רשות נחל הירקון

תכנית אב
לאגן נחל הירקון

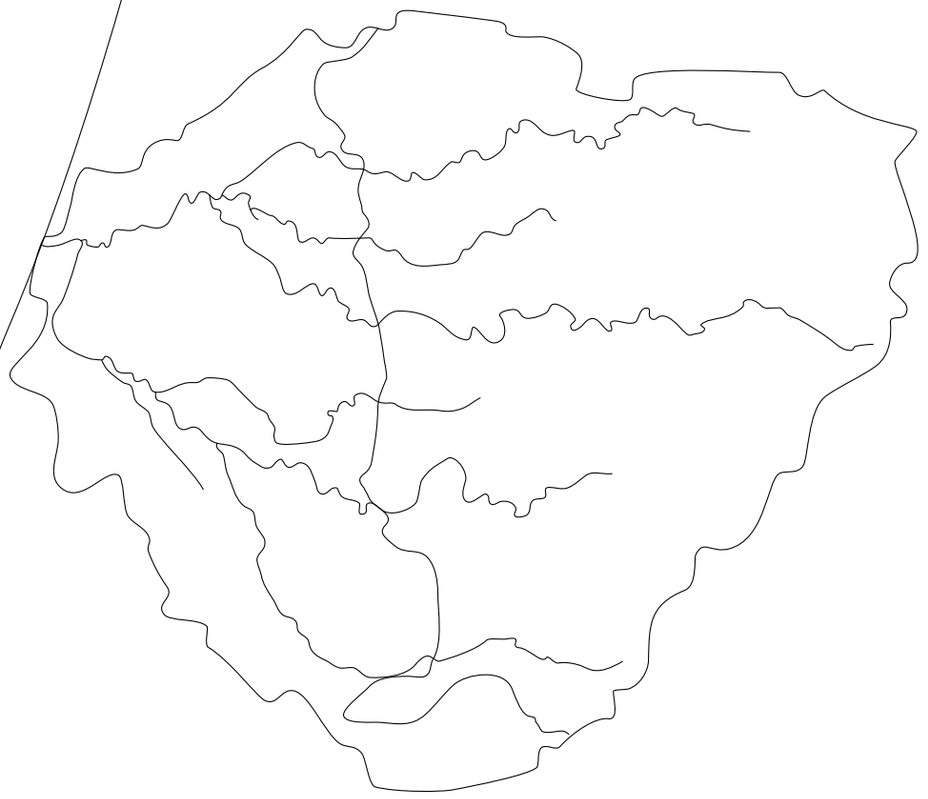


"התקווה של העתיד אינה בבלימת השפעת נוכחות האדם – לכך כבר אחרנו את המועד – אלא ביצירת הבנה טובה יותר של היקף ההשפעה ואתיקה חדשה למשילות."

אלדו ליאופולד

אפריל 2020
.www.yarqon.org.il/he/plan

מבואות



שותפים להכנת התכנית

המשרד להגנת הסביבה	מועצה אזורית דרום השרון
משרד החקלאות	עיריית רמת השרון
משרד הפנים	הקרן הקיימת לישראל
רשות מקרקעי ישראל	חברת מקורות
החברה הממשלתית לתיירות	רשות הטבע והגנים
איגוד ערים דן לתשתיות ואיכות הסביבה	רשות ניקוז ירקון
עיריית בני ברק	חברת גני יהושע
עיריית הוד השרון	משרד ראש הממשלה – אגף מורשת
עיריית פתח תקווה	המנהל האזרחי ביהודה ושומרון
עיריית רמת גן	איגוד ערים לאיכות סביבה שומרון
עיריית תל אביב יפו	מנהלת 'קשת צבעים', צה"ל ומשרד הביטחון

יוזם ומוביל התכנית ד"ר דוד פרגמנט

גופים בעלי עניין

לשכת התכנון מחוז תל אביב, לשכת התכנון מחוז מרכז
רשויות מקומיות: מודיעין, ראש העין, כפר קאסם, ג'לג'וליה, כפר ברא

צוות התכנון ויועצים

ראש צוות התכנון	אדר' אריה רחמימוב, אדר' ליאורה מירון
אקו־הידרולוגיה	ד"ר אבנר קסלר
היבטים סביבתיים ברשות הפלסטינית	ד"ר ג'וואד חסן
אקולוגיה	פרופ' משה שחק, ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור
ארכיאולוגיה, מורשת וסביבה	ד"ר עיסא סרי, ד"ר איתן איילון, ד"ר אבי ששון, איצ'ה מאיר, חזקי בצלאל
משפט ומינהל	פרופ' ראובן לסטר - יועץ משפטי של רשות נחל הירקון, עו"ד דני לבני
כלכלה	גדי רוזנטל, מיכל גרוסמן
מיפוי וחישה מרחוק	פרופ' ארנון קרניאלי, ד"ר נעה אוחנה־לוי, ראובן קוסט, שירן פרי
ידע ורעיונות	רשות נחל הירקון: ד"ר דוד פרגמנט, יונתן רז, פיליפ רובינזפט, שירן פרי אריק קודלר, גדי בורד, ליליאן אטדגי פרופ' קרל שטייניץ, פרופ' נורית ליסובסקי, ספי בן יוסף, בנאן א־שייח' משתתפי ארבע סדנאות תכנון שהתקיימו במהלך יולי-אוגוסט 2015
איורים	גרגורי כץ
עיצוב גרפי	ליאורה דרום
עריכה לשונית	הדס אחיטוב

פתח דבר

מטרת העל של תכנית האב לאגן היקוות הירקון - אל-עוג'ה הינה לייצר ראייה כלל־אגנית כוללת המתייחסת לארבעה מרכיבים עיקריים: ראייה רב־דורית וארוכת טווח המגדירה את היחסים בין הנחל והמרחב המבונה; הטבע במרכז; האדם במרכז; מניעת נזקים כתוצאה מהפיתוח המואץ, מאירועי קיצון ומשינויי אקלים.

רשות נחל הירקון לקחה על עצמה מטלה כבדה כשהחליטה להכין תכנית לכל אגן ההיקוות, אבל היה ברור שללא תכנית כזאת אי אפשר יהיה לייצר את הראייה הכוללת והנדרשת. הביטוי לכך נמצא במטרות שהוגדרו. התכנית מספקת עקרונות חשובים שנובעים מהבנת המרחב הפיסי ומצורכי האדם שפועל בו, וצריכה לשמש תכנית מנחה לכלל בעלי העניין בכל הרמות.

תכנית האב עוסקת בשטח של כ-1,800 קמ"ר ובנושאים רבים ומגוונים ועריכתה הייתה משימה מאתגרת. סדר הצגת הנושאים וקשירת כל הקצוות ליצירת תמונה שלמה מחייבים מחשבה וכנראה שאין תשובה אחת נכונה. לשם המחשה, להלן כמה דוגמאות של נקודות מוצא אפשריות, שלכל אחת יתרונות וחסרונות:

- **הידרולוגיה** – הבסיס לנושא אגני היקוות הוא המערכת ההידרולוגית שמייצרת את גבולות האגן ומתארת את הנעשה בו בהיבט של יחסי גשם-נגר, זרימות, המערכת האקולוגית האקווטית, שינויים מעשה אדם ועוד נושאים רבים ומגוונים.
- **ציר הזמן** – אגני ההיקוות הם יצירה של הטבע ופרי כוחות ותהליכים שפועלים ברצף על השטח במשך תקופות גיאולוגיות, עם שינויים משמעותיים מאז הגידול בהשפעת האדם על התכסית. זהו מצב מתמשך שלא ייעצר, שבמהלכו נוצר עושר מורשתי ותרבותי שיש לשמרו.
- **כוחות ותהליכים** – אלה רבים ומגוונים מאוד, בעיקר מפני שההסתכלות עליהם היא דרך העין האנושית, שלמעשה לא השכילה לתת לנושאים את תשומת הלב הראויה. התוצאה היא שפעולות רבות בוצעו מבלי להתחשב בצרכים הידרולוגיים, אקולוגיים ואחרים, שכיום מוכרים כחשובים לאדם לאיכות החיים.
- **גבולות** – הגבולות הטבעיים באגן ההיקוות מבוססים על טופוגרפיה והם הבסיס לתהליכים ההידרולוגיים. לעומת זאת, האדם חילק את השטח לגבולות מינהליים שאין להם כל קשר לגבולות הטבעיים שבהם מתרחשים התהליכים ההידרולוגיים.
- **חקיקה** – החקיקה היא הבסיס לפעולות רבות והיא לא חייבה ועדיין לא מחייבת לתת לנושאים את המשקל הראוי.
- **מודעות** – פועל יוצא של נקודות המוצא שהובאו הוא חוסר הבנה עמוק של רוב הציבור במגוון הגדול של הנושאים וכפי שעולה מהדוח, כולם קשורים זה בזה.

מה המשמעות של המורכבות המתוארת? קשה להחליט מאיפה כדאי להתחיל להסביר את עקרונות הבסיס וכללי "מגרש המשחקים" שבו אנו פועלים. האם להתחיל מתיאור התהליכים הפיזיים שפועלים בשטח על ציר הזמן, או להתחיל מהנושאים הפרטניים, השכבות המהוות את המערכת האגנית, כפי שהן מובאות בתכנית? ושמא כדאי להתחיל מתיאור המערכות שהאדם יצר והשלכותיהן בהיבט האגני? המטרה היא להציג את התמונה המלאה לקוראים מגוונים, באופן שיוביל לקבלת החלטות בהסתכלות והבנה רחבה שימקסמו את התועלות שיש במרחב זה, תוך מזעור הנזקים.
אחרי מחשבה מעמיקה החלטנו להגיש את הדוח במתכונתו הנוכחית, שקל להבינה דרך בחינת תוכן העניינים - הכלי הראשון להבנת מבנה הדוח.

קריאה, עיון, דפדוף ורפרוף נעימים

ד"ר דוד פרגמנט
מנהל רשות נחל הירקון

הגישה האגנית – למה ואיך?

יש השערות שונות באשר למקור המים על כדור הארץ, אבל בהינתן שהם כאן ובלעדיהם אנחנו לא היינו כאן, ראוי שנבין כיצד לנהוג איתם ולנהל אותם לטובת מכלול הצרכים. די מוקדם בהיסטוריה של האנושות הבינו את החשיבות הקיומית של המים, את העובדה שהם מגיעים עם הגשם, את זה שהם הופכים למי נגר ושאפשר לנתב אותם למקומות מתוכננים ולאגור אותם לזמנים שלא יורד גשם. כל מי שמטייל באתרים ארכיאולוגיים ומקבל הסבר על מתקני המים במקום, מבין את הנושא בקלות ומבין גם שבתקופות קדומות קלטו את העיקרון. כנראה שבאותם ימים לא קראו לאזורים שהנגר מהם מתרכז למקומות המיועדים בשם 'אגני היקוות', אבל הפעולות שנקטו הקדמונים ממחישות את ההבנה שכך מים מתנהגים. האדם גם הבין שאפשר להוביל מים ממקומות שבהם יש כמויות מעבר למה שצריך למקומות שבהם צריך או רוצים אותם ואין מספיק, ויש לכך עדויות רבות גם אצלנו, כמו הובלת המים לירושלים ולקיסריה. כלומר, המודעות לצורך לשנע מים הולידה את יצירת הכלים ואת התובנות להיבט הכמותי של המים, שהלכו והתפתחו. רמז למחזוריות של המים יש בפסוק מספר קהלת על כך שהנחלים זורמים לים והים איננו מלא, כלומר שהם הולכים למקום כלשהו ואולי אפילו חוזרים אלינו.

מה שברור הוא, שהייתה הכרה בכך שהמים הם משאב הכרחי לקיום החיים ושנעשו ניסיונות מגוונים לנהל אותם, לרוב באמצעות כוח הגרביטציה ולעתים בעזרת כוח בהמות שהרימו את המים כדי לאפשר את הזרמתם או הקמת סכרונים ויצירת הפרשי גבהים וזרימה מכוונת.

בשלב מסוים, כאשר התגברה ההבנה של הקשר בין גשם לזרימות, החלה מדידה של כמויות גשם כדי לנסות ולהעריך את כמויות המים שיכולות להיות זמינות.

לפי הספרות המדעית, רק בתחילת המאה העשרים החל תהליך לימוד יסודי יותר של היחסים בין גשם לנגר, זרימות, ההשפעה של התכסית על הגשם שיורד עליה, תהליכי סחיפה והידלדלות קרקע חקלאית ועוד מגוון תהליכים. במילים אחרות, אפשר לומר שהתפתחה הבנה לכך שחלק ממחזור המים הטבעי מתרחש בתחום היבשתי של כדור הארץ וששההתנהגות הטבעית היא בהתאם לגרביטציה וביחידות גיאוגרפיות עם גבולות ברורים – אגני היקוות, שסופם בבסיס הניקוז - המקום הנמוך ביותר אליו המים יכולים לזרום. אצלנו בישראל יש שלושה בסיסי ניקוז – הים התיכון, ים המלח וים סוף. בסיס הניקוז של נחלי החוף הוא הים התיכון; הירדן מתנקז לים המלח; ונחל הערבה מתנקז לים סוף. יחידות השטח שמתנקזות לנחל פרטני נקראות 'אגני היקוות'. כיום, וככל שהזמן עובר, אנחנו גם מבינים עד כמה הפעילות האנושית משפיעה על החלק היבשתי של מחזור המים.

היום, החשיבה והניסיונות ללמוד את התנהגות המים נעשים במסגרת מדע ההידרולוגיה, מדעי האטמוספירה, אקלים ואוקיאנוגרפיה וכן מדעים נוספים שיש קשר בינם לבין מרכיבי מחזור המים. מדע ההידרולוגיה קושר בין גשם למים שמחלחלים למי תהום או זורמים בנחלים, במסגרות של אגני היקוות.

במקביל ובלי כל קשר לצבירת הידע והתובנות הקשורות לנושאים הידרולוגיים במובן הרחב, התקדמה האנושות בבניית מערכות שלטוניות והקמת ערים, עם שלל תשתיות נלוות, כולל תעשיות וחקלאות. מרבית הפעילות נעשתה מתוך התעלמות כמעט מוחלטת מנושאי ההידרולוגיה, למעט למשל פרויקטים פרטניים ליצירת אנרגיה הידרואלקטרית ולמניעת שיטפונות במקומות רגישים במיוחד. אט אט החלו להבין במקומות שונים בעולם שנעשו טעויות רבות, שרבות מהן עלו ועולות בחיי אדם ובנזקים עצומים.

בארץ, עם הגידול באוכלוסייה והפיתוח המואץ הנלווה לכך, הולך ומתברר שהמערכות שנועדו לנהל את משאבי המים לא התקדמו במידה הנדרשת שתאפשר מתן מענה לשלל הצרכים, והתפיסה העקרונית של אגני היקוות כיחידות בסיס, נשארה הרחק מאחור במערכת השיקולים. בפועל אנו מוצאים את עצמנו בפני הצורך לשנות דרכי חשיבה בתחומים רבים כדי להתאים את מגוון הנושאים

ההידרולוגיים לפיתוח המואץ, לרבות תהליכי עיור, פיתוח תשתיות חיוניות, ניהול משאבי המים ומניעת זיהומם, צמצום סכנת הצפות, צמצום דלדול קרקעות, שיקום נחלים ושמירה על שירותי המערכות האקולוגיות ואיכות החיים של התושבים.

ברשות נחל הירקון הוחלט שהקמת תכנית אב שתהיה מופקדת על תחומים מגוונים של ראייה אגנית, כולל ההזדמנויות והתועלות הרבות – תוכל לקדם באופן משמעותי את שיקום הירקון ואת צמצום הנזקים והסכנות, וכן לקדם מעורבות של גופי שלטון ולרתום מערכות ציבוריות ואזרחיות למשימה. חלק חשוב מאוד בכך הוא עצם תהליך הכנת התכנית, שכולל שיתוף בעלי עניין רבים וקיום סדנאות ומפגשים כדי לחשוף את הגורמים המגוונים לנושאים תוך יצירת רב שיח פתוח.

סך התחומים והפעולות שפורטו לקידום הראייה האגנית בפועל נכללים תחת השם 'ניהול אגני', מה שמותיר פתוחה את השאלה כיצד לתרגם את המונח לשפת המעשה, כי לא מדובר על כך שגוף אחד ינהל את כל הגורמים שמשפיעים או מושפעים מתהליכים אגניים אלא על יצירת מנגנונים שיאפשרו לגוף האגני להשתלב, להשפיע ולכוון תהליכי תכנון וביצוע של פרויקטים רלוונטיים, בהתאם לחשיבות כל אחד מהנושאים, מתוך הראייה האגנית.

מבחינת כלים, יש רבים ומגוונים. לאורך השנים פותחו מודלים של אקלים וגשמים, יחסי גשם–נגר, מודלים של זרימות בנחלים, שיטפונות ותפקידם של פשטי הצפה, היבטים אקולוגיים של זרימות בנחלים, מודלים של זרימות מי תהום, סחף קרקע ותחום נוסף שלם שעוסק באיכות מים, בזיהום מקורות מים ובניהול משאבי מים בכלל. גם שני מחזורי מים מעשה ידי אדם, שימוש חוזר בשפכים וקולחים והתפלה מטופלים בכלים אלה.

יש כלים בתחום הממ"ג (מערכת מידע גיאוגרפי) שמאפשרים לבחון תרחישים מרחביים, שינויים בייעודי קרקע, תכנון שטחים פתוחים, הסבה של שטחים חקלאיים לשימושי קרקע אחרים, שמירה על רצפים אקולוגיים ברמות שונות ועל שירותי מערכות אקולוגיות. התכנית לאגן היקוות הירקון, שרשות הנחל יזמה והכינה, מנסה לשלב בין כל אלה ומיועדת לשמש בסיס לפעילותה בקידום מגוון הנושאים לשיקום הירקון, מתוך ראייה רחבה של האגן כולו, על מרכיביו.

אנחנו מודעים למורכבות הרבה אולם אנו שואבים עידוד משלושה דברים מרכזיים: הראשון הוא שהעבודה מבוססת על עובדות גיאוגרפיות שאינן ניתנות למחלוקת; השני הוא תהליך הכנת התכנית, שבמהלכו שותפו בעלי עניין רבים שהעירו והאירו וגרמו לנו לשפר את המוצר הסופי; והשלישי הוא הניסיון הרב שלנו עם תכנית האב לנחל הירקון, שאושרה ב-1996. באותו זמן לא היה לנו ברור כמה נצליח לקדם את התכנית. היא הייתה הראשונה שהוכנה לנחל בישראל ובהכירנו את המורכבות בקידום נושאים אינטגרטיביים שמחייבים שינוי בחשיבה, היה לנו ברור שלפנינו קשיים רבים. אולם במבט לאחור ועם מידת ההצלחה שאנחנו חושבים שהשגנו ביישום התכנית, אנו מאמינים שהתכנית האגנית תזכה למעמד הראוי ושנוכל לקדם נושאים אגניים רבים.

נחל הירקון הנו מהנחלים המרכזיים בישראל. מיקומו במרכז האורבני הצפוף בישראל קיבעה את חשיבותו הסביבתית ואת תפקודו כאתר נופש ופנאי מרכזי לכל תושבי המדינה. בשנת 1996 גובשה תכנית האב הראשונה לנחל הירקון, שעיקרה יצירת ריאה ירוקה לאזור והפיכת הירקון מנחל מזוהם לנחל חי ושוקק פעילות תיירותית וסביבתית בלב מטרופולין תל אביב. תכנית זו היוותה את הליבה לפיתוח הנחל וסביבתו. בשנת 2003 התקבלה החלטת ממשלה על שיקום נחל הירקון. לאור החלטה זו נעשו פעולות רבות לשיפור איכות המים ומניעת זיהומם, כולל הזרמת מים לנחל: מים שפירים במעלה הנחל ומי קולחים איכותיים לאחר "ליטוש" באגנים ירוקים.

האתגרים לשמירת איכות המים בנחל וההתמודדות עם מפגעים מתקלות ומטיפול לקוי בשפכים המשיכו לאורך השנים. רק לאחרונה, שודרג מכון הטיהור בדרום השרון המזרחי והופסק זיהום נחל הירקון ממי קולחים באיכות ירודה. ההתמודדות עם זיהומים בירקון מתקלות במערכות הולכת השפכים היא יום יומית, בעיית המחזור במאגרי קולחים קיימת גם באגן הירקון ועודפי קולחים שאין להם מקום במאגרים מוזרמים לצערנו עדיין לנחל.

תכנית אב אגנית זו הינה נדבך חשוב נוסף בביסוס חשיבותו של נחל הירקון בישראל כציר נחל מרכזי בעל חשיבות סביבתית, תיירותית ואזרחית רבה. תכנית זו יחד עם תכניות נוספות המקודמות ברשות הנחל, כמו סקר סיכונים רחב היקף, משמשים מודל למגוון הגופים המנהלים נחלים בישראל.

אגן ההיקוות של הירקון מתחיל בהרי שומרון ומסתיים בים התיכון. מבחינה סביבתית והידרולוגית, ההשפעה על מורד הנחל האורבני מתחילה במעלה ולכן תכנית אגנית זו היא חדשנית. היא נותנת כלים ואמצעים לשיפור התפקוד של הנחל למען הסביבה ולמען בני האדם שנהנים מהנחל, החל ממורדות השומרון ועד להגעתו לשפך בים.

המשרד להגנת הסביבה ימשיך לפעול יחד עם רשויות הנחל ורשויות הניקוז והנחלים בישראל לשמירה על הסביבה ולטיפוח ושיקום הנחלים, למען תושבי המדינה בהווה ולמען הדורות הבאים.

ד"ר דוד פרגמנט
מנהל רשות נחל הירקון

דבר ראש העיר תל אביב יפו ויו"ר מועצת רשות נחל ירקון

"כָּל הַנְּחָלִים הֹלְכִים אֶל הַיָּם וְהַיָּם אֵינֶנּוּ מָלֵא. אֶל מְקוֹם שֶׁהַנְּחָלִים הֹלְכִים, שָׁם הֵם שָׁבִים לָלָכֶת" (קהלת א, ז)

גם היום, 3,000 שנה לאחר שנכתבו הדברים הללו המיוחסים לחכם באדם, תיאור טבע זה של תנועת המים המחזורית עדיין מדויק: הנחלים כולם זורמים לים והם עושים זאת דרך אגני ההיקוות.

אבל שלמה המלך לא יכול היה לשער בזמנו עד כמה ההתפתחויות הטכנולוגיות שיעברו על המין האנושי ותופעות כמו עיור מואץ, בניית מערכות מים וביוב מתקדמות, צריכה מוגברת, שינויי אקלים וכדומה, ישפיעו על הנחלים ההולכים אל הים ועל יחסי הגומלין ביניהם לבין סביבתם.

נחל הירקון הוא דוגמה מובהקת להשפעות הללו – שאיבת מי הנחל לצריכה מחד וניקוז השפכים מהאזור העירוני הצפוף שהתפתח סביבו מנגד – הפכו את הירקון למפגע סביבתי חמור. היום, לאחר מאמץ גדול שנמשך למעלה מחמש־עשרה שנה, אנו קרובים להשלמת מימוש תכנית "גאולת הירקון", אשר הביאה לשיפור דרמטי באיכות המים הזורמים בנחל ולהשבת החיים אליו. היום הירקון כבר אינו "חצר אחורית" מזוהמת אלא ריאה ירוקה, מקום בילוי ופנאי שוקק חיים המשרת את תושבי הסביבה.

אבל רשות נחל הירקון אינה יכולה להישאר בדל"ת אמותיו של הנחל. הנחל הוא חלק מאגן היקוות גדול יותר ששינויים או התפתחויות בחלקיו השונים משפיעים עליו באופן ישיר או עקיף. ראינו זאת בשנים האחרונות, למשל בהקשר לתקלות שאירעו במכון השפכים בדרום השרון. לכן רשות נחל הירקון קיבלה החלטה להכין תכנית כוללת שתנסה לתת מענה להתפתחויות ולאתגרים באגן ההיקוות כולו - שטח של כ-1,800 קמ"ר. מדובר במשימה סבוכה ושאפתנית למדי אך חשובה מאין כמוה. כך למשל, עלינו להתייחס לכך שהאגן מחולק לגופים מנהליים ומוניציפליים שונים ובעלי אינטרסים מגוונים. הדבר מחריף לנוכח העובדה שכ-60% מהאגן בכלל נמצא ממזרח ל"קו הירוק" - ברשות הפלסטינית, על כל המשמעויות והמורכבות הנגזרת מכך. מורכבות נוספת היא העובדה שלא רק השטח מחולק אלא גם הנושאים שדורשים התייחסות מצויים באחריותם של משרדי ממשלה וגופים סטטוטוריים שונים. ולכך יש להוסיף גם בעלי עניין נוספים שפועלים בשטח כמו חקלאים, מפעלים וכיוצא בזה.

התכנית גם נדרשת להתמודד עם אתגרים עתידיים, כמו הגידול הצפוי באוכלוסייה סביב אגן ההיקוות, שלפי התחזיות יגדל פי שניים בתוך עשרים עד שלושים שנים. גידול זה ישפיע רבות על הנחל, עקב הבנייה המואצת וכמות השפכים שיזרמו לנחל ויש להיערך לכך מראש. גם שינויי האקלים המתרחשים סביבנו מחייבים היערכות, לנוכח ההשלכות שלהם בתחום ההידרולוגיה: כמות המשקעים, מפלס הים וכיוצא בזה.

רון חולדאי
ראש עירית תל אביב - יפו

דבר השר להגנת הסביבה

רשות הנחל היא אמנם גוף קטן והתהליכים הללו חורגים בהרבה מגבולותיה ומיכולותיה, אך ההחלטה שלנו להכין תכנית אב כוללת לאגן ההיקוות כולו היא צעד חשוב ופורץ דרך, אשר יניח לראשונה על שולחנם של מקבלי ההחלטות והגופים השונים, מסמך הנותן נקודת מבט רחבה וכוללת על הצעדים, המגבלות והפיתוח הנדרשים לתכנון עתידי, אשר יבטיח איכות חיים וסביבה באזור זה, שאין עוררין על חשיבותו ומרכזיותו. נחל הירקון, מהנחלים המרכזיים בישראל, ממוקם במרכז האורבני הצפוף בישראל - דבר המקבע את חשיבותו הסביבתית ואת תפקודו כאתר נופש ופנאי מרכזי לכל תושבי המדינה. בשנת 1996 גובשה תכנית האב הראשונה לנחל הירקון, שעיקרה ביצירת ריאה ירוקה לאזור והפיכת הירקון מנחל מזוהם לנחל חי ושוקק פעילות תיירותית וסביבתית בלב מטרופולין תל אביב. תכנית זו היוותה את הליבה לפיתוח הנחל וסביבתו מאז. בשנת 2003 הועברה החלטת הממשלה על שיקום הנחל ולאור החלטה זו נעשו פעולות רבות לשיפור איכות המים ומניעת זיהומם, להזרמת מים לנחל, כולל מים שפירים במעלה הנחל ומי קולחין איכותיים לאחר ליטוש באגנים ירוקים.

לאורך השנים נותרו האתגרים המרכזיים בשמירת איכות המים בנחל ובהתמודדות עם מפגעים מתקלות ומטיפול לקוי בשפכים. רק לאחרונה שודרג מכון הטיהור בדרום השרון המזרחי והופסק זיהום נחל הירקון ממי קולחים באיכות ירודה. ההתמודדות עם זיהומים בירקון בשל תקלות במערכות הולכת השפכים היא יום־יומית, באגן הירקון קיימת גם בעיית המחזור במאגרי קולחים ועודפי קולחין שאין להם מקום במאגרים עדיין מוזרמים לצערנו לנחל.

תכנית אב אגנית זו היא נדבך חשוב נוסף בביסוס נחל הירקון בישראל כציר נחל מרכזי בעל חשיבות סביבתית, תיירותית ואזרחית גבוהה. תכנית זו, יחד עם תכניות נוספות המקודמות ברשות הנחל, כמו סקר סיכונים רחב היקף – משמשת דוגמה למגוון הגופים המנהלים נחלים בישראל.

אגן ההיקוות של הירקון מתחיל בהרי שומרון ומסתיים בים התיכון. מבחינה סביבתית והידרולוגית, ההשפעה על מורד הנחל האורבני מתחילה כבר במעלה וחדשנותה של תכנית אגנית זו היא בכך שהיא מציעה כלים ואמצעים לשיפור התפקוד של הנחל למען הסביבה ולמען בני האדם שנהנים מהנחל, החל ממורדות השומרון ועד להגעתו לשפך בים.

המשרד להגנת הסביבה ימשיך לפעול, יחד עם רשויות הנחל ורשויות הניקוז והנחלים בישראל, לשמירה על הסביבה ולטיפוח ושיקום הנחלים למען תושבי המדינה בהווה ולמען הדורות הבאים.

ח"כ זאב אלקין
השר להגנת הסביבה

תוכן עניינים

התכנית האגנית 15

1. התכנית האגנית ומטרותיה 18
2. המטריצה האגנית 19
3. עקרונות התכנית האגנית 32
4. מתווה לקידום וניהול מרכיבי אגן ההיקוות 32
5. הנחיות תכנוניות 39

א רקע כללי 43

1. נתונים כלליים 46
2. הידרולוגיה 52
3. אקולוגיה וטבע עירוני 55
4. סטטוטוריקה והיבטים משפטיים 59
5. דמוגרפיה 65
6. מרחב התפר 68
7. פרוזדורי תשתיות 70
8. מחצבות 73
9. מוסדות ציבור 76
10. האצבעות הירוקות 78
11. תיירות ותרבות הפנאי 81
12. מורשת ונופי תרבות 87

ב תכנית אב לירקון 1996,ותכניות מתאר 2007-2008 95

1. רקע 98
2. דמוגרפיה ומגמות פיתוח 102
3. תהליכי תכנון ותכניות סטטוטוריות 104

ג התוויית עקרונות לניהול הידרולוגי 111

1. הקדמה 114
2. אגן הירקון 114
3. הגישה האגנית 125
4. אירועים חריגים 131
5. פיתוח אורבני 138

6. מסדרונות הנחל 143
7. גדר הביטחון 147
8. רדיוס מגן למעיינות 156
9. ניהול שפכים וקולחים 158
10. מערכת מידע גיאוגרפית 164
11. מערך הניהול האגני 166
12. רשימת מקורות 170

נספח 1 - מקרה בוחן: נחל ענבה 172
נספח 2 - תוספת מסילה רביעית לאורך תעלת איילון 182
נספח 3 - ספיקות שיא 188

ד היבטים סביבתיים ברשות הפלסטינית 201

1. שפכים, מתקני טיהור ושימוש חוזר של קולחים ברשות הפלסטינית 204
2. פסולת בתי בד בשטחים הפלסטיניים 209

ה היבטים אקולוגיים 217

1. המטריצה האגנית כמערכת אקולוגית 220
2. עקרונות מנחים: נחלים, טבע עירוני ובתי גידול לניהול ושימור 224
3. בתי גידול לחים לאורך הירקון 231
4. מסקנות והמלצות מרכזיות 231

ו היבטים כלכליים 235

1. מבוא 238
2. ניתוח עלות תועלת של שיקום־פיתוח נחל הירקון (מבט רטרוספקטיבי) 240
3. ניתוח מושגי־כלכלי של תפיסת האצבעות הירוקות 248
4. תפיסת הניקוז בגישת ניהול קטסטרופות 251
5. הצעה ראשונית לניהול אגני בקרן אגנית 254
6. תכנית ניקוז אגנית ומימונה כחלק מיעדי הקרן והפעולה האגנית המשותפת 255
7. סיכום ומסקנות אופרטיביות 256

ז מכלולי מורשת ונופי תרבות 259

1. רקע והקדמה 262
2. שש דרכים להסתכל על נוף תרבות 264
3. מורשת תרבותית בתבנית הנוף של אזור רמאללה 265
4. ארכיאולוגיה ומורשת 275
5. ההתיישבות באגן הירקון 288
6. תכנית כוללת למכלולי מורשת 297
7. רשת הדרכים ההיסטוריות באגן הירקון 299
8. מסקנות והמלצות מרכזיות 302

ח היבטים משפטיים 305

מבוא 308
1. מחויבות משפטית להכנת תכנית אב 308
2. אתגרים סביבתיים 310
3. הדין הבין־לאומי 311
4. הדין הישראלי - אתגרים ופתרונות 315
5. אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון 324

תכניות ופרויקטים עתידיים 331

תכניות אסטרטגיות לטובת הנחל 334
שימור ופיתוח אגן ההיקוות 335

התכנית האגנית

אדר׳ אריה רחמימוב אדריכלים ומתכנני ערים בע״מ
אדר׳ ליאורה מירון אדריכלות ותכנון ערים





תוכן העניינים

1. התכנית האגנית ומטרותיה 18

2. המטריצה האגנית 19

שכבות המטריצה

דרגות חופש לניהול ופיתוח אגני

3. עקרונות התכנית האגנית 32

4. מתווה לקידום וניהול מרכיבי אגן ההיקוות 32

5. הנחיות תכנוניות 39

הנחיות לקידום תכניות אסטרטגיות ומתאריות

הנחיות לשילוב התפיסה בתכניות מפורטות

1. התכנית האגנית ומטרותיה

שכבות התכסית הנושאיות, תמונת הפסיפס של האגן, כוללות את ערוצי הנחלים ופשטי ההצפה, מסדרונות אקולוגיים, שטחים חקלאיים, השטח הבנוי, פרוזדורי תחבורה ותשתיות, האצבעות הירוקות, מוסדות חינוך וציבור, יערות ומערכת השטחים הפתוחים, אתרים ומכלולי מורשת, מחצבות ושבילים מרכזיים - ושילובן מייצר את המטריצה האגנית, שהיא השלד והבסיס לתכנית.

המטריצה האגנית מאפשרת לראות ולנתח את יחסי הגומלין המרחביים ואת הקישוריות בתוך השכבות ובין השכבות, ההכרחיים לשמירת תפקוד המערכת ויציבותה. היא מספקת כלים אופרטיביים לשמירה על שלמותה של המערכת ההידרולוגית, האקולוגית והתכנונית מתוך ראייה כוללת ומשולבת.

במהותה, המטריצה האגנית קושרת את השכבות הנושאיות ומראה כיצד הן מייצרות שלם, שמתפקד כמערכת אקולוגית אקווטית ושמכיל את מגוון המערכות היבשתיות כשאלה מחוברות גם לאגני היקוות שכנים – אלכסנדר ופולג בצפון, שורק בדרום והנחלים שמתנקזים מזרחה.

לכל אחת מהשכבות יש כללים ועקרונות שיש לשמור עליהם ולפעול על פיהם כדי שהאדם יפיק את מרב התועלות, לא יפגע ביכולת ליהנות מהם וכן ימנע נזקים מעבר לאלה שכבר קיימים. התכנית האגנית מספקת כלים לאינטגרציה של הכללים והעקרונות של כל שכבה, על מנת להסתכל על המערכת בשלמותה.

מטרת העל:

הכנת תכנית אב כוללת ומדיניות לניהול אגן הירקון - אל-עוג'ה בהתבסס על מכלול ההיבטים ההידרולוגיים, האקולוגיים והסביבתיים ובשילוב נכון עם הפעילות האנושית להפיכת האגן למרחב איכות סביבתי, אורבני ואזורי חוצה גבולות.

מטרות משנה:

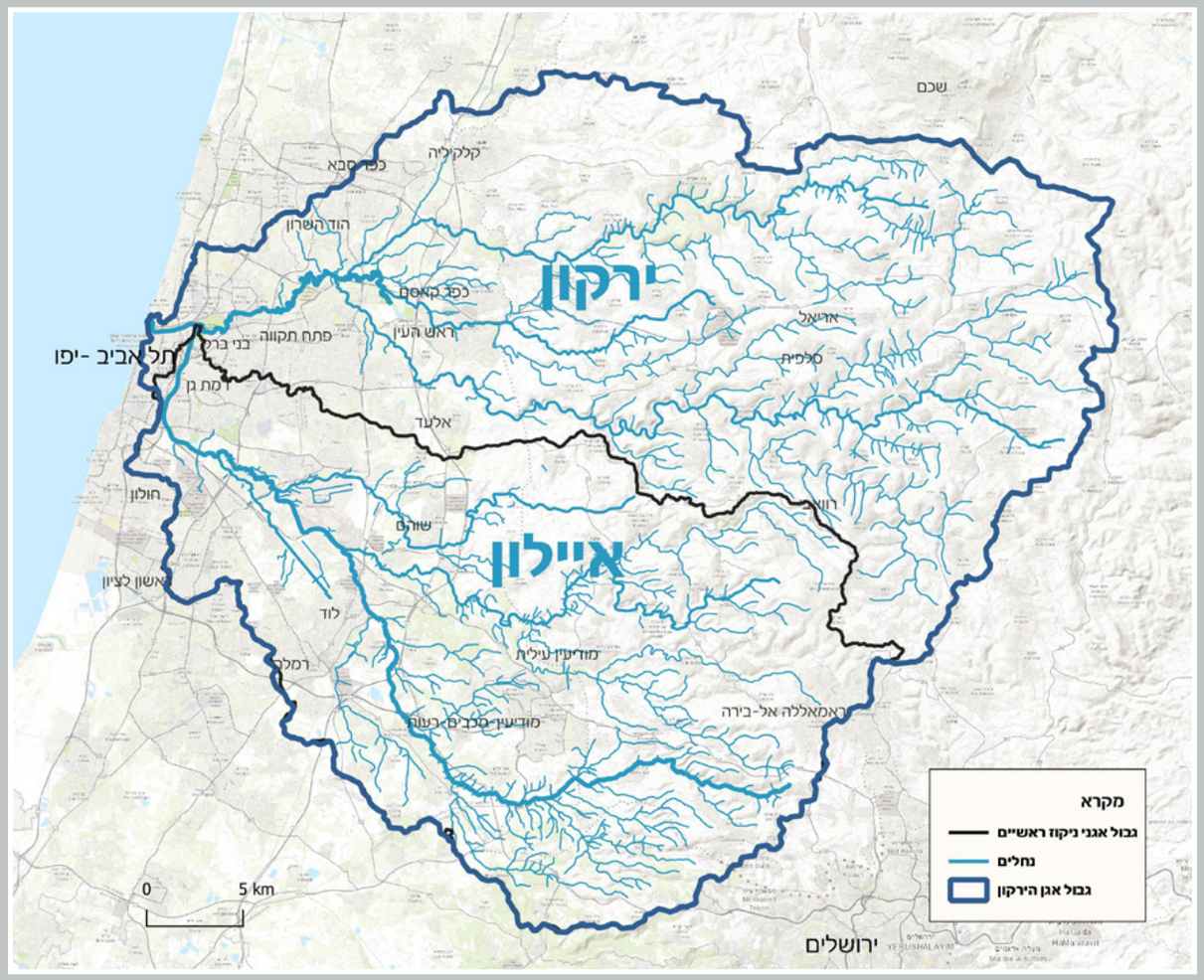
1. שמירה על המאזן ההידרולוגי ומשאבי הטבע
2. שמירה על מרכיבי המערכת האקולוגית והסביבתית
3. שיפור איכות החיים - well being - ומוקדי פנאי ונופש
4. שימור ופיתוח אתרי מורשת, נופי תרבות ותיירות
5. שימור ופיתוח שטחים חקלאיים ותרבות הכפר
6. מימוש הפוטנציאל הכלכלי
7. הצגת תרחישים עתידיים
8. שיתוף אינטנסיבי של משרדי הממשלה, עיריות מועצות אזוריות, מועצות מקומיות ובעלי עניין
9. יצירת בסיס לניהול כלל אגני
10. קשר עם הרשות הפלסטינית
11. מתווה ליישום התכנית

2. המטריצה האגנית

שכבות המטריצה

1. ערוצי הנחלים ופשטי הצפה

הבסיס של המטריצה האגנית הוא מערך הנחלים, הערוצים ופשטי ההצפה, שהם האזורים שלצדי הנחלים והערוצים המוצפים באירועים שיטפוניים המופיעים בתדירויות שונות (ראו תרשים 1). סימונם על גבי מפה בקווים קשיחים אינו אפשרי כי מה שמגדיר אותם הם הגשמים ותפקוד המערכת ההידרולוגית בכללותה. מרכיבי השכבה, תפקודם כצירי ניקוז ותפקידם בצמצום סכנת הצפות, משתלבים עם היותם בתי גידול מיוחדים, מעברים אקולוגיים ברמות שונות וצירים של פעילות פנאי ונופש, כולל שבילים להולכי רגל, מסלולי רכיבה וצירי יוממות ודרכי גישה ומעברים לצורך תחזוקה. צירים אלה נמצאים בשטחים הפתוחים ובשטחים המבונים



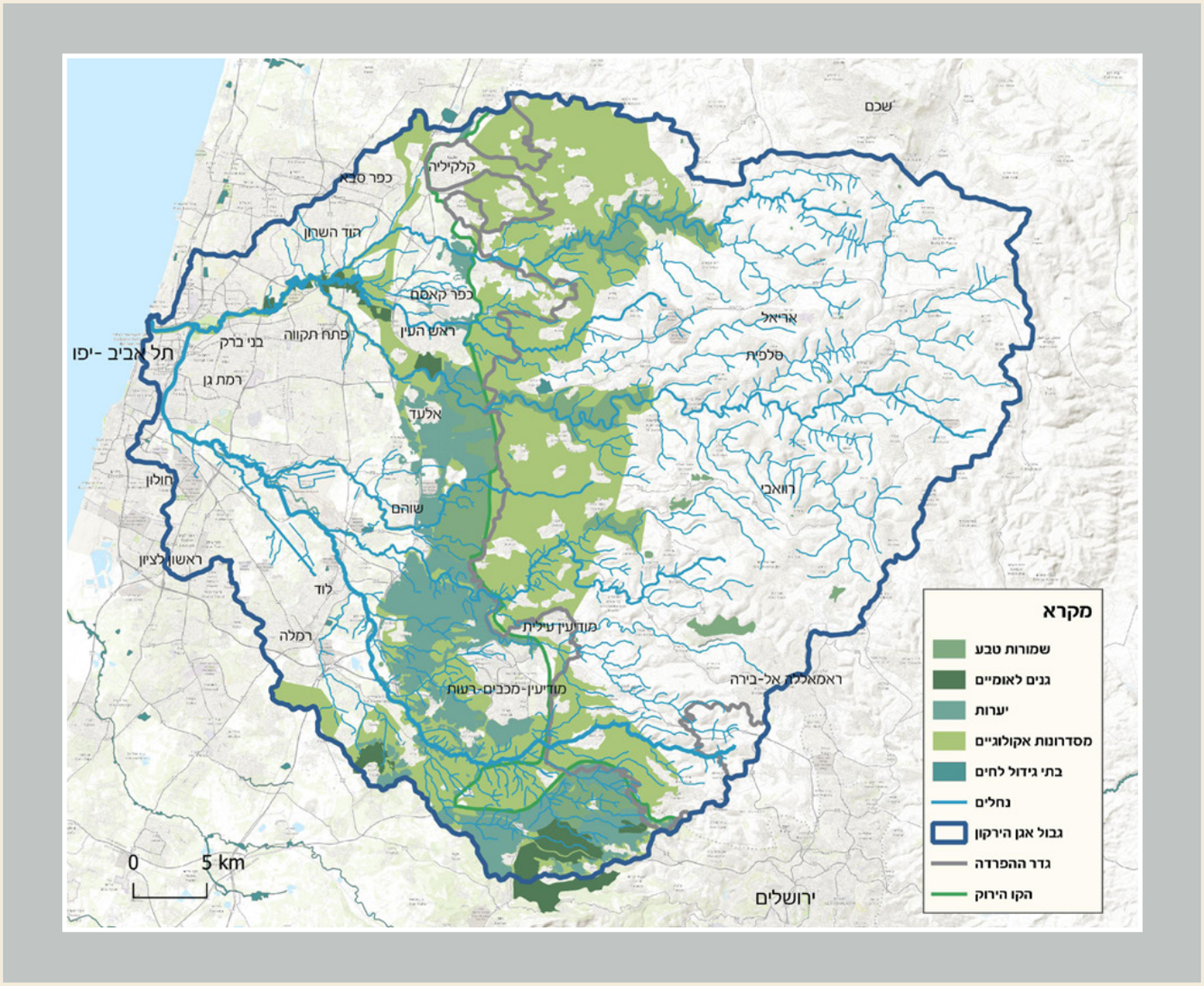
תרשים 1 הנחלים והערוצים באגן הירקון

וכל תכנון ופיתוח מחויב לשמור עליהם. גם לאורך ערוצי הזרימה העירוניים נוצרים רצפים של צירים פתוחים ראשיים, וגם אותם יש לשמר.

פירוט להנחיות לתכנון נמצא בפרק ההידרולוגיה ובפרק האקולוגיה.

2. מסדרונות אקולוגיים

המסדרונות האקולוגיים, הפרוזדורים והמעברים, הם רצפים של שטחים הכוללים: נחלים, פשטי הצפה, שטחים טבעיים, יערות, שטחים חקלאיים ושטחים פתוחים במרחב הבנוי (ראו תרשים 2). רצפים אלו מאפשרים קישוריות, שימור והתחדשות של המערכות האקולוגיות, שמירה על המגוון הביולוגי ותפקוד בתי הגידול השונים. הם מהווים מרכיב תכנוני מרכזי לפיתוח בר קיימא בתחום האגן והכרחיים גם לקישורים היבשתיים לאגנים השכנים.



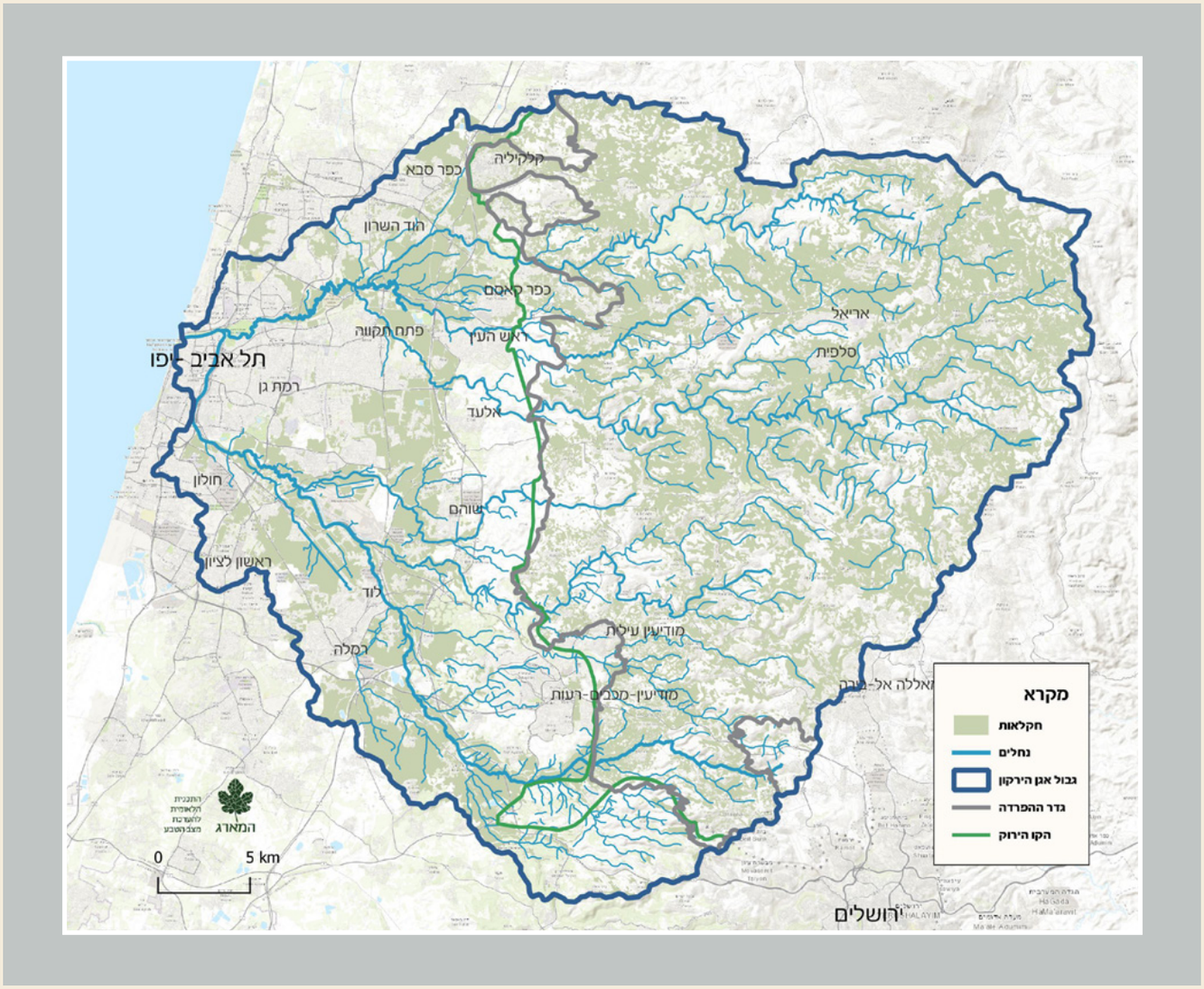
תרשים 2 מסדרונות אקולוגיים באגן הירקון

בעבודה שנעשתה על ידי רשות הטבע והגנים בתחילה בשנת 2000, ואחר כך בשנת 2015, הוגדרו בצורה כללית ממדי מסדרונות אלה, המשרתים צרכים רבים של הסביבה הטבעית. בתמ"א 35 תיקון 1 סומנו המסדרונות האקולוגיים באופן סכמתי בלבד ואילו בתכניות מחוזיות ומקומיות הם כלל אינם מופיעים.

שטחי המסדרונות האקולוגיים המומלצים בתכנית האגנית נקבעו לפי אורכם וזמינותם באגן ההיקוות (בפרק האקולוגיה מפורטים הכללים והחשיבות של שכבה זו).

3. שטחים חקלאיים

בתחום אגן ההיקוות של הירקון מצויים שטחים חקלאים נרחבים ומגוונים מבחינת סוגי הגידולים שבהם (ראו תרשים 3). בהסתכלות על אגן ההיקוות, לשטחים החקלאיים ערכיות גבוהה ממספר בחינות מרכזיות: מאפייני הקרקע והתרומה שלהם למערכת ההידרולוגית



תרשים 3 שטחים חקלאיים באגן הירקון

בפרט והכוללת של האגן, תרומה לרציפות שטחים פתוחים, מגוון של צורות נוף אשר תורמות לייחודיות של המרחב, מורשת כפרית וחקלאית ופוטנציאל לפיתוח מוקדי עניין ללא פיתוח עירוני.

מסמך 'מדיניות תכנון החקלאות והכפר בישראל' (2015) של משרד החקלאות, מדגיש את החשיבות של שימור השטחים החקלאיים, במיוחד אלה הצמודים לאזורים המבונים, כפי שמתקיים בתחום אגן הירקון. מסמך המדיניות של משרד החקלאות מיועד להשתלב במדיניות התכנון הארצית הכוללת, ולתת ביטוי ייחודי להזדמנויות ולמגמות העתידיות של החקלאות בארץ.

התכנית האגנית מסווגת את השטחים החקלאיים לפי הקטגוריות הבאות:

- שטחים חקלאיים רחבים ורציפים.
- מובלעות של שטחים חקלאיים בין ובתוך רצפים של אזורים בנויים.

קיימת חשיבות רבה לשמירה על המסדרונות האקולוגיים באזורים חקלאיים לצורך הבטחת הקישוריות ושמירה על המגוון הביולוגי. תכנון וניהול המסדרונות בשטחים אלו חייב לשמר אזורי חיץ בין השטחים החקלאיים וכתמי צמחייה טבעית בתוך השטחים.

4. שטח בנוי ותשתיות

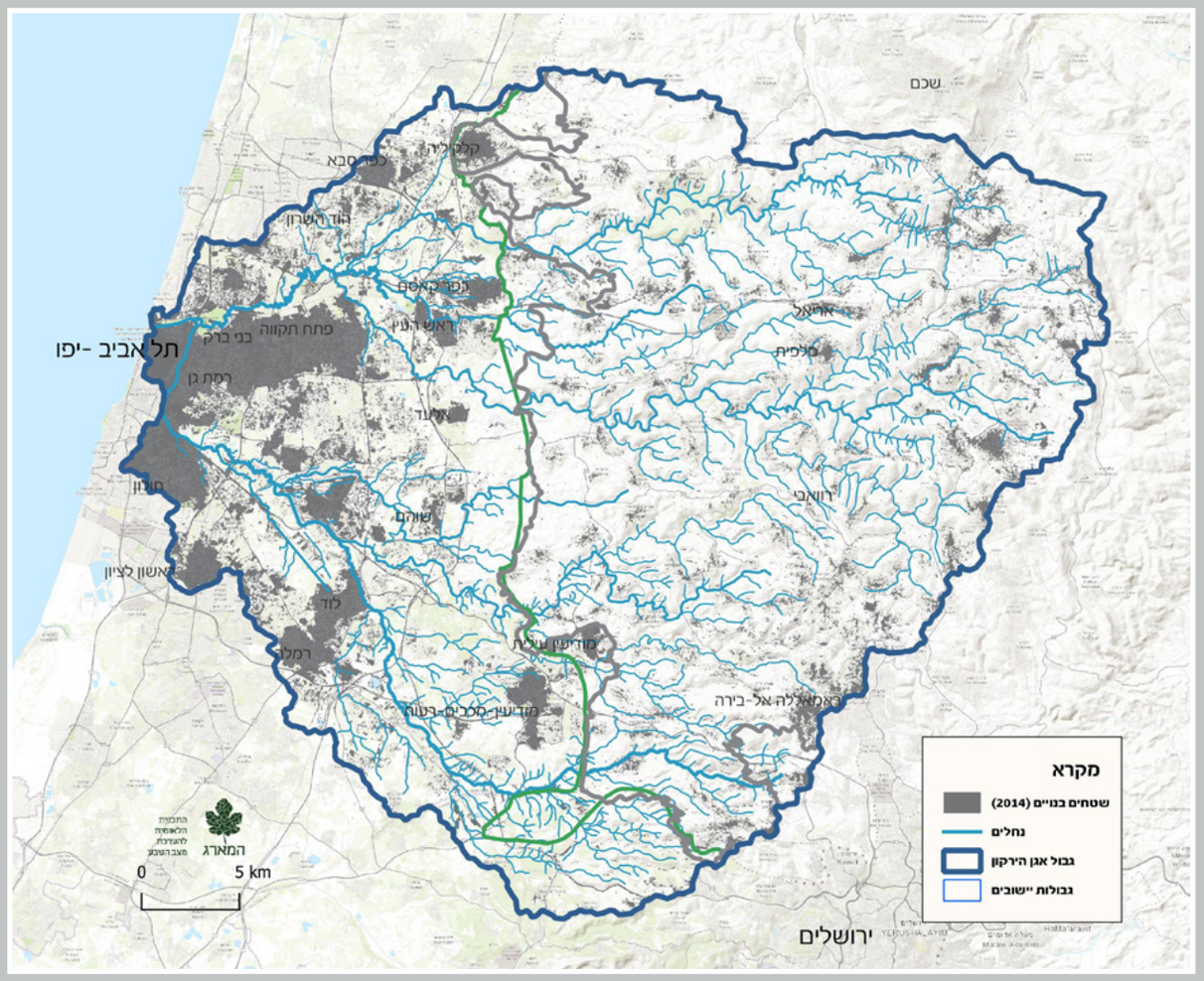
תכסית השטח הבנוי ממערב לקו הירוק היא כ-30% וממזרחו כ-7% (ראו תרשים 4). בשנים הבאות התכסית הבנויה צפויה לגדול. המשמעות היא שינויים הידרולוגיים באגן, עלייה במספר התושבים יחד עם עליית הצורך בשטחים פתוחים לטובת איכות החיים של התושבים. סה"כ מתגוררים באגן כיום מעל 2.5 מיליון תושבים, שליש מהם ממזרח לקו הירוק ושני שליש ממערב לו. סביר להניח שהאוכלוסייה תוכפל בעוד כ-30 שנה וכך גם הצפיפות והשטח הבנוי. מכאן נובעת החשיבות הרבה של תכנון המשמֵר את רצף המטריצה האגנית תוך השמת דגש על הגדלת הצפיפות ופיתוח צמוד דופן.

מערכות התחבורה והתשתיות הארציות המקשרת בין צפון הארץ לדרומה, כדוגמת: מסילות הברזל, כבישים לאומיים, קווי חשמל, גז ואחרים, חוצות את האגן לאורכו ולרוחבו. המערכות עמוסות כיום, במיוחד ממערב לקו הירוק, והן תמשכנה בעתיד להתפתח ממערב וממזרח לקו הירוק, ולהוות בזכות רציפותן והיעדר הבינוי לאורכן, פוטנציאל להשלמת רשת המטריצה הירוקה.

במערכת התשתיות ניתן לכלול גם את המחצבות בתחום האגן, שלאחר שיקומן יכולות להיכלל במרכיבי המטריצה האגנית כחלק ממערך השטחים הפתוחים, וכחלק ממערכת הניקוז וניהול משאבי המים האגניים.

מלבד הניסיון לנצל את הקישוריות של מערכת התחבורה והתשתיות, יש להקפיד שהיא לא תפגע במאפיינים ההידרולוגיים וברצפים האקולוגיים הקיימים באגן.

פירוט לגבי השטח הבנוי והתשתיות הנמצאות באגן ההיקוות ניתן למצוא בפרק רקע כללי, ופרק מכלולי מורשת ונופי תרבות.



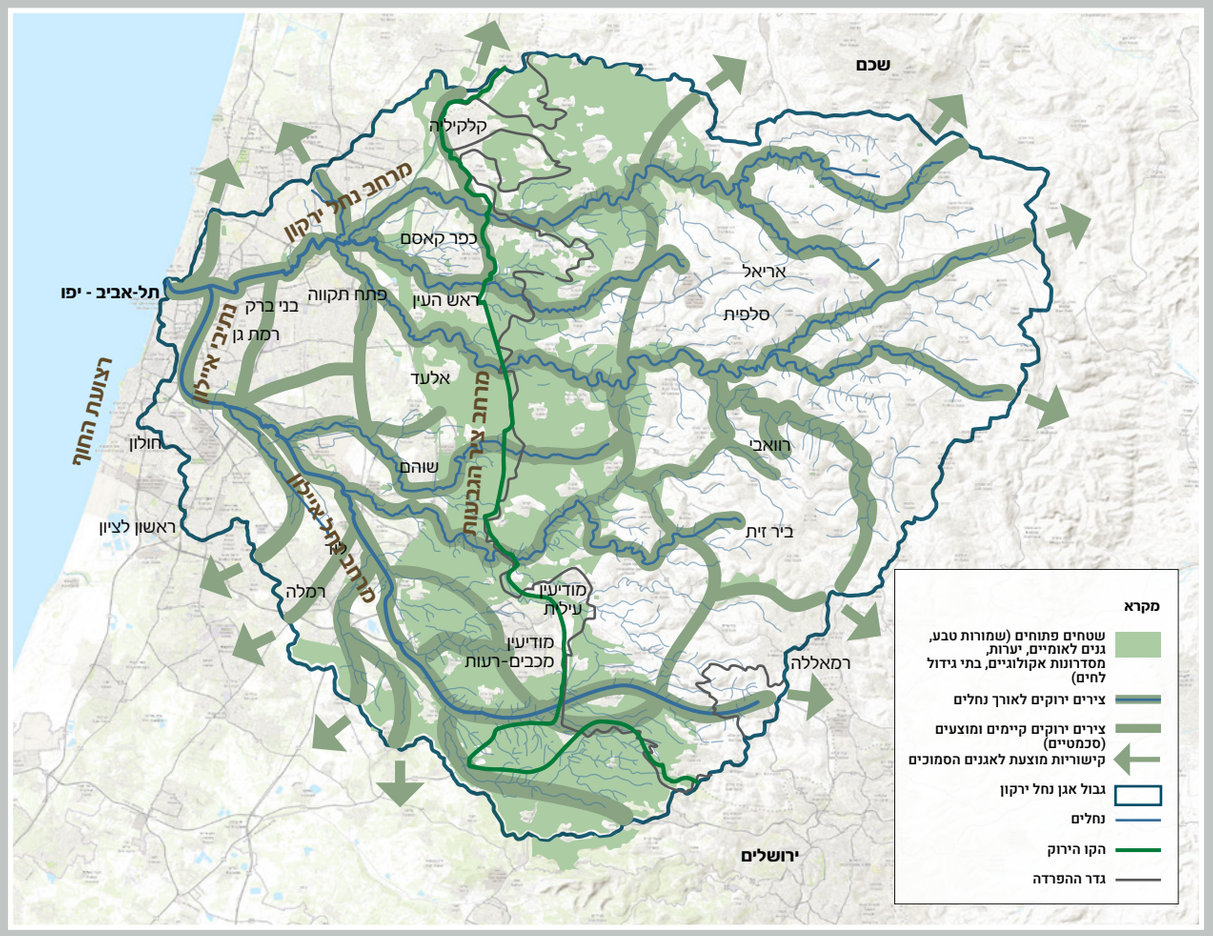
תרשים 4 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון בנגב)

5. 'האצבעות הירוקות', צירים ירוקים פתוחים וטבע עירוני

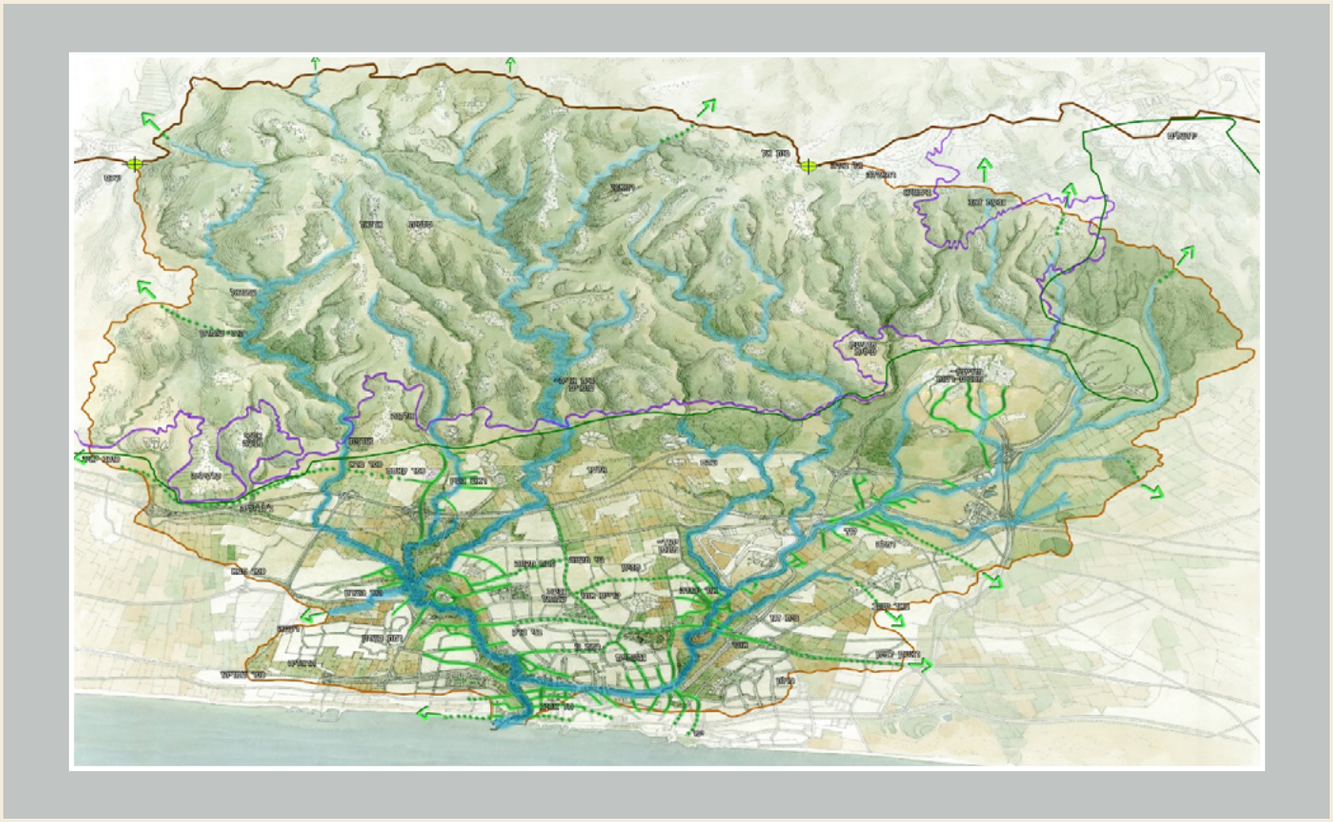
'האצבעות הירוקות' הינן רצפים של פארקים, גינות ציבוריות, שדרות וצירים פתוחים, שחשובים ליצירת קשרים בין המרחבים העירוניים המגוונים לבין המרחב של הירקון ויובליו (ראו תרשים 5).

במסגרת התכנית סומנו כ-40 צירים ירוקים לאורך הירקון, צירים קיימים ופוטנציאליים, מאזור השפך ועד לראש העין. מספר דומה אותר גם לאורך האיילון ובאומדן כללי מדובר בכ-300 ק"מ של צירים ירוקים המקשרים בין האזורים המבונים לבין הנחלים ממערב לקו הירוק. קיים פוטנציאל למספר דומה ממזרח לקו הירוק.

התכנון הסטטוטורי ותכניות הפיתוח צריכים לייצר קשרים וחיבורים מהשטחים הפתוחים אל האזור הבנוי ולהפך (ראו תרשים 6).



תרשים 5 אצבעות ירוקות וצירים ירוקים מרכזיים על גבי מסדרונות אקולוגיים, באגן הירקון

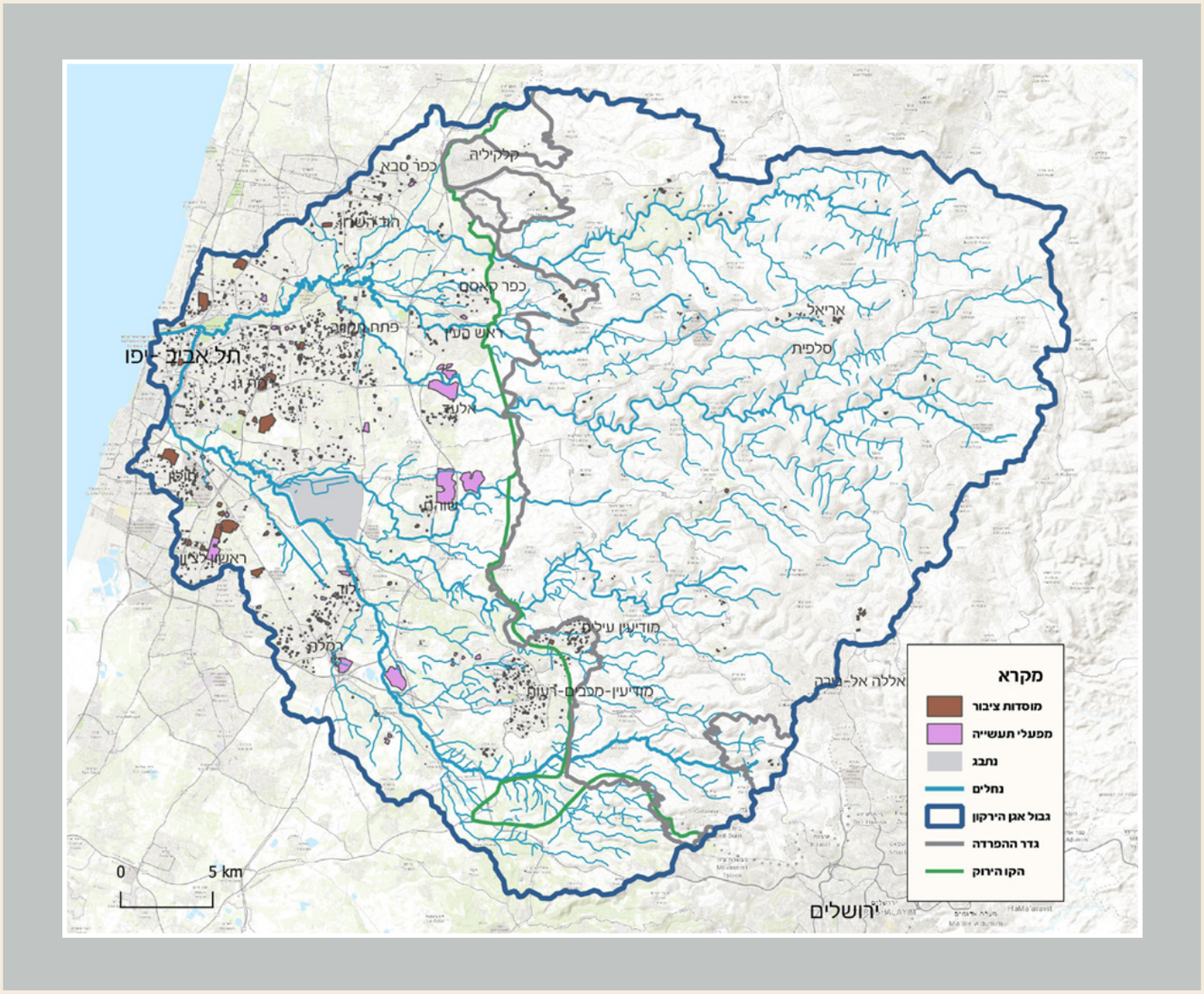


תרשים 6 הדמיה של אגן הירקון והאצבעות הירוקות

6. מוסדות חינוך וציבור

צוות התכנון מיפה את מוסדות החינוך והציבור המרכזיים המצויים באגן הירקון ממערב לקו הירוק (ראו תרשים 7). מוסדות אלו הינם בעלי חשיבות מקומית, אזורית, ארצית ובינלאומית וכוללים מרכזי השכלה, חינוך, מורשת ותרבות. חלקם נמצאים על שפת הנחלים ממש וחלקם נמצאים לאורך הצירים הפתוחים ו'האצבעות הירוקות' המובילים לנחל, ובכך הם מחזקים את הקשר בין השטח הבנוי לבין מערך הנחלים והשטחים הפתוחים.

מוצע לאמץ מאפיין זה כעיקרון בסיסי במיקום ובפיתוח מוסדות דומים בעתיד.



תרשים 7 מוסדות ציבור ואזורי תעשייה (מקור - מרכז למיפוי ישראל)

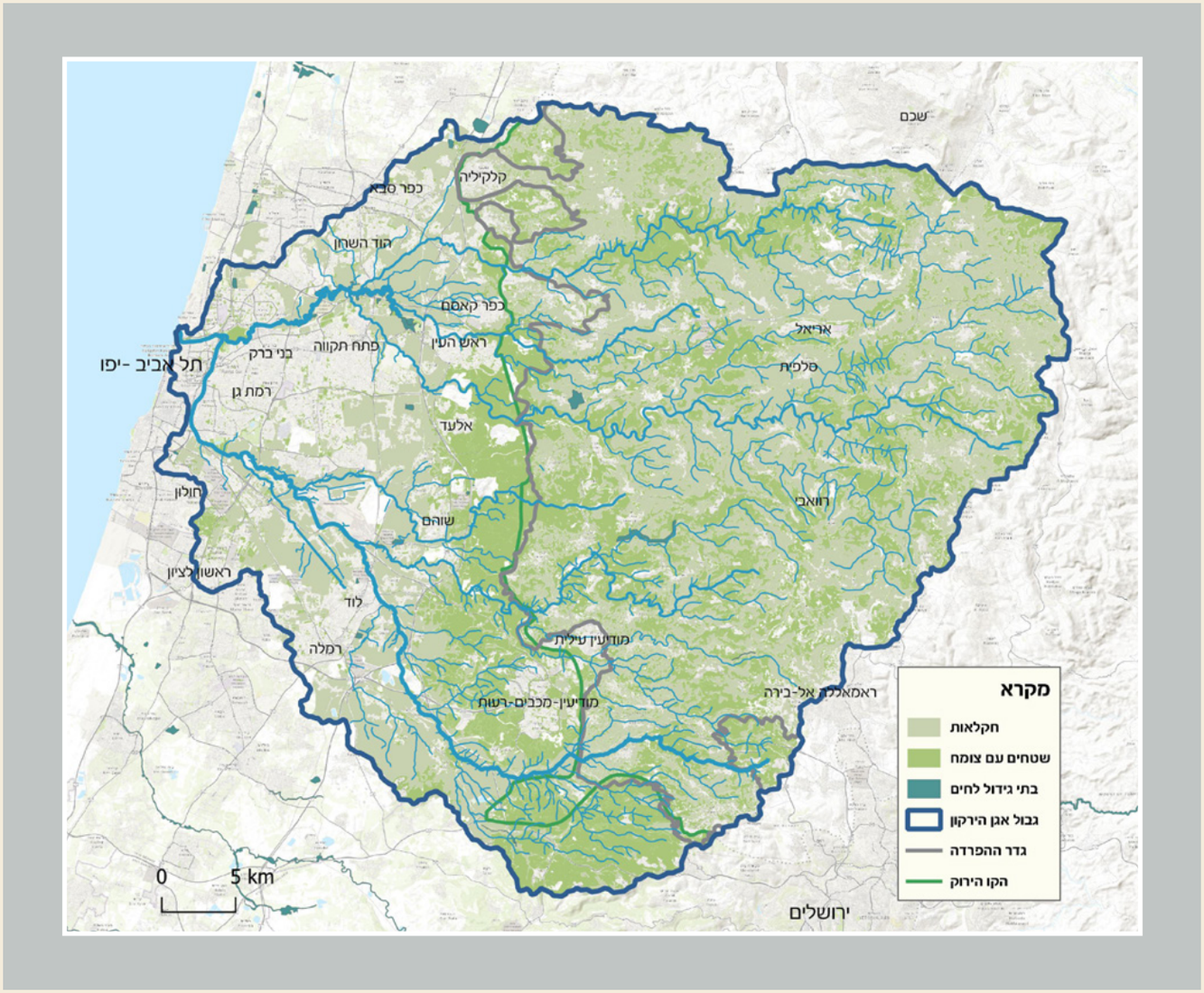
7. מערכת השטחים הפתוחים

שטחים נרחבים בתוך האגן מעוגנים סטטוטורית כשמורות טבע, גנים לאומיים, יערות ופארקים – אלו הם שטחי הליבה, 'המקור', המכונים גם 'חיק הטבע' – שטחים טבעיים או חצי טבעיים בעלי ערכיות גבוהה שבהם נשמרים רוב המשאבים הטבעיים (ראו תרשים 8). חשיבותם בראייה האגנית נובעת מהערכיות הגבוהה שלהם ומהרצף המרחבי והקישוריות שהם יוצרים.

חלקו המערבי של אגן הירקון הינו האזור הצפוף ביותר במדינה ואילו השטח הפתוח לתושב קטן באופן משמעותי מבשאר האזורים ולכן קיימת חשיבות גדולה בשימורו.

במרכז האגן מכיוון צפון לדרום, בין מישור החוף ממערב והרי השומרון ממזרח, חוצה ציר אקולוגי מרכזי – ציר הגבעות. הציר משמש כחלק ממסדרון אקולוגי ארצי, בין השאר בשל היותו שטח פתוח גדול ורצוף במרכז הארץ. קו התפר, בתחום האגן, עובר לאורך ציר זה.

במסמך שהכינה רשות הטבע והגנים, 'מסדרונות אקולוגיים ושטחים פתוחים - כלי לשמירת טבע', בתמ"מ 3/21, בתמ"א 35 ובתמ"א 1 - הוכר הציר כמסדרון אקולוגי מרכזי. ללא ספק, מדובר במרכיב חשוב במערכת האקולוגית האגנית והוא מהווה את הצלע השלישית במשולש האגני, הכולל גם את צלע מרחב הירקון וצלע מרחב איילון. לציר הגבעות יש גם המשכיות מזרחה לאורך ערוצי הנחלים העיקריים.



תרשים 8 שטחים ירוקים באגן הירקון

יערות קק"ל במרחב האגן, המעוגנים בתמ"א 22, מתרכזים במיוחד לאורך ציר הגבעות, המלווה את הקו הירוק ומהווה חלק משמעותי מהציר האקולוגי המרכזי החוצה את המדינה מצפון לדרום.

שבילים מרכזיים כשביל ישראל ושביל ישראל לאופניים מהווים חלק ממערכת השטחים הפתוחים.



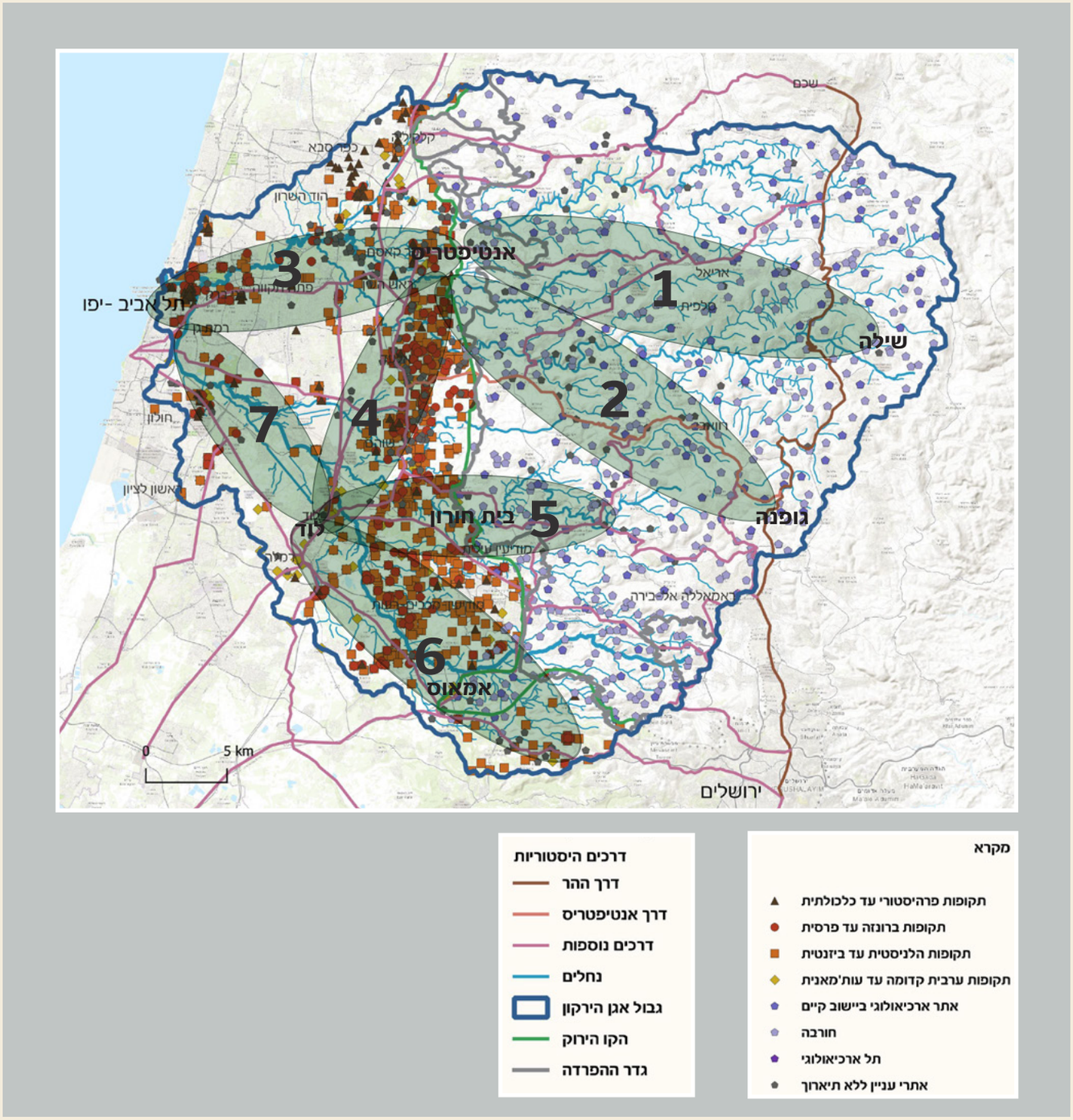
שטחים חקלאיים במרחב

8. אתרי מורשת, הדרכים העתיקות ומכלולים

באתרים ארכיאולוגיים שונים בתחום האגן קיימות עדויות לכ-20 תקופות היסטוריות. באגן מצויות גם הדרכים ההיסטוריות אשר חיברו בעבר בין יפו לירושלים ושכם, בכיוון מזרח־מערב. דרכים אלה הובילו לאזור אנטיפטריס (תל אפק) ומבוא בית חורון ולוד ומשם מזרחה עד קווי פרשת המים. בכיוון צפון־דרום עברה הדרך הבינלאומית החשובה מתקופת הברונזה, ה'ויה מריס' (דרך הים) והתחברה ל'דרך ההר' (דרך האבות). לאורך דרכים אלו התפתחו על פני התקופות ההיסטוריות מאות אתרים, חלקם חשובים ביותר להבנת המרחב כולו.

התכנית האגנית מציעה לפתח את נושא המורשת, תוך גיבוש שבעה מכלולים אזוריים המחברים בין מוקדי התרבות ההיסטוריים העיקריים באגן (פירוט בפרק מכלולי מורשת ונופי תרבות). החלוקה למכלולים תאפשר תכנון, פיתוח וניהול בראייה כוללת. שלושה מהמכלולים נמצאים באזור השפלה, מערבית לקו הירוק (מכלול 3 - שפך הירקון-אנטיפטריס; מכלול 7 - יפו-לוד; ומכלול 4 - ציר הגבעות-לוד–אנטיפטריס). מכלול נוסף מחבר בין לוד ורמלה, מזרחה לכיוון אמאוס, שער הגיא ואבו גוש (מכלול 6). שלושה מכלולים

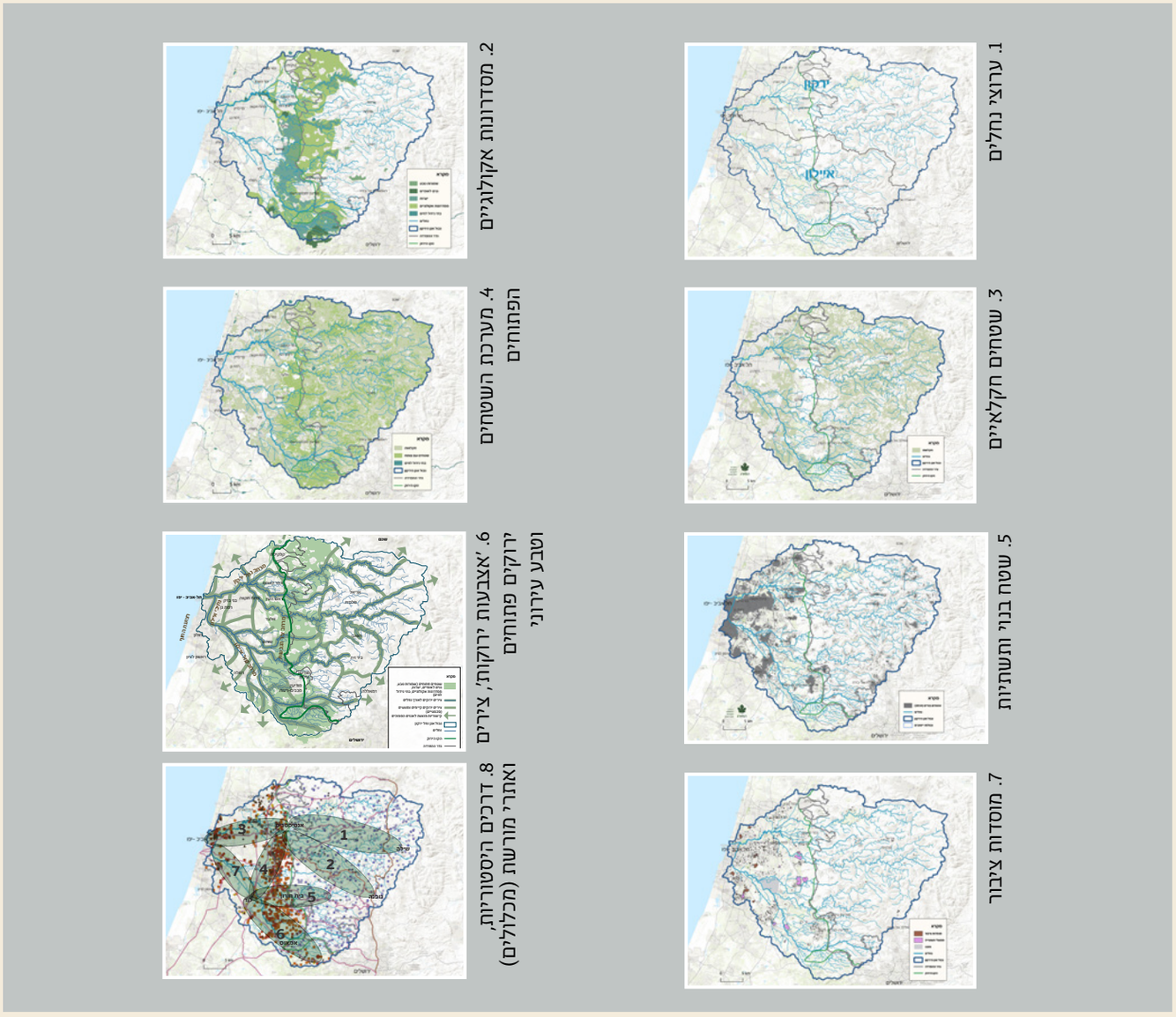
נוספים חוצים את הקו הירוק, מרמלה-לוד לכיוון מעלה בית חורון (מכלול 5); מאנטיפטריס לכיוון גופנא (מכלול 2); ולכיוון שילה (מכלול 1). שבעת המכלולים הללו (ראו תרשים 9), מגדירים את נופי התרבות והמורשת העיקריים שבאגן.



תרשים 9 מכלולי המורשת באגן הירקון על רקע מפת האתרים והדרכים העתיקות

ראייה אינטגרטיבית כוללת של שכבות המטריצה האגנית חיונית לשימור, לפיתוח, לתכנון ולניהול האגן. השכבות שמרכיבות את תכנית האב מוצגות בסכמה הבאה כשכל אחת מהן יכולה להיות בהעדפה שונה (כפי שהוצג בסעיף ג3) וממחישות את החשיבות והמורכבות של שימור ושילוב כל הנושאים הרלוונטיים בתכנון, שימור, פיתוח וניהול האגן.

להלן מוצגת מפת המטריצה האגנית על כלל שכבותיה (ראו תרשים 10). השכבות השונות עברו הכללה ושכבות התשתיות והמחצבות אינן מופיעות במפה בשל עומס הנתונים:



תרשים 10 שכבות המטריצה האגנית

מבנה המטריצה האגנית כולל באופן פוטנציאלי אין־ספור שילובים של רמות סדר עדיפות שונות של השכבות היוצרות אותה. על מנת לשמור על מערכת אגן ההיקוות, פיתוח כל אחת משכבות המטריצה האגנית ייעשה תוך בדיקת יחסי הגומלין בין השכבה הנדונה לבין השכבות האחרות, בהסתכלות רחבה ואינטגרטיבית של כלל השכבות.

דרגות חופש לניהול ופיתוח אגני

התכנית מגדירה לכל אחת משכבות המטריצה טווח פוטנציאלי שונה של קביעת סדר עדיפות. הטווח נקבע על פי הניתוח המקצועי שנעשה לכל שכבה (ראו בפרקים הבאים של הדוח) על כלל ההיבטים הנוגעים לאגן ההיקוות.

1. **דירוג גבוה:** שתי השכבות הראשונות - נחלים ומסדרונות אקולוגיים, הינן בסדר עדיפות ראשון באופן מוחלט, ללא אפשרות לשינוי. הגדרה זאת היא תנאי להמשך הקיום של שני המרכיבים הללו באגן ההיקוות.
2. **דירוג בינוני:** שכבות 3, 4 ו-6 (חקלאות, מערכת השטחים הפתוחים ואצבעות ירוקות) הן בסדר עדיפות בינוני, כך שניתן לדרג אותן בין עדיפות ראשונה לשלישית. הטווח נקבע לאור העובדה כי ניתן לפתח אותן בדרגות שונות, ועדיין לשמור על המאפיינים שלהן להמשך קיומן במרחב.
3. **דירוג בינוני־נמוך:** שכבה 5 (בינוי ותשתיות) היא השכבה היחידה שטווח הדירוג שלה הוא בין עדיפות שנייה לרביעית, כך שאין אפשרות לדרג אותה בעדיפות ראשונה, מתוך הנחה כי דירוג שלה בעדיפות ראשונה יבטל באופן מוחלט מספר רב מתוך שאר השכבות המרכיבות את המטריצה.
4. **דירוג גמיש:** שכבות 7-8 (מוסדות ציבור, דרכים היסטוריות ואתרי מורשת) הן שכבות שטווח הדירוג שלהן הוא בין עדיפות ראשונה לרביעית. התכנית ממליצה להכליל את שני המרכיבים הללו בכל פיתוח שמקודם במרחב האגן, אך הביטוי ורמת הפיתוח גמישה בהתאם לאופי המקום.

טבלה 1 מציגה את טווח סדר העדיפות הפוטנציאלי של כל שכבה במטריצה האגנית:

	נושא	סדר עדיפות			
		I	II	III	IV
1	ערוצי הנחלים ופשטי הצפה	+			
2	מסדרונות אקולוגיים	+			
3	שטחים חקלאיים	+	+		
4	מערכת השטחים הפתוחים	+	+		
5	שטח בנוי ותשתיות		+	+	+
6	'אצבעות ירוקות', צירים ירוקים פתוחים וטבע עירוני	+	+	+	
7	מוסדות ציבור	+	+	+	+
8	דרכים היסטוריות ואתרי מורשת (מכלולים)	+	+	+	+

טבלה 1 טווח סדר העדיפות הפוטנציאלי של כל שכבה במטריצה האגנית

3. עקרונות התכנית האגנית

התכנית היא מכלול השכבות היוצר את שלד המטריצה האגנית לפי העקרונות הבאים:

1. הנחלים מהווים בסיס לקישוריות התפקודית והמרחבית באגן ולפיתוחו בעתיד. שימור המאזן ההידרולוגי באגן כולו יתבסס ככל האפשר על טיפול בנגר קרוב למוצאי הניקוז הטבעי שבהם הזרימה היא בעצימות נמוכה. המטריצה האגנית מהווה פלטפורמה מרחבית לקישוריות רב־תפקודית - הידרולוגית, אקולוגית, חקלאית, מורשתית ותרבותית, בשטחים הבנויים והפתוחים.
2. המטריצה האגנית מאחדת את כל הרצפים הפתוחים – מסדרונות אקולוגיים, שטחים חקלאיים, פארקים, אצבעות ירוקות, גינות וטבע עירוני. יש לדאוג לשימור מרבי של רציפות מרחבים פתוחים לצורך שמירה על התפקוד ההידרולוגי, אקולוגי, סביבתי ושלמות המערכת האגנית בכללותה. משמעות הדבר היא ציפוף המרחבים האורבנים הקיימים והדגשת פיתוח ובינוי חדש צמוד־דופן. גם במרחב התפר החוצה את האגן תישמר קישוריות מערך שכבות המטריצה האגנית.

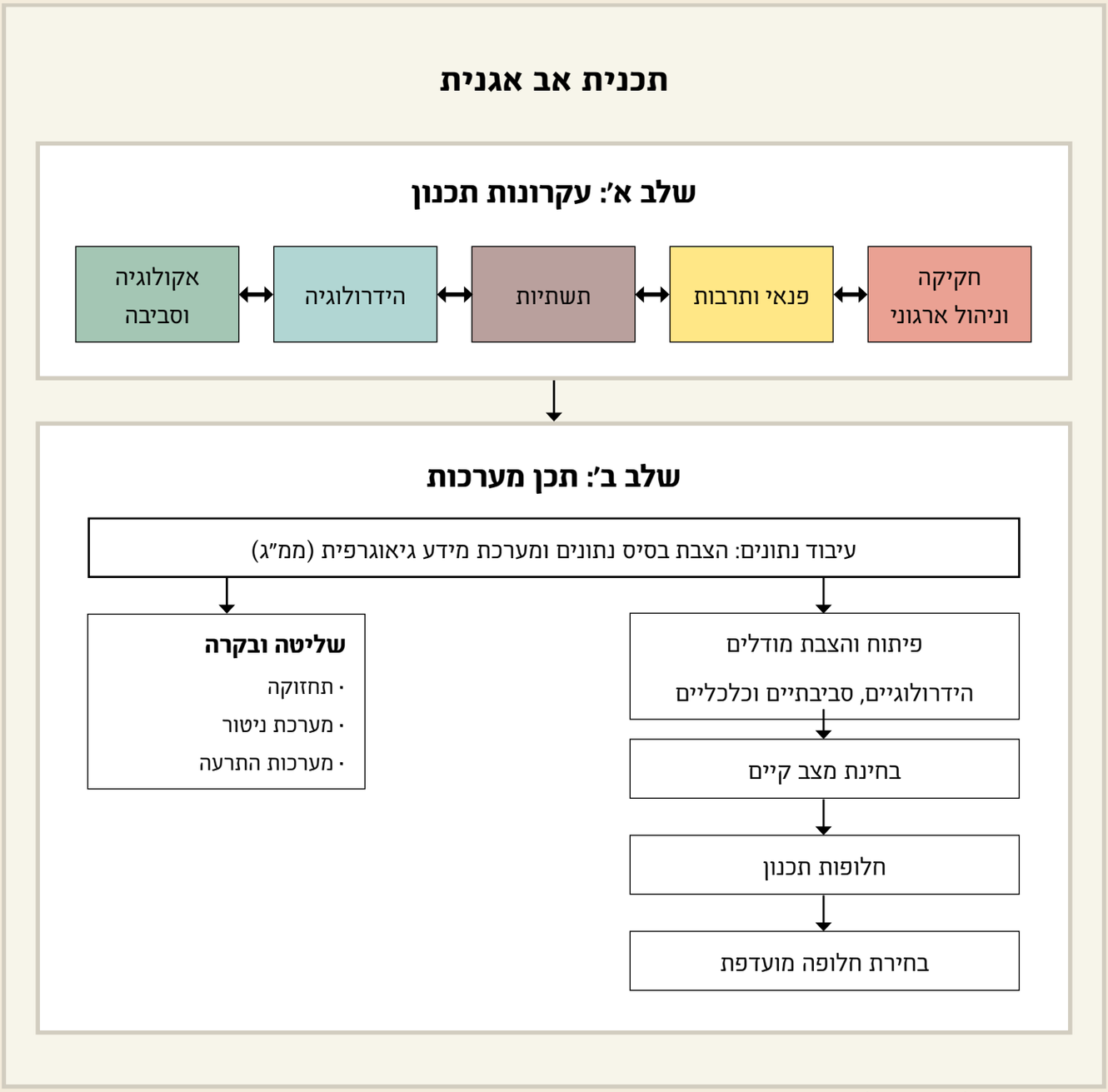
4. מתווה לקידום וניהול מרכיבי אגן ההיקוות

תכנית האב האגנית כוללת מספר תחומי התייחסות, בהם: הידרולוגיה, אקולוגיה, סביבה, בינוי ותשתיות, פנאי ותרבות, חקיקה וניהול אגני. לכל אחד מהתחומים התבצעה סקירה וניתוח בהסתכלות אגנית בפרקים הנושאיים של תכנית האב. המטריצה האגנית אשר מפורטת בסעיפים 2 בפרק זה, מגדירה את אופן התייחסות לכלל התחומים בהסתכלות רחבה ואינטגרטיבית.

במקביל לראייה המתכללת, לכל מרכיב נדרשת התייחסות פרטנית וכיווני חשיבה ייחודיים.

התרשימים המובאים להלן (ראו תרשים 11) כוללים את כלל תחומי תכנית האב האגנית, ומגדירים שני שלבי התייחסות:

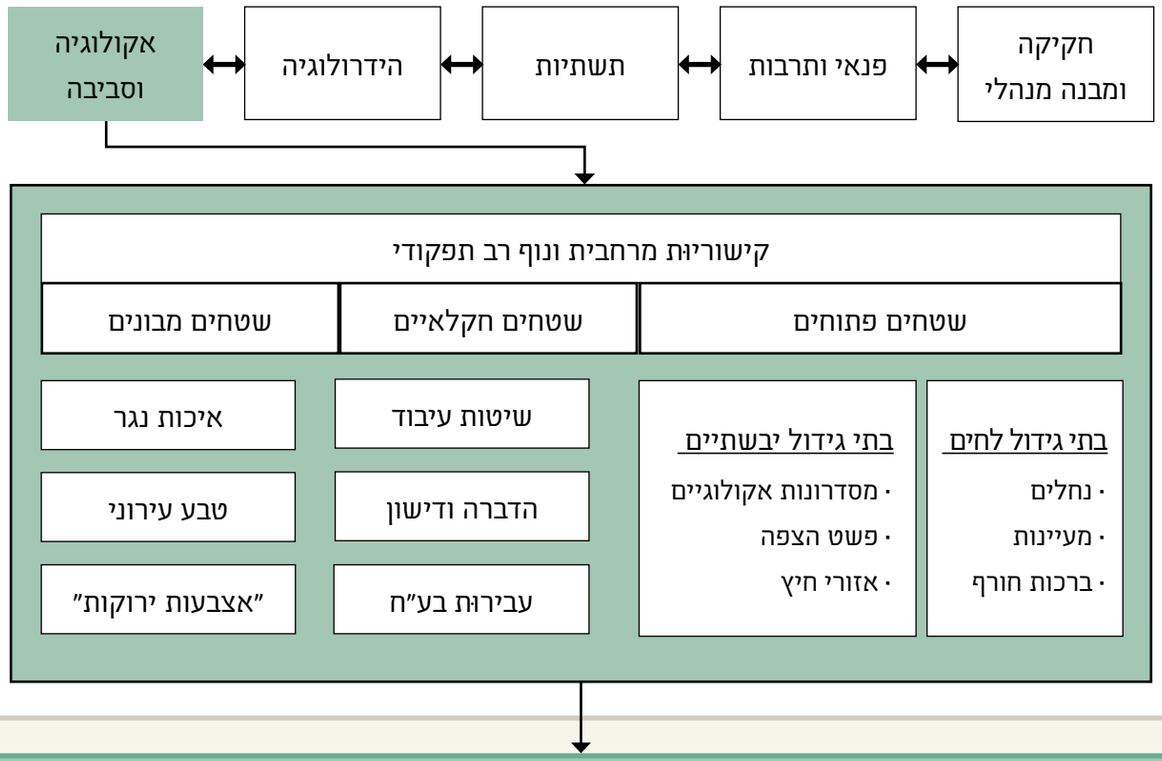
- שלב א' – עקרונות תכנון: בחלק זה מתוארים כלל המרכיבים הכלולים תחת אותו התחום. מרכיבים אלו הם הביטוי הפיסי או המינהלי הרלוונטיים של התחום בהתייחס למרחב אגן ההיקוות.
  לדוגמה: בתחום ההידרולוגיה נכללים 4 מרכיבי ביניים: גשמים, נגר עילי, איכות מים, מי תהום. כל אחד מהמרכיבים מקבל פירוט נוסף של תתי־מרכיבים.
- שלב ב' – תכן מערכות: שלב זה מפרט את תהליך היישום המותאם לכל אחד מהתחומים.



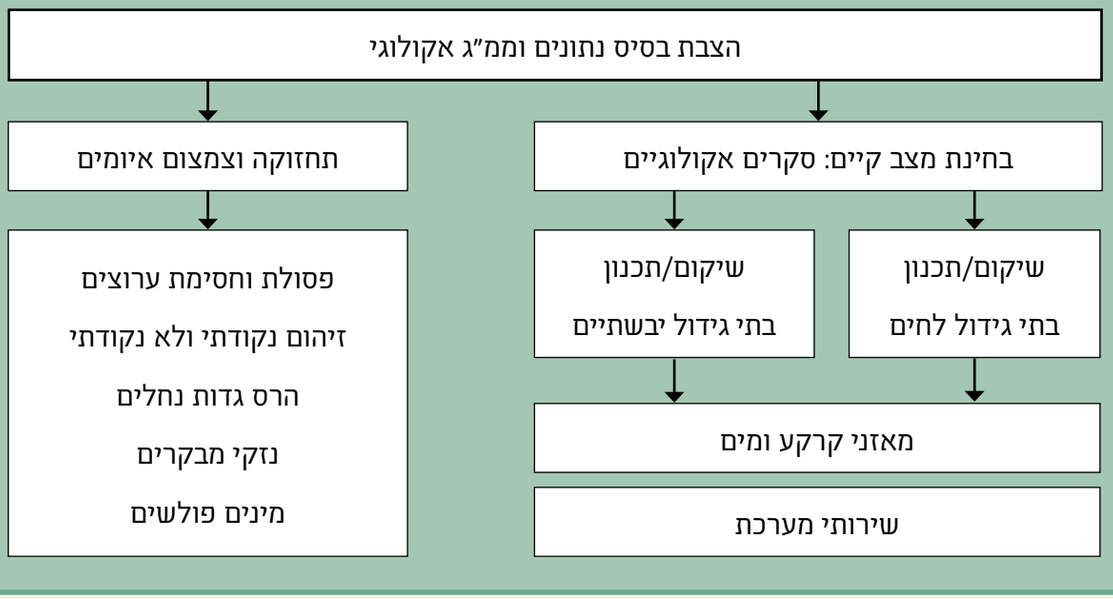
תרשים 11 מתווה לקידום וניהול מרכיבי אגן ההיקווה

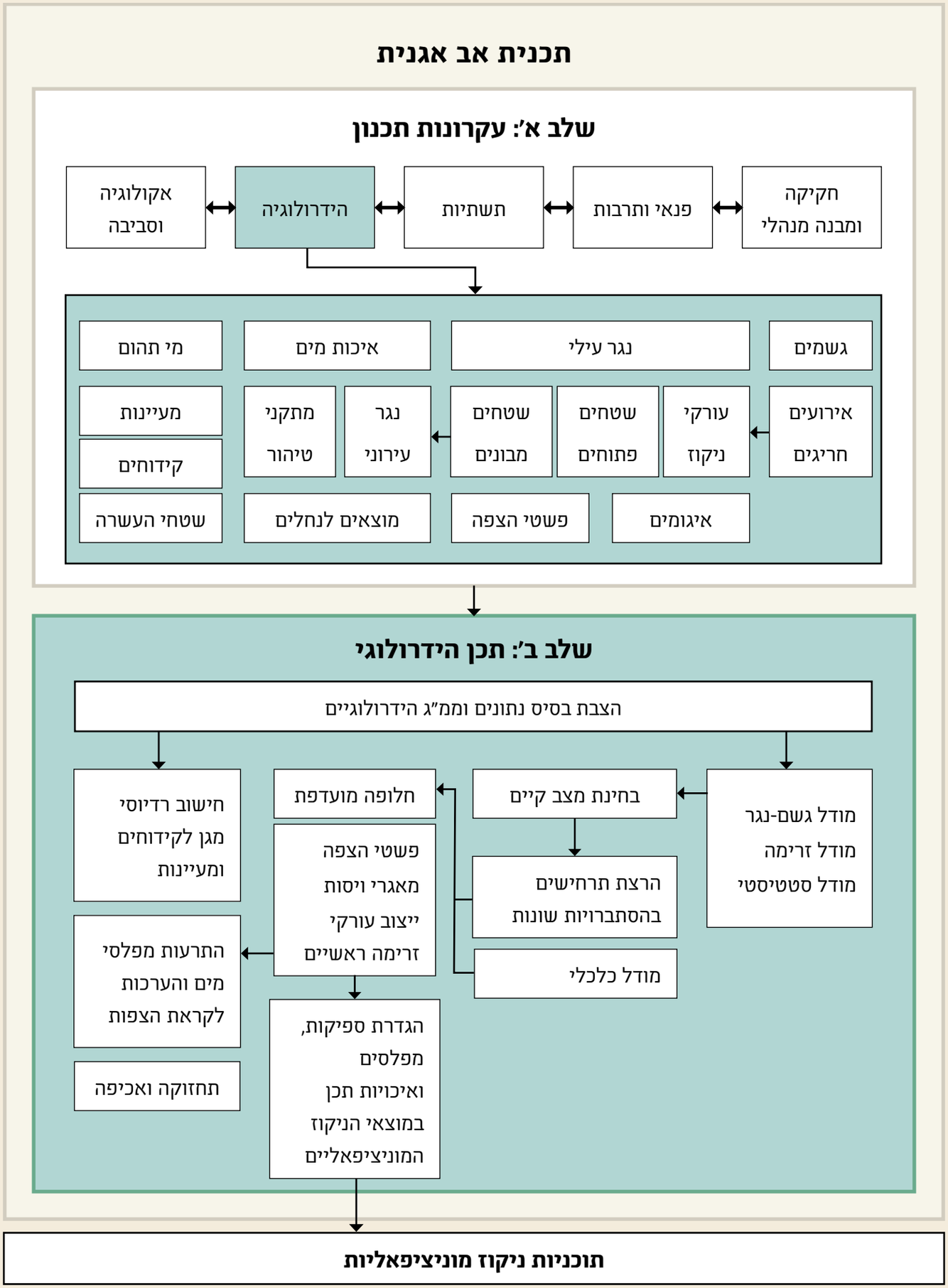
תכנית אב אגנית

שלב א': עקרונות תכנון



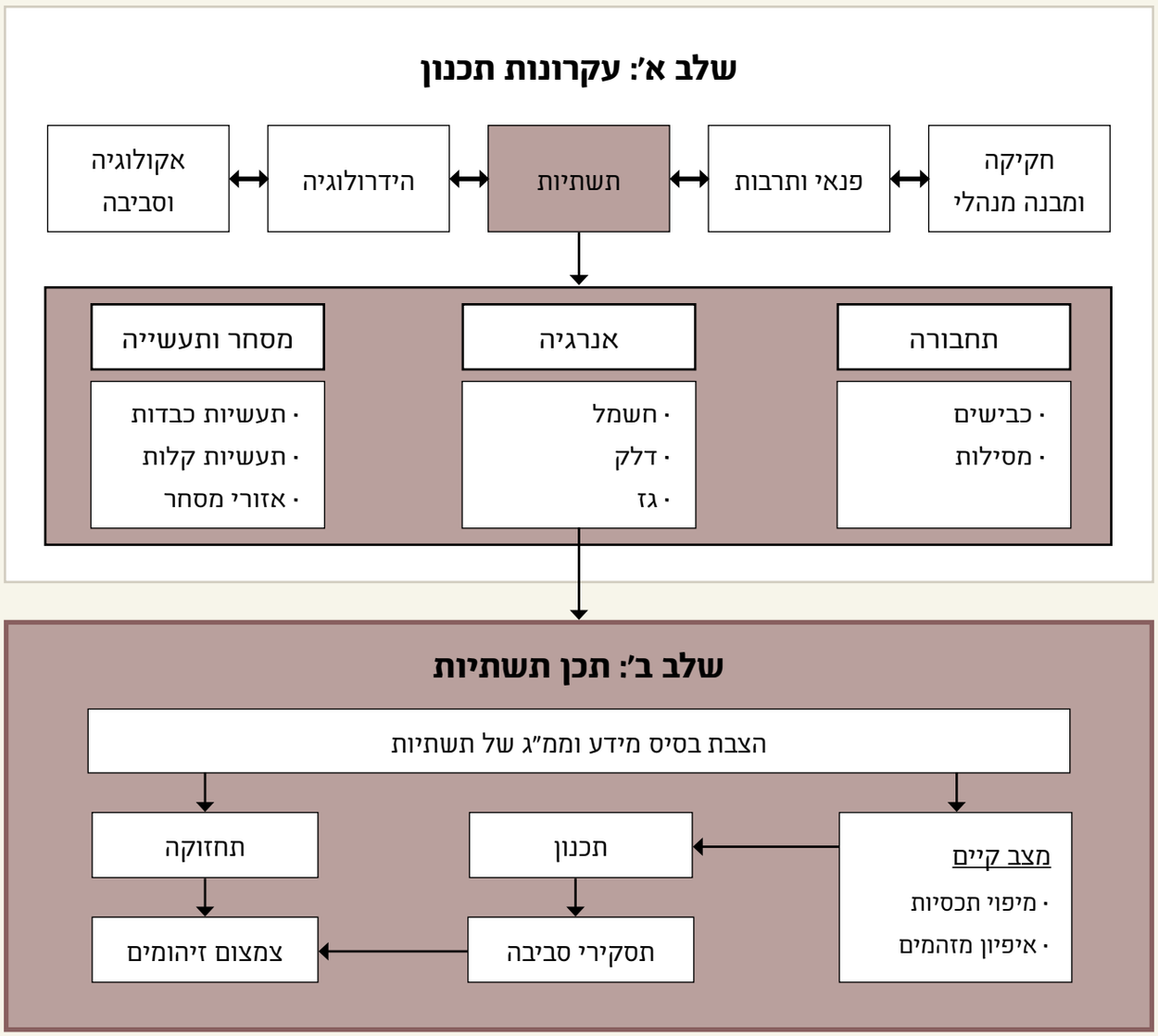
שלב ב': תכן אקולוגי





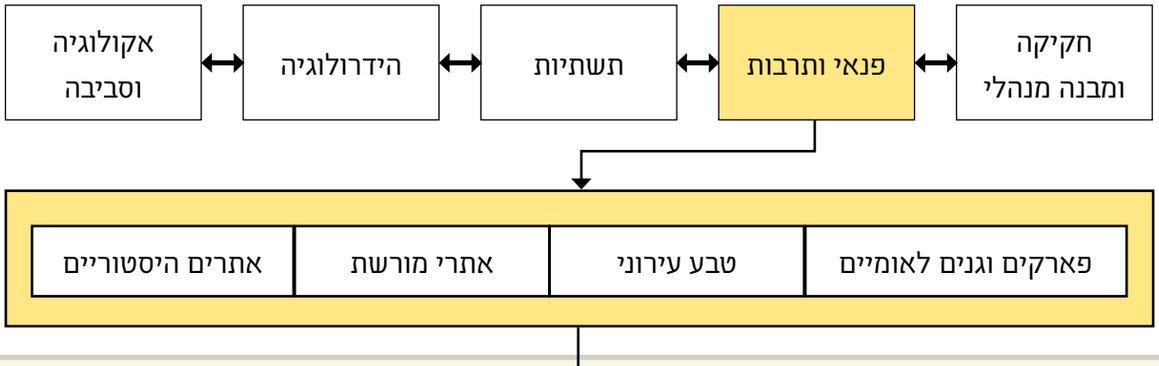
פירוט לגבי ניהול מי הנגר העילי ניתן למצוא בפרק ההידרולוגיה

תכנית אב אגנית



תכנית אב אגנית

שלב א': עקרונות תכנון

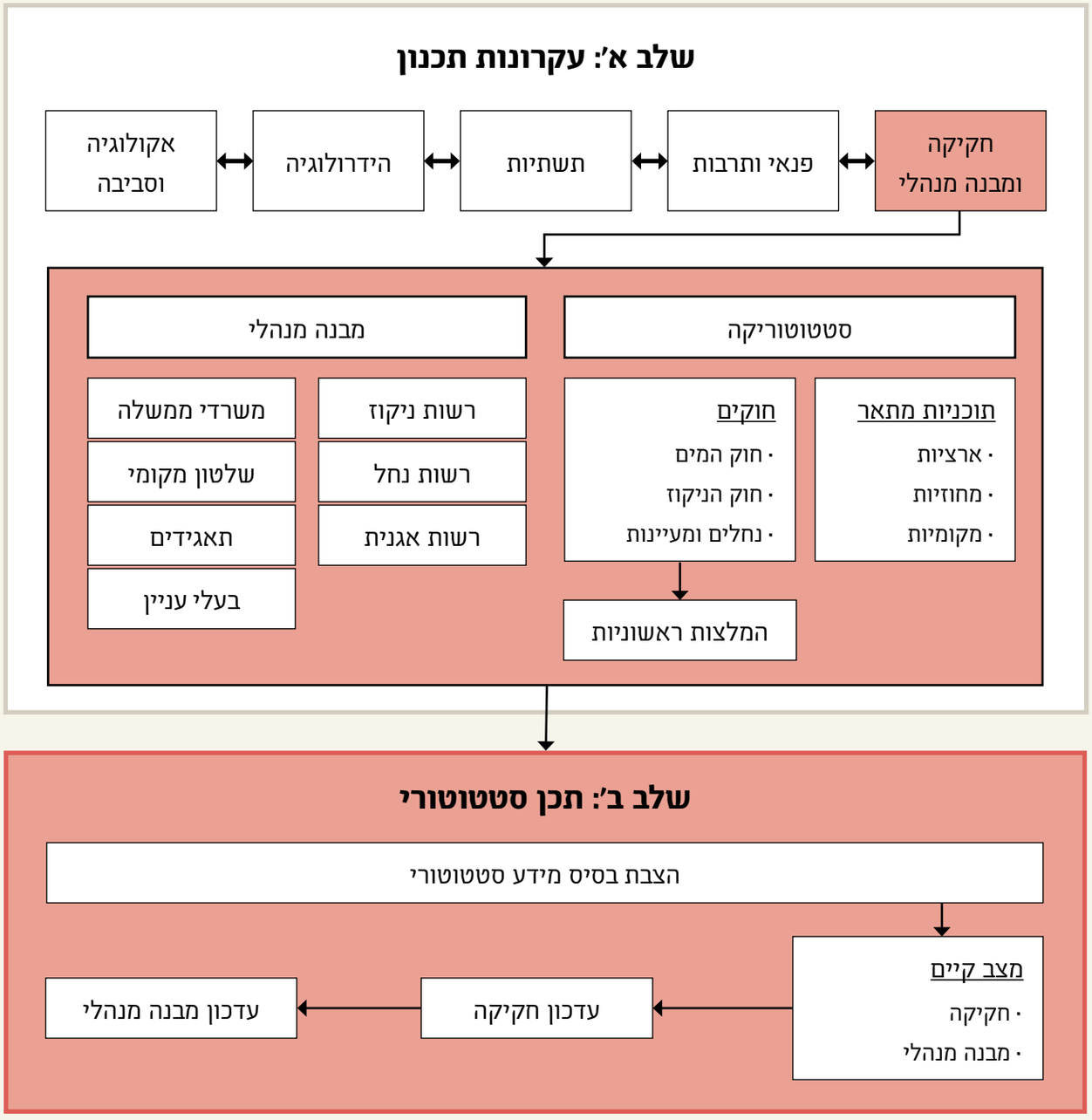


שלב ב': תכן שירותי פנאי ותרבות

הצבת בסיס מידע וממ"ג של שירותי פנאי ותרבות

שילוב רכיבי פנאי ותרבות בתוכניות פיתוח אגניות

תכנית אב אגנית



5. הנחיות תכנוניות

הנחיות לקידום תכניות אסטרטגיות ומתאריות

כל תכנון שיקודם בשטח התכנית האגנית יפעל על פי ההנחיות שלהלן, לטובת פיתוח אגן ההיקוות בראייה כוללת ורב־תחומית:

1. מסדרונות הנחל יתוכננו ויפותחו בהתאם לצרכים ההידרולוגיים וההידראוליים, ועל פי הגישה האקו־הידרולוגית (ראו פרק ההידרולוגיה) בהתבסס על מדדים גיאומורפולוגיים ואחרים.
2. כל תכנון שיקודם בשטח המטריצה האגנית יהווה את מרחב ההתייחסות הרחב, על שלל המרכיבים והמאפיינים המייחדים אותה בתור נוף רב־תיפקודי המספק מגוון שירותי מערכת.
3. יש להקפיד על קישוריות (connectivity) מרבית ובכך להפוך את המטריצה האגנית למערכת רציפה.
4. על מערכות התכנון העירוניות, המחוזיות והארציות לערוך קומפילציה של תכניות אסטרטגיות לבנייה ולהתאימה לצרכים לאור העלייה בחשיבות הנושאים האגניים בכלל ומרחב הירקון בפרט.
5. על מערכות התכנון לבדוק זכויות בנייה במרחב התכנית, על מנת להעריך, לווסת ולמתן את השפעות הבנייה על הנחל, ובמקביל לעמוד על היקפי הביקוש לשטחים פתוחים.
6. פיתוח אורבני בעצימות נמוכה במגמה למזער את השינויים ההידרולוגיים במוצאי הניקוז לנחלים.
7. על מערכות התכנון העירוניות, המחוזיות והארציות לקדם הנחיות פרטניות לשימור ושיקום המערכות האקולוגיות לאורך ערוצי נחלים 'תומכי מסדרונות אקולוגים', ולערוצי נחלים שאינם מתאימים לשימור ולשיקום יש לתת הנחיות מכוונות לטבע עירוני כך שישמשו 'צירים ירוקים'.
8. בשטחים מבונים מומלץ לפתח טבע עירוני שמטרתו יצירה, שיקום ושימור מערכות אקולוגיות מקומיות, עידוד מינים מקומיים שאינם פולשים וחיבור האוכלוסייה לערכי טבע.
9. בכדי לשמור על המערכות האקולוגיות באגן על מערכות התכנון לשמר ולנהל אזורים עם בתי גידול ייחודיים כדוגמת אזורי בתה, טרסות חקלאיות ושטחי יערות.
10. הדרכים ההיסטוריות העוברות בכיוון מזרח מערב וצפון דרום מהוות את עמודי השדרה של מכלולי המורשת - נדרש לפתח רצפים של אתרים חשובים כמכלולים גיאוגרפים של מורשת ונוף תרבות.

הנחיות לשילוב התפיסה בתכניות מפורטות

תכניות מפורטות אשר מקודמות בשטח התכנית האגנית יכללו התייחסות והנחיות לנושאים המפורטים להלן. ההנחיות תיבחנה ותותאמנה לאור מאפייני שטח הפיתוח הנדון בכל תכנית. הנחיות אלה ישמשו גם כאמצעי לבדיקת תכניות המוגשות למוסדות התכנון.

1. חשוב לשמור על רצפים כלל אגניים ועירוניים פתוחים, אשר מאפשרים אינטגרציה בין נחלים, בינוי וטבע עירוני. יש לכוון את התכנון כדי למקסם אותם.
2. על מערכות התכנון המחוזיות והעירוניות להבטיח את המשך פעילות המערכת הכוללת של אגן ההיקוות על כל מרכיביה, לרבות שמירה על הרצפים של הנחלים הראשיים ויובליהם במסגרת תכניות סטטוטוריות מאושרות או כאלה שבהכנה.
3. יש לבדוק את התכנון אל מול הנחיות מגבלות הבנייה של פשט ההצפה.
4. כל פיתוח תשתיות אורבניות יתייחס לתשתית ההידרולוגית.
5. על מערכות התכנון לפתח ולהרחיב את רשת ה"אצבעות הירוקות" והקישוריות ביניהן ולפתח את רשת שבילי ההליכה והרכיבה במרחב.
6. כל תכנית פיתוח בשטח הסטטוטורי של הנחל ושל תכניות המתאר המחוזיות בנושא הנחל, צריכה להציג כיצד התכנית מתייחסת לנחל: השפעות של התכנית על האגן, יחסי הגומלין בין הפיתוח לנחל.

7. תכניות מפורטות תעודדנה את המשך פיתוח מרחב הירקון והאיילון כמרחב פתוח מרכזי במטרופולין כדוגמת פארק הירקון והמרחב שהתפתח מסביבו – הפניית חזיתות מרכזיות, קישוריות למערכת האצבעות הירוקות, מיקום מוסדות ציבור, חינוך ותרבות כחלק מהמערכת, פיתוח שבילי הליכה ומסלולי רכיבה על אופניים, שימור ופיתוח אתרי המורשת וכדומה.
8. תכנית לתשתיות לאומיות תדאג למזער השפעות שליליות של מתקני תשתית ודרכים על המטריצה הירוקה.
9. יש למנוע כרסום גדות נחלים וחסימת ערוצים, הרס הצומח של הגדות, שימוש בחומרי הדברה בסמוך לנחלים, להתאים מעברי מים למעבר בעלי חיים, למנוע השתלטות צמחים ומינים פולשים, ולספק מענה לטיפול בפסולת.
10. מערכות שבילי האופניים ישולבו בתוך המטריצה האגנית.
11. תינתן עדיפות להקצאת שטחים למוסדות ציבור, תרבות וחינוך בצמידות לאצבעות הירוקות ובסמיכות למטריצה האגנית.

רשימת תרשימים

תרשים 1 הנחלים והערוצים באגן הירקון 19

תרשים 2 מסדרונות אקולוגיים באגן הירקון 20

תרשים 3 שטחים חקלאיים באגן הירקון 21

תרשים 4 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון בנגב) 23

תרשים 5 אצבעות ירוקות וצירים ירוקים מרכזיים על גבי מסדרונות אקולוגיים, באגן הירקון 24

תרשים 6 הדמיה של אגן הירקון והאצבעות הירוקות 25

תרשים 7 מוסדות ציבור ואזורי תעשייה (מקור - מרכז למיפוי ישראל) 26

תרשים 8 שטחים ירוקים באגן הירקון 27

תרשים 9 מכלולי המורשת באגן הירקון על רקע מפת האתרים והדרכים העתיקות 29

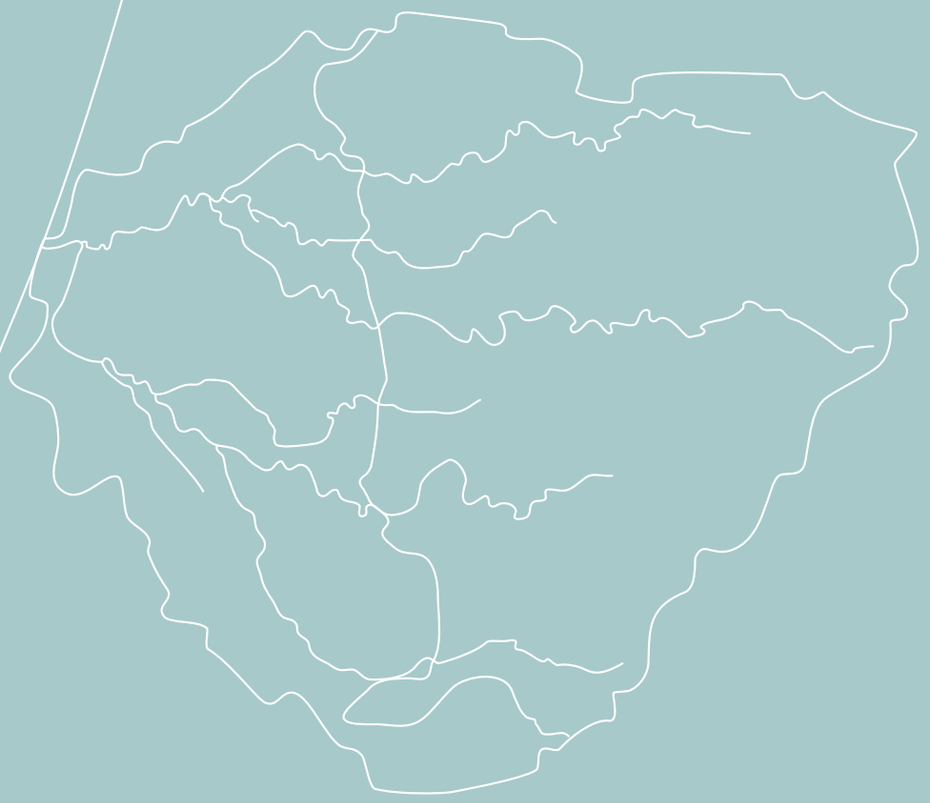
תרשים 10 שכבות המטריצה האגנית 30

תרשים 11 מתווה לקידום וניהול מרכיבי אגן ההיקוות 33

רשימת טבלאות

טבלה 1 טווח סדר העדיפות הפוטנציאלי של כל שכבה במטריצה האגנית 31

א רקע כללי





תוכן העניינים

1. נתונים כלליים 46
גבולות האגן
טופוגרפיה
המורפולוגיה של נחלי האגן

2. הידרולוגיה 52
אירועים חריגים
פיתוח אורבני
מסדרונות נחל
גדר הביטחון
רדיוסי מגן למעיינות
שפכים וקולחים
מערך הניהול האגני

3. אקולוגיה וטבע עירוני 55

4. סטטוטוריקה והיבטים משפטיים 59

5. דמוגרפיה 65

6. מרחב התפר 68

7. פרוזדורי תשתיות 70

8. מחצבות 73

9. מוסדות ציבור 76

10. האצבעות הירוקות 78

11. תיירות ותרבות הפנאי 81
תיירות כללית
תיירות קהילתית והתנדבותית
פנאי נופש וספורט
תיירות חקלאית ותרבות הכפר
חקלאות בהרי יהודה ושומרון

12. מורשת ונופי תרבות 87

1. נתונים כלליים

גבולות האגן

אגן הירקון הוא המרכזי והגדול מבין אגני מרכז הארץ (תרשים א-1). שטחו כ-1,800 קמ"ר וגבולותיו הפיזיים הם (תרשים א-2):

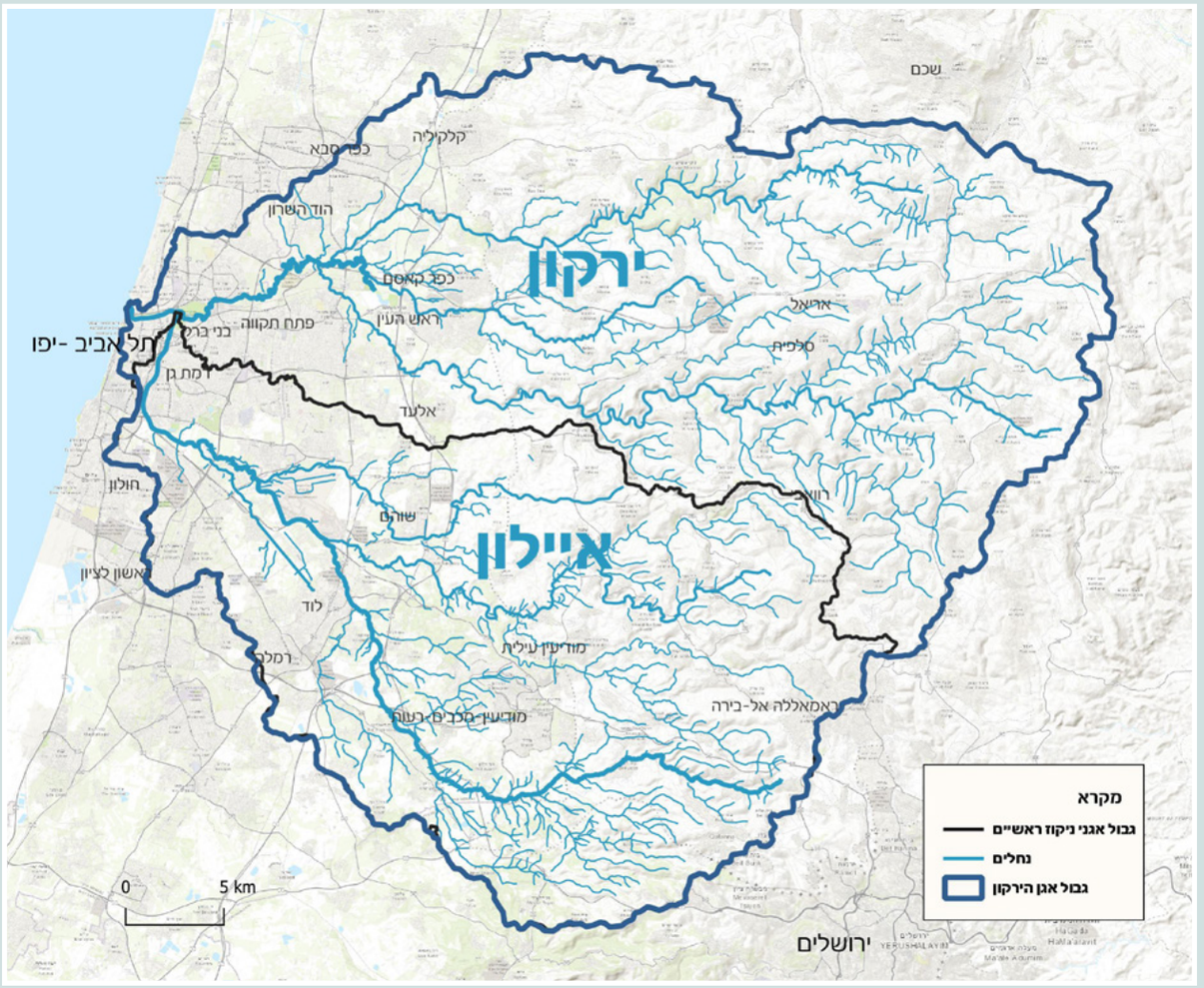
- **בצפון** אגני הניקוז של נחל אלכסנדר ונחל פולג.
- **במזרח** קו פרשת המים הארצית, מפאתיה הדרומיים של שכם ועד צפון רמאללה.
- **בדרום** אגן נחל שורק. השוליים הדרום־מזרחיים של האגן נתחמים על ידי אזור שער הגיא, אבו גוש ומעלה החמישה.
- **במערב** אגני המשנה של הירקון והאיילון מתאחדים באזור 'ראש ציפור' (בין תל אביב לרמת גן) ומשם הם זורמים מערבה לכיוון הים התיכון.

השטחים מצפון ומדרום לשפך שמתנקזים ישירות לים אינם נכללים באגן ההיקוות ואינם חלק מהתכנית.

שמו הערבי של נחל הירקון הוא 'וואדי אל-עוג'ה' שפירושו 'הנחל המתפתל'. מכיוון שהאגן חוצה גבולות, נעשה בעבודה זו שימוש גם בשם זה.



תרשים א-1 מפת אגני הנחלים במרכז הארץ (מקור - מפ"י)



תרשים א-2 הנחלים והערוצים באגן הירקון

טופוגרפיה

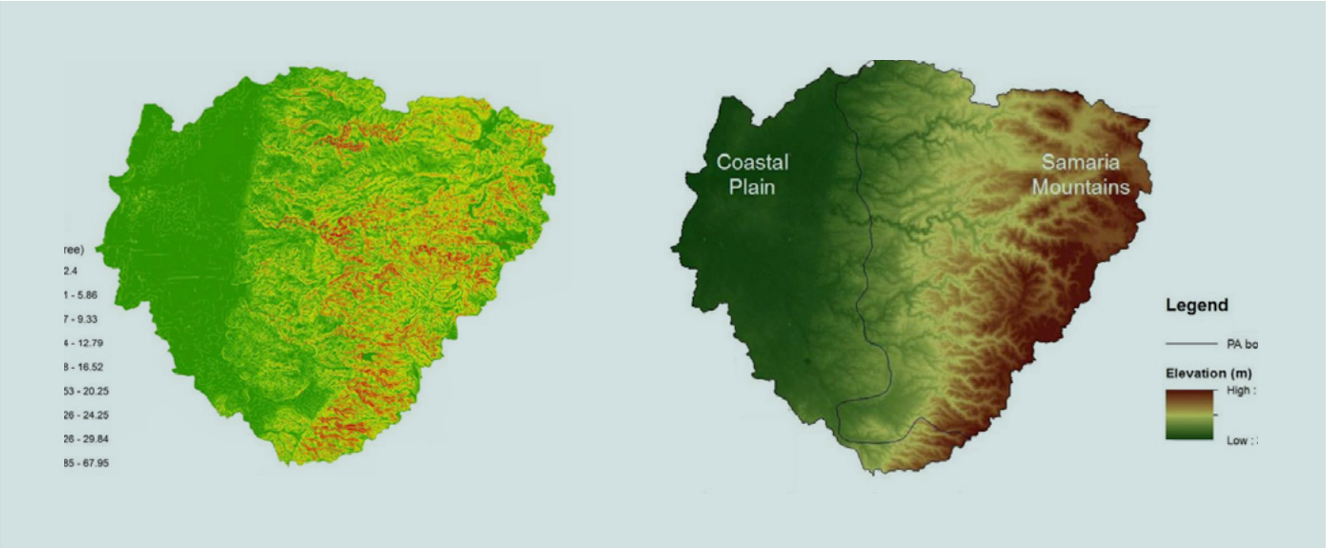
האגן משתרע באזור בעל טופוגרפיה משתנה, מגובה 0 באזור השפך ועד רום של כ-1,000 מטר במעלה (תרשים א-3).

שיפועי הקרקע מערבית לקו הירוק מתונים, ובדרך כלל אינם עולים על 3%–6%. שיפועי הקרקע מזרחית לקו הירוק מאופיינים בתלילות משתנה, המגיעה לעתים אף ל-60% (תרשים א-4). התרשים מציג חתכים לאורך הנחלים העיקריים והקו הירוק.

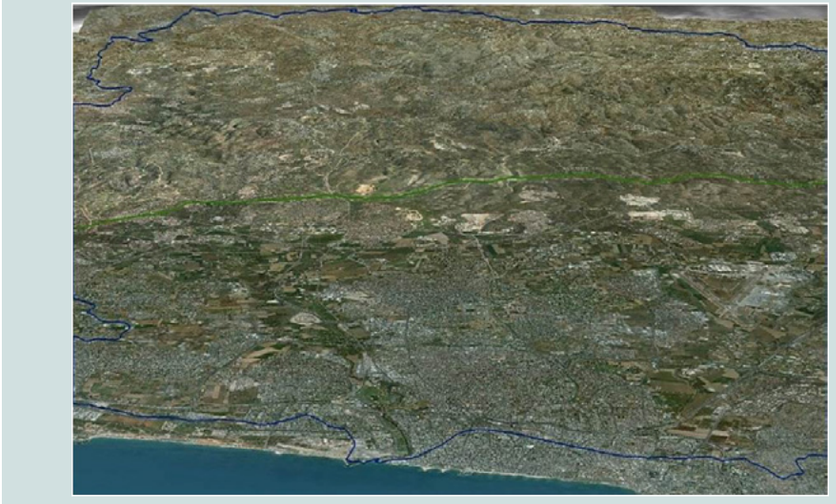
האגן ניתן לחלוקה כללית מההיבט הטופוגרפי לארבעה תאי שטח:

1. לאורך קו פרשת המים הארצי - שיפועים מתונים ובינוי מאסיבי.
2. מערבית לקו פרשת המים הארצי - שיפועים תלולים שחלקם מכוסים בטרסות המשמשות לחקלאות. הבינוי במורדות הוא שילוב אורבני וכפרי.

