות. אי-שביעות רצון מחוסר התיאום בין פעילות הרשויות השונות, פיצול סמכויות, חפיפת תחומים ונזקים רבים של שיטפונות הביא לרצון ברפורמה שעיקרה הכנת 2 תכניות מתאר ארציות בתחומי נגר עילי.

תמ"א 3/ב/34 מטרתה הבטחת תפקודם של נחלים כעורקי ניקוז להולכת מים ומניעת נזקי שיטפונות הנגרמים מנגר עילי וסחף בד בבד עם הבטחת המשך קיומם ותפקודם של נחלים לצורך שיקום, פיתוח, נוף, אקולוגיה ושימוש לפנאי ונופש.

תמ"א 4/ב/34 היא תכנית ארצית משולבת למשק המים בנושא איגום מים עיליים, החדרה, העשרה והגנה על מי התהום ומסדירה את ההיבטים התכנוניים של משק המים במטרה לנצל באופן מיטבי את הגשמים והשיטפונות ולשמר את מי האקוויפרים תוך צמצום נזקי שיטפונות.

הממשלה החליטה על שינוי מבני בתחום ניהול הנגר והניקוז ע"י אישור תכנית אב ארצית והתאמתה לתמ"א 3/ב/34 וזאת לניצול יעיל של מי הנגר לשימוש משק המים והקטנת מפגעי ניקוז. עיקרה של התכנית היא איחוד רשויות ניקוז עם רשויות נחלים והקמת רשויות ניקוז אגניות. כל תחומי האחריות והסמכויות ירוכז בגורם ממשלתי אחד – מועצת הרשות הארצית לניקוז וניהול נגר. שינוי זה מבטיח אינטגרציה בין ניהול הנגר

האגני לניהול נגר עירוני. רשות המים גם שוקלת את העברת האחריות לניהול נגר וניקוז ביישובים העירוניים לידי תאגידי מים וביוב (רשות המים תכנית אב, 2012). דבר זה ניתן לעשייה לאחר הרחבה דרושה של סמכויותיהם, תגבור כוח האדם המקצועי בהם ומקורות המימון שלהם. יוצאו הנחיות להכללת שיקולי נגר וניקוז בתכניות פיתוח גדולות וקטנות החל מהשלב הראשון של התכנון המרחבי (רשות המים תכנית אב, 2012).

מאפייני השיטה

עקרונות תר"מ צריכים להיות מיושמים, כאמור, ברמת המגרש הבודד למשל ע"י השארת אחוז מסוים משטחו כשטח שבו ניתן למים לחלחל (שמיר וכרמון, 2007). יוזמות מקומיות לאימוץ תר"מ נעשו במחוז מרכז (שנת 2000) ובשנת 2002 גם הוטמעו המלצות לבנייה משמרת מים בחוזר משרד הפנים אבל אלה התייחסו להחדרת נגר בלבד.

בתכנית ניהול שיטפונות של **קייפטאון**, כוללת מערכת הניקוז 150,000 של נקזים ובורות ניקוז לתפיסת מים והחדרתם, 650 מאגרים לתפיסה והחדרת מים ו-5,500 ק"מ של צינורות ראשיים המובילים מי ניקוז (Framework for Adaptation to Climate Change, the City of Cape Town, 2006).

התמודדות ראשי ערים עם השפעות שינויי אקלים

בליאון, צרפת ננקטת מדיניות של הגדלת מרחבים ירוקים וצמצום במשטחים בלתי חדירים כגון מדרכות, כבישים וחניות, ורוב אלה מבוצעים בקנ"מ קטן ומקומי. נמצא שהללו יעילים מאוד מבחינת מיתון הטמפרטורה וניהול משאבי מים, וכן מבחינת עלותם וזאת בהשוואה לפיתוח פארקים נרחבים (Hall, 2011).

בשנים מאוחרות יותר פותחו הנחיות לבנייה משמרת מים וניקוז בוועדה המחוזית בתל אביב ומשרד הבינוי והשיכון ביצע פרויקטים ניסיוניים של תר"מ בבאר-שבע, מודיעין וראש העין. יישובים כרעננה, כפר-סבא, חולון, יבנה והרצליה ועוד עושים ניסויים בניהול נגר עילי אבל רק מקצתם מחדירים נגר לקרקע. רובם משתמשים בנגר לשימושים עירוניים (לסטר, אלמוג, לבני ורוזנטל, 2010).

דרגים מבצעים וסקטורים מעורבים

בדרג הממשלתי מעורבים משרד החקלאות האחראי על הרשויות האגניות, משרדי הפנים והבריאות האחראים על הליכי התכנון ושמירה על בריאות הציבור, רשות המים האחראית על כל מדיניות המים בישראל, וחברת מקורות החברה המבצעת. בדרג הרשויות – תאגידי מים וביוב, מחלקות תשתית זורמת והנדסה, ועדות תכנון ובניה בכל הדרגים, ומחלקות גינון ושיפור הנוף.

תחום ניהול הנגר העילי משפיע ומושפע על תחומים רבים: אקולוגיה ומגוון ביולוגי, בריאות הציבור ערך הנדל"ן, אטרקטיביות של שכונות מגורים, שימושי פנאי ונופש ורווחת הציבור. אחת השיטות המצביעה על שילוב מוצלח של תועלות לציבור הם גגות ירוקים.

גגות ירוקים – Green Roofs

גגות ירוקים הם גגות שמוכשרים לקליטת מי-גשמים לצורך השקיית גינות; הגגות הירוקים מספקים שיפור באיכות אוויר; עליה באטרקטיביות של שכונות ירוקות, בידוד תרמי, הפחתה בנגר העילי ומגדילים את המגוון הביולוגי. ערים רבות מאמצות זאת – הבולטות הן **לונדון**, **בירמינגהם** ו**ברצלונה** (World Bank, 2012; Switch, UNESCO-). (IHE, 2012).

חסמים בפני ניהול נגר:

- צורך בשינוי פרדיגמטי ביחס למניעת הצפות;
- מחסור בחקיקה ותקנות לשימוש חוזר במי נגר;
- אי זמינות מנגנוני מימון ציבוריים ופרטיים לפיתוח מי נגר;
- הערכת עלויות תפעול ותחזוקה של מתקנים לשימוש חוזר בנגר;
- בעיות של זמינות ובעלות על קרקע הנחוצה לקציר ושימוש חוזר בנגר, שינויים ביעודי הקרקע ושיתוף פעולה עם יישובים חקלאיים בסמוך לערים וכן שיקולים של בריאות הציבור (נתניהו וחובריה, 2008).

עיקר החסמים נמצאים עדיין בתקנות ותכניות סטטוטוריות קיימות – למשל חשש של הרשויות המקומיות מתביעות משפטיות בגין שיטפונות ועל כן מערכת הניקוז נותרת על כנה. עדיין קיימת בעיה רצינית בחוסר ההתאמה בין מערכות החוקים השונות: חוק התכנון והבניה, חוק המים, חוק הניקוז ומניעת שיטפונות אינם מתייחסים לפתרונות תר"מ אם כי כמו שהצבענו על כך, ישנה התקדמות בהכנת מכשירים חוקיים מתואמים שיתייחסו להיבטים אלה. קיים מחסור אמיתי בידע בתחום וכן במומחים ובעלי מקצוע כמתכננים, הנדסאי ניקוז ועוד היכולים לסייע ביישום תהליכי תר"מ בכל רשות מקומית.

לדעת כרמון ושמיר (2011) החסמים נובעים מהעדר הסדרה ארגונית ותשתית פיננסית מתאימות, ומיעוט הנחיות מקצועיות ונתונים הדרושים לתכנון מושכל.

יישום ברשויות המקומיות

נושא זה נמצא בראשית יישומו ברשויות המקומיות בישראל. אתרי האינטרנט של הרשויות עוסקות בנושא זה במשורה: ניקוז ותיעול מוזכרים באתרים של 9 רשויות בלבד ובניה משמרת מים מופיעה באתרים של מבשרת ציון ורעננה. 3 תאגידים בלבד מתייחסים לנושא: הרצליה, רעננה וראשון לציון והדבר נובע מכך שנושא הניקוז אינו נכלל בתחום סמכויותיהם. אין ספק שהרשויות המקומיות בישראל מפגרות בהרבה ביישום תר"מ והגנה על תשתיות מפני שיטפונות למרות שחלק מהשיטות הן "ללא חרטה" או עם "חרטה נמוכה" מומלץ לדון בגופים המתאימים על האפשרות להעברת נושא הניקוז לתאגידי המים.

ישנן אסטרטגיות רבות שהרשות יכולה לנקוט בהם ליישום הדרגתי של תכנון רגיש למים:

אסטרטגיות מועדפות מומלצות לניהול נגר עלי ותר"מ

- האצת בניית מאגרים קטנים ואזורי אגירה והחדרה במעלה אגני היקוות בשיתוף ותיאום עם יישובים כפריים ועם רשויות אגניות;
- איסוף מי גשמים והחדרתם לקרקע מכל מבני הציבור;
- תקנון תקנות שיאפשרו תכסית פנויה של 20% לחלחול מים בכל בניה חדשה בשטח הרשות (פרטית וציבורית);
- התקנת ריצוף חדיר לחלחול מי גשם בכל בנייני הציבור והמוסדות בשטח הרשות ועידוד התושבים לעשות כך בחצרות הבתים;
- התקנת תקנות וחוקי עזר לאיסוף מי מזגנים;
- מיפוי כל אזורי העיר/הרשות המצויים בסכנת שיטפונות;
- שיתוף הציבור, עמותות, בתי ספר ומוסדות באופן פעיל באימוץ אסטרטגיות לניתוב מים לחלחול בתת הקרקע;
- הכשרת כוח אדם מקצועי ברשות (מחלקות הנדסה) בנושא.

- איסוף מידע מעודכן מהשירות המטאורולוגי וגורמים אחרים לגבי סיכוני שיטפונות והצפות. הכנת מפות סיכון;
- קציר מי גשמים לשימוש בגינון ציבורי ופארקים (ניתן לאסוף מי גשמים גם ע"י שינוי הטופוגרפיה ובניית שקעים קולטי נגר מסביבת הגינה).
- תכנון שימושי קרקע עירוניים ופריסת שטחים פתוחים בצורה המונעת אטימת קרקע, משמרת ומשקמת את הנחלים העוברים בעיר תוך כדי מיקום השטחים הפתוחים בהתאמה לזרימת נגר עילי;
- שילוב מערכת הכבישים כך שתותאם למערכות ההידרולוגיות והחדרת מי נגר עילי לקרקע בכבישים וחניונים שאינם מזוהמים. יש לשקול גם בניית מערכות ניקוז ומאגרי מים מתחת לחניונים.
- ברמה ביתית מוסדית ושכונתית הפניית מרזבים לשטח חדיר, ריצוף מדרכות בחומרים חדירים והפניית נגר עילי להשקיית גינון פרטי וציבורי.
- מתן תמריצים למשל ע"י תוספת אחוזי בנייה, פטור מאגרת ניקוז בדומה למה שנעשה כיום לגבי שימור מבנים, בניה לפי תקנים לשמירה בפני רעידות אדמה, בניית ממ"דים וכדומה, כולל סבסוד יוזמות של יזמים הבונים שכונות בהן אמצעים לשימור מי נגר (נתניהו, אסף וטל, 2008) שימוש בתמריצים כדאי משום שהוא מעלה את ערך הנכסים העירוני כפי שנאמר לעיל.
- ביטוח כנגד שיטפונות: קיים חוסר בהירות בנושאי הצפות למי יכולות חברות הביטוח להגיש תביעה ומי אמון על נושאים אלה בישראל (נתניהו, אסף וטל, 2008). רשויות הניקוז חייבות במעטפת ביטוחית הניתנת על ידי חב' ענבל הממשלתית, קנט, וחברות מסחריות אחרות (סדן, לבנטל, קסלר ושות', 2011). על רשויות מקומיות לייעץ לתושבים ועסקים על אופציות ביטוח ולבטח עצמן מפני נזקי שיטפונות.

טווח זמן ליישום: טווח מידי עד בינוני.

ביטחון מים והיערכות לשעת חירום

כללי

ביטחון מים נועד להגן על מקורות המים והבטחת השימוש בהם למטרות שונות. היחידה לביטחון מים ברשות המים והביוב פועלת במסגרת מערך רח"ל (רשות החירום הלאומית) ומטפלת באירועי פגיעה במים והבטחת אספקת מים ברגיעה ובחירום. פגיעה במערכת המים יכולה להתרחש כתוצאה מאסונות טבע כמו רעידת אדמה, צונאמי או שיטפונות, כתוצאה מפגיעה מכוונת של גורמים עוינים כמו במלחמה, אירועי טרור או תקלות טכניות או תפעוליות (רשות המים, מידע לשעת חירום, 2012) הבסיס החוקי לפעילות בנושאי ביטחון המים עפ"י חוק המים 1959 הם סעיפים 17, 18 ו-20, המגדירים מי מוסמך לקבוע אירוע פגיעה במים והדרוש לפעולה להחזרת המצב לקדמותו. החלטות ממשלה שונות קבעו את אחריות רשות המים לטיפול בתוצאות של רעידות אדמה; אחריות מנהל רשות הממשלתית למים כיו"ר הרשות העליונה למים לשעת חירום, במסגרת הקמת מל"ח – החלטות ממשלה 1716 ו-1080 ואת עיקרי תפקידיה של המנהלת הארצית לביטחון מים – החלטות ממשלה 633 מ-5 בנוב' 2006; והיערכות למשבר מים. כאמור בהחלטת ממשלה ב/43 מצ"ד 07 על הקמת רח"ל.

מאפייני השיטה

הרשויות המקומיות ותאגידי המים נערכים מראש ומתרגלים הקמה והפעלה של תחנות לחלוקת מים בפריסה רחבה ביישובים. לרשויות הארציות והמקומיות סמכות גם לקצוב מכסות מים לאזרחים בעת חירום.

רשות המים ממליצה לאזרחים להחזיק ערכת מים וסניטציה לחירום של 12 ליטר לנפש ומייעצת כיצד ניתן למחזר מים אלו ולהשתמש בהם בחיסכון. לרשויות מקומיות אחריות כוללת לניהול משבר המים בתאום עם התאגידים כולל תפעול תחנות החלוקה לאספקת מים לצרכנים השונים ברשות, הסברה ומתן מידע לציבור וסדר ציבורי. התאגיד גם צריך לטפל בתוצאות האירוע (רשות המים, 2012).

בהנחיות משנת 2003 להכנת תכנית אב למים ברשויות המקומיות בהוצאת המינהל למשק המים ברשויות המקומיות והממונה על תאגידי מים וביוב ברשויות המקומיות, משרד הפנים, יש התייחסות למתקנים להבטחת מקורות המים, מיגון מתקני מים ונורמות לאספקת המים בחירום.

יש לציין שחוקרים שונים ציינו שקיומם של מאגרים טבעיים מלאים וטיפול מלא בשפכים מבטיחים כמויות מים בעת חירום ומאפשרים גמישות בניהול משק המים (רוזנטל וארז, 2010; גולן-אנגלקו ובר אור, 2008). עוד יש להדגיש את חשיבות תר"מ בכל המתקנים האסטרטגיים כדי להגן על תפקודם התקין גם באירועי קיצון אקלימיים או פגיעה מעשה ידי אדם.

בהקשר להתפלה יש להאיר שני היבטים הקשורים לביטחון: האחד, מים מותפלים הם מקור המים האמין ביותר והבלתי מוגבל מההיבט המדיני משום שהוא בשליטה מוחלטת של ישראל אבל קיים גם חשש שהגברת ההתפלה עלולה להפעיל לחצים מדיניים על ישראל לוותר על מקורות מים טבעיים המשותפים לה ולשכנותיה. השני, חבלה, מלחמה, רעידת אדמה, תקלות הנדסיות ועליית פני הים עשויות להשפיע על תשתיות ההתפלה המצויות כולן ברצועת החוף.

מערכת המים בישראל מבוצרת מאוד ועל כן כמויות גדולות של מים בישראל תהיינה זמינות באזורים שונים בארץ בעת חירום. גם מערכת הסיוע בחירום היא מרחבית – במרחב צפון, מרכז ודרום (רשות המים מידע לשעת חירום, 2012).

המלצות עיקריות

ההמלצות העיקריות בתחום הבטיחות והביטחון הן מועטות משום שמערכת החקיקה והאסדרה מגדירה היטב את חובות הרשות המקומית. אולם, בחינת אתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות ותאגידי המים מראה שהמידע לציבור להיערכות למצבי חירום בתחום המים לקוי וחלקי. יש אתרים שאינם מספקים כל מידע לציבור בעוד אתרים אחרים מספקים מידע מלא המתייחס להיערכות חירום בבית, מהם מצבי החירום השונים, מפת אזורי חלוקת מים ותחנות לחלוקת מים ואספקת מים לתושבים בעלי צרכים מיוחדים (ראה הרחבה בנספח א').

מכאן, שהאסטרטגיה המומלצת ליישום מידי זה הכנסה מידע מלא ואחיד על היערכות משק המים לחירום בכל אתרי הרשויות המקומיות ותאגידי המים והביוב. אתר לדוגמה הינו האתר של "פלגי שרון".

סיכום המלצות

טבלה 8 מסכמת את 14 האסטרטגיות המועדפות ליישום ברשויות המקומיות בישראל במדרג לפי סדר חשיבותן ועדיפותן. **רוב האסטרטגיות המומלצות הן "ללא חרטה"**; שתיים עשויות להיות גם "חרטה נמוכה" – תר"מ (אסטרטגיה 11) ואיסוף מי גשמים (אסטרטגיה 12).

משאבי מים

טבלה 8 - שיטות עדיפות לניהול משק המים ברשויות המקומיות

חלופה מומלצת (לפי סדר עדיפויות)	No/ Low/ High Regret	מאפייני השיטה	תועלת	עלות	חסמים ומגבלות	דרג ארצי	מקומי (ברשות)	ציבור	אזורים ליישום	אתרי אינטרנט מומלצים
1. חינוך, הסברה ומידע	No Regret	בניית יכולות ומניעה, זהירות מקדימה בת-קיימא	חיסכון של 13 מ"ק לנפש ¹	חינוך לחיסכון 30 אג' למ"ק מים ⁸ נחסכים	חוסר במודעות (תקציב), צורך בשילוב במדיניות ומכשירים קיימים	רשות המים, משרד החינוך, NGOs	אגפי חינוך, שיפור פני העיר איכות הסביבה	קבוצות פעולה, NGOs, הציבור, תנועות נוער	בכל הארץ	רעננה, פתח תקוה, תאגידי מי נתניה, רעננה, מעיינות זיו
2. שיפור המידע על הסיכונים (שירות מטאורולוגי)	No Regret	בניית יכולות ומניעה, זהירות מקדימה	שיפור היערכות והכנת מפות סיכונים	כ-30 אג' למ"ק מים נחסכים	מודעות, משאבים	רשות המים, השירות המטאורולוגי	הנדסה ותשתיות	יידוע הציבור	צפון, מרכז, אילת	פקיעין קריית טבעון - משקעים
3. העלאת מודעות בקרב בעלי עניין	No Regret	בניית יכולות ומניעה, זהירות מקדימה	שיפור ההיערכות בכל הדרגים	דומה לעיל	חוסר במודעות ברשות המקומית ובתאגיד	רשות המים, משרד החינוך, דרגי התכנון.	הנדסה, תכנון, חינוך, איכות סביבה, שיפור פני העיר, תאגידי מים	יידוע ושיתוף הציבור	כל הארץ	-
4. חיסכון וצמצום פחת	No Regret	פעולת מניעה, בניית יכולות, בת-קיימא	\$1.34 למ"ק מים נחסכים, פוטנציאל לחיסכון 370 מלמ"ש ^{5, 11}	אובדן מים של 16 מ"ק לנפש פחת ¹	פערי ידע לגבי שיעור הפחת	משרד הפנים: גופי תכנון לתקנון חובת התקנת אביזרים חסכנים	מחלקות חינוך, איכות סביבה, שיפור פני העיר, רישוי עסקים (תקנון חיסכון)	עמותת ירוקות, תנועות נוער		רעננה, חדרה, יוקנעם עילית, בני ברק, חיפה, מגדל
5. חינוך לחיסכון	No Regret	פעולת מניעה, בניית יכולות, בת-קיימא	ייצור מים בעלות הזולה ביותר ¹	30 אג' למ"ק מים ⁸	חוסר בידע ספציפי לגבי מניעים לחיסכון	רשות המים ומשרדי הגנת הסביבה והחינוך	תאגידי מים, מוסדות חינוך וציבור	עירוב כל הציבור	כל הארץ	תפן, תפתח תקוה, מיטב
6. שימוש באמצעים חסכוניים במים	No Regret	פעולת מניעה, בניית יכולות, בת-קיימא	ברזים וחסכמים - חיסכון של 30%; שדרוג השקיה עירונית - חיסכון של 80-150 מלמ"ש ⁹	1.9 ₪ בממוצע למ"ק נחסך ו/או \$0.10-\$0.20 ⁸	חוסר בתקצוב, אי-מתן תמריצים לחיסכון, חוסר מחייבות	משרד הפנים, רשות המים, המשרד להגנת הסביבה.	כל מוסדות הרשות המקומית, מוסדות ציבור אחרים	מתן תמריצים לכלל בתי האב	כל הארץ	מי ברק, העמקים

משאבי מים

מי נתניה, מי רעננה, מי כרמל	כל הארץ	מתן תמריצים להחלפת צנרת בבתי אב	תאגידי מים וביוב, מחלקות הנדסה ותשתיות.	רשות המים – פיקוח	משאבים ברשויות מקומיות ובתאגידיים	1.9 ₪ למ"ק	חיסכון של 5 מ"ק לנפש. 50-100 מלמ"ש ¹	פעולת מניעה, בניית יכולות, בת-קיימא	No Regret	7. ניהול דלף, החלפת צנרת, צמצום פחת, התקנת שעוני מים
רעננה, פלגי השרון	כל הארץ	יידוע הציבור	תאגידי מים וביוב מחלקות מים, תשתיות זורמות, הנדסה	משרדי הבריאות, הפנים, הגנת הסביבה	מחסור במשאבים, ליקויים בתפעול וברמת טיפול	מט"ש 10 ₪ למ"ק מים; הולכה 17 ₪ למ"ק ² , השקעה לתושב 1200 ₪ לנפש ²	מניעת סכנות, תברואתיות, הגדלת היצע מים, צמצום אי-הוודאות במשק המים	מניעה, בת-קיימא	No Regret	8. טיפול בשפכים
שרונים, מי רעננה, הרצליה,	כל הארץ	יידוע הציבור	גינון ושיפור פני העיר, הנדסה, תשתיות זורמות, תאגידי מים וביוב	משרדי הבריאות, הפנים, הגנת הסביבה, חקלאות	איכויות הקולחים, מיקום השימוש	השבת קולחים 12 ₪ למ"ק, תפעול של מים וביוב 1.8 ₪ למ"ק, טיפול בשפכים 1.2 ₪ למ"ק ⁴	שימוש חוזר, חיסכון במים שפירים	התאמה יזומה, מניעה הפוך, בת-קיימא (ברמה נאותה)	No Regret	9. שימוש במי קולחים
מי רעננה, מי בת ים, מי נתניה, מי מודיעין	כל הארץ	יידוע הציבור	תאגידי מים, מחלקות תשתית זורמת והנדסה	משרד הבריאות	זיהום מי שתייה ע"י שיטפונות ושפכים	עלות התפלה 5 ₪ למ"ק ²	צמצום אי ודאות, שיפור איכות האקוויפרים הגדלת היצע	מניעה, אסטרטגיה של שולי בטיחות	No Regret	10. איכות מי שתייה
השמשת בארות, רמת השרון	כל הארץ	יידוע הציבור	מחלקות תברואה, תשתיות זורמות, והנדסה תאגידי מים וביוב	רשות המים המשרד להגנת הסביבה משרד הבריאות	ליקויים בניטור של מזהמים לא-ביולוגיים	טיוב בארות גבוה מהתפלה 5 ₪ למ"ק באקוויפר החוף	כנ"ל	מניעה, אסטרטגיה של שולי בטיחות	No Regret	11. מניעת זיהום מים וטיוב בארות

משאבי מים

	כל הארץ	חשיבות לשיתוף הציבור וקבוצות פעולה, NGOs	מחלקת הנדסה גופי תכנון מקומיים	משרד הפנים תכנון ארצי משרד החקלאות רשות המים המשרד להגנת הסביבה	ממשק לקוי בין תכניות שונות וחוקים שונים, מחסור בבעלי מקצוע, חסמים בירוקרטים, אי-מתן תמריצים כלכליים		הגדלת היצע מים בכ-90 מלמ"ש, מניעת זיהום, תועלת סביבתית, מניעת שיטפונות, תפיסת מים והחדרתם לאקוויפר - תוספת 3 מ"ק לנפש ¹	מניעת שיטפונות, שולי בטיחות, התאמה מקדימה	No Regret	12. ניהול נגר עילי ותר"מ
	כל הארץ	יידוע הציבור	מחלקות הנדסה ותשתיות זורמות, תאגידי מים וביוב	משרד הבריאות, רשות המים	מחסור במשאבים	לא ידועה	הגדלת היצע מים, מניעת התמוטטות של מערכות שפכים	מניעת שיטפונות, שולי בטיחות, התאמה מקדימה	No Regret	13. ניתוק מערכות ניקוז ממערכות ביוב
	ביישובים עירוניים בכל ישראל	השתתפות פעילה של הציבור	גופי תכנון מקומיים ומחוזיים, מחלקות הנדסה ותשתיות	דרג ארצי: גופי תכנון, משרד הפנים משרד החקלאות, והגנת הסביבה.	חסמים סטטוטוריים, ובירוקרטים, מחסור במומחים, התנגדות מהנדסי ניקוז		הגדלת היצע המים, מניעת נזקי שיטפונות וזיהום, תועלת סביבתית	מניעת שיטפונות, אסטרטגיה של שולי בטיחות, התאמה מקדימה	No/ Low Regret	14. תר"מ תכנון שימושי קרקע ותשתיות
אתר ראשון לציון, רעננה	באזורי הצפון והמרכז	השתתפות פעילה של הציבור	גופי תכנון, מחלקות הנדסה, גינון ושיפור פני העיר, מערכת החינוך	משרדי החקלאות, הגנת הסביבה, הפנים (גופי תכנון)	מחסור בשטחי אגירה, בעיות מיהול, חסמים סטטוטוריים, מחסור בידע ומומחים	עלות זהה לעלות ניקוז ¹⁰ - 1.5 ש"ל מ"ק ¹³ מיוצרים	חיסכון במים 1.2 מ"ק לנפש, הגדלת היצע, מניעת נזקים לרכוש, חיסכון בצריכה ביתית 45% ¹²	מניעה, התאמה מתוכננת, התאמה יזומה, ומקדימה, התאמה קשה, שילוב בתהליכי תכנון קיימים, בת-קיימא	No/ Low Regret	15. איסוף מי גשמים מפני השטח ואגני היקוות קטנים

משאבי מים

אין	בכל הארץ	השתתפות פעילה של הציבור	מחלקות התברואה, הנדסה וחינוך, תאגידי מים וביוב	משרדי הבריאות והפנים, רשות המים	מגבלות תברואתיות, חסמים בירוקרטים	\$1.34 למ"ק, \$0.20-\$0.30 עלויות סביבתיות, 15-20 אש"ח לבית פרטי	5 מ"ק מים נחסכים במשק בית - סה"כ 35 מלמ"ש, חיסקון באנרגיה, בתשתיות ובצריכה ביתית	תוספת שולית זולה, התאמה, מניעה, בת-קיימא	No Regret	16. שימוש במים אפורים
תאגיד פלגי שרון	כל הארץ	יידוע הציבור	מחלקות מים, ביטחון ומשק לשעת חירום ברשויות ותאגידיים	דרג ארצי ר"חל, משרד הביטחון, רשות המים, משרד הפנים	יידוע הציבור עדיין לקוי.	אין אומדן	היערכות לשעת חירום של פגיעה בתשתיות מים	מניעה, התאמה מתוכננת, אסטרטגיה של שולי בטיחות	No Regret	17. ביטחון מים

מקורות טבלה 8:

1. רוזנטל וארז, 2010.
2. תכנית אב למשק המים, 2012.
3. דרורי, 2009.
4. מבקר המדינה, 2009.
5. בין, אבנימלך, כסלו, 2010.
6. כסלו, 2012.
7. רשות המים, 2008.
8. תכנית אב לחיסקון במים, 2006.
9. מורן, 2010, עדות לוועדת בין אבנימלך, כסלו 2010.
10. דוד ירוס, איגודי המים, 2011.
11. פארטו, 2007.
12. נציבות המים, 2006.
13. דרורי, 2009.

פרק ד' - המלצות למדיניות הסתגלות (אדפטציה) ברשויות המקומיות בתחום הבריאות

פרופ' מנפרד גרין אוניברסיטת חיפה

תוכן הדו"ח

חלקו הראשון של הדו"ח מחולק לשני פרקים: הפרק הראשון בחלק זה הינו סקירה של הספרות העדכנית בנוגע להתרחשותו של תהליך שינוי האקלים ולהשפעותיו הבריאותיות, בדגש על מאמצי ההסתגלות הנעשים בעולם, ברמה הלאומית והמקומית לצורך הפחתת השפעות אלה. הפרק השני בחלק זה הינו תיאור של התשתיות הקיימות והפעולות הנעשות היום בשתי רשויות מקומיות בישראל- עירית חיפה וטירת כרמל, לצורך התמודדות עם ההשפעות הבריאותיות הצפויות כתוצאה מתהליך שינוי האקלים והגנת האוכלוסייה מפני השפעות אלה.

בחלקו השני של הדו"ח מופיעות המלצות אופרטיביות עבור השלטון המקומי בישראל לקביעת מדיניות אשר תתרום לתהליך ההסתגלות לשינוי האקלים ובכך תפחית את השפעותיו של התהליך על בריאות האוכלוסייה המקומית.

ההמלצות בחלק זה מתייחסות הן למוכנות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של אירועי אקלים קיצוניים והן עם ההשפעות הבריאותיות של שינוי אקלים הדרגתיים.

ממצאים עיקריים

סקירת ספרות - ברחבי העולם מתקיים היום מעבר של פעולות ההסתגלות להשפעות הבריאותיות של שינוי האקלים מרמת השלטון המרכזי לרמת השלטון המקומי.

המלצות - הדוח מפרט המלצות עבור השלטון המקומי בתחומים של ניטור, חינוך וניהול הסביבה. עיקרי ההמלצות מופיעים להלן:

- **ניטור**- בהקשר של אירועי אקלים קיצוניים, יש לדאוג להקמת מערכת ניטור ממוחשבת שתהיה זמינה עבור הרשויות המקומיות בזמן אמת ותכלול נתונים בנוגע למקרי תמותה ותחלואה, אוכלוסיות בסיכון ונתונים מטאורולוגיים בחלוקה לפי רשויות מקומיות. בהקשר של שינוי אקלים הדרגתיים יש לדאוג לאיסוף נתונים קבוע ורציף בנוגע להימצאות ווקטורים שונים (כגון – יתושים) העלולים לשמש כנשאי מחלות ברשויות המקומיות השונות, ובמקרה של עלייה במספר הווקטורים או נשאי המחלה באזור מסוים יש לדאוג לתיאום והעברת מידע בנושא לכלל הרשויות המקומיות באותו אזור, בזמן אמת באמצעות מערכת ממוחשבת.
- **חינוך**- יש לעשות שימוש בתשתיות עירוניות קיימות כגון מתנ"סים ואתרי אינטרנט לצורך פרסום מידע וקיום הרצאות לחינוך האוכלוסייה ועובדי הציבור להתמודדות נכונה עם אירועי קיצון אקלימיים ולמניעת השפעותיהם הבריאותיות, כמו גם למניעת הדבקות ממחלות המועברות על ידי ווקטורים העלולים להתרבות בעקבות שינוי האקלים ההדרגתיים.
- **ניהול הסביבה** - בהקשר של אירועי אקלים קיצוניים יש לדאוג לאכיפת חוקי בניה ירוקה ברמת הרשויות המקומיות, ולתחזוקה שוטפת של התשתיות העירוניות, במטרה להפחית ככל הניתן את ההשפעות הבריאותיות הצפויות כתוצאה מאירועים אלה. כמו כן יש לדאוג למיזוג של כלל מוסדות הציבור העירוניים. בהקשר של שינוי אקלים הדרגתיים יש לדאוג לאחזקה, ניטור וטיפול שוטף במקווי מים עומדים ואתרי רבייה אפשריים של מזיקים בעלי פוטנציאל להעברת מחלות.

מבוא

תהליך שינוי האקלים המתרחש ברמה הגלובלית והאזורית הולך ומתעצם, והשפעותיו על בריאות האוכלוסייה ניכרות כבר היום בישראל. התמשכותו של התהליך צפוי שתביא להתעצמות השפעות אלה, ועל כן יש להבטיח את המוכנות המערכתית להתמודדות עם שינוי האקלים ועם השפעותיו הבריאותיות.

הפתרון היעיל ביותר לתהליך שינוי האקלים הינו תהליך של מיתון (מיטיגציה), יחד עם זאת, תהליך זה דורש שיתוף פעולה של רוב מדינות המערב ומדינות נוספות והשקעת משאבים רבים במציאת פתרונות בני קיימא אשר יאפשרו את המשך הפעילות הכלכלית הקיימת; ועל כן יישומו הוא מסובך וארוך.

יש לדאוג להפחתת ההשפעות של שינוי האקלים על בריאות האוכלוסייה על ידי תהליכי התאמה (אדפטציה), אשר ננקטים וצריכים להמשיך ולהתעדכן במדינות שונות בעולם, כולל בישראל, ברמת המדיניות הלאומית כמו גם המדיניות העירונית.

בדו"ח קודם שפורסם על ידי המשרד להגנת הסביבה, ניתנו המלצות למדיניות ברמה הלאומית בישראל, לצורך הבטחת המוכנות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינוי האקלים.

על מנת להבטיח את הצלחתה של תכנית המוכנות הלאומית להתמודדות עם שינוי האקלים, יש לפעול להבטחת המוכנות גם ברמת השלטון המקומי, זאת מאחר והשלטון המקומי הוא הגוף השלטוני הפוגש את האוכלוסייה המקומית במהלך היום יום, ואחראי באופן ראשוני לאיכות חייה ולבריאותה.

כיום, לא קיימת מדיניות ברורה ומובנית להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינוי האקלים ברמת השלטון המקומי בישראל, ויש לפעול להתאמת המדיניות המומלצת ברמה הארצית גם לרמת השלטון המקומי ולצרכי האוכלוסייה המקומית.

מטרות

קביעת המלצות למדיניות עבור השלטון המקומי, לצורך הבטחת המוכנות להתמודדות עם ההשפעות הצפויות של שינוי האקלים על בריאות האוכלוסייה המקומית והפחתתן עד כמה שניתן.

שיטות

סקירת הספרות בנוגע למדיניות מקומית לצורך הסתגלות לשינוי אקלים ברחבי העולם וקיום ראיונות ברשויות מקומיות בישראל לזיהוי המנגנונים הקיימים כיום ברמת השלטון המקומי להתמודדות עם השפעות שינוי האקלים וצרכי הרשויות לצורך שיפור המוכנות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינוי האקלים.

סקירת ספרות

העדויות המחקריות להתקיימותו של תהליך שינויי אקלים גלובליים הולכות ומתרבות. שינויי האקלים בהקשר זה מוגדר כהתרחקות של משתנים אקלימיים כגון טמפרטורה או משקעים מערכם הממוצע (Mukheibir and Ziervogel, 2007) יחד עם הגברה ההקצנה ב"התנהגותם".

ארגון הבריאות העולמי הגדיר שלושה סוגים של תוצאות בריאותיות שיכולות לנבוע משינויי האקלים:

- תוצאות ישירות, המתרחשות לרוב בעקבות מזג אוויר קיצוני
- תוצאות המתרחשות בעקבות תהליכי שינויים סביבתיים ואקולוגיים הנובעים משינויי האקלים
- תוצאות הנובעות מטראומה, זיהומים או השפעות תזונתיות ופסיכולוגיות באוכלוסיות חלשות ומהגרות בעקבות הגירה כלכלית הנובעת משינויי האקלים (World Health Organization, 2003)

מאחר ושינויי האקלים צפוי להשפיע באופן כה נרחב על תחום הבריאות, הרי שנושא הבריאות צריך לקבל חשיבות מרכזית ואסטרטגית במסגרת קביעת המדיניות הלאומית להסתגלות לשינויי האקלים, שכן הוא משפיע באופן ישיר על איכות חיי האוכלוסייה. מסיבה זו יכול תחום הבריאות לשמש גם כגורם המעודד גיוס משאבים לצורך יישום תכניות להסתגלות לשינויי האקלים (Keune et al., 2012).

בהתאם לצפי של ארגון הבריאות העולמי, צריכה מדיניות ההסתגלות הלאומית לשינויי אקלים בתחום הבריאות לכלול התייחסות לשני תרחישים עיקריים אפשריים. התרחיש הראשון הינו התרחשות של אירועי אקלים קיצוניים כגון גלי חום, גלי קור, הצפות ובצורת אשר סביר שיעלו בתדירותם ובחומרתם ויפגעו באופן ניכר באוכלוסיות החלשות (Richardson et al., 2008). דוגמא להתממשותו של תרחיש כזה הינה גל החום שהתרחש באירופה בקיץ 2003 והביא למותם של כ-70,000 איש, רובם קשישים ואנשים בעלי מחלות קרדיו-וסקולריות ונשימתיות כרוניות (Cerutti et al., 2006; Fouillet et al., 2006; Hoffman et al., 2008; Johnson et al., 2005; Kovats et al., 2006; Nogueira et al., 2005; Simón et al., 2005).

התרחיש השני הינו שינויי אקלים הדרגתיים אשר סביר שיביאו איתם שינויים אקולוגיים, שישפיעו לרעה על בריאות האוכלוסייה כולה בדרכים שונות, כגון שינויים גיאוגרפיים בתפוצה של מחלות המועברות על ידי חרקים.

בדו"ח קודם אשר פורסם על ידי המשרד להגנת הסביבה, ניתנו המלצות למדיניות בתחום הבריאות לצורך הסתגלות לשינויי אקלים ברמה הלאומית בישראל. המלצות אלה נגעו לחמישה תחומים מרכזיים:

1. אספקת התראות קבועות ומתוזמנות של השירות המטאורולוגי למשרד הבריאות בנוגע לסבירות להתרחשות אירועי אקלים קיצוניים.
2. חיזוק והרחבת מערכות הניטור הארציות לתמותה ולתחלואה ממחלות כרוניות, מאלרגיות, מסרטן העור וממחלות המועברות על ידי חרקים.
3. יצירת תכניות חינוכיות לציבור הרחב ולאנשי מקצוע בתחום הבריאות בנוגע להסתגלות לשינויי אקלים.
4. התחשבות בשינויי האקלים במסגרת התכנון העירוני וחוקי הבנייה.
5. ציוד מערכות הבריאות בכלים מתאימים לטיפול בהשלכות של אירועי מזג אוויר קיצוני, כולל שיטפונות ובצורת.

בשנים האחרונות מתקיים במדינות שונות ברחבי העולם כגון אוסטרליה, בריטניה ניו זילנד וקנדה תהליך של העברת האחריות בנושא ההסתגלות לשינויי אקלים מהרמה הלאומית לרמה המקומית, זאת מאחר שמשתנים גיאוגרפיים וסוציאליים מכתיבים את הצורך בהסתכלות מקומית על תהליך שינוי האקלים והשפעותיו על האוכלוסייה המקומית (Measham et al., 2011).

ברוב הערים בארצות הברית, נמצא נושא ההסתגלות לשינויי האקלים ברשות העירונית תחת האחריות של מחלקת חירום או בטחון הציבור. רק במיעוט מהערים בארה"ב מצוי נושא זה תחת תחומי אחריותה של מחלקת הבריאות העירונית (Bernard and McGeehin, 2004).

על אף שפעולה ברמה המוניציפאלית לצורך הסתגלות לשינויי אקלים בנושא הבריאותי מאפשרת התייחסות למאפיינים המדויקים ולצרכים הדחופים ביותר של האוכלוסייה המקומית, קיימים מספר אתגרים אשר מקשים על התארגנות השלטון המקומי בנושא זה, כגון מידע מוגבל על בריאות האוכלוסייה המקומית ועל נתוני האקלים המקומיים, וכן משאבים מוגבלים (Mukheibir and Ziervogel, 2007).

על מנת ליעל את תכנית המוכנות לשינויי האקלים יש לתרגם את המדיניות המוגדרת ברמה הארצית לדרכי פעולה של השלטון המקומי. במסגרת זו יש לדאוג לקיום מנגנונים להעברת נתונים הנאספים ברמה הארצית למאגרי הנתונים של השלטון המקומי. תכניות חינוך לאומיות צריכות להיתרגם לתכניות מקומיות. כמו כן יש לוודא כי מתקיימת אכיפה של חוקי הבנייה ברמת השלטון המקומי. מוכנות מערכת הבריאות לשינויי האקלים צריכה לקחת בחשבון את צרכי הקהילות המקומיות שכן צפוי להיות שוני גיאוגרפי ברמת הפגיעות של האוכלוסייה בין הרשויות המקומיות השונות.

השפעת גל החום של 2003 על מדיניות הבריאות הצרפתית לאדפציה לשינויי אקלים ברמה הלאומית והעירונית

פגיעתו הקשה של גל החום באוגוסט 2003 בבריאות האוכלוסייה במדינה, הביא את ממשלת צרפת, כמו גם ממשלות אחרות במערב אירופה לפתח תכניות התערבות למקרה של התרחשות גל חום נוסף (Kovats & Hajat, 2008).

תכנית ההתערבות הצרפתית (Plan Conicule), המופעלת החל משנת 2004 בכל שנה בין התאריכים 1.6-1.10, כוללת ארבע רמות של כוננות לגלי חום, ולהפעלתה מתלוות פעולות של מעקב אחרי מצבן של אוכלוסיות בסיכון (קשישים, חולים כרוניים ועוד) וחינוך בנושא מניעת היפגעויות במקרה של גל חום, יצירת חללים ממוזגים ותמיכה במערך החירום הרפואי (Kovats & Kristie, 2006; Poumadère et al., 2005). מאחר ותכניות ההתערבות צריכות להיות מותאמות לאוכלוסייה המקומית, חלקי תכנית ההתערבות הצרפתית, הדורשים פעילות אקטיבית, מופעלים באופנים שונים בערים שונות, וזאת על ידי תיאום בין מוסדות בריאות מקומיים, גופים התנדבותיים, מוסדות שירות חברתיים והשירותים המטאורולוגיים.

Kovats, R.S., Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. Annual Review of Public Health, 29:41-55.

Kovats, R.S., Kristie, L.E. (2006). Heatwaves and public health in Europe. European Journal of Public Health, 16(6):592-599.

Poumadère, M., Mays, C., Le Mer, S., Blong, R. (2005). The 2003 heat wave in France: Dangerous climate change here and now. Risk Analysis, 25(6):1483-94.

מסמך זה מפרט המלצות לתרגום המדיניות שהוצעה ברמה הארצית לצורך התמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינויי האקלים, לרמת השלטון המקומי.

תיאור של התשתיות הקיימות והפעולות הנעשות היום בשתי רשויות מקומיות בישראל

עיריית חיפה

בעיריית חיפה נמצא כיום הטיפול בנושא שינויי האקלים תחת אחריותו של מרכז החוסן, האחראי על תפקוד הרשות בשעת חירום. על אף ששינויי האקלים עלול להוביל להתרחשות של שורה ארוכה של אירועי חירום בעלי השפעות בריאותיות נרחבות, הוא אינו מוגדר כתחום אחריות נפרד בין תחומי אחריותו של מרכז החוסן, ועל כן המערכות העשויות לתרום למוכנות הרשות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינויי האקלים פזורות בין ענפי המרכז השונים, ואינן עונות בהכרח על כלל הצרכים הנוגעים להפחתת ומניעת ההשפעות הבריאותיות של שינויי האקלים על בריאות האוכלוסייה המקומית.

להלן רשימת הגופים הנוגעים לטיפול באוכלוסייה בשעת חירום בעיריית חיפה, אשר פעילותם רלוונטית גם לתחום המוכנות של הרשות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות הצפויות משינויי האקלים:

- 'מטה בריאות ובריאות הנפש' מנוהל על ידי השירות המשפטי העירוני והופך בשעת חירום לאחראי על תחום הבריאות ברשות המקומית. מטה זה אחראי על התיאום בין הרשות המקומית לבין כל מערכות הבריאות הרלוונטיות בשעת חירום (לשכת הבריאות המחוזית, קופות החולים, טיפות חלב ובתי החולים), וכן אחראי על חלוקת תרופות לחולים כרוניים במקרים שאינם מאפשרים יציאה מהבית.
- פורום גורמי בריאות המורכב מנציגים של גופים בריאותיים שונים אחראי על הוצאת נהלי עבודה ספציפיים להתמודדות עם סוגיות בריאותיות במהלך מצבי חירום.
- 'מטה משאבי אנוש, לוגיסטיקה ומידע' אחראי על איסוף כל המידע אודות האוכלוסייה, ובכלל זה מידע בנוגע למקרי התחלואה והתמותה ברשות המקומית. על סמך המידע שנאסף במטה זה מתקבלות החלטות בזמן חירום.
- 'מטה צוותי התערבות' אחראי על קיום סיוורים בשכונות מגורים שנפגעו ממצב החירום לצורך בירור מצב האוכלוסייה.
- במערכת הרווחה העירונית בחיפה ישנה יחידה המקיימת קשר רציף עם דרי הרחוב בעיר.
- עיריית חיפה, מקיימת במהלך החורף 'כוננות הצפות', ובמקרה הצורך מפנה אוכלוסייה למרכזים קהילתיים עירוניים המשמשים כ'מרכזי השהייה', ומאפשרים קבלת מחסה מזון ושתייה לטווח קצר.
- עיריית חיפה מקיימת מספר תכניות לחינוך הציבור לתפקוד נכון במצבי חירום, כגון תכנית 'הורים מובילים חוסן משפחתי' אשר במהלכה לומדים ההורים כיצד להתנהג במצבי לחץ שונים בשגרה ובחירום.

טירת כרמל

בעיריית טירת כרמל נמצא כיום הטיפול בנושא שינויי האקלים תחת אחריותו של מערך החירום בעיר. גם בטירת כרמל נושא זה אינו מוגדר כתחום אחריות נפרד בין תחומי אחריותו של מערך החירום. על כן, המערכות העשויות לתרום למוכנות הרשות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות של שינויי אקלים פזורות בין ענפי המערך השונים, ואינן עונות בהכרח על כלל הצרכים הנוגעים להפחתת ומניעת ההשפעות הבריאותיות של שינויי האקלים על בריאות האוכלוסייה המקומית. זאת ועוד, בטירת כרמל ישנה מוכנות נמוכה של השלטון המקומי עצמו. ישנה הסתמכות רבה יותר על נציגי הבריאות המחוזי ועל משרדי הממשלה השונים (משרד הבריאות ומשרד הפנים) אשר אחראים על רוב ההתארגנות בטירת כרמל בזמן חירום.

להלן רשימת הגופים הנוגעים לטיפול באוכלוסייה בשעת חירום בטירת כרמל, אשר פעילותם רלוונטית גם לתחום המוכנות של הרשות להתמודדות עם ההשפעות הבריאותיות הצפויות משינויי האקלים:

- 'פורום בריאות' – פורום הנפגש אחת לרבעון הכולל את נציגי קופות החולים, נציגים מהמועצה, נציגי משרד הבריאות ונציגי פיקוד העורף. בפורום מעלים השערות לגבי בעיות עתידיות שתושבי העיר עלולים להתמודד עמן וחושבים על דרכי התמודדות ומוציאים נהלי עבודה. מטרה נוספת לפורום הינה עצם המפגש בין קופות החולים השונות ויצירת תיאום ושיתוף פעולה ביניהן. בעתות חירום כל קופות החולים חוברות יחד למתן שירות לכל תושבי טירת כרמל, 'מרפאה אחודה'.
- הקמת מרכזי קליטה לתושבים המפונים מבתיהם – בעת אירוע של פינוי תושבים, לאחר מתן הוראה ממשרד הפנים, המועצה פותחת חמישה מרכזי קליטה שנמצאים בבתי ספר שונים בעיר. המועצה אחראית על תפעול מרכזי הקליטה (אוכל, לינה, לוגיסטיקה ועוד). העירייה גם דואגת להציב נציגים של הרווחה במקלט.
- מרכז דחק – בעת הצורך, נפתח בעיר מרכז עבור נפגעי דחק. המרכז הוא באחריות משרד הבריאות בלבד, העירייה אחראית על הקצאת המקום בלבד.
- משרד הרווחה בעיר אחראי על מיפוי אוכלוסייה חלשה. בתקופה הקרובה מידע זה אמור להיאסף דרך תוכנת מחשב חדשה. אולם, בעתות חירום אין מידע עירוני לגבי אוכלוסייה הזקוקה לסיוע, במידה והיא לא רשומה במשרד הרווחה. דבר המותיר תושבים רבים המהווים אוכלוסייה חלשה אשר לא מוכרים לרווחה ולעירייה ונותרים ללא סיוע.
- העירייה הקימה צוות הודעה למשפחות על חללים ופצועים במקרה של אסון. הצוות כולל רופא, איש דת, נציג משטרה, עו"ס ונציג הרשות. העירייה גם אחראית על ליווי המשפחות בסידורי הלוויה וכיוב'. אולם, מכיוון שמשרד הבריאות מיידע את הרשות המקומית, ואין ניטור מידע פנימי של הרשות, המידע מגיע אל הרשות המקומית באיחור. לכן, נוצרים מקרים רבים בהם המשפחות מגלות על יקיריהן דרך הטלוויזיה או משמועות. בעקבות כך, באירוע 'אסון הכרמל', השריפה באזור שהתרחשה בדצמבר 2010, עיריית טירת כרמל שלחה עובדים סוציאליים מטעמה לבתי החולים בסביבה על מנת לקבל מידע בזמן אמת, לגבי תושבי הרשות הזקוקים לסיוע.
- הכנת הציבור – סדנת 'שחקים', הכוללת 30 משתתפים והועברה 25 פעמים עד כה בטירת כרמל. בסדנה, הציבור לומד כיצד להכין את הבית למצבי חירום, עובר קורס עזרה ראשונה של מד"א ושל פיקוד העורף. הפצת הסדנה נעשתה דרך כניסה למסגרות קיימות.
- סיוע לעובדי הרשות המקומית – בזמן חירום, עובדי הרשות אשר מגויסים לעבוד, מקבלים שירות של גני ילדים אשר יופעלו במיוחד עבור ילדיהם.

