



אגנים ירוקים בהוד השרון

עיקרי המקרה

מערכת של אגנים ירוקים שהוקמה במטרה לשפר את איכות מי הקולחים שזורמים ממכון טיהור שפכים (מט"ש) כפר סבא הוד השרון אל נחל הירקון ולשקם כך את מצב המערכת האקולוגית בנחל. מעבר המים במערכת מביא לסילוק של תרכובות ומזהמים אשר לא מטופלים במט"ש, כגון תרופות, תמרוקים, הורמונים, חומרי היגיינה ותרכובות אורגניות מתועשות מסוגים שונים. טיפול במזהמים אלו חיוני לשמירה על איכות המים והבריאות של החי והצומח בנחל. מערכת האגנים הירוקים משמשת חגורת הצלה לנחל, מאחר שגם במקרה של זיהום חריג או תקלה במט"ש המים עוברים בה ומטופלים לפני שהם מגיעים לנחל. מאז הקמת המערכת מתקיים ניטור רציף שבוחן את העמידה בתקנים שקבעה רשות המים. מי האגנים הירוקים משמשים גם להזנת אגם מלאכותי שהוקם בסמוך להם ולזרימת מים מלאכותית קבועה בנחל הדר באמצעות מערכת סחרור (תמונה 1). האגנים, האגם והנחל יוצרים יחדיו בית גידול לח ופארק אקולוגי עם צמחייה מקומית. הפארק מקושר לרשת השבילים לאורך נחל הירקון, היוצרים יחדיו אתר לפעילויות של פנאי, נופש וחינוך.

(לפירוט על מערכת אגנים ירוקים ראו [נספח 1](#))

רקע

אנשי צוות ושותפים

גורם	אנשי מקצוע	ארגון/חברה
צוות ניהולי	יזם תוכנית אגנים ירוקים	רשות נחל הירקון
ניהול	אורנית גל	אורנית גל בע"מ ניהול וייעוץ כלכלי
ביצוע ופיקוח		קרן קיימת לישראל

צוות תכנון	תכנון עקרוני	סקוט וואלס	Jaques Whitford, North American Wetland Engineering
	תכנון מפורט	אילן הלבץ	לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ
	אדריכל נוף	עמוס ברנדייס	עמוס ברנדייס אדריכלות ותכנון בע"מ
	אקולוג	יונתן רז	רשות נחל הירקון
	צמחייה וגיבון	דן ארמן	
ייעוץ מקצועי	ייעוץ הנדסי		י. לבל מהנדסים יועצים בע"מ
	ליווי מדעי	ד"ר דנה מילשטיין	אוניברסיטת תל אביב
	ליווי מדעי	פרופ' אביטל גזית	אוניברסיטת תל אביב

רשות נחל הירקון	דוד פרגמנט	
עיריית הוד השרון	דרור בן יואב	
רשות הטבע והגנים	רז אמיר	
רשות הטבע והגנים	ניסים קשת	
המשרד להגנת הסביבה	גיל יניב	
רשות המים	אורי שני	
קרן קיימת לישראל	יעל שאלתיאל	
קרן קיימת לישראל	משה כהן	
קרן קיימת לישראל	אבי גפני	
רשות העתיקות	עמית ראם	
עיריית הוד השרון	יזם הפארק הציבורי	
לונטן אדריכלות ונוף	טל וארז לונטן	תכנון הפארק - אדריכלות ואדריכלות נוף

ניתוח אזורי

אגן היקוות ירקון

אגן היקוות ירקון משתרע על שטח של כ-1,800 קמ"ר, מקו פרשת המים הארצית שבהרי יהודה ושומרון במזרח ועד לים התיכון במערב ([איור 1](#)). בצפון האגן גובל באגני ההיקוות של נחל אלכסנדר ונחל פולג. 60% משטח האגן נמצאים בשטחי C-ו A, B, ותוואי הקו הירוק וגדר ההפרדה חוצה אותו בכיוון כללי מצפון לדרום. על פי הניתוח הדמוגרפי של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, משרד הפנים והרשות הפלסטינית לשנת 2014, בשטח האגן כולו, ביישובים ישראליים ובשטחי הרשות הפלסטינית, מתגוררים כ-2.4 מיליון תושבים. שמו הערבי של הירקון הוא ואדי אל עוג'ה ופירושו 'הנחל המתפתל', זאת משם שהנחל חוצה גבולות.

נחליו הגדולים של אגן היקוות ירקון הם נחל ירקון ונחל איילון. יובליו העיקריים של נחל הירקון הם שילה, קנה, רבה, הדס, הדרים ופרדסים, ויובליו העיקריים של נחל איילון הם נטוף, בית עריף, גזר, גמזו, כופר, נחשון, ענבה, שעלבים ושפירים. האגן במדינת ישראל נמצא בתחום אחריות רשות ניקוז ונחלים ירקון. רשות נחל הירקון היא רשות סטטוטורית שאמונה על שיקום הנחל. ממזרח לגדר ההפרדה מנוהלים שטחי האגן בידי המנהל האזרחי והרשות הפלסטינית.