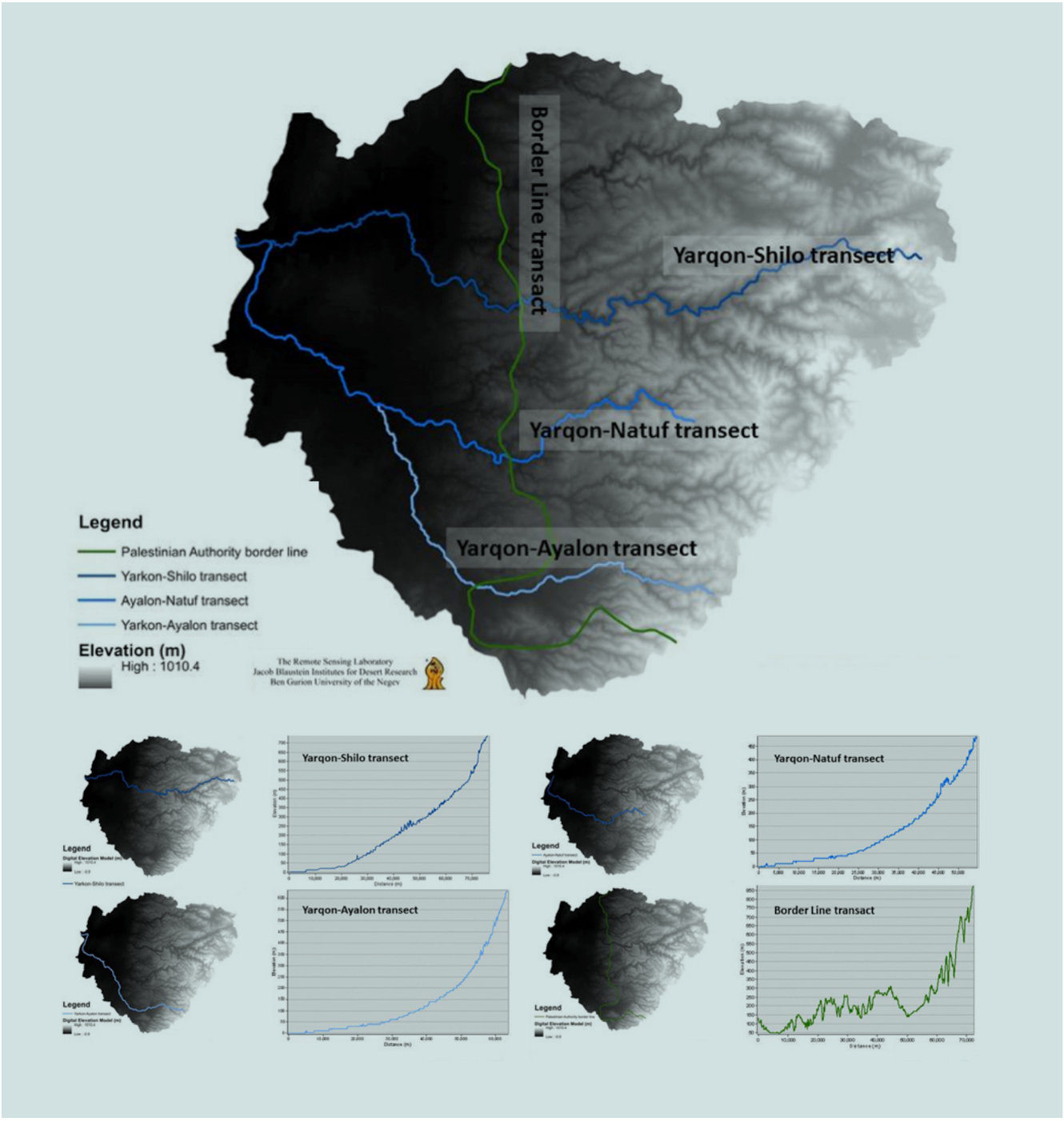
3. ציר הגבעות - מערבה לקו הירוק - שיפועי קרקע מתונים עם היקפי בינוי שהולכים ומתעצמים ככל שממשיכים מערבה.
4. סמוך לרצועת החוף - אזור מטרופוליני צפוף על מישור שטוח כמעט לחלוטין.



תרשים א-3 מימין אגן הירקון - מפת גבהים, משמאל מפת שיפועים (מתוך עבודתם של דר' נעה אוחנה-לוי ופרופ' ארנון קרניאלי, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון, 2014)



תצלום אוויר אלכסוני של האגן מכיוון מערב (מקור - נתוני מפ"י שהוטלו על גבי נתונים טופוגרפיים)



תרשים א-4 מפת חתכים לאורך הנחלים והקו הירוק, בכיוון השעון: ירקון-נטוף, הקו הירוק ירקון-איילון ירקון-שילה (מתוך עבודתם של דר' נעה אוחנה-לוי ופרופ' ארנון קרניאלי, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון, 2014)

המורפולוגיה של נחלי האגן

בניתוח טופוגרפי ומורפולוגי של נחלי האגן ואגני המשנה, סווגו הנחלים בסולם של ארבע דרגות. תרשים א-5 מציג בצורה סכמטית את היווצרות המערך ההיררכי של הנחלים.

דרגה 1–2: הנחלים בוואדיות ובעמקים באזור המעלה, אשר בהם הזרימה מושפעת מעט ממי מעיינות ובדרך כלל עונתית (בתקופת הגשמים).

דרגה 3: נחלים אשר בהם זרימת מים רציפה במשך כל השנה באגן הירקון, וברוב עונות השנה באגן האיילון.

דרגה 4: הנחלים הראשיים שנשפכים לים - הירקון והאיילון.

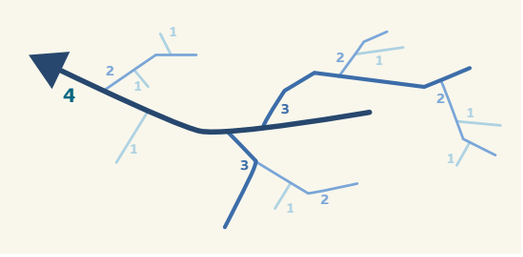
הערוצים מתחילים מקווי פרשת המים הארציים והמשניים – דרגה 1. הם מתחברים זה לזה ויוצרים את ההתרחבויות וההתחברויות לעמקים, אשר קולטים כמויות גדולות יותר של נגר עילי – דרגה מס׳ 2. הערוצים מדרגה 1 ו-2 בדרך כלל יבשים רוב ימות השנה ומתקבלות זרימות בזמן אירועי שיטפון. אל עמקים אלה מצטרפים ערוצים נוספים (מדרגה מס׳ 1) וכן נגר עילי ממעיינות וממשטחים מבונים וחקלאיים, וכך נוצרת דרגה מס׳ 3 ב׳היררכיה האגנית׳. באגן הירקון, דרגה מס׳ 3 כוללת את ׳הירקון הרטוב׳, מאזור ׳ראש ציפור׳ ועד מקורות הירקון – נחל רבה ושילה. באגן האיילון, דרגה מס׳ 3 כוללת את תא השטח מ׳ראש ציפור׳ ועד אזור נמל תעופה בן גוריון – נחלי בית עריף, נטוף ומשמר האיילון. את האזור שבין שבע טחנות וההתחברות של ערוצי אגן הירקון והאיילון באזור ׳ראש ציפור׳ ועד השפך לים באזור הרחב של נחל הירקון, אפשר להגדיר כדרגה מס׳ 4. בתרשים א-6 מוצגים שני האגנים העיקריים ואגני המשנה בתחום אגן נחל ירקון.

מטעמים פרקטיים, עבודה זו אינה מתייחסת לעמקים ולערוצים מקומיים במעלה בדרגות 1 ו-2, אם כי נוכחותם מורגשת ויש להם השפעה ברורה על מאזן המים באגן.

אורכי הנחלים לפי דרגות:

- נחלים בדרגה 1 – 426 ק"מ
- נחלים בדרגה 2 – 473 ק"מ
- נחלים בדרגה 3 – 212 ק"מ
- נחלים בדרגה 4 – 28 ק"מ

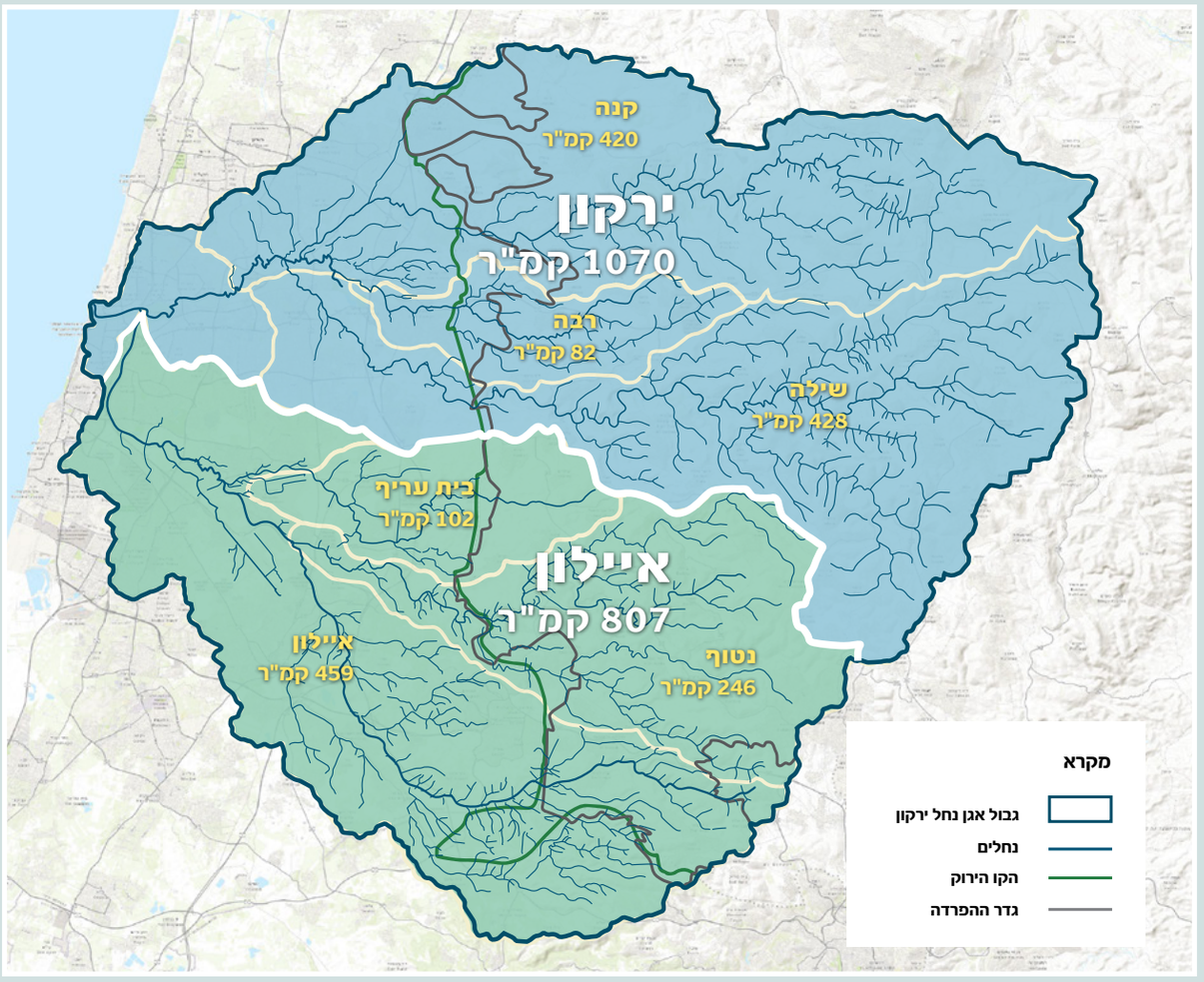
סה"כ 1,139 ק"מ



תרשים א-5 סכמה של היווצרות רצפים של ערוצי נחלים, מדרגה 1 במעלה ועד דרגה 4



נחלים באגן הירקון לפי מדרגים. מימין: 1. ערוץ של נחל קנה 2. נחל קנה 3. האיילון והירקון 4. הירקון בקרבת השפך לים



תרשים א-6 חלוקה לתתי אגנים של אגן הירקון ושטחם



הירקון וגדותיו בסמוך לשפך

2. הידרולוגיה

אגן הירקון מצוי בתהליכי פיתוח אורבני מואצים מזה כארבעים שנה. במסגרת הפיתוח העתידי של האגן, צפויה האוכלוסייה להכפיל את עצמה בטווח של עשרים עד שלושים השנים הקרובות. לפיתוח ההיסטורי יש השפעה ניכרת על כמות המים של הנגר העילי ואיכותם, על משטר הסעת הסחף ועל המאזן האקולוגי.

לצורך התמודדות עם הפיתוח המסיבי הצפוי, יש צורך להתוות עקרונות תכנון לניהול הידרולוגי אגני, שימזערו את ההשלכות השליליות של הפיתוח האורבני. פיתוח תשתית אורבנית ללא התייחסות נאותה לתשתית ההידרולוגית, עלול להסתכם בקנס גבוה מצד אחד, וברמת שירות (Level of service) נמוכה, מצד אחר.

ממצאי סקר ספרות בארץ ובחו"ל מלמדים שמרבית הדוחות בתחום ניהול האגן מתמקדים בזיהוי היעדים ובמתודולוגיה האדמיניסטרטיבית להשגתם. אף שקיימת הסכמה רחבה ביחס לנחיצותו של הניהול האגני, לא נמצאו עדויות רבות להצלחתו. הסיבות העיקריות להיעדר הצלחה הן הקשיים האדמיניסטרטיביים בהשגת שיתוף פעולה בין הרשויות השונות והיעדר יעדים ברורים להשגה.

במגמה להגדיר טוב יותר את היעדים ואת האמצעים להשגתם, יוצגו להלן עקרונות התכנון ההידרולוגיים בכמה תחומים הכוללים את מסדרונות הנחל, האזורים האורבניים, רדיוסי המגן למעיינות וניהול אירועים חריגים. מסקנות ותובנות הידרולוגיות מוצגות גם ביחס למערך השפכים והקולחים משני צדי הקו הירוק, להשפעת גדר הביטחון, ליתרונות השימוש במערכת מידע גיאוגרפית ולהיירכייה הניהולית של האגן.

אירועים חריגים

בעבר, ההתמודדות עם אירועים חריגים (גשמים ושיטפונות) התנהלה בגישה מצומצמת של בניית אמצעי הגנה לאירוע תכן יחיד שהוגדר על פי תקופת חזרה שלו בשנים. אירוע התכן שהיה מקובל בעבר בארצות מפותחות, שעלול לגרום להרס תשתיות חיוניות או אובדן חיי אדם, הוא בעל תקופת חזרה של 100 שנה. קריטריון דומה מקובל גם בארץ ואף קיבל, בשנת 2006, תוקף רשמי במסגרת תמ"א 34 ב'/3.

גישה מעודכנת יותר, המחייבת כיום את מרבית ארצות אירופה, היא גישת ניהול סיכונים. בגישה זו נלקח בחשבון טווח של אירועים, כולל אירועים נדירים שתקופת חזרתם עשויה להגיע עד 1000 שנים ויותר. הצורך בעדכון ובהחמרת הקריטריונים הקיימים הוא פועל יוצא של הנזקים הכבדים, בחיי אדם וברכוש, שהתחוללו בשני העשורים האחרונים, אם בגלל עלייה בצפיפות האורבנית ואם בגלל השינויים הגלובליים במזג האוויר.

גישת ניהול סיכונים היא הגישה המועדפת גם לניהול אירועים חריגים באגן הירקון והיא מושתתת על שלושת השלבים הבאים:

1. סקר סיכונים - הגדרת תרחישי ההצפה והסתברותם ואומדן כלכלי ראשוני של נזקי ההצפה הצפויים בכל תרחיש. במסגרת הגדרת תרחישי ההצפה, יש לנתח את משטר הגשמים בזמן ובמרחב ולבחון אירועים שונים, כולל אירוע בעל תקופת חזרה של 500 שנה ולחלופין, אירוע בעל עוצמה הגדולה בכ-40 אחוזים מהאירוע המדוד הקיצוני ביותר. במוצאי ניקוז ימיים יש להתייחס גם למצבי גאות של עד 1.5 מטר בגין נד רוח וים סוער.
2. מפות הצפה - הגדרת מיקום השטחים המוצפים בתרחישים הנבחרים והיקפם. התוויית המפות נעשית באמצעות מודלים הידרולוגיים או הידראוליים, הניזונים בדרך כלל מסופת הגשם הנבחרת, ופותרים בהתאמה את מפלסי הזרימה ואת ממדי השטח המוצפים. על התרחישים לכלול גם אפשרות של היעדר מאגרי השהייה במעלה האגן - הצפויה בתרחיש של מאגרים מלאים כבר בתחילת הסופה.
3. חלופות לפתרון - על בסיס תוצאות סקר הסיכונים ומפות ההצפה, יש לגבש חלופות שונות להתמודדות עם נושא ההצפות ולהציגן למקבלי ההחלטות ולתושבים המקומיים. חלופות אלה אמורות לכלול מגוון אמצעים, בכללם פינוי מכשולי זרימה באפיקים, פינוי תושבים, מערכות התרעה מוקדמת, רכישה/הריסה/איטום של מבנים באזורים בעייתיים וכיוצא בזה.

פיתוח אורבני

על מנת למזער את הנזקים ההידרולוגיים והאקולוגיים הנלווים לפיתוח האורבני, מוצע להתמקד בגישה של פיתוח בעצימות נמוכה, אשר מיושמת כיום בצפון אמריקה וידועה בשמה המקורי Low Impact Development - LID. פיתוח בעצימות נמוכה נועד למזער את השפעת הפיתוח האורבני ביחס לגידול בנפח הנגר העילי וביחס לגידול בספיקות השיא. כל זאת במגמה לשמר את תהליכי ההשהיה והחידור הטבעיים של הנגר העילי על פני זמן. במסגרת עבודה זו פותחו כלים כמותיים לשחזור כושר הספיגה הטבעי של מי גשם באזורים שהוסבו לאזוריים עירוניים ונקבעו קריטריונים הנדסיים ביחס לספיקות הנגר העילי שיש לשמרן בתוך השטח הבנוי ומחוצה לו.

מסדרונות נחל

'מסדרון' או 'פרוזדור הנחל' (Stream corridor) הוא השטח הפתוח משני עברי הנחל הטבעיים. רוחב המסדרון שיש לשמר נגזר משני תפקידיו העיקריים של השטח: שמירה על יציבות גיאומורפולוגית של האפיק ושמירה על רצף אקולוגי והצבת חיץ (Buffer) בין גוף המים לשטחים האורבניים הסובבים אותו. הגישה שנמצאה כמתאימה לקביעת ממדי מסדרון הנחל היא הגישה האקו־הידרולוגית, שפותחה במקור למטרות שיקום נחלים (River restoration) אלוביאליים (נתונים לתהליכים ארוזיה ושקיעת סחף). נקודת המוצא בגישה זו היא, שהגיאומטריה ומשטר הזרימה של נחל אלוביאלי קשורים זה בזה באופן ששינוי במשטר הזרימה מעצב מחדש את גיאומטריית הנחל באמצעות תהליכים של ארוזיה, הסעה, שקיעה והרחפה.

נעמוד כעת על מדדים ראשונים שיכולים לסייע בניהול מסדרונות הנחלים על פי הגישה האקו־הידרולוגית, וזאת באמצעות הגדרת ארבעת המִפתָחים הבאים: (A) רוחב גדות טבעי; (B) רוחב תוואי הנחל מתאים בקירוב ל-6 פעמים רוחב הגדות הטבעי; (C) רוחב ההצפה, מתאים בקירוב לאירוע זרימה של 1:20 שנה; (D) רוחב הצפה מתאים לאירוע זרימה של 1:100 שנה. במִפתחים A ו-B יש לאסור בנייה קשיחה מכל סוג. במפתח C מותרת בנייה שאינה מהווה מכשול זרימה, כגון סלילת מדרכות ודרכי גישה. ואילו במפתח D מותרת בנייה לא רוויה בעלת מפלס 'אפס' מעל מישור ההצפה של 1:100 שנים.

גדר הביטחון

גדר הביטחון, הידועה גם בשם 'מכשול ההפרדה', חוצצת בין שטחי יהודה ושומרון למדינת ישראל ועוברת לאורך 'קו התפר'. הגדר מיועדת למנוע מעבר בלתי מורשה של תושבים פלסטינים למרכזי אוכלוסייה ישראליים. הגדר כוללת את מכשול הגדר עצמה, את דרכי השירות והטשטוש בצד המערבי ואת מתקני החצייה של עורקי הניקוז. רוחבו הכולל של תוואי הגדר משתנה בין 50 ל-70 מטר וגובהה בין 3 ל-9 מטר.

היבטים הידרולוגיים של גדר הביטחון נבחנים בעיקר ביחס למידת השפעתה של הגדר על עורקי הניקוז הטבעיים - אפיקי ואדיות המנקזים את מורדות הרי השומרון וחוצים את תוואי הגדר ממזרח למערב. סוגיית הגדר מגלמת בתוכה היבטים סותרים: הצורך לאפשר זרימת הנגר העילי ללא הפרעה מול הצורך למנוע מעבר לא מורשה של תושבים פלסטינים.

המלצות ראשוניות הן:

- תוספת מגלש חירום למקרה של סתימת מעברי המים המלבניים והצינוריים;
- התקנת סבכה תלת־ממדית (כלוב) בפתח העילי של מעביר המים;
- שימוש באמצעים מתוחכמים של שליטה ובקרה לאורך הגדר במקום דרך הטשטוש החשופה לנזקי ארוזיה;
- חשיבה 'מחוץ לקופסה', שהרי אין דין מעביר מים בכביש מע"צ כדין מעביר מים בגדר ביטחון.

רדיוסי מגן למעיינות

במורדות הרי יהודה ושומרון מצויים מאות מעיינות, שעד תחילת המאה הקודמת היו מקור המים היחיד לאוכלוסייה המקומית וכיום הם מהווים אתרי מורשת ופולקלור, כמו גם תשתית אקולוגית חשובה. במגמה למנוע זיהום מי המעיינות הוגדרו אזורי ההגנה הנחוצים סביבם (Protection zones) לפי הפירוט הבא:

אזור I באזור ההגנה הראשון והסמוך ביותר למעיין (Inner source protection) אסורה פעילות אנתרופוגנית בעלת פוטנציאל של זיהום אורגני, ברדיוס המשתווה ל-50 ימי זרימה בתת הקרקע, ממוקד הזיהום ועד מוצא המעיין.

אזור II באזור ההגנה השני (Outer source protection) אסורה פעילות מזהמת של חומרים כימיקליים ברדיוס המשתווה ל-400 ימי זרימה בתת הקרקע ממוקד הזיהום עד מוצא המעיין.

אזור III אזור ההגנה השלישי חופף את כל תחום ההזנה של המעיין והוא נחוץ במקרה של מעיין הניזון מאקוויפר קרסטי (סדוק), שם עשויים להיות קיצורי דרך מפני השטח ועד לנביעה, לאורך הסדקים.

שפכים וקולחים

בין מערך האיסוף והטיפול בשפכים לבין הניהול ההידרולוגי של האגן, יש שלושה מישורי זיקה: המישור הראשון והחשוב ביותר הוא של כשל טכני או עומס יתר במערך השפכים, שבגינו תיתכן גלישת שפכים/קולחין ישירות לערוצי הזרימה הסמוכים. כדי למנוע זאת נחוץ לבנות מאצרות וקו חירום לעודפים. את האחריות לטיפול בכשלים כאלה, ובכלל זה פיקוח ובקרה, מומלץ להטיל על הרשות הכלל אגנית או על רשות הניקוז / הנחל המקומית.

המישור השני הוא של תשתיות ביוב רעועות ממזרח לקו הירוק הגורמות להתפשטות זיהום מעל ומתחת לפני הקרקע ונדידת הזיהום למערב הקו הירוק. היעדר שיתוף פעולה של הצד הפלסטיני בסילוק מפגעים אלה מדאיג ומטריד מאוד. הוא נובע בחלקו מהפער ברמת החיים בין היישובים הפלסטיניים והישראליים ממזרח לקו הירוק. בהיעדר שיתוף פעולה כזה, המעט שניתן לעשות הוא לנטר את איכות המים בנחלים בכניסה לקו הירוק ולטפל בהם לפני שימשיכו בזרימתם מערבה.

המישור השלישי והאחרון הוא של השקיה בקולחים. בעדיפות ראשונה יש להקצות את הקולחים שמקורם במשאבי המים המקומיים להשקיה בתחומי האגן. ומכיוון שבמורד אגן הירקון יש ריכוז אוכלוסייה גבוה המייצר כמות קולחים גדולה מן הנדרש להשקיה חקלאית, יש מקום לבחון גם הזרמה של קולחים מטוהרים לאפיקי הנחלים בחודשי החורף, בכפוף למניעת מטרדים אקולוגיים.

מערך הניהול האגני

הגישה המוצעת לניהול הנגר העילי בארץ בכלל ובאגן הירקון בפרט, היא גישה בעלת מבנה היררכי השונה במהותה מהגישה הנוכחית שלפיה היבטים שונים של הנגר העילי מטופלים באופן רוחבי על ידי משרדי ממשלה שונים. נקודת המוצא לניהול הנגר העילי היא של ניהול אינטגרטיבי של כלל שטח האגן.

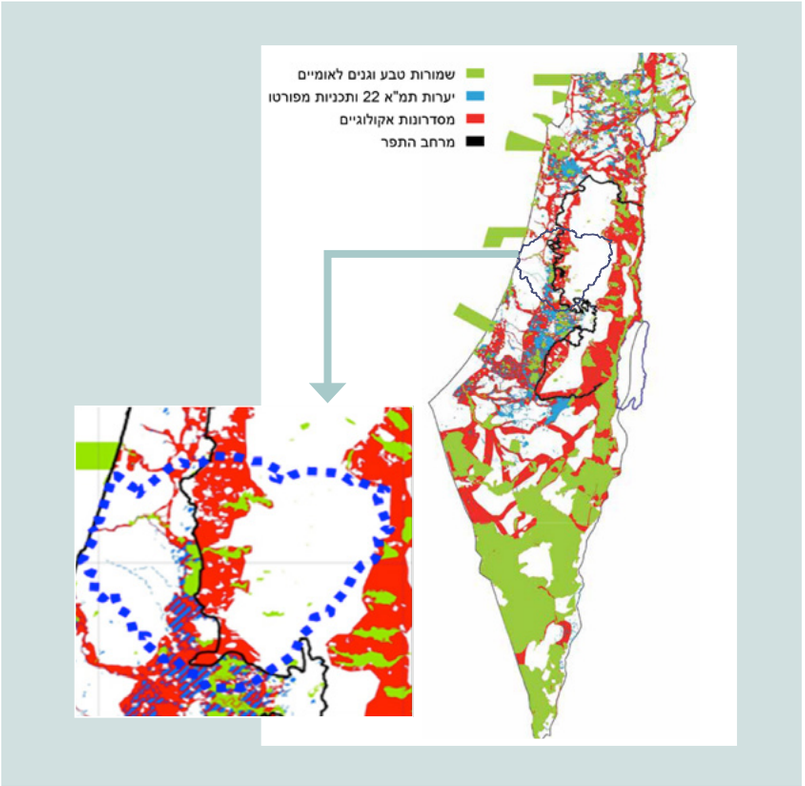
הרמה התכנונית העליונה היא של תכנית אב אגנית, המתייחסת למכלול רחב של נושאים - מאקולוגיה ועד סוציולוגיה. כל נושא מיוצג על שכבת מידע נושאית (Data theme) וההחלטות אמורות להיגזר בהתאם למשקלים המוקצים לכל שכבה ויחסי הגומלין שביניהן. ככלל, יש להקצות משקל גבוה יותר לשכבות של המשתנים הסביבתיים (הפיזיקליים), כגון גיאולוגיה, הידרולוגיה ואקולוגיה. ניסיונות להעדיף שכבות אחרות, כגון קווי תחבורה ושימושי קרקע על פני השכבות הסביבתיות, מסתיימים לאורך זמן בתוספת עלויות ובאמינות נמוכה. יעדים הנכללים בפן ההידרולוגי הם הגדרת עקרונות/קריטריונים תכנוניים לכלל משאבי המים במרחב האגן. על העקרונות הנ"ל להיות מוגדרים באופן כמותי או באמצעות פרוצדורה הנדסית מתאימה, על מנת שניתן יהיה להבטיח את יישומם הנאות בשלבי התכנון הבאים.

הרמה התכנונית השנייה בהייררכיה היא של תכנית לניקוז אגני. תכנית זו היא במהותה תכנית הנדסית המיועדת לשקם את שדרת הניקוז העיקרית של האגן, בהתאם לקריטריונים התכנוניים שהותוו ברמה הקודמת. במסגרת זו מתוכננים האמצעים הנחוצים למזעור נזקי שיטפונות ולהבטחת משטר הזרימה בנחלים. יעד מרכזי של תכנית הניקוז הוא הגדרת תנאֵי הגבול שבמוצאי מערך הניקוז של השטחים המבונים - מפלסי המים החזויים בבסיס הניקוז (ים והנחלים) בהתאם לאירועי התכן הנבחרים; ומאפייני הנגר העירוני (נפח, ספיקה ואיכות) שנתרם בכל אחד מהמוצאים. קביעה ושמירה של תנאי הגבול הללו תאפשר את המשך הפיתוח האורבני באגן ללא שינוי מהותי במשטר הזרימה וללא סיכוני הצפה.

רמת התכנון השלישית והאחרונה היא תכנון הנדסי של מערך הניקוז המקומי (ערים ומועצות אזוריות). חלוקת תכנון נכונה לצורך זה היא מערך ניקוז משני (Minor system) ומערך ניקוז ראשי (Major system). מערך הניקוז המשני כולל את הקולטנים והצנרת התת־קרקעית והוא מיועד להתמודד עם סופות גשם 1:10 שנים. מערך הניקוז הראשי הוא של תיעול הזרימה העילית לאורך הרחובות ומוצאי הניקוז המיועד להתמודד עם סופות גשם נדירות יותר של עד 1:100 שנים. במסגרת התכנון נדרש גם להבטיח את שיעור הנפחים ועוצמות הזרימה המגיעים למוצָאים על פי עקרונות שימור המאזן ההידרולוגי שהותוו במסגרת התכנון האגני.

3. אקולוגיה וטבע עירוני

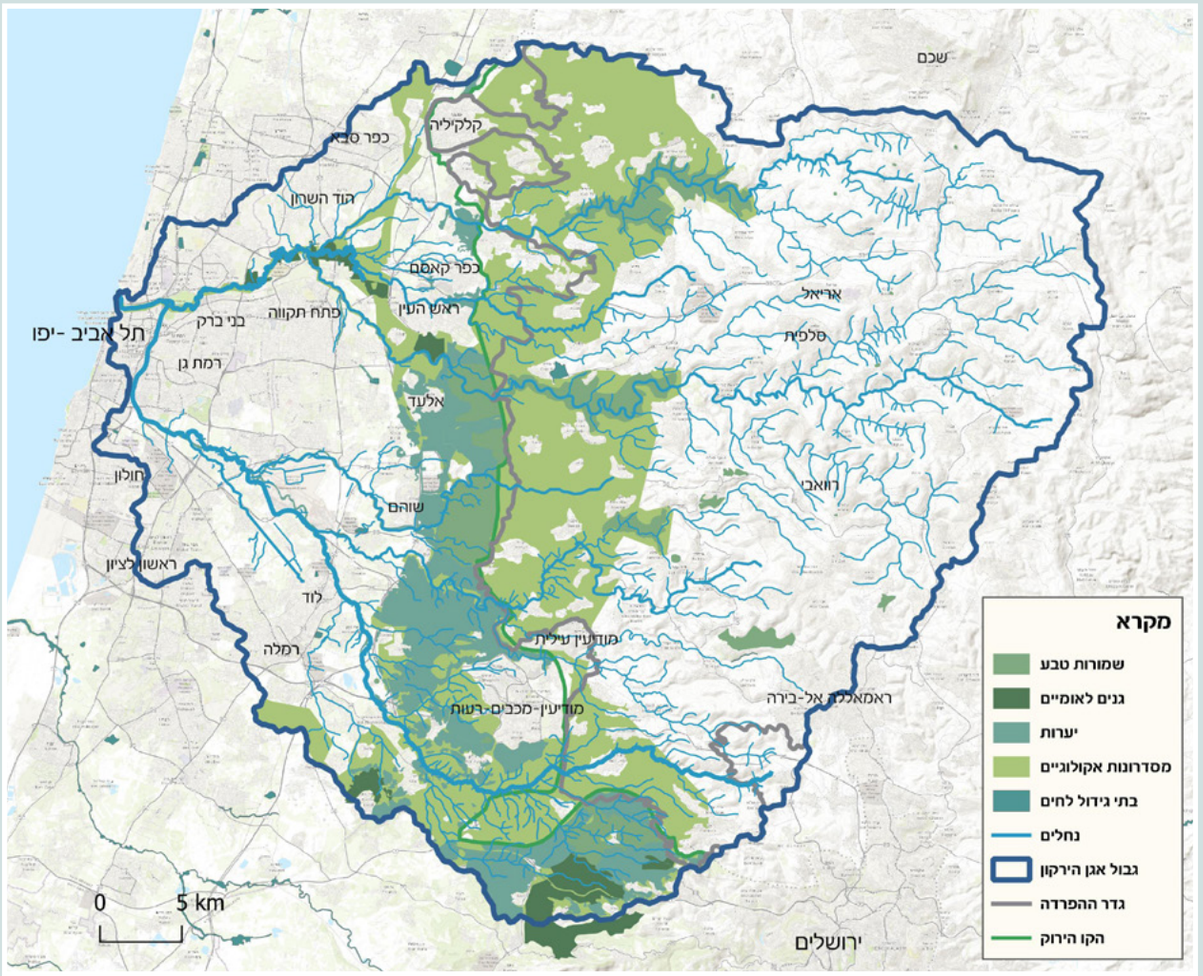
בעבודתם החלוצית משנת 2000, יהושע שקדי ואלי שדות מרשות הטבע והגנים, התוו את המסדרונות האקולוגיים הלאומיים. בשנת 2015 הציגו דותן רותם, ניר אנגרט, עזרי אלון, חווה גולדשטיין וגיל בן־נון מרשות הטבע והגנים, את מערך המסדרונות האקולוגיים הארצי, במסמך **מסדרונות אקולוגיים - מהלכה למעשה, עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל** (תרשים א-7).



תרשים א-7 מסדרונות אקולוגיים המבוססים על שטחים פתוחים טבעיים, מכלולי נוף, נחלים, תמ"א 34 ושטחי חקלאות

בתכנית זו מוצגים המסדרונות האקולוגיים ברמה האגנית, בצורה מפורטת יותר (תרשים א-8).

בפרק האקולוגי מסביר ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור את ההבחנה בין 'מסדרון אקולוגי' ל'ציר ירוק פתוח'. הציר הירוק הפתוח נמצא באזור המאופיין בבינוי אורבני אינטנסיבי, שבו המרכיבים הטבעיים ובעלי הערכים האקולוגיים הם נדירים; לעומת זאת, באזורים המרוחקים יותר מאזורים הבנויים באינטנסיביות, הנוכחות של מסדרונות אקולוגיים ברורה יותר ויש חשיבות רבה לשמרה. הן הצירים הירוקים הפתוחים והן המסדרונות האקולוגיים מהווים מרכיב חשוב ביותר באגן הירקון.



תרשים א-8 מסדרונות אקולוגיים באגן הירקון

חשוב להדגיש שהחלוקה בין המסדרונות האקולוגיים לבין הצירים הירוקים הפתוחים אינה קשיחה ועשויה להשתנות. לדוגמה, תעלת הניקוז מבטון שבלב נתיבי איילון מהווה 'מסלול תעופה' לציפורים בין הפארקים הדרומיים של תל אביב (פארק אריאל שרון,

מקווה ישראל ופארק בגין) לבין פארק הירקון. אף שתעלת הניקוז אינה טבעית וזרימת המים בה עונתית, היא משרתת את הטבע העירוני ואת בעלי הכנף.

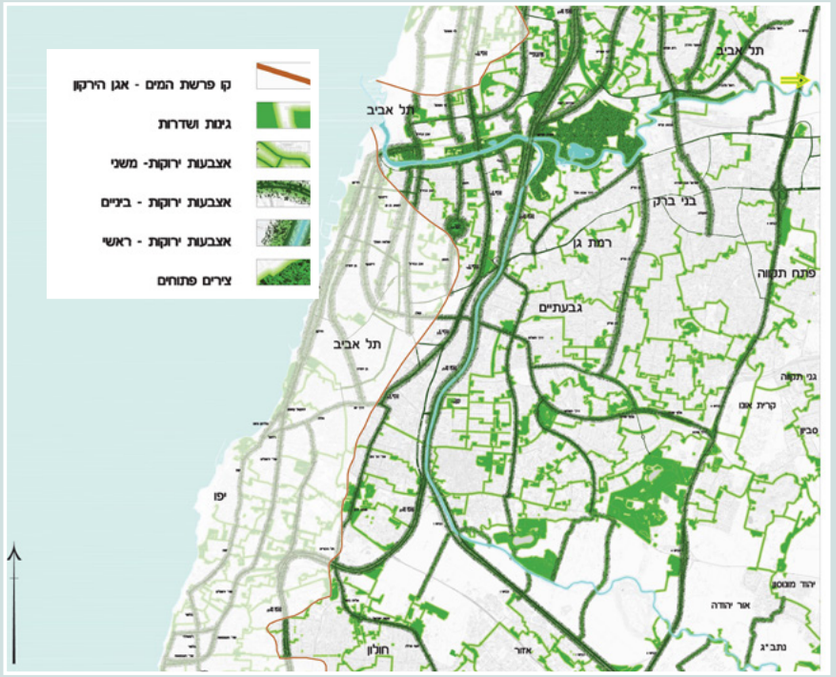
כדי להבין את פרישת הטבע העירוני באגן יש להתבונן בכל שלושת המרכיבים של 'המטריצה האגנית':

- 'אצבעות ירוקות' וטבע עירוני
- צירי נחלים / ציר ירוק פתוח
- מסדרונות אקולוגיים

במסגרת התכנית נעשה מיפוי של הגינות השכונתיות, השדרות, הפארקים, האצבעות הירוקות, הצירים הירוקים הפתוחים, המסדרונות האקולוגיים ושמורות הטבע. ניתן לראות בבירור שהמרחב האורבני שבין הירקון והאיילון מרושת בשטחים פתוחים בצפיפות גבוהה, המאפשרת גישה לרקמה האורבנית הירוקה ומשם אל ערוצי הנחלים במרחק הליכה מכל מבנה באזור תל אביב. בדיקה ראשונית דומה נעשתה גם במודיעין, בפתח תקווה ואף בכפר קאסם.

בתכנון מתארי מקומי ובהכוונה כלל מחוזית ניתן להפוך עקרון זה של "הנגשת כל מבני המגורים והציבור באגן אל ערוצי הנחלים" באמצעות צירים ירוקים פתוחים ובמרחק הליכה קצר – לעיקרון תכנוני מנחה אשר יתרום לזיקה בין הטבע והבינוי באגן הירקון (תרשים א-9).

חברי צוות התכנון של תכנית האב לאגן הירקון, האקולוג פרופ' משה שחק, האקולוג ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור וההידרולוג ד"ר אבנר קסלר, הדגישו כל אחד בתחומו את חשיבות הרציפות בין כל אחד ממרכיבי ההיירכיה של המטריצה האגנית והגדרת הרוחבים הרצויים של מרכיבים אלה. יש לראות את הסינרגיה המתבקשת בין הפיתוח האורבני, שימור השטחים הפתוחים, המערכת האקולוגית הכלל אגנית וההידרולוגיה של כל האגן.

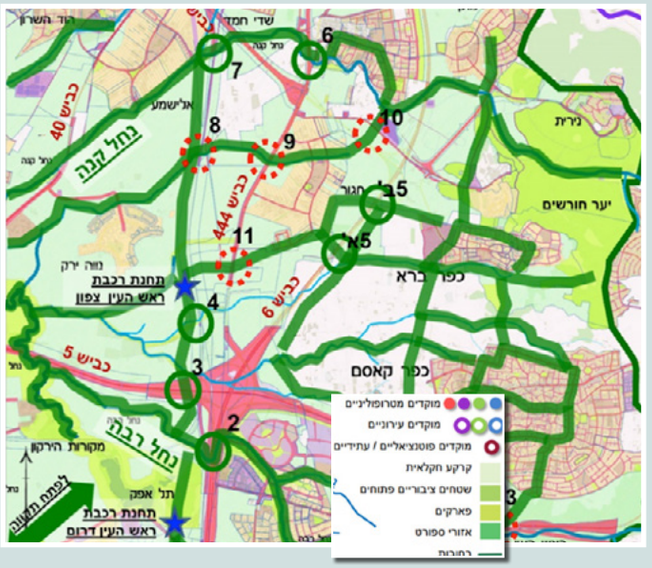


תרשים א-9 "צירים ירוקים" במרחב מחוז תל אביב

ד"ר אבנר קסלר מדגיש את ההשלכות ההידרולוגית של פיתוח אורבני: "על מנת למזער את הנזקים ההידרולוגיים והאקולוגיים הנלווים לפיתוח אורבני פותחו בשנים האחרונות מספר דוקטרינות חדשות, בשלל שמות, כגון 'פיתוח בר קיימא', 'פיתוח בעצימות נמוכה' ו'בנייה רגישה למים'. למרות הדמיון שבין הדוקטרינות השונות מוצע להתמקד בגישה של פיתוח בעצימות נמוכה שפותחה ומיושמת כיום באינטנסיביות בצפון אמריקה אשר ידועה בשמה המקורי LID – Low Impact Development".

ד"ר דופור־דרור מדגיש את החשיבות של:

- רוחב הרצועה הירוקה
- צמצום ואף מניעה של הפרות ברצף הירוק
- שימוש בצמחייה מקומית



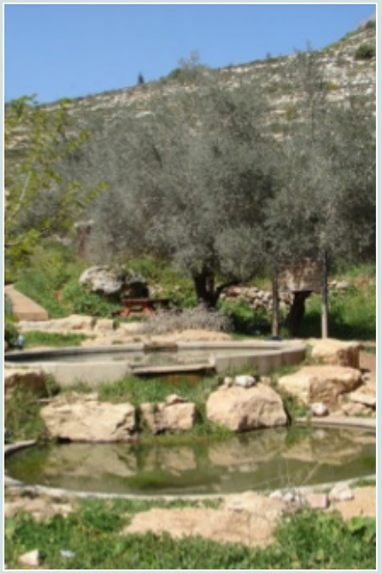
תרשים א-10 מערך כללי מוצע ל"מטריצה האגנית" במרחב ראש העין, כפר קאסם, ג'לג'וליה וכפר ברא וחיבורם לתחנות הרכבת ראש העין צפון ודרום, למקורות הירקון ולפארק



תרשים א-11 מערכת צירים ירוקים מוצעת לפתח תקווה. חיבור העיר לפארק הירקון ול"מטריצה האגנית"

האינטגרציה בין האורבניזם, האקולוגיה וההידרולוגיה חשובה ביותר לגיבוש "הערכיות הכלל אגנית". לערכיות זאת, של שיפור המיטביות האורבנית והסביבתית (Environmental well being), יש חשיבות רבה להעלאת רמת החיים של תושבי האגן ובכך ביכולתה לתרום רבות גם לתיירות של כלל האגן. רשות נחל הירקון וגופים נוספים פיתחו בעשרים השנים האחרונות מערך שבילים לאורך רצועת הנחל ובנוסף לכך הוכשרו אמצעים רבים להנגשת הציבור לשטחים הפתוחים שלאורכו. העבודה נעשתה בדרך כלל בשיתוף עם גורמים רבים - רשויות מקומיות, משרדי ממשלה וגופים ציבוריים נוספים. תרשים א-10 ותרשים א-11 הינם דוגמאות לצירים בקנה מידה אזורי בין אזורים אורבניים לצירי הנחלים.

אגן הירקון עשיר בנופי מים. לאורך 28 הקילומטרים שבין מקורות הירקון לנמל תל אביב, יש רצף של בריכות כדוגמת מקורות הירקון ובריכת הנופרים, שוליות חורף, מפגשי נחלים כדוגמת ראש ציפור, טחנות קמח ומפגש הנחל עם הים התיכון. כל אלה מהווים מוקדים של חוויות תיירותיות־אורבניות עבור התושבים והמבקרים באזור.


מעיינות בנחל שילה וזרימת ביוב בנחל

תשומת לב מיוחדת מוקדשת בעבודה זאת לנוף, לטבע ולמורשת שממזרח לקו הירוק (ראו פרק מורשת ונופי תרבות). שמורת נחל שילה ונחל קנה הן דוגמה חשובה לעושר הטבע באגן הירקון.

בפרק ההידרולוגיה נסקר נושא המעיינות הרבים באגן, באזור המעלה ובאזור הביניים, והצעדים שיש לנקוט לצורך הגנתם. בנחל שילה בלבד קיימים כ-100 מעיינות וכן כמות רבה של בורות מים, אשר ביחד עם תעלות ההשקיה והטרסות החקלאיות מהווים מכלול סביבתי ונופי ייחודי.

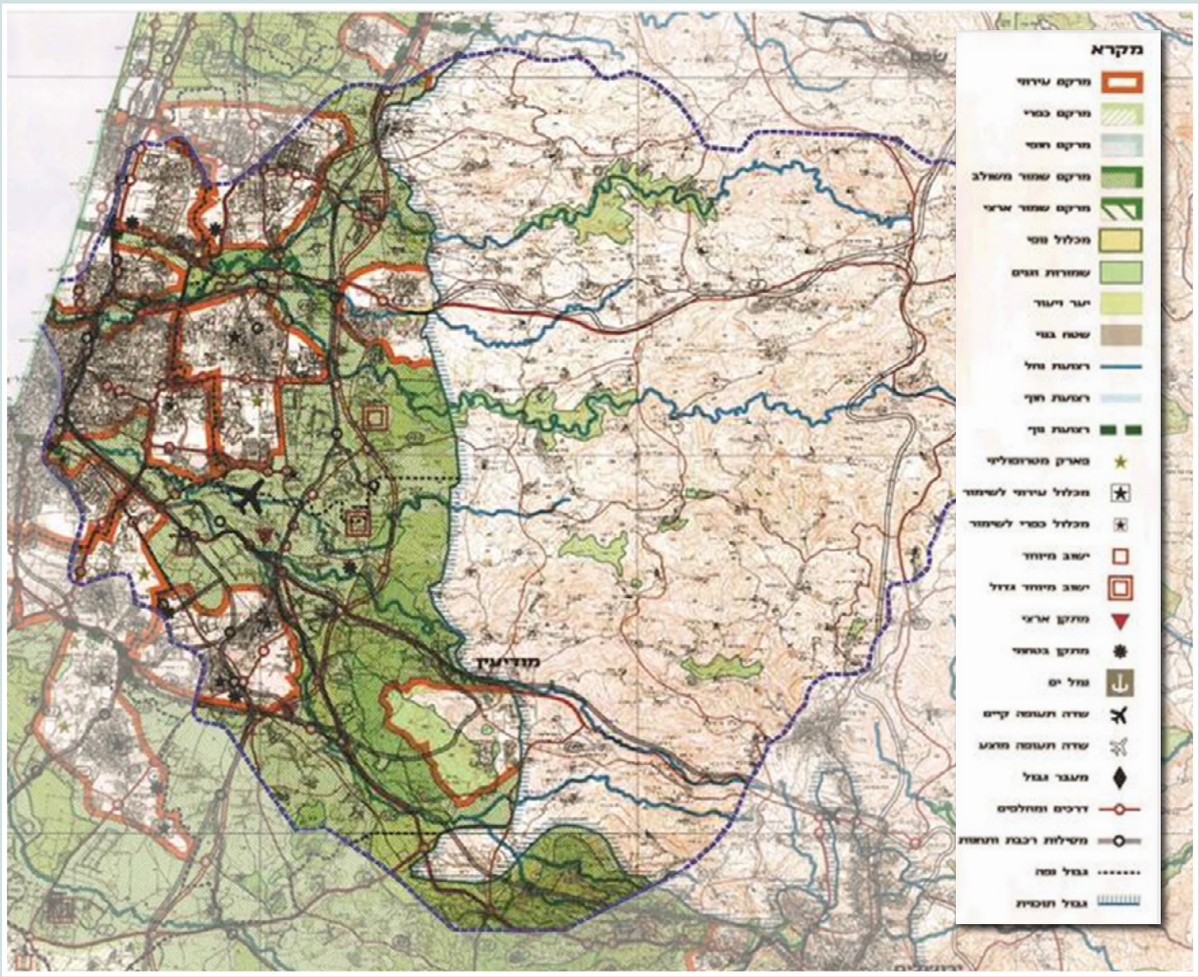
4. סטטוטוריקה והיבטים משפטיים

במרחב אגן הירקון קודמו עד היום תכניות סטטוטוריות רבות, מהרמה הארצית עד לרמה המקומית. התכניות המרכזיות המתייחסות לנחלים במרחב אגן הירקון, ממערב לקו הירוק הן: תמ"א 35 ותמ"א 1, תמ"א 34 על סעיפיה, התכניות המחוזיות הכלליות של מחוזות מרכז ות"א, והתכניות המחוזיות בנושא נחל הירקון וסביבתו (תמ"מ 10/3 ותמ"מ 5/2).

מזרחית לקו הירוק התהליך הסטטוטורי שונה, ובכל זאת בשנים האחרונות הוכנה במינהל האזרחי תכנית ניקוז סטטוטורית לשטח האגן ממזרח לקו הירוק (תמ"א 62, שטרם אושרה).

על פי תפיסת התכנון של מנהל התכנון, נחלי ישראל הם הקווים הפיזיים הראשיים בנוף והם המעצבים את המרחב הפתוח והבנוי. תמ"א 35 הציבה עיקרון תכנוני לגבי הנחלים כצירים מרכזיים של עורקי זרימה, ערכי טבע, ריאות ירוקות, שמירה וטיפוח בתי גידול אקווטיים, ושטחים פתוחים, ריאות ירוקות, שטחי חיץ ושטחי פנאי ורווחה לאוכלוסייה. כמו כן הדגישה כי תינתן עדיפות לשימושי

קרקע שלהם זיקה לציר הנחל בהיבטים הנ"ל. התכנית נתנה מסגרת תכנונית כוללת בעיצוב המרחבי של המדינה לנחלי ישראל, כולל הירקון (תרשים א-12).



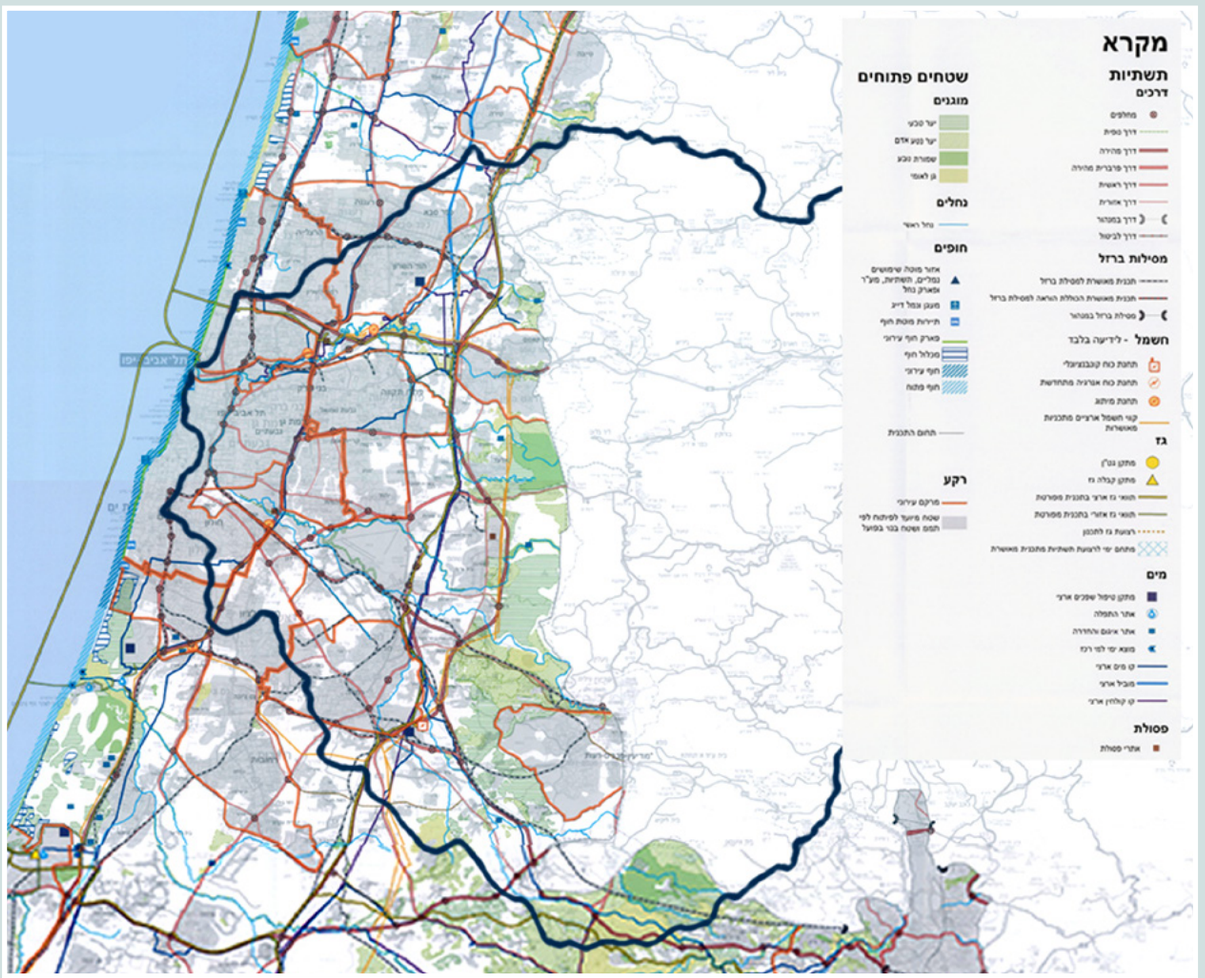
תרשים א-12 תמ"א 35 בתחום אגן הירקון

מטרת תמ"א 1 היא "הבטחת קיומם ותפקודם של נחלים וסביבתם בראייה אגנית: תפקודים הידרולוגיים, תפקודים אקולוגיים, תפקודים חברתיים ותפקודים מבניים" (מתוך הוראות תמ"א 1). אחת ממטרות תמ"א 1 התכניות הבאות במרחב הנחל, ידרשו למסמך ניהול נגר: תכניות במרחב הנחל, תכנית לשטחים פתוחים שאינה מאפשרת בינוי או פיתוח, תכנית מתארית שמאפשרת בינוי או פיתוח, תכנית מפורטת שמשנה את פני הקרקע. גם תכניות מחוץ למרחב הנחל הכוללות כיסוי של פני הקרקע בשטח העולה על 500 דונם, יידרשו למסמך ניהול נגר. נספח ניהול נגר יותאם לסוג התכנית, על פי שלוש הקבוצות הבאות:

- תכנית מערכתית: סקירה כללית של מאפייני אגן ההיקוות; הערכת צפי נגר, סחף וסיכונים, בהתאם לכושר החידור של המסלע והקרקע, שיפועים, תכסית ושטח בנוי; המלצות.

- תכנית נקודתית (מפורטת): המלצות ספציפיות (הנדסיות) להקטנת נגר, להפניית זרימה בכיוונים רצויים למניעת התחתרות, למניעת הצפות ופגיעה באיכות המים ובערוץ הנחל וסביבתו.
- תכנית מחוץ למרחב הנחל: בדומה לתכנית מערכתית, בתוספת המלצות לבנייה משמרת נגר, שימור קרקע ומניעת סחף.

מטבע הדברים, תכנית סטטוטורית מתפרשת אך ורק בתחום גבולות המדינה. משום כך, רק חלקו המערבי של האגן מופיע בתוכניות הסטטוטוריות (מלבד תמ"א 62 שמקדם המינהל האזרחי). עובדה זו פוגעת ביכולת לנהל את האגן כמרחב תכנון אחוד (תרשים א-13).

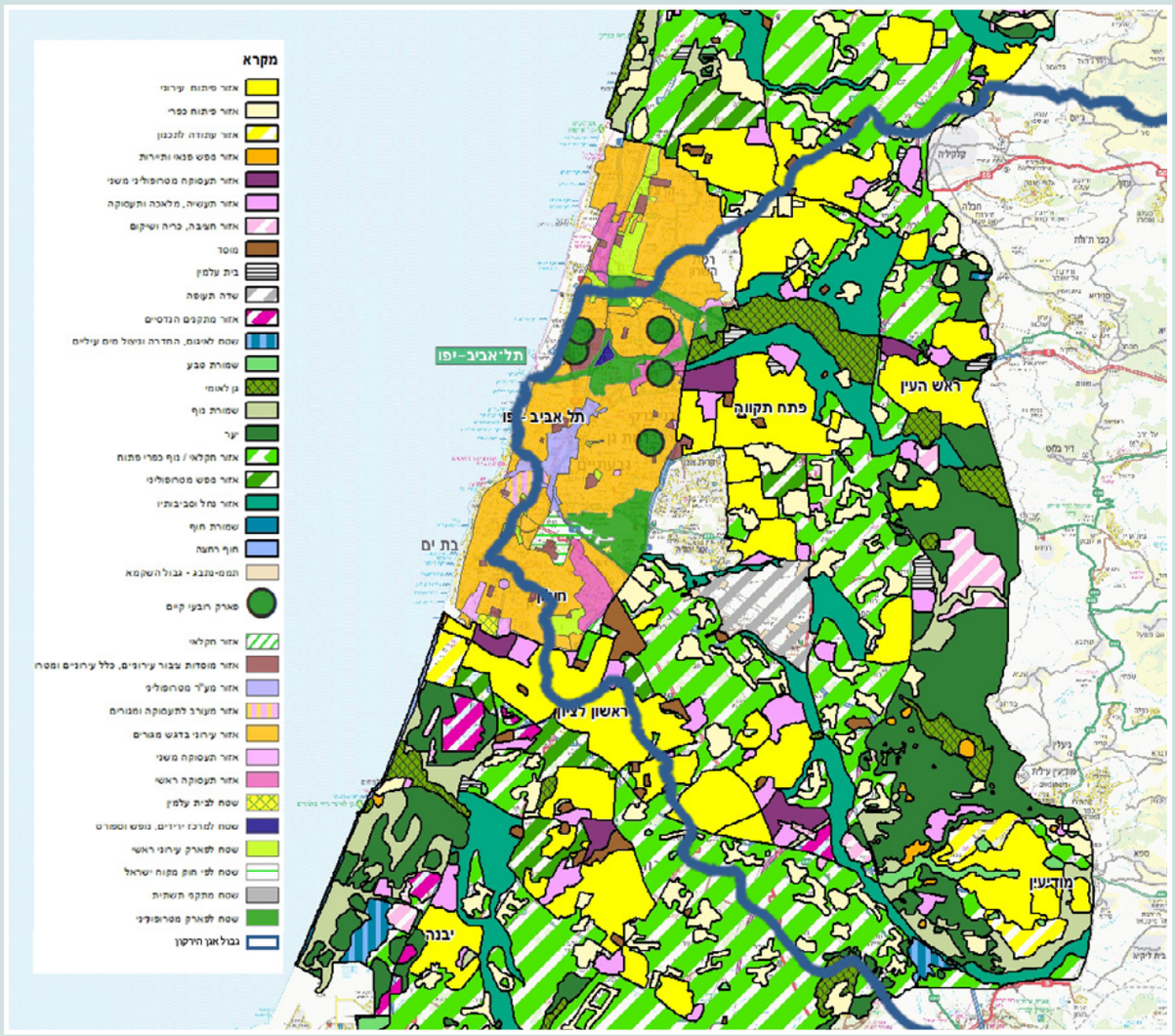


תרשים א-13 תמ"א 1 - תשריט ראשי בתחום אגן הירקון

תרשים א-14 מוצגת קומפילציה של תכניות סטטוטוריות באגן הירקון – מחוז מרכז 3/21, מחוז תל אביב 5.

בהוראות שינוי מס' 21 לתמ"מ 3, תכנית המתאר המחוזית למחוז מרכז, מודגש כי תיקבענה הוראות והנחיות לגבי שיקום הנחל, מערכות הניקוז, שיקום ושמירת מערכות טבעיות, שמירה וטיפוח ערכי טבע, נוף וחזות וכן הוראות להמשך השימוש בקרקע כקרקע חקלאית ולשימושי ספורט, נופש ופנאי למעט איחסון.

בתמ"מ 5, תכנית המתאר המחוזית למחוז תל אביב, מודגש כחלק ממטרות התכנית "שימור ערכי טבע ומשאבי נוף וקביעת הוראות לשימור, שיקום וטיפוח של אתרים היסטוריים וארכיאולוגיים". הושם דגש על שמירת מגוון של שטחים פתוחים במחוז לרווחת התושבים. במסגרת זו הוגדרו פארקים מטרופוליניים שישרתו אוכלוסיה רחבה (כדוגמת פארק איילון ופארק הירקון), פארקים עירוניים ופארקים רובעיים ברמה השכונתית. התכנית יוצרת רצף בין שטחים אלה ושומרת על הנגישות אליהם באמצעות צירים ירוקים מטרופוליניים ועירוניים, המיועדים למעבר הולכי רגל ורוכבי אופניים. כמו כן, קובעת התכנית הנחיות בדבר שימור ושיקום ערכי טבע ומשאבי נוף המצויים במחוז. בשינוי מס' 2 לתמ"מ 5 – נחל הירקון, הושם דגש על הסדרת הפיתוח המותר בסביבות הנחל תוך התייחסות לאזורים לשימור נופי ואזורים בעלי רגישות גבוהה (סביבות הנחל), וכן הסדרת אזורים חקלאיים, אזורי נופש, אזורים לפיתוח אינטנסיבי ואזורי ספורט. בתוכנית מפורטים שימושים מותרים והיקפי בנייה מותרים בתחומי תל אביב.



תרשים א-14 קומפילציה של תכניות סטטוטוריות באגן הירקון – מחוז מרכז 3/21 ומחוז תל אביב 5, עם גבולות אגן הירקון

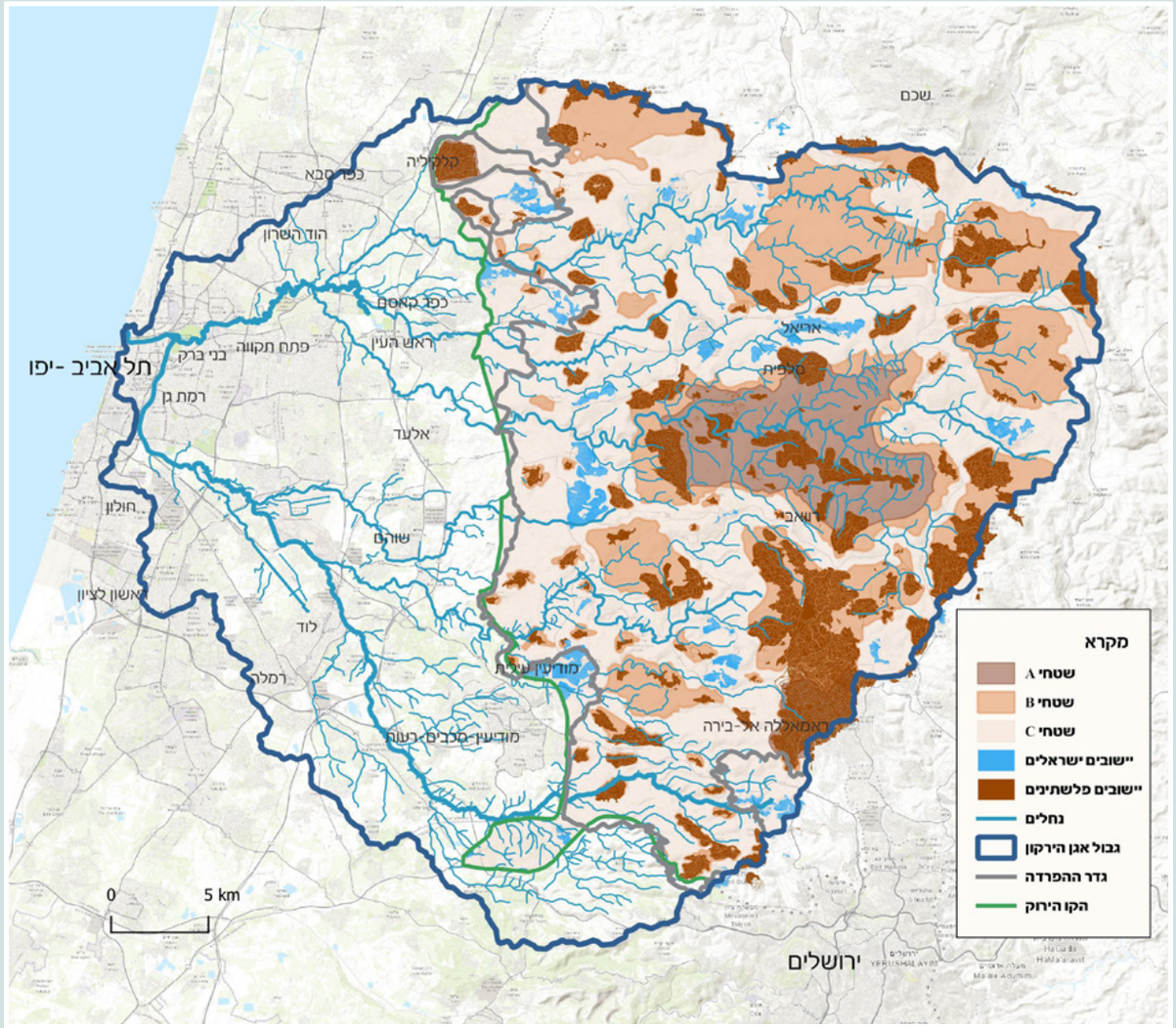
מזרחית לקו הירוק מחולק שטח האגן לשטחי A, B ו-C (בתרשים א-15) כדלהלן:

שטחי A בגבולות אלה 111 קמ"ר

שטחי B בגבולות אלה 348 קמ"ר

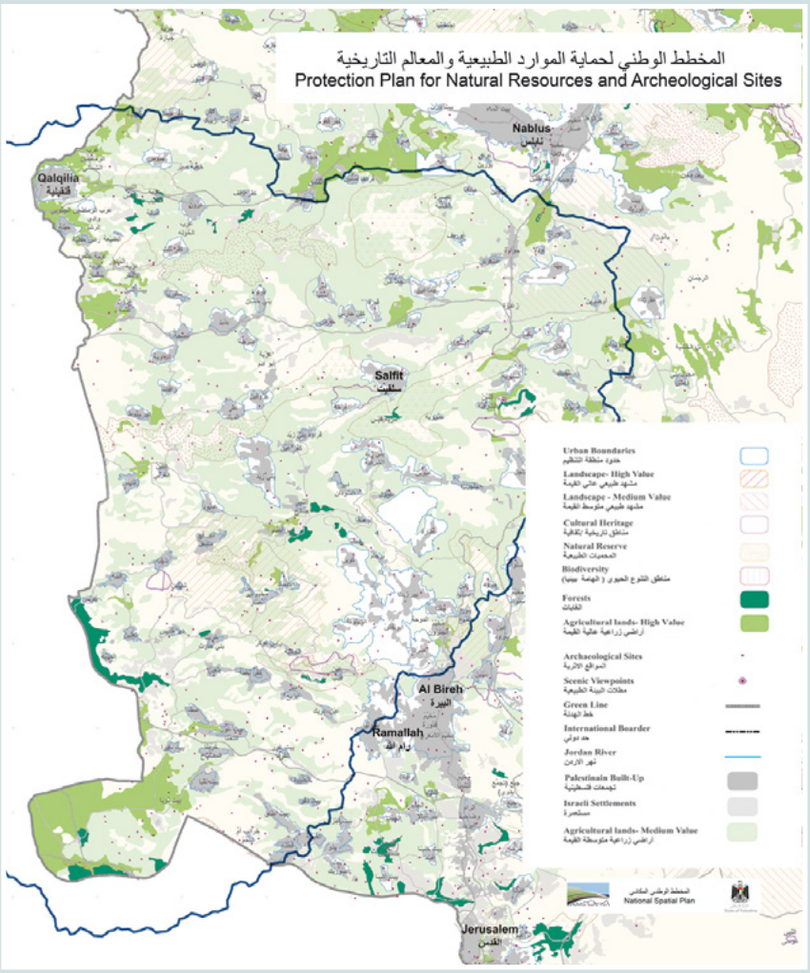
שטחי C בגבולות אלה 631 קמ"ר

סה"כ 1090 קמ"ר



תרשים א-15 שטחי A, B ו-C (על פי נתוני המנהל האזרחי)

הרשות הפלסטינית הכינה בשנת 2010 תכנית מתאר ארצית־מרחבית לכל הגדה המערבית /www.nsp.pna.ps/ar/images Protection_Plan.jpg, (תרשים א-16). התכנית מגדירה את האזורים האורבניים, שטחי החקלאות בערכיות גבוהה ובינונית, ערכי נוף בערכיות גבוהה ובינונית, אתרי מורשת וכו'. גם תכנית זו מציגה חלק אחד, המזרחי בלבד, של האגן. לתכנית זו חשיבות רבה בתהליך האינטגרציה התכנונית של האגן משני צדי הקו הירוק ובהיותה בסיס תכנוני לדיון מול הרשות הפלסטינית.



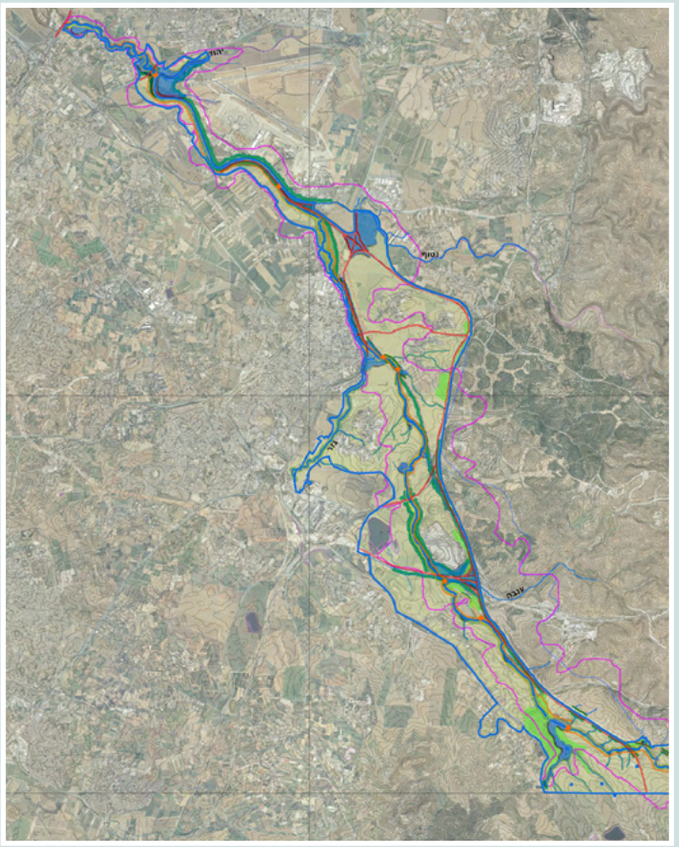
תרשים א-16
תכנית מתאר ארצית־מרחבית של הרשות הפלסטינית לשימור משאבי טבע ואתרי מורשת, 2010
nsp.pna.ps/ar/images/Protection_Plan.jpg

אדריכל דוד גוגנהיים וצוותו הכינו תכנית מתאר מחוזית חלקית מס' 25/21/3 - נחל איילון וסביבותיו (תרשים א-17). מרחב התכנית משתרע ממודיעין במזרח ועד לאזור שממערב לנמל התעופה בן גוריון.

מטרות התכנית:

- התווית מסדרון נופי־אקולוגי רציף לאורך נחל איילון ויובליו.
- הגנה על נחל איילון כיחידה בעלת ערכיות נופית סביבתית גבוהה תוך שימת דגש על שימור נופיו הנשקפים לתושבי הערים הסמוכות ולנוסעים לאורכו.

- יצירת רצף של שטחים פתוחים איכותיים למטרות טיול, פנאי ונופש.
- הבטחת תפקודו התקין של נחל איילון כנקז של אזורים נרחבים, וצמצום קונפליקטים בין ייעודי הקרקע לתפקידו.
- הגנה על המערכת האקולוגית לאורך הנחל ועל הקשרים ביניהם.
- מניעת זיהום הנחל.
- שמירה ושיקום של ערכי טבע, נוף ומורשת לאורך הנחל.
- מתן מענה לצורכי הנופש והפנאי של תושבי האזור, מבלי לפגוע בנחל וסביבתו.
- קביעת הנחיות ל'תכניות מפורטות' עתידיות.



תרשים א-17
תכנית מתאר מחוזית חלקית למרחב נחל איילון
תמ"מ 25/21/3 (אדר' דוד גוגנהיים)

5. דמוגרפיה

הניתוח הדמוגרפי של האגן מתבסס על ניתוח נתונים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הלמ"ס) ושל משרד הפנים. בתחום הרשות הפלסטינית התקבלו נתונים מד"ר ג'וואד חסן.

בשנת 2014 היו מערבית לקו הירוק 1,770,769 תושבים (בבדיקה השוואתית של נתונים אלה עם הנתונים של רשות ניקוז ירקון, מתברר

כי לפי מר זאב לנדאו, מנכ"ל רשות ניקוז ירקון, המספרים גבוהים יותר. לפער זה כמה סיבות – גבולות הרשויות המקומיות בתחום אגן הירקון כוללות שטחים נוספים, מעבר לגבולות אגן הירקון. לצורך חישוב הדמוגרפיה בתוך האגן נעשו נירמולים לנתונים). התושבים נמנו ב-22 ערים, 10 מועצות מקומיות ו-5 מועצות אזוריות. בשנת 2014 היו מזרחית לקו הירוק 620,000 תושבים. בתחום האגן בצד זה יש 2 ערים ישראליות - מודיעין עילית ואריאל, 8 מועצות מקומיות ו-2 מועצות אזוריות (סה"כ-18 יישובים במועצה האזורית שומרון ו-26 יישובים במועצה האזורית מטה בנימין). בצד זה מצויות הערים הפלסטיניות הבאות: רמאללה (חלקית), סלפית, ביתוניא, קלקיליה ורוואבי. על פי המידע שבידינו, קיימים בתחום התכנון כ-140 יישובים פלסטינים (תרשים א-18).

סך כל התושבים באגן בשנת 2014 היה כ-2,390,800.

לצורך הערכה של גודל האוכלוסייה בעתיד וראייה של "דור קדימה" (2040), נעשו חישובי תרחישים כלליים של גידול ממוצע בשיעור 2%, 3% ו-4%. לפיכך האוכלוסייה באגן עשויה להיות בשנת 2040 כדלקמן: בגידול של 2% - כ-4.1 מיליון תושבים; בגידול של 3% - כ-5.2 מיליון תושבים; ובגידול של 4% - כ-6.7 מיליון תושבים (ראו טבלה א-1, טבלה א-2).

(לדוגמה - על פי נתונים שהתקבלו מהאדריכלית דניאלה פוסק, מתכננת מחוז המרכז, קצב הגידול השנתי במחוז המרכז הוא 2.2%).

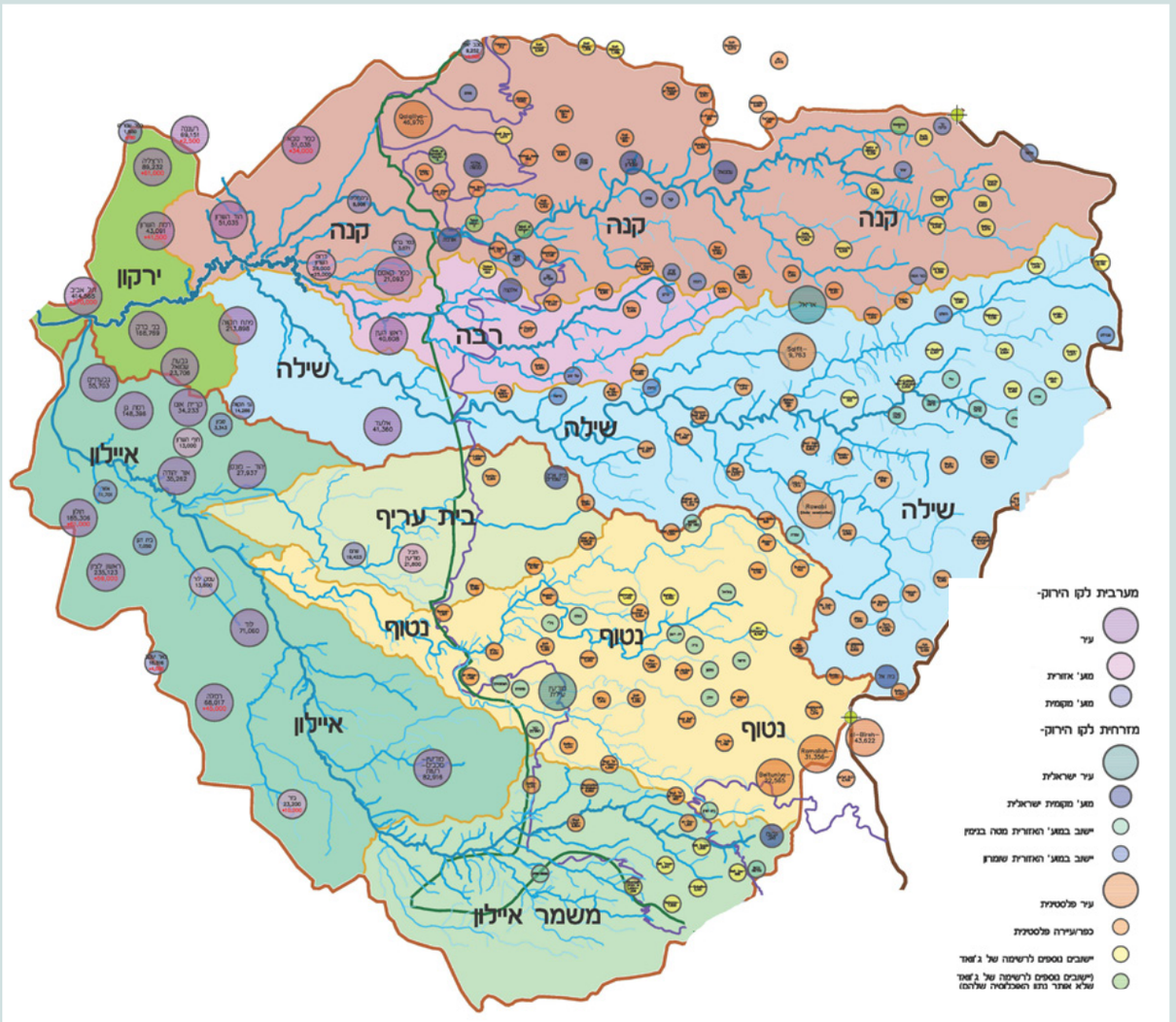
מובן שאלה הם תרחישים כלליים ביותר ויש לעבד נתונים גולמיים אלה לפי סוגי אוכלוסייה (פלסטינית וישראלית), מיקום גיאוגרפי (בערים וביישובים חקלאיים) ולפי מדדים נוספים, וכן לפי תרחישים דמוגרפיים וגיאו־פוליטיים משתנים. יש לציין כדוגמה, שלעיר הפלסטינית שבפיתוח רוואבי, שאמורה לאכלס בשלב א' כ-40,000 תושבים ונמצאת בשלבים ראשוניים של אכלוס, יש כבר היום השפעה על משטר הנגר העילי באגן. לכשיסתיים תהליך האכלוס השפעתה תגבר באופן משמעותי בשל תוספת שטחים בנויים, ביוב, פסולת וכדומה. יש סבירות רבה שבעקבות בניית רוואבי, תוקמנה ערים נוספות בשומרון וערים קיימות תתרחבנה באופן משמעותי.

יישובים		סה"כ תושבים (ע"פ הלמ"ס)	הערות
יישובים ישראליים	יישובים ישראליים מערבית לקו הירוק	1,770,769	נתוני הלמ"ס
	יישובים ישראליים מזרחית לקו הירוק	153,185	נתוני הלמ"ס באתרי המועצות האזוריות (שומרון ומטה יהודה)
סה"כ תושבים ביישובים ישראליים		**1,923,954**	
יישובים פלסטיניים		466,799	נתונים שהעביר ד"ר ג'וואד חסן
סה"כ תושבים ביישובי הרשות הפלסטינית		**466,799**	
סה"כ תושבים באגן הירקון		**2,390,753**	

טבלה א-1 מספר תושבים באגן הירקון

אחוז גידול האוכלוסייה באגן הירקון (תושבים במיליונים)	2%	3%	4%
2014	2.5	2.5	2.5
2040	4.1	5.2	6.7
סה"כ תוספת	1.6	2.7	4.2

טבלה א-2 תחזיות לגידול האוכלוסייה באגן הירקון

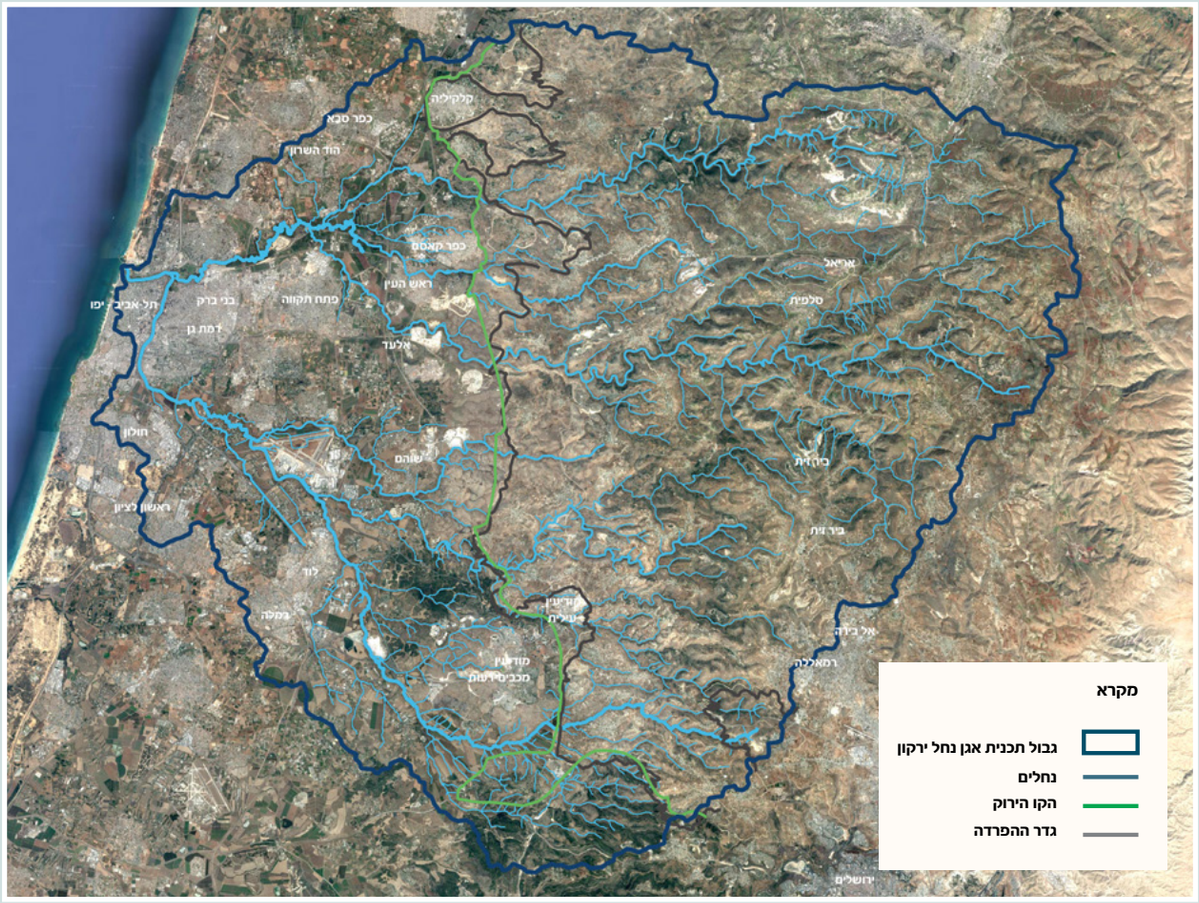


תרשים א-18 דמוגרפיה בערים וביישובים על רקע אגני המשנה של אגן הירקון

6. מרחב התפר

הקו הירוק מחלק את האגן לשני חלקים. בחלקו הצפוני של האגן, תוואי הקו הירוק עובר בכיוון צפון־דרום, ואילו באזור לטרון הוא "פונה" מזרחה ומגיע עד קו פרשת המים הארצית במורדות הרי יהודה (תרשים א-19).

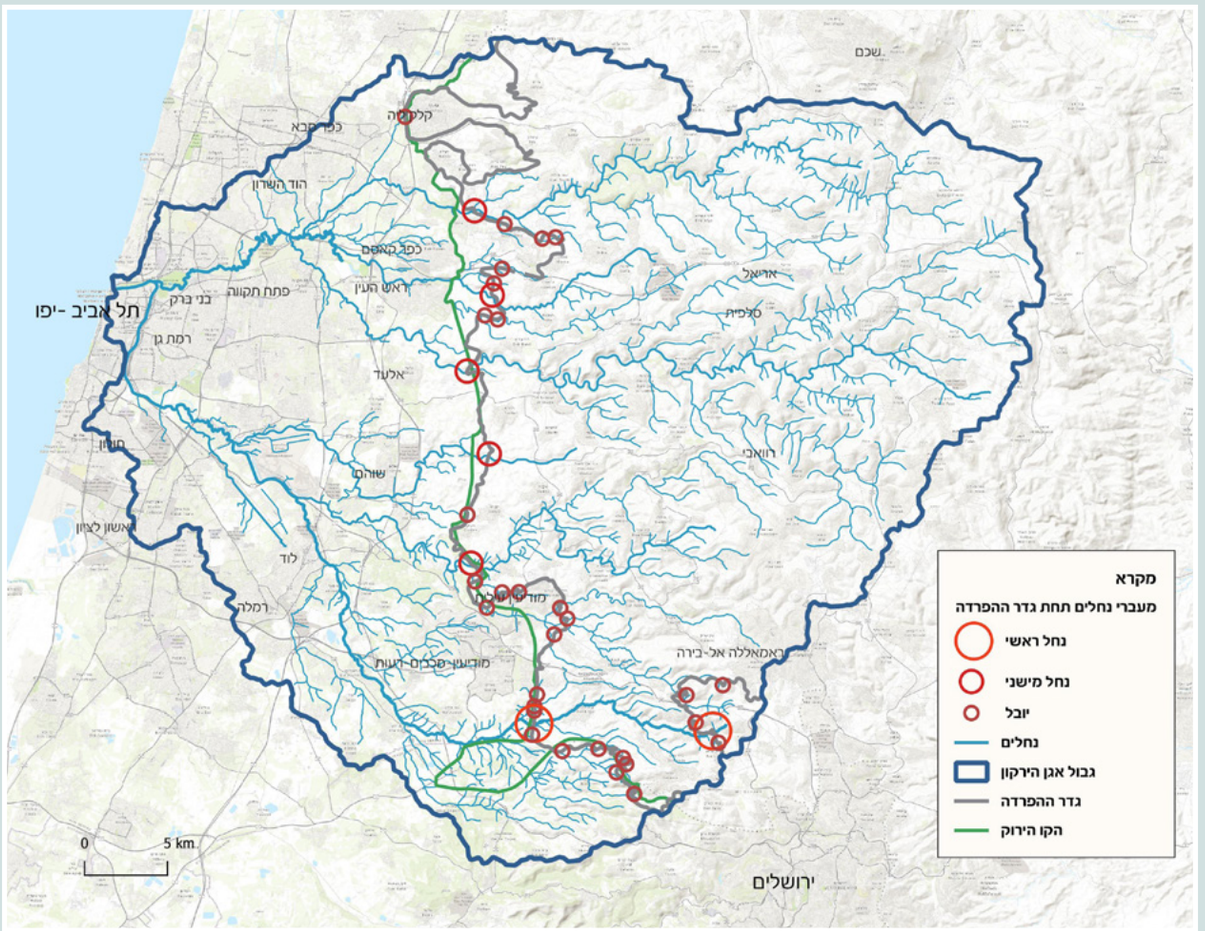
- השטח מערבית לקו הירוק מהווה כ-40% מכלל האגן, כ-720 קמ"ר.
- השטח מזרחית לקו הירוק מהווה כ-60% מכלל האגן, כ-1090 קמ"ר.



תרשים א-19 אגן הירקון ותוואי הקו הירוק על רקע תצלום אוויר

גדר ההפרדה מחלקת את אגן הירקון והשלכותיה דומיננטיות ומשמעותיות בהיבטים רבים - הידרולוגיה, חברה, כלכלה, נוף, חקלאות סביבה ועוד.

אורך הקו הירוק בתחום האגן הוא כ-76 ק"מ, מהנקודה הצפונית ביותר ליד קיבוץ איילת, ועד לנקודה המזרחית, באזור הר אדר שבמבואות ירושלים. אורך גדר ההפרדה בתחום אגן הירקון הוא כ-160 ק"מ. בין גדר ההפרדה לקו הירוק יש שטח של כ-93 קמ"ר.



תרשים א-20 חציית נחלים את גדר ההפרדה

רוב הגדר באגן נמשכת בציר צפון־דרום בעוד ערוצי הנחלים הם בכיוון מזרח־מערב. לפיכך, הגדר חוצה שישה נחלים מרכזיים – נחל קנה, נחל רבה, נחל שילה, נחל בית עריף, נחל נטוף ונחל איילון; ועוד עשרות חציות של יובלי המשנה (תרשים א-20). לכל החציות הללו יש השלכות סביבתיות רבות.

למעשה, הגדר הפכה בפועל לסכר שמשהה את זרימת מי הנגר בכמויות שיכולות להיות משמעותיות בזמן שיטפון. ההשפעות לכך יכולות להיות הרסניות משני צדי הגדר, אך בדרכים שונות (ראו פירוט בפרק ההידרולוגיה באגן הירקון והשפעות גדר ההפרדה). במורד האגן מתפתחת סכנה משמעותית של קריסת הגדר עקב לחץ המים ויצירת שיטפון הרסני שעלול לגרום נזק ליישובים ולחקלאות ממערב לגדר. השיטפון בבת חפר בינואר 2013 (תרשים א-21) ממחיש את גודל הסכנה והנזקים הפוטנציאליים מגדר ההפרדה. אף שהאירוע לא התרחש באגן הירקון, השלכותיו רלוונטיות למרחב התפר לכל אורכו.





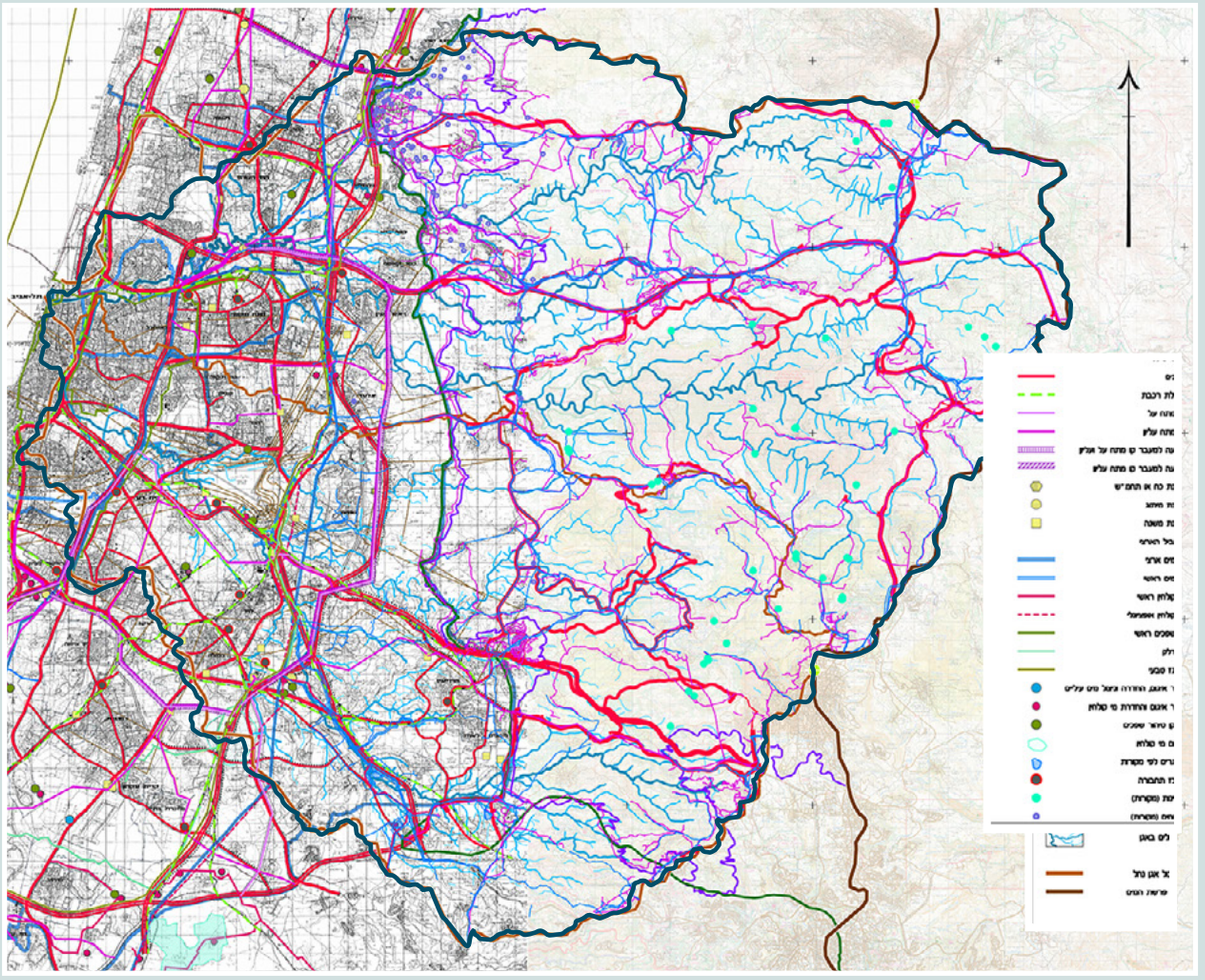


תרשים א-21 אירוע ההצפה בבת חפר, ינואר 2013 www.makorrishon.co.il

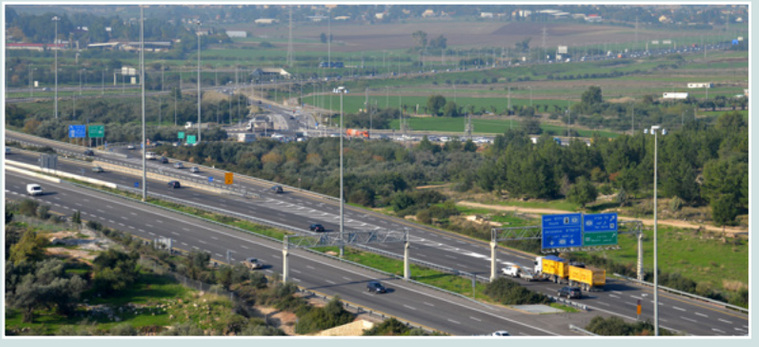
7. פרוזדורי תשתיות

בתחום האגן מערבית לקו הירוק, ברצועה שרוחבה כ-15 ק"מ, מגדר הביטחון ועד הים, עוברות רוב התשתיות הלאומיות – כביש 6 וכביש 444; קווי חשמל מתח על ועליון; המוביל הארצי; קו הגז; רכבת ישראל (תרשים א-22) ועוד. כל זאת באזור המאוכלס בצפיפות רבה ואשר צפיפותו תלך ותגבר עם השנים.

לפיכך חשוב לשאוף לצמצום השפעת התשתיות על קישוריות הרצפים הפתוחים וה"מטריצה האגנית". קיימות אפשרויות, כגון לאורך המוביל הארצי, שבהן ניתן לנצל את התשתיות הקיימות על מנת להבטיח רציפות של שטחים פתוחים. הקק"ל עשתה צעד חשוב בנושא זה בפרויקט 'נעים על המוביל'. (תרשים א-23) גם פרוזדור התשתיות לאורך כביש 5 יוכל להוות תוואי חשוב לקשר שבין ההר לים, במקביל לירקון. חשיבות מרבית יש לתת לגשרים מעל הנחלים ולמעברי הנחלים החוצים את ציר התשתיות.



תרשים א-22 מערך התשתיות באגן - תמ"מ/21/3



כביש 6 (צילום מתל חדיד)





מימין רכבת ישראל, תחנת תל אביב האוניברסיטה. משמאל הנחת קו הגז הארצי ממערב לקלקיליה, 2016





תרשים א-23 מערכת המים הארצית והמוביל הארצי, תקריב באגן הירקון (מקור - חברת מקורות)

8. מחצבות

שיפולי הרי השומרון לכיוון מערב (תרשים א-24) הם אזור אשר מבחינה גיאולוגית מתאים מאוד לחציבה. במשך השנים הוקמו באזור מחצבות רבות לאורך קו המפגש - בין אזור הגבעות (תרשים א-25) לאזור השפלה. קו זה מקביל וקרוב לציר הגבעות. חלק מהמחצבות עדיין פעילות אך חלקן הגדול מיצה את פוטנציאל החציבה וכיום נטוש. כל אחת ממחצבות אלה ניתן לשקם ולשלב במרחבים הפתוחים של האגן.

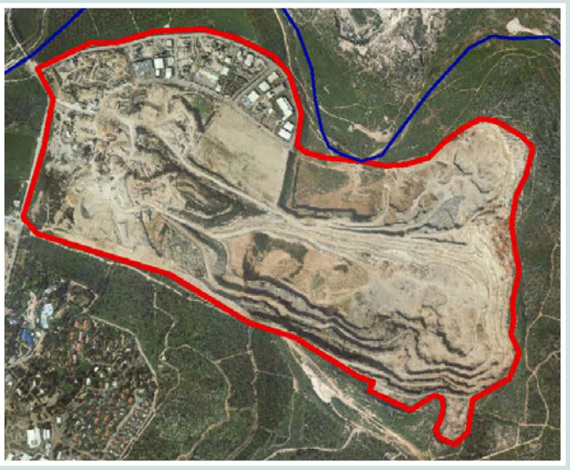
המחצבות הגדולות הן (על פי נתוני 'הקרן לשיקום מחצבות'):

1. מחצבת נחשונים, בשטח של 1,500 דונם
2. מחצבת מגדל צדק, בשטח של 1,300 דונם
3. מחצבת מודיעין, בשטח של 1,450 דונם
4. מחצבת נשר, בשטח של 1,700 דונם
5. מחצבת נחל רבה, בשטח של 600 דונם

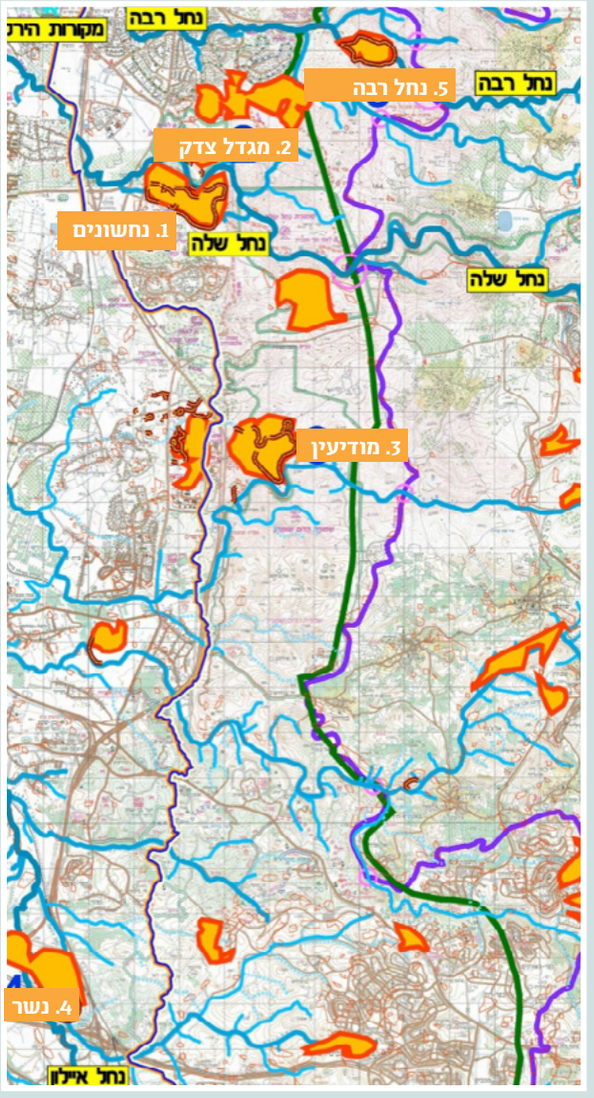
דוגמה יפה לאזור מחצבות אשר עבר תהליך שיקום, היא הגן הלאומי מגדל צדק - פרויקט שתוכנן עבור רשות מקרקעי ישראל, רשות הטבע והגנים ועיריית ראש העין, בשנים 2000–2014 על ידי אדר' אריה רחמימוב. במרכז אזור זה, ששטחו כ-1,800 דונם, נמצא האתר ההיסטורי של מגדל צדק, וסביבו יש ריכוז של מחצבות נטושות. שטח זה מופר מבחינה סביבתית נופית ואקולוגית. מיקומו המרכזי של מגדל צדק, בסמוך לראש העין, עיר בת כ-100,000 תושבים, מעניק לשטח יתרונות כמרחב פתוח במפגש בין ציר הירקון (מזרח־מערב) וציר הגבעות (צפון־דרום), בסמוך לכבישים 444 ו-6 ושביל ישראל, ולאורך גדת נחל שילה. רשות הטבע והגנים יחד עם גורמים נוספים, משקמת כיום את אזור המחצבות והופכת אותו למוקד משיכה של נופש בחיק הטבע המשולב עם אתר מורשת ותרבות בעל חשיבות לאומית.

באופן דומה יכולה כל אחת מהמחצבות המוזכרות לעיל להשתלב במטריצה הירוקה של מרחב האגן. למחצבות יש חשיבות רבה גם מההיבטים ההידרולוגיים. הן יכולות לשמש כלי קיבול להשהיה, לאגירה ולהחדרה של מי השיטפונות, בתנאי שהתכנון מתחשב בצורך להשאיר זרימות בנחלים. יש לראות את תרומתן של המחצבות בראייה מערכתית, וכתרומה חשובה למזעור סכנת ההצפות באגן.

ניתן לפתח לכל מחצבה פרוגרמה שתתייחס למכלול ההיבטים ההידרולוגיים, הסביבתיים, האקולוגיים, האורבניים, הנופיים והמורשתיים. המחצבות המשוקמות יכולות לשרת מגוון פרוגרמות ייחודיות לאגן ולמטרופולין - אתרי ריכוז ומיחזור פסולת, בתי קברות, פארקים, מיקום לפונקציות מסחריות, מוסדיות וכדומה. בדרך זו ניתן להפוך מטרד סביבתי למשאב.







תרשים א-24 מימין המחצבות העיקריות באגן.
משמאל תצלומי אויר של מחצבות (הקרן לשיקום מחצבות): למעלה מחצבת נחשונים, למטה מחצבת נטוף



מחצבת רבה מכיוון גדר ההפרדה





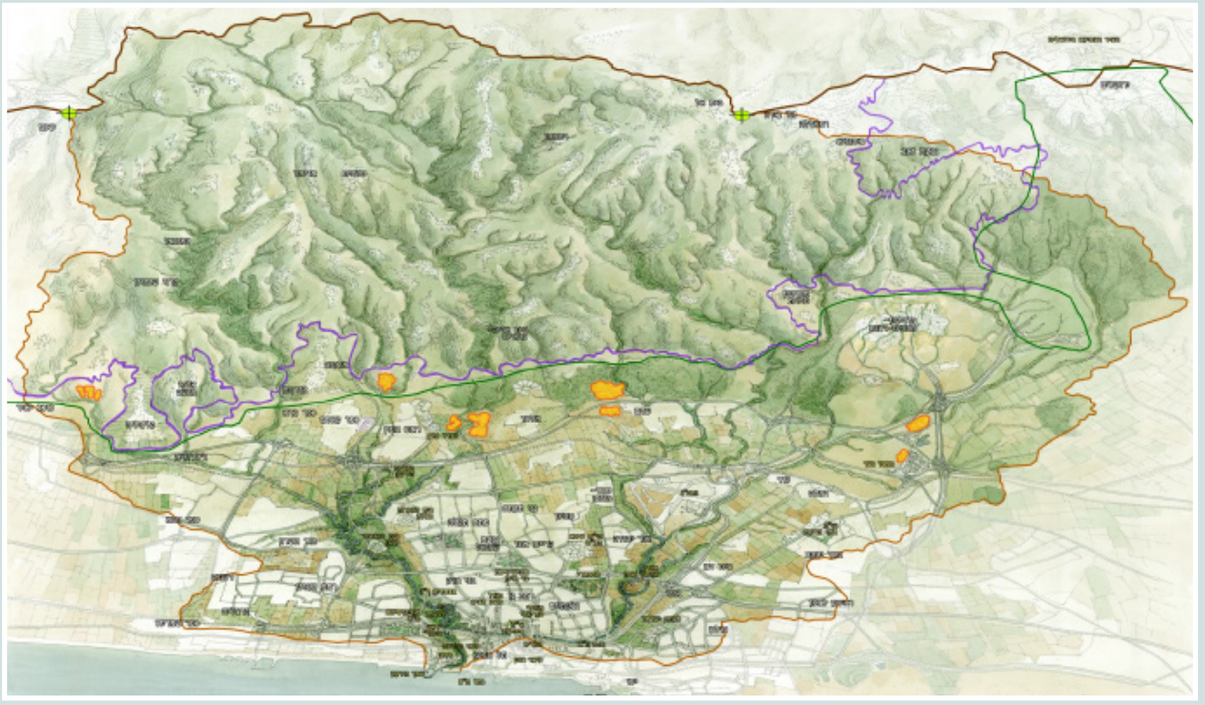
מחצבת נחשונים אחרי שיקום (הקרן לשיקום מחצבות)



מגדל צדק



מחצבת מגדל צדק



תרשים א-25 סימון המחצבות העיקריות על גבי הדמיה של האגן (מבט מכיוון מערב)

9. מוסדות ציבור

מוסד ציבורי הממוקם בסמיכות לנחל, או לאצבע ירוקה המובילה לנחל, או לאתר מורשת, יוצר קשר בין השטח הבנוי והמטריצה האגנית. מטבע הגדרתו, המוסד הציבורי יהווה מוקד משיכה למגוון אוכלוסיות. קרבתו לרצפים הפתוחים של המטרופולין תחזק ותדגיש את המשיכה הדו כיוונית, הן אל העיר והן אל גדות הנחלים, אל הצירים הירוקים הפתוחים, אל האצבעות הירוקות ואל המסדרונות האקולוגיים.

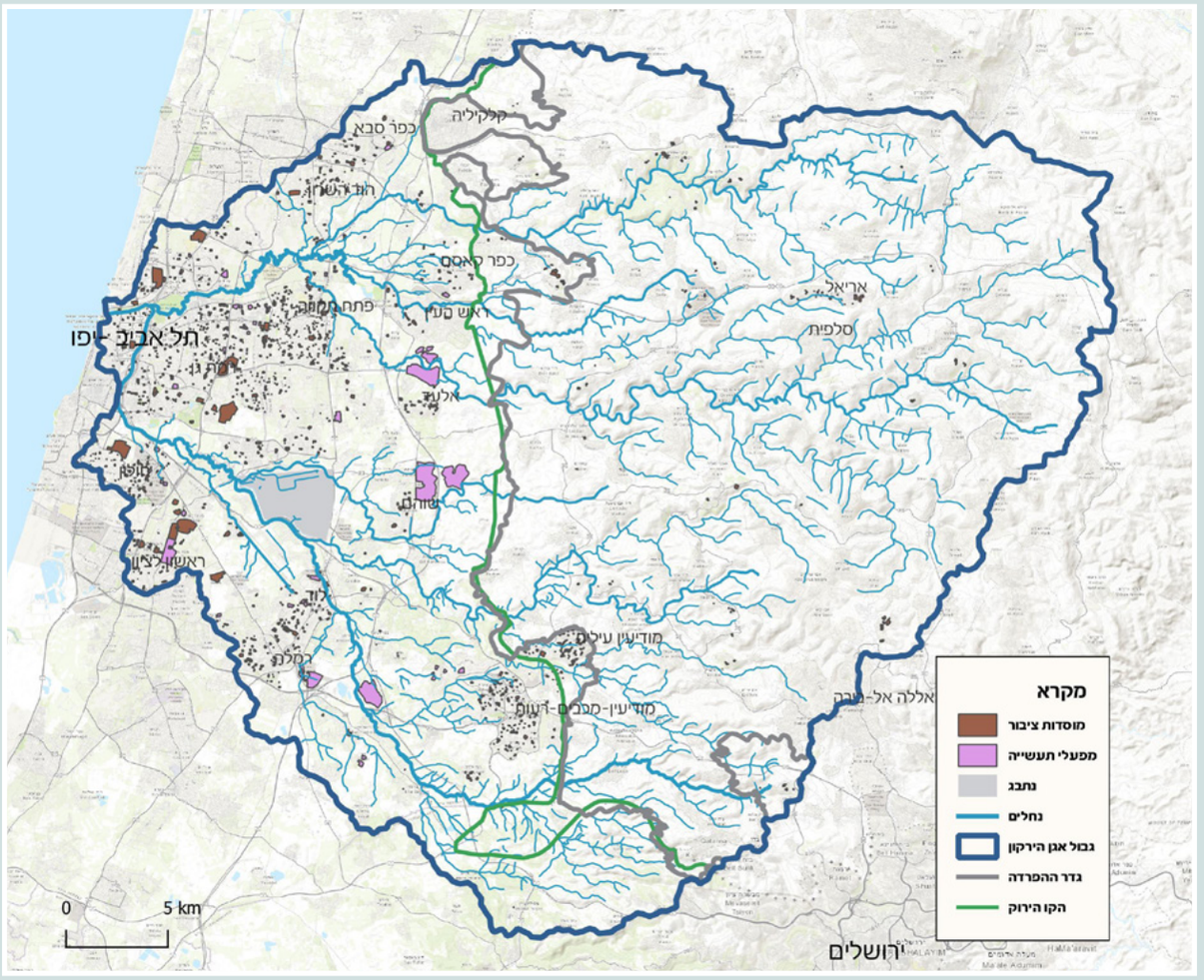
כחלק מעבודות הסקר של תכנית האב לאגן הירקון, מופו רוב מוסדות הציבור (תרשים א-26).

בתל אביב יש כמה דוגמאות טובות לתופעה זאת. בית חולים אסותא החדש הוקם ברמת החייל בתל אביב, אזור שעד לפני כעשור או שניים נחשב לאזור מופר מבחינה סביבתית. כיום, עם פיתוח פארק הירקון, הלובי של בית החולים ורוב חדרי החולים פונים לכיוון הפארק. המוסד נהנה מהטבע הירוק הניבט מבעד לחלונות ונגיש. פוטנציאל דומה קיים גם במוזיאון ארץ ישראל, במרכז רבין, בבית הצנחן, בבית הפלמ"ח, במרכז הירידים וכמובן באוניברסיטת תל אביב.

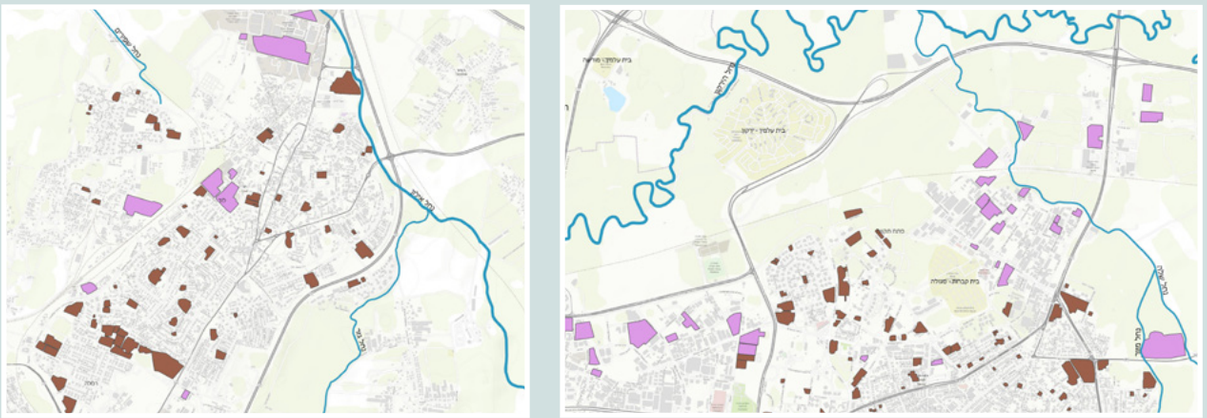
דוגמאות שליליות ממחישות את התופעה ההפוכה. כך למשל בקאנטרי קלאב בשכונת בבלי שלאורך הירקון, החניה צמודה לנחל ואילו חזית הבניין פונה לנתיבי איילון וגבה לנחל.



מוסדות ציבור מרכזיים במרחב הירקון באזור תל אביב (עם כיוון השעון): אוניברסיטת תל אביב, מרכז רבין, מוזיאון ארץ ישראל, בית חולים אסותא, מוזיאון הפלמ"ח, מרכז הירידים



תרשים א-26 מוסדות ציבור ואזורי תעשייה. (מקור: מרכז למיפוי ישראל)



תרשים א-27 מוסדות ציבור מרכזיים באזור פתח תקווה (מימין) ובאזור לוד (משמאל) - מדגיש את הפוטנציאל לקישוריות לכיוון הנחל

במספר רב של מקרים קיימת זיקה חזקה בין המוסד למטריצה האגנית על מגוון דרגותיה. מן הראוי שמוסדות התכנון ומתכנני תכניות המתאר לערי האגן יקבעו כעיקרון בסיסי שמוסדות ציבור הממוקמים לאורך המטריצה האגנית יתוכננו בזיקה מובהקת אליה. פעולות תכנוניות בכיוון זה נעשות בתיאום עם מתכנני מחוז המרכז, מהנדסי הערים ומתכנני תכניות המתאר של פתח תקווה, מודיעין, ראש העין וכפר קאסם (תרשים א-27).

10. האצבעות הירוקות

'אצבעות ירוקות' הוא מושג מעולם התכנון שפותח בתחילת שנות התשעים, בהקשר של תכנית האב לירקון 1996, ותכניות המתאר המחוזיות שאושרו על בסיסה (2007/8)2007). הרעיון המרכזי היה ליצור קשר בין השטח הבנוי לבין הנחל, הצירים והשטחים הירוקים שלאורכו. (בתרשים א-28 מוצג באופן סכמתי חיבור מרחב הירקון לעומק הבינוי משני צדי הנחל). לאצבעות הירוקות יש תרומה רבה



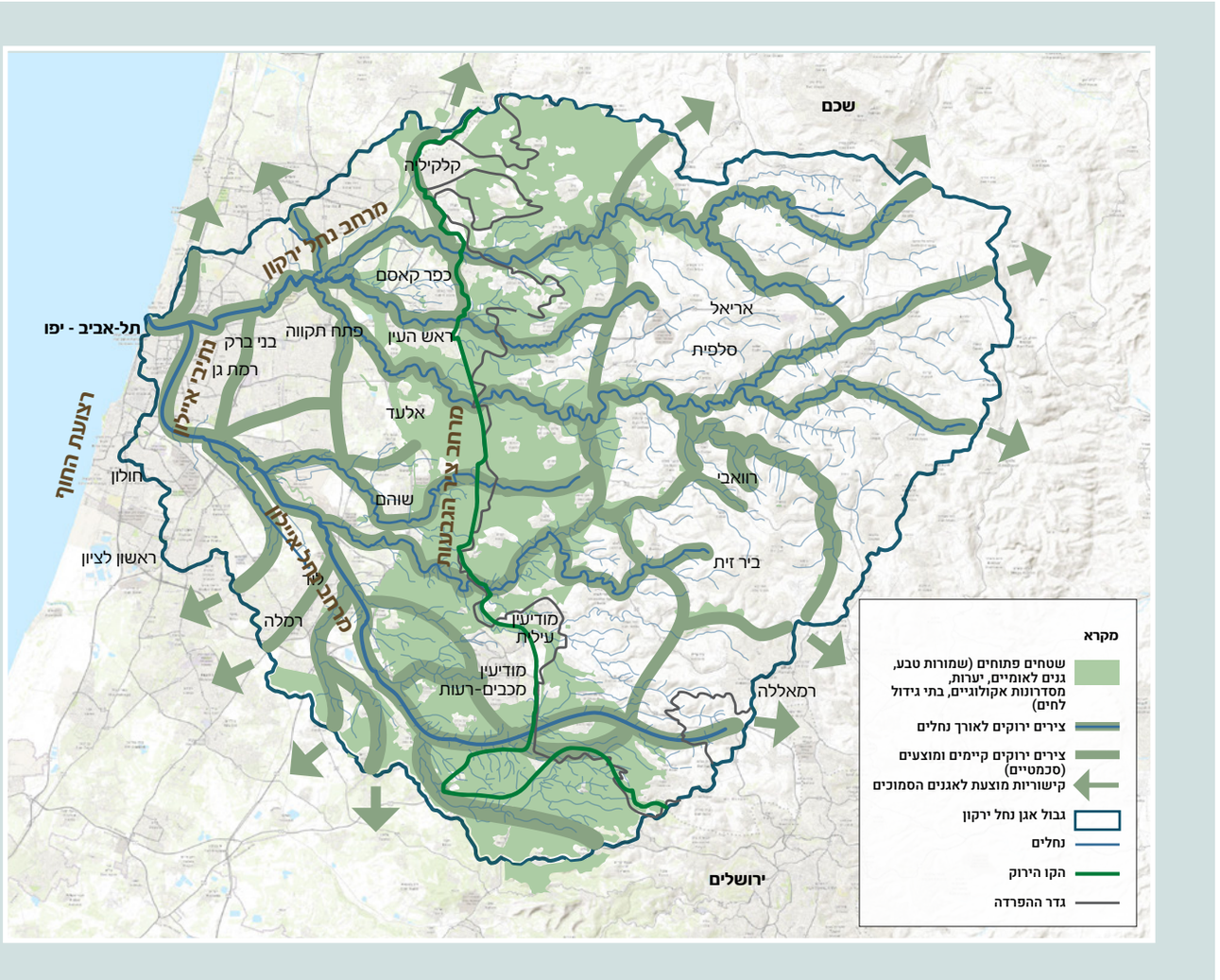
תרשים א-28 תכנית כללית של אצבעות ירוקות קיימות ופוטנציאליות. למעלה בכל האגן, למטה תקריב לאורך נחל הירקון

לאיכות החיים של תושבי המטרופולין. האפשרות להגיע למרחב הפתוח של הירקון מעומק הבינוי של המטרופולין לאורך צירים ירוקים, ברגל ובאופניים, תורמת מאוד לאיכות החיים והסביבה.

בנוסף, יש לכך חשיבות כלכלית ונדל"נית רבת ערך. במחקר שנעשה על ידי רשות נחל הירקון (Xavier Garcia, The value of Rehabilitating Urban Rivers: The Yarqon River (Israel) 2014), הוכח באופן אמפירי הקשר הישיר בין הקרבה לירקון וערך הדירות (ראו הפרק הכלכלי). זאת על בסיס ניתוח שוויין של מאות דירות באגן. בדיקה נוספת נערכה במסגרת תכנית זו.

לפיכך, בדק צוות התכנון של אגן הירקון את אפשרות חיזוק האצבעות הירוקות הקיימות ויצירת אצבעות ירוקות חדשות בכל מרחב האגן, לאורך הירקון, משפך הירקון ועד ראש העין. עד כה, נספרו מצפון ומדרום לנחל, כ-30 אצבעות ירוקות; וכן מספר דומה של אצבעות ירוקות לאורך האיילון, ממחלף קיבוץ גלויות ועד מודיעין. סך הכול קיימות כ-60 אצבעות ירוקות שמקשרות את מרחב המטרופולין לצירים הפתוחים של הירקון והאיילון (תרשים א-29).

על סמך חישובים מוקדמים, ובהתחשב בכך שרוב האצבעות הירוקות הן דו־צדדיות, ניתן לומר שהאצבעות הירוקות "מייצרות" כ-60–100 ק"מ אורך של חזיתות אורבניות הפונות לכיוון שטחים פתוחים המתחברים לאגני הירקון והאיילון.

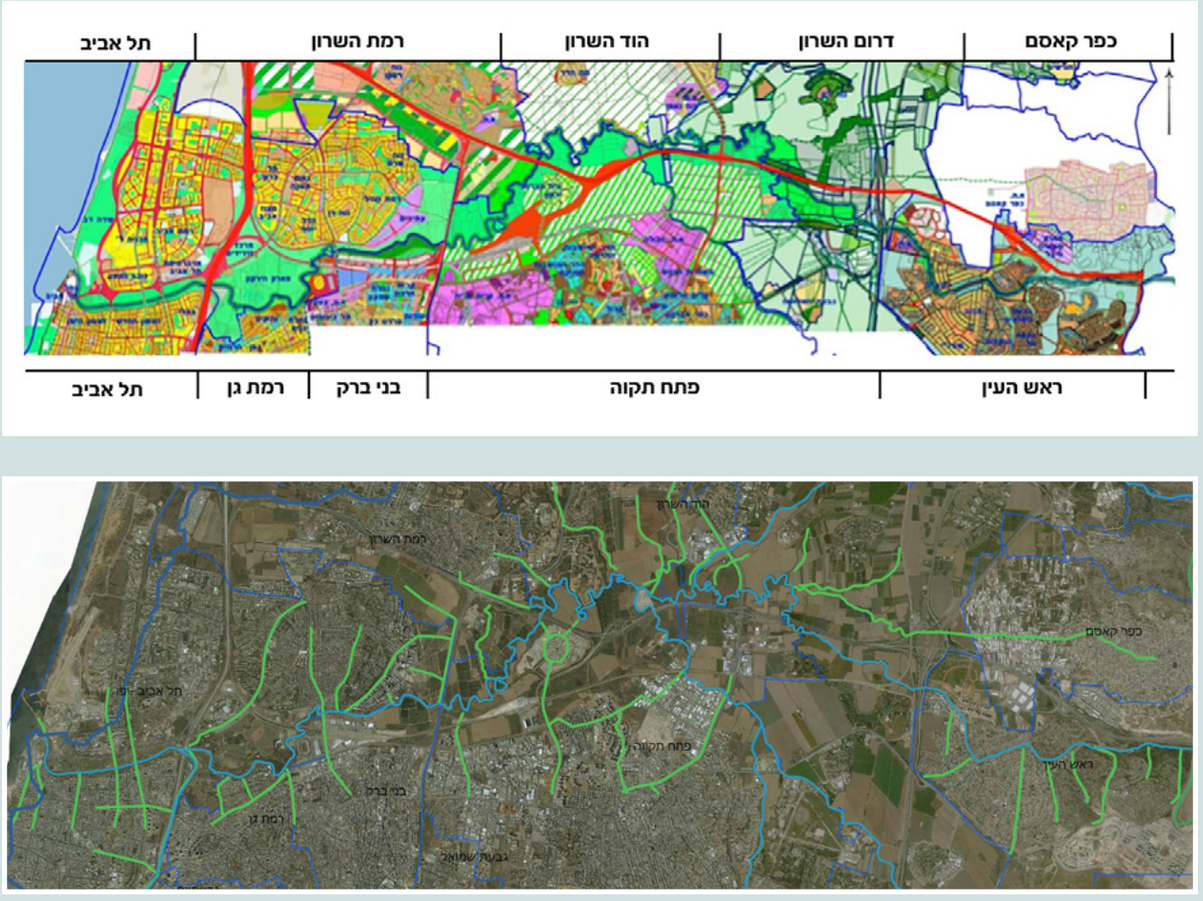


תרשים א-29 מסדרונות אקולוגיים וצירים ירוקים מרכזיים באגן הירקון

בחלקים מסוימים של המרחב ישנו יישום של פיתוח מסוג זה. למשל הרחובות אבן גבירול, וייצמן, דיזנגוף, תכנית "ל", רמת החייל, וכן במודיעין ובפתח תקווה. באזורים אלה ניכרת תודעת התרומה הסביבתית של הקִרבה לירקון.

כדי לבדוק את היתכנות יישום עקרונות אלה נערכו בדיקות עומק בכמה יישובים, ביניהם מודיעין, פתח תקווה, ראש העין וכפר קאסם. הבדיקות תואמו וקיבלו גיבוי של גורמי תכנון בכירים בלשכות התכנון המחוזיות ומהנדסי הערים. בשלבי יישום התכנית יהיה מקום לקידום מפורט של עקרון זה. בתרשים א-30 קומפילציה של תכניות מקומיות לאורך הנחל.

המושג 'אצבעות ירוקות' פותח בהקשר של אגן הנחל. השדרות בתל אביב הן דוגמה לתרומת עקרון זה לאיכות החיים בעיר. הרצפים של שדרות רוטשילד, שדרות חן ורחוב אבן גבירול מדגימים את הצירים המקשרים בין מרכז תל אביב לירקון. קיימים גם צירים בכיוון צפון־דרום המקשרים את מרכז תל אביב למרחב האיילון, לדוגמה רחוב משה דיין בדרום תל אביב ורחוב בן גוריון בבני ברק וברמת גן.



תרשים א-30 למעלה קומפילציה של תכניות מקומיות לאורך הירקון מהשפך ועד לקו הירוק.
למטה אצבעות ירוקות במרחב הירקון, בין השטח הבנוי לבין הנחל

דוגמאות לאצבעות ירוקות במרחב תל אביב:



(שמאל למעלה עם כיוון השעון) שדרות רוטשילד, שדרות חן, רחוב אבן גבירול המוביל לפארק הירקון, רחוב בן גוריון (בני ברק)

11. תיירות ותרבות הפנאי

אגן הירקון הוא המרחב האורבני הצפוף במדינה. כמות האוכלוסייה, הצפיפות, הניידות והזמן הפנוי של התושבים יגדלו עם הזמן. משמעות עובדה זאת היא שבכל תא שטח נתון מספר התושבים יגדל, המרחבים הפתוחים יצטמצמו והביקוש לשטחים פתוחים וליעדי תיירות יגדל אף הוא. לפיכך מתבקשת ראייה כלל אגנית לנושא התיירות ותרבות הפנאי באגן. הבחנות אלו נכונות למרחבי האגן משני צדי הקו הירוק.

במהלך הכנת התכנית זוהו מספר תחומים מובהקים של תיירות ותרבות פנאי בתחום האגן:

- טבע וטבע עירוני – שמורות טבע עירוניות
- תיירות ארכיאולוגיה, היסטוריה ומורשת
- תיירות ספורט
- תיירות חקלאית ותרבות הכפר
- אתרים מיוחדים - מקווה ישראל, ספארי, פארק אריאל שרון
- תיירות קהילתית התנדבותית

ברוב המקרים החוויה התיירותית הכוללת מורכבת מתמהילים מגוונים של תחומי תיירות שונים. לדוגמה, בין 'ראש ציפור' ומקורות הירקון, יש ריכוז גדול של אתרי טבע, אתרי מורשת ומפעלי תרבות חקלאיים חשובים. השילוב בין יעדי תיירות הופך את חוויית הביקור במקום לעשירה וייחודית (תרשים א-31).

דוגמה נוספת המתפתחת בשנים האחרונות היא השימוש בשביל ישראל ובשביל ישראל לאופניים. אמנם מדובר בתופעה כלל ארצית, אך החלק העובר במרכז המדינה ומגוון האוכלוסיות הנחשפות לשבילים אלה, תורמים למרחב. ההולך או הרוכב לאורך שבילי ישראל, נחשף לרצף משתנה של חוויות אורבניות, מורשתיות, חקלאיות, טבעיות ונופיות. שביל ישראל הופך לעמוד שדרה חשוב במפת תרבות הפנאי של אגן הירקון. המשימה הבאה היא להרחיב את הקשר בינו ובין שבילים אחרים, והמרחבים האורבניים שלאורכם הם עוברים. אם כל יישוב (למשל ראש העין, כפר קאסם ופתח תקווה) יפתח לפחות קשר אחד, ובערים הגדולות מספר קשרים, שיחברו בין השבילים למרכזי היישוב – יזכו תושבים רבים לגישה ישירה לתרבות הפנאי באגן.

תהליך דומה מומלץ שיתפתח גם לאורך האיילון ובכך לחבר את מודיעין, רמלה, לוד ויישובים נוספים למרחבי האיכות של האגן.

תיירות כללית

באגן הירקון מצוי מספר רב של אתרים בעלי חשיבות רבה מבחינה ארכיאולוגית, היסטורית ותיירותית (ראו פרק מורשת ונופי תרבות) המהווים תרומה רבה ל'תרבות הירקון'.

- **טחנות הקמח -** לאורך הירקון ניצבות טחנות קמח עתיקות המלמדות על התרבות החקלאית העתיקה ועל האמצעים שנדרשו כדי להבטיח קיימות כלכלית של תושבי האזור בתקופות קדומות.
- **בית הבטון -** בניין משאבות הנמצא בסמוך לכפר הבפטיסטים ליד פתח תקווה, ומשלב בתוכו אספקטים רבים של ייחודיות הירקון: חקלאות, טכנולוגיות מים, אדריכלות מודרנית ושימור מסורת ההתיישבות באגן.
- **פארק אריאל שרון -** אתר פסולת בכניסה הדרום־מזרחית של תל אביב שהפך לאתר נופש מטרופוליני ומרכז לחינוך סביבתי.
- **תחנת רדינג -** תחנת כוח לייצור חשמל בשפך הירקון, שעברה שינוי יעוד והפכה למוקד תרבות ותיירות - 'אייקון ירקוני' דומיננטי.
- **הפארק הלאומי והספארי ברמת גן -** אטרקציה תיירותית המעשירה את מערך השטחים הפתוחים במרכז האגן לאורך האיילון.
- **פרויקט 'נעים על המוביל' -** שביל תיירותי מכיוון צפון לדרום על תוואי המוביל הארצי, שפותח על ידי קק"ל, ומשרת ומקשר בין אוכלוסיות באגן הירקון ובאגנים הסמוכים מצפון.





מימין בית הבטון, משמאל מבט על האיילון ותל אביב מפארק אריאל שרון

תיירות קהילתית והתנדבותית

באגן קיימות פעילות תיירותית נוספות המעשירות את החוויה הירקונית:

- **יער קהילתי -** קק"ל מפתחת בשנים האחרונות את ההיבטים הקהילתיים של היערות. יערות בקרבת יישובים הופכים לאטרקטיביים למגזרים רבים בקרב תושבי האגן.
- **תיירות התנדבותית -** מגוון הפעילויות באגן מושך מתנדבים מהארץ ומחוצה לה. תנועת ההתנדבות מחזקת את הקשרים בין האוכלוסיות השונות, וביניהן לבין החקלאות והטבע באגן. דוגמה נוספת היא החקלאות הקהילתית (Community Sponsored Agriculture - C.S.A) שנפוצה בעולם (ארצות הברית, אירופה, אוסטרליה) ונמצאת בחיתוליה בישראל. התושבים מתנדבים לעבודה חקלאית למשך מספר שעות (או ימים) בעונה, ובתמורה הם מקבלים מהחקלאים תוצרת חקלאית טרייה. כך מתחזק הקשר בין התושבים והמרחבים החקלאיים באזורי מגוריהם, ותורם לקיימות הכלכלית של החקלאים.





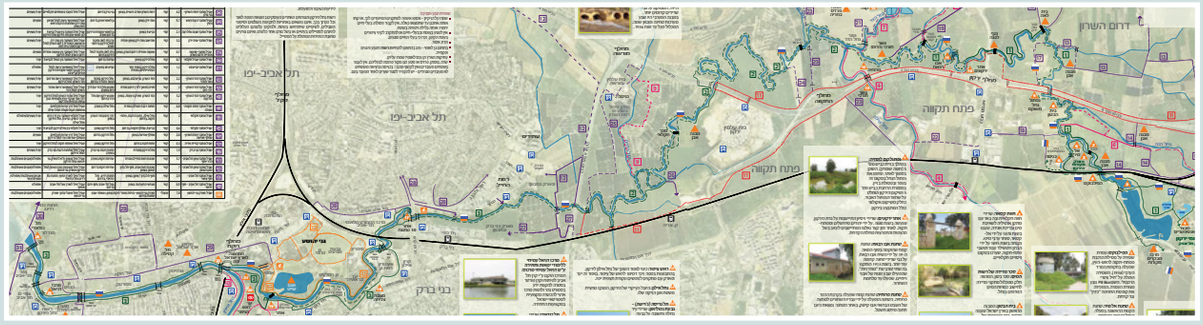
יער קהילתי - יער ראש העין (קק"ל)

פנאי נופש וספורט

מרחב אגן הירקון מייצר הזדמנויות רבות לפיתוח ענפי ספורט רבים ומגוונים.