המלצות למדיניות בתחום הבריאות לרשויות המקומיות לצורך הסתגלות לשינויי האקלים

מדיניות הרשויות המקומיות צריכה לקחת בחשבון שני תרחישים אפשריים הקשורים לשינויי האקלים והם אירועי אקלים קיצוניים מצד אחד ושינויי אקלים הדרגתיים מצד שני. המדיניות העירונית תשתנה לפי גודל האוכלוסייה, רגישותה לשינויי האקלים, המיקום הגיאוגרפי של הרשות המקומית והמבנה הארגוני של הרשות המקומית (Guo et al., 2012).

אירועי אקלים קיצוניים

ניטור

ניטור עדכני ושיטתי של נתונים הנוגעים למקרי תחלואה ותמותה המתרחשים בשטח הרשות המקומית יאפשר לשלטון המקומי לפעול בצורה יעילה יותר. ניטור שכזה יאפשר גם התארגנות מהירה יותר במקרים של אירועי אקלים קיצוני, ויסייע לאורך השנים בארגון תכנית עירונית שנתית הצופה מראש מצבים העלולים לסכן את האוכלוסייה בכל חודש בשנה. כך יתאפשר לשלטון המקומי לא רק להגיב בדיעבד למצבים אלו, אלא גם להתכונן אליהם מראש.

נתוני תמותה ותחלואה

נתונים הנוגעים למקרי מוות בתוך בתי החולים ובקהילה ואשפוזים בבתי החולים יאספו באופן קבוע על ידי לשכת הבריאות המחוזית באמצעות מערכת ממוחשבת. סיווג הנתונים במערכת הממוחשבת יעשה בין היתר על פי חלוקה לרשויות מקומיות. הנתונים אשר יועברו למשרד הפנים ולמשרד הבריאות יהיו זמינים גם עבור השלטון המקומי בזמן אמת. ברגע שישנו צפי לאירוע אקלים קיצוני, יכלול הדוח בסיבות האפשריות לתמותה או התחלואה גם הפניה לתנאים אקלימיים. הנתונים יסקרו וינתחו על בסיס יומי ודיווח יומי יועבר לרשויות המקומיות בהתאם למקום הפטירה או האשפוז. על מנת להבטיח את השגת המטרות הללו, דרושים השיפורים הבאים:

- כפי שהומלץ בדו"ח הקודם (היערכות לשינויי אקלים בישראל), יש לייסד מערכת קבועה ואוטומטית לאיסוף נתונים בנוגע למקרי מוות ואשפוזים בבתי חולים ובקהילה. יש ליצור מערכת ארצית ממוחשבת, אשר תאגד בתוכה את כל נתוני התמותה והתחלואה הארציים, ותאפשר סיווג של מקרי התמותה והתחלואה לפי מועצה מקומית. הדיווח צריך להיעשות בזמן אמת תוך שימוש במערכת האינטרנט.
- המידע הנאסף מכל המקורות בנוגע למקרי המוות והתחלואה צריך לכלול אינפורמציה מדויקת בנוגע לסיבת המוות או האשפוז, כולל האפשרות לסיבות הקשורות לתנאי האקלים.
- יש לוודא כי לשלטון המקומי תהיה גישה חופשית למאגר הנתונים הממוחשב, כך שלרשות המקומית יהיו נתונים עדכניים, לא רק לאחר מעשה, על מקרי התמותה והתחלואה שבשטחה. הנתונים העדכניים יאפשרו לרשות המקומית לקבל החלטות בנוגע לטיפול בצרכי האוכלוסייה בזמן אמת בצורה טובה יותר ומותאמת יותר למצב התושבים. בנוסף, כך תוכל הרשות המקומית לעדכן ולהזהיר את התושבים בזמן אמת, לפי הצורך.

מידע בנוגע לקבוצות סיכון

רישום הפרטים הדמוגרפיים והמיקום הגיאוגרפי של קבוצות ופרטים בסיכון יתבצע ויעודכן באופן קבוע על ידי הרשות המקומית (הרישום יכלול מידע בנוגע לקשישים, ילדים, חולים כרוניים, בעלי צרכים מיוחדים ועובדים בשטחים פתוחים). על מנת להבטיח את השגת המטרות הללו, מומלץ לנקוט בצעדים הבאים:

- הרשויות המקומיות צריכות לקיים מרשם של החולים הכרוניים תוך היעזרות במשרד הבריאות, זאת בנוסף למרשמים הקיימים בנוגע לקשישים ולבעלי צרכים מיוחדים.
- רישום של הפיזור הגיאוגרפי של ילדים מתחת לגיל 3 וכן של קשישים צריך להיות מועבר ממשרד הפנים לרשויות המקומיות.
- יש לבנות רישום הנוגע לפיזור הגיאוגרפי ולתיאור העבודה של העובדים בשטחים הפתוחים המצויים בפיקוח כל אחת הרשויות המקומיות, בשיתוף פעולה עם משרד התעשייה המסחר והתעסוקה.
- כל המרשמים צריכים לעבור ביקורת ועדכון באופן קבוע במרווחים של שבוע עד שבועיים.
- המרשמים צריכים להתבצע באמצעות מערכת ממוחשבת אשר מתעדכנת באופן תמידי ומידי, והינה זמינה לגופי השלטון הן ברמה המקומית והן ברמה הלאומית.

נתונים מטאורולוגיים

- השירות המטאורולוגי יספק לרשויות המקומיות תחזיות בנוגע לגלי חום וקור, וכן עדכונים יומיים בנוגע להתקדמות גלי החום והקור ותחזית בנוגע לטמפרטורה, לחות יחסית ובעיקר עומס חום לעשרת הימים הבאים.
- בעונת החורף, יספק השירות המטאורולוגי לרשויות המקומיות נתונים בנוגע לתחזית עוצמת הרוחות, על מנת שאלה יוכלו להיערך לטיפול בנזקים ותאונות העלולים להתרחש בעקבות הרוחות (Betsill & Bulkeley, 2007).

חינוך והסברה

על הרשויות המקומות לדאוג לזמינותם של חומרים ושיטות אשר יאפשרו לאוכלוסייה המקומית לקבל החלטות רציונאליות ויעילות בנוגע להסתגלות לשינויי האקלים.

גלי חום

הציבור הרחב

- הנחיות לציבור הרחב בנוגע להתנהגות הנכונה במקרה של גלי חום פורסמו על ידי משרד הבריאות הישראלי (משרד הבריאות, 2008ב), כמו גם על ידי האגף לגריאטריה במשרד הבריאות (בנוגע לקשישים) (משרד הבריאות, האגף לגריאטריה 2010א). חומרים אלה צריכים לעבור שינוי ועדכון על ידי הרשויות המקומיות לצורך התאמתם לצרכים הייחודיים שלהן ולמאפייני האוכלוסייה המקומית ולהיות מעודכנים באופן תמידי.
- על הרשויות המקומיות להנגיש את החומרים הכתובים לציבור הרחב, על ידי הצגתם באופן בולט ומזמין באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות, על גבי לוחות המודעות העירוניים ובמוסדות הציבוריים השונים בתחומן כגון מרפאות ראשוניות, בתי ספר, בתי חולים וכדומה.
 - על הרשויות המקומיות לפעול לשם העברת מידע לציבור בעל פה בנוגע להתנהגות נכונה במקרה של גל חום באמצעות קיום הרצאות, סדנאות וכדומה. לשם כך ניתן להשתמש בתשתיות קיימות כגון מתנ"סים, טיפות חלב וכדומה.

עובדי ציבור

- למיטב ידיעתנו, לא פורסמו כל הנחיות לעובדי ציבור בנוגע לזיהוי ומניעה של פגיעה הקשורה לחום. יש לפתח הנחיות כאלה, ולהפוך אותן לזמינות עבור הרשויות המקומיות (לשם כך ניתן להשתמש בהנחיות הקיימות לציבור הרחב אשר הוזכרו קודם).
- לאחר פיתוח החומרים, על הרשויות המקומיות לפרסם את ההנחיות ולהציגן במוסדות הציבוריים והעירוניים שבמסגרתם פוגשים העובדים את קבוצות הסיכון להיפגעות מגלי חום (גני ילדים, בתי ספר, בתי אבות פרטיים, מעונות יום לקשישים וכדומה).
 - על הרשויות המקומיות לידע את עובדי הציבור הכפופים להן בנוגע להנחיות שיפותחו במסגרת הכשרות מקצועיות תקופתיות, במיוחד לקראת העונה החמה.

גלי קור**הציבור הרחב**

הנחיות לגבי ההתנהגות הנכונה במקרה של גלי קור לציבור הרחב פורסמו על ידי משרד הבריאות הישראלי (לגבי תינוקות וקשישים) (משרד הבריאות, 1983, 1992, 2008, 2010), כמו גם על ידי האגף לגריאטריה במשרד הבריאות (לגבי קשישים) (משרד הבריאות, האגף לגריאטריה 2010). חומרים אלה צריכים לעבור שינוי ועדכון על ידי הרשויות המקומיות לצורך התאמתם לצרכים הייחודיים שלהן ולמאפייני האוכלוסייה המקומית, ולהיות מעודכנים באופן תמידי.

- על הרשויות המקומיות להנגיש את החומרים הכתובים לציבור הרחב, על ידי הצגתם באופן בולט ומזמין באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות, על גבי לוחות המודעות העירוניים ובמוסדות הציבוריים השונים בתחומן כגון מרפאות ראשוניות, בתי ספר, בתי חולים וכדומה.
- על הרשויות המקומיות לפעול לשם העברת מידע לציבור בעל פה בנוגע להתנהגות נכונה במקרה של גלי חום באמצעות קיום הרצאות, סדנאות וכדומה. לשם כך ניתן להשתמש בתשתיות קיימות כגון מתנ"סים, טיפות חלב וכדומה.

עובדי ציבור

למיטב ידיעתנו, לא פורסמו כל הנחיות לעובדי ציבור בנוגע לזיהוי ומניעה של פגיעה הקשורה לחום. יש לפתח הנחיות כאלה, ולהפוך אותן לזמינות עבור הרשויות המקומיות (לשם כך ניתן להשתמש בהנחיות הקיימות לציבור הרחב אשר הוזכרו קודם).

- לאחר פיתוח החומרים, על הרשויות המקומיות לפרסם את ההנחיות ולהציגן במוסדות הציבוריים והעירוניים שבמסגרתם פוגשים העובדים את קבוצות הסיכון להיפגעות מגלי קור (גני ילדים, בתי ספר, בתי אבות פרטיים, מעונות יום לקשישים וכדומה).
- על הרשויות המקומיות לידע את עובדי הציבור הכפופים להן בנוגע להנחיות שיפותחו במסגרת הכשרות מקצועיות תקופתיות, במיוחד לקראת העונה הקרה.

שיטות להעברת המידע

- על הרשות המקומית להכין את כל החומר המוזכר קודם מראש, ולהעבירו במקרה של גלי חום או גלי קור דרך התקשורת המקומית האלקטרונית והמודפסת, כמו גם באמצעות פרסום כרזות ועלונים ותלייתם על לוחות המודעות העירוניים, בהתאם למצב הקיצון האקלימי. פרסום החומר בתקשורת המקומית ועל לוחות המודעות העירוניים יהיה באחריות הרשות המקומית.

מוכנות ותגובה

מומלץ כי הרשויות המקומיות יערכו תכניות פעולה מפורטות בנוגע לאופן התגובה וההתארגנות במקרה של אירוע אקלים קיצוני, בהתבסס על נתונים משנים קודמות בנוגע למקרי התמותה והתחלואה ובהתאם לאופי האוכלוסייה המקומית. התכניות אמורות לאפשר לרשויות השונות להתארגן ולהגיב על התרחשות של אירועי אקלים קיצוניים באופן מידי מלא ומסודר, כך שיינתן מענה לכלל הצרכים של האוכלוסייה המקומית.

תגובה

- במהלך גלי חום וקור, על עובדי הרשות המקומית ליצור קשר יומיומי עם כל האנשים השייכים לקבוצות הסיכון המתגוררים באותה הרשות, באמצעות הטלפון או על ידי ביקור בית. במקרה הצורך יש לפנות את אותם האנשים לבתי חולים או למוסדות ציבוריים ממוזגים בתחומי הרשות המקומית.

- במהלך גלי חום וקור צריכים עובדי הרשות המקומית לדאוג לפתיחה מסודרת ומתוזמנת של כלל המקלטים הציבוריים המצויים בתחום הרשות המקומית באופן שיאפשר קליטה ומתן מחסה מפני מזג האוויר הקיצוני לחסרי בית המצויים בתחום הרשות המקומית.

תרגול

- על הרשויות המקומיות לקיים תרגולים פעמיים בשנה, במהלך עונות המעבר, על מנת להעריך את התפקוד והמוכנות של הרשות להתמודדות עם פינוי של אוכלוסיות בסיכון למקומות ציבוריים ממוזגים בשטח הרשות.
- על הרשויות המקומיות לקיים תרגולים במוסדות הציבוריים המקומיים על מנת להעריך את מוכנות המוסדות לקליטה וטיפול בנפגעים במקרה של אירוע מזג אויר קיצוני.

ניהול הסביבה העירונית

ניהול נכון של הסביבה העירונית מהווה חלק מרכזי בתהליך ההסתגלות לשינויי האקלים שכן הוא מסייע להפחתת ההשפעה הבריאותית המזיקה של גלי חום, גלי קור ושיטפונות דרך קיום סטנדרטים מתאימים של תחזוקה, בניה ותכנון עירוני.

תשתיות

- על הרשויות המקומיות לדאוג לקידום ואכיפה של חוקי הבניה הירוקה בשטחן, על מנת לוודא שהבתים החדשים שנבנים בשטח הרשויות יהיו מבודדים היטב ויאפשרו מחסה יעיל מפני גלי חום וקור.
- הרשויות המקומיות צריכות לנסות ולוודא שהפרטים השייכים לקבוצות הסיכון והמתגוררים בתחומן ישוכנו בבניינים מבודדים המצוידים במערכות מיזוג אוויר, שכן אוכלוסיות אלה לרוב מתגוררות בבתים ישנים שאינם מבודדים ואינם ממוזגים.
- הרשויות המקומיות צריכות לדאוג לתחזוקה שוטפת של המקלטים הציבוריים באופן שיאפשר שימוש בהם עבור חסרי בית במקרה של גלי חום או קור. כמו כן, המוסדות הציבוריים העירוניים צריכים להיות מצוידים במערכות מיזוג אוויר ומבודדים באופן ראוי.
- הרשויות המקומיות בשיתוף עם משרד התחבורה צריכות לקדם פתרונות יעילים אשר יביאו להעלאת השימוש בתחבורה ציבורית ובפתרונות תחבורה מקומיים, באופן אשר יאפשר שימוש רחב, שוטף ובטוח באמצעי התחבורה הציבורית במקרה של הצפות הנובעות מאירוע אקלים קיצוני (National Planning Policy Framework, Department for Communities and Local Government, 2012).
- על הרשויות המקומיות לדאוג לשמירה של רמת היגיינה גבוהה ביותר במתקנים ציבוריים כגון מפעלי מזון, מסעדות, בתי ספר ועוד, על מנת למנוע התפרצות של מחלות שמקורן במזון בעקבות גלי חום.

שינויי אקלים הדרגתיים (טמפרטורה ומשטר משקעים)

ניטור

- מידע לגבי ההופעה, הצפיפות והפיזור הגיאוגרפי של בעלי חיים העשויים לשמש כוקטורים של פתוגנים צריך להיאסף באופן קבוע על ידי משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה, ולהיות מועבר בזמן אמת לרשויות המקומיות באמצעות מערכת ממוחשבת.

- מדגם מייצג של אוכלוסיות בעלי החיים האלה צריך להיבדק באופן רציף לצורך זיהוי הקיום של כל הפתוגנים הפרזיטים האפשריים עבורם. במקרה של עליה משמעותית באוכלוסיית המארחים או הנשאים או במקרה של התפרצות מחלה ידועה או חדשה, יש להעביר את המידע על ההתפרצות לכלל הרשויות המקומיות באזור באמצעות לשכת הבריאות המחוזית, ודו"חות צריכים להתפרסם ברמת הרשות המקומית.

חינוך והסברה הציבור הרחב

קיום מנחים לציבור הרחב, בנוגע לדרכי הגנה מפני הדבקות ממחלות הנישאות על ידי וקטורים כגון קדחת הנילוס המערבי, פורסמו על ידי משרד הבריאות (משרד הבריאות, 2011).

חומרים אלה צריכים לעבור שינוי ועדכון על ידי הרשויות המקומיות לצורך התאמתם לצרכים הייחודיים שלהן ולמאפייני השטח הייחודיים בהן ולהיות מעודכנים באופן תמידי.

- על הרשויות המקומיות להנגיש את החומרים הכתובים לציבור הרחב, על ידי הצגתם באופן בולט ומזמין באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות, על גבי לוחות המודעות העירוניים ובמוסדות הציבוריים השונים בתחומן כגון מרפאות ראשוניות, בתי ספר, בתי חולים וכדומה.
- על הרשויות המקומיות לפעול לשם העברת מידע לציבור בעל פה בנוגע למניעת הידבקות במחלות הנישאות על ידי וקטורים באמצעות קיום הרצאות, סדנאות וכדומה. לשם כך ניתן להשתמש בתשתיות קיימות כגון מתנ"סים, טיפות חלב וכדומה.
- במקרה של התפרצות מחלה הנישאת על ידי וקטורים, הודעות לאוכלוסייה המקומית באזור צריכות להתפרסם על ידי משרד הבריאות והרשות המקומית בתקשורת המקומית האלקטרונית והמודפסת, על מנת לידע את הציבור על אמצעי הזהירות אותם יש לנקוט.

עובדי ציבור

- הרשויות המקומיות צריכות לידע את עובדי הציבור העובדים בתחומן ומועסקים על ידן בנוגע לקווים המנחים שפורסמו על ידי משרד הבריאות, (משרד הבריאות, 2011), בנוגע לדרכי הגנה מפני הידבקות ממחלות הנישאות על ידי וקטורים במסגרת הכשרות מקצועיות תקופתיות, במיוחד לקראת עונת הרבייה של הווקטורים.
- קיום מנחים אלו חשובים במיוחד עבור ציבור העובדים בסמיכות לאתרי הרבייה של הווקטורים או אלה שמטפלים באתרים אלה.
- כמו כן על הרשויות המקומיות לדאוג שעובדי הציבור העובדים בתחומן ותחת אחריותן יהיו חשופים באופן רצוף להנחיות אלה במקומות עבודתם על ידי פרסומן במקומות העבודה.

מוכנות ותגובה תגובה

- במקרה של התפרצות מחלות הנישאות על ידי וקטורים, על הרשויות המקומיות להיות מוכנות לזיהוי אתרי ההתרבות של הווקטורים בתחומן ולטיפול מידי בהם.
- במקרה של התפרצות מחלה הנישאת על ידי וקטורים על הרשות המקומית לפנות מתקנים ציבוריים בהם נמצאים פתוגנים אפשריים, לסגור אותם ולטפל בהם באופן מידי.

תרגולים

- מוכנות מערכת השלטון המקומי להתמודדות עם התפרצות מחלות הנישאות על ידי וקטורים צריכה להיות מתורגלת על בסיס קבוע לפני ותוך כדי עונת ההתרבות והפעילות של היתושים, על מנת לאפשר תגובה יעילה ומהירה למצב במקרה הצורך.

ניהול הסביבה המקומית והכללית

בהקשר של שינויים אקלימיים הדרגתיים, ניהול הסביבה המקומית הינו משמעותי לצורך מניעת התפרצות של מחלות המועברות על ידי וקטורים, זאת באמצעות שיטות בקרה על רבייה והתפשטות גיאוגרפית של חרקים ווקטורים אחרים.

- הרשויות המקומיות צריכות להיערך לאחזקה, לניטור ולטיפול במוקדי הדגירה של מזיקים בעלי פוטנציאל להעברת מחלות בכל הנוגע לשימוש בחומרי הדברה, טיפול רצוף במאגרי מים ובאתרים אחרים בהם עלולים להתרבות וקטורים של מחלות שונות.
- במקרה של התפרצות מחלה המועברת על ידי וקטורים בתחומי הרשות המקומית, על הרשות המקומית לפעול באופן מיידי לטיפול באתרי הרבייה האפשריים של הווקטור המדובר על מנת למנוע את התפשטות המחלה ברמה המקומית והלאומית.

אסונות טבע

על פי מודלים שונים, שינויי האקלים עלול להביא לעליה בהתרחשות של אסונות טבע בעלי הקשר אקלימי כגון שריפות ושיטפונות (Davies et al., 2009), בין היתר במדינות השוכנות בקרבת הים התיכון (Moriondo, Good, Durao, Bindi, Giannakopoulos & Corte-Rea, 2006). במקרים אלה קיימת סכנה לפגיעה בבריאות הציבור בעקבות כוויות, שאיפת עשן ואוויר מזוהם, התפרצות מקומית של מחלות בעקבות זיהום של מי השתייה וכדומה (Lindseth, 2006, World Health Organization, 2011). למעשה, עליה בשכיחות אסונות טבע מסוג זה ניכרת כבר עתה. לדוגמא, דפוס התפשטות האש במהלך השריפה שפרצה ביערות הכרמל בדצמבר 2010, והשפיעה רבות על כלל הרשויות המקומיות באזור, תאם את אחד המודלים הללו, כאשר הגורמים שנלקחו בחשבון הם מקור ההצתה, הטופוגרפיה, אופי הצמחייה והחומרים הדליקים בשטח ותנאי האקלים ומזג האוויר (Paz et al., 2011). מסיבות אלה צריכה מדיניות האדפטציה לשינוי האקלים ברשויות המקומיות לכלול גם תכנית להתמודדות עם אסונות טבע.

חינוך והסברה**הציבור הרחב**

הנחיות לציבור הרחב בנוגע להתנהגות בטוחה במקרה של שריפה בבניין או בחלל פתוח פורסמו על ידי הרשות הארצית לכבאות ולהצלה (משרד הפנים, 2011).

- על הרשויות המקומיות להנגיש את החומרים הכתובים לציבור הרחב, על ידי הצגתם באופן בולט ומזמין באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות, על גבי לוחות המודעות העירוניים ובמוסדות הציבוריים השונים בתחומן כגון מרפאות ראשוניות, בתי ספר, בתי חולים וכדומה.
- על הרשויות המקומיות לפעול לשם העברת מידע לציבור בעל פה בנוגע להתנהגות נכונה במקרה של שריפה באמצעות קיום הרצאות, סדנאות וכדומה. לשם כך ניתן להשתמש בתשתיות קיימות כגון מתנ"סים, טיפות חלב וכדומה.
- למיטב ידיעתנו, לא פורסמו עד היום הנחיות לציבור הרחב בנוגע להתנהגות הולמת במקרה של שיטפון. על הרשות הלאומית לניהול מצבי חירום לפתח קווים מנחים אלו.
- לאחר פיתוח החומרים על הרשויות המקומיות לפעול לידוע הציבור בנוגע להם באמצעות הפעלת ההמלצות המופיעות לעיל בנוגע לשריפות.

עובדי ציבור

למיטב ידיעתנו, לא פורסמו קווים מנחים עבור עובדי ציבור בנוגע להתנהגות הולמת במקרה של שיטפון. על הרשות הלאומית לניהול מצבי חירום לפתח קווים מנחים אלו ולפרסמם.

- לאחר פיתוח החומרים, על הרשויות המקומיות לפרסם את ההנחיות ולהציגן במוסדות הציבוריים והעירוניים שבמסגרתם פוגשים העובדים את קבוצות הסיכון להיפגעות משיטפונות (גני ילדים, בתי ספר, מעונות יום לקשישים, מתנ"סים וכדומה).
- על הרשויות המקומיות לידע את עובדי הציבור הכפופים להן בנוגע להנחיות שיפותחו במסגרת הכשרות מקצועיות תקופתיות, במיוחד לקראת העונה הגשומה.

מוכנות ותגובה

תגובה

- במקרה של אסון טבע בעל הקשר אקלימי, הרשויות המקומיות צריכות להיות מוכנות לתיאום עם הרשויות הלאומיות בכל הנוגע לחלוקה של מזון ומי שתייה לאוכלוסייה המקומית.
- תאגידי המים צריכים לדווח לשלטון המקומי על כל תקריות שעלולה להציב סיכון לבריאות הציבור בעקבות שתיית מים, בין אם מקורה באסון טבע בעל אקלימי או באירוע אחר (Betsill & Bulkeley, 2007).

תשתיות

- הרשויות המקומיות צריכות לתחזק מחסני חירום של מים ומזון ולרענן אותם באופן שיבטיח כי הציוד בהם יספק את צרכי האוכלוסייה המקומית כולה.
- על מנת להפחית ככל הניתן את הסיכון לזיהום מי השתייה במקרה של שיטפון, על הרשויות המקומיות לדאוג באופן שוטף לתחזוקת מערכת אספקת המים הביתית, ומערכת הביוב והניקוז העירונית, כמו גם לטיפול בפסולת הביתית. (Australian) Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency, 2007).

סיכום ההמלצות בתחום הבריאות

ברשויות מקומיות שונות בישראל קיימים מרכזים האחראיים על מוכנות הרשות לשעת חירום. אף על פי שהטיפול באירועים בעלי הקשר אקלימי הפוגעים בבריאות האוכלוסייה צפוי להיות דומה מאוד לטיפול באירוע חירום, אירועים בעלי הקשר אקלימי אינם נכללים באופן ספציפי ונפרד במסגרת תחומי האחריות של מרכזים אלה.

הקמת מרכזי שעת חירום בכלל הרשויות המקומיות בישראל והגדרת אירועי חירום בעלי הקשר אקלימי במסגרת תחומי האחריות שלהם תאפשר את יישום המדיניות העירונית בנוגע למוכנות לשינוי אקלים בתחום הבריאות כפי שמוצעת במסמך זה כמו גם בתחומים אחרים, ואת התיאום בין משרדי הממשלה השונים לרשות המקומית בנושא זה.

בהקשר הבריאותי צריכים תחומי האחריות של האגפים לטיפול בשינוי האקלים במרכזים לשעת חירום ברשויות המקומיות לכלול בין היתר את הטיפול בנושאים הבאים:

ניטור – מי מעביר את המידע? למי בתוך הרשות המקומית מעבירים את המידע? באיזה פורמט ובאיזו מהירות?

חינוך – מי מעביר את המידע לרשות המקומית? מי מתאים את המידע לצרכים מקומיים? מהם הנושאים לגביהם מעבירים מידע לציבור ובאיזה פורמט? מהיכן מגיע התקציב?

מוכנות מערכות בריאות מקומיות – תיאום והבטחת מוכנות בתי החולים המקומיים והמרפאות בקהילה, מעקב ודאגה לקבוצות הסיכון (קשישים, חולים כרוניים, ילדים ופעוטות).

פרק ה' - היערכות השלטון המקומי לשינויי האקלים – טבע עירוני והמגוון הביולוגי

פרופ' מרסלו שטרנברג, ד"ר קרלי גולודיאץ המחלקה לביולוגיה מולקולארית ואקולוגיה של צמחים, אוניברסיטת תל אביב

תקציר

פרק זה מתייחס לנושא של היערכות של השלטון המקומי לשינויי אקלים בהיבט של המגוון הביולוגי. היא כוללת סקירת ספרות המציג פעילות של רשויות מקומיות במדינת ישראל ובעולם בשמירת המגוון הביולוגי ובהיערכות לשינויי אקלים, כחלק של פיתוח בר-קיימא, ומתמקד גם בנושאים של מסדרונות אקולוגיים ככלי לשלב את המגוון הביולוגי עם היערכות לשינויי אקלים. ככלל, למרות שרשויות מקומיות רבות ברחבי העולם משקיעות מאמצים רבים בשמירת המגוון הביולוגי במרחב העירוני, אין די התייחסות להשפעה של שינויי אקלים על המגוון הביולוגי ולכן ההיערכות לשינויי אקלים מתעלם באופן מוחלט מנושא זה. במדינת ישראל המצב אפילו גרוע מזה, מכיוון שאין די התייחסות לנושא של שמירת המגוון הביולוגי העירוני. אנו ממליצים להשקיע מאמצים בהחדרת חשיבות השמירה על המגוון הביולוגי העירוני לתודעת כל בעלי העניין, ולשילוב התייחסות למגוון ביולוגי בבניית תכניות היערכות לשינויי אקלים ברשויות המקומיות. לצורך כך, נדרשת בניית התכנית, והקמת מערך הסברה להעלות את המודעות לחשיבות השמירה על המגוון הביולוגי במרחב האורבאני ותת-אורבאני בכלל, ובמסגרת היערכות לשינויי אקלים בפרט.

מגוון ביולוגי

הגדרה

המושג "מגוון ביולוגי" (biodiversity) במובנו הרחב קשור בשונות של עולם החי והצומח על מרכיביו השונים. הוא מתייחס למספר רמות ארגון היררכיות: מגוון גנטי (מגוון תוך-מיני המתבטא בהבדלים גנטיים בין אוכלוסיות ובין פרטים של אותו המין), מגוון של מינים ומגוון של מערכות אקולוגיות (Heywood et al. 1995). המושג "מגוון" משמעו לא רק מספר הרכיבים (גנים, מינים, יחידות נוף), אלא גם היחסים הכמותיים בין הרכיבים, וההבדלים ביניהם במבנה ותפקוד (Gaston, 1996).

טבע עירוני והמגוון הביולוגי

שטח טבע עירוני הוא כל שטח פתוח או בנוי בו קיימות מערכות טבעיות (על מכלול מרכיבי החי, הצומח והדומם שלהן) או תופעות טבע נקודתיות בתחום העיר (האן ובלבן, 2010). המונח כולל קשת של תופעות, "טבע" בר המצוי בשולי העיר או החודר אליה, ועד למיני בר מקומיים המצויים בתחומי שטח מגוון או בנוי. אולם לרוב, המיקוד הוא על מיני צמחים ובעלי החיים הנמצאים באזורים מקוטעים כמו גבעות ורכסים, ונופים ליניאריים כמו נהרות ונחלים המלווים בבתי גידול לחים (Cilliers et al. 2004). מכיוון שרוב האוכלוסייה האנושית גרה במרחב העירוני, הטבע העירוני חשוב ביותר עבור צרכי נפש ופנאי, ולרווחת התושבים (Niemelä 1999). במדינת ישראל, קיימים ערכי טבע עירוני רבים שתורמים למגוון הביולוגי בעיר, למשל, בתי גידול נדירים כמו כורכר וחמרה (נתניה, נס ציונה), בריכות חורף (חדרה, נתניה), בתי גידול לחים לציד נחלים (נחל איילון – לוד, עין זהב – קרית שמונה) ועוד.

גורמים המשפיעים על המגוון הביולוגי העירוני

תשתיות קשות

התכונות הייחודיות של המרחב העירוני הן ריבוי תשתיות מלאכותיות ו'קשות' – מבנים, כבישים ומדרכות – ופעילות מרובה של בני אדם. התשתיות הקשות אוגרות חום במהלך היום ופולטות אותו בלילה, ונוצרת עלייה נקודתית בטמפרטורה המכונה תופעת "אי החום", שיוצרת תנאים ייחודיים להמשך הקיום של המגוון הביולוגי בעיר, מעבר לגורמים המשפיעים על המגוון הביולוגי מחוץ לעיר (Mitchell et al., 2007). תופעת אי החום מחריפה את השפעת חום הקיץ במרחב העירוני יחסית לאזור הפתוח מחוץ לעיר, ועשויה לגרום לעקת חום אצל בעלי חיים וצמחים. מאידך, תשתיות קשות יכולות לסייע למגוון הציפורים, בהגנה מפני רוחות וקור קיצוני בחורף, ואפשרויות קינון על מדפים וגגות. מדרכות ורחובות גם מונעים חדירה של מים לתוך הקרקע, ופוגעים במגוון הביולוגי בשני מישורים: א) תרומה להצפות ועלייה בנגר העילי, אשר גורם לזיהום קרקע ומים, ו-ב) הגבלה של זמינות המים לצמחים אשר גורמת לאובדן מיני צומח.

גורמים אחרים

גורמים נוספים המשפיעים על המגוון הביולוגי זהים לאלה הנמצאים מחוץ לעיר (ואשר פורטו בדו"ח הקודם) כגון, קיטוע והרס בתי גידול, שינויים בניהול וממשק השטחים הפתוחים, מינים פולשים, זיהום אוויר, קרקע ומים וניצול יתר של משאבי טבע. השפעת גורמים אלה במרחב העירוני חריפה יותר עקב צפיפות ואינטנסיביות של מבנים ותשתיות בעיר.

שמירת המגוון הביולוגי במרחב העירוני

ייעוד הטבע העירוני ומטרת שמירתו

הטבע העירוני נועדה לשרת את בני האדם; המערכות הטבעיות בה הן מערכות המנוהלות על-ידי האדם, שמירת הטבע בהן אינה מתקיימת באופן מיטבי, ותרומתן לשימור המגוון הביולוגי מוגבלת ביותר (האן ובלבן 2010). בנוסף, מכיוון שערכי הטבע הם רק חלק במערך השטחים הפתוחים בעיר, הכולל גנים ציבוריים, גינות ציבוריות ופרטיות ושטחים פתוחים אחרים, נדרש מאמץ והשקעה מיוחדים בכדי לשמור על המגוון הביולוגי שנמצא בהם. למרות זאת קיים מגוון ביולוגי לא מבוטל בערים, והשמירה עליו בעיר חשובה מהסיבות הבאות: שמירה של ערכי טבע בעלי מגוון ביולוגי גבוה בסביבה מעויירת (urbanizing environment), יצירת קישוריות בין בתי גידול טבעיים עבור מינים מקומיים, הבנה והיערכות לשינוי אקלים, יצירת חיבור בין אנשים לטבע ומתן חינוך סביבתי, הספקת שירותי מערכת, מילוי אחריות אתית, ושיפור רווחת בני-האדם (Dearborn & Kark 2009).

בניית תכנית לשמירת המגוון הביולוגי

שמירת המגוון הביולוגי בעיר מתבצעת בשלושה שלבים (Niemiälä 1999): ביצוע סקר של ערכי הטבע והצגת המידע במפות ובמסד נתונים שיהוו בסיס לתכנון עירוני, חקירת התהליכים המשפיעים על ערכי הטבע העירוניים בהשוואה למערכות טבעיות מחוץ לעיר, כדי לסייע בתכנון וניהול של משאבי הטבע בעיר, ולבסוף בניית תכניות ניהול ספציפיות לכל מערכת אקולוגית בעיר, על בסיס הידע האקולוגי, כדי ליצור נופ עירוני עשיר ומגוון.

שותפות המגוון הביולוגי בלונדון (London Biodiversity Partnership) כוללת את אגפי העיריה השונים וגופים ציבוריים, שיחד ניסחו תוכנית פעולה (Action Plan) לשימור המגוון הביולוגי בתחומי העיר. כל גוף ציבורי או ממשלתי לקח על עצמו פעולות המתאימות לאופי הארגון וליכולותיו. התוכנית כללה יצירת מסד נתונים הכולל את בתי הגידול החשובים בתחום העיר ואת מיני הדגל עליהם התוכנית אמורה לשמור.

<http://www.lbp.org.uk/>

אמצעים לשמירת המגוון הביולוגי במרחב העירוני

א. שמירה על משאבי טבע (שמורות טבע, בתי גידול ייחודיים, שטחים מוגנים אחרים) קיימים בתחום העיר.

דוגמא מקומית לבניית תכנית כוללת לניהול ערכי הטבע בעיר היא עיריית נתניה, העיר הראשונה בארץ המעסיקה אקולוגית עירונית לשם ניהול משאבי הטבע בעיר.

<http://www.netanya.muni.il>

- ב. תכנון כולל של מערך שטחים פתוחים בעיר, תוך מתן מקום של כבוד לטבע הנמצא בו, למשל יצירת פארק עירוני סביב ערך טבע ייחודי (בריכת החורף באתר משרד הרישוי בחולון), יצירת מסדרונות אקולוגיים אשר מחברים בין ערכי הטבע בעיר לכדי יצירה של רשת אקולוגית ברחבי העיר (נתניה, ירושלים).
- ג. שילוב מערכות טבעיות בתהליכי התחדשות עירוניים, למשל יצירת בבתי גידול חדשים (שיקום המחצבה בכרמיאל).
- ד. שילוב מערכות טבעיות בראיית התכנון והניהול השוטף בעיר, למשל פעולות שונות ל"יירוק" העיר, כגון גגות ירוקים (תל אביב, פתח תקווה, גני רמת הנדיב).

ההשפעה של שינוי אקלים על המגוון הביולוגי בעיר

קיימים יחסי הגומלין בין תופעת איי החום המאפיינת את המרחב העירוני להשפעות האקלימיות של שינוי אקלים - עלייה בטמפרטורה, שינוי בהתפלגות הגשם ועלייה בהיתכנות של סופות. לשינוי אקלים השפעות רבות על המגוון הביולוגי בעיר, שעלולות להעצים את ההשפעות של גורמים אחרים. הקטנה או הסרה של גורמים אחרים המשפיעים לרעה על המגוון הביולוגי עשויה להעלות את החסינות של בתי גידול ומינים נלווים ולאפשר להם להתמודד עם ההשפעות של שינוי אקלים (Mitchell et al. 2007).

השפעות ישירות

- א. פגיעה בתפוצה: העלייה בטמפרטורה יכולה לגרום להכחדה של אוכלוסיות של מיני צמחים ובעלי חיים, למשל חלזונות יבשה בשוויץ (Parris and Hazell, 2005).
- ב. פגיעה בשפע: הרעה בתנאי הגשם ו/או טמפרטורה יכולה לגרום לירידה בגודל אוכלוסיות של מיני צמחים ובעלי חיים.
- ג. פגיעה בפנולוגיה (עיתוי של שלבים במחזור החיים), למשל, הקדמה של תקופת הפריחה של מיני צמחים.

ד. פגיעה בבתי גידול של מיני צמחים ובעלי חיים, הן המקומיים והן האקזוטיים (Parris and Hazell, 2005).

ה. יצירה של תנאי אקלים ובתי גידול חדשים אשר מעודדים כניסה של מינים פולשים למרחב העירוני (Parris and Hazell, 2005).

ההשפעות הנ"ל עלולות לגרום לשינויים בהרכב מיני החי והצומח בסביבה העירונית. בנוסף, ההשפעות של שינוי אקלים הנראות במערכות טבעיות עשויות להופיע גם בבתי גידול עירוניים הנתונים לשינוי אקלים, אולם המינים המקומיים עלולים להיפגע ממספר איזמים נוספים, כפי שפורטו לעיל.

השפעות עקיפות

א. תופעת איי החום המאפיינת את המרחב העירוני עשויה להחמיר הן בתדירות והן בהיקף תחת אקלים חם יותר, ולגרום להתייבשות ותמותה של מיני צמחים ובעלי חיים. תופעה זו גם עשויה לתרום להחמרה בזיהום אוויר אשר עלול לפגוע בעצים ומיני צומח בעיר.

ב. מניעה של חדירת מים על ידי התשתיות הקשות בשילוב עם עליה בעוצמת אירועי הגשם יתרמו להצפות עירוניות אשר עלולות לפגוע במגוון הביולוגי על ידי זיהום בתי גידול מביוב ונגר עילי. לתופעה זאת השפעות נוספות בתחום בריאות הציבור (זיהום מי השתייה).

ג. העלייה בטמפרטורה עלולה לגרום לעליה בהיתכנות של שריפות ענק בסתיו באזורים המועדים לשריפות, העלולות לגרום נזק למגוון הביולוגי לרבות הכחדה של מינים מקומיים וכניסה של מינים פולשים. שריפות מסוג זה עלולות לגרום נזקים נוספים ברכוש ובריאות הציבור.

ד. לעיתים, נוצרת התנגשות בין שתי המטרות של היערכות לשינוי אקלים: מחד הסתגלות (adaptation), ומאידך מיתון והפחתה (mitigation), במיוחד בנושא המגוון הביולוגי (Mitchell et al. 2007). באוסטרליה וארה"ב נמצא כי מעט מאמצים הוקדשו עד כה בכדי להבטיח שאסטרטגיות הסתגלות להשפעות של שינוי אקלים תומכות במדיניות למיתון תרומות מקומיות לשינוי אקלים. למשל, בדרום מזרח אוסטרליה קיימת מדיניות תכנון של השארת עצי אקליפטוס ושטחים טבעיים מסביב לשכונות מגורים חדשות במטרה לשמר את אוכלוסיית הקואלות, אולם מדיניות זו פוגעת במאמצים לצמצם את היקף השטחים הבנויים והתלות בכלי רכב פרטיים, ובצורך להבטיח קרבה סבירה של אזורי מגורים לשירותים מסחריים וחברתיים (Hamin and Gurrans 2009).

אקולוגיה עירונית – פיתוח בר-קיימא

הגדרה

המושג אקולוגיה עירונית הוא שם נרדף לפיתוח עירוני בר-קיימא (sustainable cities) (Sukopp 2002). פיתוח בר-קיימא הוא פיתוח וניצול משאבים בקצב המאפשר את התחדשותם בתהליכים טבעיים, מתוך הכרה בצורכי הפיתוח הכלכליים של האדם ותוך שימור של המגוון הביולוגי כמשאב מתחדש עבורנו ולצורכי הדורות הבאים (גבריאל ופלדמן, 2005). בהקשר התכנוני, אקולוגיה עירונית מתמקדת בעיצוב שירותי הסביבה העירוניים למען בני האדם. בפועל נעשה שימוש בעקרונות אקולוגיים בכדי לספק לתושבי העיר שירותי סביבה זמינים ולצמצם את הנזקים הנגרמים לסביבה עקב הדרישה הגבוהה למשאבים טבעיים וייצור מוגבר של פסולת (ברינקר בר-און 2008). כמו כן יש ניסיון לצמצם השפעות הרסניות של הסביבה על העיר (מניעת הצפות, מפולות, סופות וכד') (Pickett et al. 2001). בשנת 1971 זכה התחום של אקולוגיה עירונית להכרה ומיסוד בין לאומי כחלק מהפרוייקט Man and the Biosphere (MAB) של UNESCO (Celecia 2000). פיתוח בר-קיימא מספק מסגרת לשלב התייחסות למכלול ההשפעות של פיתוח עירוני על משאבי הטבע. הפעילויות הכלולות בתכניות לפיתוח בר-קיימא כוללות שמירה על המגוון הביולוגי, שמירה על שטחים פתוחים, ניהול מושכל של מקורות מים, היערכות לשינוי אקלים ועוד.

פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני בעולם, וההתייחסות למגוון הביולוגי

ICLEI – Local Governments for Sustainability (מרכז השלטון המקומי לקיימות) הוקם בשנת 1990 כדי לעודד ולתמוך בפעילות מקומית לצורך פיתוח בר-קיימא גלובלי. מטרתו "פתרונות מקומיים לאתגרים גלובליים". חברים בו ערים ומרכזים עירוניים רבים ב-84 מדינות ברחבי העולם, כולל ירושלים ורעננה. תחומי הפעילות כוללים מגוון מינים, אקלים, חסינות והסתגלות, ערים בנות קיימא, מים ועוד. מיזם הדגל בנושא המגוון הביולוגי הוא **(LAB) Local Action for Biodiversity**. ה-LAB מדגיש את הצורך להעלאת התמיכה המדינית למגוון הביולוגי ברשויות המקומיות, ושילוב התייחסות למגוון הביולוגי בכל תחומי הממשל המקומי. ה-LAB מקדם את החזון הזה מספר מישורים וביניהם:

א. מיזם חלוצי ה-LAB (LAB Pioneers Project) שנוסד בשנת 2006: חלוצי ה-LAB הינם מנהיגים גלובליים בניהול המגוון הביולוגי העירוני והצלחת ה-LAB נזקפת לתרומתם הרבה. רשימת החלוצים כוללת 21 רשויות מקומיות מכל היבשות, אשר פועלות לשמירת המגוון הביולוגי במגוון דרכים. כל אחת מהרשויות עוברת תהליך בן חמישה שלבים, עד יישום מיזמים חדשים עבור שימור ושיפור המגוון הביולוגי.

שלבי יישום היוזמות במגוון הביולוגי על ידי רשויות מקומיות:

1. הפקת דו"ח מגוון ביולוגי
2. קבלת התחייבות דרבן (Durban Commitment)
3. הפקת תכנית אסטרטגיה ופעולה למגוון ביולוגי (Biodiversity Strategy and Action Plan – LBSAP)
4. קבלת ההתחייבות ל-LBSAP
5. יישום יוזמות חדשות או משופרות למגוון ביולוגי, לדוגמא, חמישה יזמות לשמירת המגוון הביולוגי בעיר ברצלונה בספרד: מסדרון ירוק בין שני אזורים בעיר, שמירה על מצוק, שמירה על אוכלוסיות הציפורים העירוניות, פעולות הסברה בנושא המגוון הביולוגי, והתחייבות בינלאומית לשמירת המגוון הביולוגי.

ב. מיזם ה-LAB למגוון ביולוגי ושינוי אקלים (LAB Biodiversity and Climate Change Project) אשר מתמקד בחיזוק הקשרים בין ניהול מגוון ביולוגי ושינוי אקלים בקנה מידה מקומי. בעוד שהיערכות לשינוי אקלים במסגרת של פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני נוטה להתמקד ברווחת בני אדם, ההתייחסות לשינוי אקלים כמניע עיקרי לאובדן המגוון הביולוגי עד סוף המאה ה-21 לוקה בחסר (Millennium Ecosystem Assessment 2005). בנוסף, אין די התייחסות או הבנה נכונה של המגוון הביולוגי פוטנציאל למלא תפקיד קריטי בהיערכות לשינוי אקלים דרך מגוון שירותי המערכת שהטבע מספק. מטרת מיזם זה הוא להעלות את המודעות לחשיבות של הקשרים בין המגוון הביולוגי ושינוי אקלים.

ג. LABNetwork – אפשרות מקדמית המאפשרת לרשויות מקומיות ללא יכולת להשתתף בגרסאות האינטנסיביות יותר של ה-LAB, לעשות את הצעד הראשון לקראת שיפור תרומתם לניהול המגוון הביולוגי המקומי והגלובלי. באמצעות ה-LABNetwork רשויות מקומיות מתחברות עם רשויות

מקומיות אחרות, ולומדות מהן, ומתעדכנות על התפתחויות בינלאומיות במגוון הביולוגי בזירה המקומית.

פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני בישראל, וההתייחסות למגוון הביולוגי

- **פורום ה-15** – יוזמה של המרכז לקיימות מקומית עבור הערים הגדולות העצמאיות, הפועל לקידום, סיוע ופיתוח של הערים החברות בו, באמצעות מיזמים משותפים. תחומי הפעילות כוללים חינוך, תשתיות עירוניות, תכנון ובנייה, איכות והגנת הסביבה ועוד. בתחום של איכות והגנת הסביבה נושא המגוון הביולוגי לא מוזכר באופן מפורש. הנושא עולה באופן עקיף כאחת התועלות של גגות ירוקים (כפי שמוסבר להלן).
- **מדריך "קיימות" לרשויות המקומיות בישראל** (הוד 2007) מפרט 10 עקרונות לפיתוח בר-קיימא ברשות המקומית עם דוגמאות של יישום העקרונות ברחבי הארץ. נושא המגוון הביולוגי לא מופיע באופן מפורש אולם כלול בעקרון מס' 5 "טיפוח ושמירה על שטחים פתוחים", וביניהם ערכי הטבע העירוניים.

משתמע משתי היוזמות הנ"ל כי במדינת ישראל אין די התייחסות לחשיבות השמירה על המגוון הביולוגי לכשעצמו, וכפי שיבואר להלן, בוודאי לא בתכנית היערכות לשינוי אקלים

המגוון הביולוגי בתכניות היערכות לשינוי אקלים

כללי

מחקרים רבים מדגישים את התרומה של יצירה וטיפוח של טבע עירוני להתמודדות עם האיום של שינוי אקלים על המגוון הביולוגי בעיר (Wilson 2006; Wilby and Perry 2006) אולם עד לאחרונה לא הייתה די התייחסות לנושא בתכניות היערכות לשינוי אקלים ברשויות המקומיות ברחבי העולם (Corfee-Morlot et al 2009). זאת מכיוון שההשפעה של שינוי אקלים על המגוון הביולוגי עד עכשיו נתפסת כחלשה ביחס לגורמים אחרים (שינוי בתי גידול, מינים פולשים, ניצול יתר, זיהום מחנקן וזרחן) ברוב המערכות האקולוגיות בעולם. תופעת זו ניכרת במיוחד במדינת ישראל, בה קיטוע בתי גידול ומינים פולשים נתפסים כאיומים חשובים וצפויים יותר משינוי אקלים עבור עתיד המגוון הביולוגי במדינה (ראיונות אישיים). בנוסף, קיים מחסור בהכחות מדעיות להשפעה היחסית של שינוי אקלים ולחצים אחרים על המגוון הביולוגי ויחסי הגומלין ביניהם, במיוחד כשמדובר במספר גורמים שונים (Mitchell et al. 2007). לאור הנסיבות הללו, היערכות לשינוי אקלים במסגרת של פיתוח בר-קיימא במרחב העירוני נוטה להתמקד ברווחת בני אדם (מניעה והפחתה של פליטות גזי חממה על ידי קידום אנרגיה 'נקיה', בנייה ירוקה, היערכות לסופות וכו'). ואולם, עוצמת ההשפעה של שינוי אקלים עולה בקצב מהיר, ובעוד מספר עשורים, חשיבותו יעלה ביחס לאיומים האחרים (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Thuiller 2007). לכן, ראוי להתייחס אליו עכשיו כדי למנוע אובדן של מגוון ביולוגי ברמה בלתי נתפסת בעתיד.