נהוג לחלק את נחל הירקון לשלושה קטעים לפי סוג המים שזורמים בו ואיכותם: בקטע המזרחי זורמים מי נביעה נקיים,

בקטע המרכזי שבו נחל קנה נשפך אל הירקון זורמים קולחים מטהרים ממקורות שונים, ובקטע המערבי שבו הנחל נשפך אל הים זורמים מים מלוחים שהם תוצר הערבוב בין מי הים ומי הנחל ([איור 2](#)). הפרויקט הנוכחי עוסק בהתקנה של מערכת אגנים ירוקים לטיהור הקולחים שזורמים בקטע המרכזי לפני שאלו נשפכים אל נחל הירקון, באגן ההיקוות המשני של נחל קנה.

מיקום ודמוגרפיה

האגנים הירוקים נמצאים בתחום השיפוט של עיריית הוד השרון והם מחוברים לנחל הדר ונחל קנה שזורמים אל הירקון. ממערב לאגנים נמצאת רמת השרון (מערבית לכביש 4), מדרום פתח תקוה (דרומית לכביש 5), וממזרח – אזור התעשייה נווה נאמן ושכונת נווה נאמן בהוד השרון. הערים הסמוכות שהשפכים שלהן מטופלים במערכת הן הוד השרון (כ-63,000 תושבים) וכפר סבא (כ-100,000 תושבים). הדירוג החברתי- כלכלי של הוד השרון הוא 9 ושל כפר סבא הוא 8 מתוך 10 (מדד אשכול, 2017).

בצמוד לאגנים הירוקים, על שטח של כ-200 דונם, הוקם פארק נחל הדר, שעתיד עוד לגדול ולהתרחב ([על הפארק באתר עיריית הוד השרון](#)).

מסגרת תכנונית

הפרויקט הוקם כחלק מתוכנית רחבה לשיקום נחל הירקון ('גאולת הירקון'), שמטרתיה המרכזיות הן שיקום גוף המים ופיתוח סביבתי בגדות הנחל לשימושי פנאי ונופש. תוכנית גאולת הירקון מבוססת על תוכנית האב לנחל הירקון משנת 1996 (רחמימוב, 1996), ואושרה [בהחלטת הממשלה בשנת 2003](#). כדי להשלים את תהליכי השיקום שהחלו הוכנה תוכנית 'גאולת הירקון ב', שאחד ממרכיביה הוא מערכת הטיהור של האגנים הירוקים.

תהליכים מקדימים

נחל הירקון - מאז ועד היום

מפעל ירקון-נגב: ייבוש נחל איתן

עד אמצע המאה העשרים היה נחל הירקון נחל איתן. ספיקת המעינות בו הגיעה ל-25,000 מק"ש. מקור המים משך אליו את תושבי הארץ: עולים ממזרח אירופה הקימו בסמוך אליו את היישוב ירקונים (אך נטשו אותו לאחר זמן קצר), ענף הפרדסנות התפתח לאורכו והנחל היה מוקד לפעילות ספורט, נופש ותרבות (תמונות 2, 3). ב-1955 הסתיימה הקמת מפעל המים קו ירקון-נגב והחלה שאיבה של מי המעינות של הירקון והזרמתם דרומה. עקב כך פסקה זרימת הבסיס בנחל וחלקים ממנו התייבשו. החל מסוף שנות החמישים החלה הזרמה של מי ביוב לנחל הירקון, דבר אשר הפך את הנחל מנחל איתן נקי לנחל מזוהם, למטרד ולמפגע בריאותי. בעשורים שלאחר מכן הפך הנחל למובל לשפכים עירוניים ובמימיו זרמו מי ביוב, חומרים רעילים ופסולת רבה. בשנת 1997, בטקס הפתיחה של המכבייה ה-15, התמוטט גשר ארעי שהוקם מעל לנחל, וחלק מחברי המשלחת האוסטרלית נפלו למים המזוהמים. רבים מחברי המשלחת נפגעו וארבעה אנשים מצאו את מותם. החולי והמוות נגרמו בעיקר מהחשיפה לחומרים הרעילים שנשפכו לבוצה בקרקעית הנחל. אסון המכבייה העלה את המודעות למצבו העגום של נחל הירקון ולהבנת הצורך בשיקומו.