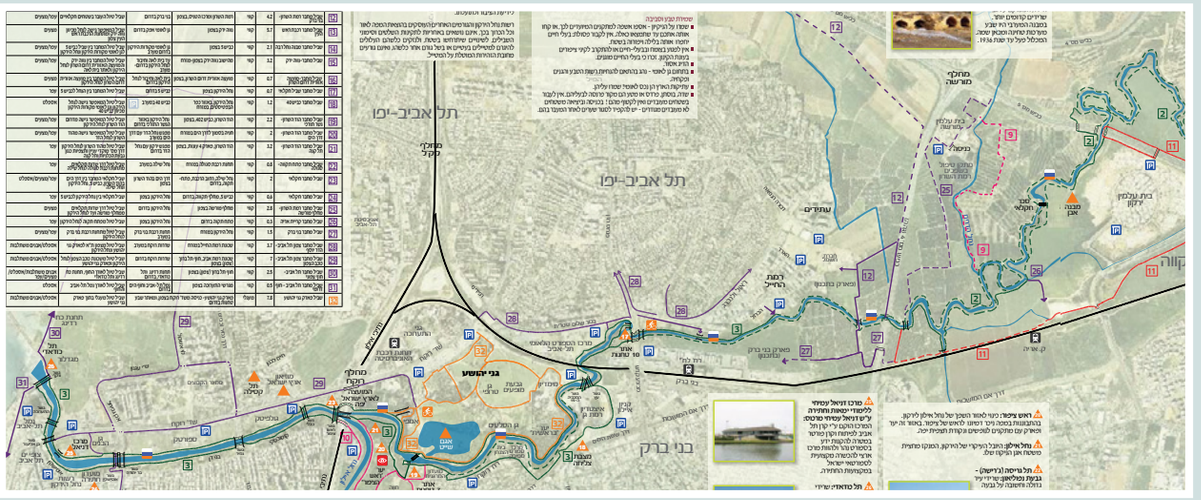
במפת השבילים שהכינה רשות נחל הירקון בשנת 2010 (תרשים א-31), סומנו כ-32 שבילים, במרחב שבין כביש מס' 6 במזרח ושפך הירקון במערב. אורכם המצטבר של שבילים אלה הוא כ-170 ק"מ. אם נוסיף לכך את השבילים שהוכשרו בשנים האחרונות, שבילים בתכנון, וכן שבילים קיימים ומתוכננים בדרום אגן הירקון לאורך האיילון ויובליו – ניווכח כי מתפתחת רשת שבילים המשרתת תושבים רבים.

השבילים משמשים לצרכי יוממות (בין אזורי המגורים למקומות העבודה, לתחנות האוטובוס ולרכבת), לפעילויות ספורט (הליכה, ריצה ורכיבה על אופניים) ופעילויות פנאי. תופעה זו החלה למעשה ביוזמת רשות נחל הירקון לפני כעשרים שנה (התכנית למסלולי אופניים לאורך נחל הירקון, רחמימוב 1998), התרחבה משמעותית בתחום הירקון ושימשה מודל למספר רב של עיריות, רשויות מקומיות ואגני נחלים נוספים (למשל פארק נחל באר שבע, נחל אלכסנדר, נחל שורק וכדומה).



תרשים א-31 מפת שבילים אינטראקטיבית במרחב מקורות הירקון (מתוך אתר האינטרנט של רשות נחל הירקון)
שני התרשימים הבאים הינם הגדלה של מפת השבילים - החלק המזרחי בעמוד זה, ושל חלקו המערבי בעמוד הבא




תל אביב-יפו
מחלף לקול
תל אביב-יפו
עזריאלי
בני ברק
מחלף רקפת
בני יהושע
מחלף מוקד
מחלף מבואות
מחלף כוכבית
מחלף מוצא
מחלף מבואות
מחלף מוצא
מחלף מבואות
מחלף מוצא
מחלף מבואות





למעלה טרסות חקלאיות ומטעי זיתים מסורתיים באזור סלפית. למטה טרסות חקלאיות אשר נבנו לאחרונה באזור נחל נטוף

בצד תרבות השמן ראוי לציין את תרבות היין - למעלה מ-15 יקבים קיימים בתחום האגן, מערבית לקו הירוק, ומספרם גדל בהתמדה. קיימים מספר יקבים ממזרח לקו הירוק.

סיורי שמן ויין וכן סיורי גבינות, דבש וכדומה, יכולים להעשיר את מגוון אפשרויות התיירות במרחב ולתרום באופן משמעותי לכלכלת האזור ולקיימות החקלאית.

לאחרונה החלו להתפתח במדרונות המזרחיים של האגן טרסות מודרניות, המותאמות לדפוסי פיתוח חקלאי עכשווי. רוחב וגובה הטרסות מאפשרים חקלאות אינטנסיבית הנעזרת בכלים חקלאיים מודרניים באופן המייעל את המערכת החקלאית אך משפיע על שינוי הנוף ועל הנגר העילי באופן משמעותי.

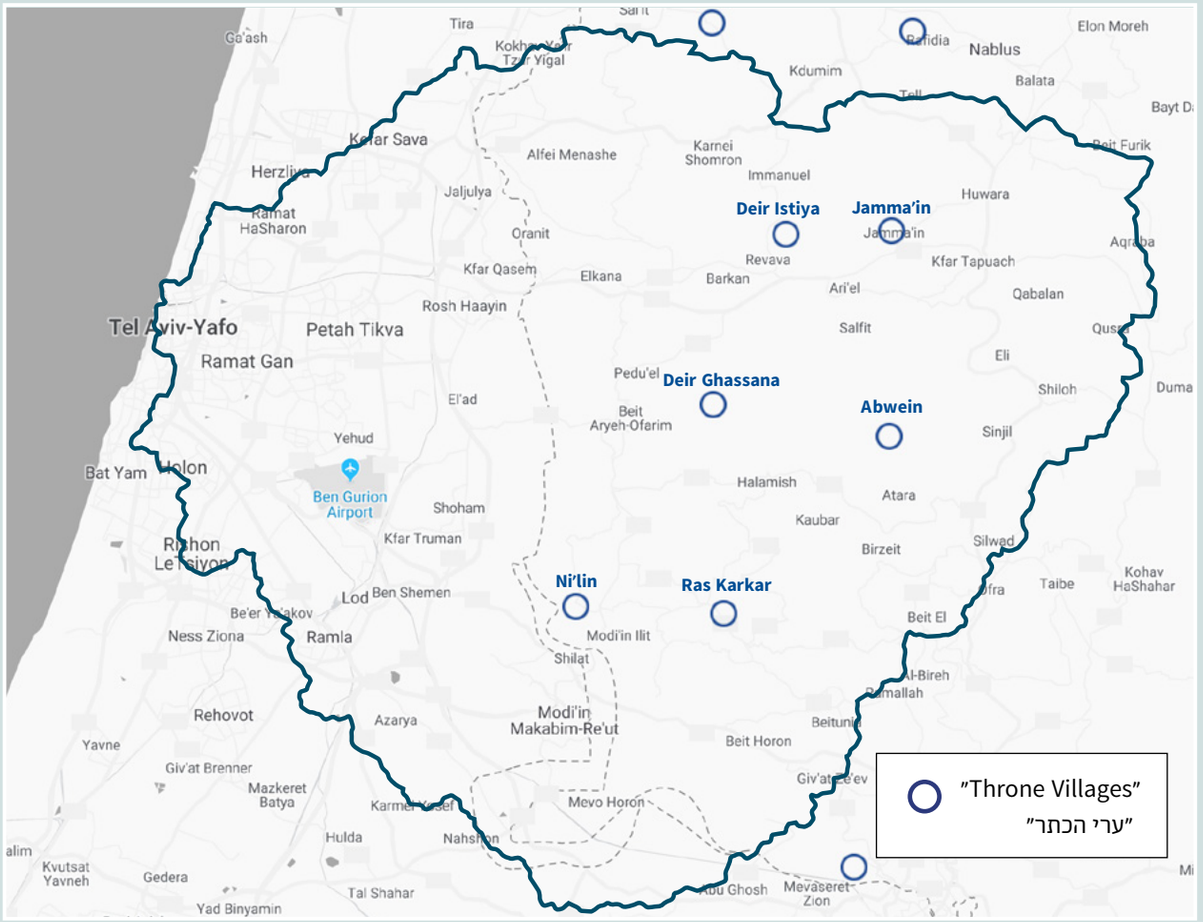
12. מורשת ונופי תרבות

המרחב שבין ירושלים ושכם במזרח, ועד נמל יפו במערב, כולל בתוכו דרכים היסטוריות מרכזיות בצירים צפון־דרום (דרך הים ודרך ההר) ומזרח־מערב (יפו – רמלה ולוד, שער הגיא וירושלים, יפו, קלקיליה ושכם).

ד"ר איתן איילון זיהה במרחב זה ממצאים ארכיאולוגיים מעשרים תקופות היסטוריות מרכזיות, מהתקופות הפרה־היסטוריות הקדומות (התקופה הפליאוליתית 8,000–12,000 לפנה"ס והתקופה הנטופית) ועד ימינו אלה.



ראס כרכר – אחת מעשר 'ערי הכתר' במרחב הירקון



תרשים א-32 "ערי הכתר" באגן הירקון ממזרח לקו הירוק (מתוך סקר "Riwaq", www.riwaq.org)

ד"ר עיסא סרי, אנתרופולוג וארכיאולוג מאוניברסיטת אל קודס, מדגיש את חשיבותה של מערת שוקבא להבנת תהליכי המעבר מתרבות הציד לחקלאות, כפי שהתפתחה בתקופות 8,000-11,000 לפנה"ס – התרבות הנטופית. כמו כן פיתח ד"ר סרי הבנה עמוקה של חשיבות התפתחות התרבות החקלאית בתחום הירקון (טרסות חקלאיות, שומרות וכו') וכן התפתחות של ערי הכתר במרחב (תרשים א-33).

פרופ' נורית ליסובסקי, מהמחלקה לאדריכלות נוף בטכניון, הציגה שש דרכים להתבונן בנוף מורשת. עבודתה המקורית נעשתה באזור הכרמל ואנו מאמצים אותה לניתוח המשמעויות המורשתיות להבנת המרחב התרבותי של הירקון (ראו פרק "מורשת ונופי תרבות").



מערת שוקבא בנחל נטוף (אתר ארכיאולוגי מהתקופה הנטופית בה התרחש לראשונה המעבר מציד לחקלאות)

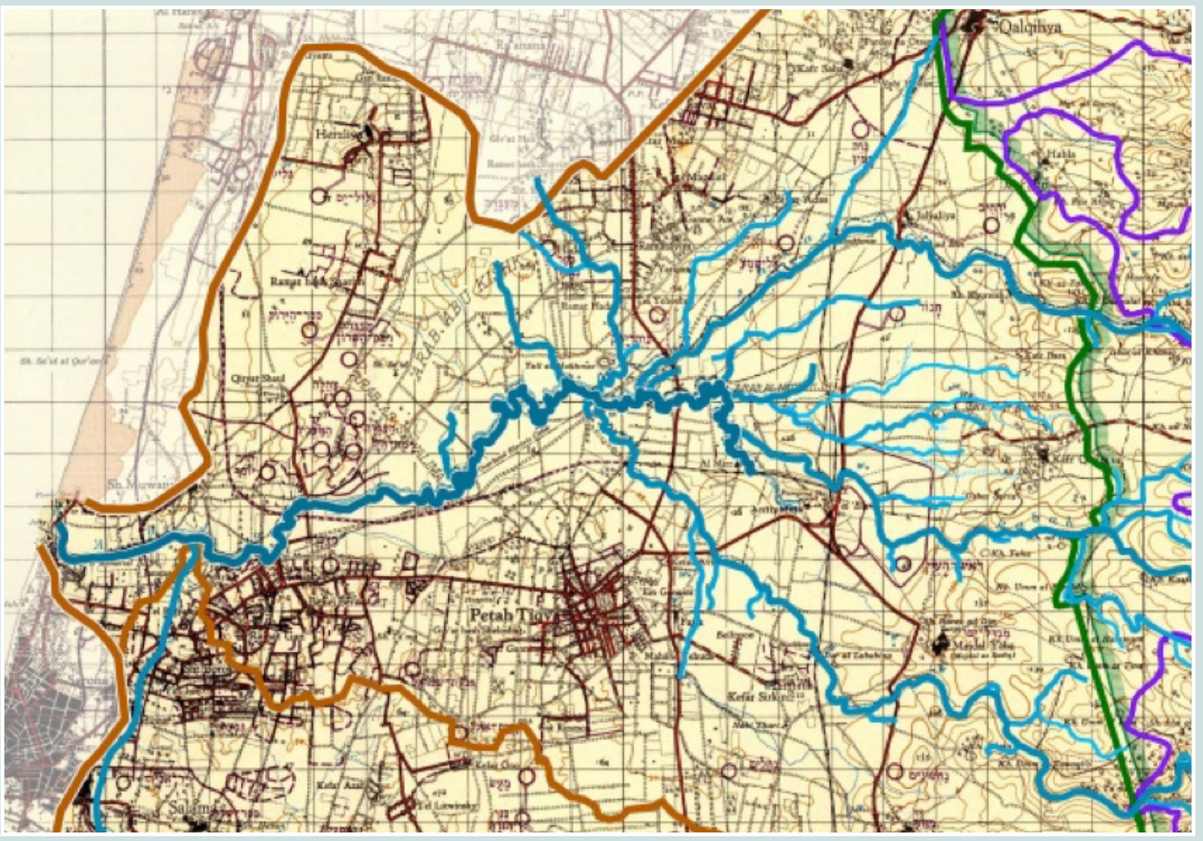
צוות התכנון זיהה מספר רב של אתרי תרבות, אתרי מורשת ודרכים היסטוריות באגן. ראייה כוללת שלהם (על פי תקופות, נושאים וכד') וצירופם למכלולים מרחביים, תתרום להפיכת האגן לאזור איכות לאומי ובינלאומי.

נבחנו שלוש דרגות של חלוקת המרחב למכלולי מורשת ותרבות:

- אתרים ונופי תרבות כמכלולים בודדים
- מרחבי מורשת מקומיים
- מרחבי מורשת נרחבים – מכלולי מורשת - והאגן כמרחב מורשת

במפה מנדטורית משנת 1924 (תרשים א-34), ניתן לראות את החיבורים בין היישובים לערוצי הנחלים באגן הירקון. לכך יש חשיבות רבה בזיהוי הצירים הירוקים המחברים בין הרקמה העירונית (העכשווית וההיסטורית) לבין ערוצי הנחלים.

אם תאומץ הגישה המרחיבה המעניקה משקל למורשת ולתרבות במרחב הירקון, יגדל הסיכוי להפוך מרחב זה ל'מרחב איכות לאומי'. בהקשר זה, נכון יהיה לפעול משני צידי הקו הירוק וייתכן שבשלב הראשון היישום יתבצע בנפרד. התקווה היא שבהמשך, יקודם פיתוח המורשת והתיירות בצורה מקבילה ואולי אף משולבת.



תרשים א-33 מפה מנדטורית של המרחב, 1925

בדף מול:
למעלה מימין טרסות חקלאיות, משמאל מפעלי מים בשמורת טבע בנחל קנה
במרכז מימין שרידי הכנסייה שהוקמה בידי הצלבנים על חלק משטח הכנסייה הביזנטית בג'לג'וליה, משמאל אבני מיל רומיות בדרך רומית עתיקה באזור לטרון.
למטה מימין המצודה הטורקית בשער הגיא, משמאל גשר הג'ינדס (מעל האיילון) בלוד מהתקופה הצלבנית. שופץ בתקופה הממלוכית כדוגמה לאתר שנזנח













רשימת תרשימים

תרשים א-1 מפת אגני הנחלים במרכז הארץ (מקור - מפ"י) 46

תרשים א-2 הנחלים והערוצים באגן הירקון 47

תרשים א-3 מימין אגן הירקון - מפת גבהים, משמאל מפת שיפועים (מתוך עבודתם של דר' נעה אוחנה-לוי ופרופ' ארנון קרניאלי, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון, 2014) 48

תרשים א-4 מפת חתכים לאורך הנחלים והקו הירוק, בכיוון השעון: ירקון-נטוף, הקו הירוק ירקון-איילון ירקון-שילה (מתוך עבודתם של דר' נעה אוחנה-לוי ופרופ' ארנון קרניאלי, המכונים לחקר המדבר ע"ש יעקב בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון, 2014) 49

תרשים א-5 סכמה של היווצרות רצפים של ערוצי נחלים, מדרגה 1 במעלה ועד דרגה 4 50

תרשים א-6 חלוקה לתתי אגנים של אגן הירקון ושטחם 51

תרשים א-7 מסדרונות אקולוגיים המבוססים על שטחים פתוחים טבעיים, מכלולי נוף, נחלים, תמ"א 34 ושטחי חקלאות 55

תרשים א-8 מסדרונות אקולוגיים באגן הירקון 56

תרשים א-9 "צירים ירוקים" במרחב מחוז תל אביב 57

תרשים א-10 מערך כללי מוצע ל"מטריצה האגנית" במרחב ראש העין, כפר קאסם, ג'לג'וליה וכפר ברא וחיבורם לתחנות הרכבת ראש העין צפון ודרום, למקורות הירקון ולפארק 58

תרשים א-11 מערכת צירים ירוקים מוצעת לפתח תקווה. חיבור העיר לפארק הירקון ול"מטריצה האגנית" 58

תרשים א-12 תמ"א 35 בתחום אגן הירקון 60

תרשים א-13 תמ"א 1 - תשריט ראשי בתחום אגן הירקון 61

תרשים א-14 קומפילציה של תכניות סטטוטוריות באגן הירקון – מחוז מרכז 3/21 ומחוז תל אביב 5, עם גבולות אגן הירקון 62

תרשים א-15 שטחי A, B ו-C (על פי נתוני המנהל האזרחי) 63

תרשים א-16 תכנית מתאר ארצית־מרחבית של הרשות הפלסטינית לשימור משאבי טבע ואתרי מורשת, 2010 nsp.pna.ps/ar/images/Protection_Plan.jpg 64

תרשים א-17 תכנית מתאר מחוזית חלקית למרחב נחל איילוןתמ"מ 25/21/3 (אדר' דוד גוגנהיים) 65

תרשים א-18 דמוגרפיה בערים וביישובים על רקע אגני המשנה של אגן הירקון 67

תרשים א-19 אגן הירקון ותוואי הקו הירוק על רקע תצלום אוויר 68

תרשים א-20 חציית נחלים את גדר ההפרדה 69

תרשים א-21 אירוע ההצפה בבת חפר, ינואר 2013 www.makorrishon.co.il 70

תרשים א-22 מערך התשתיות באגן - תמ"מ/21/3 71

תרשים א-23 מערכת המים הארצית והמוביל הארצי, תקריב באגן הירקון (מקור - חברת מקורות) 72

תרשים א-24 מימין המחצבות העיקריות באגן. משמאל תצלומי אויר של מחצבות (הקרן לשיקום מחצבות): למעלה מחצבת נחשונים, למטה מחצבת נטוף 74

תרשים א-25 סימון המחצבות העיקריות על גבי הדמיה של האגן (מבט מכיוון מערב) 75

תרשים א-26 מוסדות ציבור ואזורי תעשייה. (מקור: מרכז למיפוי ישראל) 77

תרשים א-27 מוסדות ציבור מרכזיים באזור פתח תקווה (מימין) ובאזור לוד (משמאל) - מדגיש את הפוטנציאל לקישוריות לכיוון הנחל 77

תרשים א-28 תכנית כללית של אצבעות ירוקות קיימות ופוטנציאליות. למעלה בכל האגן, למטה תקריב לאורך נחל הירקון 78

תרשים א-29 מסדרונות אקולוגיים וצירים ירוקים מרכזיים באגן הירקון 79

תרשים א-30 למעלה קומפילציה של תכניות מקומיות לאורך הירקון מהשפך ועד לקו הירוק.למטה אצבעות ירוקות במרחב הירקון, בין השטח הבנוי לבין הנחל 80
תרשים א-31 מפת שבילים אינטראקטיבית במרחב מקורות הירקון (מתוך אתר האינטרנט של רשות נחל הירקון) שני התרשימים הבאים הינם הגדלה של מפת השבילים - החלק המזרחי בעמוד זה, ושל חלקו המערבי בעמוד הבא 84
תרשים א-34 בתי בד מזרחית לקו הירוק ובתחום האגן, ד"ר ג'וואד חסן 85
תרשים א-32 "ערי הכתר" באגן הירקון ממזרח לקו הירוק (מתוך סקר "Riwaq", www.riwaq.org) 88
תרשים א-33 מפה מנדטורית של המרחב, 1925 90

רשימת טבלאות

טבלה א-1 מספר תושבים באגן הירקון 66
טבלה א-2 תחזיות לגידול האוכלוסייה באגן הירקון 67

ב תכנית אב לירקון 1996,
ותכניות מתאר 2007-2008

אדר' אריה רחמימוב אדריכלים ומתכנני ערים בע"מ
אדר' ליאורה מירון אדריכלות ותכנון ערים





תוכן העניינים

1. רקע 98

2. דמוגרפיה ומגמות פיתוח 102

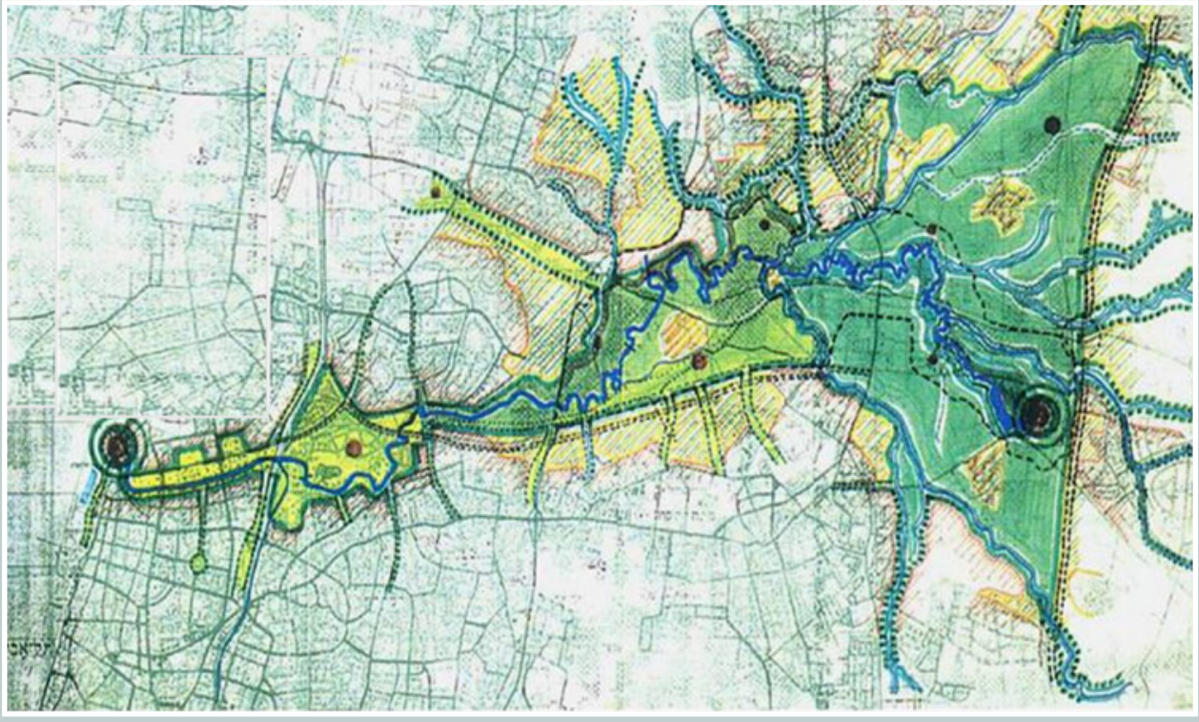
3. תהליכי תכנון ותכניות סטטוטוריות 104

1. רקע

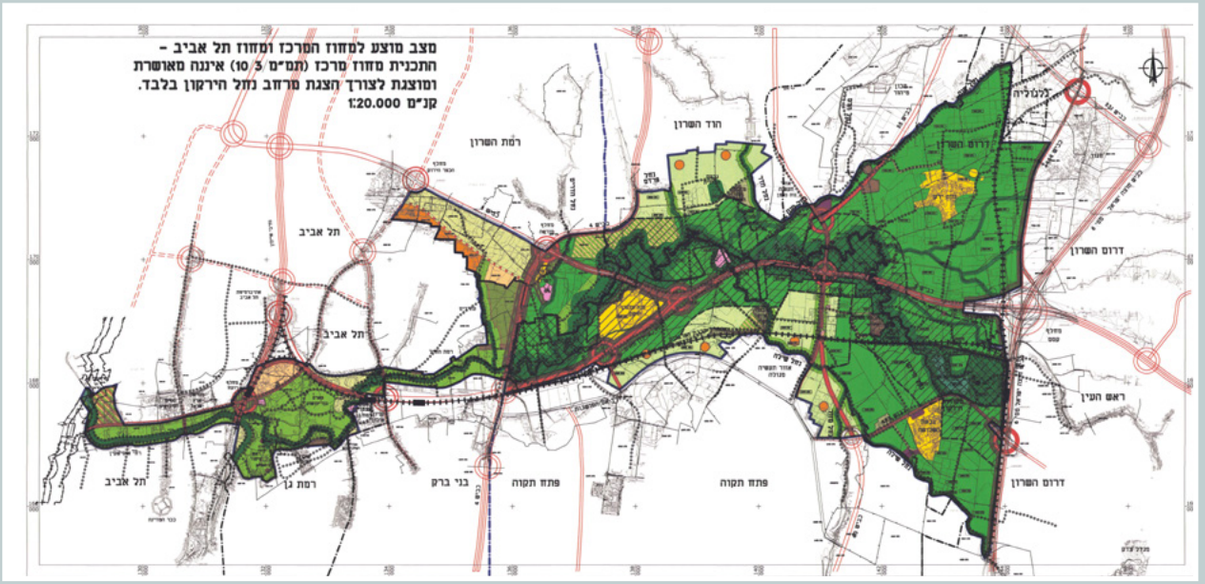
רשות נחל הירקון פועלת מתוקף צו רשות נחל הירקון, התשמ"ח-1988. בשנת 1993 יזמה הרשות הכנת תכנית אב לירקון, שהוצגה בפני ועדת השרים לענייני הסביבה ואושרה בתוקף החלטת ממשלה בתאריך 18.4.1996 (תרשים ב-1). ד"ר ישראל פלג, מנכ"ל המשרד לאיכות הסביבה ויו"ר הנהלת רשות נחל הירקון דאז, עמד בראש צוות ההיגוי של התכנית, יחד עם מנהל רשות נחל הירקון, ד"ר דוד פרגמנט. רשימה מלאה של חברי צוות ההיגוי והתכנון בנספחים.

עם אישור התכנית על ידי ממשלת ישראל, פעלה רשות נחל הירקון לקבלת תוקף סטטוטורי לתכנית. כיוון שהתכנית התפרשׂה על פני שני מחוזות – מחוז תל אביב ומחוז המרכז - היא הוגדרה כ'תכנית מתאר דו מחוזית חלקית': במחוז תל אביב 2/5 בשטח של 8,600 דונם, ובמחוז המרכז תמ"מ 10/3 בשטח של כ 29,000 דונם (תרשים ב-2).

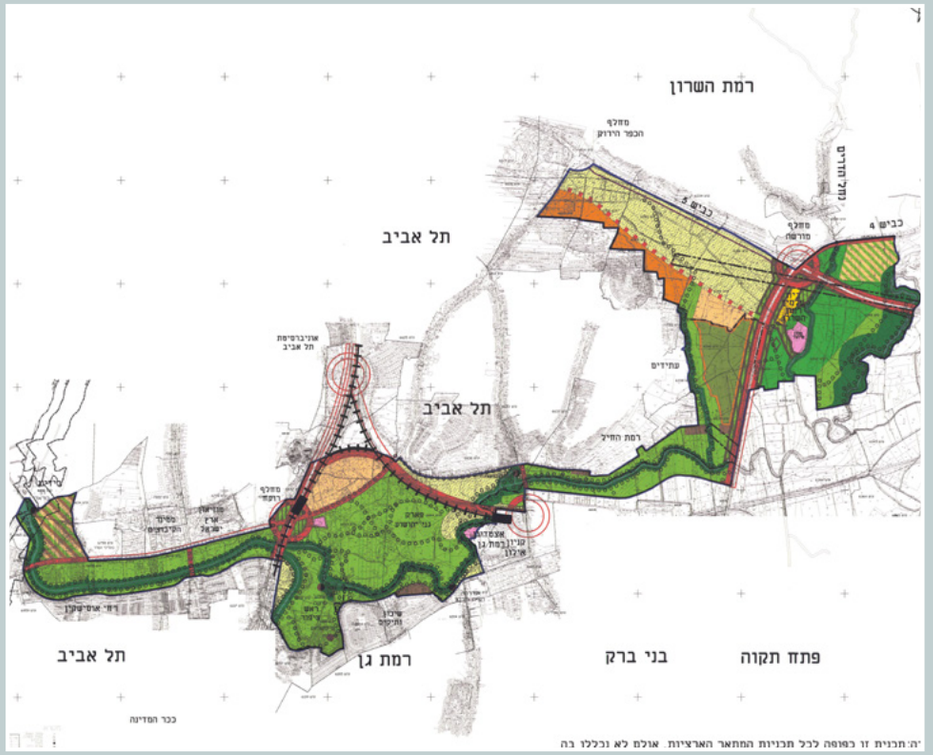
תכנית המתאר לנחל הירקון במחוז תל אביב תמ"מ 2/5, קיבלה תוקף בתאריך 30.10.2007.
תכנית המתאר לנחל הירקון במחוז מרכז תמ"מ 10/3, קיבלה תוקף בתאריך 30.4.2008.



תרשים ב-1 נחל הירקון - תכנית אב 1996, אדריכל אריה רחמימוב







תרשים ב-2 למעלה קומפילציה של תכנית מחוז מרכז (תמ"מ 3/10) ותכנית מחוז תל אביב (תמ"מ 5/2)
למטה תקריב תכנית מחוז תל אביב (תמ"מ 5/2)

בתכנית האב לירקון (1996) הוגדרו המטרות הבאות:

- יצירת ריאה ירוקה לאזור הצפוף במדינה.
- הפיכת הירקון מ'חצר אחורית' ל'חצר קדמית'.
- שיקום המערכת האקולוגית של הנחל תוך שמירת אופיו, שיפור איכות המים ופתרון בעיות הביוב.
- מתן פתרונות איכותיים לבעיית הניקוז ולמניעת הצפות.
- ניצול פוטנציאלים כלכליים תוך פיתוח 'בר קיימא'.
- תרומה לאיכות הסביבה, לערכים האסתטיים ולאקלים ומתן דוגמה מנחה לשיקום נחלי ישראל.

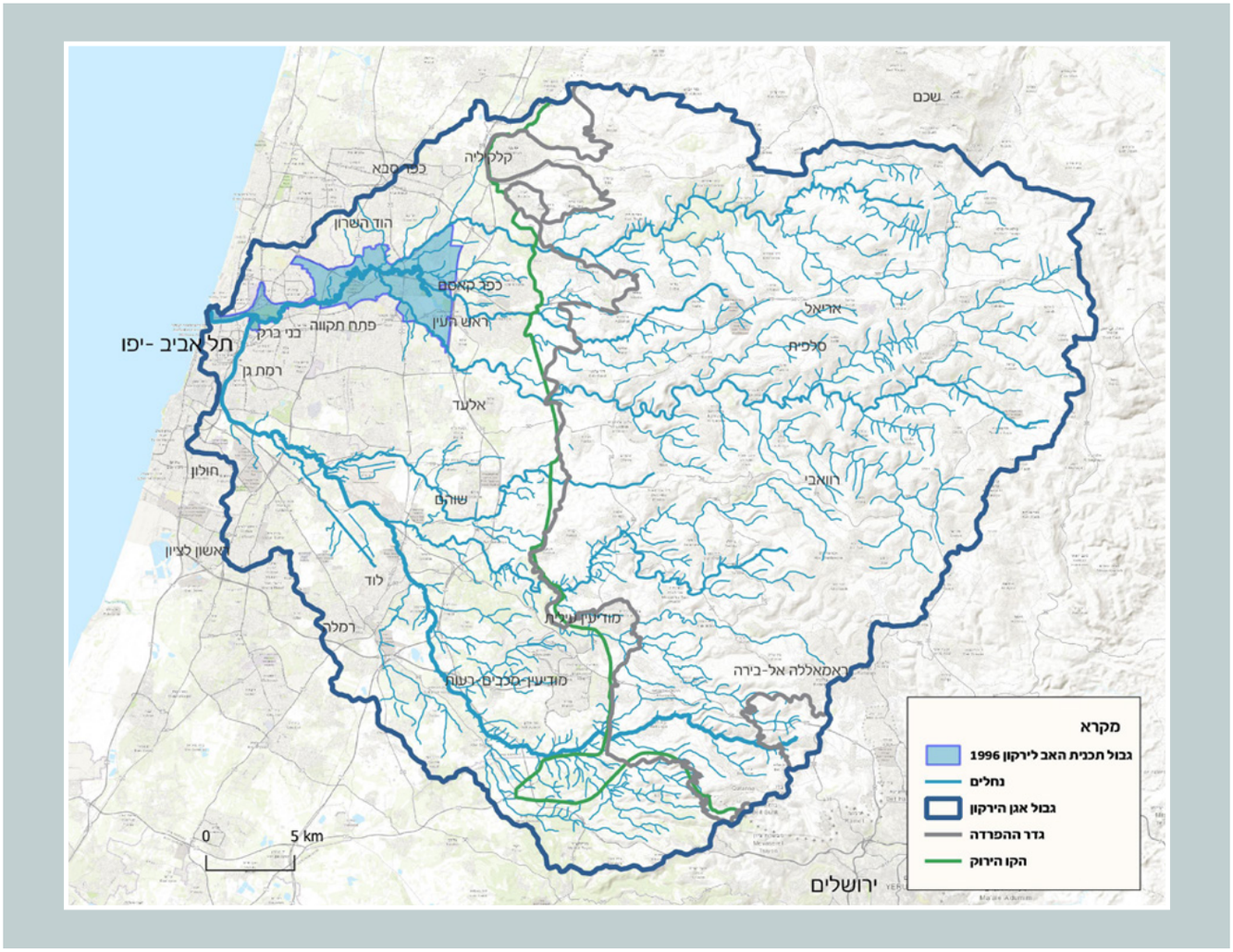
גבולות תכנית האב לירקון (1996) הוגדרו כדלקמן (תרשים ב-3 ותרשים ב-4):

בצפון גבולות הבינוי של הערים הוד השרון, רמת השרון, צפון תל אביב

בדרום גבולות הבינוי של הערים פתח תקווה, בני ברק, רמת גן ותל אביב

במזרח חלקים מדרום השרון עד תוואי כביש 6 וכביש 444

במערב נמל תל אביב, רדינג והשפך לים התיכון



תרשים ב-3 תחום תכנית האב לנחל הירקון 1996, על רקע גבול אגן הירקון



תרשים ב-4 תחום תכנית האב לנחל הירקון (1996), הדמיה ממזרח וממערב

שטח התכנית היה 38 קמ"ר. אורכה, מכביש 6 ועד הים התיכון, כ-28 ק"מ. רוחב התכנית משתנה – בצדה המזרחי, במקומות הרחבים ביותר, היא הגיעה לכ-10 ק"מ; ובמקומות הצרים ביותר, באזור בני ברק ורמת החייל, היא הגיעה לכ-300 מ'.

תכנית האב לירקון 1996 נעשתה בתחום שבע רשויות מקומיות שהירקון עובר בתחומן – את מעטפת היישובים הראשונה סביב מרחב נחל הירקון, מהים ועד חוצה ישראל וכביש 444 (כביש חוצה ישראל היה בשלבי תכנון ב-1994). התכנית לא כללה את מעטפת היישובים השנייה המקיפה את מרחב הירקון - כפר קאסם, כפר ברא, ג'לג'וליה, כפר סבא והרצליה מצפון; אלעד ושוהם מדרום; וראש העין ממזרח.

גבולות תכניות המתאר תואמות את גבולות תכנית האב, מלבד תחום מצומצם בין לונה־פארק ת"א עד לדרומית למחלף קק"ל (האזור בו הוקם אצטדיון הכדורסל של הפועל ת"א) - שכלול בתכנית האב ואיננו כלול בתכנית המתאר המחוזית של ת"א.

בהבדל מתכניות המתאר המקומיות של הרשויות שבשטחן עובר הנחל, ולתכניות המתאר המחוזיות החלקיות שאושרו עד אז אשר התייחסו לחלוקה כללית של המרחב, תכניות המתאר המחוזיות הגדירו לראשונה הנחיות תכנון סטטוטוריות מפורטות המתייחסות לאזור כיחידה אחת רציפה, כאשר החלוקה לשתי תכניות היא הנחיה של מינהל התכנון.

לשתי תכניות המתאר המחוזיות מטרות זהות, שתואמות במידה ניכרת למטרות תכנית האב:

1. שמירת ריאה ירוקה ושטחי נופש ברמה המטרופולינית והמקומית, לאזור הצפוף במדינה.
2. הפיכת הירקון מ"חצר אחורית" ל-"חצר קדמית" של גוש דן ושיפור איכויות דופן הבינוי לכיוון השטח הפתוח לאורך מרחב נחל הירקון, תוך עיצובם וייצובם.
3. שיקום המערכת האקולוגית והנופית של הנחל, שמירה על רציפות מערכת הנחל ומניעת מטרדים ומפגעים.
4. קביעת כללים לפיתוח בר־קיימא ולניצול מבוקר של הפוטנציאל הכלכלי של הקרקע.
5. צמצום סכנת ההצפות באזורים הבנויים והקטנת הנזקים מהצפות.

תכניות המתאר השאירו גמישות לתכניות מקומיות שתבואנה בעקבותיהן, בכפוף לשמירה על מטרות אלה. בתחום מחוז מרכז התכנית המחוזית (תמ"מ 10/3) הגדירה כי על כל רשות להכין מסמך תכנוני לשטח בתחומה, שיהווה מסגרת מנחה לתכניות מקומיות. בתחום מחוז ת"א התכנית המחוזית (תמ"מ 2/5) חילקה את השטח למתחמי תכנון בהם הגדירה התכנית הנחיות מיוחדות, שמהוות מסגרת מנחה לתכניות מקומיות.

2. דמוגרפיה ומגמות פיתוח

במהלך עשרים השנים האחרונות חלה התפתחות דרמטית בכמות האוכלוסייה והפרויקטים באזור.

הנתונים הדמוגרפיים המובאים בטבלה ב-1 מצביעים על גידול משמעותי באוכלוסייה בדור האחרון, בתחום תכנית האב לירקון 1996 ותכניות המתאר לירקון 2007. בכל הרשויות ניכר גידול המשתנה בין 30% עד למעלה מ-100%. אין ספק שמגמה זו תימשך ואף תגבר.

רשויות מקומיות	מס'	שם הרשות מקומית	מעמד מוניציפלי	אחוז שטח הרשות באגן הירקון	1983		2012-2014	
					סה"כ תושבים ברשות המקומית לפי הלמ"ס	סה"כ תושבים בחלק הרשות המקומית שבתחום האגן	סה"כ תושבים ברשות המקומית לפי הלמ"ס	סה"כ תושבים בחלק הרשות המקומית שבתחום האגן
רשויות מקומיות ישראליות מערבית לקו הירוק	37	תל אביב- יפו	עירייה	60%	327,300	196,380	418,600	251,160
	33	רמת גן	עירייה	100%	117,100	117,100	149,600	149,600
	34	רמת השרון	עירייה	90%	32,500	29,250	43,800	39,420
	28	פתח תקווה	עירייה	100%	123,900	123,900	213,900	213,900
	6	בני ברק	עירייה	100%	96,100	96,100	169,000	169,000
	12	דרום השרון	מועצה אזורית	90%	10,200	9,180	28,000	25,200
	13	הוד השרון	עירייה	1%	20,600	20,600	52,400	52,400
סה"כ					727,700	592,510	1,075,300	900,680

טבלה ב-1 נתונים דמוגרפיים של הרשויות המקומיות הנכללות בתכנית אב לירקון 1996

התפתחות ניכרת חלה לא רק בגודל האוכלוסייה ובכמות הבנייה ותכסית הקרקע, אלא גם, ובעיקר, בהתפתחות פרויקטי תשתית לאומית ופרוייקטים אורבניים בעלי חשיבות רבה, כמו למשל:

- כביש 6
- המסילה המזרחית של רכבת ישראל וחיבורים אליה
- שביל ישראל, שביל ישראל לאופניים ופרויקט נתיבי אופניים בינעירוניים בגוש דן ('אופנידן')

- תוואי הרכבת הקלה
- נמל תל אביב והטיילות הדרומיות והצפוניות
- רדינג כמוקד אורבני תרבותי
- מרכז דניאל לחתירה - מרכז ספורט ימי
- שכונת 'כוכב הצפון'
- אוניברסיטת תל אביב, מרכז רבין, בית הפלמ"ח ומוזיאון ארץ ישראל
- גני התערוכה
- רמת החייל, פארק עתידים ובית חולים אסותא
- אזור המשרדים והמסחר בצפון רמת גן ובני ברק
- אזורי התעסוקה ושכונות המגורים בפתח תקווה
- קניון הוד השרון ופארק ההייטק הוד השרון


נחל הירקון - מוקד משיכה לשחיינים


שייט בשפך הירקון


טיילת שניאור חשין ברמת החייל


מרכז דניאל לחתירה


שבילי אופניים לאורך הירקון


מסלול אופניים רחוב חנה זמר בתל אביב

דוגמאות לפרוייקטים ופעילויות שפותחו בשנים האחרונות במרחב הירקון

3. תהליכי תכנון ותכניות סטטוטוריות

לתכנית האב האגנית הנוכחית שתי מטרות עיקריות:

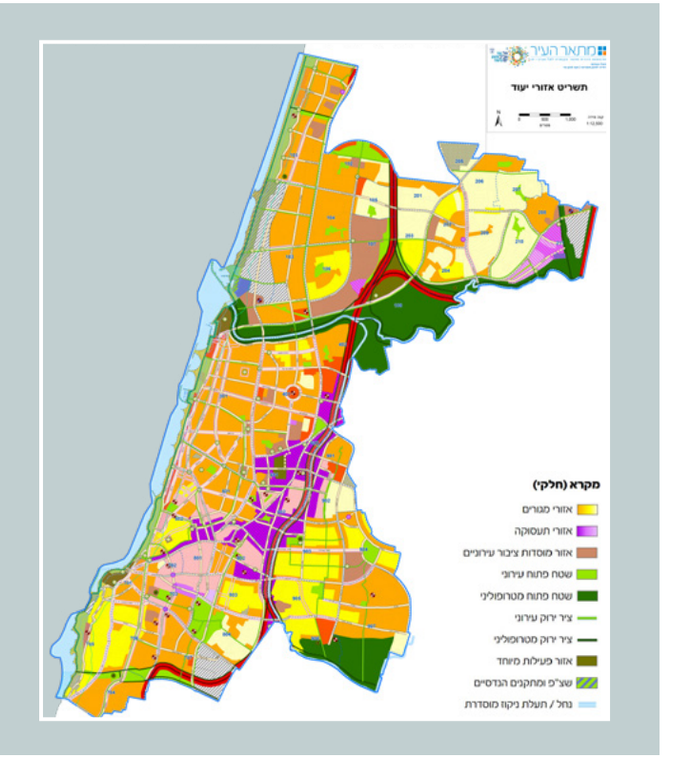
- לבחון מחדש את תכניות האב והמתאר של הירקון (1996)
- להכין תכנית אב רחבה לכלל האגן

כבר במהלך הכנת תכניות המתאר, בין השנים 1996-2007, פעלה רשות נחל הירקון בשיתוף פעולה עם העיריות, משרדי הממשלה, מוסדות התכנון ורשות ניקוז ירקון ליישם את עקרונות תכנית האב.

מאותה עת תמורות רבות התחוללו במרחב נחל הירקון. אם בתחילת שנות התשעים מרחב הירקון היה מהאזורים המוזנחים והמופָרים ביותר במרכז הארץ, הודות לפעילותה המתמשכת והמעמיקה של רשות נחל הירקון, האזור שינה את פניו לבלי הכר: איכות המים שופרה באופן משמעותי; איכות הסביבה שודרגה; תוכננו ונסללו מסלולי הליכה ושבילי אופניים לאורך קילומטרים רבים; שומרו ושוקמו אתרים בעלי ערך היסטורי; ושכונות רבות ומוסדות ציבור החלו להפנות את חזיתותיהם לכיוון הנחל. גם מרחב נמל תל אביב שוקם ופותח כמוקד אורבני ייחודי המושך אליו מבקרים רבים לשלל פעילויות המתרחשות בו.

כפי שניתן לראות בתרשים ב-5, תחומים רבים של תכנון, יישום ועבודות תחזוקה שוטפת מתבצעים ומקודמים על ידי רשות נחל הירקון. כמו כן, בוצעו כמה פרויקטים אשר תרמו רבות לשיפור האיכות הסביבתית של נחל הירקון והאזורים המקיפים אותו, על ידי רשות הנחל והרשויות המוניציפאליות:

- אגן ירוק ופארק בהוד השרון.
- פרויקט 'גאולת הירקון' (סכמת פעולות שנגזרות מהחלטת ממשלה לשיקום הירקון, 2003) לשיפור איכות המים ואיכות הסביבה בנחל.



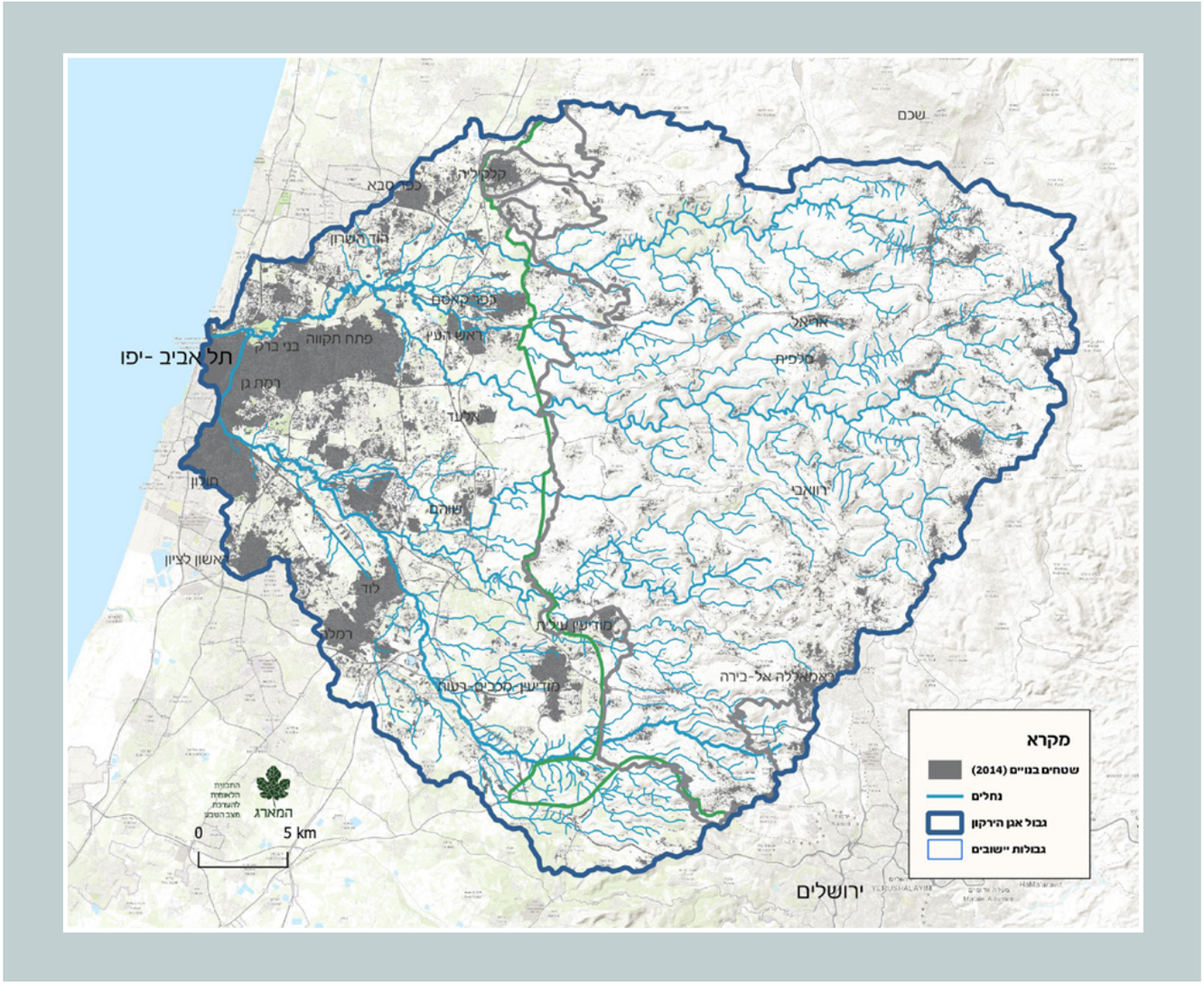
תרשים ב-5 תכנית מתאר תל אביב 5000. רוב שטחה נמצא באגן הירקון

- מערכת שבילי אופניים במרחב נחל הירקון.
- מסמכי תכנון מרחביים מתוקף תמ"מ 10/3, המגדירים הנחיות לתכניות מפורטות בשטחים הפתוחים והחקלאיים במעלה הנחל.
- הטמעת תכנית המתאר של נחל הירקון בתכניות העירוניות של תל אביב-יפו ושל מחוז תל אביב (תרשים ב-5).

מעל לכול - המודעות לאיכות הסביבה, הנוף והתיירות בנחל הירקון, הפכה לנחלת הכלל, הן בקרב מקבלי ההחלטות והן בקרב הציבור הרחב.

יחד עם התמורות מרחיקות הלכת שעבר נחל הירקון, ואולי בעקבות הצלחת תכנית אב 1996 - גבר הצורך לבחון את התכנית מחדש, לעדכנה ולהרחיבה.

בתרשים ב-6 ניתן לראות את פרישת הבינוי ב-2014.



תרשים ב-6 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון בנגב)

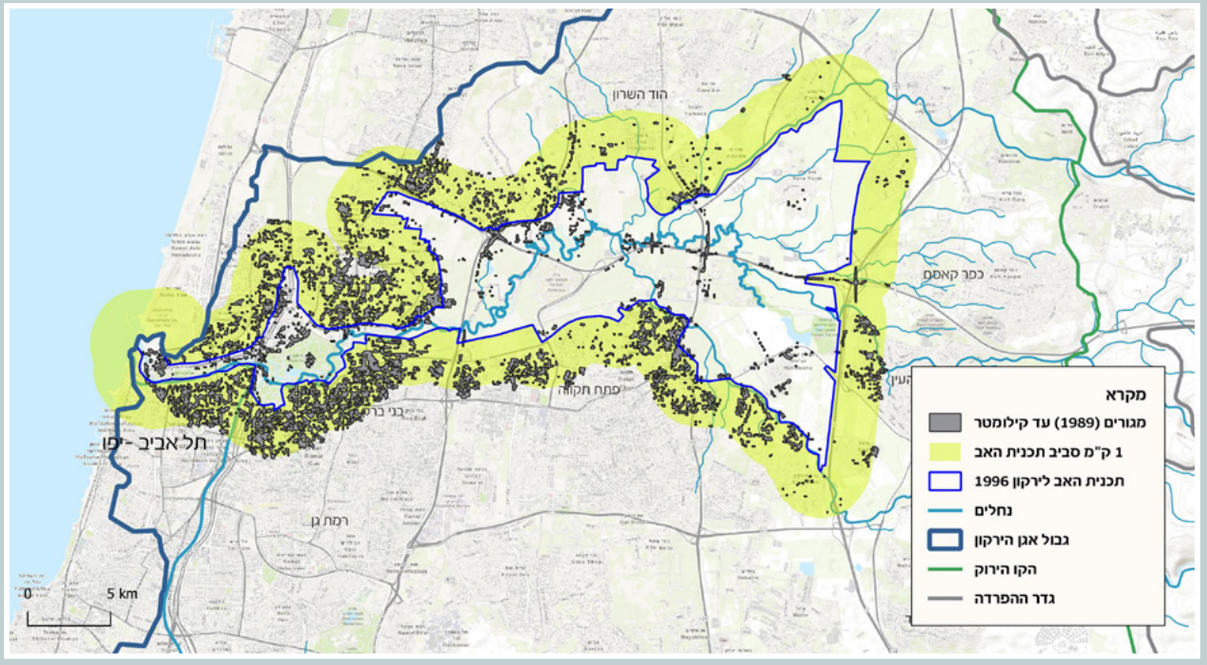
מאז שנערכה תכנית האב לירקון 1996, חלו תמורות משמעותיות בתכסית ובשטחים הבנויים בתחום התכנית ובשטחים הגובלים בה. בתרשים ב-7 ובטבלה ב-2 ניתן לראות את התמורות בהקפי הבינוי שחלו לאורך הזמן, בין השנים 1989–2014 (הנתונים מבוססים על עבודתה של נעה לוי-אוחנה מהמעבדה לחישה מרחוק באוניברסיטת בן גוריון בנגב, בהנחייתם של פרופ׳ ארנון קרניאלי וד״ר אמיר גבעתי). טבלה ב-2 ממחישה את השינויים בבנייה סביב גבולות תכנית האב לירקון 1996 ברצועות של 150, 300, 500 ו-1000 מטר בשנים 1989 ו-2014:

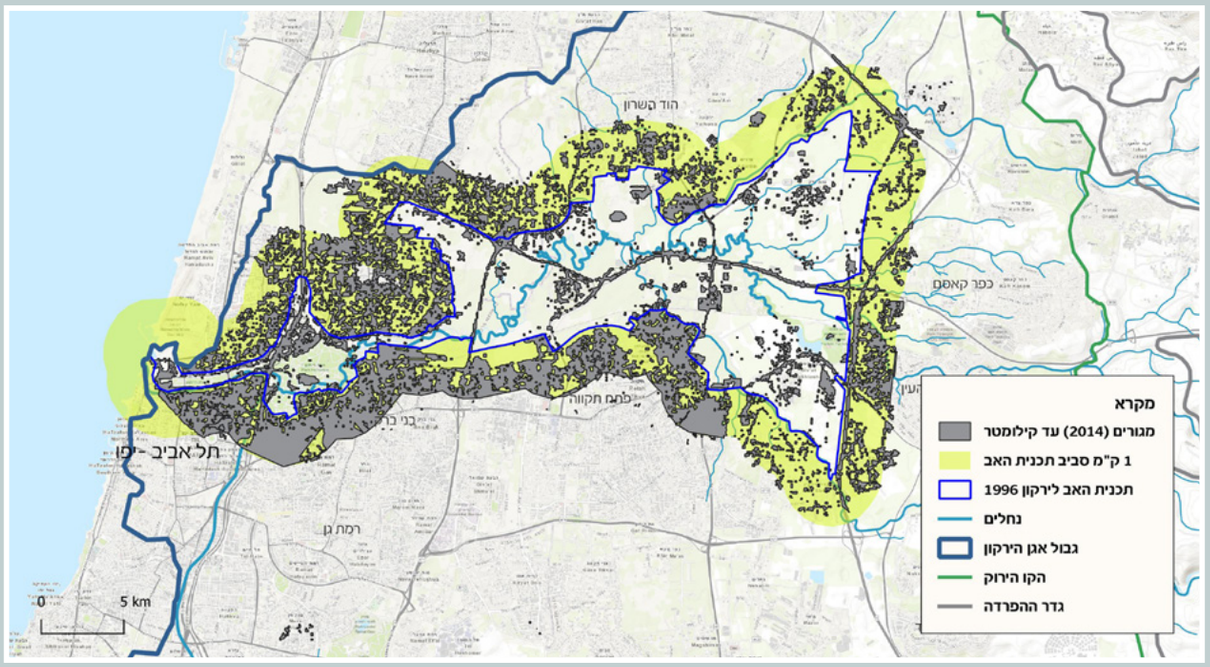
תחום	שטח (קמ״ר)	שטח בנוי בשנת 1989 (קמ״ר)	אחוז מהשטח הבנוי מכלל השטח	שטח בנוי בשנת 2014 (קמ״ר)	אחוז מהשטח הבנוי מכלל השטח	אחוז השטח הבנוי בשנת 2014 לעומת השטח הבנוי בשנת 1989
תכנית 1996	38.00	1.40	3.68	4.90	12.89	350
תכנית 1996 + רצועה של 150 מ׳ סביב התכנית (כולל שטח קטן מהים)	48.00	2.40	5.00	7.90	16.46	329
תכנית 1996 + רצועה של 300 מ׳ סביב התכנית*	55.00	3.70	6.73	11.00	20.00	297
תכנית 1996 + רצועה של 500 מ׳ סביב התכנית*	66.00	5.30	8.03	15.00	22.73	283
תכנית 1996 + רצועה של 1000 מ׳ סביב התכנית (כולל שטח קטן מהים)	94.00	8.90	9.47	25.00	26.60	281

טבלה ב-2 חישובי תכסית בנויה ותמורות בין השנים 1989 ו-2014

ניתוח זה מצביע על כך שהיקף הבנייה בתחום התכנית וברצועה האורבנית המקיפה אותה, גדל באופן משמעותי, בהיקף של 280%-350%. העובדה שככל שמתרחקים מהנחל היקף הבנייה קטן, יכולה ללמד על האטרקטיביות של מרחב ההנחל שגדלה עם השנים. חשוב לציין שמספרים אלו הם ממוצעים לכל היקף הבינוי סביב התכנית; וכן שבפתח תקווה המספרים גדולים באופן משמעותי מהממוצע.

במקביל לבדיקות הכמותיות אשר הוצגו לעיל, בחינה של מספר מוקדים אורבניים בתחום האגן, על פני 11 שנה (2007, 2010, 2018), מלמדת על גידול בעוצמות הפיתוח: שכונת מגורים גדולת ממדים בצפון פתח תקווה, בית העלמין ירקון ובנייה בכפר קאסם בצמוד למחלף קאסם. לעוצמות הפיתוח הללו יש השלכות מרחיקות לכת על מרחב האגן (תרשים ב-8).





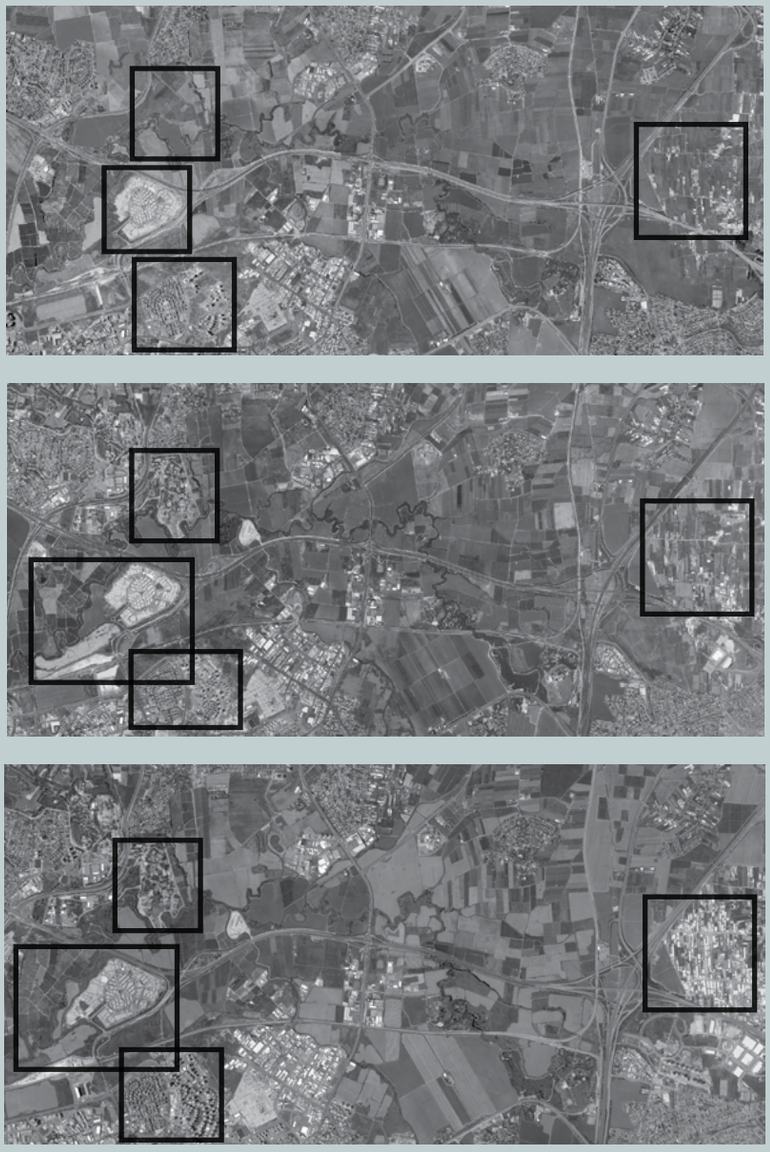
תרשים ב-7 השוואת השינוי שחל בהיקפי הבינוי בתחום תכנית אב לירקון 1996, מסביב לגבולות התכנית בשנים 1989 ו-2014

בניית עשרות אלפי יחידות דיור בצפון פתח תקווה, בסמוך ממש לנחל הירקון, מעניקה למספר רב של תושבים הזדמנות ליהנות מהיתרון של קרבה לנחל. בפתח תקווה אופציה זו אינה ממומשת בשלב זה, בשל מסילת הרכבת ושימושי קרקע לא מושכלים המפרידים בין שכונות המגורים לנחל.

בית הקברות המטרופוליני המרכזי - בית עלמין ירקון - בתחום העיר פתח תקווה מהווה מוקד בעל חשיבות גדולה. גם כאן, הזיקה לנחל בשלב זה איננה ממומשת.

אזור התעסוקה הממוקם מערבית לכפר קאסם, ליד מחלף קאסם וכביש מספר 6, מדגים התפתחות אורבנית בלתי מבוקרת - הפיכת שטח חקלאי לשטח מבונה - בקִרבה גדולה לגבול תכנית נחל הירקון. תהליכים דומים ואף בעוצמה גדולה יותר, עלולים להתרחש במרחב הנחל, באם לא ייושמו עקרונות התכנון.

רחוב בן גוריון, בין רמת גן לבני ברק, במפגשו עם פארק הירקון הפך למוקד אורבני כלכלי מרכזי תוסס. יחד עם זאת, מצער להיווכח שהפיתוח הסביבתי לאורך רחוב בן גוריון, אינו כולל מדרכות רחבות, שבילי אופניים ורצפי צל, שיכולים להגביר את הקשר בין באי המקום והנחל.



תרשים ב-8 תצלומי אוויר מהשנים 2007, 2010 ו-2018 (מלמעלה למטה) במרחב שבין כביש 4 לכביש 6 בהם ניתן לראות את השינויים שחלו בהיקפי הבנייה סמוך לנחל (מקור מפ"י)

רשימת תרשימים

תרשים ב-1 נחל הירקון - תכנית אב 1996, אדריכל אריה רחמימוב 98

תרשים ב-2 למעלה קומפילציה של תכנית מחוז מרכז (תמ"מ 3/10) ותכנית מחוז תל אביב (תמ"מ 5/2) למטה תקריב תכנית מחוז תל אביב (תמ"מ 5/2) 99

תרשים ב-3 תחום תכנית האב לנחל הירקון 1996, על רקע גבול אגן הירקון 100

תרשים ב-4 תחום תכנית האב לנחל הירקון (1996), הדמיה ממזרח וממערב 101

תרשים ב-5 תכנית מתאר תל אביב 5000. רוב שטחה נמצא באגן הירקון 104

תרשים ב-6 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן גוריון בנגב) 105

תרשים ב-7 השוואת השינוי שחל בהיקפי הבינוי בתחום תכנית אב לירקון 1996, מסביב לגבולות התכנית בשנים 1989 ו-2014 107

תרשים ב-8 תצלומי אוויר מהשנים 2007, 2010 ו-2018 (מלמעלה למטה) במרחב שבין כביש 4 לכביש 6 בהם ניתן לראות את השינויים שחלו בהיקפי הבנייה סמוך לנחל (מקור מפ"י) 108

רשימת טבלאות

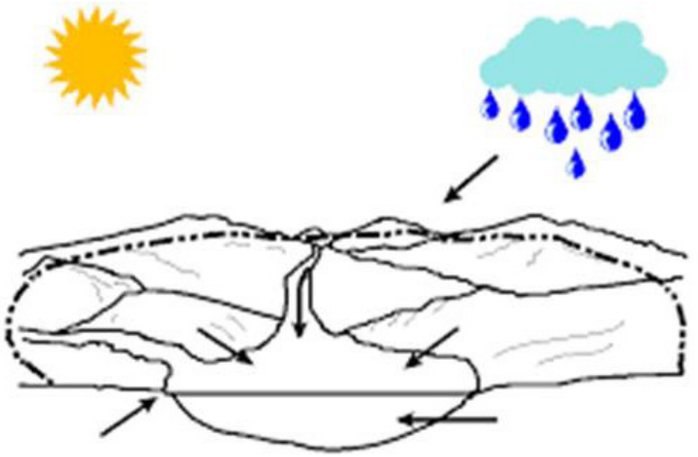
טבלה ב-1 נתונים דמוגרפיים של הרשויות המקומיות הנכללות בתכנית אב לירקון 1996 102

טבלה ב-2 חישובי תכסית בנויה ותמורות בין השנים 1989 ו-2014 106

ג התוויית עקרונות לניהול הידרולוגי

ד"ר אבנר קסלר הנדסת סביבה ומשאבי מים (2002), בע"מ





"Watershed management is primarily a matter of gravity"
(FAO 2006)



ד"ר אבנר קסלר

הנדסת סביבה ומשאבי מים (2002), בע"מ

תוכן עניינים

1. הקדמה 114

2. אגן הירקון 114
2.1 חלוקה ראשונית
2.2 חלוקה משנית

3. הגישה האגנית 125
3.1 פרסומים בינלאומיים
3.2 פרסומים בארץ
3.3 סיכום ממצאים

4. אירועים חריגים 131
4.1 כללי
4.2 קריטריונים תכנוניים
4.3 גישות ניהול חדשות
4.4 דיון
4.5 המלצות ראשוניות

5. פיתוח אורבני 138
5.1 שחזור כושר הריסון/ויסות של ספיקות השיא
5.2 שחזור כושר הספיגה הטבעי

6. מסדרונות הנחל 143

7. גדר הביטחון 147
7.1 כללי
7.2 חציית עורקי זרימה
7.3 דיון

8. רדיוס מגן למעיינות 156

9. ניהול שפכים וקולחים 158
9.1 ממזרח לקו הירוק
9.2 ממערב לקו הירוק
9.3 תובנות ראשוניות

10. מערכת מידע גיאוגרפית 164
10.1 פגיעות מי תהום
10.2 הקצאת שטחים להרחבת בנייה

11. מערך הניהול האגני 166

12. רשימת מקורות 170

נספח 1 - מקרה בוחן: נחל ענבה 172
1. כללי
2. מסדרון הנחל
3. בינוי אורבני

נספח 2 - תוספת מסילה רביעית לאורך תעלת איילון 182
1. כללי
2. הפתרונות הניקוזיים
3. דיון
4. לקחים
5. המלצות

נספח 3 - ספיקות שיא 188
1. כללי
2. ספיקות שיא בתחום השפלה ומישור החוף
3. ספיקות שיא בתחום ההררי

1. הקדמה

אגן הירקון המשתרע על שטח של כ-1800 קמ"ר במרכז הארץ, מצוי בתהליכי פיתוח אורבני מואצים מזה כארבעים שנה. עד היום התמקד פיתוחו במורד האגן, בשפלה ובמישור החוף, אשר תופסים כשליש משטחו. במסגרת הפיתוח העתידי של האגן צפויה האוכלוסייה בשטח זה להכפיל את עצמה בעשרים עד שלושים השנים הקרובות.

לפיתוח ההיסטורי והמתוכנן של האגן יש השפעה ניכרת על ההידרולוגיה אשר מתבטאת בשינויים במשטר הזרימה של הנגר העילי, באיכות המים של גופי המים, במאזן הסעת הסחף ובשינויים אקולוגיים מרחיקי לכת. מחולל השינויים העיקרי במסגרת הפיתוח המואץ הוא תוספת השטחים המרוצפים והמרת תשתית ניקוז טבעית בתשתית ניקוז מלאכותית.

על מנת להתמודד עם הפיתוח המסיבי הצפוי, מן הראוי להתוות עקרונות תכנון הידרולוגיים לניהול האגני, שימזערו את ההשלכות השליליות העלולות להיגרם מתנופת הפיתוח האורבני. פיתוח תשתית אורבנית ללא התייחסות נאותה להשלכות ההידרולוגיות עלול להסתכם בקנס גבוה מצד אחד, וברמת שירות (Level of service) נמוכה, מצד אחר.

יתרה מזו, בהתחשב בשינוי בתנאי האקלים בעולם, נדרשות פעולות שישפרו את יכולת המערכות הטבעיות להגיב לשינויים האקלימיים. לפיכך השאיפה היא למזער את השינויים במאזן ההידרולוגי ולשמור על מקדמי ביטחון נאותים.

הדוח ההידרולוגי שלהלן כולל התייחסות למבחר נושאים הידרולוגיים בכמה רמות פירוט. תחילה יוצגו עיקר הממצאים של סקר ספרות מקצועי בארץ ובעולם. לאחר מכן תוצג חלוקה גיאו-הידרולוגית של האגן ומאפייניו של כל תת-אגן. עקרונות התכנון ההידרולוגיים נוסחו עבור תחומים שונים, הכוללים את סוגיית הפיתוח האורבני, מסדרונות הנחלים, רדיוסי מגן למעיינות, ניהול אירועים שיטפוניים וניהול שפכים וקולחים ברחבי האגן.

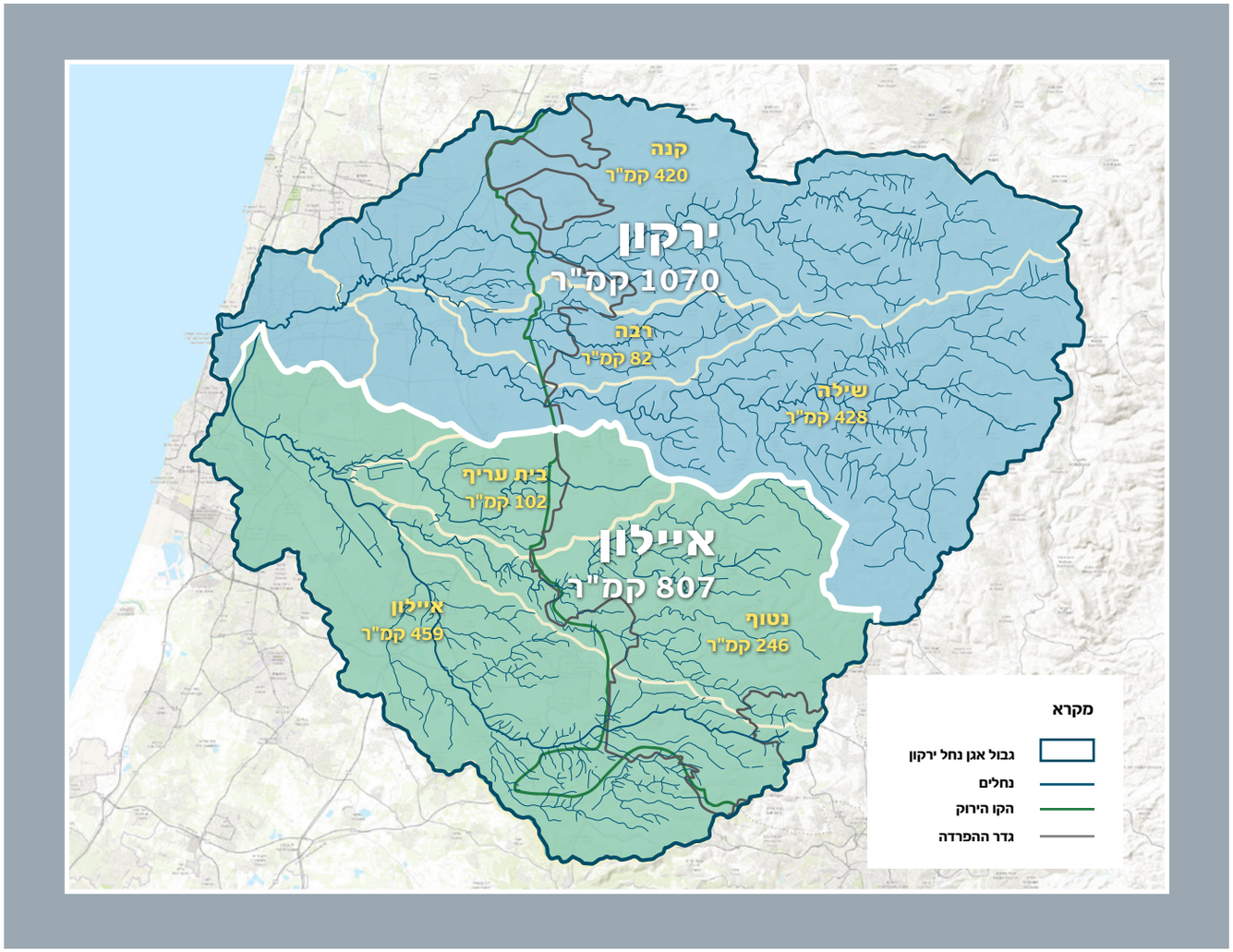
פרק נפרד יוקדש למערכת המידע הגיאוגרפית וחשיבותה ככלי עבודה חיוני בפיתוח עקרונות תכנון הידרולוגיים. שתי דוגמאות שמוצגות בהקשר זה הן של הגדרת אזורי פגיעות למי התהום ושל הקצאת שטחים להרחבת הבנייה.

נושאים ייחודים לאגן הירקון והאיילון שנכללו בדוח הם של גדר הביטחון והמסילה הרביעית המתוכננת לאורך תעלת האיילון. כמו כן, מוצג מקרה בוחן (Test case) של יישום עקרונות התכנון ההידרולוגי עבור נחל ענבה המנקז את העיר מודיעין (נספח A).

דוח זה נכתב במסגרת הכנת תכנית אב לאגן הירקון בהזמנת רשות נחל הירקון. התכנית גובשה על ידי צוות מומחים, בהובלת רחמימוב ומירון - אדריכלים ומתכנני ערים, ולווה על ידי צוות היגוי מטעם רשות הנחל.

2. אגן הירקון

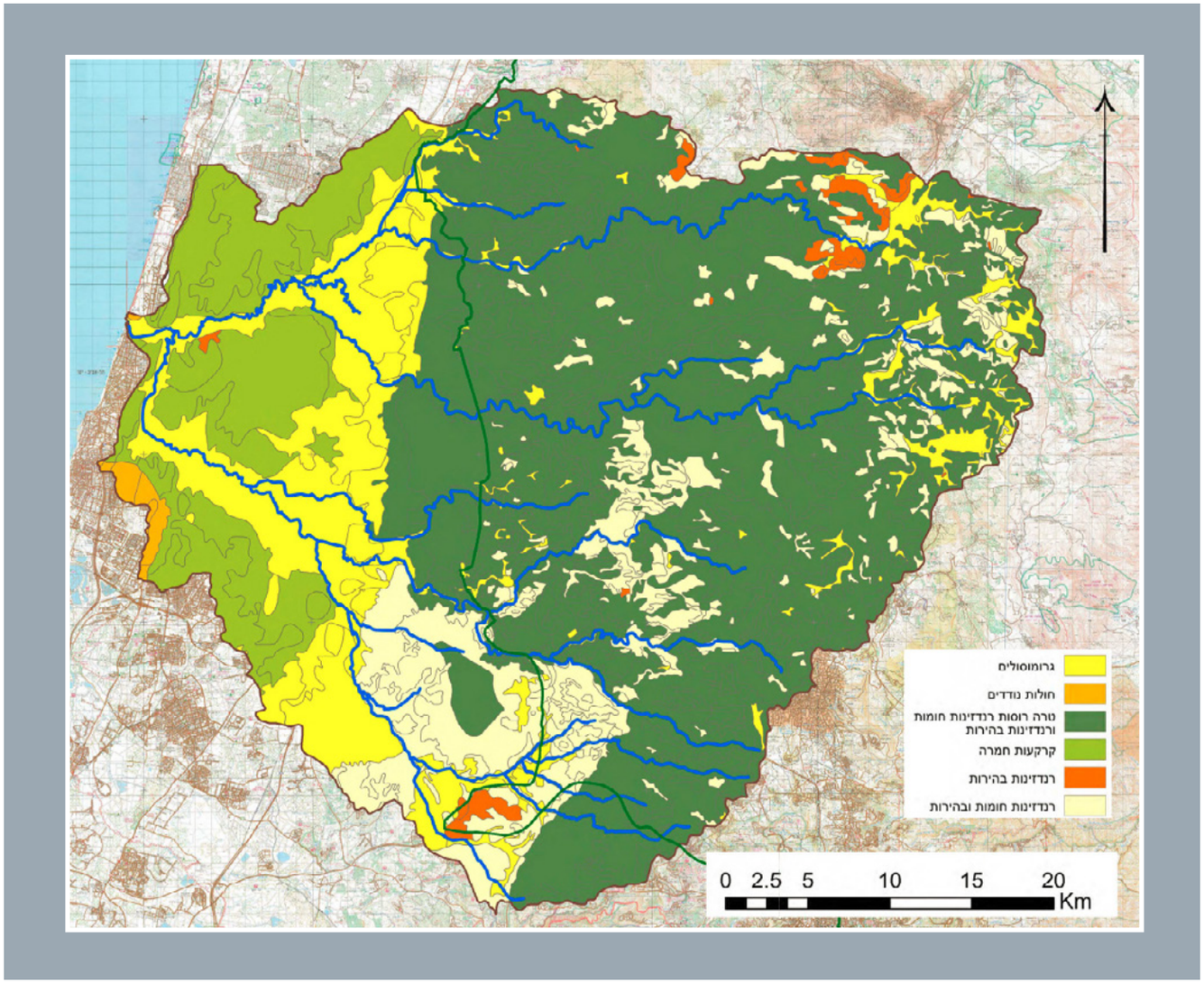
אגן ההיקוות של הירקון (תרשים ג-1) מנקז חלק מהרי יהודה ושומרון, מהר גריזים בצפון ועד אזור מעלה החמישה בדרום. חלקו ההררי והגבעות שלמרגלות ההרים מהווים כ-60 אחוזים מכלל שטח האגן, וממוקמים ממזרח לקו הירוק. כל היובלים של הירקון הם נחלי אכזב, למעט קטעים בודדים הניזונים משפיעה מצומצמת של מעיינות שכבה וכן למעט האפיק המרכזי של הירקון שראשיתו במעיינות ראש העין והמשכו בתוואי מפותל המכונה בערבית 'אל-עוג'ה' (הפתלתל).



תרשים ג-1 חלוקה לתת-אגנים של אגן הירקון, ושטחם

נחל איילון הוא הגדול שביובלי הירקון. הוא מנקז שטח של 815 קמ"ר לאורך של כ-50 ק"מ. כיוון הזרימה הכללי של האיילון ויובליו הוא מערבה, כאשר במרחק של כ-3 ק"מ מהחוף הוא פונה צפונה וזורם לאורך של כ-6 ק"מ עד למוצאו באפיק הירקון. בשנת 1955 נסכר האפיק בקרבת משמר איילון, לצורכי איגום הנגר העילי וככל הנראה לא אירעה עדין גלישת עודפים מעל הסכר.

יובלים עיקריים של נחל איילון הם: נחל נטוף, נחל בית עריף, נחל שפירים ונחל אזור. ערוץ נחל איילון מוסדר בשני קטעים: כ-6.5 ק"מ באזור נמל תעופה בן גוריון וכ-4.5 ק"מ לאורך נתיבי איילון. באיילון וביובליו הוזרמו לעיתים שפכים וקולחים שמקורם ביישובים שלאורכו. בעונת הקיץ נשאבו השפכים והקולחים למתקני השפד"ן במעלה סכר שתולים.



תרשים ג-2 מפת סיווג קרקעות (המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן-גוריון)

זרימת הגאויות בירקון, במעלה החיבור עם האיילון, מושתתת על זרימה בשלושת יובליו העיקריים: נחל שילה, נחל קנה ונחל רבה, שהמוצָאים שלהם סמוכים לאפיק הירקון. סמיכות המוצאים מגדילה באופן ניכר את עוצמת הזרימה במורד ביחס למעלה, והיא מתבטאת בהצפת שטחים נרחבים משני צדי תוואי הזרימה הרדוד שבמורד.

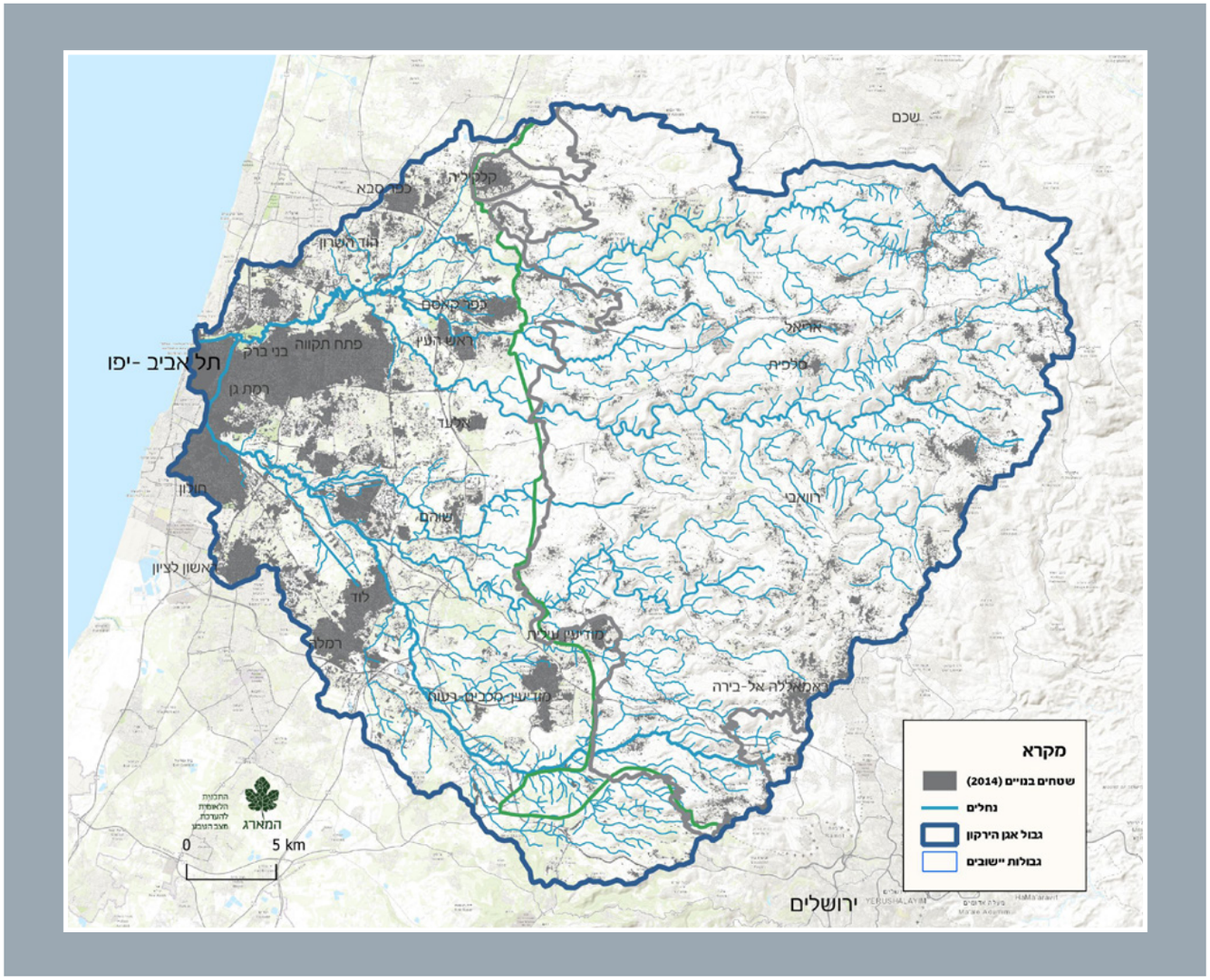
כמויות המשקעים השנתיות הממוצעות באגן משתנות - החל מכ-700 מ"מ לשנה במעלה וכלה בכ-400 מ"מ לשנה במוצא. המשקעים בחלקו התחתון של האגן הם בעלי אופי קונווקטיבי בשל הקרבה לים, ובחלקו העליון הם בעלי אופי אורוגרפי בהשפעת הטופוגרפיה ההררית. לפיכך, בחלקו התחתון של האגן נרשמו **עוצמות** גשם גבוהות יותר ואילו בחלקו העליון של האגן נרשמו **כמויות** גשם שנתיות גבוהות יותר.

התשתית הגיאולוגית הנחשפת בפני השטח בהרי יהודה ושומרון מורכבת ברובה מסלעי גיר ודולומיט של חבורת יהודה מגיל קנומן-טורון, לצד חוואר ומעט קרטון. לחבורת יהודה חשיבות מהבחינה ההידרולוגית, מכיוון שהיא מהווה את שלד אקוויפר ההר, וממנה מפיקים כמויות ניכרות של מי התהום.

על גבי סלעי הרי יהודה ושומרון מתפתחים קרקעות ובתי גידול שונים בהתאם לסוג המסלע (תרשים ג-2). חבורות הקרקע הנפוצות ביותר הן טרה-רוסה ורנדזינה, ולצדן בתפוצה נמוכה יותר, חבורת קרקעות קולוביות-אלוביות וגרומוסולים. קרקע הטרה-רוסה היא קרקע רדודה בצבע חום-אדמדם והיא ענייה בתכולת הגיר. קרקע זו מתפתחת בעיקר על גבי גיר ודולומיט ונפוצה בנוף הקרסטי. קרקעות הרנדזינה מתפתחת בעיקר ברכסי ההרים על גבי תשתית חוארית. קרקעות קולוביות-אלוביות וגרומוסולים מצויות בעיקר בפשטי הצפה סמוך לאפיקי הנחלים היכן שמושקע הסחף הנחלי והמדרוני.

קצב החידור בקרקעות מסוג טרה-רוסה גבוה ועשוי להגיע לכ-40 מ"מ לשעה. בקרקעות הרנדזינה קצב החידור נמוך יותר ומגיע ל- 15 מ"מ לשעה. קצב החידור בקרקעות גרומוסוליות הוא הנמוך ביותר ומוערך ב-8 מ"מ לשעה. לקצבי חידור אלו חשיבות הידרולוגית בכל הקשור להעשרת מי התהום.

אחוז הנגר העילי הנוצר בזרימה מתועלת או משטחית בהרי יהודה ושומרון אינו גבוה ומשתנה בין 1.5 ל-5 אחוזים מכלל המשקעים השנתיים. הסיבות לכך הן: (1) התשתית הקרסטית המעודדת חידור וחלחול לתת הקרקע; (2) אופי המשקעים, שאינם מרובים, באירועי גשם בעלי עוצמות גבוהות. בשטחים הטבעיים הזרימה על פני השטח מתחילה לאחר ירידת משקעים של כ-30 מ"מ מתחילת הסופה.

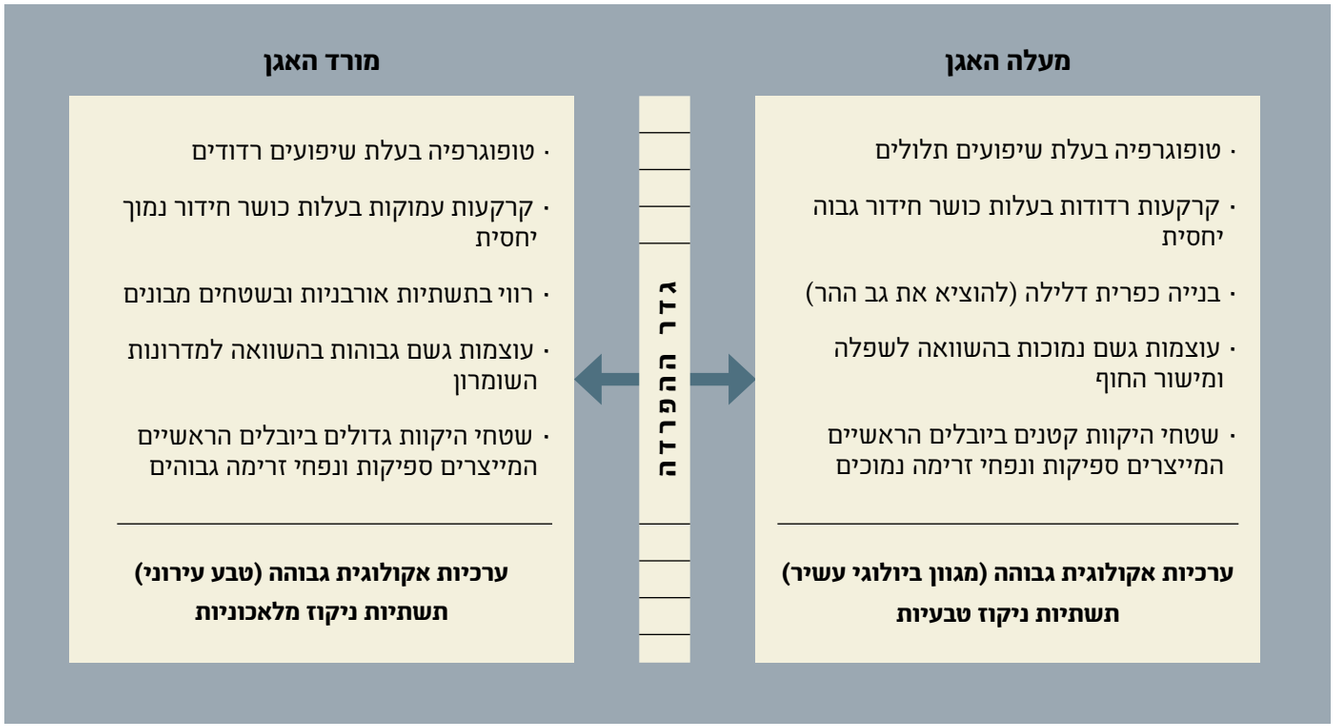


תרשים ג-3 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב)

2.1 חלוקה ראשונית

חלוקה ראשונית של אגן הירקון ביחס למאפיינים הגיאו-הידרולוגיים היא בין מעלה האגן ההררי למורד האגן המישורי יחסית. חלוקה זו תואמת בקירוב את תוואי הקו הירוק, שחוצץ בין השפלה, בעלת שיעור גבוה של שטח בנוי, לבין האזור ההררי והגבעות שלמרגלותיו המיושבים בדלילות יחסית (תרשים ג-3).

תרשים ג-4 מסכם את ההבדלים העיקריים בין מעלה האגן ומורדו, כמוגדר לעיל. במורד האגן השיפועים וכושר החידור רדודים יותר, עוצמות הגשם גבוהות יותר, והוא חשוף לפיכך לאירועי הצפה ונזקי ארוזיה בתדירות גבוהה יותר (תרשים ג-5). במעלה האגן לעומת זאת, עוצמות הגשם נמוכות יותר, כושר החידור ושיפועי הקרקע גבוהים יותר והוא בעל פוטנציאל הצפות נמוך יותר.



תרשים ג-4 השוואת מאפיינים גיאו-הידרולוגיים בין מעלה ומורד האגן

מכאן, שלשינויים במשטר ההידרולוגי השפעה גדולה יותר על תשתית הניקוז הטבעית במורד האגן ולכן היא מחייבת תכנון וניהול קפדניים יותר בהשוואה לתשתית הניקוז במעלה.

תוצאה הפוכה מתקבלת ביחס לתשתית האקולוגית בשני חלקי האגן. התשתית האקולוגית במורד האגן פגועה 'אנושות', בגין הפיתוח האורבני המסיבי שהתחולל באזור במשך 100-50 השנים האחרונות. הערכים האקולוגים הצטמצמו ואף נכחדו כליל במורד האגן ואת מקומם ממלא כיום 'טבע עירוני' שנועד בעיקר לשפר את רווחת התושבים.

מכאן, שלשינויים במשטר ההידרולוגי השפעה גדולה יותר על התשתית האקולוגית במעלה האגן ולו רק מאחר שכמעט לא נותרה תשתית אקולוגית במורד האגן. לפיכך, יש לבצע תכנון וניהול אקולוגי קפדני יותר במעלה האגן בהשוואה למורדו.



תרשים ג-5 ארוזיה ערוצית בנחל איילון בתחום מפעל נשר

2.2 חלוקה משנית

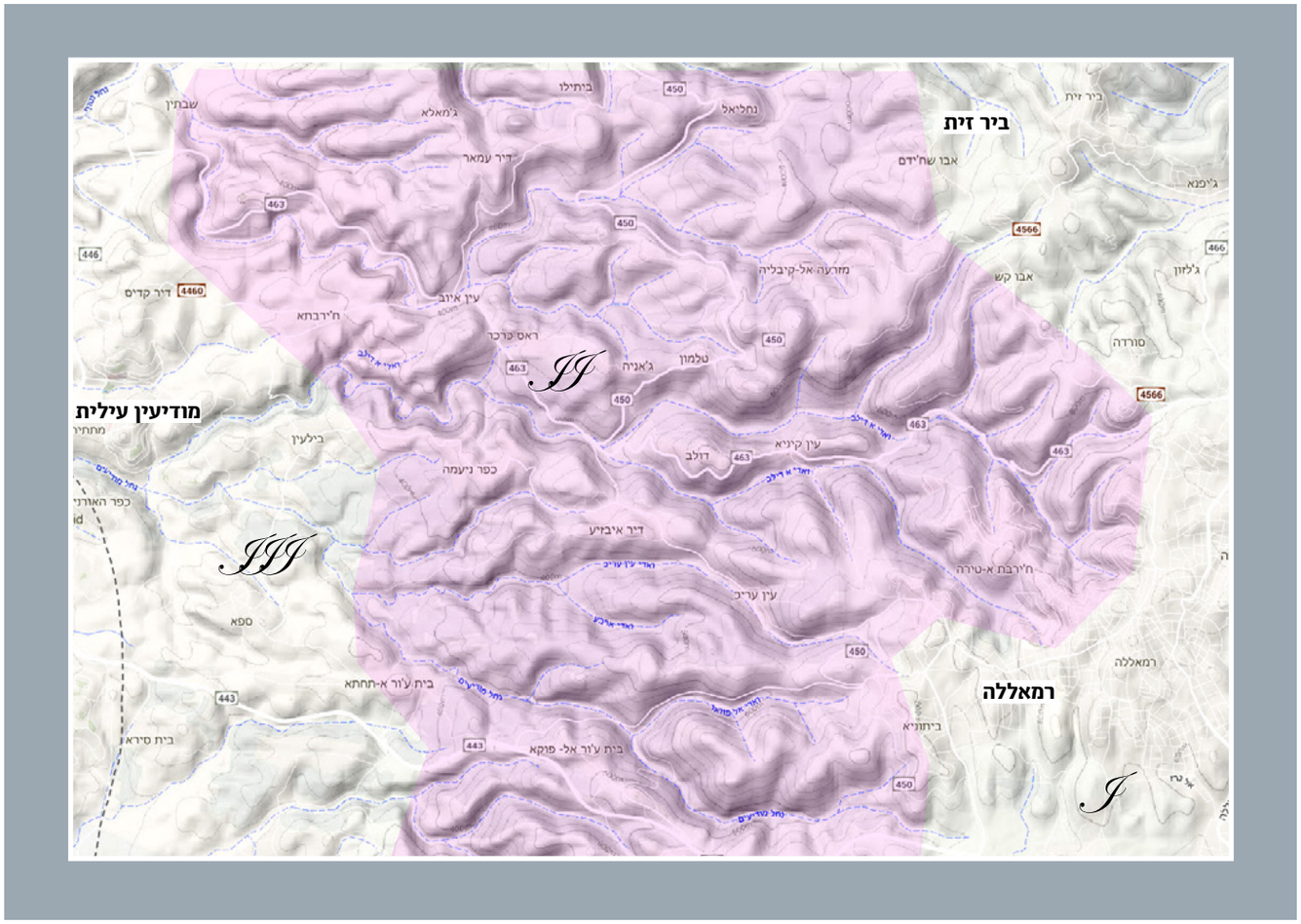
חלוקה גיאו-הידרולוגית משנית של אגן הירקון מוצגת להלן עבור מעלה האגן שממזרח לקו הירוק בלבד. חלוקת **מורד האגן** הוצגה בפירוט במספר רב של דוחות הידרולוגיים קודמים, למשל **תכנית אב לנחל איילון** (פרק ההידרולוגיה מאת לביא - נטיף 2004); **תכנית אב לנחל הירקון** (רחמימוב אדריכלים, 1996); **והצבת מודל הידראולי לבחינה וניהול פשט הצפה בנחל הירקון** (קסלר, 2007).

במעלה האגן מוצעת חלוקה לשלושה אזורי משנה גיאוגרפיים, ממזרח למערב:

1. רכסי ההר הגבוה (קו פרשת המים) והעמקים שלצדם.
2. מדרונות הרכסים וערוצי הנחלים המבתרים.
3. אזור הגבעות שלמרגלות ההר.

הדגמה של החלוקה מצפון ומדרום לוואדי דולב מוצגת תרשים ג-6.

בכל תת-אזור יש דגשים עיקריים שמן הראוי להתייחס אליהם במסגרת הניהול האגני.



תרשים ג-6 חלוקה משנית מוצעת למעלה האגן

תת-אזור הרכסים

רכסי ההר הגבוה משתרעים לאורך קו פרשת המים החוצץ בין הניקוז המזרחי לנהר הירדן לבין הניקוז המערבי לים התיכון. לאורך הרכסים ממוקמים מרכזי האוכלוסייה הצפופים יותר של הרשות הפלסטינית, ובכלל זה העיר רמאללה וביר זית. האזור כולל מספר עמקים נרחבים המעובדים באינטנסיביות, הגדול בהם הוא עמק שילה.

אזור רכסים צפוי להתפתח מהר יותר משאר האזורים שבשליטת הרשות הפלסטינית. במשך שני העשורים הבאים האוכלוסייה בשטח זה צפויה להכפיל את עצמה, וכך גם מרכזי המסחר והתעשייה.

האיום העיקרי הצפוי בגין הפיתוח המואץ החזוי באזור זה הוא זיהום ערוצי הנחלים שראשיתם במרכזי האוכלוסייה בשדרת ההר. זיהום זה, שניצניו ניכרים כבר כיום, מהווה סיכון ניכר לתשתית האקולוגית בכל אגן הירקון ולאיכות המים באקוויפר ירקון-תנינים.

איום נוסף הוא של בנייה אורבנית צפופה בתחומי הרשות הפלסטינית, שעלולה לצמצם את שטחי המילוי החוזר של אקוויפר ההר, אלא אם כן יינקטו האמצעים הנדרשים, כמפורט בסעיף הבינוי האורבני שבהמשך.

תרשים ג-7 מציג זרימת שפכים, תעשייתיים בחלקם, ביובל נחל החוצה את הרי שומרון כפי שתועדה בחודש מארס בשנת 2015.

תת-אזור המדרונות

אזור מדרונות ההר מאופיין בפני שטח בעלי שיפוע תלול ובערוצי נחלים עמוקים, כמתואר בתרשים ג-8 לאורך אפיקי הנחלים פרושים שטחים מעובדים בהיקף מצומצם, כאשר עיקר החקלאות מתבססת על עיבוד רצועות קרקע צרות לאורך טרסות שנבנו באופן ידני במרוצת השנים ומתוחזקות גם כן באותו האופן.

האוכלוסייה באזור המדרונות מרוכזת על פי רוב בפסגת הרכסים המקומיים. חלקה הפלסטיני ניזון בעבר בעיקר ממי המעיינות הנפוצים באזור - מעיינות שעונים השופעים בספיקה נמוכה במשך מרבית חודשי השנה. מקור מי המעיינות הוא חלחול מי גשמים בשטחי הזנה מצומצמים יחסית (כ-1 קמ"ר), כמתואר בתרשים ג-9.

דגשים שיש לקחת בחשבון לתת-אזור זה במסגרת הניהול האגני הם:

- **רשת כבישים** - בשל תנופת ההתנחלות באזור נבנו כבישים חדשים רבים המקשרים את ההתנחלויות למרכז הארץ, וכן מקשרים אותן עם התנחלויות סמוכות. כל כביש כזה קוטע את ערוצי הניקוז הטבעיים, מייצר תוספת נגר בגין משטחי אספלט חדשים, ומרכז את זרימת הנגר באמצעות מעבירי מים נקודתיים. על מנת למנוע נזקי ארוזיה והשקעת סחף, רצוי למזער את השינויים בפרישת הנגר העילי על ידי חלוקה אחידה ככל הניתן של הנגר העילי (ריבוי מעבירי מים) בשילוב אמצעים למניעת התפתחות של ארוזיה ערוצית. בחציית עורקי זרימה ראשיים יש להעדיף בניית גשרים על פני מעברי מים צרים וחשוכים.
- **חקלאות טרסות** - לנוכח המגבלות שמציבות הטרסות המסורתיות על תנועת כלים חקלאיים, קיימת כיום מגמה להכשיר טרסות תעשייתיות המייצרות מדרגות רחבות ונוחות יותר לעיבוד. במסגרת בניית הטרסה נחוץ לחצוב בדופן המדרון, מצד ההר, ולהרים קיר תומך, מצד העמק. לטרסות התעשייתיות עשויה להיות השפעה על משטר הזרימה החלחול שלאורך המדרונות המזינים את המעיינות ומומלץ לבחון את השפעתן בהמשך.
- **שפיעת מעיינות** – למאות המעיינות השופעים בתחום מדרונות ההר ערך אקולוגי, מסורתי ותיירותי גבוהים במיוחד. על מנת לשמר ערכים אלה, יש למנוע בנייה מסיבית ועבודות כרייה בתחום הזנת המעיינות, ולמזער את מקורות הזיהום העל קרקעיים בתחומים אלה, כגון מטמנות אשפה ושימוש בחומרי הדברה.

תת-אזור מרגלות ההר

אזור הגבעות שלמרגלות ההר הוא האזור הסמוך יותר למרכז הארץ. לאורכו מתקיים פיתוח מהיר של שטחים בנויים ותשתיות נלוות ביחס לשני תת-האזורים הגבוהים יותר. דוגמה לפיתוח כזה היא העיר מודיעין עילית, הממוקמת בין גדר הביטחון לקו הירוק, או העיר מודיעין הגובלת בקו הירוק בצדו המערבי.

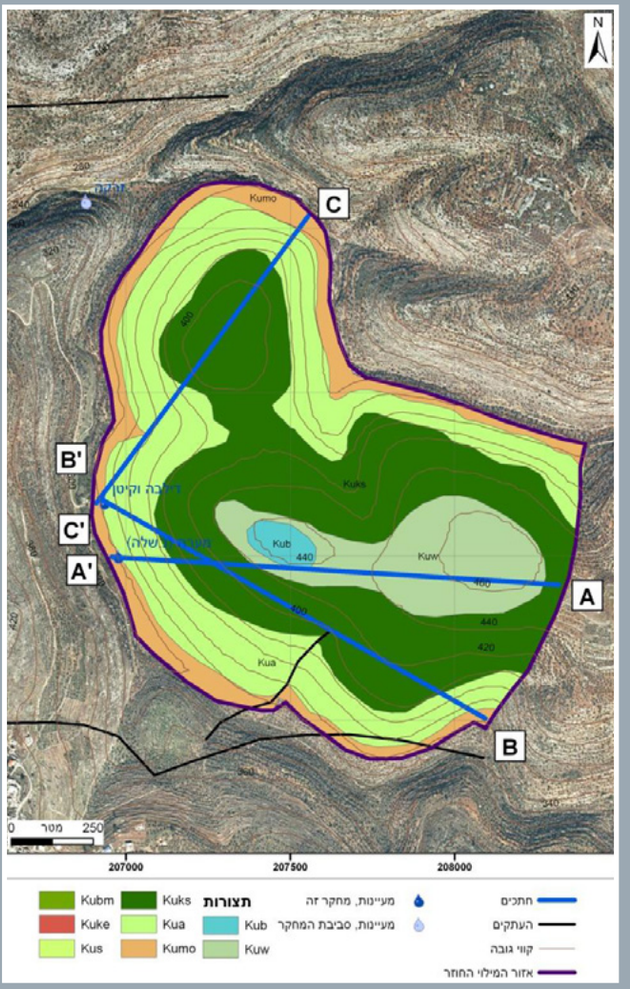
לפיתוח האורבני השפעה ניכרת על המשטר ההידרולוגי, כמפורט בהמשך, ולפיכך חלות עליו ההמלצות המפורטות בעניין פיתוח שטחים אורבניים חדשים. עדויות ראשוניות לנזקי ארוזיה ניתן למצוא בנחל ענבה, המנקז את העיר מודיעין כמתואר בתרשים ג-10, כמו גם לנזקים אקולוגיים בגין עבודות עפר ומילוי ערוצים, כמתואר בתרשים ג-11.

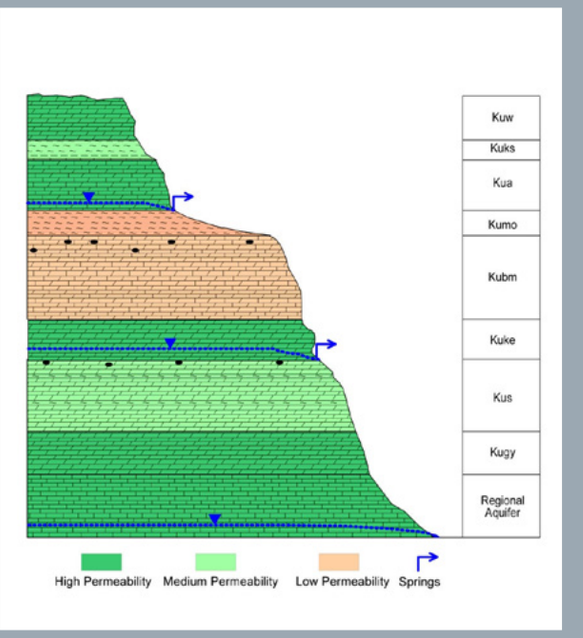


תרשים ג-7 תת אזור I – עמק בגב ההר



תרשים ג-8 תת אזור II - מדרונות ההר (נחל דולב) וכביש רוחב חדש שלאורך המדרון





תרשים ג-9 מימין חתך גיאו-הידרולוגי טיפוסי של אקווה שעונה המזינה נביעות (פלג, 2009).
משמאל תחום הזנה של המעיינות מערה, קיטן ודיבלה (פלג, 2009)



תרשים ג-10 תת אזור III – מרגלות ההר (נחל ענבה)



תרשים ג-11 עבודות פיתוח באפיק נחל בכניסה למודיעין (תת אזור III)

3. הגישה האגנית

בפרק זה תוצג סקירה תמציתית של פרסומים נבחרים על עקרונות הגישה האגנית ואופן מימושם. נפתח בתוצאות סקירת עבודות שפורסמו בחו"ל ונמשיך בעבודות שבוצעו בארץ.

3.1 פרסומים בינלאומיים

הבחירה באגן היקוות (River basin, Watershed) כיישות עצמאית לצורכי ניהול מבוססת על ההבחנה שהאגן מהווה יחידה גיאוגרפית בעלת רמת הומוגניות גבוהה, במכלול מאפיינים סביבתיים, כגון גיאומורפולוגיה, הידרולוגיה ואקולוגיה. גישה זו פורסמה כבר בשנת 1752 (Chorley, 1969) בד בבד עם ניסיונות ראשוניים למימושה באגן הנילוס ובמושבה הבריטית בהודו, לצורכי חלוקת מים והשקיה חקלאית. מאז צברה גישה זו פופולריות ואף הוצגה בשנת 1950 על ידי הוועדה הנשיאותית למדיניות מים בארצות הברית, כעיקרון מנחה:

"Plan for a river basin as a whole instead of a patchwork of plans by separate agencies for separate purposes".

תובנה מעניינת על מהות הניהול האגני הוצגה בדוח של (FAO 2006) לפיה:

"Watershed management is primarily a matter of gravity"

כלומר, מי הגשם נעים, בעזרת כוח הכבידה, במהירות התואמת את שיפוע פני הקרקע. הודות לכוח הכבידה מתחדשים מקווי המים העיליים, מתמלאים מי התהום והמערכות האקולוגיות מועשרות במינרלים ובמשקעים אורגניים.

חלוקה ראשונית של הגישות השונות בניהול אגני היא בהתאם למספר היעדים שהוגדרו לניהול. ברמה הבסיסית ביותר נמצא ניהול יעד יחיד (Single purpose), כגון מיתון שיטפונות או חלוקת מים לצרכנים. מעליה יכול להיות ניהול כמה יעדים (Multipurpose), ולחלופין, גישה כוללת (Comprehensive) אשר בנוסף למשאבי המים עוסקת גם בשימושי הקרקע ובהסעת סחף (Thorpe, 1986).

הרמה הבאה היא של ניהול אינטגרטיבי (Integrated), שבו מתווספים גם היבטים כלכליים וסוציולוגיים (Human welfare); ואילו הרמה הגבוהה ביותר היא של ניהול הוליסטי (Holistic) הכולל גם ניהול בר קיימא, כלומר, ניהול המבטיח יציבות לאורך זמן בהיבטים אקולוגיים, אקלימיים (שינויים גלובליים) ודמוגרפיים (Downs et al., 1991).

קושי אובייקטיבי במימוש ניהול אינטגרטיבי או הוליסטי הוא מגוון הנושאים הרחב שיש להביא בחשבון, שהרי הכול קשור בכול. ברטון (Burton 2003) הציע קריטריון לבחירת הנושאים הרלוונטיים, שייבחנו בהתאם לתשובה על השאלה הבאה:

"If the river were not there, would this use be present in the basin"

כלומר, ראוי לצמצם את מגוון הנושאים רק לכאלה שנגזרים ישירות מנוכחותו הפיזית של הנהר. פירוש הדבר שעל פי ברטון, נושאים כגון תעסוקה או טבע עירוני, אינם צריכים להיכלל במסגרת ניהול אגני.

בסקירה ביקורתית של טכניקות ניהול אגניות מציין בארו (Barrow, 1998) שקיים פער גדול בין הדרישות התיאורטיות לבין התוצאות בפועל. הסיבה העיקרית לכך היא, לדעתו, הקושי בהשגת שיתוף פעולה יעיל בין הצדדים הרבים והיעדר גיבוי חוקתי וכלכלי. ביקורת דומה הוצגה לאחרונה גם על ידי קונופקי (Konopacky, 2017) ביחס למאמצי הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה EPA ליישם את מדיניות הניהול האגני:

"Despite nearly thirty years of promoting and working with watershed approaches, the watershed concept itself remains unclear".

לדעת טונדיסי וסטרסקרבה (Tundisi and Straskraba, 1995), הצלחתה של הגישה האגנית מותנת במימוש כל אחד מהרכיבים הבאים: (1) מערכת מקצועית הכוללת מערך ניטור ויכולת עיבוד הנתונים וניתוחם; (2) מערכת רגולטיבית התואמת ליעדי הניהול; (3) מעורבות המגזר הפרטי באמצעות מיזמים משותפים; (4) מעורבות פעילה של התושבים המקומיים.

פריצת דרך משמעותית הושגה באמצעות הדירקטיבה האירופית (European Parliament, 2000) לניהול משאבי המים המחייבת את כל מדינות האיחוד. הדירקטיבה נועדה לשמר ולשפר את מצב משאבי המים העיליים והתת-קרקעיים, לפי חלוקה לאגני ניקוז:

"Achieving good water status for each river basin"

כך למשל, עבור כל פרמטר מייצג של איכות גוף המים, מוגדרים שלושה מצבים: גבוה, טוב ובינוני. עם הפרמטרים הללו נמנים למשל הפאונה, המורפולוגיה, ההידרולוגיה ורמת הזיהומים האורגנים והסינטטיים. דוגמה להגדרת מצב הידרולוגי 'גבוה' היא 'הכמות והדינמיות של הזרימה העילית והחיבור בינה לבין מי התהום כמעט ואינם מופרים'.

הדירקטיבה מגדירה את שלבי ההתקדמות ואת לוחות הזמנים שבהם יש לעמוד. שלבים עיקריים הם הצבת בסיס נתונים מפורט, כולל סקרים סביבתיים ואומדנים כלכליים, והצגת אלטרנטיבות לפתרון. הבחירה של האלטרנטיבה המועדפת נותרת בחירה סוברנית של הרשות האגנית בשיתוף פעולה עם התושבים המקומיים.

הדירקטיבה האירופית EC/2000/60 מחייבת בחינה מחדש של תוכניות הניהול האגניות כל שש שנים, לצורך התאמה לשינויי מזג האוויר הגלובליים (Climate checks). בארצות אירופה השינויים הצפויים הם שיטפונות בתדירות גבוהה יותר, עקב שינוי במשטר המשקעים, המסת קרחונים ועלייה במפלס הים.

בהקשר זה מעניין לציין שעל פי הדירקטיבה האירופית, כאשר תחום אגן מי התהום אינו חופף לתחום אגן הניקוז העילי, מוטל ניהול אגן מי התהום על הרשות של אגן הניקוז העילי הסמוך ביותר גיאוגרפית (The nearest or most appropriate river basin district).

בשני העשורים האחרונים פותחו מודלים ממוחשבים לצורך סיוע בניהול אגני. מודל כזה הוא MODSIM שפותח בשנת 2006 באוניברסיטת קולוראדו ונועד לסייע למקבלי החלטות בתכנון לטווחי זמן שונים. כמו שאר המודלים, מודל זה מצויד בממשק נוח להזנת נתונים ממקורות שונים ובממשק גרפי ידידותי. במסגרת הפתרון המיטבי לניהול אגני, נכללים נושאים כגון איגומים רב תכליתיים, זרימת נגר עילי, מי תהום ויחסי הגומלין שביניהם. המודל כולל גם התייחסות לאילוצים האדמיניסטרטיביים והחוקתיים ביחס לשימוש ולאופן חלוקת המים. מודלים נוספים כאלה הם למשל WEAP, BASIN MIKE והמודל האירופי WaterWare.

מרבית הדוחות המקצועיים בניהול האגני עוסקים בזיהוי היעדים ובאופן ההתארגנות לצורך מימושם. בנושא **זיהוי היעדים** מודגש הצורך ביצירת בסיס נתונים המושתת על ניטור המשתנים ההידרולוגיים והאקולוגיים, כמו גם משתנים סוציו-אקונומיים. בנושא **אופן ההתארגנות** , מודגש הצורך בשיתוף פעולה בין הסקטורים השונים (פרטי, ציבורי ובינלאומי) ובתוכניות פעולה גמישות מרובות שלבים.

3.2 פרסומים בארץ

כללי

בישראל, המצב האדמיניסטרטיבי בנושא ניהול הנגר העילי מתאפיין עדיין בגישה המבדלת, שלפיה כל היבט או אינטרס מטופל במסגרת חוקית נפרדת, ובאחריות משרד ממשלתי נפרד. עם זאת, בשנים האחרונות חלו תמורות בתחום זה וניכרת מגמה לאחד ולשלב כוחות בין הנושאים והגופים השונים (גוטמן, 2017).

חוקים רלוונטיים כיום בנושא ניהול הנגר העילי בארץ הם: **חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות** (1957), **חוק המים** (1959), **חוק רשויות נחלים ומעיינות** (1965) ו**תקנות בריאות העם** (2010). רלוונטיים לענייננו הם גם **חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה** (1998) ו**חוק התכנון והבנייה** (1965).

האחריות האדמיניסטרטיבית מתחלקת כיום באופן הבא: המים כמשאב פיזי באחריות הרשות הממשלתית למים וביוב (לשעבר נציבות המים); איכות המים לשתייה ולחקלאות באחריות משולבת של רשות המים, משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה; מניעת נזקי שיטפונות ושמירה על ערכי הקרקע החקלאית באחריות משרד החקלאות ופיתוח הכפר; והסדרת הניקוז העירוני באחריות הרשויות המקומיות; הנושאים הסביבתיים של נחלים ומעיינות, ובכלל זה הערך של השבת מים לטבע, נמצאים באחריות השר להגנת הסביבה.

מכוח חוק התכנון והבנייה התקבלה תכנית מתאר ארצית (תמ"א) לנחלים ולניקוז, תמ"א 34ב/3 הקובעת כללים שונים לפיתוח בסביבות נחלים. בימים אלה משלים מנהל התכנון מהלך של איחוד תכניות המתאר הארציות שבמסגרתו תהפוך תמ"א 34/ב/3 לפרק הנחלים בתמ"א המאוחדת (תמ"א 1).

שתי תמורות משמעותיות שחלו בשנים האחרונות בהעדפת הגישה האגנית הן: (1) הגדרת גבולותיהן של רשויות הניקוז בשנת 1996 באופן שכל אגן ניקוז של נחל בישראל מצוי בתחומי אחריות של רשות סטטוטורית יחידה; (2) הטלת תפקידים של רשויות נחל על כלל רשויות הניקוז בישראל, זאת בצו שהוצא על ידי השר להגנת הסביבה בשנת 2000, מכוח חוק רשויות נחלים ומעיינות.

פועל יוצא של שתי התמורות הללו הוא שרשויות הניקוז והנחלים הן בפועל רשויות אגניות, ומתפקידן לדאוג למזעור נזקי שיטפונות מכוח חוק הניקוז ולהיבטים סביבתיים של הנחלים מכוח חוק רשויות נחלים ומעיינות. כמו כן, כל תכנית פיתוח משמעותית כיום צריכה לעבור לרשות ניקוז כגורם מייעץ למוסד, לפני אישור התכנית.

במסגרת מדיניות עדכנית שגובשה בשנת 2016 על ידי משרד החקלאות בנושא מניעת נזקי שיטפונות ושימור קרקע, הוכרה הגישה האגנית המשלבת כאבן יסוד במדיניות זו.

להלן סקירה תמציתית של מספר עבודות נבחרות שהתפרסמו בארץ בשנים האחרונות, על פי סדר כרונולוגי:

תכנית אב לשיקום ופיתוח נחל הבשור (2002)

עבודה זו בוצעה על ידי א.ב. תכנון, בהזמנת המנהלה לשיקום ולפיתוח נחל הבשור, והיא מטפלת במגוון רחב של נושאים בראייה אגנית. אף שהמונח 'תכנון אגני' לא מופיע בכותרתה, היא מהווה דוגמה חלוצית ליישום בפועל של גישת התכנון האינטגרטיבי.

יעדי התכנון העיקריים בעבודה הם בראש וראשונה יעדים הידרולוגיים ואקולוגיים. היעדים ההידרולוגיים נועדו לשמור על משטר הזרימה בנחל ואופיו השיטפוני, ולצורך כך יש לשמור על רצף הזרימה, תנועת בעלי חיים, ומסלולי טיולים לאורך כל אפיק הנחל, וכן על שטחי פשט ההצפה ומזעור נזקי ארוזיה.

יעדים שהוגדרו בתחום איכות המים כללו סילוק מזהמים ומטרדים מהנחל, טיפול במצבי חירום, ומתן קדימות לצורכי הטבע, הפנאי והנופש בכל הכרוך בניצול שיטפונות. בתכנית נכללת התייחסות מרחבית לתחומי ההשפעה שמשני צידי האפיק והמלצות לייעוד שטחים, לרבות שטחי חיץ, ובכלל זה המלצות לעיגון סטטוטורי.

גבולות התכנית הוגדרו משני צידי אפיק הנחל באמצעות מספר רצועות כמפורט להלן. **רצועות הנחל** שבין 'כתפי הנחל' שטופלו באופן פרטני; **רצועות הגנה** המשמשות אזור חיץ והגנה לרצועת הנחל; **תחום ההשפעה** המגדיר את השטח שמעבר לרצועות ההגנה, שיש לו זיקה לנחל; ו**אגן הניקוז** בכללותו, בעיקר בנושאי מים, ניקוז ומזהמים ופחות בנושאים חברתיים כגון תרבות ותיירות. רוחב הרצועות משתנה בהתאם למקבץ של קריטריונים הידרולוגיים וסביבתיים, להבדיל מהגישה המקובלת של הקצאת ערך קבוע לכל רצועה.

לרצועות הנחל השונות נקבעו ארבע רמות אינטנסיביות לפיתוח: שימור; מעבר; פיתוח אקסטנסיבי (ייעור, חקלאות ודרכים); ופיתוח אינטנסיבי (איגום פארקים ומבנים לתיירות). לצורך זה הנחל חולק ל-24 מקטעים, ועבור כל קטע בוצעה הערכה של הערכים והרגישות במספר תחומים כגון אקולוגיה, סביבה, נוף ארכיאולוגיה וכדומה. הערכיות הכוללת נאמדה בעזרת שקלול של התחומים השונים כמתואר בטבלה הבאה:

מס'	מקטע	ערכיות ביולוגית	ערכיות סביבתית	ערכיות אקולוגית	ערכיות נופית	רגישות נופית	ערכיות ורגישות ארכיאולוגית היסטורית	ערכיות כוללת
1	ראש בשור	בינונית	גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה	עליונה	גבוהה
2	הרועה	בינונית	גבוהה	גבוהה	בינונית	בינונית	עליונה	גבוהה
3	דייקת בשור	בינונית	עליונה	גבוהה	עליונה	עליונה	עליונה	עליונה
4	בשור חלוצה	גבוהה	בינונית	גבוהה	בינונית	עליונה	עליונה	גבוהה
9	מעלה רביבים	בינונית	בינונית	גבוהה	בינונית	בינונית	עליונה	גבוהה
10	משאבים	גבוהה	בינונית	גבוהה	בינונית	בינונית	עליונה	בינונית
11	רביבים	בינונית	נמוך	בינונית	גבוהה	גבוהה	עליונה	גבוהה
12	אטדים	בינונית	נמוכה	בינונית	בינונית	גבוהה	בינונית	בינונית
13	מעלה סכר	בינונית	נמוכה	בינונית	בינונית	גבוהה	בינונית	בינונית
14	מורד סכר	בינונית	בינוני	בינונית	גבוהה	גבוהה	גבוהה	גבוהה
15	מורג באר שבע	גבוהה	גבוהה	גבוהה	בינונית	גבוהה	עליונה	גבוהה

טבלה ג-1 טבלה מרכזת של ערכיות מקטעים לפי תחומים (א.ב. תכנון, 2002)

הנחיות בנושאי ניקוז ורציפות הנחל הן מזעור הנגר מתחומים מבונים, פיזור מרבי של יציאות ניקוז הנגר העירוני אל עבר הנחל, מגבלות בנייה והנחיות לשימור בתחום רצועת הנחל ורצועות ההגנה וההשפעה והימנעות משינוי תוואי הנחל.

לנוכח פערי המידע שנמצאו בתחום ההידרולוגיה ואופן השפעת השינויים ההידרולוגיים על המאזן האקולוגי, הוחלט בשלב זה להימנע מהרחבת היקף תפיסת מי הגאויות, לרבות הקמת שטחי קציר נגר גדולים, ולהימנע מהתקנת נקזים חדשים בשכבת החלוקים ומבניית מאגרים חדשים לתפיסת שיטפונות.

בנושאי הביוב נקבע שלא תותר הזרמת קולחים מכל סוג שהוא לנחל. הקולחים המטוהרים יוקצו בעדיפות ראשונה לפארקי הנחל העירוניים. כמו כן, מתקני הטיהור יכללו פתרונות למקרי תקלות, לרבות מערכות אצירה ושאיבה שימנעו זרימה לנחל.

המלצות להמשך עבודה הן תכנון סטטוטורי שיעגן את התכנית במסגרת חוק התכנון והבנייה; בנייה מתמשכת של מסד הנתונים ההידרולוגי והאקולוגי; וניהול מדיניות ואכיפה בידי גורם מרכזי יחיד.

הטיפול בנחלים בישראל, תהליכים באגני היקוות והמסגרת הארגונית - המקרה של נחל הירקון (2007)

תזת מחקר לתואר שלישי שהוגשה לאוניברסיטת חיפה על ידי ד' פרגמנט, בדקה את יחס מוסדות המדינה והרשויות השונות למערכת הנחלים המנקזת את אגן ההיקוות של הירקון במכלול רחב של היבטים. נמצא שבעבר, בהיעדר התייחסות נאותה לצורכי האגן, מערכת הנחלים הייתה מקור למטרדים של ריחות צחנה, יתושים וסכנת הצפה. מטרדים אלו היו פועל יוצא של התייחסות גורמי התכנון לנחלים כאל תעלות ביוב, מה שהוביל לכך ששימושי הקרקע בסביבת הנחלים היו בעיקר של אזורי תעשייה ותעסוקה.

המחקר הציב שאלות מרכזיות וענה עליהן, נכון לשנת 2007:

1. האם הייתה מדיניות מוגדרת לניהול אגן ההיקוות?

לא הייתה מדיניות מוגדרת לניהול אגן הירקון ולכן הפעולות שנעשו במשך השנים לא נעשו מתוך ראייה כוללת ומשולבת. תנאי מתחייב לניהול אינטגרטיבי הוא שינוי חקיקה ויצירת מבנה ארגוני מתאים.

2. האם הפעולות שבוצעו באגן היו בהתאם לצורכי מגזר או מגזרים מסוימים?

הפעילות שהוגדרה באחריות משרד החקלאות, לא לקחה בחשבון את צורכי הנחל בעדיפות ראשונה - לא הושארו אזורי חיץ, לא ננקטו פעולות להקטנת הסחף ולא הייתה הקפדה על שימוש בחומרי דישון והדברה ומניעת הגעתם לערוצי הנחל.

גורמי השלטון המקומי לא התייחסו לירקון כאגן היקוות, בוודאי לא בהקשר הרחב כמערכת אקולוגית. מיקום הכבישים ומתקני החשמל נקבע בעיקר מתוך אינטרסים צרים וללא ראייה כוללת. כך למשל, חציית אפיק הירקון ע"י כביש מס' 5 ומיקומה של תחנת המיתוג של פתח תקווה בחיבור הנחלים שילה וירקון.

בערים רבות, בנייה על גדות נחלים או בפשט הצפה הייתה בדרך כלל פועל יוצא של שילוב אינטרסים בין גורמי תכנון עירוניים ונציגי חברות נדל"ן, שביקשו למקסם בנייה והכנסות ללא התחשבות במיקום הבעייתי.

3. באיזו מידה התקיים ניהול אינטגרטיבי של אגן הירקון?

הוכח מעל לכל ספק כי לא היה ניהול אינטגרטיבי בשום תחום הנדרש לניהול אגן הירקון. כמו כן לא נמצא חוק שמתייחס לכל האגן מתוך ראייה משולבת ולא נמצאה מערכת מנהלית מתאימה שיכולה לנהל את האגן בהשתתפות בעלי העניין העיקריים.

כחלק מהמלצות המחקר הומלץ למנות את המשרד להגנת הסביבה כמשרד המוביל בתכנון האגני ולהקים רשות אגנית שתפעל מתוך ראייה כוללת ומשולבת בהתאם לייעוד של צירי הנחלים.

ניהול משאב הנגר העילי בראייה הוליסטית: גישה אגנית אינטגרטיבית (2017)

מטרת עבודתה של ג' גוטמן במשרד החקלאות הייתה להניח בסיס לשפה משותפת בנושא הגישה האגנית, שפה שתשמש יסוד לתהליכים אופרטיביים שיינקטו בעתיד על בסיסה. העבודה מתבססת על סקירה וסיכום הידע האקדמי העדכני והמצוטט ביותר בנושא ניהול אגני אינטגרטיבי בתחומי דעת מגוונים, כגון מדיניות ציבורית, ניהול משאבי טבע, גיאוגרפיה, אקולוגיה, סוציולוגיה ועוד.

את הגישות הניהוליות הקיימות אפשר לחלק לשתי קבוצות:

א. **גישה ריכוזית,** המתבססת על מוסדות סטטוטוריים, תקנות ועוד. גישה זו מיושמת בעיקר באירופה והיא מבוססת על הגדרת גוף ניהול מרכזי בעל סמכויות נרחבות, להלן Up-Bottom.

ב. **גישה ביזורית,** המתבססת על מוסדות וולונטריים וגיבוש הבנות, ומיושמת בעיקר בארצות צפון אמריקה, להלן Bottom-Up. ככל שהאגן המיועד לניהול הנגר העילי גדול, הטרוגני ומורכב יותר, כך ניהולו על ידי גוף מרכזי, המאגד סביבו את בעלי העניין, יהיה יעיל יותר.

העבודה מציגה פירוט עבודות תכנון שבוצעו או שמבוצעות בעשור האחרון בארץ לפי החלוקה הבאה: תוכניות בתהליכי הטמעה (תכנית אב להגנה על מפרץ חיפה, מנהלת פארק שקמה); פרויקטים שהסתיימו או שנמצאים לקראת סיום (תכנית אב לנחל קדרון [חוצה גבולות], תכנית אב לאגן הירקון); פרויקטים בשלבי גיבוש (תכנית אב לאגן נחל צין, אמנה להגנת אגן ההיקוות של הירדן הצפוני - הצעה למתווה, מרחב ביצות הפולג).

הפרויקטים הללו מציגים מגוון רחב של אינטגרציה בין הנושאים השונים. החל מעבודות הנדסיות הממוקדות בהסדרת אפיקים הכוללות שילוב של רכיב מיתון שיטפונות (מאגרים ושטחי פשט ההצפה), וכלה בעבודות פיתוח מרחבי הכוללות מגוון רחב של נושאים, כגון ייעודי קרקע, אקולוגיה, קולחים, ארכיאולוגיה וכו', כאשר הנושא ההידרולוגי הוא שווה-ערך לשאר הנושאים.

תכנית אב לניקוז (2017)

תכנית אב לניקוז אגן הירקון הוכנה על ידי 'פלגי מים בע"מ', והיא נמצאת כעת בשלבי הכנה סופיים. תכנית זו מדגימה טיפול פרטני בנושא הניקוז **הכלל-אגני** (ממערב לקו הירוק) - להבדיל מתכנית אב אגנית רחבה המיועדת להגדיר את יחסי הגומלין בין מכלול רחב של נושאים. תכנית אב לניקוז אמורה לממש את עקרונות התכנון שהותוו תחילה בתכנית האגנית.

לנוכח הצורך למתן את הספִיקות השיטפוניות הצפויות בתעלת איילון. במקרה הנדון, תכנית האב לניקוז בוצעה במקביל להכנת תכנית האב האגנית, במגמה לקדם ככל האפשר את תכנון המסילה הרביעית לאורך נתיבי איילון. כפועל יוצא, תכנית זו התמקדה בעיקר בוויסות ספיקות השיא במרחב האגן ובהסדרת אפיקי הזרימה העיקריים.

כרך א של העבודה עוסק בבניית בסיס הנתונים ההידרולוגיים ובהגדרת הידרוגרפי התכן. הידרוגרפים אלה נקבעו להסתברות של 1 אחוז (1:100 שנה) והם הוגדרו על ידי נרמול הידרוגרפים מדודים. השימוש בהידרוגרפי תכן, להבדיל מספיקות תכן, הוא הכרחי לצורך בחינת הביצועים של מאגרי הוויסות. חלק ניכר מהכרך הראשון עוסק בהבדלים שנמצאו ביחס להגדרת ההידרוגרפים הנ"ל, בין מודל המתכנן למודל השירות ההידרולוגי.

כרך ב של העבודה עוסק בפן ההידרולי של ניתוח הזרימות בצירי הזרימה באגן. עבור כל ערוץ ראשי באגן מוצגים הנתונים הפיזיים (גודל אגן ההיקוות, אורך הערוץ, שיפוע ממוצע וכו'), ספיקות התכן, והמתקנים הקיימים לאורך הערוצים. בהמשך מפורטות ההמלצות להסדרת הערוצים :ובכלל זה המתקנים הנדרשים להסדרה/שדרוג/ניקוי, חתכים הנדסיים לרוחב האפיקים ודרכי שירות.

חלופות ויסות אגניות שנבדקו הן (1) הסדרת המצב הקיים בהתבסס על ויסות חלקי במספר מחצבות; (2) ויסות מלא במחצבות בהנחה של פיתוח מלא של כלל המחצבות; (3) חלופת ויסות אגני בהתבסס על צירופים שונים של מתקני ויסות ברחבי אגן ירקון.

הפתרון האגני המומלץ לאגן איילון כולל הסדרה של שישה מתקנים (לפחות), בנפח כולל של 11.55 מלמ"ק, בנוסף לכך, הסדרה למיצוי פוטנציאל הריסון בשלוש מחצבות. באגן הירקון הפתרון כולל הסדרת שבעה מתקנים בנפח של 13.3 מלמ"ק, בנוסף לכך הסדרה למיצוי פוטנציאל הריסון בשתי מחצבות.

3.3 סיכום ממצאים

מסקר הספרות לעיל מתקבלת התמונה הבאה: מרבית הדוחות שפורסמו בתחום הניהול ההידרולוגי מתמקדים בזיהוי היעדים ובמתודולוגיה האדמיניסטרטיבית להשגתם. בחלק מהעבודות אף הוצע לסווג את משאבי המים ביחס למצבם האיכותי והכמותי, באופן שניתן יהיה לאתר את גופי המים הבעייתיים ולמדוד בהמשך את השיפור במצבם.

חרף ההסכמה הרחבה על נחיצות ניהול אגני, בשלב זה אין עדיין עדויות רבות להצלחתו, אם בשל קשיים אדמיניסטרטיביים בהשגת שיתוף פעולה בין הרשויות השונות ואם בשל היעדר יעדים ברורים להשגה. למרות זאת, אפשר להצביע על שתי דוגמאות יוצאות דופן: (1) הדירקטיבה האירופאית החדשה, שעבורה הוגדרו שלבי התקדמות ולוח זמנים; (2) ותכנית האב לשיקום ופיתוח נחל הבשור, אם כי עדין מוקדם למדוד את שיעור הצלחתן.