LAB Biodiversity and Climate Change Project

ארגון ICLEI הכיר בתופעת הנתק בין שמירת המגוון הביולוגי והיערכות לשינוי אקלים, והקים יוזמה בשם LAB Biodiversity and Climate Change Project (יוזמת מגוון ביולוגי ושינוי אקלים) אשר מתמקדת בחיזוק הקשרים בין ניהול מגוון ביולוגי ושינוי אקלים בסקלה המקומית, כפי שהוזכר לעיל בפרק 3.2. אחת הערים המשתתפת ביוזמה היא קייפטאון (דרום אפריקה), אשר פיתחה אסטרטגיה לשמירה המגוון הביולוגי הכוללת את היוזמות הבאות: שיפור הניהול של שמורות הטבע בעיר, פיתוח ויישום מדיניות לטיפול במינים פולשים, ושיקום מערכות אקולוגיות ברחבי העיר.

מחקרים רבים מראים כי הרבה פעולות של פיתוח בר-קיימא ל"ירוק" העיר, כגון נטיעת עצים, יצירת קירות או גגות ירוקים, וכן מתקני מים, יכולות לתת פתרון להתעצמות תופעת "איי החום" העירוניים כתוצאה משינוי אקלים (Wilby and Perry 2006), וכן, שיקום בתי גידול לצדי נחלים לצורך שמירת אוכלוסיות ושירותים אקוסיסטמיים יועילו במיתון טמפרטורת המים בנחלים בעתיד (Mulholland et al 1997). בנוסף, גנים בוטניים עשויים לתרום להיערכות לשינוי אקלים לא רק משום תפקידם בשמירה על מיני חי וצומח, אלא גם בתרומה לשטחים הירוקים בעיר (Ward et al 2010). בעקבות העלייה במודעות לקשר בין מגוון ביולוגי ושינוי אקלים בשנים האחרונות, עולה ההתייחסות ליחסי גומלין ביניהם ברחבי העולם. למשל, האסטרטגיה למגוון ביולוגי באנגליה (Mitchell et al 2007) מתייחסת בכובד ראש לנושא שינוי אקלים ומציינת כי מספר פעולות הסתגלות (adaptation) לשינוי אקלים במרחב העירוני עשויות לתרום לשמירת המגוון הביולוגי, כגון, תכנון אסטרטגי לפיתוח בר-קיימא המשלב יעדים אקולוגיים (יצירת בתי גידול, רשתות אקולוגיות), עיצוב מבנים ושטחים פתוחים המשלב מגוון ביולוגי (עצים, גגות ירוקים), ושימור ויצירה של בתי גידול לחים כחלק מניהול הצפות ומערכות ניקוז עירוניים בנות קיימא. אף-על-פי-כן, המחברים מציינים כי פעולות מיתון והפחתה (mitigation) אשר נועדו לעצור את התקדמותו של שינוי האקלים, כגון אינטנסיפיקציה של שימוש הקרקע במרחב העירוני מתוך מאמצים לשפר את היעילות האנרגטית, עלולות לפגוע במגוון הביולוגי בעיר. הקונפליקט הזה מאפיין היערכות לשינוי אקלים במרחב העירוני בכל העולם, ולא רק בתחום של מגוון ביולוגי. באוסטרליה וארה"ב נמצא כי הפוטנציאל לקונפליקט בין הסתגלות למניעה בהיערכות לשינוי אקלים במרחב העירוני עומד על 50% (Hamin and Gurrán 2009). תופעה זו מדגישה את הצורך בשיקול של כל ההשלכות ושקיפות ושיתוף פעולה בין כל הגורמים הרלוונטיים בעת בניית תכניות היערכות לשינוי אקלים בכדי להבטיח את צורכיהם של בני האדם תוך דאגה לשמירה על משאבי הטבע בכלל והמגוון הביולוגי בפרט.

ירושלים הירוקה

מאז שנת 2009 נעמי צור, סגנית ראש עיריית ירושלים, מקדמת פיתוח בר-קיימא של העיר, כולל הצטרפות במיזמי ה-LAB למגוון ביולוגי. בנוסף היא הקימה מיזם "תיירות עלייה לרגל ירוקה" כחלק של רשת בינלאומית באותו שם המעודדת עלייה לרגל לאתרים דתיים מתוך ההנחה שרוב אוכלוסיית העולם מתוקף השתייכותו לדת כזו או אחרת, מחויב לערכים של שמירת ערכי טבע והפחתת השפעת בני אדם עליו. במסגרת המיזם, נערך סימפוזיון בירושלים באפריל 2013, בו המשתתפים יכלו לתרום כסף ל"קרן לאיזון פחמן" כפיצוי על הפליטות המזיקות שנוצרו במהלך טיסותיהם לארץ. הסימפוזיון עצמו התחייב למזער את טביעת הרגל הפחמנית שלו על-ידי צמצום הצריכה, מחזור וכדו', ומכספי התרומות הקרן התחייבה לממן מיזמים ליעילות אנרגטית, אנרגיה מתחדשת ותפיסת פחמן. האחרון כלל, בין השאר, ייעור מחדש ונטיעות עצים.

מסדרונות אקולוגיים

עקב חשיבות הקישוריות בין מערכות אקולוגיות ובתי גידול טבעיים עבור המגוון הביולוגי, נעשים מאמצים כבירים בתחום, על ידי יצירה של "מסדרונות אקולוגיים" – חיבורים ישרים בין בתי גידול - ו"אבני קפיצה" – כתמים של בית גידול טבעי בתוך נוף לא טבעי, אשר מקצרים את המרחק בין אזורים טבעיים גדולים יותר. נעשה מחקר רב על מסדרונות וקיימות ראיות רבות שמסדרונות מועילות למינים רבים, אולם התועלת לקבוצות אחרות מוגבלת למדי.

מסדרונות אקולוגיים

מסדרון אקולוגי הוא חיבור של שטחים טבעיים – מקטעים של מערכות אקולוגיות ובתי גידול טבעיים – שיוצרים רצף של שטחים טבעיים המאפשר תנועה של בעלי חיים וצמחים ממקום למקום.

אף-על-פי-כן, רווחת הדעה שהקישוריות בין בתי גידול חשובה ביותר לא רק למגוון הביולוגי בעיר, אלא גם לרווחת האדם שגר בעיר. ריבוי הירוק בתוך המרחב העירוני נותן לבני אדם תחושה כללית טובה, המכונה "wellness", המקנה תרומה חיובית לחיים בתוך המרחב העירוני. לעיתים הקישוריות בין ערכי טבע במרחב העירוני נוצר על-ידי חיבור של שטחים ירוקים ו/או שיקום של שטחים עזובים בכדי ליצור רצף של ערכי טבע בתוך העיר, או ליצור רצף בין העיר לשטח הפתוח שמחוצה לה (Ciliers et al 2004; Dacorum Borough Council 2006; Wilby and Perry 2006). דוגמה של מסדרונות אקולוגיים עירוניים היא רשת המסדרונות הירוקים של האסטרטגיה למגוון ביולוגי של ראש העיר של לונדון, המתכנן רשת המורכבת מגינות, פארקים, צדי נחלים, וצמחייה בתוואי מסילות הרכבת (Wilby and Perry 2006). חשיבות מיוחדת לשמירת המגוון הביולוגי בעיר מיוחסת לבתי הגידול הלחים. בעיר נתניה, מתוכנן מסדרון רציף בין שמורת האירוסים ובריכת החורף הנמצאות בתוך העיר, מצידה המזרחי לצידה המערבי – התכנית כרגע בשלבי תכנון (א. אבישר – ראיון אישי). כמו כן, מערך השטחים הפתוחים בירושלים כולל מחד מסדרונות טבעיים בין ערכי טבע, ומאידך, מעברים מיוחדים לבעלי חיים בין ערכי טבע. גישה אחרת היא יצירה של שטחים ירוקים בשולי העיר כדי לעודד בעלי חיים וצמחים מקומיים לחזור למרחב העירוני אותו נטשו עקב הבנייה הצפופה ואינטנסיבית. למשל, בבריסל (בלגיה) מתוכננת רשת ירוקה של שטחים ירוקים מסביב לעיר, ורשת כחולה של מקורות מים במטרה לשפר את התנאים האקולוגיים של הנחלים ובתי גידול לחים נלווים (Sundseth and Raeymaekers 2006). בחדרה, נוצרה חגורה ירוקה העוטפת את העיר, המורכבת משמורות טבע, פארקים עירוניים, יער ורצועת החוף.

גגות ירוקים

גגות ירוקים מוצעים כפתרון של היערכות לשינוי אקלים במספר רב של תחומים – השהיית נגר עילי ומיתון ספיקות שיא, ספיחת פחמן דו-חמצני, הפחתת אי החום העירוני, שמירת המגוון הביולוגי, בקרת מבנה ועוד (לוי-בנימיני וחובריה 2008). גגות ירוקים יכולים להיות אינטנסיביים (גינות מעוצב המחייב טיפול ותחזוקה בתדירות גבוהה בעל נגישות נוחה לציבור) או אקסטנסיביים (גינות "פראי" אשר אינו מחייב טיפול ותחזוקה בתדירות גבוהה). מבחינת המגוון הביולוגי, גגות ירוקים יכולים להוות כלי חשוב לשימור ולטיפוח המגוון הביולוגי מכיוון שהגג מספק שטח נרחב למגוון גדול של צמחים אשר יכולים להיקלט בו, ולמשוך מיני בעלי חיים, כגון ציפורים, עטלפים וחרקים אשר בדרך כלל נדחקים לשולי העיר. גגות ירוקים יכולים להוות מעין "איי טבע" בלב העיר אשר אינם מופרעים כמעט על-ידי בני אדם ומתפקדים כמערכות אקולוגיות לכל דבר אשר יכולות להתקיים זמן רב. לאיי טבע כאלה יש גם תרומה חשובה לרווחת בני האדם בעיר, ול"ירוק" הסביבה האורבנית.

דוגמאות מקומיות לגגות ירוקים אינטנסיביים ניתן לראות בגן העיר, מרכז תל-אביב, בית חולים בני ציון בחיפה, משרדי חברת רוש, פתח תקווה (לוי-בנימיני וחובריה 2008). דוגמה לגג ירוק אקסטנסיבי ניתן למצוא בגני רמת הנדיב בזיכרון יעקב. חלקת ניסוי קיימת על גג בית הסטודנט באוניברסיטת חיפה.

אמצעים אחרים

ישנם מספר אמצעים אחרים להגדיל את המגוון הביולוגי במרחב העירוני:

- א. **יערות קהילתיים לחיבור האדם לטבע** – טיפוח של יער הנמצא בשטח העיר, הוספת מתקנים לנופש ופנאי, סיורים מודרכים וכל פעילות אחרת היוצרת חיבור בין אנשים לטבע שבעיר. במדינת ישראל ניתן למצוא דוגמאות רבות של יערות קהילתיים המנוהלים בשיתוף פעולה עם קק"ל.
- ב. **גינות קהילתיות** – מקום לגידול פירות וירקות אורגניים, מפגש חברתי, תרומה לקהילה, כלכלה, נופש, פנאי. לגינות גם פוטנציאל לתרום למגוון הביולוגי בעיר. גינות אלה יכולות לתרום למיתון

השפעות שינוי אקלים על-ידי גידול צמחים חסכניים במים. מידע אודות צמחים אלה ניתן לקרוא באתר של משרד החקלאות; רשימה של צמחים מומלצים ניתן להוריד מאתר "נקודה ירוקה" (פאוקר 2012).

- ג. **פארקים עירוניים לחיבור האדם לטבע** – הקמת פארקים גדולים בלב העיר, עם מתקנים המאפשרים פעילויות נופש ופנאי, לפעמים סביב ערך טבע מסוים.
- ד. **נטיעת עצים** – בפארקים, וכחורשות. עצים מעודדים קינון של ציפורים, מספקים צל ובכך תורמים למגוון הביולוגי בעיר. בנוסף הם תורמים למיתון השפעות שינוי אקלים על-ידי קיבוע פחמן. מידע אודות תועלות העצים ניתן לקרוא באתר של משרד החקלאות.
- ה. **פעילות חינוכית** – חוות חקלאיות/אקולוגיות, גנים בוטניים וזואולוגיים, אשר מאפשרים לימוד על המגוון הביולוגי לתלמידי בתי הספר וגם לציבור הרחב.
- ו. **טיפול במינים פולשים** – ביעור מינים פולשים מאתרי טבע עירוניים.

כל האמצעים הללו מהווים הזדמנות לפעילות חינוכית סביב נושא השמירה על המגוון הביולוגי. טבלה 9 נותנת פירוט של שימוש באמצעים ל"ירוק" העיר והגדלת המגוון הביולוגי ברחבי מדינת ישראל.

רשויות (רשימה חלקית)	אמצעי
שמירה על משאבי טבע	
אילת, חדרה, יוקנעם, ירושלים, להבים, כרסא סמיע, נהרייה, נס ציונה, נתניה, עכו	שמורת טבע
הרצליה, חדרה, חיפה, ירושלים, מודיעין, קריית טבעון, תל אביב	טיפול אתרי טבע אחרים
חיפה, נהרייה, עכו	שיקום אתרי טבע
אופקים, חדרה, טבריה, ירושלים, להבים, כוכב יאיר, נתניה, שהם	יער קהילתי
הרצליה, ירושלים, פתח תקווה, קריית שמונה, תל אביב	סקר טבע עירוני או של ערך טבע מסוים בעיר
אבן יהודה, יבנה, כרסא סמיע, נהרייה, פרדס חנה-כרכור, קריית שמונה	טיפול במינים פולשים / מתפרצים
תכנון כולל של מערך השטחים הפתוחים תוך מתן מקום של כבוד לטבע הנמצא בו	
באר שבע, הוד השרון (דגש על מקורות מים), חולון, חיפה, יבנה, כוכב יאיר, לוד, מודיעין, נהרייה	פיתוח וטיפול של שטחים פתוחים
אופקים, אור יהודה, באר שבע, גבעתיים, הרצליה, חדרה, חיפה, טבריה, מודיעין, עפולה, פתח תקווה, קריית אונו, קריית שמונה	פארקים עירוניים
אופקים, באר שבע (התייחסות לנושא המגוון הביולוגי), גבעתיים, הרצליה, חיפה, יוקנעם, ירושלים, קריית אונו, קריית אתא	גינות קהילתיות
באר שבע (התייחסות לנושא הפחתת גזי חממה), גבעת שמואל, גבעתיים, חיפה, טבריה, יבנה, מודיעין, נשר, קריית אונו, קריית ים, תל אביב	נטיעת עצים (חורשות, שדרות פארקים)
שילוב מערכות טבעיות בתהליכי התחדשות עירוניים	
כרמיאל, נשר	שיקום מחצבות
ירושלים (בתכנון), תל אביב, פתח תקווה, זיכרון יעקב	גגות ירוקים
שילוב מערכות טבעיות בראי התכנון והניהול השוטף בעיר	
באר שבע, גבעת שמואל, הוד השרון, חדרה, ירושלים, נתניה, קריית טבעון	מסדרונות אקולוגיים, רשתות אקולוגיות, חגורות ירוקות
חינוך - ילדים	
ירושלים, נשר, נתניה, עכו, פקיעין, תל אביב	בתי ספר ירוקים
יוקנעם, נתניה, פקיעין	אמץ אתר
חיפה, ירושלים, כוכב יאיר, פתח תקווה, תל אביב	גן בוטני/זואולוגי/חי בר
הוד השרון, חיפה, יוקנעם, קריית אונו, קריית טבעון, קריית שמונה, תל אביב	חוזה חקלאית/אקולוגית
אילת, באר שבע, דימונה, הוד השרון, חיפה, טבריה, ירושלים, כוכב יאיר, כפר יונה, כרסא סמיע, נתניה, פתח תקווה, קריית אונו	חדר אקולוגי, לימודי טבע, חוגים, מרכזי חינוך מיוחדים, השתתפות בפרויקטים
חינוך - מבוגרים	
אילת, יוקנעם, מודיעין (פסטיבל סרטים אקולוגיים), נס ציונה, נתניה	הרצאות, סיורים, השתלמויות, קורסים, מתנדבים בטבע, הסברה, תיירות

היבטים חשובים בהיערכות להשפעת שינוי אקלים על המגוון הביולוגי העירוני במדינת ישראל

הסברה, תכנון ושיתוף פעולה

במדינת ישראל, יש לא מעט רשויות מקומיות שמשקיעות משאבים רבים לשמירת המגוון הביולוגי בעיר, אולם באופן כללי אין די התייחסות לנושא, ולא כל שכן שילוב הנושא בתכניות היערכות לשינוי אקלים. גלישה בין אתרי אינטרנט של הרשויות מקומיות מראה כי חוסר ההתייחסות בולטת מאוד במגזר הערבי, שבו הנושא של שטחים ירוקים לא מטופל באופן מספק. גם במקרים שיש השקעה רבה בשטחים הירוקים, חסרה התייחסות ספציפית לנושא המגוון הביולוגי בעיר. כמו כן, במקרים שקיימת התייחסות למגוון הביולוגי, החיבור לנושא שינוי אקלים לא קיים, כנראה מתוך חוסר מודעות. לכן, יש צורך להעלות על סדר היום הציבורי את החשיבות הגבוהה בשמירת המגוון הביולוגי בעיר בכלל, ובפני שינוי אקלים בפרט. ניתן לעשות זאת על ידי הוספת תכניות לימוד בבתי הספר. בהרבה בתי ספר קיימות תכניות לימוד בנושא איכות סביבה, שמתמקדות בנושאים כמו מחזור, הפרדת פסולת, ניקיון וכו'. ניתן לבנות על תכניות אלה על ידי הוספת לימוד על מגוון ביולוגי בעיר, ולחבר זאת לשינוי אקלים. דוגמא אחת להכנסת תכנים בנושא המגוון הביולוגי במערכת החינוך הוא יוזמת "אמץ אתר" שבו בתי ספר מאמצים ערכי טבע בתוך העיר וצמודים לעיר, לומדים עליהם ומטפחים אותם. דוגמה לכך ניתן לראות בעיר יוקנעם.

בנוסף, יש צורך בהגברת המודעות בקרב מקבלי ההחלטות וכל הגורמים הפועלים בפיתוח העיר לחשיבות השמירה על המגוון הביולוגי, ולהתייחסות לנושא בהיערכות לשינוי אקלים. הדבר נכון במיוחד לאור העובדה שברמה הביצועית שיתוף פעולה של הציבור בקביעת מדיניות ויישום של שמירת טבע היא הכרחית, מכיוון שכל פעולות בני האדם החיים בעיר עלולות להשפיע על המגוון הביולוגי המתקיים בה. בתוך כך, יש צורך להביא לאימוץ רשמי של רעיון התכנון של המסדרונות האקולוגיים או רשתות אקולוגיות, כאמצעי לשמירת המגוון הביולוגי בתוך העיר, וחשיבותה בהקשר של היערכות לשינוי אקלים. עיקרון זה חייב להוות חלק אינטגרלי ואפילו קו מנחה בכל תכנית פיתוח בר קיימא. ייתכן שתכנון מסדרונות אקולוגיים או רשתות אקולוגיות יחייב ביצוע שינויים בתכניות מתאר מקומיות כדי לאפשר את הקמתם.

תכנון רגיש לסיכונים/מערכות

מערכות אקולוגיות שונות הינן פגיעות להשפעות שונות המיוחסות לשינוי אקלים העלולות להשפיע על המגוון הביולוגי העתידי. הדבר נכון גם במרחב העירוני. במדינת ישראל מדובר בהצפות, שריפות, מדבור ומינים פולשים.

הצפות

הצפות הינן "נחלתן" של רשויות הנמצאות באזורים הנמוכים, בקרבת נחלים וחוף הים התיכון. כפי שהוזכר לעיל, שילוב התשתיות הקשות של העיר עם העלייה בהיתכנות של סופות חורף מעלה את ההיתכנות של הצפות במרחב העירוני, הטומנת בחובה את האפשרות של זיהום מים וקרקע מביוב ומסחף ונגר עילי מכבישים. ההשלכות עבור המגוון הביולוגי חמורות ביותר. לכן באזורים המועדים להצפות (תל-אביב, חיפה, אשדוד, נהריה), צריך להיערך בהתאם בכמה מישורים: א) לשפר את ההתמודדות של תשתיות המים לכמויות גשם גדולות יותר על ידי הגדלת קוטר הצנרת, התקנת מחסומים (barriers) לסופות וב) להשתמש בפעילויות ירוק אשר תורמות לחדירת מים לקרקע (טיפוח/יצירה של שטחים ירוקים באזורים הנמוכים) ומניעת סחף וספיקות שיא (גגות ירוקים - כפי שהוזכר לעיל).

שריפות

שריפות הינן חלק בלתי נפרד ממערכות אקולוגיות ים-תיכוניות מיוערות, אולם העלייה בטמפרטורה וירידה בכמות הגשם הצפויות במדינת ישראל עלולות לגרום לעלייה בהיתכנות של מגה-שריפות, כמו השריפה שפקדה את הר הכרמל בשנת 2010. אלה שריפות ענק חסרות תקדים בהשפעתן החברתית, הכלכלית והסביבתית (NCADAC 2013). שריפות חוזרות ונשנות מעין אלה, יש בכוחן לגרום לפגיעה קשה במגוון הביולוגי במערכות אלה שמהן לא יהיה ביכולתן להתאושש. בנוסף, שריפות ענק מעלות את הסיכונים לבעיות בריאות והפסדי רכוש עבור אנשים הגרים על התפר שבין הסביבה העירונית וזו הטבעית. בארה"ב הפסדים אלה הוערכו ביותר מ-1.9 מיליון דולרים (Hedde 2012). לכן במערכות הים-תיכוניות (גליל עליון ומערבי, ירושלים, אזור הכרמל), היערכות לשינוי אקלים חייבת לכלול אמצעים למניעת שריפות מסוג זה, על ידי הכשרת מערך כיבוי מתאים, ונקיטת אמצעים למניעת שריפות, כגון סילוק חומר בעירה במרחב העירוני ומחוצה לו ותכנון אזורי חיץ בין המרחב העירוני והמרחב הפתוח. בקרית טבעון מתקיימת פעילות שנתית ליצירת חיץ בין המרחב העירוני והחורש העוטף את העיר בכדי למנוע שריפות.

מדבור

במערכות אקולוגיות צחיחות וצחיחות למחצה, המדבור – הידרדרות מתמדת ביצרנות ביולוגית במערכות צחיחות עקב ניהול וממשק לא נאות – הינו חשוב ביותר עבור המגוון הביולוגי, בהיותו גורם לאובדן מיני צומח (Safriel, 1999). המדבור אף תורם לשינוי אקלים: אובדן הצומח משחרר פחמן הנאגר בצומח ובקרקע שנהרסו. שינוי אקלים עלול לתרום למדבור בעופן עקיף על-ידי עלייה בטמפרטורה וירידה בכמות הגשם. יחסי הגומלין בין מדבור, מגוון ביולוגי ושינוי אקלים יוצרים קשר הדוק ביניהם באזורים צחיחים וצחיחים למחצה, ולכן היערכות לשינוי אקלים באזורים הללו חייבת לכלול אמצעים למניעת מדבור על ידי מדיניות ניהול וממשק לשימוש מקיים של משאבי טבע לצד פעולות שיקום ושחזור של מערכות פגועות. במדינת ישראל, המדבור מאיים על אזור הנגב. התחלת תהליך המדבור זוהתה בנגב בשנים האחרונות עקב המשך הפיתוח העירוני במרכז הארץ הדוחק את הפעילות החקלאית לצפון הנגב (Portnov and Safriel, 2004). ריכוז הפיתוח העירוני בנגב, המושתת על עקרונות פיתוח בר-קיימא, עשוי למזער את הפגיעה במגוון הביולוגי בנגב, ולמזער השפעת בני האדם על שינוי אקלים באזור ואת ההשפעה העתידית של שינוי אקלים על הצומח.

מינים פולשים

במדינת ישראל קיים מספר רב של מינים פולשים, אשר רובם הובאו לארץ לצורך ייעור או כצמחי נוי. צמחי נוי מתפשטים על-ידי בעלי חיים שאוכלים את פירותיהם, או על-ידי הפצת זרעים ברוח, אולם בני אדם תורמים להפצת מינים אלה על-ידי השלכת פסולת גינות ושפיכת תכולת אקווריומים. צפיפות האוכלוסייה, וריבוי תשתיות ופיצול בתי גידול מאיצים את התפשטותם של מינים אלה. כמו כן, שינוי אקלים ידוע כגורם המעודד מינים פולשים, במיוחד במרחב העירוני אודות רמות גבוהות של הפרעות בבתי גידול ודרכי ההכנסה הרבים (Hennings and Soll, 2010). בנוסף, מינים פולשים יכולים לשנות את הפנולוגיה שלהם בהתאם לשינוי האקלים ולנצל את השינויים לטובתם בעוד המינים המקומיים אינם יכולים להתאים את עצמם לשינויים. מהלך זה יכול להוביל להכחדה של מינים מקומיים או הגירה של מינים אלה לאזורים מתאימים יותר. בתי הגידול הפגיעים ביותר למינים פולשים הינם בתי גידול חוליים לאורך מישור החוף ובתי גידול לחים (צדי כבישים, גדות נחלים וכו'). בתי גידול אלה הם גם החשופים ביותר לסכנות הנובעות מפיתוח (דפור-דרור, 2010). לכן, באזורים אלה יש צורך עליון לערוך מעקב אחרי מינים פולשים ולבצע פעולות ביעור לפי הצורך. אי לכך, המשרד להגנת הסביבה פרסם רשימה צמחי הנוי הזרים הלא-רצויים בישראל (דפור-דרור, 2013). נושא המינים הפולשים חשוב ביותר גם בהקשר של מסדרונות ורשתות אקולוגיים בכדי למנוע התפשטות של מינים פולשים לאורך המסדרונות והצירים הירוקים בעיר.

מגוון ביולוגי ברמה האזורית: מסדרונות אקולוגיים ומרחבים ביוספריים

מסמך זה עוסק רובו ככולו בהיערכות של הרשויות המקומיות לשינוי אקלים. בהיבט של המגוון הביולוגי נכון וראוי להתייחס גם לתפקיד הרשויות האזוריות מכיוון שיצירת הקישוריות בין מערכות אקולוגיות ובתי גידול מחייבת חיבור בין המערכות בתוך המרחב העירוני לבין אלה המתקיימות מחוצה לו. התכנית הלאומית למגוון ביולוגי (ספריאל, 2010) מצביעה על חשיבותם של המסדרונות האקולוגיים בקנה מידה ארצי ככלים מרכזיים לשימור יכולתן של המערכות האקולוגיות לתחזק את המגוון הביולוגי שבהן. חשיבותם גדולה בעיקר בהקשר של היערכות לשינוי אקלים, שכן שינוי אקלים משמעותי עשוי לגרום להסטה של חגורות אקלים צפונה ומערבה עקב ההתחממות, וכתוצאה מכך לגרום לתנועה של מיני בעלי חיים וצמחים לאזורים בהם תנאי הסביבה דומים לאלה בהם הם מתקיימים כיום (ראו גם Thuiller, 2007). מערכות חקלאיות או יערניות ובוודאי שטחים מבונים עשויים להוות מחסומים שלא יאפשרו מעבר של אורגניזמים. מסדרונות אקולוגיים יאפשרו את מעבר המינים לאזורים מתאימים יותר. יצירה ושמירה על מסדרונות אקולוגיים במרחב העירוני תהווה חלק ביצירת הרצף של בתי גידול טבעיים במסגרת של מסדרונות אקולוגיים בקנה מידה ארצי. למרות כל האמור לעיל, התכנית למסדרונות אקולוגיים בקנה מידה ארצי (שקדי ושדות 2004) לא מתייחסת כלל לשינוי אקלים מכיוון שבעיני העוסקים בשמירת טבע, קיטוע בתי גידול ומינים פולשים נחשבים חשופים וצפויים יותר משינוי אקלים (ראה התייחסות לנושא זה בפרק 4.1). פתרון אחר לחיבור בין רשויות מקומיות לאזוריות בתחום של שמירת המגוון האקולוגי בפני שינוי אקלים הוא הקמת מרחבים ביוספריים, המכונים גם שמורות ביוספריות, שהינם מרחבים שמשלבים שימור משאבי טבע עם פיתוח זהיר ומושכל שאינו מכלה משאבים אלה (פיתוח בר-קיימא) (שטרן 2001). מטרת המרחבים הביוספריים היא לשמור על משאבי הטבע מול איומים כגון זיהום אוויר ומים, שינוי אקלים, מינים פולשים וקיטוע בתי גידול. הקמת מרחב ביוספרי נותנת הזדמנות ליצירת שיתוף פעולה של השלטון המקומי עם גופים ממשלתיים שונים ומספר רב של בעלי עניין לא סטטוטוריים (גסול, 2010), כפי שנמצא במרחב הביוספרי שהוקם ברמות מנשה ב-2011. מרחב ביוספרי נוסף הוקם בהר הכרמל ב-1996. היה ניסיון להקים מרחב ביוספרי בחבל לכיש שנכשל עקב חוסר שיתוף הציבור על ידי גופי התכנון (גסול, 2010). ב-2006 המועצה האזורית גולן פתחה במהלך לקדם את הגולן כמרחב ביוספרי. יוזמה אחרת של יידי כדור הארץ המזרח התיכון (2010) מקדמת מרחב ביוספרי סביב ים המלח בשיתוף פעולה בין ישראל וירדן כדי להציל את האזור מאיומים קיומיים, הכוללים שינוי אקלים.

פרק ו' - היערכות השלטון המקומי לשינויי אקלים בתחום התכנון והבינוי העירוני

ד"ר תמי טרופ אוניברסיטת חיפה

מבוא

שינויי האקלים מציבים בפני הרשויות המקומיות אתגרים ניהוליים מורכבים בהיערכות למצבי עקה, ביניהם עליה בעומס החום, עליה בשכיחות ובעוצמה של אירועי מזג אוויר קיצוני, עליה בריכוזי מזהמים, החרפת השפעות אי החום העירוני, החמרה בנזקי שיטפונות, עליה בתדירות הקריסה של תשתיות ביוב, ניקוז, מים וחשמל, עליה בתדירות של שריפות ועליה בתחלואה.

לעיצוב העירוני תפקיד חשוב בהפחתה ובהתאמה לתופעות המתרחשות כתוצאה משינויי אקלים. ערים יכולות להפחית את כמות הפליטות של גזי חממה תוך התמודדות עם בעיות סביבתיות נוספות, כגון זיהום אוויר, פסולת ותחבורה, ופיתוח כלכלי מקומי. מצד ההיצע, ערים יכולות לקדם שימוש במקורות אנרגיה חלופיים והפיכתם לאטרקטיביים יותר עבור הצרכן, ואילו מצד הביקוש, עיר מתוכננת טוב יותר, המצמצמת זחילה עירונית ופרוור, מעודדת עירוב שימושים, מבנים בני-קיימא ותחבורה ציבורית אטרקטיבית, עשויה להקטין את טביעת הרגל האקולוגית של העיר ובו בזמן לספק איכות חיים וסביבה טובים יותר לתושביה.

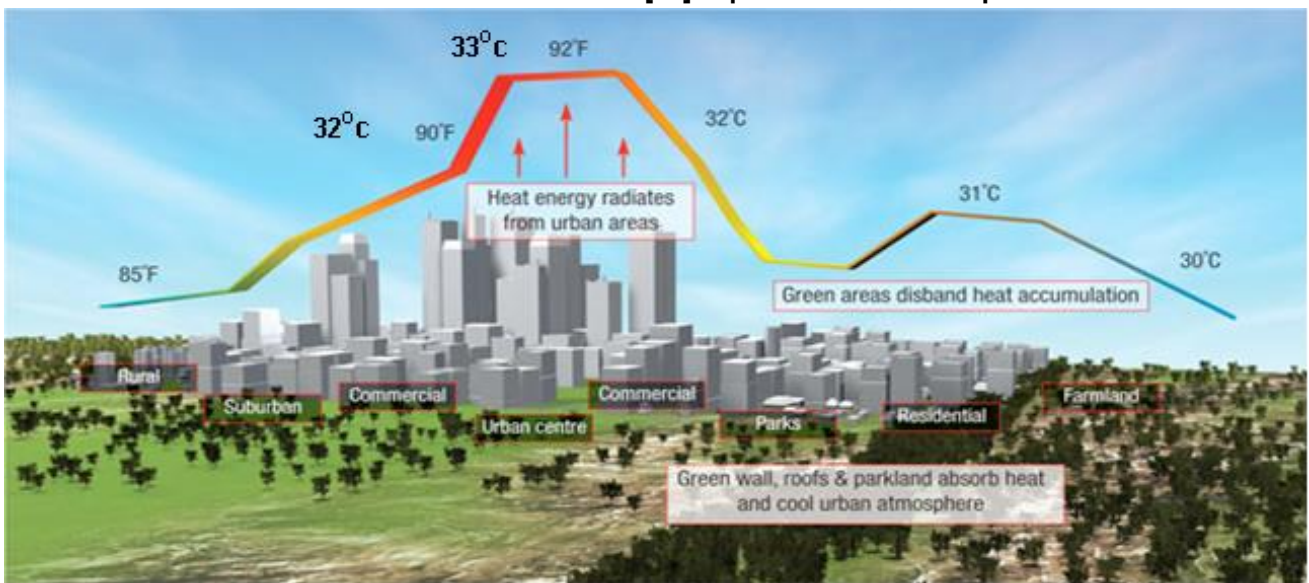
כבר היום ניתן ללמוד מניסיון של לא מעט ערים חלוצות ברחבי העולם שהחלו ליישם פרקטיקות "ירוקות" לבניית החוסן של קהילותיהן למצבי עקה אקלימית. בניית **חוסן קהילתי** משמעותה להכשיר קהילות לשאת, להתמודד, לנהל ולהתאושש במהירות ממגוון מצבי משבר אקלימיים. הדגש בבניית חוסן קהילתי הנו על שיפור **כושר הנשיאה האדפטיבי** של קהילות באמצעות הפחתת פגיעותן לשינויי אקלים.

פרק זה סוקר את השפעות שינויי האקלים על הסביבה העירונית ומציג את אסטרטגיות המניעה וההסתגלות העיקריות שראוי לנקוט בתחום התכנון והבינוי, במטרה למתן את השפעות שינויי האקלים. האסטרטגיות הנבחנות הן ברובן אסטרטגיות התאמה של "ללא חרטה", ומיעוטן הן של "חרטה מועטה". אסטרטגיות "ללא חרטה" כוללות שיפורים בניהול ההתמודדות עם שינויי אקלים או הפחתה בחשיפה לאיומים ידועים באמצעים כדוגמת מערכות חיזוי והתראה מתקדמות או הכללת היבטי האקלים המשתנה בפרויקטים הנדסיים.

מיקרו-אקלים עירוני

בניית ערים גורמת לשינוי קיצוני בתכסית פני השטח. לכך נוספת הפעילות האנושית הגורמת לפליטה מוגברת של גזי חממה. שינויים אלו גורמים להיווצרות 'אי חום עירוני', שבו שוררים תנאים מיקרו-אקלימיים השונים מאלו שבשטחים הפתוחים הסובבים את העיר. 'אי החום העירוני' הנו תופעה שמתבטאת בגרדיאנט טמפרטורה שהולך וגדל במעבר משולי העיר אל האזורים המבונים בצפיפות (ראה איור 1ז). התופעה מתבטאת בדרך כלל בעלייה בטמפרטורה קרוב לפני השטח וביצירת אזור חם מעליה, והיא מורגשת במיוחד בשכבת האוויר הכלואה בין פני הקרקע לקו גגות הבתים⁸. מלבד הגברת החום, תופעת 'אי החום' גם מאריכה את שעות עומס החום, כך שהגברת העקה האקלימית מורגשת לאורך פרק זמן ארוך יותר ביממה. מחקרים הראו, שבמהלך המאה ה-20, תופעת 'אי החום העירוני' הוחמרה והטמפרטורות במרכזי הערים עלו בשיעור גבוה יותר מאשר בשטחים הפתוחים הסמוכים.

איור 1 גרדיאנט טמפרטורה בין שולי העיר למרכזה. מקור: [60]



פגיעותה של האוכלוסייה לתופעת 'אי החום' נמצאת ביחס ישר לשיעור האוכלוסייה המתגוררת באזורים העירוניים. בישראל, שיעורה של האוכלוסייה העירונית עומד כיום על למעלה מ-90%, שהוא בין הגבוהים ביותר בעולם ואף נמצא במגמת עלייה. אי לכך, לתופעות של עקה אקלימית במרחבים האורבאניים יש השלכות על רובה המכריע של אוכלוסיית המדינה.

עוצמתן של תופעות עקה אקלימית במרחבים העירוניים תלויה בגורמים רבים, ביניהם:

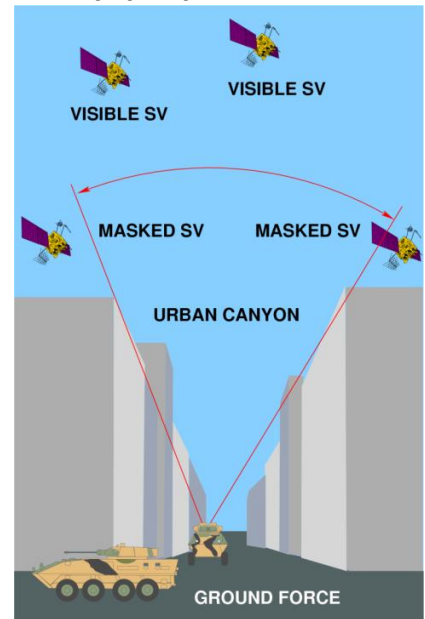
1. **פליטת חום אנתרופוגני** – הפעילות העירונית כוללת פעילות תעשייתית, תנועת כלי רכב, צריכת אנרגיה למיזוג ולהסקה ביתית, הפעלת מכשירים, תאורת רחובות וכיו"ב. כל הפעולות הללו כרוכות בייצור ובפליטת חום, אשר נאגר ומאוחסן בשעות היום בתוך מסת הבטון והאספלט בעיר, ומשתחרר בשעות הלילה בהיעדר אילוף סינופטי (כלומר, כשאין רוח חזקה). מרכיב החום האנתרופוגני תלוי בגודל האוכלוסייה ומשקף את אופי חיי החברה והכלכלה, את רמת החיים ואת הפעילות המסחרית והאנושית בעיר.

⁸ בתוך המרקם הבנוי (כלומר החופה העירונית), עוצמת ההתחממות אינה אחידה ומשתנה בהתאם לתכונות הסביבה המידית.

2. גודל ומסת השטח הבנוי - עוצמתו של אי החום העירוני מושפעת גם מגודל וצפיפות השטח האורבני. מרקם עירוני צפוף עם רחובות צרים ועמוקים מקטינים את ערכו של 'מקדם/גזרת חשיפת השמיים' (SVF - sky view factor) בהשוואה למרחב הכפרי הסובב.⁹

בצפיפות בינוי גבוהה נוצר 'אפקט הקניון' (ראה איור 2 ותמונה 1) המהווה 'מלכודת קרינה'. בעוד שבשטח הפתוח רוב קרינת השמש מוחזרת או נפלטת לאטמוספירה, בעיר היא מוחזרת או נפלטת למבנים אחרים, וחלק ממנה נבלע והופך לחום שנכלא ונאגר. המבנה המורפולוגי המגוון של העיר גורם גם להגדלת שטח הפנים של העיר, ולכן כמות גדולה יותר של קרינה קצרת גל פוגעת בעיר מאשר בשטח הפתוח.

איור 2 - היווצרות 'אפקט הקניון' בעיר. מקור: [49]



⁹ מקדם/גזרת חשיפת השמיים נמדד כחלק היחסי של כיפת השמיים הנראה מנקודה נתונה בתוך החלל. בעיר, ערך ה-SVF מחושב יחסית לנקודה בציר המרכזי של הרחוב, במפלס הרחוב.



3. **זיהום אוויר** - החלקיקים והגזים שנפלטים מהפעילות האנושית משנים את הרכב שכבות האוויר שמעל העיר. בשכבות אלו נוצר ריכוז גבוה של פחמן דו-חמצני, תחמוצות חנקן, גופרית דו-חמצנית ואירוסולים, אשר בולעים קרינה ארוכת גל שמוחזרת מפני הקרקע. העלייה בריכוז המזהמים גורמת, אמנם, להפחתת הקרינה הישירה שמגיעה לפני השטח, אך מנגד היא מגבירה את הפיזור בעיר של הקרינה החוזרת ושל הקרינה הנפלטת. לפיכך, שילוב 'אי החום העירוני' עם עלייה בריכוז המזהמים עלול לגרום לשכיחות גבוהה יותר של ימים בהם שוררים תנאים המסוכנים לבריאות הציבור בכלל ולאוכלוסיות פגיעות בפרט.
4. **חומרי בניה אוגרי חום** - העיר מתאפיינת בריבוי משטחי אספלט ומבני בטון וברזל, שהנם בעלי קיבולת חום גבוהה יחסית. חומרים אלו אוגרים חום בשעות היום ופולטים אותו בשעות הלילה, וע"י כך ממתנים את קצב ושיעור ההתקררות הקרינתית של העיר בלילה, בהשוואה לשטח כפרי פתוח.
5. **אטימות השטח** - כיסוי צמחיה, שקיים בשטחים פתוחים, גורם לקירור האוויר באמצעות אידוי מים מהקרקע ודיות מעלי הצמחים (evapo-transpiration). באזורים העירוניים, לרוב הפוטנציאל לקירור באידוי קטן בשל החלפת תכסית הצמחיה בחומרים אטומים. ככל שניקוז מי הגשם יעיל יותר, כך קטן האידוי מפני השטח.
6. **אלבדו (שיעור החזר הקרינה) נמוך של התכסית** - המרחב העירוני מתאפיין גם בריבוי של משטחים וחיפויים כהים, כגון אספלט, ששיעור החזר הקרינה שלהם נמוך.
7. **הפחתת מהירות הרוח** - עקב הבינוי, מופחתת מהירות הרוח באזורים אורבאניים בממוצע שנתי של כ-20% עד 30%, וגדלה שכיחות מקרי ה'שקט' (רוח חלשה מאוד של פחות מ-5 קשר) ב-5% עד 20%. העלייה בשכיחות מקרי השקט מאוד משמעותית - יותר זיהום אוויר, פחות אוורור, פחות פיזור והסעה של חום מוחשי, הצטברות חום באזורים מסוימים בעיר והגברת תופעת 'אי החום העירוני'.
8. **מצב סינופטי** - יציבות סינופטית מחמירה את עוצמת אי החום העירוני. אזורים בעלי מעט רוח טבעית ושמים בהירים רוב ימות השנה יהיו חשופים יותר להשפעת אי החום והיווצרות עומסי חום כבדים. תנאי יציבות אלו שוררים במרבית ערי החוף והמדבר בישראל - חיפה תל אביב, באר שבע ועוד. שינויי האקלים, הבאים לידי ביטוי גם בעליה בשכיחות ובעוצמה של אירועי מזג אוויר קיצוני בהם שוררים עומסי חום כבדים, מגבירים את ההשפעה של תופעת אי החום העירוני.
9. **מיעוט צמחיה ומקורות מים לאידוי** - אחד ממאפייני הסביבה העירונית הנו מיעוט צמחיה ביחס למרחבים הפתוחים הסובבים אותה. מאפיין נוסף הנו מיעוט מקורות מים לאידוי, כתוצאה מקיומן של

מערכות לניקוז ופינוי מהיר של המשקעים. לפיכך, שטחים בנויים מתייבשים מהר יותר משטחים פתוחים, אנרגיית שמש מועטה יחסית מושקעת בייבוש ובאידיוי, ורוב האנרגיה מושקעת בייצור חום. כתוצאה מהנ"ל, היקף המרת קרינת השמש בעיר לחום כמוס הנו מצומצם יחסית, ורוב קרינת השמש תורמת לחום מוחשי ולטמפרטורות גבוהות יותר. היחס בין חום מוחשי לבין חום כמוס מכונה 'יח **בוהן**' - יחס זה בעיר גדול יותר מאשר במרחב הכפרי הפתוח והוא תמיד בעל ערך חיובי. ריבוי צמחיה עוזר למתן את טמפרטורת השטח על ידי הצללה וכיסוי הקרקע, ואילו מיעוט הצמחייה תורם גם לכך שבאוויר שמעל העיר יש ריכוז גבוה של פחמן דו-חמצני.

השלכות שינויי האקלים ו'אי החום' על הסביבה העירונית

לשינויי האקלים בכלל, ולתופעת 'אי החום העירוני' בפרט, יש שורה ארוכה של השפעות סביבתיות, כלכליות וחברתיות, חלקן שליליות וחלקן חיוביות. בין ההשפעות השליליות ניתן למנות את הבאות:

- 1. הכבדת עומס החום באזורים קרובים לים ובעלי לחות יחסית גבוהה או באזורים בעלי אקלים חם** - אמנם עם העלייה בטמפרטורה, פוחתת הלחות היחסית הממוצעת בעיר, אולם עומס החום לא פוחת בהרבה. המשמעות הנה הגדלת אי הנוחות האקלימית בכל ערי החוף של ישראל, בהן מרוכזת מרבית האוכלוסייה.
- 2. הגדלת צריכת האנרגיה** - הגברת עומס החום בערים מגדילה באופן ישיר את צריכת האנרגיה. מחקרים מראים שצריכת האנרגיה בערים יכולה לעלות ב-5% עד 10% מהממוצע הארצי, ובשעות שיא, צריכת האנרגיה יכולה אף לעלות על ההספק שמסוגלת חברת החשמל לספק.
- 3. צמצום פליטות** - הגדלת צריכת האנרגיה, במיוחד בישראל, בה מרבית החשמל מופק בתחנות כוח המוזנות בדלק מאובנים, תורמת להגדלת פליטת גזי החממה וחומרים מסוכנים אחרים (SOX, NOX). עומס החום מביא גם לצמצום התנועה הרגלית לטובת שימוש מוגבר בכלי רכב בתוך הערים, גורם התורם להתחממות והעלאת אחוז פליטת המזהמים בעיר.
- 4. פגיעה באיכות החיים ובבריאות** - הגברת עומס החום מקשה על החיים בעיר, פוגעת באיכות החיים, מגבירה את הסיכון הבריאותי הגלום בגלי חום, זיהום אוויר ואירועי אקלים קיצוניים אחרים, וכן מגדילה את ההסתברות להתפרצות של מחלות ומזיקים, את היקף תפוצתן ואת חומרתן.
- 5. שינויים בתפוצה של מינים פולשים / מזיקים** - הן כתוצאה ישירה של השינויים האקלימיים והן כתוצאה עקיפה של פגיעה במגוון הביולוגי ושריפות.
- 6. הגדלת כמות המשקעים (יותר אירועי ברד וסופות רעמים מעננות ערמיתית) במורד הרוח היוצאת משטח עירוני** - העיר תורמת חום (אנרגיה), קונבקציה, גרעיני התעבות (אירוסולים) שמסייעים ליצירת טיפות גשם גדולות בענן, ותורמת גם להגדלת אי היציבות של גוש האוויר העובר מעליה. עם זאת, יש לציין, שקיימת גם סברה שדווקא ריבוי אירוסולים מעל לעיר עשוי לתרום להיווצרות עננות שכבתית בעלת טיפונות קטנות, שמשמעותן היא דווקא הפחתת כמות הגשם.
- 7. עליה של מפלס פני הים** - תרחישים של עליית מפלס האוקיינוסים בעולם נעים בין הקצב הנוכחי של 10 ס"מ לעשור לבין 10 ס"מ לעשור (קיימים גם תרחישים קיצונים הרבה יותר). כמו כן, נצפתה עליה בתדירות סערות גלים שגובה גליהן מעל ל-3.5 מ' וסערות חריגות שגובה גליהן היה מעל ל-6 מ'. סערות אלו גורמות לנזקים כבדים למתקני חוף, למרינות, לנמלים ולשוברי גלים, וגורמות גם להצרה של רצועת החוף ולהרס של המצוק החופי. העלייה של מפלס הים לא מתבטאת רק בפעילות ישירה של גריעת החוף, כי אם גם ביצירת תנאי נגישות לגלי הים להגיע לקטעי חוף רדודים כבר בזמן סערות חלשות יחסית, ולגרוע בתחתית המצוק החופי - מצב שהתרחש קודם לכן רק בזמן סערות חזקות מאד ובעת אירועי נחשולי סער (storm surge). על פי רוזן (2003, 2011), אם לא יינקטו אמצעי הגנה בחוף הישראלי, עליית מפלס הים צפויה לגרום להגברת קצב הנסיגה של קו המים מזרחה ולפחות זמנית להצרה של החופים לרגלי המצוק החופי, להמשך ההרס במצוק החופי ולהשתנות צדודית החוף המקומית. הצפי הנו שהחוף החולי יאבד מרחבו 2-10 מ' עבור כל עליה של 10 סנטימטרים בגובה פני הים. עליית מפלס הים צפויה גם לגרום לעלייה במשכי זמן ההצפה של אזורי חוף רדודים ולחדירת מי ים אל תוך מוצאי נחלים. עוד השפעה של עליית מפלס הים הינה המלחה נוספת של האקוויפר החופי. במצב הנוכחי של גירעון במי התהום עקב שאיבת יתר של עשרות שנים, האקוויפר החופי כבר נפגע עקב חדירת הפן הביני מזרחה, וכל תוספת בהתקדמות מזרחה רק תרע את המצב. כהשפעה נוספת של עליית מפלס הים ניתן לציין את ההשפעה הכלכלית, היות ונסיגה של קו החוף

תפגע בתיירות ובפעילות הנופש והקיט, תגדיל את עלויות התחזוקה השוטפת ותחייב הסטת פעילויות ומבנים מזרחה לקו החוף הנוכחי. השקעת משאבים תידרש גם בהגבהת מבנים חופיים וחיזוקם, בהגבהת רציפים בנמלים, בבריכות השקטה ובמעגנות. כמו כן, עליית מפלס הים תגרום להקטנת גרדיאנט הזרימה של מוצאים ימיים ולהגברת שיקוע סדימנטים בפתחי נחלים, תופעות שיחייבו השקעת משאבים ניכרים לתיקון המצב.