גאולת הירקון

המודעות הגוברת למצבו העגום של נחל הירקון הובילה לאישור מפעל שיקום הירקון בשנת 2001 ובהמשך לאישור תוכנית גאולת הירקון בשנת 2003 בהחלטות ממשלה. התוכנית פותחה על בסיס [תוכנית האב לירקון](#) שהוכנה כבר בשנת 1996 ויעודה להביא לקיום של מערכת אקולוגית יציבה בנחל הירקון, שתספק מגוון של שירותי מערכת, כגון מרחב לטיילות, נופש וספורט (כולל שיט) לתושבי האזור. התוכנית קבעה כי יש להזרים אל הירקון מים שפירים ולהבטיח את איכותם. לשם כך יש לנטר את איכות הקולחים המוזרמים לנחל, בהיותם מקור המים העיקרי בו ([איור 3](#)). הוחלט כי על כל מכוני טיהור השפכים המזרימים את מימיהם אל הירקון לעמוד בתקנות שקבעה ועדת ענבר בשנת 2001. מטרת תקנות אלה להגן על בריאות הציבור, למנוע זיהום מקורות מים משפכים וקולחים, לאפשר ניצול חוזר של מי קולחים כמקור מים ולהגן על הסביבה, לרבות על המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי שבה, הקרקע והגידולים החקלאיים. נקבע כי הדבר ייעשה בין היתר באמצעות הטלת חיובים וקביעת הוראות בהתאם להוראות תקנות אלה.

(ראו: [החלטת ממשלה בתוכנית 'גאולת הירקון'](#), [מרכיבי תכנית 'גאולת הירקון ב' באתר רשות נחל הירקון'](#))

חידוש זרימת המים בירקון - שילוב בין מים שפירים ומי קולחים

לצורך שיקום הנחל והפיכתו לנחל נקי ונעים התומך במגוון ביולוגי עשיר, יש צורך ביצירת מערכת שזורמים בה בקביעות מים באיכות טובה. בתוכנית האב לנחל הירקון נקבעה הספיקה המומלצת של מים שפירים לשיקום הנחל - 2,500 מ"ק/שעה. כאשר אושרה תוכנית 'גאולת הירקון' בממשלה הוחלט שאל הירקון יוזרמו מים שפירים בספיקה של 400 מ"ק/שעה בלבד, וההשלמה תהיה על ידי קולחים ממט"ש כפר סבא הוד השרון. בתחילת שנות האלפיים זרמו בירקון כ-1,000 מ"ק/שעה קולחים מהמט"ש וסך הספיקה נאמדה לפיכך ב-1,400 מ"ק/שעה. ספיקה זו נמוכה בהרבה מהספיקה ההיסטורית הטבעית בנחל (25,000 מ"ק/שעה) ואף מהספיקה המומלצת לצורך שיקום הנחל. מאז עלתה כמות המים השפירים המוזרמת לנחל, וכיום מוזרמים אליו כ-1,100 מ"ק לשעה של מים שפירים, עם יעד עתידי של 1,800 מ"ק לשעה. עם זאת, כל עוד נמשכת גם הזרמתם של קולחים, מי הנחל ממשיכים להיות מזוהמים ושיקום המערכת האקולוגית מתעכב.

מטרה ויעדים

תיאור פרויקט האגנים הירוקים - מתכנון לביצוע

המניע לפרויקט - שיפור איכות מי הקולחים שזורמים אל נחל הירקון

איכות הקולחים לאחר טיפול שלישוני נמצאת בהלימה עם דרישות התקנות לבריאות הציבור, אולם בכל זאת נותרים בהם מזהמים בריכוזים גבוהים שלא מטופלים במסגרת תקנים אלו. מזהמים אלו, כגון שאריות תרופות, הורמונים, חומרי הדברה, תמרוקים וחומרי היגיינה, מסכנים את המערכת האקולוגית של הנחל ואת בריאותו. נוסף על אלו, ריכוזי הזרחן הגבוהים בקולחים גבוהים מדי ומעודדים פריחת אצות בנחל. במערכת אגנים ירוקים מתקיים תהליך של פירוק חלקי או מלא של מזהמים והעשרה של המים בחיידקים חיוניים שנהרסים בתהליכי הטיפול במט"ש. חיידקים אלו הם חלק משרשרת המזון והחיים בנחל ועל כן הם חיוניים כל כך. המערכת הוקמה בסמיכות למט"ש כדי לטפל במים שזורמים אל הירקון דרך היובל המרכזי - נחל קנה ([איור 4](#)).

מטרות הפרויקט

הגנה על נחל הירקון מתנודות צפויות באיכות הקולחים המוזרמים לנחל וטיהור הקולחים ממזהמים שאינם מטופלים במט"ש. המערכת תתפקד בית גידול לח שמעשיר את הקולחים בביומסה חיידקית חיונית לפני הזרמתם לנחל הירקון, ותשמש חיץ שמגן על נחל הירקון מפני אירועי זיהום חריגים. זאת כדי שהנחל ישוב להיות נקי ולספק שירותי פנאי ונופש לתושבי האזור.

יעדים

1. שיפור איכות המים הזורמים בנחל הירקון עבור שיקום המערכת האקולוגית בנחל.
2. יצירת חיץ למיתון תנודות צפויות באיכות הקולחים על ידי השהיית המים במערכת מנוהלת.
3. הטמעת מערכת אגנים ירוקים בסביבה שתתפקד כבית גידול לח עם צמחייה מקומית בדומה לבית הגידול שהיה בעבר בירקון. ההטמעה נעשית בהתאם לעקרונות האקו-הידרולוגיה.
4. יצירת אתר קולט קהל בעל ערכיות אסתטית גבוהה ([תמונה 4](#)).