נראה שהעקרונות ההידרולוגיים בניהול אגני שהותוו בפרק הנוכחי, מציעים שינוי גישה ביחס למרבית הגישות שנסקרו לעיל. להבדיל מזיהוי יעדים ואופני התארגנות, הגישה הנוכחית מבקשת להגדיר סט עקרונות תכנוניים-כמותיים שיש להחילם בכל רחבי האגן, במטרה למזער את החריגות הבלתי נמנעות בתחום המאזן ההידרולוגי והאקולוגי ובתחום שימור הקרקע.

לצורך יישום עקרונות תכנוניים-כמותיים, המבוססים בעיקרם על שיקולים הנדסיים, יש להקים רשות ניהול אגנית, שתוציא לפועל את העקרונות הנ"ל (בפרסום, בהנגשה ובעדכונים); תפקח על אופן ביצועם (בקרה ומעקב); ותישא באחריות לתוצאות בשטח (לטוב ולרע). רשות כזו במהותה היא רשות ריכוזית בעלת סמכויות נרחבות, שבכוחה להתגבר על המכשולים האדמיניסטרטיביים הצפויים ולכפות יישום של סט העקרונות התכנוניים.

4. אירועים חריגים

4.1 כללי

מפגע הטבע הנפוץ בעולם הוא השיטפון, הנגרם מאירועי גשם חריגים. השיטפונות גובים מדי שנה את חייהם של כ-25,000 בני אדם וגורמים להפסדים של 50–60 מיליארד דולר בממוצע ברחבי העולם. המודעות לצורך בסטנדרטים נאותים לניהול סיכוני הצפות עלתה במיוחד לאחר סערת ההוריקן 'קטרינה' שהתחוללה בארצות הברית בשנת 2005. בסערה זו נספו כ-1600 בני אדם ונגרם נזק בשווי של כ-75 מיליארד דולר (IWR Report, 2011).

בין השנים 1998–2009 התחוללו באירופה כ-213 שיטפונות משמעותיים, ביניהם גם כמה קטסטרופליים, כגון אלה שהיו בקיץ 2002 לאורך הנהרות דנובה ואלבה. השיטפונות הללו גבו את חייהם של 1126 בני אדם, גרמו לפינוי של כחצי מיליון איש מבתיהם והסתכמו בתביעות של למעלה מ- 52,000 מיליון אירו מחברות הביטוח (European Environment Agency)

מגמת העלייה בתדירות השיטפונות ובנזקים הנלווים, היא בחלקה פועל יוצא של התמורות האנתרופוגניות המתחוללות בתחומי ההיקווי של הנגר העילי. טבלה ג-2 מציגה את סיכום האירועים השיטפוניים החריגים בעשור האחרון, בעלי תקופת חזרה של למעלה מ-100 שנה:

Table 1.2. **Return period for recent major floods**

Country or city	Year	Flooded river	Return period
Prague (Czech Republic)	2002	Vltava	500 years[1]
United Kingdom	2007	Severn	200 years[2]
Pakistan	2010	Indus	>> 100 years[3]
Brisbane, Australia	2011	Brisbane	120 years[4]
Bangkok, Thailand	2011	Chao Phraya	> 100 years[5]
New York, United States	2012	Floods linked to Hurricane Sandy	400-800 years[6]

Sources: 1. Zizkova, E. (2004), "Les inondations catastrophiques d'août 2002 en République tchèque", *La Météorologie*, No. 46, August, http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/36058/meteo_2004_46_34.pdf?sequence=1. 2. Severn Trent Water (2010), *Annex to June Return Board Overview*, Severn Trent Water, Coventry. 3. Japan International Cooperation Agency (JICA) (2012), "JICA's support to "Toward Safe and Resilient Thailand" through revising the comprehensive flood management plan for the Chao Phraya River Basin", forum of 20 February 2012, www.unescap.org/idd/events/2012-South-East%20Asia%20Flood%20Risk%20Reduction%20Forum/JICA.pdf. 4. Queensland Flood Commission Inquiry (2012), "Final report", Queensland Flood Commission of Inquiry, Brisbane, Australia. 5. Aon Benfield (2012), *2011 Thailand Floods Event Recap Report*, Aon Benfield, Bangkok. 6. Lin, N. et al. (2012), "Physically-based assessment of hurricane surge threat under climate change", *Nature Climate Change*, Vol. 2, pp. 462-467, www.nature.com/nclimate/journal/v2/n6/full/nclimate1389.html.

טבלה ג-2 תקופות חזרה של שטפונות שאירעו לאחרונה (OECD 2014)

4.2 קריטריונים תכנוניים

תקופות חזרה

אמצעים הנדסיים לצרכיי התמודדות עם אירועים קיצוניים, חייבים להיות ברמת אמינות גבוהה, במיוחד בשל ההשלכות החמורות (הקטסטרופליות) העלולות להיות במקרה של כישלון. אמצעי הנדסי מקובל לצורך זה הוא שימוש **במקדם ביטחון** המבטא את יתירות (Redundancy) הפתרון. למשל, תכנון מרפסת מושתת על עומס של 350 ק"ג לכל מטר מרובע (4 אנשים "בריאים" המצטופפים במטר מרובע אחד) כפול מקדם ביטחון של 1.5.

במערכות ניקוז, מקדם הביטחון הוא תקופת החזרה בשנים של אירוע תכן שיטפוני (Design flood). ככל שתקופת החזרה גדולה יותר, כך גדל מקדם הביטחון. במונחים סטטיסטיים, אירוע בעל תקופת חזרה של X שנים הוא אירוע בעל ספיקת שיא Y, שמשך הזמן **הממוצע** לחזרתו הוא לפחות X שנים.

בעבר, התמודדות עם שיטפונות התנהלה בגישה מצמצמת של בניית אמצעי הגנה לאירוע תכן יחיד שהוגדר על פי תקופת חזרה בשנים. בארצות מפותחות, הקריטריון הנבחר הוא של אירוע תכן בעל תקופת חזרה של 100 שנה, בכל מקרה בו קיים חשש לאובדן חיי אדם או להרס תשתיות חיוניות. קריטריון דומה מקובל גם בארץ וקיבל תוקף לאחרונה במסגרת תמ"א 34 ב'/3 משנת 2006.

Table 1.3. **Levels of protection in major cities in the OECD**

City	Protection level	Protected area	Date of implementation
Paris urban area	100 years 30-50 years	Paris Departments in the inner Paris suburbs	Existing
Frankfurt (Germany)[1]	200 years 100 years	New districts and critical infrastructures Urban area	Existing
London (United Kingdom)[2]	1 000 years 10 000 years	Coastal areas	Existing Objective 2100
New York (United States)[3]	100 years	Coastal areas	Project 2020
Netherlands[4]	1 250 years 4 000 years 10 000 years	River areas Coastal areas with small populations Areas below sea level	Existing Existing Existing
Oslo (Norway)[5]	100 years 200 years	Residential buildings Industry and critical infrastructures	National standard
Tokyo (Japan)[6]	200 years	River and coastal areas	Current project
Cologne (Germany)[7]	100 years 200 years	River areas Particularly critical areas	Existing
Vienna (Austria)[8]	10 000 years	River areas	Existing
Bratislava (Slovak Republic)[9]	1 000 years	River areas	Existing

טבלה ג-3 ריכוז קריטריונים לתכנון הגנה מפני הצפות (OECD 2014)

בשני העשורים האחרונים ניכרת מגמה של החמרה בקריטריונים ההנדסיים, בייחוד בארצות מפותחות, מתוך הבנה והכרה בחוסר הוודאות ההידרולוגי בשל רקורד נתונים קצר יחסית, תהליך עיור מואץ ושינויי אקלים גלובליים. במקביל, גדל גם פוטנציאל הנזק לרכוש ולתשתיות שבקרבת עורקי הניקוז העיקריים. תמונת מצב של הקריטריונים המעודכנים מוצגת טבלה ג-3.

יתירות ועמידות

קריטריונים נוספים המהווים בחלק מהגדרת מקדם הביטחון במערכות ניקוז הם **יתירות** (Redundancy) **ועמידות** (Robustness). בישראל קריטריונים כאלה רלוונטיים במיוחד, לנוכח הניסיון הלא מוצלח של ביצועי מערכות הניקוז הקיימות.

כך לדוגמה, מערך הניקוז לאורך עורק התחבורה המרכזי בארץ, תעלת איילון, תוכנן במקור לספיקה מרבית של כ-600 מ"ק לשנייה, אך צומצם בהחלטת משרד התחבורה לספיקה של 420 מ"ק לשנייה בלבד. עם תוספת המסילה השלישית בוצעו בחתך התעלה שינויים שהיו אמורים לשמר את יכולת הזרימה הקיימת, אך בפועל, בגשמים של דצמבר 2013, הושבתה התנועה בנתיבי איילון כבר באירוע זרימה של 186 מ"ק לשנייה בלבד, כפי שתיעד השירות ההידרולוגי מול שכונת עזרא.

דוגמה נוספת של היעדר יתירות תכנונית היא בפארק אריאל שרון שתוכנן ואושר לאחרונה, והוגדר במקור כ'מפעל ניקוז וריסון גאויות'. הפארק כולל נפח ויסות בעל קיבולת של 10 אחוז בלבד מנפח הזרימה המיועד - קיבולת מצומצמת ובעלת יעילות נמוכה מאוד במקרי שיטפונות. ערכים יעילים יותר מתקבלים החל מקיבולת של כ-30 אחוז מנפח גל הגאות (Kessler and Diskin, 1991).

מלבד היתירות, אמינות המערכת נמדדת גם ברמת העמידות של רכיבי המערכת. רכיבי מערכת הניקוז אמורים לתפקד בתנאים קשים של סופות רוח וגשם חריגות, הפסקות חשמל, נתיבים חסומים וכדומה. העמידות נמדדת גם במדדים של מורכבות המערכת, היקף התחזוקה ופשטות ההפעלה. ככל שהמערכת מורכבת יותר ובעלת דרישות תחזוקה גבוהות יותר, כך היא פגיעה יותר ולפיכך עמידה פחות.

בחינת מדדי היתירות והעמידות מוצגת בנספח A ביחס לפתרונות הניקוזיים המוצעים כיום לתעלת איילון בגין תוספת מסילה רביעית.

4.3 גישות ניהול חדשות

שיטות מתקדמות יותר של ניהול אירועים שיטפוניים "יובאו" לאחרונה מתחום הניהול בתנאי אי-וודאות (Risk and Uncertainty Management). שיטות כאלה הן למשל מבחני רגישות (Sensitivity Analysis), מקדם ביטחון (Safety margin), תכנון עודף (Over-design strategies) או ניהול משברים (Disaster Risk Management). דיון מקיף בשיטות אלה הוצג לאחרונה על ידי מרכז הידע להערכות שינויי אקלים באוניברסיטת חיפה (2012).

המשותף לכל הטכניקות הנ"ל הוא שאין להסתפק בערך דטרמיניסטי יחיד כגון ספיקת תכן לצרכיי התמודדות עתידית עם אירוע שטפוני. שהרי אירוע כזה לא ידוע בוודאות וההתמקדות סביבו עלולה ל"הסתיר" תרחישים נוספים, חמורים אף יותר. לצורך זה, מבחני הרגישות בוחנים למשל את העלות השולית של תוספת אמצעי מיגון ביחס לחסכון הצפוי בנזקים של אירועים נדירים יותר.

האיחוד האירופי

גישה חדשה שהתגבשה בעשור האחרון באיחוד האירופי, היא של **ניהול סיכונים** עבור טווח רחב של תרחישים, בהנחה שלא ניתן למנוע את נזקי ההצפה אלא רק למזער אותם (Risk management). גישה זו כוללת, בנוסף לאמצעי ההגנה ההנדסיים, גם אמצעי הימנעות ומוכנות. פן נוסף שנכלל בגישה החדשה הוא של שיתוף בעלי העניין (קרי: האזרחים) בתוכניות הפיתוח להתגוננות ובהנגשת מידע לציבור באמצעות מפות של אזורי הצפה מועדים.

הנחיות מעודכנות של האיחוד האירופי לניהול שיטפונות גובשו סופית בשנת 2007 (European Directive 2007/60/EC), והם כוללים שלושה שלבים: (1) הערכה ראשונית של פוטנציאל הסיכונים / הנזקים באירועים שיטפוניים; (2) התוויית מפות הצפה בתרחישים השונים; (3) הצגת מתודולוגיה ואמצעי התמודדות נבחרים. הנחיות אלה מחייבות את מדינות האיחוד האירופי כאשר הפתרון הנבחר עשוי להשתנות ממדינה למדינה, בהתאם למאפיינים של כל אזור ובהתאם להעדפת התושבים.

יש לציין שבהנחיות האיחוד האירופי אין התייחסות לאפקט ויסות הזרימה של מאגרי מים המשולבים באפיקי הנהרות. כך למשל, באגן נהר הסיין שבצרפת (OECD 2014), יש לקחת בחשבון אפשרות של היעדר ויסות כלשהו במקרה שהמאגרים מלאים כבר בתחילת הסופה. כמו כן, ישנה התייחסות לאפשרות אירוע שיטפוני הגדול ב-40 אחוזים מאירוע הזרימה ההיסטורי שהתרחש בשנת 1910, שהיה האירוע הקיצוני ביותר שנמדד.

בעקבות שיטפונות שהתרחשו בדרום-מזרח נורבגיה בשנת 1995, הוחמרו במדינה זו הקריטריונים לתכנון אמצעי ההגנה, עד תקופת חזרה של 1000 שנה במקרים של סיכון חיי אדם, ועד 200 שנה במקרים של סיכון לנזקי רכוש בתשתיות חיוניות (Norwegian 2009 Directorate). באופן דומה יושם בהולנד קריטריון של 1250 שנה לאורך נהרות שאינם מושפעים מהקרבה לים (Ducth Ministry 2012).

בימים אלה עתיד להסתיים בהולנד פרויקט בשם Room for the river, שנועד להגדיל את כושר הזרימה בארבעה נהרות מרכזיים. פרויקט זה, שעלותו מוערכת בכ-2,200 מיליון אירו, נועד לפנות את מכשולי הזרימה בנהרות עיקריים, כגון סכרים וסוללות, ובמקביל גם להעמיק את תחומי פשט ההצפה ואת קרקעית אפיקי הזרימה (www.ruimtevoorderivier.nl).

ארצות הברית

בשנת 1971 קבעה סוכנות הביטוח הפדראלית בארצות הברית קריטריון מחייב להגנה מפני הצפות עד לאירוע של 1:100 שנים. תקנה זאת חייבה את כל השותפים בתוכניות הביטוח הפדראליות ואת כל הפרויקטים הנתמכים בתקציבים פדראליים. פועל יוצא של תקנה זו היה פיתוח אורבני ניכר בגדות עורקי הזרימה המוגנים ע"י סוללות, מצד אחד, והסבה של נזקים כבדים בכל פעם שסוללות אלה נפרצו באירועים שתקופת חזרתם גדולה מ- 100 שנה, מהצד השני.

על פי דוחות חיל ההנדסה של הצבא האמריקני (U.S. Army Corps of Engineers), הנזק הצפוי בגין התהוות מפלסי הצפה באירוע שיטפוני של 500 שנה, גבוה פי 2.24 מהנזק הצפוי בגין מפלסי הצפה המתאימים לאירוע של 100 שנה.

סיכום ממצאי דוח של מכוני מחקר אמריקנים (American Institutes for Research, 2006) קבע שהשימוש בקריטריון של 1:100 שנה אינו מתאים ואינו תורם למימוש המטרות של סוכנות הביטוח הפדראלית. קריטריון זה לא יושם ביעילות ונמצא שהוא נמוך מדי מכדי להתמודד באופן אפקטיבי עם סיכוני ההצפה ברחבי המדינה.

בינואר 2015 (The White House: Executive Order), גובשה החלטה פדראלית לפיה יש לעדכן מחדש קריטריונים להגדרת אזורים בסכנת הצפה (Floodplains) ואופני התמודדות עמם. אזורים שהוגדרו בעבר כאזורים המועדים להצפה באירועים של עד 100 שנה, הוגדרו מחדש בהתאם לאחד משלושת הקריטריונים הבאים:

- התחוללות אירוע בעל תקופת חזרה של 500 שנה.
- אירוע בעל מפלס הצפה הגבוה בכ- 1 מטרים מהמפלס החזוי באירוע של אחד ל- 100 שנה.
- אירוע תכן המוגדר באמצעות טכנולוגיות אקלימיות מעודכנות תוך התחשבות בשינויים אקלימיים העתידיים.

'שיטת הקטסטרופה'

'שיטת הקטסטרופה' לניהול משברים הוצגה לראשונה בארץ על ידי גדעון סיני מהפקולטה להנדסה חקלאית בטכניון, טרם פרישתו. שיטה זו יושמה ככל הידוע בברית המועצות לשעבר ועקרונותיה נלמדים ומיושמים בהתמודדות עם מצבים בעלי רמת סיכון גבוהה.

בשלב הראשון מניחים שהגרוע מכול יכול להתרחש. למשל, סופת הגשם המרבית האפשרית (Probable Maximum Precipitation PMP); פריצת מאגר ויסות במעלה מתחם אורבני; התפתחות גל צונאמי כתוצאה מרעידת אדמה.

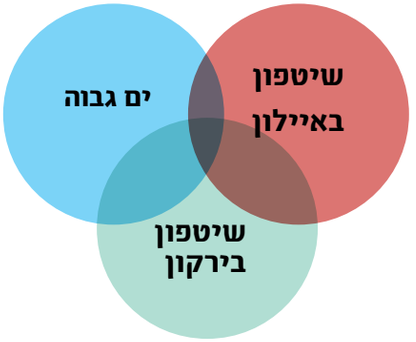
בשלב השני ממיינים את כלל אמצעי ההתגוננות האפשריים, על פי עלותם ויעילותם. למשל, פינוי מבנים בקרבת האפיק, סגירת מרתפים או הטיית עודפי זרימה לנתיב חלופי (Floodway).

בשלב השלישי והאחרון נבחר סט האמצעים היעיל ביותר, בכפוף לאילוצי התקציב. סט אמצעים זה לא אמור למנוע את כל הנזקים בכל התרחישים, אבל בחירתו נעשית מתוך מחשבה על כלל האפשרויות, כולל הגרועה ביותר (הקטסטרופלית). כך למשל, נבחר אמצעי של חיזוק גדר הביטחון מול היישוב בת חפר, לנוכח האפשרות הקטסטרופלית של היווצרות אגם עמוק ממזרח לגדר הביטחון. תוצאות אירוע כזה שלא הובא בחשבון מוצגות להמחשה תרשים ג-12:



תרשים ג-12 הצגה סכימטית של שיטת הקטסטרופה והשיטה הממוסדת:

שיטת הקטסטרופה שונה במהותה מהשיטה המקובלת (הממוסדת). אם בשיטה המקובלת מתַגברים את אמצעי ההתגוננות בהדרגה עד להשגת הגנה מלאה כנגד אירוע התכן הנבחר, הרי שבשיטת הקטסטרופה, מתחילים בתרחיש הגרוע ביותר ויורדים בהדרגה ברמת ההגנה, בהתאם לאילוצים הנדסיים ותקציביים.



לשם המחשה, נקודת המוצא בשיטת הקטסטרופה לצורך פתרון ניקוזי של תעלת האיילון היא להניח את התרחיש הגרוע מכל. תרחיש כזה הוא למשל שילוב בו-זמני של אירוע שטפוני בירקון ואירוע שטפוני באיילון בתוספת מפלס גבוה בים התיכון (נד רוח וגאות עשויים להרים את מפלס המים בכ-2 מטרים). תרחיש כזה מתאים לתחום המשותף של שלשת המעגלים (בצבע חום) המתוארים בתרשים המצורף.

בשלב השני יש לאמוד באופן ראשוני את הנזקים האפשריים בכל תרחיש. נזקים אפשריים הם למשל פריצת הסוללות המגינות על 'שיכון ותיקים' ברמת גן וגביית חיי אדם בהצפת נתיבי איילון ובחניונים התת קרקעיים שלאורכם ('נקמת הנהר').

השלב השלישי והאחרון הוא בחינת מרחב הפתרונות האפשריים ובחירת הפתרון היעיל ביותר. פתרון זה לא ימנע לחלוטין נזקי הצפה (תרשים ג-13) אלא יצמצם אותם ביחס למבחר רחב של תרחישים אפשריים. הפתרון הסופי נבחר ביחס לכלל האמצעים הקיימים, כולל תוואי חלופי למסילה הרביעית (למשל תת קרקעי) או הקמת מערך התראה מתקדם ופינוי מהיר לתושבים.



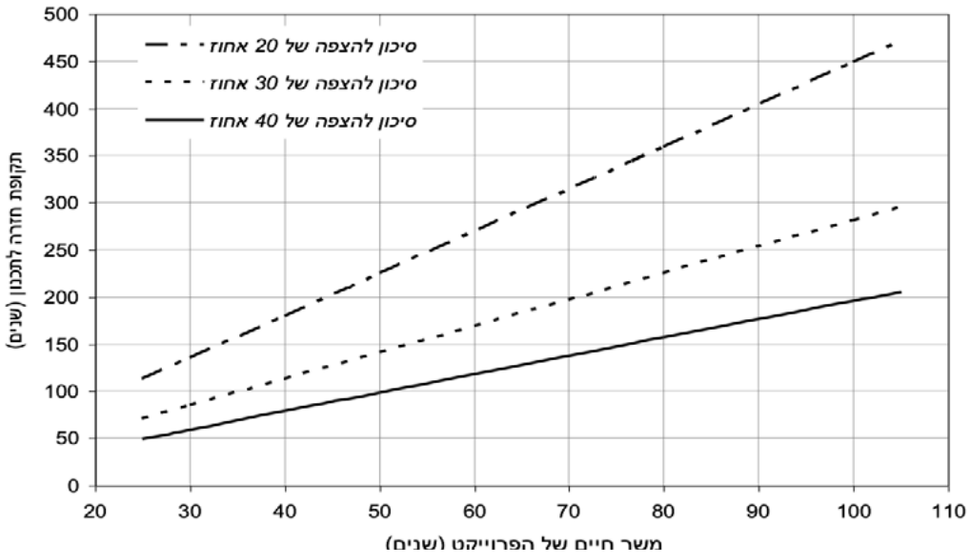
תרשים ג-13 נזקי שטפון ביישוב בת חפר, ינואר 2013

4.4 דיון

הגישה ההיסטורית של תכנון אמצעי הגנה מפני הצפות הייתה באמצעות בחירת אירוע תכן מסוים בעל תקופת חזרה נתונה, עבורו נדרש למנוע את נזקי ההצפה. על פי גישה זו, הרווחת עדיין בארץ, נדרש למנוע אירועי הצפה הכרוכים בסיכון חיי אדם או בנזקי רכוש כבדים באירועים שיטפוניים שתקופת חזרתם קטנה או שווה ל-100 שנים.

יש לציין שהסיכון הכרוך בהצפת אזורים המוגנים על פי הקריטריון של 1:100 שנה גבוה מזה שניתן היה לצפות בטעות. באופן סטטיסטי ניתן להראות שלאורך תקופה של 50 שנים רצופות, קיים סיכוי של 40 אחוזים להתחוללות אירוע קיצוני יותר מאירוע התכן של 100 שנה. במילים אחרות, לאורך תקופה של 50 שנה קיים סיכון של 40 אחוז להצפת שכונת מגורים שעל גדות נחל "מוסדר". הסיכון להצפה כפונקציה של תקופת החזרה ומשך חיי הפרויקט, מוצג בתרשים ג-14, כמו גם בספרות ההידרולוגית המקצועית (Chow, et.al.,1988).

בנוסף, קיימת אי-ודאות בלתי מבוטלת ביחס לערכו המחושב של אירוע תכן בעל תקופת חזרה גבוהה. ערך זה אינו חד-ערכי והוא עשוי להשתנות ממקום למקום, כפונקציה של אמינות המידע ההידרולוגי (קשיי מדידה ורקורד היסטורי קצר) ושל השימוש בטכניקה הסטטיסטית המתאימה.



תרשים ג-14 תקופת החזרה הנדרשת לתכנון כפונקציה של משך החיים של המפעל והסיכון להצפת המפעל במשך קיומו

גישה מעודכנת יותר היא כאמור, גישת ניהול סיכונים, הלוקחת בחשבון טווח של אירועים, כולל אירועים נדירים יותר שתקופת חזרתם עשויה להגיע עד 1000 שנים ויותר. הצורך בעדכון ובהחמרת הקריטריונים הקיימים הוא פועל יוצא של הנזקים הכבדים, בחיי אדם וברכוש, שהתחוללו בשני העשורים האחרונים, אם בגלל עלייה בצפיפות האורבנית ואם בגלל השינויים האקלימיים הגלובליים.

ממצאים ראשוניים על השינויים הגלובליים במזג האוויר, כפי שנמסרו לנו באדיבותה של פרופ' אפרת מורין מהאוניברסיטה העברית, עשויים להשפיע בעיקר על היווצרות נגר עילי בתחום האזורים האורבניים. שינוי מסתמן כזה הוא הרחבת משך זמן 'ההפסקות היבשות' שבין אירוע גשם אחד למשנהו. במילים אחרות, צמצום במספר אירועי הגשם בעונת החורף ללא שינוי משמעותי בכמות הגשם השנתי.

השינוי הצפוי פועל, מצד אחד, להגדלת עובי הגשם הממוצע של סופה בודדת, ומצד שני להגדלת משך הזמן היבש שבין שתי סערות עוקבות. בד בבד עם עליה במשך הזמן היבש גדל גם כושר ספיגת הגשם באזורים פתוחים (הפסדי התאיידות וחלחול), להבדיל מאזורים אורבניים בעלי אחוז ניכר של ריצוף (כבישים, מדרכות ומבנים). יוצא מכאן שאחוז הגשם שאינו נספג באזורים אורבניים צפוי לעלות בעשורים הקרובים ולהחמיר את ממדי ההצפות.

בהקשר זה יש להבהיר שבינוי אורבני תורם בעיקר להגדלת ספיקות השיא באירועים קטנים ובינוניים (עד תקופת חזרה של כ-20 שנה). באירועים נדירים יותר, של 1:50 שנה ויותר, השפעת הבינוי האורבני מצטמצמת, בגין מכשולי הזרימה הרבים על פני השטח המעכבים את משך התנקזות הנגר העילי.

קריטריון מחייב בארץ, שעודכן לאחרונה בתמ"א 34 ב'/3 (נספח מנחה א' 2008), הוא תכנון עורקי זרימה לאירוע שיטפוני בהסתברות של 1 אחוז (100 שנה), בכל מקרה שקיים חשש לחיי אדם ולנזק כבד לרכוש. קריטריון זה תואם את הגישה ההיסטורית שהייתה מקובלת בעבר בארצות מפותחות, אך לחלוטין אינו תואם את הגישה העדכנית שהוצגה לעיל, השולטת בשני העשורים האחרונים, הן ביחס לתקופות החזרה והן ביחס לפרוצדורת חישוב ניהול הסיכונים.

4.5 המלצות ראשוניות

על בסיס תוצאות סקר ראשוני בדוח זה, מוצעים להלן קריטריונים ראשוניים ושלבי מימושם בתכנון אמצעי הגנה מפני הצפות בעורקי הניקוז הראשיים שבתחום אגן הירקון:

עריכת סקר סיכונים

סקר סיכונים, בדומה לשלב הראשון והמחייב של ניהול סיכונים במדינות האיחוד האירופאי, אמור לכלול את שתי המשימות הבאות. הראשונה היא של הגדרת תרחישי ההצפה והסתברותם והשנייה היא של אומדן כלכלי של נזקי ההצפה הצפויים בכל תרחיש. במסגרת הגדרת תרחישי ההצפה יש לנתח את משטר הגשמים בזמן ובמרחב ולבחון מספר אירועים כולל אירוע בעל תקופת חזרה של 500, או לחליפין, בעל עוצמה הגדולה בכ- 40 אחוזים מהאירוע המדוד הקיצוני ביותר. במוצאי ניקוז ימיים נחוץ גם להתייחס למצבי גאות של עד 1.5 מטר בגין נד רוח וים סוער. ובמסגרת האומדן הכלכלי יש לכלול את הנזקים הישירים והעקיפים כתוצאה מהיקף ומשך ההצפה, ובכלל זה השבתת פעילות עסקית, אובדן חיי אדם, נזקי רכוש, זיהומים וכדומה..

התוויית מפות הצפה

מפות ההצפה מגדירות את מיקום השטחים המועדים להצפה בתרחישים נבחרים והיקפם. התוויית המפות נעשית באמצעות מודלים הידרולוגיים והידראוליים, הניזונים בדרך כלל מסופת הגשם הנבחרת. המודלים פותרים בהתאמה את מפלסי הזרימה ואת ממדי השטח המוצפים. על התרחישים לכלול גם אפשרות של היעדר מאגרי השהייה במעלה האגן, אפשרות המתאימה לתרחיש של מאגרים מלאים כבר בתחילת הסופה.

הצגת חלופות לפתרון

על בסיס תוצאות סקר הסיכונים והתוויית מפות ההצפה, יש לגבש מספר חלופות להתמודדות עם בעיית ההצפות ולהציגן למקבלי ההחלטות, כמו גם לתושבים המקומיים. חלופות אלה אמורות לכלול מגוון אמצעי הגנה - פינוי מכשולי זרימה באפיקים, פינוי תושבים, הקמת מערכות התרעה מוקדמת, רכישה/הריסה/איטום של מבנים באזורים בעייתיים וכיוצא בזה. בכל מקרה, יש להימנע מפתרון של הגבהת הסוללות משני עברי הנחל כהגנה על שכונות המגורים, ולהעדיף פתרונות עמידים יותר (Robust) ורגישים פחות לתחזוקה שוטפת.

5. פיתוח אורבני

התחזיות בתחום הפיתוח האורבני באגן הירקון הן הכפלת השטח הבנוי במשך 20 עד 30 השנים הבאות. להיקף פיתוח בסדר גודל כזה תהיה השפעה משמעותית על כל אחד מרכיבי המאזן ההידרולוגי בכלל, ועל משטר הזרימה והעשרת מי התהום בפרט.

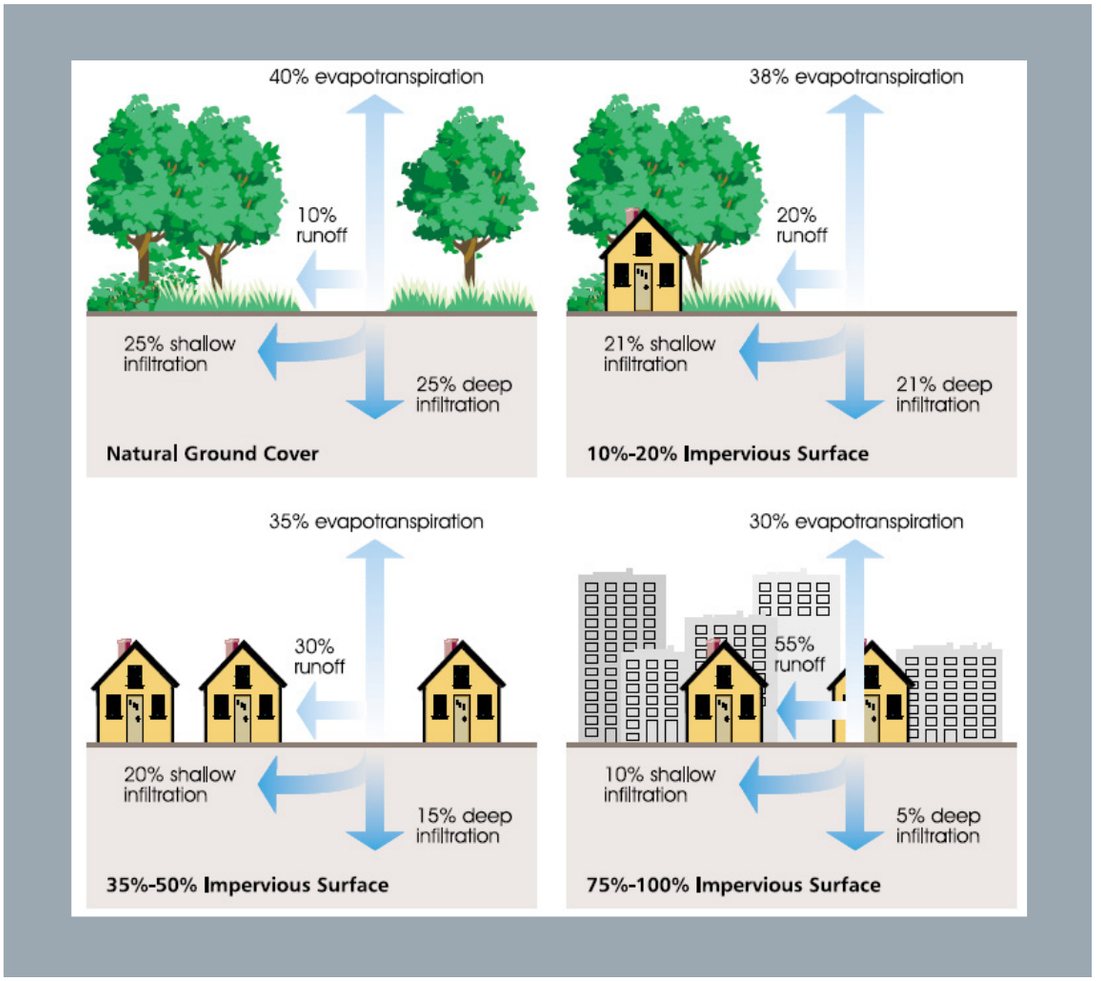
השינויים ההידרולוגיים המתחוללים בהסבת שטח פתוח לשטח אורבני הם תוצאה של תוספת שטחים מרוצפים; והסבת תשתית הניקוז הטבעית לתשתית מלאכותית. תוספת השטחים המרוצפים מקטינה את כושר ספיגת הקרקע למי הגשמים ומגדילה לפיכך את נפח הנגר העילי. הקמת תשתית ניקוז מלאכותית של צנרת תת-קרקעית ומובלי בטון מקצרת את משך הניקוז ומעצימה את ספיקות השיא.

את השפעת צפיפות הבנייה על רכיבי המאזן ההידרולוגי ניתן להמחיש באמצעות תרשים ג-15. לדוגמה, שטח טבעי המייצר 10 אחוזים של נגר עילי ו-35 אחוזי חלחול, מוסב בהדרגה לשטח אורבני המייצר 55 אחוזים של נגר עילי ורק 15 אחוזי חלחול. באגן הירקון, ערכי הנגר העילי נמוכים יותר אולם המגמה הכללית נשמרת.

המחשה של היקף השינויים הצפויים בגין פיתוח אורבני מוצגת תרשים ג-16 בהתייחס לבניית שכונה חדשה בפאתי העיר המודיעין. כפי שניתן להיווכח, מדובר בבנייה רוויה משני צדיו של ערוץ זרימה טבעי. גדות הערוץ בעלות ערכיות אקולוגית גבוהה, ובמקרה זה הן הוסבו לרצף של שטח מבונה, המקטין משמעותית את אפשרויות חלחול מי הגשמים. יתרת תוואי הזרימה מתוכננת להסב לגן ציבורי ומן הסתם את ערוץ הזרימה יחליף צינור תת קרקעי. **הסבת ערוץ זרימה טבעי למובל תת-קרקעי אולי מיטיבה עם היזם אבל היא בעייתית מאוד, הן מבחינת אמינותה לאורך זמן והן מבחינת החרפת בעיות הניקוז במורד**.

על מנת למזער את הנזקים ההידרולוגיים והאקולוגיים הנלווים לפיתוח האורבני, פותחו בשנים האחרונות מספר דוקטרינות חדשות, שזכו לשלל שמות: 'פיתוח בר-קיימא', 'פיתוח בעצימות נמוכה' ו'בנייה רגישה למים'. חרף הדמיון בין הדוקטרינות השונות, מוצע להתמקד בגישה של **פיתוח בעצימות נמוכה** שפותחה ומיושמת כיום באינטנסיביות בצפון אמריקה, והידועה בשמה המקורי Low Impact Development -LID .

פיתוח בעצימות נמוכה נועד למזער את ההשפעה של הפיתוח האורבני, הן ביחס לגידול **בנפח הנגר העילי** והן ביחס לגידול **בספיקות השיא**. כל זאת במגמה לשמר את תהליכי ההשהיה והחידור הטבעיים של הנגר העילי על פני זמן. עקרונות בסיסיים של השיטה הנ"ל הם:



תרשים ג-15 שינויים במשטר ההידרולוגי כפונקציה של צפיפות הבנייה

- העדפת ריבוי מתקנים קטנים על פני מתקן מרכזי גדול (Think small).
- העדפה למנוע בעיות על פני פתרונן (Preventive).
- יישום פתרונות קרוב ככל הניתן למקור הבעיה (Source control).

לנוכח היקפי הפיתוח החזויים, מומלץ לנקוט מדיניות תקיפה בניהול האגני, בנוסח "לכלכת - ניקיתי!", **ולחייב יזמים של שכונות חדשות לשמור ככל הניתן על יחסי הגשם-נגר והגשם-חלחול טבעי של האזור קודם לפיתוחו**. במילים אחרות, יש לשמר את כושר הריסון הטבעי להיווצרות ספיקות שיא ואת כושר החידור הראשוני לתת הקרקע, כמתחייב בדוקטרינת הפיתוח בעצימות נמוכה.

קיימים אמצעים רבים לשחזור כושר הוויסות או ההשהיה של ספיקות השיא. אמצעים אלה מושתתים בדרך כלל על שיבוץ מתקני אגירה זמניים (מלכודות נגר) ברמת הבית הבודד, השכונה והעיר. כמו כן, קיימים אמצעים תואמים לשחזור כושר הספיגה של הקרקע, אם באמצעות מצעים מחלחלים או באמצעות קידוחי החדרה.



תרשים ג-16 בנייה רוויה לאורך ערוץ זרימה בעיר מודיעין (הערוץ מיועד להסבה לפארק)

את בחירת האמצעים ומימושם אפשר להותיר לשיקול דעתו של היזם, אך באחריות הרשויות להגדיר את המדדים המתאימים לצורך השחזור ולהקפיד על יישומם. להלן פירוט המלצות ראשוניות של מדדים כאלה:

5.1 שחזור כושר הריסון/ויסות של ספיקות השיא

שימור ספיקות השיא הטבעיות נדרש בעיקר עבור ספיקות שיא בעלות תקופות חזרה קטנות ובינוניות (עד כ-30 שנה). עבור תקופות חזרה גבוהות, הסבת שטח טבעי לשטח מבונה אינה תורמת בהכרח לגידול בעוצמת ספיקת השיא ולעתים אף מקטינה את ערכה, בגלל ריבוי מכשולי הזרימה העל-קרקעיים בשטח מבונה ודרגת הרווייה הגבוהה של הקרקע באירועים קיצוניים המתבטאת בירידה בכושר החידור.

הקריטריונים המוצעים כאן לשימור כושר הוויסות הטבעי בשטחים מבונים, מתחלקים בהתאם למאפייני המערך המנקז אותם. **עבור מערך הצנרת/התיעול העירוני המנקז את עודפי הנגר העילי מתחום המגרשים (המערכת המינורית), יש לשמר את הערך**

הטבעי של ספיקות השיא בערך של 1:10 שנים. ערך זה מתאים לקריטריון המקובל בתכנון צנרת ניקוז עירונית והוא מונע את הצורך בהרחבה חוזרת ונשנית של הצנרת, בד בבד עם התפשטות העיר.

עבור מערך הניקוז שבמוצאי השטח המבונה (המערכת המזורית), יש לשמר את הערך הטבעי של ספיקות השיא בערך של 1:20 שנה. באופן זה ניתן יהיה למנוע, כמעט לחלוטין, תוספת נזקי הצפה וארוזיה במורד השטח המבונה בהשוואה לנזקי הארוזיה המתחוללים במורד שטח טבעי.

יש להותיר בידי המתכנן את בחירת האמצעים המתאימים למימוש הקריטריונים לעיל, על פי מיטב שיפוטו המקצועי. באחריות המתכנן להוכיח כמותית עמידה ביעדי הוויסות כלומר, להגדיר את סופת הגשם המתאימה ולחשב את גל הגאות ואת יעילות הוויסות של מתקני ההשהיה.

באזורים אורבניים קיימים, היכן שלא ניתן למקם מתקני השהיה מבוזרים, נכון למקם את מתקני ההשהיה במוצאי הניקוז העירוניים, כמתואר במקרה הבוחן של אגן נחל ענבה המוצג בנספחים. במקרה זה, מוצעים מתקני ויסות לשחזור ספיקות השיא הטבעיות של 1:20 שנה במוצאי הנקזים הראשיים של העיר קודם לכניסתם ליובלי נחל ענבה. מתקנים כאלה נחוצים למניעת המשך ההתחתרות בערוצים ולצמצום תרומת השטח המבונה במעלה על שיעור ההצפות במורד.

5.2 שחזור כושר הספיגה הטבעי

שחזור כושר הספיגה הטבעי של פני הקרקע נועד למזער את הגידול בנפח הנגר העילי, מצד אחד, ולהגדיל את נפח המים החודר לקרקע, מצד אחר. ככל הידוע אין בנמצא מדדים כמותיים המגדירים את שיעור ההחדרה היזומה שיש לבצע בשטחים מבונים, ולפיכך מוצע כאן לראשונה המדד הפשוט הבא:

מקובל לבטא את היקף החלחול למי תהום באמצעות **מקדם המילוי החוזר** המבטא באחוזים את החלק היחסי של המשקעים השנתיים המחלחלים למי התהום. כך למשל, מקדם המילוי החוזר המשוער לאקוויפר החוף (במורד אגן הירקון) הוא כ-20 אחוזים ואילו מקדם המילוי החוזר המשוער לאקוויפר ההר (במעלה אגן הירקון) הוא כ-40 אחוזים.

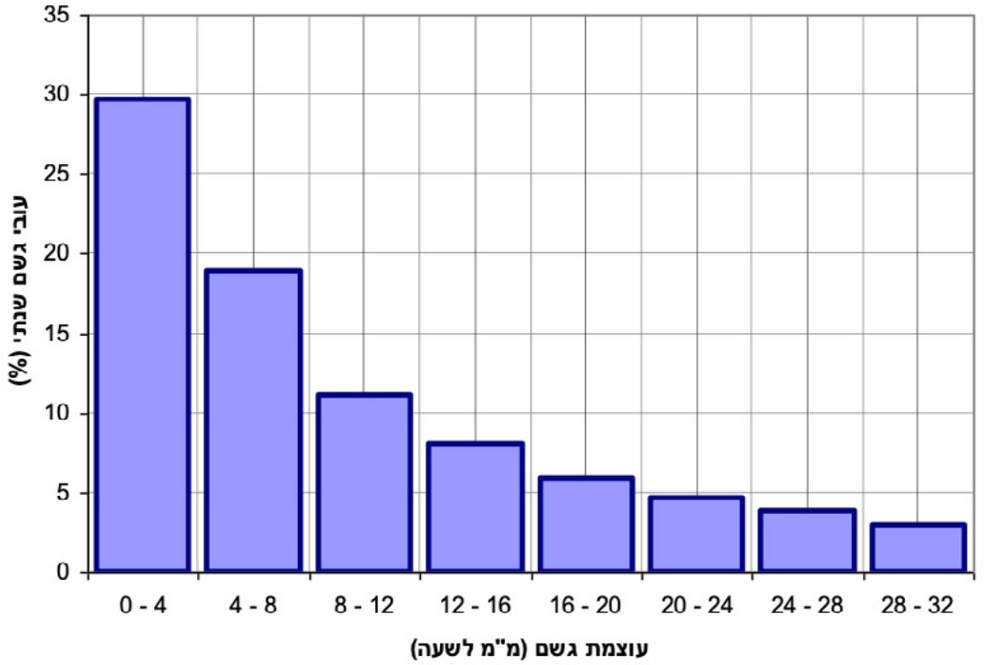
מאחר שמקדם המילוי החוזר מבטא בקירוב גם את כושר הספיגה הטבעי של הקרקע, יש להבטיח את המשך קיומו גם בשטחים המבונים, ובעיקר באלה המתוכננים. לכן, על מנת לשמר במורד האגן ערך מילוי חוזר של 20 אחוזים, יש להבטיח שכושר החידור בתחום המבונה ישווה לעוצמת הגשם המרבית (במילימטר לשעה) בטווח עוצמות הגשם התורם כ-20 אחוז מכלל נפח הגשם השנתי. במילים אחרות, **אם נניח שמקדם המילוי החוזר הוא X אחוזים, אזי יש לשמר בתחום המבונה כושר חידור (במילימטרים לשעה) השווה בערכו לעוצמת הגשם המרבית Y של טווח העוצמות בו יורדים X אחוזים מכלל הגשם השנתי.**

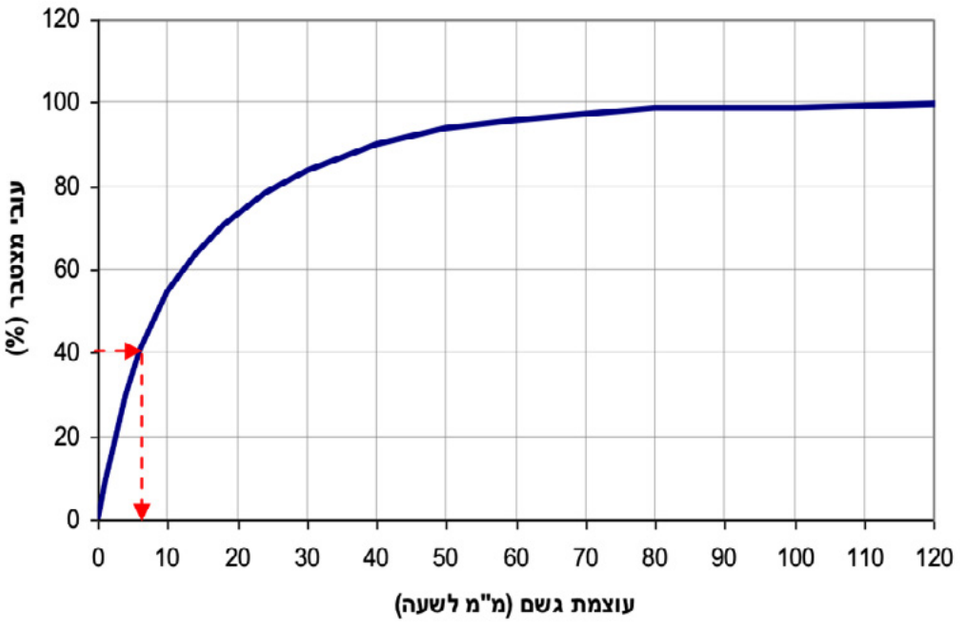
<u>תרשים ג-17</u> מציג את עובי המשקעים השנתיים כפונקציה של עוצמות הגשם בגוש דן. התרשים התחתון <u>תרשים ג-17</u> הוא תרגום של התרשים העליון לעקום גשם מצטבר ממנו ניתן להסיק שבאמצעות שמירה על כושר חידור של כ-6 מ"מ לשעה ניתן יהיה להחדיר לקרקע עד כ-40 אחוז מכלל הגשם השנתי. כך למשל, על מנת לשמר את כושר הספיגה הטבעי ב-0.5 דונם מרוצף באזור בעל מקדם מילוי של 40 אחוז, נדרש מתקן החדרה בעל כושר ספיגה מרבי של:

(dunam) x 6.0(mm/hr) = 3.0(m3/hr)0.5

במתקני החדרה עיליים, להבדיל מקידוחי החדרה, נחוץ להגדיל את כושר הספיגה על מנת לפצות על הפסדי ההתאיידות. באדמת חמרה, למשל, הזמן הנחוץ למעבר ממצב רוויה ועד קיבול שדה הוא בערך כיומיים, ולכן נדרשת תוספת כושר החדרה של 0.4 מ"מ לשעה, כלומר סה"כ 6.4 מ"מ לשעה.

שימוש בקריטריון כזה נועד לקבוע רק את כושר הספיגה/ההחדרה שיש לשמר במגרש, ובאחריות המתכנן לבחור את האמצעים המתאימים לפי מיטב שיקולו המקצועי, ובכלל זה קידוחי החדרה, שטחים מחלחלים או תגבור יכולת ההחדרה באזורים סמוכים.





תרשים ג-17 למעלה - עובי המשקעים השנתי (באחוזים) כפונקציה של עוצמות הגשם בגוש דן.
למטה - דוגמת חישוב לעוצמת הגשם המרבית שניתן להחדיר לקרקע על מנת להגיע להיקף חלחול של כ-40 אחוז מסה"כ הגשם השנתי

6. מסדרונות הנחל

'מסדרון' או 'פרוזדור הנחל' (Stream corridor) הוא השטח הפתוח משני עברי גדות הנחל הטבעיות. **רוחב המסדרון שיש לשמר נגזר משני התפקידים העיקריים שעל שטח זה למלא.** התפקיד הראשון הוא שמירה על היציבות הגיאומורפולוגית של האפיק. לצורך זה יש להבטיח את אפשרות גלישת המים אל מחוץ לאפיק במעבר ספיקות בינוניות וגבוהות על מנת למתן את מהירויות הזרימה ולמנוע את התמוטטות הגדות. התפקיד השני הוא שמירה על רצף אקולוגי והצבת חיץ (Buffer) בין גוף המים לשטחים האורבניים הסובבים אותו. חיץ כזה הכרחי על מנת להגן על המגוון הביולוגי ועל שירותי הסביבה שמגוון זה מספק.

היקף התמורות הסביבתיות במסדרונות הנחלים בארץ חופף בקירוב את היקף ההתיישבות הציונית, שתחילתה באזורי השפלה שלמרגלות רכסי ההרים. אזורים אלה היו בחלקם ביצתיים ו"מוכי קדחת" ונדרש היה לנקזם קודם לפיתוח ההתיישבות החקלאית. על רקע זה התגבש ככל הנראה **המונח 'הסדרת נחלים', המבטא את היומרה 'להשיב את הנחלים לסדר', שהרי הנחל יודע להגיע לאיזון גיאומורפולוגי גם ללא עזרת מתווכים חיצוניים.**

המונח 'הסדרת נחלים' נמצא מתאים במיוחד לסקטור החקלאי ששאף להרחיב את היקף השטחים המעובדים עד גדות הנחל ובכך לצמצם את רוחב המסדרון למינימום ההכרחי של 5 מטר מכל צד (חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות משנת 1957). השטחים המעובדים משני צדי הנחל הוצפו תדיר, כפי שניתן היה לצפות, והסבו נזקים חוזרים ונשנים לחקלאים. בלית ברירה התערב המחוקק בשנית וקבע שיש 'להסדיר' את הנחל באופן שהשטחים החקלאיים בשתי גדות הנחל לא יוצפו אלא אחת לכל 10 או 20 שנה.

במקרים אחרים, כאשר הפיתוח האורבני "נושק" לגדות הנחל, אירועי ההצפה שבתחום המסדרון מהווים סיכון בלתי נסבל לחיי אדם. במקרים אלה קבע המחוקק דרישה נורמטיבית של הסדרת הנחל לתקופת חזרה של 100 שנה. כלומר, יש 'להסדיר' את אפיק הנחל כך שספיקת שיא נדירה מאוד, בהסתברות של 1 אחוז, לא תגלוש מעבר לגדות הנחל. מן הסתם, לא ניתן לקיים דרישה זו בממדי אפיק הנחל הטבעיים, ויש צורך לבצע שינוי משמעותי בגיאומטרית הערוץ, מעבר לכל שיקול גיאומורפולוגי או אקולוגי.

ניסיונות עבר להסדיר את אפיקי הנחל באמצעות עבודות עפר וביטון, כדי שתתמלא דרישת המחוקק, הסתכמו על פי רוב בעבודות תחזוקה חוזרות ונשנות וב'הסדרה' יקרה של קטעי נחל נוספים במורד הזרימה. דוגמה לניסיון כזה שלא צלח, מוצגת תרשים ג-18 – כאשר ניסו לייצב גדות אפיק של יובל בנחל פולג באמצעות מפתני בטון.

תפנית חלקית בכיוון החיובי בנושא פרוזדור הנחל היא אישורן של שתי תוכניות מתאר ארציות בשנת 2006, תמ"א 34 למשק המים ותמ"א 35 לבנייה, לפיתוח ולשימור. בתמ"א 34ב3 (נחלים וניקוז) הוגדרו לראשונה רצועות השפעה, כמתואר בתרשים ג-19. רוחב רצועות ההשפעה נקבע ל-100 מטר מכל צד עבור אפיק ראשי ו-50 מטר עבור אפיק משני. אין התייחסות פרטנית לשימושי קרקע בתחום הרצועות הנ"ל, להוציא ש"תותר הקמת מתקנים ומבנים בתחום רצועות המגן וההשפעה של עורק ובפשטי ההצפה אם לדעת מוסד תכנון אין חשש שיגרמו לזיהום המים".

תרשים ג-19 מציג גם את ספיקות התכן שעל האפיק 'לדעת' להזרים ללא הצפות בהתאם לשימושי הקרקע הסמוכים. כמצוטט מדברי ההסבר לתכנית (סעיף 4.3): "ספיקת התכן קובעת את ממדי עורק הניקוז". כך למשל, בקרבת כביש או מסילת ברזל, על ערוץ הנחל מוטלת החובה להימנע מהצפת הכביש אלא אחת לחמישים שנה...

כמובן, הניסיון לכפות על הנחל את מפלסי הזרימה כפונקציה של שימושי הקרקע, הוא ניסיון לא מוצלח, אלא אם ממירים את הנחל בתעלת בטון ומלט. כך הדבר לגבי קביעה שרירותית של רוחב רצועות המגן וההשפעה ללא תלות ברוחב פשט ההצפה. אפשרויות אחרות ו'מתחשבות' יותר הוצגו לאחרונה במסגרת גישה חדשה, אותה נכנה להלן בשם 'הגישה האקו-הידרולוגית'.

הגישה האקו-הידרולוגית פותחה במקור למטרות שיקום (River restoration) נחלים אלוביאליים, כלומר נחלים שבהם הקרקעית והגדות עשויים ממשקעי סחף הניתנים להסעה ממקום למקום. נקודת המוצא בגישה זו היא שהגיאומטריה ומשטר הזרימה של

נחל אלוביאלי קשורים זה בזה, באופן ששינוי במשטר הזרימה מתבטא בעיצוב מחדש של גיאומטרית הנחל באמצעות תהליכים של ארוזיה, הסעה, שקיעה והרחפה.

תכנון על פי הגישה האקו-הידרולוגית מושתת על 'ספיקה מעצבת אפיק', המחליפה את ספיקת השיא לפי תקופות חזרה של הגישה המסורתית. ערך מתאים לאומדן הספיקה המעצבת הוא של 'ספיקת הגדות' (Bankfull capacity), כלומר הספיקה המרבית קודם לגלישה מעבר לגדות הנחל (תרשים ג-20). ספיקה זו מתאימה בקירוב ראשוני לתקופת חזרה של כ-2 עד 5 שנים.

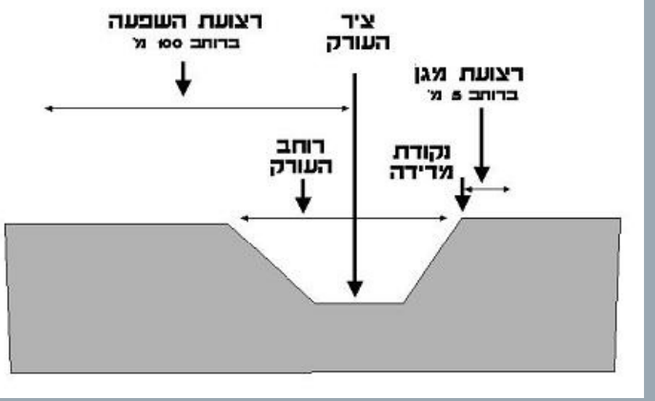
שמירה על יציבותו של אפיק נחל אלוביאלי מותנת בראש ובראשונה בשמירה על רוחב תוואי מתאים להכלת פיתולי הנחל המשתנים מעת לעת. רוחב זה המכונה כאן רוחב תוואי הנחל ניתן לאומדן על בסיס רוחב הזרימה של ספיקת הגדות (Bankfull width) כפי שתועד בסקר של 153 נחלים אלוביאליים מארצות שונות מאת Williams(1986):

$$Wcor(m) = 4.267\ Wbkf(m)^{1.12}$$

כאשר Wcor הוא רוחב תוואי הנחל במטרים ו-Wbkf הוא רוחב הגדות במטרים כמתואר בתרשים ג-20. פתרון המשוואה לעיל שווה בקירוב לשש פעמים רוחב הגדות הטבעיות, כפי שניתן להיווכח בהדגמה המוצגת בתרשים ג-21 ובתרשים ג-22.



תרשים ג-18 נחל פולג במורד העיר רעננה, נובמבר 2009 (התחנה לחקר הסחף)



השימוש בשטח	תקופת חזרה בשנים	הסתברות מירבית לאירוע בשנה מסויימת
חקלאות: גידולי שדה ומטעים, פארקים	10	10%
בתי צמיחה ומבנים בשטחים פתוחים	25	4%
כבישים ומסילות ברזל	לפחות 50	2% לכל היותר
סוללות מאגרים וסכרים	100	1%
שטחין מבונים מעורקי ניקוז ראשיים	100	1%
שטחים מבונים (רחובות, מגרשי חנייה חצרות בתים וכיוצ"ב)	5 עד 50	20% עד 2%
הצפה פנימית של בתים מכל מערכת ניקוז	100	1%

תרשים ג-19 הגדרות מעודכנות של תמ"א 34 ב/3

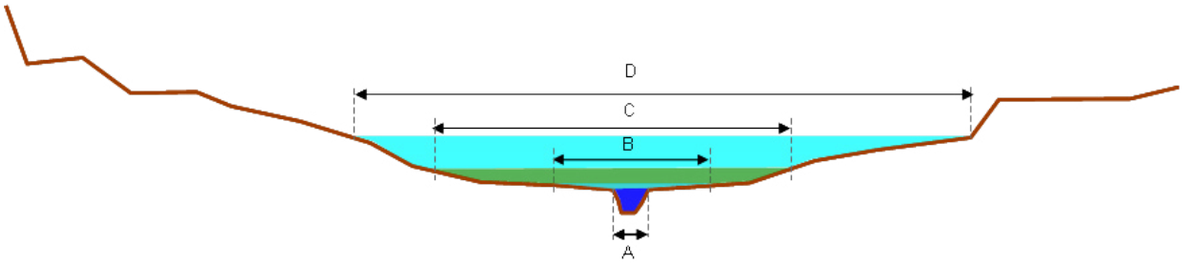
בנוסף להבטחת רוחב תוואי הזרימה, יציבות אפיק הנחל מותנת גם בהבטחת רוחב מישורי פשט הצפה הטבעיים (Floodplain), אם כי במידה פחותה. מישורי ההצפה נחוצים לריסון מהירויות הזרימה באירועים שיטפוניים מכיוון שהם מגדילים את רוחב הזרימה באופן משמעותי מרגע עליית הספיקה מעל ערך ספיקת הגדות, ומונעים בכך עלייה במהירות הזרימה. כלומר, פשט ההצפה משמש 'שסתום ביטחון' למניעת מפגעי ארוזיה המתחוללים כתוצאה מגידול במהירות הזרימה.

העמקה של האפיק הטבעי או בניית סוללות לאורך הגדות, כפי שהיה מקובל ב'הסדרת נחלים', נטרלו את המשך תפקודו של "שסתום הביטחון" הטבעי ולפיכך זירזו את תהליכי ההתחתרות בקרקעית, את התמוטטות הגדות ואת סתימת המורד במצבורי סחף.

קיימות בספרות המקצועית המלצות שונות ביחס לרוחב הנחוץ למישורי ההצפה להבטחת יציבות האפיק. ההמלצות המקובלות יותר הן: (1) רוחב זרימה המתאים לפעמיים עומק הזרימה של ספיקת הגדות; (2) רוחב זרימה המתאים לאירוע שיטפוני בעל הסתברות של 1:20 שנה.

לסיכום, על בסיס הגישה האקו-הידרולוגית יש להעדיף כמובן הקצאת שטח לטובת מסדרונות נחל על פני ניסיונות הסדרה של ערוץ הנחל, בהתאם לשימושי הקרקע הסמוכים. כמו כן הגישה האקו הידרולוגית גורסת שנכון יותר להעדיף את שינוי התוואי או המפלס של השטח המבונה (כביש או שכונה) על פני הניסיונות החוזרים ונשנים לשנות את גיאומטריית חתך האפיק הטבעי.

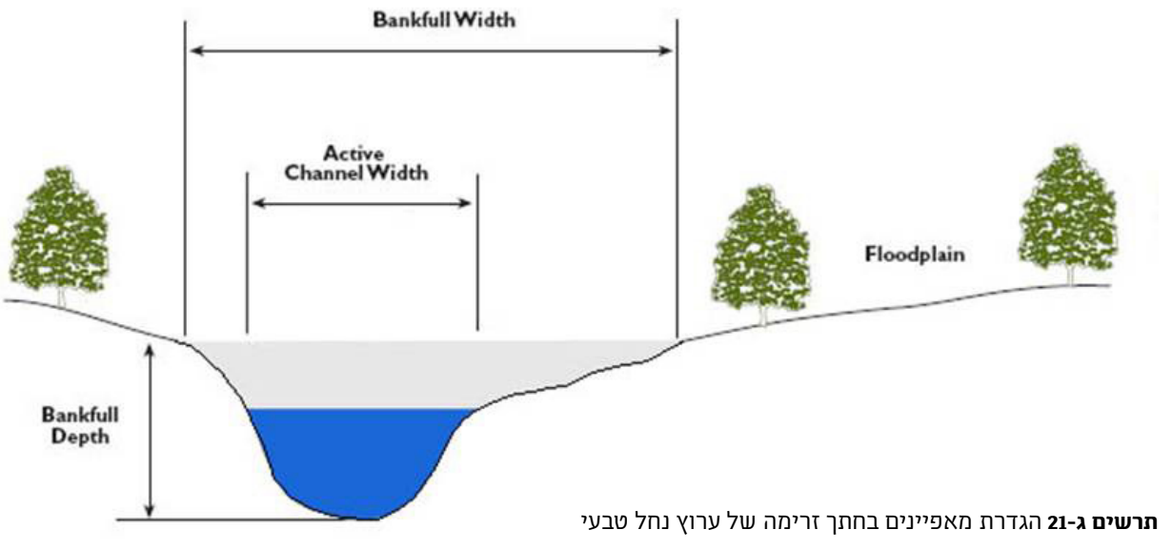
מדדים ראשוניים המוצעים כאן לטובת ניהול מסדרונות הנחלים מפורטים בתרשים ג-20:



תרשים ג-20 הגדרת מאפיינים בחתך זרימה של ערוץ נחל טבעי

A - רוחב גדות טבעי (Bankfull).
A - רוחב גדות טבעי (Bankfull).
B - רוחב תוואי הנחל, מתאים בקירוב ל-6 פעמים רוחב הגדות.
C - רוחב הצפה, מתאים בקירוב לאירוע זרימה של 1:20 שנה או לזרימה בעומק של פעמיים עומק גדות (2 x Bankfull depth).
D - רוחב הצפה מתאים לאירוע זרימה של 1:100 שנה.

באזורים A ו-B יש לאסור בנייה קשיחה מכל סוג. באזור C מותרת בנייה שלא תהווה מכשול זרימה, כגון מדרכות ודרכי גישה, ואילו באזור D מותרת בנייה לא רוויה בעלת מפלס 'אפס' מעל מישור ההצפה של 1:100 שנים.



תרשים ג-21 הגדרת מאפיינים בחתך זרימה של ערוץ נחל טבעי



תרשים ג-22 הדגמה של רוחב תוואי הנחל כפי שבא לידי ביטוי במקטעים 1,2,3. החיצים הלבנים מציינים פיתולים כתוצאה ממכשולי זרימה שאינם נכללים ברוחב התוואי

7. גדר הביטחון

7.1 כללי

גדר הביטחון, הידועה גם בשם 'מכשול ההפרדה', חוצצת בין שטחי יהודה ושומרון למדינת ישראל ועוברת לאורך קו התפר. הגדר מיועדת למנוע מעבר בלתי מורשה של תושבים פלסטינים לעבר מרכזי אוכלוסייה ישראלים במטרה למנוע חדירת מחבלים. בניית הגדר החלה בשנת 2002 וכיום היא משתרעת לאורך כ-450 ק"מ, מתוך 790 ק"מ המתוכננים. בהמשך מתוכננת הגדר להקיף גם את גושי ההתיישבות העיקריים על ידי תוספת 'שלוחות' מזרחיות.

הגדר כוללת כמה אלמנטים: (1) מכשול הגדר; (2) דרך שירות בצידה המערבי של הגדר; (3) דרך טשטוש בין הגדר לדרך השירות; (4) תעלות ניקוז משני עברי דרך השירות; (5) שוליים רחבים עם קונצרטינה תלתלית משני צידי התוואי. רוחבה הכולל של הגדר מסתכם בממוצע בכ-50 עד 70 מטר. גובה הגדר משתנה בין 3 ל-9 מטר בממוצע.

מכשול הגדר מבוסס על גדר 'חכמה' המצוידת באמצעי חישה אלקטרוניים ובאמצעי תצפית, כמתואר בתרשים ג-23. בחלק קטן מהתוואי שלה, באזורים שבקרבת שכונות פלסטיניות, היא מצוידת בלוחות בטון, כמתואר בתרשים ג-24, למניעת ירי אל עבר כלי רכב ואזרחים ישראלים.

דרך השירות או שביל הפטרולים ודרך הטשטוש שלצדה, מוצגים בתרשים ג-25. המצע של דרך הטשטוש הוא קרקע לא מלוכדת הפגיעה במיוחד לנזקי סחיפת קרקע (ארוזיה). עובדה זו מחייבת תחזוקה שוטפת ושילוב של אמצעים למניעת ארוזיה בתוואים משופעים, כדוגמת מוצאי הניקוז המוצגים בתרשים ג-25.

האחזקה השוטפת נחוצה גם לתעלות הניקוז משני צידי דרך השירות, בשל סתימה אפשרית של מעבירי המים שלאורכן, כמתואר בתרשים ג-26. מעבירי המים הללו משרתים את דרכי הגישה החקלאיות משני צדי גדר הביטחון.

לדברי נציג מנהלת קו התפר, אין כיום כניסות של ביובים ושאר מזהמים נוזליים במעבירי המים שלאורך גדר הביטחון, בתחום אגן הירקון והאיילון.

7.2 חציית עורקי זרימה

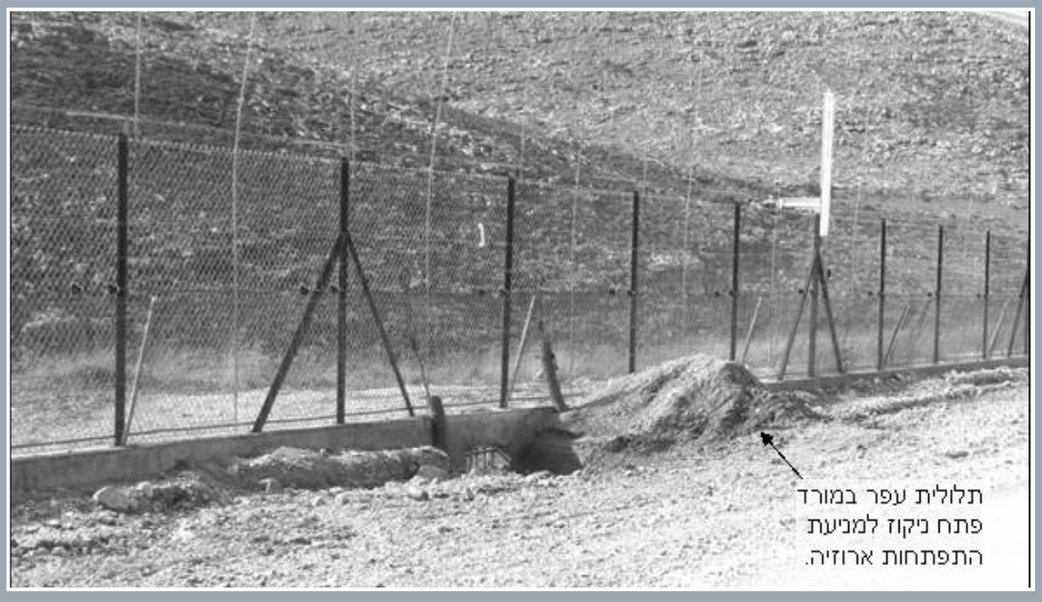
היבטים הידרולוגיים של גדר הביטחון הם בעיקר בשאלת מידת השפעתה על עורקי הניקוז הטבעיים. עורקים אלה, של אפיקי ואדיות, מנקזים את מורדות הרי השומרון וחוצים את תוואי הגדר ממזרח למערב. היבטים נלווים הם היבטים אקולוגיים שלא יפורטו במסגרת הדיון הנוכחי. נציין רק שלתוואי הגדר השפעה שלילית על רצף המסדרונות האקולוגיים שלאורך גדות ערוצי הוואדיות.



תרשים ג-23 דוגמה לגדר 'חכמה' ושביל הטשטוש שלצידה



תרשים ג-24 דוגמה לקיר הפרדה מלוחות בטון מול קלקיליה



תרשים ג-25 דרך הטשטוש עם מתקן ניקוז המצויד בתלולית למניעת ארוזיה



תרשים ג-26 מעביר מים לאורך תעלת הניקוז המשמש לצורך גישה חקלאית

יש שלושה סוגים של מעבירי מים המשמשים לחציית גדר הביטחון:

1. חצייה של יובלים קטנים הנעשית באמצעות מעביר צינורי (Culvert), כדוגמת המעביר המתואר בתרשים ג-27. המעביר מצויד בסבכה של מוטות ברזל בצידו המזרחי למניעת אפשרות מעבר לא מורשה של פלסטינים, אותה ניתן להרים באופן ידני מדרך השירות.
2. חצייה של יובלים בינוניים המתבצעת באמצעות מעביר מלבני (Box) כמתואר בתרשים ג-28. מעביר זה מצויד, כמו במקרה הקודם, בסבכת מוטות מברזל בצידו המעלי של הזרם. המרווחים המרביים בין מוטות הברזל הם של כ-17 ס"מ, לאורך ולרוחב, לפי דרישת משרד הביטחון.
3. חצייה של אפיקים מרכזיים המתבצעת, במגבלות התקציב, באמצעות גשרים עיליים כדוגמת הגשר מעל ואדי נטוף (תרשים ג-29). בגשר זה הסבכה המסורגת נפתחת אופקית, כמו בשער רגיל, וקיימת אפשרות גם לזרימה מעל הסבכה דרך גדר רשת לא קשיחה. גדר זו עלולה ככל הנראה לקרוס באירוע שיטפוני בעל מפלסי זרימה גבוהים. כמו כן, על מנת למנוע הצטברות של גרופֶת בקרקעית הגשר (סלעים, צמיגים ושאר מרעין בישין) נבנה במעלה אגן שיקוע בעל נתיב גלישה צדי, כמתואר בתרשים ג-30.

7.3 דיון

הדיון בהיבטים ההידרולוגיים של גדר הביטחון מתמקד בסוגיית חציית ערוצי ואדיות. סוגיה זו היא פועל יוצא של הסתירה הקיימת לכאורה בין הצורך למנוע הפרעה לזרימת הנגר עילי לבין הצורך למנוע מעבר לא מורשה של תושבים פלסטינים.

לסוגיית החצייה אין פתרון מושלם ונכון להסתפק לפיכך באיתור הפשרה המיטבית שבין שתי המטרות המנוגדות. הפתרון הטוב ביותר, ומן הסתם גם היקר ביותר, הוא של גשר עילי כדוגמת הגשרים מעל ואדי נטוף (תרשים ג-29) וואדי מודיעין. בגשרים אלה נשמר בקירוב החתך הטבעי של הערוץ וההפרעה לזרימה היא רק בגין מכשולי המעבר לאנשים.

פתרונות זולים יותר הם של מעברים מלבניים (Box) וצינוריים (Culvert) המבוססים על היצרות משמעותית של חתך הזרימה המתבטאת בהערמות מים לא רצויה במעלה המעביר. חסרון נוסף של המעברים הנ"ל מתבטא בפוטנציאל גבוה לסתימתם על ידי הצטברות של גרופת ורחופת בסבכת הברזל שבצידם המעלי.

סבכה מסוג זה מוצגת בתרשים ג-31 במעביר מלבני ובתרשים ג-32 במעביר צינורי. בדוגמה של המעביר הצינורי, הסבכה חוזקה בפלטת ברזל מחוררת לאחר מספר ניסיונות פריצה. צעד מסוג זה מונע ללא ספק אפשרות חדירה לא רצויה אולם גם מהווה הפרעה ניכרת לזרימה.



תרשים ג-27 חצית 'ואדיון' באמצעות מעביר מים צינורי (ואדי עסלה)



תרשים ג-28 חצית ואדי קנה באמצעות מעביר מים מלבני



תרשים ג-29 חציית ואדי נטוף באמצעות גשר עילי (מבט ממערב)



תרשים ג-30 אגן שיקוע ומגוב לגרופת במעלה גשר ואדי נטוף (משמאל נתיב גלישת עודפים)

המעברים המלבניים והצינוריים תוכננו להתמודד עם אירועי זרימה של עד ל-1:50 שנה. קריטריון זה מקובל בתכנון כבישי מע"צ, אולם הוא מחויב בתוספת במקדם ביטחון גבוה בגין פוטנציאל הסתימה של הסבכה. כמו כן, נכון להבטיח את אי-הצפת דרך השירות לאירועים של עד 100 שנה, כמקובל בחברת 'כביש חוצה ישראל'.

גישות תכנון מתקדמות יותר לתכנון מתקנים הידראוליים הן של ניהול סיכונים, שבמסגרתן מובאים בחשבון גם אירועי זרימה קיצוניים וגם אפשרויות של כשל והרס ('גישת הקטסטרופה'). אפשרויות כאלה התממשו כבר בחורף 2003, כאשר תוואי הגדר נשטף ונהרס לחלוטין בקטע החוצה את ואדי קנה. אירוע כשל נוסף התחולל באגן נחל אלכסנדר בחורף 2013, אז קרסה חומת הבטון והוצף היישוב בת חפר בגין סתימה והיערמות מים במעביר של ואדי שכם.

המלצות ראשוניות, בהתבסס על רשמי סיור יחיד לאורך הגדר בינואר 2016, הן כדלקמן:

1. יש לצייד את מעברי המים המלבניים והצינוריים במגלש חרום מעל תוואי הדרך למקרה של סתימת המעביר. מגלש מעין זה הוא שקע מקומי לאורך התוואי מצופה בבטון (בדומה למעבר אירי).
2. בקרבת מעבירי מים רצוי להרחיק את תוואי חומת הבטון ממרכזי אוכלוסייה, משני צדדיה. אם מי הנגר העילי מצטברים במעלה החומה, יש להבטיח שקריסת החומה או הגדר תתרחש במקום שלא יסכן רכוש וחיי אדם (על תקן של מוצא חירום כמו המעביר האירי בסעיף הקודם).
3. פוטנציאל סתימת מעברי המים על ידי גרופת וסחופת הוא גבוה מאוד באירוע קיצון. יתרה מזו, לא ניתן

לאבחן את שיעור הסתימה בכניסה למעברים אלא באמצעות ירידה רגלית ומסוכנת לערוץ הוואדי. הפרקטיקה הנוכחית של הרמת הסבכות באופן ידני קודם לאירוע שיטפוני היא בעלת אמינות נמוכה ביותר. מוצע לפיכך להתקין סבכה תלת-ממדית (כלוב) בפתח המעביר, כמתואר תרשים ג-33. לכלוב כזה שני יתרונות חשובים: שטח הפנים שלו גדול עד פי 7 (כולל דרך הגג והצדדים) מה שמקטין באופן ניכר את הסיכוי לסתימת המעביר; וכמו כן יש יכולת טובה יותר לאבחן את שיעור הסתימה ישירות מדרך הטשטוש, בזכות ממדי הכלוב הגדולים וריחוקם מדופן המעביר.

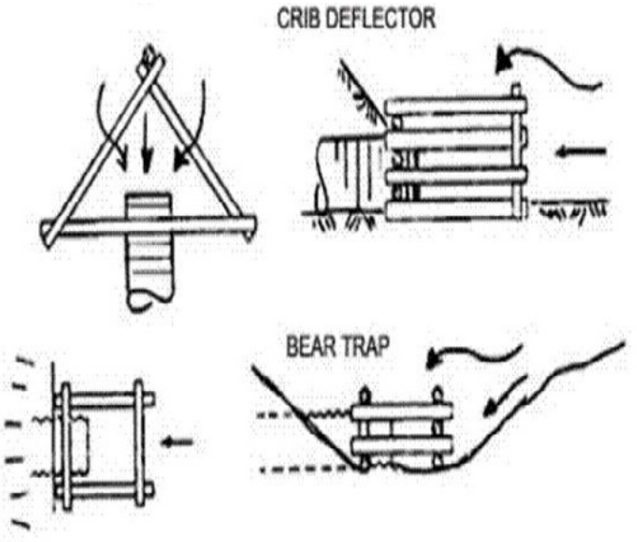
4. לשקול שימוש באמצעים מתוחכמים יותר של שליטה ובקרה מרחוק, כיאה לגדר 'חכמה'. אמצעים אלה עשויים גם לחסוך את מצע העפר בדרך הטשטוש, שהינו פגיע במיוחד לנזקי ארוזיה ומחייב אחזקה שוטפת ויקרה במיוחד.
5. גדר הביטחון היא פרויקט הנדסי לא סטנדרטי המחייב חשיבה 'מחוץ לקופסה'. אין דין מעביר מים בכביש מע"צ כדין מעביר מים בתוואי הגדר. לפיכך, מומלץ למנות צוות בקרה חיצוני של מומחים מתחום ההידרולוגיה, האקולוגיה והגיאומורפולוגיה.



תרשים ג-31 סורג למניעת מעבר בצדו המזרחי של מעביר מים



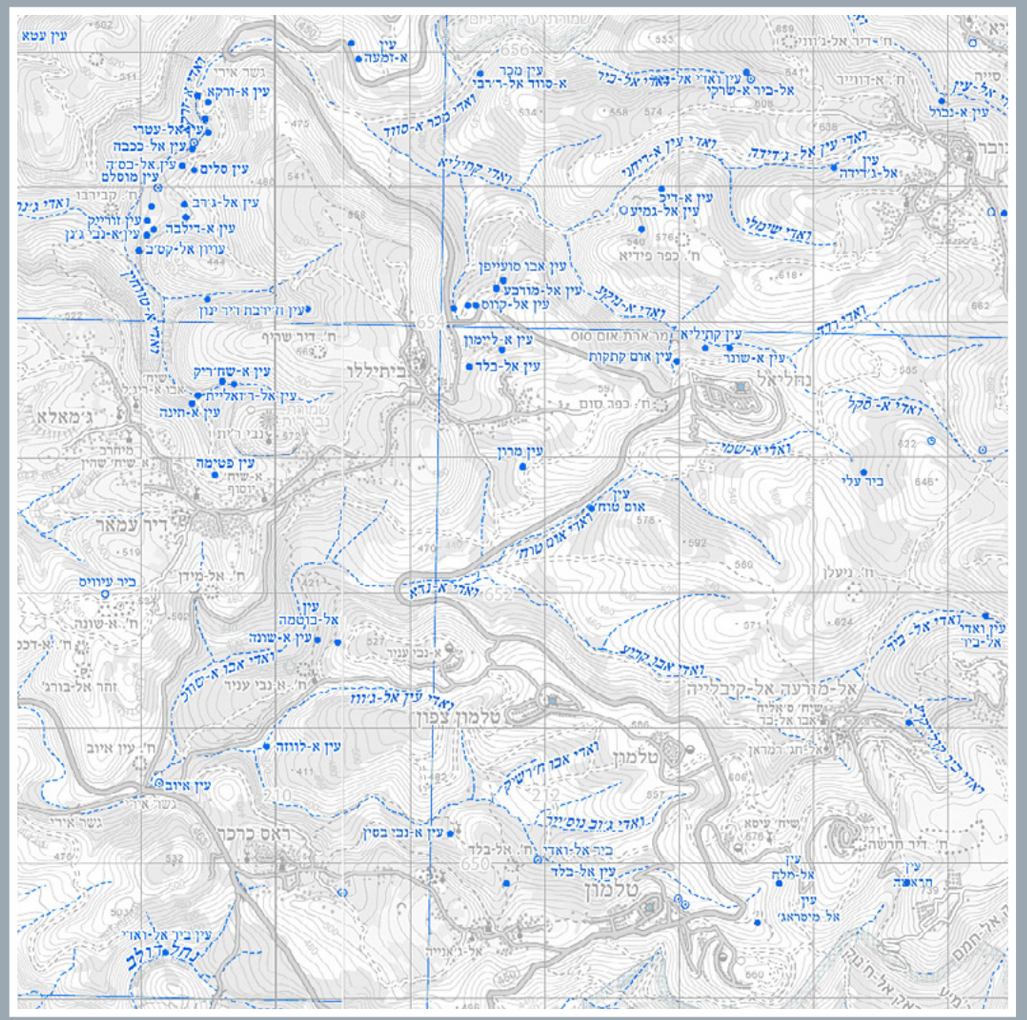
תרשים ג-32 תוספת פלטת ברזל מחוררת לסבכה בצדו המערבי של מעביר מים



תרשים ג-33 מתקנים המיועדים להקטין את פוטנציאל הסתימה בכניסה למעברים.
למעלה מתקן בעל תבנית משולשת ולמטה בעל תבנית ריבועית

8. רדיוס מגן למעיינות

החלוקה הגיאו-הידרולוגית של האגן ממזרח לקו הירוק, כפי שהוצעה בפרק השני של החלק ההידרולוגי, מבחינה בין האזור המעלי (רכסי ההרים), אזור הביניים (המדרונות) והאזור המורדי (מרגלות ההר). אזור הביניים משופע במעיינות שכבה המנקזים אקוויפרים מקומיים השעונים על גבי שכבות חוואר אטימות, בתחום הבלתי רווי של האקוויפר האזורי (ירקון-תנינים). המעיינות ממוקמים בדרך כלל בקרבת ערוצי הנחלים, כמתואר בתרשים ג-34.



תרשים ג-34 פרישה מרחבית של מעיינות שכבה בתת-אזור המדרונות של אגן הירקון

מהעת העתיקה ועד תחילת המאה הקודמת היוו המעיינות במורדות הרי יהודה ושומרון מקור מים יחיד באזור זה, החסר מקורות מים קבועים. סביבם התפתחו יישובים עתיקים שהשתמשו במים וניתבו אותם לצרכיהם, באמצעות מערך של נְקבות, תעלות, אמות וסכרונים. לפיכך, ערך נוסף של המעיינות כיום הוא של טיפוח המסורת והפולקלור המקומיים ושמירה על בתי הגידול האופייניים למדרונות ההרים.

במגמה למנוע את הזדהמות המעיינות במהלך תנופת הבנייה החזויה בשנים הקרובות, נחוץ להגדיר אזורי הגנה (Protection zones) סביב כמה מעיינות נבחרים. הגדרת 'אזורי הגנה' לצורך מניעת זיהום פותחה לראשונה במערב אירופה, והיא מבוססת על משך הזמן הנדרש לדעיכת רעילות הפתוגנים (מחוללי המחלות) ותרגומו בהמשך למרחק הזרימה התת-קרקעית עד לנקודת הנביעה.

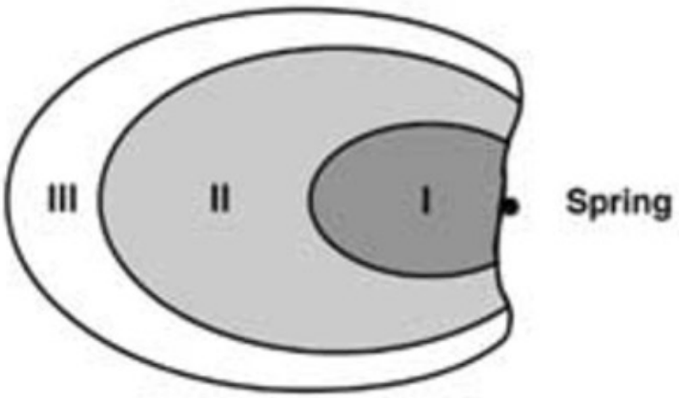
בזיהומים בקטריולוגיים, נמצא שמרבית הבקטריות הפתוגניות מתות לאחר כ-50 ימי שהייה במי תהום בתנאים נורמליים. במזהמים כימיקלים, משך הזמן הנחוץ לפירוקם או לסילוקם הוא פחות חד ערכי ועשוי להשתנות, בהתאם לסוג המזהם, למשטר הזרימה ולמאפייני התווך התת-קרקעי. להלן ההגדרות המקובלות לכל אחד מאזורי ההגנה

אזור I - באזור ההגנה הראשון והסמוך ביותר למעיין (Inner source protection) אסורה פעילות אנתרופוגנית בעלת פוטנציאל של זיהום אורגני. אזור זה מוגדר על פי מרחק שווה-ערך (Travel time) ל-50 ימי זרימה בתת הקרקע, ממוקד הזיהום ועד למוצא המעיין.

אזור II - באזור ההגנה השני (Outer source protection) אסורה פעילות מזהמת של חומרים כימיקליים. אזור זה מוגדר על פי מרחק שווה-ערך ל-400 ימי זרימה בתת הקרקע, ממוקד הזיהום ועד מוצא המעיין. באקוויפרים חוליים יש להשוות בין השטח המתאים ל-400 ימי זרימה לבין רבע מגודלו של תחום ההזנה, ולבחור את הגדול מביניהם.

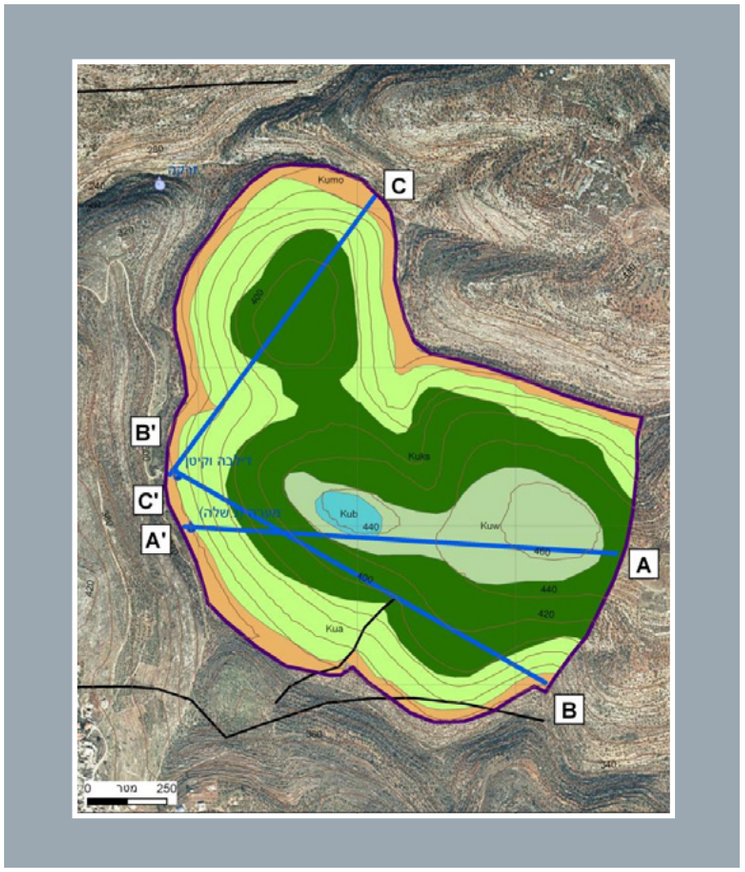
אזור III - אזור ההגנה השלישי חופף את כל תחום ההזנה העילי של המעיין. אזור זה נחוץ לצורך הגנה על מעיינות הניזונים מאקוויפר קארסטי (סדוק) מפותח, כמו מעיינות רבים בהרי יהודה ושומרון. באקוויפרים מסוג זה עשויים להיות 'קיצורי דרך' מפני השטח ועד לנביעה לאורך מערך הסדקים.

דוגמה סכמתית של שלושת האזורים הללו מוצגת בתרשים ג-35, כאשר הגודל והצורה הסופיים משתנים בהתאם לכיווני הזרימה באקוויפר. דוגמה פרטנית של חישוב אזור ההגנה השלישי של תחום ההזנה עבור מעיינות בהרי יהודה, מוצגת בתרשים ג-36.



תרשים ג-35 תיאור סכמתי של אזורי ההגנה בדרגות שונות סביב מוצא המעיין. כיוון הזרימה הוא משמאל לימין

כאמור, בהתוויית רדיוסי מגן למניעת זיהום המעיינות, ראוי לבחון גם את השפעת היקף השטח הבנוי בתחום ההזנה של המעיין. בנייה רווייה, ללא אמצעי חידור מתאימים, עשויה לפגוע קשות ואף לייבש את המשך הנביעה.



תרשים ג-36 תחום ההזנה של המעיינות מערה, קיטן ודיבלה באגן הירקון (פלג, 2009)

9. ניהול שפכים וקולחים

שפכים ביתיים ותעשייתיים הם מקור הזיהום הגדול ביותר המאיים על מקורות המים הטבעיים בישראל. זיהום של מקורות המים העיליים מתבטא בהרס בתי הגידול ובמטרדים סביבתיים. זיהום מקורות המים התת-קרקעיים פוגע באיכות המים המופקים ממעיינות ומקידוחים.

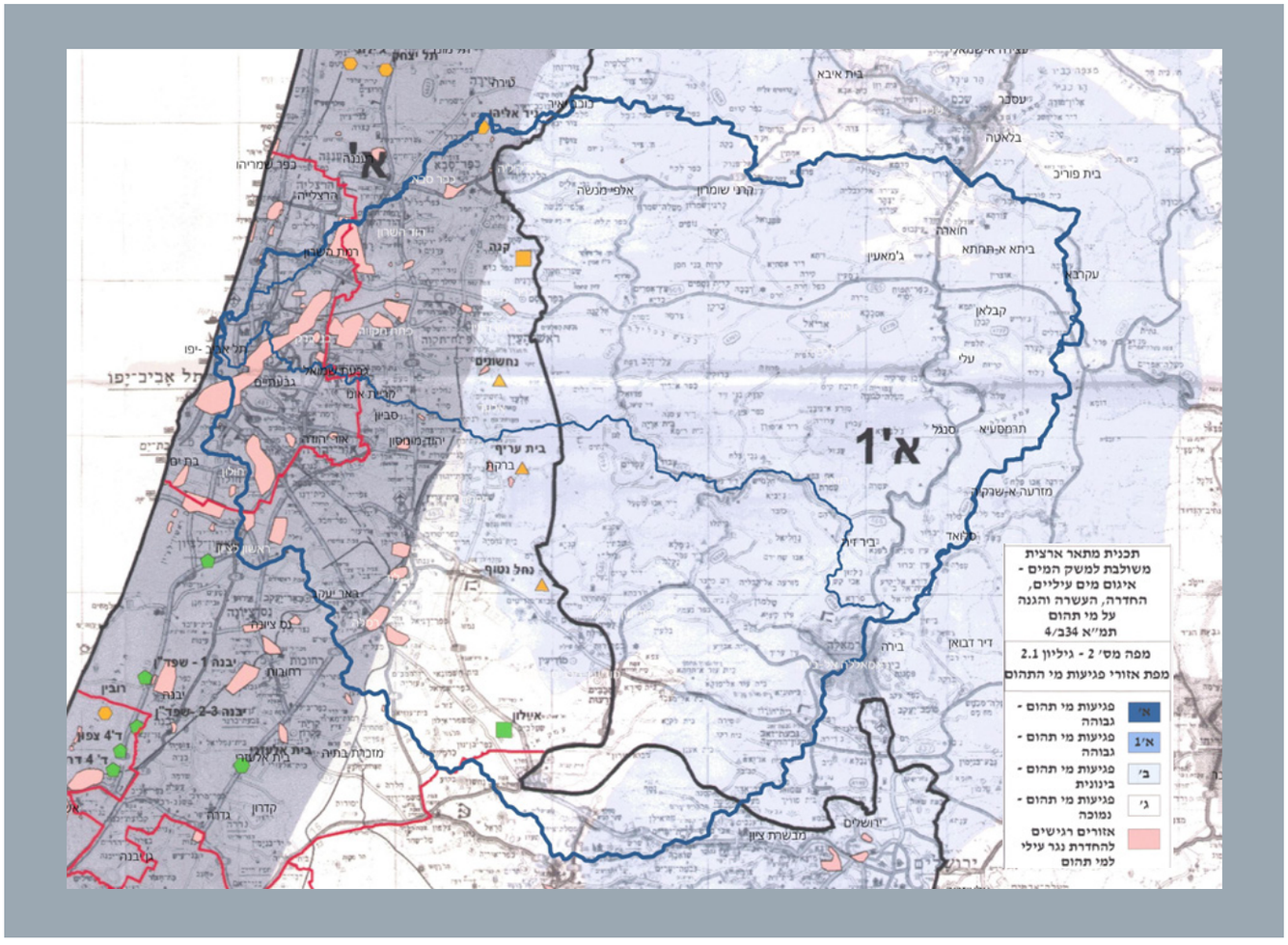
באגן הירקון נמצאה רמת הפגיעות (Vulnerability) הגבוהה ביותר של מי התהום, כמפורט בתרשים ג-37. החלוקה לאזורים בהתאם למידת פגיעותם בוצעה במסגרת תמ"א 34 ב'/4 בהשתתפות רשות המים והמכון הגיאולוגי. רמת הפגיעות נקבעה לפי יכולת החלחול של המים מפני הקרקע אל האקוויפרים, יכולת התלויה במבנה התת קרקעי, בתכונות ההידרוליות ובעומק מי התהום.

לכאורה, מערכת איסוף השפכים והטיפול בהם אמורה לתפקד כמערכת סגורה (צינורות ומתקני שאיבה), המנותקת מהסביבה וללא

תלות בגבולות החלוקה הטבעיים של אגני ההיקוות. בפועל, קיימת זיקה הדוקה בין ניהול השפכים לבין הניהול האגני בשלושת התחומים הבאים:

1. השפכים המטוהרים (קולחים) מהווים כיום מקור מים חשוב להשקיה חקלאית ולפיכך ראוי שקולחים שהופקו ממשאבי המים האגניים ישמשו בעדיפות ראשונה להשקיה בתחומי האגן. עם זאת, יש לסייג את ההשקיה בקולחים בהתאם לפוטנציאל הזיהום של מי התהום, ובעיקר בהתאם לפוטנציאל ההמלחה שלהם.
2. במרבית היישובים הפלסטיניים שממזרח לקו הירוק אין בנמצא מערכות סגורות לאיסוף וטיפול בשפכים והם מסולקים לבורות ספיגה או לערוצי הנחלים. כתוצאה מכך נגרם זיהום מתמשך ברחבי האגן שממזרח לקו הירוק, אשר נודד מעל ומתחת לפני הקרקע, גם לשטח שממערב לקו הירוק.
3. כמו בכל מערכת סגורה, גם במערכת לאיסוף ולטיפול בשפכים נוצרים כשלים טכניים ודליפות המובילים לזרימת מים באיכות ירודה ישירות לערוצי הנחלים. במילים אחרות, תרחיש הזרמת שפכים/קולחים ליובלי הירקון הוא תרחיש ודאי. נוכח המציאות, שבה תמיד תהיה הזרמה לאפיקי הירקון של מפעלי ניצול הקולחים, כ'ברירת מחדל'.

בהמשך מוצג תיאור תמציתי של תשתיות הביוב והקולחים בחלוקה למזרח ומערב הקו הירוק. על בסיס הממצאים של התשתיות הללו, מוצגות לסיום תובנות והנחיות ראשוניות לניהול מערך השפכים-קולחים בהקשר האגני.



תרשים ג-37 מפת אזורי פגיעות מי התהום (תמ"א 34ב'/4). בקו סגול גבול תחום אגני האיילון והירקון

9.1 ממזרח לקו הירוק

עיקר המידע בסעיף זה מבוסס על **דוח ניטור נחלי יהודה ושומרון** (כהן א., 2016) שפרסמה היחידה הסביבתית ברשות הטבע והגנים בשיתוף קמ"ט הגנת הסביבה במנהל האזרחי והאגף למים ולנחלים במשרד להגנת הסביבה.

חלק גדול מנחלי יהודה ושומרון משמש כתוואי להזרמת שפכים. שפכים סניטריים ותעשייתיים מוזרמים לנחלים, מחלחלים לתת הקרקע ומזהמים את המעיינות ואת מי התהום. משך הסעת המזהמים מפני השטח למי התהום נע בין ימים ספורים בתווך סדוק בעל מוליכות הידרולית גבוהה, לשנים אחדות בתווך עם מוליכות הידרולית נמוכה יותר.

מערך האיסוף והטיפול בשפכים וניצול הקולחים ביהודה ושומרון נמצא בפיגור רב ביחס למצב בישראל. בערים פלסטיניות, רק כ-40 אחוזים מהבתים מחוברים לצנרת ביוב וביתר הבתים השפכים מסולקים לבורות ספיגה. בכפרים הפלסטיניים, רוב השפכים מסולקים לבורות ספיגה כאשר ברוב המקרים הם מחלחלים לאדמה, ללא איסוף על ידי מכליות. כאשר יש איסוף של מכליות, הן מסלקות באופן פיראטי את השפכים הגולמיים לנחלים או לתעלות השקיה. בהתיישבות הישראלית שממזרח לקו הירוק לעומת זאת חל שיפור מסוים במהלך העשור האחרון, אולם ישנם מקומות רבים שבהם לא קיים טיפול או שהטיפול בשפכים ירוד.

כמות השפכים הנוצרת ביהודה ושומרון, נכון לשנת 2015, מוערכת בכ-90 מלמ"ק בשנה והיא גבוהה בכ-19 מלמ"ק מהכמות המקבילה בשנת 2012. טיפול חלקי בשפכים בתחום אגן הירקון שמקורם ממזרח לקו הירוק, מתבצע במט"ש רמאללה בהיקף של 1.44 מלמ"ק לשנה ובמט"ש דרום שרון מזרחי, בהיקף של 1.4 מלמ"ק לשנה.

עיקר הזיהום התעשייתי ביהודה ושומרון, בתחומי אגן הירקון, הוא בגין ייצור שמן הזית. כמות השפכים הנוזליים המופקת מבתי הבד היא כ1.6 מ"ק לטון זיתים, כאשר ריכוז הפסולת המוצקה הנותרת לאחר הפקת השמן הוא כ-10% ממשקל הזיתים. די בריכוז נמוך מאוד של תרכובות פנוליות כדי לפגוע בטעם המים ולפסול אותם לשתייה.

שתי דוגמאות עכשוויות לזיהום שפכים בערוצי הנחלים הן בנחל מודיעים ונחל קנה. בשנת 2008 הונח קו קולחים בקוטר 20 אינץ' בין מוצא בריכות החמצון של העיר רמאללה לנחל מודיעים. מטרת הקו הייתה למנוע את מפגעי היתושים בשכונות צפון ירושלים. בפועל נמצא שהקו מזרים כ-2.2 מלמ"ק שפכים גולמיים בשנה לערוץ נחל מודיעים, והם מחלחלים ומזהמים את אקוויפר ההר (תרשים ג-38). דוגמה שנייה היא נחל קנה, שאמנם בוצע בו פרויקט לאיסוף שפכים אך הפרויקט נחל כישלון עקב סירובם של הפלסטינים להתחבר לקו. כתוצאה מכך, בורות ספיגה מהווים יעד סילוק לשפכי הכפרים הנמצאים לצד המאסף.

הטיפול בשפכי יהודה ושומרון הוא באחריות הרשויות המקומיות, המספקות שירותי מים ותחזוק קווי ביוב ומתקני טיפול בשפכים. רשות המים הפלסטינית קובעת מדיניות לניהול ולפיתוח מקורות מים וטיפול בשפכי היישובים הפלסטיניים. הטיפול בתחומי ההתיישבות הישראלית הוא של מחוזות המשרד להגנת הסביבה, שם חלים חלק מהחוקים הישראלים בתוקף צו הקמת רשויות מקומיות.

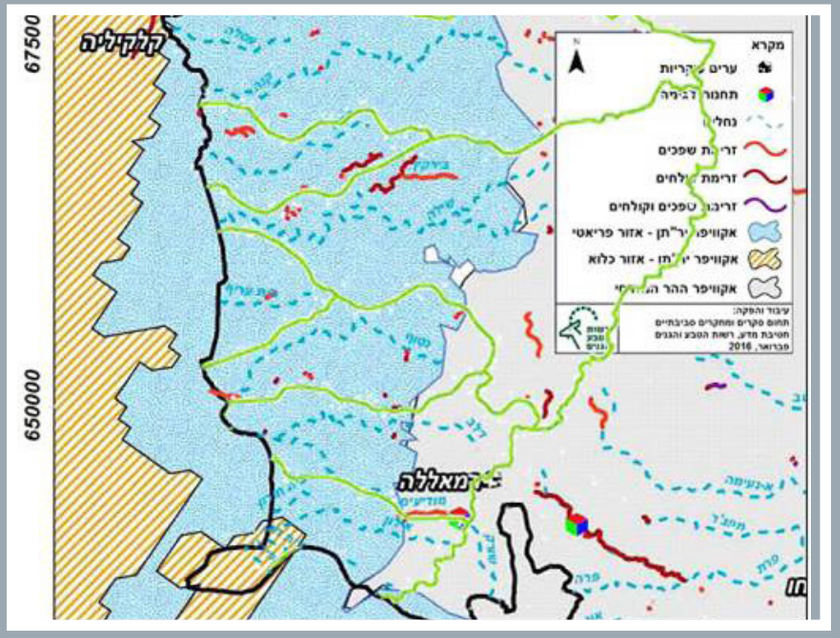
ועדת מים משותפת (JWC) בראשות ראשי רשות המים - הישראלית והפלסטינית - הוקמה במטרה לנהל (יחד) את משק המים ביהודה ושומרון ולהגן על מקורות המים. לוועדה זו יש סמכויות לאשר פרויקטים בתחום המים והביוב ביהודה ושומרון והיא הטמיעה את העיקרון לפיו פיתוח תשתיות מים יתבצע רק במקביל לפיתוח תשתיות ביוב.

החל משנת 2006 החלה היחידה הסביבתית ברשות הטבע והגנים, בשיתוף קמ"ט הגנת הסביבה במנהל האזרחי ואגף מים ונחלים במשרד להגנת הסביבה, לנטר נחלים נבחרים ביהודה ושומרון שבהם זורמים שפכים וקולחים. תכנית הניטור כוללת שני דיגומים בכל שנה, באביב ובסתיו. תרשים ג-39 מציג את תוצאות הניטור בחלוקה לזרימת שפכים וקולחים בערוצי הנחל.

תיאור מורחב של מתקני טיהור השפכים בשטחים הפלסטיניים שממזרח לקו הירוק וההיבטים הנלווים להם, מוצג במסמך נלווה (פרק ה) מאת חבר הצוות ד"ר ג'וואד חסן תחת הכותרת "היבטים סביבתיים ברשות הפלסטינית"



תרשים ג-38 שפכי רמאללה ומחנה עופר במעלה נחל מודיעים



תרשים ג-39 זרימת שפכים וקולחים ביהודה ושומרון (א.כהן, 2016) בירוק תחום אגני הניקוז של הירקון והאיילון

9.2 ממערב לקו הירוק

ניהול השפכים והקולחים ממערב לקו הירוק הוא נושא מורכב במיוחד, הן בהיבט האיכותי והן בהיבט הניהולי. מורכבות הנושא נעוצה בריכוז גבוה של אוכלוסייה בעלת רגישות גבוהה לזיהומים סביבתיים, שמייצרת כמות שפכים גדולה; וכן במגוון הגופים המופקדים על מערך האיסוף והטיפול בשפכים - גופים ממשלתיים כדוגמת משרדי ממשלה וחברת מקורות וגופים ציבוריים כדוגמת איגודי ערים ותאגידי מים וביוב.

נמנה להלן את ה'שחקנים' העיקריים בתחום ניהול הביוב והקולחים:

תאגידי מים וביוב

תאגידי המים והביוב הוקמו ביוזמת משרד האוצר בשנת 2001, במטרה להוציא את ניהול אספקת המים והביוב מידי הרשויות המקומיות (עירוניות) ולהעבירן לידי תאגידים עצמאיים. הכוונה הייתה להבטיח שההכנסות משירותים אלה תושקענה בחזרה בתשתיות הרלוונטיות ובניהול המקצועי, קרי - יצירת 'משק סגור' בשירותי המים והביוב. בפועל, הוקמו כ-60 תאגידים, בחלקם צירופים "משונים" של כמה רשויות מקומיות, ובכוונת הממשלה לצמצם מספר זה לכ-15 תאגידים אזוריים בלבד.

תחום אחריות תאגידי המים והביוב מתחיל מנקודת החיבור של ספק המים השפירים, כגון חיבור 'מקורות'. במקרים בודדים גם אספקת המים היא בתחום אחריות התאגיד, כמו למשל בכפר סבא, שם התאגיד הוא גם הבעלים של כמה קידוחי אספקה. תחום האחריות נגמר בנקודת היציאה מהמכון לטיהור השפכים המקומיים. במרכזי אוכלוסייה צפופים, השפכים מטופלים בדרך כלל על ידי איגוד משותף של כמה ערים, כגון 'איגוד גוש ערי דן וחיפה רבתית' (כולל הקריות).

אגודות מים אזוריות

אגודות מים אזוריות הן תאגידים שמיועדים לספק מים באיכות משתנה לחקלאות. קיימות כיום כ-35 אגודות מים שתחום אחריותן חופף בדרך כלל לתחום אחריותה של המועצה האזורית הרלוונטית. חלק ניכר מפעילות אגודות המים מתמקד כיום בחלוקת קולחים להשקיה, שחלקם היחסי עולה בהתמדה. רשות המים מובילה בימים אלה מאמץ לצמצום מספר אגודות המים על מנת לחסוך בעלויות ולייעל את חלוקת הקולחים. ארגון הגג של אגודות המים האזוריות וכמה תאגידי מים וביוב, הוא ארגון עובדי המים הממוקם בקיבוץ איילי.

רשויות הניקוז והנחל

רשויות הניקוז והנחל הוקמו לפני כעשור במסגרת ארגון מחדש של רשויות הניקוז, על בסיס תחומי ההיקוות הטבעיים של הנגר העילי בתחום הקו הירוק. באופן זה הטיפול במטרדי הניקוז מתבצע בראייה יותר אגנית ופחות נקודתית. רשויות הניקוז הוסמכו לאחרונה אף לטפל בהיבטים סביבתיים ואקולוגיים בכלל האגן, להוציא את תחום רשויות נחלי הקישון, הירקון ובאר שבע, שבאחריות המשרד להגנת הסביבה.

דוגמה מייצגת למורכבות משק הקולחים ממערב לקו הירוק, היא של ניהול משטר הזרימה ואיכות המים לאורך אפיק נחל הירקון. גופי המים בירקון מחולקים לשלושה (שחם, 2016):

1. **קטע עליון** (מעלה הירקון), שאורכו כ-7 ק"מ, מהמעיינות ועד כניסתו של נחל קנה. בקטע זה אמורים לזרום לפי תכנית 'גאולת הירקון' רק מים שפירים שמקורם בקידוחי אקוויפר ירקון תנינים שבאזור הנביעות. באופן יחסי, קטע זה של הנחל אינו מופר מבחינה אקולוגית למרות הירידה המשמעותית בהיקף הזרימה הטבעית.
2. **קטע מרכזי** (הירקון התיכון), שאורכו כ-16 ק"מ, ממפגש ירקון-נחל קנה ועד שבע טחנות. בקטע זה זורמים מים שפירים ממעלה הירקון, בתוספת מי קולחים מטוהרים באיכות שלישונית (כולל ליטוש באגנים ירוקים שהוקמו על ידי רשות הנחל),

וכן גלישות ביוב וקולחים ממערכות לא מבוקרות. דוגמה עכשווית לגלישות מסוג זה היא ממתקן טיהור שפכים של איגוד דרום השרון, הקולט בין השאר גם שפכים מהעיר קלקיליה שממזרח לקו הירוק.

3. **קטע תחתון** (מורד הירקון), שאורכו כ-4.5 ק"מ, משבע טחנות ועד לשפך הירקון לים. בקטע זה זורמים כל המים מהקטעים העליונים וכן גלישות ממערכות לא מבוקרות, שנמהלים במי הים בעונות השונות, בהתאם למשטר הזרימות ותופעת הגאות והשפל.

9.3 תובנות ראשוניות

זיקה בין מערך האיסוף והטיפול בשפכים לבין הניהול ההידרולוגי של האגן נמצאה בשלושה היבטים. ההיבט הראשון והחשוב ביותר הוא כשל טכני או עומס יתר במערך השפכים, שעלול להוביל לגלישת שפכים/קולחים ישירות לערוצי הזרימה הסמוכים. כדי למנוע זאת יש לבנות מאצרות וצנרת חירום לקליטת העודפים. האחריות לטיפול בכשלים כאלה תהיה על תאגיד המים או על איגוד הערים לביוב. האחריות לפיקוח ובקרה תהיה על הרשות האגנית או על רשות הניקוז / הנחל המקומית.

ההיבט השני הוא תשתיות ביוב רעועות ממזרח לקו הירקון, הגורמות להתפשטות זיהומים מעל ומתחת לפני הקרקע ולנדידתם למערב הקו הירקון. ממצא מטריד זה נוצר כתוצאה מהיעדר שיתוף פעולה של הצד הפלסטיני בסילוק מפגעים אלה, בין השאר, לדעתי, בשל הפער ברמת החיים שבין היישובים הפלסטיניים והיישובים הישראליים שממזרח לקו הירוק. בהיעדר שיתוף פעולה כזה, המעט שניתן לעשות הוא לנטר את איכות המים בנחלים בכניסה לקו הירוק ולטפל בהם בטרם ימשיכו בזרימתם מערבה.

ההיבט השלישי והאחרון הוא של השקיה בקולחים. בעדיפות ראשונה יש להקצות את הקולחים שמקורם במשאבי המים המקומיים להשקיה בתחומי האגן. מכיוון שבמורד אגן הירקון מצוי ריכוז אוכלוסייה גבוה המייצר כמות קולחים הגדולה מן הנדרש להשקיה חקלאית, יש מקום לבחון גם הזרמה של קולחים מטוהרים לאפיקי הנחלים בחודשי החורף, בכפוף לתקנות ועדת ענבר (טבלה ג-4).

רמות מרביות וערך מרבי של רמות ממוצעות חודשיות

פרמטר	יחידות	השקיה חקלאית בלא מגבלות			האיכות הנדרשת להזרמה לנחלים		
		ערך מרבי לממוצע חודשי אריתמטי[1]	ערך מרבי	מזערי	ערך מרבי לממוצע חודשי	ערך מרבי	ערך מזערי
קבוצה א'							
קולי צואתי	יח' ל-100 מ"ל	10	50		200	800	
צח"ב כללי	מג"ל 15	10	15		10	15	
(BOD_5)[2]							
מוצקים מרחפים (TSS 105°C)	מג"ל	10	15		10	15	
צח"כ כללי (COD)	מג"ל	100	150		70	100	
חנקן אמוניאקלי (אמון)	מג"ל	10	15		1.5	2.5	
חנקן כללי[3]	מג"ל	25	35		10	15	
זרחן כללי	מג"ל	5	7		1	2	

טבלה ג-4 רמות מרביות של מזהמים בהשקיה חקלאית ובהזרמה לנחלים (ועדת ענבר, 2003)

10. מערכת מידע גיאוגרפית

בשני העשורים האחרונים גדל בהתמדה השימוש במערכות מידע גיאוגרפיות (ממ"ג או GIS) לצורך ניהול מערכות מבוזרות כגון תשתיות, משאבי טבע וסביבה. המידע הגיאוגרפי - קרי: מידע המשויך לקואורדינטות מרחביות - מאורגן בממ"ג באמצעות שכבות מידע (layers) ממוחשבות - שכבה לכל נושא. בארץ, מרבית המידע הגיאוגרפי זמין כיום בפורמט ממ"ג וניתן אף להורדה ישירות מאתרי האינטרנט.

לנוכח ריבוי התחומים הנכללים בניהול אגני וכמות המידע המבוזר בכל תחום, לא ניתן להפריז בחשיבות תרומתה של מערכת המידע הגיאוגרפית כבר בשלבים הראשונים של העבודה - שלבי איסוף המידע ממקורות שונים ומיונו בהתאם לשכבות המידע הנחוצות לביצוע הפרויקט.

חשוב לציין כי היום, השימוש בממ"ג אינו מוגבל לאמצעי מחשוב ייחודיים או תוכנה יקרה במיוחד ואף אינו מחייב רמת מומחיות גבוהה. בשנים האחרונות פותחו תוכנות ידידותיות, כדוגמת QGIS, שניתן להורידן חינם מהאינטרנט למחשב שולחני.

נבחן כעת שתי דוגמאות לשימוש בממ"ג: במיפוי פגיעות מי תהום מזיהומים ברחבי האגן ובהקצאת שטחים להרחבת הבנייה.

10.1 פגיעות מי תהום

המונח 'פגיעות מי תהום' מציין את פוטנציאל זיהום מי התהום כתוצאה מזיהום המיוצר על פני הקרקע ומחלחל למי התהום עם מי הגשמים. כך למשל, ככל שפני מי התהום רדודים יותר או ככל שחדירות הקרקע גבוהה יותר, כך גדל הפוטנציאל לזיהום מי התהום.

בתרשים 54 מוצגת מפת פגיעות מי תהום ארצית, ששורטטה לצורך תכנית מתאר ארצית (תמ"א 34 ב). אך לתכנון אגני נחוצה מפה מפורטת יותר, שתסייע במיקום שכונות חדשות ואזורי תעשייה ובהצבת מנגנוני פיקוח ובקרה בשכונות קיימות.

מודל מבוסס ממ"ג, שנמצא מתאים לצורכי תכנון אגני, הוא מודל דרסטיק (Drastic) שפיתחה הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (EPA) בשנת 1987. מדובר במודל פשוט מסוג מודלי הסינון (Screening models), המגדיר באופן איכותי את סולם הזיהום באזורים רחבים, ברזולוציה של כ-400 דונם (תרשים ג-40).

מודל זה מורכב משבעה פרמטרים הידרולוגיים, כל פרמטר מייצג שכבה בממ"ג ומקבל ערך בין 1 ל-7, כמתואר בתרשים ג-40. שקלול השכבות נעשה בהתאם למקדמי שקלול, בין 1 ל-5, המייצגים את החשיבות היחסית של כל פרמטר.

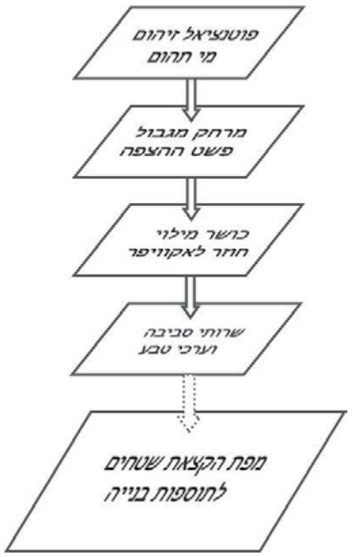
שלבי בניית המודל כוללים:

1. איסוף מידע ממקורות ממשלתיים ואזוריים.
2. בחינת המידע הקיים והשלמתו בהתאם לצורך.
3. קידוד הנתונים למודל בסיוע מערכת ממ"ג.
4. הפקת מפות פוטנציאל זיהום בפורמט תמונה Raster.

ביצוע מבחני רגישות לפרמטרים השונים.

תרשים ג-41 מציג דוגמה של תוצאות הצבת המודל והרצתו ביחס לתחום המועצה האזורית מנשה. האזורים המסומנים מייצגים אזורים בעלי פגיעות גבוהה (אדום) ונמוכה (ירוק). העבודה בוצעה בהזמנת ארגון 'ידידי כדור הארץ - המזרח התיכון', על ידי חברת 'אקולוג הנדסה' (אסף ולוקיטס, 2013).

10.2 הקצאת שטחים להרחבת בנייה



הקצאת שטחים נוספים לבנייה היא אחת המשימות המורכבות ביותר בניהול אגן היקוות. להבדיל מהידרולוגיה, משימה זו כוללת כמעט כל תחום אזרחי: שיקולים סוציולוגיים הכרוכים בריכוז אוכלוסייה (חינוך, תרבות, כלכלה וביטחון) ותשתיות אזרחיות (Infrastructures) למיניהן, כגון תחבורה, אנרגיה, מסחר ותעשייה.

אם נתייחס לפן ההידרולוגי בלבד, מוצע לשקלל את השטחים הפוטנציאליים להרחבת הבנייה באמצעות ממ"ג, בדומה למיפוי הפגיעות במי תהום שהוצג בסעיף הקודם.

לצורך כך, מוצע לייצר מספר שכבות מידע רלוונטיות כמתואר בסכמה מצד שמאל: שכבה ראשונה היא של **מפת פוטנציאל זיהום מי התהום,** המגדירה אזורים שבהם רצוי להימנע מבניית אזורי תעשייה או מטמונות אשפה.

שכבה שנייה היא של **פשטי ההצפה** עבור כל עורק ניקוז ראשי. מפות הצפה כאלה קיימות בחלקן או נמצאות בשלבי הכנה, בעיקר בתחום השפלה ומישור החוף.

שכבה שלישית היא של **אזורים בעלי כושר מילוי חוזר גבוה לאקוויפרים**. אזורים כאלה מתאימים בעיקר לאזור ההררי ולדיונות החול שבמשור החוף.

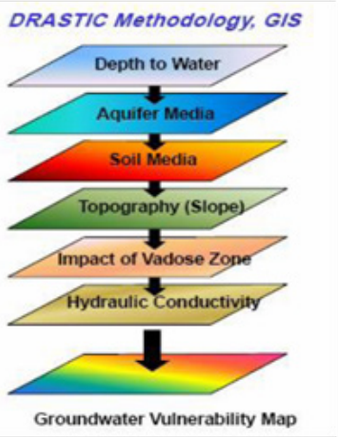
שכבה רביעית ואחרונה היא של **הערכיות האקולוגית** של השטחים הזמינים לבנייה וחלקם ברצף האקולוגי הקיים כבר בין האזורים השונים. ככל שהערכיות האקולוגית גבוהה יותר, או שקיים חשש לפגיעה ברציפות האקולוגית – כך הנזק הסביבתי גדול יותר, ולהפך.

כאשר מעניקים משקל יחסי לחשיבותה של כל שכבה ומשקללים נקודתית את הערכים המתאימים בכל שכבה, מתקבלת מפת רגישות הידרולוגית ביחס לתוספת שטחים לבנייה. בהמשך נדרש להרחיב את היריעה ולייצר מפות רגישות לכלל ההיבטים הכרוכים בהקצאת שטח לבנייה בתחומי האגן.

Seven hydrogeological parameters were taken into consideration, forming the acronym DRASTIC:

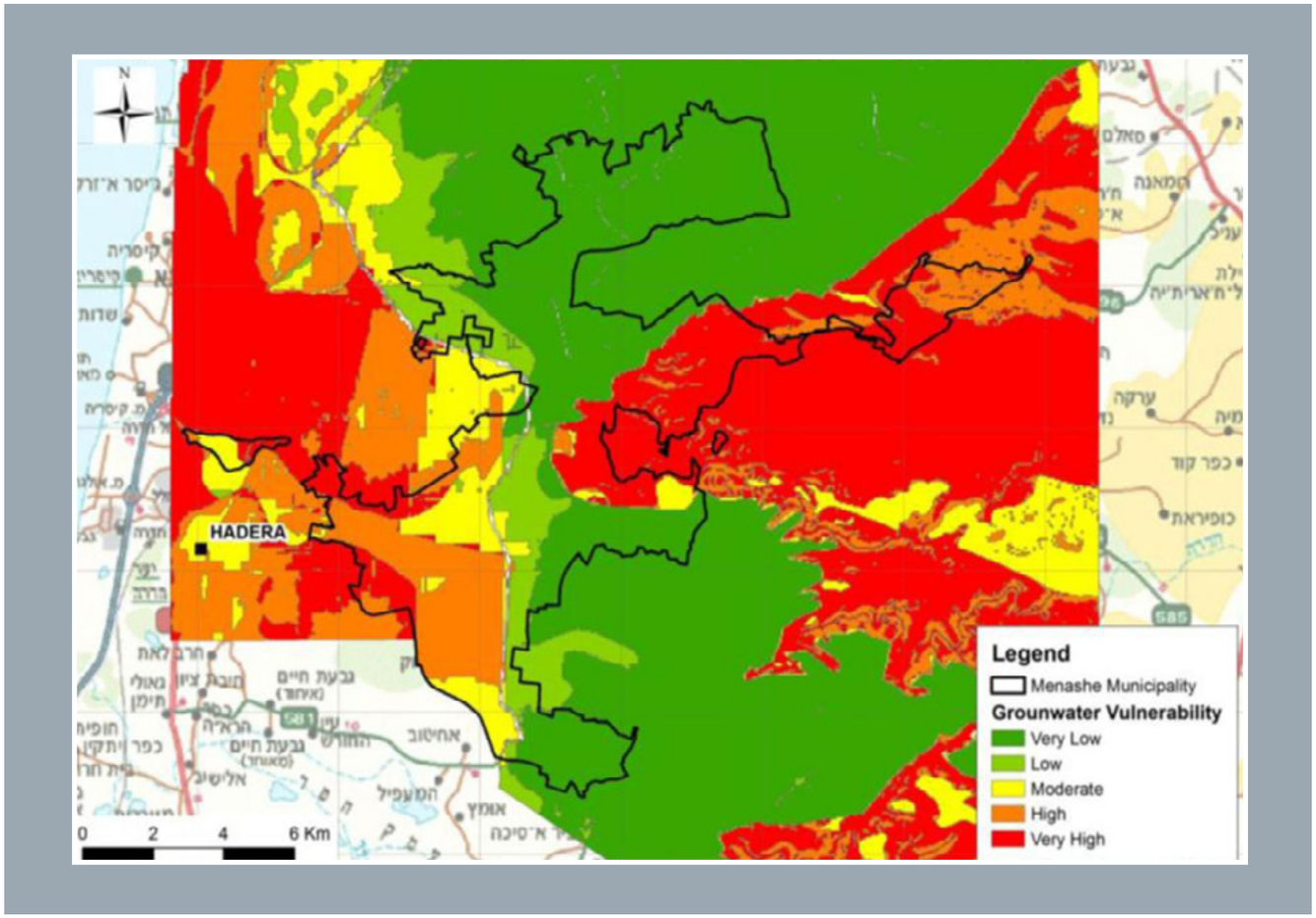
D – Depth to Water
R – Net Recharge
A – Aquifer Media
S – Soil Media
T – Topography
I – Impact of Vadose Zone Media
C – Hydraulic Conductivity of Aquifer

- Each parameter is evaluated in a DRASTIC Index (1-10) and characterized by 1-5 weight proportional to its importance



Feature	Weight
Depth to Water	5
Net Recharge	4
Aquifer Media	3
Soil Media	2
Topography	1
Impact of the Vadose Zone Media	5
Hydraulic Conductivity of the Aquifer	3

תרשים ג-40 שכבות המידע המשמשות לצורך הגדרת פגיעות מי התהום במודל DRASTIC



תרשים ג-41 מפת פגיעות מי תהום בתחום המועצה האזורית מנשה כפי שהתקבלה על ידי מודל DRASTIC (אסף ולוקיטס, 2013)

11. מערך הניהול האגני

הגישה המוצעת לניהול הנגר העילי, בארץ בכלל ובאגן הירקון בפרט, היא בעלת מבנה היררכי כמתואר בתרשים ג-42 (פירוט למתווה וקידום לניהול כלל מרכיבי אגן ההיקוות ניתן למצוא בפרק התכנית). גישה זו שונה במהותה מהגישה המבדלת הנוכחית (גוטמן, 2017) לפיה היבטים שונים של הנגר העילי מטופלים באופן רוחבי על ידי משרדי ממשלה שונים.

נקודת המוצא לניהול הנגר העילי היא של ניהול אינטגרטיבי של כל אגן ההיקוות, המוגדר באמצעות קווי פרשת המים של האגנים הראשיים (בדומה לתחומי ניהול של רשויות הניקוז). **הרמה התכנונית העליונה** היא של תכנית האב האגנית, המתייחסת למכלול רחב של נושאים, מאקולוגיה ועד סוציולוגיה. כל נושא מיוצג בשכבת מידע נושאית (Data theme) וההחלטות נגזרות בהתאם למשקלים המוקצים לכל שכבה וליחסי הגומלין ביניהן.

בדרך כלל נכון להקצות משקל גבוה יותר לשכבות המשתנים הסביבתיים (הפיזיקליים), כגון גיאולוגיה, הידרולוגיה ואקולוגיה. הניסיון מלמד כי מתן עדיפות לשכבות אחרות, כגון קווי תחבורה ושימושי קרקע על פני השכבות הסביבתיות, מסתיימים לאורך זמן בתוספת עלויות ובאמינות נמוכה. כך למשל במקרה של בנייה בתחום פשטי ההצפה או בהסבת עורק ניקוז ראשי לעורק תחבורה. במילים אחרות, יש להעדיף את פיתוח התשתיות (Infrastructures) באגן בהתאם למאפיינים הסביבתיים ולא לשנות את המאפיינים הסביבתיים בהתאם לפיתוח התשתיות.

העדפת המשתנים הסביבתיים מוצאת כיום ביטוי נרחב בארצות מפותחות. כך למשל באירופה קיימת מגמה של מזעור מכשולי הזרימה בנהרות, כגון סכרים ומעבירי מים, בעוד בארה"ב קיים האיסור על בניית סוללות חדשות (לאחר האירוע בניו-אורלינס). דוגמה אקטואלית בארץ, העומדת בסתירה למגמה לעיל, היא של הנחת המסילה הרביעית לאורך נתיב הזרימה של האיילון שבעטייה נדרש למתן את ספיקות השיא במרחבי האגן באמצעות תוספת מאגרי השהייה.

היעדים הנכללים בפן ההידרולוגי של התכנון האגני הם הגדרת עקרונות/קריטריונים תכנוניים לכלל משאבי המים במרחב האגן (לא כולל שאיבה מאקוויפרים חוצי גבולות). העקרונות הנ"ל מוגדרים באופן כמותי ו/או באמצעות פרוצדורה הנדסית מתאימה על מנת להבטיח יישום נאות בשלבי התכנון המפורטים. כך למשל, בנושא הפיתוח האורבני מוצגים קריטריונים כמותיים לשמירת המאזן ההידרולוגי, לפני ואחרי הפיתוח האורבני. קריטריונים כאלה הם של שמירת ערכו השנתי של מקדם החידור הטבעי בתחום שטח המבונה ושימור ערכן של ספיקות השיא הטבעיות במוצאי הניקוז של השטח המבונה לתקופת חזרה של 1:20 שנה. דוגמה נוספת לקריטריון שהוצג בתכנון האגני היא פרוצדורת החישוב לקביעת רוחב רצועות הנחל בהתאם למדדים כמותיים, גיאומורפולוגיים והידרולוגיים, של משטר הזרימה.

עיקרון חיוני חשוב שיש להתוות במסגרת תכנית האב האגנית הוא אופן ההתמודדות עם אירועים הידרולוגיים חריגים (גשמים ושיטפונות). הקריטריון הכלל הארצי, שמצא את ביטוי בתמ"א 34/ב/3 (2006), הוא מניעת הצפות הכרוכות בסיכון חיי אדם ובהצפת בתי מגורים, עד אירוע מרבי של 1:100 שנה. בעבודה זו נמצא שרמת ההגנה המוגדרת על פי קריטריון זה נמוכה בהשוואה לרמת ההגנה בארצות מפותחות, ונכון יותר להתמודד עם הבעיה באמצעות גישה של 'ניהול סיכונים'.

הפרוצדורה הנבחרת לניהול סיכונים מחייבת כיום את מדינות אירופה והוצגה בדירקטיבה האירופית בשנת 2007 (European Directive 2007/60/EC). על פי פרוצדורה זו יש לבחון מספר תרחישים חריגים, חלקם בהסתברויות נמוכות יותר של 1:100 שנה, לכמת את נזקים הצפויים בכל אירוע ולקבל החלטה על תרחיש התכן בהשתתפות תושבי האגן. כאן המקום להדגיש שההחלטה על אירוע התכן צריכה להיות סוברנית של רשויות האגן ולא של גוף חיצוני, כגון השרות ההידרולוגי שאינו נושא באחריות ישירה לתוצאות הנזקים.

רמת התכנון השנייה בהיראַרכיה המוצעת היא של תכנית לניקוז אגני. תכנית כזו היא במהותה תכנית הנדסית המיועדת לשקם את שדרת הניקוז העיקרית של האגן בהתאם לקריטריונים התכנוניים שהותוו ברמה העליונה. במסגרת זו מתוכננים האמצעים הנחוצים למזעור נזקי שטפונות ולהבטחת משטר הזרימה בנחלים.

יעד מרכזי של תכנית הניקוז האגנית הוא הגדרה כמותית של תנאי הגבול שבמוצאי מערך הניקוז של השטחים המבונים:

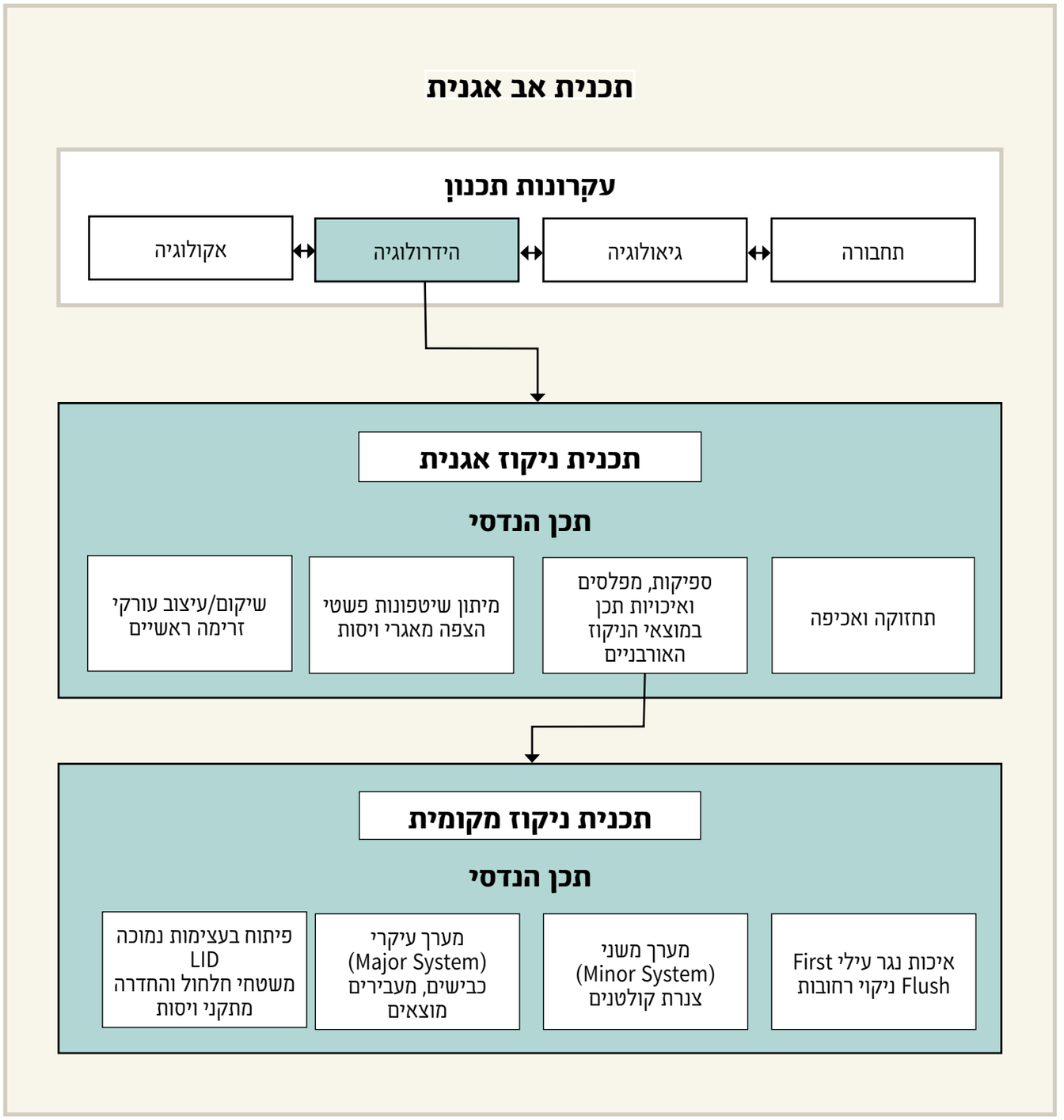
1. הגדרת הנפחים והספיקות הצפויים במוצאי הניקוז המקומיים/העירוניים, בהתאם לעקרון התכנון האגני של שמירת המאזן ההידרולוגי והאקולוגי.
2. הגדרת מפלסי המים בבסיסי הניקוז (ים ונחלים) של המערכות המקומיות, בהתאם לאירועי התכן שנבחרו בתכנית האגנית. כך למשל, ניתנים ערכים מספריים של מפלס הים במוצא הירקון ומפלסי הזרימה בעורקי הניקוז העיקריים באירוע התכן הנבחר.
3. הגדרת מדדי האיכות של הנגר העילי במוצאי הניקוז המקומי/עירוני, הנחוצים למניעת הזדהמות הנחלים. הבטחת האיכות ניתנת ליישום באמצעות בניית מתקנים להפרדת מזהמים בתחילת כל חורף (First flush), טיאוט עונתי של רחובות וכדומה.