8. **פגיעה במערכות תשתיות** – השלכות שינויי האקלים על תשתיות אינה ברורה כל צרכה. עם זאת, ניתן לצפות שעליה באי הודאות במזג האוויר, עלייה בתדירות התרחשותם של אירועי קיצון, עליית פני הים ושינויים במפלס מי התהום יפגעו בתפקוד ובקיבולת של מערכות הניקוז, מערכות השאיבה והטיפול בשפכים ותחנות כוח חופיות, וכן יגבירו את הסיכון לזיהום והמלחה של מקורות מים.
9. **בליה ושחיקה מואצת של חומרי בניה והגדלת הליקויים בדרכים ומדרכות** - העמידות של משטחים מרוצפים ושל מדרכות פוחתת ככל שהטמפרטורה ורמת הקרינה עולות, בשל הגדלת הדחיסות של החומרים בחום גבוה. כמו כן, עליית פני הים, מגבירה את סכנת ההצפה של מנהרות.
10. **הגדלת השכיחות של זהום אוויר/ערפיח בקיץ** - מחקר שנערך בלוס אנג'לס מצא שעד לטמפרטורה 21 מעלות צלזיוס ריכוז הערפיח נמוך מסף התקן הלאומי, אולם על כל עליה של 1 מעלת פרנהייט ההסתברות לערפיח עולה ב-3% (לדוגמא, עליה מ 89 ל 90 מעלות פרנהייט, קרי, מ 31.6 ל 32.2 מעלות צלזיוס, ההסתברות עולה ב 3%).
11. **יותר אירועי ערפל בחורף** - וגם משך הערפל בעיר הנו ארוך יותר בשל ריבוי האירוסולים.
12. **התגברות סכנת שריפות** – עליה בטמפרטורות ושינויים במשטר המשקעים והרוחות עלולים להגביר את סכנת השריפות ונזקיהן הפוטנציאליים ולהגדיל את עלויות אספקת שירותי החירום.
13. **התגברות סיכונים מאירועי רוח קיצוניים** – התגברות אירועים של רוחות בעוצמות גבוהות מגדילה את הסיכונים לנפש ולרכוש.
14. **בלאי מואץ** – העלייה בטמפרטורה ובתדירות ועוצמת אירועי הקיצון מובילה לבלאי מואץ של מבנים ותשתיות ולהגדלת עלויות התחזוקה.
15. **הגדלת אי הוודאות התכנונית** – שינויי האקלים עשויים להוביל לצורך לבחון מחדש פריסה מתוכננת של שימושי קרקע, להגדיל את ממד אי הוודאות בתכנון ארוך טווח של מבנים ותשתיות, ולהכביד על תקציב הרשות עקב צורך להתאים מבנים ומערכות ולתגבר שירותי חירום.
16. **עלויות נוספות לרשות המקומית** – שינויי האקלים מטילים נטל כלכלי נוסף על הרשויות עקב פגיעה ברכוש פרטי וקהילתי והגדלת פרמיות הביטוח.

אל מול שורת ההשפעות השליליות שנמנו לעיל, ניתן לייחס לתופעת 'אי החום העירוני' מספר השפעות חיוביות, ביניהן:

1. **ירידה בשכיחות אירועי קיפאון בחורף** – כך לדוגמא, בטוקיו ובלונדון, הצטמצמה תקופת הקיפאון ב-2-3 שבועות ביחס לשטח הכפרי. יש לכך היבט חיובי באזורים קרים בקווי רוחב גבוהים (פחות צורך בהסקה בחורף, פחות שיבושים בשגרת החיים, פחות תאונות, פחות פגיעה בקולטי שמש ובצנרת מים ועוד).
2. **סיכוי קטן ביותר להיווצרות אינברסיה קרינתית קרקעית מעל לעיר** - בניגוד לשטח הכפרי הפתוח, ששם בלילות חורף בהירים וציבים יכולה להתפתח אינברסיה קרקעית, הרי שהעיר חמה יותר בשל 'אי החום העירוני', ולכן בסיס האינברסיה הקרקעית של השטח הפתוח מועתק בעיר כלפי מעלה. בשכבה התחתונה בעיר (בניגוד לשטח כפרי פתוח) יש בלילה מפל טמפרטורה חיובי ולא אינברסיה, ויש לכך אפקט חיובי, שמעודד עירבוליות תרמלית ומיהול ופיזור מזהמים בנפח גדול יותר.
3. **פריחה מוקדמת של עצים ופרחים** בעיר ועונת גידול ארוכה יותר.

אסטרטגיות לבניית כשירות / חוסן עירוני לשינויי אקלים

המשמעות של שינויי אקלים והשפעתם על העיר כוללת את המארג העירוני, הסביבה הפנימית, התשתית העירונית, השטחים הפתוחים, הנוחות התרמית והשימוש בחללי חוץ ופנים.

בעת גיבוש מדיניות תכנונית להתמודדות של ערים עם שינויי אקלים ועם התגברות תופעת אי החום העירוני, יש להתייחס לשני היבטים שיש ביניהם יחסי גומלין: **הפחתת צריכת האנרגיה בבניינים** ופליטות גזי חממה (Mitigation) ו**הסתגלות לשינויי האקלים הצפויים** (Adaptation). הפחתת צריכת אנרגיה ופליטות גזי חממה במבנים כרוכה בין היתר בשינויים בתכנון, הבניה, הניהול והשימוש בבניינים. שינויים אלו צריכים להתייחס לא רק להיבט של צמצום הפליטות, אלא גם לנושא הקיימות כולו, המשלב בין סביבה, רווחה וכלכלה [1]. 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, קביעת תקנות בניה ותכנון מבנים עמידים בפני אסונות, הגנה על תשתיות ושירותים קריטיים, פיתוח מערכות התרעה מוקדמת, וכבסיס לכל אלו – מימון [2].

נקיטה צעדי הסתגלות, בד בבד עם צעדי הפחתה, הנה חיונית 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 ולצמצומן. רוב התועלת של ההפחתה לא מורגשת מידית אלא לאחר כמה עשורים, ולכן הסתגלות נדרשת כדי להתמודד עם השפעות בהווה ובעתיד הקרוב. לכן, ללא הפחתה, ההשפעות של שינויי האקלים יצמצמו באופן משמעותי את האפקטיביות של ההסתגלות [2]. יש לציין, כי במקרה הפרטני של מדינת ישראל, הפחתה מוחלטת של פליטות גזי חממה לא תתרום באופן מהותי להאטת שינויי האקלים הגלובליים, עקב חלקה המזערי יחסית של ישראל בכמות הפליטות העולמית. בעשורים האחרונים יש עליה בפעולות הננקטות בערים בעולם כתגובה לאתגרי 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 שעלו כבר 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 בדרך כלל בהקשרים וברבדים שונים, וחשוב לגשר על הפער ולהסתכל על שני הנושאים כשני צדדים של אותו מטבע [2].

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, ועוד). בנוסף, מיקום העיר או השכונה, וכן המערך העירוני הנם בעלי השפעה רבה על יצירת מיקרו-אקלים בעיר - מורפולוגית העיר ואוריינטצית הרשת האורבנית משפיעות על הצללה וחשיפת הרחובות והשטחים הפתוחים לשמש ולרוח, אך יחד עם זאת גם על אגירת החום. כמו כן, תכנון עירוני כדוגמת תכנון רגיש מים (תר"מ), יכול לעזור בהתמודדות עם עליית הטמפרטורות וההתייבשות הצפויה.

האתגרים הנובעים מהקצב המהיר של תהליכי העיר, מקשים מצד אחד על התגובות לשינויי האקלים, אולם מאפשרים, מצד שני, הזדמנויות רבות לגבש אסטרטגיות כוללות של הסתגלות והפחתה. לרשויות המקומיות ולגורמי תכנון, כמו משרד הפנים ומשרד הבינוי והשיכון, יש תפקיד מרכזי בפיתוח אסטרטגיות אלו. בדרך זו,

שינויי האקלים עצמם יפתחו הזדמנויות לשפר את השלטון המקומי ולעודד את המימוש של צדק חברתי וכלכלי במרחבים האורבניים, העומד בבסיס הרעיון של פיתוח בר-קיימא.

בהתמודדות עם שינויי אקלים בכלל, ועם תופעת אי החום העירוני, בפרט, על הרשויות המקומיות לפעול במספר מישורי הפחתה והסתגלות עיקריים, כמפורט להלן:

הערכת סיכונים (הסתגלות)

רשויות מקומיות צריכות לבצע בהקדם בחינה והערכה של הסיכונים הגלומים בשינויי אקלים לכל יישוב עירוני ולסביבתו הקרובה. על הרשויות לבחון תרחישים שונים של שינויי אקלים, לזהות את האיומים העיקריים לגורמים שונים, להעריך את הסתברותם וחומרתם של איומים אלו, לקבוע סדר עדיפות להיערכות לקראתם, ולבחון אסטרטגיות לניהולם. כמו כן, על רשויות לזהות ולמפות אזורי סיכון להמשך פיתוח ובינוי, כגון פשטי הצפה של נחלים, מצוק חופי וכיו"ב. במקביל, על הרשויות להתחיל ולהטמיע צעדי הפחתה והסתגלות לתוך תהליכי התכנון האסטרטגי שלהן.

ב-2008 נערך מחקר רחב היקף באזור Western Port Region **בויקטוריה, אוסטרליה**, שבמסגרתו זוהו והוערכו סיכונים עתידיים מהצפה ושריפה כתוצאה משינויי אקלים.

מתוך כ-200 סיכונים שזוהו והוערכו על פי שורה של תבחינים, נקבע סדר עדיפות לטיפול ב-10 סיכונים. שעבורם נקבעו 30 צעדי היערכות קונקרטיים. מקור: [59].

צמצום מקורות החום האנתרופוגני (הפחתה)

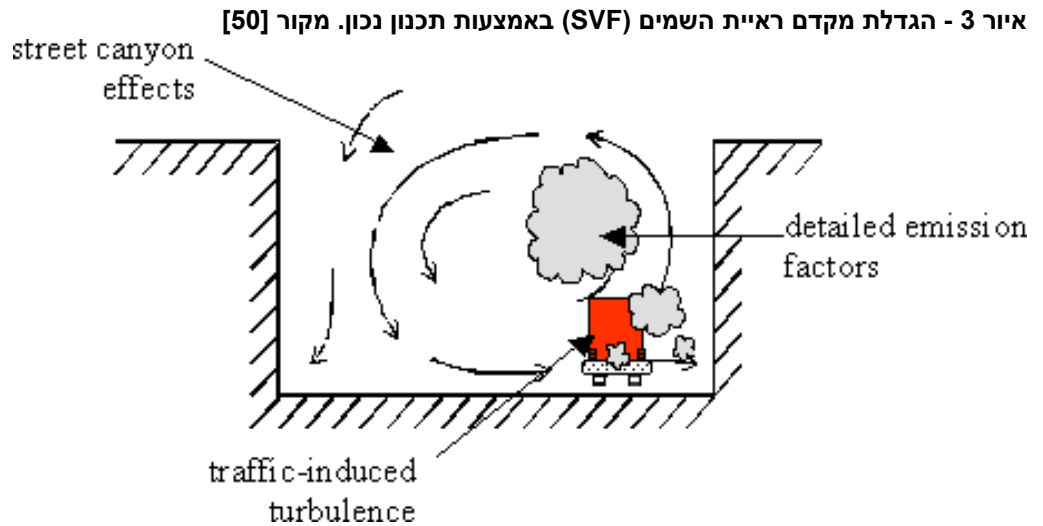
אחת מאסטרטגיות הפעולה המהותיות ביותר הנה הפחתת החום הנפלט מפעילויות המתרחשות בסביבה העירונית. לשם כך, ניתן לנקוט בשורה ארוכה של צעדים לשיפור היעילות האנרגטית במבנים, רחובות ותשתיות, להקטנת השימוש ברכב, להגברת השימוש בתחבורה ציבורית ועוד (ראה הרחבה במסגרת הדיון בבניה בת-קיימא).

צמצום ממדי השטח המפותח (הפחתה)

התכנון העירוני צריך להדגיש צמצום של תופעת הזחילה העירונית והפרוור, באמצעות ציפוף עירוני מושכל ויצירת ערים אטרקטיביות המעודדות עירוב שימושים ותחבורה ציבורית יעילה.

הגדלת מרווחים בין מבנים גבוהים ומיתון 'אפקט הקניון' (הפחתה)

צפיפות בנייה גבוהה, השומרת על מרווחים נאותים בהתאמה לאקלים [62] ושטחים פתוחים בין המבנים, מאפשרת להגדיל את ערכו של מקדם ראיית השמים (SVF), למתן את 'אפקט הקניון' ולהפחית את הפרש הטמפרטורה שבין המרחב הכפרי הפתוח לבין העיר. תכנון נכון של חתך הרחוב יתרום גם להגדלת פוטנציאל האוורור בעיר ולפיזור מזהמים וחום מוחשי (ראה איור 3).



הגדלת האלבדו ושימוש בחומרים בעלי קיבולת חום נמוכה (הפחתה)

בשימוש בחומרים ובחיפויים בעלי מקדם החזר גבוה וקיבולת חום נמוכה (כדוגמת דרך הגישה לבית בתמונה 2) גלומה תרומה כפולה למיתון תופעת אי החום העירוני. מצד אחד, משטחים אלו יכולים להוריד את הטמפרטורה הסביבתית ולהפחית את הסיכוי לערפילי, ומצד שני הם מתאפיינים בעמידות גבוהה יותר (פחות שחיקה ופחות ליקויים).

תמונה 2 - דרך גישה מבטון בהיר בעל מקדם החזר גבוה וקיבולת חום נמוכה במיוחד. מקור: [48]



שיפור האוורור (הפחתה)

באמצעות תכנון עירוני ניתן לנצל את 'אי החום העירוני' לצורכי אוורור - בלילות יציבים ללא אילוך סינופטי נוצר הפרש לחצים (תרמי) בין מרכז העיר החם, שבו לחץ נמוך יותר, לבין שולי העיר הקרים יותר שבהם

לחץ גבוה יותר. במצב זה, יכולה להתפתח זרימת אוויר משולי העיר אל מרכזה - מנגנון שמכונה 'בריזה עירונית'. תכנון פרודדורי זרימה חופשיים של אוויר משולי העיר אל מרכזה, יאפשרו לנצל את 'הבריזה העירונית' לצורך אורור ולצורך פיזור חום מוחשי ומזהמים. בתכנון זה יש להביא בחשבון את כיוון ציר הרחוב יחסית לכיוון הרוח.

ריבוי שטחים פתוחים וצמחיה (הפחתה + הסתגלות)

לשטחים פתוחים לסוגיהם, וגם לעצי רחוב, יש תפקיד חשוב בהגדלת פוטנציאל הקירור באידיוי מהקרקע ומעלי הצמחים (דיות). אמצעי נוסף בתחום זה הנו ה'גג הירוק' (ראה הרחבה בהמשך), אשר כולל שכבת אדמה רטובה וכיסוי צמחיה על גגותיהם של מבנים. עם זאת, חשוב לציין, שקצב האידיוי-דיות מקרקע רטובה וצמחיה מושפע מהיחס בין שטח 'ירוק' לבין סה"כ פני השטח שגובל בחלל הרחוב, כולל קירות (שבדרך כלל 'יבשים').

הצללה (הסתגלות)

הצללה היא אחת האסטרטגיות לצמצום עומס החום בערים והגברת אפקט האואזיס. אחת משיטות ההצללה הבולטות ביותר היא **שתילת עצי צל** לאורך רחובות, על פי רוב ברצועת העזר או בשולי המדרכה (ראה איור 4ז). המטרה המרכזית הנה להגדיל את כמות ההצללה הכוללת בעיר, להשיג כיסוי רציף של צל באזורי תנועה רכה (הולכי רגל ורכבי אופניים) ואזורי המתנה (תחנות אוטובוס, מעברי רחובות), ולהגדיל את ההצללה על בניינים וסביב בתי עסק הדורשים תנועת בני אדם לצורך מסחר.

איור 4 - כיסוי רציף של עצי צל לאורך רחובות ובאזורי 'תנועה רכה' פרט בבולטימור. מקור: [52]



לשימוש בעצים לצורך הצללה יתרונות רבים: עצים מקטינים את עומס החום ואת 'יחס בוהן' (עצים מורידים את הטמפרטורה בשיעור גבוה יותר מזה שבו הם מעלים את הלחות היחסית, ובאופן זה חלק גדול יותר מקרינת השמש מתורגם לחום כמוס ופחות לחום מוחשי); עצים פולטים חמצן ובולעים פחמן דו-חמצני מהאוויר; עצים מטילים צל על מבנים ומקטינים את כמות הקרינה הנקלטת בקירותיהם (עדיפות לעצים נשירים); הצללה מעצים מעודדת תנועה רגלית ורכיבה על אופניים; נוף העצים בולע רעש ומאפשר יצירת

הפרדה בין אזורי שימוש שונים; עצים משפרים החדרת מי גשמים לקרקע; עצים מאפשרים התפתחות בעלי חיים בעיר; עצים תורמים לריכוך המראה החד והקשה של הרחוב העירוני ויוצרים תחושה רגועה יותר של המרחב הפתוח. עוד חשוב להדגיש, שריבוי עצים בתא שטח אחד מגדיל את סיכויי ההצלחה של עצים לשרוד בצעירותם, תורם לחיסכון במים בשל ההצללה ההדדית שיוצרים העצים ומשפר את אגירת המים בקרקע.

חרף היתרונות הגלומים בשתילת עצי צל, יש להביא בחשבון שאסטרטגיה זו כרוכה בעלויות גבוהות ובקושי לוגיסטי בלתי מבוטל. במשך השנים הראשונות לשתילת עץ יש לספק לו הגנה פיזית (תמיכה) והשקיה (ברוב האזורים). עצים דורשים גם רוחב מינימאלי של מדרכות, שכן הם זקוקים לשטח של לפחות 1 מ"ר של קרקע בלתי מחופה סביב הגזע על מנת לאפשר צימוח טבעי של הגזע ובסיס השורש. כמו כן, יש צורך בגיזום לאחר שהעץ מגיע לבגרות.

על מנת להגדיל את כיסוי הצל העירוני ואת מספר העצים בעיר, על הרשויות המקומיות להקדיש מאמץ מיוחד באיתור שטחים פתוחים המאפשרים שתילה. במקרים מסוימים ראוי לקבוע חוקי עזר עירוניים שיחייבו בעלי חלקות שאינן מאוכלסות לשתול עצים במימון העירייה. פרויקט כזה לדוגמא, הוא פרויקט 'עץ נולד' של החברה להגנת הטבע באזור תל אביב. ניתן גם לקבוע חוקי עזר שיעודדו שתילת עצי צל בתחומי מגרשים לבינוי לאורך הפאות הגובלות ברחובות בעלי מדרכות צרות. עוד ראוי לשקול שילוב הצללה מלאכותית באמצעות חומרים טבעיים לצד העצים הצעירים, שתוסר עם הגיע העצים לבגרות (ראה דוגמה בתמונה 3).

שילוב הנחיות הצללה ברורות ונקודות 'זכות' למבנה 'ירוק'¹⁰ יקדמו מאוד את השימוש בצל במבנים קיימים וחדשים. בהיבט רחב יותר, יש להשתמש בעקרונות התכנון התרמי בתכנון שכונות וערים. על ידי תכנון אזורי מגורים שלמים בראייה אנרגטית, ניתן יהיה להגיע לרמת יעילות אנרגטית מרבית על ידי ארגון תאי שטח שלמים ביחס לקרינת השמש ושימוש הדדי בצל המבנים לצורך הצללת דרכי גישה, אזורי פעילות וכדומה.

¹⁰ לפי ת"י 5281 - התקן לבנייה ירוקה: <http://www.sii.org.il/135-2470-he/SII.aspx>

תמונה 3 - אמצעי הצללה מלאכותיים המותקנים לאורך רחוב צר בסינגפור. מקור: [53]



ריבוי גופי מים (הסתגלות)

ריבוי במזרקות ובגופי מים יתרמו אף הם לשיפור 'יחס בوهן' (ראה דוגמה בתמונה 4). עם זאת, תנאי בסיסי לקיומם ויעילותם של גופי מים הוא אקלים חם ויבש. עלייה בלחות באוויר מנטרלת את מערכות הקירור באידוי ואף מחריפה את עומס החום בשל השילוב של טמפרטורה ולחות גבוהות.

תמונה 4 - גוף מים לאורך רחוב בסינגפור. מקור: [54]

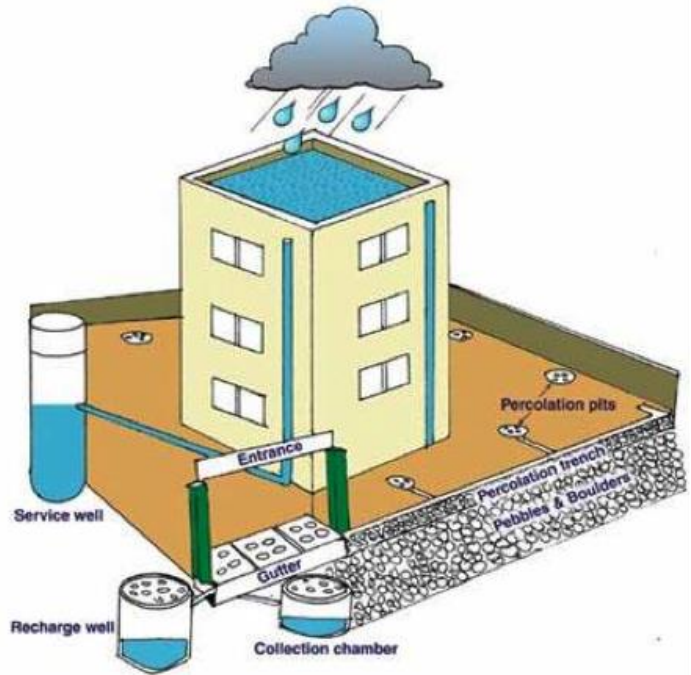


תכנון רגיש למים (תר"מ)¹¹ (הפחתה + הסתגלות)

כפי שצוין כבר בפרק המים, ניהול נגר עילי באזורים עירוניים נועד להקטין שכיחות, עוצמה ונזקים של הצפות, לשמר את הקרקע, להעשיר את מי התהום, להקטין ריכוזי מזהמים במים, ולהגדיל את היצע המים להעשרת הצמחייה בעיר וליצירת גופי מים למטרות נוי ונופש.

השיטות והאסטרטגיות לניהול נגר עילי כוללות: (1) איסוף או קציר מי גשמים מגגות ומפני שטח (ראה איור 5); (2) תפיסת מי נגר עילי ושיטפונות, אגירתם במאגרים קטנים והחדרתם למי התהום; (3) תכנון שימושי קרקע, החל ממיקום של שכונות ותשתיות, וכלה במיקום שטחים פתוחים, מבנים וחצרות, המתחשבים במערכת הגיאואידרולוגית של המקומית והאזורית, ובאפשרויות להשהיית הנגר, טיובו והחדרתו לקרקע.

איור 5 - אמצעים לקציר מי גשמים ותפיסת מי נגר ברמת המבנה והמגרש. מקור: [55]



גגות 'ירוקים' (הפחתה + הסתגלות)

גג ירוק או גג מגון הוא גג נושא צמחייה (ראה תמונה 5). הוא מיושם על ידי הנחת תשתית המאפשרת אחיזה של חומרי הזנה ומים לצמחייה והגנה למבנה מפני חדירת שורשים. בנוסף ליתרונות קיום צומח שצוינו בפרק הקודם, לגגות ירוקים יש גם תרומה אסתטית למבנה ולמרחב העירוני וגם תרומה להגברת הבידוד של המבנה ולחיסכון בצריכת אנרגיה. גג ירוק תורם גם להשהיית נגר עילי, העשרת המגוון הביולוגי ולסינון רעלים ומזהמים מהאוויר וממי גשם.

¹¹ פרק ג' במסמך זה דן בהרחבה בהיערכות היישובים העירוניים בתחום משאבי המים, לרבות בתחום של ניהול נגר עילי ותר"מ.

תמונה 5 - גג ירוק בשטח של 2,000 מ"ר של מבנה בית ספר בעיר שפילד, אנגליה. זהו הגג הראשון באנגליה שזכה לתואר 'שמורת טבע מקומית', בשל המגוון הביולוגי יוצא הדופן שלו. מקור: [56]



ניצול המרחב התת-קרקעי (הפחתה + הסתגלות)

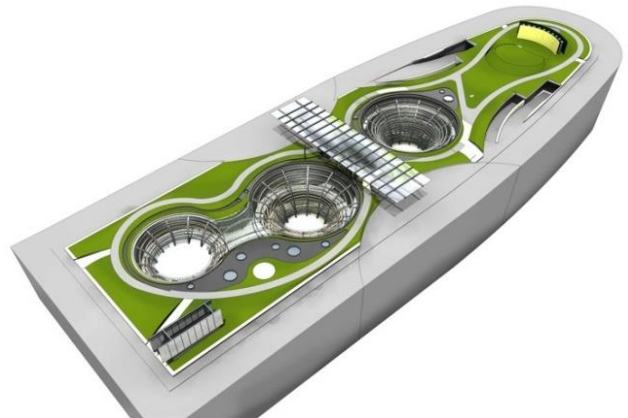
הפעילות בתחום הבניה בתת הקרקע בעולם הולכת וגוברת, ומונעת על-ידי המחסור בקרקע זמינה לבניה בעיקר באזורי ביקוש, עליית מחירי הקרקע, מחסור בשטחים פתוחים, חוסר נוחות אקלימית, ודרישה גוברת לקידומו של פיתוח בר-קיימא. בישראל, מצטרף לכך הצורך לנצל את תת הקרקע למטרות הגנה לאזרחים ולמתקנים אסטרטגיים.

השימוש בתת-הקרקע אפשרי לתכליות רבות (ראה לדוגמה תמונות 6 ו-7), ביניהן: מיגון; שירותי ציבור; תעשייה; מסחר; תשתיות תחבורה, מים, ביוב, ניקוז, תקשורת, ואנרגיה; קווי דלק וגז; תחנות כוח ומתקני חשמל; מרכזי תחבורה; כריית חומרי גלם; איגום מים; חניה; אחסון פסולת ביתית, רעילה ומסוכנת; אחסון מסחרי; תרבות ובידור; נופש ופנאי, ובמגבלות מסוימות – גם מגורים. המגמות בתחום מלמדות כי השימוש בתת הקרקע צפוי להמשך התפתחות מהירה, ונראה כי בטווח הארוך, יהפוך מרחב האפשרויות לניצול תת הקרקע לכמעט בלתי מוגבל.

הבינוי בתת הקרקע מגלם בתוכו מגוון תועלות סביבתיות, שרבות מהן קשורות בהפחתת/מניעת השפעתם של גורמי עקה סביבתית הקשורים בשינויי אקלים ובתופעת אי החום העירוני. הבינוי בתת הקרקע מאפשר לצמצם את נפח וצפיפות הבינוי מעל הקרקע, מאט את זחילת הפיתוח אל המרחבים הפתוחים ומאפשר להקצות יותר שטחים פתוחים במרחב האורבאני. צמצום היקף השטחים הסלולים והמבונים בעיר מחד, והגדלת היקף השטחים הפתוחים מאידך, משפרים את הנוחות האקלימית ומקטינים את תופעת 'אי החום העירוני'. תרומה פוטנציאלית נוספת למיתון העקה של אי החום העירוני טמונה במנהור נתיבי תנועה באזורים אורבאניים המסייע בהפחתת פליטות של מזהמים לאוויר בסמיכות לריכוזי אוכלוסייה. שימוש נוסף שניתן לעשות במרחב התת-קרקעי לנוכח העלייה בתדירות של אירועי גשם קיצוניים, הנו ניקוז ותפיסת זרם עילי ואגירתו בתת-הקרקע למניעת הצפות באזורים מבונים בצפיפות.

תכליות הממוקמות בתת הקרקע נהנות גם ממגוון יתרונות שמספקת סביבה אקלימית יציבה זו, ביניהן בידוד מתנדודות אקלימיות, מתנאי אקלים קיצוניים, מאסונות טבע ומזיהום אוויר, שבא לידי ביטוי בצמצום צריכת האנרגיה לשמירת נוחות אקלימית ולאחסון. התנאים היציבים והמבודדים מקטינים גם את הבלאי של מבנים ומתקנים, מאריכים את 'חיי המדף' של מוצרים ומביאים לחיסכון בחומרי גלם.

תמונה 6 - גן ציבורי ייחודי מעל מרכז קניות ובידור רחב ידיים בלב סנטה פה במקסיקו, מרכז הקניות נהנה מחדירה של אור טבעי. מקור: [57]



תמונה 7 - ניצול המרחב התת-קרקעי בשילוב גגות ירוקים. מקור: [58]



בשנת 2009 הוחל בהכנתה של תכנית מתאר ארצית למיגון ולניצול המרחב התת-קרקעי (תמ"א 40) ביוזמת מינהל התכנון. תהליך קידומה של התכנית, שהכנתה למעשה הושלמה, הוקפא בשנת 2012. לנוכח החשיבות הגלומה בניצול המרחב התת-קרקעי, הן להפחתה של עוצמת התופעה של אי החום העירוני והן להסתגלות אליה, זאת בנוסף למטרות הרבות הנוספות שאסטרטגיה זו משרתת, ראוי להמשיך בקידומה של התכנית ולהביאה לידי אישור.

הקמת אזורי חיץ להגנת ישובים משריפות (הסתגלות)

שינויי האקלים מלווים גם בעליה בהסתברות לשריפות. פעולת מניעה חשובה בכיוון זה הנה שמירת אזורי חיץ דליל-צומח סביב אזורי יישוב, אשר יטופלו באופן שוטף באמצעות רעיה וטיפולים יערניים אחרים. שמירת רצועות חיץ אלו תקל גם על נגישות כוחות הכיבוי וההצלה.

יש לציין כי המלצות לביצוע אזורי חיץ קיימות לפחות מ-1990 (הוכנו בעקבות השריפה בכרמל ב-1989), והם עודכנו במהלך השנים שוב ושוב, לרבות לאחר השריפה הגדולה בכרמל בדצמבר 2010. יש לפעול מיידית לתקצוב ויישום הקמת אזורי חיץ מסביב לכל היישובים הזקוקים לכך. קק"ל ורט"ג הכינו זה מכבר תכניות מתאימות לביצוע [61].

התאמת מערך שירותי הבריאות והתברואה (הסתגלות)

לשינויי האקלים יש גם השלכות על בריאות האוכלוסייה הן כתוצאה מחשיפה ישירה לעליה בטמפרטורות ואירועי אקלים קיצוניים והן כתוצאה מהתפרצות של מזיקים ומחלות מדבקות. פרק הבריאות שבדו"ח הנוכחי סוקר את ההשפעות העיקריות הצפויות ואת ההתאמות הנדרשות במערך שירותי הבריאות והתברואה, הן ברמה הממשלתית והן ברמת השלטון המקומי. בפרק הבריאות מוצגת גם רשימת המלצות לגבי היערכות השלטון המקומי להשפעות שינויי אקלים קיצוניים והדרגתיים.

התאמת תשתיות (הפחתה + הסתגלות)

ההתאמות הנדרשות בתחום התשתיות צריכות להביא בחשבון שממילא יש לשדרג את מרבית התשתיות מידי תקופה של 25-30 שנים. הטמעת שיקולים של שינויי אקלים בשלב תכנון ההקמה/השדרוג של תשתיות יכולה להפחית את העלויות בצורה משמעותית. התכנון צריך לשים דגש על אותם מאפייני תשתית שהנם קשים ו/או יקרים מאוד לשינוי במהלך חיי התשתית, כגון מיקום וחומרי הבניה. טבלה 10 מציגה כמה מצעדי ההסתגלות האפשריים בתחום התשתיות.

טבלה 10 - פעולות הפחתה והסתגלות במערך התשתיות העירוניות

השפעה	פעולות הסתגלות
כלל ההשפעות של שינויי אקלים	<ul style="list-style-type: none"> תשתיות המתוכננות לטווח של 50 שנים ויותר יש לתכנן באופן גמיש המאפשר לבצע שיפורים בהתאם לשינויי אקלים. תכנון תשתיות חופיות בהתחשב בצפי לעלית מפלס פני הים. קידום תשתיות של אנרגיה חלופית (סולארית, רוח, גיאותרמית, הידרואלקטרית וכו') ברמה העירונית.
שינויים עונתיים ברטיבות הקרקע	<ul style="list-style-type: none"> הטמעת שיקולי שקיעה והתרוממות של קרקע בעת תכנון של יסודות.
התגברות סיכוני הצפה	<ul style="list-style-type: none"> הקמת תשתיות חסינות שיטפון ופיתוח נתיבי תחבורה באופן המקטין הסתברות להיפגעות מהצפה. הגברת פעולות ניטור ותחזוקה של סוללות, גשרים, תעלות, צנרת ניקוז וביוב וכו"ב.
התגברות סכנת שריפות	<ul style="list-style-type: none"> זיהוי אתרים/אזורים מועדים לשריפה. שמירת אזורי חיץ דלילי צומח סביב מקומות יישוב. תשתיות שמיקומן איננו גמיש, יש להקים על-פי תקני בניה מחמירים שיגבירו את עמידותם לשריפות
עליה בסיכוני זיהום מאתרי הטמנת פסולת	<ul style="list-style-type: none"> חינוך האוכלוסייה להפחתת פסולת במקור. שיפור מערך הטיפול בפסולת. עידוד משקי בית להפרדת פסולת במקור וקידום קומפוסטציה. טיפול באתרי פסולת.

בניה בת קיימא (הפחתה + הסתגלות)

מדיניות שמקדמת באופן פעיל פתרונות משולבים גם להפחתה וגם להסתגלות חשובה במיוחד בענף הבניה, ויש אפשרויות רבות להשקעות סינרגטיות אשר יכולות להפחית את העלות הכוללת של שינויי אקלים. לדוגמה, שימוש בטכנולוגיות בידוד מתקדמות ותכנון סולארי פסיבי יעילו גם כאמצעי הפחתה וגם כאמצעי הסתגלות המצמצם את הגידול הצפוי בעומסי מיזוג אוויר עקב ההתחממות.

תחום הבניה הירוקה נתפס לרוב כתחום בו ניתן למנף הפחתה של פליטות גזי חממה, שכן, סקטור המבנים אחראי לכ-40% מצריכת האנרגיה בעולם ולכשליש מפליטות גזי החממה. מעבר לשיפור איכות החיים, התפוקה ובריאות האנשים בבניינים, הקטנת צריכת האנרגיה על ידי תכנון אדריכלי נכון, עשויה לעזור בהתמודדות עם מצבים של עוני אנרגטי באמצעות הקטנת ההוצאות של משפחות עבור אנרגיה לאקלום, תוך הבטחת תנאי נוחות תרמיים ראויים [3].

עקב מרכזיותם של פתרונות ההפחתה וההסתגלות בתחום הבניה בהתמודדות עם שינויי אקלים במרחבים האורבניים, ובעיקר הפתרונות המכוונים לשיפור היעילות האנרגטית, יורחב בפרק זה הדיון בנושא.

חסמים בהתמודדות עם שיפור יעילות אנרגטית במבנים

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 לעתים למספר שנים [5]. 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 הבניה, התפעול והמימון. לרוב מקבלי ההחלטות אין את הידע או היכולת לחשב את עלות המבנה למחזור חיים שלו ולהעריך את ההשלכות של החלטות מוקדמות בתכנון. ולכן, בעת הפיתוח של מרבית המבנים ניתנת יותר תשומת לב לעלויות הידועות של הבניה, מאשר לעלויות העתידיות, הבלתי ידועות, של התפעול. גם בעת הערכת מבנה לצורך מתן מימון, המיקוד הוא על עלויות הבניה ולא על עלויות התפעול, ולכן לעיתים לגורמים פיננסיים, כמו הבנקים, אין עניין במימון השקעות בשיפורים אנרגטיים [6].

במדינות רבות, בעיקר במתפתחות, סבסוד היסטורי של מחירי החשמל לחלק מהאוכלוסייה מהווה גורם מעכב להתייעלות אנרגטית (למרות שגם לביטול פתאומי של ההטבות יש השפעה שלילית, כיוון שאז נוצרת בעיה של חוסר תשלום וצבירת חובות) [3].

בנוסף לחסמים הכלכליים, ישנם חסמים הקשורים בחוסר ידע ובדעה הרווחת לגבי תכנון ובניה. בעת תכנון בניין חדש, היעילות האנרגטית מהווה רק שיקול אחד מני רבים, ולעתים נמצאת במקום נמוך בסולם העדיפויות של הדרישות מהמבנה. מרבית המתכננים, המהנדסים והעוסקים בענף הבניה יודעים מעט מאד על יעילות אנרגטית ואיך להשיגה, וחלקם לא מוכנים להשקיע בלימוד הנושא. עובדה זו עלולה לגרום לעיכובים ועלויות גלוות, אשר יקטינו את העניין של הבונים בהשקעה בהתייעלות, וכפועל יוצא גם את העניין של השוק בהחדרת מוצרים וטכנולוגיות יעילות [6]. בנוסף, כוח ההתמדה בענף הבניה מסית את ההעדפה של הבונה כנגד בחירות יעילות בגלל היבטים של סגנון חיים, מעמד ומנהגים חברתיים, מתוך תפיסה לא נכונה הקושרת ירידה בצריכת האנרגיה ועליה ביעילות עם ירידה בנוחות או פגיעה במעמד וביוקרתיים. 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 מוחשית בהשוואה להשקעות אחרות שניתן לשווק, ובגלל שהוצאות האנרגיה העתידיות של בניין חדש אינן נתפסות כאמיתיות [6]. לעתים קרובות,

צרכנים חושבים בטעות שמבנה הוא יעיל אנרגטית גם אם הוא איננו כזה, כמו הנטייה לחשוב שכל בניין חדש הוא אוטומטית יעיל במידה מספקת. למרות שחוקי הבניה מציינים את הדרישות המינימליות ולא האופטימליות, יש נטייה לחשוב שהדרישות המופיעות בהם מספקות, והם הופכים להיות הסטנדרט המקובל בבניינים חדשים, שכן אין תמריץ לבונים ולרוכשים להשקיע בסטנדרט גבוה יותר [6].

בחלק מהמדינות יש חסמים הקשורים בתקנות הקיימות. לדוגמה, דרישות מיוחדות בהיתרים למתקני אנרגיה חלופית המהוות מעמסה ניכרת על היזם [3].

החסמים בתחום המבנים רבים, מגוונים וחזקים, והם שלובים זה בזה ומגבילים האחד את השני. 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 [3]. נדרשת מעורבות פעילה, תקיפה ומשולבת של כל בעלי העניין בענף הבניה – אדריכלים, מהנדסים, קבלנים ובעלי נכסים, בתמיכה של הבנקים, מקבלי החלטות, הממשלה והציבור כולו. רק בשיתוף פעולה ניתן להתמודד ביעילות עם התייעלות אנרגטית ושינוי האקלים [7].

סקירת כלי מדיניות קיימים

בסקירה של 'אדם, טבע ודין' לקראת גיבוש מדיניות להפחתת פליטות בישראל צוין כי מרכיב מכריע בהתמודדות עם המשבר האקלימי הינו הצבה של יעדים ארוכי טווח, במקביל למדיניות דומה בעולם, וכי רק קביעת יעדים שאפתניים, וגיבוש תכניות אסטרטגיות לאורם, תניע את המשק כולו לכיוון של מציאת פתרונות ממשיים [8]. גם בהסתכלות ממוקדת על סקטור המבנים, ראוי לאמץ עיקרון זה. מדינות בעולם כבר קבעו אסטרטגיות ארוכות טווח ויעדי הפחתת אנרגיה לבניינים חדשים.

בהולנד יש הסכם וולונטרי עם התעשייה להפחית את צריכת האנרגיה ב-50% בהשוואה לקוד הבניה הקיים 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 [9]. קליפורניה הציבה יעד של ZEB לשנת 2020 למבני מגורים, ולשנת 2030 למבני מסחר.

חשוב שקביעת היעד תהיה מלווה בהתוויית 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 מממשות בטווח הקצר מצומצמות מידי ואינן מייצרות נתיב מעשי לקראת היעד הזה (כמו אמצעים וולונטריים שעדיין לא יושמו) [2].

על מנת להביא להתייעלות אנרגטית בעלת ערך משמעותי בטווח זמן קצר, נדרשת מדיניות המתייחסת לא רק למבנים חדשים, אלא גם כזו שתקדם התאמה של מבנים קיימים (retrofit), המהווים את החלק המכריע של מלאי המבנים [10]. דו"ח IPCC בנושא הפחתה מציג ניתוח מפורט של 20 כלי מדיניות, כולל ניתוח היעילות שלהם, עלות-תועלת, ופרוט המקומות בעולם בהם הם נוסו [3]. כל הכלים יכולים להשיג הפחתות משמעותיות של אנרגיה ופליטות, אולם הכדאיות הכלכלית שלהם שונה. לדוגמה, דרישות חובה ליעילות אנרגטית ולתיגו נמצאו בין הכלים הכדאיים ביותר, עם חיסכון אנרגיה משמעותי בעלות שלילית. מאגר מידע נוסף באתר ה-IEA מרכז אמצעי מדיניות ממדינות שונות בעולם בנושאים של הפחתת גזי חממה, התייעלות אנרגטית ותמיכה בפיתוח אנרגיות מתחדשות, כולל התייחסות פרטנית למגזר המבנים [11].

האמצעים הנדרשים לקידום תכנון ובניה בני קיימא, כך שיוכלו להוות גורמים משפיעים להפחתה והסתגלות לשינויי אקלים, מתחלקים לארבע קטגוריות: **תחיקה, כלכלה, הכשרה והסברה**. ארבעת ה"גלגלים" הללו חיוניים להנעת התהליך, ונדרשת תנועה משולבת ומתואמת שלהם כדי ליצור מדיניות יעילה.

תחיקה לקידום תכנון ובניה בני-קיימא

אסטרטגיות לאומיות לתכנון מקיים

הבסיס הרעיוני של המדיניות הארצית לתכנון ובניה בני קיימא מעוגן במספר יוזמות בינלאומיות שהגדירו סדר יום עולמי בנושא זה. אחת החשובות שבהן הנה **אג'נדה 21**, שנוסחה בוועידת ריו ב-1992. אג'נדה 21 הכירה בתפקידן המרכזי של הרשויות המקומיות בקידום הקיימות וקראה לרשויות מקומיות בעולם לכונן מדיניות לפיתוח בר-קיימא ברמה המקומית. ישראל חתמה על אג'נדה 21 בשנת 1996 [16]. הנושא מקודם מתחילת שנות ה-2000 על ידי המשרד להגנת הסביבה וגורמים נוספים, דרך פעילות של קיימות מקומית שנערכת ברמת הקהילה, השכונה או הרשות [17].

הסכם חשוב נוסף הנו **אמנת קיוטו** (1997), המאשררת וממשיכה את אמנת היסוד של האומות המאוחדות לשינויי אקלים (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) וקובעת קו פעולה מוגדר. מטרת האמנה להביא לייצוב פליטות גזי החממה באטמוספירה, תוך קביעת מכסת הפחתה בפליטות של כל מדינה מפותחת ביחס לפליטות בשנת 1990 [18]. ישראל חתמה על האמנה בשנת 1998 [16].

המשכו של קו פעולה זה בכתב הנחיות של האיחוד האירופי לשיפור היעילות האנרגטית של מבנים **באירופה** (European Union Directive on the Energy Performance of Buildings - EPBD), שהותווה לראשונה ב-2003 ומהווה מדריך 'על' של תהליכים סביבתיים הקשורים בבניה. כתב הנחיות זה, המתבסס על דרישות ההפחתה שבאמנת קיוטו, מתעדכן מידי כחמש שנים [12, 14, 19].

הסתגלות לשינויי אקלים והורדה של צריכת האנרגיה ופליטות גזי החממה צריכות להיות מעוגנות בחוק ובתוך תהליכי התכנון. מדיניות לפיתוח בר-קיימא מוטמעת באופנים שונים: כלכליים, חברתיים חינוכיים, ומעל לכל באמצעות חקיקה, תהליכים פרוצדורליים ותכניות פעולה [11, 20].

בנובמבר 2010 אושרה 'התכנית הלאומית להפחתת פליטות גזי חממה', שקבעה יעד הפחתה של 20% מסך הפליטות בשנת 2020 (ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל"). משמעות קביעת יעד זה הנה השגת הפחתה של כ-20 מיליוני טון פליטות גזי חממה (CO₂e). אולם, עקב בעיות תקציב, הוחלט במאי 2013 לדחות את יישום התכנית בשלוש שנים, לשנים 2016-2023.

תקינה בנושא הפחתת פליטות גזי חממה נחלקת לשלושה טווחי פעילות: קביעה של הנחיות מחייבות בנושא יעילות אנרגטית במבנים, אכיפה, ועדכון חוזר בהתאם לתנאים המשתנים [6]. חלק ניכר מההנחיות לבנייה בת קיימא עוסקות בבנייה חדשה, 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 1,000 מ"ר [21]; באוסטרליה הוחלט לגבש מדיניות שיפוץ בה יממן הממשל בידוד עבור 2 מיליון בתים קיימים; ובישראל ת"י 5282 עודכן וכולל עתה גם בניה קיימת; באנגליה עודכנו התקנים גם ביחס למבנים קיימים, כשיעד הפליטות באנגליה יצומצם לאפס עד שנת 2050 [15].

תקנים והנחיות התכנון

התחומים בהנחיות ליעילות אנרגטית של בניינים כוללים נושאים רבים, ביניהם דרישות לגבי מעטפת הבניין בהתאם לאזורי האקלים השונים, כולל המעטפת האטומה והאלמנטים השקופים, יעילות של מערכות אקלום (Heating, Ventilation, and Air Conditioning - HVAC) ומערכות אחרות, מתקנים לאנרגיה חלופית, ודרישות לציוד מותקן (תקנים לדרוג אנרגטי של מכשירים מקדמים את השימוש בציוד יעיל אנרגטית). כמו כן, ישנה התייחסות לתהליכי תכנון אינטגרטיביים המכוונים כבר מתחילת תהליך התכנון לנושא היעילות האנרגטית [21].

רוב התקנים מעגנים את נושא היעילות האנרגטית בחוק המפרט דרישות מינימום. הדרישות מופיעות כחלק מחוקי בנייה כלליים (ישראל, תקן 1045 לבידוד מעטפת הבניין), או כסט נפרד של חוקים ייחודיים בנושא (ישראל, תקן 5282 לדירוג אנרגטי, 5281 לבנייה ירוקה).

תקני בנייה שכוללים דרישות אנרגטיות, צריכים להתחשב בעיקר בתנאים האקלימיים השונים, כיוון שהם משפיעים בצורה ישירה על הגורמים לצריכת האנרגיה. מדינות עם אזורי אקלים שונים מסווגות באופן זה את הדרישות לפרטי המעטפת של הבניין ולצריכת אנרגיה (כמו מדינת ישראל).

הדרישות ליעילות אנרגטית יכולות להיות חלק מהסטנדרטים בקוד עצמו או להופיע כתקן נפרד ליעילות אנרגטית [3, 6]. כמו כן, קיימות גישות שונות לרגולציה מבחינת אופן הגדרת הדרישות, רמת המורכבות של החישובים הנדרשים לשקלול משתני התכנון השונים ומידת הגמישות הניתנת למתכנן: ישנה הגישה המרשמית, הכוללת דרישות חובה פרטניות עבור כל חלק מהבניין והציוד, ומולה ישנה הגישה התפקודית, המבוססת על הצריכה הכוללת של אנרגיה בבניין ומאפשרת גמישות רבה למתכנן, אך מחייבת שימוש בסימולציית מחשב להוכחת עמידה בדרישות. בגישה זו משווים את צריכת האנרגיה של הבניין המתוכנן עם תקציב אנרגטי נתון או עם בניין רפרנס (ייחוס) המהווה מקור להתייחסות. ת"י 5282 לדירוג אנרגטי של בניינים כולל גם הוא שיטה מרשמית-תיאורית ושיטה תפקודית מבוססת על בניין ייחוס לקביעת הדירוג האנרגטי של הבניין המתוכנן. ת"י 5281 ו-5282 שמים דגש מיוחד על תכנון אדריכלי נכון ברמת הבניין והשכונה, ומיחסים חשיבות לאמצעי תכנון פסיביים.

