



## שער 4

---

# ערוצי יישום

יישום חידושים חברתיים-טכניים

אשר יוביל לפיתוח ערים רגישות מים בישראל





# פרויקט 4.1 ניהול מקיים (בר-קיימא) של נגר במסגרת תכנון ערים בישראל, חקר מדיניות ופרקטיקות מיטביות

## מבוא

פרויקט מחקר זה הינו חלק ממאמץ נמשך במדינות רבות, וישראל בתוכן, לשלב בין תכנון עירוני ואזורי – תכנון של הסביבה הבנוייה ושל השטחים הפתוחים – לבין ניהולם של משאבי המים. המטרה היא לאפשר פיתוח בר-קיימא של העיר ושימוש בר-קיימא במשאבי המים, לטובת האדם והטבע. גישת תר"מ – תכנון רגיש למים – המבטאת את המאמץ הזה, פותחה בטכניון על-ידי כרמון ושמיר החל משנות ה-90 למאה הקודמת.<sup>2</sup> תר"מ הינו גישה כוללת ואינטגרטיבית, המדגישה את שיתוף הפעולה החיוני בין מתכננים ואדריכלי נוף לבין מהנדסי מים וניקוז החל מן השלבים הראשונים של כול פרויקט, כדי לקדם באופן סימולטני וסינרגטי את המטרות הספציפיות של הפרויקט (להקים בית מגורים, לסלול כביש, לפתח פארק) יחד עם מכלול מטרות כלכליות, סביבתיות וחברתיות. במסגרת פיתוח תר"מ, הושם דגש מיוחד על ניהול מושכל של הנגר העל קרקעי, אלה המים הזורמים על הקרקע עקב ירידת גשמים (runoff, stormwater). תר"מ הפיץ בישראל את התפיסה שהנגר הוא משאב, שניתן לנצלו לטובת האדם והטבע, ולא רק מטרד, שיש לסלקו במהירות מן האזור המיושב. זו התפיסה שבהדרגה מתקבלת בישראל ובמדינות רבות בעולם, בצפון אמריקה, באירופה ובאוקיאניה.<sup>3</sup>

- 
- 2 כרמון, נ. ושמיר, א. (1997) *תכנון עירוני רגיש למים: הגנה על אקוויפר החוף הישראלי*, חיפה: המרכז לחקר עיר ואזור, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. שמיר, א. וכרמון, נ. (2007) *תר"מ – תכנון רגיש למים שילוב שיקולי מים בתכנון עירוני ואזורי*, חיפה: מכון גרנד למחקר המים הטכניון מכון טכנולוגי לישראל המרכז לחקר העיר והאזור.
- 9 Carmon, N., Shamir, U., (2010). "Water-sensitive planning: integrating water considerations into urban and regional planning". *Water and Environment Journal* 24, 181-191
- 3 Schuch, G., Serrao-Neumann, S., Morgan, E., & Choy, D. L. (2017). "Water in the city: Green open spaces, land use planning and flood management—An Australian case study". *Land Use Policy*, 63, 539-550. van Roon, M., Dixon, J. and van Roon, H. (2005) "Reformulating Planning Tools to Promote Low Impact Urban Design and Development". *Proceedings of the New Zealand Water and Waste Association 4th South Pacific Conference on Stormwater and Aquatic Resource Protection*, Auckland, New Zealand. Mitchell, V.G. (2004) "Integrated Urban Water Management: A Review of Current Australian Practice". CMIT-2004-075. *The Australian Water Association and CSIRO*, CSIRO, Victoria, Australia. Taylor, A.C. and Wong, T.H.F. (2002) *Non-structural stormwater quality best management practices. Technical Reports 02/11-02/14*, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Melbourne, Australia. Butler, D. and Davies, J.W. (2000) *Urban Drainage*. EandFN Spon, London. France, R.L. (2002) *Handbook of Water Sensitive Planning and Design*. Lewis Publishers, LLC/CRC Press Company, USA, 728 pp



**פארק הרצליה. תכנון: שלמה אהרונוסון אדריכלות נוף. צילום: כרמל מרחב**

פרויקט המחקר המוצג בזאת נערך במסגרת התיאורטית של מחקרי תר"מ ובמסגרת הארגונית-מקצועית של המרכז לערים רגישות מים. הוא עוסק בחקר קליטתה בישראל של המדיניות החדשה לניהול נגר, ניהול מקיים (בר-קיימא) של נגר בכלל, ונגר עירוני בפרט, ובפרקטיקות שמיישמות אותה תוך שילוב עם פרויקטים נופיים. ניהול מקיים של נגר משמעו ניהול שמתייחס לנגר כמשאב, שהמתכנן והמהנדס שואפים למקסם את התועלות המגוונות הטמונות בו ולקיים סינרגיה ביניהן. בהתאם לכך, ניהול מקיים של נגר יענה על המטרות הבאות:

#### **מטרות חברתיות**

שילוב חווית הטבע בעיר  
תוספת איכויות לנוף העירוני  
הגדלת מעורבות קהילתית  
הטמעת ערכים חינוכיים

#### **מטרות כלכליות**

חסכון כספי מניצול ישיר של מי הנגר  
חסכון כספי מצמצום הוצאות על תשתיות תיעול  
יצירת הזדמנויות כלכליות

#### **מטרות כחולות**

העשרת אקוויפר  
קציר מי נגר  
הקטנת אירועי הצפות בעיר

#### **מטרות ירוקות**

העשרת המערכת האקולוגית המקומית  
שיקום בתי גידול לחים ויבשים  
שיפור איכות המים המקבלים (אקוות, נחלים, אגמים)

## 4. מטרות המחקר ושיטותיו

קבוצת המחקר כוללת מתכננים מתחומים מגוונים - אדריכלות נוף, מדיניות סביבתית, תכנון ערים ואזורים - מטרות פעילותה של הקבוצה הן:

### 1. חקר מדיניות ניהול של נגר בישראל

1.1 לזהות את השינויים שחלו בישראל בעשורים האחרונים ואשר איפשרו התקדמות לקראת יישום פרדיגמה מקצועית חדשה לניהול נגר עירוני (מנגר כמטרד לנגר כמשאב);

1.2 להסיק מסקנות ולהמליץ המלצות בדבר השינויים הנוספים הדרושים עבור יישום מלא יותר ורחב יותר של הפרדיגמה החדשה, ניהול מקיים של נגר בישראל.

### 2. הערכת היישום של פרקטיקות לניהול נגר בישראל

1.1 לזהות פרקטיקות נהוגות ולהעריך את תרומתן להשגת מטרות כחולות, ירוקות, חברתיות וכלכליות, כל אחת לחוד והסינרגיה ביניהן;

1.2 להציע מגוון של פרקטיקות ראויות (BMPs) Best Management Practices עבור פרויקטים בקני מידה שונים.

עבור כל אחת מן המטרות הותאמו שיטות לאיסוף וניתוח נתונים, כלהלן:

### 1. עבור חקר מדיניות ניהול של נגר בישראל

(א) סקירת ספרות בינלאומית וישראלית, שעניינה במדיניות פיתוח ותשתיות הנמצאת במעבר מתשתיות אפורות לתשתיות ירוקות, בעיקר חקר הגורמים שאינם טכניים המאפשרים את המעבר הזה;

(ב) איסוף וניתוח (תימטי) של מסמכי מדיניות, תכניות ארציות ומקומיות ומדריכי תכנון;

(ג) קיום סדנה בטכניון, שהוזמנו אליה פרופסיונלים שעוסקים בניהול נגר, בדרך כלל נגר עירוני, ברשויות המקומיות, ברשויות ניקוז ובמשרדים פרטיים; חלקה הראשון והשלישי הוקדשו להעברת ידע שנאסף בדבר ניהול מקיים של נגר, בעוד שבחלקה האמצעי החוקרים תשאלו את משתתפי הסדנה בדבר מדיניות ניהול הנגר והפרקטיקות, הנהוגות ביישובים המוכרים להם, ובדבר החסמים שמונעים הפצה ומימוש רחבים יותר של הגישה והפרקטיקות החדשות.

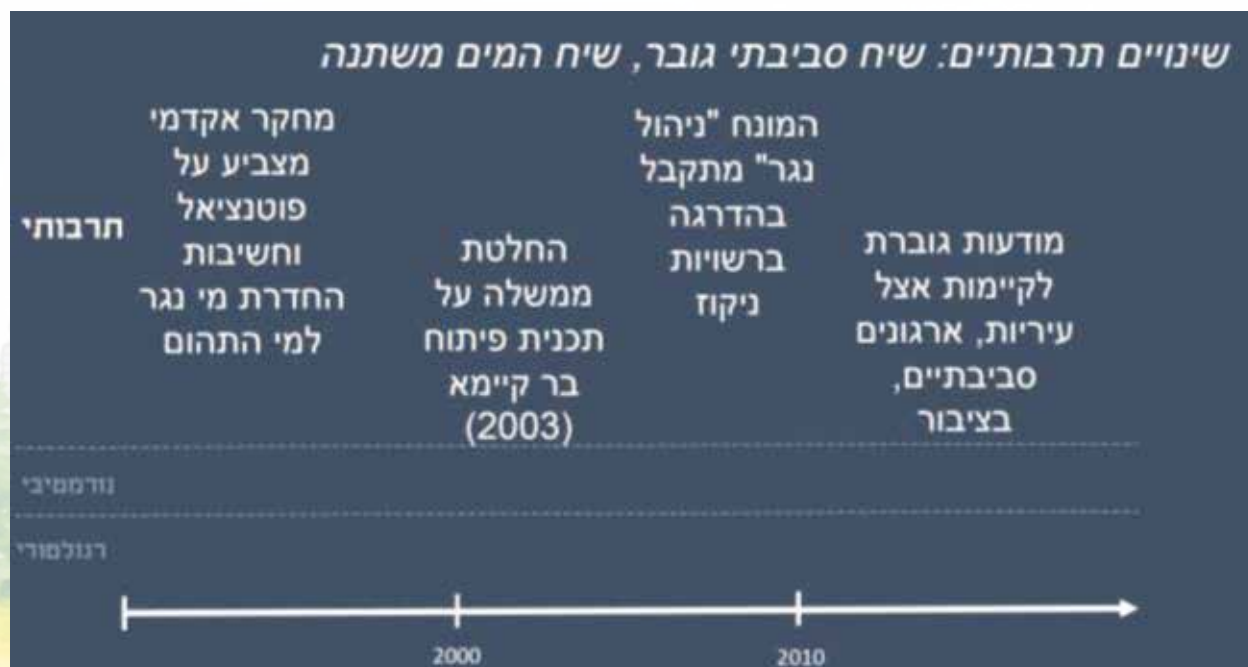
(ד) סדרת ראיונות עם אינפורמנטים רלבנטיים, כולם מביין העוסקים בפועל בניהול נגר, כולל: עובדי רשות המים, רשויות הניקוז, עיריות, בעלי משרדים פרטיים לניקוז ולאדריכלות נוף וגם חוקרים מן האקדמיה.