הקמת פארק בנחל הדר (שלב ב')

כשנתיים לאחר הקמת האגנים הירוקים הקימה עיריית הוד השרון מסביבם את פארק הוד השרון. ייעודו של הפארק לחבר בין הריאות הירוקות בעיר והשטחים הפתוחים ועל ידי כך להגדיל את המגוון הביולוגי ולספק אתר פנאי ונופש לתושבים. בפארק הוד השרון אגם ונחל איתן מלאכותי עם שבילי הליכה, גשרים, שבילי אופניים, פינות ישיבה ובית קפה ([איור 5](#)).

סטטוטוריקה

פרויקט האגנים הירוקים הוא אחת מהתוספות לתוכנית גאולת הירקון ומופיע בתוכנית גאולת הירקון ב (לפרטי התוכנית ראו תמ"מ/10/3 באתר מנהל התכנון).

האישורים לביצוע האגנים הירוקים ניתנו מכוח תמ"מ 10/3, תוכנית מתאר מחוזית לתחום מרחב הירקון במחוז מרכז. במסגרת התמ"מ יצרה עיריית הוד השרון נספח תכנון ליצירת קשר הדרגתי לירקון, כך שתיווצר דופן עירונית ובה שלוש רמות של נגישות לתושבים: רצועת פארק עירוני שבה נמצאים האגנים הירוקים והיא צמודה לעיר (אינטנסיבית); רצועה מרכזית שבה עובר נחל הדר; ורצועה חיצונית קרובה לנחל הירקון (אקסטנסיבית).

היבטים קנייניים

האגנים הירוקים הוקמו בתחום השיפוט של עיריית הוד השרון, בשטח חקלאי שנמצא באחריות מנהל מקרקעי ישראל. עד לתכנון האגנים הוחזר השטח על בסיס שנתי לחקלאי רמת הדר, ולצורך הקמת האגנים הוא הוכרז לרשות נחל הירקון. שטח זה נבחר מכיוון שתאם את הדרישות: אדמת מנהל סמוכה למט"ש ולנחל. שטח האגנים הירוקים הוא 43 דונם ברוטו.

היבטים הידרולוגיים והנדסיים

מבנה האגנים ירוקים

מערכת אגנים ירוקים עובדת בשיטת (SSF) Subsurface Flow – מערכת שמתקיימת בה זרימה אנכית בתווך של מצע אבני (איור 6). הקולחים מוזרמים אל האגנים הירוקים ועוברים תהליך טיהור דרך ביופילם (מרבד חיידקים שחי על מצע מוצק) שמתפתח על מצע של אגרגטים ייחודיים. במעבר המים דרך הביופילם מתקיימים שני תהליכים חשובים – אירובי (כולל חמצן) ואנאירובי (ללא חמצן), ששילובם הוכח כיעיל לפירוק המזהמים שנותרו בקולחים (לפרוט על המערכת ראו [נספח 1](#)). במערכת בהוד השרון שתי בריכות מחוברות זו לזו אשר המים זורמים בהן במקביל ובדירוג. בכל אחת מהבריכות מתקיים בנפרד ולסירוגין תהליך של מילוי וריקון, שלאחריו הבריכה נותרת ריקה עד למילוייה החוזר. הבקרה על ריקון הבריכות ומילויין היא באחריות רשות נחל ירקון. אלו פרטי השלבים:

1. **מילוי בזרימה אנכית** – המים נכנסים לאגנים דרך צינורות כניסה ומתפזרים בהזנה עם השפצה לצורך אוורור בכל רחבי הבריכה. המים הנכנסים לאגן הם מים בתנאים אירוביים ([תמונה 5](#)).
2. **שהות באגן** – תוך כדי מילוי הבריכה וריקונה מי הקולחים עוברים בין אגרגטים ובשלב הזה מתרחשת ניטריפיקציה. החיידקים קושרים את החומר האורגני/המזהמים וצורכים אותם.
3. **ריקון בזרימה אנכית** – ריקון המים נעשה בצורה אנכית דרך שכבות המצעים שמרכיבות את קרקעית הבריכה: שכבת דולומיט בעובי 40 ס"מ, תחתיה שכבת בזלת (30 ס"מ) ותחתיה שכבה נוספת של דולומיט (30 ס"מ). מנגנון הריקון מופעל על ידי סיפון (צינור ריקון) שאינו מצריך אנרגיה ומכניקה ועובד כווסת. כשהמים מגיעים לגובה הסיפון הבריכה מתרוקנת במהירות, והירידה המהירה של מפלס המים גורמת לאוורור וליצירת תנאים אירוביים במערכת. מצינורות ההרקה יוצאים המים החוצה בצינור דרך סוללת הבריכה.
4. **הבריכה ריקה** – שלב זה הוא שלב חיוני שבמהלכו מתרחשים תהליכי פירוק רבים. לצפייה בחתכי התוכנית מטעם א' הלבץ, 2007: [חתכים עקרוניים](#), [צנרת הזנה ואוויר](#), [שוחת סיפון והרקה](#), [תנוחה כללית](#).