הדירוג בתקינה לבנייה ירוקה ניתן לכל סעיף ניקוד נפרד, ולכל פרק יש חלק יחסי שונה, בהתאם לחשיבות הנושא במקום. למעשה, התקן מיצג מערכת ערכים בהתאם לחשיבות כל נושא. לדוגמה פרק האנרגיה במרבית התקנים מקבל ניקוד גבוה ביחס לפרקים העוסקים בתחומים אחרים. בישראל, פרק המים מקבל חשיבות גבוהה יחסית בהשוואה לתקן LEED האמריקאי עקב החשיבות הלאומית שיש לנושא. הציון הסופי של המבנה הוא תוצר של צבירת נקודות בהתאם למילוי דרישות התקן. בישראל ת"י 5282 מעניק דירוג לפי אותיות מ-F עד A+ שהיא רמת הדירוג הגבוהה ביותר [3, 6, 15].

למרות שהדרישות להגברת היעילות האנרגטית עולות בקנה אחד עם ההערכות לשינויי אקלים, חשוב להבהיר, שבעולם טרם גובשה חקיקה או מדיניות ספציפית שמכוונת להסתגלות של ערים לשינויי אקלים ואירועי קיצון. גם המחקר שאמור לשמש בסיס לעיצוב של מדיניות ותכניות בנושא הנו מצומצם ביותר [22].

כלים כלכליים לקידום בניה בת-קיימא

בעיית שינויי האקלים והקשרה לנושא בנייה בת-קיימא ויעילות אנרגטית, מציבה אתגר מורכב בפני הכלכלה [13], כמפורט בהרחבה בפרק הבא העוסק בהיבטים הכלכליים של ההיערכות. חשוב לציין, כי ככל שתינקט פעולה חזקה ומהירה יותר בנושא התמודדות עם שינויי האקלים מחירה יהיה נמוך יותר [13]. ארגון ה-IEA ממליץ להסיר חסמים כלכליים המגבילים התייעלות אנרגטית במבנים, תוך הסתכלות על כדאיות כלכלית לתקופה של 30 שנה. מסגרת זמן זו מתאימה לתקופת משכנתא מרבית ברוב המקומות וכן לפרק זמן סביר

שיחלוף עד לשיפוץ משמעותי ראשון. בחינת הכדאיות הכלכלית של התייעלות אנרגטית צריכה להיעשות לפי עלות מינימלית של המבנה למחזור החיים שלו (LCA), תוך השוואה של מחיר ההשקעה לגובה החיסכון שיושג ע"י הבעלים/המשתמש [6].

דו"ח IPCC בנושא הפחתה ומאגר מידע נוסף באתר ה-IEA, שהוזכרו בחלקיו הקודמים של הפרק, מרכזים, בין היתר, כלים כלכליים המיושמים במדינות שונות בעולם במטרה לעודד סקטורים שונים להפחתה בשימוש במקורות אנרגיה מזדהמים ולהתייעלות אנרגטית במבנים. מדובר במתן הקלות במס, הפחתה בשיעור הארנונה, הלוואות בריבית מופחתת, מענקים, סבסוד הון, הטבות לצרכנים חסכניים, תחרויות ופרסים למבנים העומדים בקריטריונים סביבתיים נוקשים, מסי CO₂, תעריפי חשמל גמישים, public benefit charges, תמיכה כלכלית בפרויקטים המקדמים פיתוח בר-קיימא ברמה מקומית ואזורית, משכנתאות ירוקות, ומענקים מיוחדים לעידוד מחקר [3, 6, 9, 11, 21, 26].

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, לרבות הטבות מיסוי והעלאת אחוז המשכנתא המאושרת [27]. בנוסף, קיימים שני כלים, שבין היתר מטרתם לתת מענה כלכלי בעת אירועי קיצון ולתמוך בפעולות ההסתגלות: ביטוחים וקרנות לתמיכה בשינויי אקלים. ביטוחים יכולים לשמש הן לכיסוי של נזקים מאירועי קיצון והן כתמריץ ליישום אסטרטגיות להפחתת נזקים בעת אירועי קיצון [2, 4, 23]. כלים אלה משחקים תפקיד נוסף בשינוי מצב השוק, בכך שהם הופכים מבנים שהם יעילים אנרגטית למושכים יותר מאשר מבנים 'רגילים' [21]. חשוב לציין כי, כל הכלים יכולים להשיג הפחתות משמעותיות בצריכת האנרגיה ובכמות הפליטות, אולם הכדאיות הכלכלית שלהם שונה.

כלים כלכליים יכולים לעודד התנהגות רצויה ולרסן התנהגות בלתי רצויה, לטובת צמצום צריכת האנרגיה ופליטות גזי חממה וזיהום. אלה צריכים להיות מותווים ולהיאכף על-ידי הרשויות (ממשלה, רשויות מקומיות וכו'), ולהיקבע בשיתוף רחב ככל האפשר, כחלק ממאמץ גלובלי, באמצעות מסגרות עבודה והסכמים בינלאומיים.

באוסטרליה, הממשלה מסייעת לרשויות המקומיות לחקור ולהגדיר כיצד לנהל את ההתמודדות עם שינויי אקלים, תוך דגש על התייעלות אנרגטית. אחת הקרנות שייסדה הממשלה האוסטרלית לשם כך היא Climate Change Action Fund – (CCAF) שתוקצבה בסכום כולל של 2.15 מיליארד דולר אוסטרלי, לתקופה של 5 שנים (2013-2008). מקור מימון אחר של הרשויות המקומיות הנו ה-Local Adaptation Pathways Program (LAPP) המכוננת תקציבים פדרליים לכ-90 רשויות מקומיות לצורך זיהוי והערכת איומים משינויי אקלים. מימון נוסף הוא Integrated Assessment Settlements Sub-Program. תכנית זו מסייעת ביצירת שותפויות בין רשויות מקומיות לבין התעשייה ומומחים מהאקדמיה. בנוסף להכנת תכניות הסיוע הללו, הקימה הממשלה האוסטרלית אתר אינטרנט המסייע ליחידים, לעסקים ולקהילות למצוא מקורות מימון להיערכות לשינויי אקלים [47].

מתן תמריצים בתהליך התכנון

שיטת התכנון המשולב, בה אדריכלים, מהנדסים, יועצים ולקוחות יושבים 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. עם זאת, יש להביא בחשבון שתהליך תכנון כזה, שכמעט ולא משפיע על עלות הבנייה, עשוי להיות יקר יותר. מדינות רבות, כמו קנדה, קליפורניה וגרמניה, החלו ליישם גישה של מתן תמריצים הנוגעים לשלבים המוקדמים של תהליך התכנון במקום מתן תמריצים כלכליים המתייחסים להשקעה בעלות ההון [3]. אמצעים נוספים, מעבר לאלה המתייחסים לתהליך תכנון משולב, מצריכים תוספת

הון משמעותית, בעיקר כשמדובר בשילוב של אנרגיה מתחדשת [3]. מדינות רבות, ביניהן אוסטרליה, הונגריה ופולין, מציעות תמריצים לסוג כזה של השקעה, הכוללים: סבסוד הון, מענקים, הלוואות מסובסדות והפחתת מס או קבלת פטור.

עידוד שימוש במבנים קיימים

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 שנוצרת עדיפות להקמת מבנה חדש [25]. אמצעי העידוד לשדרוג אנרגטי למבנים קיימים כוללים, בין השאר: הלוואות מסובסדות, מענקים ותמריצים למבנים חוסכי אנרגיה הפונים הן לתחום המגורים והן כאלה המכוונים לשוק העסקי (מבני משרדים, בתי מלון ומרכזי קניות) [26]. התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית מצביעה על כך, שהשיטה שמוכחת כיעילה לשם השגת יעדי התייעלות האנרגטית במגזרים שונים במשק, הינה מתן תמריצים לחברות ולמוסדות לשם ביצוע תכניות התייעלות [27]. תכניות אלו כוללות שדרוג והחלפת מערכות והתקנת מערכות ניהול וחיסכון באנרגיה, ובחלק מהענפים אף ביצוע פעולות שיפוץ אנרגטי (retrofit) בגגות המבנים [27].

במספר מדינות, כמו **אוסטריה**, **אירלנד** ו**גרמניה**, ניתנים מענקים והלוואות למבני מגורים ודירות לשיפור מצבם: תמריצים להתייעלות תרמית של מעטפת המבנה (קירות חוץ, חלונות, דלתות, רצפה וגג) [11]. תכניות סבסוד הון ופטור ממס למבנים חדשים ולמבנים קיימים מקובלות בתשע מתוך 20 מדינות OECD שנבדקו [3]. חלק מהמדינות משלבות בין תכנית המתייחסת למלאי המבנים הקיימים לבין תכנית חברתית, במטרה לעזור למשקי בית בעלי הכנסות נמוכות.

הכשרה, מחקר ופיתוח לקידום בניה בת-קיימא

מכשול עיקרי בתכנון ובניה של מבנים בני קיימא הוא מחסור בידע, מיומנות, כלים, טכנולוגיות ומידע זמין עבור אנשי המקצוע בכל תחומי הבניה (סטודנטים, אדריכלים, מעצבים, יזמים, יועצים ואנשי ביצוע). על מנת לגשר על פערים אלו, מוצע לפעול במישורים הבאים:

הכשרה מקצועית

ידע ומיומנות הם המפתח לקידום ופיתוח של בניה בת-קיימא. לפיכך, יש לתת את מלוא תשומת הלב לחינוך הדורות הצעירים שנכנסים לתחום הבניה, האדריכלות וההנדסה כאחד. גם המוסדות להשכלה גבוהה / לימודי המשך צריכים להציע מסלולי לימוד והשתלמויות בנושא, על מנת שבעלי מקצוע צעירים שיוצאים לשוק ישתלבו בתחום המקצועי של הבניה המקיימת ואף יתרמו לקידומו [3, 28, 29, 30].

בישראל נפתחה בטכניון לפני כשנתיים תכנית לתואר מגיסטר עם התמחות בבנייה ירוקה עבור אדריכלים. בשנת הלימודים הבאה עומדת להיפתח באוניברסיטת חיפה, במסגרת החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, תכנית התמחות לתואר שני בניהול קיימות בסביבה הבנויה, במסגרתה יינתן קורס בבנייה בת-קיימא.

בהקשר לת"י 5281, קורס מלווה בניה ירוקה מטעם מכון התקנים וקורסים מקצועיים נוספים מהווים צעד נוסף בכיוון הנכון להפצת הידע לקהל המקצועי.

מאגרי מידע

על מנת לייעל את תהליך ההכשרה והפצת הידע בין אנשי המקצוע בתחום הבניה, רצוי להקים ולפתח מאגרי מידע נרחבים בנושא הבניה הירוקה ובשיתוף עם קידום נושא התקינה הירוקה ע"י משרד הבינוי והשיכון, משרד הפנים, משרד התשתיות הלאומיות, המשרד להגנת הסביבה ובמסגרת ועדות בינמשרדיות. המאגר צריך לספק מידע לגבי חומרים, טכנולוגיות, שיטות בניה, תקנים וחוקים, דוגמאות למבנים ירוקים קיימים וכד' [21, 25, 32].

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 [33]. אמנם המאגר לא שם דגש על חומרים יעילים אנרגטית, אך הוא יכול להוות בסיס להקמת מאגר לחומרים ירוקים.

שיטות תכנון

כיום מחקרים רבים מדגישים את החשיבות של תהליך תכנון נכון מתחילת הדרך של הפרויקט ועד סיומו. אחת המגבלות העומדות בפני תכנון אנרגטי נכון כיום הוא חוסר האינטראקציה בין מתכננים, חברות, ארגונים, אוניברסיטאות, התעשייה והממשלה, לאורך כל תהליך התכנון. **תהליך תכנון משולב** (IDP - Integrated Design Process), למשל, הנו גישה הוליסטית לתכנון מבנים, המהווה את אחד הכלים הטובים ביותר להגדרה יעילה של נתיב התכנון וליישום 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 ויועצים מתחומים שונים ומשרדי ממשלה. היתרונות של תכנון משולב באים לידי ביטוי בכל התחומים של הבניין: יעילות אנרגטית, כלכלית, סביבתית ועוד [6, 34, 35].

מחקר ופיתוח (מו"פ)

עבודות רבות מצביעות על הצורך בקידום מחקר ופיתוח בכל הנושאים הקשורים ליעילות אנרגטית בבניינים, ולהסתגלות של בנייה לשינויי האקלים [3]. חשוב מאוד לעודד תמיכה כלכלית וטכנית עבור מו"פ פרטיים על מנת לעודד פיתוח טכנולוגיות חדשות מצד חברות פרטיות [36]. בנוסף, התעשייה היא המקור לפיתוח של טכנולוגיות, עיצובים ומוצרים חדשים. דו"ח שפורסם על ידי 'אדם טבע ודין' מדגיש את הצורך במינוף החדירה של הטכנולוגיות החדשות והפצתן. על מנת להשיג מטרה זו מציע הדוח: (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; ו-(ג) הגדלה משמעותית של ההשקעה בתחום המחקר והפיתוח בנושאים של טכנולוגיות מועטות פחמן [8].

הסברה לקידום בניה בת-קיימא

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 חיוני כדי ליצר תמיכה של הציבור ובעלי העניין במדיניות הממשלה [37]. פיתוח מודעות ציבורית חשוב לצורך יצירת שינוי תפיסתי והתנהגותי בקרב עסקים, קהילות ויחידים, באופן שיגביל את הפליטות ויקדם הסתגלות. נראה למשל, שבתגובה לאקלים מתחמם בוחרים המשתמשים במבנים בדרך כלל 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 מאד את כמות הפליטות [3]. הסברה היא אחת מהכלים 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 תפקודם האנרגטי של מבנים וע"י תיוג של בעלי מקצוע [6].

באירלנד הונהגה שיטה לדרוג אנרגטי של מבנים (Building Energy Rating – BER), בדומה לזו הקיימת בארץ במסגרת ת"י 5282. באירלנד השיטה הוטמעה בשלבים, וכיום תווית האנרגיה נדרשת לא רק בסיום בניה 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 [38, 11].

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. כך למשל, חלונות בעלי ביצועים גבוהים, שאינם נפוצים בארץ, נחשבים היום כמגמה רווחת בשווקים בארה"ב, באירופה וביפן [39, 40]. כך שניתן להפיק תועלת משינוי שוק בתחום של תפקוד החלונות בארץ, ללא צורך במחקר בסיסי [41]. 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 [19].

הפצת מידע לגבי מבנים חוסכי אנרגיה

באמצעות קידום של פרויקטים חלוציים, ניתן להדגים היתכנות טכנית וכלכלית, כך שהשוק יוכל להתרחב ולהתפתח, וסטנדרטים חדשים יוכלו לגדול.

מקור מידע חשוב בנושא מבנים חוסכי אנרגיה הוא אתר האינטרנט PEP - Promotion of European Passive Houses, שאחת ממטרותיו היא לקדם מבנים חוסכי אנרגיה באירופה [9].

פרויקט חשוב נוסף בנושא הנו PASS-NET שממומן 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 פאסיביים פתוחים', במהלכם ניתן לבקר בבתים פאסיביים ולשמע מניסיונם של הדיירים [9].

חשבונות מפורטים והערכה תקופתית

חשבונות מפורטים והערכה תקופתית, תוך השוואה למשקי בית אחרים, נמצאו גם הם כמעודדים צרכני אנרגיה להקטנת הצריכה שלהם [3]. במחקרים נמצא, שהצגת צריכת האנרגיה על גבי מכשירים יעילה יותר מהצגת נתוני הצריכה בחשבונות. זו אחת הסיבות שבכמה מדינות ממשלות מעודדות את הסקטור הפרטי להתקין מדי אנרגיה למכשירים בבניינים חדשים [19].

מדריך הפעלה ידידותי למשתמש

להתנהגות המשתמשים ישנה השפעה גדולה על התפקוד האנרגטי של בניינים. מדריך הפעלה ידידותי למשתמש הוא לעתים 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 לעתים הכרחיים [3].

גוף ממשלתי לקידום הקיימות

מטרתו של גוף כזה הנה למסד ולקדם את הרעיון באמצעות הדגמה של מכלול האפשרויות לקיימות במבנים לבעלי מקצוע ולצרכנים, יצירת תשתית שתאפשר שיתוף מידע ועוד כלים נוספים [11].

LivingGreener באוסטרליה הוא אתר אינטרנט ממשלתי שמטרתו לקשר את הציבור לכל תכניות הקיימות הממשלתיות באמצעות אתר מרכזי אחד, ידידותי למשתמש. הפורטל המקוון מהווה מרכז למציאת ידע, השראה ופעילות, ומתוכנן לתת לציבור כלים ועידוד במהלך המסע לקראת אורח חיים מקיים [42].

חינוך סביבתי

חינוך סביבתי מהווה דרך יעילה ביותר כדי לפתור בעיות סביבתיות בטווח הארוך. למרות שאנשים רבים מודעים להתחממות הגלובלית, יש קושי רב להפנות את המודעות לפעולה, 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 [43, 44, 45].

בארה"ב, תכנית אנרגיה לבתי ספר (The EnergySmart Schools Program) נועדה לזרז שיפורים משמעותיים ביעילות האנרגטית בבתי ספר על ידי מידע ומקורות מימון, כלים למקבלי החלטות ולמתכננים, מידע לגבי תחזוקה ותפעול של מערכות בעלות תפקוד גבוה ומקורות למורים לפיתוח תכנית לימודים עם זיקה לחיסכון באנרגיה [32].

מסעות 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 מיתון טמפרטורת המיזוג, הצללת חלונות ועוד. מספר מחקרים שנעשו ביפן מדגימים ששינויים 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 ויעוץ, הערכה ומשוב על צריכת אנרגיה, וקמפיינים מעוררי מוטיבציה בתקשורת. בדרך כלל, מסעי פרסום כאלו אפקטיביים יותר במגזר המגורים מאשר במגזר המסחרי. תקשורת המונים יכולה לתרום רבות להעלאת המודעות הציבורית לצורך בחיסכון באנרגיה, לשינויי אקלים ולתכניות ממשלתיות בנושא [37].

ביפן, קידם משרד הסביבה (MOE) בשנת 2005, כחלק מהמדיניות להתייעלות אנרגטית במבנים, מסע פרסום למיזוג משרדים בקיץ ל-28 מ"צ, ובמקביל אף הפיץ את הקונספט של Cool Biz לשינוי קוד הלבוש, על מנת לעודד אנשי עסקים ללבוש בגדים קלים ונוחים לעבודה בקיץ. לפי סקר שנערך בסוף אותו קיץ לבדיקת היענות לנושא, הוערך שהפחתת פליטות הפחמן הדו-חמצני שהושגה בעקבות מדיניות זו הנה שוות ערך לכמות הפליטות של כמיליון משקי בית במשך חודש [43].

הובלת יוזמה במגזר הממשלתי וברשויות המקומיות

התפקיד של המגזר הציבורי כראשון להיענות לאתגר ההתייעלות האנרגטית הוא קריטי [9]. 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 חיי המבנה [6]. יש לחדש גם את כל המבנים הציבוריים הקיימים ולהביאם לרמה גבוהה של יעילות אנרגטית והפחתת פליטות משמעותית [19], כשלהשיות המקומיות יש תפקיד חשוב במהלך זה. 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 [8]. 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 [27]) כבעלות רווח כפול, הן בחיסכון הממשי שיושג והן ברמה של קידום המודעות ומתן דוגמה ללקיחת מחויבות.

הערים שהצטרפו בישראל לפורום ה-15, בחתימתן על אמנת האקלים, מהוות קרקע פורייה להיערכות לפעולה בנושא, במיוחד בהינתן 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.
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 הן ברמה התכנונית, באקלומה של העיר, באמצעים כגון אוורור העיר, יצירת הצללות ברחוב, נטיעות, ניצול המרחב התת-קרקעי וכדומה, והן ברמת המבנה.
3. **קידום בנייה בת-קיימא** - בהמשך לסעיף 2 לעיל, עיריות פורום ה-15 מקדמות באמצעות 'הפורום העירוני לבנייה ירוקה' שילוב של מדיניות בנייה בת-קיימא בהליכי התכנון העירוניים ואף שוקלות לאמץ את התקן הישראלי לבנייה בת-קיימא כדרישה מחייבת. יש להדגיש, כי על מנת להטמיע עקרונות אלה, קיימת חשיבות רבה לגבש מדיניות ממשלתית התומכת בהפיכת התקן הישראלי לבנייה בת-קיימא לתקן מחייב.
4. **קידום התייעלות אנרגטית** – נושא זה הוא, כאמור, בעל משמעות מיוחדת לאור הצפי לעלייה גבוהה בביקוש לחשמל. במישור זה העיריות יכולות לפעול גם לחיסכון אנרגטי בתאורת רחובות ורמזורים וגם לשינוי הרגלי הציבור בשימוש בחשמל.
5. **מירוב השימוש בקרקע** - שימוש בתת הקרקע הן כמענה לצפיפות הגוברת, הן בכדי ליהנות לאפשר שימוש באנרגיות פאסיביות לחימום וקירור גיאותרמי.
6. **שדרוג תשתיות עירוניות** - מאחר שהיערכות לשינויי האקלים מתייחסת גם להתמודדות עם מצבי קיצון, יש להיערך לשדרוג מערכות התשתית העירוניות השונות ושיפור קיבולתן ועמידותן. דגש מיוחד יש לייחד למערכות הניקוז הן לשם מניעת הצפות במקרי שיטפון והן לצורך העשרת מי התהום (ראה גם סעיף 7 להלן).
7. **היערכות למחסור מים אזורי** - מתקני ההתפלה העתידיים לקום הנם כשלעצמם צרכני אנרגיה גדולים מאוד, כשבנוסף, תהליך ההתפלה מייצר תמלחות שעלולות להשפיע על אקולוגיית הים. בנוסף, קיימת הערכה שתתקיים התייבשות בארות ומי תהום בכלל. המסגרות העירוניות יכולות לסייע בהעלאת המודעות והגברת השימוש באביזרים חוסכי מים, אך בעיקר יכולות להוות פלטפורמה לקידום של פרויקטים גדולים להחדרת מי נגר לקרקע ופרויקטים של השקיה ציבורית ממים מושבים.
8. **מרכזי מידע לתושבים** - הסתגלות למשבר האקלים מחייב 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. במרכזים אלו הציבור 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 התכניות שהוכנו על ידי הערים החתומות על אמנת האקלים ככלי מרכזי לקשר עם הציבור הרחב ורתימתו למאמצי ההפחתה.

9. **שימוש באנרגיה מתחדשת** - מרוח, מים ושמש. בהקשר זה יאמר שעיריות פורום ה-15 מבקשות לקדם תכניות נוספות להצבת פאנלים סולאריים על גגות מבני חינוך וציבור, אך המכסות שיעדה המדינה לכך אינן מספיקות למכלול הפרויקטים שהעיריות יזמו.

10. **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 הצפויים ועוד. על העיריות ורשויות המדינה להיות ערוכות לכך.

11. **היערכות בשירותי בריאות ותברואה** – לשינויי האקלים יש השלכות משמעותיות בנושא אספקת שירותי בריאות ותברואה. כך למשל, רשויות מקומיות צריכות לתגבר את היצע שירותי הבריאות לסוגיהם ולשפר את זמינותם לכלל הציבור. להפעיל מעקב ובקרה מוגברים בטיפול באתרי קינון ודגירה של יתושים ועוד. ביישום צעדי הסתגלות, רשויות מקומיות צריכות לאזן בין סיכוני תחלואה אל מול הטרדה והתשה מיותרות של התושבים שעלולות להביא לכך שיפתחו אדישות ושננות כלפי סיכוני תחלואה עוד בטרם סיכונים כאלה יתממשו.

12. **היערכות למצבי חירום** - תידרש 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).

13. **הגנה על קו החוף ומי הים** - חופי הרחצה, הטיילות, השירותים והתיירות לאורך הים, כמו גם המרינות והנמלים מהווים מקור פרנסה של רבים מתושבי הערים ואזור הנופש והפנאי של 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 גם בתשתיות כגון מתקני התפלה ותחנות כוח לאורך הים, שפגיעה בהן מסכנת הן את האזור בו הן שוכנות, אך גם מהוות פגיעה מהותית בצרכים הלאומיים.

14. **שימור מגוון ביולוגי** - לאור החשש שתפוצת בעלי חיים ומזיקים צפויה להשתנות וחשש שמינים קיימים וחיוניים יוכחדו, הרי שקיימת חשיבות לנושאים כמו שימור ואף השבת טבע עירוני, נטיעת עצים, שמירה על מעברי בעלי החיים והקמת נקודות הטלה, וכן הבטחת שמירה על המרקם הבנוי מבלי לנסות 'להתפשט' לשטחים פתוחים וחקלאיים, מתוך ההבנה של חשיבות עורף של שטחים אלו לעיר עצמה (ראה הרחבה בפרק העוסק בטבע עירוני ובמגוון ביולוגי). כמו-כן, פעילות לשימור המגוון הביולוגי בערים יכולה להשתלב בצורה טובה עם תכניות חינוכיות (טבע, מדע וכו') בקרב תלמידי העיר בכל הגילאים.

פרק ז' - היבטים כלכליים של היערכות עירונית לשינוי האקלים

אוניברסיטת חיפה

ד"ר ציפי עשת

מבוא

הנזק האנושי והכלכלי שהמיטו אסונות האקלים האחרונים – כולל הוריקנים, שיטפונות, בצורות וגלי חום – הגבירו את החשש של מקבלי החלטות רבים אודות פגיעות הכלכלות שלהם לכוחות הטבע. במהלך 50 השנים האחרונות, אסונות אקלים קשים גרמו לכ-800,000 מקרי מוות והפסד כלכלי מעל טריליון דולר. בעשור הראשון של המאה ה-21 הנזק שנגרם על ידי אסונות כאלה הגיע לרמות שיא (ECA Working Group, 2009). כך, לדוגמא, הוריקן קטרינה הסב נזק של כ-100 ביליון \$ לניו אורלינס והאזור והנזק מהוריקן סנדי מוערך בכ-50 ביליון \$. שינוי האקלים עלול לגרום להפסד מצטבר משמעותי, כבר בתוך 20 השנים הבאות. בנוסף להשפעות משמעותיות על משק המים, ענף החקלאות, ענף האנרגיה ומשק החשמל, ענף הבריאות ומערכות אקולוגיות, צפויה גם השפעה על התוצר המקומי והרווחה החברתית בעולם בכלל וכן בישראל. הסיכון הנובע מתופעת שינוי האקלים אינו אחיד אלא משתנה בהתאם לאזורים והענפים הכלכליים. עם זאת, הידע על האקלים בעתיד – במיוחד ההשפעות המקומיות של מגמות שינוי האקלים הגלובלי – אינו מלא ומקבלי החלטות יאלצו לקבל החלטות מדיניות השקעה בתנאי אי ודאות.

בסבב העולמי האחרון של דיוני האקלים שנערך ב-Cancun, מקסיקו (2010) סוכם על הקמתם של קרן תקציבית (Green Climate Fund) לטיפול בתופעה ומרכז עולמי לטכנולוגית אקלים. הקרן תכיל תקציב של כ-100 מיליארד דולר לשנה (עד שנת 2020) על-מנת לסייע למדינות העניות במימון הפחתת הפליטה ופעילויות ההתאמה לשינוי אקלים.

השאלה האולטימטיבית שמעניינת מקבלי החלטות היא כיצד להפחית את הפגיעות של מערכות סוציו-אקונומיות משינוי אקלים בדרך החסכונית והיעילה ביותר. נדרש מצד אחד ידע מעמיק של גודל והתפלגות האזורית של נזקים, ומצד שני הערכה מדויקת של עלות/האפקטיביות של מדיניות חלופית (Bosello et al., 2010a). לכן, כל שייאמר בהמשך המסמך, תקף להערכות בכל רמות קבלת החלטות.

היערכות/הסתגלות/התאמת (Adaptation) מערכות אנושיות או טבעיות בתגובה לתופעות בלתי-נמנעות הנובעות משינוי האקלים, לצורך מיתון הפגיעה בהן, הפכה לאחרונה לסוגיית המפתח בדיון על מדיניות האקלים.

הסיבה הכלכלית העיקרית והבסיסית להשקעה באסטרטגית התאמה לשינוי אקלים נובעת מכך שהיא יכולה להפחית את העלויות הכוללות של תופעת שינוי האקלים, כתוצאה מכך שהתועלות (Benefits) אשר ייווצרו מפעילויות ההתאמה יהיו גבוהות מהעלויות (costs) של מימושן ולכן יגרמו לרווח לעומת מדיניות של אי ביצוע (Business as Usual) (Parry et al., 2009; Stern, 2006).

נדרש וחשוב להגדיר את רמת ההתאמה שאליה רוצים להגיע כך שיוגדרו המשאבים התקציביים הנדרשים להשקעה תוך הסתכלות כוללת על כלל הצרכים הסוציו-אקונומיים. כלומר, על-מנת לבחון את ההיבט הכלכלי של ההתאמה נדרש להבין את המשמעויות על כלל הפעילויות המשקיות, לדוגמא: צפויה עליה של מחירי האוכל כתוצאה משינוי האקלים, עקב ההתייקרויות בייצור מוצרים מסוימים וזאת כתוצאה מעליה ישירה או עקיפה של התשומות.

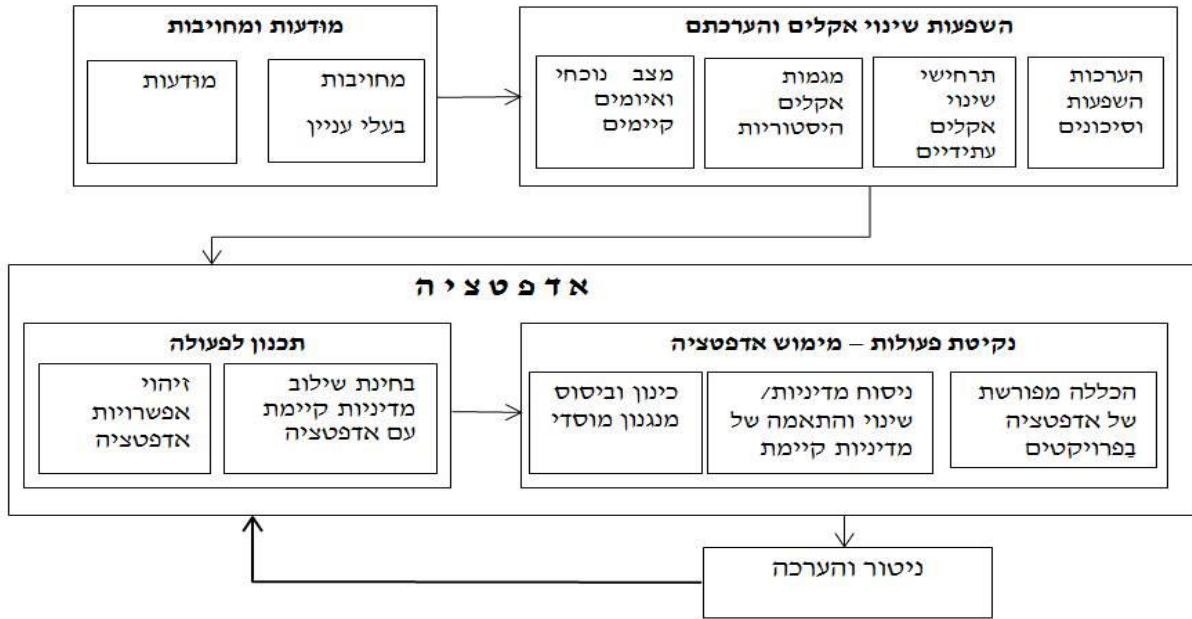
להגדרה של התאמה (Adaptation) בהיבט הכלכלי אפנים שונים והמקובלים ביותר (Margulis et al., 2008):

- מבוסס על כוונה/מוכוון לתכלית מוגדרת (Carter et al., 1994) - פרויקטים שמבוצעים לצרכים ייעודיים של התאמה שאם התופעה שנגרמת משינוי אקלים לא היתה מתרחשת, הם לא היו מתבצעים.
- התאמה עצמאית/ספונטנית (Autonomous/Spontaneous) - התאמה זו כוללת את משקי הבית והקהילות שלהן ללא התערבות ציבורית אך במסגרת מדיניות ציבורית מוגדרת.
- התאמה מתוכננת (Planned) - התאמה כתוצאה מהחלטת מדיניות מושכלת המבוססת על ההערכה שהתנאים השתנו או צפויים להשתנות ונדרשות פעילויות להחזיר, או לשמר, או להשיג את המצב הנדרש.
- התאמה יזומה/מקדימה (Anticipatory/Proactive) - התאמה אשר מתבצעת לפני שההשפעות של שינוי האקלים נצפות ומטרתה לצמצם פגיעות המערכת על ידי הפחתת הסיכון או מקסום יכולת ההתאמה (De Bruin et al., 2011) (הגדלת האיתנות של תכנון תשתית והשקעות לטווח ארוך, הגדלת הגמישות של מערכות פגיעות, שיפור יכולת ההתאמה של מערכות טבע פגיעות, החלפת מגמות המגבירות את הפגיעות ("mal-adaptation"), שיפור המודעות והמוכנות החברתית).
- התאמה מאוחרת/תגובתית (Reactive) - התאמה אשר מתבצעת אחרי שההשפעות של שינוי האקלים אירעו.
- מבוסס על היוזם (Klein, 2003) - על-מנת להתמודד כלכלית עם שינויי האקלים נדרש להבין אילו בעיות יפתרו ע"י השוק הפרטי ומה האמצעים הדרושים כדי להגן על נכסי הציבור ופגיעה באנשים, כלומר, הערכה של ההתאמה המתוכננת (The World Bank, 2008):
 - התאמה פרטית - התאמה אשר מאותחלת וממומשת ע"י אנשים פרטיים, בעלי בתים או חברות פרטיות. התאמה זו מבוססת על הצרכים האישיים של היוזם.
 - התאמה ציבורית - התאמה אשר מאותחלת וממומשת ע"י ממשלים בכל הרמות.

תהליך ההתאמה (Adaptation) הכולל בראיית הערכת עלויות ותועלות ניתן לחלוקה לשלבים הבאים כמתואר גם בתרשים:

1. מודעות ומחויבות של בעלי עניין ברמה עירונית (ולאומית).
2. הערכת ההשפעה, הרגישות והסיכון - הערכה של השפעת תופעת שינוי האקלים על המערכות הטבעיות (כגון: מים) והמערכות האנושיות (כגון: בריאות) לצורך קביעה אם ובאיזה מובן יהיה לשינוי האקלים השפעה, סיכון או אפילו תועלת.
3. תכנון ההתאמה - בהתאם להערכה המבוצעת בסעיף 1, ניתן לזהות חלופות שונות של פעילויות התאמה בתחומים בעלי חשיבות סוציו-אקונומית גבוהה להתמודדות עם תופעת שינוי האקלים. בראיית עלות/תועלת נדרש להעריך כיצד ומתי לפעול וכיצד לתעדף את המשאבים הטכנולוגיים והפיננסיים בהתאם.
4. מימוש אמצעי ההתאמה.
5. ניטור והערכה של פעילויות ההתאמה - נדרש לבצע תוך כדי יישום ההתאמה ולאחר השלמתה.

התוצרים של השלב הרביעי מהווים משוב חזרה לשלב 1 תוך יישום של פעילות ההתאמה בצורה איטרטיבית ודינמית בזמן. משוב זה נדרש לצורך שיפור פעילויות התאמה עתידיות.



הערכת עלויות ותועלות

הערכה של העלויות והתועלות עבור חלופות ההתאמה השונות הינה חלק חשוב ומרכזי בתהליך זה, שמסייע לאנשי מקצוע וקובעי מדיניות לזהות את ההתערבויות המתאימות ביותר לצמצום הפגיעות, שיפור יכולת ההתאמה והקניית יכולת העמידה. יש להדגיש כי ההסתכלות הכלכלית הרב-מימדית מאפשרת התמודדות מתאימה בהיבטי עלות-תועלת תוך בחינת החלופות השונות ומתן דגש לאינטגרציה מירבית בין התחומים השונים.

עלויות ההתאמה כוללות עלויות של תכנון, הכנה, קידום, ויישום אמצעי הסתגלות, לרבות עלויות מעבר, ואילו **תועלות ההתאמה** הן עלויות הנזק הנמנע כתוצאה מתופעת שינוי האקלים או התועלות המצטברות בעקבות אימוץ ויישום אמצעי התאמה. בהקשר זה אפשר לומר באופן אינטואיטיבי שאם נשווה את העולם בעתיד ללא שינוי אקלים עם עולם בעתיד שעובר תהליך של שינוי אקלים – הפרש ביניהם יתייחס לסדרת פעולות להתאמה לעולם החדש ועלות הפעולות הללו היא עלות ההתאמה.

על-מנת לבצע הערכת התועלות מחלופות שונות של פעילויות ההתאמה אל מול תרחיש התחלה בסיסי, נדרש לבחון בצורה מעמיקה את ההשפעות הצפויות של תופעת שינוי האקלים. בנוסף, יש לקחת בחשבון שפעילויות ההתאמה לא יעלימו לחלוטין את הנזק השיורי ולכן עלות נזק זה צריכה להיכלל בהערכת העלות הכוללת. לאחר בחינת החלופות, ניתן לממש את החלופה בעלת התועלת הגבוהה ביותר.

היבט מרכזי בביצוע ההערכות הכלכליות הינו אי-הודאות בתופעת שינוי האקלים והשפעותיה. גם עבור מקרי בוחן מסוימים של פליטות מזהמות, טווח ההשפעות האפשריות רחב מאוד. עם זאת, מכיוון שאי הודאות צפויה לקטון עם הזמן, נדרש שפעילויות ההתאמה יהיו גמישות ובעלות יכולת שינוי תוך כדי מימושן לצורך תיאומם עם ההשפעות בפועל.

היבט נוסף הינו ביצוע האומדן. בראיה כלכלית, ניתן לבצע את האומדן בשתי דרכים אפשריות:

1. **הערכה פיננסית** שכוללת בחינה אל מול ראייה תקציבית מוגדרת של העלות אל מול התועלת.
2. **הערכה כלכלית** שכוללת בחינה אל מול ראיית הכלכלה הלאומית כולה.

לצורך ביצוע הערכת עלות/תועלת (Cost/Benefit) של פעילויות ההתאמה השונות ניתן להשתמש במספר כלים תומכי החלטה. שלוש הטכניקות המרכזיות הן:

1. ניתוח עלות-תועלת (CBA – Cost Benefit Analysis).
2. ניתוח עלות-יעילות (CEA – Cost Effectiveness Analysis).
3. ניתוח רב-קריטריונים (MCA – Multi Criteria Analysis).

פירוט והסבר על הטכניקות ניתן למצוא בנספח ב'.

גישות הערכה אחרות

מלבד 3 הגישות הנ"ל ניתן להגדיר גישות נוספות לצורך תמיכה בתכנון פעילויות ההתאמה ובהם: הערכות סביבתיות, ועדות מומחים, גישות מבוססות סיכון ועוד.

הערכת סיכון הינה גישה רלוונטית עבור תכנון ארוך-טווח בה מזהים תכניות, תשתיות ואוכלוסיות הנמצאות בסיכון. חשוב לציין, כי גישת הערכת סיכון יכולה להצביע על חלופות Win-Win, Low Regret, No-Regret. במקרים רבים גישה זו תזהה מספר חלופות משלימות להגעה ליעדי ההתאמה.

עלויות התאמה ותקצוב של אסטרטגיית התאמה

בראיה כלכלית מבוססת מודלים קיימת חשיבות רבה בהבחנה בין פעילויות התאמה שבהן העלויות והתועלות מתרחשות באותה תקופת זמן ("Flow") לעומת פעילויות התאמה בהן ההשקעות הראשוניות גורמות לרווחים בטווח הזמן הרחוק יותר, מעבר לתקופת הזמן הנוכחית בה מבוצעות ההשקעות ("Stock") (Lecoq and Shalizi, 2007). פעילויות התאמה מסוג "Flow" ניתנות להכללה בשתי קטגוריות. ראשית, קטגוריה של התאמות תגובתיות (ריאקטיביות), כדוגמת: טיפול פרטי/ציבורי במחלות הנגרמות משינוי אקלים בהן לא נדרשת השקעה תקציבית תשתיתית מראש. הקטגוריה הנוספת היא התאמות יזומות שבהן התועלות המופקות מההשקעות באות לידי ביטוי באותו פרק זמן ולא נגררות לאורך זמן. פעילויות התאמה מסוג "Stock" כוללות השקעה מתוכננת של מוצרים ותשתיות שמטרתם להפחית את הנזק בפועל כתוצאה משינוי האקלים אשר מביאות לתועלות לאורך זמן בעתיד הבינוני והרחוק. דוגמא לפעילויות מסוג זה ניתן למצוא בהשקעות תשתיתיות במשק המים אשר צפויות להימשך זמן רב ורמת חשיפתן לתופעת שינוי האקלים הינה ארוכה ולכן יש להתחיל את ההשקעה בנושא באופן מיידי. דוגמא נוספת הינה בבידוד של חלונות ומבנים בבניה ארוכת טווח לכ- 100 שנים אשר צפויים להיות מושפעים בטווח הזמן הארוך משינוי האקלים (Agrawala et al., 2010).

בשלב הראשון יש להגדיר את הגורמים שצריכים להתאים עצמם ואת התופעה שעבורה צריכה להתבצע ההתאמה תוך הבנה וכימות רמת החשיפה לסיכונים הנובעים מהתופעה וכן את רגישות הכלכלה להשפעות האפשריות.

יש להעריך את יכולתה של המדינה/הרשות המקומית לעמוד בהתאמה הנדרשת ("Adaptive Capacity") על פי ניסיון העבר בהתאם לפעילויות התאמה שבוצעו בעבר שהצליחו או לא.

בשלב הבא תתבצע הערכה תקציבית של עלויות ההתאמה והגדרת נקודת העבודה האופטימאלית בהיבטי עלות-תועלת של פעילויות ופרויקטים להתמודדות עם שינויי האקלים. לצורך בחינת העלויות המדויקות תבוצע הערכה השוואתית של עלויות הפעילויות/פרויקטים עם/ללא השפעת שינויי האקלים. בסוף, יש לאגד כל השלבים שלעיל לתמונה כוללת ברמת המקור, כולל ההשפעות על כלל המערך הכלכלי, לדוגמא: שוק העבודה, שוק הנדל"ן ועוד.

תקצוב של פעילויות להתאמה (Adaptation) עם תופעת שינוי האקלים תלויה במבנה הממשל המקומי וקיימים מספר אופנים לתעל את התקציב למקום שבו הוא נחוץ ואפקטיבי יותר (Przyluski & Hallegatte, 2010). לצורך בחינת הנושא מסתמכים על בעיה דומה שהייתה קיימת בעבר, כדוגמת תכנית התקצוב האירופית למדינות מזרח אירופה. הנושאים דומים מכיוון שבשניהם קשה להגדיר ולמדוד את העלויות.

סוגיות מרכזיות בתקצוב ההסתגלות לשינויי האקלים

- רק כאשר מטרות התקציב הוגדרו בצורה ברורה ניתן להגדיר בצורה ברורה את האסטרטגיה הכלכלית לטיפול בהם. לכן, על-מנת להיערך כלכלית בצורה נכונה נדרש להגדיר יעדים ברורים וממוקדים כדוגמת: "הפחתה האוכלוסייה הנחשפת לשיטפונות" ולא יעד כללי כדוגמת: "התמודדות עם שינויי אקלים".
 - תקצוב ההתמודדות עם שינויי אקלים דורש שיתוף פעולה הדוק וקשרים בין נותני התקציב לבין מקבלי התקציב על-מנת לשלוט על תוצאות ההתמודדות ולוודא מתן עדיפות מתאימה לנושאים השונים. לכן, נדרש להגדיר גישה תקציבית רב-שלבית לצורך בקרה הדוקה על התקציב הניתן והתוצאות המתקבלות.
 - **נדרש מימון ממשלתי/ מקומי.** הסתמכות בלעדית על מקורות מימון פרטיים לצורך השקעה בעייתי, כיוון שהם מתמקדים בהפקת רווח ע"י המשקיעים ולא יוכל לתת מענה לנושאי תשתית רחבים הנדרשים לתקצוב ברמה הממשלתית-ציבורית. לדוגמה מימוש הגנה לחופים כנגד עליית גובה פני הים לא תצלח לאורך זמן ללא מעורבות ממשלתית/מקומית בתשתיות.
- יש לוודא כי התקציב מתועל להתמודדות עם האוכלוסיות הרגישות יותר לתופעת שינויי האקלים גם אם העלויות של ההתמודדות יקרות יותר. **שמירה על איזון תקציבי וחלוקה שווה בין אוכלוסיות לא תיתן מענה מתאים לתופעה.**

הערכות אמפיריות של עלויות ותועלות מהוות קריטריון מרכזי בקבלת החלטות בנושא התאמה. באמצעות ניתן לקבוע "תג מחיר" לעלות ההתמודדות הכוללת שיש להקצות להן תקציב באמצעות מקורות פרטיים, ציבוריים ובינלאומיים. התאמה לשינויי אקלים תכלול אלפי פעילויות במספר מעגלים: משקי בית, חברות, ממשלות והחברה האזרחית. מדיניות חכמה יכולה להפוך יוזמה פרטית לכוח מניע ומקדם התאמה תוך התמקדות בשלושה כלים: ביטוח, שווקים סביבתיים ושותפויות ציבוריות-פרטיות.

ביטוח הינו כלי מחזורי כחלק מהקונטקסט של תגובות התאמה במספר סקטורים, בעיקר חקלאות. איתותי מחיר ושווקים סביבתיים קריטיים להתאמה בהרבה משאבי טבע רגישים לאקלים כולל מים ומערכות אקולוגיות.

לשותפויות ציבוריות-פרטיות (PPP – Public-Private Partnerships) יש תפקיד קריטי במימון והגברת יכולת ההתאוששות המהירה של תשתית לאקלים כאשר העלויות להתאמה גבוהות בצורה לא פרופורציונאלית. כמו כן שותפויות אלו רלוונטיות למחקר ופיתוח (R&D) של טכנולוגיות התאמה חדשות.

מידול אי-הודאות במודלים הכלכליים

קיימת רמת אי-ודאות גבוהה בהקשר להיקף ולתזמון של השפעות תופעות שינויי האקלים על הכלכלה. כתוצאה מכך קיים קושי רב בהגדרה מראש של אסטרטגיית פתרון אופטימלית, מכיוון שקיימת אי-ודאות אילו פעילויות לממש ומתי לממש אותן. הגישה הסטנדרטית שבה נעזרים לצורך ניהול סיכונים תקציביים היא לבסס את ההחלטות על אנליזה של תרחישים ולבחור את הפתרון החסין ביותר, אולם, בשל אי ודאות גבוהה בתחזית של שינויי האקלים בפועל בהתאם לתרחישים שונים, מוצע לפתח אסטרטגיות חדשות אשר מתמודדות עם רמת אי-הודאות הגבוהה של שינויי האקלים, כדוגמת ניתוח תרחישים שונים כפי שבוצע ב-IPCC (2007), ולבחור את הפתרון החסין יותר לתרחישים השונים. (Lempert and Schlesinger, 2000) מציעים לפתח אסטרטגיות חדשות אשר מוכוונות להתמודדות עם מרכיב האי-ודאות הפנימי של שינויי האקלים. (Schwartz, 1996) מציע לדוגמה, לבסס את ההחלטות בהתאם לניתוח תרחישים ולבחון את הפתרון הגמיש יותר, שהינו רגיש פחות לתנאי אקלים עתידיים, ולא לבחור את הפתרון הטוב ביותר בהתאם לתרחיש ספציפי. למעשה, נדרש להכליל את היבט הגמישות של הפתרון כקריטריון נוסף בתהליכי קבלת החלטות מרובי-קריטריונים. בהיבט הציבורי, שימוש בעקרון הזהירות (Precautionary principle) הוא דוגמה

נוספת לאסטרטגית קבלת החלטות שלוקחת בחשבון את אי-הודאות באופן מפורש וברור (Gollier and Treich, 2003).