## 2. עבוד הערכת היישום של פרקטיקות לניהול נגר בישראל

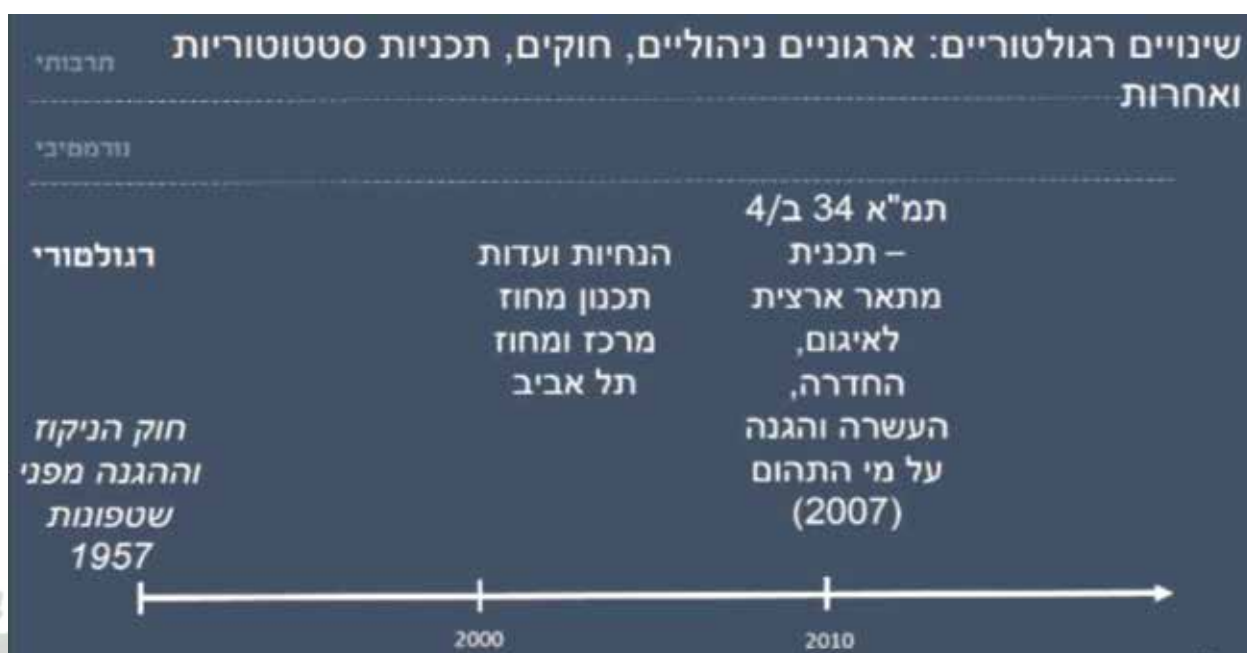
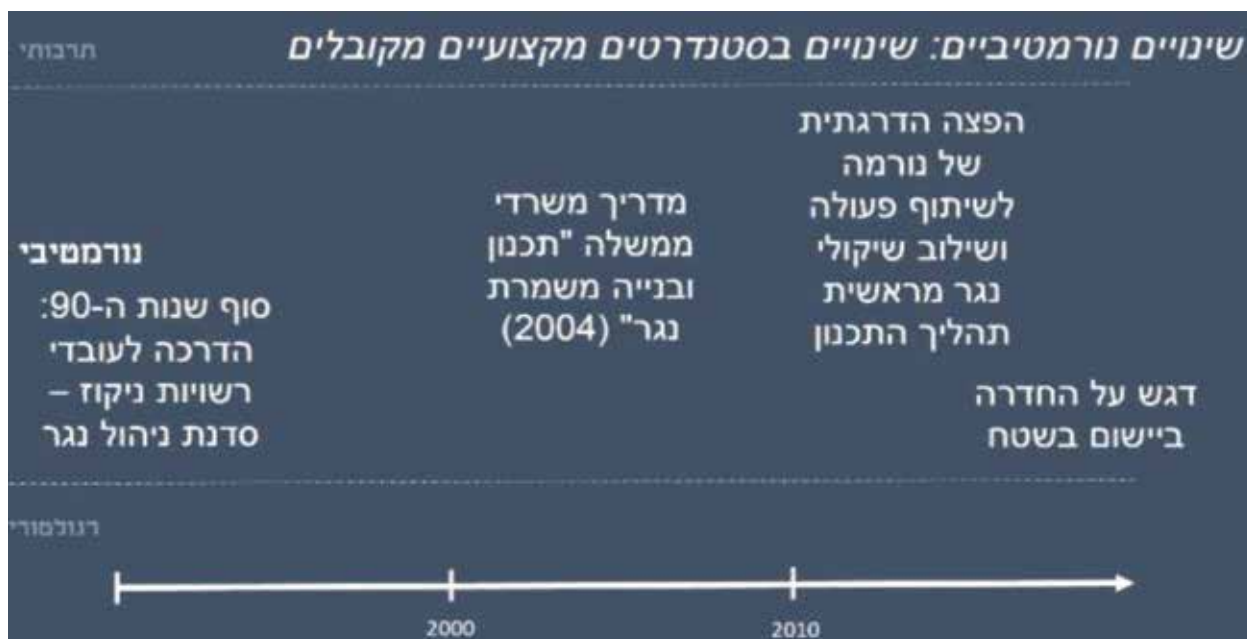
- (א) סקירת ספרות בינלאומית וישראלית בדבר שיטות הערכה של פרקטיקות לפיתוח בר-קיימא בכלל ונגר עירוני בפרט;
- (ב) זיהוי פרויקטים נופיים בישראל, בקני מידה שונים, שבהם שולבו פרקטיקות מגוונות של טיפול בנגר, בדרך כלל נגר עירוני;
- (ג) קיום קורס בטכניון, שנפתח למשתלמים לתואר שני וסטודנטים בסוף לימודיהם לתואר ראשון, מן המסלול לאדריכלות נוף, לתכנון ערים ואזורים ולהנדסה אזרחית וסביבתית; מטלת הסיום בקורס זה הייתה הערכה של פרויקט נופי נבחר, המיישם פרקטיקות של ניהול נגר.
- (ד) פיתוח שיטת הערכה ייחודית, כולל התייחסות לסוגיות של מטרות ואינדיקטורים למדידת השגתן, שיקלול והצגה גרפית נוחה להצגה;
- (ה) בחירת מספר קטן של פרויקטים מבין אלה שזוהו עבור איסוף אינטנסיבי של נתונים, שמאפשר הערכה, בהתאם לשיטה שפותחה; ביצוע ההערכה והצגתה במלל ובגרפיקה.

## 3. תוצרי ביניים של פרויקט המחקר

3.1 ניתוח מדיניות ניהול הנגר בישראל לאור שינויים תרבותיים, נורמטיביים ורגולטיביים.<sup>4</sup>

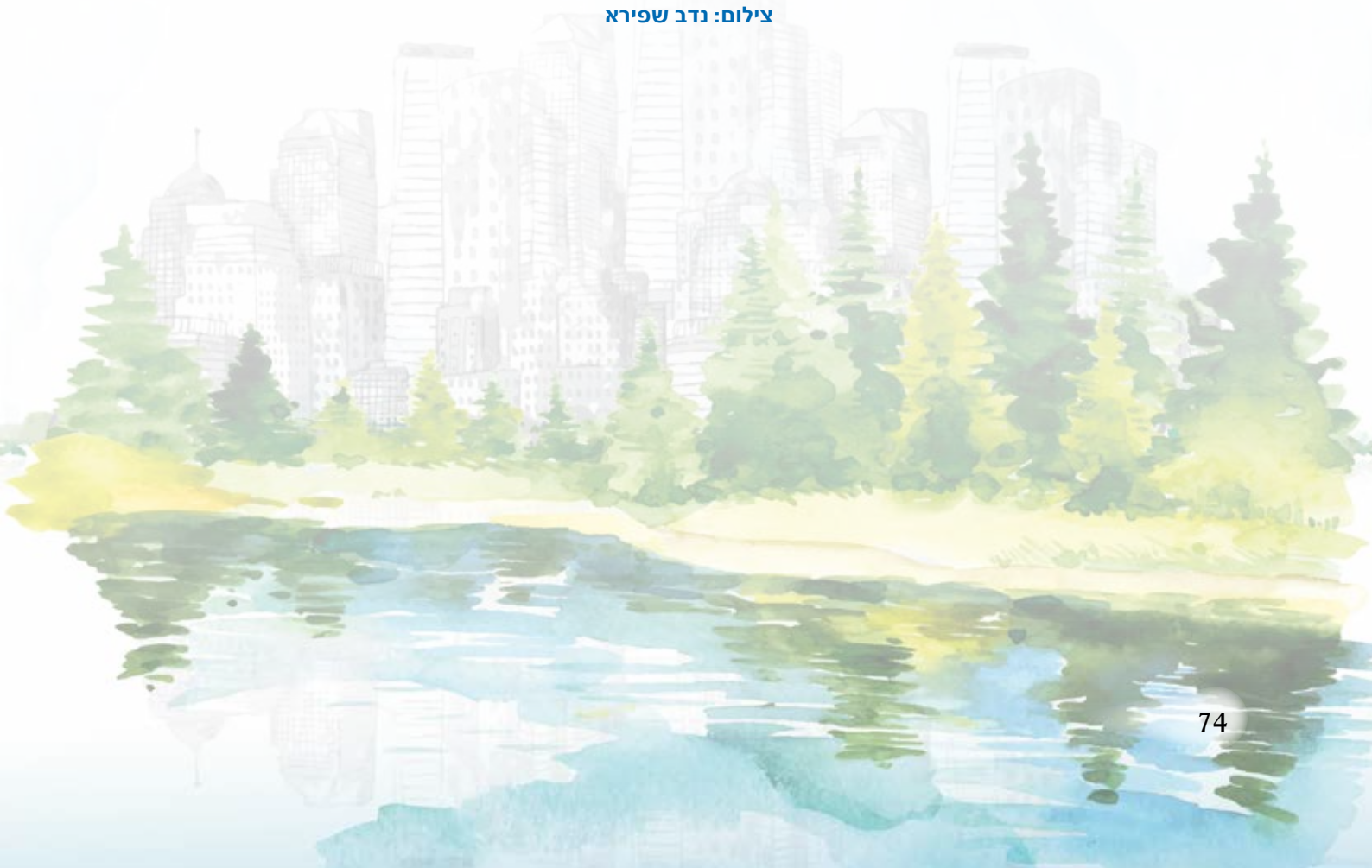


<sup>4</sup> Scott, W.R., (2013). *Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities*. SAGE Publications