קביעה ושמירה של תנאי הגבול הללו תאפשר את המשך הפיתוח האורבני באגן ללא שינוי מהותי במשטר הזרימה או סיכוני ההצפה הרצויים. באופן זה נשמר העיקרון של התאמת פיתוח התשתיות למאפיינים הסביבתיים של האגן, שהוא כאמור אמין ויעיל יותר מהתכנון המקובל של פיתוח תשתיות תחילה ושינוי הסביבה בהתאם.

לשטח שממערב לקו הירקון באגן הירקון יש השפעה ניכרת על היקף הנגר העילי המתנקז באפיקי הנחלים. עד שנת 2040 צפוי שטח זה להיות ברובו שטח מבונה, בהתאם לתחזית הכפלת האוכלוסייה. ברור לפיכך שעל תכנית אב הניקוזית להתמודד באופן מעמיק ויסודי עם השפעת הגידול החזוי בשטח המבונה ולא להתבסס על נתוני העבר בלבד. באופן דומה יש לגשת לתחזית שינויי האקלים הגלובלי ולשינויים צפויים נוספים, כגון סתימה הדרגתית של אתרי ההחדרה (מחצבות), גדר ההפרדה וכדומה.

רמת התכנון השלישית והאחרונה היא תכנון הנדסי של מערך ניקוז הנגר העילי בתחום הרשויות המוניציפאליות (ערים ומועצות איזוריות). חלוקה נכונה לצורך זה היא למערך ניקוז משני (Minor system) ומערך הניקוז הראשי (Major system). מערך הניקוז המשני כולל את הקולטנים והצנרת התת-קרקעית והוא מיועד להתמודד עם סופות גשם 1:10 שנים. מערך הניקוז הראשי הוא של תיעול הזרימה העילית לאורך הרחובות ומוצאי הניקוז אשר מיועד להתמודד עם סופות גשם של נדירות יותר של 1:100 שנים.

נקודות המוצא לתכנון הניקוז המקומי הן מפלסי המים ואיכות הנגר העילי במוצאי הניקוז העיקריים, בהתאם להגדרתם על ידי תכנית הניקוז אגנית. במסגרת זו יש להבטיח את שיעור הנפחים ועוצמות הזרימה המגיעים למוצאים, על פי עקרונות שימור המאזן ההידרולוגי שהותוו בתכנון האגני. לצורך כך דרושים למשל מתקנים להחדרת הנגר העילי ומתקני השהייה לוויסות עוצמת הזרימה קודם לכניסת המים לעורק הניקוז האגני.



תרשים ג-42 מבנה היראכי מוצע לניהול הנגר העילי באגן הירקון. הטבלה הכוללת נמצאת בפרק התכנית האגנית

12. רשימת מקורות

1. א.ב.תכנון, 2002, תכנית אב לשיקום ופיתוח נחל הבשור, בהזמנת המנהלה לשיקום ופיתוח נחל הבשור.
2. אסף ל. ולוקיטס מ., 2013, מיפוי הרגישות ההידרולוגית של מי התהום באמצעות מודל DRASTIC בשטחי השיפוט של רשויות נבחרות בישראל, חברת אקולוג הנדסה, בהזמנת ידידי כדור הארץ המזרח התיכון.
3. ארבל ש., גטקר מ. ופרחי ר., 2007, הקמת בסיס נתונים גשם ונגר ברשות ניקוז ירקון, התחנה לחקר הסחף בהזמנת רשות ניקוז ירקון.
4. גבעתי ע. וספיר ג., 2014, ניתוח ספיקות שיא ונפחי זרימה באגן נחל איילון בעזרת מודל HEC_HMS בהדגמה על סופת ינואר 2013, DHV MED בהזמנת רשות המים.
5. גבעתי ע. ועצמון ב., 2015, מודל אזורי להערכת ספיקות שיא בהסתברות 1%, השרות ההידרולוגי ברשות המים.
6. גוטמן ג., 2017, ניהול משאב הנגר העילי בראיה הוליסטית: גישה אגנית אינטגרטיבית, האגף לשימור קרקע וניקוז, משרד החקלאות ופיתוח הכפר (טיוטא).
7. הועדה הארצית לתכנון ולבנייה של תשתיות לאומיות, 2014, תת"ל 33- המסילה הרביעית באילון- ריסון וניהול מי נגר-הנחיות לבחינת חלופת מקרו, משרד הפנים.
8. השרות ההידרולוגי, 2014, סיכום עונת הגשמים 2013/2014 ומאפייניה ההידרולוגיים העיקריים, דוח הידרו/2014, ירושלים.
9. כהן, א., 2016, ניטור נחלי יהודה ושומרון - הערכת מצב על בסיס ממצאי הדיגום בשנים 2014-2015, רשות הטבע והגנים.
10. מרכז ידע להיערכות לשינוי אקלים בישראל, 2012, המלצות מדיניות, דוח מס' 2, אוניברסיטת חיפה.
11. לביא - נטיף מהנדסים יועצים בע"מ, 2004, פרק הידרולוגיה בתכנית אב לנחל איילון (במסגרת הכנת תכנית אב ומתאר מחוזית חלקית לנחל איילון).
12. לביא נטיף מהנדסים, 2015, מסילה רביעית באיילון חלופה "יבשתית", בדיקת היתכנות דווח ביניים.
13. סיני, ג., 2003, מיתון שטפונות באגן ירקון-איילון - פרוייקט חלוץ בנחל ענבה בשיטת מלכודות נגר, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון.
14. ספיבק א., 2015, ניהול מי הנגר של אגן הניקוז איילון, שלב בדיקת הייתכנות - דוח ביניים.
15. פלג נ., 2009, מודלים הידרולוגיים למעיינות שעונים בהרי יהודה ושומרון, עבודת גמר לתואר מוסמך במדעי הטבע, הפקולטה למדעי הטבע, האוניברסיטה העברית.
16. פלגי מים בע"מ - חברה לפיתוח מקורות מים, 2017, תכנית אב לניקוז (בהכנה), בהזמנת רשות ניקוז ירקון.
17. פרגמנט ד., 2007, הטיפול בנחלים בישראל, תהליכים באגני היקוות והמסגרת הארגונית - המקרה של נחל הירקון, חיבור לשם קבלת התואר דוקטור לפילוסופיה, אוני' חיפה.
18. קסלר א., הנדסת סביבה ומשאבי מים בע"מ, 2007, הצבת מודל הידראולי לבחינה וניהול פשט הצפה בנחל הירקון - דוח מסכם.
19. קסלר א.,הנדסת סביבה ומשאבי מים, 2016, קריטריונים תכנוניים להתמודדות עם אירועי הצפה בעורקי הניקוז העיקריים.
20. רחמימוב אריה אדריכלים ומתכנני ערים, 1996, תכנית אב לנחל הירקון.
21. שחם, ג., 2016, בחינת ממשק המים לירקון ופוטנציאל מקורות המים השונים, בהזמנת רשות נחל הירקון במסגרת שלב ב של "גאולת הירקון".
22. תמ"א 34ב/3, 2006, תכנית מתאר ארצית משולבת למשק המים - נחלים וניקוז, משרד הפנים.
23. משרד הבריאות, 2010, תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים).

24. Barrow C.J., 1998, River development planning and management - A critical review, World Development, Vol. 26, No.1.

25. Burton J., 2003, Integrated water resources management on a basin level - A training Manual, UNESCO, ISBN 92-9220-003-8.

26. Chorley, R.H., editor, 1969, Introduction to geographical hydrology: spatial aspects of the interactions between water occurrence and human activity, Methuen, London.

27. CRUE, 2008, Efficiency of non-structural flood mitigation measures: "room for the river" and "retaining water in the landscape", CRUE Funding Initiative on Flood Risk Management Research.

28. Chow, V.T., Maidment D.R. and Mays L.W., 1988, Applied Hydrology, McGraw-Hill Publishing Company.

29. Downs, P.W., Gregory K.J. and Brookes A., 1991, How integrated is river basin development?, Environmental Management 15(3).

30. Dutch Ministry of Infrastructure and Environment, 2012, Le cadre legislative et organisationnel de la gestion du risqué d'inondation aux Pays-Bas.

31. Environment Agency, 1998, Policy and practice for protection of groundwater, Bristol, England.

32. European Parliament, 2000, Directive 2000/60/EC: Establishing of framework for community action in the field of water policy, Official J. of the European Communities.

33. European Commission, 2008, Climate change: Addressing floods, droughts and aquatic ecosystems, Water Note 10.

34. FAO 2006, The new generation of watershed management programs and projects, FAO forestry paper 150, Rome.

35. Gerald E. Galloway, Gregory B. Baecher, Douglas Plasencia, Kevin G. Coulton, Jerry Louthain, Mohamed Bagha and Antonio R. Levy; 2006, Assessing the Adequacy of the National Flood Insurance Program's 1 Percent Flood Standard, American Institutes for Research.

36. Hallegatte, S., 2009, Strategies to adopt to an uncertain climate change, Global Environmental Change, Vol19(2):240-247.

37. Kessler A. and Diskin M.H., 1991, The efficiency function of detention reservoirs in urban drainage systems, Water Resources Research, Vol. 27(3).

38. Konopacky J., 2017, Battling the bloom: Watershed policies and plans in Wisconsin, Boston College Environmental Affairs Law Review, Vol.44, Issue 2.

39. Labadie, J.W., 2006, MODSIM: Decision Support System for Integrated River Basin Management, 3rd Inter. Congress on Eviron. Modelling and software, Vermont.

40. Norwegian Water Resources and Energy Directorate, 2009, Flood inundation maps, Oslo.

41. OECD, 2014, Reviews of Risk Management Policies: Seine Basin, Ile-de-France, 2014 Resilience to Major Floods.

42. The Europen Floods Directive 2007/60/EC, 2007, On the assessment and management of flood risks, Official J. of the European Union.

43. Santato S., 2013,The European Floods Directive and Opportunities offered by Land Use Planning, Internship-Report.

44. The White House: Executive Order, 2015, Establishing a Federal Flood Risk Management Standard and a Process for Further Soliciting and Considering Stakeholder Input.

45. Thorpe, B.R., 1986, Comprehensive basin management in England and Wales, Water Supply, 4(2).

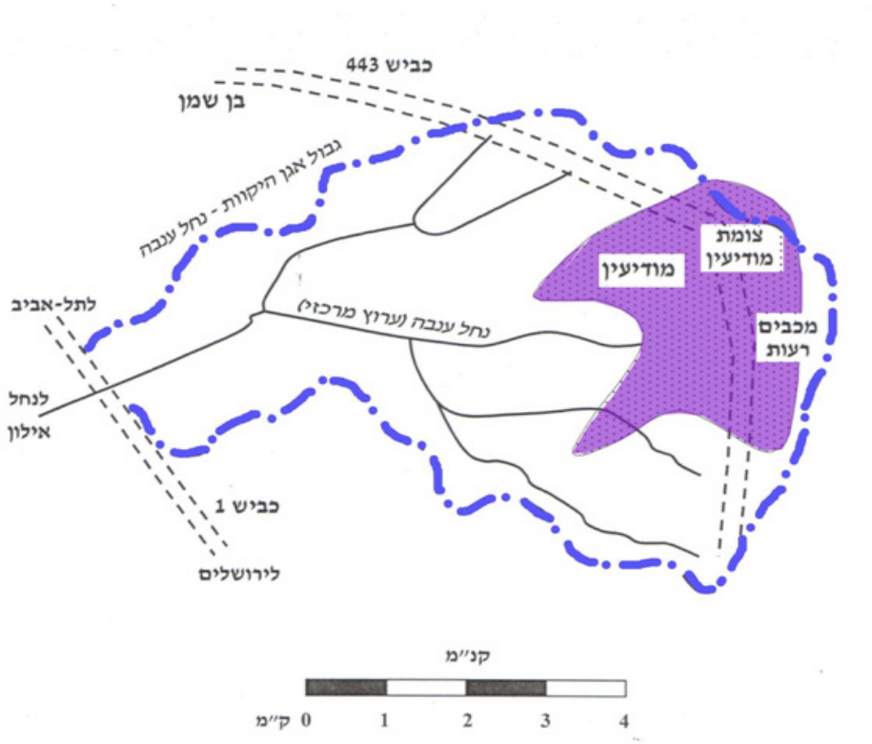
46. Tundisi J. and Straskraba M., 1995, Strategies for building partnerships in the context of river basin management: The role of ecotechnology and ecological engineering, Lakes and Reservoirs, Research and Management 1(1).

47. Williams, G.P., 1986, River Meanders and Channel Size, Journal of Hydrology 88:147-164.

נספח 1 - מקרה בוחן: נחל ענבה

1. כללי

אגן נחל ענבה הוא יובל של נחל איילון המתחבר אליו במעלה אתר הכרייה של מפעל נשר. שטח אגן ההיקוות, במעלה כביש 1, הוא 32.5 קמ"ר והוא כולל שני תת-אגנים עיקריים: תת-אגן מרכזי ששטחו 17.1 קמ"ר, ותת-אגן צפוני ששטחו 9.4 קמ"ר. סכמה כללית של האגן מוצגת בתרשים ג-43.



תרשים ג-43 מפה סכמתית של אגן נחל ענבה (סיני, 2003)

חלוקה ראשונית של התשתית הגיאולוגית באגן היא בין מחשופי טורון (חבורת יהודה) במרכז האגן ומחשופי סנון (חבורת הר הצופים) ביתרת השטח. מחשופי הטורון הם בעלי כושר חידור גבוה יחסית למי התהום, להבדיל ממחשופי הסנון האטימים בעיקרם.

תבנית הנוף האופיינית היא רכה ומעוגלת, בעלת גבעות טרשים חשופות, למעט עצים בודדים, וצמחיית בתה עשירה. במעלה האגן, בתחום מחשופי הטורון, ממוקמת העיר מודיעין המתפרשת כיום על שטח של כ-8 קמ"ר, קרי: כרבע משטח האגן. על פי פרסומי העירייה, מודיעין היא מהערים הירוקות ביותר בישראל, אשר השטחים הפתוחים תופסים כמחצית משטחה. הממוצע הרב שנתי של המשקעים באגן הוא 500-600 מ"מ לשנה, הזורמים באפיקים בחודשי החורף בלבד, בעקבות אירועי גשם. תדירות ספיקות השיא בנקודת החצייה עם כביש 1 הוערכה על ידי ארבל וחוב' (2007) כמפורט להלן:

תקופת חזרה (שנים)	10	20	50	100
ספיקת שיא (מ"ק לשנייה)	19	29	43	55

2. מסדרון הנחל

נחל ענבה מנקז למעלה מ-90 אחוזים משטח העיר מודיעין, באמצעות 4 יובלים המתלכדים לשני יובלים עיקריים (צפוני ומרכזי) הנמצאים במרחק של כ-2 ק"מ מערבית לעיר. שני היובלים העיקריים מתלכדים פעם נוספת לערוץ משותף של נחל ענבה בקרבת כביש 1, המתנקז בהמשך לנחל איילון.

חלוקה גיאומורפולוגית של יובלי הנחל היא על פי דרגות (Stream order) כאשר ארבעת היובלים העיליים הם מדרגה 1; שני היובלים העיקריים (צפוני ומרכזי) הם מדרגה 2; והיובל המשותף במורד כביש 1 הוא מדרגה 3. היובלים ותתי-היובלים מוצגים ב תרשים ג-44 על רקע תמונת לוויין אלכסונית.

בסיור שנערך לאורך היובלים של נחל ענבה ב-25 בינואר 2016, לאחר סופת גשמים בעלת תקופת חזרה משוערת של כשנתיים, התקבלה תמונת המצב הבאה:

- יובל צפוני (סדר 1) - בשלבי כיסוי עפר, כמתואר בתרשים ג-45, ייתכן שלצורך הקמת פארק או שדרה ירוקה, עם צנרת ניקוז טמונה בקרקעית הערוץ המקורי.
- יובל צפוני-מרכזי (סדר 1) - משמש מוצא לנקז עירוני כמתואר בתרשים ג-47. מיד במורדו ישנן עדויות לתחילת התחתרות וארוזיה (תרשים ג-48).
- יובל דרומי-מרכזי (סדר 1) - ראשיתו בפארק מים עירוני, שלמרות מיקומו האידיאלי לוויסות זרימת עיליות, הוא ניזון במי רשת אספקת המים, ייתכן שבגלל מגבלות איכות המים לצרכי פנאי ונופש שהוטלו על ידי משרד הבריאות. במורד היובל מספר סכרוני אבן (תרשים ג-46) המשמשים ככל הנראה לצרכים אסתטיים ולמניעת התחתרות בקרקעית הערוץ.
- יובל ראשי (סדר 3) - התפתחות ערוץ מקביל בתחילתו של הערוץ הראשי (תרשים ג-49) כתוצאה מהטיה מרוכזת של מי נגר עילי המצטברים לאורך הכביש החדש המוביל לפארק הטכנולוגי.

יובלי נחל ענבה המנקזים את העיר מודיעין אינם עונים להגדרה של 'נחל אלוביאלי' שעבורו נוסחו לעיל ממדי הרוחב הנחוצים, כמו גם מגבלות הבנייה בכל רצועת מגן. באזורים הרריים או סלעיים כדוגמת אגן נחל ענבה, יש לגזור את ממדי המסדרון בראש וראשונה מהמאפיינים הטופוגרפיים של המדרונות בכל גדה.

שני ממדים רלוונטיים שנמצאו תקפים ליובלי נחל ענבה הם רוחב הגדות ורוחב הצפה. רוחב הגדות של היובל הראשי של נחל ענבה (סדר 3) מוצג בתרשים ג-50 והוא שווה בערכו לכ-10 מטרים. כפי שניתן להיווכח, רוחב זה מתאים בקירוב לרוחב הזרימה המתחוללת אחת לשנתיים, בדומה לנחלים אלוביאליים.

רוחב ההצפה, המוגדר על פי רוחב הזרימה באירוע של 1:20 שנה, מוצג בתרשים ג-51 לאורך היובל המרכזי של נחל ענבה (סדר 2). כפי שניתן להיווכח, רוחב זה שווה בקירוב ל-6 פעמים רוחב הגדות, בהתאמה עם רוחב תוואי הנחל בנחלים אלוביאליים.

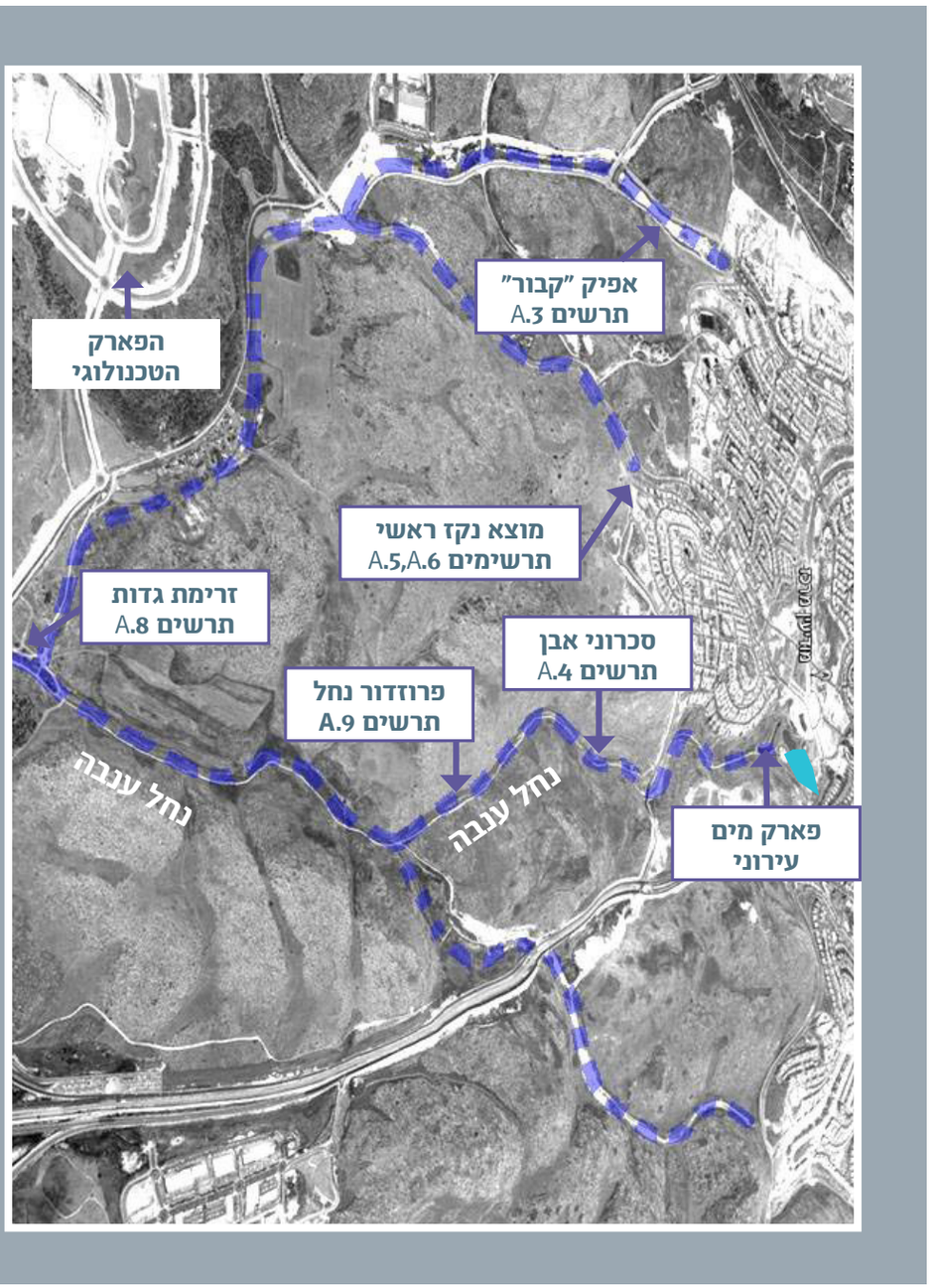
ממדי מסדרונות הנחל המומלצים במקרה הפרטי שלפנינו הם לפיכך:

ממדי רוחב הגדות (Bankfull) הטבעיים, התואמים רוחב זרימה באירוע של 1:2 שנים, בתחומם אסורה כל פעילות כגון חפירה, הרחבה והקמת סוללות.

ממדי רוחב הצפה, התואמים רוחב זרימה באירוע של 1:20 שנה, בתחומם אסורה בנייה של מכשולי זרימה מכל סוג שהוא.

כמובן שכיסוי/הטמנה של יובל טבעי, כדוגמת היובל הצפוני (תרשים ג-45), מבטל לחלוטין את עצם קיומו ותפקודו של מסדרון הנחל, וככל הידוע מהווה הפרה של חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות (1957).

בנחלים כדוגמת נחל ענבה בפרט, או בנחלים הרריים בכלל, יש להימנע מהטיה מרוכזת של נגר עילי מתוואי כביש לאורך מדרון הנחל. תוואי כזה מנקז בנוסף לשטח הכביש גם את הנגר העילי המתווסף ממעלה המדרון, ולריכוזו השפעה שלילית על יציבות המדרון ועל התפתחות הארוזיה בערוץ. נכון להתאים את מספר המוצאים ומיקומם בהתאם לצפיפות ולמיקום הערוצים הטבעיים המנקזים כל מדרון בנפרד.



תרשים ג-44 יובלים ומראי מקום של נחל ענבה



תרשים ג-45 מילוי/קבורה של היובל הצפוני (סדר 1) של נחל ענבה



תרשים ג-46 סכרון אבנים ביובל הצפוני-מרכזי (סדר 1) של נחל ענבה



תרשים ג-47 כניסה של נקז עירוני במעלה היובל המרכזי-צפוני (סדר 1) של נחל ענבה



תרשים ג-48 התמוטטות גדות 20 מטר במורד הכניסה של הנקז העירוני המוצג בתרשים הקודם



תרשים ג-49 התפתחות ערוץ מקביל כתוצאה ממוצא ניקוז של כביש חדש המוביל לפארק הטכנולוגי

3. בינוי אורבני

השטח המבונה בתחום האגן מרוכז ברובו בעיר מודיעין, אשר משתרעת כאמור על כרבע משטח האגן שבמעלה כביש 1. כמחצית משטח העיר יושבת על תשתית גיאולוגית מגיל טורון (חבורת יהודה) בעלת כושר חידור גבוה יחסית למי התהום. כושר החידור הגבוה מתבטא במקדם מילוי חוזר משוער של כ-40 אחוזים, הכפול בערכו ממקדם המילוי החוזר במישור החוף.

אין ברשותנו מידע מפורט על הקריטריונים ההנדסיים בעיר ומידת אכיפתם בכל הקשור לקידום בנייה רגישה למים (תר"מ). על סמך התרשמות ראשונית ודיון קצר באגף מהנדס העיר, נראה שנושא זה אינו נמצא בעדיפות גבוהה (כמו בעיריות רבות אחרות). כך למשל נצפה מילוי אפיקים בעפר לצרכיי פנאי ונופש; היעדר מתקני ויסות במוצאי צנרת הניקוז; והיעדר שימוש בפארק המים בחודשי החורף לטובת איגום וויסות הנגר העילי; ועוד.

בהנחה שכמחצית משטח העיר הוא אכן שטחים ירוקים, על פי פרסומי העירייה, ולנוכח מקדם המילוי החוזר הגבוה בכמחצית משטחה, סביר להניח בקירוב ראשוני, גידול של כ-100 אחוזים בנפח הנגר העילי המתנקז מתחום העירוני אל עבר יובלי נחל ענבה. גידול משמעותי כזה אינו מהווה מטרד לתושבי העיר בזכות העובדה שהעיר מצויה בחלקו העליון והגבוה של האגן, כך שעודפי הנגר העילי מתנקזים ללא הפרעה אל מחוץ לתחום השיפוט של העירייה.

בתשובה לחשש שהעלינו על הגידול בהיקף ההצפות ברשויות שכנות שלאורך תוואי הנחלים ענבה ואיילון ובמורדם, ענו נציגי העירייה שניתן לפתור בעיה כזו בנקל על ידי הטייית העודפים למחצבת נשר המרוחקת. כמובן שגישה זו אינה עולה בקנה אחד עם עקרונות הניהול האגני שתוארו לעיל, והיא אף עשויה להמליח את מי התהום, כטענת השירות ההידרולוגי, בגין נוכחות של ריכוזי מלח גבוהים מתחת לקרקעית המחצבה.

להלן עקרונות מוצעים לניהול הנגר העילי בתחום המבונה, בהתבסס על ממצאי הבדיקה הראשונית באגן נחל ענבה:

1. החלת סמכויות רשות הניקוז האזורית גם בתחום המוניציפלי העירוני, ובכלל זה אישור תוכניות מתאר, תוכניות אב ותוכניות מקומיות. פרקטיקה מקובלת כיום היא של אי-התערבות רשות הניקוז בניהול הנגר העילי בתחום האורבני. לשם הרחבת הסמכויות נחוצה חקיקה מתאימה (עדכון תמ"א 34 וחוק הניקוז), תגבור רשות הניקוז בכוח האדם מקצועי והקמת מנגנון עירוני לצורך בקרה ותחזוקה.
2. בחינה והסבה של השטחים הירוקים בחלקה הצפוני של העיר (בתחום מחשופי חבורת יהודה) לשטחים "סופגים", באמצעות מתקני החדרה עיליים ותת-קרקעיים. במסגרת זו מוצע גם לבחון מחדש את השימוש בפארק המים לטובת איגום וויסות תוספת הנגר העילי מהתחום המבונה.
3. לנוכח הקושי הקיים בוויסות ספיקות השיא בתחומי שטח מבונה קיים, כדוגמת העיר מודיעין, מוצע לווסת את ספיקות השיא באופן מרוכז במוצאי הנקזים הראשיים הקיימים. סכמה מוצעת של מיקום מתקני הוויסות מוצגת בתרשים ג-52. היעד התכנוני של כל מתקן הוא לווסת את ספיקות השיא של 1:20 שנה לערכם הטבעי כמפורט בפרק הפיתוח האורבני.

יש לציין שהגישה המוצעת לעיל שונה מגישתו של סיני (2003) שהתבססה על מספר רב של מלכודות נגר בערוצי הנחל ובמדרונות משני צדיו. תרשים ג-53 ו-תרשים ג-54 מציגים תכנון סכמתי של המלכודות הללו בחלוקה למלכודות "שחרור מהיר" לצורכי ויסות הספיקה בערוץ הנחל ומלכודות קטנות יותר במדרונות, בעיקר לצורכי החדרה.

הגישה התומכת במלכודות נגר היא ללא ספק ראויה בכל הקשור למיתון שיטפונות ולהעשרת מי תהום; אך היא כרוכה בהפרה משמעותית של המשטר ההידרולוגי והאקולוגי בכלל האגן. יתרה מכך, הטיעון המרכזי בזכות המערך הצפוף של מלכודות, היה של מיתון הצפות מחוץ לגבולות האגן, באזור בגוש דן בכלל ולאורך תעלת איילון בפרט.

במסגרת הגישה האגנית שאנו מנסים לקדם בעבודה זו, העיקרון הבסיסי הוא כאמור שמירה על המאזן ההידרולוגי והאקולוגי הטבעיים, קודם לפיתוח האורבני. לפיכך נכון לדעתנו לטפל במקור ההפרה באופן מקומי, מבחינת "לכלכת - ניקית", באמצעים של פיתוח בעצימות נמוכה (LID).

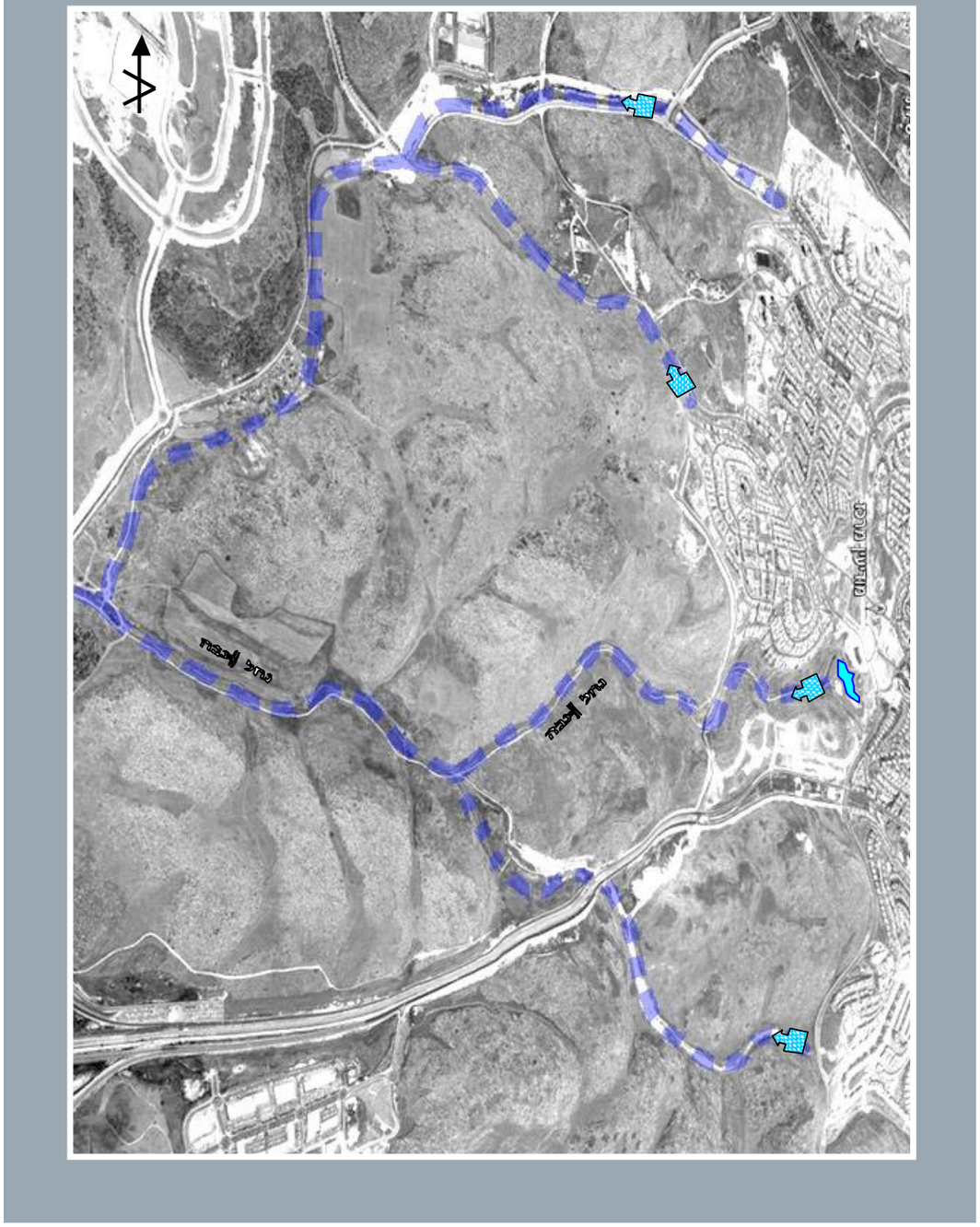
ללא ספק, תוספת של עשרות מלכודות נגר בתחום אגן קטן כדוגמת ענבה, חורגת מעקרונות אלו, הן בהיקף עבודות העפר והן ברמת התחזוקה השוטפת, בעוד הנהנים העיקריים מ'פירותיה' מצויים הרחק במורד האגן.



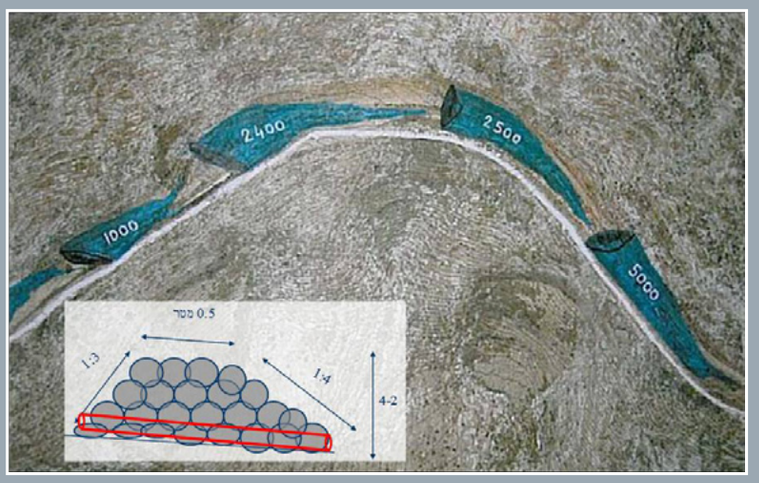
תרשים ג-50 רוחב זרימת גדות של כ- 10 מטר במורד נחל ענבה (סדר 3)



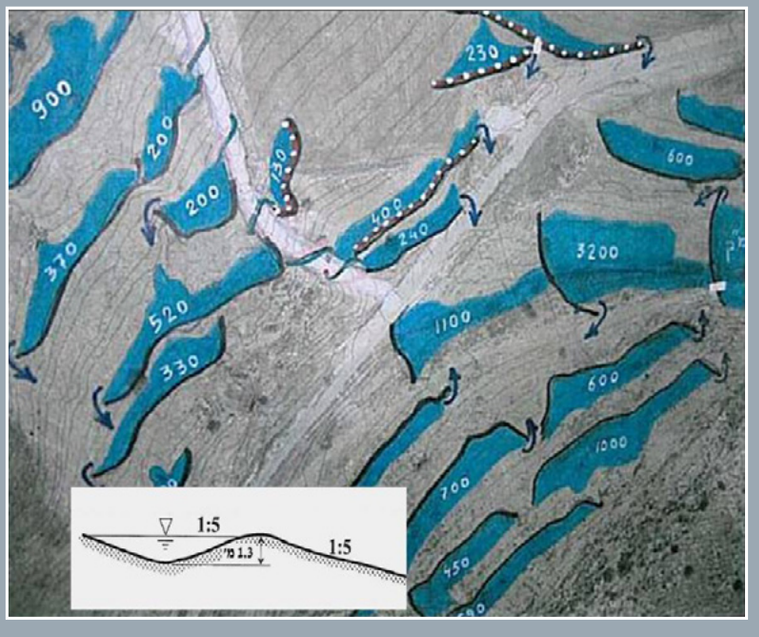
תרשים ג-51 רוחב פרוזדור של כ- 60 מטר ביובל המרכזי (סדר 2) של נחל ענבה



תרשים ג-52 שילוב מוצע של מתקני השהייה (בתכלת) במוצאי הניקוז של העיר מודיעין



תרשים ג-53 סדרת מלכודות נגר לוויסות הספיקה בערוץ המרכזי של נחל ענבה בתוספת חתך סכמתי של מתקן לשחרור מהיר(נפח כל מלכודת מסומן בלבן)



תרשים ג-54 מלכודות נגר לצורך החדרה והשהיה במדרונות נחל ענבה, בתוספת חתך סכמתי של פרופיל המלכודת (נפח כל מלכודת מסומן בלבן)

נספח 2 - תוספת מסילה רביעית לאורך תעלת איילון

1. כללי

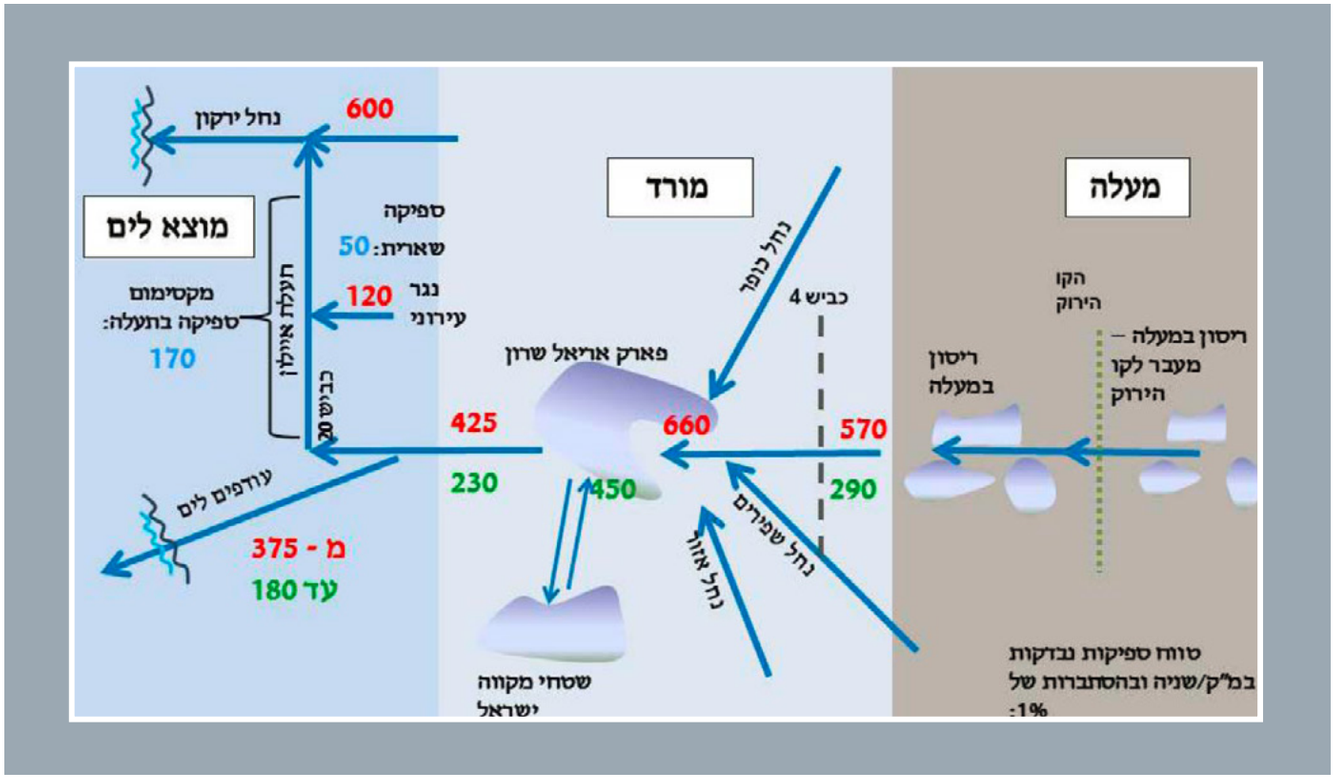
כיום מתוכננת תוספת של מסילה רביעית שתוצב במקביל לנתיב הזרימה של תעלת איילון, בין פארק אריאל שרון (פא"ש) בדרום מוצא איילון בצפון. במסגרת זו, נקבעה דרישה תכנונית על ידי נת"י, חברת נתיבי ישראל, לצמצום חתך התעלה עד כדי קיבול מרבי של 170 מ"ק לשנייה, זאת כפועל יוצא של אילוצי תכנון המסילה. קיבול זה, בניכוי הנגר העירוני המתנקז ישירות לתעלה, נמוך באופן משמעותי מספיקות השיא החזויות בכניסה לתעלה ולכן קיימת סכנת הצפה של נתיבי התחבורה ושל השכונות הדרומית של תל אביב באירועי גשם בינוניים ולמעלה מכך.

על מנת לעמוד בדרישה התכנונית שמציבה תוספת המסילה הרביעית, נדרשו הרשויות המתאימות להציג פתרון ניקוזי שימנע הצפות לאורך התעלה, עד כדי אירוע שיטפוני בעל תקופת חזרה של 100 שנה (1 אחוז). מפאת חשיבות ודחיפות הנושא, מונתה הוות"ל (הוועדה לתשתיות לאומיות במשרד הפנים) לפקח ולקדם את המאמץ התכנוני בפתרון הבעיה לעיל.

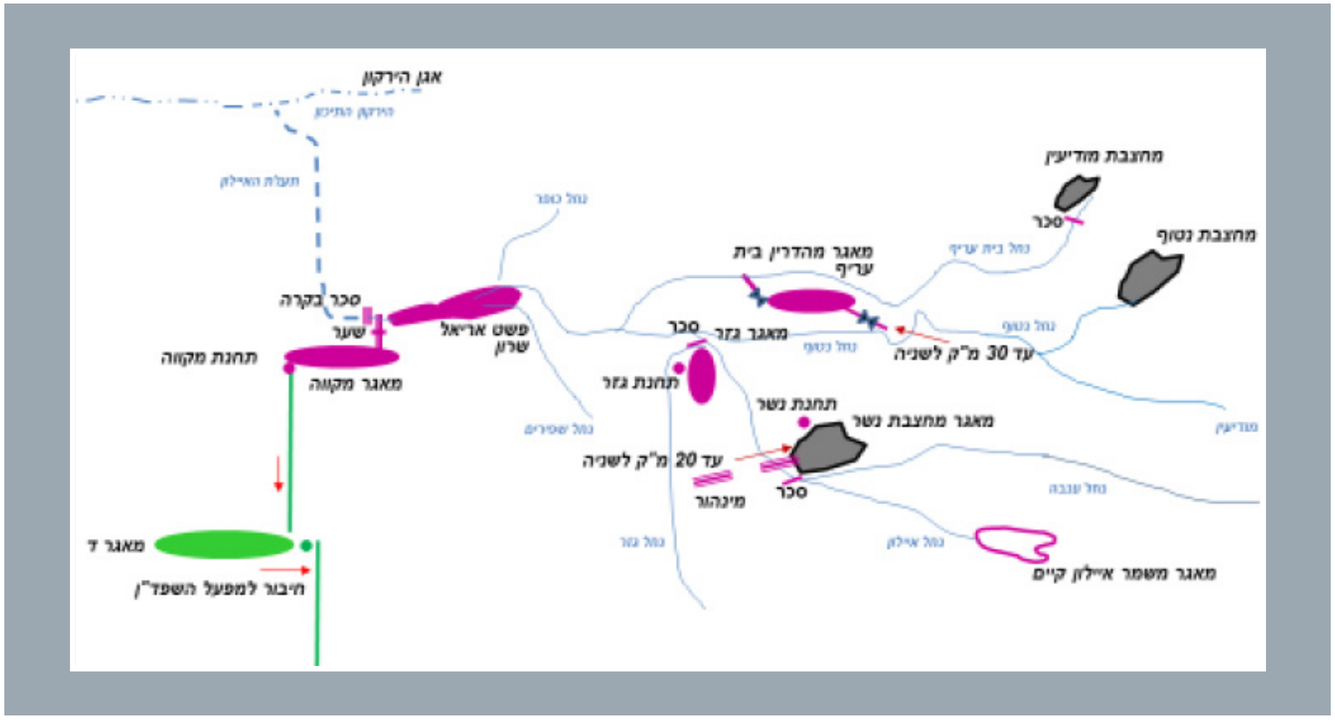
יישום מניעת הצפות במורד איילון, בכפוף לתוספת המסילה הרביעית, הוא בעל השלכות מרחיקות לכת על ניהול הנגר העילי באגן איילון ובמידה מסוימת גם באגן הירקון. לפיכך, נכון להתייחס לנושא זה גם במסגרת הרחבה יותר של ניהול אגני לטווח ארוך, הכוללת בנוסף לפן הניקוזי גם נושאים נלווים כגון ייעודי קרקע, אקולוגיה ורווחת התושבים.

מפאת חשיבות הנושא והעלויות הגבוהות הכרוכות ביישום הפתרון (בהערכה ראשונית, 2–4 מיליארד ₪), נבחרו שני צוותי תכנון בלתי תלויים להגשת פתרונות הנדסיים לאישור הות"ל. הצוות התכנוני הראשון, בראשות א' ספיבק – 'חברה להנדסה בע"מ' ו'גוטמן אסיף אדריכלים' (ספיבק, 2015); הצוות התכנוני השני בראשות חברת 'לביא-נטיף מהנדסים בע"מ' (לביא-נטיף, 2015). כפי שיובהר בהמשך, הצוות הראשון מקדם את **החלופה הימית**, בעלת מוצא ניקוזי לים והצוות השני מקדם את **החלופה היבשתית**, ללא מוצא ימי, הידועה גם בשם 'חלופת הלבץ', על שם המהנדס אילן הלבץ שיזם, התווה ותכנן את עיקריה.

הות"ל הגדיר לצוותי התכנון דרישות תכנוניות, בתאום עם רשות המים ומשרד התחבורה. הדרישות כוללות מגוון נושאים עקרוניים, ביניהם: הקיבולת המרבית של תעלת איילון לאחר הוספת המסילה הרביעית; אירוע היעד עבורו נדרש למנוע הצפות; תרומת הנגר העילי הצפוי להתנקז ישירות לתעלה; ובמידה מסוימת גם מרחב החלופות לבדיקה עבור כל צוות.



תרשים ג-55 סכמת החלופה הימית. מספרים באדום הם של ספיקות במ"ק לשנייה עבור ריסון מינימלי ובירוק עבור ריסון מקסימלי (ספיבק, 2015)



תרשים ג-56 סכמת החלופה היבשתית. בירוק מערך ההשבה (לביא-נטיף, 2015)

2. הפתרונות הניקוזיים

להלן נסקור פתרונות ראשוניים שהגישו שני צוותי התכנון בדוחות הביניים, בגין הדרישה להקטין את חתך תעלת איילון, לא כולל שינויים מאוחרים יותר. הסקירה תוגבל למאפיינים הבסיסיים בלבד של כל פתרון, ללא התייחסות לאיכותו וליעילותו ההנדסית של כל פתרון. נציין רק שהושקעה עבודה רבה בפתרונות ההנדסיים, וחלקם יצירתיים מאוד וברמה הנדסית נאותה.

בשני הפתרונות יש אלמנטים מרכזיים ומשותפים המתחלקים בין מעלה אגן איילון ומורדו. במעלה נכללים נפחי אגירה מתוכננים במחצבות נטוף, מודיעין ונשר, אליהם יוטו הגאויות לצורכי החדרה או השבה, וכן 3–4 מאגרי ויסות חדשים הניתנים לשליטה ולבקרה. במורד האגן נכלל פארק אריאל שרון (פא"ש) המיועד לוויסות שיטפונות עם נפח מרבי של 6.6 מלמ"ק (מיליון מטר קוב). שחרור הזרימה למורד מיועד להתבצע באמצעות שער רדיאלי נשלט בקודקוד הסכר הניתן לפתיחה מבוקרת בהתאם לכללי הפעלה ידועים מראש.

בשני הפתרונות משולבים נפחי אגירה/השהיה בהיקפים משתנים בשטחים החקלאים של מקווה ישראל הגובלים בפארק אריאל שרון. נפח אגירה מרבי בתחום מקווה ישראל הוא של כ-8 מלמ"ק המחייב חפירה לעומק של כ-17 מטר, ואמצעי ריקון לכמחצית נפח האיגום המרבי באמצעות שאיבה.

סכמת הניקוז של החלופה הימית מוצגת בתרשים ג-55 והיא מושתת על בניית מובל תת קרקעי בין פא"ש לבין המוצא הימי. החלופות האפשריות בהקשר זה הן מוצא מובל המסתיים בקו החוף (החלופה המועדפת) ומוצא מובל מטובע במרחק של 500 עד 1000 מטר מקו החוף. קוטר המובל בחלופות השונות משתנה כפונקציה של ממדי הוויסות במעלה האגן, בין 5 ל-8 מטר עבור הזרמה מרבית של 180 עד 375 מ"ק לשנייה, בהתאמה.

סכמת הניקוז של החלופה היבשתית מוצגת בתרשים ג-56 והיא מושתת על פינוי חלקי של עודפי הנגר העילי לצורכי השבה לצרכנים חקלאים בדרום. השבה כזו מחייבת את נפח האגירה המרבי במקווה ישראל בתוספת אמצעי ריקון (כ-18 מ"ק שנייה) והזרמה דרומה למאגר אחסון בקרבת מפעל השפד"ן. היקף ההשבה השנתי הממוצע מכלל המאגרים מוערך בכ-23 מלמ"ק לשנה.

בהיעדר מוצא חירום לים, החלופה היבשתית מחייבת פיקוח ובקרה הדוקים יותר בהשוואה לחלופה הימית. בהקשר זה בחלופה היבשתית נשמרת יתירות של כ-14 אחוז בנפח האגירה מסך כל הנפח המתוכנן.

3. דיון

במקרה הנדון, הונחו צוותי התכנון לתכנן את הפתרון הניקוזי עבור אירוע קיצוני בעל תקופת חזרה של 100 שנה. הנחיה דטרמיניסטית כזו עבור מגה-פרויקט, שעלותו מוערכת בין 2 ל-4 מיליארד ₪, היא בעייתית, הן ביחס להיקף הפרויקט והן ביחס לקריטריונים עדכניים בארצות מפותחות. היקף הפרויקט מחייב, ללא ספק, ניתוח סיכונים עבור טווח רחב של אירועים כולל אירועים בעלי תקופות חזרה של 500 עד 1000 שנה, כמקובל בארצות מפותחות (Directive 2007/60/EC).

ייתכן שההנחיה התכנונית שהתקבלה או נכפתה במקרה הנדון ל-100 שנה, נובעת גם מאשליית הביטחון שמקנה ערך של 100 שנה. מבחינה סטטיסטית ניתן להראות שלפרויקט בעל משך חיים של 50 שנה, ההנחיה לתכנן לתקופת חזרה של 100 שנה שקולה ללקיחת סיכון של 40 אחוז שתתרחש הצפה אחת לפחות במשך חיי הפרויקט.

לסיום ה"סאגה" הניקוזית של תעלת איילון, מוצגת כיום הדרישה החדשה לצמצום חתך תעלת איילון עד כדי זרימה מרבית של 170 מ"ק לשנייה. מעבר לשיקולים בעד ונגד דרישה זו, ברור שלולא הקיצוצים החוזרים ונשנים בקיבולת התעלה, ניתן היה לחסוך חלק ניכר מנזקי ההצפה שהתרחשו וככל הנראה גם חלק ניכר, גדול אף יותר, מעלויות הפרויקט הנוכחי.

בשני הפתרונות שהוצגו נכללים 7-6 מאגרים, סכר מבוקר בעל פתח יציאה 'דינמי' ומערך פיקוד והתראה. ההבדל העיקרי בין שני הפתרונות הוא המובל הסגור התת-קרקעי בפתרון הימי ומערך ריקון ושאיבה בפתרון היבשתי. שני הפתרונות הם בעלי רמת מורכבות גבוהה יחסית, כאשר עמידות הפתרון הימי גבוהה יחסית בזכות המובל התת-קרקעי, בהשוואה למוצא השאוב של הפתרון היבשתי.

כפי שיובהר בהמשך, מומלץ לבחון ברמה ההנדסית גם פתרונות פשוטים יותר כדוגמת מובל פתוח לים ופתיחת 'צווארי בקבוק' בתעלת איילון.

בהקשר זה יש להזהיר גם מפני הסתמכות יתר על מאגרי ההחדרה המוצעים במחצבות נטוף, נשר ומודיעין. הניסיון הקיים בתחום זה בארץ עדיין אינו מספק ויש להביא בחשבון השפעות שליליות, כגון ירידה בכושר ההחדרה כתוצאה מהצטברות משקעי סחף בקרקעית, הופעה של בצבוצי נביעות במורד המחצבות והמלחה אפשרית של מי התהום, כמו למשל בקרבת מחצבת נשר. בנוסף יש להביא בחשבון אפשרות להתהוות מרכז הסופה במורד המאגרים, באופן שיבטל חלקית את יעילותם במיתון ספיקות השיא.

4. לקחים

הלקחים שיש להפיק ביחס לאופן התנהלות הפרויקט הניקוזי הנדון, מתייחסים בעיקר לפערים שנמצאו בין אופן תכנון הפרויקט לבין מטרות התכנון האגני.

א. סדר קבלת ההחלטות: תחילה נקבע תוואי המסילה הרביעית ורק אחר כך החתך הנחוץ לצורך ניקוז התעלה. לכתחילה, החלטה כזו הייתה צריכה להתקבל במסגרת בדיקת היתכנות משולבת של צורכי התחבורה וצורכי הניקוז, ולא כאילוץ של פתרון תחבורתי, המחייב את שאר הרשויות להתאים אליו את הפתרון הניקוזי. כל פתרון ניקוזי שמתקבל בצורה כזו, יהיה כרוך בעלות גבוהה יותר ובאמינות פחותה בהשוואה לפתרון משולב של תוואי (מיקום וגובה) המסילה וניקוז התעלה.

ב. אופן גיבוש הפתרון הניקוזי: הפתרון הניקוזי הוגדר במידה רבה על ידי הות"ל והגופים הממשלתיים המסייעים לו, כדוגמת רשות המים. הנחיות הות"ל לצוותי התכנון כוללות את תקופת החזרה לתכנון, סופת התכן, קיבולת התעלה המרבית ואת תרומת הנגר העילי מהשטח העירוני. אך אין בהן התייחסות רחבה לניהול הנגר באגן הירקון כולו, אלא באגן המשנה של האיילון בלבד. כלומר, אין ניהול בראייה אגנית, ולא ברורה למשל השפעת ה"גיהוץ" (מיתון) של גל הגאות באיילון על הספיקה המשותפת במורד הירקון (הקטע המלוח). השפעה כזו יש לבחון הן ביחס לאפשרות צמצום פוטנציאל ההצפה במורד (רחוב בני דן) והן ביחס לאפשרות של פני ים גבוהים בשעת סערה (עד כדי 1.5 מטר מעל פני הים).

כפועל יוצא מהיעדר ראייה אגנית, לא נכון לקבוע את ממדי המשתנים בתהליך התכנון כגון אירוע התכן (1:100 שנה) או סופת התכן (120 מ"מ על פני כל האגן). מצב כזה משול לבניית קומה ראשונה בבניין ללא קומת הבסיס, בה אמורים להיבחן התרחישים השונים ומשמעותם. יתרה מזו, הנחיות חיצוניות מסוג זה פותרות את המתכנן החיצוני מאחריותו המלאה להצלחת הפרויקט, שהרי הוא לא נדרש לבחינת תוקף ההנחיות הללו.

ג. מינוי צוותי התכנון: ככל הידוע אין בארץ גוף תכנון המתמחה בתכנון מערכות ניקוז מורכבות ויקרות כדוגמת פרויקט איילון, שעלותו מיליארדי ש"ח. נכון היה לפנות באמצעות מכרז לחברות תכנון בין-לאומיות בעלות ניסיון מוכח בפרויקטים בסדר גודל כזה. בהיעדר פנייה לחברות כאלה, יש לברך על הבחירה בשני צוותי תכנון מתחרים ביניהם על מציאת הפתרון ומן הראוי להשלים מגמה זו בבקשת חוות דעת מקצועית ובלתי תלויה של מומחה בינלאומי בתחום.

ד. הצורך בקביעת אמות מידה ברורות להשוואה בין הפתרונות המוצעים: למעט אומדני עלויות בנייה, אין פרמטרים לבחינת התועלות של הפתרונות המוצעים לצורך השוואה ביניהם, לדוגמה השבת מים לחקלאות; הפחתת שיעור הצפות במורד הירקון וכדומה. תנאי מקדים לצורך זה הוא התוויית השטחים המיועדים להצפה כיום והערכה כלכלית מקיפה של התועלת המושגת בכל פתרון. ניסיון של ניתוח כלכלי כזה הוצג על ידי צוות החלופה הימית אולם לא ברורה מהימנותו בהיעדר התוויית מפות סיכון/הצפה.

5. המלצות

שלבי תכנון

תכנון תחבורתי חייב להשתלב עם תכנון ניקוזי מתאים, שבמסגרתו יבוצע סקר היתכנות ביחס לחלופות התחבורתיות השונות, למשל מיקום וגובה תוואי המסילה הרביעית, תוך התייחסות לעלות הניקוזית של כל חלופה. לאחר שלב זה, או בהנחה שלא ניתן לשנות את התוואי התחבורתי, נכון לבצע סקר סיכונים ראשוני בנושא ההצפות, כולל התייחסות לספיקות שיא קיצוניות, אם באמצעות אומדן של השיטפון המרבי האפשרי (Probable Maximum Flood - PMF), ולחלופין, באמצעות הגדרת אירועים בעלי תקופות חזרה שבין 500 ל-1000 שנה.

סקר ההיתכנות המוצע תואם לשלב הראשון, מבין השלושה הקיימים, המחייב כיום את המדינות המפותחות באירופה, כפי שנוסח בהוראת הפרלמנט האירופי משנת 2007. במסגרת שלב זה יש להגדיר באופן הנרחב ביותר את המדדים הכלכליים והסביבתיים ליצירת מכנה משותף לבחינת מרחב הפתרונות שבהמשך.

השלב השני על פי החלטת הפרלמנט האירופי, הוא התוויה של מפות הצפה להסתברויות השונות וכימות הנזקים המתאימים לכל הסתברות. המידע של שלב זה ישמש את השלב השלישי והאחרון, של הגשת פתרונות הנדסיים בשיתוף פעולה עם התושבים המקומיים. בהשוואה עם אופן ההתנהלות של פרויקט המסילה הרביעית, בפרויקט זה "חסרים" שני שלבי התכנון הראשונים שכאמור מחייבים את מרבית מדינות אירופה.

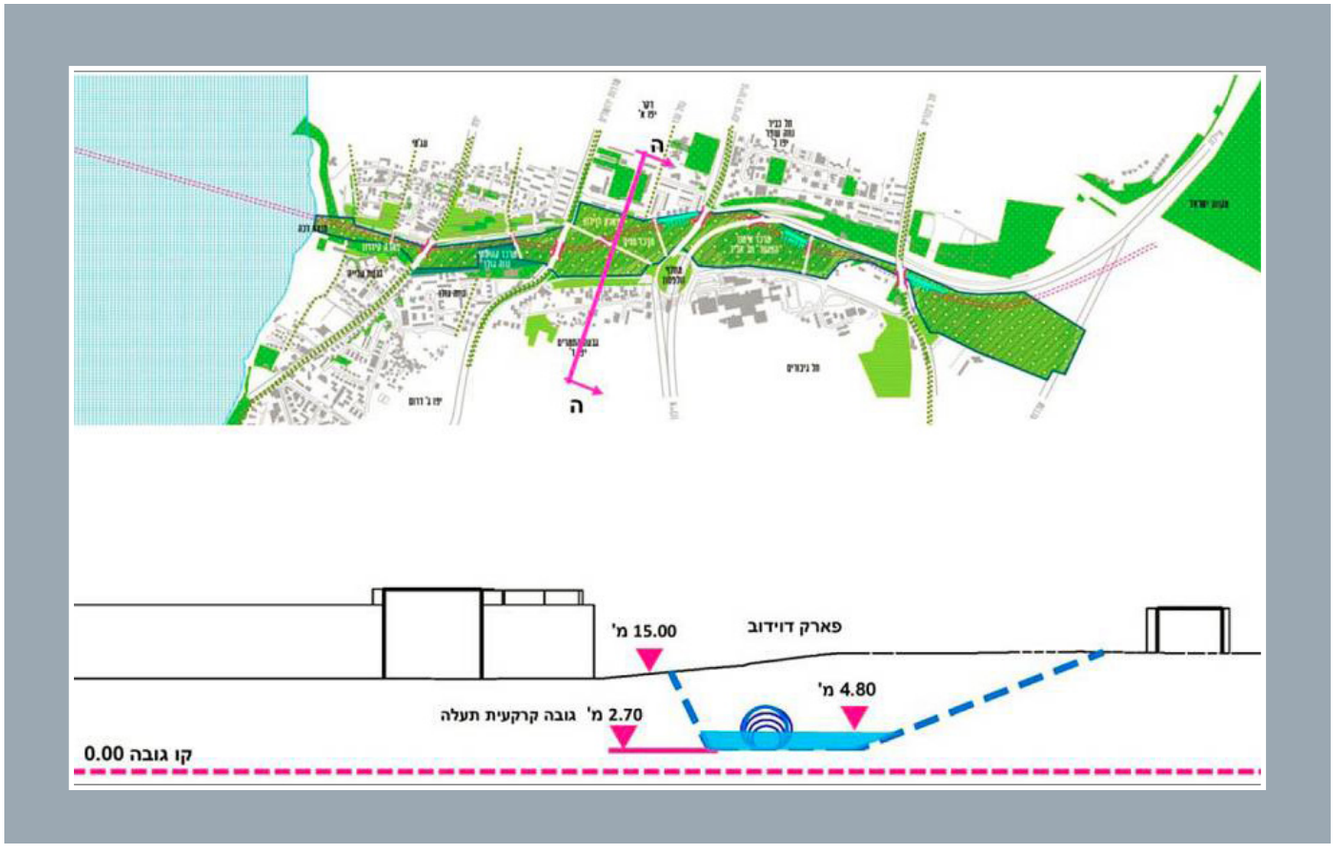
העדפת פתרונות עמידים

פתרון ניקוזי לאירועים קיצוניים חייב להיות בעל רמת עמידות גבוהה. הפתרונות שהוצגו בפרויקט המסילה הרביעית הם בעלי מורכבות גבוהה ומחייבים תחזוקה הדוקה ורציפה למשך עשרות שנים. בנוסף, הפתרונות כוללים אלמנטים פגיעים במיוחד, כמו אמצעי שאיבה מסיבית בחלופה היבשתית; מובל תת קרקעי בחלופה הימית; ומגוף דינמי בשתי החלופות, ביציאה מפארק אריאל שרון מעל לציר התחבורה המרכזי בארץ.

פתרון פשוט יותר, עמיד ובעל היגיון גיאומורפולוגי, הוא למשל מובל פתוח לים, המשולב בפרוזדור ירוק לרווחת התושבים. פתרון כזה, המוצג בתרשים ג-57, הוצע על ידי צוות החלופה הימית, אולם מסיבות שלא הובהרו דיין בדוח הביניים, הוא לא נכלל בחלופות המצרפיות. מן הראוי להזכיר שמובל פתוח (חפיר) לים היה הפתרון המועדף עוד בתקופת המנדט הבריטי ושפתרונות דומים כבר יושמו בארצנו בעבר הרחוק על ידי הרומאים, שכידוע היו מהנדסי מים מעולים ('אקווריוס').

המובל התת-קרקעי, שהוא החלופה המועדפת של צוות התכנון בראשות א' ספיבק, מחייב שימוש במקדמי ביטחון גבוהים מאוד למניעת סתימה או כשל טכני. אין להתפלא לפיכך שצוות התכנון מצא לנכון להדגיש ש"המובל יתוכנן ברמת בטיחות הגבוהה ביותר המשתווה למתקנים אסטרטגיים צבאיים". לא בטוח שתושבי האזור ישמחו לבניית מתקנים אסטרטגיים בקרבתם וייתכן שכדאי לשמוע את דעתם, ברוח הנחיות הפרלמנט האירופי.

בניית מובל פתוח לים עשויה לחסוך חלק ממאגרי הוויסות המתוכננים במעלה, להקטין את סכנת ההצפות במורד הירקון, להותיר מרחבים ירוקים בפארק אריאל שרון ולאפשר ניצול מרבי של ציר איילון לתשתיות תחבורתיות ואחרות. גישה כזו תואמת את המגמה הנוכחית בארצות מפותחות של הרחבת עורקי הניקוז והסרת מכשולי זרימה כגון סכרים וסוללות. פרויקט מוביל כזה הוא לדוגמה (Room for the Rivers CRUE, 2008) המסתיים בימים אלה בהולנד. למותר לציין שהפתרונות הניקוזיים המוצעים כיום למסילה הרביעית עומדים בסתירה לגישה עדכנית זו.



תרשים ג-57 תוואי המובל הפתוח וחתך העובר דרך שכונת יפו א (ספיבק, 2015)

פעולות מידיות

פעולה מידית שרצוי לבחון ולממש ללא דיחוי היא פתיחת 'צווארי הבקבוק' בתעלת איילון, אם הם קיימים, לאחר בניית המסילה השלישית. לצורך זה יש לבחון פעם נוספת את ביצועי התעלה בעזרת מודל הידרולי המושתת על תוצאות מדידה עדכניות של גיאומטריית התעלה. סביר להניח שניתן לשפר את כושר ההזרמה הנוכחי של התעלה בהיקף של 10-15 אחוזים באמצעות שינויים מינוריים בגיאומטרית התעלה, המסילות וגשרים למיניהם.

בהמשך ממומלץ למפות את השטחים המיועדים להצפה במצב הנוכחי, באירועים של לפחות 100 שנה, ולתכנן אמצעי התראה ופינוי תושבים ביעילות המרבית. במקביל יש לבצע בפועל הטיה חלקית של הגאויות למחצבות קיימות ולבחון את תוצאות הלוואי כתוצאה ממהלך כזה.

מימוש **המלצות אלה יאפשר, לזמן מוגבל, את תחילת העבודות על המסילה הרביעית**, כאשר במקביל להתקדמות העבודות יושלם התכנון הניקוזי בהתאם לשלושת השלבים שהוצעו על ידי הפרלמנט האירופי. בכל מקרה, מומלץ מאוד ללוות את התכנון בקבלת חוות דעת בלתי תלויה ממומחה או משרד תכנון הנדסי מוכר ובינלאומי.

נספח 3 - ספיקות שיא

1. כללי

מידע על פרישה מרחבית של ספיקות השיא באגני הירקון ואיילון חיוני לצורך תכנון מתקנים הידרוליים בערוצי הנחלים (מעבירי מים), אמצעי הגנה מפני נזקי שיטפונות וארוזיה (מאגרי ויסות וייצוב מדרונות) ולצורך ניהול ושיקום אקולוגי של הגדות (מסדרונות הנחל). דוגמה רלוונטית לשימוש במידע על ספיקות השיא היא של הקצאת רוחב המסדרון האקולוגי או תחום פשט ההצפה, כפונקציה של רוחב הזרימה באירוע זרימה בעל הסתברות נתונה.

קושי מְדִי ב'כריית' המידע הנחוץ לחישוב ספיקות השיא החזויות, הוא היעדר מידע מדוד בצדו המזרחי של הקו הירוק, בו נכללים מרבית שטחם של האגנים הנדונים. המידע המדוד הקיים הוא של תחנות הידרומטריות של השירות ההידרולוגי ושל התחנה לחקר הסחף, הפרושות בצדו המערבי של הקו הירוק, כמפורט בטבלה ג-5 ותרשים ג-58.

לנוכח הפערים במידע משני צדי הקו הירוק, כמו גם לנוכח השונות הגיאומורפולוגית והאקלימית בין הצדדים, יוצגו ספיקות השיא החזויות בנפרד עבור כל צד - תחום השפלה ומישור החוף שממערב לקו הירוק והתחום ההררי שממזרח לו.

לצורך הכנת הדוח נעשה שימוש בדוחות קודמים, כמפורט ברשימת המקורות המצורפת, ובחישובים עצמאיים שבוצעו במהלך עבודה זו לפי הצורך.

2. ספיקות שיא בתחום השפלה ומישור החוף

כאמור, ספיקות השיא החזויות בתחום השפלה ומישור החוף מבוססות על תוצאות המדידה של מערך התחנות ההידרומטריות בתחום זה. מידע מרוכז ומעובד של הספיקות האלה כלול בבסיס הנתונים שהוכן על ידי התחנה לחקר הסחף, לבקשת רשות ניקוז הירקון (ארבל וחוב' 2007).

ספיקות השיא חושבו עבור 49 אתרים לאורך יובלי הירקון והאיילון, כמפורט בטבלה ג-6 ובתרשים ג-59. הספיקות חושבו ל-4 תקופות חזרה של 10 שנים (10%), 20 שנה (5%), 50 שנה (2%) ו-100 שנה (1%). תקופת החזרה T בהקשר זה, היא מרווח הזמן הממוצע שבין הופעת ספיקת השיא הנדונה או גדולה ממנה. כך למשל, אם נמצא שערך ספיקת השיא של T=50 שנה הוא 88 מ"ק לשנייה, אזי צפוי שתתרחש ספיקת שיא, שווה או גדולה מ-88 מ"ק לשנייה, כל 50 שנה בממוצע.

בחירת האתרים לחישוב ספיקות השיא נעשתה בהתאם למיקום תחנות המדידה הקיימות ובהתאם לנקודות נבחרות, שעבורן נמצא שיש לשפר את מערך ההגנה בפני שיטפונות. השיטות הסטטיסטיות שנעשה בהן שימוש הן (1) מודל סטטיסטי-הידרולוגי שפותח על ידי חברת הידרומודול (2) אנלוגיה בין אגן מנוטר לבין אגן סמוך שעבורו לא קיימים נתוני מדידה.

לנוכח הפיתוח המואץ של השטח המבונה בתחום העבודה, נעשה ניסיון לכלול את השפעת הפיתוח בכל אחת משתי השיטות. בשיטה הראשונה, באמצעות הכללת תוספת השטח המבונה במורד האגן; ובשיטה השנייה, באמצעות שמירה על דמיון תכסיות בין שני האגנים שכנים.

3. ספיקות שיא בתחום ההררי

בתחום האגן ההררי שממזרח לקו הירוק אין כאמור מידע הידרומטרי מדוד, להוציא מידע מתחנה בודדת בנחל דולב שבקרבת העיר מודיעין עילית. חישוב ספיקות השיא החזויות נעשה לפיכך בהסתמך על תוצאות המדידה בתחנות המזרחיות ביותר שבמוצאי היובלים

ההרריים, ובכלל זה: תחנות נחל בית עריף (בכביש מגדל אפק–לוד ובכביש 46), נחל רבה (ראש העין), נחל איילון (משמר איילון ולוד), נחל קנה (ירחיב), נחל נטוף (אל על) ונחל שילה (נחשונים).

ערכי ספיקות השיא החזויות בכל אחת מהתחנות לעיל חושבו בעבודות קודמות שהוגשו על ידי השירות ההידרולוגי (גבעתי וספיר, 2004) והתחנה לחקר הסחף (ארבל חוב', 2007) והן נבחנו ומוינו כאן בשנית. החיזוי של ספיקות השיא ממזרח לקו הירוק בוצע באמצעות קירובי רגרסיה של ספיקת השיא החזויה בכל תחנה, כפונקציה של השטח המתנקז אליה. שטח זה הוא הפרמטר הדומיננטי יותר בקביעת ספיקת השיא, לנוכח שיעור ההומוגניות הגבוה שנמצא בין שאר הפרמטרים ההידרולוגיים, כגון משטר המשקעים, ליתולוגיה, גיאומורפולוגיה וכדומה.

תוצאות הרגרסיה בין שטח אגן ההיקוות לבין ספיקת השיא החזויה, לכל תקופת חזרה, מוצגות בתרשים ג-60 כפי שניתן להיווכח, קיימת התאמה טובה יחסית בין ערך ספיקות השיא לבין שטח האגן התורם, וסביר להניח, לנוכח שיעור ההומוגניות הגבוה, שהתאמה כזו מתקיימת גם ביחס לכלל האגנים ההרריים. התאמה דומה הושגה בעבר על ידי גבעתי ועצמון (2015) ביחס לספיקות שיא חזויות במעלה אגן הירקון והאיילון, עבור תקופת חזרה של 100 שנה בלבד.

בהקשר זה כדאי גם לציין את היחסים שנמצאו בין ספיקות השיא החזויות לבין תקופת החזרה. כך למשל, עבור תקופות החזרה 50 ו-100 שנה, נמצא יחס ספיקות גבוה של 0.7 לשטחי אגן של 100 קמ"ר ו-0.8 לשטחים גדולים יותר של כ-300 קמ"ר. ככלל, יש להגביל את תחום השימוש בנוסחאות הרגרסיה שנמצאו לאגנים גדולים מכ-30 קמ"ר, כאשר עבור אגנים קטנים יותר צפויות להתקבל ספיקות שיא גבוהות יותר מהחזוי.

דוגמה לשימוש בקווי הרגרסיה עבור תת-אגן במעלה נחל דולב, מוצגת בתרשים ג-61. שטח תת-האגן הנבחר נמדד ונמצא שווה ל-37.9 קמ"ר. בהצבת ערך זה בנוסחאות הרגרסיה המפורטות בתרשים ג-60, מתקבלת ספיקת השיא, לתקופת חזרה של 50 שנה, בערך של 44 מ"ק לשנייה.

יישום של תוצאות הרגרסיה על מבחר אתרים באגן האיילון שממזרח לקו הירוק, מוצג בטבלה ג-7 ובתרשים ג-62. ספיקות השיא חושבו לתקופות חזרה שבין 10 עד 100 שנה על בסיס משוואות הרגרסיה שפותחו כאן, ועל בסיס חלוקת האגן ההררי לתת אגנים שבוצעה בעבודתם של גבעתי וספיר (2014) לצורך חקירת סופת הגשמים בינואר 2013.

השלמת ספיקות השיא החזויות בתחום אגן הירקון אפשרית באופן דומה על ידי חלוקת האגן לתת-אגנים, באמצעות תוכנת ממ"ג, או באופן ידני, כמו בדוגמה שהוצגה לעיל.

מס' סידורי	מס' תחנה	שם הנחל	שם התחנה	קואורדינאטות		שטח אגן ההיקוות (קמ"ר)	תקופת התצפיות
				Y	X		
ה1	17106	ירקון (רבה)	כביש תל אביב - חיפה	670200	181100	107	1951-1961
2	17110	קנה	ירחיב	672680	196540	240	1943-
3	17125	שילה	נחשונים	664020	196420	357	1943-1997
4	17135	ירקון	כביש הרצליה	668100	183920	953	1940-
5	17144	איילון	לוד	652850	180750	296	1939-1952
6	17145	איילון	לוד	652850	180750	139	1956-

מס' סידורי	מס' תחנה	שם הנחל	שם התחנה	קואורדינאטות		שטח אגן ההיקוות (קמ"ר)	תקופת התצפיות
				Y	X		
7	17155	נטוף	אתר "ג"	654620	191250	251	1939-
8	17160	בית עריף	כ.מגדל אפק-לוד	654900	195450	46	1957-1995
9	17165	איילון	בית-דגן	658190	186050	526	1955-1998
10	17168	איילון	שכונת עזרא	662000	182000	593	1993-
11	17172	איילון	נחלת יצחק	664820	180720	629	1938-1955
12	17-03042	שפרירים		655600	186400	34	1978-
13	17-0372	גזר		646300	180200	19	1978-2001

טבלה ג-5 מאפיינים עיקריים של תחנות הידרומטריות באגן ירקון-איילון (ארבל וחוב' 2007)

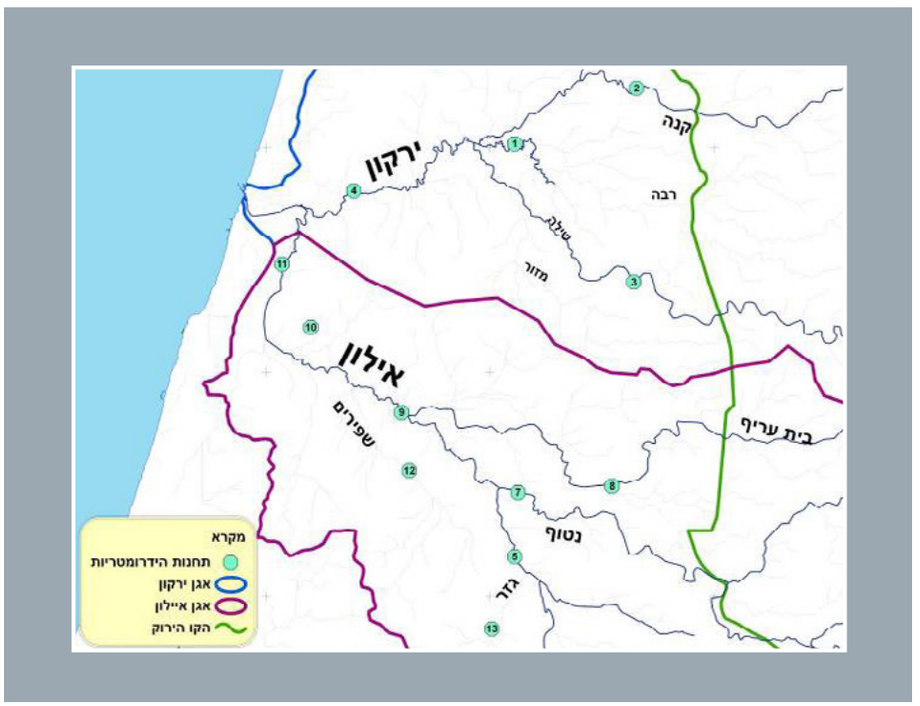
מספר סידורי	אגן	שם הנחל	שט"ח (קמ"ר)	קואורדינטות		ספיקות שיא			
				X	Y	10%	5%	2%	1%
24	ירקון	רבה חיבור לירקון	82	192722	66914	55	81	117	147
25	ירקון	רבה קו ירוק	70.6	198661	667477	51	75	109	136
31	ירקון	סוסי	32	198774	666999	35	50	73	92
36	ירקון	יובל ירקון ללא שם	16.1	192253	670163	21	29	38	46
49	ירקון	יובל ירקון ללא שם 3	1.6	193155	670204	5.7	7.4	9.5	11
45	ירקון	יובל ירקון ללא שם 1	7.1	194567	669437	10	14	19	23
46	ירקון	יובל ירקון ללא שם 2	5.3	193670	669946	10	14	19	22
8	ירקון	קנה לפני כניסה לירקון	374.9	191126	671022	189	260	362	436
35	ירקון	הדס	19.4	191132	671071	42	54	69	81
13	ירקון	קנה לפני סיר	243	194478	673402	94	138	198	249
20	ירקון	סיר	107.7	194159	673724	63	38	134	168
33	ירקון	ואדי עסלה י.סיר	21.1	196358	675851	28	41	59	74
15	ירקון	קנה קו ירוק	231.2	198899	671787	93	135	197	247
6	ירקון	ירקון אחרי כניסת קנה	488.5	190292	670290	223	306	418	509

מספר סידורי	אגן	שם הנחל	שט"ח (קמ"ר)	קואורדינטות		ספיקות שיא			
				X	Y	10%	5%	2%	1%
40	ירקון	הדר	9.4	189526	670234	22	28	35	40
7	ירקון	שילה כניסה לירקון	413.6	189279	670114	161	229	320	397
9	ירקון	שילה לפני מזור	389.7	171533	667544	135	197	281	352
28	ירקון	מזור	19.6	171352	667755	38	49	62	73
34	ירקון	מזור לפני עירוני	4.6	192546	663814	12	15	20	23
10	ירקון	שילת עינת	383.9	193820	665065	131	192	275	345
50	ירקון	מזור הררי	16.2	194318	663767	16	22	31	39
11	ירקון	שילה קו ירוק	350.4	200297	662590	114	170	244	309
47	ירקון	פרדס	2.8	188781	670284	12	17	24	30
43	ירקון	הדרים	8	186642	668623	20	28	38	45
2	ירקון	ירקון כביש 4	947.1	185954	668233	310	426	581	708
1	ירקון	ירקון לפני איילון	969.3	181885	667441	314	431	588	717
19	איילון	איילון כביש 1	113	197351	647729	51	76	109	139
27	איילון	נחשון	39.7	196137	640400	26	39	55	70
17	איילון	איילון מאגר	160.5	195994	641945	69	101	145	182
21	איילון	שעלבים	8	196337	642677	6	10	15	19
16	איילון	איילון לפני ענבה	14.7	193449	645150	11	17	25	32
30	איילון	ענבה כביש 1	32.5	193194	645731	19	29	43	55
41	איילון	גניאל	8.3	192960	648385	6.2	3.3	15	20
38	איילון	גימזו	14.3	192324	650589	10	15	23	30
26	איילון	גזר	56.6	191352	65072	49	63	81	95
29	איילון	גזר כביש 6	34.7	189741	646587	38	49	64	75
12	איילון	איילון כביש 40	135.2	191443	651210	54	85	139	190
14	איילון	נטוף כביש 6	232.8	196118	652237	118	170	248	312
22	איילון	נטוף ללא מודיעין	101.9	200641	650681	62	90	131	164
21	איילון	מודיעין	105.7	199924	649466	63	91	133	167

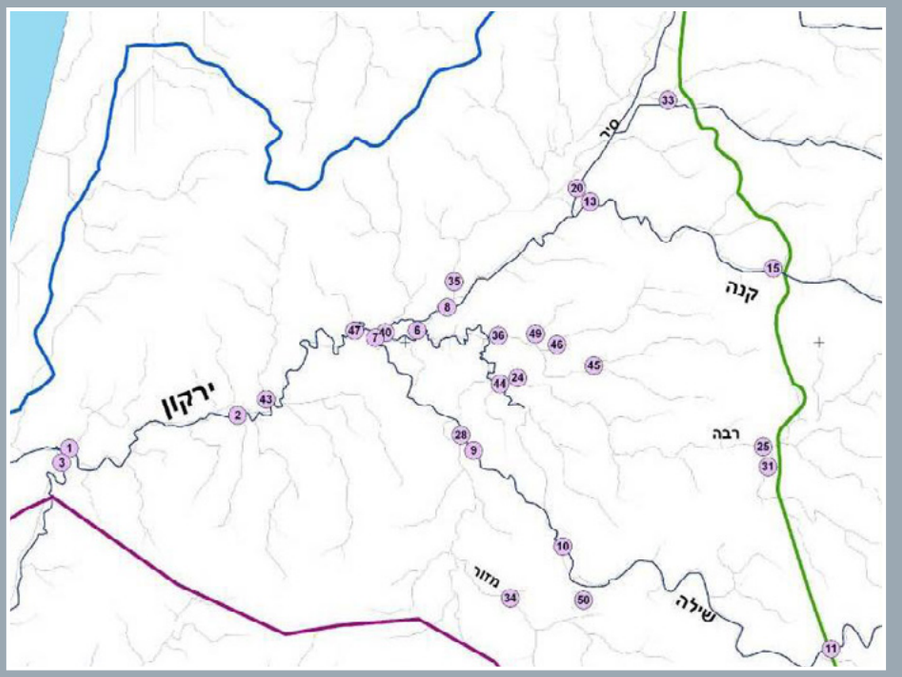
מספר סידורי	אגן	שם הנחל	שט"ח (קמ"ר)	קואורדינטות		ספיקות שיא			
				X	Y	10%	5%	2%	1%
5	איילון	איילון לפני בית עריך	402.2	186166	657988	192	269	374	450
18	איילון	בית עריך כניסה	126.5	186242	658110	89	121	164	199
23	איילון	בית עריף כביש 46	91.5	192258	657292	47	68	98	122
39	איילון	נבלט כביש 6	13.8	196504	654528	14	20	28	35
37	איילון	בית עריך קו ירוק	15.1	200234	657192	14	21	29	36
4	איילון	איילון כביש 4	588.6	183637	659688	272	368	496	599
32	איילון	שפירים תחנת תחל"ס	30.9	186300	655604	40	55	79	38
48	איילון	שטח (קמ"ר)	2.4	180596	660494	6.3	7.7	3.5	11
3	איילון	איילון כניסה לירקון	670	181700	661039	290	393	530	639

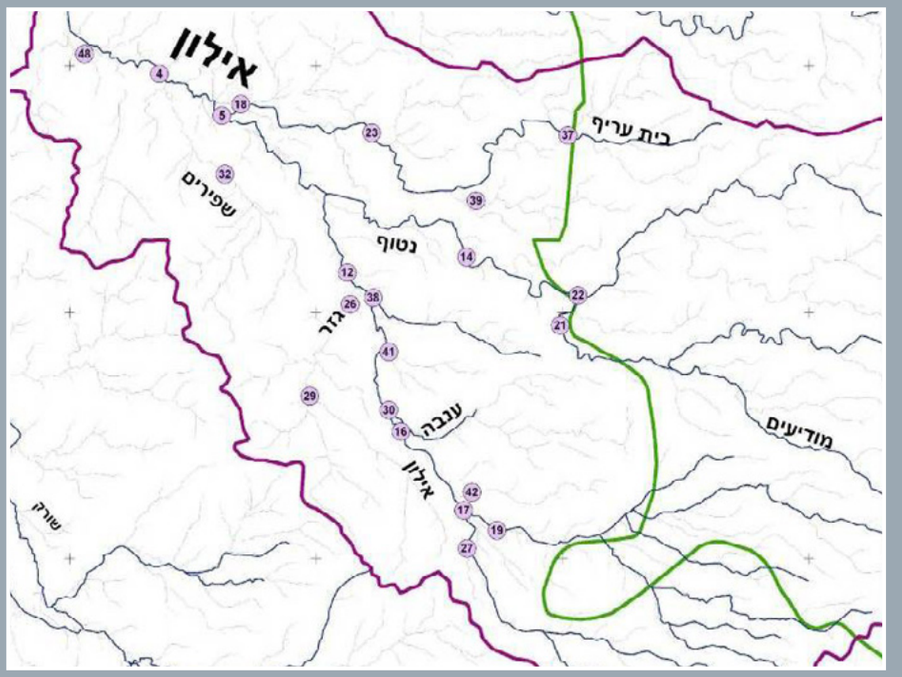
טבלה ג-6 פרישה מרחבית של ספיקות שיא חזויות בהסתברויות שונות בתחומי הקו הירוק (ארבל וחוב' 2007)

הערה: שטחי אגני היקוות במורד מאגר משמר איילון מוצגים בטבלה בניכוי 160.5 קמ"ר שהינו השטח המתנקז כיום למאגר (הוקם בשנת 1955 ועד היום לא נרשם אירוע גלישה).

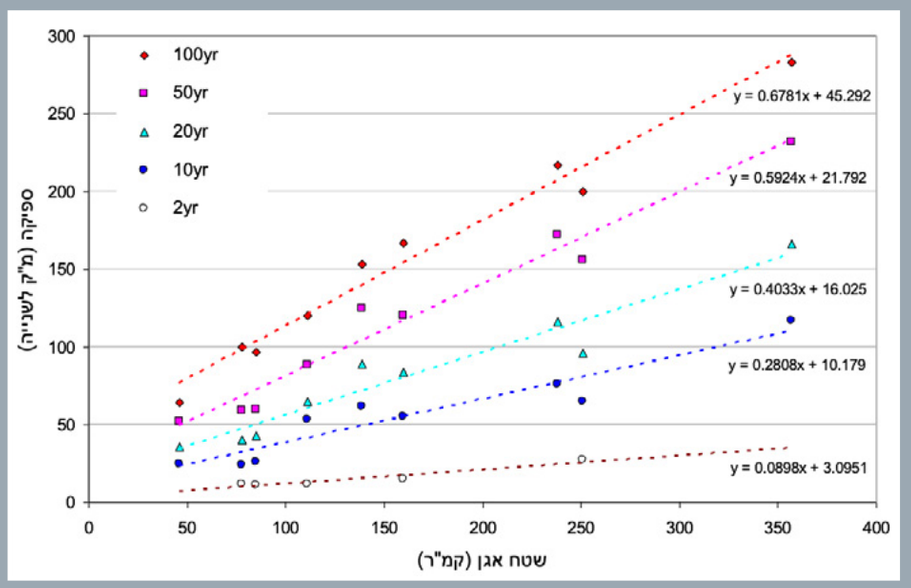


תרשים ג-58 פרישה מרחבית של תחנות הידרומטריות באגן ירקון-איילון (ארבל וחוב' 2007)

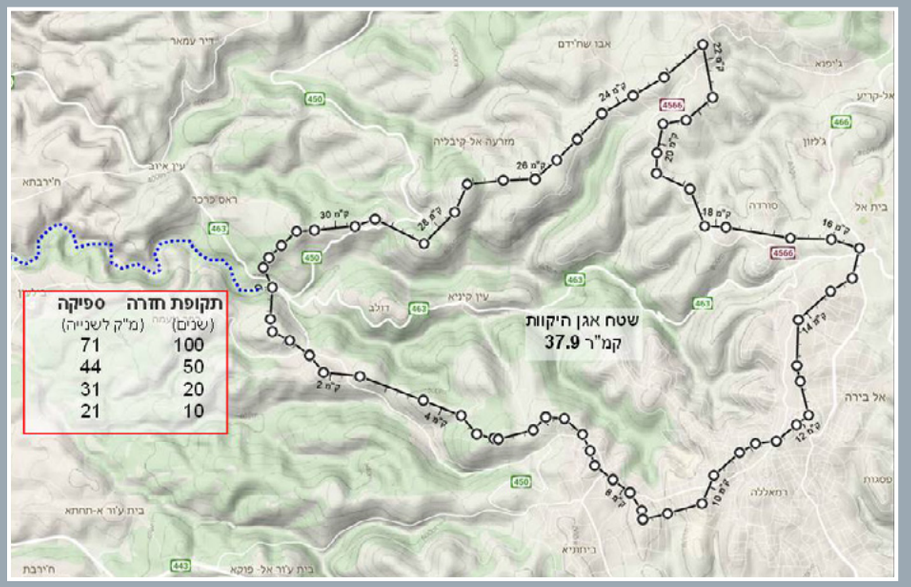




תרשים ג-59 פרישה מרחבית של המיקומים עבורם חושבו ספיקות השיא החזויות כמפורט בטבלה C.2
(למעלה - אגן הירקון, למטה - אגן איילון)



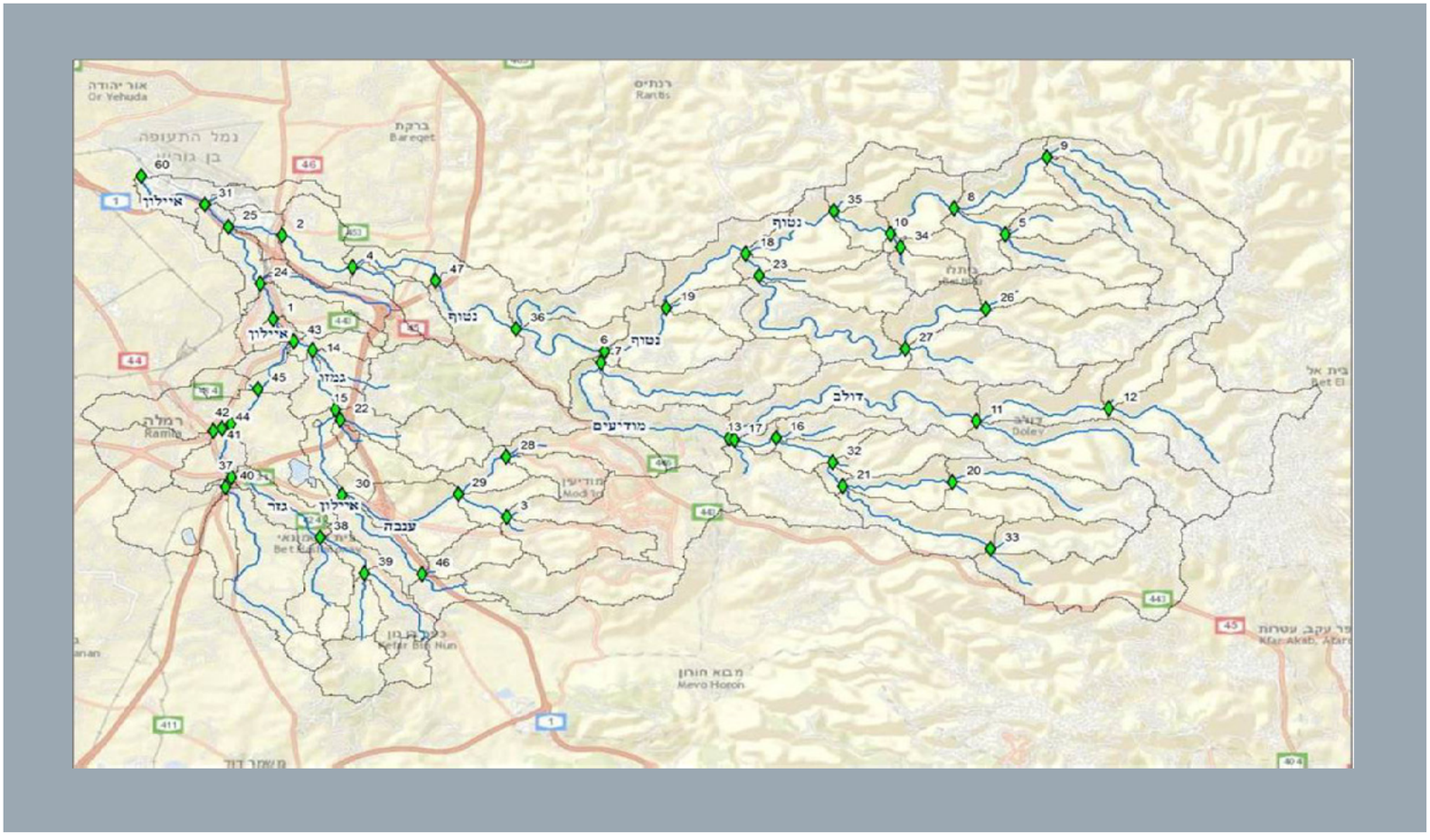
תרשים ג-60 קרובי רגרסיה של ספיקות השיא החזויות, כפונקציה של שטח ההיקוות באגני הירקון והאיילון, עבור כמה תקופות חזרה



תרשים ג-61 דוגמת חישוב ספיקות השיא החזויות במעלה אגן נחל דולב הממוקם בחלקו ההררי של אגן נחל האיילון

מס' סידורי	שטח אגן (קמ"ר)	ספיקת שיא (מ"ק לשנייה)			
		10yr	20yr	50yr	100yr
3	14.7	14.9	22.0	30.5	55.3
4	240.3	78.3	112.9	164.1	208.2
6	217.5	71.9	103.7	150.6	192.8
7	115.5	43.2	62.6	90.2	123.6
8	31.6	19.7	28.8	40.5	66.7
9	15.7	15.2	22.4	31.1	55.9
10	39.5	21.9	32.0	45.2	72.1
11	35.5	20.8	30.3	42.8	69.4
12	18.1	15.9	23.3	32.5	57.6
13	98.3	38.4	55.7	80.0	111.9
14	76.2	32.2	46.8	66.9	97.0
15	59.6	27.5	40.1	57.1	85.7
16	44.4	23.3	33.9	48.1	75.4
17	51.8	25.3	36.9	52.5	80.4
18	88.4	35.6	51.7	74.2	105.2
19	95.6	37.6	54.6	78.4	110.1
20	9.8	13.5	20.0	27.6	51.9
21	34.3	20.4	29.9	42.1	68.6
23	37.1	21.2	31.0	43.8	70.4
26	13.4	14.6	21.4	29.7	54.4
27	24.5	17.7	25.9	36.3	61.9
29	26.6	18.3	26.8	37.5	63.3
30	48.5	24.4	35.6	50.5	78.2
32	39.6	21.9	32.0	45.3	72.1
33	15.9	15.3	22.4	31.2	56.1
35	45.2	23.5	34.3	48.6	75.9
36	228.5	75.0	108.2	157.2	200.2
37	35.1	20.6	30.2	42.6	69.1
38	15.7	15.2	22.4	31.1	55.9
39	10.0	13.6	20.1	27.7	52.1
40	16.0	15.3	22.5	31.3	56.1
42	47.5	24.1	35.2	49.9	77.5
43	135.1	48.7	70.5	101.8	136.9
44	42.5	22.7	33.2	47.0	74.1
45	54.7	26.1	38.1	54.2	82.4
46	13.2	14.5	21.3	29.6	54.2
47	234.7	76.7	110.7	160.8	204.4

טבלה ג-7 ספיקות השיא החזויות באגן איילון במבחר מיקומים המוצגים בתרשים C.5
(שטחי האגנים לא כוללים את שטח האגן המתנקז למאגר משמר איילון)



תרשים ג-62 מבחר אתרים עבורם חושבו ספיקות השיא החזויות (תרשים וחלוקה לתת-אגנים על פי גבעתי וספיר 2014)

רשימת תרשימים

תרשים ג-1 חלוקה לתת-אגנים של אגן הירקון, ושטחם 115

תרשים ג-2 מפת סיווג קרקעות (המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן-גוריון) 116

תרשים ג-3 שטחים בנויים באגן הירקון, 2014 (מקור - המעבדה לחישה מרחוק, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב) 711

תרשים ג-4 השוואת מאפיינים גיאו-הידרולוגיים בין מעלה ומורד האגן 118

תרשים ג-5 ארוזיה ערוצית בנחל איילון בתחום מפעל נשר 119

תרשים ג-6 חלוקה משנית מוצעת למעלה האגן 120

תרשים ג-7 תת אזור I – עמק בגב ההר 122

תרשים ג-8 תת אזור II - מדרונות ההר (נחל דולב) וכביש רוחב חדש שלאורך המדרון 122

תרשים ג-9 מימין חתך גיאו-הידרולוגי טיפוסי של אקווה שעונה המזינה נביעות (פלג, 2009).
משמאל תחום הזנה של המעיינות מערה, קיטן ודיבלה (פלג, 2009) 123

תרשים ג-10 תת אזור III – מרגלות ההר (נחל ענבה) 124

תרשים ג-11 עבודות פיתוח באפיק נחל בכניסה למודיעין (תת אזור III) 124

תרשים ג-12 הצגה סכימטית של שיטת הקטסטרופה והשיטה הממוסדת: 135

תרשים ג-13 נזקי שטפון ביישוב בת חפר, ינואר 2013 136

תרשים ג-14 תקופת החזרה הנדרשת לתכנון כפונקציה של משך החיים של המפעל והסיכון להצפת המפעל במשך קיומו 137

תרשים ג-15 שינויים במשטר ההידרולוגי כפונקציה של צפיפות הבנייה 139

תרשים ג-16 בנייה רוויה לאורך ערוץ זרימה בעיר מודיעין (הערוץ מיועד להסבה לפארק) 140

תרשים ג-17 למעלה - עובי המשקעים השנתי (באחוזים) כפונקציה של עוצמות הגשם בגוש דן. למטה - דוגמת חישוב לעוצמת הגשם המרבית שניתן להחדיר לקרקע על מנת להגיע להיקף חלחול של כ-40 אחוז מסה"כ הגשם השנתי 142

תרשים ג-18 נחל פולג במורד העיר רעננה, נובמבר 2009 (התחנה לחקר הסחף) 144

תרשים ג-19 הגדרות מעודכנות של תמ"א 34 ב/3 145

תרשים ג-20 הגדרת מאפיינים בחתך זרימה של ערוץ נחל טבעי 146

תרשים ג-21 הגדרת מאפיינים בחתך זרימה של ערוץ נחל טבעי 146

תרשים ג-22 הדגמה של רוחב תוואי הנחל כפי שבא לידי ביטוי במקטעים 1,2,3. החיצים הלבנים מציינים פיתולים כתוצאה ממכשולי זרימה שאינם נכללים ברוחב התוואי 147

תרשים ג-23 דוגמה לגדר 'חכמה' ושביל הטשטוש שלצידה 148

תרשים ג-24 דוגמה לקיר הפרדה מלוחות בטון מול קלקיליה 149

תרשים ג-25 דרך הטשטוש עם מתקן ניקוז המצויד בתלולית למניעת ארוזיה 149

תרשים ג-26 מעביר מים לאורך תעלת הניקוז המשמש לצורך גישה חקלאית 150

תרשים ג-27 חצית 'ואדיון' באמצעות מעביר מים צינורי (ואדי עסלה) 151

תרשים ג-28 חצית ואדי קנה באמצעות מעביר מים מלבני 152

תרשים ג-29 חציית ואדי נטוף באמצעות גשר עילי (מבט ממערב) 152

תרשים ג-30 אגן שיקוע ומגוב לגרופת במעלה גשר ואדי נטוף (משמאל נתיב גלישת עודפים) 153

תרשים ג-31 סורג למניעת מעבר בצדו המזרחי של מעביר מים 154

תרשים ג-32 תוספת פלטת ברזל מחוררת לסבכה בצדו המערבי של מעביר מים 155

תרשים ג-33 מתקנים המיועדים להקטין את פוטנציאל הסתימה בכניסה למעברים. למעלה מתקן בעל תבנית משולשת ולמטה בעל תבנית ריבועית 155
תרשים ג-34 פרישה מרחבית של מעיינות שכבה בתת-אזור המדרונות של אגן הירקון 156
תרשים ג-35 תיאור סכמתי של אזורי ההגנה בדרגות שונות סביב מוצא המעיין. כיוון הזרימה הוא משמאל לימין 157
תרשים ג-36 תחום ההזנה של המעיינות מערה, קיטן ודיבלה באגן הירקון (פלג, 2009) 158
תרשים ג-37 מפת אזורי פגיעות מי התהום (תמ"א 34ב'/4). בקו סגול גבול תחום אגני הניקוז של הירקון והאיילון 159
תרשים ג-38 שפכי רמאללה ומחנה עופר במעלה נחל מודיעים 161
תרשים ג-39 זרימת שפכים וקולחים ביהודה ושומרון (א.כהן, 2016) בירוק תחום אגני הניקוז של הירקון והאיילון 161
תרשים ג-40 שכבות המידע המשמשות לצורך הגדרת פגיעות מי התהום במודל DRASTIC 165
תרשים ג-41 מפת פגיעות מי תהום בתחום המועצה האזורית מנשה כפי שהתקבלה על ידי מודל DRASTIC (אסף ולוקיטס, 2013) 166
תרשים ג-42 מבנה היראכי מוצע לניהול הנגר העילי באגן הירקון. הטבלה הכוללת נמצאת בפרק התכנית האגנית 169
תרשים ג-43 מפה סכמתית של אגן נחל ענבה (סיני, 2003) 172
תרשים ג-44 יובלים ומראי מקום של נחל ענבה 174
תרשים ג-45 מילוי/קבורה של היובל הצפוני (סדר 1) של נחל ענבה 175
תרשים ג-46 סכרון אבנים ביובל הצפוני-מרכזי (סדר 1) של נחל ענבה 175
תרשים ג-47 כניסה של נקז עירוני במעלה היובל המרכזי-צפוני (סדר 1) של נחל ענבה 176
תרשים ג-48 התמוטטות גדות 20 מטר במורד הכניסה של הנקז העירוני המוצג בתרשים הקודם 176
תרשים ג-49 התפתחות ערוץ מקביל כתוצאה ממוצא ניקוז של כביש חדש המוביל לפארק הטכנולוגי 177
תרשים ג-50 רוחב זרימת גדות של כ- 10 מטר במורד נחל ענבה (סדר 3) 179
תרשים ג-51 רוחב פרוזדור של כ- 60 מטר ביובל המרכזי (סדר 2) של נחל ענבה 179
תרשים ג-52 שילוב מוצע של מתקני השהייה (בתכלת) במוצאי הניקוז של העיר מודיעין 180
תרשים ג-53 סדרת מלכודות נגר לוויסות הספיקה בערוץ המרכזי של נחל ענבה בתוספת חתך סכמתי של מתקן לשחרור מהיר(נפח כל מלכודת מסומן בלבן) 181
תרשים ג-54 מלכודות נגר לצורך החדרה והשהיה במדרונות נחל ענבה, בתוספת חתך סכמתי של פרופיל המלכודת (נפח כל מלכודת מסומן בלבן) 181
תרשים ג-55 סכמת החלופה הימית. מספרים באדום הם של ספיקות במ"ק לשנייה עבור ריסון מינימלי ובירוק עבור ריסון מקסימלי (ספיבק, 2015) 183
תרשים ג-56 סכמת החלופה היבשתית. בירוק מערך ההשבה (לביא-נטיף, 2015) 183
תרשים ג-57 תוואי המובל הפתוח וחתך העובר דרך שכונת יפו א (ספיבק, 2015) 187
תרשים ג-58 פרישה מרחבית של תחנות הידרומטריות באגן ירקון-איילון (ארבל וחוב' 2007) 192
תרשים ג-59 פרישה מרחבית של המיקומים עבורם חושבו ספיקות השיא החזויות כמפורט בטבלה C.2 (למעלה - אגן הירקון, למטה - אגן איילון) 193
תרשים ג-60 קרובי רגרסיה של ספיקות השיא החזויות, כפונקציה של שטח ההיקוות באגני הירקון והאיילון, עבור כמה תקופות חזרה 194
תרשים ג-61 דוגמת חישוב ספיקות השיא החזויות במעלה אגן נחל דולב הממוקם בחלקו ההררי של אגן נחל האיילון 194
תרשים ג-62 מבחר אתרים עבורם חושבו ספיקות השיא החזויות (תרשים וחלוקה לתת-אגנים על פי גבעתי וספיר 2014) 196

רשימת טבלאות

טבלה ג-1 טבלה מרכזת של ערכיות מקטעים לפי תחומים (א.ב. תכנון, 2002) **128**

טבלה ג-2 תקופות חזרה של שטפונות שאירעו לאחרונה (OECD 2014) **131**

טבלה ג-3 ריכוז קריטריונים לתכנון הגנה מפני הצפות (OECD 2014) **132**

טבלה ג-4 רמות מרביות של מזהמים בהשקיה חקלאית ובהזרמה לנחלים (ועדת ענבר, 2003) **163**

טבלה ג-5 מאפיינים עיקריים של תחנות הידרומטריות באגן ירקון-איילון (ארבל וחוב' 2007) **190**

טבלה ג-6 פרישה מרחבית של ספיקות שיא חזויות בהסתברויות שונות בתחומי הקו הירוק (ארבל וחוב' 2007) **192**

טבלה ג-7 ספיקות השיא החזויות באגן איילון במבחר מיקומים המוצגים בתרשים C.5 (שטחי האגנים לא כוללים את שטח האגן המתנקז למאגר משמר איילון) **195**

ד היבטים סביבתיים ברשות הפלסטינית

Dr. Jawad Hasan Water Resources Management, Qumran Palestine ד"ר ג'וואד חסן





תוכן העניינים

1. שפכים, מתקני טיהור ושימוש חוזר של קולחים ברשות הפלסטינית 204

מתקני טיהור שפכים

המכון לטיהור שפכים באל-בירה

המכון לטיהור שפכים ברמאללה

תקנון שפכים בנפת סלפית

נתונים מספריים על מצב השפכים בוואדי סרידא לשנת 2015

מתקני טיהור שפכים מתוכננים

2. פסולת בתי בד בשטחים הפלסטיניים 209

השפעות שפכי בתי בד על הסביבה

1. שפכים, מתקני טיהור ושימוש חוזר של קולחים ברשות הפלסטינית

המצב הסביבתי המידרדר בתחומי הרשות הפלסטינית והמחסור החמור במים, דורשים פעולה מידית לטיפול בשפכים גולמיים ולשדרוג מתקני הטיפול הקיימים, אשר נמצאים תחת עומס כבד. שימוש חוזר בשפכים ימלא תפקיד חשוב בחלוקה מחודשת של משאבי המים – הנחשבים משאב נדיר – בקרב מגזרים שונים במשק. פיתוחה של מערכת טיפול שפכים בת קיימא, בְּעלות הניתנת למימוש, תשפיע לטובה על הכלכלה הפלסטינית ותצמצם את ממדי העוני הקיימים כיום.

על מנת לקדם את תחום השימוש החוזר במים, ובהינתן התנאים הפוליטיים והכלכליים השוררים בגדה המערבית, מומלץ לגשת לעניין זה בצורה פרגמטית ולהתמודד עם כל סוגיה בנפרד. בפרט, חיוני להסתמך על פתרונות ברי קיימא לטיפול בשפכים: מניעת זיהום מקורות המים, שימוש יעיל במים וכן שימוש בטכנולוגיות הטובות ביותר הקיימות או בחלופות זולות יותר, במידת הצורך. בנוסף, יש לשקול שימוש במיזמים שיתופיים של המגזר הפרטי והציבורי, היות ושילוב המגזרים יחד מהווה אופציה חשובה וכלי שיכול להיות שימושי בעתיד, אם הגוף השלטוני־רגולטורי הפלסטיני יהיה חזק מספיק.

כיום, רוב השלטונות המקומיים אחראים על חלוקת המים ואיסוף השפכים, אך הם סובלים מיכולות כלכליות וניהוליות מוגבלות אשר מקשות על טיפולם בתחומים אלו. בנוסף לכל זה, חסר מבנה כלכלי אמין בעל מנגנוני החזרת עלות ותמריצים לחקלאים שיעודדו שימוש במי קולחים. ברשות הפלסטינית לא קיימת מדיניות תמחור מקיפה ולא הוגדרו מחירים לשימוש במי קולחים. נכון להיום, חקלאים פלסטינים לא משלמים על שימוש במי קולחים, אך גם אינם משלמים כל קנס על השקיית היבולים בשפכים שלא עברו כל טיפול.

מציאת תמריצים כלכליים לחקלאים היא חיונית לכיסוי עלויות של כל תכנית שימוש חוזר בשפכים, אך יחד עם זאת, יש להגדיל גם את קיבולת התכנית, להעלות את המודעות אליה ולסייע לחקלאים. בצורה זו ניתן יהיה להגיע לתמחור הגיוני ולעודד חקלאים להשתמש במי קולחים להשקיית יבוליהם. החקלאים אינם סומכים על ביקורות ובדיקות איכות של מי הקולחים הנערכות בגדה המערבית ובעזה, ומעדיפים להשתמש במי תהום, המהווים חלופה זולה, איכותית ואמינה יותר.

להלן מספר קווים מנחים ועקרונות לטיפול ושימוש חוזר בשפכים. ראשית, יש לאסוף ולטהר שפכים ולעשות בהם שימוש חוזר בכל מקום בו דבר זה אפשרי. תכנון האיסוף והטיפול צריך להיעשות תוך התחשבות בשימוש הסופי של השפכים, אך יחד עם זאת, יש לשמור על תכנון מודולרי אשר יאפשר הרחבה עתידית של המערכות. שנית, יש להכיר בהבדל שבין שיטות טיפול בשפכים וביוב המתאימות לאזורים עירוניים לבין אלו המתאימות לאזורי פריפריה. שלישית, יש לחזק את היכולת הממסדית למימוש והחלת החקיקה הפלסטינית בנושאי המים וכן את יכולות הבדיקה, הניתוח והאכיפה של איכות המים. רביעית, הטיפול והשימוש החוזר בשפכים צריך להוות חלק מאסטרטגיית ניהול מים כוללנית, אשר תתממשק עם מגזרים אחרים כגון תכנון, בריאות וכדומה. העלאת המודעות והפצת המידע חיוניות לצורך גיוס החקלאים ואיגודי מים לטובת העניין. חמישית, האתגר הוא לפתח תכנית תמחור מקיפה, שלפיה מחיר שפכים שעברו טיפול יהיה נמוך ממחיר מים מתוקים – לפחות בטווח הקצר־בינוני.

מחוז רמאללה הוא אחד המחוזות בעלי שיעור העיור הגבוהים בפלסטין, דבר המביא לעלייה משמעותית בנגר העילי. אגן הניקוז עוג'ה-ירקון שבשטחו נמצאת רמאללה, נמצא על קו פרשת המים צפון־דרום הראשי של הגדה המערבית (בהתייחס לזרימת מים עיליים ומי תהום). מחשופי אבן גיר ודולומיט מתקופת הקרטיקון גורמים לכך שהשטח הינו שטח קרסטי אופייני, עם קצב חלחול מים מהיר. התצורות הקרסטיות של הגיר והדולומיט פגיעות מאוד לחדירת מזהמים מפני השטח ולנדידתם. הגידול המהיר בשטחים העירוניים הנמצאים על גבי אדמות מחלחלות והגדלת הנגר העילי, יביאו בהכרח לירידה באיכות מים עיליים והשפעה על איכות מי התהום.

מתקני טיהור שפכים

בגדה המערבית הטיפול בשפכים מוזנח. כ-91 אחוזים מתושבי האזור מסתמכים על בורות ספיגה לצורכי אחסנה זמנית של שפכים, אשר לא עוברים כל תהליך טיהור. רוב בורות הספיגה הללו מפונים באמצעות מכליות שאיבה, אשר לרוב פולטות את המים, המכילים

רמות גבוהות של BOD (דרישת חמצן ביוכימית), TSS (סך המזהמים הנמצאים כתרחיף במים) וחיידקים לשטחים פתוחים, לוואדיות, לרשתות ביוב, לתעלות השקיה ואף ישירות לאתרי פינוי פסולת. המים הנאספים בבורות הספיגה הללו מחלחלים אל מי התהום. כמות השפכים שלא עברו טיפול ואשר נפלטים לסביבה עומדת על כ-25 מיליון מ"ק כל שנה.

מתוך 9% מהשפכים שכן נאספים במערכות הביוב ומועברים לשבעה מתקני טיפול שונים, רק המכון שבאל-בירה פועל כראוי. ישנו מספר מצומצם מאוד של מתקני טיהור שפכים בפלסטין, ואלו הקיימים אינם מתפקדים בצורה משביעת רצון. היות ואחוז גבוה יחסית מהאוכלוסייה הפלסטינית אינו מחובר למערכת ביוב, כמות רבה של שפכים נפלטת ישירות לסביבה. בגדה המערבית קיימים 688 מתקנים לטיהור שפכים אשר נבנו על ידי ארגונים חוץ־ממשלתיים – כולם מתקנים לטיהור נקודתי בעלי קיבולת נמוכה. מיעוטם הם מתקני טיהור שפכים מבוזרים (15 מתקנים בעלי קיבולת נמוכה עד בינונית) ואילו רק שלושה מתקני טיהור שפכים מרכזיים (בעלי קיבולת גבוהה) - באל-בירה, ברמאללה ובג'נין.

בגדה המערבית רק 6.3% מהשפכים המופקים עוברים טיפול במכון לטיהור שפכים, והשאר (למעלה מ 93%) נפלטים אל הסביבה דרך בורות ספיגה, בורות שופכין ורשת הביוב. פינוי השפכים באמצעות מכליות שאיבה אינו מהווה פתרון אמיתי לבעיה והוא גם פתרון יקר מאוד לתפעול (ARIJ, 2010). טיפול בבעיית איסוף השפכים וטיפולם יכולה ליצור מקור מים חדש, למשל לצורכי השקיה (ARIJ, 2010).

לפרויקטים לטיהור שפכים מיוחסים מכשולים רבים – לרוב פוליטיים, כלכליים, חברתיים, ממסדיים וטכניים. בנוסף, הפלסטינים לא פיתחו עדיין חזון כולל ומשולב בנוגע לנושא המחזור והשימוש החוזר. על מנת לפתח חזון כזה, עליהם לתת את הדעת לפן הפוליטי, הממסדי, למיקומים אפשריים למתקני הטיהור, לפעולות להעלאת מודעות, לשיווק התכנית וכן לקביעת תעריפים. סיבות פוליטיות ודעת הקהל הם הגורמים העיקריים התורמים להצלחתה או לכישלונה של תכנית לשימוש במי קולחים בחקלאות. אי היציבות הפוליטית וחוסר התקשורת עם הצד הישראלי מקשים מאוד על קידום פרויקטים של מיחזור. בנוסף, לאוכלוסייה הפלסטינית בעיות והסתייגויות רבות באשר לשימוש בשפכים בחקלאות. על מנת להקל על המגבלות החברתיות המעכבות את יישום התכנית, מאמצים רבים הושקעו בפיתוח מודעות ציבורית אשר תעזור לבנות מחדש את התפיסה של הפלסטינים בכל הנוגע לשפכים ומי קולחים.

אף שתכנית אב הנוגעת לפן המשפטי והממסדי של ניהול בר קיימא של מי קולחים הוצגה בתכניות פיתוח ונמצאת במוקד מדיניות ואסטרטגיה של משרד החקלאות ורשות המים הפלסטינית - אכיפת סוגיות אלו עדיין לוקה בחסר.

שימוש במי קולחים בחקלאות הפלסטינית עדיין נמצא בשלב הפיילוט מבחינת ההיקפים, והאוכלוסייה הפלסטינית חסרת ניסיון בכל הנוגע לשימוש בטוח במשאב זה. למרות כל זאת, יש לכך פוטנציאל גבוה באם יתחילו להשתמש בטכנולוגיות מחזור חדשות. חשוב להדגיש את החשיבות הרבה בשימוש חוזר במים למגזר הפלסטיני, שכן שימוש חוזר בשפכים יקל על העומס הרב המושת על משאבי המים הקיימים.

האזור הנחקר מושפע רבות מפיתוח התנחלויות ואזורי תעשייה - ברקן ואריאל הנחשבים לאזורי התעשייה הישראלים החשובים ביותר באזור הגדה המערבית, ומוקד משיכה לתעשיות שונות כגון ייצור סוללות, גלוון, ייצור ועיבוד מוצרי אלומיניום, סיבי זכוכית גומי ופלסטיק, צביעת בדים, ייצור שימורי מזון ועיבוד בשר (CJPME, 2005). תעשיות אלו מגדילות את הפוטנציאל לזיהום הסביבה דרך פליטות מוצקים, נוזלים וגזים. השפכים התעשייתיים מהיישובים הישראלים מכילים מזהמים רבים כגון חומרים אורגניים דוגמת חלבונים, שומנים וממיסים. כל אלו גורמים לעלייה בערכי דרישת החמצן הביוכימית, דרישת החמצן הכימית ועלייה בכמות אלמנטים רעילים כגון כספית, ארסן, ניקל וכרום. המכון למחקר יישומי בירושלים (ARIJ) והאוניברסיטה העברית בירושלים ביצעו הערכה להשפעת שפכים ישראלים על אדמות פלסטיניות. המחקר הנקרא הגנה סביבתית על האקוויפר הישראלי־פלסטיני המשותף בגדה המערבית התמקד באזור התעשייה של ברקן. המחקר מצא כי העקבות הראשונים של כלוריד יגיעו אל בארות המים השואבות מהשכבה התחתונה בתוך כעשרים שנים, ואילו האקוויפר העליון פגיע מאוד לזיהום כבר היום.

המכון לטיהור שפכים באל-בירה

המכון לטיהור שפכים באל-בירה ממוקם בוואדי אל-עין שבגדה המערבית, ותופס שטח כולל של 22 דונמים. המכון הוקם בשנת 2000 בעלות כוללת של 7 מיליון יורו. שיעור האוכלוסייה בעיר אל-בירה המחוברים לתשתית ביוב עומד על 60%, המייצגים כ-50,000 תושבים. זאת אף שהמכון מתוכנן לשרת למעלה מ-100,000 תושבים. המכון בעל מערכת אוורור מורחבת ומתוכנן לעמוד בקצב זרימה של 5,750 מטרים מעוקבים ליום ותקופת צבירה כוללת של 20 ימים. הזרימה הנוכחית הנכנסת למכון עומדת על כ-3,200 מטרים מעוקבים ליום.

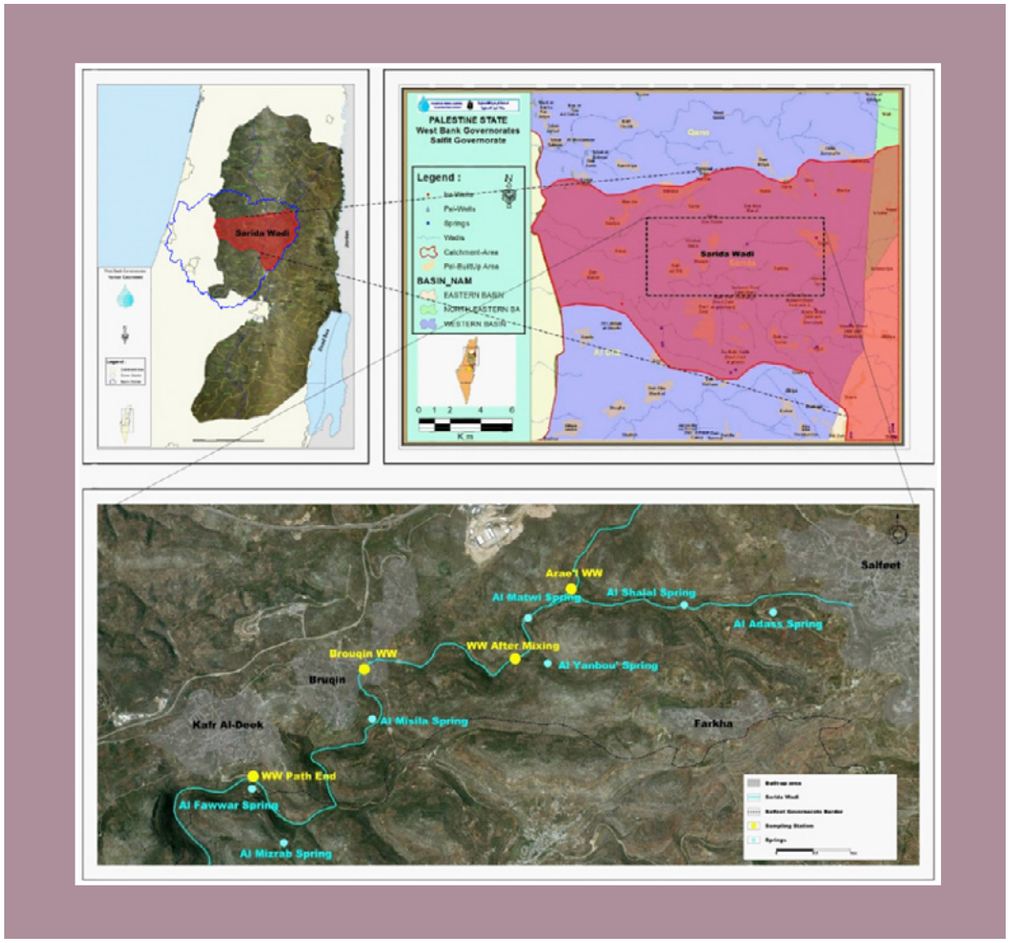
המכון לטיהור שפכים ברמאללה

המכון לטיהור שפכים ברמאללה נבנה בשנת 1974, ויש לו קיבולת של 5,700 מטרים מעוקבים ליום. המכון בנוי על בסיס בריכת ייצוב בשטח של 13.3 דונמים, קצב כניסת שפכים של 2,600 מטרים מעוקבים ליום ותקופת צבירה של שבוע. מכון זה בנוי סביב מערכת המבוססת על שתי בריכות אנאירוביות מקבילות. התוצר נפלט בצינור סגור אל ואדי ביתוניא במרחק 2 ק"מ. המכון אינו מתפקד כראוי היות והוא סובל מעומס יתר במשך שנים רבות. אוורור מוגבל מתרחש בבריכות החמצון, ותרחיף שחור הנמצא במים גורם להחזרי אור ופוגע בתנאי הספיגה. המפעל זקוק לתחזוקה ושיקום באופן דחוף.

תקנון שפכים בנפת סלפית

נפת סלפית ממוקמת במרכז חלקה הצפוני של הגדה המערבית, כ-20 ק"מ דרום־מערבית לעיר שכם, סביב קו רוחב 32 וקו גובה 35, ובגובה של כ-570 מטרים מעל פני הים. העיר סלפית נמצאת בתוך אגן ניקוז סרידא, אשר גובל באגני הניקוז אל-אחמרו עוג'ה ממזרח, בקו הירוק ממערב, באגן הניקוז קנה מצפון ואגני הניקוז אל-דילב ואל-כילת מדרום (תרשים ד-1). בנוסף, שטחו הגדול של אגן הניקוז סרידא מחולק לשלושה חלקים על פי אקוויפרים.

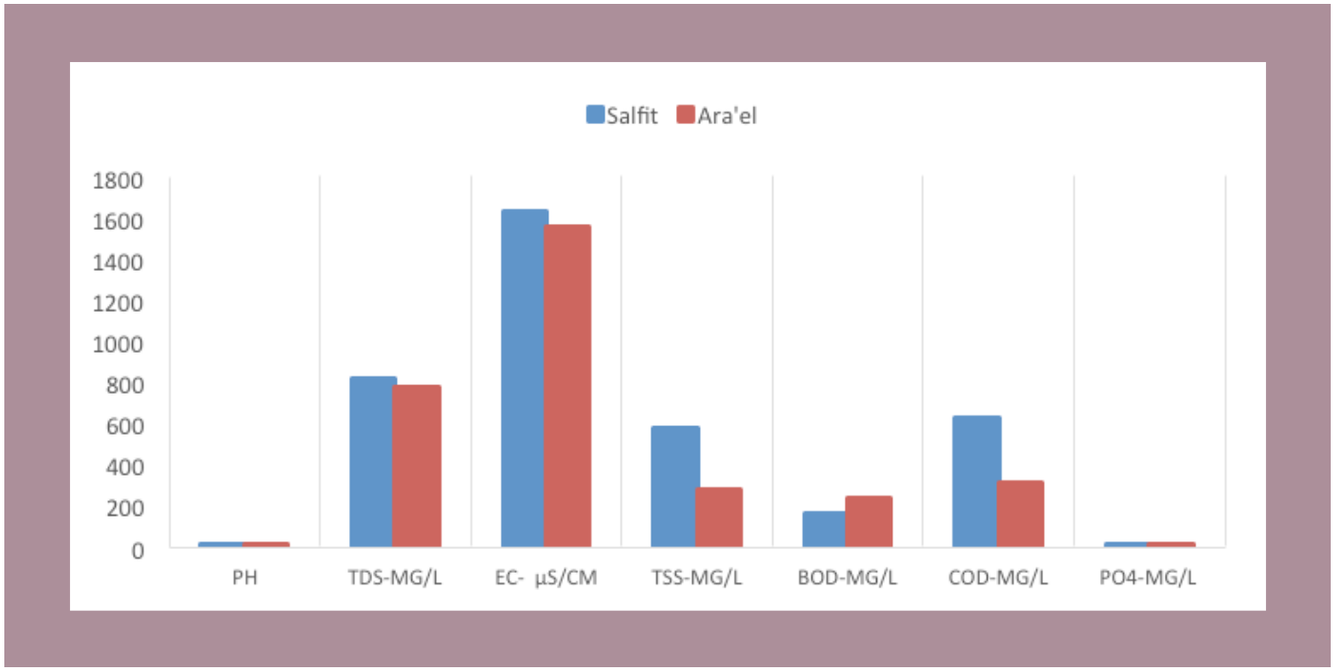
בשנת 1999 מימנה קבוצת בנקים גרמנית (KfW) פרויקט להקמת מכון לטיהור שפכים בנפת סלפית בכלל, ובוואדי אל-מטווי בפרט. פרויקט זה נעצר עקב מכשולים שהציב הממשל הישראלי בנוגע להקמת מכון לטיהור שפכים בשטחי C ולא ניתן אישור. התנגדות הממשל הישראלי נבעה מכך שהמכון תוכנן לטפל בשפכי העיר סלפית בלבד, בעוד הצד הישראלי תכנן להקים מכון לטיהור שפכים משותף לסלפית ולאריאל, במקום בו השפכים של העיר סלפית ואריאל נפגשים בוואדי אל-מטווי. הזרימה ממשיכה לכיוון אדמות ברוקין וכפר אל-דיק, לאורך כ-12 ק"מ. פרויקט זה נדחה על ידי הצד הפלסטיני עקב מחלוקות פוליטיות. עיריית סלפית סיפקה מיקום חדש למכון בשטח B, אך הפרויקט כשל שוב. מי השפכים נחשבים לבעיה העיקרית של נחל אל-מטווי, הממוקם במרחק של 4 מטרים בלבד מזרם השפכים. דבר זה גורם לזיהום מי הנחל המספק כ-30% מהמים לעיר סלפית, שהם כ-350 מטרים מעוקבים של מים ליום. מועצת סלפית החלה ליישם מערכת המטפלת במי הנחל באמצעות כלור לפני שאיבתם למערכת המים העירונית. מצב זה נעשה מסוכן אף יותר בחודשי החורף, כאשר מפלס השפכים עולה וגורם לזיהום של באר אל-מטווי. בנוסף, בעלי חיים שותים את מי הנחל המזוהמים וניזונים מצמחים הגדלים על גדות הנחל, דבר המעלה את הסכנה לבריאות הציבור. בנוסף לכך, קיים גידול בכמויות היתושים, חרקים ומכרסמים. גורמים אלו יחדיו עלולים להוביל למפגע סביבתי ובריאותי גדול.



תרשים ד-1 מיקום ואדי סרידא

נתונים מספריים על מצב השפכים בוואדי סרידא לשנת 2015

למרות חשיבות הגורם הכמותי במקורות השפכים, אשר הפגינו הבדל משמעותי ביניהם (1.6 מיליון מטרים מעוקבים לשנה עבור אריאל, לעומת 0.3 מיליון מטרים מעוקבים לשנה עבור העיר סלפית, רשות המים הפלסטינית, 2012), איכות השפכים חשובה במידה שווה ואף רבה יותר עקב ההשפעות החמורות הנגרמות כאשר השפכים חורגים מהרמות הסטנדרטיות שלהם. לשם כך, נעשתה השוואה בין מקורות השפכים על מנת לקבוע את הסיבות להבדלים האיכותיים בין המקורות (תרשים ד-2). הערכים הממוצעים עבור השפכים הנפלטים מאריאל ומסלפית חושבו ונותחו על מנת לתת אינדיקציה להבדל איכות השפכים משני המקורות.



תרשים ד-2 השוואה בין איכות השפכים הממוצעת של אריאל וסלפית

אגן ואדי סרידא מכיל שבעה מעיינות עיקריים הזורמים אל הוואדי ומדללים את השפכים. מי המעיינות עברו ניתוח מיקרוביולוגי במספר פרמטרים, ביניהם סך הקוליפורמים (TC) וקוליפורמים צואתיים (FC), במטרה לאמוד את איכות המים (טבלה ד-1). ההסבר היחיד עבור התוצאות החריגות הוא נוכחות שפכים בקרבת המעיינות, אשר מתערבבים יחד וגורמים לזיהום מי התהום.

Spring Name	X	Y	TC	FC
Al- Fawwar	697094	3548824	10600	1000
Al- Msila	698738	3549802	80000	7200
Al- Yanbou	700991	3550625	23000	1300
Al- Shalal	702733	3551408	120000	12000
Al -Matwi	700730	3551233	13000	500
Al- Mizrab	697608	3548156	95000	34000
Al- Adas	703825	3551335	18000	1200

טבלה ד-1 תכולה מיקרוביאלית במספר מעיינות באגן סרידא, cfu/100 ml (נכון לשנת 2015)

מתקני טיהור שפכים מתוכננים

יש כמה פרויקטים להקמת מתקני טיהור שפכים בסיוע תורמים מחו"ל. כולם מחשיבים את נושא השימוש החוזר בשפכים כגורם חשוב, אך רובם מספקים פתרון מקומי בלבד. הסיבות העומדות מאחורי הגישה המקומית כוללות התחשבות בתוצרי הטיהור, זמינות מקורות מים חלופיים, עלות שאיבה מוערכת והסיכוי לזיהום מים עיליים ומי תהום.

רמאללה: קיימות כמה תכניות להקמת מכון לטיהור שפכים חדש ברמאללה. הקמת המכון תתבצע באזור C, ולכן נדרש אישור מהצד הישראלי לפני הקמת המכון. על פי דיווחים, אישור זה ניתן.

סלפית: בדיקת היתכנות, דוח תכנון מקדים ותכנון סופי התבצעו עבור מערכת לאיסוף שפכים לעיר סלפית, מכון לטיהור שפכים, סילוק ביוב ושימוש מי קולחים בחקלאות. ניתנה גם האחריות לפיקוח על הבנייה. הפרויקט כולל תכנון ופיקוח על בניית מערכת לאיסוף שפכים באורך כולל של 35 קילומטרים, ומתקן טיהור שפכים בעל קיבולת זרימה ממוצעת של 900 מטרים מעוקבים ליום.

האסטרטגיה ברשות הפלסטינית

האסטרטגיה ברשות הפלסטינית הקיימת כיום לטיפול בשפכים מתמקדת בהפסקת הזרמת שפכים לסביבה. יישום אסטרטגיה זו מתבצע באמצעות הקמת מערכות איסוף וטיהור שפכים באזורים עירוניים, ושימוש בתוצרי המערכת לחקלאות ולמילוי חוזר של האקוויפרים, היכן שדבר זה אפשרי. עבור יישובים בעלי אוכלוסייה קטנה מ-10,000 נפשות, יסופקו תחנות איסוף לשפכים ומכליות יעבירו את השפכים למתקני טיהור. דבר זה נתמך במידה רבה על ידי תקנות איכות הסביבה ברשות הפלסטינית. לפי תכניות רשות המים הפלסטינית, עד שנת 2020, כ-60% ממי הקולחים ישמשו לצרכי חקלאות בגדה המערבית וברצועת עזה (39 מיליון מטרים מעוקבים ו-51 מיליון מטרים מעוקבים, בהתאם) ו-15% ישמשו למילוי מחדש של האקוויפרים (10 מיליון מטרים מעוקבים ו-13 מיליון מטרים מעוקבים, בהתאם). יש לבחור בקפידה את האזורים המושקים בקולחים על מנת שלא לפגוע באיכות המים בבארות שאיבה. כמו כן, יש להימנע מלהקים בארות למי שתייה מתחת לשדות המושקים במי קולחים (הגנת הסביבה של אקוויפר ההר המשותף לישראל ולגדה המערבית הפלסטינית).