אגנים ירוקים כמגן ומטפל בכשלים של המט"ש

במקרה של כשלים ובעיות תחזוקה במט"ש עלולים להגיע לאגנים מים באיכות נמוכה מזו הנדרשת על פי ועדת ענבר. במקרים קיצוניים מגיעים גם מי ביוב גולמי, ואלה עלולים לפגוע בתפקוד המערכת האקולוגית הרגישה למשך שנים. מעבר המים באגנים מסייע בזיהוי התקלה מאחר שהם מנוטרים כל העת ומטפל בכשלים אם נוצרו. מעצם כך האגנים משמשים חוצץ שמונע זיהום מיידי וחרף של הנחל. הגנה זו היא תוספת ליעוד העיקרי של ההמערכת – לטפל במזהמים שאינם מטופלים במט"ש.

משטר הזרימה

המים הזורמים לאגנים הירוקים הם מי הזרמות מלאכותיות של קולחים. משטר הזרימה לאגנים הירוקים קבוע באופן יחסי, שכן הוא מבוסס על אספקת קולחים ממט"ש כפר סבא הוד השרון. עם זאת, הזרימה משתנה לאורך השנים כתלות בביקוש של צרכנים נוספים, כגון חקלאים המשתמשים במים הללו להשקיה. האגנים מתוכננים עבור ספיקה של 1,500 מ"ק לשעה, אך בעקבות העלייה בביקוש לקולחים הספיקה כיום היא כמחצית מכך (כ-750 מ"ק לשעה). על פי חלק מהתחזיות, כמות המים צפויה לעלות בעתיד, וייתכן שיהיה צורך להקים אגן נוסף.

היבטים אקולוגיים ואקו-הידרולוגיים

בתי גידול

הפרויקט שם לו למטרה ליצור בית גידול לח עשיר בצומח ובעלי חיים – באגנים עצמם ובשלב ב' באגם המלאכותי ובנחל הדר שקולטים את המים שעברו באגנים הירוקים.

במרוצת הזמן התפתח באגנים הירוקים ובהמשך גם בפארק הוד השרון בית גידול לח עם מאפיינים של בריכות חורף, המשמש מקום מחיה עבור מינים רבים של בעלי חיים ממגוון של קבוצות טקסונומיות ([תמונה 6](#)).

מי האגנים הירוקים מוזרמים למורד נחל קנה ובזכותם נוצר בקטע זה בית גידול לח יציב וערכי, עם מים באיכות גבוהה יותר. בנקודה שבה נשפכים המים מהאגנים אל הנחל נעשו עבודות חפירה ששינו את שיפוע הקרקע. בעקבות זאת, חלק קטן (כ-10-20 אחוזים) מהספיקה שיוצאת מהאגנים זורם במעלה הנחל ונאגם מעל נקודת החיבור לשפך האגנים. כאשר אין הזרמה של מים מהאגנים, המים שנאגמו במעלה הנחל זורמים אל מורדו בספיקה נמוכה, וכך נשמרת זרימת מים קבועה במקטע נחל קנה.

נוסף על כך, בנחל קנה נשמרת כיום זרימה קבועה של עודפי קולחים ממכון טיהור שפכים הנמצא ביד אליהו.

שיקום אקולוגי צמחי

בחירת הצמחייה לאגנים הירוקים הותוותה מאופן פעילות המערכת והצרכים האקולוגיים והנופיים. העקרונות שהובילו את קבלת ההחלטות הם: (1) בחירה במיני צומח שישירותו את תפקוד האגן הירוק ויתאימו למשטר המים בבריכות (מחזוריות של מילוי וריקון מספר פעמים היום); (2) עמידות והתאמה לאיכות המים שעוברת באגנים (בעלת רמת המליחות הגבוהה); (3) התאמה לכמויות המים (כ-1000 מ"ק/שעה). בשל הדאגה לשיקום המערכת הטבעית בירקון, הוחלט על שימוש במינים מקומיים ככל האפשר (מינים של בית הגידול ההיסטורי בירקון, כגון גומא הירקון). לצורך יצירת מגוון ביולוגי ונופי נבחר מגוון רב של צומח עשבוני, משתרע עד זקוף (28 מינים, 16 מהם בתוך בריכות האגן), המאפיין בתי גידול לחים ודורש תחזוקה מינימלית ([תמונה 7](#)). כדי לשמור על מגוון זה הוחלט שלא לשתול מינים דוגמת קנה מצוי וכנה הודית שעשויים להתפשט ולהשתלט על השטח. תכנון הנוף נעשה על ידי עמוס ברנדייס על בסיס רשימה שהכינה ד"ר מרגרטה וולצ'ק, אקולוגית צמחים ברשות הטבע והגנים (מקור: [פרויקט 'גאולת הירקון', 2010](#)). זרעים של הצמחים הנבחרים נאספו מהאזור וגודלו לצורך הפרויקט במשתלת חישתיל.