פארק האגמים, ראשון לציון. תכנון: חיים כהנוביץ אדריכלות נוף  
צילום: נדב שפירא





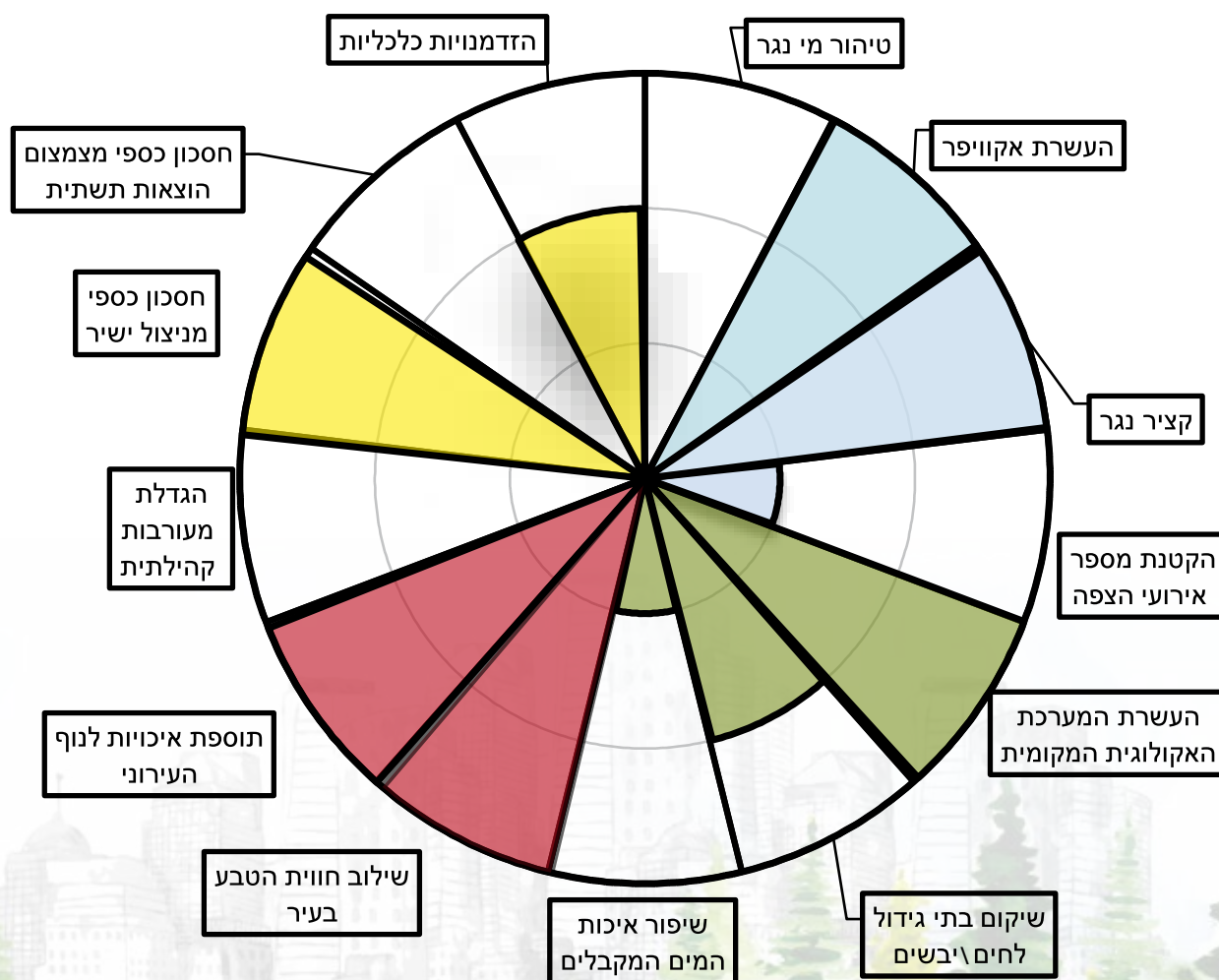
3.2 איתור פרויקטים נופיים המטפלים בנגר בישראל וסיווגם לפי קטגוריות שונות

פרויקטים	עיר	קנה מידה מרחבי	מורפולוגיה
1. בית SAP	רעננה	מבנן	נקודתי
2. גן גורדון	רעננה	מבנן	נקודתי + מרחבי
3. בריכת חזקיהו	ירושלים	מבנן	מרחבי
4. כיכר המעיין	פקיעין	מבנן	לינארי + מרחבי
5. פארק רייניש	נשר	מבנן	לינארי
6. ביופילטר רמלה	רמלה	מבנן	לינארי
7. יבנה הירוקה	יבנה	שכונתי	נקודתי
8. ביופילטר בת ים	בת ים	שכונתי	לינארי
9. גני תקווה מערב	גני תקווה	שכונתי	נקודתי + מרחבי
10. בריכת דורה (שכונת אגמים)	נתניה	שכונתי	מרחבי
11. שכונת רמות	ב"ש	שכונתי	מרחבי
12. כ"ס הירוקה	כ"ס	שכונתי	נקודתי + מרחבי
13. נאות שושנים	חולון	שכונתי	נקודתי + מרחבי
14. קריית מאיר	ת"א	שכונתי	נקודתי
15. גינזון אקולוגי	ניר עוז	שכונתי	מרחבי
16. פארק הרצליה	הרצליה	עירוני	לינארי + מרחבי
17. פארק כ"ס	כ"ס	עירוני	נקודתי + מרחבי
18. אגם סופרלנד + אגם הנקיק	ראשל"צ	עירוני	מרחבי
19. אגם מונפורט	מעלות	עירוני	מרחבי
20. פארק עמק הצבאים	ירושלים	עירוני	מרחבי
21. ביופילטר כ"ס	כ"ס	עירוני	מרחבי
22. חורשת נאות לון	ב"ש	עירוני	מרחבי
23. פרויקט בתי הספר	30 מקומות שונים	רשתי	נקודתי
24. נחל רבה	ראש העין	עירוני	לינארי + מרחבי
25. נחל עין זהב	ק"ש	עירוני	לינארי + מרחבי
26. נחל ב"ש	ב"ש	עירוני	לינארי + מרחבי

### 3.3 פיתוח מודל הערכה לפרויקטים משמרי נגר בישראל

מודל ההערכה בוחן את מידת השגת המטרות השונות של הפרויקט. למודל שני מרכיבים: הערכת מידת השגת המטרות השונות. חישוב הסינרגיה הסימולטנית של הפרויקט.

1. הערכת מידת השגת המטרות השונות במניפה על ידי מומחה מאפשרת לבחון את יחסי הגומלין בין המטרות השונות וכן לבטא את המדיניות העירונית הנותנת משקלות שונים למטרות שונות. בתרשים מבטא כל צבע את סוג המטרות השונות וכל פלח מרכיב שונה של המטרה.



2. חישוב הסינרגיה הסימולטנית של הפרויקט מבוסס על חישוב מספר התועלות של הפרויקט בפועל ביחס לסך כל התועלות האפשריות.

$$Goal Value \times \frac{N. goal achieved}{Total goals} = \%simultaneously synergy$$

### 3.4 ניקוז/ניהול נגר בערים – תמונת מצב (חלק מסיכום סדנה שנערכה בטכניון במרץ 2017)

- אין לעיר מדיניות ברורה / הנחיות כתובות לניהול נגר – נציגי עירייה אחת בלבד דווחו על מדיניות ברורה, בשלוש עיריות כתיבת הנחיות לניהול נגר נמצאת על שולחן העבודה, ואילו בערים אחרות אין מדיניות ברורה ו/או הנחיות כתובות.
- אין תכניות אב לניהול נגר בעיר.
- חסרה סמכות עירונית שעוסקת בכל ההיבטים של ניהול נגר - בניגוד לתחומי מים וביוב, המנוהלים כיום על ידי התאגידים, ניהול נגר מופקד בידי גופים שונים ביישובים השונים, ולעיתים מתחלק בין כמה גופים בתוך אותה עירייה, כולל: מחלקת תשתיות, מחלקה לשיפור פני העיר, מחלקה לתיעול.
- עיריות במורד סובלות מזרימות המגיעות מן המעלה – חסר תכנון אגני.
- לרשויות הניקוז יש סמכויות, אך חסרים תקציב וכוח אדם מיומן.
- ניסיונות להחדרת נגר לקרקע, שמתבצעים בשנים האחרונות ברוב הערים, נתקלים בבעיות – בין הסיבות:
  - תכנון לקוי גורם להצפות;
  - חסרות הנחיות תכנון ברורות, במיוחד לגבי תקופות חזרה מתאימות: 5, 20, או 100 שנה.
  - פערים בין תכנון להיתרי בנייה וביצוע;
  - בורות חלחול נסתמו; דרושה תחזוקה ואין מודעות לכך ו/או אין תקציב לכך;
  - הציבור מתלונן, כי בחורף חוששים מיתושים וטביעה במים, ובקיץ לא מרוצים מן המראה היבש.
  - חסר ייעוץ הידרולוגי, היכן מתאים ולא מתאים להחדיר נגר.
  - חסרה התייחסות לאיכות הנגר, המגיע משימושי קרקע שונים: מגורים, כבישים, אזורי תעשייה.
  - אין אכיפה - בדרך כלל אפילו אין בדיקה של התאמת הביצוע לתכנון, בוודאי לא אכיפה לאורך זמן.