בהתאם לנ"ל הוגדרה שיטה לחלוקת אסטרטגיות ההתאמה לקטגוריות שונות (Hallegatte, 2009):

- **No regret strategy** – (WIN-WIN) אסטרטגיות אשר מתמודדות עם שינוי האקלים ומייצרות יתרונות ותוצרים גם במקרה שלא ייווצר שינוי אקלים. מימושם בפועל הינו מוצדק גם במידה שלא יהיה שינוי אקלים ולכן ההשקעה התקציבית בהן היא כדאית בכל מקרה. יתרה מכך, במידה שתופעת שינוי האקלים תתרחש בהתאם לתחזיות הנוכחיות, או אפילו ברמה קיצונית יותר אף מהתחזיות, התועלות מפעילויות אלו יהיו מרובות ומיידידות. לדוגמא, מערכת בקרת נזילות בצינורות מים הינה השקעה טובה בהיבטי עלות תועלת גם ללא תופעת שינוי האקלים.
- **Reversible/flexible** - אסטרטגיות הפיכות (לעומת כאלו שהן בלתי הפיכות) כאשר המטרה לצמצם את העלויות של הפעילויות הנגזרות במקרה של תחזיות שגויות של שינוי האקלים העתידי. לדוגמא, תעשיית הביטוח ומערכות התראה מוקדמת אשר ניתן להתאימן בצורה קלה יחסית בתדירות שנתית כתגובה לקבלת מידע חדש. אולם, ישנם מקרים בהם אין לדחות החלטות בנושא תשתיות כיוון שמימושן אורך זמן רב ובהיבט התקציבי ראוי לפרוס את מימושן על-פני תקופת זמן. אי-לכך יש להקפיד על בחינה השוואתית בין פעילויות הפיכות לפעילויות שאינן הפיכות בכל נושא לגופו.
- **Existence of cheap safety margins** - אסטרטגיות בהן קיימת תוספת שולית זולה (נקראות: Cheap Safety Margins). באמצעותן ניתן להקטין את הרגישות לשינויי אקלים בעלויות נמוכות. לדוגמא: התמודדות עם עליית פני הים וההשקעות בשוק המים באמצעות תשתיות בעלות קיבולת גבוהה יותר כבר כיום, כך שימנע הצורך משדרוגם בעתיד בטווח הבינוני-רחוק.
- **Soft strategy** - במסגרתו מבוצע מיסוד חוקתי וציבורי של ההתמודדות עם שינוי אקלים, כך שנתני השירותים נדרשים לתכנן לטווח ארוך ולתת מענה מיטבי.
- **Reduced decision horizon** - לצמצם את משך הזמן של מחזור חיי ההשקעות וכך להפחית את אי-הודאות הכלכלית. אסטרטגיה זו קיימת בנושא היערכות בו משתמשים בזנים בעלי זמני סבב קצרים יותר.
- **Synergies with mitigation** - אסטרטגיה זו מצביעה על הצורך לשלב בצורה מיטבית פעילויות התאמה עם פעילויות המניעה של שינויי האקלים המבוצעות במקביל, הדוגמא הבולטת לכך היא "בניה ירוקה", מודעת אקלים.

שאלה מרכזית שמתעוררת לגבי אסטרטגיות אלו הינה מדוע הן אינן ממומשות כבר עכשיו והתשובה טמונה במכשולים הקיימים במימושן, כדוגמת: מחסור במידע, חוסר הערכה של היתרונות כלכליים (ברוב המקרים המתוארים התועלת הכספית גבוהה מהעלות); מחסור בתקציב ראשוני; סדר עדיפויות לקוי, ומגבלות חוקיות. במרבית המקרים פעילויות המשיכות לאסטרטגיה זו צפויות להיות "הצעד הראשון" היעיל בהיערכות הכוללת להתאמה ארוכת-טווח.

תזמון הפעילויות

תזמון פעילויות ההתאמה תלוי בשלושה גורמים (OECD (2008):

- ההבדל בעלויות המשתנות לאורך זמן כתלות במועד ההשקעה (דוגמא: תשתיות מים, גשרים ונמלים המבוצעים כעת בראיה ארוכת טווח).
- תועלות מהתאמה בטווח הקצר. התאמה מוקדמת תהיה מוצדקת אם יהיו לה תועלות מידיות כמו הפחתת ההשפעות של השתנות האקלים. דוגמאות: 1. חיזוק ושימור המערכת האקולוגית, 2. השקעה

בבריאות כמו פיתוח תהליך למציאת ריפוי ממלריה שהתועלת בסיוע בטיפול בעוני רבה כמו התועלת לשינוי אקלים.

- מידת ההשפעה לטווח ארוך של פעילויות התאמה מוקדמות. נושא זה נחקר בהיבט התזמון המיטבי של פעילויות ההתאמה ושל פעילויות ההפחתה במיוחד בתפיסה שבה פעילויות אלו משלימות זו את זו. ההנחה הבסיסית היא שפעילויות ההפחתה נדרשות לביצוע בשלבים מוקדמים ואילו פעילויות ההתאמה צפויות לביצוע בתלות בפונקציית הנזק של שינוי האקלים. בנוסף, מכיוון שגזי החממה נשארים לאורך זמן רב מאוד (עשרות ומאות שנים) באטמוספירה התועלות מפעילויות ההפחתה ניתנות לבחינה רק בראיה ארוכת טווח. בהתאם לכך חלק מהמחקרים מצביעים על פעילויות ההתאמה כגורם מפחית עלות עיקרי (De Bruin et al., 2009) ואילו מחקרים אחרים מצביעים דווקא על פעילויות ההפחתה כגורם זה (Bosello 2008, Bahn et al., 2010).

עלות, תועלת ומימון היערכות לשינוי אקלים ברמה העירונית

ערים בכל הרמות הסוציאקונומיות ובכל המיקומים מתמודדות עם סיכוני אקלים והן פגיעות ורגישות להשפעות של שינוי אקלים. ההפסדים מהשפעות שינוי אקלים באזורים עירוניים גבוהים יחסית וחשובים בגלל הריכוז הגבוה של אוכלוסייה ונכסים למיניהם, הנמצאים בהם.

ערים השוכנות לאורך חופי ים ולאורך נהרות רגישות במיוחד להצפות נקודתיות וגם להצפות קבועות ומתמשכות ואלה ההשפעות הקריטיות והרלוונטיות ביותר שנגרמות לערים בעקבות שינוי האקלים ולכן ההפסדים הכלכליים הגבוהים ביותר יתרחשו באזורים אלה. פעולות כמו תשתיות להגנה מפני שיטפונות ועליית פני הים עלולות להיות יקרות יותר תוך תכנון לטווח ארוך מאוד אך יש להתייחס אליהן כאל פעולות הכרחיות. יחד עם זאת, ביצוע חישובי עלות – תועלת עשוי להצביע על כדאיות כלכלית של השקעות כאלה בשל הצפי לתועלות עתידיות וזה יכול לשמש תמריץ להשקעות בהיערכות. זאת, בנוסף לתמיכה שיש לתת למקבלי החלטות בעריכת תיעודף לאפשרויות השונות להתמודדות עם הצפות בהתחשב באופק הזמן ליישום (Feem, 2012). הדברים נכונים גם להתמודדות עם ההשפעות האחרות של שינוי אקלים – פעולות אדפטציה יכולות לצמצם ואף למנוע השפעות של אירועי אקלים קיצוני ושינוי אקלים.

למרות אי הוודאות השוררת בתחום זה, הקו המנחה צריך להיות שבטווח הארוך, התועלות הכלכליות של אסטרטגיות מדיניות אדפטציה למיניהן יכולות להיות גבוהות מהעלויות שביישומן, והתועלות עשויות גם להביא לחסכון עתידי בעלויות. ברור שקושי מרכזי בהערכת ההשפעה הכלכלית הוא שאת אסטרטגיות האדפטציה צריך לממן בטווח הקצר או הבינוני בעוד שהתועלות יצטברו במהלך הזמן בעתיד או שניתן יהיה ליהנות מהן רק בטווח הארוך.

בכל עיר נתונה, העלויות הכרוכות בהיערכות לשינוי אקלים תלויות בנסיבות הייחודיות לעיר והפעילויות הספציפיות שנבחרות כתגובה להתנסות בהשפעות של שינוי האקלים ומובן שאלה קובעים את רמת המימון הנדרשת.

חישוב עלויות ותועלות של פעולות היערכות ספציפיות הינו מרכזי בתהליך תכנון עירוני ותיעודף פרויקטים בטרם יוצאים לגיוס מקורות מימון. יש לציין שברמה העירונית, אין עדיין גישה מבוססת, בדוקה ומקובלת להערכת סיכוני שינוי האקלים והערכת התועלות מאדפטציה. מצב זה יוצר קושי ואתגר בצידו באיתור מקורות מימון (The World Bank,) ואכן, אחד האתגרים הגדולים ביותר ביישום אסטרטגיות של אדפטציה מקורו ביכולת מימון מוגבלת. השלטון המרכזי יכול לשחק תפקיד חשוב בקידום עמידות עירונית על ידי מתן יותר מימון למנגנונים לתכנון וליישום היערכות. בפרט, נחוץ מימון למחקרים על השפעות שינוי אקלים ברמה המקומית וניתוח סיכונים ולעידוד מעשי של הקהילות המקומיות להסתגל מראש להשפעות שינוי האקלים

(Johnson and Breil, 2012). מדיניות היערכות לשינוי אקלים ברמה העירונית נסמכת בעיקר על הנהגה פוליטית ותמיכה ממשלתית תוך השתלבות במבנה המדיניות הקיים. המציאות מוכיחה ששילוב זה מבטיח מימון ויישום של ההיערכות.

למרות החשיבות הרבה שיש לעלויות האדפטציה ולהפסדים כלכליים פוטנציאליים, למנהיגי הרשויות המקומיות פחות אכפת מקריטריונים של עלות-תועלת ויעילות לשם קבלת החלטות להשקעות באדפטציה עירונית והם בעצם מסתמכים על קריטריון הצורך להבטיח פונקציות בסיסיות לעתיד העיר כמו, בטחון, רווחה חברתית והתפתחות כלכלית. הסיבות לכך נעוצות בטווח הזמן הארוך שאליו מיועדות ההשקעות ואי הוודאות שכרוכה במאפייני התפתחויות סוציאקונומיות בעתיד.

כפי שכבר צויין לעיל, שילוב פעילות של **הסקטור הפרטי** בהיערכות לשינוי אקלים חשובה מאוד אך עד כה אינה מפותחת דייה. סיכוני אקלים אינם נתפשים כגורם מדרבן להשקעה פרטית למרות האיומים הפוטנציאליים לנכסים פרטיים ולמרות האפשרויות הקיימות למשקיעים פרטיים להגדלת העמידות שלהם להשפעות שינויי אקלים. ניתן להתייחס לקיפאון בתחום זה כאל **כשל שוק** כי המידע הקיים בשוק על הפסדים פוטנציאליים עתידיים אינו קיים או אינו מושלם אם כי התפקיד הנורמטיבי של הפעילות הציבורית מייצג אסטרטגיה פוטנציאלית שכבר נחזית במצבים הנדונים (Feem, 2012).

ברוב המקרים נמצא שכשמתקצב מימון, הוא מיועד לפרוייקטים לאומיים ולכן ערים צריכות למצוא שותפויות מתאימות לפרוייקטים מקומיים. ערים יכולות לחפש מקורות מימון במרחב של מקורות מקומיים, לאומיים ובינלאומיים כולל מקורות ציבוריים ופרטיים. פעילות של הסקטור הפרטי הכרחית להשלמת הפעילות הציבורית להיערכות לשינוי אקלים. חייבים להיות שיתופי פעולה ציבוריים – פרטיים (PPP) כחלק מגיוס המימון שיידרש בעתיד להשקעות רחבות להתמודדות עם סיכוני שינוי האקלים. ניהול סיכונים ומערכות ביטוח יכולים להיות אמצעים נוספים לאתגר את הסקטור הפרטי להשתלב במדיניות ההשקעות לאדפטציה ובמיוחד למצבים של אירועי קיצון.

בדרבן, דרום אפריקה, יצר השלטון המקומי תכניות ספציפיות להיערכות ושילב אותן במערכת העסקים הקיימת, כולל פיתוח מטרות, מימון והתמחויות. ניהול הסקטורים של בריאות, מים וניהול אסונות מהווים פיילוט לבדיקת השיטה (Feem, 2012).

נתוני עלויות, תועלות והשקעות באדפטציה

אומדנים גלובאליים

עיקר ההערכות של עלויות ההיערכות לשינוי אקלים נעשו עד כה ברמה גלובלית, מעט נעשו ברמת מדינית ומעט מאוד ברמת עירונית. ברמה הגלובלית העריך הבנק העולמי בדו"ח (EACC) שפרסם ב-2010 (2010), (The World Bank) את העלות השנתית של פעולות להיערכות לשינוי אקלים לשנים 2010 – 2050 בטווח של 71.2 ביליון \$ - 81.5 ביליון \$, עם תלות בתרחישים שייבחרו. הערך גבוה מזה שפרסם UNFCCC ב-2007 (וגם ההתייחסויות אינן בדיוק לאותם מרכיבים).

הערכות אמפיריות של עלויות התאמה ותועלות בתחומים ואזורים הרלוונטיים לשינוי אקלים, כולל: חופים, חקלאות, משאבי מים, אנרגיה, תשתיות, תירות, בריאות הציבור תוארו במסמך ה- OECD (2008). לטענתם, מרבית המחקרים בספרות מתייחסים לרמה הסקטוראלית הנ"ל.

בחלוקה סקטוראלית, מעל 80% מהעלות תהיה בסקטורים שקשורים לאזורים עירוניים כמפורט בטבלה 11.

טבלה 11 - הערכת עלויות אדפטציה שנתיות ברמה גלובלית לפי סקטורים (ביליוני \$)¹²

EACC (2010)		UNFCCC (2007)	סקטור
<u>Driest</u>	<u>Wettest</u>		
13	27.5	2-41	תשתיות
27.6	28.5	5	אזורי חוף
19.7	14.4	9	אספקת מים והגנה מהצפות
2.5	2.6	7	חקלאות, יער, דייג
1.5	2	5	בריאות
6.4	6.7	לא נכללו בתחשיב	אירועי אקלים קיצוניים
71.2	81.5	28-67	סה"כ

אירופה

מינימום העלות של ההשפעות משינוי אקלים בכל אירופה ללא תכניות אדפטציה מוערכת ב-130 ביליון \$/שנה בשנת 2020 ועד 327 ביליון \$/שנה בשנת 2050. בשנים 1980–2011 היה ההפסד הכלכלי הישיר באירופה כתוצאה מהצפות למעלה מ-117 ביליון \$. סכום זה צפוי לגדול כי הנזק השנתי מהצפות של נהרות בלבד מוערך ב-26 ביליון \$ עד שנת 2020 ו-60 ביליון \$ עד שנת 2050.

העלות החברתית משינוי אקלים יכולה להיות גם משמעותית. בשנים 1980–2011 מתו יותר מ-2500 אנשים כתוצאה מהצפות ונפגעו יותר מ-5.5 מיליון אנשים. ללא אמצעי אדפטציה צפויים למות עוד 26,000 איש לשנה עד 2020, מספר שיעלה ל-89,000 עד 2050.

למרות שאין באירופה הערכות מקיפות וממשיות על עלויות אדפטציה ישנו אומדן להשקעה באמצעי הגנה נוספים כנגד הצפות על סך 2.2 ביליון \$/שנה עד 2020 ו-4.4 ביליון \$/שנה עד 2050. אמצעים כאלה עשויים

¹² למרות שעיסוקה של עבודה זו הוא באדפטציה עירונית, מוצגים כאן נתוני הטבלה הנ"ל בעיקר כדי להמחיש את יחסי רמות העלויות בין הסקטורים השונים שבסטיות קלות הקשורות למאפייני המקום יהיו נכונים גם ברמה העירונית.

להיות מאוד יעילים כיוון שעבור כל דולר שיושקע תיחסך עלות נזק של 8 דולר (European Commission, 2013).

אומדנים עירוניים

לפי הערכה של EACC ההשקעה השנתית הממוצעת של משקי הבית **בבתים העירוניים** כתגובה לשינוי האקלים הייתה 2.3 ביליון \$ (2005 \$) בשנת 2010, והסכום יעלה ל-25.6 ביליון \$ לשנה עד 2050 בתרחיש של אקלים יבש ביותר. בתרחיש "רטוב" ביותר, ההשקעה תהיה אף גבוהה יותר, מ-4.4 ביליון \$ לשנה ב-2010 ועד 45.5 ביליון \$ ב-2050 (בשני התרחישים, העלויות הגבוהות ביותר יהיו במזרח אסיה והאוקיינוס השקט). **הגנה מהצפות** באזורים עירוניים תסופק על ידי הקמה של מערכת של סוללות הגנה יבוש שטחים ואלה מתומחרים ב-50,000 \$ לקמ"ר (8,000 \$ לקמ"ר באזורים חקלאיים). עלות שנתית להפעלה ותחזוקה של המערכת נאמדת ב-0.5% מעלויות ההקמה (The World Bank Group, 2010). להלן מספר דוגמאות לאומדנים כלכליים של היערכות לשינוי אקלים של מספר ערים ברחבי העולם.

תוניס, תוניסיה

תכנית אב להיערכות לשינוי אקלים נערכה בשנת 2009 (Adaptation and resilience plan for Tunisia) במימון הבנק העולמי. אמצעי ההיערכות התמקדו בתכנית בתכנון עירוני וניהול פעילויות בעיקר ציבוריות לתכנון שימושי קרקע, שיפור תשתיות, התאמת מבנים והוצאות למערכות בריאות ציבוריות. סיכוני אקלים התייחסו לשיטפונות והצפות, אירועי אקלים קיצוניים (כמו, גשמי זעף, גלי חום, יובש, הצפות מעליית גובה פני הים). נזקי השפעות אקלים עד שנת 2030 הוערכו ב-87 מיליון \$. ביחס לאוכלוסייה במטרופולין העיר תוניס שמונה כ-2.5 מיליון, נאמד הנזק ב-30 – 35 \$/נפש/שנה.

עלות אסטרטגיות האדפטציה לתקופה 2020 – 2050 מוערכת ב-380 מיליון \$ שמתוכם יוקצו כ-272 מיליון \$ לאמצעים לטיפול בהצפות עירוניות. התועלות הצפויות מוערכות ב-540 מיליון \$. המחקר מדגיש את העובדה שהתועלות מאמצעי ההיערכות יעלו על ערך הנזקים ב-21% בתקופה הנדונה ויהוו פחות מ-5% מהתוצר המקומי.

ההערכה היא שיש צורך בהשקעה כוללת של כ-406 מיליון \$ לכל התקופה הנצפית: 210 מיליון \$ לטווח הקצר (עד 5 שנים), 2 מיליון \$ לטווח קצר מאוד (עד 2 שנים), 209 מיליון \$ לאחר 5 שנים ו-195 מיליון \$ בטווח הבינוני (10-15 שנים).

האסטרטגיות לאדפטציה נבחרו על בסיס ניתוח עלות-תועלת רחב, ובהתחשב בכך שמדובר בהשקעות של הסקטור הציבורי, עם שער היוון קבוע ל-20 השנים הראשונות בגובה 7% שיירד בטווח הארוך (עד 100 שנה). ההערכה הסופית של פעולות ההיערכות מבוססת על חישוב הערך הנוכחי הנקי (NPV) של ההשקעות (שווי עכשווי של הכנסות עתידיות פחות הוצאות עתידיות בניכוי שער נכיון) והיחס בין העלויות לתועלות (בשערי ניכיון שונים 0-10%) בהתייחס לסוג הפגיעות הספציפי המטופל (Johnson and Breil, 2012).

בנגקוק, תאילנד

מחקר הערכה בעיקר על הצפות, במימון הבנק העולמי (Bangkok Assessment report on climate change) פורסם בשנת 2009 על ידי המינהל של מטרופולין בנגקוק המונה כ-10 מיליון תושבים על שטח של כ-1564 קמ"ר. המחקר בחן עלויות ישירות ועקיפות של נזקים מהצפות פוטנציאליות ב-16 תרחישים שונים. בעזרת מתודולוגיה של ניהול סיכונים חישוב את עלויות הנזק משנת בסיס 2008 לשנת יעד 2050 ובדקו אסטרטגיות שונות לתגובות ראויות. הנזקים מהצפות מתייחסים למבנים, מסחר, תחבורה בהקשר תשתיות,

אנרגיה, אספקת מים, שרותי סניטציה, בריאות הציבור ואובדן הכנסה לציבור. וכן נזקים ישירים שמתייחסים להפסדים במניות תשתיות, נכסים ועוד.

הנזקים מהצפות עד 2050 מוערכים ב-7-1.7 ביליון \$, עם תלות בתרחישים השונים של שינוי אקלים ושימושי קרקע. הנזקים נאמדו בעיקר בהקשר להפסדים בסקטורים המסחרי (0.63 ביליון \$) והתעשייתי (0.29 ביליון \$) כתוצאה מהשבתת פעילות בעת הצפות.

הערכות של השקעות בתכניות אדפטציה בוצעו בסדרה של שערי היוון: 8%, 10%, 12% כאשר 8% הוא השער הסטנדרטי להשקעות ציבוריות בתאילנד.

סך השקעה להגנה מפני נזקי הצפות לאופק זמן של 30 שנה נאמדה ב-1.06 ביליון \$, ול-100 שנה - 1.5 ביליון \$. **השקעה שנתית** להגנה מפני נזקי הצפות לאופק של 30 שנה נאמדה ב-17.5 מיליון \$, ול-100 שנה - 26 מיליון \$. **תועלת שנתית** ממוצעת מהפחתת נזקי הצפות ל-30 שנה נאמדה ב-132 מיליון \$, ול-100 שנה - 177 מיליון \$.

יש לציין שהתחזיות מתייחסות בעיקר להשקעות ציבוריות בתכניות היערכות (Johnson and Breil, 2012).

ניו יורק, ניו יורק, ארה"ב

במטרופולין ניו יורק כ-8 מיליון תושבים שחיים בשטח של כ-305 מייל רבוע. האזור החופי של העיר ייחשף להשפעה הכלכלית הגדולה ביותר כתוצאה מתופעות שינוי אקלים בגלל החשיפה והרגישות שלו וכן בגלל ריכוז גבוה במיוחד של אוכלוסייה, עסקים ותשתיות לאורך החופים. לאזורים העירוניים יהיו עלויות גבוהות יותר מנזקים לבריאות הציבור כתוצאה מהשפעת איי חום עירוניים. עיריית ניו יורק קיבלה מקרן רוקפלר (The Rockefeller Foundation) מענק של \$350,000 לפעולות היערכות לשינוי אקלים. בעקבות הוריקן סנדי, שהנזק ממנו מוערך בכ-50 ביליון \$, הודיעה קרן רוקפלר כי היא תעניק עד 3 מיליון דולר במשך שנתיים עבור יזמה ציבורית-פרטית חדשה כדי לסייע לערים לארה"ב לממן ולבנות מערכות תשתית עירוניות להתמודדות עם סערות.

קיטו, אקוודור

במטרופולין קיטו 2.1 מיליון תושבים ומתוכם 1.6 מיליון באזור עירוני. עיריית קיטו התחילה בהשקעות להיערכות לשינוי אקלים בפרויקטים קיימים באספקת מים וסניטציה. 110 מיליון \$ באסטרטגיות בתחום המים ו-190 מיליון \$ בתחום הסניטציה. כמו כן, מחזיקה עיריית קיטו בקרן מיוחדת להגנה על מים בסכום של 6.6 מיליון \$ (Zambrano-Barragan et al. 2010).

אומדנים מגזריים

מים

ענף המים הינו ענף מרכזי אשר צפוי להשפעה מהותית כתוצאה משינוי האקלים, הן בהיבט העלייה הצפויה בטמפרטורה הממוצעת והן בהיבט הירידה החזויה בכמויות המשקעים. כתוצאה מכך, צפויה השפעה ישירה על הנגישות למים באזורים שונים בעולם וכתוצאה מכך השפעה על תחומים שונים, כדוגמת: אספקת מי השתייה, הטיפול בקולחים, וכמובן ענף החקלאות. השקעות בתשתיות בתחום המים צפויות לגרום לעלויות גבוהות אל מול התועלות הצפויות ונדרש לבחון אותן לאור רמת אי-הודאות הגבוהה. נדרשת הבחנה ברורה בין אזורים בהם כמות המים צפויה לגדול, בהם השקעה בתשתית צריכה להתמקד במניעת הצפות לעומת אזורים בהם כמות המים צפויה לקטון ובהן נדרשת השקעה בתשתית באגירת המים ומניעת בזבזם. ההשפעה של אירועי שיטפונות נגזרת משילוב של גורמים טבעיים ואנושיים. לצורך התמודדות עם שיטפונות, קיימות שיטות ניהול משולבות אשר נבחנו כמותית. בשל חוסר הודאות הנגרם משינוי האקלים והשפעתו של

היבטים כלכליים

עוצמת ותדירות השיטפונות נדרשת יכולת התאמה גמישה עם הסיכונים בהתאם לתרחישים עתידיים הכוללים שינוי בגובה פני הים, כמויות הגשמים והמסת הקרחונים. הפתרון המסתמן נדרש להיות אדפטיבי ואינקרמנטלי (Jha, 2011). לא בכדי, תחום המים על מגוון ההיבטים שלו מהווה נושא מרכזי למחקר ולפעילויות היערכות לשינוי אקלים. טבלה 12 מציגה מגוון הערכות של עלויות התאמה בתחום המים ממחקרים שונים בעולם.

טבלה 12 - סיכום מחקרים בנושא הערכות עלות בענף המים

המחקר	אזור	הערות בנושא שיטות/מקורות	הערכת עלות התאמה
Dore & Burton, 2001	קנדה	זמינות מי שתיה וטיפול בשפכים	הערכה כללית
Kirshen etl al., 2006	בוסטון, ארה"ב	עלויות שימור איכות המים ב-Assabet River	6.5-15.5 מיליון \$ עלויות תפעול שנתיות: 100-400 אלף \$
EEA, 2007	אירופה	הגנה מפני הצפות של נהר הריין	במהלך המאה ה-21: עלויות: 1.5 מיליארד יורו תועלות: 1-3.9 מיליארד יורו
Muller, 2007	אפריקה	עלויות תשתיות מים עירוניות ופיתוחן	עלות שינוי האקלים: 2-5 מיליארד \$ לשנה עלות ההתאמה: כמחצית.
רשות המים בישראל, 2011	ישראל	עלות תכנון כללי בהקשרי העלייה בביקושים למים וירידה בהיצע עקב שינויי אקלים ומגמות אחרות	206 מיליארד ש"ח (בין השנים 2010-2050)

בישראל חיסכון במים הוא אחד מאמצעי ההיערכות הקיימים בפועל, לפחות חלקית. **פירוט הנושא כולל הערכות כלכליות, בפרק המים.**

בריאות

תופעת שינוי האקלים תשפיע על ענף הבריאות בצורה ישירה ובצורה עקיפה. השפעה ישירה צפויה לנבוע כתוצאה מהתגברות כמות והיקף הסופות, תדירות השיטפונות והיקפם, היקף ותדירות גלי החום וכדו'. השפעה עקיפה צפויה לנבוע מהפצת מחלות זיהומיות והזמינות של אוכל ומים נקיים (Campbell-Lendrum and Woodruff, 2007).

הערכה כלכלית בענף זה הינה מורכבת מכיוון שנדרש להפריד בצורה ברורה עלויות תשתית הנובעות מתופעת שינוי האקלים לעומת עלויות אחרות הנובעות משינויים אחרים המשפיעים על ענף הבריאות כדוגמת השינויים הדמוגרפיים. בנוסף, קיימת בעייתיות בהבחנה בין עלויות הטיפול במחלות הרגישות לשינוי אקלים לעומת עלויות ההתאמה הנדרשות. בסופו של דבר, כיוון שפעולות אדפטציה בענפים אחרים משפיעים בחלקם הדגול גם על בריאות הציבור, אפשר ליחס תפקיד מרכזי בהיערכות בענף הבריאות פשוט למנוע או לטפל במחלות נוספות שנגרמות על ידי שינוי האקלים.

עלויות היערכות בתחום הבריאות כוללות (UNFCCC, 2009):

- עלויות לשיפור מערכות להגנה על הבריאות למשל, הרחבת מערכות לפיקוח על חרקים מעבירי מחלות. העלויות מתבטאות בבניית תשתית חדשה, אימון עובדים חדשים בשמירת הבריאות, והרחבת קיבול עבודה של מעבדות ועוד.
- עלויות להכנסת התערבויות חדשניות למערכת (כמו, מערכות להתרעה על גלי חום).

היבטים כלכליים

- עלויות נוספות לעמידה בתקנים חדשים לסביבה ובריאות (כמו, תקני אוויר נקי, תקני איכות מים).
- עלויות לשיפור והתאמה של תשתיות במערכות בריאות (כמו, היערכות בתי חולים לקיץ חם יותר).
- עלויות בריאות תעסוקתית בהקשר לאמצעים למניעת השפעות שליליות של גידול בעומס חום על הבריאות והפרודוקטיביות של העובדים.
- עלויות למימון מחקרים רפואיים על הפחתת השפעת שינוי אקלים, למשל מחקרי הערכה.
- עלויות למניעת מקרים נוספים של מחלות כתוצאה משינוי אקלים בהתאם להערכות שנגזרות מתרחישים במודלים. (מנקודת מבט אחרת, אפשר להחשיב עלויות אלה כעלות נזק או עלות ההשפעה ולא כעלויות אדפטציה (OECD, 2008).

קיימים מחקרים אשר בחנו ברמה הגלובלית הרחבה את השפעות שינוי האקלים על בריאות הציבור (Bosello et al., 2006; Watkiss et al., 2007). כמו כן, נבחנו תכניות התאמה בריאותיות שונות בהיבטי עלות-תועלת (Markandya and Chiabai, 2009). קיימים מחקרים בהם נבחנו הערכות עלויות ותועלות של השפעות שינוי האקלים במתן שירותי בריאות ועל פעילויות ההתאמה שניתן ליישם בענף זה (WHO, 2005; WHO, 2006). אולם, מחקרים אלו אינם מקיפים את כלל היבטי המחלות.

טבלה 13 מציגה עלויות התאמה מדו"חות עדכניים שפורסמו לאחרונה והתמקדו בעלויות הנובעות ממחלות בלבד, ואינן כוללות עלויות תשתית במדינות מתפתחות ומפותחות.

טבלה 13 - סיכום מספר מחקרים בנושא הערכות עלות שנתיות בענף הבריאות

המחקר	אזור	הערות בנושא שיטות/מקורות	הערכת עלות התאמה
UNFCCC, 2007	עולמי	עלויות הנובעות ממחלות וללא עלויות תשתית	5 מיליארד דולר לשנה עד 2030
Hanemman, 2008	ארה"ב	ההשפעות הכוללות (ישירות ועקיפות)	10 מיליארד דולר לשנה
WorldBank, 2010	עולמי	עלויות הנובעות ממחלות ואינן כוללות עלויות תשתית	2 מיליארד דולר לשנה בין השנים 2010-2050

דו"ח של ה- UNFCCC העריך את סך עלויות ההיערכות לענף הבריאות ב-4–12 ביליון \$ עד שנת 2030. העלויות מתייחסות למניעה של מחלות נוספות כתוצאה משינוי אקלים שקשורות למחלות מעיים, תת תזונה ומלריה. סך העלויות חושב על ידי הכפלה של מספר אירועי מחלה נוספים בעלות מניעה לילד כמוצג בטבלה 14 (הנתונים מ- Disease Control Priorities in Developing Countries project (World Bank, 2006)). התחשיב לוקה באי וודאות רבה וגם אינו כולל מרכיבים רבים בהיערכות.

טבלה 14 - עלויות היערכות למניעת מחלות נוספות, לפי עלות שנתית לילד (מדו"ח ה-UNFCCC)

המחלה	פעולות התערבות	עלות ממוצעת לילד (\$), 2001
מחלות מעיים	קידום הנקה, חיסון נגד רוטה-וירוס (שגורם לשלשולים) וכולרה	15.09
מלריה	שיפור באספקת מים וסניטציה	53.00
	רשתות למיטות להגנה מיתושים וחרקים (Insecticide-treated bed-nets) + מתן תרופות (Artemesin-based combination therapy)	88.50
	ריסוס ביתי במדברי חרקים	123.05
תת תזונה	קידום הנקה, תכניות להצלת ילדים, תכניות הזנה, מעקב גדילה	17.40-23.09

פירוט נושא התאמת מערכת הבריאות בישראל לשינויי אקלים - בפרק הבריאות.

בנייה בת קיימא (ירוקה)

אחד הענפים להם השפעה גדולה ביותר על צריכת המשאבים בארץ ובעולם הוא ענף הבנייה. בניינים צורכים אנרגיה ומשאבים לא רק בשלבי הפקת חומרי הבנייה ובתהליך הבנייה עצמו, אלא גם ובעיקר בשלב התפעול. בנייני מגורים, משרדים ומסחר אחראים לכ-65% מסך צריכת החשמל בישראל. צריכת האנרגיה הכוללת בבניינים מתקרבת למחצית מהצריכה הלאומית של האנרגיה. בהתאם לכך, ההיבטים הכלכליים של ענף הבנייה הם בעלי חשיבות מרובה ומשפיעים על כלל המשק הן ברמה העירונית, הן ברמה הלאומית והן ברמה הגלובלית.

הגדרת עלות של בנייה ירוקה הינה אתגר קל יחסית לעומת האתגר הקשה של הערכת התועלת. סוגי תועלות אלו כוללים מספר היבטים: חסכון תפעולי ברמת הבניין הבודד (תועלת ישירה), תועלות חברתיות עקיפות עקב ירידה בצריכת המשאבים. עלות בניה ירוקה מוגדרת כתוספת העלות בתהליך התכנון, הבנייה, התפעול והפירוק, הנובעת מכך שהבניין ירוק.

תועלת כלכלית מבניה ירוקה צפויה בשני מישורים. הראשון, חסכון במשאבים בזמן הבנייה והתפעול של הבניין. השני, מתייחס לפרמיה אשר מוכן לשלם השוק על קנייה/שכירה של בניין ירוק אל מול בניין רגיל. עם זאת קיימים חסרונות במעבר לבנייה ירוקה. ראשית תחום זה הוא תחום עתיר השקעה ולכן לצורך תיעודף פעילויות התאמה "ללא חרטה" יש לבחון היטב את החלופות האפשריות. גם כאשר ברור ליזם כי הבנייה הירוקה מבטיחה חסכון תפעולי לאורך זמן, עדיין לעיתים צפוי זמן החזר ארוך על ההשקעה.

מחקרים בעולם מציינים השפעות כלכליות חיוביות של בנייה ירוקה, למשל: חסכון באנרגיה ומים, ירידה בתחלואה של דיירים/משתמשים, ועלייה בפרודוקטיביות של עובדים, תלמידים וסטודנטים. במחקר אחד למשל, נמצא שחיסכון באנרגיה לבדו יביא להחזר ההשקעה בגין בנייה ירוקה בתוך שש שנים (ואפילו מהר יותר אם מחירי אנרגיה ימשיכו לעלות) וכן שבמהלך 20 שנים ההחזר הכלכלי יהיה פי 4 עד פי 6 גבוה יותר מפרמיית העלות הראשונית. שיעור ההחזר תלוי בין היתר במחירי אנרגיה ומים, תמריצים כלכליים, והתנהגות דיירים, אשר משתנים, לעיתים באופן ניכר, בין מקום למקום. מחקר נוסף מצא שמעבר לבנייה ירוקה הביא לירידה של 39% בניצול ימי מחלה, דבר שהביא לחסכון של 44% בהוצאות העסק על תחלואה. אותו מחקר גם מצא בבניינים ירוקים עלייה של 9% במהירות הכתיבה של מזכירות ושיפור בדיוק, וכן שיפורים בעוד מספר מדדים של פרודוקטיביות של עובדים. מחקרים אחרים רבים מראים ממצאים התומכים במגמות אלו. מנקודת מבטם של היזמים, מחקרים שונים מצאו שבניינים ירוקים נמכרים במחיר גבוה של עד 31% יותר מבניינים קונבנציונליים דומים, ושמחיר ההשכרה של יחידות בבניינים ירוקים גבוה ב 6-16% בהשוואה לבניינים קונבנציונליים (קוט וכו"ץ 2013).

כאשר המדינה היא יזם הבניה והמתפעל לאורך זמן, בניה ירוקה היא כלכלית וחוסכת כסף רב למשלם המיסים. חיוב מבני ציבור חדשים בתקן ירוק יכול להיטיב גם עם עלויות התפעול של המגזר הציבורי בפרט, וגם עם השוק הפרטי ככלל. בנוסף, נדרשת השקעה בחינוך הן של המשתמשים והן של הגורם המתפעל והתייחסות מתאימה לתמריצים כלכליים, שתבטיח כי הבניין הירוק אכן יביא לתוצאות הרצויות.

ערך תשתיות "ירוקות" והשקעות להיערכות לשינוי אקלים ברמה עירונית¹³

ערך כלכלי של פעילויות של תשתיות עירוניות ירוקות מחושב על ידי השוואה של עלויות של חלופות תשתיות "קשות" לערך נזקים שנמנעים או העדפות שוק שמעלות ערך (כמו ערך נכסים). יישומן של תשתיות ירוקות ואתן התועלות יכול להיות ברמת הבתים הבודדים, ברמת השכונות ועד לערים ואזורים מטרופולינים והתועלות נעות באותה סקלה. יישום של תשתיות ירוקות יכול להיות במקרו-פרויקטים ולהתבצע באמצעים ובשליטה ציבורית וגם בפיזור מיקרו-יישומים בנכסים פרטיים. **השקעה של \$1,000 ברחובות וסמטאות ירוקים, במכלים לאגירת מי גשם ונטיעת עצים כאמצעים בניהול מי-גשמים (סערות), אפקטיביים פי 3-6 מאשר אותה השקעה בשיטות קונבנציונליות (CCAP, 2011).** להלן מספר דוגמאות לעלויות ותועלות של תשתיות ירוקות במספר ערים בעולם:

פורטלנד, אורגון, ארה"ב

עיריית פורטלנד השקיעה במהלך השנים האחרונות 8 מיליון \$ במטרה לחסוך 250 מיליון \$ בעלויות של תשתיות "קשות". הפרויקטים כללו בין השאר שדרוג מערכת הביוב, עיצוב מחדש של רחובות עם גני גשם ואמצעים נופיים אחרים שמדמים מערכות טבעיות להפחתת כניסת מי גשמים למערכות הביוב ומניעת הצפות. שיקום תשתית ירוקה אחת לביוב חסך 63 מיליון \$, בלי לקחת בחשבון תועלות נלוות נוספות כמו אור נקי יותר ומי תהום משופרים. כמו כן, החלה העיר להעניק תמריצים כלכליים לבעלי בתים להתקנת גגות ירוקים ולניתוק מרזבים. 45,000 בעלי בתים קבלו \$53 לכל מרזב שנותק וקבלו פטור מאגרה עירונית לניהול מי-נגר (stormwater). נותקו 60,000 מרזבים שהביאו להסרת 1.5 ביליון גלונים לשנה של מי-נגר עילי ממערכות הביוב.

מילווקי, ויסקונסין, ארה"ב

עיריית מילווקי השקיעה \$900,000 בשנים 2003-2004 בתשתיות ירוקות להרחבת יעילות הצבירה של מנהרת אכסון ל מי-נגר שבנתה קודם לכן (בהשקעה של 2.4 ביליון \$) במטרה לפקח ולשלוט בהצפות גשם+ ביוב. \$170,000 הושקעו בניתוק מרזבים, בניית צוברים לאיסוף מי גשם ובניית 60 גני-גשם – לפיקוח על נגר-עילי. \$380,000 הושקעו ב-20,000 sq. ft. של גגות ירוקים בפרויקט בתים מקומיים, שיקלטו 85% מהנגר ו-15% יופנו לאכסון והשקיית גני גשם. \$300,000 נוספים הושקעו ב-4 פרויקטים אחרים של גגות ירוקים. עיריית מילווקי מתכוונת להשקיע עוד 11 מיליון \$ על תשתיות ירוקות עד 2014. מודלים שנערכו עבור מילווקי העריכו שהתקנה של תשתיות ירוקות שכונתיות יכולה להפחית 31-37% מזרימת נגר עילי למאגרי שפכים, הפחתת 5-36% בשיאי הזרימות, הפחתת 14-38% בנפח הצפות של גשם וביוב (CSO). תשתיות ירוקות שהותקנו באזורי מסחר בעיר צפויים להפחית נפח CSOs ב-22-36%.

פילדלפיה, פנסילבניה, ארה"ב

פילדלפיה החלה בהשקעות ירוקות מאז 2006 במטרה להפחית CSOs, לעמוד בתקני המים ולחסוך כ-170 מיליון \$. ההשקעות כללו גגות ירוקים, גני גשם, מדרכות מחלחלות, ניתוק מרזבים וצוברים למי גשם. לעזרה במימון ההשקעות גובה העיריה מהתושבים מס עירוני חדש לטיפול במי-נגר. מחקר שנערך בפילדלפיה מצא שבמונחים של ערך נוכחי נקי, חלופת תשתיות ירוקות מניבה תועלות של 2.8 ביליון \$ לעומת תועלות של 120 מיליון \$ בלבד לחלופת תשתיות קונבנציונליות (אפורות) – יותר מפי 20!

¹³ רוב הערכים הכלכליים בפרק זה מקורם בדו"ח של (2011) CCAP - The Center for Clean Air Policy

ניו יורק, ניו יורק, ארה"ב

ניו יורק הפעילה תכנית לתשתיות ירוקות החל מ-2010. מטרת התכנית להפחית את עלויות ניהול מערכת הביוב העירונית ב-2.4 ביליון \$ למשך 20 שנה. התועלות שיתקבלו במשך 20 שנות קיום הפרויקט מוערכות ב-139-418 מיליון \$, עם תלות באמצעי שיישום. תועלות שנתיות כוללות מכל אקר (כ-4 דונם) בצמיחה מלאה של תשתיות ירוקות מוערכות כך: \$8,522 בהפחתת ביקוש לאנרגיה, \$166 בהפחתת פליטות CO₂, \$1,044 בשיפור איכות האוויר ו-\$4,725 בעליית ערך נדל"ן. צפויה הפחתה של כ-2 ביליון גלונים בנפח CSOs עד שנת 2030 בזכות שימוש בטכנולוגיות ירוקות בעלות נמוכה ב-1.5 ביליון \$ לעומת שימוש בגישות מסורתיות, כאשר רק קציר מ-נגר עילי יחסוך 1 ביליון \$ ועלות טיפול בגלון (כ-4 ליטר) תפחת ב-\$0.15.

עלויות ותועלות של גגות ירוקים (אקולוגיים)

לעלויות מחזור חיים ולתועלות של גגות ירוקים טווח ערכים גדול מאוד, אך ככלל, הערך הנוכחי של גגות ירוקים נאמד ב-40% גבוה יותר מאשר של גג קונבנציונלי בהיבטים של ניהול מי נגר, הפחתה בעלויות חשמל ותועלות של אויר נקי. אם מתייחסים אך ורק להקשר מערך המים העירוני, יהיה הערך הנוכחי הנקי ב-10-14% גבוה יותר מאשר בגגות קונבנציונליים אף אם לוקחים בחשבון עלות תחזוקה גבוהה יותר לגגות ירוקים. מחקרים מראים כי החיסכון באנרגיה בזכות גגות ירוקים הוא 15-45% מצריכת האנרגיה השנתית בעיקר בזכות הפחתה בעלויות קירור בלי לקחת בחשבון תועלות נלוות רבות אחרות. גגות לבנים יכולים לחסוך עד 65% מצריכת האנרגיה. במבחינה עלות-אפקטיביות, למרות שעלות ההתקנה של גג ירוק גבוהה מהתקנת גג מסורתי, התועלות המצטברות מגגות ירוקים עושים את יישומם לכדאי במיוחד אם מתקינים אותם במירב המרחב העירוני עם יתרונות לגודל. (Gaffin et al (2010) חישוב שגג ירוק בשטח sq. ft.11,000 יחסוך כ-\$400 לשנה בעלויות חימום, ו-\$250 לשנה בעלויות קירור, סה"כ חיסכון של \$650 לשנה.

בטורונטו, קנדה ב-2005 בחנו כדאיות התקנת גגות ירוקים ברחבי העיר והעריכו שאם אלה יותקנו בכל גגות העיר המתאימים (גג שטוח בשטח מעל sq. ft.3,750 כש-75% מהגג מכוסה בצמחיה), שמגיעים לשטח גגות כולל של 12,000 acres המהווים 8% משטח העיר טורונטו, העיר תחסוך סכום התחלתי של 313 מיליון \$ וחסכון שנתי מעל 37 מיליון \$, כמפורט בטבלה 15 להלן:

טבלה 15 - אומדן כלכלי לפוטנציאל הערך (התועלות) של גגות ירוקים בטורונטו

Category of Benefit	Initial cost saving	Annual cost saving
Stormwater	\$118,000,000	-
Combined Sewer Overflow (CSO)	\$46,600,000	\$750,000
Air Quality	-	\$2,500,000
Building Energy	\$68,700,000	\$21,560,000
Urban Heat Island	\$79,800,000	\$12,320,000
TOTAL	\$37,130,000	\$313,100,000

בשיקגו נערך מחקר שהשווה עלויות של בניית 21,000 רגל רבוע של גג קונבנציונלי לעומת אותו שטח של גג ירוק ואת התועלות הנובעות (ניהול מי-נגר, שיפור בריאות הציבור מספיחת NO_x). עלות התקנת גג ירוק – \$464,000 (\$2006), עלות התקנת גג קונבנציונלי – \$335,000 (הפרש של \$129,000). הגג הירוק יחסוך במהלך חייו כ-\$200,000. כשני שלישים מהחיסכון נובע מהפחתת צריכת אנרגיה לקירור וחימום.

בפורטלנד, כחלק מתכנית כוללת שנערכה ב-2008 ערכו ניתוח עלות-תועלת לגגות ירוקים ומצאו שברמת הפרט, התקנת גג ירוק תעניק לכל בעל בית תועלת ממוצעת נקיה על סך \$404,000 למשך 40 שנה (מפטור

מתשלום לטיפול במי-נגר, מהפחתת הוצאות חימום וקירור, ומאורך חיים ממושך יותר של הגג). גגות ירוקים בבנייני ציבור יעניקו תועלת נקיה של \$191,000 (מצמצום עלויות הפעלה ותחזוקה, פטור מעלויות ניהול מי נגר, תועלת ממניעת זיהום וספיחת פחמן).

מטאות ורחובות ירוקים

דרכים ברחובות וסמטאות עירוניים בדרך כלל עשויים ומרובדים בחומרים לא חדירים למים (כמו, בטון, אספלט). בשילוב עם תשתיות ישנות לאיסוף נגר עילי והשפעות שינוי אקלים, ההצפות מתרבות ואתן הנזקים. משטחי רחוב מחומרים כהים בנוסף לדלילות בעצים גורמים לעליית הטמפרטורה סביב הבניינים וזו מלווה בעלייה בצריכת אנרגיה לקירור שמגדילה עלויות לדיירים. רחובות ירוקים יכולים לפתור את הבעיות הנ"ל ונוספות (ריבוד כבישים ומדרכות בחומרים חדירים למים, גני גשם, ניתוק מרזבים והתקנת מכלי איסוף גשם, גגות אקולוגיים ועוד). **השקעה של \$1,000 בטיפול בבעיות הצפה וטמפרטורה על ידי טכנולוגיות של רחובות ירוקים יעילה פי 3-6 מאשר אותה השקעה באמצעים קונבנציונליים**, בתלות בסוג הטכנולוגיה המיושמת. להלן, התייחסות לעלויות ותועלות של מספר אמצעים ברחובות ירוקים:

ניתוק מרזבים ואיסוף מי גשם – מטרת הניתוק להפחית את זרימת מים מהגגות למערכות הניקוז הקימות ואף להצפות וליצירת CSO. את המרזבים מחברים מחדש למכלים לאיסוף מי הגשמים או שמעבירים אותם לגני גשם לפיזור איטי. התועלות מתבטאות בהפחתת העומס על מערכות הביוב העירוניות וכן בשימור מים להשקיה. עלות ניתוק מרזבים כולל התחברות מחודשת למערכת ירוקה מוערכת ב-\$2000 למשק בית. במושגי כמויות מים, עלות ניתוק לגלון מים שמוסר לתמיד ממערכת הביוב היא \$0.01. ההערכה היא שאם 80% מדיירי שכונה מנתקים מרזבים בבתיהם עם "טיפול ירוק", תהנה הקהילה מהפחתה של 30% מרמות שיא של הצפות בשנה. ניתוק בלבד יפחית נפח CSO ב-20%.

בפורטלנד, העניקה העיריה למעוניינים \$53 עבור ניתוק כל מרזב או שילמה לאיש מקצוע עבור הניתוק. בין השנים 1995-2006, השתתפו בתכנית 49,000 משקי בית ונותקו 4400 מרזבים, כל אחד הרוויח \$13 לניתוק וסה"כ הסירו ממערכות הביוב 1.5 ביליון גלונים לשנה של מי נגר.

בטבלה 16 ובטבלה 17 עלויות התקנה של אמצעים ליישום ברחובות ירוקים בהתייחס למדדים שונים.

טבלה 16 - עלויות ליישום טכניקות במדד כמויות מי נגר

עלות התקנה - \$/גלון מי נגר	האמצעי
7.28 – 2.28	גן גשם
5.5	משטחי חניות מחלחות
10.86	תעלות צמודות לאבני שפה
11.24	מדרכה מחלחת

טבלה 17 - עלויות יישום של טכניקות לרחובות ירוקים

Green Alley Technique	Cost per unit to install
Tree planting	\$50-\$500 per tree
Native Landscaping	\$0.10-\$5 per sq. ft.
Rain Garden	\$3-\$6 per sq. ft.
Rain Barrel	\$10-\$5000
Permeable Pavement	\$3-\$15 per sq. ft.
Green Roof	\$10-30 per sq. ft.
Natural Detention	\$0.7-\$0.14 per sq ft.
Bio-swales	\$8-\$30 per linear ft.

ייעור עירוני

נטיעת עצים וטיפולם במרחב העירוני – אמצעי מיטבי במערך התשתיות העירוניות שתורם רבות להיערכות העיר לשינוי אקלים ולחוסן העירוני. התועלות מתבטאות מרמת העצים השכונתיים ועד רמת יערות עירוניים. בין שאר התועלות (פירוט בפרק התכנון והבניה העירונית), העצים קולטים מי נגר עילי למניעת הצפות ושיפור איכות המים, קולטים מזהמים לשיפור איכות האוויר, מווסתים השפעות איי חום ומפחיתים צריכת אנרגיה לקירור ומעלים ערכי נדל"ן (3-10%). העלויות משתנות לפי סוג העץ, מיקום ואקלים וכרוכות ברכישת שתילים/זרעים, נטיעה, תחזוקה שוטפת (השקיה, גיזום), נזקים משרשים, אדמיניסטרציה ואף תביעות משפטיות. ככלל, ניתוחי עלות-תועלת מראים שהתועלות שיוצרים עצים עירוניים גבוהות משמעותית מהעלויות.