עבודת השתילה נעשתה בהדרגה במשך שלוש שנים, בשיתוף עם דן ארמן, יעוץ ותכנון לגינון (תמונות 8, 9). באופן מכוון נותרו חללים ריקים שלא נשתלה בהם צמחייה, ולכן לאחר השתילה הראשונית נעשו עבודות תחזוקה למניעת השתלטות של צמחייה פולשנית ובוצע מעקב שוטף אחר התפתחות הצמחייה. על פי תוצאות הניטור נקבעו השתילות הבאות בחללים שלא התמלאו מעצמם.

כבר לאחר השתילה הראשונית, שנעשתה לצורך תפקוד האגנים (שורשי הצמחים משמשים כשטח פנים נוסף לגידול חיידקים ומעודדים חילוף גזים במים), החלה להתפתח במקום מערכת אקולוגית של צמחים ובעלי חיים. (לפירוט ראו: [פרויקט 'גאולת הירקון', 2010](#)).

על אף המאמצים שנעשו בשלב התכנון ובשלב הביצוע, במרוצת השנים המינים הנדירים נעלמו ומינים פולשים חדרו לשטח.

איכות המים

האגנים הירוקים משפרים את איכות המים המוזרמת לנחל ירקון ([איור 7](#)). בזכות זאת בעלי חיים האופייניים לבית גידול לח ולנחלים, כגון דגים וצבים רכים (תמונות 11, 12), שבו לנחל הירקון. יש לציין שהמערכת האקולוגית של בתי גידול לחים, על כלל בעלי החיים שבה, החל מחסרי חוליות זעירים ועד לדגים או זוחלים גדולים כגון צבים, רגישה מאוד לאיכות מים ירודה. איכות המים שהגיעה ממט"ש כפר סבא הוד השרון בשנים האחרונות הייתה תקינה (רז, 2019) ([לדוחות נוספים](#)), וההשוואה במדדים כגון עכירות, חנקן, ניטראט, מוצקים מרחפים וחיידקי קולי צואתי הראתה שיפור בערכים (נמוכים יותר) באופן מובהק ביציאה מהאגנים, במים שזורמים אל הירקון.

נמדדה עלייה ניכרת בחיידקים אנטרוקוקיים, ככל הנראה מכיוון שהאגנים משיבים מערכת של חיידקים למים (מערכת אשר נפגעה כתוצאה מטיהור באמצעי UV ביציאה מהמט"ש). כמו כן נמדדה עלייה קטנה באחוז הזרחן בין הכניסה לאגנים ליציאה, מכיוון שלא בוצע קציר צמחייה לסילוק זרחן. היום, ערכי הזרחן נמוכים מאלו הנדרשים על ידי ועדת ענבר ולא נצפית בעיה הנובעת מעודף זרחן בנחל. בעת הצורך יבוצע באגנים קציר צמחייה להורדת ריכוזי הזרחן (לפרטים נוספים – [דוח מצב הירקון, 2019](#)).

שיתופי פעולה

האגנים הירוקים הוקמו בשיתוף פעולה של גורמים רבים, ובהם עיריית הוד השרון שבתחומה נמצאת התוכנית. העירייה היא האחראית גם להקמת הפארק העירוני. שיתופי פעולה נוספים נעשו עם חוקרים מגופים אקדמיים שונים (האוניברסיטה העברית בירושלים ואוניברסיטת באר שבע), אשר ייעצו ונתנו חוות דעת מומחים, ועם רשות הטבע והגנים, קק"ל, קק"ל אוסטרליה והמשרד להגנת הסביבה, שליוו את הפרויקט והשתתפו במימונו.

חינוך, הסברה ותיירות

התוצרים של פרויקט גאולת הירקון, והאגנים הירוקים במיוחד, מציעים כר נרחב להדרכות, חינוך, מפגש עם הטבע ופעילויות חקר – הן עבור בתי ספר והקהילות המקומיות הן עבור גורמים מקצועיים, אקולוגים ומתכננים מהארץ ומהעולם, המעוניינים ללמוד על הפרויקט ולהוביל מהלכי שיקום דומים.

צוות רשות נחל הירקון מעביר באגנים הירוקים ובפארק האקולוגי הדרכות והשתלמויות למורים, למורי דרך ולמדריכים. לבד מהתפקיד החינוכי, האגנים, הפארק האקולוגי שסביבם ונחל הדר יוצרים יחדיו ריאה ירוקה המחוברת ברצף שבילים לשביל ישראל ולשביל ג'פים כחול היוצא מכביש 402. בכך הם מהווים אתר תיירות ונופש לקבוצות, למשפחות וליחידים.