עמק הצבאים, ירושלים. תכנון: רחל וינר אדריכלות ונוף, וינשטין ועדיה אדריכלים.  
צילום: לירון הרשקו (2015)

#### 4. מסקנות ראשוניות בהיבטי המדיניות

ניהול בר קיימא של נגר עירוני – חסמים עיקריים בפני יישום גישת תר"מ (תכנון רגיש למים)

עקרונות הגישה אינם מוכרים – אומנם, רבים מבעלי המקצועות הרלבנטיים מכירים את הסיסמה ש"הנגר הוא משאב ולא רק מטרד", אך עבודתם בעיר עדיין מושפעת רק או כמעט מן המטרה של הקטנת הצפות. חלקם מכירים גם את המטרה של העשרת מי התהום, באמצעות החדרה, אך מתקשים ליישמה (ר' לעיל). מטרת ירוקות וחברתיות, כמו גם האפשרות לחסוך בהוצאות ניקוז בעזרת תשתיות ירוקות, אינן מוכרות, או נחשבות לבלתי אפשריות להשגה, בהעדר ידע בדבר העקרונות והכלים של תר"מ ובשל אי היכרות עם פרויקטים מרובי מטרת שהצליחו.

- תמ"א 34 ב/4 מתפקדת כיום כחסם בפני ניהול בר-קיימא של נגר עירוני – תכנית מתאר ארצית זו מצליחה להעביר את המסר שהנגר הוא משאב ושחובה להשתמש בו להעשרת מי התהום, אולם היא ממקדת כמעט את כול השינוי התכנוני הנדרש בערים בהחדרת נגר לקרקע. היא אינה מכוונת להשגת התועלות הפוטנציאליות החשובות האחרות שטמונות בניהול בר-קיימא של נגר עירוני, וגם אינה מתחשבת בחיוניות התכנון על-פי תנאים מקומיים (site specific).

- חסרה חלוקה ברורה של סמכויות בין רשויות הניקוז למנהלי הנגר בתחומי הערים – יש מפגשים בפורומים אחדים, אך אין הסדרה קבועה של סמכויות ושל התיאומים הנדרשים.
- חסרה מודעות של הציבור הרחב לנגר, כמשאב עם תועלות פוטנציאליות לפרט ולכלל – התוצאה היא התנגדות ציבורית שכיחה לפרויקטים שכרוכים בהשהיית מים.
- חסרים בעלי מקצוע עם הכשרה מתאימה – הכשרה לניהול בר-קיימא של נגר חסרה במיוחד למהנדסי מים וניקוז; רווחת קצת יותר בקרב אדריכלי נוף.
- חסרים תמריצים כלכליים/כספיים למי שמוכן להשקיע בשימור והפקת תועלות מנגר עירוני – דרושים תמריצים מן הרשויות המרכזיות לעיריות ומן העיריות לתושבים, אשר מספקים פתרון מועיל לנגר בתחומם, ובמקביל לחייב פרויקטים שמעמיסים על המערכת הקיימת.

## פרויקט 4.2: הדגמת יכולות להשבת מי נגר עירוני בישראל (מקרה בוחן - כפר-סבא)

### מבוא

ישראל, אשר משק המים שלה מתבסס בהדרגה על מים מותפלים, עדיין לא הפנימה את ההזדמנויות הכלכליות, החברתיות והנופיות הגלומות בהשבת מי נגר עירוני. לכן, בעת שיטפונות בערים בתקופת החורף מי הנגר העירוני מסולקים במהירות, לעיתים תוך גרימת נזקים כבדים לנחלים העירוניים, לרבות הסעת ספקטרום רחב של מזהמים לחופים ולים. בעקבות העיור המואץ בישראל וצמצום שטחי החלחול הטבעיים, צפויה ירידה משמעותית במילוי הטבעי של אקוויפר החוף. הגשם, כשהוא פוגש באספלט, בריצוף או בגגות סוחף עמו כל מה שנקרה בדרכו אל הנחלים והים ומזהם אותם במתכות כבדות, נוטריינטים כגון חנקן וזרחן, וטווח נרחב של חיידקים גורמי מחלות. בנוסף, הערים בישראל גדלות בהתמדה והופכות צפופות יותר, חמות יותר ומזוהמות יותר. במקביל, בעקבות דיכון יתר בעבר, אקוויפר החוף הפך למזוהם בחנקות באזורים מסוימים, דבר שהביא להשבתה של כ-50% מהבארות לאורך החוף.

על פי ההערכות, עד שנת 2050, למעלה מ-160 מיליון מטרים מעוקבים של מי נגר שפירים ישתחררו לים מהערים בישראל. מדובר בהערכה בלבד, שכן מחקר פוטנציאל מי הנגר העירוני בישראל נמצא בעיצומו (פרויקט 1.2 בחוברת זו). למרות זאת, ניתן להסיק כי השבת מי נגר בקנה מידה רחב תאפשר תוספת של מקור מים חדש למשק המים אשר ניתן יהיה לנתב ישירות להחזרה לאקוויפרים מקומיים לשם העשרתם ושיפור איכותם. תועלת נוספת הנגזרת מתפיסה והשבה של מי הנגר היא שיפור איכות החיים בערים באמצעות תועלות מיקרו-אקלימיות והיכולת לייפות את הנוף העירוני כל זאת במופע ירוק פונקציונאלי.

לשם ההדגשה, אי תנועה קיים מוגבה בדרך כלל, ולכן בזמן שיטפון הוא מסלק ממנו את המים ולכן מהווה למעשה אלמנט פאסיבי. לעומתו, אי תנועה רגיש מים מסוג ביופילטר יהיה בהכרח מונמך מגובה הכביש ולכן יאפשר ניתוב מי הנגר אליו. הביופילטר יטהר את המים וידאג להחדיר את המים למי התהום או לשימושים אחרים.



איור 38: ימין, מערכת ביופילטר סכמתית בקונפיגורציה של אי תנועה, שמאל, מערכת ביופילטר בוויקטוריה פארק, סידיני, אוסטרליה. צילום: ירון זינגר

כדי ליישם קציר והשבה של נגר בישראל, חיוני לבחון ולפתח טכנולוגיות מותאמות לתנאים ולצרכים המקומיים. המטרה של פרויקט זה היא לבחון ולהדגים טכנולוגיות טיפול במי נגר שפותחו באוסטרליה, שתכליתן להשיב מים מטופלים לצורכי שימוש מגוונים (לא לשתייה באופן ישיר), ולהגן על מבנים ומובילי מים בערים בישראל. הפרויקט מתוכנן להדגים את הגישה של תכנון עירוני רגיש מים (תר"מ) בישראל, תוך הצגת תכלית של אופן ניהול מערכות מי נגר לשפר את הנוחות של המרחב העירוני וליצירת תשתיות ירוקות לאיכות חיים גבוהה.

ביופילטרים לטיפול במי נגר ולהשבתם נחשבים לאחת הטכנולוגיות המבטיחות במסגרת מימוש עיר רגישת מים אשר יעילותה הוכחה באופן מובהק באוסטרליה ובסינגפור. ביופילטרים, או בשמם הנרדף 'גינות גשם', נבנים בדרך כלל כתעלות או כאגנים המכילים מצעי סינון שנבחרו באופן הנדסי קפדני, ובהם משלובים צמחים ייחודיים. מערכת היברידית זו, שנבנת בימים אלו כפילוט עולמי בכפר סבא, מסוגלת להרחיק ביעילות סדימנטים, מתכות, נוטריינטים ואף חיידקים מחוללי מחלות. הצמחים שבהם נעשה שימוש בביופילטרים נהנים מסבילות לתנאי רוויה או ניקוז ומספקים מופע נופי ירוק. המערכות הנן גמישות בגודלן ובעיצובן, ולעיתים קרובות הן מותקנות בגנים ציבוריים, לאורך הרחובות ובכיכרות בעיר כאלמנטים המייפים את הנוף העירוני.

יחד עם זאת, אף מערכת מסוג זה לא הוקמה ולא נבחנה בתנאים של ישראל (אשר שונים מבחינת פירוס המשקעים השנתי ביחס לאוסטרליה ולסינגפור). מערכת להשבת מי נגר עירוני מצריכות אוגר מתאים מבחינת עלות-תועלת, במיוחד במקומות שבהם הביקוש וההיצע הם עונתיים, כמו ישראל. מגוון של פתרונות איגום נמצאים בשימוש, אולם כאשר הגיאולוגיה מאפשרת, השימוש באקוויפר כאוגר תפעולי נמצא הכלכלי ביותר. גישת קידוחי החדרה/הפקה כוללת לעיתים מתקני טיהור של מי נגר בקנה מידה רחב יחד עם קידוחי החדרה ישירים למי התהום. אולם, יש לבחון את השימוש בבארות חלחול קומפקטיות המוזנות גרביטציונית והמסוגלות לתמוך בהחדרה מבוזרת של מי הנגר.