רוב המחקרים ממליצים על הקמת מתקני טיהור משניים המיישמים מערכות חמצון מורחבות ושימוש בטכנולוגיות בוצה משופעלת שונות. הקמת מערכות כאלו כרוכה בתהליך יקר ויתרה מכך, הפעלתן ותחזוקתן יקרות מאוד. עבור שימוש חוזר במים לצורכי חקלאות, התקן הוא שלא ימצאו ביצי נמטודות במים וכמות הקוליפורמים הצואתיים במים לא יעברו 1000 יחידות ל100 מיליליטרים. במידה ובריכות ייצוב לא מסופקות, ניתן להגיע לערכים אלו באמצעות שימוש במסננים וחומרי חיטוי.

מתקני טיהור מרכזיים מתאימים לאזורים עירוניים, אך מתקנים אלו נעשים יקרים מאד עבור אזורים פחות צפופים דוגמת אזורי פריפריה ואזורים כפריים. במקום זאת, ניתן להשתמש במתקנים מקומיים קטנים וזולים אשר יספקו תנאים תברואתיים נאותים ויספקו מי קולחים לשימוש מקומי בחקלאות.

2. פסולת בתי בד בשטחים הפלסטיניים

שפכים מבתי בד נחשבים לאחת מבעיות הזיהום העיקריות בפלסטין, עקב ההרכב הייחודי והרעיל ושפע התרכובות האנטי־בקטריאליות ורעלני צמחים פנוליים המופקים מכתישת הזיתים. בנוסף להם קיימים גורמים נוספים המגבירים את חומרת הזיהום, ביניהם הקושי בהשלכת הפסולת וטיפול הולם בשפכי בתי הבד. שפכי בתי הבד מהווים את אחד האיומים העיקריים על איכות מים עיליים ומי תהום, בנוסף להשפעות סביבתיות שליליות נוספות.

על פי דוח של משרד החקלאות לשנת 2010, השטח הכולל המשמש לגידולי זיתים בפלסטין עומד על 984,463 דונמים עם תפוקה של כ-122 קילוגרם זיתים לדונם. בין החודשים נובמבר־דצמבר בכל שנה, פעילים 246 בתי בד המפיקים כ-220,000 מטרים מעוקבים של שפכי בתי בד בגדה המערבית. בנוסף לכמויות הגדולות של שפכים אלו, והאופי העונתי של ייצורם, ההרכב שלהם מקשה מאוד על טיפול בהם. כמות רבה משפכי בתי הבד נפלטים ישירות אל הקרקע, לנחלים ולוואדיות. במקרה הטוב, השפכים נאגרים בבריכות אידוי אשר מייצרות במהרה תנאים אנאירוביים המובילים לריחות לא נעימים, ריבוי חרקים ומהוות סיכון למים עיליים ולמי תהום.



השלכת שפכי בתי בד בוואדי כנא, וההשפעות על המערכת האקולוגית בו

השפעות שפכי בתי בד על הסביבה

השפעות על הקרקע

ההרכב הכימי של שפכים מבתי בד משתנה. הוא מכיל כמות משמעותית של תרכובות אורגניות, כמויות ניכרות של חומרים מזינים כגון פחמימות ותרכובות חנקתיות. התרכובות האורגניות בשפכי בתי בד ממלאות תפקיד בהגדלת יציבות תלכידי הקרקע ובהפחתת שיעורי הסחף בקרקע, עקב יכולות האגידה של תרכובות אורגניות מסוימות, בפרט רב־סוכרים. תכונות אלו מגבירות את השימוש החוזר בשפכים אלו בתור חומר דישון העוזר לשקם את איכות המערכת האקולוגית־חקלאית המזרח־תיכונית. השפכים מבתי הבד מכילים ריכוזים גבוהים של אשלגן, חנקן, זרחן, סידן, מגנזיום וברזל התורמים משמעותית לפוריות הקרקע. מצד שני, הזרמת שפכים אלו לאדמות ללא ביקורת יכולה לגרום לנזקים רבים. השפכים משפיעים על התכונות הפיזיקליות של הקרקע, ביניהן: ירידה בפורוזיביות הקרקע וירידה בקצב חילוף המים והאוויר עם האטמוספירה. חילופי האוויר והמים עם האטמוספירה חיוניים להתפתחות היצורים החיים והצמחים המיקרוסקופיים בקרקע, בנוסף לנשימת השורשים. שינויים אלו בפורוזיביות מיוחסים להשפעה המשולבת של חומרים אורגניים מסיסים ומלחים בשפכים ויחס המסיסות־אי־מסיסות של מינרלי הנתר באדמה עקב השפכים. רכיבים בשפכים אלו יכולים גם להשפיע על קיבולת החילוף הקטיוני של הקרקע עקב הימצאות חומצות, מינרלים וחומרים אורגניים. השפכים גורמים לשינויים מהותיים במבנה ותפקוד קהילת החיידקים בקרקע. לדוגמה, השפכים מהווים חומר רעיל לחיידקים מחנקנים המהווים חלק

חשוב במחזור החנקן בקרקע, אשר בתורו משפיע רבות על התאמת הקרקע לשימושים חקלאיים. השפכים עלולים לשחרר מתכות כבדות מהקרקע ולניידם, זאת עקב האופי החומצתי של השפכים. בנוסף על כך, יש להתחשב בליפידים (שמנים) אשר יוצרים קרום בלתי חדיר על פני הקרקע ועל גבי העלים של הצמחים. קרום זה פוגע בחדירות מים, חמצן ואור שמש.



תכונות פיזיות של קרקע לאחר חשיפתה לשפכים מבתי בד בוואדי ביר רימה / נבי סאלח

השפעות על מים

שפכים מבתי בד נחשבים לאחד הסיכונים העיקריים למקורות מים עיליים ומי תהום. השפעות השפכים על מקורות המים הטבעיים מיוחסות להרכבם, בעיקר לתרכובות הפנוליות הנמצאות בהם בכמות רבה. כמות מזערית של תרכובות פנוליות במי שתייה מביאה לכך שהם לא יהיו ראויים לשתייה, היות והתרכובות מעניקות למים טעם וריח לא נעימים. בנוסף, זיהום על ידי שפכים אלו ניתן לזיהוי בקלות עקב העובדה שתרכובות פנוליות משנות את צבע המים. שינוי זה בצבע מיוחס לחמצון ופולימריזציה של תאנינים במים. הפוליפנולים הנוצרים במים קשים לסינון והפרדה, והם אלו המקנים למים צבע כהה. על פי תקנות הקהילה הכלכלית האירופית (EEC), ריכוז הפנול המקסימלי המותר במי שתייה הנו 0.5 מיקרוגרם לליטר (Spandre and Dellomonaco, 1996). על פי תקנות ה-EEC, ריכוז תרכובות הפנול המקסימלי המותר במי שתייה הנו 0.5 מיקרוגרם לליטר, ולפי ארגון הבריאות העולמי, ריכוז הפנול במים המיועדים לטיפול בכלור צריך להיות מתחת לערך של מיקרוגרם אחד לליטר. בהתייחס לתקנות אלו, התקן הירדני קובע כי ריכוז תרכובות הפנול המקסימליות בשפכים הנפלטים אל נחלים וואדיות, לא יעלה על 2 מיקרוגרם לליטר. הבעיה נעשית חמורה אף יותר כאשר נעשה שימוש בשאריות כלור (OCl-) לחיטוי מי שתייה. במקרה זה, הכלור מגיב עם הפנול ויוצר כלורופנולים במים. הזרמת שפכים מבתי בד אל מאגרי מים עיליים גורמת לירידה בריכוז החמצן המומס במים בשל נוכחות של סוכר מחזר במים. העלייה במיקרו־אורגניזמים המשתמשים בסוכר המחזר כמצע גידול גורמת לירידה בכמות החמצן המומס במים אשר זמין ליצורים חיים אחרים ובכך משנה את המאזן האקולוגי כולו. בנוסף, העלייה בריכוז הזרחן עלולה לגרום לאיטרופיקציה.

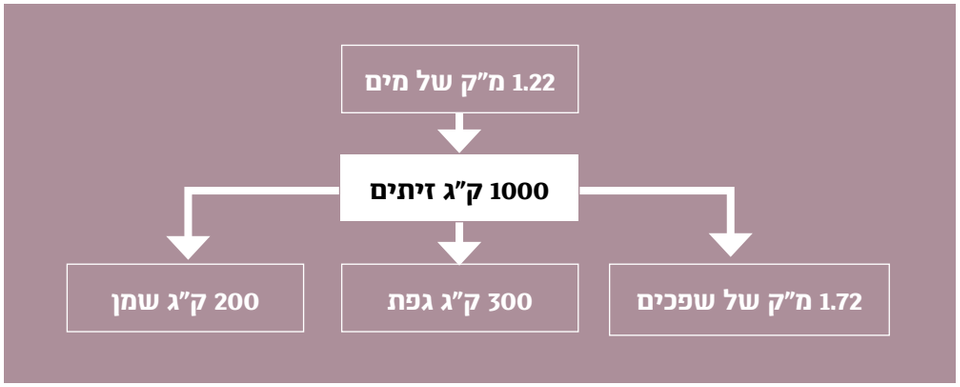
טיפול בשפכים מבתי בד במתקני טיהור עירוניים אינו בר־יישום, שכן עקב כמות החומרים האורגניים והאנאורגניים הרבה הנמצאת בשפכים אלו, מטר מעוקב אחד של שפכים מבתי בד שווה ערך לבין 200 ל-300 מטרים מעוקבים של שפכים ביתיים, מבחינת העומס שהם משיתים על מערכת הטיהור. טבלה ד-2 מציגה השוואה בין מאפייני שפכים ביתיים לשפכים מבתי בד.

Parameter	Domestic wastewater	OMW (Olive Mill Wastewater)	Domestic wastewater in Palestine	OMW in Palestine
pH	7.5 - 6.7	6.7 – 4.0	7.2	4.9
COD (mg/L)	800 – 250	220000 – 45000	150.0	99000
BOD (mg/L)	350 – 110	110000 – 35000	40.0	46000
TSS (mg/L)	400 – 120	9000 – 1000	50.0	17000

טבלה ד-2 השוואה בין מאפייני שפכים ביתיים לשפכים מבתי בד

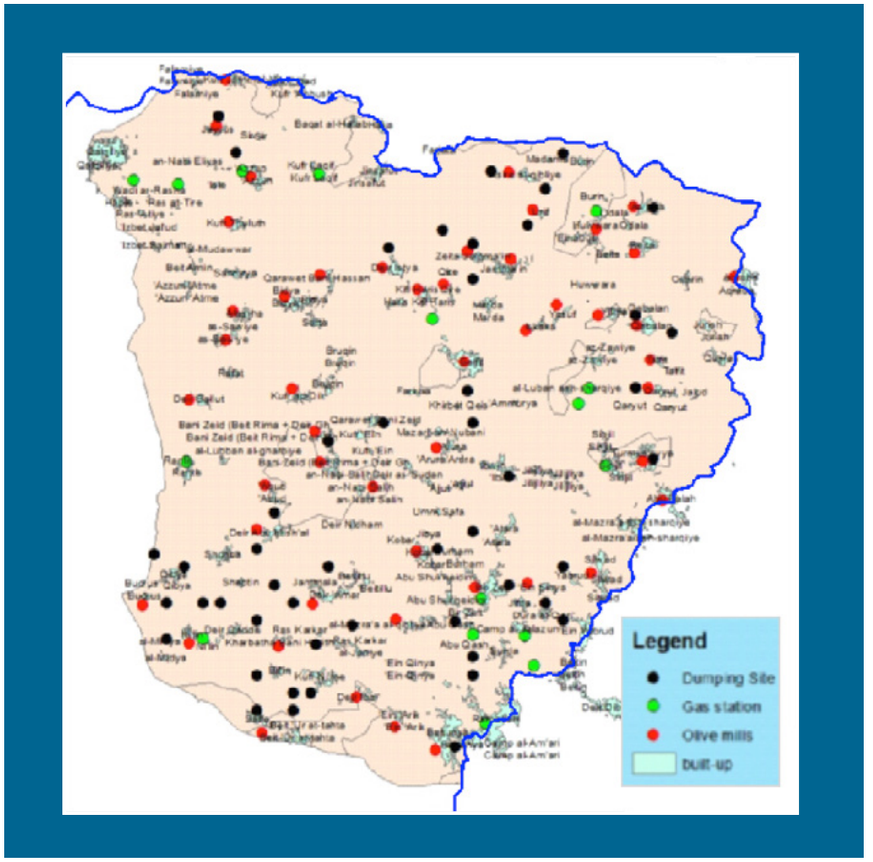
עקב רמת החומציות ותכולת המוצקים בשפכי בתי הבד, בנוסף לחומצות האורגניות הנמצאות בהם (בעיקר חומצות שומן נדיפות) - השפכים מאכלים במהירות את צינורות הביוב. המוצקים הנמצאים במים נוטים לשקוע בצנרת הביוב בקרבת בתי הבד וגורמים להצטברות משקעים. משקעים אלו עוברים תסיסה אנאירובית אשר גורמת לריח רע ומעלה את חומציות השפכים, דבר אשר מאיץ את קצב איכול הצנרת. ההשפעות המוחשיות של השפכים על מתקני הטיהור כוללות פגיעה בשלב הטיהור הביולוגי של המים הנוצר עקב הרג מיקרו־אורגניזמים חיוניים לתהליך על ידי תרכובות פוליפנוליות המהוות תרכובות רעילות ואנטי־בקטריאליות שאינן מתכלות.

תוצאות סקר שנערך ועל פי נתונים שנאספו ממספר דוחות שונים לגבי מאזן הרכיבים הנדרשים לייצור שמן זית בתהליך אוטומטי באזור הנבדק, מובאות בתרשים ד-3. ניתן לראות כי עבור כל 1000 ק"ג של זיתים, נדרשים 1.22 מטרים מעוקבים של מים מתוקים, ולבסוף



תרשים ד-3 המאזן המשקלי של תהליך הפקת שמן זית אוטומטי באזור המחקר

נוצרים 1.72 מטרים מעוקבים של שפכים. תרשים ד-4 מציג מפה ובה מיקומם של 52 בתי בד באזור המחקר, ועוד סימונים לגורמי זיהום כגון תחנות דלק ואתרי השלכת פסולת. טבלה ד-3 מספקת מידע לגבי תעשייה קטנה בלמעלה מ-100 כפרים ועיריות באזור המחקר, אשר יכול לספק מידע לגבי המשאבים הנמצאים באזור המחקר.



תרשים ד-4 מיקום תחנות דלק, אתרי השלכת פסולת ובתי בד באזור המחקר שבאגן הירקון

Implementing Agency	Type of technology	Location	No. of units	Capacity
FAO	Gravel filter followed by aerobic sand filter	Salfit	10	one cubic meter/ day
		Tulkarem	6	
		Nablus	6	
		Jenin	9	
PWEG	GRAY water treatment up- flow , Gravel filter followed by aerobic sand filter	Ramallah	80	one cubic meter/ day

Implementing Agency	Type of technology	Location	No. of units	Capacity
QWC	Gray water treatment up- flow , Gravel filter followed by aerobic sand filter	Ramallah	48	0.5 cubic meter/day
PHG	Gravel filter followed by aerobic sand filter	Ramallah	12	school level& house hold level
		Nablus	15	school level& house hold level
		Qalqilia	1	school level
		Jenin	60	house hold level
PHG	UASB & Wetland	Ramallah	1	N.D
PHG		Nablus		N.D
PHG		Qalqilia		N.D
PHG		Tulkarem		N.D
PARC	Gray water treatment up- flow	Ramallah	20	cubic meter/day 1
	Gravel filter followed by aerobic sand filter	Jenin	50	cubic meter/day 1
		Tubas	15	cubic meter/day 1
		East Jerusalem	1	cubic meter/day 16
		Tulkarem	3	cubic meter/day 15
		Qalqilia	1	cubic meter/day 14
		Salfit	1	cubic meter/day 12
WEDO	Constructed wetland	Jericho	1	cubic meter/day 5
KFW	Activated sludge	Birzeit University Ramalla	1	cubic meter/ 100 day
KFW	Screen aeration tanks	Al Bireh	1	cubic meter/ 3200 day
	Aerated lagoon	Jenin	1	cubic meter/ 1500 day
	Aerated lagoon	Ramalla	1	cubic meter/day 1370

טבלה ד-3 WWTPs in the central and northern districts of the Palestinian Authority.
מכוני טיהור שפכים במרכז וצפון הרשות הפלסטינית

רשימת תרשימים

תרשים ד-1 מיקום ואדי סרידא **207**

תרשים ד-2 השוואה בין איכות השפכים הממוצעת של אריאל וסלפית **208**

תרשים ד-3 המאזן המשקלי של תהליך הפקת שמן זית אוטומטי באזור המחקר **212**

תרשים ד-4 מיקום תחנות דלק, אתרי השלכת פסולת ובתי בד באזור המחקר שבאגן הירקון **213**

רשימת טבלאות

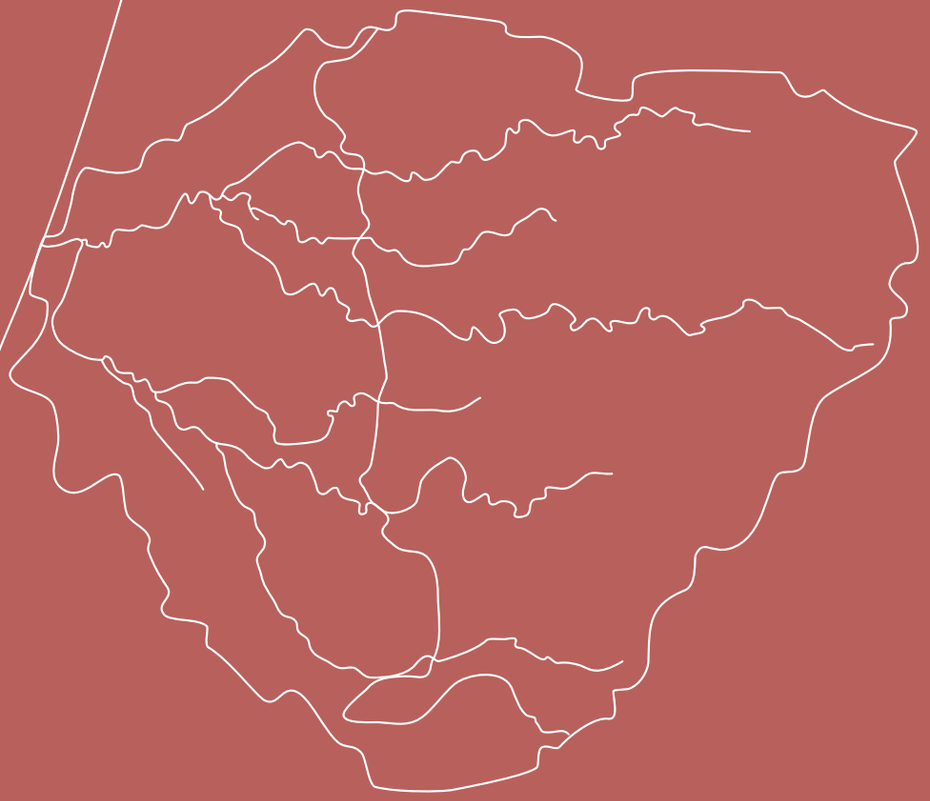
טבלה ד-1 תכולה מיקרוביאלית במספר מעיינות באגן סרידא, cfu/100 ml (נכון לשנת 2015) **208**

טבלה ד-2 השוואה בין מאפייני שפכים ביתיים לשפכים מבתי בד **212**

טבלה ד-3 מכוני טיהור שפכים במרכז וצפון הרשות הפלסטינית WWTPs in the central and northern districts of the Palestinian Authority. **214**

ה היבטים אקולוגיים

פרופ׳ משה שחק אוניברסיטת בן גוריון בנגב, פרופ׳ אמריטוס
ד״ר ז׳אן־מארק דופור־דרור אקולוג, יועץ באקולוגיה יישומית





תוכן העניינים

1. המטריצה האגנית כמערכת אקולוגית פרופ׳ משה שחק **220**

מאפייני המערכת האקולוגית של אגן הירקון

שכבות המטריצה האגנית וסיווגן על פי שירותי המערכת האקולוגית

סיכום

2. עקרונות מנחים: נחלים, טבע עירוני ובתי גידול לניהול ושימור
ד״ר ז׳אן־מארק דופור־דרור **224**

נחלים

המלצה להרחבת רצועות נחלים המיועדות לתפקד כמסדרונות אקולוגיים

טבע עירוני

בתי גידול אחרים לניהול ולשימור

3. בתי גידול לחים לאורך הירקון ד״ר ז׳אן־מארק דופור־דרור **231**

4. מסקנות והמלצות מרכזיות **231**

תכנית האב לאגן הירקון - ואדי אל-עוג'ה בוחנת את תחום האקולוגיה בראייה אגנית כוללת. התכנית מאמצת את גישת 'האקולוגיה של הנוף' ו'אקולוגיה עירונית', בנוסף על כל שאר מרכיבי האקולוגיה האגנית. האדם הוא הגורם המרכזי בשינויים המתחוללים בעת המודרנית ולכן קיימת חשיבות רבה לשמירת הטבע - שתבוא לידי ביטוי בשימור מרחבי המטריצה האגנית על כל שכבותיה ושימור האצבעות הירוקות.

פרופ' משה שחק מציג בסעיף הראשון את המטריצה האגנית כמערכת אקולוגית; האקולוג ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור מציג בסעיף השני המלצות לשמירת הטבע במרחבי האגן, בייחוד בשטחים הבנויים. בסעיף השלישי מובאת סקירה על בתי גידול לחים באגן של ד"ר דופור דרור.

1. המטריצה האגנית כמערכת אקולוגית פרופ' משה שחק

שירותי המערכת האקולוגית

שירותי מערכת אקולוגית הם תהליכים טבעיים הנובעים מתפקודיה והם בעלי חשיבות לקיומו ולרווחתו של האדם. מדובר בשירותים מגוונים הכוללים יצירת בתי גידול, ויסות תנועת חומר ואנרגיה במרחב ובזמן, אספקת חומרים ומעטפת תרבותית.

הראייה הכלל אגנית המאפיינת את תכנית האב לאגן הירקון - ואדי אל-עוג'ה, מאפשרת לבחון את האגן כמכלול אקולוגי ולהגדיר את שכבות המטריצה האגנית כשכבות שירותי מערכת אקולוגית כלל אגנית. מטרת הגישה שתוצג כאן היא לתת כלי עזר לתהליכי התכנון, הפיתוח והניהול של האגן בהיבטים האקולוגיים.

במערכת האקולוגית של אגן הירקון קיימות השכבות הבאות של שירותי מערכת:

1. שירותי בתי גידול

שירותי בתי הגידול מסופקים על ידי מערכות הנחלים, שמורות הטבע, היערות, השטחים החקלאיים, הפארקים, הגינות והצירים הירוקים. כל אלה משמשים בתי גידול למגוון רחב של מיני צמחים ובעלי חיים. מרחב בתי הגידול מאפשר שימור ושיקום המגוון הביולוגי, החיוני לתפקוד בר־קיימא של המערכות האקולוגיות, על התועלות הנגזרות ממנו לאדם ולטבע.

2. שירותי ויסות

המערכת האקולוגית תורמת לוויסות תהליכים בסביבה, למשל: ויסות מחזור המים המתבטא במניעת שיטפונות; שמירה על איכות המים; ומניעת סחף קרקע. כמו כן שירותי האבקה על ידי בעלי חיים המתחזקים את יצירת הפירות ברוב הגידולים החקלאיים; ושירותי הדברת מזיקים על ידי טורפים, שמקורם במערכות אקולוגיות טבעיות.

3. שירותי אספקה

המערכת האקולוגית מעניקה לאדם תוצרים כדוגמת מים (מים כחולים מעל הקרקע ומים ירוקים שמתחת לקרקע), מזון, חומרי בנייה, תחבורה ותשתיות.

4. שירותי תרבות ופנאי

ניתנים על ידי רכיבים ותהליכים במערכת האקולוגית המעשירים את איכות החיים של תושבי האגן ואחרים כדוגמת ערכי ארכיאולוגיה ומורשת, תרבות, חינוך, פנאי ונופש וכדומה.

מאפייני המערכת האקולוגית של אגן הירקון

1. **נוף רב־תפקודי (multifunctional landscape)** נוף המספק מגוון שירותי מערכת: הנוף באגן הירקון הוא פסיפס של מערכות אקולוגיות מגוונות המתפקדות באופן שונה ולכן מספקות שירותי מערכת שונים.
2. **קישוריות (connectivity)** המערכת האגנית בירקון מקושרת על ידי רשת נחלים המבטיחה, בניהול נכון, מארג מערכות אקולוגיות בריאות. מערכות אקולוגיות מקוטעות וקטנות אינן מתפקדות כראוי וקיימת סכנה להידרדרותן.
3. **גודל המאפשר שיקום תפקודי** גודל האגן והמגוון הגדול של המערכות האקולוגיות בו מהווים פוטנציאל לשיקום תפקודי, היינו שיקום תהליכים אקולוגיים מרכזיים המאפשרים קיום מערכות אקולוגיות בריאות המספקות שירותי מערכת למסד הביוטי והאנושי.
4. **רב שכבתיות** הנוף האגני של הירקון מבטיח רב תפקודיות במושגים של שירותי מערכת, הודות להיותו רב שכבתי. כלומר, ניתן להגדיר שכבות של שירותי מערכת המקושרות זו לזו ויוצרות יחדיו מארג שירותים.

שכבות המטריצה האגנית וסיווגן על פי שירותי המערכת האקולוגית

1. שכבת שירותי בתי גידול וקישוריותה במערכת המסדרונות האקולוגיים

באגן הירקון יש שטחים פתוחים המתפקדים כרשת מאוחדת ומספקים שירותי בתי גידול לצמחים ולבעלי חיים, במסגרת הנוף המבונה של האגן הכוללים:

- שמורות טבע, גנים לאומיים ויערות
- שטחים חקלאיים
- פארקים, גינות ואצבעות ירוקות

2. שכבת שירותי ויסות

השטחים הפתוחים משמשים כווסתים החיוניים לשמירת האגן כמערכת מתפקדת. השטחים המתפקדים הם:

- הנחלים כמקור ומבלע למי הנגר, בניהול נכון, מווסתים שיטפונות ומווסתים את איכות המים.
- שמורות טבע, גנים לאומיים ויערות מווסתים שירותי האבקה והדברה ביולוגית.
- שטחים חקלאיים מווסתים סחף קרקע.

3. השטחים הנכללים בשכבת שירותי אספקה

- שטחי חקלאות, הכוללים: חקלאות מסורתית/חקלאות טרסות, חקלאות המרחב הכפרי והחקלאות העירונית. לשטחי החקלאות חשיבות רבה באספקת מזון לתושבי האגן.
- מחצבות המספקות חומרים שמקורם בתשתית הסלעית האי־ביוטית של המערכת האקולוגית.

4. שירותי תרבות

כל יחידות הנוף המספקות לתושבי האגן שירותי פנאי ונופש שהשטח המבונה אינו מסוגל לספק. השטחים המספקים שירותי תרבות באגן הם:

- אתרים ארכיאולוגיים ומכלולי מורשת.
- שמורות טבע, גנים לאומיים, יערות ונחלים.
- פארקים, גינות ואצבעות ירוקות.

סיכום

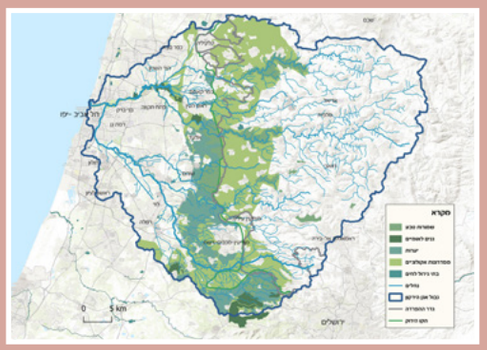
שכבות המטריצה האגנית מתבססות על שילוב שכבות המערכת האקולוגית ושכבות המערכת החברתית־אנושית (תרשים ה-1) המשובצות כולן בנוף הטבעי והתרבותי. המטריצה האגנית מורכבת מ:

- ערוצי הנחלים
- מסדרונות אקולוגיים
- שטחים חקלאיים
- מכלול השטחים הפתוחים
- אצבעות ירוקות - צירים ירוקים וטבע עירוני
- אתרי הארכיאולוגיה, הדרכים העתיקות, המורשת והמכלולים
- מוסדות חינוך וציבור
- בינוי, פרוזדורי תחבורה ותשתיות

ניתן לתכנן, לפתח ולנהל את אגן הירקון - אל-עוג'ה ואת המטריצה האגנית בראייה רחבה של מערכת שירותים אקולוגיים הכוללת רצף של מכלולים בתחומי האקולוגיה, החקלאות והמורשת. תכנון מושכל יעניק פסיפס של נוף טבעי ותרבותי רב־תפקודי המשלב טבע ואדם במארג חיים משותף.



הנחלים באגן – מערכת אקולוגית שיקומית



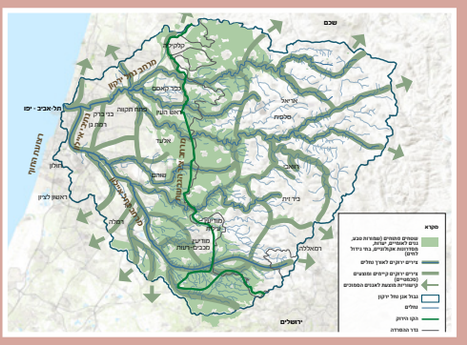
המסדרונות האקולוגיים – שירותי בתי גידול וויסות



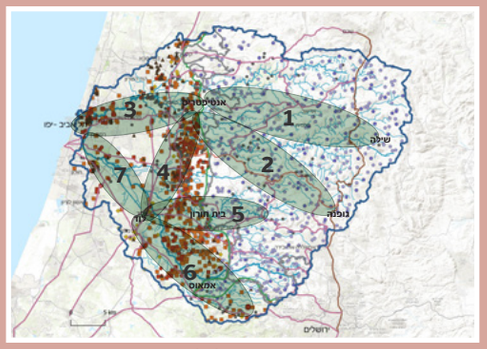
השטחים החקלאיים – שירותי אספקה



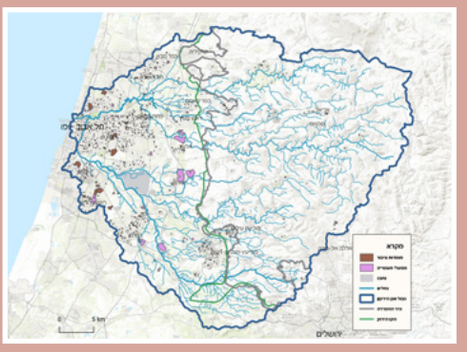
מערכת השטחים הפתוחים – שירותי בתי גידול



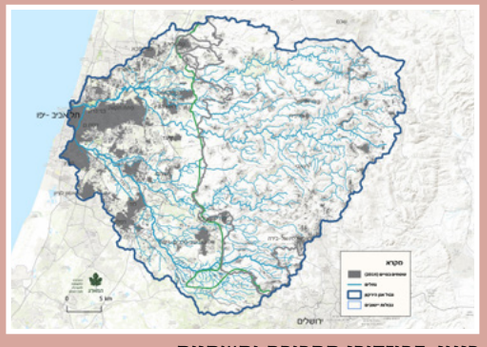
הצירים הירוקים – שירותי אספקה ותרבות



מורשת, דרכים עתיקות ומכלולים – שירותי תרבות



מוסדות חינוך, ציבור – שירותי תרבות



בינוי, פרוזדורי תחבורה ותשתיות

תרשים ה-1 שכבות המטריצה האגנית וסיווגן על פי סיווג שירותי המערכת האקולוגית

2. עקרונות מנחים: נחלים, טבע עירוני ובתי גידול לניהול ושימור
ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור

נחלים

עקרון 'תומכי מסדרונות אקולוגים' לעומת 'צירים ירוקים'

בחינת מצבם של ערוצי נחלים באגן הירקון מלמדת כי לא כל הערוצים יוכלו לשמש כמסדרונות אקולוגיים בגלל עוצמת הפיתוח הצפוי בסמוך להם. כדי שרצועת נחל תוכל לשמש כמסדרון אקולוגי מתפקד, נדרשות כתנאים בסיסיים גדות נחל רחבות דיין, שאינן מופרות ושנושאות צמחייה מקומית. כיסוי צומח לא מופר ומורכב ממינים מקומיים מהווה בית גידול ערכי עבור מגוון רחב של בעלי חיים ומהווה מחסום לחדירה והתבססות צמחים פולשים הנוטים להתפשט לאורך נחלים.

אפשר להבחין בין ערוצי נחלים 'תומכי מסדרונות אקולוגיים' שבהם גדות הנחלים עדיין רחבות דיין, לבין ערוצי נחלים ללא גדות טבעיות או שהגדות צרות ומופרות מדי, שאינם יכולים לשמש כמסדרון אקולוגי, אך ניתן לסווגם כ'צירים ירוקים'.

לערוצי הנחלים המסווגים כ'תומכי מסדרונות אקולוגיים', תהיינה הנחיות ספציפיות שמטרתן שימור ושיקום המערכות האקולוגיות לאורך ערוץ הנחל. לערוצי הנחלים שאינם מותאמים למסדרונות אקולוגיים, תהיינה הנחיות המכוונות לטבע עירוני, כדי שישמשו 'צירים ירוקים'. במקביל, תיעשה בדיקה בדבר האפשרות לשקם את הצירים הירוקים על מנת להכשירם (גם אם באופן חלקי) לשמש כמסדרון אקולוגי.

נחלים תומכי מסדרונות אקולוגיים: איומים עכשוויים

גם הנחלים אשר יכולים לשמש כ'תומכי מסדרונות אקולוגיים' באגן הירקון נמצאים תחת איום. חשוב מאוד לצמצם את האיומים האלו מוקדם ככל האפשר בתיאום עם המשרדים והרשויות הרלוונטיים: רט"ג, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות, רשות ניקוז ורשויות מקומיות.

איום ראשון **כרסום גדות נחלים**

תופעת 'כרסום' גדות הנחלים מתרחשת כאשר עבודות הפיתוח מתקרבות לערוץ הנחל והורסות את הגדות (תרשים ה-2). הגדות הן, כאמור, מרכיב חיוני לתפקוד רצועת הנחל כמסדרון אקולוגי. אם הכרסום לא ייעצר, יהפכו ערוצי נחלים אלו ל'צירים ירוקים', ולא יוכלו לשמש כמסדרונות אקולוגיים.

איום שני **פסולת וחסימת ערוצי נחלים**

בהמשך לאיום הראשון, נחסמים ערוצי נחלים אלה בשל שפיכת פסולת, בעיקר פסולת בניין. לכן, פינוי הפסולת ופתיחת חסימות אפיקי הנחלים הם פעולות הכרחיות לתפקוד המערכת האקולוגית לאורך הנחל.



תרשים ה-2 כירסום גדות נחל מודיעים וסכמה כללית של הנחלים והערוצים עם גדות טבעיות וגדות מופרות

איום שלישי **הרס כיסוי צומח של גדות נחלים**

לעתים קרובות מדי גישת רשויות הניקוז בניהול גדות נחלים מבוססת על העיקרון של כיסוח צמחיית הגדות לשם מניעת הצפות או מסיבות אסתטיות (כדי לראות את הנחל). פעולות חוזרות ונשנות אלו בדרך כלל קיצוניות ומביאות למדבר ביולוגי לאורך ערוצי הנחלים. הפיכת הנחלים למסדרונות אקולוגיים מחייבת שינוי תפיסה ופיתוח תכנית ממשק מבוסס על שיקום צמחיית גדות הנחלים (תרשים ה-3).



תרשים ה-3 שיקום צמחייה בגדות נחל אלכסנדר לצורך דיכוי אמברוסיה מכונסת, צמח פולשי.
מימין לפני השיקום, משמאל אחרי (צילום ז'.מ. דופור־דרור)

איום רביעי **שימוש יתר ולא מתאים בקוטלי עשבים לאורך גדות נחלים**

מחוץ לאגן הירקון נצפתה תופעה, שיש לעצור אותה לאלתר ולמנוע אותה לחלוטין אם טרם בוצעה באגן, של שימוש יתר בקוטלי עשבים לא מתאימים לבתי גידול לחים, במטרה לחסל מוקדים של צמחים פולשים לאורך נחלים. באחד הנחלים העיקריים במישור החוף נשפכו כמויות גדולות של ראונד־אפ (glyphosate), במינון שאינו מתאים לבתי גידול לחים. מלבד הרס של צמחיית הגדות (תרשים ה-4), ואי חיסול הצמח הפולש, תופעה זו עלולה לגרום לנזקים משמעותיים למי הנחלים. רק חומרי הדברה מסוימים מתאימים לשימוש בבתי גידול לחים. יש להתייחס לסוגיה זו בכובד ראש בכל מרחב אגן הירקון.



תרשים ה-4 ריסוס כולל על גדות נחל – לא נותרה צמחייה. המערכת האקולוגית נהרסה כליל (צילום ז'.מ. דופור־דרור)



תרשים ה-5 שיטה כחלחלה בגדות נחל מודיעים (צילום ז'.מ. דופור־דרור)

איום חמישי **התאמת מעבירי מים למעברים תחתיים לבעלי חיים**

בפרספקטיבה של הפיכת רצועות נחלים למסדרונות אקולוגיים, יידרש שדרוג מעבירי מים למעברים תחתיים לבעלי חיים. במצבם הנוכחי, רוב מעבירי המים אינם מתאימים לשמש כמעברים לבעלי חיים. מידותיהם קטנות מדי, ובהיעדר תחזוקה מתאימה חלקם סתומים. יש צורך בתכנון מדרגת צד מוגבהת כדי לאפשר מעבר בעלי חיים על מצע יבש בעת זרימת מים בעונת החורף (תרשים ה-5).





תרשים ה-6 מימין: מעביר מים בנחל מודיעים שאינו מותאם למעבר בעלי חיים, משמאל: מעבר תחתי לבעלי חיים עם מדרגה יבשה ופתח רחב בצרפת (צילום ז'.מ. דופור־דרור)

איום שישי **השתלטות צמחים פולשים בגדות נחלים**

האיום השישי על רצועות נחלים שעשויים לשמש כמסדרונות אקולוגיים הוא השתלטות צמחים פולשים. מעבר לאיום העיקרי של צמח האמברוסיה (אליו מודעת היטב רשות נחל הירקון), ישנם לא מעט אזורים שבהם השתלטו על גדות הנחלים צמחים פולשים כגון שיטה כחלחלה (תרשים ה-6) או קיקיון מצוי, ודחקו את המינים המקומיים, מה שהפחית בצורה קיצונית את המגוון הביולוגי

לאורך הנחלים, בצמחים ובבעלי חיים (ראו מהדורה שנייה של ספרו של דופור־דרור, 2019). לכן, כל תכנית להפיכת רצועות נחלים למסדרונות אקולוגיים, תצטרך להטמיע בתוכה מרכיב לטיפול וצמצום צמחים פולשים אשר התבססו לאורך הגדות.

המלצה להרחבת רצועות נחלים המיועדות לתפקד כמסדרונות אקולוגיים

במרחבים שטרם פותחו ונבנו ניתן להציע הגדרה מחייבת להפיכת רצועת הנחל למסדרון אקולוגי מתפקד, ולפיה ייקבע רוחב מינימלי לרצועת הנחל (אפיק + גדות).

חישוב רוחב רצועת הנחל ייקבע על פי שלושה פרמטרים:

1. **רוחב פשט הצפה של 1:20 שנה** (נתון זה מתקבל על ידי הידרולוג והוא במטרים).
2. **ערך השיפוע של פני השטח** במרחב של פשט הצפה 1:20. פרמטר זה בא 'לתקן' את השפעת הטופוגרפיה לרעת רוחב המסדרון: אם ערוץ הנחל מאוד קניוני אז רוחב פשט הצפה מאוד צר ולכן חישוב רוחב המסדרון צר מאוד וחסר משמעות.
3. **סוג ייעוד הקרקע המתוכנן בסמוך לערוץ הנחל** לחישוב רוחב הרצועה מוסיפים פס נוסף אשר הרוחב שלו תלוי סוג פיתוח הקרקע שבו. אם בנוי אז אין אפשרות להגדיל את הרצועה, אם הוא חקלאי, ניתן.

הפרמטרים יחושבו על פי הנוסחה הבאה:

פשט הצפה 1:20 (מ') * **מקדם שיפוע** + **קבוע (מ') לפי סוג יעוד קרקע מתוכנן סמוך לנחל = רוחב מסדרון נחל (x) (מ')**

דוגמה למקדם שיפוע:

1 = עד 5%

1.5 = 5-10%

3 = 10-20%

6 = מעל 20%

דוגמה לסוג ייעוד קרקע:

שטח בנוי: הוספת אזור חיץ ברוחב x מ'

שטח חקלאי: הוספת אזור חיץ ברוחב 1/2 x מ'

על פי הנוסחה המוצעת, רוחב רצועת הנחל הנדרשת אינו קבוע ואחיד אלא מותאם לתנאי השטח ולאופי הפיתוח המתוכנן.

דוגמה 1: ערוץ נחל במישור החוף עם שיפועים מתונים (1) עם פשט הצפה של 80 מ' (מקצה לקצה) עם שטח חקלאי (0.5):

רוחב המסדרון = (80 מ' x 1) + (20 מ' x 0.5) = 90 מ'

90 מ' = 45 מ' מכל גדה

דוגמה 2: ערוץ נחל באזור גבעות עם שיפועים 10-20% (3) פשט הצפה של 20 מ' (מקצה לקצה) עם שטח חקלאי (0.5):

רוחב המסדרון = (20 מ' x 3) + (20 מ' x 0.5) = 70 מ'

70 מ' = 35 מ' מכל גדה

נוסחה זו אמורה לתת בסיס לקביעה כמותית של רוחב המסדרון. אך **לא מדובר במדע מדויק** ויהיה צורך בהתאמה במקרים מיוחדים.

טבע עירוני

עקרונות

חלק ניכר משטח אגן הירקון הוא אורבני והיקפו ילך ויגדל במהלך השנים הקרובות. לכן נדרשת התייחסות נרחבת להיבטים של ניהול טבע עירוני, בדומה לקווים המנחים למדיניות אקולוגית בטבע עירוני שהוגדרו במסגרת **תכנית אב לטבע עירוני בירושלים** (דופור־דרור 2013 א'). כמו כן, תקפות ורלוונטיות גם ההנחיות המפורטות במסמך הטכני ל**סוגיית טבע בעיר** (דופור־דרור 2013 ב').

להלן העקרונות הנוגעים לאקולוגיה ולטבע עירוני:

- אתר טבע עירוני אינו שמורת טבע ואינו מיועד להיות כזה. לכן, מטרת אתר טבע עירוני אינה יכולה להיות באופן בלעדי שימור ושיקום מערכת אקולוגית מקומית ושמירה על מגוון המינים המקומיים; הוא ממוקם בשטח שבו רמת ההפרה של המערכת האקולוגית היא מרבית ואינה ניתנת להפחתה, לעומת אתרים הנמצאים בשטחים פתוחים.
- אתר טבע עירוני מיועד לאפשר לתושבי העיר חיבור לערכי הטבע למיניהם, ואם ניתן, גם למערכות אקולוגיות מתפקדות.
- באתר טבע עירוני יש לתת עדיפות לפיתוח מינים מקומיים אך אין מניעה לשלב מינים זרים, כל עוד הם אינם פולשים.
- יש לוודא כי אתר טבע עירוני אינו הופך למקלט למינים פולשים כגון אילנתה בלוטית, צחר כחלחל, או דררה קרמר ותוכי נזירי.

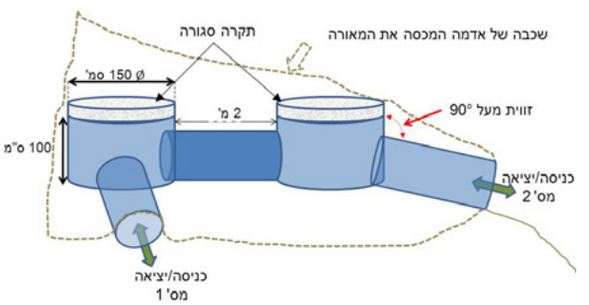




מימין פלישת אילנתה בלוטית בשטחים ירוקים במרחב האורבני (צילום ז'.מ. דופור־דרור) משמאל קן של תוכי נזירי בעץ אקליפטוס בפארק נחל הירקון (צילום ז'.מ. דופור־דרור)

סוגיות עיקריות בקידום נוכחות בעלי חיים באתרי טבע עירוני

- בשל הניתוק המרחבי הקיים בין אתרי טבע עירוני, בעלי החיים העיקריים שניתן לשלב בהם שייכים למשפחת העופות. לכן, יש מקום להקים מערך תיבות קינון ונקודות תצפית לקהל שיתרמו לאיכות אתר הטבע העירוני.
- אחת הבעיות באתרי טבע עירוני היא פיזור הפסולת על ידי בעלי חיים המרוקנים את הפחים (תנים, עורבים, חתולים). לכן יש לתכנן ולהתקין פחים שאינם ניתנים לנבירה.
- בנוסף לתיבות קינון לבעלי־כנף, כדאי לפתח מאורות מלאכותיות לדורבנים ובמידת האפשר גם ליונקים אחרים החיים באתרי טבע עירוני (תרשים ה־7).
- חשוב מאוד לתת מענה למניעת השתלטות בעלי חיים פולשים, לרבות עופות פולשים כגון מינה, דררה או תוכי נזירי.



תרשים ה-7 תכנון מאורה מלאכותית לדורבנים

סוגיית הצומח באתרי טבע עירוני: נקודות עיקריות ועדכניות

באתרי טבע עירוני יש לתת עדיפות למיני צמחים ארצישראליים של אזור ההר או אזור מישור החוף, בהתאם למיקום האתר באגן הניקוז. בשל התאמתם לתנאים המקומיים, הם יזדקקו למינימום טיפול ולא יקיימו יחסי גומלין עם מינים זרים פולשים, כגון עצי אקליפטוס המקור ופשפש הברונזה, שהתגלה לאחרונה לאורך הירקון.

מכיוון שעצים רבים ניטעים באתרי טבע עירוני, חשוב מאוד להטמיע בתכניות הממשק של אותם אתרים גיזום מקצועי של העצים. בשנים האחרונות משקיע משרד החקלאות מאמצים רבים להכשרת גוזמים מומחים לטיפול נכון בעצים, לרבות גיזום פרטים צעירים. נצבר ידע רב בנושא ובתיאום עם פקיד היערות ורצוי לתת תשומת לב לסוגיה זו באתרי טבע עירוני.

ב-20 במרץ 2015 פרסם ארגון הבריאות העולמית (WHO) הודעה הקובעת כי קוטל העשבים המכיל glyphosate (שם מסחרי: Round-Up) הינו 'מסרטן סביר' ("probably carcinogenic"). סיווג רשמי זה בא בעקבות הערכה מהסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (IARC) שב-Lyon (צרפת).

במאי 2016 קבוצה של מדענים בשם ארגון המזון והחקלאות של האו"מ (FAO) פרסמה הודעה לפיה לא סביר כי glyphosate הינו מסרטן באמצעות מזון. ב-15 במרץ 2017 הסוכנות האירופית לחומרים כימיים החליטה לחדש את הסיווג הקיים של glyphosate כחומר שאינו מסרטן, כיוון שהנתונים המדעיים הקיימים אינם מספיקים כדי לטעון כי החומר מסרטן.

חידוש היתר המכירה של glyphosate באיחוד האירופי לתקופה 2016-2031 נידון בין חברי האיחוד ולא נמצאה הסכמה משותפת עד היום.

הוויכוח סביב הסכנה של glyphosate מלמד כי יש צורך לעבור לטיפול כימי ממוקד על מנת לצמצם באופן משמעותי את נפח קוטלי העשבים הנשפכים באתרי טבע עירוני. חובה להטמיע היבט זה במסגרת תכנית האב לאגן הירקון.

נקודת נוספת, המוזנחת לעיתים קרובות מדי באתרי טבע עירוני, היא העברת מידע לציבור באשר למיני צמחים הניטעים באתרים: מומלץ מאוד לפתח מערך שלטים המספקים מידע בסיסי על המינים הקיימים בכל אתר. העברת מידע לציבור הרחב מאפשרת לגייס אותו למאמצים הנעשים לשימור האתרים.



פשפש הברונזה, מין פולש חדש שהתגלה על עצי אקליפטוס המקור בנחל הירקון ב-2014 (צילום צבי מנדל)

בתי גידול אחרים לניהול ולשימור

בתות

סוגיית הבתות חשובה מאוד באגן הירקון. במרגלות ההר משתרעים שטחים נרחבים יחסית שבהם שרדו עד היום בתות - יחידת צומח העשירה במגוון מינים של בני שיח ועשבוניים רב־שנתיים וחד־שנתיים (שקדי ואנגרט 2005).
הבתות במרחב זה נתונות בסכנה משני איומים:

1. הפיתוח, בעיקר בניית מגורים ואזורים תעשייתיים;
2. ייעור, בפרט אורנים. חשוב להגן על הבתות מפני כל פגיעה ולהטמיע את העובדה האקולוגית כי נטיעת עצים בשטחי בתות מפרה את האיזון האקולוגי הקיים בהם ומצמצמת את המגוון הביולוגי. יש להיזהר מהטיעון המוטעה כי נטיעת עצים תורמת בכל מצב למערכת אקולוגית. נטיעות עצים תורמות למערכת האקולוגית כאשר הפוטנציאל הצמחי הנוכחי הוא יערי. אך במצבים אחרים, כמו בתות, נטיעת עצים עלולה להביא לנזקים אקולוגיים. על כן מומלץ להיוועץ עם אקולוגים בעת הכנת תכנית פיתוח לאזורי בתות בתחום אגן הירקון.

טרסות

בחלק המזרחי של אגן הירקון בנויות על המדרונות טרסות שחלקן לא פעילות. בשלב זה רצוי לשקם את הטרסות הקיימות ולמנוע את פירוק קירותיהן. מחקרים עתידיים יבדקו את העושר הביולוגי של אותן טרסות נטושות וכיצד ניתן בהתאם לשקם אותן בצורה הנכונה ביותר.

יערות נטועים

אם מבקשים לשלב יערות נטועים במערכת האקולוגית באגן הירקון נדרשת תכנית רחבת היקף אשר תכלול:

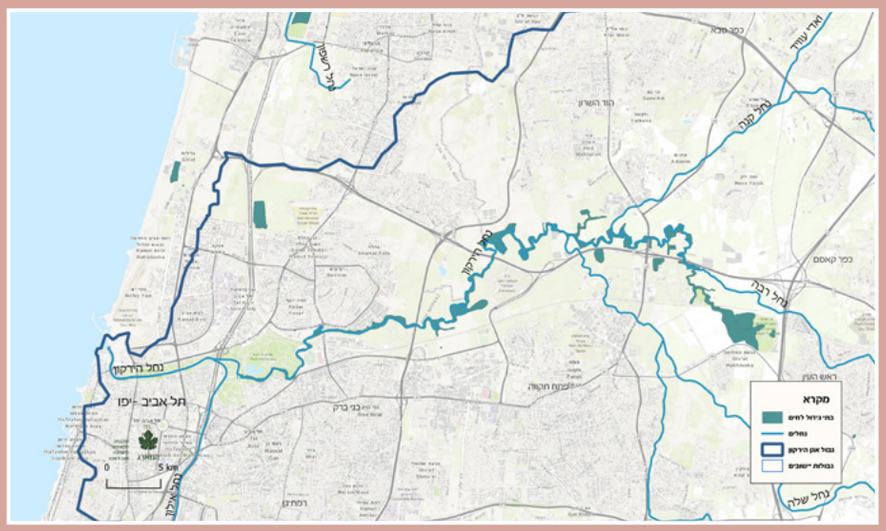
- דילול העצים, כדי לאפשר צימוח של הפרטים הבריאים ביותר וכדי להגביר את כמות האור המגיע לתת היער. פעולה זו חיונית כדי להאיץ את צימוח העצים הצעירים כגון אלון מצוי, אשר נבטו וצמחו בתת היער (ראו דופור־דרור, 2008).
- שמירת אזורי חיץ למניעת שריפות, תוך יישום ההנחיות המקצועיות שפורסמו לפני ארבע שנים (ראו דופור־דרור, 2011). מודגש כי פיתוח אזורי חיץ על פי השיטות שפותחו בדרום מזרח צרפת, ניתנות ליישום בארץ ואינן הורסות לחלוטין את הצומח ברצועת החיץ.



מימין: אלון מצוי צעיר שצמח בתת היער של אורן ירושלים (צילום ז'.מ. דופור־דרור),
משמאל: דוגמה לשילוט ליד עצים (צולם בגבעת רם ירושלים)

3. בתי גידול לחים לאורך הירקון ד"ר ז'אן־מארק דופור־דרור

במהלך השנים האחרונות ניתנה תשומת לב מיוחדת לנושא השיקום והשחזור של בתי גידול לחים (תרשים ה-8). לתהליך זה יש השפעה מרחבית ניכרת לשימור מגוון המינים בתחום האגן. עיריית תל אביב קידמה מספר עבודות בתחום זה, בין השאר על ידי האקולוג ואדריכל הנוף ליאב שלם, יחד עם גורמי הפיתוח הסביבתי ברשות המקומית. כך למשל שוקמה בריכת חורף בצפון תל אביב (בנחל פרדסים) אשר מייצבת את הקשר בין הנחל, אזורי הבינוי השכונתיים והשטחים החקלאיים. במספר מקרים העבודה נעשתה ביחד עם הקהילה, דבר שתורם לחיזוק הקשר בין השטחים פתוחים והתושבים, ויש לו ערך חינוכי רב. מן הראוי לעודד מגמה זו ולפתחה באזורים נוספים ברחבי האגן.

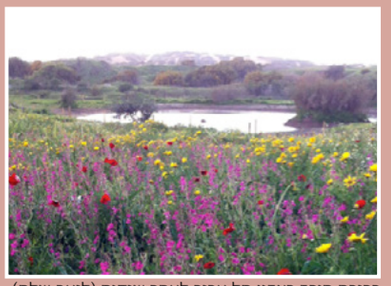


תרשים ה-8 בתי גידול לחים באגן הירקון

4. מסקנות והמלצות מרכזיות

1. המטריצה האגנית מהווה פלטפורמה לשירותי בתי גידול, שירותי ויסות, שירותי אספקה ושירותי תרבות ומיטביות.
2. כדי לפתח את המטריצה האגנית כמערכת אקולוגית, יש לראות בה נוף רב־תפקודי המספק מגוון שירותי מערכת; יש להקפיד על קישוריות (connectivity) מרבית שתהפוך אותה למערכת רציפה; ויש להכין תכניות מפורטות לשיקום תפקודי־אקולוגי של צירים אורבניים פתוחים מופרים.
3. מרכיבי המטריצה האגנית כוללים: אצבעות ירוקות וטבע עירוני; צירי נחלים/מסדרונות פתוחים ומסדרונות אקולוגיים.
4. על מערכות התכנון העירוניות והמחוזית לקדם הנחיות מותאמות לשימור ושיקום המערכות האקולוגיות לאורך ערוצי נחלים 'תומכי מסדרונות אקולוגיים'; והנחיות מותאמות לערוצי נחלים שאינם מתאימים לכך ועל כן ישמשו 'צירים ירוקים' באתרי טבע עירוני.
5. יש לפעול למניעת כרסום גדות נחלים; השלכת פסולת וחסימת ערוצים; הרס הצומח על הגדות; שימוש בחומרי הדברה בסמוך לנחלים; וכן להתאמת מעברי מים למעבר בעלי חיים ומניעת השתלטות צמחים ומינים פולשים.

6. בשטחים מבונים מומלץ לפתח אתרי טבע עירוני שמטרתם שימור ושיקום מערכת אקולוגית מקומית, פיתוח מינים מקומיים שאינם פולשים וחיבור האוכלוסייה לערכי הטבע.
7. כדי לשמור על המערכות האקולוגיות באגן, על מערכות התכנון לשמר ולנהל אזורים עם בתי גידול ייחודיים כדוגמת אזורי בתה, טרסות חקלאיות ושטחי יערות.


בריכת חורף בצפון תל אביב לאחר שיקום (ליאב שלם)


בריכת החורף המשוקמת בכפר הירוק, מאי 2014 (ליאב שלם)


שיתוף הקהילה בתהליך השיקום האקולוגי נופי וכאתר בילוי ופנאי (ליאב שלם)


נחל פרדסים שעבר שיקום בצפון מזרח תל אביב


בריכת חורף בצפון תל אביב לפני שיקום (ליאב שלם)


שיקום בריכת חורף לב השרון (ליאב שלם)

רשימת תרשימים

תרשים ה-1 שכבות המטריצה האגנית וסיווגן על פי סיווג שירותי המערכת האקולוגית 227

תרשים ה-2 כירסום גדות נחל מודיעים וסכמה כללית של הנחלים והערוצים עם גדות טבעיות וגדות מופרות 229

תרשים ה-3 שיקום צמחייה בגדות נחל אלכסנדר: מימין לפני השיקום משמאל אחרי (צילום ז׳.מ. דופור־דרור) 229

תרשים ה-4 ריסוס כולל על גדות נחל – לא נותרה צמחייה. המערכת האקולוגית נהרסה כליל (צילום ז׳.מ. דופור־דרור) 230

תרשים ה-5 מימין מעביר מים בנחל מודיעים שאינו מותאם למעבר בעלי חיים, משמאל מעבר תחתי לבעלי חיים עם מדרגה יבשה ופתח רחב בצרפת (צילום ז׳.מ. דופור־דרור) 230

תרשים ה-6 שיטה כחלחלה בגדות נחל מודיעים (צילום ז׳.מ. דופור־דרור) 231

תרשים ה-7 תכנון מאורה מלאכותית לדורבנים 233

תרשים ה-8 בתי גידול לחים באגן הירקון 236

ו היבטים כלכליים

גדי רוזנטל יועץ כלכלי, חברת " כיוון - איסטרטגיה, כלכלה ופיתוח עיסקי"
בסיוע מיכל גרוסמן ואורן נעם חברת אביב Aviv AMCG





תוכן העניינים

1. מבוא 238

2. ניתוח עלות תועלת של שיקום־פיתוח נחל הירקון (מבט רטרוספקטיבי) 240
התועלת מסמיכות ונגישות לפארק
ערך ביקורים בפארק

3. ניתוח מושגי־כלכלי של תפיסת האצבעות הירוקות 248

4. תפיסת הניקוז בגישת ניהול קטסטרופות 251
תכנון מוטה־קטסטרופה
יישום פתרונות לטיפול בניקוז במעלה הזרם ולא במורדו

5. הצעה ראשונית לניהול אגני בקרן אגנית 254

6. תכנית ניקוז אגנית ומימונה כחלק מיעדי הקרן והפעולה האגנית המשותפת 255
סיכום
מסקנות אופרטיביות

1. מבוא

בפרק זה מובא ניתוח ראשוני של המשמעויות הכלכליות הנובעות מהתכנית לניהול אגן הירקון. הניתוח יתייחס לנקודות שבהן ניתן כבר בשלב מוקדם זה, במסגרת תכנית האב, להציג היבטים כלכליים של התכנון המוצע.

תכנית האב לאגן ירקון – ואדי אל-עוג'ה מתבססת על גישת הניהול האגני - גישה תכנונית חדשה יחסית, המבוססת על ראייה כוללת של האגן. גישה זו חותרת לקבל החלטות תכנוניות ארוכות טווח המבוססות על שיקולים רוחביים ברמת האגן. כחלק מתכנית האב מוצעת גם גישה חדשה לתכנון ניקוז, המבוססת על היפוך התהליך האנליטי לצורך תכנון מערך הניקוז. פרק זה משלים את החלקים האחרים בתכנית האב, ומבקש להציג ניתוח אינטגרטיבי של המשמעויות הכלכליות לגישות חדשות אלה.

המסמך מתייחס בתחילה לניתוח התועלת נטו שהופקה מביצוע תכנית האב לשיקום נחל הירקון בשנת 1996. נציג את העלויות והתועלות שנלקחו בחשבון במהלך התכנון, לפני הביצוע (אקס־אנטה), ולצדן את העלויות והתועלות בפועל (אקס־פוסט). בחלק זה תוצג התועלת נטו לכלכלה ולחברה בישראל משיקום הנחל והקמת הפארק, אשר עלתה בפועל באופן משמעותי על כל התחזיות.

חלק ראשון זה, המתייחס לשיקום נחל הירקון בעבר, מאפשר לקבל סדרי גודל ולהעריך את פוטנציאל התועלת הגלומה בטיפוח 'אצבעות ירוקות' – מערכת צירים ירוקים המקשרת את הנחלים והערוצים לצירים ולמוקדים מרכזיים גם בעתיד, כלומר הערכת התועלת מתכנון אגני המתבסס על שיקום אזורי הנחלים לאורכו, והנגשתו לציבור בצורה נוחה, בפרט בתוך המרחב העירוני.

כמו כן, ניתוח התועלת בדיעבד משיקום נחל הירקון מצביע גם על הקשר בין הגידול הטבעי הגבוה וצפיפות האוכלוסין הגוברת והולכת בישראל, לבין הגידול בכמות הנהנים הפוטנציאליים מאצבעות ירוקות כאלו. קשר נוסף מתקיים בין הנדירות של הנחל כמשאב טבע לבין התועלת הציבורית הפוטנציאלית ממנו.[1] כלומר, הערך של הנחל למשתמשים גדל ככל שיש פחות חלופות טבע נגישות אחרות.

נדון גם בהערכת תוספת העלות של תכנון אותן אצבעות ירוקות, תוספת זניחה בשלבי הקמת שכונה חדשה או מבנה חדש, אך בעלת משמעות רבה כאשר מדובר בשינוי מותאם (רטרופיט) של אזור נרחב.

במקביל לתועלות הפוטנציאליות הצפויות משיקום והנגשת סביבות הנחלים באגן לציבור, הנחלים מהווים גם צירי זרימה ומשרתים את מערכת הניקוז, למניעת התממשות סיכוני הצפות ושיטפונות. נושא זה נסקר בפירוט בפרק ההידרולוגי שכתב ההידרולוג בצוות התכנון, ד"ר אבנר קסלר. במסמך זה מציג ד"ר קסלר גישה חדשה לתכנון הידרולוגי ברמה אגנית, המתבססת על עקרון תכנון מוטה קטסטרופות. ד"ר קסלר הציע גישה זו מתוך הערכה שהיא המתאימה ביותר לתכנון הניקוז, בפרט בעידן הנוכחי המתאפיין בצפיפות אורבנית גוברת והולכת במדינה, לצד שינוי אקלים וקשיי חיזוי בתחום שיטפונות ובכלל. הנושא האגני בא לידי ביטוי בכך שההיערכות התכנונית היעילה ביותר לאירועי שיטפון מתבססת על טיפול במעלה הנחלים, לצורך הפחתת נזקים במורדם.

לפיכך, הפרק הכלכלי ינתח באופן ראשוני את התועלות הפוטנציאליות משיקום ופיתוח נחלים ברמה אגנית, ואת ההפחתה הפוטנציאלית בעלויות מניעת הנזק משיטפונות באמצעות תכנון הידרולוגי אגני. כמו כן, נתייחס בפרק זה לקושי המהותי והמורכבות הקיימת במימוש התועלות הפוטנציאליות הללו בשל כמה היבטים:

- הצורך בהתארגנות אגנית וייצוג האינטרסים של בעלי עניין מרובים ומבוזרים בנושא. במקרה של אגן ירקון, מדובר באינטרסים חוצי גבולות, שכן 60% מהשטח הינו מחוץ לגבולות ישראל, בשטחי הרשות הפלסטינית (A, B ו-C).

1 התועלת הציבוריות היא התועלת לאדם מהאפשרות להשתמש ולשהות באזור הנחל. בהמשך המסמך מפורטות גם התועלות מהנחל הנובעות משירותי המערכת האקולוגית.

- בחלק מהמקרים, ובפרט בסוגיית מניעת השיטפונות, בעל האינטרס (הנהנה הפוטנציאלי) ובעל הסמכות (הנדרש לפעולה) שונים, ואף רחוקים גיאוגרפית זה מזה.
- במקרים אחרים, התועלת תופק משימור רצף תכנוני שיאפשר הנאה מהנחל בתוואי ארוך, רציף ונגיש, שאינו מופר מלאכותית על ידי גבולות בין הערים, ולכן נדרש תיאום תכנוני וקבלת החלטות משותפת בין רשויות מקומיות שאין ביניהן הסדרה של פעילות משותפת.
- הנהנים הפוטנציאליים הם כאמור מבוזרים, ואין נציג המתאים לייצג את התועלות המשותפות המפורטות לעיל ולקדם את התהליכים הנדרשים למימושן. במקביל, כוחות השוק, ובראש ובראשונה האינטרס הנדל"ני, הם חזקים ואפקטיביים והאינטרסים העומדים לנגד עיניהם אינם עומדים בהכרח בקנה אחד עם האינטרס הציבורי בראייה ארוכת טווח.
- הן התועלות משיקום אזור הנחל על ערכי הטבע שבו, והנגשתו לציבור לכל אורכו, והן השימוש בנחל כמקור להפחתת הסיכון משיטפונות ולא להגברתו – כל אלה הם מוצרים ציבוריים המסופקים על ידי הנחל. כלומר, ההנאה משירותי הנחל מתחלקת על ידי רבים, ללא עלות מצדם. מכאן נובע כשל שוק המצדיק את ההתארגנות הציבורית, לצורך מימוש האינטרס המשותף של שיקום וטיפוח הנחלים ברמה האגנית.
- הזמן פועל לרעה בהקשר התכנוני, במובן זה שקצב הבנייה והגידול הוא גבוה מאוד (כפי שהודגם על ידי ראשי צוות התכנון בניתוח תצ"אות לאורך עשרות שנים), ותיקון תכנון לקוי שכבר יצא לפועל, עלותו גבוהה משמעותית מהתאמות לתכנון עתידי.
- קידום בנייה חדשה כולל מנגנוני קבלת החלטות שבהם מיוצגים האינטרסים הציבוריים לצד האינטרסים של יזמים בתחום הבנייה. להבדיל, במקרה של בנייה קיימת אין כמובן מנגנון דומה. לכן, התועלת מהתאמות תכנוניות, העשויה להיות לעיתים משמעותית מאוד לציבור, למשל לצורך שיפור 'אצבעות ירוקות', היא במידה רבה 'שקופה'.

בשל הקשיים והמורכבות המתוארים לעיל, חשוב לייסד מנגנון שיאפשר ייצוג של שיקולים רוחביים ברמת האגן, ואשר בידיו היכולת לאגם משאבים לצורך מימוש תועלות אלה. לסיכום המסמך, נדונה הקמת קרן אגנית שתייצג את האינטרס הציבורי משיקום הנחל ברמה אגנית. הקרן תאפשר לבטא כלכלית את עקרון 'הכלים השלובים', בכך שהיא תעביר כספים לאיזון בין אינטרסים של שחקנים שונים, וזאת לשם הגדלת התועלת הציבורית הכוללת. נדון באופן ראשוני במבנה קרן זו, מקורות המימון שלה ומטרותיה.

כחלק מאיסוף הנתונים לפרק זה בוצעו דיונים וסיעורי מוחות עם חברי הצוות השונים, עם ראש רשות נחל הירקון, עם גורמי תכנון במחוז מרכז ותל אביב ואנשי מקצוע רלוונטיים נוספים. העבודה מבוצעת בשיתוף בעלי העניין: נציגי רשות נחל הירקון, נציגי מנהלת קו התפר של צה"ל ('קשת צבעים'), נציגי הרשויות המקומיות באזור וגורמים שונים שהשתתפו בצוות ההיגוי.

הניתוח הכלכלי מאפשר להציף את ההזדמנות ואת פוטנציאל הגדלת התועלת החברתית מניהול אגני ושימור צירי 'המטריצה האגנית' כשטחים פתוחים, במיוחד לאור האיומים והצרכים הגדלים במרחב מרכז הארץ. כמו כן, מוצג בו ניתוח של תפיסת הניקוז החדשה מוטת הקטסטרופות, והצורך לתמוך בה במנגנון מימוני. לבסוף, מוצע להקים את הקרן האגנית כמכשיר כלכלי שיתמוך ויאפשר את מימוש התכנון האגני.

2. ניתוח עלות תועלת של שיקום־פיתוח נחל הירקון (מבט רטרוספקטיבי)

בתחילת שנות ה-2000 קיבלה תכנית האב לירקון מעמד של תכנית מתאר מחוזית במחוז תל אביב ומרכז. כחלק מתכנית האב המקורית אושרה תכנית 'גאולת הירקון', שעסקה בגוף המים, כלומר אספקת מים לנחל לצורך שיקומו ופיתוח פארק בגדותיו, לרווחת הציבור. התכנית כללה מטרות מגוונות בתחום הפנאי והנופש, שיקום אקולוגי, ניקוז ופיתוח כלכלי. במסגרתה בוצע ניתוח עלות־תועלת שהציג את התועלת נטו מביצוע תכנית השיקום. חלק זה נכלל בתכנית 'גאולת הירקון', אולם התייחס באופן נרחב יותר לעלויות ולתועלות שיופקו מביצוע תכניות האב לשיקום הנחל.

כעת, עם יציאתה לדרך של תכנית אב לאגן הירקון, מעניין לבחון מחדש ניתוח זה, שבוצע אקס־אנטה, ולהציגו אקס־פוסט. בכל נושא יוצגו ההערכות שהוצגו ב-2002 ועדכונן בהתאם למידע כיום:

התועלת מסמיכות ונגישות לפארק

אחת משיטות האמידה המקובלות לשטחים ציבוריים פתוחים, ובפרט פארקים, היא שיטת המחירים ההדוניים (Hedonic Prices Method). שיטה זו גוזרת את הערך של מוצר ציבורי מהשפעת התועלת הנובעת ממנו על ערכם של נכסים נדל"ניים סמוכים. כלומר, ניתן לאמוד את התועלת מסמיכות ונגישות לפארק באמצעות הערכת התוספת בשווי הנדל"ן הסמוך לפארק, המיוחסת לקרבה לפארק. ערך התוספת בשווי הנדל"ן המיוחס לקרבה לפארק הינו המחיר אשר אנשים מוכנים לשלם על מנת לגור בקרבת הפארק וליהנות מסמיכות אליו ומהאפשרות לבקר בו, לכן, הוא אומדן לתועלת הנובעת משיקום הנחל ופיתוח הפארק והנגשתו לשימוש הציבור.

בתכנית האב לנחל ב-2002 הוערך כי ישנן 13,000 יחידות דיור בדופן הפארק (חלקן היו כבר בנויות וחלקן מתוכננות), בשווי ממוצע של 1.4 מיליון ש"ח, בריבית 6% וכי הסמיכות לפארק מעלה את שווי הדירות ב-9%. לכן, סך עליית ערך הנדל"ן נאמדה ב-95 מיליון ש"ח.

להלן אמידה מחודשת של ערך זה. בחישוב המעודכן ניתנת התייחסות לא רק לדופן הפארק, אלא למספר רצועות מרחק מן הפארק, בהן הושפע שווי הנדל"ן גם כן, וזאת תחת התאמה של הערכת התוספת לערך הנדל"ן שניתן לייחס לקרבה לפארק, בהתאם למרחק ממנו. תוספת זו משקפת את ההבנה כי השפעת הקרבה לפארק חורגת מתחום הנחל והרצועה הסמוכה ומשתרעת עד כק"מ ממנו, ברמות הולכות ודועכות (ראו פירוט מקורות המידע בנושא זה בהערת שוליים להלן). איכות הקרבה והנגישות משפיעה כמובן על התועלת ועל ערך התוספת, כפי שיידון בהרחבה בנושא האצבעות הירוקות.

בהיעדר גישה למידע מדויק לגבי כמות יחידות הדיור בסמוך לפארק, בוצעו הערכות בנושא זה בשתי חלופות:

חלופה 1 - הערכת יחידות דיור לפי שטח מבונה

בשיטה זו, על בסיס ניתוחי תצ"א, הוערך כי ישנם 25 קמ"ר מבונה ברדיוס של ק"מ מהנחל, וכי 4.9 קמ"ר מתוכם הם שטח מבונה ברצועת הנחל.

בהתאם, בוצעה הערכה של התפלגות המבנים בהתאם לרצועות מרחק מהנחל (טבלה ו-1). לכל רצועה יוחסה עליית ערך בהתאם לקרבתה לפארק, וזאת על בסיס מספר מקורות מידע[2]:

2 מקורות מידע לנושא תוספת ערך בגין הקרבה לפארק בכל רצועת מרחק:
- פליישמן ל. ואודיש, י. (2004) גורמי השפעה ושיטות הערכת שטחים ציבוריים פתוחים, משרד המשפטים, אגף שומת מקרקעין, מחלקת המידע והמחקר במקרקעין

רצועות מרחק מהנחל (במטרים)	שטח מבונה בקמ"ר כולל כבישים וגינות	התפלגות שטח מבונה	% תוספת ערך בגין הקרבה לפארק
רצועת הנחל	4.9	20%	8%
150 מ' מהרצועה	3	12%	6%
300-150	3.1	12%	5%
500-300	4	16%	3%
1000-500	10	40%	1%
סה"כ	25	100%	

טבלה ו-1 התפלגות מבנים בין רצועות קרבה לנחל ואחוז תוספת ערך לדירה בהתאם

על מנת להעריך את מספר יחידות הדיור ושוויין בכל רצועה בהתאם לשטח המבונה, הונח כי:

- מתוך סך השטח המבונה, 40% הינו שטח למגורים, בקיזוז כבישים, גינות וכדומה.
- ברצועת הנחל שיעור הבינוי הוא 100%, ובכל שאר הרצועות המתרחקות מן הפארק, שיעור הבינוי הממוצע הוא 300%.
- שטח ממוצע לדירה באזור הינו 100 מ"ר.
- שווי דירה ממוצע הוערך לפי נתוני השמאי הממשלתי המעודכנים ביותר, מאוגוסט 2016, לפי ממוצע בין ערים סמוכות לנחל: תל אביב 3.1 מיליון ש"ח ופתח תקווה: 1.6 מיליון ש"ח, כלומר, 2.36 מיליון ש"ח לדירת 4 חדרים, ששטחה נאמד בכ-100 מ"ר.
- הונח כי הריבית הינה 5%.

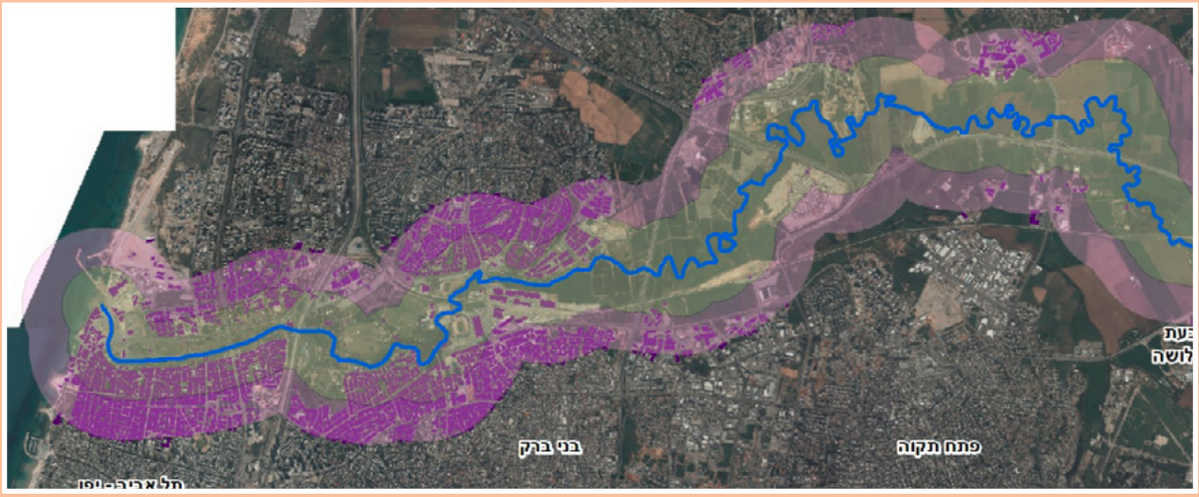
חלופה 2 - הערכת יחידות דיור לפי שטח גגות

בשיטה זו נאמד בהתאם לנתוני GIS סך שטח המבנים ברדיוס של ק"מ מהנחל בכ-3 מיליון מ"ר, כמפורט בתרשים ו-1.

הונח כי שיעור הבינוי הוא 300%, ודירה ממוצעת הינה 100 מ"ר, ונשמרה ההתפלגות של המבנים בין הרצועות, שהונחה בשיטה החלופית, כמפורט בטבלה ו-2.

- Garcia, X. (2014) The value of rehabilitating urban rivers: the Yarkon river (Israel)
- שיחות עם נציגי יחידת שמאות בעירית תל אביב ושמאים נוספים.

כאשר מקורות המידע הצביעו על טווח ערכים, נבחרו ערכים בטווח נמוך יחסית, על מנת לשמור על גישה שמרנית.



תרשים ו-1 רצועה של ק"מ מאפיק נחל הירקון על פני תצ"א לצורך הערכת שטח גגות ומספר המבנים

להלן התוצאות של יחידות דיור בכל רצועה בשתי החלופות ותוספת הערך לדירות הנובעת מקרבה לפארק.

הרצועה (מטר מהנחל)	הערכת מספר יח"ד לפי שטח מבונה			הערכת מספר יח"ד לפי שטח גגות		
	אומדן מס' יחידות דיור	ערך הקרבה לפארק (מיליארדי ₪)	ערך מצטבר של הקרבה לפארק (מיליארדי ₪)	אומדן מס' יחידות דיור	ערך הקרבה לפארק (מיליארדי ₪)	ערך מצטבר של הקרבה לפארק (מיליארדי ₪)
רצועת הנחל	19,600	4	4	17,640	3	3
150 מ' מהרצועה	36,000	5	9	10,800	2	5
300-150	37,200	4	13	11,160	1	6
500-300	48,000	3	17	14,400	1	7
1000-500	120,000	3	19	36,000	1	8
סה"כ	260,800	19		90,000	8	

טבלה ו-2 הערכת ערך הקרבה לפארק בשווי נדל"ן בשתי חלופות

כפי שניתן לראות, הערכת מספר יחידות הדיור משתנה משמעותית בכל חלופה. מכיוון שאין בידינו מידע מדויק, ולכל אחת מהן מתודולוגיה והצדקה אפשרית,[3] השתמשנו בממוצע בין התועלות המתקבלות משתי החלופות (טבלה ו-3). התועלות נאמדו ברמה שנתית, לפי ריבית של 5%, המשקפת ריבית להשקעה בנדל"ן כהשקעה מניבה, בהתאם למחיר שוק ההון.

התועלת השנתית לפי שטח מבונה (במיליארדי ₪)	0.97
התועלת השנתית לפי שטח גגות (במיליארדי ₪)	0.40
התועלת השנתית הממוצעת (במיליארדי ₪)	0.69

טבלה ו-3 אומדן התועלת השנתית בשווי נדל"ן הנובע מקרבה לנחל

על אף היעדר מידע מדויק, ניכר כי השפעת הקרבה לפארק על שווי הנדל"ן גם בטווח הנמוך, הינה משמעותית מאוד, ובפרט משמעותית הרבה יותר ממה שיוחס לה במקור בניתוח התועלות משיקום הנחל ופיתוח הפארק ב-2002.

הערכות אלה יהיו נתונות בעתיד להשפעות שונות:

- מחד, בועת הנדל"ן התנפחה מאוד בשנים האחרונות, ועמה הערך המיוחס לקרבה בפארק, הנאמד באחוזים משווי הדירה. לכן, אם המחירים ירדו, לכאורה ירד שוויו של הפארק.
- מאידך, תנופת הבנייה הקיימת כיום צפויה להמשיך ולהגדיל את צפיפות הבנייה במרכז הארץ, גם בסמוך לפארק. עם הגידול במספר יחידות הדיור יגדל גם מספר המשתמשים בפארק הנהנים ממגורים בסמיכות לו, והתועלת המופקת ממנו תגדל ותתרחב למשתמשים נוספים. כמו כן, אם יפותחו אצבעות ירוקות המנגישות משתמשים רבים יותר מהסביבה אל הפארק, תתרחב השפעתו על מחירי הנדל"ן לרדיוס גדול יותר. בנוסף, מגמת הבינוי וציפוף הערים במדינה תעלה את נדירותם ושוויים של השטחים הציבוריים הפתוחים.

ככלל, ניתן להעריך כי ההשפעה בכיוון החיובי תהיה משמעותית ומתמשכת יותר לאורך זמן.

ערך ביקורים בפארק

ערך זה נאמד בדרך כלל בשיטת עלות נסיעה (Travel Cost Method). גישה זו גוזרת את הערך של משאב כלשהו מהעלות שהושקעה בהגעה אליו והשהות בשטחים הפתוחים בו. בדומה לגישת המחירים ההדוניים, השיטה נפוצה בהערכה של נכסים סביבתיים כמו שמורות טבע ופארקים.[4] פונקציית התועלת מהגעה לפארק נגלית מההשקעה בביקור בו, ב'העדפה נגלית'. כלומר, עצם ההשקעה בביקור מעידה על תועלת נטו מביקור עבור המבקרים, שהיא 'עודף הצרכן'. שאר העלות היא הוצאה בפועל המייצרת ערך שוקי למשק.

3 ההערכה בחלופה המסתמכת על השטח המבונה (עמודות ימניות בטבלה), תואמת את נתוני ראשי צוות התכנון, המציגים עלייה של 350% בשטח המבונה בתחום תכנית האב לנחל (תכנית 1996). תחום זה נראה ב-2 השורות העליונות בטבלה, כלומר עד 150 מ' מרצועת הנחל, ובו מוערך בחלופה זו כי ישנן כ-55 אלף יח"ד, כלומר 430% ביחס למספר יח"ד שהוערכו בתכנית האב, כלומר בתחום העלייה הסבירה.

בחלופה השנייה, המסתמכת על הערכת שטח הגגות (עמודות שמאליות בטבלה), נתוני ה-GIS הם כי ישנם 6,375 מבנים בתחום שעד ק"מ מהנחל. לכן, אומדן של 90,000 יח"ד המתקבל בחלופה השנייה מעיד על 14 יח"ד בממוצע למבנה, נתון שנראה סביר גם הוא.

4 ראו כיוון (2007) "כלים ומתודולוגיה לאומדן הערך הכלכלי של שטחים פתוחים ויישומם בתהליכי קבלת החלטות תכנוניות", עבור נקודת ח"ן.

בעבודה הקודמת הוערך מספר המבקרים בהתאם למספר המבקרים לדונם לפני פיתוח הפארק בכ-515 מבקרים לדונם. בהתאם לפיתוח שהיה צפוי אז, של כ-6,950 דונם אינטנסיבי, ו-3.5 אנשים למשק בית, הוערך כי כמיליון משקי בית לשנה יבקרו בפארק. כמו כן, הונח כי כל משק בית מוציא על הגעה, חניה והוצאות בפארק כ-55 ₪, ועליהן נוספה למשק הבית תועלת של 20%, סה"כ תועלת שנתית של כ-70 מיליון ש"ח. מעט תועלת נוספת, בהיקף זניח, יוחסה לפארק האקסטנסיבי.

יש לציין כי בפועל, פותחו עד כה רק 40% מהיקף השטח האינטנסיבי שהיה בתכנון לפיתוח, וחלק מהתכנון צפוי להתבצע בעתיד.

על מנת לעדכן את התחשיב ואת אומדן מספר המבקרים בפארק, בוצעו ראיונות עם נציגי רשות נחל הירקון ומנהלת גני יהושע. לכל ביקור נאמד הזמן המושקע בו בכ-4 שעות פנאי, כולל ההגעה. עלות זמן זה הוערכה ב-30 ₪ לשעה, לפי כמחצית מעלות השכר הממוצע (קצת מעל שכר המינימום) כמקובל בתחשיבים בנוהל פר"ת ביחס לעלות פנאי. בטבלה ו-4 סיכום אומדן התועלת מביקורים.

תועלת שנתית מביקורים בפארק	
אלפי רוכבי אופנים בשנה*	164
אלפי מבקרים בפארקים ומטיילים בשנה	500
אלפי מטיילים לאורך רצועת הנחל	100
סה"כ מבקרים (באלפים)	764
זמן ביקור (כולל נסיעה, בשעות)	4
עלות (₪ לשעה)	30
תועלת שנתית (מלש"ח לשנה)	92

*כ-700 רוכבים בסופי שבוע וכ-350 רוכבים במהלך השבוע

טבלה ו-4 אומדן כמות מבקרים בפארק והתועלת השנתית מביקורים

בנושא זה חסרה כאמור מדידה שוטפת ועדכנית, הן לגבי מספר המבקרים והן לגבי עלות הביקור הממוצעת, ולכן מדובר בהערכה בלבד. רצוי בעתיד לשפר את המידע בתחום זה באמצעות סקרים מייצגים שוטפים במרחב הפארק ורצועת הנחל.

ערך שירותי מערכת אקולוגית

מעבר לתועלת הישירה לאדם, קיימת מהפארק גם תועלת הנובעת משירותי המערכת האקולוגית המתקיימת בו, שהינה בעלת ערך עקיף לאדם.[5] תועלות אלה בעלות ערך לאדם במגוון דרכים, פיזיות כגון: שימור מגוון גנטי, האבקה, בקרה וויסות של משטר המים, איכות האוויר והאקלים, וכן דרכים רוחניות, כגון: ערך אסטטי ומעורר השראה (שירותי תרבות), ואחרות.[6]

על מנת לאמוד ערך זה ביחס לנחל הירקון, ניתן להשתמש בעבודתו של קוסטנזה (Costanza, 2014), אשר הותאמה לישראל על ידי פרופ' ניר בקר, בעבודה שבוצעה עבור המשרד להגנת הסביבה וטרם פורסמה. במחקר זה נעשה שימוש בערכי המערכת האקולוגית שנמצאו במגוון מחקרים בעולם, תוך התאמה לתנאים בישראל, כולל מבחינה גיאוגרפית.

5 נושא זה נסקר גם בדוח של משה שחק "המטריצה האגנית" כמערכת אקולוגית', בפרק האקולוגיה.

6 נושא זה נסקר בעבודות שונות – השירותים המפורטים הם מתוך הדוח של פרופ' ניר בקר, המפורט להלן. ניתן להתאים את סוגי השירותים המפורטים גם לטרמינולוגיה המקובלת למשל ב'מאר"ג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע' בישראל.

הקטגוריה המתאימה ביותר לענייננו במחקר זה היא 'נהרות ואגמים – באזור מישור החוף', והערך שהותאם לה הוא 15,636 ₪ לדונם לשנה. אם נכפיל זאת בשטח הפארק - 33,000 דונם - נקבל ערך שנתי של 0.52 מיליארד ₪.

מטעמי שמרנות, נביא בחשבון רק מחצית מתועלת משמעותית זו, כלומר 0.26 מיליארד ₪ לשנה, וזאת מכמה סיבות:

- חלק מהערכים שהובאו בחשבון במחקר זה חופפים לאלו שנאמדו באמצעות עלות הביקורים, לדוגמה: ערך אסטטי של הפארק.
- מדובר בהעברת תועלות (Benefit Transfer) ממחקר נרחב בחו"ל, לא במדידה ישירה, ולכן באומדן מדויק פחות, ונתון יותר למחלוקת.

תועלות נוספות

תועלות נוספות משיקום הנחל ופיתוח הפארק, התגלו ברובן בניתוח בדיעבד ולא נחזו בניתוח עלות־תועלת שנעשה טרום ביצוע הפרויקט. ככלל, טווח התועלות הכולל התרחב, והפארק אפשר שימושים ציבוריים שלא ניתן היה לחזות מראש. יש קושי לכמֵת תועלות אלה, אך חשוב לפחות להזכיר אותן, על מנת להכיר בהן ברמה איכותית:

- הנחל כערוץ ניידות – הנחל משמש רוכבי אופניים רבים לא רק לצורכי ספורט, אלא גם ליוממות כציר נוח, פתוח וירוק. השימוש ברצועת הנחל כנתיב תעבורה חלופי מוריד את העומס מהכבישים, מפחית זיהום אויר ומועיל לבריאות הציבור. ככל שהרכיבה תהיה קלה יותר, והחיבוריות בין ערים דרכו תהיה נוחה יותר, אנשים רבים יותר יעדיפו דרך תחבורה זו. כך תגדל התועלת האישית לרווחה ולבריאות, אך גם התועלת החברתית הכוללת, בזכות הפחתת הגודש והפליטות לאוויר.
- השימוש בפארק לטובת אזור התכנסות לאירועים ציבוריים רחבי היקף - הפארק משמש לאירועי תרבות, ספורט מוזיקה, וכדומה.
- פיתוח עסקים - בתחום שיט, מזון ואירוח לאורך הנחל ובפארק.
- פיתוח מודל של שיקום נחלים וניהול אגני – הירקון הפך להיות מקור ידע לניהול אגני, ולשיקום נחל. מודל הניהול האגני מתרחב ונבחן במגוון אגני ניקוז, ומתבסס בין השאר על ידע שפותח במהלך השנים בירקון.

עלויות

בניגוד לתועלות שנאמדו במקור בחסר, אומדן העלויות בתכנית האב היה קרוב לעלות שהוצאה בפועל. להלן פירוט של עלויות הפיתוח, בהתאם לדוחות הכספיים של רשות נחל הירקון ושיחות עם גורמים רלוונטיים ברשות הנחל ומנהלת גני יהושע. טבלה ו-5 וטבלה ו-6 שלהלן מפרטות את עלויות ההשקעה – תחילה עלויות פיתוח לדונם ולאחר מכן הוצאות פיתוח נוספות.

עלות פיתוח הפארק	אינטנסיבי (דונם)	אקסטנסיבי (דונם)
תל אביב	450	
רמת גן (טיילת)	400	
בני ברק	150	
רמת השרון	450	
הוד השרון	300	550*
פתח תקווה	1,500***	
סה"כ דונם מפותח**	2,800	550
עלות (אלש"ח/דונם)	180	20
ההשקעה (מלש"ח)	504	11

*בעיקר בדרום השרון והוד השרון. בנוסף 1,076 דונם אקטנסיבי מתוכנן בדרום השרון.
**התכנית כללה תוכניות פיתוח ל-7 אלף דונם אינטנסיבי ו-8 אלף דונם אקסטנסיבי, שחלקם טרם מומשו.
***בפתח תקווה טרם בוצעה מרבית ההשקעה בפארק האינטנסיבי, ובוצעו פעולות ראשוניות בלבד (גשר על נחל שילה, מסלול אופניים וכו'). מכאן כי הערכת ההשקעות הכוללת היא הערכת יתר נכון להיום.

טבלה ו-5 היקף הפארק בדונם ועלות הפיתוח

עלויות נוספות לשיקום הנחל ופיתוח הפארק	מלש"ח
תכנית גאולת הירקון	65
תחנות למניעת זיהום מי קיץ (15 בוצעו + בתכנון)	22
שדרוג מט"שים	30
שבילי אופניים: 56 ק"מ	56
פרויקטים נוספים ברשות הנחל	26
גשרים ושונות	10
תוספת 40% בגין שונות וחסר	84
סה"כ	293

טבלה ו-6 עלויות נוספות לפארק

סה"כ ההשקעות המפורטות בטבלאות שלעיל - 808 מלש"ח. לפי ריבית להחזר הון של 5%, מדובר בעלות שנתית של 40 מלש"ח.

בנוסף, העלויות השנתיות כוללת הוצאות תפעוליות כמפורט בטבלה ו-7. הנתונים בטבלה מתבססים בעיקרם על הדוחות הכספיים של רשות נחל הירקון. כמו כן בוצעו השלמות בהתאם לראיונות עם ראש הרשות. בנוסף, הטבלה מציגה בעמודה השמאלית את העלויות שנצפו מראש בתכנית האב לנחל. ברוב הסעיפים יש שוני בהערכות לפני ואחרי הביצוע, אולם הסכום הכולל דומה מאוד.

בטבלה ו-8 סיכום מאזן עלות־תועלת. בעמודה הימנית, כפי שנתפס טרום ביצוע התכנית בפועל, ובעמודה השמאלית, העדכון בהתאם למידע הקיים כיום, בדיעבד.

עלויות שנתיות שוטפות	הערכת עלויות נכון להיום (מלש"ח)	הערכת עלויות בתכנית האב לנחל (מלש"ח)
מים*	39	23
תחזוקת פארקים **	17	39
תקציב רשות הנחל	4	4
החזר הון שנתי (5% מההשקעה)	40	52***
תקורות נוספות ועלויות בלתי ידועות (25% מהעלויות)	25	6****
סה"כ	125	124

*מים – כיום מסופקים כ-11 מלמ"ק מים שפירים בשנה, אשר עלותם 2.5 ₪ למ"ק (עלות התפלה בניכוי כ- 0.25 ₪ לקוב, שכן רכיב הולכת המים מחוף הים למקורות הירקון זניח) + 11 מלמ"ק קולחים שעלותם כ-1 ₪ לקוב. במקור, תוכנן להשתמש ב-17 מלמ"ק קולחים ורק 2.5 מלמ"ק שפירים, ולכן העלויות המתוכננות היו נמוכות יותר בסעיף זה.

**חושב לפי עלות תחזוקה של 6000 ₪ לדונם אינטנסיבי ו-600 ₪ לדונם אקסטנסיבי. פותחו רק כ40% מהיקף הדונמים המתוכננים.

***היקף ההשקעות המתוכנן היה 845 מלש"ח, ברובו השקעה בפיתוח הפארק האינטנסיבי.

****כולל את ערך הקרקע לשימוש הפארק, נאמד בהתאם לפיצוי ממוצע של מנהל מקרקעי ישראל לקרקע חקלאית.

טבלה ו-7 עלויות שנתיות שוטפות לניהול הפארק

מאזן כולל (מיליארדי ₪ לשנה)	ניתוח לפי נתוני 2017	ניתוח לפי נתוני 2017 שנת 2001-2
תועלות	1.04	0.17
עלויות	0.13	0.12
תועלת נטו	0.91	0.05

טבלה ו-8 מאזן עלות־תועלת לשיקום הפארק בניתוח אקס־אנטה ואקס־פוסט

כפי שניתן לראות, בעוד העלויות שנחזו היו דומות לאלו שהוצאו בפועל, התועלות השנתיות משיקום הנחל ופיתוח הפארק גבוהות משמעותית מהצפוי, וגבוהות בסדר גודל מאלו שהוערכו מראש. גם אם, מטעמי שמרנות, נייחס רק מחצית או רבע מהתועלות הללו לפארק, מדובר עדיין בתועלת נטו של עשרות מיליוני שקלים לשנה.

התועלות הגדולות יותר נובעות בעיקר מהציפוף בבינוי, אך גם מתועלות שלא הוכרו במקור כמו ערכי המערכת האקולוגית בפארק וברצועת הנחל. ניתן לצפות כי בעתיד אף יחול גידול נוסף בתועלות, כתוצאה מכמה גורמים:

- ציפוף הערים וגידול בהיקף הנדל"ן סביב הנחל.
- נדירות השטחים הפתוחים והטבע העירוני תמשיך ותגדל, וערכם יעלה בהתאם.
- הגדלת כמות המבקרים והמטיילים בפארק וברצועת הנחל.
- אפשרות נוספת להגדלת התועלת מהפארק היא הגדלת הנגישות אליו, באמצעות אצבעות ירוקות במרחב העירוני, כפי שיוסבר בסעיף הבא.

את שהודגם בניתוח לגבי הירקון ניתן להשליך גם על אזורים אחרים, בפרט במרכז הארץ, אך לא רק. התועלות משימור השטחים הפתוחים גדולות מאוד ביחס לעלויות השיקום שלהן. על רקע האיומים הגדולים על שטחים אלה מצד יזמי נדל"ן ודווקא על רקע צורכי הבינוי הגדולים במדינה, חשוב לייצג את האינטרס לטווח הארוך בשימור המסדרונות האקולוגיים והשטחים הציבוריים הפתוחים. גודל האיום כגודל ההזדמנות, בפרט במקרה של המטריצה האגנית באגן נחל הירקון.

3. ניתוח מושגי־כלכלי של תפיסת האצבעות הירוקות

בפרפרזה על האמירה הפילוסופית הידועה - אם עץ נופל ביער ואף אחד לא שומע, האם הוא השמיע צליל? – אפשר לשאול, אם פארק שאינו נגיש הוא עדיין פארק? במילים אחרות, מנקודת מבט אנתרופוצנטרית הממוקדת באדם, מה ערכו של פארק (או טבע עירוני אחר) אם הוא אינו מתבסס על הנאת הציבור ממנו, ואם אינו נגיש לציבור.

'אצבע ירוקה' היא הנגשת הטבע העירוני למבקרים. ככל שנקודות החיבור בין העיר לערכי הטבע שלה טובות יותר, כך מופקת תועלת גדולה יותר מהפארק, אשר באה לידי ביטוי, בין השאר, במחירי הנדל"ן ברדיוס גדל והולך בסביבת הפארק (תרשים ו-2). הנגישות לנחל מרחיבה את השפעתו המיטיבה על המשתמשים, ומתבטאת, בין השאר, בערכי הנדל"ן סביבו.



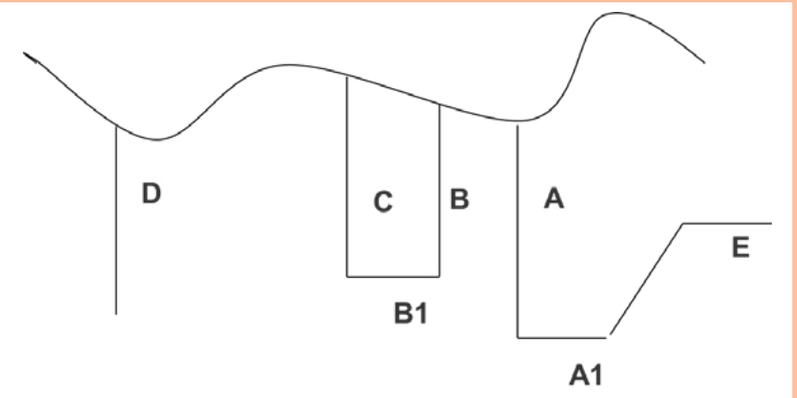
תרשים ו-2 צירים ירוקים קיימים ומוצעים בין הערים והיישובים לאורך הירקון (צירי הגעה ישירים בלבד, ללא הסתעפויות)

מעבר לסמיכות אל הפארק, חשובה איכות נתיבי הגישה. ככל שיפותחו אצבעות ירוקות ארוכות ואיכותיות יותר, כך תגדל התועלת גם למתגוררים בסמוך, אך גם למבקרים, אשר ייהנו מגישה נוחה יותר לרצועת הנחל. כפי שניתן לראות בטבלה 1, הערכות שמאים ומחקרים מלמדות שככל שגדל המרחק מרצועת הנחל לנכס, כך יורדת בהדרגה השפעתו על ערכי הנדל"ן סביבו. ההערכות בטבלה הנ"ל מתבססות על איכות ממוצעת של האצבעות הירוקות. באמצעות תכנון איכותי השם דגש על החיבוריות לשטח הפתוח, ניתן אף להעלות ולהגביר אותן.

תפיסת התכנון של אצבעות ירוקות שמה במוקד את הקשר בין המשתמשים לנחל: נגישות, נוחות ההגעה, ונקודות תצפית רבות אל הנחל. זוהי תפיסה מחשבתית שמטרתה להעלות את איכות החיים של הדיירים באזור. אצבע ירוקה איכותית מתאפיינת בנתיב נגיש, רחב, מואר, מוצל ובעל נקודת מפגש מזמינה ונוחה מהשטח הבנוי אל הנחל. היא כוללת שביל ראשי אך גם הסתעפויות, אם צירי הגישה שלהן מזמינים ונוחים לשימוש.

תרשים ו-3 מדגים איכויות שונות של אצבעות ירוקות. בחלקה העליון של הסכמה משתרעת רצועת נחל, ובחלקה התחתון רחובות המשתפלים ממנה המסומנים באותיות לועזיות. איכות החיבוריות של הרחובות לנחל משתנה באופן הבא:

D = C = B = A > B1 > A1 > E



תרשים ו-3 סכמה להצגת צירים ירוקים

בסכמה זו, ערכו של בית ברחוב E, שאינו מקושר ישירות לנחל, נמוך מבית זהה שימוקם ברחוב B1, לו שני צירי הגעה אפשריים לנחל. זאת אף שהמרחק האווירי בין בית ברחוב E לנחל קצר יותר מהמרחק האווירי של הבית ברחוב B1.

אם ניצור חיבוריות בין הדירות ברחוב E לבין הנחל, נוכל להעלות את ערכן הנדל"ני באופן משמעותי, בזכות הנגישות לנחל. בהתבסס על ההערכות בטבלה 1, אם נעריך כי חיבור רחוב E לרצועת הנחל יעלה את ערכה של כל דירה בכ-3% (הערכה שמרנית), ונשתמש בהנחות הבסיס המפורטות בסעיף ב1, נראה תועלת של 70 אלף ₪ ליחידת דיור. אם ננית כי מדובר בכ-100 יח"ד לרחוב, ניתן להגדיל את התועלת בכ-7 מיליון ש"ח, וזאת בעלויות פרויקט של מאות אלפי שקלים חדשים.

אפקט הנחל על הנדל"ן סביבו מושפע מהנגישות ומהנצפות עליו, ודועך עם המרחק האווירי כמו גם ממרחק ההליכה אל הנחל. יחד עם זאת, ככל שמתרחקים מהנחל, יש קושי למדוד ולייחס באופן פרטני את הפרמיה הנובעת מקרבה לנחל, כיוון שמאפיינים נוספים משפיעים גם הם.

לפי הערכות של האדריכלים בצוות, לתכנון איכותי של אצבעות ירוקות אין תוספת עלות ביחס לתכנון פחות איכותי. בדומה למסקנות העולות בדרך כלל מניתוח תוספת העלות לבנייה ירוקה, כך גם במקרה של אצבעות ירוקות – העלות היא זניחה, ובמהות מדובר בדגשים ותשומת לב לנושא, לטובת העלאת איכות החיים של הדיירים באזור.

אך לאחר מעשה, כשמדובר ברטרופיט, שיקום מחודש, העלות תהיה כמובן משמעותית יותר, ברמת המבנה, וקל וחומר ברמת השכונה. ככל שהמקום ריק יותר, כך העלות תהיה נמוכה יותר, ולהפך.

לא פחות חשוב מנושא העלות, ביצוע התאמות בנגישות של בנייה קיימת לשטח ציבורי פתוח, חסר מקור מימון. אף שכל אחד מהתושבים באזור מסוים, שיש בו פוטנציאל לשיפור הנגישות לשטח פתוח סמוך, עשוי להרוויח משיפור ההנגשה, הן בשיפור ערך הנדל"ן שברשותו והן בשיפור איכות חייו - אין מנגנון שיאגד את בעלי האינטרס לכדי יישום השיפור, והעלאת התועלת החברתית

הכוללת. כמו כן, ברמת התכנון העירוני, אין מנגנון שבוחן פוטנציאל מסוג זה. על אחת כמה וכמה ברמת תכנון מחוזית, או על־מחוזית, כמו במקרה של אגן הירקון.

הזירה התכנונית המתאימה לתיקון ושיפור אצבעות ירוקות יכולה להיות פרויקטים של התחדשות עירונית, אולם אלו הם פרויקטים בהיקף מקומי / שכונתי בלבד.

שיפור הנגישות של המרחב העירוני לנחל הוא מוצר ציבורי, כלומר, שימוש באצבע הירוקה הוא בהכרח ללא תשלום, ואין בו בלעדיות של אדם אחד המונע שימוש של אדם אחר. לכן, אין פלא כי מדובר בכשל שוק, שיש לגביו הצדקה למימון ציבורי. חסר נהנה ספציפי, שיוכל לייצג את האינטרס משיפור אצבע ירוקה והצורך בכך, ולהיות סוכן השינוי. במובן זה יש בזבוז בלתי נראה.

הדבר קורה הן ברמת המיקרו – רמת המבנה הפרטני, והן ברמת המקרו – רמת התכנון העירוני:

- דוגמה למיקרו: מבנה של עמותת איל"ן המעניק שירותי ספורט לאנשים בעלי נכויות פיזיות וחושיות ואחרים ממוקם במתחם ספיבק על גדות הירקון ברמת גן אך אינו פונה לנחל. החזית האחורית שלו פונה לנחל ואינה מאפשרת אליו גישה נוחה. המבנה מיועד לנכים, שהיו יכולים להפיק תועלת רבה מן הנגישות לנחל, ולכן ההחמצה גדולה. אפשר היה לדוגמה, לייסד קבוצות הליכה הצועדות מהמתחם למעלה מק"מ עד לירקון אך כיום, למרות המרחק הקצר בין המבנה לבין רצועת הנחל, המעבר אינו מתאפשר, שכן נדרש שיתוף פעולה בין העמותה לבין הרשות המקומית, ומציאת מקור מימון מתאים.
- דוגמה למקרו: אילו היו יותר שבילי אופניים המקשרים בין צירי התנועה לאורך הנחל ובין ערים שונות לאורכו, התועלת החברתית מכך הייתה גבוהה הודות לקישוריות נוחה, בריאה ובטוחה והקלה על היוממים, והקלה על העומס בכבישים.

נדמה כי ככל שהבעיה גדולה יותר, לדוגמה אצבע ירוקה באיכות נמוכה מאוד, בפרט כזו הממוקמת באזור חלש מבחינה סוציו־אקונומית, כך סיכויי העלאת איכותה נמוכים יותר, בשל הקושי באיתור מקורות מימון, תחרות על משאבים, וחוסר ייצוג של הנהנים הפוטנציאליים.

העלות הנוספת הכרוכה בביצוע שינויים לאחר מעשה, מגבירה עוד יותר את חשיבות התכנון הכולל מראש של המטריצה האגנית. לשם כך, חשוב לתת את הדעת מראש לתכנון האצבעות הירוקות ברמת המטריצה האגנית, ולא רק ברמת פתרונות מקומיים. הדבר חשוב במיוחד לנוכח האיומים הרבים על המרחב וצפיפות הבנייה, במיוחד במרכז הארץ.

האיום במקרה הזה הוא גם הזדמנות גדולה, כפי שהדגישה מתכננת מחוז מרכז בדיון בנושא זה. לקידום הסטטוטורי המורכב לצורך תכנון אגן ירקון, הכרוך בתיאום בין יישובים עירוניים וכפריים רבים, משמשת תכנית האב לשיקום נחל הירקון תקדים. עוד לפני אישורה הסופי, גורמי התכנון והשטח התכוונו בהתאם אליה, ויש לקוות כי גם במקרה של התכנית האגנית יקרה כך.

אם כן, מדובר בפוטנציאל משמעותי מאוד לתועלת חברתית כוללת, אולם נותרת השאלה מי יכול ליזום ולקדם אותו. לשם כך מוצעת הקרן האגנית, שיכולה לשמש נאמן לקידום הנושא ולייצוג האינטרס הציבורי, כפי שיפורט להלן.

4. תפיסת הניקוז בגישת ניהול קטסטרופות

גישת תכנון הניקוז המוצעת על ידי ד"ר אבנר קסלר בתכנית אב לאגן הירקון, מתבססת על שלושה עקרונות. נדון בקצרה בכל אחד מהעקרונות ובמשמעויות הכלכליות הנגזרות ממנו:

תכנון מוטה־קטסטרופה

גישה זו היא היפוך פרדיגמה לעומת הגישה המקובלת.

הגישה המקובלת פועלת בכיוון מלמטה למעלה. כלומר, ההתייחסות היא קודם כול להסתברויות השכיחות שהטיפול בהן זול בהשוואה לקטסטרופות הנדירות שהטיפול בהן יקר יותר.

אם נגדיר:

נזק = D

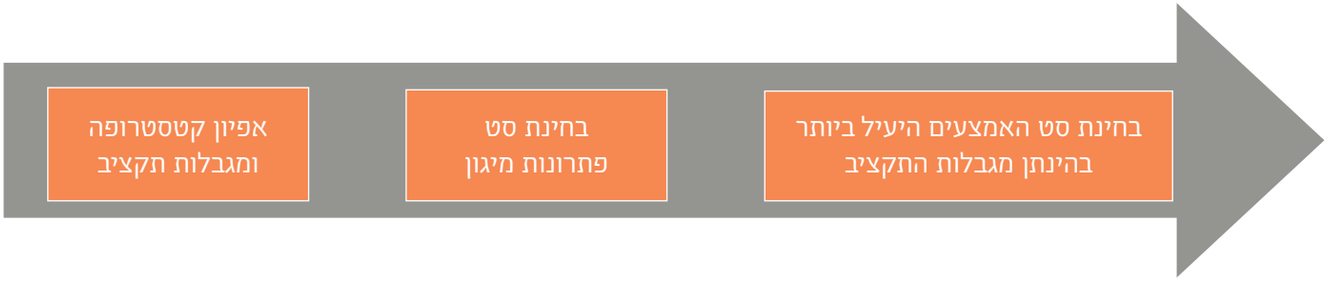
$$\int_n^i (D^i * P^i) - C^i > 0$$

הסתברות לנזק = P

עלות טיפול בנזק = C

פונקציית ההחלטה היא שיש להיערך לנזק כל עוד יש תועלת נטו מטיפול.

כאשר ההסתברויות i גבוהות, כלומר מדובר בנזק שכיח - D בד"כ נמוך ועלות הטיפול בו נמוכה. לעומת זאת בגישת הקטסטרופה, מתחילים דווקא מהתייחסות למקרים נדירים שבהם הנזק עלול להיות משמעותי ועלות הטיפול בהם גבוהה יותר. פונקציית ההחלטה מתוארת בדיאגרמה הבאה:



בטבלה ו-9 נשווה בין הגישות בפרמטרים מרכזיים.

	הגישה המקובלת	גישת הקטסטרופה
מתודולוגיית ההחלטה	הגישה לתכנון מבוססת על גישת תוחלת התועלת – כל רמת נזק משוקללת בהסתברות להתרחשותה, וממנה מקוזזת עלות מניעתה. עלות המניעה עולה בד"כ ככל שהנזק עולה וההסתברות יורדת. מקרה שבו עלות המניעה עולה על תוחלת הנזק, לא ימומן. כך נשמרת תועלת נטו חיובית למשק. בפועל, לא מנתחים כל רמת נזק והגנה, אלא נקבעת הסתברות לתכנון לכל סוג שימוש, ויש לתכנן את הניקוז לאירוע בכל הסתברות עד הרמה שנקבעה.	קטסטרופה היא אירוע קיצון שלא ניתן להיערך אליו, או לבטח אותו, אך ניתן, באמצעות תכנון, להקטין את נזקיו. המטרה בתכנון היא להגיע לעלות מיטבית לטיפול בקטסטרופה. כלומר, בחירת סט האמצעים היעילים ביותר להתגוננות בפני אירוע גשם קיצוני, וזאת בכפוף לאילוצי תקציב. מטרת התכנון המוקדם ויצירת כללי ההתנהגות המתאימים היא להפוך את המצב שישרור לאחר הקטסטרופה לבר תיקון ושיקום, ולאפשר חזרה לשגרה תוך זמן מה אחריה, כך שהסיכון יהפוך לבר שליטה
הלוגיקה המחשבתית	תכנון למניעת נזק מהסתברויות הנשקלות מהנמוך לגבוה	התמקדות בקטסטרופה, כלומר ניתוח הנזק הגבוה ביותר
הגדרת הנזקים/ קטסטרופה	הפיכים וזמניים ידועים בהשפעתם	בלתי הפיכים לא ידועים בטווח השפעתם
השאלות האסטרטגיות	איך להקטין נזקים באמצעות השקעה ותכנון? כמה כדאי להשקיע במניעה, באופן שמגדיל את התועלת־נטו?	מהי הקטסטרופה, וכיצד ניתן לאפיין אותה? האם לחברה יש אפשרות למנוע או להקטין את הנזקים מקטסטרופה? איך ניתן באמצעות תכנון להקטין את נזקי הקטסטרופה לכדי נזק בר תיקון?
סוגיות חברתיות	בגישה המקובלת, מצבים בהסתברות נמוכה מ-1:100 – כלומר קטסטרופות, הם מחוץ לתחום התכנון וההיערכות ומחוץ לתחום אותו כדאי כלכלית לבטח. לכן, אין מקור מימון להתמודדות עימם. בגישה זו, חלק משמעותי מעלות ההתמודדות והנזק במצבי קיצון מושטת על הפרט. הגישה היא תועלתנית, כלומר שואפת למקסם את סך התועלת של הפרטים ולא לחלוקה ביניהם. לכן, אין תמיכה בשכבות חברתיות פגיעות יותר.	השפעות מאקרו חברתיות של אירוע קטסטרופלי, והשפעתו על שכבות חברתיות שונות, ועל הקשרים ביניהן, מובאות בחשבון. בגישת הקטסטרופה, יש התייחסות מוקדמת למניעת קטסטרופה והיערכות להתמודדות עמה. במסגרת אימוץ גישה זו מתחייב להתחיל דיון על היערכות מראש למימון נזקי הקטסטרופה. מדובר במנגנון מימוני תומך לגישה התכנונית. הרגל הכלכלית המשלימה לתכנון נדרשת, שכן מנגנוני הביטוח הקיימים ברמת הפרט והמדינה אינם מציעים כיום פתרון.

טבלה ו-9 השוואה בין הגישות לתכנון הניקוז

הסיבה להיפוך המוצע בגישה נעוצה בהשתנות התנאים לתכנון. בסיס הידע התערער בשל הצפיפות הגדלה והולכת במרחבים אורבניים, אשר משנה את משטר הנגר והחלחול, ויחד עם השפעות שינויי האקלים והתגברות אירועי מזג אוויר קיצוניים אמינות המידע שניתן להסתמך עליו לצורך תכנון יורדת. במצב כזה אנו נדרשים לעבור מעולם של מידע מושלם (Perfect information) לכאורה, לעולם שבו קבלת ההחלטות נעשית בתנאי אי־ודאות. בעולם כזה, מוטב להפוך את ההיירכיה לתכנון ולהתמקד דווקא בהיערכות לאירוע הקיצוני ביותר, אשר תגלם בתוכה ממילא את ההיערכות לתרחישי משנה בהסתברויות נמוכות ממנו.

יישום פתרונות לטיפול בניקוז במעלה הזרם ולא במורדו

טיפול במעלה זול יותר שכן מדובר בכמות נגר קטנה יחסית המשפיעה על כמות הנגר הגדולה יותר במורד. הטיפול במעלה דומה לטיפול בבעיה במקור, ולכן יעיל יותר. עם זאת, לשימור הזרימות בנחל וגם במורד, יש חשיבות לאקולוגיה של הנחל (מאזן סחף והיבטים נוספים). לכן, יש לתכנן בצורה שתשמור על האיזון – תמתן את השיטפונות, אך לא תפר את המאזנים האקולוגיים שהשיטפונות הם חלק מהם. לשם כך, חשוב להבין וללמוד את מרחב ההשפעות ברמה האגנית ולתכנן את פתרונות הניקוז בהתאם.

עקרון הטיפול במעלה הזרם של אגן הירקון, המאפשר יחס עלות־תועלת טוב יותר, אינו ישים ללא העברת כספים בין־אזורית. העברת הכספים משמשת כמעין עיקרון 'כלים שלובים' המאזן את שיקולי עלות התועלת במעלה ובמורד, ומעלה בסופו של דבר את התועלת נטו הכוללת. נושא זה יידון בסעיף ההצעה לקרן אגנית. עם זאת, כדי שרשות במעלה לא תנצל את כוחה השלילי על רשות במורד, חשוב כי במקביל ייקבעו מדדים נורמטיביים להעברת הנגר במורד הזרם כמפורט להלן.

נזכיר כדוגמה את המקרה האקטואלי של מט"ש דרום השרון, שלא שודרג בזמן וגרם לנזק רב בשיקום הנחל. הזרמת השפכים לאורך הנחל, כתוצאה מאי שדרוג המט"ש בזמן, גרמו נזקים לטבע ולאדם, וכמובן להשקעות שנעשו לאחר מעשה לשיקום האזור לאורך הפארק ובשטחן של מספר רשויות. אילו היה מנגנון שבו רשויות במורד הנחל יכולות היו לתמוך בהקמת המט"ש בזמן, היה היגיון לבחון זאת על מנת להקטין את הנזק. במקרה כזה, ניתן היה לבחון הלוואה כמנגנון כלכלי אפשרי, ולשקול ערבות מצד המדינה למשל.

קביעת מדדי נגר וספיקה

קביעת מדדי נגר וספיקה תאפשר בקרה על מידת העמידה ביעדי התכנון לניקוז ברמת האגן וברמת יישוב, השוואה בין סוגי שימושים וגם בסיס להעברת מימון מיישובים במורד הזרם לצורך יישום פתרונות במעלה הזרם. להלן מספר מדדים מוצעים (נדון בהרחבה על ידי ד"ר אבנר קסלר):

- מאזן 0 ברמת יישוב – יישובים לאורך הנחל יהיו במאזן 0 ביחס לנגר, כלומר, הכמות במוצא הנגר תהיה שווה לכמות שהנחל ניקז לתוך היישוב, מבחינת כמות כוללת וכמות לנפש.
- חיוב יזמים בשכונות חדשות לשמירה על יחסי גשם / נגר – הריסון והוויסות הטבעי של ספיקות השיא ושחזור ערכן המקורי לאחר בניית השכונה.
- באופן משלים, יחויבו יזמים בשכונות חדשות לשמור על יחסי גשם / חלחול – שימור כושר החידור הראשוני לקרקע של האזור קודם לפיתוחו, והחזרת כושר הספיגה הטבעי באמצעות התקנת אמצעים מתאימים ברמת המבנה, השכונה והעיר.

המשך הפיתוח של מדדים אלה יהיה כרוך בשיטת מדידה מוסכמת לכל רמת תכנון (מבנה, שכונה, עיר), כולל מיקום המדידה, עיתוי ותדירות המדידה הקובעת וכו. מתודולוגיה מוסכמת תאפשר השוואה על ציר הזמן ובמרחב.

5. הצעה ראשונית לניהול אגני בקרן אגנית

יישום התפיסה האגנית מחייב היגוי ופיתוח של מערכות ניהוליות ושיתופי פעולה ברמה האגנית, וכן פיתוח מדדים כמותיים חדשים שיאפשרו למדוד ולבקר התקדמות ביישום (למשל שימור השטח הפתוח, בצירי המטריצה האגנית). בימים אלה נמצאת לקראת השלמה כתיבת מסמך עבור קרן 'יד הנדיב', בנושא 'קרן מתחדשת לשיקום ופיתוח אגני הנחלים בישראל'. במסמך זה יש פירוט רחב של מקורות המימון, יעדי המימון ודרכי הפעולה של קרן ארצית. הקרן האגנית לירקון תוכל להיות אחד הפרויקטים הראשונים של הקרן, לכשתוקם. סעיף זה הינו התחלה של חשיבה בנושא, אותו יש לפתח במסמכי המשך.

הקרן המוצעת היא מכשיר פיננסי תומך שניתן בעזרתו לממש את התועלות שנסקרו לעיל ולהקטין את הנזקים והסיכונים ההידרולוגיים הצפויים. הקרן מיועדת להיות מכשיר כלכלי שייצג את 'הסוכן' (Carrier) החסר לאותן תועלות חברתיות פוטנציאליות. היא תאפשר ראייה כוללת לאגן, שבה הנחלים והשטחים הפתוחים סביבם יהיה במרכז.

המים באגן הניקוז הם שיוצרים את החיבור בין רשויות סטטוטוריות שונות ואף בין ישראל לרשות הפלסטינית, ולהם אף הפוטנציאל להסב נזק רב משיטפון ותועלת רבה משטחים ציבוריים פתוחים. הקרן תאפשר לתמוך בתפיסה האגנית, שהיא מעל הרמה התכנונית המחוזית ומתחת לזו הארצית. הקרן לא תחליף אף גוף קיים, אלא תיכנס לחלל הפנוי בנושא תכנון שטחים פתוחים ונחלים בהיקף אגני, ותייצג את בעלי העניין הרבים אך המפוצלים בעניין זה.

הקרן תאפשר:

- להוציא לאור ולממש את המוצר הציבורי של 'שירותי הנחלים'.
- להנגיש את הנחלים למרחבים העירוניים הנמצאים לאורכם.
- לשפר את תפקוד הנחלים כערוצי ניקוז ולהקטין סיכוני שיטפונות לאורך הנחלים.
- ליזום פתרונות לבעיות איכות מים.
- לשמור על הנחלים מאיומים מתחום הבינוי, וליצור את הרצף במטריצה האגנית.

הקמתה של הקרן אינה פשוטה, ואתגרים רבים כרוכים בהקמתה:

- מדובר במכשיר חדשני יחסית, ולא מוכר בארץ או בעולם. צפויה עקומת למידה עד לתפקוד מלא של הקרן, וסנכרון חלק עם בעלי העניין הרבים.
- הקרן אמורה לקדם סוגיה סביבתית חוצת גבולות ויש לקחת בחשבון מצב פוליטי עוין לשיתוף פעולה, במיוחד בתחום הסביבתי.
- כמו כן, לפי החוק הבינלאומי, מדינה אינה יכולה לכפות על מדינה אחרת לבצע פעולות שייטיבו עם הראשונה. המשמעות היא שגם אם למדינת ישראל יש תועלת מביצוע פעולות במעלה, בשטחי הרשות הפלסטינית, לא ניתן לכפות על הרשות ביצוע של פעולות אלה.
- יש דחיפות רבה בהקמתה של הקרן, שכן האיומים על המרחב במרכז הארץ הינם רבים ומהירים.

היגוי הקרן הוא פרויקט נפרד, הדורש העמקה וסיעור מוחות עם בעלי העניין המרכזיים. ניתן לשרטט להלן עקרונות כלליים:

- הקרן תפעל כמלכ"ר או כחברה לתועלת הציבור. רצוי כי יוזמת הקרן תהיה רשות נחל הירקון, המקדמת את תכנית האב.
- מקורות המימון של הקרן יהיו מוניציפליים, תמיכה ממשלתית (כולל רשות המים, המשרד להגנת הסביבה, רמ"י והקרן לשטחים פתוחים), גופים פילנתרופיים (לדוגמה קרן יד הנדיב, קק"ל) ידועים ונוספים.
- על מנת לאפשר העברת תמיכה גם לצד הפלסטיני, בעיקר בסוגיות של ניקוז ואיכות מים, רצוי כי הקרן תקבל גם תרומות מפילנטרופיים בחו"ל. מובן כי הדבר מוסיף על הרגישות הפוליטית ויחייב מנגנונים שקופים לקבלת והוצאת הכספים. תישקל אפשרות לנהל את הכספים הנוגעים לצד הפלסטיני בניהול בינלאומי.
- מקור המימון החיצוני יאפשר להתגבר על המכשול המשפטי שהוזכר לעיל, בנוגע לאיסור כפיית פעולות במעלה המועילות למדינה אחרת במורד. מקור המימון יוכל לעודד ביצוע פעולות מסוג זה, וליצור לרשות תועלת מביצוען, מעבר לסיוע הכספי. לדוגמה, ניתן לפתח מתקני איגום המפחיתים סיכוני הצפה במורד לצרכים תיירותיים, ולצורכי חינוך סביבתי במעלה.

- הקרן תתמוך באמצעות הלוואות (בקרן מחזורית) ומענקים (במימון חלקי) בפרויקטים שמשרתים את התכנית האגנית. ייקבעו אמות מידה לתמיכה בפרויקטים מתאימים המשרתים את התפיסה האגנית, כולל מתן עדיפות לפרויקטים שיש קושי מהותי לקדם ללא תמיכה מצד הקרן. היקף התמיכה יושפע בין השאר מהמצב הסוציואקונומי של הרשות הנתמכת.
- כיוון שלאורך הנחל ישנן ערים חזקות יחסית, ניתן יהיה לשלב מרכיב משמעותי של הלוואות לעומת מענקים, וכך להגדיל את יחס המינוף להון.
- ייקבעו קריטריונים מדידים לשיפוט התועלת האגנית, שיכולים לכלול התייחסות גם לתועלת חברתית, הקטנת פערים וכדומה.
- רצוי שהקרן תיתן ליווי גם בשלבי ההיגוי והתכנון של פרויקטים רלוונטיים, ולא רק לשלבי הביצוע, על מנת לעודד שיקום ופיתוח בהתאם לעקרונות התכנון האגני.
- במקרה של מספר רשויות המעורבות בפרויקט או של פרויקט בשטח שחלקו באזור גלילי, יימצא גורם מתאים שיבצע, וההחזר יהיה על חשבון הרשויות שנהנות ממנו לאורך זמן. רשויות אלה יכולות להיות גם ערבות להלוואה.

על רקע האתגרים בהקמת הקרן מחד, ודחיפות הנושא מאידך, רצוי להתניע את התהליך בשלב הראשון באמצעות הקמת פורום בעלי עניין מאגן הניקוז, שיכלול ראשית נציגים מהצד הישראלי בלבד. לשם כך, יידרש תקציב מינורי בלבד. פורום זה יוכל לקדם מספר משימות:

- להקים פורומים לימודיים ושולחנות עגולים להחלפת ידע ברמת האגן, והתנעת איסוף נתונים ומדדים מסודר בנושא ניקוז ותכנון (על ציר הזמן).
- לנתח ולבחון את מידת ההתקדמות (או הנסיגה) ביישום המטריצה והתכנית האגנית, וזאת על פי מדדים ומתודולוגיה שתגובש ביחס לממדי התכנית השונים (שמירת הרצף הפתוח, קישוריות בצידים המרכזיים, פיתוח האצבעות הירוקות, יישום התפיסה הניקוזית, איכויות המים הזורמים בנחלים שבאגן ועוד).
- לגבש את תפיסת הניהול הנדרשת לקרן לטובת קידום תכנית האב לאגן.
- לקדם תכנית אב מוסכמת ותכנית פעולה למימוש בתפיסה אגנית.
- לקדם את הקמת הקרן במתכונתה המלאה.

6. תכנית ניקוז אגנית ומימונה כחלק מיעדי הקרן והפעולה האגנית המשותפת

אחד התוצרים החשובים ביותר של הפורום האגני צריך להיות תכנית ניקוז אגנית כוללת. תכנית זו צריכה להישען על העקרונות הבאים:

- פתרונות ניקוזיים במעלה (מאגרי ויסות, שימוש בשטחים חקלאיים כפשט הצפה ועוד) עשויים להשפיע מאד על התכנון הניקוזי ברשויות המוניציפליות במורד. מאידך, הנגר העירוני הנשפך לאגן משפיע כמובן על סיכוני ההצפה באגן כולו.
- תכנון שיפנים את צפיפות המשקעים בהתאם להנחות על התחממות האטמוספרה ואת התכסית על תכניות הפיתוח המאושרות וצפי הבנייה.
- התייחסות לworse case scenario (פוטנציאל קטסטרופה)
- קביעת תכנית ההגנה משטפונות על בסיס ניתוח עלות־תועלת.
- שעור ההגנה (% ההסתברות של הזרימה וההצפות שכנגדם תינתן הגנה) יקבע כמרכיב אנדוגני וברמה האגני, ולא בקביעה אכסוגנית.

תכנית הניקוז האגנית חייבת לכלול פרק משמעותי של תכנית מימונית. ללא שילוב המימון עלולה התכנית להיות מסמך למגירה בלבד. בגלל קשרי הגומלין התוך אגניים חייבת גם התכנית המימונית להיות אגנית ולשקף בחלוקת עומסי המימון בין הגורמים בהתייחס למאזן את התועלות היחסיות שכל גורם שואב מהתכנית ואת תרומותיו לגורמים האחרים. הגורמים הפנימיים כוללים את מגוון הנהנים ממנה ומושפעים ממנה. בכלל זה: רשויות מוניציפליות, גורמי תשתיות (כגון נת"י וכביש חוצה ישראל), גורמים המייצגים

הבטים אקולוגיים־נופיים־תיירותיים (רט"ג, קק"ל ועוד) וכן גורמים נוספים כמו משרד הביטחון בגין גדר ההפרדה ועוד ועוד. תכנית זו תהיה חייבת להישען גם על מקורות חיצוניים. על כן כדאי לשלב את נציגי מקורות אלו (אגף שימור קרקע במשרד החקלאות, משרד האוצר, רמ"י). ההיבט הסטטורי חשוב תמיד, ולכן גופי התכנון המחוזיים חייבים להיות בתמונה. הדבר מקבל חשיבות יתר מאז הקמת ות"ל, ותמ"ל וכל המנגנונים שמאפשרים עקיפה של סדרי התכנון שהיו נהוגים בעבר, שבמסגרתם הייתה יותר בקרה.

עצם הכנת התכנית ופיתוח הראיה ארוכת הטווח תאפשר יצירת בסיס הגיוני להסדרי matching שונים. כמו כן כדאי שהתכנון יתאים למתודולוגיה הנדרשת ע"י גורמי המימון החיצוניים. ככל שיתקדם מנגנון הקרן האגנית הוא כמובן ישתלב בכך ויוכל לקחת את ההובלה על התכנית המימונית.

7. סיכום ומסקנות אופרטיביות

סיכום

- שיקום נחל הירקון הינו בעל ערך כלכלי־חברתי רב, הרבה מעבר לעלות. ערך זה ילך ויגדל עם גידול התכסית והצפיפות באיזור.
- האצבעות הירוקות מנגישות את מרחב הנחל לציבור ומעלות את ערכו הכלכלי־חברתי.
- זיהוי המטריצה האגנית בעוד מועד יאפשר לשמור על רצף השטחים הפתוחים ואת הערך האגני הכולל.
- לניהול אגני פוטנציאל להקטנת נזקי שיטפונות באמצעות טיפול נכון במעלה.
- ניהול מוטה קטסטרופות הוא גישה חדשה לניהול נגר ושיטפונות המשלימה את הפרדיגמה הקיימת המובנית מלמטה למעלה.
- חסרה ישות שתייצג את האינטרס המשותף לניהול אגני, ותממש את המוצר הציבורי.

מסקנות אופרטיביות

- מוצע להקים גוף אגני למפגש של כל הגורמים הרלוונטיים (גורמים מוניציפאליים, גורמי תכנון וסביבה ואחרים) לצורך קידום התכנית האגנית ופיתוח מרחבי איכות כלל אגניים.
- אחת מהפעולות הראשונות של גוף זה תהייה ייזום תכנית ניקוז אגנית. תכנית זו צריכה לכלול את היבטי התוכן וכן את היבטי המימון.
- בשלב מאוחר יותר ייתכן קידום של קרן אגנית למימון פעולות בעלות אופי כלל אגני. הגוף האגני יקיים קשר עם הרשויות במעלה (רש"פ, מתאם הפעולות בשטחים וכו').

רשימת תרשימים

תרשים ו-1 רצועה של ק"מ מאפיק נחל הירקון על פני תצ"א לצורך הערכת שטח גגות ומספר המבנים 242

תרשים ו-2 צירים ירוקים קיימים ומוצעים בין הערים והיישובים לאורך הירקון
(צירי הגעה ישירים בלבד, ללא הסתעפויות) 248

תרשים ו-3 סכמה להצגת צירים ירוקים 249

רשימת טבלאות

טבלה ו-1 התפלגות מבנים בין רצועות קרבה לנחל ואחוז תוספת ערך לדירה בהתאם 241

טבלה ו-2 הערכת ערך הקרבה לפארק בשווי נדל"ן בשתי חלופות 242

טבלה ו-3 אומדן התועלת השנתית בשווי נדל"ן הנובע מקרבה לנחל 243

טבלה ו-4 אומדן כמות מבקרים בפארק והתועלת השנתית מביקורים 244

טבלה ו-5 היקף הפארק בדונם ועלות הפיתוח 246

טבלה ו-6 עלויות נוספות לפארק 246

טבלה ו-7 עלויות שנתיות שוטפות לניהול הפארק 247

טבלה ו-8 מאזן עלות־תועלת לשיקום הפארק בניתוח אקס־אנטה ואקס־פוסט 247

טבלה ו-9 השוואה בין הגישות לתכנון הניקוז 252

ז מכלולי מורשת ונופי תרבות

פרופ׳ נורית ליסובסקי הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון

עיסא סרי Issa Sarie Associate Fellow, W.F. Albright Institute of Archaeological Research

איצ׳ה מאיר מנכ״ל איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון

חזקי בצלאל מורה דרך וחוקר תולדות ארץ ישראל

ד״ר איתן איילון מוז״א - מוזיאון ארץ־ישראל, תל־אביב

ד״ר אבי ששון החוג ללימודי ארץ-ישראל, המכללה האקדמית אשקלון





תוכן עניינים

1. רקע והקדמה 262

תצורות נוף ושימושי קרקע
תבניות התיישבות – בינוי ותשתיות
נופי מורשת – דרכים עתיקות, ערים, יישובים וחקלאות

2. שש דרכים להסתכל על נוף תרבות פרופ׳ נורית ליסובסקי 264

3. מורשת תרבותית בתבנית הנוף של אזור רמאללה עיסא סרי 265

ההווה־עבר שלנו
כפרי הכס המסורתיים
טראסות חקלאיות
תעלות המים של דורא אל קרע
מנטירות: מגדלי תצפית חקלאיים מאבן
קדושים, מקומות מקלט קדושים (בתי מקדש) ומקדשים
ארכיאולוגיה פרה־היסטורית

4. ארכיאולוגיה ומורשת איצ׳ה מאיר, חזקי בצלאל 275

ארכיאולוגיה
תהליכים היסטוריים מרכזיים
מפגש בין תרבויות
מפעלי מים היסטוריים
דוגמאות למכלולי מורשת באגן

5. ההתיישבות באגן הירקון ד״ר אבי ששון 288

ההתיישבות הערבית באגן הירקון התחתון
ההתיישבות הציונית באגן הירקון
ביבליוגרפיה

6. תכנית כוללת למכלולי מורשת 297

7. רשת הדרכים ההיסטוריות באגן הירקון 299

8. מסקנות והמלצות מרכזיות 302

1. רקע והקדמה

הנוף הטבעי של אגן הירקון עבר שינוי גדול במהלך השנים, כתוצאה מתהליכים אינטנסיביים - טבעיים והיסטוריים - שיצרו 'ארכיב נופי' עשיר שממשיך להשתנות כל העת.