ארכאולוגיה

כ-150 מטרים מערבית לאגנים הירוקים שוכן תל קנה (בערבית תל אל-מוחמר). התל נסקר עד כה פעמים אחדות, אך עדיין לא נחפר ונחקר ביסודיות. הממצאים מהתל מלמדים על רצף התיישבותי מימי הכנענים ועד ימי שיבת ציון, ויש בהם גם ממצאים הלניסטיים ורומיים, ביזנטיים וערביים (קדמון יצחק, "תל קנה – תל אל מוחמר", חדשות השרון, 1.10.99). קו התפר שבין מישור החוף להר היה לאורך ההיסטוריה קו גבול ונקודת מפגש וחיכוך בין תרבות ההר ותרבות הים. דוגמה לכך היא המתח שבין העברים והפלישתים, המתואר בהרחבה בתנ"ך. ההיסטוריה רבת הכיבושים והמלחמות בארץ ישראל, הכוללת החלפות חוזרות ונשנות של שלטון ותרבות, ניכרת בממצאים המגוונים שבתל. בשנת 2007, לפני הקמת האגנים, נערכו בתל ובשטחים החקלאיים הסמוכים לו ממזרח חפירות בדיקה מטעם רשות העתיקות, במימון רשות נחל הירקון. בחפירה נתגלו קבר מתקופת הברזל 2, חרסים וגת, ולא נמצאו ממצאים המעידים על המשכו של התל ממזרח לתל המוכר לנו כיום (אדווין ק"מ ון דן ברינק, 2007, רשות העתיקות). בשל הפוטנציאל הארכאולוגי הגבוה של האזור הוחלט שעבודות הפיתוח של האגנים יהיו בשיטת "כיסוי לדורות" – בנייה באמצעות הרבדת קרקע וללא חפירות עמוקות כדי להימנע מפגיעה בעתיקות עצמן ([תמונה 12](#)). אומנם בגלל מערכת האגנים לא מתאפשרת חקירה ארכאולוגית נוספת במקום, אך הממצאים הקבורים לא נפגעים (מקור: [חפירת בדיקה בתל קנה](#)).

נוף

אגנים ירוקים

הנוף של האגנים תוכנן על ידי אדריכל עמוס ברנדייס ואדריכלית נוף יעל כתב ([איור 8](#)). הגישה התכנונית הייתה שהאגנים צריכים ליצור פארק בעל ערכיות נופית, מונגש לציבור עבור נופש ופעילויות חינוך והדרכה. התוכנית כללה את תכנון הצמחייה (ראו פרק [שיקום אקולוגי צמחי](#)), וניתן דגש לצמחייה מגוונת בגובה נמוך ובינוני, ליצירת חוויה עשירה למבקרים באתר וליצירת מגוון של בתי גידול עבור בעלי החיים. כמו כן נכלל בתוכנית תכנון לשבילי הולכי רגל ורוכבי אופניים, שלטי הסברה, הוספה של פרגולה ופינות ישיבה. הפרגולה לא בוצעה בפועל ממגבלות תקציב.

פארק נחל הדר (שלב ב')

פארק ששומר על צביון טבעי ושבמרקזו אגם מלאכותי וסביבו פרגולות, פינות ישיבה ושבילים. הפארק תוכנן על ידי אדריכלי נוף טל וארז לוטן. (לפרטים ראו: [נספח 2](#))

כלכלה, ניהול ותחזוקה

כלכלה ותקציב

עלות ההקמה

עלות התקנת האגנים הירוקים הוערכה ב-21 מיליון ש"ח, והיא מומנה בידי ארבעה שותפים: קק"ל, קק"ל אוסטרליה, המשרד להגנת הסביבה ורשות נחל הירקון. רוב עלויות התכנון והביצוע כוסו מתרומת יהדות אוסטרליה, אשר התגייסה לשיקום הירקון בעקבות אסון גשר המכבייה (תמונה 13).

עלויות שנתיות לתפעול, תחזוקה וחידוש

העלויות השנתיות של תחזוקת האגנים הירוקים הן נמוכות משום שהמערכת מתחזקת את עצמה וכמעט שלא נדרשת השקעה נוספת עבור תחזוקה וחידוש. עלות התחזוקה מורכבת מעלות של תפעול תחנות השאיבה ומערכות הבקרה, ניטור איכות המים והגיבון, והיא ממומנת מהתקציב השוטף של רשות נחל הירקון. ניטור איכות המים נעשה בתדירות גבוהה בשנים הראשונות. לאור תוצאות יציבות שהתקבלו במדידות הוחלט להפחית במספר המדידות בשנה. עבודות הגיבון הן לשם תחזוקה בלבד, כגון גיזום על פי הצורך, מכיוון שהאגנים יוצרים מערכת של אחו לח המתחזקת את עצמה.

סיכום ולקחים

הפרויקט כיום

פרויקט האגנים הירוקים הושלם בשנת 2013, וכיום המערכת יציבה ומתפקדת (תמונה 14). בשנת הפעילות הראשונה (2010) יעילות המערכת הייתה נמוכה יחסית, מכיוון שפעילות המערכת תלויה בהתפתחות ביומסה של חיידקים וצמחייה. למרות זאת, כבר בחודש הראשון להפעלת האגנים המים שיצאו מהם היו באיכות גבוהה יותר מהמים שנכנסו אליהם. בשנה השלישית להקמה המערכת כבר תפקדה במלואה, והחל משנה זו והלאה איכות המים שבאגנים טובה ויציבה, דבר המעיד על מערכת ביולוגית בריאה ובת קיימה.