איור 39: הביופילטר בכפר סבא בקונפיגורציה של אמפיתאטרון

## תכנון והקמה של פיילוט הביופילטר בכפר-סבא

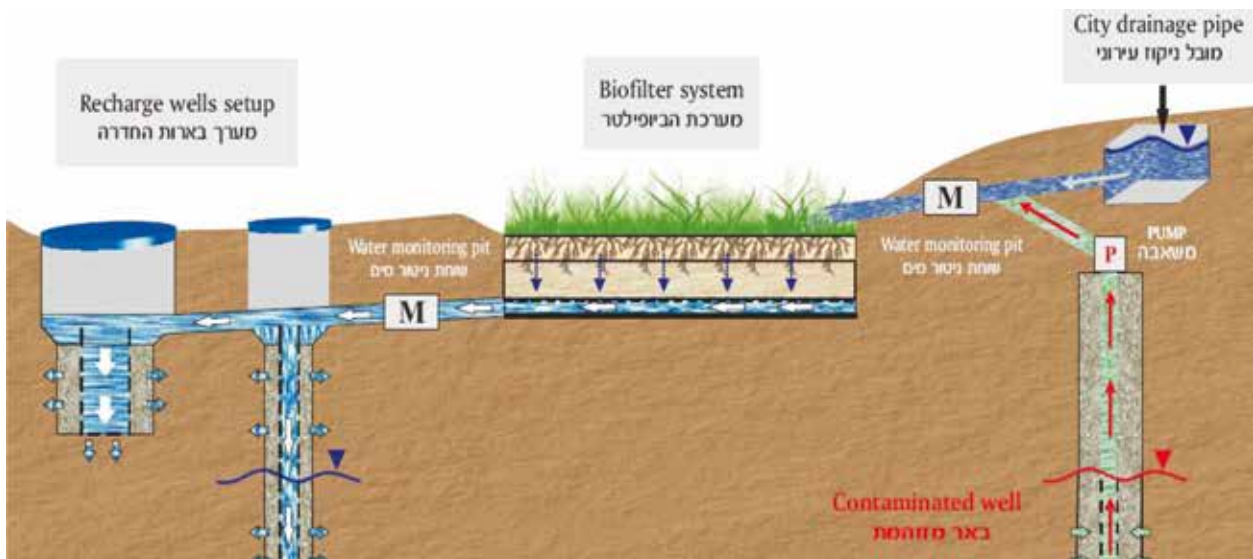
לשם בחינת ההיתכנות של "תכנון עירוני רגיש מים" בישראל הוקם בכפר-סבא מתקן ביופילטר ייחודי בארץ. מערכת החלוץ מוקמה בפארק העוטף את "השכונה הירוקה" החדשה שמוקמת בצפון מערב העיר, כ-17 ק"מ צפונית-מזרחית לתל אביב. מערכת ייחודית זו תוכננה לקלוט, לטהר ולהחדיר מי נגר עירוני במשך העונה הרטובה בחורף, יחד עם בחינת טיפול במי תהום מזהמים במשך העונה היבשה (איור 40). כלומר, מערכת הביופילטר נבחנת כמערכת דו שימושית ורב עונתית (חורף/קיץ) אשר במידה ותוכיח את עצמה תהווה נדבך של פיתוח ירוק פונקציונאלי לאורך כל השנה בתנאים האקלימיים והגיאוגרפיים הייחודיים הקיימים בישראל. בנוסף לכך, הפרויקט בוחן אפשרויות שונות של שיטות החדרה. לרווחת התושבים, המערכת הוקמה במופע נופי של אמפיתאטרון (איור 39) היכול להוות מוקד לאירועים קהילתיים עבור כ-350 איש ואשר משתרע על פני שטח של 1,500 מ"ר.



איור 40: הביופילטר לאחר אירוע גשם

תכנון הביופילטר התבסס על ההנחיות האוסטרליות שעברו התאמה לתנאים המקומיים. שטח הביופילטר עומד על 87 מ"ר והוא בנוי כמצע מנותק באמצעות יריעת איטום וכולל חמש שכבות של מצעי סינון וטיהור בעומק כולל של 1.2 מטר. השכבה התחתונה מיועדת להיות רוויה באופן קבוע ובה נעשה שימוש בתוסף של תורם אלקטרוני (מקור פחמן) וזאת כדי לאפשר דנטרפיקציה מיטבית (הרחקת חנקן). השכבה העליונה בביופילטר היא שכבת חול קרקע מנוקזת (באספקה מקומית) אשר תומכת בצמחייה הייחודית ומאפשרת תהליכי פירוק מזהמים תלויי חמצן. מערכת הביופילטר נשתלה כשישה חודשים בטרם ניטרה, וכוללת 12 סוגים של צמחים שונים כאשר 50% מהם הינם מינים אוסטרליים שהוכיחו יעילות גבוהה בהרחקת מזהמים תוך שמירת יכולת סינון גבוהה של המערכת (מניעת סתימות). קצב החלחול המתוכנן הינו בין 300-400 מ"מ בשעה.





איור 41: מערכת הביופילטר ההיברדי בכפר-סבא מציגה עקרון פעולה דו שימושי ורב עונתי (קצירת מי נגר בחורף ו'דיאליזת' אקוויפר בקיץ).

## החדרה ו/או חלחול כפתרון קצה להשבת מי נגר עירוני

הרציונל המרכזי בפתרון קצה של החדרה ו/או חלחול הינו לאפשר להעשיר את מי התהום במקור מים חדש, ובכך לפצות על הגירעון החמור באקוויפר החוף אשר נגרם בעיקר בהעדר חלחול טבעי לאור השטח הבלתי חדיר שגדל משמעותית בערים. האתגר המרכזי היה למצוא טכניקה cost effective שתאפשר שימוש נרחב בהמשך. בנוסף, הכוונה היא להשתמש במי התהום העליונים שיוחדרו על ידי המערכת לטובת השקיה המרחב הציבורי, ובכך לממש את אחד העקרונות המרכזיים של "עיר רגישת מים". לצורך מלאכת תכנון מתקני החדרה/חלחול הוקם צוות ייעודי ובו חברים ההידרולוג הראשי של חברת מקורות, ד"ר יוסי גוטמן; מר נועם דבורי מחברת אתגר; ומר משה ירקוני שפיקח על העבודות בשטח. שני סוגים של העשרת מי תהום נבחנו בפרויקט: 1. החדרה ישירה לשכבת הכורכר הנחשבת המיטבית לקליטת מים לעומק של 87 מטר בקוטר של 20 ס"מ. 2. ביצוע של שלושה קידוחי חלחול רדודים (לעומק של 24 מטרים ובקוטר של 1 מטר), כמטר אחד מעל מפלס מי התהום המקומי.

## הקמת הביופילטר

בניית הביופילטר שהחלה ב-2009 נועדה להימשך שלושה חודשים, אך התעכבה עקב שיטפון עז שהתרחש באתר (ביממה וחצי ירדה שליש מכמות המשקעים השנתית לאזור זה). לאחר השלמת העבודות במקום, ושישה חודשים של התבססות מחודשת של הצמחייה, הפכה המערכת לפעילה ועמדה הכן לקליטת מי נגר עירוני דיגום וניטור לקראת החורף 2010-2011 ו-2011-2012.

ספיקות הכניסה והיציאה מהביופילטר נוטרו באופן רציף (בהפרשים של דקה אחת) לאורך עונת הגשמים הראשונה של פעולת הביופילטר 2010 עד מאי 2011 כאשר דיגום פתגוניים נמשך עד מאי 2012. בתקופה הנ"ל, לאורך 16 אירועי גשם, נדגמו דוגמאות תלויות זרימה מהכניסה ומהיציאה מהביופילטר. האנליזות בוצעו במעבדה מוסמכת מטעם משרד הבריאות עבור המזהמים הבאים: מתכות כבדות כללי ומומס (26 יסודות), מוצקים מרחפים (TSS),

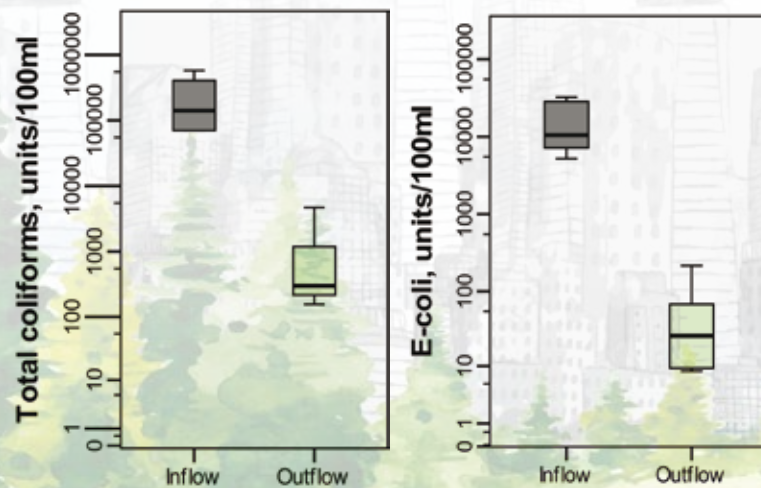
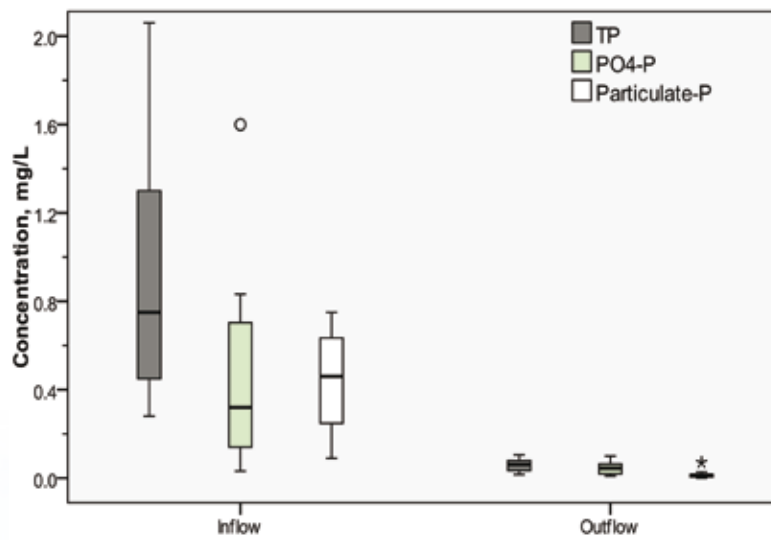
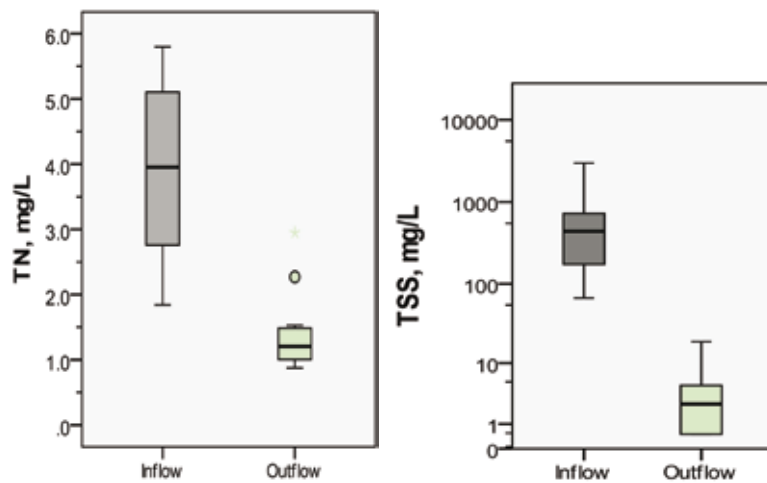
וכן חיידקים פתוגניים (אי-קולי, קולי-צואתי, וקוליפורמים (כללי). בנוסף נמדדו ספיקות בכניסה וביציאה מהביופילטר לרבות קצב החדרה לאורך זמן לכל אחד מסוגי בארות החדרה. התוצאות נותחו סטטיסטית, ורמות הזיהום סוכמו הן לגבי מי נגר עירוני גולמיים והן לגבי המים המטופלים ביציאה מהביופילטר. התוצאות שהתקבלו הושוו מול מספר תקנים ישראלים: תקני איכות מי שתיה של משרד הבריאות משנת 2000; תקן ועדת ענבר למי קולחין לצורכי השקיה בלתי מוגבלת; בנוסף, השוותה איכות מי הנגר המטוהרים לאיכות קולחין המיועדים להחדרה במתקני החדרה גדולים בישראל. (ניטור הניטראט ומדידתו נעשו בתמיכה ובמימון רשות המים תוך ביצוע האנליזות במעבדה במכון וולקני).