בשיקגו ב-2006, העריכו שעלות יער עירוני 50–\$500/עץ. סך התועלות מייעור עירוני הוערך ב-2.3 ביליון \$, מתוך זה, הערך הכלכלי של הפחתה בפליטות פחמן (25,200 טון/שנה) הוא 14.8 מיליון \$ לשנה (על בסיס אומדן מחיר שוק לפחמן).

מחקר שנערך בכמה ערים העריך את עלות התחזוקה השנתית ב-15–\$65/עץ. תועלת כלכלית נקיה לשנה מעץ עירוני בוגר נאמדה ב-30–\$90/עץ בהתייחס לכל התועלות הנ"ל. ערים יכולות לצבור שיעור תשואה לכל עץ, בסך 1.5–\$3 לכל \$1 השקעה בעץ.

בוושינגטון DC נערך ב-2007 מודל מחקרי לפיו על ידי הפעלת תכניות להרחבת נטיעת עצים בעיר, יש לה פוטנציאל לחסוך 1.4–5.1 מיליון \$ לשנה בהוצאות תפעול בעיקר על שאיבה וטיפול. התועלות העיקריות מעצי הרחוב בעיר מתבטאות בעיקר בעלייה בערכי נדל"ן בזכות הערך האסתטי שלהם ועוד כפי שניתן לראות בטבלה 18 שמציגה תועלות שנתיות מעצים ברחובות וושינגטון DC.

טבלה 18 - תועלות שנתיות מעצי הרחוב בווינגטון DC

Energy	\$1,308,778
CO ₂	\$349,104
Air Quality	\$185,547
Stormwater	\$3,695,873
Aesthetic/Other	\$5,138,396
Total:	\$10,677,697

עם תועלת שנתית כוללת של \$10,677,697 ו-1.9 מיליון עצים שנטועים בעיר, נובע שהתועלת השנתית מכל עץ עירוני נטוע מגיעה לכדי \$5.6.

מגוון ביולוגי

המגוון הביולוגי ושימור בעלי החיים והצמחים צפוי להיות מושפע בפן הכלכלי מתופעת שינוי האקלים.

המגוון הביולוגי מהווה מרכיב מרכזי באספקה של שירותי מערכת אקולוגית לחברה, שלחלקם הגדול אין ערך מוניטרי ברור. שירותים אלו הם בבחינת "מוצרים ציבוריים", מוצרים שיש להם ביקוש ע"י הפרט והחברה שמוכנים לשלם עבור אספקתם, אך בד בבד לא ניתן למנוע אותם מפרטים אחרים אשר אינם משלמים עבור השימוש בהם. באמצעות המגוון הביולוגי, המערכות האקולוגיות מספקות שירותים שחלקם נסחרים בשווקים כלכליים (לדוגמא: מוצרי יער עציים) ואחרים מסופקים לחברה שלא באמצעות שווקים (לדוגמא: חומרי גלם מצמחי בר להפקת תרופות). לצורך ביצוע הערכה כלכלית של השפעת תופעת שינוי האקלים על המגוון הביולוגי נדרש לבחון את התועלות משימור מרכיבי המגוון בנוכחות תופעת שינוי אקלים, לבצע אומדן של עלויות לצורך ניתוח עלות-תועלת ובהתאם לכך להגדיר את סדרי העדיפויות לביצוע.

מחקר מקיף שסקר את ההשפעות על ענף זה במבט של 22 שנים אחורה בוצע ע"י Heller & Zavaleta (2009). המחקר מצביע על המלצות כלליות לניהול הענף בראיית שינוי האקלים, אולם המלצות אלו אינן ספציפיות מספיק לצורך הגדרת פעילויות בנות-מימוש. בשנים האחרונות, מאז המחקר הנ"ל, התווספו מחקרים אשר מספקים המלצות ברורות לפעילויות ספציפיות בנושא (Gilman et al., 2008; Galatowitsch et al., 2009). מחקרים נוספים (Hodgson et al., 2009, Krosby et al., 2010) בוחנים את האפקטיביות של אסטרטגיות כלליות כדוגמת "קישור לסביבה הטבעית" (Habitat Connectivity) או לחילופין אסטרטגיות שימור חדשות כמענה לתופעת שינוי האקלים. בנוסף, מספר מחקרים בוחנים את האופן שבו מדיניות ורגולציה מוסדיים כפי שקיימים בארה"ב (לדוגמא: פארקים לאומיים) משפיעים על היכולת של מנהלי המשאבים להתמיד ביעדי ההתאמה (Baron et al., 2009, West et al., 2009). ככל שהמחקרים בנושא מתפתחים מעבר לתכנון ועוסקים ישירות בנושא המימוש בפועל צפוי המשך פעילות מחקרית ספציפית בנושא ההתאמה לענף חשוב זה (Glick et al., 2011).

הערכה כלכלית של היערכות לשינוי אקלים במערכות האקולוגיות היא בעייתית ביותר ואכן אין כמעט מחקרי הערכה בתחום זה. מחקר של UNFCCC היה חלוץ בניסיון לאמוד עלויות להיערכות לשינוי אקלים במערכות האקולוגיות בשטחים היבשתיים של העולם. הערכתו היתה שנחוץ סכום שנתי של 12 – 22 ביליון \$ למטרה זו (UNFCCC, 2009). פירוט נושא התאמת המגוון הביולוגי לשינוי אקלים - בפרק המגוון הביולוגי.

כלכליות בניה ירוקה בישראל

ניתוח כלכלי של בנייה ירוקה של **בנייני משרדים** שבוצע בישראל הסיק כי בנייה ירוקה מצדיקה את עצמה לאורך זמן הן עבור סטנדרט בנייה בינוני והן עבור סטנדרט בנייה גבוה. תוספת העלות לבנייה נאמדת בין 3% ל-5%, כאשר רוב ההבדל נובע מהיבט האנרגיה (גבאי, 2011). ההחזר המהיר על ההשקעה נובע בעיקר מחיסכון בחשמל (כ-40% מהתועלת ליזם) ומעלייה בפרודוקטיביות העובדים (כ-60% מהתועלת ליזם), אך יש לציין כי גם בהסתכלות על נתונים פיזיים של הבניין בלבד (ללא התייחסות לעלייה בפרודוקטיביות העובדים), בניה ירוקה היא כלכלית בראיית עלות-תועלת.

ניתוח כלכלי של בנייה ירוקה של **בנייני מגורים** נערך עבור המועצה הישראלית לבנייה ירוקה (קוט וכץ, 2013). המחקר משווה את העלויות הכלכליות של בנייה ירוקה לעלויות של בנייה קונבנציונלית, בהתבסס על שני מקרי מבחן של בנייני מגורים אשר קיבלו תו ירוק בדרגת מצטיין לפי תקן 5281 (לפי התקן בגרסת 2005). סיכום ממצאי המחקר בנספח ג'.

פורום 15 הערים הגדולות בישראל¹⁴ קבע ביוני 2013 כי מ-2014 תקן בנייה ירוקה יהפוך לחובה בכל הערים החברות בפורום. התקן הירוק יאומץ בהדרגה כך שבתחילה הוא יחייב בנייה ירוקה ברמה בסיסית בבנייני משרדים מעל 5,000 מ"ר, מבני מגורים מעל 15 קומות ומוסדות ציבור. מ-2015 יחול התקן על כלל הבנייה, כולל על בנייה למגורים מארבע קומות ומעלה. כמו כן, העיריות יוכלו לקבוע מתווה אחר לאימוץ התקן הישראלי לבנייה ירוקה כל עוד אינו מפחית מן הדרישות, וערים שכבר מאמצות את התקן יוכלו להמשיך בכך.

ההחלטה עוררה מחאה מצד גופים שונים, ובראשם התאחדות בוני הארץ (לשעבר התאחדות הקבלנים), המתנגדים לחובת בנייה ירוקה. לטענתם, החלטת הפורום תייקר את עלויות הבנייה ואת מחירי הדירה בישראל בצורה משמעותית ומידית, ואילו החיסכון העתידי לצרכן ולסביבה יהיה זניח. לפי בדיקה שבוצעה על ידי הקבלנים, עלות החלת תקן בנייה ירוקה בסיסי (כוכב 1) תתבטא בתוספת של כ-61 אלף שקל למחירה של דירה חדשה סטנדרטית. לטענתם, רכיב מרכזי בעלויות הוא תקן תרמי חדש, שיוסיף לעלות דירה כ-30 אלף שקל, אולם החיסכון בחשבון החשמל השנתי של משק בית ממוצע והחיסכון הכולל למשק ולציבור כתוצאה מהפחתת הפליטות באנרגיה בגין יישום התקן יסתכמו ב-65 שקל בלבד לדירה בשנה. הקבלנים טוענים גם כי העלות של התחלות הבנייה החדשות לפי תקן הבנייה הירוקה תגיע לכ-25 מיליארד שקל בעשור, כשהתועלת הסביבתית תסתכם בכ-220 מיליון שקל בלבד. לעומת זאת, טוען המשרד להגנת הסביבה שטענות הקבלנים מופרכות, ושכדי לממש את תקן בנייה ירוקה בסיסי, תהיה התוספת לעלויות הבנייה 2%-4% למחיר דירה שתתבטא בהתייקרות של כ-20 אלף שקל בלבד לדירה.

בבדיקות שערכו בעיריית תל אביב, שכבר היום מחייבת בנייה לפי תקן ירוק במבני ציבור, משרדים ומבני מגורים גבוהים לפי תקן שקיים מאז אפריל 2011 בעשרות תב"ע, מצאו שהתקן מוביל לחיסכון של 24 מיליון שקל בחשבונות החשמל וכ-40 אלף מ"ק מים בשנה, כאשר שימוש חוזר במי המזגנים חוסך עוד כ-200 אלף מ"ק מים. לעומת זאת התוספת היא של 1%-2% בלבד למחיר הדירה.

פורום ה-15 מודע לבעיה שכיום כמעט אין שוק למוצרי בנייה ירוקה. התקווה היא שבתוך שנתיים השוק ייבנה, ואותו ייקור לא יתרחש כלל בגלל התחרות בשוק. ברגע שתעלה דרישה ומסה גדולה של קבלנים

¹⁴ הפורום כולל את תל אביב, רעננה, רמת גן, רחובות, ראשון לציון, פתח תקווה, נתניה, כפר סבא, חיפה, חולון, חדרה, הרצליה, גבעתיים, באר שבע, אשדוד וכן את ירושלים, אשקלון ובת ים שאינן חברות אבל הצטרפו למהלך.

ויזמים וחברות שמייבאות חומרי בניין ייכנסו, השוק יפעל ויתעורר ותהיה צמיחה בשוק זה (דו"ח לוי, 24.06.13, כלכליסט, http://www.calcalist.co.il/real_estate/articles/0,7340,L-3605912,00.html)

סיכום ההיבטים הכלכליים של התאמה לשינויי אקלים

המודעות לצורך בהיערכות לשינויי אקלים עלתה בשנים האחרונות ועם התפתחותה, אנו עדים לעליה במספר המסמכים המדיניים והאסטרטגים להיערכות לשינויי אקלים, ברמה הבינלאומית והלאומית, אך גם ברמה המקומית-שכן, הולכת וגוברת ההבנה ברמת הממשל המקומי כי תכנון עתידי חייב לכלול בתוכו אסטרטגיות להיערכות לשינויי אקלים. **המסמך המוגש להלן מכיל מידע רב לגבי פעילויות, עלויות ותועלות הנגזרות מהיערכות השלטון המקומי לשינויי אקלים. כפי שהודגש בדו"ח, גם אם קיימת מערכת עירונית אשר עוסקת בתכנון עירוני מודע אקלים, במערכת למניעת דלף מים, היערכות מערכת הבריאות למצבי חרום ושמירה על המגוון הביולוגי באזור האורבני - ההקשר לאיומי שינויי האקלים לא תמיד ברור ולא תמיד מודגש.**

המלצות

בהמשך לתרשים 1 בפרק הכלכלה, אנו מציעים 10 צעדים לפיתוח תכנית עירונית (מבוסס על הכנת תכנית היערכות עירונית לעיר קייפטאון בדרום אפריקה, Mukheibir & Ziervogel, 2007):

1. להעריך מגמות אקלים נוכחיות ותחזיות עתידיות לאזור הגיאוגרפי בו ממוקמת הרשות
2. לבצע הערכת פגיעות לשינויי אקלים של האזור העירוני. ערים רבות לא אספו וניתחו את המידע הזה מראש ולכן לפעמים יש צורך לפתח את זה מההתחלה ללא מידע מקדים
3. לבצע סקירה של תכניות פיתוח נוכחיות וסדרי עדיפויות. לרוב העיריות המידע הזה יהיה בתכניות האסטרטגיה שלהן (אולם ההקשר לשינויי האקלים לא תמיד ברור וטריוויאלי)
4. לבחון את שינויי האקלים הצפויים, פגיעות נוכחיות לאקלים וניתוח פגיעות עתידיות לאקלים באמצעות שימוש במערכת GIS לבחינת המרחב, והערכות כמותיות נוספות. בחינת השכבות השונות לניתוח יסייע בזיהוי "נקודות חמות" שבו צריכה להיות ממוקדת פעילות ההיערכות
5. לפתח אפשרויות להיערכות באמצעות כלי ייעוץ חדשים וקיימים. רצוי שאפשרויות אלה ישלבו תגובות רגישות לאקלים בהתאמה לסדרי העדיפות בתחום הפיתוח בעיר ולהתמקד בפיתוח אזורים שהם פגיעים מאוד לשינויי האקלים
6. לתעדף את פעולות ההיערכות באמצעות כלים כגון ניתוח רב-קריטריונים, ניתוח עלויות-תועלות או מטריצות חשבונאיות חברתיות
7. לפתח את התכנית ומסמכי התכנון יחד עם מסמך התקציב. המסמך הסופי יהיה תכנית ההיערכות העירונית (MAP)
8. ליישם את הצעדים המוגדרים בתכנית ההיערכות על פי התיעודף שנקבע להם
9. לפקח ולהעריך את הפעולות באופן שוטף
10. לבדוק באופן קבוע ולשנות את התוכנית בפרקי זמן מוגדרים מראש.

חשוב לציין כי יש להשלים את עשרת הצעדים הללו על ידי שני תהליכים מקבילים: מעורבות של בעלי עניין והערכת יכולת היערכות, כלומר בחינת כושר ההיערכות של המגזרים השונים אשר יהיו מושפעים משינויי האקלים.

היבטים כלכליים

האפשרויות הזמינות לגורמי תכנון בערים הפכו להיות מוגדרות טוב יותר, שכן כיום קיימות דוגמאות בערים שכבר יישמו ולמדו מתהליך התכנון להיערכות. המדריכים והמסמכים המצוינים בטבלה 19 מספקים תבניות לתכניות עבודה כלליות, עם מתן דגש על פיתוח תכנית להערכת סיכונים ובניית תכנית אסטרטגית. מחברי המסמכים מכירים בעובדה כי לכל עיר מאפיינים ייחודיים לה וכן צורות פגיעות שונות ואינם מתיימרים לתת מענה לכל האתגרים, אלא הם משמשים בעיקר כמסגרת עבודה לפיתוח תכניות אסטרטגיות בשלטון המקומי. מטרתה המרכזית של רשימה זו לסייע בשיתוף ברעיונות, מאמצים ולקחים מערים שכבר החלו במאמצי ההיערכות שלהן.

היבטים כלכליים

טבלה 19 - רשימת מדריכים להיערכות לשינוי אקלים

מקור / נושאים מרכזיים	מדריך ספציפי לשלטון המקומי	כולל מסגרת לקבלת החלטות	כולל דוגמאות מהשטח	כולל המלצות ליישום	מדריך לפיתוח אינדיקטורים לניתוח פגיעות	התייחסות לקבוצות מוחלשות	מקורות מימון	הערות
אזורים אורבאניים: פגיעות, אינדיקטורים לניתוח היערכות לפגיעות ואפשרויות היערכות להשפעות שינוי אקלים - מחקר	✓		✓		✓			
איך להפוך ערים ליותר חסינות: מדריך עבור מנהיגים של שלטון מקומי של האו"ם (UNISDR)	✓	✓	✓	✓				
ארגז כלים להיערכות לשינוי אקלים בממשל המקומי (ערים למען הגנה מפני שינוי אקלים באוסטרליה - יוזמת היערכות) (ICLEI Oceania)	✓	✓		✓				
היערכות לשינוי אקלים: כלים מדיניים להיערכות לשינוי אקלים בערים ומטרופולינים אירופאיים גדולים	✓		✓	✓				
היערכות לשינוי אקלים: מבוא לעיירות קנדיות של המשרד למשאבי טבע הקנדי	✓		✓					
היערכות לשינוי אקלים: מדריך עבור ממשל מקומי, אזורי וברמה המדינית (ICLEI)		✓	✓	✓				
היערכות ערים באירופה לשינויי אקלים: אתגרים והזדמנויות עבור ערים בתמיכת מדיניות לאומית ואירופאית של הסוכנות האירופאית לסביבה	✓						✓	
מדריך להיערכות לשינוי אקלים בערים (הבנק העולמי)	✓	✓						
סקר של תכנון להיערכות לשינוי אקלים				✓				המסמך מספק סקירה של מדריכים שונים (חלקם אינם מצויים בטבלה זו בגלל שכיום יש מדריכים יותר מעודכנים ורלוונטיים)

ביבליוגרפיה – הסתגלות ערים בעולם

- Adger, W. N., Arnell, N. W., Tompkins, E. L. (2004). Successful Adaptation to Climate Change Across Scales. *Global Environmental Change* 15 (2005) 77–86.
- Baez, J. E., Kronick, D., Mason, A. D. (2013). Rural Households in a Changing Climate (Policy Research Working Paper 6326). The World Bank.
- Carmin, J., Roberts, D., Anguelovski, I. (2009). *Planning Climate Resilient Cities: Early Lessons from Early Adapters*. Paper Prepared for the World Bank, 5th Urban Research Symposium, Cities and Climate Change, Merseille, France.
- Clean Air Partnership. (2012). Integrating Climate Change Adaptation into the Town of Ajax Official Plan. Toronto: Clean Air Partnership.
- City of Chicago. (2008). *Chicago Climate Action Plan*. Chicago: City of Chicago Department of Environment. <http://www.chicagoclimateaction.org/>
- City of Chicago. (2010). *Chicago Climate Action Plan: Progress Report First Two Years*. Chicago: City of Chicago Department of Environment.
- City of Melbourne. (2009). *City of Melbourne Climate Change Adaptation Strategy*. Melbourne: City of Melbourne.
- City of Toronto. (2008). *Staff Report for Action on Climate Change Adaptation Strategy*. Toronto: Toronto Environment Office.
- City of Toronto. (2011). *Toronto's Adaptation Actions*. Toronto: Toronto Environment Office.
- Coffee, J. E., Parsen, J., Wagstaf, M., Lewis, R. S. (2009). Preparing For a Changing Climate: The Chicago Climate Action Plan's Adaptation Strategy. *Journal of Great Lake Research*, 36 (2010), 115-117.
- European Environment Agency. (2012). Urban Adaptation to Climate Change in Europe: Challenges and Opportunities for Cities Together with Supportive National and European Policies. Copenhagen: European Environment Agency.
- European Union. (n.d.). Adaptation to Climate Change: Policy Instruments for Adaptation to Climate Change in Big European Cities and Metropolitan Areas.
- Feiden, P. (2011). *Adapting to Climate Change: Cities and the Urban Poor*. Washington D.C.: International Housing Coalition.
- Foster, J., Winkelman, S., & Lowe, A. (2011). *Lessons Learned on Local Climate Adaptation From the Urban Leaders Adaptation Initiative*. Washington D.C.: The Center for Clean Air Policy.
- Gomes, A. F., Venturini, S., Mojaisky, M. (2012). CIRCLE-2 REPORT "Climate Adaptation Research in a Larger Europe: an analysis at local and national scales"- 1st Draft version.
- Greater London Authority. (2011). Managing Risks and Increasing Resilience: The Mayor's Climate Change Adaptation Strategy. London: Greater London Authority.

<http://www.london.gov.uk/priorities/environment/vision-strategy/managing-climate-risks-and-increasing-resilience>

Helsinki Region Environmental Services Authority. (n.d.). *Helsinki Metropolitan Area Climate Change Adaptation Strategy*. Helsinki: Helsinki Region Environmental Services Authority.

ICLEI Oceania. (2008). *Local Government Climate Change Adaptation Toolkit*. Melbourne, Australia: ICLEI Oceania.

http://www.melbourne.vic.gov.au/AboutCouncil/PlansandPublications/strategies/Documents/climate_change_adaptation_strategy.PDF

Johnson, K., & Breil, M. (2012). *Conceptualizing Urban Adaptation to Climate Change: Findings from an Applied Adaptation Assessment Framework*. Venice: Fondazione Eni Enrico Mattei.

Morchain, D. & Robrecht, H. (2012). *Background Paper for the Council of Europe's Report on Resilient Cities*. ICLEI European Secretariat.

Mukheibir, P., Ziervogel, G. (2007). Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for Climate Change: The City of Cape Town. *Environment and Urbanization*, Vol. 19, No.1, 143- 158.

Perkins, B., Ojima, D., & Corell R. (n.d.). *A Survey of Climate Change Adaptation Planning*. Washington D.C.: The H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment.

Rahmstorf, S., Foster, G., Cazenave, A. (2012). Comparing Climate Projections to Observations Up to 2011. *Environ. Research Letters* 7 (2012) 044035 (5pp).

Richardson, G. R. A. (2010). *Adapting to Climate Change: An Introduction for Canadian Municipalities*. Ottawa, Ont. Natural Resources Canada, 40 p.

Schauser, I., Sonja, O., Schneiderbauer, S., Harvey, A., Hodgson, N., Robrecht, H., Morchain, D., Schrandner, J., Khovanskaia, M., Celikyilmaz-Aydemir, G., Prutsch, A., & McCallum, S. (2010). *Urban Regions: Vulnerabilities, Vulnerability Assessments by Indicators and Adaptation Options for Climate Change Impacts – Scoping Study*. Bilthoven, The Netherlands: The European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC).

Sharma, D., & Tomar, S. (2010). Mainstreaming Climate Change Adaptation in Indian Cities. *Environment and Urbanization* 2010 22: 451.

Snover, A.K., L. Whitely Binder, J. Lopez, E. Willmott, J. Kay, D. Howell, & J. Simmonds. (2007). *Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional, and State Governments*. In association with and published by ICLEI – Local Governments for Sustainability, Oakland, CA.

United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2011). *Cities and climate change: global report on human settlements*.

UNISDR. (2012). *How to Make Cities More Resilient – A Handbook for Mayors and Local Government Leaders*. Geneva, Switzerland: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

The World Bank Group. (2011). *Guide to Climate Change Adaptation in Cities*. Washington D.C.: The World Bank.

ביבליוגרפיה – שינויי אקלים בישראל

המשרד להגנת הסביבה, היערכות לשינויי אקלים בישראל – סקירת ידע קיים זיהוי פערי ידע ועדיפות להשלמתם. דצמבר 2011.

השירות ההידרולוגי, דווח מצב ההידרולוגי חודשי: מים עיליים בתחומי התנקזות עיקריים ומפלסי מי תהום במערכת הארצית. 1 בפברואר 2013

טסלר נ., מלקינסון ד., ויטנברג ל. וגרינבאום נ., 2010. [שרפות יער וחורש בכרמל ובהרי ירושלים – תיעוד וניתוח דגמים עיתיים. אופקים בגאוגרפיה, 76: 157–165.](#)

למ"ס, שנתון סטטיסטי לישראל 2012
http://www.cbs.gov.il/reader/?Mlval=cw_usr_view_SHTML&ID=807

משרד הפנים – מנהל השלטון המקומי
<http://www.moin.gov.il/OfficeUnits/LocalGovernmentAdministration/Pages/default.aspx>

רשות ניקוז ירקון <http://www.yarkon-nikuz.org.il/> [מפת-האגן](#)

רשות ניקוז שרון http://www.rnsharon.org.il/?page_id=10

Ganor E., Osetinsky, I., Strupp, A and Alpert, P. 2010. Increasing trend of African dust, over 49 years, in the eastern Mediterranean. *Journal of Geophysical Research*, **115**: D07201, doi:10.1029/2009JD012500.

Kutiel, H. and Furman, H., 2003. Dust storms in the Middle East: Sources of origin and their temporal characteristics. *Indoor Built Environ* 2003;12:419–426

Lichter, M. and Felsenstein, D. 2012. Assessing the costs of sea-level rise and extreme flooding at the local level: A GIS-based approach, *Ocean & Coastal Management*, **59**: 47-62.

Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.

Wittenberg L., and Malkinson D. 2009. Spatio-temporal perspectives of forest fires regimes in a maturing Mediterranean mixed pine landscape. *European Journal of Forest Research*, **128**: 297-304.

ביבליוגרפיה – משאבי מים

ביון, מ', י' אבנימלך, י', כסלו (2010). ועדת החקירה הממלכתית בנושא משק המים בישראל. <http://www.court.gov.il/mayim>

ברכיה ו' וחובריה (2012). תחזית קיימות לישראל 2030. מכון ירושלים לחקר ישראל והמשרד להגנת הסביבה.

גולן-אנגלקו ע' ו' בר אור (2008). היערכות ישראל לשינויי אקלים גלובליים: פרק א', השלכות שינויי האקלים על ישראל, ירושלים, המשרד להגנת הסביבה.

גרתי, ר', מורין, י', גטקר, מ', ארבל, ש' (2000). הנחיות לתכנון ניקוז עירוני. פרק א: מיזעור כמויות הנגר העירוני; פרק ב', מודל לקביעת ספיקות תכן למערכות ניקוז עירוניות.

הוד, ע' (2007), המדריך לקיימות מקומית, מרכז השל, המשרד להגנת הסביבה, ומרכז השלטון המקומי.

חיפה, אוניברסיטת חיפה (2012), מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל, דוח מס' 1: סקירת ידע קיים זיהוי פערי ידע ועדיפות להשמתם. חיפה: אוניברסיטת חיפה.

חיפה, אוניברסיטת חיפה (2012), מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל, המלצות מדיניות בתחומי הידע. חיפה: אוניברסיטת חיפה.

ישראל, משרד התשתיות, רשות המים (2012). תכנית אב למשק המים. תל אביב: רשות המים.

ישראל, משרד התשתיות, נציבות המים (2006). תכנית אב לחיסכון המים. תל אביב: נציבות המים, האגף לקידום החיסכון.

ישראל, משרד התשתיות, רשות המים (2012). "הרפורמה במשק המים והביוב" http://www.water.gov.il/Hebrew/moreinformation/pages/water_reform.aspx

ישראל, משרד התשתיות, רשות המים (2012). "מידע לשעת חירום" <http://www.water.gov.il/Hebrew/moreinformation/pages/Emergency-information.aspx>

ישראל, מרכז השלטון המקומי (2012), פורום ה-15. www.forum15.org.il

כץ ש', בורמיל ש', כרמון נ' ושמיר א' (2001). תכנון עירוני רגיש למים החדרת גשם למי תהום באמצעות עיצוב תשתית, המרכז לחקר העיר והאזור, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי הטכניון.

כרמון נ' וא' שמיר (2011). "ניהול נגר וניקוז: סוגיה במסגרת תכנית האב של משק המים", הכנס המשותף של איגודי המים בישראל, כפר המכביה, רמת גן, 28.3.2011.

כרמון נ' וא' שמיר (2011). תכנון עירוני רגיש למים: הגנה על אקוויפר החוף. חיפה: הטכניון, המרכז לחקר עיר ואזור.

לסטר ר', ר' אלמוג, ד' ליבני, מ' רוזנטל (2010). בחינה והתאמה של בניה משמרת מים בשיטת ה-LID בתנאי הארץ. ירושלים: משרד התשתיות, רשות המים, דו"ח מחקר.

נתניהו, ס', ל' אסף, ע' טל (2008). כדאיות כלכלית של שימור מי נגר בדגמים עירוניים ברצועת החוף של ישראל. תל אביב: תה"ל.

סדן א', א' לובנטל וא' קסלר (2011), מתווה לניהול סביבתי של הנגר העילי בנחלי ישראל. ישראל, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות רשות הטבע והגנים מכון דשא החברה להגנת הטבע.

רוזנטל ג', ר' ארז (2011). *מדיניות סביבתית לניהול משק המים*. תל אביב: ידידי כדור הארץ, החברה להגנת הטבע, אדם טבע ודין.

שמיר א', נ' כרמון (2007). *תר"מ – תכנון רגיש למים*. חיפה, הטכניון: מכון גרנד למחקר המים והמרכז לחקר העיר והאזור.

Agrawal A. (2008). "The Role of local Institutions in Adaptation to Climate Change", In: *Papers of the Social Dimensions of Climate Change Workshop*. The World Bank Washington D.C., March 5-6, 2008.

Australian Government, Dept. of Climate Change and Energy Efficiency (2010). *Climate Change Adaptation Actions for Local Government*. Commonwealth of Australia.

Burton I., (1996). "The Growth of Adaptation Capacity Practice and Policy", In J.B. Smith et al. (eds.) *Adapting to Climate Change: An International Perspective*. New York: Springer, pp. 55-67

California Emergency Management Agency (2012), *California Climate Change Draft Adaptation Policy Guide*, California Natural Resources Agency & California Polytechnic State University.

תכנית ההיערכות של קפטאון

City of Cape Town Environment, Resource Management (2006). *Framework for Adaptation to Climate Change in the City of Cape Town*, prepared by P. Mukhebir and Gina Ziervogel, Energy Research Centre, U. of Cape Town.

Carbon Disclosure Project (2012). *Seven Climate Change Lessons from the Cities of Europe*, CDP Cities 2012.

Cuevas S. (2012). "Examining Climate Change Adaptation Measures: An Early Warning System in the Philippines", *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Vol. 41, Issue 41, 358-

DEFRA (2012).

<http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=theUKCCRA201EvidenceReport.pdf>

[http://www.development-durable.gov.fr/IMG/pdf/ONERC_PNX\)CC_ENG_part_1.pdf](http://www.development-durable.gov.fr/IMG/pdf/ONERC_PNX)CC_ENG_part_1.pdf)

Eckert, R. (2011). "International Case Studies for Municipal Adaptation Plans", *Megacity Research Project TP*. Ho Chi Minh, BTU Cottbus.

Fernandez S. (2011). "Adapting Water Management to Climate Change in the Mediterranean Region", Plan Blew – CIRCLE-MED FINAL Conference Aix-en Provence 22 March 2011.

Hall, A. (2011). *Building Climate Change Adaptation with Smart Growth and Green Infrastructure: Adaptive Planning Policies from Rotterdam, Lyon and Barcelona*, The German Marshall Fund of the U.S. Policy Brief.

Hallegatte S. (2009). "Strategies to adapt to an uncertain Climate Change", *Global Environmental Change*, Vol. 19, Issue, pp. 240-247.

ICLEI (2006-2011). *Switch Managing Water for the City of the Future*. Switch training Desk. www.switchurbanwater.eu, www.UNESCO_ihe.org

ICLEI (2008). *The Local Government Water Code – The Lisbon Principles* <http://www.iclei.org/index.php?id=1152>

ICLEI – Local Governments for Sustainability (2012), *Nantes, France, A European Green Capital*. LCLEI.

World Bank (2011). *Guide to Climate Change Adaptation in Cities*. The World Bank.

Israel Ministry of Environment Protection (2010). *Predicted Climate Changes in Israel*.

Measham, Thomas, G., B. Preston, T. Smith et al. (2011). "Adapting to Climate Change through local Municipal Planning: Barriers and Challenges", *Mitigation Adaptation Strategies and Global Change*, Vol. 16, Issue 8, pp. 889-909.

היערכות אקלימית של העיר מלבורן, אוסטרליה
<http://www.Melbourne.Vic.gov.au/Sustainability/SavingWater/Pages>

תכנית ההיערכות של סידני, אוסטרליה
<http://metroplansydney.nsw.gov.au/>

Turner B.L., Kaspersen R. et al. (2003). "A Framework for Vulnerability analysis in Sustainability Science", *Proceedings Natl. Acad. Sci. USA*, 100(14): 8074-9.

Ward P.J., P. Pauw, Luke M. Brander et al. (2010). *Costs of Adaptation Related to Industrial and Municipal Water Supply and Riverine Flood Protection*. World Bank Environment Dept. Discussion Paper Number 6, August 2010.

Center for Science in the Earth System, U. of Washington (2012). *Preparing for Climate Change – A Guidebook for Local, Regional and State Governments*. ICLEI and Center for Science in the Earth System, University of Washington.

רשימת חוקים, תכניות והנחיות בנושא מים

המינהל למשק המים ברשויות המקומיות (2003). הכנת תכניות אב למים ברשויות מקומיות, הנחיות לתכנון, משרד הפנים, ירושלים.

תמ"א 3/ב/34 תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים (נחלים וניקוז).

תמ"א 4/ב/34 – תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים איגום מים עיליים, החדרה, העשרה והגנה על מי התהום.

המשרד לאיכות הסביבה (2002). בנייה ושימור מים מדיניות והנחיות. ירושלים.

משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד הבינוי והשיכון, המשרד להגנת הסביבה (2004). מדריך לתכנון ובניה משמרת נגר עילי. אנוש מערכות.

ממשלת ישראל (2010). שינוי מבני בתחום ניהול הנגר והניקוז (הצעת החלטה).

חוק המים תשי"ט-1959 (כולל תיקונים) בתוך אתר המשרד להגנת הסביבה

חוק מדידת מים תשט"ו-1955

חוק הפיקוח על קידוחי מים תשט"ו-1955

חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות תשכ"ה-1965

חוק רשויות נחלים ומעיינות תשי"ח-1957

חוק תאגידי מים וביוב תשס"א-2001

פקודת בריאות העם, 1940

חוק רשויות נחלים ומעיינות תשכ"ה-1965

חוק לתיקון פקודת העיריות מס' 75, התשס"א-2001 (חובה לפרסם דוחות איכות מי שתייה כל רבעון).

ביבליוגרפיה – בריאות

- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (1983). *מניעת נזק מקור אצל תינוקות בחודשי החורף*. שירותי אשפוז, חוזר מספר 88/83. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (1992). *מניעת נזק מקור אצל תינוקות*. שירותי אשפוז, חוזר מספר 75/92. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (2008א). *טיפול בנפגעי חום*. מנהל רפואה, חוזר מספר 21/2008. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (2008ב). *קווים מנחים לטיפול ומניעה של היפגעות ממזג אוויר חם*. מנהל רפואה, חוזר מספר 28/2008. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (2010). *היערכות לחורף 2010-2011* מנהל רפואה, חוזר מספר 27/2010. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות האגף לגריאטריה. (2010א). סכנות מזג אוויר חם בגיל המבוגר הנחיות לציבור. מתוך אתר האינטרנט: <http://www.old.health.gov.il/pages/default.asp?maincat=39&catid=262&pageid=2663> הוצא בתאריך: 1.1.2012.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות האגף לגריאטריה. (2010ב). סכנות הקור בגיל המבוגר הנחיות לציבור. מתוך אתר האינטרנט: <http://www.old.health.gov.il/pages/default.asp?maincat=39&catid=262&pageid=2197> הוצא בתאריך: 1.1.2012.
- מדינת ישראל, משרד הבריאות. (2011). *קדחת מערב הנילוס - (WEST NILE FEVER) רענון הנחיות*. ראש שירותי בריאות הציבור, חוזר מספר 4/11. ישראל, ירושלים: המחבר.
- מדינת ישראל, משרד הפנים שירותי כיבוי והצלה. (29.5.2011). נערכים לקיץ – הנחיות בטיחות באש. מתוך אתר האינטרנט: <http://news.102.co.il/item.aspx?id=3628> הוצא בתאריך: 1.2.2012.
- Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency. (2007) *Climate change—Adaptation actions for Local Government*.
<http://www.climatechange.gov.au/publications/local-govt/local-government.aspx>
- Bernard SM and McGeehin MA (2004) Municipal Heat Wave Response Plans. *American Journal of Public Health*, 94(9):1520-1522.
- Betsill, M and Bulkeley H (2007) Looking Back and Thinking Ahead: A Decade of Cities and Climate Change Research. *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*, 12(5), 447-456. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13549830701659683>
- Cerutti B, Tereanu C, Domenighetti G, Cantoni E, Gaia M, Bolgiani I... and Cassis I (2006) Temperature related mortality and ambulance service interventions during the heat waves of 2003 in Ticino (Switzerland). *Social and Preventive Medicine*, 51(4):185-193.
- Davies M, Oswald K and Mitchell T (2009) Climate change adaptation, disaster risk reduction and social protection. In: *Promoting pro-poor growth: Social protection*, (pp.201-217). OECD.
- Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C., and Hémon D (2006) Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80(1):16-24.

- Guo Y, Barnett AG and Tong S (2012) High temperatures-related elderly mortality varied greatly from year to year: important information for heat-warning systems. *Sci Rep.*2:830. doi: 10.1038/srep00830 .
- Hoffman B, Hertel S, Boes T, Weiland D and Jöckel KH (2008) Increased cause-specific mortality associated with 2003 heat wave in Essen, Germany. *Journal of Toxicology and Environmental Health A*, 71(11-12):759-765.
- Johnson H, Kovats RS, McGregor G, Stedman J, Gibbs M and Walton H (2005) The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates. *EuroSurveillance*, 10(7):168-171.
- Keune H, Ludlow D, van den Hazel P, Randall S and Bartonova A (2012) A healthy turn in urban climate change policies; European city workshop proposes health indicators as policy integrators. *Environ Health* 11: Suppl 1:S14. doi10.1186/1476-069:X-11-S1-S14.
- Kovats RS, Johnson H and Griffith C (2006) Mortality in southern England during the 2003 heat wave by place of death. *Health Statistics Quarterly* 29:6-8.
- Lindseth G (2006) Local level adaptation to climate change: Discursive strategies in the Norwegian context. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 7(1): 61-84.
- Measham TG, Preston BL, Smith TF, Brooke C, Gorddard R, Withycombe G and Morrison C (2011) Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. *Mitigation Adapt Strategies Glob Change*, 16:889–909.
- Moriondo M, Good P, Durao R, Bindi M, Giannakopoulos C and Corte-Real J (2006) Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research* 31:85–95.
- Mukheibir P and Ziervogel G (2007) Developing a Municipal Adaptation Plan (MAP) for climate change: the city of Cap Town. *Environment and Urbanization*, 19: 143-158.
- National Planning Policy Framework, Department for Communities and Local Government (2012) planning for climate change – guidance for local authorities.
http://www.tcpa.org.uk/data/files/PCC_Guide_April_2012.pdf
- Nogueira PJ, Falcão JM, Contreiras MT, Paixão E, Brandão J and Batista I (2005) Mortality in Portugal associated with the heat wave of August 2003: Early estimation of effect, using a rapid method. *Euro Surveillance* 10(7): 150-153.
- Paz S, Carmel Y, Jahshan F and Shoshany M (2011) Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: A recent case study from Mt. Carmel (Israel). *Forest Ecology and Management* 262(7): 1184-1188.
- Richardson J, Kagawa F and Nichols A (2008) Health, climate change and energy vulnerability: a retrospective assessment of strategic health authority policy and practice in England. *Environ Health Insights* 17(2) :97-103.
- Simón F, Lopez-Abente G, Ballester E and Martínez F (2005) Mortality in Spain during the heat waves of summer 2003. *Euro Surveillance* 10(7): 156-161.
- World Health Organization (2003) Climate change and human health: risks and responses: summary. Geneva: World Health Organization. [Retrieved from

<http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/index.html> (Viewed at 22.8.2011)]

World Health Organization (2011) Guidance on water supply and sanitation in extreme weather events In: Sinisi L and Aertgeerts R (Eds) Copenhagen, Denmark.

ביבליוגרפיה – מגוון ביולוגי

בריקנר-בראון ע (2008) אקולוגיה עירונית: מושגי יסוד, הגדרות ותפידות שונות בסוגיות ניהול טבע עירוני. מכון דש"א (דמותה של ארץ).

גבריאלי י ופלדמן ע (2005) רמת הנדיב מעבדת שדה לחקר המגוון הביולוגי. הוצאת קמפוס טבע אוניברסיטת תל אביב וגני רמת הנדיב.

גסול ד (2010) הנסיון הישראלי בתכנון מרחבים ביוספריים. תכנית אב לאיתור מרחבים ביוספריים – דו"ח שלב א': גיבוש התפיסה הרעיונית. משרד הפנים, מנהל התכנון

דופור-דרור ז'מ (2010) הצמחים הפולשים בישראל. העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח התיכון (ע"ר), ירושלים.

דופור-דרור ז'מ (2013) צמחי הנוי הזרים הלא-רצויים בישראל: צמחים בעלי פוטנציאל פלישה במערכות אקולוגיות טבעיות בישראל. מסמך המלצות. מהדורה ראשונה, המשרד להגנת הסביבה.

האן א. ובלבן ע (2010) מדריך לתכנון וניהול תשתיות טבע עירוני. מכון דש"א (דמותה של ארץ).

הוד ע. (2007) מרשות מבטיחה לרשות מקיימת. מדריך למהלכים 'ירוקים' ברשויות מקומיות בישראל. המרכז לקיימות מקומית.

ידידי כדור הארץ המזרח התיכון (2010) אוגדן מידע למקבלי החלטות: שינוי האקלים.
http://foeme.org/uploads/12913068290~%5E%5E~CC_Guide_Full_2010.PDF

לוי-בנימיני ש, בארי ש, ריכטר ר, קוץ א, צדף ד, הוד ע והייצן ב (2008) מסמך מדיניות להקמה ותחזוקה של גינות על גגות וחזיתות בירושלים. חלק א' בסיס מידע. סיטילינק, סטודיו אדריכלות נוף בע"מ, עידית הוד.

ספריאל א (2010) התכנית הלאומית למגוון ביולוגי בישראל. אשכול מדיניות ותכנון, אגף שטחים פתוחים ומגוון ביולוגי, המשרד להגנת הסביבה.

פאוקר ר (2012) רשימת צמחים מומלצים. קיבוץ ניר עוז. בשיתוף אוניברסיטת בן-גוריון בנגב, המכונים לחקר המדבר ע"ש י. בלאושטיין.

שטרן א (2001) חזון הביוספירה מגיע לישראל. פנים (כבת עת לתרבות, חברה וחינוך), גליון מס' 21

שקדי י ושדות א (2004) מסדרונות אקולוגיים בשטחים הפתוחים: כלי לשמירת טבע. רשות הטבע והגנים, ירושלים.

Celecia J (2000) UNESCO's Man and the Biosphere (MAB) Programme and Urban Ecosystem Research: a brief overview of the evolution and challenges of three-decade international experience, <http://www.unesco.org/mab/urban/urbandocs.htm>, Mimeograph. UNESCO, Paris.

Cilliers SS, Muller N and Drewes E (2004) Overview on urban nature conservation: situation in the western-grassland biome of South Africa. Urban Forestry and Urban Greening 3: 49-62

Corfee-Morlot J, Kamal-Chaoui L, Donovan MG, Cochran I, Robert A and Teasdale PJ (2009) Cities, climate change and multilevel governance. OECD Environmental Working Papers No 14, OECD Publishing, © OECD

Dacorum Borough Council (2006) Urban nature conservation study. Hertfordshire Biological Records Centre, UK

Dearborn DC and Kark S (2010) Motivations for conserving urban biodiversity. Conservation Biology 24: 432-40

- Gaston KJ (1996) What is biodiversity? In: KJ Gaston (ed.) Biodiversity, a biology of numbers and difference. pp 1-9. Blackwell Science, Oxford.
- Hamin EM and Gurrán N (2009) Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. *Habitat International* 33: 238-245
- Hedde C (2012) U.S. Natural Catastrophe Update, Munich Reinsurance America, Inc.
[<http://www.ctnow.com/media/acrobat/2012-01/67158951.pdf>]
- Hennings L and Soll J (2010) Wildlife corridors and permeability: A literature review. Metro Sustainability Center, Portland, OR, USA
- Heywood VH, Baste I and Gardner KA (1995) Introduction In: Heywood VH and Watson RT (eds) Global biodiversity assessment. Pp 5-19. Cambridge University Press, Cambridge.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC, USA
- Mitchell RJ, Morecroft MD, Acreman M, Crick HQP, Frost M, Harley M, Maclean IMD, Mountford O, Piper J, Pontier H, Rehfish MM, Ross LC, Smithers RJ, Stott A, Walmsley C, Watts O and Wilson E (2007) England Biodiversity Strategy – Towards adaptation to climate change. Final Report To Department for Environment, Food and Rural Affairs for contract CR0327. www.defra.gov.uk
- Mulholland PJ, Best GR, Coutant CC, Hornberger GM, Meyer JL, Robinson PJ, Stenberg JR, Turner RE, Vera Herrera F and Wetzel RG (1997) Effects of climate change on freshwater ecosystems of the south-eastern United States and the Gulf coast of Mexico. *Hydrological Processes* 11: 949-970
- National Climate Assessment Development Advisory Committee (NCADAC). (2013) Federal Advisory Committee Draft Climate Assessment Report Released for Public Review. US Global Change Research Program, Washington, DC, USA
- Niemelä J (1999) Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119-131
- Parris KM and Hazell DL (2005) Biotic effects of climate change in urban environments: The case of the grey-headed flying-fox (*Pteropus poliocephalus*) in Melbourne, Australia. *Biological Conservation* 124: 267-276
- Pickett STA, Cadenasso ML, Grove JM, Nilon CH, Pouyat RV, Zipperer WC and Costanza R (2001) Urban ecological systems: linking terrestrial, ecological and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127-157
- Portnov BA and Safriel UN (2004) Combating desertification in the Negev: dryland agriculture vs. dryland urbanization. *Journal of Arid Environments* 56: 659-680
- Safriel U (1999) The concept of sustainability in dryland ecosystems. Chapter 8 In: Hoekstra TW and Shachak M (Eds.) *Arid Lands Management: Toward Ecological Sustainability*. University of Illinois Press
- Sundseth K and Raeymaekers G (2006) Biodiversity and Natura 2000 in Urban Areas. *Nature in cities across Europe: A review of key issues and experiences*. Commissioned by Gryseels M. (Director) Bruxelles Environnement-IBGE/Leefmilieu Brussel-BIM
- Sukopp H (2002) On the early history of urban ecology in Europe. *Preslia Praha* 74: 73-393.