הארכיב הנופי באגן בנוי משלוש יחידות נוף מרכזיות, המפורטות להלן:

תצורות נוף ושימושי קרקע

נחלים

- הנחלים איילון וירקון ושפך הירקון
- הנחל האורבני
- יחסי נחל־עיר־חקלאות־טבע

'הנוף הגדול'

- תצורות נוף – מישור, הר
- הנוף הפתוח
- צמחייה: בתה, חורש, יערות, בתי גידול לחים
- חקלאות: חקלאות רציפה, חקלאות מקוטעת, חקלאות מסורתית, חקלאות מודרנית

תבניות התיישבות – בינוי ותשתיות

בינוי ופיתוח

- ערים ויישובים
- מוסדות ציבור מרכזיים

תשתיות ותעשייה

- כבישים ומסילות רכבת
- תשתיות חשמל, גז וכד'
- מפעלים, תחנות כוח, מחצבות
- קו התפר

נופי מורשת – דרכים עתיקות, ערים, יישובים וחקלאות

תבניות נוף מורשת

- דרכים היסטוריות וגשרים
- ערים ויישובים
- חקלאות ומפעלי מים

פרק זה נכתב בעקבות סדרה של מפגשים וסיורים שנערכו עם אנשי מקצוע ממגוון תחומים, אשר תרמו לגיבוש ראיית המכלול של אתרי המורשת ונופי התרבות באגן הירקון. במפגשים וסיורים אלה השתתפו: ד"ר ג'ואד חאסן, פרופ' נורית ליסובסקי, ד"ר עיסא סרי, ד"ר איתן אילון, איצ'ה מאיר, חזקי בצלאל, בנאן אל-שייח, ספי בן יוסף, פרופ' קרל שטיניץ ואחרים. המפגשים והסיורים חשפו מערך עשיר מאין כמוהו של אתרים, דרכים היסטוריות ונופי תרבות.

תנופת הבנייה במאה השנים האחרונות, וביתר שאת בעשרים השנים האחרונות, טשטשה במידה רבה את הקוהרנטיות הנופית של האגן. כך למשל, כביש 6 עובר על תוואי הדרך הבין־לאומית ('ויה מריס') שהייתה הדרך העיקרית שעברה בארץ ישראל במקביל לחוף הים וחיברה בין מצרים והסהר הפורה. הקשר (מאפק-אנטיפטריס צפונה) האסוציאטיבי בין הדרך ההיסטורית והתוואי העכשווי אבד לחלוטין ואתו אבדו גם ההקשרים המורשתיים. גם ציר גופנה-אנטיפטריס וציר לוד-מעלה בית חורון הם רצפים עתירי מורשת העשירים בעשרות אתרים מתקופות שונות. אפשר לתקן את המצב בדרכים שונות בתכנית היישום.

הצירים הקדומים נוצרו מתוך התייחסות מיידית למערכת ההידרולוגית של אגן ההיקוות. ניתן לומר שפרישת אתרי המורשת היא בבואה של זיקת המתיישבים בתקופות שונות לנחלים ולמקורות המים. משום כך נובעת חשיבות רבה לראיית האתרים כחלק ממכלול ולא כאתרים מבודדים.

אדריכלית הנוף **פרופ' נורית ליסובסקי** מציגה שש דרכים להסתכל על נופי תרבות במרחב נתון. מתודולוגיה זאת מאפשרת לאפיין את המורשת במרחב על פי חשיבות אוניברסלית, פרישׂה גיאוגרפית ודיאלוג בין נרטיבים.

ד"ר עיסא סארי מציג את מכלול המורשת הפלסטינית באגן תוך הבחנה בין כפרי הכתר, אתרים ארכיאולוגיים, מקומות קדושים, מבנים חקלאיים, שוּמָרות, טראסות ומפעלי מים. תשומת לב מיוחדת ניתנת לאתרים פרה־היסטוריים באגן, בייחוד מערת שוקבא המבטאת את המעבר מתרבות הציידים־לקטים לתרבות החקלאית – 'התרבות הנטופית'. מערת שוקבא ומערת קסם הן דוגמאות בעלות ערך היסטורי רב לתיעוד התפתחות האנושות.

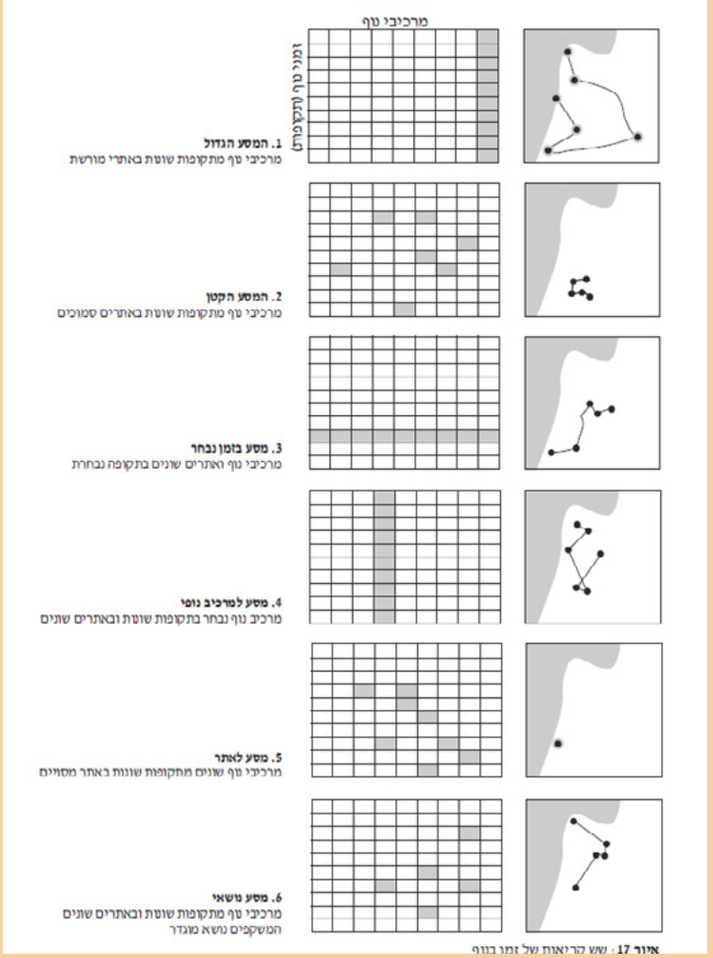
מנכ"ל איגוד ערים לאיכות הסביבה שומרון **איצ'ה מאיר** ומורה הדרך **חזקי בצלאל** מפרטים ממצאים ארכיאולוגיים מרכזיים באגן הירקון, תוך מיונם לתקופות השונות. פירוט זה מתבסס על ניתוח תהליכים היסטוריים מרכזיים וגיבוש התובנה שאגן הירקון הוא מפגש בין תרבויות. עבודתם מסייעת להגדיר את מכלולי המורשת באגן תוך התבססות על תוואי הנחלים והדרכים ההיסטוריות.

הארכיאולוג **ד"ר איתן איילון** הבהיר במחקריו הרבים את רשת הדרכים ההיסטוריות בצירי צפון־דרום, מזרח־מערב בין מוקדי התרבות העיקריים באגן הנמצאים בצמתים של הדרכים ההיסטוריות: יפו-שכם וירושלים וביניהם לוד ורמלה, אנטיפטריס, מבוא בית חורון, שער הגיא, גופנה ושילה. רשת זו, המבוססת על מערך הנחלים והטופוגרפיה של האגן, מהווה בסיס לגיבוש שבעת מכלולי המורשת העיקריים של אגן הירקון.

התפיסה המכלולית של אתרי המורשת מאפשרת לזהות את נופי התרבות העיקריים של אגן הירקון. בכך היא מאפשרת לייצר פלטפורמה מרחבית העוסקת בנרטיבים רבים אשר התפתחו באגן על פני דורות.

2. שש דרכים להסתכל על נוף תרבות פרופ' נורית ליסובסקי

תפיסת ממד הזמן כמרכיב מרכזי בעיצוב הנוף, נסקר במאמרה של פרופ' נורית ליסובסקי, 'בעקבות הזמן האובד בנוף', (אופקים בגיאוגרפיה, 67, תשס"ו 2006). ה'קריאה' בנוף נסקרת על שלוש תפיסות זמן: זמן ליניארי־היסטורי; זמן מעגלי – תהליכים טבעיים ותרבותיים המתקיימים במקצב קבוע וחזרתי; וזמן מיתי – נוף שמסמל משמעויות וערכים שמעבר לזמן (תרשים ז-1). אפשר לאמץ 'קריאה' זו בנוף גם באגן הירקון, על פי 'מראי מקום' ו'מראי זמן', באופן שיאפשר קידום מדיניות תכנון להכוונה וניהול השינויים הצפויים במרחב.



תרשים ז-1 שש קריאות של זמן בנוף הכרמל
(מתוך מאמר של פרופ' נורית ליסובסקי 'בעקבות הזמן האובד בנוף')

בתכנית האינטגרטיבית המוצגת בפרק ג' מוצעת גישת "המכלולים" – מכלולי תרבות ומורשת המשתלבים ביחידות הנוף הייחודיות של האגן ובפיתוחו הצפוי. תפיסת המכלול - תכנון, פיתוח ויישום - תקדם מדיניות אגנית כוללת שתאפשר לשלב בין כל המרכיבים.

3. מורשת תרבותית בתבנית הנוף של אזור רמאללה עיסא סרי

ההווה־עבר שלנו

תבניות נוף הן מבנים תרבותיים של סביבתן ומשקפות יחסי גומלין דינאמיים בין אנשים לסביבתם הטבעית. קו החוף המזרחי של הים התיכון, כסביבה מיטיבה עם חיים אנושיים על שלל פעולותיהם, הפך למוקד עניין הולך וגובר במורשת תרבותית בחלק זה של העולם. מרבית הנוף הפלסטיני מכוסה בתלים המסמנים שאריות פיזיות של פעילות אנושית כגון ערים נטושות, עיירות וכפרים. כל אתר הוא עדות לראיות של תרבות האדם הקדמון כפי שהיא משתקפת בחומרים והריסות ארכיאולוגיות (אפיגרפיה, טקסטילים, עצמות אדם וחיות, חרסים, אבני צור וכ"ו...) הופך לחלק מהנוף הטבעי ומקשר בין הפעילויות הביו־תרבותיות של העבר וההווה.

מורשת תרבותית היא דרך להבנה ושמירה על המשכיות בין העבר הביו־תרבותי העשיר ופעולות החיים האנושיות של היום בתוך הקונטקסט הסביבתי שלהם. בתנאי אקלים מיטיבים, מבנים של חקלאות חלוצית עירונית וכפרית נשמרים, והערך שלהם עבור הקהילות המקומיות הוא עצום. נבנו לאורך ההיסטוריה בתים בזה אחר זה על חורבות הבתים שהתפוררו בכל פעם שהבית האחרון התחיל להתפורר הודות למעבר הזמן ולהתבלות טבעית (Barker, 1986). החורבה והבית המאוכלס הם מקומות בהם מתרחשים יחסי גומלין בין בני אדם וחומרים דרך קשר מיבני בין החברה הקיימת והסביבה הטבעית וההיסטורית שלה. תבנית הנוף הפלסטינית כוללת כ12,000 אתרי מורשת וארכיאולוגיה ובהם 60,000 בתים מסורתיים (Taha, 2004). הרוב המוחלט של האתרים והבתים הללו בכפרים מסורתיים שונים סובלים מהזנחה, נטישה ושחיקה. בעזרת פרשנות משמעותית, ייתכן וניתן להצליח לפתח תמונה ניתנת להבנה של הארגון הסוציו־אקונומי וההיסטוריה של כפרים ועיירות אלו.

לסיורי שטח ארכיאולוגיים כאמצעי להבנת טבעה של סביבה ונישה ארכיאולוגית מסוימת יש משמעות ואיכות משלהם. בסיור השטח שבוצע עם צוות הירקון-עוג'ה באזור רמאללה, הצלחנו לבקר במספר אזורים בתוך אגן נחל עוג'ה. על אף גודלו הקטן יחסית, הנוף עשיר בגיוון טופוגרפי וביולוגי ומכיל מקומות בעלי חשיבות היסטורית, ארכיאולוגית ורוחנית כגון:

- כפרי הכס[1]
- טראסות ומנטירות[2]
- קדושים דתיים ואתרים קדושים
- אתרים ארכיאולוגיים

כפרי הכס המסורתיים

הכפרים המסורתיים, כחלק מהמורשת התרבותית, מספקים פרטים אתנוגרפיים, משמשים כספר הדרכה לאנלוגיה ארכיאולוגית (מפתח), ומסייעים לפרש את הפעילויות החברתיות של העבר על ידי בחינת השרידים שלהן. על כן, כפריים מסורתיים מיושבים או נטושים הופכים למוזיאונים חיים ייחודיים, בהציגם את דרך החיים העתיקה ואת דרך החיים של היום גם יחד (סרי, 2005). אקדמאים מתחומי הארכיאולוגיה, אנתרופולוגיה ואתנוגרפיה, ארכיטקטורה ותולדות האמנות מצאו בכפרים מסורתיים חיים אלו מושאים

1 כפרי הכס הוא מונח שמקורו בשיטה הפאודלית של משפחות מקומיות בכפרים בהרי המרכז בפלסטין במהלך המאה ה-18 וה-19 של התקופה העותומנית. ארמונות הכס האזוריים הללו היו יוצאי דופן בסגנונם הארכיטקטוני שהשתקף בתפקיד החברתי והפוליטי אותו תפסו בכפריהם.

2 manateers- כינוי פלסטיני מקומי לבקתות חקלאות בנויות מאבני שדה.

למחקר בין־תחומי שהיווה את הבסיס למחקרם האקדמי (Torre and Mac Lean, 1995). על כן, נעשה מאמץ מה לשקם ולבחון את הנכסים התרבותיים הללו במטרה להוריש לדורות הבאים את המרכיב ההכרחי הזה בזהותם ההיסטורית.



ארמון אל סמהאן והמרכז ההיסטורי המקיף אותו (ARIJ, 2012) המכון למחקר יישומי ירושלים, ארגון אזרחי שנרשם כארגון ללא מטרות רווח פלסטיני בבית לחם ב-1990

לאדונים הפאודלים הכפריים היה תפקיד מרכזי יותר במהלך המחצית השניה של המאה ה18 וה19 (Awad, A. 1969; Mana' A. 2003) כאשר האחיזה של האימפריה העותומנית בפלסטין הכפרית נחלשה. כפרי הכס פעלו כמרכזים מנהלתיים של מחוזות, שנקראו גם נהווי (nahawi) (ביחיד: נהיא) (Awad, A. 1969). כל נהיא פעל באופן עצמאי ביחס למערכות האדמיניסטרציה והמיסים. העושר והכוח העצומים שלהם השתקפו בארמונות המבוצרים שלהם ובמיקומם הבטוח, המוגן באמצעי אבטחה עוצמתיים. ראס כרכר הוא אחד מכעשרים ושישה "כפרי כס" מרכזיים שנשלט על ידי משפחה סמי־פאודלית ששלטה בעשרות מהכפרים הקרובים בהרי המרכז של פלסטין בזמן השלטון העותומני.

ראס כרכר, או ראס איבן סמהאן כפי שהוא נקרא לפני המנדט הבריטי, הוא אחד מכפרי הכס החשובים ביותר באזור רמאללה הודות לשילוב בין מיקומו ההררי והארכיטקטורה של הארמון. הכפר ממוקם כעשרה קילומטרים ממערב לרמאללה ב488 מטרים מעל פני הים (ARIJ, 2012).

הארמון של האדונים הפאודליים הכפריים משפחת אל סמהאן, "שייח אל סמהאן", נמצא על ראש גבעה סלעית בטוחה ובולטת. מגובה 650 מטרים מעל פני הים, המשפחה יכלה לתצפת ולשלוט באזור צפון ירושלים בתקופה העותומנית המאוחרת. הפרבר המערבי של ירושלים והדרך ליפו נשלטו על ידי משפחת אבו גוש, משפחה פאודלית נוספת מאזור ירושלים הממוקמת בכפר אבו גוש. מאחר והמשפחות שלטו באזורים סמוכים, הם היו מצויות לרוב בקונפליקט בנוגע לשליטה בכפרים ואדמות.

הארמון של ראס כרכר והארמונות של כפרי הכס האחרים חולקים צורת בנייה ייחודית: מעין הכלאה בין איכויות ופרטים אורבנים וכפריים (Muhawi and Qawasmi, 2012). עם זאת, בהשוואה לבתי הפלאחים הרגילים, הארכיטקטורה של גודל המבנה ותפקודו של הארמון שונים בהרבה. בשונה מבתי האיכרים בהם לא היה כל גבול או הפרדה בין החצר ואזורי המגורים, בארמונות ניתן לראות הפרדה ברורה בין אזורי הגברים לאזורי הנשים.

הגודל של מתחם הארמון הצביע על השקעה עצומה בבנייה; לקח ארבע עשרה שנים לסיים את הבנייה שלו והוא הושלם לבסוף ב1799. מעל לדלת של השער הראשי של הארמון, פואמה שחקוקה באבן מהללת את בונה הארמון איסמעיל סמהאן, השליט הכפרי הפאודלי הבולט ביותר של משפחת אל סמהאן, ומציינת את שנת ההשקה של המבנה, 1214 היג'רי (1785 לספירה) (Macalister and Masterman, 1905). עד היום, אנשי ראס כרכר מספרים סיפורים אודות שייח' איסמעיל סמהאן, מעשי הגבורה שלו ונדיבותו.

המתחם המורכב של הארמון כולל שתי קומות. השער הראשי של הארמון בקומת הקרקע מוביל לחצר גדולה עם שני קמרונים צולבים לטובת פרטיות וביטחון; לרוב נעשה באלו שימוש עבור מפגשים משפחתיים וחגיגות (Muhawi and Qawasmi, 2012). מערות ומנהרה ארוכה מתחת לחצר סיפקו דרכי מילוט סודיות בזמן מלחמה. החצר המרכזית נפתחת למספר חדרים, כולל חדרי מגורים, מטבחים וחדרי שירות. התקרות של החדרים היו מקושטות. בחצר ממוקם גם גרם מדרגות המוביל לקומה השניה. המדאפה (אל-איליה al-illiyeh) היא החלק העליון של הארמון, והדלת נפתחת אל הגג. המדאפה (madafah) שימשה כמפלט הפרטי של השייח' ועבור פגישות מנהלתיות. מהגג יש נופים פנורמיים: מערבה להרים ולים התיכון, ודרומה לכיוון ירושלים. הארמון לא ננטש עד לפני חמש שנים כאשר אחרונת המשפחות שהתגוררו בו עזבו לטובת בניין חדש יותר. ריוואק[3] שיקמו את הארמון בשלושה שלבים מ2007 עד 2009 על מנת לשמור עליו מנזקי הזמן. היום, נעשה שימוש בארמון לפעילויות תרבותיות.

טראסות חקלאיות

האקלים באזור מאופיין בעונת קיץ ארוכה וחמה/יבשה וחורף קריר/גשום. ישנם סוגים שונים של תבניות נוף בגדה המערבית שניתן לאגד אותן לארבע קבוצות מרכזיות: גבעות תלולות, גבעות נמוכות, עמקים שטוחים, ואדמת מדבר.

בגבעות התלולות של האזור, לקשר בין בני האדם לטבע ביחס לטופוגרפיה ולאופיו הסגפני של הנוף הזמין לחקלאות יש השפעה משמעותית. לחקלאות היה תפקיד חיוני בחיים הסוציו־אקונומיים והתרבותיים הפלסטינים, על כן נבנו טראסות אבן על מנת למנוע סחף קרקע ולהתמודד עם שטח תלול ולא אחיד. טראסות אבן היו בעובי של כמעט מטר בגבהים משתנים על מנת להתאים לגובה ולאורך של מורד הגבעה ולעשות שימוש במקסימום אדמה שטוחה.

תעלות המים של דורא אל קרע

הכפר דורא אל קרע נמצא כמעט שבעה קילומטרים צפונית לרמאללה. העיר העתיקה עדיין מיושבת, על אף שמשפחות רבות בונות בתים חדשים בצד הצפוני והמערבי. כמו בכפרים מסורתיים רבים אחרים, הבתים המקוריים בנויים מסביב למסגד ובית הבד. המסגד עדיין פעיל ועבר שיפוץ מסוים, אבל רבים מהבתים האחרים ננטשו.

בחלק הדרומי של הכפר, נוף תרבותי ואקולוגי נפרש לאורך עמק ירוק מדרום–מערב לדרום־מזרח. נוף העמק משקף קטגוריות מורכבות ומגוונות של אינטרקציה בין תושבי הכפר וסביבתם הטבעית (קרי, יופי הנוף, תופעות גיאולוגיות, מעיינות, מגוון ביולוגי,

3 ריוואק Riwak: המרכז לשימור ארכיטקטוני הוא ארגון ללא מטרות רווח פלסטיני שהוקם ב1991 ברמאללה ומטרתו המרכזית לשמר, להפיק תועלת ולקדם את המורשת התרבותית בפלסטין.

קברים, תעלות מים, טראסות וחקלאות, וכ"ו). בנופים התרבותיים של דורא אל קרע משתקפות היטב טכניקות לשימוש בר קיימא באדמה שנשמרות על ידי החקלאים הפלסטינים.

טראסות הן תופעה חשובה מאוד בחלק התחתון של העמק סביב תאי קרקע קטנים המכונים על ידי חקלאים מקומיים הוואקיר (hawakeer). תעלות תלולות מסורתיות נבנו על מנת להעביר מים משני המעיינות בקצה הצוק בצד הדרום־מערבי כדי להשקות את ערוגות הירק. צורה מסורתית זו של שימוש בקרקע שומרת על המגוון הביולוגי ומשמרת ידע וטכניקות הסתגלות שעברו בירושה מדורות קודמים בעבורם חקלאות תמיד היתה חיונית.

הטראסות בגבעות בצד הדרומי של העמק המעובד באופן אינטסיבי נותנות למבקר רעיון לגבי הערך של הטכניקה שעברה בירושה של קירות טראסה בנויות מאבנים בגדלים שונים ומעוצבים בצורה שמגנה על האדמה מפני סחף. בטראסות הקטנות הללו, עצים מתורבתים צומחים לצד שיחים וסוגים אחרים של אלוני בר ובכך יוצרים אזור מחיה חשוב עבור מינים שונים של צמחים וחיות. בנוסף לעמק שופע הגידולים והמעיינות הרבים, בעמק דורא אל קרע יש מגוון גדול של חיות בר (Bachle, 2012). ציפורים מקומיות מתרבות ומקננות בינות העצים בזמן שלהקות ציפורים אחרות עפות מעל האזור בעונת הנדידה ונעזרות בעמק המעובד ועציו הגדולים כמקור למזון ומים למסען.

במורד התחתון של ההר, בין העצים המתורבתים והחורש הטבעי, קברים רומאים וביזנטים מופיעים כחורים בחזית הירוקה של ההר. קברים אלו הם עדות להתיישבות המוקדמת ביותר בעמק ולערך שלהם בשמירה על המשכיות ההתיישבות ובהשפעה התרבותית על נוף העמק.



מנטירות: מגדלי תצפית חקלאיים מאבן

יחד עם טראסות אבן, סוג מבנה נוסף שנבנה על ידי כפריים היו מגדלים מרובעים, חרוטים ועגולים שכונו על ידי המקומיים "מנטירות" (manateers). מינטר (צורת היחיד של מנטירות) הוא מבנה בעל חדר אחד, שנבנה בעזרת אבנים בצורות שונות שנאספו מהשדות באזור סלעי גבוה, על מנת להשקיף על האזורים המעובדים בסביבתו. מינטר הוא לרוב מבנה בעל שתי קומות ובו גרם מדרגות חיצוני או פנימי המחבר בין שתי הקומות.

לרוב, בטראסות נשתלו עצי זית ופרי, במיוחד שקד ותאנה, ואף ניטעו בהן כרמים. שטחי הטראסות הרחבים יותר שימשו גם לגידול דגנים כתוצרת חורף בנוסף לירקות קיץ ובוסתנים. על אף שהמשמעות של המילה "מנטיר" היא "מגדל שמירה", במקרים רבים היה להם שימוש נוסף. החלקים הרחבים יותר של הטרסות נחרשו ונזרעו לגידולי חורף וקיץ. מאחר והקרקע רחוקה מאזור המגורים, היה יותר נוח לחקלאי להשאיר את הציוד החקלאי שלו במנטיר. בעונת הקיץ, ירקות (עגבניה, זוקיני, פקוס, מלפפון וכרובית) ופירות (תאנים, שקדים, שזיפים, זיתים וענבים) מטופחים במהלך עונות גידול ארוכות. ההליך של ייבוש פירות (תאנים, ענבים, משמשים, שזיפים) קורה במנטיר ומשפחות משמרות את הפרי בבתיהם שבכפר לאכילה במשך כל השנה.

עין קיניא

עין קיניא היא שמורת טבע יפהפייה חמישה קילומטרים צפון מערבה למרכז רמאללה הקרויה על שם המעיינות הטבעיים שבה. מגוון של צמחי בר, ציפורים וחיות הופכים את עין קיניא למקום נהדר לפיקניקים וטיולים רגליים. נוף העמק של עין קיניא מוכר מאוד בשל צפיפות המנטירות והטראסות. מבקרים יכולים להבחין בקלות בסוגים שונים של מנטירות מפוזרים על הרכס ובמורד שיפולי העמק. בקורס מחקר עם הסטודנטים שלי, תיעדנו מאה ועשרה מנטירות מסוגים שונים וצורות שונות. עצי זית הם הדומיננטים ביותר, ואחריהם עצי שקד; כמויות גדולות של ירקות גדלים הודות לשפע המים מהמעיין.

מאחר ועין קיניא ממוקמת למרבה הנוחות בפרבר הצפוני של רמאללה, ניתן להניח כי גידול הירקות האינטנסיבי נעשה לטובת מסחר בשוק.



באופן כללי, טרסות אבן ומנטירות נחשבות לאחד התוצרים החשובים והעתיקים ביותר של המגזר הכפרי והחקלאי הפלסטיני וממשיכות להוות נקודת מוקד באינטרקציה האנושית עם הסביבה הטבעית. על כן, הן הופכות לחלק מתוואי הנוף ומהוות דוגמא טובה להסתגלות סוציו־אקונומית ותרבותית, ומשמרות תחושת זהות משותפת בקרב יחידים וקהילות.

קדושים, מקומות מקלט קדושים (בתי מקדש) ומקדשים

הדת מושרשת בסביבה הגיאוגרפית היחסית קטנה ומגוונת של הלבנט. ההשפעה של מגוון הדתות עזרה ליצור מרחב עשיר להפליא של שונות תרבותית במורפולוגיה הסוציו־אקונומית והמורשת התרבותית של נופי הגדה המערבית כולה. המקדשים הם מקומות בעלי חשיבות רוחנית ודתית משמעותית, ולרוב ממוקמים במקומות גבוהים - על ראש הר, או גבעה קטנה במרחב , שאפשרו טווח תצפית על האזורים השכנים ונראו מרחוק (כנען, 1927).

הקברים ומקומות המקלט/מחסה הקדושים היו בעלי חשיבות רבה במיוחד עבור האוכלוסייה הפלסטינית הכפרית בתקופה העותומנית, ומילאו תפקידים מסוימים, בהם ייתכן וקרו מיני ניסים (karamat). על פי האמונה, מוטמעת בהם קדושת הקדוש אותו הם מכבדים, אותם מקדשים עממיים (מקמאת) היו בכל מקום בערים ובכפרים וגם בצידי דרכים כפריות, על הרים או בתוך עמקים. כנען (1927) כתב: "כמעט ולא ניתן למצוא ולו כפר אחד, קטן ככל שיהיה, שלא מכבד לפחות קדוש אחד מקומי". באופן כללי, קדושים נקברו קרוב לאכסניות בהן לימדו, וקבריהם הפכו למוקד מבקרים. האיובים והממלוכים עודדו את יצירתם של מקומות קדושים אלו ואת הביקור בהם למטרות דתיות ולמטרות הגנה. בהדרגה, הביקורים בקברים הפכו לתופעה מאורגנת יותר ברחבי המדינה ונערכו בעונות קבועות בשנה שנקראו מאווסים (mawsim). בתקופות פורענות, בין אם זו היתה העונה לביקור במקדש או לא, צליינים התפללו במקמאת המקושרים לקבר הקדוש בבקשה להתערבות קדושה וסיוע. נשים פיללו לפוריות, חקלאים פיללו לגשם וביקשו מזור לחיות חולות.



מקומות המקלט הקדושים של שייח אחמד אל-קטרוואני

מקאם אל-קטרוואני נמצא בעטארה, כפר שלושה קילומטרים צפונית לביר זית ושלושה עשר קילומטרים צפונית לרמאללה במדרון הדרומי של דחרת חמודא ((Dahret Hamouda הצופה מעל ואדי עין דרא (Taha, 2002)

על פי המסורת המקומית, כפי שדווח על ידי כנען, ט. (1927), שייח אחמד אל קטראווני, מהכפר עטארה, הוא אדם קדוש אשר חי בכפר החוף קטרה מצפון לעזה (Taha,2002). הוא הגיע לנקודה המבודדת של דחרת חמודא וחי חיי התענות ותפילה. תושבי הכפרים הסמוכים טיפלו בו, וכאשר הוא נפטר הם קברו אותו במקום.

שמידט, ה. וקהאלה, פ. (Schmidt, H and Khale, P, 1918) דיווחו על סיפור שסיפר יוסף אבו ג'יריס (גבר נוצרי מבוגר מהכפר ביר זית): קרוב לעטארה נמצא וולי (weli) חשוב, מסגד קטן, עם מקאם בעל שתי כיפות בחורשת עצי אלון. המקור שלו הוא מנזר של דיר חנא (ג'ון הקדוש). המוסלמים ביקרו במקאם על מנת להתפלל והנוצרים ביקרו את מקום המנוחה היפהפה.

מקאם אל-קאטראוואני מוזכר במספר אתרי חפירות באזור כמקום שנבנה מעל חורבות מנזר ביזנטי (Schmidt and Khale, 1918; Ovadiah and di Silva, 1981; Taha and Yasin, 1999). עם זאת, ניתן לראות באתר שני טורים של עמודים הפרוסים ממזרח למערב.

המחלקה לעתיקות ומורשת תרבותית של הרשות הפלסטינית ערכה פרויקט שיקום של מבני המקאם כולל חפירת הצלה מצומצמת על מנת לחשוף את המקור וההיסטוריה של האתר. החפירה חשפה את הנוכחות של כנסייה ביזנטית בסגנון בזיליקה שנבנתה באבנים חצובות בגסות (Taha, 2002). קירות הכנסייה הפנימיים צופו בשכבה עבה של טיח לבן. לא היתה עדות לרצפת פסיפס. החרסים שנמצאו בחפירה מועטים ובעיקר תוצרת ביזנטית מקומית (שברי כדים, קנקנים, סירי בישול, ושברים ספורים של מנורת שמן) מהמאה החמישית והשישית (טאהא, 2002). נמצאו מספר כלי חרס מזוגגים ועשויים עבודת יד ונמצא שהם מהתקופה הממלוכית והעותומנית המוקדמת (Taha, 2002).

המקאם (maqam) דומה לאתרים קדושים אחרים מהתקופה הממלוכית־עותומנית, ומורכב מחדר אחד בעל כיפה יחידה או כפולה. טכניקות הבנייה השונות הצביעו על השלבים העוקבים של היסטוריית המקאם.

באופן כללי, הקירות בנויים מאבן חצובה בגסות שמשולבות בה גם אבנים שונות מהמנזר הביזנטי שנעשה בהן שימוש חוזר; על אבן חצובה בקפידה ישנן אותיות יווניות.

הכיפות (qubbeh) הן סממן מאוד אופייני במקדשים בכל הגדה המערבית, גם באלו הפשוטים יחסית וגם במקדשים הגדולים והחשובים (כנען, 1927). פנים הכיפה תמיד מצופה טיח וסיד, אך מאחר והמבנים לרוב ישנים מאוד, הטיח נשחק עקב דליפת גשם ולחות.

האתר נמצא במיקום גיאוגרפי וסביבתי ייחודי. בנוסף לביקור הרוחני במקדש אל-קאטרוואני, אנשים נהנים גם מהנוף היחיד במינו, חורשה טבעית קטנה, וטרסות המקיפות את הנופים הסביבתיים המקומיים שיחד מהווים מרכיב חשוב ביותר בתבנית הסביבתית שלו. הזנים הדומיננטיים בחורש, כמו אלון ירוק עד, חרוב ועצי שקד, יחד עם גפנים, עדיין קיימים. הקדושה היתה ועדיין הסיבה היחידה שמצילה אותם מההרס שהוא גורלן של מרבית החורשות בגדה המערבית.

הכפר עאבוד

הכפר עאבוד נמצא 30 קילומטרים צפון־מערבה מירושלים, על הדרך הרומאית הראשית דרך גופנה (ג'יפנה) לאנטיפטריס (ראס אל-עין) (Taha, 1997). עאבוד הוזכרה במקורות הפראנקים (המאה ה-12) ככפר של מריה הקדושה שנמכר על ידי בלדווין ממיראבל לבית החולים ב-1167 (Clermont-Ganneau, 1898). ההכנסה מהכפר הוקדשה לאספקת לחם לבן עבור החולים בבית החולים בירושלים (Pringle, 1993). בתקופת ימי הביניים המאוחרת (המאה ה-14), יקוט אל חמאווי תיאר את עאבוד ככפר קטן ליד ירושלים. בתקופה העותומאנית, האוכלוסייה של עאבוד נותרה מצומצמת, כפי שמוזכר ברשימות העותומאניות מהמאה ה-16 המאוחרת כחלק מנפת nahiya רמלה, ובה תשעה עשר משקי בית נוצריים ושישה עשר משקי בית מוסלמים, ותושביהם שילמו מיסים על חיטה, שעורה ומוצרים אחרים (Hutteroth and Abdulfattah, 1977). מאוחר יותר, עאבוד היה חלק ממחוז בני זייד.

מחקרים (Guerin, 1875; Conder and Kitchener, 1881) וחפירת הצלה (Taha, 1997) שנערכו בעאבוד חשפו עדויות ליישוב מתמשך (רומאי, ביזנטי, צלבני, איובי, ממלוקי ועותומאני) והדגישו את ההיסטוריה והאלמנטים החשובים ביותר בכפר.

מספר כנסיות הרוסות מהתקופה הביזנטית וימי הביניים המוקדמים זוהו בתוך וסביב לכפר עאבוד, כולל כנסיית מאר עבאדיה, כנסיית אנסטסיה הקדושה, כנסיית ברברה הקדושה, כנסיית תיאודור הקדוש וכנסיית סנטה מריה.

מנזר ברברה הקדושה. ממוקם כמעט שני קילומטרים מערבה ממרכז הכפר ומורכב משני חלקים. זוהי חורבה של מנזר ישן, ככל הנראה מהתקופה הביזנטית בשל גודל האבנים והאופן שבו נחצבו, הממוקמת בראש גבעה. לצד החורבה יש מקדש קטן (weli) של ברברה הקדושה שנבנה מחדש לאחר שנהרס. הבנייה של המנזר עשויה מאבנים חצובות גדולות של חומר גירי רך שנחצבו במחצבה המקומית (אל-מקאטי).

אל - מקאטי. ממוקמת כשני קילומטרים מערבה ממרכז הכפר, זוהי המחצבה ממנה מגיעות האבנים שבהן בנו את הכנסיות ומבנים אחרים בכפר, ואבנים אלו שימשו ככל הנראה גם לבניית מנזרים שכנים.

קברי מערה (קטקומבות). קברים אלו הם חלק מהמחצבה וחצובים בתוך הסלע; אחרים נחפרו מתחת לאדמה. התאריכים של קברים אלו אינם ודאיים מאחר שלא בוצעו בהם חפירות, אבל הם דמו לקברים רומאים וביזנטיים. אחת ממערות הקבורה מפוארת במיוחד, עם מזוזה (מסגרת הדלת) מקושטת בגילופים של עטרות, גפנים ואשכולות ענבים בחזית הכניסה שלה. בפנים היו שאריות של קישוטים שנחרטו בקירות המערה.

כנסיית סנטה מריה אל-עאבודיה

כנסיית סנטה מריה ממוקמת במרכז הכפר העתיק, המכונה בפי המקומיים "העאבודיה". הכנסייה הוקדשה למריה הקדושה, ככל הנראה במהלך תקופת הצלבנים כאשר שמו של הכפר שונה ל"קסאלה סנטה מריה" (Taha, 1997). חריטות בארמית שנמצאו על הקשת של המעבר הדרומי בכנסיית סנטה מריה בעאבוד מצביעות על כך שהכנסייה התקיימה בכפר כבר מ1058 לספירה, בזמן השלטון הפאטמי, ובהם מוזכר גם מייסד הכנסייה (Ellenblum, 2003).



הכנסייה ידועה בשל הניסים שקרו בה, על כן יש לה מקום של כבוד בין כנסיות עאבוד. על פי המסורת הדתית המקובלת, ישו עבר בדרך זו לנצרת על מנת להימנע מהדרך העוברת בשומרון בשל העוינות ששררה בין היהודים לשומרונים. מגיעים אליה נוצרים מקומיים וירדנים, במיוחד בסעודה השנתית למרים הבתולה, ב28 לאוגוסט, כדי לקרוא ברכות ולנדור נדרים. הכנסייה נחקרה על ידי בגאטי, ב. (Bagatti, B 1971 ,1960) ולאחר מכן על ידי פרינגל (1993) והם מציינים שלוש תקופות שלה:

- התקופה הביזנטית (המאה החמישית) - הכנסייה הראשונה.
- נבנתה מחדש באמצע המאה ה-11 (הצלבנים)
- אמצע המאה ה-18

ב1997, המחלקה הפלסטינית לעתיקות ומורשת תרבותית ערכה מבצע שיקום שכלל חפירת הצלה ארכיאולוגית באזור הצפוני שלה. תוצאות החפירה מאשרות את התקופות ההיסטוריות שהוזכרו על ידי בגאטי ופרינגל. שורה של אתרי קבורה, כמעט חמישים ושישה, נחשפו, עדות לשימוש הנרחב בצידה הצפוני של הכנסייה כבית קברות, ולכך שנוהג זה ממשיך גם בקרב האוכלוסייה הנוכחית. גודל האתר תואם לגילו, וכל הקברים הם ללא ארונות קבורה מעץ. שברי החרס שנמצאו הם מהתקופה הביזנטית ומספר קערות מזוגגות הן מהתקופה הפאטמית־צלבנית. אתרי הקבורה נמצאים מעל רצפת פסיפס ביזנטית.

אל-בירה

מקור השם אל-בירה בשם הכנעני בארות, שמשמעותו "באר מים" (Shawamreh, 2015). מיקומה על רכס ההרים המרכזי הוא צומת הדרכים הטבעי של האזור כולו. לאורך ההיסטוריה, נתיבי השיירות מהצפון ומהדרום נפגשים באל-בירה. הנקודה הגבוהה עליה בנויה העיירה, בגובה 900 מטרים מעל פני הים, הופכת אותה לנקודה אסטרטגית מאוד מבחינת שליטה על התנועה בדרך לצפון או לדרום (Shawamreh, 2015).

בתקופה הרומאית המשמעות של השם ברתה היה ארמון. על פי המסורת הנוצרית, יוסף ומרים עצרו לנוח באל-בירה בדרכם מירושלים לנצרת ושם גילו שישו נעלם. הביזנטים הקימו כנסיה במקום בו ישו נאבד.

בתקופת הצלבנים, נוסדה ההתיישבות באל-בירה, ראשית נקראה "מהומריה" (Mahumeria) ואז שונה שמה ל"מאגנה מהומריה (הסוגדת/לסגידה בתרגום חופשי)" (Magna Mahumeria the Worshipping) (Pringle, 1993). הצלבנים בנו מתחם באזור שכלל כנסייה שהיתה ידועה בשם "כנסיית המשפחה הקדושה", אשר ניצבה בנקודה בה הם עצרו, מצודה עם מגדל ובניין מנהלה (קוריה) ששימש כמפקדה וכאכסנייה (Pringle, 1993). ב-1099 לספירה נמסרה אל בירה על ידי המלך בלדווין הראשון ל-Sepulchers יחד עם עשרים ואחד כפרים נוספים בצפון ירושלים (Condor and Kitchener, 1881 SWP III, p. 11). בסביבות 1195 לספירה, האיובים הקימו מסגד בעיירה אל-בירה, בסמוך לשרידי הכנסייה, שהוקדש לעומאר איבן אל-חט'אב (Sharon, 1999).

החאן העות'מני של אל-בירה שירת את נתיב השיירות בין ירושלים לשכם. מעל הכול, חאנים הם מקומות בהם סוחרים עצרו על מנת לנוח, לישון, ולחדש אספקה לפני שהמשיכו במסעם.

בהתחשב בעובדה שאל-בירה היא התחנה הראשונה של השיירות אחרי יום הליכה מירושלים, עוברות דרכה כמויות גדולות של סחורות וטובין שניתן לסחור בהן. על כן, ייתכן ולחאן אל-בירה היה תפקיד מרכזי בארגון סחר החליפין של השיירה בנוסף לשירותי האכסניה. בעת מבצע השחזור והשימור שבוצע על ידי מחלקת העתיקות הפלסטינית ב1997, תוכננה הקמה של מוזיאון חינוכי קטן בחאן אל-בירה.

ארכיאולוגיה פרה־היסטורית

ואדי א-נטוף

בנסיעה דרך הכביש הצדדי ההררי מראס כרכר למערת שוקבא, הכפר עאבוד וקבר השיח' קטרוואני בין עטארה לביר זית, נחשפים לואדי א-נטוף הנפרש מהרי המרכז מזרחה לכיוון הקו הירוק של 1949 במערב. אגן ניקוז בגודל של כמעט 105 קמ"ר עם מרחבים טבעיים גדולים, פתוחים ובתוליים בין עשרים הכפרים (Messerschmid, 2014) בחלק הצפוני של תחום השיפוט של רמאללה ניתן להבחין בשורה משמעותית של ואריאציות טבעיות בזני צמחים, סוגי אדמה ותצורות נוף. מערת שוקבא הפרה־היסטורית מופיעה כתופעה ראויה לציון במדרון העליון של צלע הגבעה הצפוני הסלעי והצחיח של ואדי א-נטוף. ואדי א-נטוף מאופיין בשטח הררי ותצורות סלע רבות. על פי הסכמי אוסלו, המורשת הארכיאולוגית, הסביבתית והתרבותית של ואדי א-נטוף נמצאת תחת ניהול ישראלי. נעשו שינויים מהותיים בקרקע על ידי יישובים ישראליים (התנחלויות) ובסיסים צבאיים שמתרחבים במהירות ומכלים משאבי קרקע נרחבים מאחר והם בנויים בצורה מפוזרת ובמקרים רבים יש בהם פחות מאחוז אחד מצפיפות האוכלוסין שבכפרים הפלסטינים הסמוכים (Messerschmid, 2014).

קצהו של ואדי א-נטוף, במורדו התחתון של מערת שוקבא הפרה־היסטורית, נחתך ושוטח על מנת לבנות כביש עוקף. הכביש המהיר מנתק כפרים ויחידים פלסטינאים מאדמותיהם באזורים הסובבים אותו וניתן לראות שם מטעי זיתים בתוך תחומי התיישבות/התנחלות, שטחים שכוסו בעשבים, וטרסות בשלבי התפוררות ראשונים. העובדה שהכפרים נותקו מכבישים ראשיים מאלצת את משאיות הזבל לפרוק את מטענן לעמק הסמוך. בחלק התחתון של הואדי, כקילומטר עד קילומטר וחצי מדרום מזרח למערה, הנוף הקארסטי נפגע ממחצבה ישראלית גדולה. ממערב למערה, אנשים משליכים את האשפה שלהם אל תוך הואדי. ערימת זבל ענקית של פסולת ביתית, מכונות ופגרים מפוזרת מתחת לעשבי הערבה והשיחים וסלע צחיח מושל בעצי הזית המועטים.

מערת שוקבא - ארכיאולוגיה פרה־היסטורית

מערת שוקבא ממוקמת בגדה הצפונית של ואדי א-נטוף, קילומטר אחד דרומית מהכפר שוקבא וכ-25 קילומטרים צפונית לעיר רמאללה. היא אחת המערות הפרה־היסטוריות הגדולות ביותר בגדה המערבית שנוצרה על ידי פעילות קארסטית. יש בה חלל מרכזי אליו נכנסים ושלושה חללים צדדיים. המערה נחקרה לתקופה קצרה ב-1924 על ידי האב פראנסיס מאלון, שהציע שהקרן הבריטית לחקר ארץ ישראל/פלסטין תוציא לפועל חפירה ארכיאולוגית מדעית (Mallon, 1925). ב-1928 דורות'י גארוד לקחה את היוזמה ויחד עם קבוצה של עובדים מקומיים, ערכה עונת חפירה ומיקמה מכשיר הקלטה בשימוש ארכיאולוגים בחלל המרכזי ואחד נוסף בחדר השלישי. החפירה חשפה את הכרונולוגיה הסטראטיגרפית, ובה עדויות לשתי תקופות פרה־היסטוריות ראשיות: התקופה המוסטרית (שכבה ד') והתקופה המסוליתית (שכבה ב'). מאחר והחומרים שנמצאו שונים באופיים מעידן האבן המאוחר, היא לבסוף קראה לה "התרבות הנטופית" על שם ואדי א-נטוף בשוקבא, שם נמצאו העדויות הראשונות לקיומה (Garrod, 1928). השכבה הנטופית היתה מורכבת מאדמת אפר שחורה ובה מספר קברי אדם, בעיקר של ילדים, בסמוך לאזור המגורים שהוגדר על פי הכלים המיקרוליתיים שנמצאו בו. חלקים של ראשי חץ, ראשי חנית, מסגרות בצורת חצי סהר ומחטים מצביעים בעיקר על כך שהקהילה הנטופית של שוקבא ניהלה חיים במסגרת מיושבת של ציידים־לקטים שהתבססה על ציד ואיסוף מזון אינטנסיבי על ידי קבוצה קואופרטיבית. על אף שמערת שוקבא נחפרה רק באופן חלקי, היא משמרת את הכוח הטבעי של התרבות הנטופית כעדות מרשימה ומקור פוטנציאלי להשפעה גדולה מבחינה מדעית. בימינו התרבות הנטופית מוכרת בעולם ומסמנת שלב קריטי באבולוציה של התרבות האנושית בלבנט.





מערת שוקבא הפרה־היסטורית

4. ארכיאולוגיה ומורשת איצ'ה מאיר, חזקי בצלאל

ארכיאולוגיה

מתודולוגיה

באגן הירקון יש מעט אתרים ארכיאולוגיים גדולים ומרשימים שעליהם אנו יודעים הרבה, והמון אתרים כפריים קטנים שעליהם ידיעותינו מועטות. הסיבה היא פשוטה. חפירות מסודרות נעשו בדרך כלל באתרים הגדולים, ואילו האתרים הקטנים נחפרו בדרך כלל כחפירות הצלה. כך לדוגמה, עד לפני כ-15 שנה היה מקובל לומר שבתי כנסת מימי הבית השני הם מבנים נדירים מאוד וכנראה שלא היו רבים כאלו. והנה, כתוצאה מבניית מודיעין ומודיעין עילית, נתגלו בחפירות הצלה שני בתי כנסת קדומים בשני אתרים סמוכים. מבנה נוסף שלדעת החופרים הוא בית כנסת נמצא לא הרחק משם, בחורבת דיאב, שנחשף במסגרת חפירת הצלה של קמ"ט ארכיאולוגיה בתוואי גדר ההפרדה.

בנוסף לחפירות הארכיאולוגיות קיימת חשיבות רבה גם לסקרים הארכיאולוגיים שמספקים ראייה מעמיקה ורחבה על האתרים והממצאים. דוגמה מאלפת לכך היא סקר דרום הר אפרים הנערך בימים אלו. בסקרים קודמים כמעט ולא נמצאו רמזים להתרחשותו של מרד בר כוכבא באזור זה, ואילו בסקר הנוכחי נמצאו עשרות ממצאים חדשים שאינם מותירים ספק בכך שההתיישבות היהודית המשיכה להתקיים באזור גם לאחר המרד הגדול ושהייתה שם השתתפות ערה במרד בר כוכבא.

ממצאים ארכיאולוגיים מרכזיים

תקופות פרה־היסטוריות

בשטח מצויים שרידים שונים מתקופות אלו. הבולטים שבהם הם:

- מערת שוקבא: נחפרה בשנת 1928 על ידי דורותי גארוד (האישה הראשונה שקיבלה תואר פרופסור בקיימבריג', בעקבות מחקרה

זה). במערה נמצאו למעלה מ-1000 פריטים פרה־היסטוריים וזוהתה בה לראשונה התרבות הנטופית, הקרויה כך על שם נחל נטוף שבו נמצאת המערה - שלב המעבר שבין 'האדם הלקט והצייד' ל'אדם החקלאי'.

- מערת קסם: ממצאים של תרבות אנושית מלפני כ-400,000 שנה.
- מערת נחל קנה: ממצאים רבים ומרשימים מהתקופות הניאוליתית והכלקוליתית.

תקופת הברונזה הקדומה

ראשית העיור. בין האתרים: ח'ירבת א-תל, ח'ירבת תיבנה ותל דלית.

תקופת הברונזה הביניימית

ממצא דל - אתר מעניין שראשיתו בתקופה זו הוא דה'ר מרזבנה שליד עין סמיה, ובו נמצאו כאלף קברי פיר שראשיתם בתקופה זו (הוא אמנם מחוץ לשטח התכנית אך ראוי לאזכור עקב קרבתו והיעדר ממצא משמעותי אחר).

תקופת הברונזה התיכונה

עיור מחודש:

- תילים כדוגמת שילה, תל אפק, תל גסילה, תל ביתין, ח'ירבת א-תל, ח'ירבת תיבנה, תל גבעון (אל ג'יב), תל בני ברק (אתרים חד שכבתיים או כפריים הפזורים בשטח). **תקופת הברונזה המאוחרת** חורבן בערי ההר ושגשוג בערי החוף
- תלים מרכזיים: תל אפק, תל גסילה.

תקופת הברזל 1

שני עמים פלשו לארץ כנען: פלישתים ממערב, התיישבו באזור השפלה והחוף; עברים ממזרח, התיישבו באזור ההר.

- שני אתרים דומיננטיים בתקופה זו: שילה בהר - בירת שבטי ישראל; אפק במישור החוף, עיר פלישתית חשובה. בתקופה זו מתחילה התיישבות האדם בדרום הר אפרים (להלן בתיאור תופעות היסטוריות מרכזיות).

תקופת הברזל 2

התיישבות אינטנסיבית בכל המרחב. המשך התיישבות בתלים הקודמים ותלים שראשיתם בתקופה זו:

- תל א-נצבא, תל חדיד, תל גמזו, תל ארסוף.
- ראשיתה של תעשייה חקלאית מאורגנת: בתי בד, יקבים תת קרקעיים לאחסון יין ושמן, גתות ומתקנים נוספים.

התקופה הפרסית

דלות יישובית.

התקופה ההלניסטית והרומית הקדומה (ימי הבית השני)

- יישוב אינטנסיבי בכל המרחב.
- תעשייה חקלאית אינטנסיבית (בתי בד, גתות, מערות קולומבריום).
- מבנים דתיים - מקוואות רבים, בתי כנסת (במודיעין עילית, מודיעין ואולי נוספים).
- השקעה רבה בחציבת מערכות קבורה.
- בסוף התקופה, במסגרת המרידות ברומאים, חציבה רבה של מערכות מסתור.
- יישובים גדולים חדשים - אנטיפטריס (באתר של תל אפק), לוד.

התקופה הרומית המאוחרת (לאחר החורבן) והתקופה הביזנטית

- המשך התיישבות אינטנסיבית - התרחבות ההתיישבות הכפרית, סלילת כבישים, פיתוח תעשיות כגון קדרות, זכוכית וסיד.
- במהלך התקופה הביזנטית הוקמו כנסיות ומנזרים רבים.

- עיר חדשה במרחב - אמאוס-ניקופוליס והתרחבות ערים כמו לוד ואפולוניה.
- בתי כנסת שומרוניים - שעלבים, תל קסילה, צור נתן.

התקופה המוסלמית הקדומה

- המשך התיישבות בתקופה האומאית וירידה יישובית (בעיקר בכפרים) החל מהתקופה העבאסית.
- הקמת העיר רמלה והפיכתה לבירת ג'ונד פלסטין.

התקופה הצלבנית

- הקמת רשת מצודות צלבניות, ביניהן - אזור, לטרון, מגדל צדק, ארסוף-אפולוניה, מודיעין, נבי סמואל.
- חוות צלבניות לאורך כביש 60: בורג' ברדוויל, הכפר סנג'יל.

תקופה מוסלמית מאוחרת

המשך התיישבות באתרים קודמים.

תהליכים היסטוריים מרכזיים

1. התקופה הניאוליתית: מעבר מציד ולקט לחקלאות.
2. התקופה הכנענית (ברונזה): הקמת ערים.
3. תקופת ההתנחלות (ברזל 1): פלישת הפלישתים מן הים לאזור החוף, פלישת שבטי ישראל מן המזרח לאזור ההר וחיסול התרבות הכנענית.
   - שלושה אתרים מרכזיים באגן מבטאים ומסמלים תהליך זה: שילה הקדומה בהר, בחלקו המזרחי של אגן הניקוז; אפק במישור החוף, בנקודת הנביעה של הירקון ותל קסילה, אתר פלשתי מרכזי ובו מקדשים, סמוך לשפך הירקון לים.
   - התיישבות שבטי ישראל בדרום הר אפרים, באזור שמדרום לכביש 465 (גופנה-אנטיפטריס) ומעט צפונה לכביש 443. באזור זה הטופוגרפיה תלולה ביותר ומכוסה חורש טבעי. לכן, לאורך כל ההיסטוריה עד לתקופה הברונזה לא התיישבו בו בני אדם. כך עולה בבירור מהסקרים הארכיאולוגיים – מכיוון שאין כמעט שום ממצא מתקופת הברונזה בשטח זה. לעומת זאת, בתקופת הברזל 1, ניכרת התיישבות חדשה ביישובים שלא היו קיימים קודם לכן – מה שמלמד על גידול ניכר באוכלוסיית האזור וצורך בשטחי יישוב חדשים, שאילצו את בני האדם להתיישב גם בשטחים נוחים פחות להתיישבות. מסקנה זו עולה הן מן הממצא הארכיאולוגי בשטח והן מהתיאור המקראי של שבט אפרים, שהתלונן על מחסור בקרקע והנחיה שניתנה לו לבֵרא את היער שבנחלתו (יהושע, פרק יז).
4. תקופת המלוכה (ברזל 2): התבססות ההתיישבות באזור בתקופת המלוכה והבית הראשון וראשיתה של חקלאות אינטנסיבית.
5. התיישבות יהודית אינטנסיבית בימי הבית השני וראשית החלוקה למחוזות והגדרת ערי מחוז: עפרים, תמנה, גופנה ועוד. מהסקר הארכיאולוגי החדש עולה שזוהי תקופת השיא של ההתיישבות באזור עד העת החדשה.
6. המרד הגדול ומרד בר כוכבא (תגליות חדשות רבות ומשמעותיות באזור).
7. מערכות היחסים שבין יהודים, שומרונים ונוצרים על רקע זעזועים לאורך ימי הבית השני ובמיוחד על רקע עליית הנצרות בתקופה הביזנטית.
8. חילופי אוכלוסיות: פריצת הנצרות למרחב.

ימי הביניים

1. התיישבות מוסלמית ובעיקר איסלום חלק ניכר מהאוכלוסייה המקומית.
2. פלישת הצלבנים.
3. הצטמצמות תרבות היין בשתי תקופות האסלאם.
4. חוסר יציבות יישובית בתקופה העות'מנית.

העת החדשה

1. קרבות מלחמת העולם הראשונה.
2. פיתוח נרחב של החקלאות, בעיקר הפרדסים במישור החוף.
3. פיתוח ומודרניזציה בתקופה הבריטית - מים, איכות הסביבה (ייעור ושמירת טבע) וסלילת דרכים.
4. בניית מצודות הטיגרט בתקופת המנדט.
5. קרבות מלחמת העצמאות וניתוק החלק המזרחי של אגן הניקוז ממערבו בעקבותיה.

מפגש בין תרבויות

קו התפר שבין מישור החוף להר היווה לאורך ההיסטוריה קו גבול ונקודת מפגש וחיכוך בין תרבויות. הדוגמה המובהקת ביותר לתופעה זו היה העימות בין שתי התרבויות שפלשו לארץ כנען במהלך תקופת הברזל 1 – העברים והפלישתים. בעוד בני ישראל מתבססים בהר ומפתחים 'תרבות הר', הפלישתים מתבססים לאורך החוף ומביאים איתם את תרבות איי הים. התנ"ך מספר בהרחבה על העימות בין תרבויות אלו - אחד משיאיו היה הקרב בין בני ישראל שיצאו מאבן העזר השוכנת על התפר בין השפלה להר, והביאו אתם את ארון הברית משילה בירתם – מול פלישתים שיצאו מאפק, יישוב פלישתי מרכזי השוכן על מקור המים החשוב ביותר במישור החוף ועל מעבר אסטרטגי ב'דרך הים'.

מאז ולאורך ההיסטוריה כולה התחוללו עימותים וחיכוכים חוזרים ונשנים לאורך קו התפר, אשר השאירו את רישומם בשטח.

התקופה ההלניסטית: מודיעין שבשפלה שוכנת על הדרך הקדומה המרכזית ממישור החוף להר, על גבעות השפלה שמהוות קו תפר בין מישור החוף להר. חז"ל השתמשו בנקודת הציון 'מן המודיעין ולחוץ' או 'מן המודיעין ולפנים' כדי להגדיר את האזור שנחשב סמוך לירושלים (לעניין 'דרך רחוקה' בקורבן הפסח ובעוד עניינים). במודיעין פרץ מרד המקבים אך בשל קרבתה לציר ראשי ולאזורי ההשפעה הנוכריים שבמישור החוף, עזבו אותה המורדים ועלו 'אל ההרים'.

התקופה הרומית: מתחמי קבורה מפוארים ביותר וחריגים לאזור הכפרי מתקופה זו בולטים בשטח, ארבעה מהם באזור הספר הצפוני של ההתיישבות היהודית, על קו התפר בינה לבין ההתיישבות השומרונית. קיימת סברה שהם משקפים התיישבות של שכבת אליטה חברתית באחוזות שנתן לה השלטון החשמונאי שקדם לתקופה הרומית, על מנת לבסס את האחיזה היהודית בספר.

התקופה הביזנטית: לאורך קו התפר שבין ההר לשפלה ניכרים שרידיהן של אחוזות ביזנטיות מבוצרות. שתיים מהן מרשימות במיוחד וברמת השתמרות מצוינת. בעורף היישובי של אנטיפטריס ולוד, לאורך דרכי העלייה לרגל לירושלים, מתפתחת התיישבות נוצרית נרחבת, לרבות מנזרים וכנסיות.

העת החדשה: בזמן מלחמת העולם הראשונה, לאחר כיבוש דרום הארץ על ידי הגנרל הבריטי אלנבי, התבססו כוחותיו לאורך מישור החוף עד לירקון. הכוחות העות'מניים התבססו והתחפרו לאורך קו התפר שבין השפלה להר. מערכה קשה התחוללה במשך כמה שבועות סביב הדרכים העולות אל ההר, ובמיוחד מעלה בית חורון. מערכה זו הייתה נקודת תפנית היסטורית שבה העדיפו האנגלים לוחמה ארטילרית על שימוש בסוסים. בשטח ניכרים שרידי ביצורים עות'מניים, בייחוד לאורך מעלה בית חורון. כמו כן, עדיין מפוזרים בשטח שרידי תחמושת רבים ממלחמת העולם הראשונה וניכרים שרידיה של מסילת ברזל בריטית שנועדה להביא אספקה לכוחות שנפרשו לאחר כיבוש האזור על גדת נחל שילה, ב'קו שתי העוג'ות'. השריד המרשים ביותר בהקשר זה הוא גשר מסילת הברזל שנמצא בין עופרים לרנטיס.

במלחמת העצמאות התחוללו קרבות חשובים ביותר לאורך גבעות השפלה (שעבר גם לאורך הירקון), על התפר שבין הכוחות הישראליים שהתמקמו לאורך מישור החוף לבין כוחות ירדניים ועיראקיים שהתבססו באזור ההר. נקודת החיכוך המשמעותית ביותר בשלב הראשון של הלחימה הייתה לטרון. בהמשך, במהלך קרבות עשרת הימים, התרחש 'מבצע דני' (נקרא גם מבצע לרל"ר - ראשי תיבות של היעדים לכיבוש במבצע: לוד, רמלה, לטרון ורמאללה). במסגרתו נכבשו רמלה ולוד וכפרים רבים לאורך גבעות השפלה.

הקרבות המשמעותיים ביותר היו באזור מודיעין והם שקבעו למעשה את 'הקו הירוק' באזור זה. במקביל ל'מבצע דני' התנהל 'מבצע בתק', בו נכבשו ראש העין ומקורות הירקון, המחצבות במגדל צדק וכן הכפר קולה, שעבר מיד ליד פעמים מספר. במהלך ההפוגה השנייה במלחמה התרחש קרב משלט 219 הצמוד לאתר "קברות המקבים". בקרב זה נהרגו 23 לוחמים ישראלים.

טבלה ז-1 מציגה אתרים מרכזיים אשר עניינם מפגש בין תרבויות:

מס'	שם	תחום עניין	תוכן	נגישות
1	שילה הקדומה	ארכיאולוגיה	תל קדום החל מהתקופה הכנענית (ברונזה תיכונה), בירת ישראל הראשונה	אתר תיירות נגיש
2	אפק-אנטיפטריס	ארכיאולוגיה	שרידי עיר כנענית ופלישתית ושרידי העיר אנטיפטריס משלהי ימי הבית השני עד התקופה הרומית המאוחרת	גן לאומי. אתר תיירות נגיש
3	עזבת צרטה	ארכיאולוגיה	אבן העזר המקראית. כפר ישראלי על קו הגבול עם פלישתים מזוהה כאבן (אין ודאות בכך). מכאן יצאו לקרב מול הפלישתים	רגלית. אתר לא מפותח
4	מעלה בית חורון	היסטוריה/ גיאוגרפיה/ ארכיאולוגיה	הדרך המרכזית ההיסטורית ממישור החוף אל ההר. בכמה נקודות בשטח נראים שרידים שלה	כביש 443 וסביבתו
5	רכס הראש ושייח זיתון	תצפית/ היסטוריה/ ארכיאולוגיה	נקודת התצפית הטובה ביותר אל אגן הירקון בכלל והאירועים ההיסטוריים לאורך מעלה בית חורון בפרט. על הרכס שרידים ארכיאולוגיים מרשימים	ההגעה לרכס ברכב דרך כביש המערכת של גדר ההפרדה בתיאום בטחוני. קיים שביל ג'יפים ללא צורך בתיאום
6	מודיעין	היסטוריה/ ארכיאולוגיה	כיום מקובל לזהותה בח'ירבת אל מדיה שמדרום לנחל מודיעין ולא בכפר אל מדיה. את קברות המקבים מקובל לזהות בחורבת הגרדי.	דרך עפר טובה
7	ח'ירבת כורכוש	ארכיאולוגיה	קברים יהודיים מפוארים מימי בית שני	שביל רגלי קצר מאזור התעשייה אריאל
8	דיר א דרב	ארכיאולוגיה	קברים יהודיים מפוארים מימי בית שני	מצריך תיאום בטחוני (שטח B). שביל רגלי מתוך הכפר
9	ח'ירבת כפר בייתא	ארכיאולוגיה	קברים יהודיים מפוארים מימי בית שני	שביל רגלי קצר מכביש הגישה לבית פוריך
10	מחצבות עבוד (מקטיע עבוד)	ארכיאולוגיה	קברים יהודיים מפוארים מימי בית שני	שביל רגלי קצר מדרך הביטחון של בית אריה-עופרים
11	ח'ירבת אל בלוטה	ארכיאולוגיה	קברים יהודיים מפוארים מימי בית שני	צמוד לכביש 465
12	דיר סמען	ארכיאולוגיה	מבצר ביזנטי	בתוך היישוב לשם (עלי זהב)
13	דיר קלעה	ארכיאולוגיה	מבצר ביזנטי	שביל רגלי מהיישוב פדואל
14	שרידי גשר מסילת ברזל ליד א לובן	היסטוריה- העת החדשה		צמוד לכביש (446)
15	מגדל צדק	היסטוריה/ ארכיאולוגיה	שרידי מבצר ובית אמידים ערבי מפואר, ואתר קרבות בתש"ח	דרך עפר נוחה ממבואות ראש העין

מס'	שם	תחום עניין	תוכן	נגישות
16	גל-עד קרבות קולה	היסטוריה - העת החדשה	גל-עד	דרך עפר נוחה מכביש 465
17	גל-עד לקרב ח'ירבת כוריכור	היסטוריה - העת החדשה	גל-עד (גל עד נוסף בהקמה בכפר האורנים צמוד לבריכת השהייה	ברחבת המזכירות במושב שילת
18	גל-עד לקרב משלט 219	היסטוריה - העת החדשה	גל-עד	צמוד לחורבת הגרדי. דרך עפר נוחה
19	מוזיאון השריון בלטרון	היסטוריה - העת החדשה	מבנה תחנת המשטרה הבריטית שסביבה נערכו הקרבות במלחמת העצמאות. הנצחת קרב לטרון, הנצחת חללי חיל השריון בכל מערכות ישראל, מוזיאון כלי רכב משוריינים מרחבי העולם. בקרוב ייפתח באתר מוזיאון לתולדות הלוחם היהודי במלחמת העולם השנייה	אתר תיירות. נגישות מלאה

טבלה ז-1 אתרים מרכזיים בנושא מפגש בין תרבויות

מפעלי מים היסטוריים

לאורך השנים, הפתרונות לבעיית המים במרחב שממזרח למקורות הירקון היו מקומיים. בשטח קיימים מאות בורות מים ומעיינות וקשה להצביע על מפעל מרכזי גדול אחד. למעיינות רבים נחצבו נקבות ומימיהן נאספים בדרך כלל לאגנים או לבריכות עתיקים. בעת החדשה נבנו בריכות בטון ונחפרו תעלות. מקובל לומר שהדבר נעשה בצורה מסודרת על ידי שלטונות המנדט הבריטי, אך לא נעשתה עד היום עבודה מדעית מסודרת לחקור את הטענה. חלק מהבריכות המודרניות קטנות מאוד וחלקן גדולות ומרשימות.
בנוסף קיימים מספר מפעלי מים אחרים בשטח:

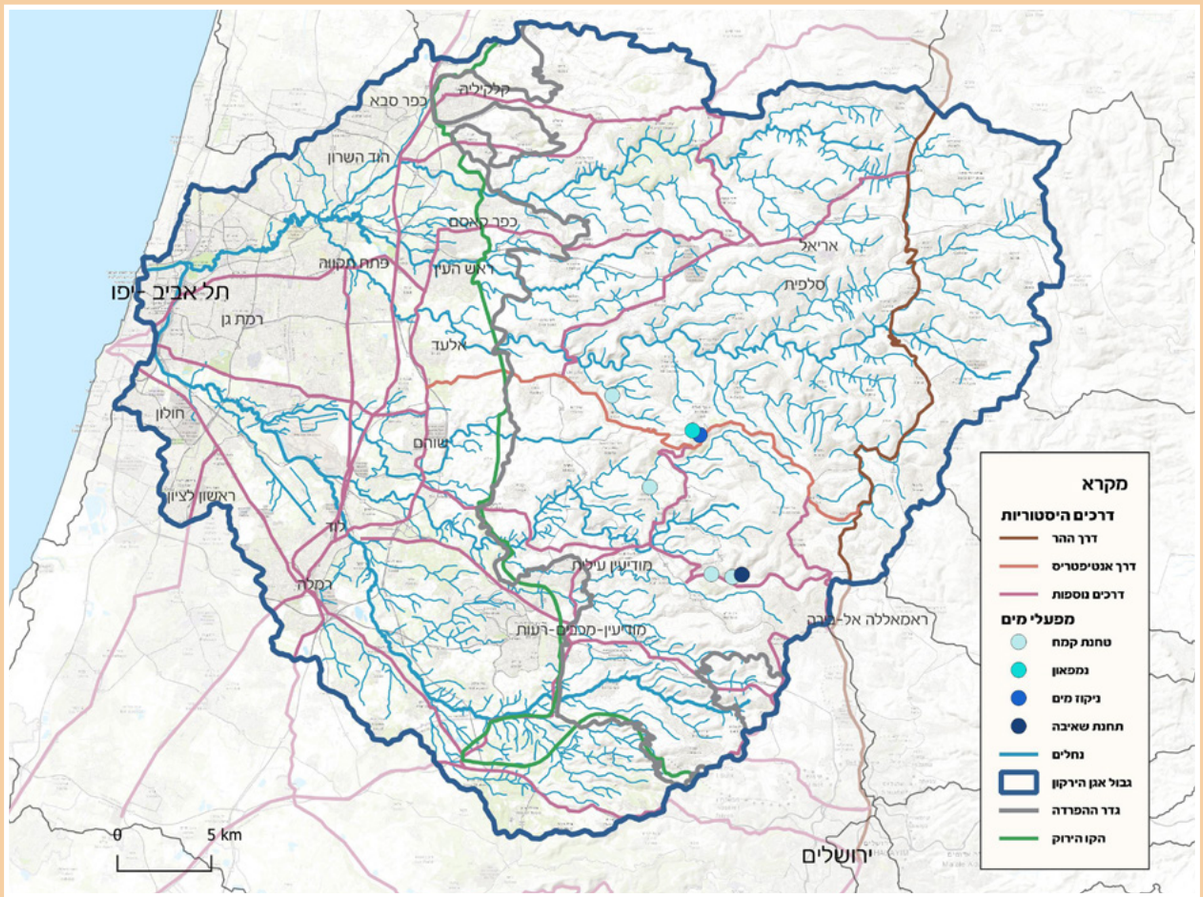
- טחנות קמח
- נימפיאון (מעיין מאיר)
- מפל לניקוז מי גשמים מח'ירבת חבילתא ('גבעת ההליסטון') למאגרים תת קרקעיים במצודת המשטרה הבריטית בנוה צוף
- תחנת שאיבה בריטית מנחל דלבים למפעל המים של רמאללה

תופעה מעניינת היא ריבוי נביעות המים סביב קו האורך של כביש 450. לאורך קו זה, הממוקם במרכז השוליים המערביים של קמר בית אל-רמאללה, נחשפות שכבות גיאולוגיות בצפיפות גדולה. כתוצאה מכך כמות נביעות המים היא עצומה. רבות מהנביעות מוזנחות ואליהן צמודים שרידי בריכות עתיקות. בשנים האחרונות נוקו מעיינות אחדים ושופצו בריכות. למשל מסלול המעיינות שמתחיל בנבי ענר וממשיך לשביל המעיינות שב'פארק גיבורות התנ"ך'. כבר בסקר הרי בית אל מציין מנחם מרקוס מעיינות באזור נבי ענר שאינם מופיעים במפות. בשנים האחרונות אותרו ונוקו לאורך מסלול קצר זה למעלה מעשרה מעיינות שלא מצויינים במפות. גם הבריכות העתיקות שוקמו ונוצר מסלול מעיינות מרהיב ביופיו. בשטח נראים סימנים לעוד מספר מעיינות שטרם נחשפו ושוקמו. מסלולים מרכזיים ואתרי ביקור בעקבות מפעלי מים ומעיינות מוצגים בטבלה ז-2 ובתרשים ז-2:

מס'	שם	סוג	תיאור	סימון שבילים
1	נחל קנה	מסלול רגלי	מסלולי סיור בנחל ובמעיינות	סימון שבילים חלקי, אושר המשך ביצוע
2	ואדי אל חכים	מסלול רגלי	יציאה מהעמק רווי המעיינות שתחת ח'ירבת תיבנה. מעיינות עם בריכות, בריכת שחייה המוזנת ממעיינות, שרידי טחנת קמח וסיום בנחל שילה	אושר לביצוע (צורפו מפות)
3	מפעל המים במשטרת נבי צאלח	אתר נגיש לרכב	ביקור במשטח האגירה של המים ובטחנת המשטרה. כיום נבדקת אפשרות להנגיש את המאגרים התת קרקעיים לציבור	

מס'	שם	סוג	תיאור	סימון שבילים
4	מעיין מאיר (עין אל קוס)	אתר נגיש לרכב	מספר נביעות ושרידי נימפאון	
5	ואדי זרקא ואדי טווחין	מסלול רגלי	מסלול מעיינות, בריכת שחיה המוזנת ממי מעיינות, ושרידי טחנת קמח	
6	שביל המעיינות	מסלול רגלי	מהמעיינות שבנבי ענר אל נביעות המים שב'פארק גיבורות התנ"ך'	קיים סימון שבילים
7	ואדי א דילב (נחל דלבים)	מסלול רגלי / סינגל אופניים	קטע נחל זורם, שרידי טחנת קמח, שדרת עצי דולב מזרחי לאורך הקטע הזורם. אלו עצי הדולב המזרחי הדרומיים ביותר בטבע	קיים סימון שביל אופניים. קיים סימון שבילים

טבלה ז-2 מסלולים מרכזיים ואתרי ביקור בעקבות מפעלי מים ומעיינות



תרשים ז-2 דוגמה למפעלי מים באגן הירקון ממזרח לקו הירוק ובאתרים הנזכרים בטבלה הקודמת

דוגמאות למכלולי מורשת באגן

דרך אנטיפטריס-גופנה כביש 465

דרך היסטורית חשובה שלאורכה אתרי עניין רבים. הדרך מקשרת בין דרך גב ההר (דרך האבות) למקורות הירקון ומכלול ההתיישבות סביבם, וכן ללוד, ובהקשר הרחב יותר גם לנמל יפו.

לאורך הדרך שתי בירות מחוז משלהי ימי בית שני - גופנה ותמנה. הגיוון הרב של אתרי המורשת והטבע לאורכה הופך אותה לחשובה מאוד מבחינה תיירותית ועל כן יש לה תכניות פיתוח עתידיות.

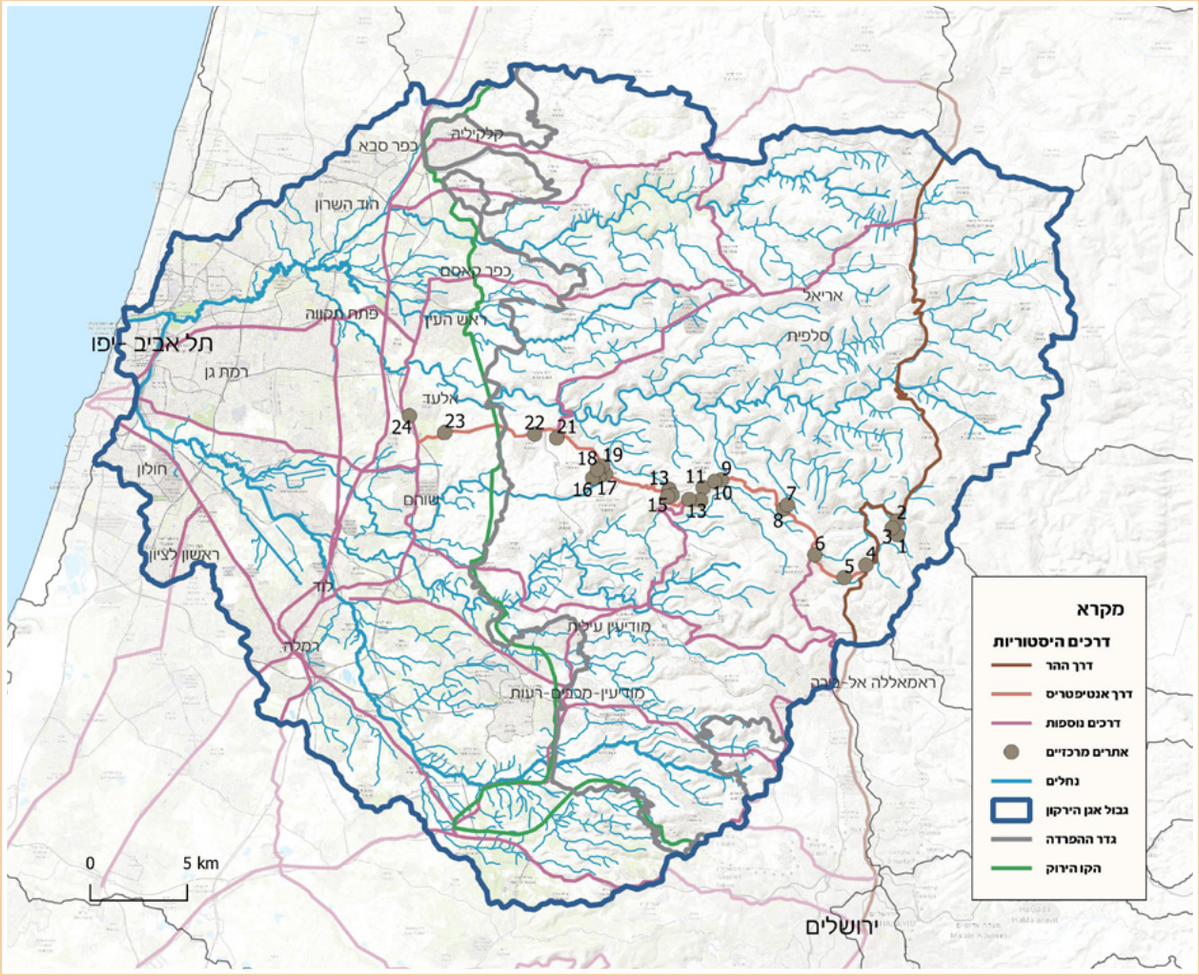
אתרים מרכזיים לאורך דרך אנטיפטריס-גופנה כביש 465 (תרשים ז-3 וטבלה ז-3 מתייחסות רק לנקודות המרכזיות. קיים שפע רב של אתרי מורשת, נוף, וטבע נוספים לאורך הדרך):

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
1	בורג' אל ברדויל	ארכיאולוגיה, נוף	שרידי חווה מבוצרת. כנראה שייכת לבלדווין 'מלך ירושלים'. נקודת תצפית לעבר קו פרשת המים מעפרה ודרומה וכן לעבר מכלול ביר זית וג'פנה	רגלית 4X4
2	תחנת משטרה	היסטוריה (העת החדשה)	תחנת משטרה בריטית להגנה מפני שודדי דרכים בוואדי חרמיה	כל סוגי הרכב
3	מערת בלגה	ארכיאולוגיה	מערת קבורה עם כתובת עברית 'בלגה' - שמה של משמרת כהונה בימי בית שני. חלק ממכלול של מערות קבורה (מדרום לכביש מצוי מכלול גתות)	קושי בחנייה. ניתן להסדרה בקלות
4	בית משפחת שרתוק	היסטוריה (העת החדשה)	בית משפחת שרתוק. כאן גדל משה שרת, ראש הממשלה השני של ישראל	רכב פרטי (קושי בכניסה לאוטובוס) (שטח B - מחייב תיאום ביטחוני)
5	ג'פנה	ארכיאולוגיה, היסטוריה	גופנה - בירת מחוז משלהי ימי בית שני	כל סוגי הרכב (שטח B - מחייב תיאום ביטחוני)
6	תל ביר זית	ארכיאולוגיה	שרידי יישוב, בעיקר מתקופת הבית השני. כאן מזהים את באר זית/בית זית הנזכרת בספר מקבים ובעוד מקורות	רגלי (שטח A - מחייב תיאום ביטחוני)
7	מרכז המבקרים רוואבי	אקטואליה	הכרת הפרויקט והחזון העירוני	כל סוגי הרכב (שטח B - מחייב תיאום ביטחוני)
8	מעיין עטרת	טבע ופנאי	פרויקט שיקום מעיינות חרבים. חניון ואתר פיקניקים	רכב פרטי
9	יער אום צפא	טבע	שמורת הטבע הראשונה בתחום המנדט הבריטי. שריד מהחורש הטבעי שכיסה בעבר את האזור. מגוון רחב של צמחים	רכב פרטי

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
10	משטרת נבי צאלח	היסטוריה (העת החדשה), התיישבות	משטרה בריטית שנבנתה במסגרת פרויקט משטרות טיגארט על ידי הבריטים בראשית שנות הארבעים של המאה העשרים היישוב נוה צוף הוקם בשנת 1977 במשטרה הנטושה	כל סוגי הרכב
11	גבעת ההליסטון (ח'ירבת חבלתא)	ארכיאולוגיה	ריכוז יחיד מסוגו של מתקנים לייצור יין מתוק בשלהי ימי הבית השני (מסלול רגלי קליל מוביל מכאן דרך שרידי הכפר ובוסתן אל מכלול מעיין מאיר)	רגלית (קל)
12	מעיין מאיר	ארכיאולוגיה, טבע, חניון פיקניק	מקבץ מעיינות ובריכות ושרידי נימפאון רומי. מזוהה על סמך אוסביוס כ'עיניים' המקראית (בראשית, פרק לח)	כל סוגי הרכב
13	ח'ירבת תבנה	ארכיאולוגיה	שרידי העיר תמנת חרס, עירו של יהושע בן נון. בירת פלך תמנה של שלהי ימי הבית השני	רגלי (קל)
14	מקווה טהרה ציבורי	ארכיאולוגיה	מקווה טהרה ציבורי מהגדולים שנמצאו עד היום (מכיל כ-70 מ"ק מים). קיימים פתחים נפרדים לכניסה וליציאה. מיקומו כאן ככל הנראה נועד עבור עולי הרגל הרבים שהיו עולים בדרך אנטיפטריס-גופנה לירושלים	כל סוגי הרכב
15	ח'ירבת בלוטה	ארכיאולוגיה	מערות קבורה מפוארות (דגם דיסטילוס אין אנטיס) מימי בית שני	כל סוגי הרכב
16	ח'ירבת עופרים	ארכיאולוגיה	שרידי בית חווה חשמונאי	רגלי
17	מערת עבוד	ארכיאולוגיה, גיאולוגיה	מערת נטיפים שבה נמצאו שרידים כלקוליתיים ושרידים רבים מימי מרד בר כוכבא	ציוד גלישה
18	מחצבות עבוד	ארכיאולוגיה	מחצבות מימי בית שני ומערות קבורה מפוארות במיוחד	גישה ברכב בדרך הביטחון של בית אריה עופרים והליכה רגלית קצרה
19	כנסיית ברברה הקדושה	ארכיאולוגיה	שרידי כנסייה ביזנטית	כנ"ל
20	הכפר עבוד	ארכיאולוגיה	ברחבי הכפר שרידי שש כנסיות ביזנטיות - תופעה שכמוה לא מוכרת בשום אתר במרחב המקומי. על שרידי שתיים מהן כנסיות מודרניות. כמו כן קיימת במה פולחנית עתיקה	
21	שרידי גשר רכבת	היסטוריה (העת החדשה)	שרידי סוללת עפר וגשר רכבת אנגלי מימי מלחמת העולם הראשונה	כל סוגי הרכב (תצפית מהכביש)
22	תחנת דלק 'רננית'	היסטוריה (העת החדשה)	תחנת משטרה ירדנית. כיום תחנת דלק ומרכז מסחרי קטן	כל סוגי הרכב

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
23	יער קולה	טבע, היסטוריה (העת החדשה)	אנדרטה לחללי חטיבת אלכסנדרוני שנהרגו בהתקפה ירדנית בקרבות עשרת הימים במלחמת העצמאות	שביל עפר מכביש 465, גישה לכל סוגי הרכב
24	מאוזוליאום מזור	ארכיאולוגיה	שרידי מאוזוליאום רומי. אחד המבנים השלמים ביותר מהתקופה הרומית בארץ	כל סוגי הרכב

טבלה ז-3 אתרים מרכזיים לאורך הדרך אנטיפטריס-גופנה, כביש 465



תרשים ז-3 אתרים מרכזיים לאורך הדרך אנטיפטריס-גופנה, כביש 465 (המספרים מתייחסים למספר האתר בטבלה)

2. מעלה בית חורון

מעלה בית חורון הוא ללא ספק הדרך המרכזית והחשובה ביותר ממישור החוף אל ההר. לאורך ההיסטוריה התרחשו בה אירועים מרכזיים ביותר, וסביבה קיימים – באתרים ובממצאים - שרידים ארכיאולוגיים בצפיפות ובאינטנסיביות שאינה מוכרות בשום אזור אחר במרחב אגן הירקון (הנתון מבוסס על נתוני סקר דרום השומרון הנערך בימים אלו, וטרם פורסם). מפאת קוצר היריעה לא נסקרו כל האתרים במפה המצורפת אלא רק כמה שרידים מרכזיים.

התנ"ך מייחס את בנייתם של שלושה יישובים לאורך הדרך לשארה, בתו של אפרים (דברי הימים א' ז, כד): בית חורון עליון, בית חורון תחתון, ואוזן שארה. יהושע רודף אחרי חמשת מלכי האמורי ב'מורד בית חורון' בדרכו מגבעון לעמק איילון. ספר מקבים מדווח על קרב במעלה בית חורון שבו הביס יהודה המקבי את סרון הסלווקי. יוסף בן מתתיהו מספר על מארב שטמנו היהודים לקסטיוס פלורוס במהלך המרד הגדול במעלה בית חורון.

בספרות חז"ל מעלה בית חורון מהווה שם דבר ודוגמה אולטימטיבית למעלה משמעותי. לדוגמה "וכן שני גמלים שהיו עולים במעלות בית חורון ופגעו זה בזה אם עלו שניהן שניהן נופלין בזה אחר זה שניהן עולין הא כיצד טעונה ושאינה טעונה תידחה שאינה טעונה מפני טעונה קרובה ושאינה קרובה תידחה קרובה מפני שאינה קרובה" (תלמוד בבלי, מסכת סנהדרין דף לב עמוד ב).

במלחמת העולם הראשונה התנהלו סביב מעלה בית חורון קרבות קשים במיוחד בין כוחות אלנבי לכוחות העות'מניים. קרבות אלו נמשכו שבועות אחדים ושרידיהם עדיין נראים בשטח, כגון מתחמים מבוצרים ושרידי פגזים. במהלך מלחמת העצמאות החדיר הלגיון הירדני את כוחותיו לכיוון לטרון ונקודות חיכוך נוספות דרך ציר זה. כוחות רבים הוצבו באזור בית סירא ושם נערך, ב-18 ביולי 1948, קרב 'ח'ירבת כוריכור'.

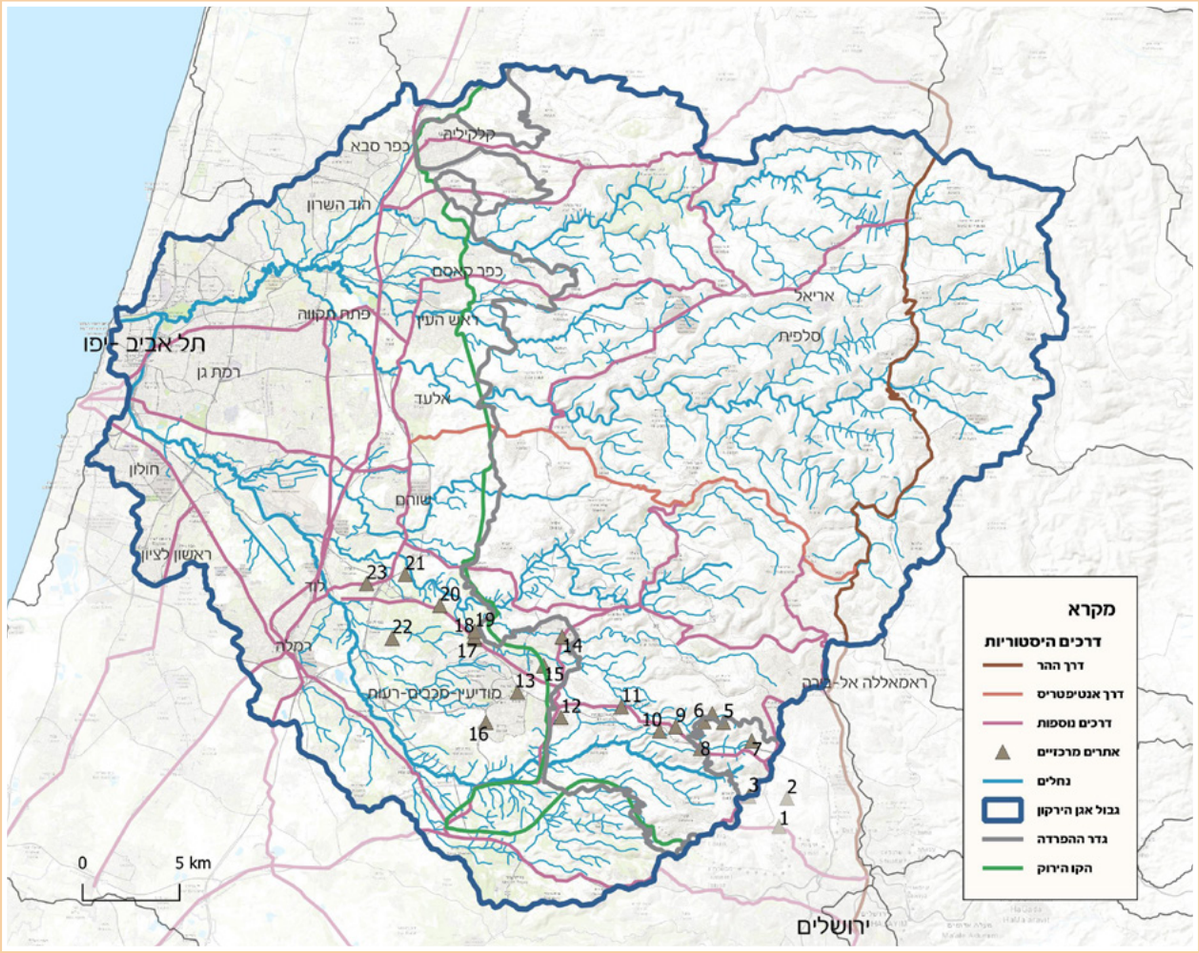
טבלה ז-4 ותרשים ז-4 מציגים אתרים במרחב מעלה בית חורון:

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
1	גן לאומי נבי סמואל	היסטוריה/ ארכיאולוגיה/ דתות/ בוטניקה	שרידי כפר (החלק המרשים הוא הלניסטי-רומי). שרידי מצודה צלבנית וכנסייה שמתפקדת כיום כמסגד ובשוליה חלקת קבר וישיבה. אירועים היסטוריים רבים, ביניהם קרבות במלחמת העולם הראשונה ובמלחמת העצמאות. לאחרונה הוקם במקום גן מקלט לצמחים בסכנת הכחדה	מלאה. אתר מוסדר באחריות רט"ג
2	אל ג'יב (גבעון המקראית)	ארכיאולוגיה	עיר מקראית (מהתקופה הכנענית ואילך) ומפעל מים כנעני המתפקד עד היום (משאבת דיזל קטנה). כאן הגדיר פריצ'רד לראשונה 63 בורות כיקבים תת קרקעיים מתקופת הברזל 2, ומכאן כינוי הדגם 'בורות גבעון'	שביל רגלי. מאחורי גדר ההפרדה. כיום הכניסה בתיאום ביטחוני בלבד
3	ח'ירבת אל עדסה	ארכיאולוגיה	כאן מקובל לזהות את 'חדשה' מהתקופה החשמונאית. כאן התרחש קרב חשוב בין החשמונאים לסלווקים בפיקודו של ניקנור	צמוד לכביש. בשטח לא ניכרים שרידים מרשימים
4	רוג'ם אום חשבא	ארכיאולוגיה	שרידים מרשימים של מצדית רומית	שביל רגלי מ'בוסתן השמונה'
5	רכס הראש (מכונה כך על שם ח'ירבת א ראס וכן על שום היותו בנקודה גבוהה ומרשימה)	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	לאורך הרכס כמה אתרים ובהם שרידים מרשימים ביותר בעיקר מימי בית שני. האתרים נחפרו על ידי קמ"ט ארכיאולוגיה, וכוללים בין היתר: מקוואות טהרה ציבוריים, מכלולי גתות ובתי בד גדולים, מערות קבורה ובורות מים. בכל רחבי הרכס פזורים רסיסי פגזים רבים ממלחמת העולם הראשונה	כביש ביטחוני. בימים אלו מתגבש נוהל לכניסת תיירות למתחם. גישה חופשית בדרך 4x4

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
6	שייח' זיתון	קבר שייח'/ תצפית	ללא ספק נקודת התצפית המרשימה ביותר לעבר צפון אגן הירקון ו'מעלה בית חורון'	כנ"ל
7	ח'ירבת בית סילא	ארכיאולוגיה	שרידי כפר מרשים מימי בית שני. היה חרב בין מרד בר כוכבא לתקופה הביזנטית. על שרידי מבנה ציבורי (בית כנסת) נחפרה על ידי קמ"ט ארכיאולוגיה כנסיית תאודורוס הקדוש ובה רצפת פסיפס גדולה עם כתובת המוצגת כיום במוזיאון 'השומרוני הטוב'	שביל רגלי מבוסתן השמונה ודרך ג'יפים ממחנה עופר לכביש 443
8	בוסתן השמונה	נופש/ הנצחה	בוסתן וחניון פיקניקים גדול ובו אנדרטה להנצחת 8 חללי קרב בינת ג'בייל במלחמת לבנון השנייה	נגישות מלאה
9	בית ע'ור א-פווקא (בית חורון עליון)	היסטוריה/ ארכיאולוגיה	מזוהה בוודאות כבית חורון עליון אם כי השרידים הארכיאולוגיים מצויים למעשה מתחת לבתי הכפר. על פי ספר דברי הימים, אחד משלושה יישובים שהקימה שארה בת אפרים	דורש מעבר במחסום גדר ההפרדה
10	ח'ירבת א זית	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	שרידי יישוב מימי בית שני. מערכת מסתור ומקווה טהרה ציבורי בעל פתח כפול. מצד מערב וצפון מוקפת הגבעה בביצורים ממלחמת העולם הראשונה (סנגארים)	שביל עפר משולי כביש 443
11	בית ע'ור א-תחתא (בית חורון תחתון)	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	מזוהה בוודאות כבית חורון תחתון. בשוליים הדרומיים של הכפר מתחם מערות קבורה מימי בית שני מדגם מערות כוכים. מרשים בגודלו	דורש מעבר במחסום גדר ההפרדה בתיאום בטחוני
12	בית סירא	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	מקובל לזהות כ'אוזן שארה' על פי ספר דברי הימים, אחד משלושה יישובים שהקימה שארה בת אפרים	כנ"ל
13	גבעת התיתורה	ארכיאולוגיה/ העת החדשה	שרידי כפר מתקופות היסטוריות רבות. שרידי מצודה צלבנית. שרידי הכפר אל בורג'. באתר התרחשו קרבות חשובים במלחמת העצמאות	כניסה מתוך העיר מודיעין. חניון רכב וממנו הליכה רגלית קלה
14	בית כנסת עתיק במודיעין עילית	ארכיאולוגיה	שרידי כפר ובית כנסת מימי בית שני	בתוך מודיעין עילית. השער נעול
15	ח'ירבת כוריכור	מורשת קרב	קרב טרגי ועתיר נפגעים במלחמת העצמאות	בתוך 'כפר האורנים'
16	בית הכנסת העתיק במודיעין	ארכיאולוגיה	שרידי כפר ובית כנסת מימי בית שני	בתוך העיר מודיעין. מגרש חניה ושביל רגלי
17	'קברות המקבים'	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	קברי 'דו מקמר' ביזנטיים. זוהו בטעות על ידי תלמידי גימנסיה הרצליה כ'קברות המקבים'	נגישות מלאה
18	ח'ירבת אל מידיה	ארכיאולוגיה/ היסטוריה	כאן מקובל כיום לזהות את מודיעין של ימי הבית השני	שביל עפר ממערב ל'קברות המקבים'
19	חורבת הגרדי ומשלט 219	ארכיאולוגיה/ העת החדשה	שרידי מנזר ביזנטי. יש המשערים שהוא מציין את מקום קברות המקבים. משלט 219 - אנדרטה לקרב עקוב מדם שהתרחש במקום בזמן ההפוגה השנייה במלחמת העצמאות	שביל עפר טוב. נגיש לכל כלי הרכב
20	נאות קדומים	היסטוריה	פארק המשחזר חקלאות עתיקה	נגישות מלאה. הכניסה בתשלום
21	תל חדיד	ארכיאולוגיה	תל ארכיאולוגי בעיקר מימי בית ראשון	כנ"ל

מס'	שם האתר	תחום עניין	תוכן	נגישות
22	תל גמזו		כנ"ל	שביל עפר
23	כפר הנוער בן שמן	העת חדשה/ חינוך		נגישות מלאה

טבלה ז-4 אתרים במרחב מעלה בית חורון



תרשים ז-4 אתרים במרחב מעלה בית חורון (המספרים מתייחסים למספר האתר בטבלה)

5. ההתיישבות באגן הירקון ד"ר אבי ששון

אגנו התחתון של נחל הירקון, ממעיינות ראש העין ועד הים, הוא יחידה גיאוגרפית בין השרון בצפון ופלשת בדרום. מדובר ברצועה שאורכה בקו אווירי, משולי ההר לים, 17 קילומטר, ורוחבה מגיע עד למספר ק"מ. היא מכוסה אדמת סחף כבדה ובוצית לעתים. את אגן הירקון תוחמות גבעות החול האדום (חמרה) של השרון מצפון ושל אזור פתח-תקוה מדרום. גבעות אלה היו מכוסות בעבר ביער גדול, שנזכר במקורות היסטוריים רבים, ואולי אף הקנה לשרון את שמו. המרכיב העיקרי היה, עץ האלון המצוי ואדמת החמרה של הגבעות לא התאימה לשיטות החקלאות הקדומה ולמגוון גידוליה. כתוצאה משני גורמים אלה, היה תחום הגבעות משני עבריו של הירקון בלתי מיושב במשך רוב התקופות ההיסטוריות.

גם בתחום העמק הצר עצמו היו שטחים נרחבים שלא התאימו להתיישבות האדם ולמעבר דרכים, עקב הצפות, שיטפונות וסחף. על כן הוקמו רוב הישובים של אגן הירקון לאורך שולי הגבעות משני צידיו, או על גבעות גבוהות במקצת בקרבת הנחל, במידה שנמצאו כאלה.

לאור זאת, ניתן לחלק את אגן הירקון ממזרח למערב לשלוש יחידות התיישבות:

1. **החלק המזרחי** – ממעיינות ראש העין ועד לשפך של נחל קנה ונחל שילה לנחל (לצד תחנת המיתוג של חברת החשמל בכביש חוצה שומרון). כאן זורם הירקון בעיקוף צפוני עמוק. זהו החלק הנרחב ביותר באגן, ונוח יחסית להתיישבות ולתחבורה. קמו בו אתרים כתל-אפק, תל-קנה וטחנות אל-מיר ואבו-רבאח.

2. **החלק המרכזי** – מתל-קנה עד ממערב לכביש תל אביב פתח-תקוה ("עשר טחנות"). זהו עמק צר, שבו זורם הירקון לאיטו, בפיתולים רבים ומסובכים, לכיוון דרום־מערב. אפשרויות העיבוד החקלאי והתחבורה מצומצמות כאן מאוד, ולכן לא קם בגזרה זו שום יישוב חשוב.

3. **החלק המערבי** – מ"עשר טחנות" עד לים. הירקון זורם כאן לכיוון מערב בקו ישר כמעט, ומשני צדי האפיק משתרעות אדמות הראויות לעיבוד חלקי. כאן חצו את הירקון דרכים אחדות והוקמו יישובים חשובים, כתל-זיתון, תל-גריסה, תל-קסילה ותל-כודאדי וכן טחנות הדר וגריסה.

כאמור, רוב שטחו של האזור אינו נוח לעיבוד חקלאי. בשוליו משתרעות הגבעות, שאדמתן חולית ומחלחלת, ולא התאימה לרוב הגידולים של העולם העתיק. היא נוצלה בעיקר בתקופה הרומית ביזנטית לגידול גפנים וזיתים בהיקף מוגבל, כפי שמעידים המתקנים לעיבוד התוצרת שהתגלו שם – גתות ובתי־בד. היער היה מקור לעץ ששימש לבניין, לייצור כלים ולהסקה ושטח נוח למדי למרעה. אדמת העמק שימשה לחקלאות רק בחלקים הבלתי טובעניים. באדמת הסחף הכבדה היה אפשר לגדל דגנים וירקות, ובתקופות המאוחרות גם קנה סוכר (להפקת סוכר) ואולי כותנה ואורז בהיקף קטן. ממי הנחל דגו דגים, וזרמו נוצל להנעת טחנות קמח גדולות.

ההתיישבות הערבית באגן הירקון התחתון

אזור זה של השרון הוא אחד האזורים הלא יציבים מבחינה גיאוגרפית־יישובית־היסטורית, כפי שהראה כבר גרוסמן (גרוסמן תש"ן; הנ"ל תשנ"ד, 152-148). זאת כיוון שהאזור היה מרובה ביצות שהרחיקו ממנו את המתיישבים לדורותיהם, לבד מנוודים בתקופות מסוימות. אזור זה התאים מאוד להתפתחות תהליך של הקמת חוות ואחוזות חקלאיות.

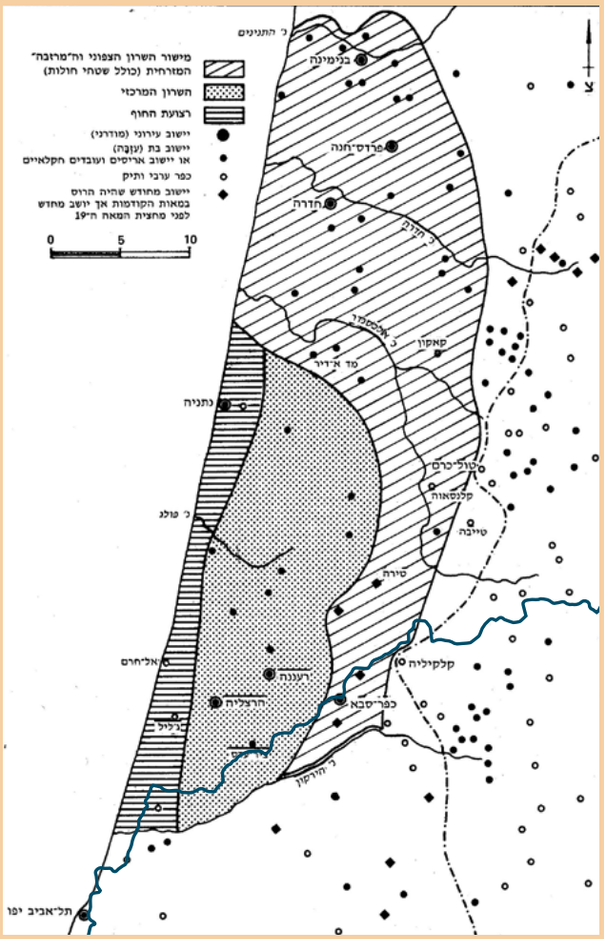
תנופה ראשונית להתיישבות ולפעילות החקלאית באזור הייתה בשנות השלושים של המאה התשע-עשרה, בתקופת הכיבוש המצרי. פלחים מצריים החלו לאכלס את האזור כחלק מאיתור מקורות פרנסה חדשים וניצול קרקעות פנויות. אלה פנו בעיקר ליישובים קיימים ועיבו אותם דמוגרפית וכלכלית. ייתכן שחלקם אף הקימו אתרים חדשים בדמותן של חוות חקלאיות. לצערנו אין לנו עדויות ממשיות לגבי אזור זה ביחס לתקופה המצרית.

למן המחצית השנייה של המאה התשע-עשרה ובעיקר ברבע האחרון, החל תהליך ההתיישבות באזור זה לצבור תאוצה גדולה. הפלחים ההרריים ממערב השומרון הרחיבו את שטחי החקלאות ומקורות הפרנסה שלהם מערבה, לעבר אדמת הסחף הפורייה של השרון.

למן המחצית השנייה של המאה התשע-עשרה, החל להתפתח ענף הפרדסנות תוך ניצול אריסים שישבו בבתי אחוזה. מאז החלה להתפתח תופעת בתי האחוזה בארץ ישראל ובעיקר במישור החוף ביתר שאת. (ראו תרשים ז-5 ותרשים ז-6)



תרשים ז-5 מפת אזורי התיישבות הקבע של הערבים בשלהי התקופה העות'מאנית (מקור: גרוסמן תש"ן). בכחול: גבולות אגן הירקון (תוספת עריכה)



תרשים ז-6 מפת היישובים הערביים בשרון בשלהי תקופת המנדט הבריטי (מקור: גרוסמן תש"ן, עמ' 264). בכחול: גבולות אגן הירקון (תוספת עריכה)

ההתיישבות הציונית באגן הירקון

שינוי משמעותי בנוף ההתיישבות באגן הירקון בחלקו שבמישור החוף, התרחש ברבע האחרון של המאה ה-19, עם התגבשותה של התנועה הציונית והתעצמות "היציאה מהחומות" מתוך כוונה להקים מושבות עבריות עצמאיות. מישור החוף, בעל הזמינות הגבוהה ביותר של קרקעות פנויות להתיישבות ולעיבוד, היה מן האזורים הראשונים לרכישת קרקע על ידי יהודים מתוך כוונה להרחיב את ההתיישבות. להתיישבות באזור זה היו מספר יתרונות כפי שביטאו זאת ראשי התנועה הציונית. זלמן דוד לבונטין, שלימים יעמוד בראש הבנק הציוני הראשון כתב ש"[...] המקום היותר טוב ומוכשר למושבות הראשונות הוא עמק השרון" (לבונטין תשכ"ג, 20). מבחינה פוליטית הצהיר ארתור רופין כי "[...] יש להגביל לפי שעה את ההתיישבות הציונית [...] לחלק מארץ יהודה [...] ובסביבת ים כנרת [...] לחבר בין שני הגלילות מיפו דרך פתח תקוה, כפר סבא [...]" (רופין 1937, 5-6).

בשרון, ובאגן הירקון, התפתחו צורות התיישבות שונות שנוצרו כתוצאה מתהליכים חברתיים וכלכליים. המושבה בתכנונה ובהרכבה הדמוגרפי, דמתה לכפר אירופאי המאופיין בבעלות פרטית על הקרקע ובמגוון כלכלי (כגון פתח תקוה וכפר סבא). מושבת הפועלים

היא מעין 'מושבת בת' של המושבה שבדרך כלל הוקמה בסמוך לה, על ידי פועלים שקיבלו את הכשרתם במושבה. היא אופיינה בחלקות פרטיות קטנות בהן פיתחו משק עזר (כגון עין גנים ועין חי) אחוזות וחוות חקלאיות וכמובן גם יישובים בעלי אופי עירוני (אידן ועמית־כהן 2013, 28).

להלן נסקור את תהליכי ההתיישבות הבולטים בכרונולוגיה של העליות.

תקופת העלייה הראשונה - 1882-1904

פתח תקוה

דומה כי אחד הסמלים הראשונים בתולדות המושבות, ולהתיישבות במישור החוף, היא ללא כל ספק פתח תקווה שנוסדה בשנת 1878 לאחר שנרכשו חלק מאדמות הכפר מלאבס אשר על גדות הירקון. התפתחותה וקורותיה של המושבה, קשורים באופן הדוק אל הירקון, יותר מכל מושבה אחרת. המתיישבים הראשונים שהיו אנשים דתיים התיישבו על גבעה מדרום לירקון והחלו חופרים באר ומעבדים את אדמתם.
כאשר ראו יבולי השנה הראשונה הצלחה הצטרפו לקבוצה הראשונית מתיישבים נוספים, רובם מירושלים. מתיישבים אלה החליטו לבנות את בתיהם על גדות הירקון דווקא (ועל כן כונו "הירקונים"), למרות סכנת הקדחת והקשיים שהעמידו התנאים הגאוגרפיים. ואכן תוך זמן קצר ננטש אתר התיישבות זה עקב מחלת הקדחת שאחזה במתיישבים והצפת הירקון את האתר.

גם מצבם של המתיישבים שבנו בתיהם על הגבעה הורע עקב מחלת הקדחת שהפילה חללים. תושבי פתח תקוה נאלצו בשנת 1881 לעבור לשטח שקנו מהכפר יהודייה, שהיה מרוחק כשעה הליכה משדות המושבה. אתר יישוב זה נקרא "יהוד" (כיום סביון). בגלל ריחוקה של יהוד משדות פתח תקוה החלו מתיישבים שונים החל משנת 1883 לחזור לפתח תקוה ופעולות שנעשו להדברת הקדחת אפשרו את חזרתם לאתר הראשוני. בשנת 1886 התנפלו תושבי יהודייה על פתח תקוה וגרמו להרס ופגיעה בנפש, הייתה זאת ההתנפלות הראשונה על ישוב יהודי בארץ ישראל. מצבה הכלכלי הקשה של המושבה אילץ את המתיישבים לפנות לגורמים שונים בתפוצות לקבלת סיוע כספי. לבקשות המושבה נענה ועד חובבי ציון שהעביר כסף למושבה. עזרתם הכספית של חובבי ציון הייתה מועטה והמתיישבים פנו בבקשת עזרה גם לברון רוטשילד, שבאותה תקופה סייע למושבות אחרות בארץ.

משנת 1887 עד שנת 1900 הייתה המושבה תחת אפוטרופסות הברון ואת ענייניה ניהלה פקידות הברון. בעקבות זאת חלו שינויים דרסטיים בחיי המושבה - הפלחה חדלה להיות ענף חקלאי מרכזי ובמקומה עלה ענף הכרמים. את קרקעות המתיישבים העבירה הפקידות תחת ניהולה לשם נטיעת כרמים, עד שהקרקע תישא פרי ואז תוחזר לבעליה המקוריים.

בשנת 1900 הועבר ניהול המושבות ובכלל זה פתח תקוה לניהולה של חברת יק"א. אותה תקופה זכתה המושבה לשגשוג כלכלי שנבע מהתפתחותו של ענף ההדרים. בשנת 1905 היו שטחי הפרדסים של המושבה הגדולים ביותר בכל המושבות.

תקופת העלייה השנייה 1904-1914

המושבה כפר סבא

ב-1903 רכשו איכרים מפתח-תקוה שטח קרקע מצפון למושבה ולהעבירה לבניהם שבגרו ורצו לעסוק בחקלאות. מקצת החלקות נמכרו לאנשי ירושלים. כך קמה בשנת תרס"ג, 1903 המושבה כפר סבא. הראשונים היו כאמור בני פתח-תקוה וחלוצי העליה השניה, שעבדו במקום במשך השבוע, וחזרו למושבה הגדולה לקראת שבת. במשך שנים, היתה כפר סבא "מושבת בת" של פתח-תקוה, שכולה שדות ומטעים. בשביל התושבים המעטים נבנה צריף, החאן, ששימש למגורים, לאורווה לבהמות וכן חדר אוכל לצורכי הדיירים המעטים (כיום שוכנים בו משרדים שונים של העירייה).
בשנת תר"ע, 1910 פרצו ערבים מקלקיליה לחאן, בזזו והרסו כל שנקרה בדרכם ("חורבן ראשון של כפר-סבא"). בעקבות זאת החלו בשנת 1912 לבנות את 12 הבתים הראשונים, מלאכה שהסתיימה

באביב 1913. מלחמת העולם הראשונה, שפרצה בקיץ 1914, הסיגה את המושבה הקטנה לאחור. הטורקים התעמרו בתושביה, החרימו בהמות עבודה ויבולים. אם לא די בכל, באה מכת ארבה, באביב 1915, וחיסלה סופית כל עץ ושיח. עוד בטרם התאוששה המושבה ממהלומות אלו הגיעו לעיר מאות ואח"כ אלפים מתושבי יפו ותל אביב שגורשו ע"י הטורקים מבתיהם באביב 1917 ומצאו להם מקלט זמני במושבה. עם ניצחון האנגלים בספטמבר 1918, היתה כפר סבא הרוסה לחלוטין, זו הפעם השנייה תוך שמונה שנים.

המושבה הקטנה החלה להתאושש, הבתים שופצו, אולם מאורעות הדמים בתרפ"א לא פסחו גם עליה, וכל בתיה נשרפו. בשנות העשרים התאוששה המושבה באיטיות והיא נחשבה לאחת המושבות הקטנות שמנתה כ-450 נפשות. השינוי החל להסתמן במחצית השנייה של שנות השלושים.

מושבת הפועלים עין גנים

היחסים עם המושבה הביאו חלק מן הפועלים להקים מושב חדש בסמוך אליה. כך הוקם בשנת 1908 מושב הפועלים הראשון בארץ ישראל, עין גנים. את הקרקע בשטח של 500 דונם, רכש הוועד האודיסאי מהכפר פג'ה בעזרת הלוואה שנתקבלה מהקרן הקיימת. תקנות המושב עוצבו ברוח העלייה השנייה שקבעו כי על המתיישבים חובה לעסוק בחקלאות בעצמם ולא להיות "מנהלי עבודה"; להקפיד על עבודה עברית; לכל חבר בעלות על חלקה אחת בגודל שווה לכולם; והשפה השלטת במושב תהיה עברית. כך הפכה עין גנים למרכז רוחני של ראשי תנועת העבודה, וב-1920 התכנס בה הארגון להקמת מושבי עובדים בארץ ישראל.

התיישבות עירונית – תל אביב

מצפון ליפו ובסמוך לשכונת נווה צדק ובנותיה, החלו להבנות בשנת תרס"ט, 1909, שכונה עברית חדשה 'אחוזת בית' שלימים תיקרא 'תל אביב'. שישים ושש משפחות עזבו את יפו הצפופה או שכונותיה היהודיות שמחוץ לחומה, והקימו שכונת גנים מרווחת ומודרנית שמשכה אליה אט אט מתיישבים נוספים והקמת שכונות חדשות, כך שעד מלחמת העולם הראשונה היו בה כ-2,000 תושבים. במהלך תקופת המנדט הלכה העיר והתפשטה צפונה תוך שהיא כובשת שטחים בסמוך לירקון.

העלייה השלישית - 1923-1918

עם סיום מלחמת העולם הראשונה החל גל הגירה גדול לארץ ישראל שנמשך כחמש שנים בהן עלו ארצה כ-35,000 איש, רובם מארצות מזרח אירופה, ומיעוטם חלוצים צעירים שעלו מתוך מניעים אידאולוגיים ליצור חברה חדשה. חיפוש מסגרות חברתיות חדשות הביא חלק מן העולים להקים צורות התיישבות חדשות אך מבוססות על חקלאות ועבודת האדמה.

1921 - רמת גן

עם סיום מלחמת העולם הראשונה רכשה חברת "עיר גנים" בשנת 1921, שטח בן כ-3600 דונם מידי תושבי כפר סלמה להקמת מושב שיתופי. הקרקע חולקה למגרשים בני 5 דונם שהוגרלו בין החברים. תוך זמן קצר התברר כי צורת התיישבות זאת אינה מתאימה לאופיים ושאיפותיהם של ראשוני המקום. בשנת 1923 בוטל רעיון היישוב השיתופי והיישוב הפך למושב ושמו הוסב לרמת גן, על שם הגנים שנשתלו בפסגות הגבעות באזור בהתאם לתוכנית המקורית של ריכרד קאופמן לעיר גנים. עם ביטול המבנה הכפרי־שיתופי, הפך היישוב לבעל אופי עירוני: חלק מתושביו עבדו בתל אביב וחלקם עסק בחקלאות ובפרדסנות. השכונות הראשונות הוקמו על גבעות הכורכר ואילו כל השטח הסמוך לירקון, היה חלק מהמערך החקלאי של היישוב ושנשען בעיקר על הדרים.

1923 - רמת השרון ומושבותיה

בשנת 1922 התארגנה קבוצת יהודים מיפו לאיתור קרקע לצורך הקמת יישוב חדש, כעיר גנים, במרחב פתוח מחוץ לשטח העירוני הצפוף והדחוק של יפו. הוקמה אגודה בשם "עיר שלום", והם החלו בחיפוש אחר קרקעות. אותר שטח של כאלפיים דונם מזרחה לכפר א-ג'ליל (גלילות), ודרומה לכפר סבא. במהלך שנת 1923 הסתיימה מלאכת תכנון היישוב שכלל 53 חלקות שהוגרלו בין החברים. הראשונים עסקו בגידול טבק אולם ידעו קשיים רבים עקב בעיית הארבה והיעדר מקורות מים זמינים. העלייה הרביעית הביאה לגידול משמעותי בדמוגרפיה ובשטח של הישוב ואט אט התרחב שטח הפרדסים. מ-1928 החלו דיונים בדבר שינוי שם היישוב. ההצעה לקרוא לו 'רמת השרון' התקבלה אמנם כבר בשנה זו אולם הוכרזה רשמית רק ב-1932.

באותה תקופה וכן בעלייה הרביעית, הוקמו מושבות נוספות באזור: קריית שאול (1922), מגדיאל (1923) רמתיים (1925) כפר הדר (1930) והמושב רמת הדר, שבהמשך סופחו כשכונות לרמת השרון.

העלייה הרביעית - 1924-1931

גל העלייה בשנתיים הראשונות של תקופה זו, הביא להתפתחות עירונית מהירה בעיקר בתל אביב שקלטה חלק ניכר מהעולים. יחד עם זאת, בני המעמד הבינוני נמשכו לעיסוק בחקלאות. הם רכשו אדמות מתוך יוזמה פרטית וללא מגע עם המוסדות הלאומיים והקימו יישובים חדשים, עיקרם באזור השרון ובזיקה הדוקה לירקון בקטעיו השונים. כאלה הם למשל: בני ברק, הרצליה בשנת 1924; רמתיים (רמת השרון) ונחלת יצחק (תל אביב) ב-1925; גת רימון כפר גנים (פתח-תקוה) ב-1926; כפר הדר (רמת השרון) ונחלת גנים (רמת גן) ב-1930. ברוב הקרקעות ניטעו הדרים, מה שהשפיע על נוף אגן הירקון באזור זה, שימש לתעסוקה של אלפי פועלים ויעד ראשון במעלה להשקעות הון פרטיות.

עלייה זו, יותר מכל עלייה אחרת, השפיעה על נופו ואופיו של אגן הירקון שנשמר עד לאחר קום המדינה.

ההתיישבות באגן נחל איילון

תהליכי ההתיישבות שעברו על אגנו של נחל איילון דומים מאוד לזה של אגן הירקון. אשר על כן נתמקד כאן בתהליכים ובאתרים המרכזיים. ככלל ניתן לומר ביחס לאזור, כי פוריותן ושטחן הנרחב והרצוף של הקרקעות באגן נחל איילון עצבו את אופיו החקלאי של האזור כאחד מ"אסמי התבואה" של הארץ וקבעו את דיוקנם של חלק מיישוביו (גופנא 1969, 86).

מחפירות ארכיאולוגיות עולה כי כבר בתקופות הפרהיסטוריות היתה התיישבות בשוליו של עמק איילון, במזרח האגן וכן בצידו המערבי של האגן (גופנא 1969, 76), בתקופת המקרא (מתקופת הברונזה הקדומה) הוקמו יישובים עירוניים במרחב האגן שהבולט בהם הוא תל גזר בצד המזרחי. חשיבותו של היישוב עלתה עם השנים שכן ישב בסמוך לדרך הראשית העולה ממישור החוף לעבר ירושלים וההר. לעומת זאת בצידו המערבי של האגן הוקמו באותה תקופה כפרים גדולים, כגון בלוד, גמזו, בית נחמיה, ואזור. נראה כי בתקופה זו עוצב אופיו החקלאי של אגן נחל איילון והשטחים המעובדים הגיעו לממדים גדולים.

בתקופת הברונזה התיכונה (2400-1550 לפנה"ס) הוגדרה בארץ ישראל תבנית חדשה של ישובים 'ערי מדינה', יישובים עירוניים שפרשו את חסותן על חבלים נרחבים בהם היו גם ישובי פרזות קטנים. רוב הערים הוקמו על חורבות האתרים הקדומים, ותל גזר, היחיד בצד המזרחי בו נתגלו שרידי עיר מבצר. יחד עם זאת ידועים עוד מספר אתרים חדשים שהוקמו בתקופה זו כגון בשולי עמק איילון וכן העיר אונו, במרכזה של בקעת אונו.

בתקופת הברזל (1200 – 586 לפנה"ס) התרחשו באזור ארועים מהגדולים בארץ ישראל באותה עת. הישראלים התנחלו בצידו המזרחי וההררי של האגן ואילו הצד המערבי של היה נתון תחת שליטת הפלישתים. עמק איילון הופך להיות זירת קרבות חשובה ביותר שהמפורסמת שבהם היא המלחמה בגבעון והמרדף שביצע יהושע בן נון אחר מלכי האמורי. מרדף זה שהסתיים בנצחונם של ישראל מוכר מן ההכרזה הדרמתית של "שמש בגבעון דום וירח בעמק איילון" (יהושע י', 9-13). אותה תקופה נותרה גזר כמובלעת כנענית בגבולו הדרום-מערבי של אפרים. עם יסוד ממלכת יהודה היתה גזר תחת שלטונו של שלמה מה שהביא לחיזוק ההתיישבות הישראלית במזרח אגן איילון. לעומת זאת נזכרים מספר יישובים בנחלת דן, במערב האגן, כגון: בני ברק, יהוד וגת רימון (יהושע יט, 40-47). אותה עת אגן נחל איילון היה תחת הנציבות השנייה של ממלכת שלמה (אליצור 1983). עם פילוג הממלכה וירידת מעמדה של גזר, עברו יישובים בצד המערבי של האגן לשליטה פלישתית. מכאן ואילך הופך אגן נחל איילון לאזור ספר בין ישראל ויהודה במזרח לפלישתים במערב (גופנא 1969, 82).

בתקופת שיבת ציון נכלל אגן האיילון בתחום פחוות יהודה ובין השבים נזכרים יישובים כגון: לוד, חדיד ואונו (עזרא ב, 33; נחמיה ז, 37) וכן נבלט (בית נבאללה), צבועים ועוד (נחמיה יא, 34-35). נראה כי בתקופה זו היישוב היהודי הולך ומתפתח באזור זה והתהליך נמשך לתוך התקופה החשמונאית. עם פרוץ מרד החשמונאים (168 לפנה"ס), עומדת מודיעין במרכז ההתרחשות והצד המזרחי של

אגן האיילון, בואכה אזור ההר המרכזי, מושך אליו את הקרבות הראשונים בין היישוב היהודי לצבא הסלווקי וזאת בעיקר בהתבסס על רשת הדרכים באזור. כך הם למשל 'קרב בית חורון' ו'קרב אמאוס'. תוצאותיו היישוביות של המרד באגן איילון היו קשות. קהילות נחרבו ויישובים ננטשו. כך למשל איבדה גזר את הבכורה והיא הפכה לכפר. בתקופה הרומית ניכרת התאוששות של היישובים העירוניים והכפריים במרחב ומעמדו הולך ועולה, גם בהקשר להתפתחות במעמדה של יפו.

בתקופה הרומית, בימי שלטון הורדוס, היה האזור המזרחי בפלך שבירתו היתה אמעוס. האזור נכבש בעת 'המרד הגדול' (67 לספ') כחלק מההשתלטות על הדרכים אל ההר ובאמעוס מוקם מחנה ליגיון. בתקופת מרד בר כוכבא (132 לספ') היה עמק איילון בשטח היהודי המשוחרר. לוד היתה עיר חשובה מאוד מבחינת היישוב היהודי לאחר המרד הגדול, והיא שמרה על מעמדה זה אף לאחר מרד בר כוכבא (ספראי 1983, 56-58). שרידים מפוארים מהתקופות הרומית והביזנטית התגלו ביישובים העירוניים באגן האיילון וכן באתרים כפריים וחקלאיים רבים. בקעת אונו נחשבה באותה עת כסמל לפוריות האזור. ביטוי לכך מובא בתלמוד שם מסופר על ר' יעקב בן דוסתאי, שהלך מלוד לאונו וסיפר כי "[...] פעם אחת קדמתי בנשף והלכתי עד קרסולי בדבש של תאנים [...]" (בבלי כתובות, קיא, ב; איש אונו 1983, 73). במקורות שונים נזכרים יישובים נוספים באותה תקופה, ובהם: בית עריף, בני ברק, כפר דגון, ספוריה, ועוד (אביצור 1969, 91).

בימי הביניים עולה מעמדה של לוד והיא הופכת לעיר מינהל ומרכז צבאי. בסמוך אליה הוקמה במאה השמינית עיר חדשה, רמלה, שתהפוך לבירת הארץ ומעמדה של לוד ירד. חשיבותו של האזור כמעבר נשמר גם בימי הביניים ואחת העדויות לכך הוא גשר ג'ינדאס במזרח לוד מעל ערוץ נחל איילון שנבנה בתקופה הממלוכית.

שתי הערים המוסלמיות רמלה ולוד, ישמרו על מעמדן בתקופה העות'מאנית והן תתפקדנה גם כערי מסחר ויעידו על כך השווקים, החאנים ומוסדות הציבור שהוקמו בהן באותה עת. אט אט ישובו אליהן גם הנוצרים שיקימו בהן מוסדות שונים ויסייעו להתפתחותן הכלכלית של שתי ערים אלה. ענף הזית יתפוס מקום מרכזי בכלכלת הערים ועדות לכך הן המסבנות הרבו יחסית, באזור. הכיבוש המצרי (1831) יביא להתיישבות פלחים בכל המרחב, העירוני והכפרי, מה שיביא לגידול אוכלוסין באגן האיילון, כמו גם באזורים אחרים בארץ. ההתיישבות הכפרית באזור זה תחשב לבעלת יציבות גבוהה (גרוסמן 1983, 92).

במקביל לפעילות הערבית במרחב, גם יהודים יחפשו, עם תחילת הפעילות הציונית בארץ ישראל, רעיונות שונים לניצול יתרונותיו של המרחב. דומה כי הפעולה הדרמתית שסימלה את ראשיתו של התהליך היא רכישת אדמות מקוה ישראל והקמת בית הספר החקלאי בשנת 1870, ביוזמה של חברת כל ישראל חברים (כי"ח) ובניהולו של קרל נטר.

מלחמת העולם הראשונה ובעקבותיה כיבוש הארץ על ידי הבריטים, העלו את מעמדו של האזור. מחנות צבא גדולים הוקמו באזור; רמלה ולוד נקבעו כמרכזי מינהל ותעבורה; החקלאות במרחב התפתחה גם לכיוון הדרים ומטעים והיישוב היהודי הלך והתרחב, הן בממדי היישובים והן במספרם הכולל.

ביבליוגרפיה

אביצור ש', תש"ז, עם פתולי הירקון, הטבע והארץ ג, עמ' 419-424.
אביצור ש', תשי"ח, הירקון, הנחל וגלילותיו, הקיבוץ המאוחד, תל אביב 1957.
אביצור ש', 1969, 'תמורות כלכליות במרחב בקעת אונו', בתוך: מרטון ש', אגן נחל איילון המערבי, הקיבוץ המאוחד, תל אביב, עמ' 89-103.
אביצור ש', תשמ"א, עם חופי הירקון לפני קום המדינה, דביר-רשפים, תל אביב 1980.
אליצור י', 1983, 'בקעת אונו וארץ החוף במפת ממלכת שלמה', בתוך: גרוסמן ד', עורך, בין ירקון ואיילון, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-גן, עמ' 45-51.
אידן ר', ועמית-כהן ע', 2013, השרון וכל נתיבותיו, יד יצחק בן-צבי, ירושלים תשע"ג.
איילון, א', 1983, 'מסכרה שהיא מסגד', טבע וארץ כה, 2, עמ' 11-24.
איילון, א' תשנ"ה, הארכיאולוגיה והיסטוריה של אגן הירקון, פרגמנט ד, עורך, הירקון, קובץ מאמרים, רשות נחל הירקון, רמת-גן, 1995, עמ' 24-32.
איש אונו (פרידמן) מ' ע', 1983, 'אונו – ידיעות חדשות מכתבי הגניזה הקהירית', בתוך: גרוסמן ד', עורך, בין ירקון ואיילון, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-גן, עמ' 73-85.
בר-נר, ר' ובוך, א' (עורכים) (1996). אגן הירקון. החברה להגנת הטבע וטבע הדברים.
גופנא ר', 1969, 'הישוב בתקופת המקרא', בתוך: מרטון ש', אגן נחל איילון המערבי, הקיבוץ המאוחד, תל אביב עמ' 75-88.
גרוסמן ד', 1983, 'התפתחות הישוב הכפרי בין הירקון והאילון מהמאה השש-עשרה עד המאה העשרים', בתוך: גרוסמן ד', עורך, בין ירקון ואיילון, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-גן, עמ' 87-103.
גרוסמן, ד' (תשנ"ד). הכפר הערבי ובנותיו. ירושלים: יד יצחק בן-צבי.
דר, ש' (תשמ"ב). התפרוסת היישובית של מערב השומרון בימי בית שני, המשנה והתלמוד א-ב. חיבור לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, אוניברסיטת תל אביב.
ויול 1979: ויול, א"פ, 1979, מסעי המלחמה בארץ ישראל, ארבל, ע' (תרגום), תל אביב.
וילבוש נ', תשל"ה, חרושת המעשה, אביצור ש', הבלבה"ד, מלוא, תל אביב 1974.
זילברבוד, א' ועמית, ד' (תשנ"ט-א). מזור (אלעד), שטח P. חדשות ארכיאולוגיות, 109, ירושלים: רשות העתיקות, 82-84.
זילברבוד, א' ועמית, ד' (תשנ"ט-ב). מזור (אלעד), אתרים 21 ו-38. חדשות ארכיאולוגיות, 109, ירושלים: רשות העתיקות, 92-95.
זלינגר, י' (תשס"ב). מחלף בן שמן (הרשאה 3337). דוח פנימי לרשות העתיקות, ירושלים.
יערי א', תש"ג, אגרות ארץ ישראל, מסדה, גבעתיים-רמת גן.
יצחקי א', 1990, עמק איילון ואתריו, מודן, תל אביב.
לבונטין (לעוואנטין) ז. ד"., תשכ"ג, לארץ אבותינו, מסדה תל אביב.
כוכבי, מ' ובית אריה, י' (1994). סקר ארכיאולוגי של ישראל, מפת ראש העין (78). ירושלים: רשות העתיקות.
ניר, ד' (1995). גיאומורפולוגיה. אטלס ישראל החדש. תל אביב: מרכז למיפוי ישראל, 36-37.
ספראי ז', 1983, 'ייחודו של היישוב באיזור לוד-יפו בתקופת המשנה והתלמוד', בתוך: גרוסמן ד', עורך, בין ירקון ואיילון, אוניברסיטת בר-אילן, רמת-גן, עמ' 53-72.
ספראי, ז' (תשנ"ה). שפלת שומרון בתקופה הביזנטית. מחקרי יהודה ושומרון, 4, 189-208.
ספראי, ז' (תשנ"ז). יישובים בשפלת השומרון בתקופה הביזנטית. מחקרי יהודה ושומרון, 6, 217-234.
ספראי, ז' ודר, ש' (תשנ"ז). חורבת בירה - בית אחוזה בשפלת לוד. בתוך ז' ספראי, א' פרידמן וי' שוורץ (עורכים), חקרי ארץ: עיונים בתולדות ארץ ישראל (עמ' 57-108). רמת גן: אוניברסיטת בר-אילן.
ספראי, ז' וששון, א' (תשס"א). חציבה ומחצבות אבן בארץ ישראל בתקופת המשנה והתלמוד. ירושלים: אריאל.
עד, ע' (2000). תפרוסת היישוב בהדום הר שומרון בתקופה הביזנטית. עבודת גמר לתואר מוסמך בגיאוגרפיה-היסטורית, האוניברסיטה העברית, ירושלים.
עמית ד' וזילברבוד, א' (תשנ"ז-א). מזור - 1994-1995. חדשות ארכיאולוגיות, קו. ירושלים: רשות העתיקות, 92-96.