במהלך העונה היבשה נבחן הטיפול במי תהום מזוהמים (דיאליזת אקוויפר). תחילה בספיקות נכונות (2-3 מ"ק ליום), ולאחר מכן, בשלושה ניסויים מנתיים, בהם הוזרמו 50 מ"ק של מי תהום מזוהמים לביופילטר כדי לבחון את תפוקתו המרבית. בעונת היובש השנייה לפעולת הביופילטר נעשה ניסיון לבצע אופטימיזציה של משטר הזרימה לטיפול במי תהום (נפח כניסה וזמן הפוגה) במטרה למקסם את יכולת ההרחקה של החנקות במי תהום.

## השבת מי נגר עירוני

בתקופה הרטובה בין דצמבר 2010 למאי 2011, כאשר כמות המשקעים הייתה מתחת לממוצע השנתי, קצר מתקן פיילוט הביופילטר 1,411 מ"ק של מי נגר עירוני, כאשר 85% מהם טופלו והוחדרו למי תהום. כמות זו מהווה 5% מתחת לערך המטרה (שהוצבה על פי היכולות של מערכות דומות באוסטרליה).

המחקר מצא שמי הנגר בכפר-סבא מזוהמים מעל הממוצע בהשוואה למי נגר "אופייניים" כפי שתועדו במספר מחקרים בערים אחרות בעולם (חציון של ריכוזי EMC, TSS, TN, ו-TP היה פי שניים לערך הגבוה של ריכוזי זרחן שתועד במי נגר עירוני אופייניים באירופה, בארה"ב ובאוסטרליה). גם ריכוזי המתכות שנמדדו הינם גבוהים יותר ממה שמתועד בספרות העולמית, כאשר ברזל ואלומיניום היו חריגים באופן בולט מעל לתקן ההשקיה בישראל שנקבע על ידי ועדת ענבר ב-2010. רמות חיידקי האי-קולי שנמצאו היו בתחום הטווח הצפוי, כלומר רמה גבוהה של זיהום המגביל שימוש ישיר במי נגר עירוני להשקיה. הנוכחות הגבוהה של מוצקים מרחפים ומתכות מהווה בעיה יוצאת דופן במידה והמים מופנים להחדרה לאקוויפרים, במיוחד בארות החדרה/חלחול הנוטות להיסתם עקב כניסה של סדימנטים.



איור 42: ריכוזים ממוצעים לאירועי גשם-נגר בכניסה (מי נגר גולמיים - לפני טיפול בצבע אפור) וביציאה מהביופילטר (מי נגר מטוהרים - לאחר טיפול בצבע ירוק)

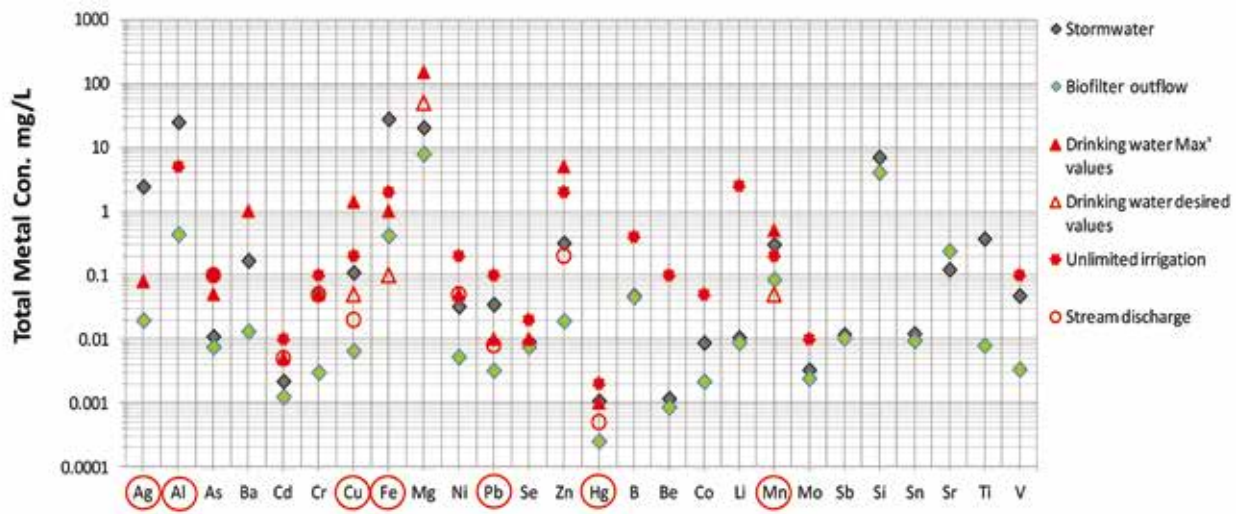


איור 43: בקבוקי דיגום מי נגר בכפר-סבא לפני ואחרי טיפול בביופילטר. צילום: ירון זינגר

איכות המים שנמדדה לאחר הטיהור בביופילטר לא עמדו בתקן מי שתיה של משרד הבריאות (2000) בכל הנוגע להימצאות אי קולי וכלל קוליפורמים (איור 43). מכך הוסק כי ריכוזים גבוהים של מוצקים מרחפים, חיידקים מחוללי מחלות ומתכות במי הנגר העירוני בכפר-סבא מגבילים החדרה ישירה של המים המטוהרים לאקוויפר או כל שימוש אחר של מים שפירים לרבות התקן ל"השקיה בלתי מוגבלת". ובמילים אחרות, נמצא כי מי הנגר העירוני בכפר סבא אינם עומדים באף תקן איכות מים מוכר במדינת ישראל לרבות זה של אוסטרליה וניו-זילנד.

עם זאת, כפי שמתואר באיור 44, איכות המים של מי הנגר המטוהרים הייתה מקבילה לאיכות מים של קולחין שעברו טיפול אקסטנסיבי (שלישוני) המאפשר החדרה לאקוויפר לשם העשרתו בישראל. כך למשל, כל המתכות הכבדות שנדגמו ביציאה מהביופילטר היו מתחת לערכי התקן המקסימליים המותרים במי שתייה. שיעור הרחקה חיידקים צוואתיים הינה יותר מ-3 סדרי גודל בין הכניסה ליציאה מהביופילטר ( $\log$  reduction 3.2), תוך עמידה בתקנות ועדת ענבר ברוב האירועים, כאשר הביופילטר השיג הפחתה של יותר משני סדרי גודל של הרחקה בדרך כלל ועמד בכל יעדי התקן של שחרור מים לנחלים.

מהתוצאות גם עולה כי מי הנגר העירוני שטוהרו בביופילטר מכילים מתכות מתחת לסף הריכוז המוגדר בתקן למי שתייה. לפיכך, מים אלו הינם בטוחים להשקיה בלתי מוגבלת, וניתן להחדירם ישירות לאקוויפרים או לחילופין להזרים אותם לנחלים רגישים. לאור התוצאות הנ"ל התקבל בסיס מוצק לאפשרות של השבת מי נגר עירוני לצורכי מי שתיה.



**איור 44: ריכוזים ממוצעים של מזהמים לאירוע גשם עבור מתכות כבדות בכניסה לביופילטר (באפור) ומי נגר מטוהרים ביציאה מהביופילטר (בירוק) בהשוואה לתקני איכות מים שונים (באדום)**

הביצועים ההידראוליים (מוליכות הידראולית - קצב חידור) של הביופילטר הינם בגדר הצפוי, כאשר במשך שלושת החודשים הראשונים לפעולתו ירדה המוליכות ההידראולית לערך של 30 מ"מ לשעה, אך בארבעת החודשים שלאחר מכן חידש הביופילטר את יכולת קצב החידור שהתייצבה על יותר מ-300 מ"מ לשעה. מכאן ניתן להסיק שהצמחים בהם נעשה שימוש בביופילטר הצליחו לשמור על קצב החידור בביופילטר ולאפשר את פעולתו התקינה על פי הניסיון האוסטרלי.

## בחינת הביופילטר לטובת שיקום האקוויפר בעונה היבשה

רמת החנקות במי התהום של כפר סבא בפרט, ובאזור השרון בכלל, נחשבת לגבוהות בישראל, בטווח של ביו-122 144 מג"ל (תקן למי שתיה עומד על 70 מג"ל). בספיקות קליטה נמוכות (בין 2-3 מ"ק ליום) הביופילטר הראה עלייה מתמדת ביכולת ההרחקה של החנקה בשיעור של 46% עם התחלתה של ההתבססות הביולוגית של הצמחים והחיידיקים בביופילטר ועד 73% (35 מג"ל) לאחר שישה חודשים שהמערכת הגיעה ליעד מוכנות ביצוע, ולמעשה ריכוז המהווה מחצית מהריכוז המקסימלי המותר למי שתיה. יחד עם זאת, כאשר ספיקות גבוהות יותר של מי תהום מזהמים הוזרמו למערכת, יכולת ההרחקה ירדה משמעותית, כאשר הריכוז ביציאה הגיע ל-70 מג"ל לאחר שטופלו 10-15 מ"ק של מים. יכולת ההרחקה הנ"ל השתפרה כאשר המערכת חוותה הפוגה של שבועיים בין שני הניסויים, דבר המצביע על אפשרות לתפעל את הביופילטר בעונה היבשה בפונקציית מדרגה שתאפשר הפוגות. הניסויים הדגימו את היתכנות היישום של מערכת הביופילטר הרו-שימושית (תפעול שונה בחורף ובקיץ). אולם, נדרש המשך מחקר ופיתוח לאופטימיזציה תפעולית על-מנת לטפל באופן רציף בריכוזים הגבוהים של חנקה המצויים באקוויפר החוף. תוצאות פרויקט זה היוו טריגר לפרויקט 3.1, העוסק באופטימיזציה של הביופילטר ההיברידי להשבת נגר בחורף וטיהור החנקות במי תהום בקיץ.