Thuiller W (2007) Climate change and the ecologist. Nature 448: 550-552

Ward CD, Parker CM and Shackleton CM (2010) The use and appreciation of botanical gardens as urban green spaces in South Africa. Urban Forestry and Urban Greening 9: 49-55

Wilby RL and Perry GLW (2006) Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. Progress in Physical Geography 30: 73-98

Wilson E (2006) Adapting to climate change at the local level: the spatial planning response. Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability 11: 609-625

אתרי אינטרנט

ICLEI – Local Governments for Sustainability <http://www.iclei.org/index.php?id=iclei-home>

<http://www.kayamut.org.il> המרכז לקיימות מקומית

www.forum15.org.il פורום 15

מידע רב על פעילות במדינת ישראל לוקט מאתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות. מידע על הרשויות כולל הפניה לאתרי האינטרנט נמצא באתר של מרכז השלטון המקומי

http://www.masham.org.il/Rashuyot_Masham/Pages/default.aspx

["נקודה ירוקה" – מידע על גיבון אקולוגי, לרבות שימוש בצמחים חסכניים במים](#)

<http://eco-garden.co.il/index.php?m=text&t=7360>

ביבליוגרפיה – תכנון עירוני

- [1] RIBA, (2009). Skills For Low Carbon Buildings Executive Summary. Retrieved from: <http://www.architecture.com/Files/RIBAHoldings/PolicyAndInternationalRelations/Policy/Environment/SkillLowCarbSumNew.pdf>
- [2] Lankao P.R. (2008). Urban Areas and Climate Change: Review of Current Issues and Trends. Issues Paper for the 2011 Global Report on Human Settlements.
- [3] IPCC, (2007). Levine, M., D. Ürge-Vorsatz, K. Blok, L. Geng, D. Harvey, S. Lang, G. Levermore, A. Mongameli Mehlwana, S. Mirasgedis, A. Novikova, J. Rilling, H. Yoshino, 2007: Residential and commercial buildings. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [4] UN-Habitat, (2011). Cities and Climate Change – Global Report on Human Settlements 2011.
- [5] McKinsey&Company (2009). פוטנציאל הפחתת פליטות גזי חממה בישראל. Retrieved from: http://www.mckinsey.com/en/Client_Service/Sustainability/Latest_thinking/~media/McKinsey/dotcom/client_service/Sustainability/cost%20curve%20PDFs/israel_cost_curve_hebrew.ashx
- [6] International Energy Agency (IEA), (2008). Energy Efficiency Requirements in Building Codes, Energy Efficiency Policies for New Buildings. Retrieved from: http://www.iea.org/g8/2008/Building_Codes.pdf
- [7] Papesch, P., Haberl, J., Koester, R., Proctor, D., Berkebile, B., (2011). Buildings, Climate Change, Education and Action: The role of the building sector systems in climate change mitigation. The Journal of Sustainability Education. Retrieved from: http://www.jsedimensions.org/wordpress/content/buildings-climate-change-education-andaction-the-role-of-the-building-sector-systems-in-climate-change-mitigation_2011_03/
- [8] ד"ר אנגרט, א., עו"ד אילסר, ח., אדם טבע ודין (2007). התחזית בידיים שלנו – ההתחממות הגלובלית בישראל – האפשרויות, ההשפעות וקווים למדיניות.
- [9] 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
- [10] אדר שפרינגר צ., העמותה הישראלית לייזום בניה ירוקה ובת קיימא (2009). עקרונות הבנייה הירוקה, המשרד להגנת הסביבה.
- [11] International Energy Agency (IEA), Climate Change Policies and Measures Database. Retrieved from: www.iea.org/textbase/pm/index.html
- [12] Shaw, R., Colley, M., and Connell, R. (2007). Climate Change Adaptation by Design. A Guide for Sustainable Communities. TCPA, London.
- [13] Stern Review on the Economics of Climate Change. Retrieved from: www.sternreview.org.uk
- [14] Sunikka M. (2001). Policies and regulations for sustainable building: A comparative study of five European countries, DUP Science

- [15] World Green Building Council, (2009). SIX CONTINENTS ONE MISSION, How green building is shaping the global shift to a low carbon economy
- [16] website: www.sviva.gov.il
- [17] website: http://he.wikipedia.org/wiki/קיימות_מקומית
- [18] website: <http://ecowiki.org.il/wiki/>
- [19] UNEP, (2009). Buildings and Climate Change, Summary for Decision-Makers. Retrieved from: <http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf>
- [20] California Natural Resources Agency, (2008). 2009 California Climate Adaptation Strategy.
- [21] UNEP, (2007). Buildings and Climate Change, Status, Challenges and Opportunities. Retrieved from: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DT1x0916xPABuildingsClimate.pdf>
- [22] Blakely, E.J. (2007). Urban Planning for Climate Change. Lincoln Institute of Land Policy.
- [23] Bouwer, L.M., J.C. (n.d.), (2006). Financing climate change adaptation. Institute for Environmental Studies, Faculty of Earth and Life Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands.
- [24] גוטליב, א. רונן, א., לבציון נדן, נ., ביגר, א., אילסר, ח., דולב, ש. (2007). התחממות גלובלית והעיר: אוניברסיטת תל אביב ו-11, אתגרים והזדמנויות, נייר עמדה לוועדת השלטון המקומי.
- [25] Technology Strategy Board, & Gething, B. (2008). Design for future climate - opportunities for adaptation in the built environment.
- [26] Murakami, S., Levine, M., Yoshino, H., Inoue, T., Ikaga, T., Shimoda, Y., Miura, S., Sera, T., Nishio, M., Sakamoto, Y., Fujisaki, W., (2009). Overview of energy consumption and GHG mitigation technologies in the building sector of Japan. Energy Efficiency, 2(2), 179–194.
- [27] משרד התשתיות הלאומיות (2010). התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית, צמצום בצריכת החשמל - 2010-2020
- [28] A.C. Pitts, School of Architectural Studies, University of Sheffield, Sheffield S10 2TN, U.K., (1996). Teaching Renewable Energy and the Sustainable Building Network.
- [29] R. Woodbury, L. Bartram, R. Cole, R. Hyde, D.Macleod, D. Marques, T. Mueller, D. Vanier, Pacific Institute for Climate Solutions, (2008). Buildings and Climate Solutions.
- [30] website: www.arcexhibitions.com
- [31] website: http://architecture2030.org/action/2010_imperative_global_emergency_teach_in
- [32] EnergySmart Schools website: <http://www1.eere.energy.gov/buildings/energysmartschools/>
- [33] website: <http://www.imatter.org.il/>
- [34] A. Zimmerman, P. Eng. Canada Mortgage and Housing Corporation, Integrated Design Process Guide.
- [35] website: www.ukswedensustainability.org/background.jsp

- [36] Climate Works Australia, (2010). Low Carbon Growth Plan for Australia.
- [37] UNEP, (2006). Raising Awareness of Climate Change: A Handbook for Government Focal Points.
- [38] website: www.seai.ie/Your_Building/BER/
- [39] Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL). Seeing Windows Through. website: <http://eetd.lbl.gov/l2m2/windows.html>
- [40] METI website: http://www.meti.go.jp/english/newtopics/data/nBackIssue20071228_03.html
- [41] Department of Climate Change & Energy Efficiency, (2010). The Pathway to 2020 for Low-Energy, Low-Carbon Buildings in Australia: Indicative Stringency Study.
- [42] website: www.livinggreener.gov.au
- [43] Murakami, S., Levine, M., Yoshino, H., Inoue, T., Ikaga, T., Shimoda, Y., Miura, S., Sera, T., Nishio, M., Sakamoto, Y., Fujisaki, W., (2006). Energy Consumption, Efficiency, Conservation, and Greenhouse Gas Mitigation in Japan's Building Sector. Lawrence Berkeley National Laboratory in Collaboration with Japanese institutions. Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/6gp873s1>
- [44] Eilam, E. and T. Trop (2011). Methodology for evaluating the influence of school's sustainability education programs on their communities. Learning and Teaching 4(2): 37-64.
- [45] Eilam, E. and T. Trop (2012). Factors influencing adults' environmental attitudes and behaviors and the role of environmental schools in influencing their communities. Education and Urban Society, published online 6 June 2012.
- [46] Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency. (2010). Climate Change Adaptation Actions for Local Government. Commonwealth of Australia. Retrieved from: http://www.climatechange.gov.au/what-you-can-do/~/_media/publications/local-govt/localadaption_localgovernment.pdf
- [47] Australian Government, Department of Climate Change and Energy Efficiency. Retrieve from: <http://www.climatechange.gov.au/what-you-can-do/local-government.aspx>
- [48] Concrete Answers Series for Architects, Engineers and Developers. Concrete's Light Color Reduces Urban "Heat Island" Effects. Retrieved from: <http://www.greenconcrete.info/albedo.html>
- [49] Kopp, C. (2008). GPS Aided Guided Munitions - Parts I-V. Retrieved from: <http://www.ousairpower.net/TE-GPS-Guided-Weps.html>
- [50] Cambridge Environmental Research Consultants, Environmental Software and Services (2013). ADMS – Urban. Retrieved from: <http://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Urban-model/data.html>
- [51] Chao Y., Edward, NG. (2012). Building porosity for better urban ventilation in high-density cities – A computational parametric study. Building and Environment 50: 176-189.
- [52] website: <http://www.edsaplan.com/en/Portfolio/Pratt-Street-Streetscape-Design-Competition>
- [53] website: http://www.designbuild-network.com/contractors/construct_materials/hightex/hightex3.html

[54] website: <http://www.panoramio.com/photo/14486713>

[55] website: <http://www.mid-day.com/news/2012/aug/040812-mumbai-Heres-how-you-can-avoid-water-cuts-all-year.htm>

[56] website: <http://www.landscapermagazine.com/news/school-reaps-fame/>

[57] website: <http://inhabitat.com/kmd-designs-park-covered-underground-mall-for-mexico/>

[58] website: <http://www.jugglefrogs.co.uk/news/green-roofs/>

[59] Kinrade, P. and Justus M. (2008). Impacts of Climate Change on Human Settlements in Western Port Region: An Integrated Assessment Climate Change Risks and Adaptation. Australian Government: Department of Climate Change. Retrieved from:
http://www.climatechange.vic.gov.au/_data/assets/pdf_file/0015/73230/ImpactsOfClimateChangeOnSettlementsinWesternport2008.pdf

[60] website: <http://www.monument-info-search.co.uk/urban-heat-island/>

[61] המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, החברה להגנת הטבע, קרן קיימת לישראל (2011). המלצות ועדת ממשק היער ושיקום אקולוגי בכרמל.

[62] פרלמוטר, ד., א. אראל, י. מאיר, י. עציון, י. רופא (2010). המדריך לבניה ביו-אקלימית בישראל. היחידה לאדריכלות ובינוי ערים במדבר - אוניברסיטת בן גוריון בנגב, משרד התשתיות הלאומיות.

ביבליוגרפיה – היבטים כלכליים

קוט ח. & כ"ץ ד. (2013). עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים בישראל. המועצה הישראלית לבנייה ירוקה. תל אביב.

Bosello F., Carraro C., De Cian E., (2010) "Climate Policy and the Optimal Balance between Mitigation, Adaptation and Unavoided Damage", FEEM Working Paper No. 32.2010 CMCC Research Paper No. 86. And Climate Change Economics: Vol.1: No. 2, pp 1-22.

Bahn O., Chesney M., Gheysens J., (2010) "The Effect of Adaptation Measures on the Adoption of Clean Technologies" paper presented at the WCERE Congress, Montréal, 2010.

<http://www.webmeets.com/files/papers/WCERE/2010/793/Bahn-WCERE2010.pdf>

Baron J.S., Gunderson L., Allen C.G., Fleishman E., McKenzie D., Meyerson L.A., Oropeza J., Stephenson N., (2009) "Options for national parks and reserves for adapting to climate change", *Environmental Management*, 44, pp. 1033-1042.

Carter, T.L., Parry M.L., Nishioka S. Harasawa H., (1994) "Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations". Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, University College London and Centre for Global Environmental Research, London, UK and Tsukuba, Japan, x+59 pp.

Callaway J.M., Næss L.O., Ringius L., (1998) "Adaptation costs: a framework and methods", In: Mitigation and Adaptation Cost Assessment—Concepts, Methods and Appropriate Use [Francis, D., C. Brooke and K. Halsnæs (eds.)]. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, pp. 97–119.

De Bruin K.C., Dellink R.B., Tol R.S.J., (2009) "AD-DICE: An Implementation of Adaptation in the DICE Model," *Climatic Change*: Vol.95, pp 63–81.

European Commission, (2013), "Communication from the Commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions". Brussels, 16.4.2013, COM(2013) 216 final.

Gilman E., Ellison J., Duke N.C., Field C., (2008) "Threats to mangroves from climate change and adaptation options", *Aquatic Botany*, 89 pp. 237-250.

Glick P., Chmura H., Stein B.A., (2011) "Moving the conservation goalposts: A review of climate change adaptation literature," Washington, DC: National Wildlife Federation. Retrieved from CAKE.

Hanemann W.M., (2008) "What is the Cost of Climate Change?", CUDARE Working Paper No. 1027, University of California, Berkeley.

Heller N.E., Zavaleta E.S., (2009) "Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations", *Biological Conservation* 142, pp. 14-32.

Hodgson J.A., Thomas C.D., Wintle B.A., Moilanen A., (2009) "Climate change, connectivity and conservation decision making: Back to basics", *Journal of Applied Ecology*, 46, pp.: 964-969.

IPCC. (2007a). "Climate Change 2007: The Physical Science Basis". Contribution of Working Group to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change by Solomon, S., D. Qin, M.

Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller, (Eds.) Cambridge, United Kingdom and New York, NY: Cambridge University Press.

Johnson K. and Breil M. (2012). "Conceptualizing urban adaptation to climate change, Finding from applied assessment framework". Fondazione Eni Enrico Mattei, Italy.

Krosby M., Tewksbury J., Haddad N.M., Hoekstra J., (2010) "Ecological connectivity for a changing climate", Conservation Biology, Vol. 24, pp. 1686-1689.

Parry M., (2009) "Closing the loop between mitigation, impacts and adaptation," Climatic Change: Vol. 96: pp 23–27.

Stern N., (2006) "The Economics of Climate Change". The Stern Review. Cambridge University Press, Cambridge UK.

The World Bank Group, (2010). "The Costs to Developing Countries of Adapting to Climate Change New Methods and Estimates". The Global Report of the Economics of Adaptation to Climate Change Study Consultation. Draft.

The World Bank (2011) "Guide to Climate Change Adaptation in Cities".

CCAP -The Center for Clean Air Policy (2011). "The value of green infrastructure for urban climate adaptation". Washington, D.C.

Clean Air Partnership -CAP (2007)" .Cities Preparing for Climate Change A Study of Six Urban Regions" . Toronto, Canada.

UNFCCC (2009). "Assessing the costs of adaptation to climate change, A review of the UNFCCC and other recent estimates". International Institute for Environment and Development (IIED), London, UK

WHO (2005) "Preventing Disease through Healthy Environments: Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease". World Health Organisation, Geneva.

WHO (2006) "World Health Organisation Malaria report 2008", WHO/HTM/GMP/2008.1, World Health Organisation, Geneva.

נספח א' – התייחסות למשק המים ברשויות המקומיות ובתאגידי המים

הקדמה – משק המים ברשויות המקומיות

כללי

עד לשנת 2001 משק המים נוהל ע"י הרשויות המקומיות ואופיין ברובו, בהשקעות נמוכות בתשתית מים וביוב ושחיקת תשתיות אלה שגרמו לפחת מים גבוה. בנוסף, משק המים נוהל מבחינה עסקית באופן לא כלכלי: שיעור גבייה נמוך והפנית רווחים ממשק המים לצרכים אחרים של הרשות המקומית, זאת עד להקמת תאגידי מים וביוב.

מטרת הרפורמה למשק המים (2001) הייתה לשפר את השירות לצרכן באמצעות ניהול עסקי מקצועי ויעיל של משק המים והביוב וייעוד ההכנסות משירותי המים והביוב להשקעות הנדרשות בתחום זה. כל צרכני המים מחויבים בתעריף מים וביוב המשקף עלות מלאה. חישוב מדויק של עלות מלאה של ייצור המים וטיהור השפכים על השקעותיהם הביאה להעלאת תעריפי המים והביוב. בסך הכל הוקמו 52 תאגידי מים וביוב בתחומן של 132 רשויות מקומיות המשרתים כ-6.0 מיליון תושבים. מספרן הגבוה של התאגידיים נובע מהתנגדותם של ראשי הרשויות המקומיות להקמתם של תאגידיים אזוריים. יש ביקורת רבה על מספר התאגידיים וניתן לצמצם לפחות בחצי ולשפר את יעילותם ורווחיותם. לפי רשות המים נכון לשנת 2012 – 22 מהתאגידיים רווחיים ו-26 מהתאגידיים מפסידים נכון לרגע זה (רשות המים, 2012).

יש לציין שלרשות הרשויות המקומיות עומדים מאגרי מידע ומסמכי מדיניות העשויים להנחות אותם בכללי ניהול נכון של משק המים. באתרי רשות המים ומרכז השלטון המקומי מצויים הנחיות רבות לניהול נכון של משק המים. במיוחד חשוב המדריך לקיימות מקומית שפורסם ב-2007 וכן התאגדות פורום ה-15 המתייחס בהרחבה להיערכות לשינויי אקלים (להלן).

המרכז לקיימות מקומית (Local Sustainability Center)

המרכז פרסם ב-2007 מדריך לקיימות לרשויות המקומיות ובו התייחסות לתחומים שבהם רשויות מקומיות יכולות לאמץ אורח חיים מקיים, ידידותי לסביבה ולמשאבי הטבע, חיסכון באנרגיה ומשמר משאבים. בנושא המים ממליץ המדריך על:

- גיבוש תכנית לשימור הנחלים ומקורות המים בתחומי הרשות;
- עידוד תכנון רגיש למים, הפניית מרזבי בתים להשקיית גינות, השארת שטחים לא מבונים לחלחול מים;
- עידוד החיסכון במים במגזר הפרטי והציבורי;
- מעבר לגינון בצמחייה חוסכת במים;
- נקיטת פעולות להקטנת איבוד מים, לרבות חיפוי קרקע בגזם להקטנת האידוי וצמצום השטחים המרוצפים להגדלת החלחול;
- טיפול מוסדר בשפכים עירוניים;
- שימוש במים מושבים ניצול הנגר העירוני לצרכים עירוניים ככל הניתן (הוד, 2007, 5).

פורום ה-15

בקרבת הרשויות המקומיות קיימת התאגדות וולונטרית פורום ה-15, פורום הערים העצמאיות, ערים איתנות מבחינה כספית ומחויבות למדיניות עירונית מקיימת, לערים בריאות ולמדיניות סביבתית. הפורום פרסם נייר

עמדה בנושא הכולל גם תמיכה בהפחתת פליטות גזי חממה, תכנון עירוני לצמצום אי-החום העירוני, קידום בנייה ירוקה, קידום התייעלות אנרגטית, שדרוג תשתיות עירונית (מערכות ניקוז) היערכות למחסור מים אזורי, מרכזי מידע לתושבים, שימוש באנרגיה מתחדשת ועוד (מרכז השלטון המקומי, פורום ה-15, 2012).

למרות המידע והידע הנרחב העומדים לרשותן, רשויות מקומיות רבות מתעלמות לחלוטין מנושא המים כפי שהדבר משתקף באתרי האינטרנט שלהן.

משאבי מים באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות בישראל

בישראל יש 202 רשויות מקומיות מהן 75 עיריות ו-127 מועצות מקומיות. על מנת לקבל תמונה על הניהול בתחום המים נבדקו כל אתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות. בכל האתרים נבדקו הפריטים הבאים: הופעת "מים" בתפריט ראשי, מחלקות הנדסה ותשתית, מחלקות לאיכות סביבה ושיפור הסביבה, מידע לתושבים, לאיזה סוגי מים מתייחס האתר (מי שתייה, מי שפכים, קולחים להשקיה גינון, ניקוז) וכן נבדק האם מצויה באתר הרשות הפניה לאתר של תאגיד המים והביוב. הממצאים מרוכזים בטבלה 1.

הנתונים משקפים תמונה חלקית בלבד מהסיבות הבאות:

- לא לכל הרשויות יש אתרי אינטרנט (ל-31 רשויות אין אתר), חלקם מופיעים בערבית בלבד (20) ומספר אתרים לא ניתנו לקריאה (7 אתרים).
- יש שונות רבה בתכנים של האתרים וייתכן שההתייחסות לנושא המים לא מופיעה באתר משיקולי עריכה וצמצום תכני האתר.

לשם השלמה נבדקו גם אתרי האינטרנט של כל תאגידי המים והביוב (טבלה 21).

ממצאים מאתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות (טבלה 20)

1. ב-56 אתרים של הרשויות המקומיות אין כל תזכורת לנושא המים באף אחד מסעיפי התפריטים. באופן עקיף מופיעים הנושאים הבאים: חומרי עזר בנושאי מים וביוב מופיעים בשיבלי אום אל גנם, רמת השרון, בריינה מופיע מידע על חיטוי מים, ברמת ישי על הפסקת הזרמת מי המוביל הארצי לחודשיים.
2. ב-30 אתרים של הרשויות המקומיות יש הפניה בתפריט הראשי לתאגיד המים והביוב של הרשות ובו מידע נרחב על ניהול משאבי המים של הרשות.
3. ב-41 אתרים של הרשויות המקומיות אין הפניה מאתר הרשות לאתר תאגיד המים והביוב.
4. מכאן שבדיקה בפועל של 144 אתרי אינטרנט של רשויות מקומיות, בכמחציתם אין כלל התייחסות לנושא המים; בקרוב לחמישית האתרים יש הפניה לתאגיד המים והביוב ובכשליש אין כלל הפניה לאתרי תאגיד המים והביוב.

טבלה 20 - התייחסות לנושאים של משאבי מים באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות

הערות	רשויות	נושא
כוללת דוחות איכות מי שתייה ברשות	בנימינה – גבעת עדה, בת ים, גבעתיים, גני תקווה, זיכרון יעקב, טירת כרמל, כפר סבא, מבשרת ציון, אבו גוש, נס ציונה, נשר, עומר, ערד, פקיעין, קריית טבעון, רחובות, רמת גן, באר-שבע, רעננה, חולון, שגב שלום	איכות מי שתייה
	אריאל, יקנעם עילית, לוד, נהריה (מניעת זיהום הים) פתח תקווה, קריית אתא, ראשל"צ	טיפול בשפכים
בד"כ ההתייחסות מופיעה תחת אגף ההנדסה ולעתים באגף התפעול	אפרת, בית שמש, בנימינה – גבעת עדה, יהוד, נווה אפרים, יקנעם עילית, כוכב יאיר – צור יגאל, כפר יונה, מבשרת ציון, מגדל העמק, נס ציונה, נשר, נתיבות, סביון, עומר, עוספיה, עפולה, פקיעין, קריית אתא, קריית ביאליק, קריית טבעון, קריית ים, קריית מלאכי, ראשל"צ, רחובות, רמת גן, רעננה, שגב שלום, חולון, רמת השרון	בניה ותחזוקה של צנרת מים ושפכים
	אורנית, חיפה, נתיבות	מניעת סתימת ביוב
	חיפה, חצור, נחף, רמת גן	הפרדת ניקוז מרזבים מצנרת שפכים
	חצור, כוכב יאיר צור, יגאל, כפר שמריהו, מבשרת ציון, נחף, נס ציונה, קריית מלאכי, רמלה (היערכות לחורף), שגב שלום	ניקוז ותיעול
	מבשרת ציון, רעננה	בנייה משמרת מים
התייחסות לפחת כבעיה של הרשות	אורנית, באר-שבע, חדרה, מזכרת בתיה, נס ציונה	אובדני מים
	בית דגן, חדרה, חיפה, יוקנעם עילית, מגדל תפן, מזכרת בתיה, נס-ציונה נתיבות, עוספיה, קריית מלאכי, רמלה, רמת גן, ביתר עילית, רעננה	חיסכון מים מידע כללי
	רעננה, רמת גן, חדרה, כפר סבא, מגדל תפן, נס ציונה, עוספיה	חיסכון מים בגינון
	מזכרת בתיה, נס ציונה, באר-שבע, לוד	פירוט של צריכת מים בשימושים שונים
	באר-שבע, חולון, להבים	השקיית גינון ציבורי במי קולחים
	באר שבע, יוקנעם עילית, ירושלים, כפר סבא, מבשרת ציון, מעלה אדומים, ערד, פתח תקווה, רמלה, רמת השרון, רעננה	קיימות, עיר בריאה
		אחר
	פקיעין, קריית טבעון	התייחסות לגשם והצפות
	רעננה	זיהום מי תהום מפני זיהום
	ראשל"צ	רשימת מזרקות ואמות מים

הנושאים הנוגעים לניהול משאבי המים המופיעים באתרי האינטרנט של הרשויות המקומיות המופיעים בטבלה 20:

איכות מי שתייה

עפ"י החוק, חובה על כל רשות מקומית לפרסם מידי רבעון דוחות על איכות מי שתייה. באתרי הרשויות המקומיות נמצאו דוחות מים נגישים רק ב-21 אתרי אינטרנט (ברשויות אחרות נמצאו דוחות איכות מי שתייה אך ורק באתרי אינטרנט של תאגידי מים וביוב) כיוון שאתרי האינטרנט של הרשויות נגישים יותר וקרוב לוודאי נקראים יותר ע"י תושבי הרשויות המקומיות מפתיע מאוד שמסמכים כה חשובים אינם מופיעים באתרי הרשות. בעומר וקריית טבעון מופיעים דוחות איכות המים בסעיף "איכות חיים". ברחובות דוחות איכות מים מופיעים תחת סעיף "איכות סביבה". יוצאת דופן בכל הקשור לניהול מים היא רעננה. באתר האינטרנט יש התייחסות נפרדת ובולטת להגנת על מקורות המים מפני זיהום, ניקוי וחיטוי מאגרי המים, איכות מי שתייה מברז לעומת מים מבוקבקים וכן דוחות שוטפים על איכות המים. גם האתר בבאר-שבע מתייחס בפירוט לאיכות מי שתייה.

טיפול בשפכים

טיפול בשפכים כסוגיה נפרדת מופיע באתרי 7 רשויות. באתר בנהרייה, בסעיף איכות סביבה, נאמר שהקמת מט"ש נהרייה – מטה אשר הפסיק את בעיות זיהום הים ומי התהום. בסביון מדווח שבגלל סכך ביורוקרטי עדיין בתים רבים אינם מחוברים למערכת הביוב.

בנייה ותחזוקה של מערכות מים ושפכים

סעיפים אלה מופיעים באגפי ההנדסה והתפעול של 31 רשויות מקומיות. הם מתייחסים לתפקיד הרשות בבנייה ותחזוקה של צנרת מים ושפכים וזאת למרות שתפקוד זה מוטל היום על תאגידי מים וביוב. בפתח תקווה מופיע נושא השפכים בתחום טיפולו של האגף לאיכות הסביבה. בראשל"צ יש התייחסות לשפכי תעשייה, בביתר עילית יש התייחסות להתייעלות במחזור השפכים של העיר. אתר עיריית רעננה מפרט את תהליך טיהור השפכים ואת השימוש בהם. זהו האתר היחיד המזכיר מים אפורים והשימוש בהם. עוד יש לציין שבשלושה אתרים אחרים, אורנית, חיפה ונתיבות מופיע הנושא של מניעת סתימת ביוב.

ניקוז, תיעול והפרדת מרזבים מצנרת שפכים

חיפה, חצור, נחף ורמת גן בסעיפים מסוימים באתר האינטרנט שלהם עוסקים בצורך בהפרדה בין המרזבים המנקזים מי גשמים לצנרת השפכים. ניקוז ותיעול ככלל, מופיעים באתרי 10 רשויות מקומיות בלבד והדבר מעורר תמיהה רבה לנוכח חשיבותו של נושא זה במרחב המעויר של ישראל.

בניה משמרת מים

התייחסות לנושא רק באתרים של מבשרת ציון ורעננה.

התייחסות לפחת במים כבעיה של הרשות המקומית

נושא זה מופיע באתרי האינטרנט של חמש רשויות בלבד.

חיסכון במים – מידע כללי

מופיע באתרי אינטרנט של 14 רשויות בלבד המידע מכיל טיפים" לחיסכון במים בצריכה הביתית. ב-4 אתרים של הרשויות מופיע פירוט של צריכת מים בשימושים שונים כגון רחצה, אסלה בישול ועוד.

חיסכון מים בגינן

בדרך כלל מדובר בחיסכון במים בגינן הציבורי והנושא מופיע ב-7 רשויות בלבד. בנס-ציונה מופיע מדריך לצמחים חסכוניים במים, בתל אביב מודגש החיסכון במים בהרחבה כולל אוטומציה, שיטות השקיה וצמחים חסכוניים.

השקיית גינן ציבורי במי קולחים

באר-שבע, חולון ולהבים מתפארות בשימוש זה.

קיימות, עיר בריאה עיר ירוקה

ערים רבות, כולל הערים בפורום ה-15 מתהדרות בהיותן ערים ירוקות ומקיימות אבל התייחסות לנושא המים כמעט ואינה מצויה במידע על המדיניות הירוקה והמקיימת. בבית דגן מצוין שהעיר מפעילה תכניות מחזור וחיסכון במים ואנרגיה ללא כל פירוט. בערד מודגש חיסכון באנרגיה בדגש על חשמל פסולת ומים ונעשה סקר במוסדות הציבוריים לניטור של אלה. עוד יש לציין שבשני יישובים פקיעין וקריית טבעון יש התייחסות לכמויות משקעים והצפות ואילו ראשל"צ מתהדרת ברשימת מזרקות ואמות מים.

לסיכום, אתרי הרשויות המקומיות משקפים מידע מועט, חלקי ולא אחיד בנושא ניהול משק המים. חלקם מפצה על כך בהפניה לאתרי התאגידים או לאתרי רשות המים וקישורים אחרים בהם מצוי מידע על מים. כיוון שאתרי האינטרנט של הרשויות נגישים יותר לתושבים יש בחוסר המידע משום ליקוי ויש לחזק בהרבה את המידע בתחום המים שעומד לרשות התושב.

יוצאת דופן בהתנהלותה היא רעננה ואתר האינטרנט שלה הנגיש מאוד. בסעיף עיר ירוקה מופיעה התייחסות מעמיקה למשאבי מים ובה מידע כללי, דוחות איכות מים, טיפים לחיסכון במים, השוואת מי שתייה מברז לעומת מים מבוקבקים, טיהור שפכים, הגנה מפני זיהום, עידוד חיסכון במים במגזר הציבורי, איסוף מי גשם, בניה משמרת מים, צמחיה חסכונית במים ומים אפורים. בנוסף האתר מפנה את הקוראים לאתרים נוספים בהם יש מידע עשיר על מים.

תאגידי מים וביוב

רשות המים מדווחת על קיומם של 52 תאגידי מים וביוב. ל-6 תאגידי מים וביוב, עוד שניים נמצאים בשדרוג ו-3 הם אתרים בערבית. בסך הכל נבדקו בפועל 44 תאגידי מים וביוב. טבלה 3 מציגה את התייחסות האתרים לנושאים השונים שבטיפול.

איכות מי שתייה

איכות מי השתייה ודוחות איכות מי שתייה מופיעים כמעט בכל תאגידי המים. בהתאם לחוק לתיקון פקודת העיריות מס' 75 התשס"א 2001 ישנה חובה לפרסם אחת ל-3 חודשים דוחות על איכות מי השתייה. את בדיקות האיכות עורך משרד הבריאות. ישנם תאגידי המפרסמים גם דוחות יומיים ושבועיים לגבי מרכיבים שונים במים. תחזוקה נאותה של מיכלי אגירת מים בעיקר במבנים גבוהים נידונה ב-5 תאגידי מים וביוב.

שפכים, קולחים, מניעת זיהום, קרקע וחופים

עפ"י הגדרת תפקידם כל תאגידי המים והביוב מטפלים בשפכים אבל בחלקם הגדול ניתן דגש מיוחד לטיפול בשפכים (17 תאגידי מים וביוב), איכות הקולחים (17), שימוש בקולחים לצרכי השקיה חקלאית וגיבוי ציבורי ברשות (5). מניעת זיהום מי תהום, קרקע, חופים, ים מוזכרת ב-5 תאגידי מים וביוב נדונה ב-15 תאגידי מים וביוב. עוד יש לציין שניתוק מרזבים מביבים מוזכרת ב-4 תאגידי מים וביוב.

חיסכון במים, פחת מים, נזילות מים

חיסכון במים וצריכת מים מושכלת נידונה במרבית תאגידי המים והביוב. חיסכון במים כמדיניות וצמצום פחת במים מופיעים ב-36 תאגידי מים וביוב. טיפים לחיסכון במים במגזר הביתי מופיעים ב-20 תאגידי מים וביוב. בגיבוי הביתי נידון ב-15 תאגידי מים וביוב. ידע לציבור בנושא צריכת מים בשימושים שונים מופיע ב-16 תאגידי מים וביוב. והתייחסות ספציפית לחינוך לחיסכון מופיעה ב-5 תאגידי מים וביוב. בכ-10 תאגידי מים וביוב מופיעים אתרי ילדים העוסקים גם הם בחיסכון מים ובהתנהגות סביבתית "ירוקה" בנושאי מים וביוב.

ניקוז, תיעול בניה משמרת מים

תפקוד הניקוז והתיעול לא הוטל על תאגידי המים ולכן התייחסות התאגידי מים וביוב לנושא זה מועטת ביותר: בהרצליה, ברעננה ובראשון לציון והאחרון מגדיר את עצמו כתאגיד העוסק בניקוז.

היערכות לשעת חירום

התייחסות להיערכות לשעת חירום וביטחון אספקת מים מופיע במחצית תאגידי המים והביוב. באתרי הרשויות המקומיות מופיעות התייחסויות לשעת חירום אבל רק מיעוטן מתייחסות לנושא המים. בתאגיד פלגי שרון יש מידע מלא על מוכנות לשעת חירום, סוגי מצבי חירום, חלוקת מים לבעלי צרכים מיוחדים, תחנות חלוקת מים, מפות לחלוקת מים, תרגולים למוכנות בחירום וציוד לשעת חירום. בתאגיד מעיינות העמקים פורסם תרגול תרחישי חירום בקריית טבעון. אבל מרבית התאגידי מים וביוב מפרסמים בעיקר את תחנות חלוקת המים בחירום.

טבלה 21א' - התייחסות לנושאי ניהול משאבי מים ושפכים באתרי תאגידי מים וביוב

תאגיד	איכות מי שתייה בריאות הציבור	מניעת זיהום מי תהום, קרקע חופים וים	מניעת סתמת ביוב	טיפול בשפכים מט"שים	שימוש במי קולחים להשקיית גינון ציבורי	אתר ילדים	טיפים לחיסכון במים פרטי	חיסכון מים כמדיניות במגזר ציבורי	רשויות חברות
1	הרי נצרת	√				√		√	נצרת, איכסל, יפיע, ריינר, עיליה
2	התנור	√	√				√		מטולה, קצרין, ק. שמונה
3	הגיחון	√	√	√					ירושלים מבשרת אבו גוש
4	יובלים אשדוד	√					√		אשדוד
5	כפרי הגליל העליון								משהד, בועיינה, שיבלי, דבוריה, טוראן, כפר כנא, עין מאהל
6	מי אביבים			√				√	תל אביב יפו
7	מי אוננו	√	√				√		קריית אוננו
8	מי אשקלון	√	√						אשקלון נתיבות
9	מי בת-ים	√							בת ים
10	מי גבעתיים	√	√				√		גבעתיים
11	מי הוד השרון	√							הוד השרון
12	מי הרצליה	√	√	√	√				הרצליה
13	מי חדרה	√	√				√		חדרה
14	מי יבנה	√							יבנה וגן יבנה
15	מי כרמל חיפה	√	√						חיפה
16	מי לוד	√					√		לוד
17	מי מודיעין	√	√						מודיעין ומכבים רעות
18	מי נע	√					√		נצרת עילית, מגדל, עפולה, העמק
19	מי נתניה	√	√	√			√		נתניה ורשויות סמוכות
20	מי ברק		√						
21	מי עירון	X		√					אום אל פחם, בסמה, כ. קרע, ערערה
22	מי עכו	0	√					√	עכו

נס ציונה, קריית עקרון, מזכרת בתיה									0	מי ציונה	23
קריית גת	√							√	0	מי קריית גת	24
רעננה					√	√	√	√	0	מי רעננה	25
טבריה, מגדל, יבניאל, כ. קמא	√	√			√			√	0	מי רקת טבריה	26
חולון, אזור					√	√		√	0	מי שקמה	27
פתח תקווה	√	√	√					√	0	מיתב פתח תקווה	28
ראשון לציון	√	√							0	מניב ראשון לציון	29
קריית אתא		√				√		√	0	מעיינות אתא	30
ערד, דימונה, ירוחם, מצפה רמון		√						√	X	מעיינות הדרום	31
יקנעם עילית, רמת ישי, קריית עקרון		√				√		√	X	מעיינות העמקים	32
אבן יהודה, כפר יונה, פרדיה, קדימה, צורן, תל-מונד	√	√			√			√	X	מעיינות השרון	33
מעלות תרשיחא, שלומי, כפר ורדים, כסרא, סמיע	√	√	√		√		√	√	X	מעיינות זיו	34
חורה, לקייה, כסייפה, תל שבע, ערערה, שגב שלום		√						√		נווה מדבר	35
ראש העין, אורנית	√					√		√	X	אין אפק	36
כרמיאל	√	√						√		עין כרמים, כרמיאל	37
קריית מוצקין								√	0	פלגי מוצקין	38
רמת השרון	√	√			√	√		√	X	שרונים X	39
רמלה						√			0	ת.מ.ר. רמלה	40
אילת	√	√						√	0	עין נטפים	41
צפת, חצור הגלילית, טובא זנגריה, גוש חלב, יסוד המעלה, ראמה, מגאר, פקיעין, פסוטה, חורפיש, עילבון, סאגור, בית גאן	√	√				√		√	X	פלג הגליל	42
כפר סבא, כוכב יאיר, צור יגאל					√	√		√		פלגי השרון	43
באר שבע	√				√	√			0	עין שבע	44

מקרא: תאגידיים מפסידים X תאגידיים מרוויחים 0

טבלה 21ב' - התייחסות לנושאי ניהול משאבי מים ושפכים באתרי תאגידי מים וביוב

תחזוקת מיכלי מים במבנים גבוהים	חיסכון אנרגטי קשור למים	צריכת מים בשימושים שונים	השמת בארות מים	פחת מים ונדילות	בניה משמרת מים	ניתוק מרזבים מצנרת שפכים	ניקוז ותיעול	השקיית גינון ציבורי בקולחים	חיסכון מי גינון ציבורי	תאגיד	
										הרי נצרת	1
				√						התנור	2
					√					הגיחון	3
										יובלים אשדוד	4
										כפרי הגליל העליון	5
		√		√						מי אביבים	6
		√		√						מי אונו	7
				√						מי אשקלון	8
					√ חיבור מסעדות בחוף לרשת ביוב					מי בת ים	9
										מי גבעתיים	10
										מי גליל	11
			√							מי הוד השרון	12
√						√		√		מי הרצליה	13
										מי חדרה	14
										מי יבנה	15
	√			√		√				מי כרמל חיפה	16
				√						מי לוד	17
√		√		√						מי מודיעין	18
		√								מי נע	19
										מי נתניה	20
										מי ברק	21

טבלה 21ג' - התייחסות לנושאי ניהול משאבי מים ושפכים באתרי תאגידי מים וביוב

תאגיד	חיסכון מי גינון פרטי	מניעת צריכה גבוהה במגזר הביתי	היערכות לשעת חירום	חינוך לחיסכון במים	שיפורים טכנולוגיים אוטומציה	תכנון רגיש למים החדרת מים	שמירה על איכות סביבה משאבי טבע מים	אחר		
1			√							הרי נצרת
2	0		√						√	התנור
3	X		√	√			√	√		הגיחון
4	0		√						√	יובלים אשדוד
5	X		√							כפרי הגליל העליון
6	X		-		√					מי אביבים
7	0		√		√		√		√	מי אונו
8	0		-		√		√		√	מי אשקלון
9	0		-							מי בת ים
10	0		-							מי גבעתיים
11	X									מי גליל
12	0		-							מי הוד השרון
13	0		-			√		איסור ניקוז מי גשמים למי הביוב		מי הרצליה
14	X		√				√		√	מי חדרה
15	X		√							מי יבנה
16	X		√		√					מי כרמל חיפה
17	X		-							מי לוד
18	0		√						√	מי מודיעין
19	0		-							מי נע
20			-							מי נתניה
21			-							מי ברק

מקרא: תאגידים מפסידים X תאגידים מרוויחים 0

טבלה 21ד' - התייחסות לנושאי ניהול משאבי מים ושפכים באתרי תאגידי מים וביוב

תחזוקת מיכלי אגירת מים	חיסכון אנרגטי קשור למים	צריכת מים בשימושים שונים	השמשת בארות מים	פחת מים ונזילות	בניה משמרת מים	ניתוק מרזבים מצנרת שפכים	ניקוז ותיעול	השקיית גיבון ציבורי בקולחים	חיסכון מי גיבון ציבורי	תאגיד	
		√								מי עירון	21
										מי עכו	22
										מי ציונה	23
	√			√						מי קריית גת	24
	√	√		√						מי רעננה	25
		√								מי רקת טבריה	26
				√						מי שקמה	27
										מיתב פתח תקווה	28
		√							√	מניב ראשל"צ	29
				√						מעיינות אתא	30
		√		√						מעיינות הדרום	31
										מעיינות העמקים	32
			√							מעיינות השרון	33
		√								מעיינות זיו	34
										נווה מדבר	35
√		√		√						עין אפק	36
√		√		√						עין כרמים כרמיאל	37
	√			√						פלגי מוצקין	38
										שרונים	39
		√		√						ת.מ.ר. רמלה	40
		√		√						עין נטפים אילת	41
				√						פלג הגליל	42
		√				√		√		פלגי השרון	43
		√		√						מי שבע	44

טבלה 21ה' - התייחסות לנושאי ניהול משאבי מים ושפכים באתרי תאגידי מים וביוב

תאגיד	חיסכון מי גינון פרטי	מניעת צריכה גבוהה במגזר הביתי	היערכות לשעת חירום	חינוך לחיסכון במים	שיפורים טכנולוגיים אוטומציה	תכנון רגיש למים, החדרת מים	שמירה על איכות סביבה, משאבי טבע ומים	אחר
21	מי עירון							
22	מי עכו		√					
23	מי ציונה		√	√			√	
24	מי קריית גת		√	√			√	
25	מי רעננה		-		√	√	√	
26	מי רקת טבריה		√				√	
27	מי שקמה				√			
28	מיתב פתח תקווה		√					מחזור מי מזגנים
29	מניב ראשל"צ		√			√		
30	מעיינות אתא		-				√	
31	מעיינות הדרום	√						
32	מעיינות העמקים	√						
33	מעיינות השרון	√	√	√				
34	מעיינות זיו	√	√		√			
35	נווה מדבר		-					
36	עין אפק	√						
37	עין כרמים כרמיאל	√	√				√	
38	פלגי מוצקין		-					
39	שרונים	√	√	√				ניתוק מבארות מים, שימוש במים מושבים
40	ת.מ.ר. רמלה	√						
41	עין נטפים אילת				√			
42	פלג הגליל		√					
43	פלגי השרון		√					הזרמת מי קולחים לירקון
44	מי שבע		-				√	

נושאים אחרים המופיעים באתרי תאגידי מים: החדרת מים (ראשל"צ, הרצליה) השמשת בארות מים (רמת השרון) חיסכון אנרגטי הקשור למים (מי קריית גת, מי רעננה, שרונים, מי כרמל חיפה) חשיבות אימוץ חידושים טכנולוגים ואוטומציה מופיע ב-8 תאגידיים.

לבסוף יש לציין ש-11 תאגידיים מתייחסים, בדרך כלל בחזון שלהם לנושאים של חשיבות השמירה על איכות הסביבה, קיימות ושמירה על משאבי הטבע והמים בכל דרכי פעילותם.

בפרק ההמלצות יש התייחסות לנושאים הנידונים באתרי הרשויות המקומיות ותאגידי המים.

נספח ב' – הערכת עלות/תועלת (Cost/Benefit)

לצורך ביצוע הערכת עלות/תועלת (Cost/Benefit) של פעילויות ההתאמה השונות ניתן להשתמש במספר כלים תומכי החלטה. שלוש הטכניקות המרכזיות הן:

- ניתוח עלות-תועלת (CBA – Cost Benefit Analysis)
- ניתוח עלות-יעילות (CEA – Cost Effectiveness Analysis)
- ניתוח רב-קריטריונים (MCA – Multi Criteria Analysis)

ניתוח עלות-תועלת (CBA – Cost Benefit Analysis)

במסגרת זו מבוצע ניתוח הכולל חישוב והשוואה של כלל העלויות והתועלות אשר מיוצגות בערכים מוניטריים ובהתאם לכך מבוצעת הערכה לגבי חלופת ההתאמה היעילה.

באופן עקרוני, התועלות של ההתאמה יהיו עלויות הנזקים שימנעו כתוצאה מתופעת שינוי האקלים. לפיכך, אם נכמת את ההשפעות האפשריות של שינוי האקלים (תחת ההנחה שאין התאמה), כמו גם את ההשפעות השיווריות, התועלות של התאמה יינתנו על ידי ההבדל ביניהם. מתוך הערך המתקבל ניתן להפחית את עלויות היישום של ההתאמה ולקבל את העלות נטו של ההתאמה (Callaway et al., 1998). עם זאת, על-מנת להשיג אסטרטגיית התאמה אופטימלית נדרש לשקלל במודל את אי-הודאות של התרחישים העתידיים ואת המתודולוגיה הנבחרת, אשר נדרשת לכלול את כלל ההיבטים.

היתרון המרכזי בגישה זו הוא שמבוצעת השוואה של ההשפעות באמצעות מטריצה יחידה. הבעייתיות העיקרית בגישה זו שנדרש לכמת את כלל העלויות והתועלות אשר לעיתים כוללות ערכים שאינם ניתנים לאמידה כספית מכיוון שהם לא נסחרי שוק (non-market), כדוגמת: שירותי ומוצרי הסביבה. עקב כך, העלויות והתועלות עלולות בשיטת ניתוח זו שלא לכלול את כלל הנושאים ולכן הניתוח עלול להוביל לקבלת החלטה חלקית ואף שגויה. את השוואת העלויות אל מול התועלות ניתן לבצע באמצעות כלי אומדן כלכליים שימושיים כדוגמת:

NPV – ערך נוכחי נקי (Net Present Value) לאמידת ערך נוכחי של העלויות אל מול הערך הנוכחי של התועלות.

BCR – יחס עלות-תועלת (Benefit-Cost Ratio) הינו היחס בין העלויות בערך הנוכחי לבין התועלות בערך נוכחי.

IRR – שיעור תשואה פנימי (Internal Rate of Return) באמצעות הערך המאפס את שיעור הניכיון של ה-NPV.

ניתוח עלות-יעילות (CEA – Cost Effectiveness Analysis)

כשקיימת בעייתיות בהגדרת תועלות ההתאמה בערכים מוניטריים (לדוגמה: בריאות, מגוון ביולוגי) מבוצע שימוש בניתוח עלות-יעילות שמטרתו לבחור את חלופת ההתאמה הזולה ביותר אשר נותנת מענה להתאמה הנדרשת. בגישה זו חלופות ההתאמה הוגדרו ונדרשו לבחון איזו חלופה תעמוד ביעד היעילות בהתאם למטרות ההתאמה ולהגדרת ערך הבסיס (baseline-Business as Usual), במחיר הנמוך ביותר.

דוגמא לניתוח עלות-יעילות בראיה אינקרמנטלית בוצעה בברזיל במקרה שבו נדרש שילוב של חלופות שונות של פעילויות התאמה. במקרה זה בוצעה הערכה של חלופות שונות לבקרת מחלת קדחת דנגה, מחלה נגיפית המועברת על-ידי יתוש והאופיינית לאזורים טרופיים. בהתאם לדו"ח IPCC AR4 (2007), המחלה צפויה להיות מושפעת לרעה מתופעת שינוי האקלים. בוצעה הערכה כלכלית ואפידמיולוגית של 43 אסטרטגיות בקרה שונות של המחלה תוך בחינת חלופות שילוב שונות של האסטרטגיות. ההערכה הכלכלית כללה עלויות רפואיות ועלויות לא-רפואיות ישירות ועקיפות ונמצאו החלופות היעילות ביותר (Mandez et al., 2011).

ניתוח רב-קריטריונים (MCA – Multi Criteria Analysis)

כשקיים מידע חלקי בלבד לגבי חלופות ההתאמה או כאשר קיים קושי בביצוע כימות של היבטים אקולוגיים מבוצע שימוש בניתוח רב-קריטריונים המאפשר הערכה של חלופות התאמה מרובות מטרות אל מול מספר קריטריונים, כאשר כל אחד מהם מקבל משקל מתאים ובהתאם לכך מקבל ציון כולל ובסוף מתקבל דירוג של החלופות. בניתוח זה נדרשת הערכה מוניטרית רק לחלק מהפרמטרים. החוסן של ניתוח MCA תלוי באי הודאות במידע הנדרש לקריטריון, העדיפויות המשוקפות במשקלות, וההסכמה המשותפת לגבי המשקלות. נדרש גם לבצע ניתוח רגישות של המשקלות והציונים. ניתן לשלב ניתוח זה עם אחת מגישות הערכה האחרות (CBA, CEA) ובכך לספק מידע רב יותר לצורך קבלת החלטות. יתרונה המרכזי של גישה זו היא ביכולת לשלב קריטריונים כמותיים עם קריטריונים איכותיים ובכך להתמודד עם הבעיה של אופן כימות של נתונים איכותיים.

לדוגמא, ניתוח רב-קריטריוני בוצע בהולנד ובו פיתחו את התפיסה הלאומית להתאמה במסגרת תכנית לאומית בשם ARK. נבחנו חלופות התאמה אל מול קריטריוני חשיבות, דחיפות, אפיונם כ- No Regret, היבטי תועלות משניות, הקשר לפעילויות הפחתה. ניתוח רב-קריטריונים בוצע עבור חלופות התאמה שונות בסקטורים ובהם: מים, אנרגיה, חקלאות, בריאות, תשתיות ועוד. תוצאות מחקר זה שימשו להכנת תכנית ההתאמה של הממשל ההולנדי להתמודדות עם תופעת שינוי האקלים (van Ierland et al., 2006).

נספח ג' - ניתוח כלכלי של בנייה ירוקה של בנייני מגורים (קוט וכץ, 2013)¹⁵

הבניין הראשון הוא "בניין 304" שנבנה על ידי קבוצת חנן מור בנס ציונה. הבניין השני הוא "בניין 1" שנבנה ע"י קבוצת שיכון ובינוי נדל"ן בנתניה. נבחנו העלויות בפועל לפי הצהרות היזמים של רכיבים ירוקים אשר הוטמעו במקרי המבחן ושונים בעלותם מרכיבים בבנייה קונבנציונלית.

מהמחקר עולה שסך ההשקעה הנוספת בגין רכיבים ירוקים בבניין 304 ובבניין 1 הינה 685,991 ₪ ו 918,366 ₪ בהתאמה, ושיעורה ביחס לעלות הבניינים 4.1% ו- 2.1% בהתאמה. שיעור זה תואם את משרע הממצאים ממחקרים דומים בחו"ל, הנע בין 0% ל- 3% עבור תוספת עלות ממוצעת, ובין 1% ל- 11% עבור תוספת עלות לתקן ירוק ברמות הסמכה גבוהות. ההשקעה הנוספת בממוצע לדירה הינה 26,384 ₪ בבניין 304 ו- 12,084 ₪ בבניין 1 (כל המחירים הינם ללא מע"מ).

מהשוואת הממצאים של שני הבניינים עולה כי ניכרת שונות בגובה ההשקעה בסעיפים שונים בין הבניינים. הדבר משקף את הגמישות הקיימת בתקן 5281 אשר מאפשר לכל יזם לבחור את הרכיבים הירוקים השונים אותם הוא מעוניין ויכול ליישם בבניין, בכדי לצבור מספיק נקודות המאפשרות לו לקבל את התקן. עם זאת, בשני הבניינים נמצא כי ההשקעה בהרכב חתך קירות חיצוניים נמנית מבין ההשקעות המשמעותיות ביותר. ההשקעה ברכיבים המספקים חיסכון אנרגטי (לפי תקן 5281) הינה הגבוהה ביותר ביחס לשאר פרקי התקן. ההשקעה ברכיבים פאסיביים (בידוד קירות חיצוניים, זיגוג מבודד וכו') גבוהה באופן משמעותי מההשקעה במערכות.

¹⁵ http://www.ilgbc.org/download/files/1_%20מחקר%20עלות%20כלכלית%20בנייה%20ירוקה%202012.3.pdf