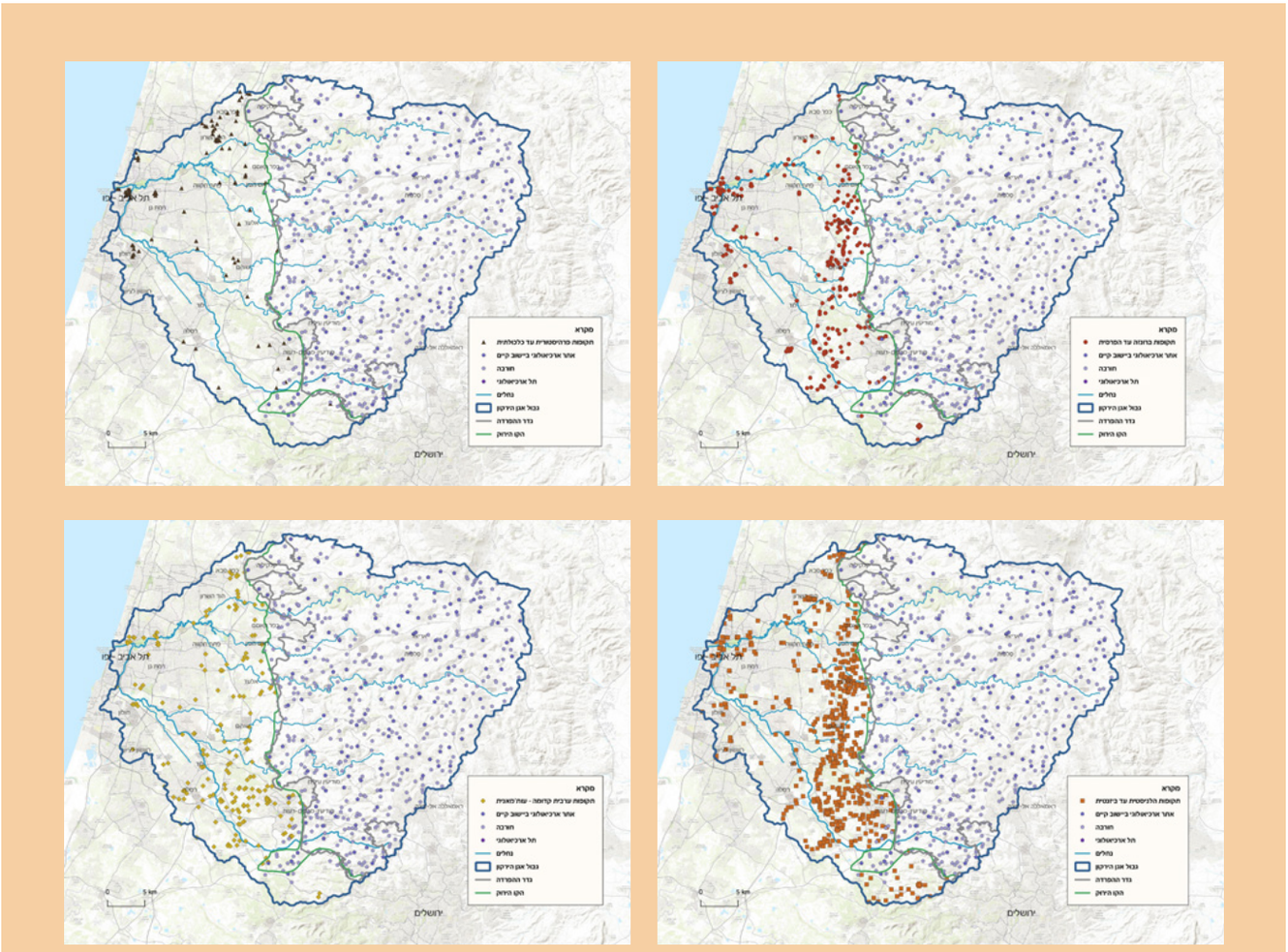
עמית ד' וזילברבוד, א' (תשנ"ז-ב), סקר מזור. חדשות ארכיאולוגיות, קו. ירושלים: רשות העתיקות, 99-100.
פינקלשטיין, י' (1977). הדרך הרומית גופנה-אנטיפטריס. בתוך מ' ברושי (עורך), בין חרמון לסיני: יד לאמנון - קובץ מאמרים בידיעת הארץ (עמ' 171-180).ירושלים: ידידים.
פינקלשטיין, י' (תשמ"א). חוות חקלאיות במורדות המערביים של הר שומרון. ארץ ישראל, טז, 331-348.
פרגמנט ד, תשנ"ה, עורך, הירקון, קובץ מאמרים, רשות נחל הירקון, רמת-גן, .
פרס ר., 1999, מסילת הרכבת פתח תקווה – ראש העין, עבודה סמינריונית, החוג לגיאוגרפיה, אוניברסיטת תל אביב.
צמרת, צ' (2009). קולנו בסלע הדים יעורר. עת-מול, 203, 26-29.
קוטרל, פ', 2008, ישרו בערבה מסילה, היסטוריה מצולמת של הרכבת בארץ ישראל, מלינג, ח' (תרגום), תל אביב.
ראב (בן-עזר), י', תשמ"ח, התלם הראשון – זכרונות, 1862-1930, הספריה הציונית, ירושלים, 1988.
רופין, א', 1937, שלושים שנות בנין בארץ ישראל, שוקן, ירושלים.
רייכר, מ' (עורך) (1968). העמדה הקדמית: מגדל צדק בעבודה, בשמירה, במלחמה. פתח תקוה: בית נטע.
שדמן, ע' (2014). ראש העין (דרום). חדשות ארכיאולוגיות, 126. נדלה מתוך http://www.hadashot-esi.org.il/report_detail.aspx?id=5448&mag_id=121
שיאון, ע' וששון, א' (תשס"ג). תעשיית הסיד בשפלת שומרון. מחקרי יהודה ושומרון, יב, 195-206.
שר-שלום, א', עמית-כהן, ע', ששון, א', ריש, ר' ופלד, י' (תש"ע). נופי תרבות בישראל. ירושלים: רשות הטבע והגנים.
ששון א., 2006, 'מקדוש אלמוני לאתר ממלכתי – המימד היהודי בתהליך התקדשות קברים במדינת ישראל', דרך האגדה ט (המקום אשר יבחר), המכללה האקדמית לחינוך אפרתה, ירושלים, תשס"ו עמ' 157-178.
ששון, א' (1996). תעשיית הסיד באזור ראש העין לאורך הדורות. בתור ר' בר-נר וא' בוך (עורכים), אגן הירקון (עמ' 52-57, 115-116, 134-135). החברה להגנת הטבע וטבע הדברים.
ששון, א' (תש"ע). חרושת אבן וסיד באזור מודיעין בעת החדשה. מחקרי יהודה ושומרון, י"ט, 169-184.
ששון 2012: ששון א., תשע"ג, 'סקר מסילת הברזל הבריטית מלוד ללובאן', טבגר א., עמר ז., וביליג מ., עורכים, במעבה ההר – מחקרי הר אפרים ובנימין, קובץ שני, אריאל-טלמון 2012, עמ' 187-201.
ששון, א' (תשע"ה). חרושת האבן העברית בהדום ההר בעת החדשה: מגדל צדק כמוקד לתעשיית אבן וסיד. במעבה ההר, ד, 159-174.
ששון, א. (תשע"ח). "נוף תרבות מתמשך - המחצב הטבעי וחרושת האבן והסיד", אתרים המגזין 7, 2017, עמ' 71-80.
Pick, P.W., 1976, The Development and History of Railways of Palestine, Israel and Adjoining Areas, from 1838 Onward, Ph.D Dissertation, Philadelphia.
* Sasson A., , 2012, 'From Unknown Saint to State Site: The Jewish Dimension in the Sanctification Process of Tombs in the State of Israel', Breger M. J., Raitter Y., & Hammer l., eds. Sacred Space in Israel and Palestine: Religion and Politics , Routledge, London & New York, pp. 82-102.
Sasson A., (2019). The Historical Archaeology of the Jewish Stone Industry in the 20th century - Migdal Zedek (Majdal Yaba) as a Center of the Stone Industry. International Journal of Historical Archaeology (IJHA) 23 (3), 609-627. . http://link.springer.com/article/10.1007/s10761-018-0492-z

6. תכנית כוללת למכלולי מורשת

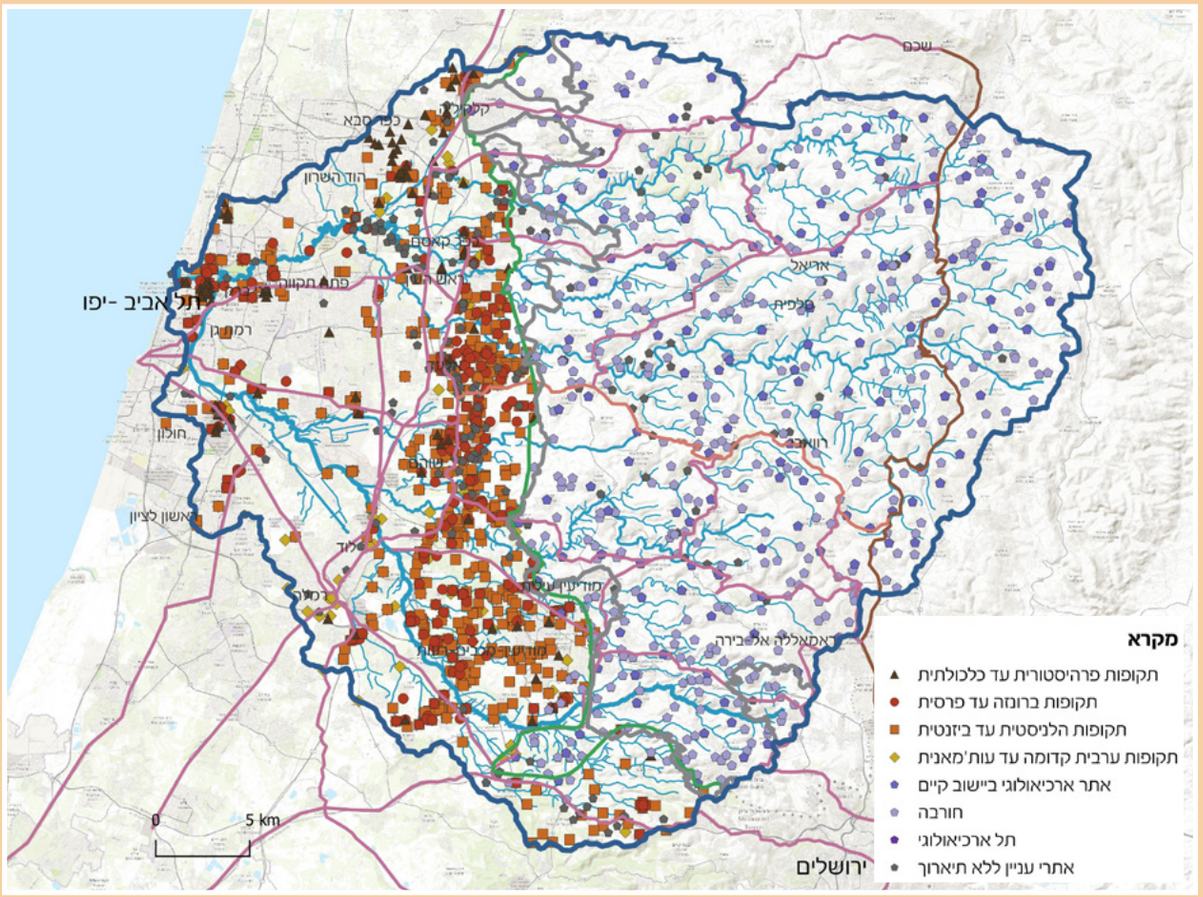
אגן הירקון משופע באתרי ארכיאולוגיה, היסטוריה ותרבות רב תקופתיים שלהם זיקה מיוחדת לנחלים (מפעלי המים) ולדרכים עתיקות המקשרות ביניהם ובין האגן לאגנים הסמוכים. האגן היווה אזור מעבר וצומת אזורי מרכזי ורב חשיבות שהתבטא במפגש בין תרבויות ויצירת מרחב שתהליכים היסטוריים מרכזיים נתנו בו את אותותיהם.

בעזרת ד"ר איתן איילון וד"ר עיסא סרי הוגדרו חמש תקופות מרכזיות באגן, המסכמות את עשרים התקופות של התיישבות האדם שהתקיימו במרחב, ומאפשרות לגבש את תכנון מכלולי המורשת בראייה כוללת (ראו פרק א') כלהלן (תרשים ז-7 ותרשים ז-8):

1. התקופה הפרהיסטורית
2. התקופה הקדומה – תנ"כית־אורבנית
3. התקופה הקלאסית - הלניסטית־רומית־ביזנטית
4. התקופה האיסלאמית הקדומה והצלבנית
5. התקופה העות'מנית והחדשה



תרשים ז-7 אתרים ארכיאולוגיים לפי תקופות עיקריות ואתרי מורשת באגן הירקון - משמאל למעלה ועם כיוון השעון - התקופה הפרהיסטורית, הברונזה עד הפרסית, ההלניסטית עד הביזנטית והתקופה הערבית עד העות'מנית



תרשים ז-8 אתרים ארכיאולוגיים ואתרי מורשת באגן הירקון לפי תקופות

התכנית מציעה להגדיר רצפים של אתרים חשובים כמכלול גיאוגרפי של מורשת ונוף תרבות - להצגת העושר התרבותי של האגן - כאוסף של מכלולי מורשת בעלי זיקה מיוחדת לנחלים ולדרכים העתיקות. הנחלים והדרכים העתיקות משמשים כעמוד שדרה של מערכת המכלולים. מכלולי המורשת המקבילים לצירי הנחלים הראשיים, הירקון והאיילון, ולציר הגבעות והמכלולים הפונים לחלק המזרחי של האגן, יוצרים יחד 'משולש תרבותי' באגן הירקון. משולש זה מתרחב ומתפרש בכל מרחב האגן משני צדי הקו הירוק.

7. רשת הדרכים ההיסטוריות באגן הירקון

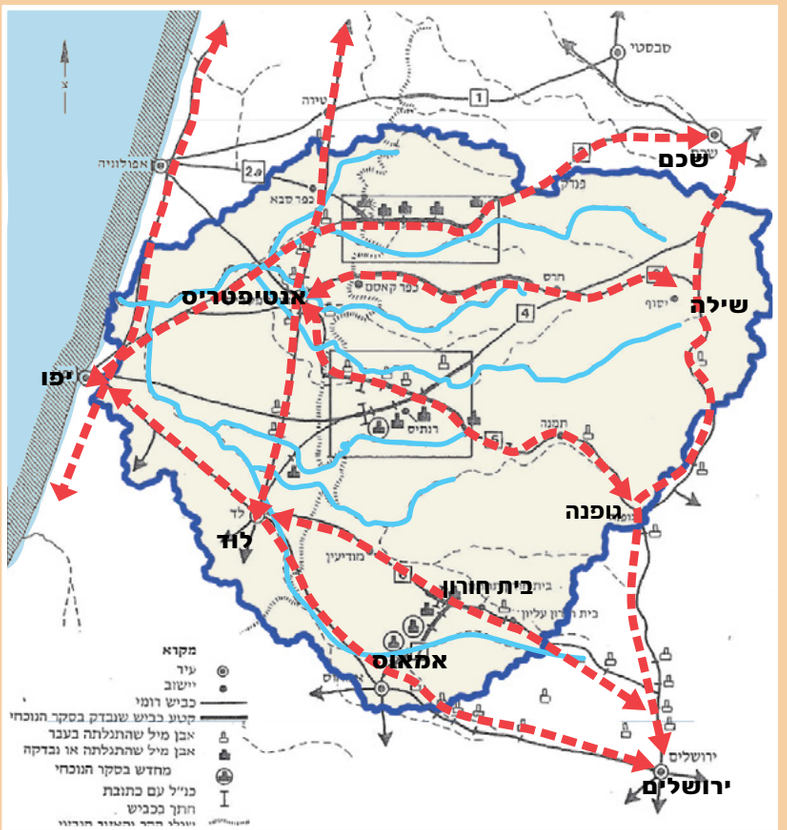
רשת הדרכים ההיסטוריות באגן הירקון גובשה על בסיס מחקריהם של פרופ׳ ישראל רול ז״ל וד״ר איתן איילון בשיתוף פעולה עם ד״ר עיסא סארי, איצ׳ה מאיר וחזקי בצלאל (תרשים ז-9).

ציר צפון־דרום:

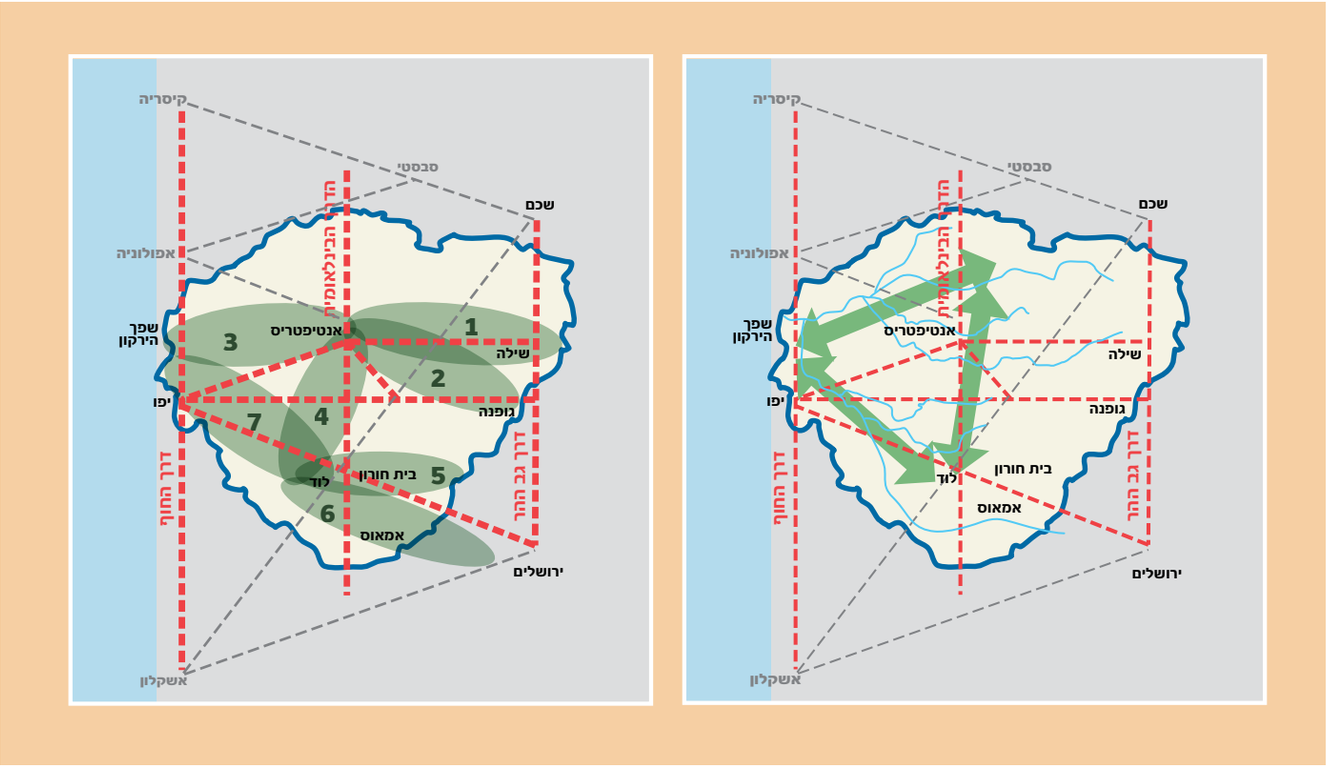
- דרך החוף
- הדרך הבינלאומית (׳ויה מאריס׳)
- דרך גב ההר

ציר מזרח־מערב:

- ירושלים – לוד – יפו
- גופנה – אנטיפטריס
- שילה – אנטיפטריס
- אנטיפטריס – יפו



תרשים ז-9 הנחלים והדרכים העתיקות המרכזיות באגן הירקון (מתוך ישראל עם וארץ, שנתון מוזאון ארץ ישראל, 1983–1984)



תרשים ז-10 מימין סכמת הדרכים העתיקות המרכזיות ומשולש המטריצה האגנית. משמאל סכמת הדרכים העתיקות המרכזיות והמכלולים

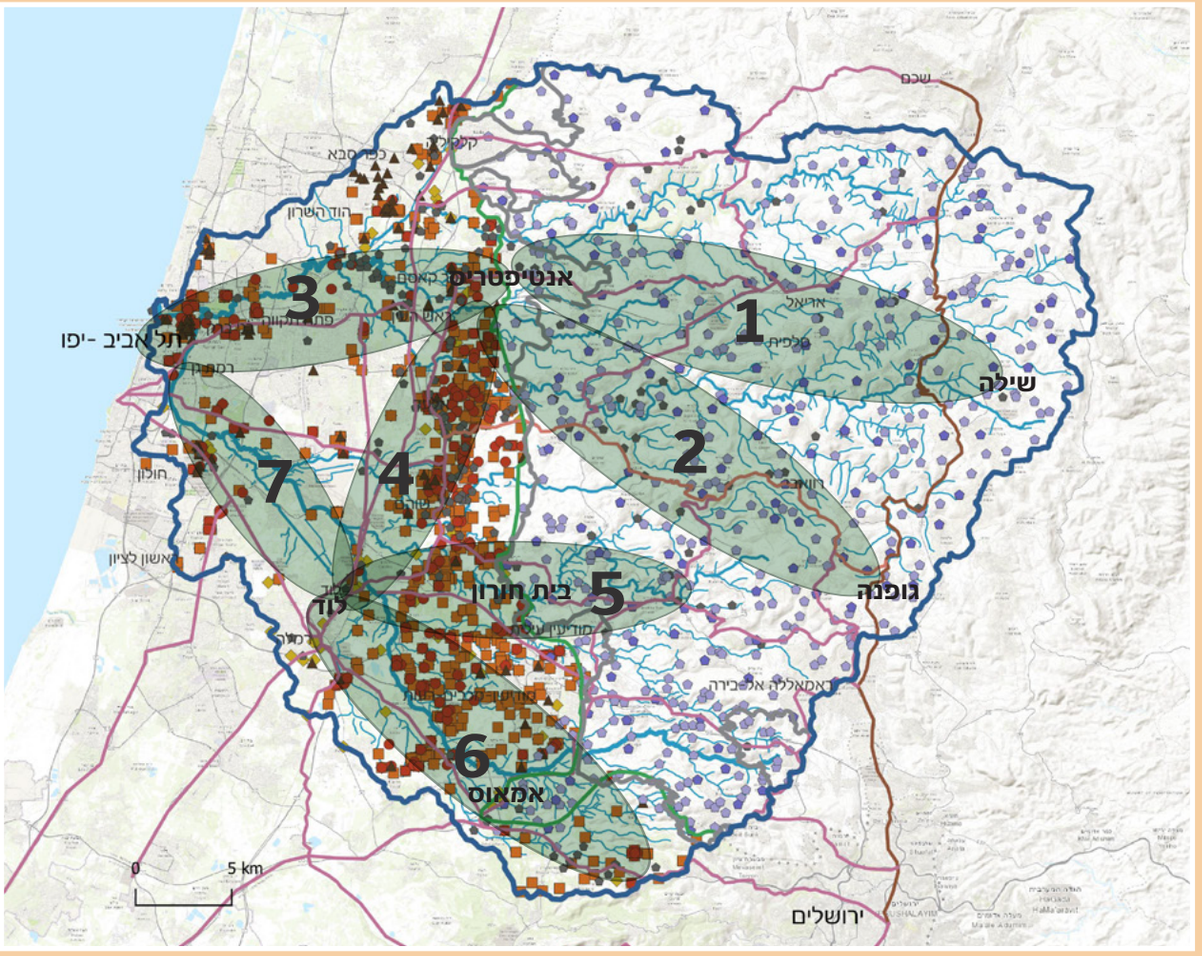
מכלולי המורשת המקבילים לצירי הנחלים הראשיים, הירקון והאיילון, ולציר הגבעות והמכלולים הפונים לחלק המזרחי של האגן, יוצרים יחד 'משולש תרבותי' באגן הירקון. משולש זה מתרחב ומתפרש בכל מרחב האגן משני צדי הקו הירוק (תרשים ז-10).

בהתאם לנחלים, לדרכים העתיקות ולמקבצי האתרים הוגדרו שבעה מכלולי מורשת (תרשים ז-11):

1. שילה – אנטיפטריס
2. גופנה – אנטיפטריס
3. אנטיפטריס – שפך הירקון
4. לוד – אנטיפטריס
5. לוד – בית חורון
6. לוד – אמאוס – ירושלים
7. לוד – יפו

שימור ופיתוח האתרים באגן בראייה של מכלולי מורשת, מחייב איחוד מאמצים של כל הגורמים הממלכתיים, הציבוריים והפרטיים. שיתוף פעולה בתכנון, בפיתוח וביישום המכלולים יתרום רבות לשימור המורשת התרבותית, המערכת האקולוגית והמיטביות באגן בעיקר לנוכח גידול האוכלוסייה המשוער ולחצי הפיתוח הצפויים באגן בעתיד.

'גישת המכלולים' תעניק כלֵי תכנון, פיתוח ויישום ארוכי טווח למחקר, לשיקום ולשחזור אתרים ומוקדי עניין, בראייה תיירותית וכלכלית ולשימור נופי התרבות באגן.



מקרא

- תקופות פרהיסטורית עד כלכולתית
- תקופות ברונזה עד פרסית
- תקופות הלניסטית עד ביזנטית
- תקופות ערבית קדומה עד עות'מאנית
- אתר ארכיאולוגי ביישוב קיים
- חורבה
- תל ארכיאולוגי
- אתרי עניין ללא תיארוך

דרכים היסטוריות

- דרך ההר
- דרך אנטיפטריס
- דרכים נוספות
- נחלים
- גבול אגן הירקון
- הקו הירוק
- גדר ההפרדה

מכלולים

1. שילה – אנטיפטריס
2. גופנה – אנטיפטריס
3. אנטיפטריס – שפך הירקון
4. לוד – אנטיפטריס
5. לוד – בית חורון
6. לוד – אמאוס – ירושלים
7. לוד – יפו

תרשים ז-11 מכלולי המורשת באגן הירקון על רקע מפת האתרים והדרכים העתיקות





מימין קברים ומחצבות מתקופת בית שני - אזור עבוד. משמאל 'קברות החשמונאים'

8. מסקנות והמלצות מרכזיות

אגן הירקון משופע באתרי ארכיאולוגיה, היסטוריה ותרבות רב תקופתיים ובדרכים עתיקות המקשרות ביניהם.

1. תכנית אגן הירקון מציעה להגדיר רצפים של אתרים חשובים כמכלול גיאוגרפי של מורשת ונוף תרבות.
2. המטריצה האגנית מאגדת את העושר התרבותי במכלולי מורשת.
3. מכלולי המורשת מקבילים לצירי הנחלים הירקון, האיילון וציר שולי/רגלי הגבעות, ובכך יוצרים 'משולש תרבותי' של אגן הירקון. משולש זה מתרחב ומתפרש בכל מרחב האגן משני צדי הקו הירוק.
4. פיתוח המורשת בשמונת המכלולים המוצגים בדוח יתרום לפיתוח התיירות ולשימור נופי התרבות בכלל האגן.
5. הדרכים ההיסטוריות העוברות בכיוון מזרח־מערב וצפון־דרום מהוות את עמודי השדרה של מכלולי המורשת.
6. שימור ופיתוח האתרים באגן בראייה של מכלולי מורשת מחייבים איחוד מאמצים של כל הגורמים הממלכתיים, הציבוריים והפרטיים משני צדי הקו הירוק.

רשימת תרשימים

תרשים ז-1 שש קריאות של זמן בנוף הכרמל (מתוך מאמר של פרופ׳ נורית ליסובסקי ׳בעקבות הזמן האובד בנוף׳) 264

תרשים ז-2 דוגמה למפעלי מים באגן הירקון ממזרח לקו הירוק ובאתרים הנזכרים בטבלה הקודמת 281

תרשים ז-3 אתרים מרכזיים לאורך הדרך אנטיפטריס-גופנה, כביש 465 (המספרים מתייחסים למספר האתר בטבלה) 284

תרשים ז-4 אתרים במרחב מעלה בית חורון (המספרים מתייחסים למספר האתר בטבלה) 287

תרשים ז-5 מפת אזורי התיישבות הקבע של הערבים בשלהי התקופה העות׳מאנית(מקור: גרוסמן תש״ן). בכחול: גבולות אגן הירקון (תוספת עריכה) 289

תרשים ז-6 מפת היישובים הערביים בשרון בשלהי תקופת המנדט הבריטי(מקור: גרוסמן תש״ן, עמ׳ 264). בכחול: גבולות אגן הירקון (תוספת עריכה) 290

תרשים ז-7 אתרים ארכיאולוגיים לפי תקופות עיקריות ואתרי מורשת באגן הירקון - משמאל למעלה ועם כיוון השעון - התקופה הפרהיסטורית, הברונזה עד הפרסית, ההלניסטית עד הביזנטית והתקופה הערבית עד העות׳מנית 297

תרשים ז-8 אתרים ארכיאולוגיים ואתרי מורשת באגן הירקון לפי תקופות 298

תרשים ז-9 הנחלים והדרכים העתיקות המרכזיות באגן הירקון (מתוך ישראל עם וארץ, שנתון מוזאון ארץ ישראל, 1983–1984) 299

תרשים ז-10 מימין סכמת הדרכים העתיקות המרכזיות ומשולש המטריצה האגנית. משמאל סכמת הדרכים העתיקות המרכזיות והמכלולים 300

תרשים ז-11 מכלולי המורשת באגן הירקון על רקע מפת האתרים והדרכים העתיקות 301

רשימת טבלאות

טבלה ז-1 אתרים מרכזיים בנושא מפגש בין תרבויות 280

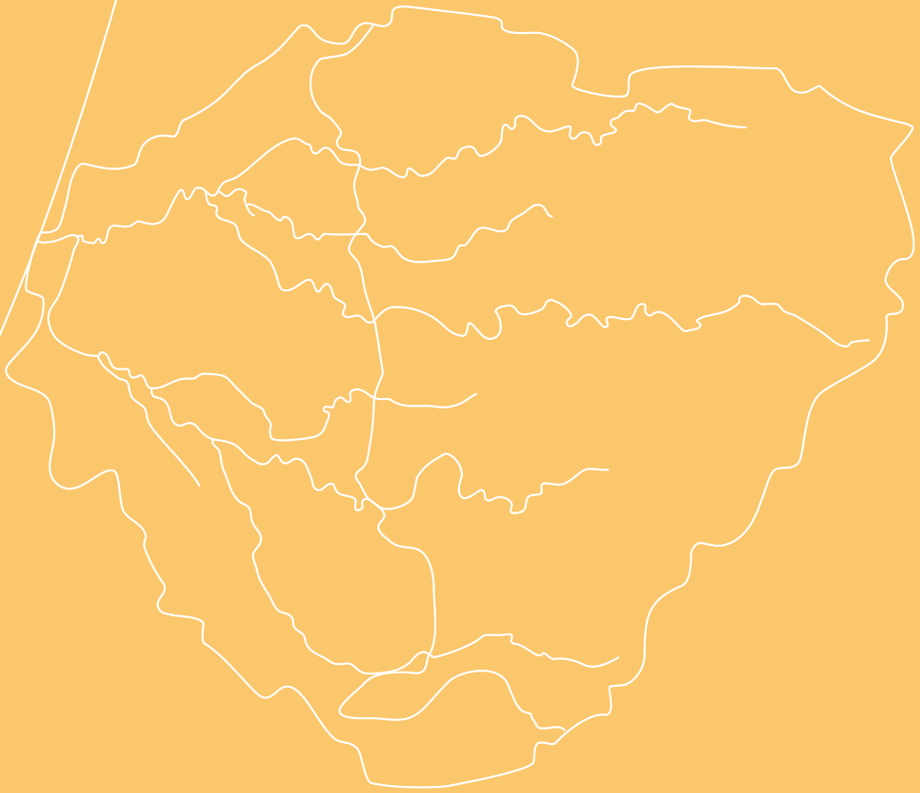
טבלה ז-2 מסלולים מרכזיים ואתרי ביקור בעקבות מפעלי מים ומעיינות 281

טבלה ז-3 אתרים מרכזיים לאורך הדרך אנטיפטריס-גופנה, כביש 465 284

טבלה ז-4 אתרים במרחב מעלה בית חורון 287

ח היבטים משפטיים

פרופ׳ ראובן לסטר
עו״ד דני לבני
לסטר את גולדמן





תוכן העניינים

מבוא 308

1. מחויבות משפטית להכנת תכנית אב 308

2. אתגרים סביבתיים 310

3. הדין הבין־לאומי 311

1. כללי הדין הבין־לאומי למים חוצי גבולות
2. המלצות בניהול אגן בין־לאומי

4. הדין הישראלי - אתגרים ופתרונות 315

1. שמירה על אזור הנחל
2. שמירת המאזן ההידרולוגי באמצעות הקטנת נגר

5. אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון 324

1. מעמד סטאטוטורי לתכנית אב אגנית
2. אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון: רשות נחל/ניקוז לרשות אגן
3. איך להפוך רשות ניקוז או רשות נחל לרשות אגן מבלי לחוקק חוק רשות אגן?

מבוא

פרק זה דן במתווה המשפטי לרשות נחל הירקון, אשר משמשת עוגן סטטוטורי לפעילות סביבתית בלב האזור המאוכלס ביותר בישראל. הפרק מתאר את השתלשלות הקמת הרשות כישות משפטית, את תפקידה בשמירה על נחל הירקון והכשרת הנחל לקיט ולנופש, ואת המגבלות החלות עליה בקידום אג'נדה אגנית. לסיום תובא הצעה להפוך את הרשות לרשות אגן, ללא צורך בחקיקה ראשית.

1. מחויבות משפטית להכנת תכנית אב

חוק רשויות נחלים ומעיינות, התשכ"ה-1965[1] העמיד את המסגרת החוקית הראשונה לשיקום נחלים בארץ, תוך ניהול המרחב הסביבתי באמצעות בעלי עניין. מבחינה זו, החוק היה מהפכני, אלא שהוא נותר על הנייר שבו פורסם ב'רשומות', עד לתחייתו בסוף 1988. מדוע? כי מחוקקי החוק הסמיכו שני שרים - שר הפנים ושר החקלאות, להקמת רשות הנחל הראשונה, ואלה ניהלו ביניהם דיאלוג פוליטי שנמשך עשרים שנה, עד ערב הקמת משרד הסביבה, אז הקרח נשבר ורשות נחל הירקון סוף סוף נולדה.

רשות נחל הירקון הוקמה **בצו רשות נחל הירקון, התשמ"ח-1988**[2], כרשות הנחל הראשונה בארץ, והיא החלה לפעול כשנה לאחר מכן. במקור, חוק רשויות נחלים ומעיינות היה מיועד לשיקום נחל הירקון בלבד, אך הכנסת הרחיבה חוק זה לכלל נחלי הארץ. הצורך בחקיקת החוק נבע מהשימוש בנחלי הארץ כמובילי שפכים תעשייתיים, שפכים ביתיים גולמיים וקולחים באיכות ירודה, שפגעו בנחל כמקור לגידול דגים או כאתר קייט ונופש.[3] בתקופה זו, הערים שסביב הירקון התייחסו לנחל כאל מטרד. הרעיון בהקמת רשות נחל היה למקד את המאמצים של בעלי העניין ברשות ממלכתית ייעודית, למטרת שיקום הנחל וגדותיו והכשרתו לפעילות קיט ונופש.[4]

בשנת חקיקת החוק, 1965, החל העולם להתעורר לתופעות של תיעוש מסיבי שהואץ במלחמת העולם השנייה. זיהום הנחלים וזיהום האוויר הובילו למהפכה הסביבתית שהחלה בארצות הברית. הקונגרס האמריקני החל לחוקק, בזה אחר זה, חוקים להגנת הסביבה, בין השנים 1968–1970.[5] גם בישראל התארגנו קבוצות 'ירוקים' למניעת אסונות אקולוגיים ולהקטנת זיהום הטבע. המשפט נגד הקמת

---

1 ספר החוקים 457, ז' בתמוז תשכ"ה, 7.7.1965.

2 ק"ת 5109, התשמ"ח (26.5.1988), עמ' 855.

3 R. Laster, The Legal Framework for the Prevention and Control of Water Pollution in Israel, Minister of Interior, Environmental Protection Service, 1976 עמ' 222; היועץ המשפטי נ. מפעלי נייר חדרה, ע.א. 268/65. בית משפט מחוזי חיפה.

4 שני החוקים העקרוניים המסדירים את עניני המים הם חוק המים, תשי"ט~1959, וחוק הניקוז וההגנה מפני שטפונות, תשי"ח—1957. הראשון הוא מערכת מקיפה להסדר הצריכה במים, ואילו השני קובע את הכללים ואת הסמכויות בדבר הטיפול בניקוזם של אותם השטחים הסובלים מעודפי מים, הן מתמדת והן ארעית, בשעת שטפונות החורף. שני החוקים קובעים הסדרים להקמת מפעלים לשם ביצוע מטרתם ולגורמים המקומיים ניתן מקום נכבד בהפעלתם ובמימונם של מפעלים אלה. עם זאת נתברר, כי לעתים יש לפתור בעיות הקשורות כולן במקור מים מסויים — בגון ניקוז ומניעת שטפונות, מניעת מפגעי בריאות, הזרמת מי ביוב, הספקת מים וחלוקתם, שמירת הגדות וכיוצא באלה - והרבה גופים ומוסדות' בעלי הרכב שונה ומגמה שונה, יש להם ענין במקור מים זה ובבעיות שנתעוררו בקשר עמו. הדוגמה הבולטת ביותר היא נחל הירקון, שהוא טעון טיפול והסדר מכל הבחינות האמורות, והמעונינים בו הם משרדי ממשלח שונים, רשויות מקומיות, תאגידים כגון חברת החשמל וי'מקורות", מלבד יחידים רבים הצורכים או מספקים מים מהירקון. מצב דומה קיים גם במקורות מים אחרים ברחבי המדינה. הפתרון לבעיות אלה מבחינה משפטית ומנהלית הוא הקמת גוף מורכב מכל המעונינים ובעל סמכויות מוגדרות ומפורשות לטיפול במקור המים המנויים בדברי הסבר לחוק.

5 למשל: The Water Act, 1970; National Environmental Policy Act, 1969; Clean Air Act, 1970

תחנת הכוח רדינג ד' בצפון תל אביב[6] היה אחד מסמלי המאבק הסביבתי, שהוביל להתארגנויות ציבוריות כמו המועצה הלאומית למניעת רעש וזיהום (מלר"ז),[7] ותורגם אחר כך לחקיקה סביבתית והקמת גופים ממשלתיים ייעודים לנושא.[8] על רקע זה יש להבין את האווירה שנוצרה בכנסת ביחס להתמודדות עם זיהומים אשר הכריעו חלק גדול מהנחלים בארץ, ביניהם נחל הירקון. לאחר שאיבת רוב מקורות המים הטבעיים מהנחל, נשאר קטע עם מים זורמים, אשר גם הם שימשו להובלת ביוב מיישובים קרובים ולהשקייה חקלאית.

אמנם כבר באותן שנים זיהום הירקון מביוב נחשב כעבירה על החוק,[9] כמו גם זיהום האוויר שנאסר בחוק כנוביץ,[10] אך אכיפה לא נראתה באופק. נחלים, כמו אוויר, שימשו כדרך הפשוטה להיפטר מזיהום. הפתרון ה'מדעי' אז היה דילול הזיהום (The Solution to Pollution is Dilution).[11] ובזירה המשפטית לא נמצאה דרך לאכוף את החוק, כי נחל, כמו אוויר, עובר גבולות פוליטיים, ובמצב עניינים זה נוצר הרושם שכולם אשמים, כך שאף אחד לא אשם. קשה היה למצוא מסגרת משפטית־מנהלית שתתמודד עם זיהום חוצה גבולות או עם ניהול נחל על כל מורכבות היבטיו.

בעיית זיהום הירקון חייבה חשיבה משפטית מקורית - מציאת מסגרת משותפת למספר בעלי עניין שיתמודדו יחד עם סוגיות מגוונות. כך נולדה חקיקה מסוג החדש: הקמת מסגרת שתאפשר לחבר כמה רשויות תחת מטרייה אחת, שיהיו לה סמכויות רחבות ושתאפשר איגום משאבים לצורך הגנה על משאב ציבורי שאינו יכול לדאוג להגנתו.[12] אולם הפתרון האמיתי הגיע עם פרסום 'צו רשות הנחל'.[13] הרי מדובר בנחל, גוף טבעי אשר משתנה כל הזמן. איך אפשר להתמודד עם יצור 'חי' ועוד לנסות לנהל את הפעולות של אלפי בני אדם המשפיעים על מימי הנחל?[14]

הפטנט שנמצא, שהוא ייחודי לירקון, מחייב את רשות הנחל לחשוב ולתכנן את צעדיה לפני שהיא פועלת. הצו מחייב את הרשות להכין תכנית אב בשיטה הנקראת בחו"ל: 'תכנית אב ותכנית פעולה' (Master Plan and Action Plan) וזה לשון הצו: 'לרשות הנחל מוענקות הסמכויות הדרושות לה לשם ביצוע תפקידיה, במסגרת תכנית־אב שתכין'.[15]

תכנית האב הראשונה, משנת 1996, קבעה עקרונות להובלת שינויים בירקון וגדותיו, בין היתר הפיכת הנחל מ'החצר האחורית' של אזור גוש דן לחצרו הקדמית. התכנית המליצה על הפיכת התכנית מאסטרטגיה לפרקטיקה, באמצעות חוק התכנון והבנייה. תכנית האב

6 ראו R. Laster, Reading D: Planning and Building, or Building and then Planning?, 8 Isr. L. Rev. 1973

7 מלר"ז הוקמה כבר ב-1961, לאחר פרסום החוק למניעת מפגעים, הידוע כ'חוק כנוביץ'.

8 'השירות לשמירת איכות הסביבה' במשרד ראש הממשלה הוקם ב-1973 ופעל עד הקמת המשרד לאיכות הסביבה ב-1988.

9 חוק המים, התשי"ט-1959.

10 החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961.

11 Maynard E. Smith, "Reduction of Air Concentrations of Pollutants by Dispersion From High Stacks", in The Tall Stack for Air Pollution Control on Large Fossil-Fueled Power Plants, (P. Sporn, ed., 1967)

12 החוק המוצע הוא חוק מסגרת ונותן אפשרויות להסדרים שונים, להתחשב עם הצרכים המיוחדים של המקום ועם תכונותיו של כל נחל או מקור מים אחר. תפקידיה של כל רשות אינם קבועים מראש לכל מקרה, אלא שר החקלאות חולש על חוקי המים ברשות המים, ושר הפנים, האחראי לעניני השלטון המקומי, יקבעו יחד את תחומה ואת תפקידיה של כל רשות נחל. דהיינו: הטיפול בכל אחת מן הבעיות הכרוכות בעניני הנחל או מקור המים או במספר בעיות בלבד (סעיפים 2 ו־3). גם הרכבה של רשות נחל אינה אחידה אלא ניתנת לגיוון בהתאם לנסיבות ולתנאים של כל מקרה. בדרך כלל יש לתת ייצוג לגופים ממשלתיים, לשלטון המקומי ולציבור הספקים והצרכנים; אולם כשתפקידי הרשות, מוגבלים אך להסדר חלוקת המים בין המעונינים' מותר להרכיב את הרשות מנציגי השלטון המרכזי והצרכנים והספקים בלבד (סעיפים 5 ו־6*). דברי הסבר לחוק.

13 צו רשות נחל הירקון, התשמ"ח-1988 ק"ת 5109, התשמ"ח (26.5.1988), עמ' 8.

14 Kai M. Lee, Compass and Gyroscope: Integrating Science and Politics for the Environment, Island Press, 1991.

15 ראו סעיף 5 בצו רשות נחל הירקון. לאחר מכן הוקמה 'רשות נחל הקישון' אבל שם נמחק הצורך לפעול במסגרת תכנית אב. ראו 'צו רשויות נחלים ומעיינות (הקמת רשות נחל הקישון)', התשנ"ה-1994, סעיף 5.

אושרה במועצת רשות הנחל ושימשה בסיס לתכנית 'גאולת הירקון',[16] והיא אכן השיגה את מטרתה ושינתה לחלוטין את סביבת הנחל וגדותיו: איכות הנחל השתפרה לאין שיעור, דגים ועופות חזרו אליו; ערכי הנדל"ן באזור קפצו; שייטי הירקון מצאו מקום להתאמן; והאזור כולו הפך להיות מוקד לחינוך, מחקר, קייט, דייג ונופש בטבע עירוני. היום, אזור הירקון הוא מקור גאווה לכל ראש עיר החבר ברשות הנחל והוא משמש מודל לחיקוי עבור כל רשויות נחל וניקוז שבאו אחריו.

ואולם, בתכנית האב 1996 נעדרה התייחסות לאגן הירקון כולו והיא התמקדה בנחל הזורם בשטח ריבונות ישראל בלבד. אבל כיצד אפשר להתעלם מ-2/3 משטח אגן הנחל הנמצא מעבר לקו הירוק, אשר הינו גבול בין־לאומי מוסכם. אגן הירקון הוא למעשה, אגן היקוות חוצה גבולות בין מדינת ישראל לבין הרשות הפלסטינית. תכנית האב המקורית לא התמודדה עם סוגיה מורכבת זו.

בשנת 2014 קיימה הנהלת רשות הנחל דיונים בצורך בריענון ועדכון תכנית האב, לאור השינויים שחלו מאז תכנית האב המקורית, ולאור חלחול התפיסה המקובלת כיום בעולם, של ראייה אגנית רחבה. הנהלת הרשות החליטה לנסות לנהל את השטח בראיה אגנית, ולאתר את הכלים ההידרולוגיים והסביבתיים הדרושים להתמודדות עם האתגרים בשטח, כולל אלה הנובעים משינוי האקלים. הוחלט אפוא, לעדכן את תכנית האב המקורית ולקדם תכנית אב אגנית. פרק זה מציע כלים משפטיים להתמודדות זו.

2. אתגרים סביבתיים

פניה של תכנית האב הם קדימה. הפרקים האחרים במסמך זה מלמדים על מגמות עתידיות שישפיעו באופן משמעותי על האגן בעשורים הקרובים - הצפי בגידול מסיבי של האוכלוסייה באגן, שיתורגם להגדלת השטח הבנוי; שינוי האקלים שיביא ליותר אירועי מזג אוויר חריגים ועליית מפלס פני הים, ועוד. כל אלה יגדילו את כמויות מי הנגר העילי ויגבירו את עוצמת הזרימה בערוצי האגן. יהיו יותר הצפות (גם באזורים שכבר מבונים), ויותר מקורות זיהום מים וקרקע. פן נוסף של השינוי הוא צמצום השטחים הירוקים להנאת התושבים, מה שיגביר עוד יותר את הדרישה לאזורים כאלה . אתגרים אלה יוצרים סוג אחר של לחץ על הטבע והצורך לנהל את הדרישות הרבות הופך למלאכת מחשבת.

גם בשטח האגן שמעבר לקו הירוק צפוי גידול אוכלוסייה, אבל כבר היום המצב קריטי והם אינם מצליחים לשמור על המים והסביבה, באגן בכלל ובנחלים בפרט.[17] ברוב המקרים אין טיפול בשפכים או שהטיפול לקוי, ומכוני טיפול השפכים הקיימים אינם עומדים בעומס מי הביוב המגיעים אליהם, לא בכמות ולא באיכות. רק חלק מן האוכלוסייה בשטח זה מחובר למערכת ביוב כלשהי. המפעלים ובתי הבד שמעבר לקו הירוק מזרימים שפכים ישירות לנחלים, ולא קיימת מההיבט המשפטי אף רשות האחראית על הנחלים או על הניקוז, בדומה לנעשה בישראל. אמנם, נעשה ניסיון על ידי המנהל האזרחי (גוף צבאי מטעם מדינת ישראל שמנהל את הפעילות האזרחית בשטח שאינו בשליטת הרשות הפלסטינית) לערוך תכנית ניקוז לשטח מעבר לקו הירוק,[18] אולם תכנית זו איננה אגנית, אינה מחוברת לתכניות האגן מהצד הישראלי, ואינה כוללת שיתופי פעולה עם גורם פלסטיני. התכנית בנויה על תפיסת עולם אנכרוניסטית ועל כן, מדובר בכשל מערכתי אשר מנותק מהמציאות ולא ייושם, כך שהשפעתו על מדיניות רשות הנחל היא מזערית.

16 תכנית גאולת הירקון קיבלה תוקף על ידי החלטת ממשלה מס' 2862 מיום 5.01.2003. הוקצב סכום של מעל מאה מיליון שקל לשיקום.

17 ראו בפרק ד' במסמך זה, שכתב ד"ר ג'וואד חסן.

18 תמ"א 62, תכנית מתאר אזורית (חלקית) לניהול נגר, ניקוז נחלים, איגום וחלחול.

3. הדין הבין־לאומי

כאמור, תכנית האב בנויה על תפיסה אגנית, ומאחר שאגן הירקון חוצה גבולות, יוקדש סעיף זה לדין הבין־לאומי החל על נחלים חוצי גבולות.

1. כללי הדין הבין־לאומי למים חוצי גבולות

הדין הבין־לאומי כולל עקרונות בין־לאומיים, אמנות, הסכמים כללים וספציפיים בין מדינות ופסקי דין של טריבונל בין־לאומי. אמנת ה-Convention on the Law of the Non-Navigational Uses of International Waters (NUIW) מושתתת על ראייה אגנית רחבה הקובעת עקרונות לניהול גופי מים חוצי גבולות. האמנה לא אושרה על ידי ישראל כי הפלסטינים אישרו אבל היא קיבלה תוקף בין־לאומי ב-2014 לאחר שיותר מ-35 מדינות אישרו אותה. האמנה מעודדת שימוש אופטימלי ומקיים של מים חוצי גבולות, וקובעת עקרונות מנחים לשותפים לאגן:

- חובה להשתמש במים המשותפים באופן הוגן והגיוני (Equitable and reasonable use).
- חובה למנוע אסונות סביבתיים ואנושיים.
- חובה להודיע למדינה השכנה על כל שינוי בגוף מים משותף (גם שינוי לא משמעותי).
- חובה להתייעץ עם מדינה שכנה על כל פעולה הגורמת שינוי משמעותי בגוף המים המשותף.

העקרונות הללו מיועדים להנחיה בהכנת הסכמים וגם להסדרת השימושים כאשר אין הסכם בין המדינות. ודוק, כללים אלה חלים גם באגן הירקון מכיוון שהם עקרונות אוניברסליים אשר אושרו באמנה. בנוסף להנחיות אלה, ישראל חתומה על הסכם ספציפי עם הרשות הפלסטינית אשר כולל סעיפים רבים בנוגע למים, כולל דרכים ליישוב סכסוכים.

הסכמי אוסלו[19]

בהסכמי אוסלו שחתמו ישראל והרשות הפלסטינית, התחייבו הצדדים על שיתוף פעולה בנושאי מים וסביבה, והקימו ועדות משותפות (JWC, EEC, JTC) כשולחן עגול להחלפת מידע, ליצירת דיאלוג, להצפת בעיות ולהגעה משותפת לפתרונות.[20]

19 Declaration of Principles on Interim Self-Government Arrangements, Sept. 13, 1993; Israeli-Palestinian Interim Agreement on the West Bank and the Gaza Strip, Sept. 28, 1995

20 Israeli-Palestinian Interim Agreement on the West Bank and the Gaza Strip, Sept. 28 1995 hereinafter Oslo II Accords], Annex III, Appendix 1 Art. 40.ARTICLE 40 Water and Sewage On the basis of good-will both sides have reached the following agreement in the sphere of Water and Sewage:

Principles

1. Israel recognizes the Palestinian water rights in the West Bank. These will be negotiated in the permanent status negotiations and settled in the Permanent Status Agreement relating to the various water resources.

2. Both sides recognize the necessity to develop additional water for various uses.

3. While respecting each side's powers and responsibilities in the sphere of water and sewage in their respective areas, both sides agree to coordinate the management of water and sewage resources and systems in the West Bank during the interim period, in accordance with the following principles:

a. Maintaining existing quantities of utilization from the resources, taking into consideration the quantities of additional

על פי הסכמי אוסלו, חילקו ביניהן ישראל והרשות הפלסטינית את האחריות לניהול הגדה המערבית באופן זמני (תרשים ח-1), עד לחתימת הסכם סופי ביניהן. השטח הפלסטיני חולק לשלושה אזורים: שטח A - בשליטה ביטחונית ואזרחית של הרשות הפלסטינית (רש"פ); שטח B - בשליטה ביטחונית ישראלית ואזרחית פלסטינית; ושטח C - בשליטה ישראלית. ישראל השאירה בידיה אחריות ביטחונית כוללת, והיא השולטת בגבולות ובמעברים. הריבון בשטחים הוא מתאם פעולות הממשלה בשטחים, אשר משמש כמחוקק באמצעות צוים שהוא מפרסם לאסדרת החיים מעבר לקו הירוק.

המִנהל האזרחי הוקם בצו צבאי בשנת 1981, לצורך ניהול העניינים האזרחיים באזורים שבשליטת צה"ל.[21] בעקבות הסכמי אוסלו צומצם האזור שבניהול המנהל האזרחי לשטח C בלבד. כזרוע של הממשל הצבאי, פועל המנהל האזרחי כממשל וגם כמחוקק.

water for the Palestinians from the Eastern Aquifer and other agreed sources in the West Bank as detailed in this Article.

b. Preventing the deterioration of water quality in water resources.

c. Using the water resources in a manner which will ensure sustainable use in the future, in quantity and quality.

d. Adjusting the utilization of the resources according to variable climatological and hydrological conditions.

e. Taking all necessary measures to prevent any harm to water resources, including those utilized by the other side.

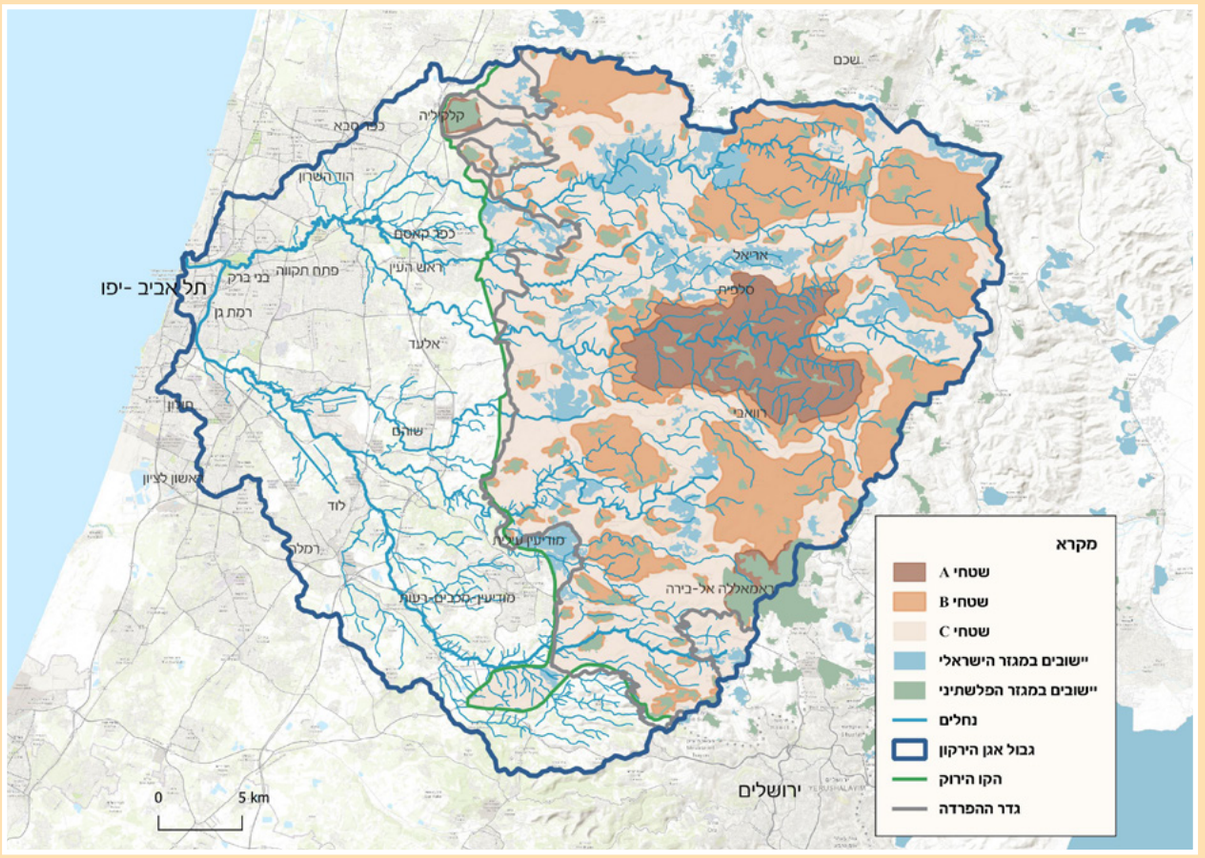
f. Treating, reusing or properly disposing of all domestic, urban, industrial, and agricultural sewage.

g. Existing water and sewage systems shall be operated, maintained and developed in a coordinated manner, as set out in this Article.

h. Each side shall take all necessary measures to prevent any harm to the water and sewage systems in their respective areas.

i. Each side shall ensure that the provisions of this Article are applied to all resources and systems, including those privately owned or operated, in their respective areas.

21 צו מס' 947 של הממשל הצבאי, ס' 2: "המִנהל האזרחי ינהל את העניינים האזרחיים באזור, בהתאם להוראות צו זה, לרווחתם ולטובתה של האוכלוסייה ולשם הספקת השירותים הציבוריים והפעלתם, בהתחשב בצורך לקיים מִנהל תקין וסדר ציבורי."



תרשים ח-1 אזורי שיפוט ממזרח לקו הירוק באגן הירקון

ניהול אגני

ההצפות באזור בת חפר בינואר 2013, באגן ההיקוות של נחל אלכסנדר, הביאו לחקירת מבקר המדינה שקבע שכל הגופים האחראים על הטיפול בנחל שכם הזורם באיו"ש - משרד הביטחון, מתאם פעולות הממשלה בשטחים, המנהל האזרחי, מנהלת מרחב התפר, משרד החקלאות ורשות הניקוז שרון – "מודעים זה שנים לבעיות הניקוי והניקוז של הנחל בעונת הגשמים [...] הפעולות שנקטו אותם גופים, חרף היקפם וההשקעה הכספית שנבעה מכך, לא שימשו פתרון מערכתי לבעיית הנחל, ובמקרים רבים הם פתרו את הבעיה לטווח הקצר ובאופן 'נקודתי'".[22]

22 דוח שנתי של מבקר המדינה 64ב, 2014, אירוע ההצפה בבת חפר - היבטים בהיערכות ובטיפול, עמ' 170.

דוח המבקר חייב טיפול אפקטיבי רב־תחומי לכלל האגן ולא רק לחלקים ממנו. הדרך המשפטית־מנהלית המומלצת, המקובלת והאפקטיבית ביותר לניהול גוף מים וסביבתו היא דרך מערכת ניהול שפועלת על פי גבולות האגן הטבעיים ולא גבולות מדיניים. המטרה המרכזית של ניהול אגני היא לשים במרכז את הנחל וסביבתו, ומתוך נקודת מבט זו לפעול לאיזון בין אינטרסים של פיתוח מול שימור, האדם והטבע, והצרכים השונים של האוכלוסייה. ניהול המרחב בראייה אגנית מאפשר החלפת מידע ודיאלוג בין האינטרסים השונים באגן. המוסדות הפנימו את המסר ותמ"א 1 אכן מחייבת 'ראייה כוללת של אגן ההיקוות והתייחסות להשפעות במורד הנחל ובמעלה'.[23]

ניהול אגני כולל את הקשר בין מים וקרקע: קביעת איכות המים ושמירה עליהם; ניהול פיתוח ושימוש במשאבי הקרקע; מניעת זיהום; שמירה על הטבע; מזעור נזקי שיטפונות וסחף קרקע; וטיפול בביוב. המשקל היחסי של ההיבטים השונים, שנגזרים מאופי האגן ושימושים בשטח, משתנים מאגן לאגן. הגישה האגנית אינה מתייחסת רק לאלמנטים פרטניים או בודדים, אלא מתייחסת לכל ההיבטים יחד כמקשה אחת. לכן, קביעת מדיניות מוצלחת מחייבת מומחיות ואיגום סמכות של מספר רב של רשויות ברמות שונות של השלטון.

הדירקטיבה האירופית משנת 2000 מחייבת ניהול מים על פי גבולות האגנים, ללא קשר לגבולות פוליטיים, גם אם מדובר במדינות שמחוץ לאיחוד האירופי.[24] אך מה עושים כאשר מדינה אחת אינה משתפת פעולה? בדרך כלל, נוצרת בעיה ללא פתרון המביאה לסכסוך תמידי. ניהול ברמת האגן אפשרי רק כאשר יש רצון לשיתוף פעולה מצד כל הגורמים.

דוח מבקר נוסף ממאי 2017 הציג את זיהום המים חוצי הגבולות בין ישראל והרשות הפלסטינית כך: "זיהום מים הוא המפגע הסביבתי החמור ביותר בין מדינת ישראל לשטחי יהודה ושומרון בשל העובדה שהוא מסכן את מקור המים הטבעיים החשוב ביותר באזור, אקוויפר ההר".[25]

ניהול אגני באגן הירקון

המצב כיום מעמיד לא מעט אתגרים לשיתוף הפעולה האגני.

1. הצורך לייצר שיתוף פעולה סביבתי.
2. החובה להתעלם מגבולות פוליטיים.
3. הצורך לבנות שיתוף פעולה למרות הבדלים מהותיים במצב הכלכלי והפוליטי בין הצדדים.
4. הצורך להבין ולעבוד במסגרת הקיימת עם מספר רב של אזורי שיפוט (ראו תרשים ח-1).
5. הנחיצות להעמיד את נושא המים והסביבה בראש כל מפגש, ולבנות מיזמים משותפים בעלי ערך מוסף לשני הצדדים.
6. האיסור לכפות דעה על כל צד, והצורך להביא להסכמה מתוך אינטרסים משותפים.

2. המלצות בניהול אגן בין־לאומי

המצב המאתגר והמורכב מחייב לשאוף לשיתוף פעולה הדומה לתיאום הביטחוני הקיים בין ישראל והרשות, שהרי המים והבריאות נמצאים בבסיס הביטחון האישי של כל אדם. חשוב לחלק את הדרך לשיתוף פעולה לצעדים בוני אמון, שיאפשרו עבודה משותפת גם ללא אהבה משותפת.

23 תמ"א 1, פרק נחלים, 3. עקרונות ראשיים, ז. ראייה כוללת של אגן ההיקוות. התייחסות להשפעות במורד הנחל ובמעלה.

24 EU Water Framework Directive- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council.

25 דוח מבקר המדינה 67ב, פרק זיהומי מים בין מדינת ישראל לשטחי יהודה, שומרון ורצועת עזה, עמ' 1481.

המלצות לטווח הקצר

1. נגישות המידע: יש לתרגם את התכנית לשפה הערבית ולהעלות אותה לאתר רשות הנחל.
2. העלאת המודעות: יש להציג את תכנית האב בפני כמה שיותר פורומים, כגון ה-Joint Water Committee - JWC Joint Environmental Expert Committee - EEC, Technical Committee - JTC, משרדי ממשלה ישראליים ופלסטיניים ברמות לאומיות, אזוריות ומקומיות. הדבר חשוב על מנת לבנות בסיס מוסכם של הבנה, הכולל את הפלסטינים. יש למנות נציג שילווה את התהליך. בהמשך, אישור פורמלי, למשל של ה-JWC, יעניק לתכנית עמדה משפטית ומחייבת.
3. מפגשים אקדמיים: חשוב לקיים מפגשים בין אנשי מקצוע ואנשי אקדמיה כדי לדון בנושאים ספציפיים וללמוד אותם לעומק במשותף. בשלב ראשוני וכדי לתת 'דחיפה ראשונה', מומלץ לקיים מפגש היכרות בחו"ל, מה שיכול לסייע בגיוס מימון לפרויקט. אבל עיקר העבודה צריך להתבצע כאן, באזור עצמו.
4. החלפת מידע: חשוב להכיר את עמדות הצד השני ברמה הפוליטית־מנהלית, ואת החוזקות, המגבלות, ההזדמנויות והאיומים של כל צד (SWOT).

המלצות לטווח הארוך

1. אישור התכנית על ידי ה-JWC וקבלת הסכמה להפוך אותה לתכנית פעולה (action plan) – תרגום תכנית האב לסדרה של פעולות מעשיות, משותפות ומוסכמות על הצדדים, על מנת להשיג את מטרותיה.
2. הקמת פורום הכולל את הפלסטינים לבעלי עניין לכלל האגן. זוהי למעשה המטרה המרכזית בתהליך – הפיכת הנחל וסביבתו למרכז הדיון, באופן שיאפשר לאזן בין האינטרסים השונים מתוך דיאלוג. ניתן לחלק את ניהול האגן לשני סוגי גופים - אלה שיש להם סמכויות סטטוטוריות, ואלו שמהווים פלטפורמה להחלפת מידע בלבד, במעין 'שולחן עגול'.

ברמת שיתוף פעולה מוגבלת כפי שקיימת היום, ברור שגוף ניהול אגן נחל ירקון משמש כפלטפורמה להחלפת מידע וגיבוש המלצות בלבד וגם הנושאים הנידונים בו יהיו מוגבלים. יחד עם זאת, לאחר תהליך של בניית אמון והוכחת הערך המשותף של גוף ניהול, תתאפשר הרחבת הסמכויות. לכן, חשוב להתחיל עם מטרות מוסכמות, ברורות ובנות השגה.

כל גוף ניהול חייב לכלול כמה מרכיבים בסיסיים: שקיפות, הידברות, מקור תקציב, מקורות מידע אמינים ומעורבות הציבור, יחד עם חזון מנחה ומטרות מוסכמות. במקרה של הירקון, חשוב שהצדדים יסכימו על תכנית אב המשלבת בין הנושאים הסביבתיים, הכלכליים והחברתיים בתוך האגן כבסיס לעבודה. הדבר מחייב הגשת התכנית לבעלי עניין ישראלים ופלסטינים, וגיבוש תכנית משותפת ומוסכמת.

4. הדין הישראלי - אתגרים ופתרונות

פרק זה, הצופה פני העתיד, כולל המלצות ליישום התכנית ולשמירה לדורות על אגן הירקון. עיקר הדין יתמקד בשני נושאים:

1. תמ"א 34, אשר באה כביכול להרחיב את סמכויות רשויות הניקוז.
2. הפיכת רשות נחל הירקון לרשות אגן.

1. שמירה על אזור הנחל

אתגרים

קיימים כמה חוקים ותכניות מתאר ארציות (תמ"א) לשמירת הנחלים וסביבתם מפני פיתוח ובנייה, אשר קובעים את רצועות הנחל, רצועות המגן, רצועות ההשפעה, פשטי ההצפה ואזורי ההצפה. אכיפת החוקים הללו משמרת שטחים החיוניים לכמה מטרות:

1. למזעור נזקי הצפות.
2. לגלישת המים אל מחוץ לאפיק בספיקות בינוניות וגבוהות.
3. לשמירה על מי הנחל והיובלים מפני זיהומים.
4. להקטנת סחף קרקע באגן.
5. לשמירת שטחי מחיה ומסדרונות אקולוגיים.
6. לשמירת אזורים לפעילות נופש.
7. לשמירת אתרי מורשת הנמצאים בקרבת הנחל.
8. לשמירה על ריאה ירוקה בשטח אורבני.

חלופה א' לשמירה על אגן הירקון באמצעות תכנית מתאר ארצית (תמ"א 34)

תכניות מתאר ארציות (1, 34/ב/3 ו-35) שונות מכירות בחיוניות המגוונת של אזורי הנחל. החידוש בתמ"א 34 הוא בהגדרת הנחלים והשימוש בהם לא רק כעורק ניקוז, אלא גם כצירים אקולוגיים, נופיים ותיירותיים.[26] התכניות מגבילות את הבנייה לפעולות "שלא יפגעו בתפקידו התקין של עורק הניקוז" (ס' 7 תמ"א 34ב/3), ומחייבות שמירה ושיקום של תפקודי הנחל (תמ"א 1).

אמנם, תמ"א 34 קבעה הגדרות חדשות לנחלים שלא הופיעו בחוק הניקוז, ואכן יש במפות שמירה על פשטי הצפה והתייחסות לערך האקולוגי של הנחל - אולם, היא אפשרה שינויים ברצועות הנחל ובפשטי ההצפה, על פי תכנית חדשה אשר מצדיקה את השינוי. דהיינו, התמ"א אינה סוגרת הרמטית את פשטי ההצפה מבנייה. עיקר הפעולה בתמ"א היום הוא לחץ של יזמים לשנות את גבולות השמירה על הנחלים. לזה בנוי מנגנון של 'חוות דעת', דהיינו, כל תכנית חדשה שמוגשת למוסד תכנוני, מועברת לרשות הניקוז לחוות דעת על השלכות התכנית על מערכת הניקוז וערכי התמ"א.

זוהי שיטה מבורכת שלא הייתה בין הכלים שניתנו לרשויות הניקוז בחוק הניקוז; אולם היא דומה לשיטה הארכאית של 'לרוץ אחרי זיהום האוויר'. רשות הניקוז הופכת, על פי שיטה זו, ל'מתנגדת סדרתית' לכל תכנית שיש לה השפעה ניכרת על הנחל. היא גם איננה מצוידת בכל הכלים הדרושים להכנת חוות דעת ניקוזית ואין בידיה את המידע הדרוש לקביעת מגבלות לפשטי הצפה לכל תכנית. בנוסף לכך, בהיעדר תיקון ועדכון התמ"א, השיטה של הגשת חוות דעת ניקוזית איננה יעילה להגנה על נחלי ישראל, הן מההיבט האקולוגי והן מההיבט הניקוזי.

בתכנית האב המקורית של רשות הנחל, המליצו עורכי התכנית להכין שתי תכניות מחוזיות (תמ"מ) ליישום תכנית האב, וכך אכן נעשה. תמ"מ 3/10 ותמ"מ 2/5 קובעות שמכיוון שגשמים היורדים בשטח האגן מתנקזים לשטח מצומצם בלב מטרופולין תל אביב, "בהיבט הציבורי, יש לשמור על שטחים פתוחים נרחבים לאורך נחל הירקון, אשר ישמשו בעת שטפונות כ'פשט הצפה' וישהו חלק ממי השטפונות במעלה".[27] התוכניות מתייחסות לשלושה סוגים של שטחים עם מגבלות בנייה בפשט ההצפה של הירקון: שטחים

26 וזאת מכיוון שתמ"א 34 לא ראתה את רשות נחל הירקון, קישון או באר שבע, אשר מחויבות לראות את הנחל כגורם לקייט ונופש.

27 תמ"מ 2/5 למרחב נחל הירקון, הנחיות ומגבלות בניה בפשט ההצפה של נחל הירקון, 2007.

פתוחים, שטחים אורבניים ושטחים מחוץ לתחום התוכניות. בתשריט מצוינים גבולות המגבלות וכן הגובה המינימלי של רצפות המבנים המותרים לבנייה בהתאם להוראות התכנית. אולם, גם כאן, יש לחץ מתמיד לשנות את גבולות התכנית לצורך בנייה. שנית, ככל שהבנייה מתקדמת במעלה הירקון, יש פחות ופחות יעילות להגדרות של פשטי הצפה בתמ"מים. להלן טבלת ההגנות בחוקים לסביבת הנחל (טבלה ח-1):

שם החוק	סוג שטח המוגן	הגדרת השטח
תמ"מ 3/5 לפארק איילון	רצועת נחל	רצועה ברוחב של עד 200 מ', הכוללת את אפיק הנחל וגדותיו
חוק הניקוז	רצועות מגן	אם לא נקבע בתכנית, רשאי שר החקלאות לקבוע עד 5 מטר
חוק המים	רצועות מגן	על פי שיקול דעת של רשות המים
תמ"א 3/ב/34	רצועות מגן	אם לא נקבע בתכנית מאושרת, 5 מ' מכל צד
תמ"א 1	רצועות מגן	5 מטרים מנקודות המדידה משני צדי האפיק
תקנות ניקוז והגנה מפני שיטפונות (קביעת רצועות מגן לעורקים בתחום רשות ניקוז ירקון), התשס"ד-2003	רצועות מגן	קובעות רוחב רצועות מגן לנחל איילון, נחל שפירים, נחל אזור ותעלת אזור. בדרך כלל 5 מטרים.
תמ"א 34/ב/3, תמ"א 1	רצועת השפעה	לפי מדרג העורקים. עורק ראשי - 100מ' מכל צד של ציר העורק (בהתאם לתמ"א 35). עורק משני - 50 מ' מכל צד של ציר העורק.
תמ"א 34/ב/3, תמ"א 1	פשט הצפה	כקבוע בתשריט, אם לא נקבע במסגרת תכנית מאושרת
תמ"מ 10/3 , תמ"מ 2/5	פשט הצפה	כקבוע בתשריט הנחיות ומגבלות בנייה בפשט ההצפה של נחל הירקון
תמ"א 1	שטח הצפה	
חוק הניקוז	מפעל ניקוז	לפי תכנית שתוכן ע"י רשות ניקוז

טבלה ח-1 הגנות בחוק לאזורים סביב לנחל

המלצות

1. שימוש בכלים המשפטיים הרשומים בטבלה לעיל ייתן מענה תכנוני מסוים, מעבר לשימושים הידועים כפשט הצפה ואזור מגן לנחל, בלי הצורך לחוקק חוקים חדשים.
2. מומלץ להרחיב את האזורים סביב הנחלים והיובלים המוגדרים בחוק ובתמ"א כפשט הצפה, שטח הצפה, רצועות השפעה, רצועות מגן ורצועות נחל.
3. מומלץ לעודד את תהליך אכיפת החוקים ששומרים על אזור הנחל.
4. מומלץ להשריש את הנחיות תמ"א 1, 34/ב/3 ו-35 המגדירות את הנחלים גם כצירים אקולוגיים, נופיים ותיירותיים בחוק הניקוז, חוק המים וחוק התכנון והבנייה.
5. מומלץ להכין תכניות אב לכל אחד מהנחלים והיובלים המרכזיים באזור, בהתייחסות לשימושים ולשירותים הרבים שהנחלים וסביבתם מספקים. במקביל, יש לבצע פעילות הסברה ציבורית בקרב מקבלי ההחלטות.

חלופה ב' לשמירה על אגן הירקון באמצעות חוק הניקוז

חוק התכנון והבנייה קובע סט של כלים תכנוניים להגנה על נחלים, פשטי הצפה ורצועות מגן. אין להמעיט בחשיבות של התמ"א אשר 'עוררה' את רשויות הניקוז והציבה להן אתגר לא קטן – החובה לתת חוות דעת ניקוזית על כל תכנית. אולם אליה וקוץ בה; האם רשויות הניקוז מוכנות לאתגר? התמ"א הכתיבה להן דרישה מבלי שאף רשות ניקוז קיבלה תוספת תקציב לתפקיד החדש, ועל כן נשאלת השאלה כמה אפקטיבי הוא התהליך של חוות דעת ניקוזית להגנה מירבית על נגר עילי. אם אין לרשות הניקוז כלים להתמודד עם האתגר, השינוי של תמ"א 34 עלול רק לגרום נזק ולא תועלת למערכת הניקוז.

זה לא היה אמור להיות כך. להלן סקירה של סמכויות רשויות הניקוז ללא התערבות של התמ"א:

חוק הניקוז כולל הקמת מנגנון לניהול נגר עילי במרחב. החוק משרטט מפה סדורה לניהול נגר עילי על ידי הקמת גוף מקצועי ייעודי לניהול נגר, דרכים לתכנון ולהקמת מפעל ניקוז, אמצעים ליישום תכנית מפעל ניקוז - כולל תפיסה והפקעת קרקע זמנית או לצמיתות, הכול כדי ליישום את מפעל הניקוז.[28]

לב לבו של החוק הוא מה שמוגדר 'מפעל ניקוז'[29] – תכנית אשר מביאה בחשבון את הצרכים של העורק, כדי לאפשר לו לתפקד כעורק ניקוז. מובן מאליו, שמפעל כזה מתחיל עם תכניות - תיאור טופוגרפי, הידרולוגי וכדומה של העורק. מטבע הדברים, תקבע התכנית את ספיקת התכן, כי בלי ספיקת תכן, לא ניתן לקבוע תכנית ולא להקים וליישם מפעל ניקוז.

ברור על כן שהגוף הקובע את ספיקת התכן הוא רשות הניקוז. נתון זה מושרש בתוך הכנת תכנית מפעל ניקוז, הנמצאת באחריותה של רשות הניקוז. תכנית מפעל ניקוז קובעת את גורל שימוש הקרקע בפשטי הצפה ואם יש צורך בתכנית קרקע או בהפקעה – כלי שניתן בחוק בידי רשויות הניקוז. אין לשכוח שהסמכות לקבוע את ספיקת התכן כוללת בתוכה גם את האחריות ליישום ולהשגחה.

בית המשפט פסק על כן, יותר מפעם אחת, שאם רשות הניקוז לא נערכה לאירועי גשם סבירים בנסיבות העניין, עליה לשאת באחריות ולשלם על רשלנותה. יש בכך סגירת מעגל: הסמכות לקבוע ספיקת תכן, תרגום הנתון כחלק מההכנה והביצוע של מפעל ניקוז, הקמה של המפעל, היערכות בהתאם לתפקידה ואחריות, שמשמעה תשלומי פיצויים בגין אי־היערכות של רשות הניקוז בתכנון הכולל את קביעת התכן ובביצוע על בסיס התכנית.

---

28 תפקידי רשות הניקוז (סעיף 12): "תפקידי רשות הניקוז הם לדאוג לניקוזו הסדיר של התחום שנקבע לה בצו המקים, ולשם כך להקים, לשנות ולהחזיק ולפתח מפעלי ניקוז באותו תחום; במילוי תפקידיה אלה תפעל רשות הניקוז גם למניעת מפגעי בריאות".

29 אין מפעל ניקוז ללא תכנית (סעיף 17): "רשות ניקוז לא תקים מפעל ניקוז ולא תשנהו אלא לפי תכנית שתוכן ותאושר בהתאם להוראות חוק זה (להלן – התכנית)". פרטי התכנית (סעיף 18):

(א) התכנית תפרט –

(1) שטח פעולתו של המפעל;

(2) העבודות הדרושות להקמת המפעל וניהולו;

(3) אומדן ההשקעות והצעות למימון;

(4) המקרקעין שיש לתפסם לצמיתות, וכן את המקרקעין שבהם יניחו צינורות או יעשו פעולות ארעיות להקמת המפעל בלי שתידרש תפיסתם לצמיתות;

(5) רחבן של רצועות המגן שבתחום התכנית;

(6) העורקים שבתחום הרשות.

(ב) לתכנית יצורפו תשריטים של השטח שעליו היא חלה.

השאלה היא, מה הדין במקרה שיש התנגשות בין חוק הניקוז והתקנות על פיו לבין תמ"א 34. במקרה כזה חוק הניקוז גובר, משום שעל פי כללי חקיקה, חקיקה ראשית גוברת על פני כל תכנית, כולל תמ"א. תכנית מפעל ניקוז גוברת גם על פני תכנית לפי חוק התכנון. אם תמ"א 34 כוללת סעיפים הסותרים לכאורה את הוראות חוק הניקוז, סעיפים אלה בטלים מיסודם (ultra vires).[30]

ואמנם, עוד בטרם הוכנה תמ"א 34, קבע חוק הניקוז דרך לקביעת מדיניות ארצית בנושא ניקוז, בהקמת רשות הניקוז, סמכויותיה וכדומה ובהקמת המועצה הארצית לניקוז.[31] הרכב המועצה נקבע בחוק (מנהל רשות המים הוא היו"ר), ותפקידה לייעץ לשר החקלאות, בעיקר במדיניות כללית לענייני ניקוז.

חוק הניקוז צפה פני עתיד. לא מדובר בחוק אנכרוניסטי שעבר עליו הכלח; להפך. חוק הניקוז בנה מערכת סדורה לקביעת מדיניות כלל ארצית בנושא הניקוז, טיפל בהקמת גופים ייעודים לניהול ניקוז, ופירט את התכנון והביצוע של מפעלי ניקוז. לכן נשאלת השאלה, מדוע ניסחו את תמ"א 34 עם סעיפים השמורים על פי חוק לסמכות רשות הניקוז.

האבסורד הוא שבתמ"א 34, נעשה ניסיון לקביעת שבלונת ניקוז, דהיינו קביעת תקופת חזרה על פי ואולם אין שבלונות לדינמיקה המשתנה של מים עיליים, או לכל מערכת של נחלים. זאת הסיבה שחוק הניקוז קובע שיש צורך במדיניות ארצית כללית ומערכת אגנית מקומית המשמשת כבסיס למפעלי ניקוז. כל מפעל ניקוז וספיקת התכן המתאימה לו.

כדי "לפייס" את רשויות הניקוז ולהעביר את האישור לתמ"א, ניתנה לרשויות הניקוז "מחווה", לאפשר להן להכין חוות דעת נפרדת לכל תכנית ניקוז או נספח ניקוז שיוכן על ידי רשות הניקוז. אבל, כעולה מהחוק, רשויות הניקוז אינן זקוקות לסמכויות של תמ"א 34 כדי להכין חוות דעת על ניקוז או נספחי ניקוז לתכנית שמוגשת למוסדות תכנון. נהפוך הוא, ועדת תכנון שאינה מבקשת חוות דעת

30 ראו למשל סעיף 23:

"(א) לא יאשר שר החקלאות תכנית לפני שהביאה לפני כל ועדה מחוזית לבניה ולתכנון עיר שבמחוזה נמצא השטח שעליו חלה התכנית, והועדה רשאית לאשר את התכנית או לא לאשרה, על אף האמור בפקודת בנין ערים, 1936, בדבר דרכי אישור תכניות בנין עיר.

(ב) לא תסרב הועדה המחוזית לאשר תכנית אלא מטעמים שמכוחם רשאית היא לסרב לאשר תכנית בנין עיר לפי פקודת בנין ערים, 1936.

(ג) לא אישרה הועדה תכנית כאמור, תובא התכנית לפני הממשלה והיא רשאית לאשרה בשינויים או בלי שינויים או להסירה".

לעניין פרסום, תחילתה ועדיפותה של תכנית ניקוז (סעיף 24):

"(א) הודעה על אישורה של תכנית או על הסרתה תפורסם ברשומות, ותחילתה של התכנית היא ביום פרסום ההודעה או ביום מאוחר יותר שנקבע באותה הודעה; תכנית שאושרה, בשינויים או בלי שינויים, תונח לעיון בדרך שנקבעה בסעיף 19.

(ב) תכנית שאושרה לפי חוק זה, יהא כוחה יפה מכוחה של כל תכנית בנין עיר".

31 הקמת מועצה לענייני ניקוז (סעיף 2):

"(א) לענין חוק זה תהיה מועצה ארצית לעניני ניקוז (להלן – המועצה) לייעץ לשר החקלאות בדבר:

(1) הכרזה על אזור ניקוז;

(2) אישור תכניות ניקוז על ידי רשויות ניקוז;

(3) כל ענין אחר של מדיניות כללית הכרוך בביצוע חוק זה.

(ב) הרכב המועצה יהא –

(1) מנהל הרשות הממשלתית, והוא יושב ראש המועצה;

(2) 8 נציגים שיתמנו על ידי הממשלה;

(3) 12 חברים שאינם נציגי הממשלה ושיתמנו על ידי שר החקלאות ובהם 8 נציגים של ארגונים חקלאיים יציגים.

של רשות הניקוז לכל תכנית עם השלכות על נגר עילי, מתרשלת בתפקידה. למותר לציין שאין בוועדה מומחים לניקוז, נגר עילי, סחף קרקע וניהול אגני. כלומר, בבוא מוסד תכנון לשפוט תכניות אין תחליף לרשות ניקוז.

מסקנה והמלצה

לסיכום, ישראל התברכה בחוקי מים מהטובים בעולם, ולא בכדי נשמרה מערכת המים של המדינה טוב יותר מאלו של מדינות רבות אחרות, הודות לחוקי המים שנחקקו מאז שנות החמישים אשר שמרו על סדר ועל ניהול ראוי. הניסיון להחליף סמכות של גוף מקצועי ייעודי בגוף אחר ללא בסיס חקיקתי, נדון לכישלון והמחיר על כך עשוי להיות כבד. יחד עם זאת, רשויות ניקוז/נחל אמורות להפעיל את סמכויותיהן, כמו גם מועצת רשות הניקוז.

המסקנה: רשות נחל הירקון, אשר הוגדרה בחוק כרשות ניקוז, צריכה להיות רשות פרו אקטיבית ולקבוע בתכנית יישום לתכנית האב, תקופת חזרה רלוונטית לכל נחל באגן הירקון, פשטי הצפה ורצועות מגן.

2. שמירת המאזן ההידרולוגי באמצעות הקטנת נגר

א. Low Impact Development[32]

בפרק השלישי במסמך זה, המוקדש להיבטים הידרולוגיים של אגן הירקון, מציין ד"ר אבנר קסלר:

> במורד האגן השיפועים וכושר החידור רדודים יותר, עוצמות הגשם גבוהות יותר, והוא חשוף לפיכך לאירועי הצפה ונזקי ארוזיה בתדירות גבוהה יותר [...] מכאן, שלשינויים במשטר ההידרולוגי השפעה גדולה יותר על תשתית הניקוז הטבעית במורד האגן ולכן היא מחייבת תכנון וניהול קפדניים יותר בהשוואה לתשתית הניקוז במעלה.[33]

ללא שמירה על המאזן ההידרולוגי, יהיו יותר הצפות, יותר נזקים לאדם, לרכוש ולטבע. גם התכנון לטווח הארוך נפגע, כי שטח שהיום אינו בפשט הצפה ובונים בו, עלול להפוך בהמשך לאזור חשוף להצפות.

תמ"א 1 מחייבת קידום בנייה משַמרת נגר, המקטינה את הנגר העילי ונזקי ההצפות. כלומר, היא מחייבת לא רק שמירה על רמת הנגר הקיימת, אלא גם **צמצומה**. בעולם ידועות טכניקות רבות היכולות לעזור בהקטנת הנגר, במניעת הצפות, בשיפור מי התהום, במניעת זיהום נחלים וכדומה. כולן מבוססות על עקרון השמירה על שטחים פתוחים, לרבות אלה שמשמשים כאזורי מילוי חוזר, כדי לא להגדיל את כמויות הנגר שנוצרות, וכן על מציאת האיזון הנכון בין פיתוח לבין שטחים פתוחים וחקלאות, ליצירת אזורים להשהיית מי נגר, גגות ירוקים, קציר גשם, דרכים מחלחלות ועוד.

גישת ה-(Low Impact Development[34]) LID היא גישת בנייה המשמרת מים, אשר מתבססת על חיקוי הטבע, שמירת הנגר קרוב למקום שבו יורד הגשם, הפניית הנגר להחדרה או לחלחול למי תהום והעשרת שטחים ירוקים אורבניים. LID מיועד למזער או לבטל את השינויים במאזן ההידרולוגי שנגרמים בעקבות הסבת שטח טבעי לשטח בנוי. גישות תכנון דומות מצויות בכמה מדינות מחוץ לצפון אמריקה. באוסטרליה משתמשים במונח WSUD (Water Sensitive Urban Design); באנגליה המונח המקובל הוא

32 בחינה והתאמה של הפיתוח בעצימה נמוכה (LID) בתנאי הארץ, מחקר 4500288969, ראובן לסטר, רם אלמוג, דן לבני, מאיר רוזנטל, 2009

33 ראו לעיל, פרק ג במסמך זה.

34 בחינה והתאמה של הפיתוח בעצימה נמוכה (LID) בתנאי הארץ, מחקר 4500288969, ראובן לסטר, רם אלמוג, דן לבני, מאיר רוזנטל, 2009.

(SUDS Sustainable Drainage Systems), כאשר בכל מקום ניתן דגש שונה והמוטיבציות לניהול הנגר שונות גם כן. יחד עם זאת, כל הגישות דומות בניסיון של ניהול הנגר העירוני, ומאמץ שהטיפול בו ייעשה בסמוך ככל האפשר למקורו. מכנה משותף נוסף לכל הגישות הוא התפיסה המינימליסטית, המבקשת לחקות את הטבע ככל האפשר, תוך צמצום מרבי של הפגיעה בו.

עקרונות גישת ה-LID

הגישה מבוססת על כמה עקרונות מנחים:

- הפנמה והטמעה של ניהול נגר עילי כמשאב ולא כמטרד, כבר מראשית תהליך התכנון הכולל של התב"ע.
- שחזור המאזן ההידרולוגי הטבעי כיעד לתכנון, קרי: טיפול בעודפי נגר משטח מבונה קשה יותר מאשר במצבו הטבעי לפני הבינוי והפיתוח.
- דגש על נקיטת אמצעי מנע מראש, במקום גישה התומכת בתיקוני נזק לאחר היווצרותם.
- דגש על פעולות פשוטות ולא מסובכות טכנולוגית.
- ניהול וטיפול בנגר העלי בסמוך ככל האפשר למקור היווצרותו.
- ניצול של התהליכים הטבעיים לטובת טיפול בנגר, כדוגמת שימוש בטופוגרפיה קיימת ולא מלאכותית וכן אמצעים להרחקת מזהמים כדוגמת שימוש בביו־פילטר.
- גיוון הנוף העירוני והטבעי תוך שימוש ברצועות ירוקות ופיתוח המרחב הפתוח לקליטה ולהשהיית נגר.

יתרונות גישת ה-LID

לגישה יתרונות רבים, כלכליים, נופיים וחברתיים, ביניהם:

- היא מפחיתה את כמות המזהמים שמגיעים למי הנגר (לדוגמה, מתשטיפי חומרים מזהמים מכבישים או מאזורים תעשייתיים).
- היא מאפשרת העשרת האקוויפרים (אם הם מצויים באזור).
- יישומי השיטה מפחיתים משמעותית את סכנת ההצפות באזור האורבני.
- אימוץ השיטה מביא להפחתה משמעותית בהיקף השימוש בתשתיות הנדסיות.
- השיטה מפחיתה את שטפי הנגר בנחלים הסמוכים לאזורים האורבניים ובכך מקטינה את מידת הנזק ההידרולוגי לאפיקי הנחלים.
- אימוץ הגישה מחולל תעסוקה, בייחוד לאנשי מקצוע ייעודיים כמו הידרולוגיים, גיאומורפולוגיים ומהנדסי מים וניקוז.
- האלמנטים הטכנולוגיים מאפשרים תכנון ניקוז אפקטיבי לטווח ארוך, במקום הצורך המתמשך להגדלת תשתיות הניקוז והרחבתן בהתאם לגידול השטח המבונה במרחב ('Catch Up').

הנחיות משרד השיכון, חוק התכנון והבנייה, תמ"א 34/ב/3 ו-4, תמ"א 35, תמ"א 1 ותמ"מ 10/3 ו-5/2 - מהווים יחדיו את הבסיס החוקי והתכנוני לחובת הבנייה מִשְׁמֶרת המים בישראל בכלל ובאגן הירקון בפרט. ואולם, נמצא שההנחיות בתוכניות אלו הן כלליות מדי ואינן מבוססות על תקנות מפורטות. אם כי, בהיעדר מדריך מפורט, לא יועילו גם תקנות מפורטות ולא יביאו לשינוי בתפיסה. במדינות שבהן מיושמת גישת ה-LID, הנחיות החוק מלוות בתקנות ובספרי הדרכה מפורטים מאוד (Codes of Practice).

ב. נגר עירוני

חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות מגמגם כשמדובר בניקוז עירוני. בפרק הדן בניקוז עירוני, הפריד המחוקק בין 'עיר', 'מועצה מקומית' ו'מועצה אזורית'.[35] בערים ובמועצות המקומיות שחרר החוק מאחריות מלאה את רשות הניקוז – אם וכאשר הרשות המקומית מתכננת ובונה את מערכת הניקוז.[36] עם זאת, רשות הניקוז איננה משוחררת מכל אחריות, הכול תלוי במעורבות שלה בתכנון ובביצוע מערכת התיעול העירוני. לעניין המועצה האזורית, רשות הניקוז אחראית יחד עם המועצה לנושא ניקוז.

אין בכוונתי בפרק זה לדון בשינויים הדרושים בחוק, אלא להציע דרך נאותה לטיפול בנושא מתוך ראייה אגנית. רשות הניקוז אמורה להכין וליישם תכנית מפעל ניקוז אגנית, שתגדיר מפלסי זרימה ואיכויות מים בנחלים, אך היא זאת אשר מגבילה שימושי קרקע בקרבת הנחלים כגון רצועות מגן ופשטי הצפה. יחד עם זאת, הנחלים חוצים ערים וניזונים מתוספת נגר במוצאים העירוניים. על כן, מפעל הניקוז חייב להתייחס לממשק הקיים שבין מערך הניקוז העירוני והזרימה בנחלים. ממשק כזה ניתן להגדרה במוצאי הניקוז העירוניים (תנאי גבול) והוא כולל מפלסי זרימה בנחל בקרבת המוצאים וכן מאפייני תוספת הנגר העירוני (ספיקות, נפחים ואיכויות).

אין ציפייה שרשות הניקוז תכין תכנית מפעל ניקוז בתחום השטח העירוני - זו אכן עבודה של רשות מקומית אשר מכירה את מגמות הפיתוח ועורכת בהתאם את תכניות הבינוי.[37] אך על רשויות הניקוז לתת הנחיות ברורות לערים ולמועצות המקומיות, הן ביחס לייעודי השטחים משני צדי הנחל והן ביחס למגבלות החלות על תוספת הנגר העירוני. הנחיות אלה אמורות להבטיח משטר זרימה תקין בנחלים לאורך זמן, כמו גם את תפקודם הנאות של המוצאים העירוניים.[38]

---

35 ראו סעיף 9: "פרק זה אינו חל לגבי עורקים שהותקנו או סודרו במיוחד על ידי עיריה או מועצה מקומית בתחומה לשם ניקוז מי גשמים אלא במידה שקבע שר החקלאות, בהתייעצות עם שר הפנים, לגבי אותה עיריה או מועצה מקומית, בהודעה שפורסמה ברשומות; לענין זה, 'מועצה מקומית' – למעט מועצה אזורית שהוקמה תוך כדי שימוש בסמכויות לפי סעיף 5(3) לפקודת המועצות המקומיות, 1941".

36 ע"א 1715/14 עיריית חיפה נ' רשות ניקוז כרמל (2015): "חוק הניקוז מסמיך את שר החקלאות להכריז על שטח מסוים כעל אזור ניקוז; ולהקים רשות ניקוז שתהיה אחראית על אזור הניקוז, חלקו, או מספר אזורי ניקוז. רשויות הניקוז מורכבות בעיקר מנציגים של הרשויות המקומיות שבשטחן, ותפקידן של רשויות הניקוז, ככלל, הוא לדאוג לניקוזו הסדיר של התחום שנקבע להן (לפירוט ראו פרק שלישי לחוק). הקמת רשויות הניקוז הפועלות כיום, נעשתה בצו הניקוז וההגנה מפני שטפונות (הקמת רשויות ניקוז) (תיקון), התשנ"ז-1996, ק"ת 111, ואזורי הניקוז. לשלמות התמונה אציין, כי אחריותן של רשויות הניקוז משתרעת בעיקר על תשתית הניקוז האזורית, וכי הניקוז שבתוך השטח העירוני מוטל על הרשויות המקומיות עצמן, זאת מכוח סעיף 235(2) לפקודת העיריות [נוסח חדש] (ראו ע"א 2906/01 עירית חיפה נ' מנורה חברה לביטוח בע"מ, [פורסם בנבו] פסקאות 28-27 לפסק הדין (25.5.2006))."

37 ראו ע"א 2906/01 עירית חיפה נ' מנורה חברה לביטוח בע"מ (2006): "החובות המרכזיות המוטלות על העיריות מפורטות בסעיפים 235-248א לפקודת העיריות [...] ההוראה הרלוונטית לענייננו מצויה בסעיף 235(2) לפקודת העיריות בפרק החובות המוטלות על העירייה, וזו לשונה: (סעיף 235 רחובות): בענין רחובות תעשה העיריה פעולות אלה: (2) תדאג לתיקונו, ניקויו, הזלפתו, תאורתו וניקוזו של רחוב שאינו רכוש הפרט. משהוטלה על העירייה, בין יתר חובותיה, החובה החוקית לדאוג לניקוז רחובות העיר, עליה לצפות כי תושביה עלולים להינזק באם לא תקיים את חובתה זו ולא תדאג להקמת תשתית ניקוז התואמת את הצרכים במקום. אין לקבל בהקשר זה את טענת העיריות כי מדובר בחובה סטטוטורית שאינה מפורטת ועל כן לא ניתן לגזור ממנה חובת זהירות לצורך עוולת הרשלנות. ככל שמדובר בחובה לדאוג לענייני הניקוז ברחובות העיר, החובה שהוטלה על העיריות בסעיף 235(2) לפקודת העיריות ברורה ואין לצפות לכך שבחיקוק יפורטו כל פרטי התשתיות ההנדסיות הנדרשות. חובה סטטוטורית זו יש בה כדי לשמש בסיס לחובת הזהירות הקמה ביחסים שבין הציבור ובין הרשות המקומית, כמי שהופקדה על פי דין לדאוג לרווחתו ולבטיחותו בתחום השיפוט שנמסר לאחריותה".

38 ע"א 2906/01 עירית חיפה נ' מנורה חברה לביטוח בע"מ (2006): "יש להדגיש כי הכשל במערכות הניקוז האזוריות שעליו עמדתי לעניין אחריותה של רשות הניקוז עמק זבולון, אין בו כדי לנתק את הקשר הסיבתי בין הנזק שנגרם כתוצאה מן ההצפות ובין התרשלותן של העיריות בשל אי התאמת התשתית העירונית לצורכי העיר ורחובותיה כאמור. כפי שקבע בצדק בית משפט קמא, קיומן של רשויות ניקוז אזוריות איננה מאיינת את החובה המוטלת על העיריות לדאוג לתשתיות ניקוז עירוניות מתאימות. משכשלו מערכות הניקוז העירוניות בחורף תשנ"ב נושאות העיריות באחריות לכשל זה, אם כי חלקן היחסי במכלול קטן מזה של רשות הניקוז".

עם פרסום תנאים אלה על ידי רשות הניקוז, על הרשות המקומית להיערך למילוי התנאים הללו במוצאי מערך הניקוז לנחלים. רשות מקומית אשר איננה עומדת בתנאים שהוגדרו, תעמוד לדין בגין הפרת תכנית או הוראת חוק העזר על ידי רשות האגנית. מן הסתם, תנאים אלה ישמשו גם כתנאי מתלה לקבל אישור של הרשות האגנית לתכנית תיעול עירוני.

בהקשר אחר, רשות האגן תפקח גם על האמצעים הנחוצים למניעת גלישות לא מבוקרות ממתקני טיפול בשפכים לעבר האפיקים, למשל מאצרות וצנרת חירום לעודפים. הרשות תתנה את אישור מתקן הטיפול בשפכים במילוי תנאי הסף הנחוצים למניעת זיהומים ותטיל קנסות על כל חריגה בכמות או באיכות של ניקוז שפכים לנחלים.

המלצות

1. עריכת פיילוט - ברמה הציבורית (גינות ציבוריות, מגרשי חניה ודרכים מחלחלות), וברמת הפרט (ּגגות ירוקים, קציר גשם, חניה מחלחלת, וטכניקות LID אחרות).
2. מתן תמריצים - לדוגמה הנחה באגרת ביוב, אגרת ניקוז או ארנונה בעבור התקנה של מערכות לטיפול ולשימור נגר. התמריץ מתבסס על חיסכון של הרשות העירונית בהקמת מערכות ניקוז עירוניות יקרות ותחזוקתן.
3. מענק מימון – הקמת 'קרן סיבובית' (revolving fund) כמקור מימון. קרן סיבובית היא קרן המיועדת למטרה מסוימת, שמלווה כספים לפרויקטים ראויים בריבית נמוכה. ההחזרים לקרן ישמשו למימון פרויקטים חדשים לאותה מטרה.
4. אכיפה - אכיפת חוקים ותוכניות המחייבים שמירה על המאפיינים ההידרולוגיים בבנייה חדשה ומקטינים את הנגר עילי ונזקי ההצפות.
5. חקיקה - חקיקת חוק אגני, שיעמיק את התפיסה האגנית וירחיב את הטיפול במכלול מרכיבי אגן ההיקוות, בראייה מתקדמת של הסדרת הניקוז, הגנה מפני שיטפונות, קביעת שטחים לפשט הצפה, שימור קרקע והסרת מפגעי תברואה, יחד עם טיפוח ערכי טבע, ופיתוח של תרבות פנאי, תיירות ונופש.
6. חוקי עזר - חקיקת חוקי עזר, הכוללים הוראות לתכנון ניקוז מקומי, כבישים, גינות וחניות השומרים על המים והסביבה, מקטינים את הנגר עילי ונזקי ההצפות, ומעשירים את מי התהום. מומלץ להכין חוקי עזר לדוגמה להנחיית רשויות מקומיות, ותקנות חוק התכנון והבנייה מיוחדות ל-LID.
7. שינוי חוק המים - לעידוד קציר גשם בשטח הפרטי לשימוש ביתי (לא באזורים חקלאיים, שטחים פתוחים, וכו'), בהתאם להוראות משרד הבריאות ורשות המים.
8. הסבה – הסבת תשתית הניקוז המלאכותית לתשתית ניקוז טבעית.
9. תכנית ביטוח - לישראל דרושה תכנית ביטוח הצפות, בדומה לתכניות הקיימות בארצות הברית. שם הוקמה רשות לאומית לניהול מצבי חירום, המספקת ביטוח במקרה של הצפות. כדי להיכלל בתכנית ביטוח, חייבת הרשות המקומית לאמץ ולאכוף תקנות לניהול פשטי הצפה, ולערוך תכנית מפעל ניקוז, להכין מפות של אזורי הצפות ופשטי הצפה, ולבנות מאגר מידע להגנה מפני הצפות. באותן רשויות אשר עבורן נערכה תכנית והותקנו תקנות על פי ההנחיות בחוק, ובאזורים אלה בלבד, הממשלה הפדרלית מאפשרת לבעלי בתים ורכוש לרכוש פוליסת ביטוח בפרמיה זולה.

תכנית ביטוחית אפקטיבית, יעילה ואיתנה, תלויה בקיומם של המרכיבים הבאים:

- פיזור הסיכון בין מספר רב של מבוטחים על ידי השתתפות רחבה.
- תכנית מיפוי של אזורי סיכון, ותכניות מפעלי ניקוז עם ספיקת תכן.
- השקעת כספים בפרויקטים למניעת שיטפונות.
- תמריצים לשיפור מבנים קיימים ותשתיות באזורים מסוכנים למניעת הסיכון לנזק משיטפונות.
- תנאי תכנון מחמירים לבנייה חדשה באזורי סיכון או אזור שיגרום הצפות במורד, כולל תקנות חדשות.
- חסינות לממשלה ולרשויות ניקוז ונחל מפני תביעות, אלא אם הנזק נגרם מרשלנותם.
- שקיפות, נגישות, ופרסום מידע לציבור, כולל הסיכונים, מפות, עזרה ברכישת ביטוח וצעדים אחרים כדי למזער הסיכונים.

5. אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון

1. מעמד סטאטוטורי לתכנית אב אגנית

ד"ר רוסלה מונטי, מומחית לניהול אגני מאיטליה, הגיעה לדיונים בישראל ותיארה את המתרחש באיטליה - חוק המעניק סמכות לוועדת שרים (חקלאות, תשתיות, סביבה וכו') לאשר תכנית אגנית המחייבת דרכי פיתוח באגן. כלומר, תכנית־על לשמירת אוצרות הטבע לפני תהליכי פיתוח. לתכנית כזו אפשר לקרוא 'שמירת הנחלים תחילה'. רעיון זה שימש לי השראה לכתיבת הסעיף הבא, המבקש לגבש אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון.

חוק רשויות נחלים ומעיינות 1965, משמש פלטפורמה להקמת רשויות נחל ובעקבותיו הוקמה כמתואר לעיל בשנת 1988 רשות הנחל הראשונה בארץ - רשות נחל הירקון.[39] הרשות מחויבת בחוק לעבוד במתווה הדומה לחוק האיטלקי: "לרשות הנחל מוענקות הסמכויות הדרושות לה לשם ביצוע תפקידיה, במסגרת תכנית־אב שתכין...".[40] תכנית האב הראשונה לירקון הוכנה בשנת 1994, וכמו התכנית האיטלקית, אושרה על ידי החלטת ממשלה. במהלך עשר השנים שעברו אושרו חלקי התכנית על ידי מוסדות התכנון, באמצעות שתי תכניות מחוזיות, כך שבסופו של דבר, כמו התכנית האיטלקית, היא קיבלה מעמד סטטוטורי לשמירת הירקון וגדותיו.

כאמור, תכנית האב הראשונה לא דנה באגן ההיקוות כולו, אלא התמקדה בתכנון מיטבי של החלק המערבי של האגן בו זורמים מי הירקון, ובו מתגוררים כשני מיליון איש. בבואה היום לערוך תכנית אב לכל האגן, זקוקה הרשות להפוך את תכנית האב למסמך סטטוטורי מחייב, בישראל וברשות הפלסטינית. מדובר אמנם ביעד קשה להשגה אך איננו פטורים מלנסות להשיגו, אחרת לא נוכל להשקיע בתשתיות לאומיות להגנה על האוכלוסייה משיטפונות מזה, וגם לא נוכל לתת לציבור גישה לאוצרות הטבע היפים והיחידים שנותרו בלב הארץ, מזה.

כמו באיטליה, אני גורס שיש להביא את התכנית לאישור הממשלה, אשר תקבע אזורים ללא בנייה, ואזורים אחרים המיועדים לפשטי הצפה עם תקופת חזרה מקובלת בכל אזור ואזור. לתכנית זו יש לקבל גושפנקה ממשלתית במסגרת תכנית מפעל ניקוז, וזאת משום תכנית מפעל ניקוז ממשלתית גוברת על כל תכנית לפי חוק התכנון והבנייה.[41]

ברשות הפלסטינית יש לשאוף לתכנית אב פלסטינית שתשרטט את חזון התושבים לאגן הירקון – ואדי אל-עוג'ה. על ראשי הערים ברשות הפלסטינית להכין תכנית אב מבוססת על המודל של רשות נחל הירקון. ראשי הערים יציגו את התכנית הפלסטינית לרשות המים הפלסטינית וגם למועצת רשות נחל הירקון.

2. אסדרה משפטית לניהול אגן הירקון: רשות נחל/ניקוז לרשות אגן

כיום קיימים שני גופי ניהול בירקון העוסקים בנושאים דומים, אך עם בסיס סטטוטורי והרכב בעלי עניין שונה: רשות נחל הירקון ורשות ניקוז הירקון.

39 ס"ח 457, עמ' 150.

40 סעיף 5.

41 פרסום, תחילתה ועדיפותה של תכנית ניקוז. סעיף 24: "(א) הודעה על אישורה של תכנית או על הסרתה תפורסם ברשומות, ותחילתה של התכנית היא ביום פרסום ההודעה או ביום מאוחר יותר שנקבע באותה הודעה; תכנית שאושרה, בשינויים או בלי שינויים, תונח לעיון בדרך שנקבעה בסעיף 19; (ב) תכנית שאושרה לפי חוק זה, יהא כוחה יפה מכוחה של כל תכנית בנין עיר".

1. רשות ניקוז ירקון

חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות נחקק ב-1957 ובעקבות צו של שר החקלאות הוקמו רשויות הניקוז הראשונות בשנת 1961. הן הוקמו על בסיס פוליטי ולא הידרולוגי. כך למשל, נחל הירקון לא נכלל בשטח השיפוט של שתי רשויות הניקוז שהוקמו באותה העת. רשות ניקוז איילון הוקמה בשנת 1961,[42] ורשות ניקוז ירקון מזרחי הוקמה באותה שנה, לאחר ששר החקלאות קבע את תחום האחריות של הרשות.[43] לאחר השיטפון של 1991 ודוח מבקר המדינה, פעלה הממשלה לאחד את רשויות הניקוז וצמצמה אותן מ-26 ל-11, על פי אגני ההיקוות. בשלב זה הוקמה 'רשות ניקוז ירקון' אשר החליפה שתי רשויות ניקוז קודמות וכללה גם את השטח של נחל הירקון.[44]

בשנת 2004 הורחבו סמכויות רשות ניקוז ירקון על ידי השר להגנת הסביבה אשר העניק לרשויות הניקוז שתי סמכויות מתוך השבע שהוענקו לרשות נחל הירקון,[45] כמפורט באזכור למטה. יתר הסמכויות, שהן קריטיות לניהול אגני, נשארו באמתחת רשות הנחל ולא הועברו לרשות הניקוז.[46] שר הסביבה גם קבע שבכל תכנית ניקוז תיערך בדיקה סביבתית כדי להכניס את האלמנט הסביבתי בשיקולי ניהול נגר עילי.[47] בהתאם להוראת השר, כאשר רשות ניקוז ירקון באה להכין תכנית מפעל ניקוז, היא אמורה לכנס צוות חשיבה של בעלי עניין שונים, כולל מהגישה הסביבתית.

---

42 ק"ת 1089 תשכ"א-1961 עמ' 784.

43 ק"ת 1219, תשע"ב-1961 עמ' 254.

44 ק"ת 5793, תשנ"ז-1996, עמ' 117.

45 סעיף 3: "(א) תפקידה של רשות נחל הוא לתכנן ולבצע את הפעולות המפורטות להלן, כולן או מקצתן, כפי שייקבע בצו לפי סעיף 2:

(1) הסדרתה של זרימת המים בנחל, במגמה לשמור על מפלס מים מתאים כל חדשי השנה;

(2) ניקוזו הסדיר של תחום הרשות;

(3) קביעת תוואי לנחל, או העברתם של מי הנחל או מקור המים לאפיקים אחרים;

(4) הסרת מפגעי תברואה הכרוכים בזיהום הנחל או מקור המים או בזרימתם המשתנית של מימיו;

(5) שמירת הנוף ומתנות הטבע לאורך הנחל בשתי גדותיו או מסביב למעיין, למעט נחל ומעין שבתחומי גן לאומי או שמורת טבע, כמשמעותם בחוק גנים לאומים ושמורות טבע, תשכ"ג - 1963, והכשרת שטחים אלה לצרכי גנים, נופש וספורט.

(6) הסדרתה של חלוקת המים בין המעוניינים בהם;

(7) הסדרת דרכי השימוש בנחל או במקור המים על ידי המעוניינים

46 הטלת תפקידים. סעיף 2: "על כל רשות ניקוז מוטלים בזה, לגבי כל נחל או כל מקור מים שבתחומה, תפקידים של רשות נחל כמפורט להלן:

(1) קביעת תוואי לנחל, באישור השר ונציב המים;

(2) שמירת הנוף ומתנות הטבע לאורך הנחל בשתי גדותיו או מסביב למעיין, למעט נחל ומעיין שבתחומי גן לאומי או שמורת טבע, כהגדרתם בחוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח-1998, והכשרת שטחים אלה לצורכי גנים, נופש וספורט; תפקיד זה יבוצע בהתייעצות עם השר".

47 סעיף 3: "(א) תכנית שהכינה רשות ניקוז לשם ביצוע תפקידיה לפי צו זה (להלן: התכנית), תאושר בידי השר נוסף על האישורים הדרושים לפי חוק הניקוז וההגנה מפני שיטפונות, התשי"ח-1957, בו התקיים תנאים אלה:

(1) התכנית הוכנה תוך ראיה סביבתית ואקולוגית כוללנית לאגני היקוות שבתחום התכנית;

(2) רשות הניקוז הביאה את התכנית לידיעה המוקדמת של אגף מים ונחלים במשרד לאיכות הסביבה והלשכה המחוזית הנוגעת בדבר;

(3) התכנית כוללת הוראות לשמירת נוף ומתנות טבע . לפי צו זה (ב) התכנית תבוצע באופן בר קיימא תוך התחשבות בתפקוד

עם פרסום תמ"א 34, קיבלה רשות ניקוז ירקון, לכאורה, סמכות נוספת, שהייתה למעשה גלומה ממילא (אינהרנטית) כחלק מסמכויותיה, אבל עם פרסום התמ"א, הפכה ברורה לציבור המתכננים: דהיינו, הסמכות לבקר, ואף לחוות דעה על כל תכנית שעוברת לאישור ועדת תכנון, שיש לה השלכות על מערך הניקוז באגן. אם הרשות משתמשת בסמכות זו ואם לא, אם היא מסוגלת להשתמש בה, ואם ועדות התכנון השונות מתייחסות או "מחויבות" לחוות דעתה של רשות הניקוז[48] קשה לדעת. בכל מקרה לחוות דעתה יש ערך רב יותר ככל שהיא חד משמעית בנוגע לנזק שעלול להיגרם מתכנית הפיתוח.

מכל מקום, שיטת חוות הדעת בתמ"א 34, בדומה לשיטת תסקירי הסביבה על הסביבה, הם תגובה לפיתוח – ולכן היא איננה אפקטיבית ככלי תכנוני אלא ככלי תגובה. ולפעמים רואים בהם מחסום או גורם מפריע בתהליכי תכנון ופיתוח, זאת בשונה לחלוטין מהשיטה האיטלקית, שם תשתית המים הטבעיים ומי התהום היא המכתיבה את הפיתוח. ואילו בארץ, התשתית הפיזית מגיבה לפיתוח ולא להפך. על כן, כמצב אידיאלי, אינני ממליץ על שיטת התגובה, אלא על הפיכת רשות הניקוז לגוף פרו־אקטיבי ועל עריכת תכנית מפעל ניקוז לכל האגן שיקדם אותה כתשתית ראשית. אך גם אם רשות הניקוז תקדם תכנית מפעל ניקוז אגנית, היא איננה יכולה ליישם אותה בהיעדר סמכויות וכאן עקב אכילס שכן אין לה סמכויות אכיפה.

חוק הניקוז השאיר את סמכויות האכיפה בידי רשות המים.[49] בהעדר זרוע אכיפה, קשה יהיה לרשות הניקוז ליישם, לתחזק ולאכוף תכנית מפעל ניקוז אגני שכוללת פעולות לשמירת הסביבה. חסר זה מצטרף לעוד שלשה חסרים בסמכות רשות הניקוז, אשר נמצאים באמתחת רשות הנחל – מה שמונע ממנה להיות רשות אגן: ההרכב המגוון של המועצה וההנהלה של רשות הנחל,[50] הסמכות למנוע זיהום הנחל וסביבתו ומקורות תקציביים עצמאיים.

המערכות האקולוגיות שבתחום התכנית, באיכות מקורות מים, ובהגנה על המגוון הביולוגי; לענין סעיף קטן זה, "באופן בר קיימא" - ניצול משאבי טבע באופן המאפשר לתהליכים טבעיים לחדש את מה שנוצל".

48 ראו:(2007) The European Flood Risk Directive on the Assessment and management of Flood Risks וספר ההדרכה:

Basic Principles and Approaches regarding Sustainable Flood Prevention, Protection and mitigation. בסיס ההצהרה הוא

כדלקמן: "התערבות אנושית בתהליכי הטבע צריכה להיעשות באופן מרוסן ובליווי מנגנונים לפיצוי הפרת המאזן ההידרולוגי והאקולוגי. כדי לשפר את מערך ניהול שיטפונות במסגרת ניהול אגני, יש להסתכל על כלל האגן ולקדם במשותף פיתוח, ניהול ושימור של מים, קרקע ומשאבי טבע. במסגרת זו יש לעבור מגישה הגנתית לדרך של ניהול סיכונים וחיים עם שיטפונות. כדי ליישם מדיניות זו הדירקטיבה מבקשת מכל מדינה להכין דוח הערכת סיכוני שיטפונות ולבחור אזורים ראויים למיפוי שיטפונות. כל תכנית אמורה לציין נקודות תורפה ולהציע דרכי פעולה להקטין את הנזק".

49 איסור על הטיית מים שלא בהיתר. ראו סעיף 4: "(א) לא יטה אדם מים מעורק, ממתקן ניקוז או מצינור ניקוז, לא יטה מים אליהם, לא ישנה את זרימת המים בהם ולא יניח לאחר לעשות פעולה כאמור, אלא בהיתר מאת מנהל הרשות הממשלתית ובהתאם לתנאי ההיתר; (ב) בעורק שכולו ברשות יחידים אין סעיף זה חל על בעלי הקרקעות שיש להם נגיעה לאותו עורק, ועל התופסים בקרקעות אלה, ובלבד שמנהל הרשות הממשלתית הודיע להם כי הפעולות המנויות בסעיף קטן (א) עלולות להביא לידי סכנה של סחף קרקע, שטפון, הצפה, או פגיעה בבריאות הציבור או בחקלאות".
איסור על עיבוד, בניה ומרעה בקרבת עורק. ראו סעיף 5: "לא יקים אדם מבנה, ולא יתקין מיתקן, בעורק, מעליו או ברצועות המגן לא יעבד שם קרקע בכל צורה שהיא, לא ירעה ולא יעביר בהם עדרי צאן, בקר או בעלי חיים אחרים, אלא בהיתר מאת מנהל הרשות הממשלתית ובהתאם לתנאי ההיתר".

50 הרכב רשות הנחל [תיקונים: התש"ן, התש"ן (מס' 2), התשנ"ד, התשס"ג, התשס"ד]. 6. חברים ברשות הנחל הם:

(1) נציגי הממשלה - נציג השר לאיכות הסביבה, נציג שר החקלאות ונציג שר הפנים;

(2) נציגי הרשויות המקומיות - (א)איגודי ערים - איגוד ערים גוש דן (ביוב); (ב)עיריות - בני-ברק, פתח-תקוה, רמת-גן ותל אביב; (ג) מועצות אזוריות - דרום השרון; (ד)מועצות מקומיות - הוד השרון ורמת השרון.

(3) נציגי תאגידים שהנחל משמש גורם במילוי תפקידיהם - חברת מקורות, רשות הגנים הלאומיים, רשות ניקוז ירקון, רשות שמורות הטבע, גני יהושע חברה בע"מ והחברה הממשלתית לתיירות;

2. רשות נחל הירקון

נפנה כעת לרשות הנחל לבדוק את היכולת שלה להכין, להביא לאישור וליישם תכנית אב לאגן הירקון. תחילה יש לומר שזה המנדט הסטטוטורי של הרשות: "לרשות הנחל מוענקות הסמכויות הדרושות לה לשם ביצוע תפקידיה, במסגרת תכנית־אב שתכין ....." ובצו רשות נחל הירקון כתוב בסעיף 4: "תפקידי רשות הנחל הם לתכנן ולבצע את הפעולות המפורטות בסעיף 3(א) לחוק, ובכלל זה לפעול למניעת זיהום הנחל, לשיקומו ולהכשרתו לצורכי קיט ונופש." שני סעיפים אלה מחייבים את רשות הנחל להכין תכנית לאישור הממשלה. שאלת יישום התכנית מתעוררת לא בשל סמכויות הרשות אלא בשל תחום השיפוט שלה.

להבדיל מרשות ניקוז ירקון, תחום השיפוט של רשות נחל הירקון נקבע לאפיק הנחל עד עשרים מטרים מכל צד.[51]

קביעה זו היא מגבלה רצינית ביישום תכנית אגנית, שהרי איך היא תפעל מעבר לעשרים המטרים שנקבעו לה? אמנם אפשר לתת מענה משפטי לסוגיה זו,[52] אך קשה לטעון שהוראה זו היא אידיאלית, ולכן המגבלה הטריטוריאלית משמשת מגבלה ביישום התכנית. למרות שהרכב רשות הנחל לוקח בחשבון מגוון בעלי עניין, להבדיל מרשויות הניקוז, ולמרות שרשות הנחל מוסמכת לקבוע שימושים

(4)נציג בעלי מקרקעין גובלים בנחל - מינהל מקרקעי ישראל;

(5)מן הציבור - שלושה נציגי ציבור כאמור בסעיף 5(5) לחוק;

(6)נציג של הקרן הקיימת לישראל.

51 תחום רשות הנחל ראו סעיף 3:"תחומה של רשות הנחל הוא:

(1)אפיק נחל הירקון וגדותיו שבתחום 20 מטרים מקצה דופן האפיק בכל צד;

(2)אזור מעיינות הירקון המסומן בקו כחול במפה;

(3)יובל נחל הירקון - נחל קנה - בקטע שבין החיבור עם נחל הדס לבין נחל הירקון, המסומן בקו כחול במפה.

52 הטענה היא שרשות הנחל יכולה "לרדוף אחרי הזיהום או החסמים לישום תכנית ניקוש", הכול במסגרת סמכויותיה המפורטות בסעיף 5 לצו הקמת רשות הנחל: "לרשות הנחל מוענקות הסמכויות הדרושות לה לשם ביצוע תפקידיה, ובכלל זה:

(1) סמכויות של רשות ניקוז כאמור בחוק הניקוז וההגנה מפני שטפונות, התשי"ח-1957, אך ורק לגבי שטחים של רשות הנחל שהם מחוץ לתחום רשויות הניקוז הקיימות;

(2) סמכויות למניעת זיהום מים לפי סימן א1 לחוק המים, התשי"ט-1959;

(3) סמכויות של רשות מקומית, בענייני תברואה וסילוק מפגעים, כמפורט בפקודת העיריות ובפקודת המועצות המקומיות;

(4) סמכות של רשות רישוי להתנות רשיון בתנאים מיוחדים, כאמור בסעיף 7 לחוק רישוי עסקים, התשכ"ח-1968, בכל הנוגע לעסקים שיש להם או עשויה להיות להם השפעה ניכרת על זיהום הנחל או שיקומו;

(5) סמכות להכין ולהציע למוסדות התכנון תכניות מפורטות, כאמור בסעיף 67 לחוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965, ככל הדרוש לביצוע תפקידיה;

(6) סמכות למנות מפקחים במסגרת הסמכויות המפורטות בסעיף זה בכל הנוגע לביצוע תפקידיה;

(7) סמכות כאמור בסעיף 18(א) לחוק, להטיל, באישור השר ובכפוף להוראות סעיף 30 לחוק יסודות התקציב, התשמ"ה-1985, תשלומי כסף על הרשויות המקומיות שבתחומה ועל התאגידים שנציגיהם הם חברים או כשירים להיות חברים, לפי מיכסות שתקבע, למימון תקציבה, למעט הוצאות ניקוז; ובלבד שלא יוטלו על רשות מקומית תשלומי כסף לצורך פיתוח ואחזקה של אתרי קיט ונופש שאינם בתחומה, אלא בהסכמת אותה רשות מקומית".

רבים ומגוונים בנחל הירקון וסביבתו לעומת רשות הניקוז, דווקא לרשות הניקוז סמכות לפעול בכל אגן ההיקוות ובאישור המנהל האזרחי גם מחוץ לקו הירוק.

היתרונות והחסרונות הסטטוטוריים המוזכרים לעיל מחייבים שינויים בצו המקים של רשות הניקוז או של רשות הנחל, כדי לשנות את מצבם הסטטוטורי ולהעניק את אשר חסר להם על פי דין. מה שיחייב מיזוג של שני הגופים לגוף אחד: רשות אגן.

3. איך להפוך רשות ניקוז או רשות נחל לרשות אגן מבלי לחוקק חוק רשות אגן?

ראינו כי המגבלות הסטטוטוריות מונעות מרשות ניקוז ומרשות הנחל להיות רשות אגן במתכונת הנוכחית. לאחר שפירטנו את המגבלות, ננסה להסביר כיצד אפשר להסיר את המגבלות באמצעות חקיקת משנה, מבלי להזדקק לחקיקה ראשית.

חוק רשויות נחלים ומעיינות צפה מראש את האפשרות להפוך 'רשות נחל' או 'רשות ניקוז', ל'רשות ניקוז ונחל'. בחוק סעיפים רבים המאפשרים זאת, כפי שנראה בדוגמאות הבאות:

1. המגבלה שחלה על רשות נחל הירקון בעניין תחום השיפוט, התוחמת אותה לאפיק ועשרים מטרים מכל צד, יכולה להשתנות לפי סעיף 26 לחוק רשות נחל, הקובע: "השר, בהסכמת השר להגנת הסביבה, רשאי בצו, לאחר התייעצות ברשויות המקומיות הנוגעות בדבר, לשנות את תחומה של רשות נחל, ומשעשה כך, רשאי הוא, [...] לשנות את הרכב הרשות". פירושו של דבר, כי בפרסום צו, יכול שר הסביבה להרחיב את תחום הסמכות של רשות נחל הירקון לכל אגן הירקון.
2. סעיף 16 לחוק,[53] הופך רשות נחל לרשות ניקוז כאשר שר הסביבה מעניק לה סמכות לנקז את תחומה. לחלופין, שר הסביבה רשאי לשנות את הרכב רשות ניקוז ובכך להסיר את המגבלה של רשות ניקוז לייצג מגוון בעלי עניין.
3. פקודת שימור קרקע קובעת שלרשות ניקוז יש סמכות, לנהל את דרכי עיבוד השטחים החקלאים באגן הירקון.[54] אם שר הסביבה מעניק לרשות נחל הירקון את הסמכות 'לנקז את תחומה', דהיינו להעניק לה סמכויות של רשות ניקוז, תהפוך רשות נחל הירקון אוטומטית לרשות שימור קרקע, בהיותה גם רשות ניקוז. גם המגבלה של חוסר סמכות אכיפה של רשות ניקוז תוסר ברגע ששר הסביבה יעניק לרשות ניקוז סמכויות של רשות נחל. שהרי בחוק רשויות נחלים ומעיינות כתוב שלרשות נחל יש סמכות מקבילה לרשות מקומית וסמכויות למניעת זיהום לפי סעיף א1 לחוק המים וכו'.

לסיכום פרק זה, ראינו שניתן להפוך רשות נחל או רשות ניקוז לרשות ניקוז ונחל, היינו: רשות אגן, ללא הזדקקות להצבעה בכנסת. יש להפוך בשאלה אם הדבר רצוי, ואם לא, לפנות לבית המחוקקים ולהציע הצעת חוק לאישור.

---

53 "הוטל על רשות נחל לנקז את תחומה, רשאית היא להקים לשם כך מפעלי ניקוז ולהטיל ארנונות או מכסות, ולענין זה יחולו הוראות סעיפים 17 עד 43ג, 49 ו-52 לחוק הניקוז כאילו רשות הנחל היתה רשות ניקוז שהוקמה לפי החוק האמור, ובלבד שכל סמכות הניתנת בחוק הניקוז לשר החקלאות או לנציב המים תהא לענין זה בידי השר".

54 סעיף 5: "רשות מרשויות הניקוז שפורטו בתוספת רשאית, באישור שר החקלאות, למנות לתחומה, כפי שצויין בתוספת, רשות שימור-קרקע (להלן: רשות שימור) וכן ראש רשות השימור".

רשימת תרשימים

תרשים ח-1 אזורי שיפוט ממזרח לקו הירוק באגן הירקון 313

רשימת טבלאות

טבלה ח-1 הגנות בחוק לאזורים סביב לנחל 317

תכניות ופרויקטים עתידיים





תוכן העניינים

תכניות אסטרטגיות לטובת הנחל 334

א. הידרולוגיה, ניקוז, מניעת זיהום ושימור קרקע
ב. "המטריצה האגנית"
ג. מורשת ותיירות
ד. חקלאות
ה. מחצבות
ו. מרחב קו התפר
ז. כלכלה אגנית

שימור ופיתוח אגן ההיקוות 335

א. רשות נחל הירקון/רשות הניקוז/הרשות האגנית
ב. רשויות מקומיות
ג. משרדי ממשלה וגופים ציבוריים
ד. שטחי הגדה המערבית

מעבר לפעילות השוטפת של רשות אגנית, החזון לאגן ההיקוות כולל קידום פרויקטים רבים ומגוונים, בכל אחד מהתחומים שנסקרו בתכנית האב. בפרק זה מפורטות הצעות לתכניות ופרויקטים בסדרי עדיפויות שונים, וחלקם בשיתוף פעולה עם גופים נוספים ומשרדי ממשלה.

תכניות אסטרטגיות לטובת הנחל

א. הידרולוגיה, ניקוז, מניעת זיהום ושימור קרקע

1. תכנית לשמירה על מאזן הידרולוגי אגני
2. תכנית לאיתור מוקדי זיהום מרכזיים ומניעתם (כולל בתי בד ומט"שים שממזרח לקו הירוק)
3. הכנת מפת רגישות של אזורים לפי רמות סיכון להצפות (כולל למקרי קיצון) – פירסום וניהול דיון עם הערים והיישובים העלולים להיות מושפעים מהשיטפון ועם משרד האוצר לגבי פוליסות ביטוח
4. שינוי אקלים - הכנת תרחישים ותוכניות היערכות

ב. "המטריצה האגנית"

1. קידום מעמד סטטוטורי לתכנית האב האגנית והכנת תכנית סטטוטורית ל"מטריצה האגנית"

ג. מורשת ותיירות

1. תכנון ופיתוח מרחבי איכות של מכלולי מורשת, ארכיאולוגיה ותיירות ממערב וממזרח לקו הירוק (וחוצי גבולות)* - בשיתוף משרד ראש הממשלה, אגף מורשת, קק"ל, רט"ג, רשות העתיקות, המועצה לשימור אתרים, עיריות ומועצות

ד. חקלאות

1. תכנית אסטרטגית לשילוב החקלאות כחלק ממערכת "המטריצה האגנית" (כולל אספקטים אקולוגיים כדוגמת חיבוריות, סוגי גידולים, ממשק עם הנחלים, התשתיות, תחבורה והשטחים הבנויים – בשיתוף משרד החקלאות ופיתוח הכפר (מסמך התכנון)

ה. מחצבות

1. בחינת המחצבות כחלק מהתכנית הכוללת לשמירה על המאזן ההידרולוגי האגני - בשלב הפעילות שלהן וכלפי תכניות השיקום (נחל רבה, מחצבות נטושות ביער בן שמן, מחצבת נטוף ומחצבות נוספות ממזרח לקו הירוק)
2. שילוב המחצבות כחלק מפרוייקט מכלולי המורשת

ו. מרחב קו התפר

הכנת תכנית כוללת למרחב התפר הכוללת את הפרקים הבאים:
1. היבטים הידרולוגיים, ניקוז ושימור קרקע והממשק עם הנחלים
2. היבטים אקולוגיים, סביבתיים ונופיים

3. חציית כבישים ותשתיות
4. היבטים דמוגרפיים וחברתיים
5. היבטים כלכליים ומשפטיים
6. תכנון "התווך" – השטח שבין הגבול והגדר
7. תכנון מערך לתחזוקה שוטפת
8. עתיד הגדר – בחינת תרחישים וחלופות

ז. כלכלה אגנית

1. תכנית להערכת המיטביות – well being כולל הניידות הבלתי ממונעת, פיתוח עסקי וכד׳

שימור ופיתוח אגן ההיקוות

א. רשות נחל הירקון/רשות הניקוז/הרשות האגנית

1. בדיקת פשט ההצפה באופן תקופתי בהתאם לשינויים באגן
2. הכנת פרוטוקולים והיערכות לאירועים חריגים, על בסיס הגישה המתקדמת של ניהול סיכונים
3. ניהול שוטף ומערכתי של השפכים והקולחים באגן, ובכלל זה גלישות לא מבוקרות לאפיקי הנחל
4. מתן הנחיות הידרולוגיות לרשויות המקומיות, האזוריות ולמוסדות התכנון הממלכתיים

ב. רשויות מקומיות

1. איתור מקורות ומוקדי זיהום ולעשות את הנדרש להפסקתם
2. הכנת תכניות מפורטות לשיקום תפקודי־אקולוגי של צירים אורבניים פתוחים מופרים
3. הכנת תכנית לאצבעות ירוקות לכל הערים והיישובים
4. ניהול הנגר העילי - ייעשה בתאום מלא בין רשות הניקוז/רשות הנחל/הרשות האגנית והרשויות העירוניות והמקומיות
5. פיתוח צירי אופניים

ג. משרדי ממשלה וגופים ציבוריים

1. הגדרת רדיוסי המגן למעיינות הרבים שבמורדות הרי יהודה ושומרון במגמה למנוע את הזדהמותם
2. משרדי ממשלה - הכנת תכנית כוללת לשימור מי נגר / LID
3. מערכות התכנון - לערוך בדיקת זכויות בנייה במרחב התכנית, על מנת להעריך, לווסת ולמתן את השפעות הבנייה על הנחל, ובמקביל לעמוד על היקפי הביקוש לשטחים פתוחים
4. מערכות התכנון - לערוך קומפילציה של תכניות אסטרטגיות לבנייה ולהתאימה לצרכים לאור העליה בחשיבות מרחב הירקון
5. מערכת הביטחון - נדרש לפתח אמצעי התמודדות עם מכשולי זרימה לאורך תוואי גדר הביטחון החוצצת בין שטחי יהודה ושומרון למדינת ישראל
6. קק"ל ורט"ג - חיבור ציר הגבעות למערכת "המטריצה האגנית"

7. רשות המים - המשך פרוייקט המוביל הארצי - "נעים על המוביל"
8. על הגורמים העירוניים המחוזיים והממלכתיים (רשות הטבע והגנים, הקרן הקיימת לישראל, המשרד להגנת הסביבה והרשויות האזוריות והעירוניות) להבטיח קידום מתואם של הרצפים האורבניים הפתוחים, שבילי ההליכה והרכיבה

ד. שטחי הגדה המערבית

1. יצירת קשר שוטף עם הרשויות במעלה, לצורך הטמעת הראייה האגנית בניהול המרחב: הרשות הפלסטינית, המינהל האזרחי, מתאם הפעולות בשטחים
2. אישור התכנית המתייחסת לחלק מהאגן מעבר לקו הירוק הן במנהל האזרחי והן אצל רשות המים הפלסטינית
3. תרגום החלקים העיקריים של תכנית האב לערבית ולאנגלית
4. הקמת מסגרת להחלפת מידע ישראלי פלסטיני - מוצע לקיים מפגשים להחלפת מידע ולימודים משותפים בנושאים שקשורים לאגן המשותף - זיהום מים, תיירות, תכנון ובנייה באגן, וכו'. מפגש בחו"ל יכול לתת "קיקסטארט" להידברות
5. הצגת התכנית לפורומים ישראליים ופלסטיניים - JTC, JWC, משרדי ממשלה, מוסדות אקדמיים
6. השלמת מידע שחסר מהצד הפלסטיני - פרויקט לחוקרים פלסטינים להשלים מידע לתכנית, כגון תכנון ובנייה, זיהום מים, כלכלה, משפט, ביוב, וכו'

”שינוי, מתמשך או מתבקש, הוא המרכיב הדומיננטי בחברה של היום.

החלטה הגיוניות לא יכולה להתקבל מבלי לקחת בחשבון לא רק את העולם כפי שהוא, אלא את העולם שיהיה.”

איזיק אסימוב