## ניטור בארות החדרה/חלחול כפתרון קצה מועדף למי הנגר המטוהרים

לשם ניטור חלופות של חלחול/החדרה לבארות נבחנו 3 בארות חלחול רחבות קוטר לצד קידוח צר קוטר ובו החדרה ישירה לעומק של 87 מטר. בין שני סוגי הבארות הותקן מד ספיקה המאפשר בידוד החלופות לשם ניטור. הבאר העמוקה, שתוכננה ליכולת החדרה של 20-25 מ"ק"ש, הראתה יכולת החדרה מקסימלית של 11 מ"ק"ש. לעומת זאת, הניסויים הראו שכל אחת מבארות החלחול הרדודות הצליחו להחדיר יותר מ-20 מ"ק"ש - ערך הגבוה בסדר גודל אחד מעל החדרת התכן שתוכננה. התצפיות שנערכו לאורך שתי שנות הפעלת המערכת הראו כי שינו צורך רק בבאר חלחול רחבה אחת כדי לענות על צורכי ההחדרה שמערכת הביופילטר מייצרת. בעקבות זאת התקבלה המסקנה כי בארות ההחדרה הרדודות הן בעלות יחס תועלת גבוה. לכן, ניתן ליישם אותן כפתרון קצה להחדרת המים המטוהרים בביופילטר בקנה מידה רחב בסמיכות למערכות השבת מי נגר (פשוט וזול יותר להקים באר רדודה לעומת באר עמוקה). בשל קרבת הבארות הרדודות למערכת הדבר יקטין גם את גל הגאות (שטפון) בעיר ובכך יקל על מערכות הניקוז הקיימות ואף עשוי לחסוך את הרחבתן. למרות שתוצאות אלו מבטיחות, יש לקחת בחשבון שהן ספציפיות לסביבת הביצוע, מאחר שיכולת ההחדרה/חלחול של הבארות תלויה בתנאים ההידרו-גיאולוגיים המקומיים.

## היבטים כלכליים של פוטנציאל השבת נגר עירוני בישראל

דו"ח ההיתכנות הכלכלית שערך מר גדי רוזנטל, מנכ"ל חברת כיוון, בניתוח נתוני עלות ביצוע ויכולות הביופילטר בכפר סבא מצביע על כך שעלות קצירה והשבה של מי נגר עירוני באמצעות טכנולוגיית הביופילטרציה קטנה ב-14% מעלות של התפלת מי ים, כאשר עלות הטיפול ב-1 מ"ק של מי נגר עירוני עומדת על 2.93-3.25 שקל. זאת בהשוואה לעלות ההתפלה של 1 מ"ק העומדת על 3.6 שקל. הניתוח הכלכלי הנ"ל מבוסס על עלויות של מערכת הפילוט בכפר-סבא, אשר מטבע הדברים כמתקן חלוץ נחשבת ליקרה בהרבה ביחס למערכות דומות הקיימות באוסטרליה. למעשה, הדו"ח הנ"ל לא הביא בשל זה יתרונות נוספים לעומת התפלת מי ים ובהם: 1. שיקום האקוויפר המקומי; 2. הקטנה של תשתיות הניקוז הקונבנציונליות כאשר מי הנגר מושבים במקור; 3. תועלות סביבתיות וחברתיות כגון זיהום נחלים, חופים ומקורות מים לצד יצירת אזורים ציבוריים נעימים יותר; 4. מופעי נוף ירוק בתווך העירוני המשפר את רווחת התושבים ומאפשר ויסות מיקרו-אקלימי. לאור כך ניתן להסיק כי לקצירת מי נגר עירוני ישנה היתכנות כלכלית בישראל. מערכת פילוט הביופילטר הראשונה שהוקמה בכפר סבא הינה האמצעי המוביל במסגרת גישת ערים רגישות מים ליישום של השבת מי נגר עירוני והמתו ממטרד למשאב המניב מקור מים חדש. פילוט הביופילטר בכפר-סבא מציג גישה חדשנית (היברידית) המאפשרת דו-שימושיות ורב-עונתיות המסוגלת לפעול בעילות בתנאים האקלימיים בישראל ובהתאמה לצרכים מגוונים.

## מסקנות פיילוטם ובחינת מערכות קצירת נגר חדשות

מערכת פילוט הביופילטר בכפר-סבא הציגה למעשה תרחיש להשבת מי נגר עירוני וזאת כמערכת קצה הממוקמת כחלק מפיתוח חדש של פארק עירוני ואשר הנתונה לגיאולוגיה מסוימת. על כן, יש לבחון אמצעים נוספים במגוון תרחישים ובקונפיגורציות שונות, לרבות שוני טופוגרפי וגיאולוגי, וקצירת נגר במקור - עקרון מוביל בגישת ערים רגישות מים. כלומר, הרעיון הוא להמיר שטחים ציבוריים פתוחים (שצ"פ) הקיימים בפיתוח ירוק פונקציונאלי ירוק לקצירת נגר כדוגמת הביופילטר אבל לא רק. מתוך הבנה שארסנל של אמצעים וטכנולוגיות עשוי לתת מענה רחב יותר לאתגרים בערים. מערכות אלו יקלו על מערכות הניקוז הקיימות בעיר תוך שיפור רווחת התושבים. זה למעשה היה המניע העיקרי להקמת מערכות חלוץ נוספות בערים בת-ים ורמלה. מערכות אלה ישולבו כרחובות קיימים, תוך הדגמת טכנולוגיות מודולריות חדשניות שפותחו לאחרונה באוסטרליה. מערכות אלה אינן עושות שימוש בצמחים, ולכן לא צורכות מים להשקיה, ויכולתן לקלוט מי נגר אף גבוהה בהרבה לעומת הביופילטר.

## ערים רגישות מים ממבטו של מתכנן // גלר ירון, ירון זינגר

# ניהול הנגר העירוני או הנגר מנהל אותנו – נקודות למחשבה לקראת חורף 2017-2018

מדי כמה שנים חוזר לדיון נושא ניהול הנגר העירוני: הדעה הרווחת כי יש להתייחס לנגר העירוני כאל משאב ולא כאל מטרה, נכונה ומוצדקת. יחד עם זאת גישה זו עדיין לא מצליחה לעבור לפסים של יישום סדור בפרויקטי בניה ופיתוח, התחדשות עירונית ובניה רגישה למים. כנס שנערך לאחרונה באירופה מצביע על חשיבות ניהול הנגר העילי על רקע אי הודאות הנובעת מהשפעות שינוי האקלים על ההידרולוגיה.

מצוקת המים בישראל הביאה ליצירת תלות אקוטית במי התפלה במשק המים הלאומי. בד בבד לא השכילה המדינה לנצל את משאב הנגר העירוני. למעשה, מי נגר בערים נתפסים כמטרד ולא רק שלא מנוצל, אלא בפתרונות ניקוז מושקעים כסף ציבורי רבים שכל תכליתם סילוק והרחקת המים – לנחל, לים. סילוק זה מביא עימו לעיתים גם זיהום הכולל מגוון רעלנים.

חורף 2017-2018 עומד בפתחנו ועל פי השירות ההידרולוגי שברשות המים התחזית אינה מעודדת: התחזית היא שבחורף הנוכחי צפויה פחיתה נוספת בהיקף המטר הטבעי וכמות המים הזמינים תקטן יחסית לשנים קודמות. יחד עם זאת התחזית אינה מתייחסת לסוגיות של אירועי גשם ועוצמות הגשם, משתנים להם השפעה עיקרית על תפקוד מערכות הניקוז. זה למעלה מעשור עומדת סוגיית ניהול הנגר העילי במוקדן של עבודות אקדמיות רבות, הקוראות לאיסוף ושימוש במי הנגר, בכל רמה שהיא: פרטית, מקומית וציבורית. יחד עם זאת לא הרבה נעשה בהיבט זה במרחב העירוני. חסמים מינהליים והנדסיים כאחד מונעים יישום רחב של ניהול הנגר העילי. לניהול מי הנגר מספר תועלות ברורות להן משמעויות כלכליות ישירות ועקיפות:

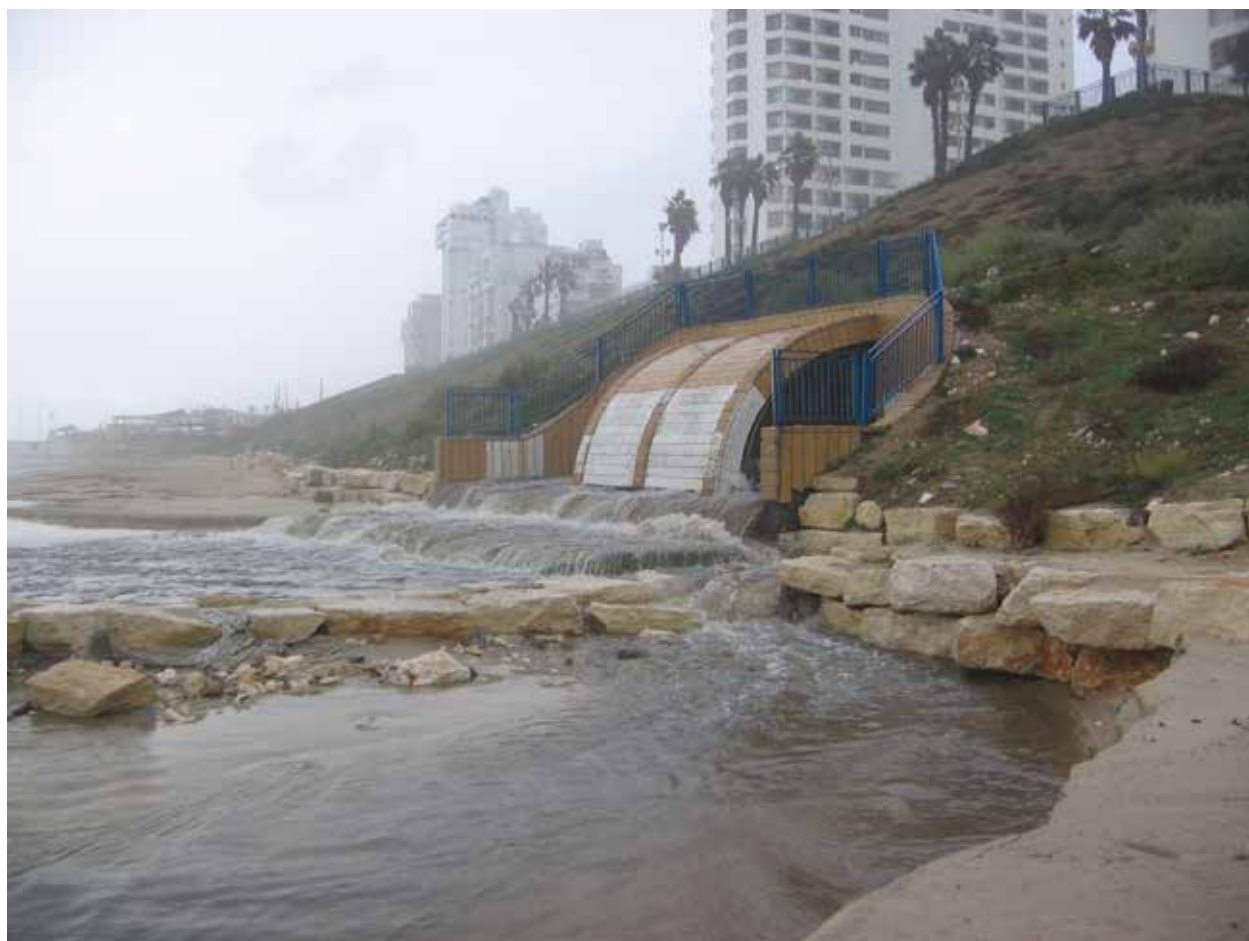
א. צמצום עובי הנגר העירוני מאפשר דחיית השקעות במערכות ניקוז ושיקום תשתיות ניקוז שאינן תואמות עוד להיקף העיור והבינוי במרחב העירוני בישראל.

ב. במקומות בהם תנאי הקרקע מאפשרים חלחול – החדרת מים לתת הקרקע נושאת עימה אפקט חיובי של העשרת מי תהום ומניעת המשך חדירת הפן הביני והמלחת אקוויפר החוף.

ג. פיתוח קיימות בתחום הניקוז ומניעת הצפות, מהווה מרכיב יסודי בחוסן עירוני (RESILIENCE). מרכיב זה מתחדד בשנים האחרונות יותר ויותר עם הבנת היקף הנזקים הכלכליים מאירועי הצפות באירופה וארה"ב.

נדרש לתת כיום דגש לחשיבות הטיפול במי הנגר, יצירת מדיניות רוחבית והתווית מנגנונים ליישום ופעילות.

שינויי האקלים גוררים עימם שינויים בהידרולוגיה ובמטר הגשמים, בעולם בכלל ובמזרח התיכון בפרט. צמצום היקף המטר השנתי ושינוי אופייני הגשם (אירועי גשם קצרים יותר ועוצמתיים יותר) מגביר את החשיבות בצמצום ספיקות ונפחי המים, באמצעות ויסות ומיתון הזרימות במקור. עיקר התובנה כיום גורסת שמערכות הניקוז אינן מהוות פתרון מלא לאירועי נגר קיצוניים הנגרמים כתוצאה מעוצמות גשם רגעיות גבוהות מאוד. בהינתן אירועים אלו נוצרות הצפות מקומיות רבות. אירוע גשם שכזה אירע רק לאחרונה בחודש 10.2017 בתחנת אגד בטבריה: עוצמת גשם רגעית גבוהה וחוסר תחזוקת מערכות ניקוז גרמו להצפה בתחנה, גלישת מים לתוך מבנה התחנה, ואנו עוד בטרם תחילתו שלחורף...



**המדינה לא השכילה לנצל את משאב הנגר העירוני. צילום: ירון זינגר**

הפיתוח והגידול במרכיב העיור בעיקר לאורך מישור החוף המרכזי בישראל, מביאים עימם גידול בכמויות הנגר. גידול זה בא לידי ביטוי לא רק בגידול בנפחי המים בכל אירוע גשם-נגר אלא גם בקיצור של זמני הריכוז והצטברות כמויות מים משמעותיות בזמנים קצרים. נדרשת מדיניות ארצית לתכנון וניהול מי הנגר המחולקת לפחות ל 2 קטגוריות עיקריות: פיתוח חדש כגון הקמת שכונות חדשות והתרחבות שכונות קיימות, מתחמים עסקיים, בהם נדרשת התייחסות למן התחלת שלב התכנון לצמצום הנגר העירוני, ומתחמים של התחדשות עירונית (פינוי בינוי) בהם רמת הגמישות לניהול הנגר מוגבלת יותר.

עיקר הליך התכנון והביצוע של מערכות ניקוז ומרכיבי ניהול נגר עילי מתבצע כיום ברמה המקומית. יש להעשיר את רמת התכנון המקומית בסל אמצעים וכלים, לבחינה של תכניות ניקוז ושימור נגר עילי ומנגנונים ליישום, על מנת שאלו יקרמו עור וגידים ויביאו בסופו של יום לצמצום נפחי הנגר העילי.

למעשה, נכון להיום, בהינתן הטכנולוגיות שנוסו בהצלחה ע"י המרכז לערים רגישות מים בהובלת קק"ל ניתן למעשה "לעלות כיתה" משלב המודעות לסוגיית ניהול הנגר לשלב ניהול הנגר בפועל והשבה, פעולות המייצרות משאב מים חדש בערים. המודעות ליתרונות ולהזדמנויות החביונות ביישום "ערים רגישות מים" בישראל, לא באים לידי ביטוי הלכה למעשה בשפת התכנון, דבר המהווה גורם מעכב ביישום הגישה, בפתוחות לאמצעים וטכנולוגיות,



חלקן נהוגות לא מכבר בלא מעט מדינות מפותחות באירופה, אוסטרליה וארה"ב. חלקם של החסמים נובעים בין היתר מהגדרת תחומי אחריות של רשויות וקונפליקטים הנובעים ממבנה חוקתי ורגולטיבי:

א. אחריות לניקוז הינה בידי הרשויות המקומיות שבעצם אמונה על סילוקו מהעיר. לרשות אין כל פיצוי או תגמול בגין ניהול מי הנגר, תרומה להגדלת זמינות משאבי המים וכדומה. גם לתאגיד המים המקומי האמון על מערכות אספקת המים העירונית (ע"פ חוק התאגידים) אין תגמול לפעילות זו.

ב. רשות המים, האחראית על עידוד והכוונה של פעולות להעשרת משאבי המים, אינה רשות סטטוטורית אשר יכולה לעגן פעילויות לטובת מטרה זו, אלא עליה "להתחרות" במוסדות התכנון מול תכניות אחרות, הנושאות עימן אינטרסים שונים כמובן.

ג. כל עוד האחריות בתחום ניהול הנגר העילי תהיה בידי הרשויות המקומיות חסרה סטנדרטיזציה למגוון של אמצעים שאותם יש לבחון בתנאים ובצרכים בישראל תוך הגדרת מדרג best practice. היקף הידע ברמה המקומית של התכנון לגבי טכנולוגיות וגישות חדשות בתחום, בעיקר בסוגיית ניהול איכות מי הנגר מועטה ביותר.

ד. רשות הניקוז, שהינה רשות מוסמכת לענייני ניקוז על פי חוק התכנון והבניה, עוסקת במהותה בנגר שיוצא מהעיר, קרי, מהעיר לשטחים הפתוחים. לנגר העירוני אין אבא מקצועי.

ה. ולבסוף: הנגר העירוני הינו נושא בינתחומי הנתון לרגולציה של מספר גופים כמו המשרד לאיכות הסביבה, רשות המים, רשות הניקוז, משרד השיכון ונתיבי ישראל. כל אחד מהם רואה גזרה צרה (למשל, המשרד להגנת "ממוקד" באיכות המים שמגיעה לים התיכון אינו נותן דעתו לספיקת המים וכמותם), תחום בו עוסקת רשות המים) דבר המונע יצירת מנגנון תמריצים משקולל ורגולציה אחודה.

היקף חוסר המודעות, ידע, ניסיון קודם בהקמה והפעלה של "מיקרו" מרכיבים לניהול מי הנגר מחייבת כיום הכנת הנחיות ארציות לתכנון ראוי של מרכיבים לניהול נגר, ועידוד יישום מעשי. להלן הצעות פרקטיות:

א. יישור קו תודעתי - יצירת מודעות לבעיה ולפתרונות ישימים המתאימים לתנאי האקלים וההידרולוגיה בישראל. מחוייב הגדרת מנגנון עידוד ויצירת ההזדמנויות לרשויות ומועצות מקומיות. ללא מנגנון פיצוי בגין עשייה - יש לצפות למעט תגובה מצד דרג השטח.

ב. פרויקטי חלוץ - בחינת טווח אמצעים לניהול והשבת נגר עילי ברמה הפרטית הציבורית והמוסדית ודירוגם כ-best practices המוכרים והמקובלים על הגורמים השונים תוך הגדרת סטנדרט הנדסי עם דרישות כמות ואיכות

ג. גיבוש תמריצים לתכנון וביצוע תמריצים עבור פיתוח רגיש מים כשיפוי לרשויות מקומיות המעשירות את מאגרי מי התהום הלאומיים.

ד. בחינה ובקרה הדוקה יותר לנושאי ניהול נגר ברמת הוראות לתכניות מפורטות ולאחר מכן בבקשה להיתר. עיקר עובי הנגר העירוני מקורו במבנים ולכן כדאיות מניעת הנגר ממרכיב זה.

לסיכום: נדמה שרשויות התכנון במדינת ישראל עדיין לא השכילו להפנים את האפשרות לרתום משאב מניב כמי נגר העירוני - משאב המאגד בתוכו מגוון יתרונות והזדמנויות כלכליים, חברתיים לצד תועלות סביבתיות רבות

על-מנת להתמודד עם האתגרים המרכזיים הנולדים מתהליכי העיור המואצים. המרכז לערים רגישות מים בישראל שם לו למטרה לתת מענה מדעי ויישומי לאתגרים הללו תוך בחינתם והתאמתם לתנאים ולצרכים בישראל. יחד עם זאת, על-מנת לקיים הטמעה רחבה וסדורה בערים נדרש שיתוף פעולה בן משרדי בדמות ועדת היגוי לאומית (או אחר) לנושא. צוות היגוי שכזה יאפשר לגבש רגולציה משקוללת הנותנת מענה בינתחומי לנושא ותאפשר מעבר מדורג ואחראי ליצירת ערים רגישות מים בישראל.



איור 45: הדמיית המערכת בבת-ים. עיבוד: אסף מירון