מדדי הערכה של הצלחת הפרויקט

המטרה הראשית של הפרויקט - שיפור איכות המים המגיעים ממט"ש כפר סבא הוד השרון - הושגה בהצלחה, ואיכות המים היוצאים מהאגנים טובה יותר מזו של המים הנכנסים אליהם. מדדים נוספים להערכה הם: תפקוד האגן כפארק ואתר נופש וטיילות וכאתר לפעילויות של חינוך והסברה; היעדר מטרדי ריח; פרויקט בר קיימה שאינו דורש תחזוקה רבה; ומערכת אקולוגית רציפה ומתפקדת.

תוכנית ניטור מוסכמת ומתוקצבת מראש

יעילות הרחקת המזהמים באגנים הירוקים נמדדת בתוכנית ניטור שאושרה ונמצאת באחריות רשות נחל הירקון. בתוכנית הניטור המלאה מפורטת תדירות הדיגום של ריכוזי המזהמים ואיכות המים בכניסה לאגנים וביציאה מהם (החל ממדידה רציפה וקבועה ועד דיגום חד שנתי). נוסף על אלו האגנים נדגמים לאחר אירועים חריגים. להרחבה ראו: [תוכנית הניטור - אגנים ירוקים נחל הירקון](#)

תובנות ולקחים לעתיד

גמישות בניהול מקורות הזרימה לאגן

נחל הירקון מקבל קולחים משלושה מט"שים - מט"ש כפר סבא הוד השרון, מט"ש דרום השרון ומט"ש רמת השרון. בעוד המים ממט"ש כפר סבא הוד השרון מוזרמים לירקון לאחר המעבר במערכת האגנים הירוקים, הקולחים משני המט"שים

אחרים זורמים ישירות לנחל. לכך יש שני חסרונות עיקריים:

1. האגנים הירוקים עובדים בקיבולת חלקית בלבד. למרות היכולת לקבל כמות גדולה יותר של מים, שיעלו את ספיקת המים בירקון, אין דרך להשתמש בהם עבור מים ממטש"ם אחרים.
2. במקרה של כשל והזרמת מים מזוהמים ומי ביוב גולמי לירקון ממקורות אחרים, אין דרך לתפוס את המים ולהעבירם לאגנים לטובת טיפול ראשוני לפני שיזהמו את הנחל.

הזרמת קולחים לנחל - האומנם?

פעילות האגנים הירוקים מעלה את הדיון העקרוני בעניין הזרמת קולחים לנחל.

יתרונות

מערכת של אגנים ירוקים עשויה למנוע את הנזק הנגרם בגלל איכות מים ירודה וכשלים אפשריים במט"ש ולאפשר הרחקה של מזוהמים נוספים שאינם מטופלים במט"ש. האגנים הירוקים משמשים חיץ בין המט"ש והנחל ופעילותם מניבה תועלות אקולוגיות, נופיות וחברתיות. התומכים בהקמת מערכת מסוג זה סוברים כי שימוש בקולחים באיכות גבוהה הוא אמין ושומר על זרימת מים קבועה בנחל. לטענתם, מכיוון שהזרמת מים שפירים בלבד תלויה בכמות הגשמים השנתית או בצורכי המים לשימושים אחרים, הרי שבעיתות משבר, למשל בעת בצורת, לא יזרמו מספיק מים לנחל והוא ייפגע.

חסרונות

1. השקעה כספית בטיהור במקום בהשבת מים שפירים לנחל - יש הגורסים כי צריך להימנע לחלוטין מהזרמת קולחים לנחל, ללא תלות באיכותם. על פי גישה זו, במקום להקים פרויקטים מסוג זה יש למצוא פתרון אחר למי הקולחים. לדעתם מוטב להשקיע את המשאבים במציאת דרך להזרים מים שפירים בכמות מספקת לטובת יצירת מערכת אקולוגית בריאה ומתפקדת. העדיפות הראשונה היא שמקור המים בנחל יהיה משפיעה טבעית של מעיינות הירקון (באמצעות הקטנת שאיבת המים ושיקום מפלס מי התהום). במקרים שאין הדבר אפשרי, אפשר להסתפק בהזרמה מלאכותית של מי קידוחים שפירים.
2. מערכת אגנים ירוקים היא מערכת רגישה מאוד לתקלות. במקרה של כשל מלא של המט"ש והזרמת ביוב גולמי לאגנים הירוקים, קיים סיכוי גבוה שהמצעים ייסתמו בגלל עומס חומר אורגני ושהצמחייה תיפגע בגלל איכות המים הירודה. במצב כזה כל המערכת תפסיק לתפקד ולא תמלא את תפקידה כחגורת הצלה במקרה של כשל מלא במט"ש.
3. שימוש בשטח פתוח עבור מערכת הנדסית גדולה - כדי שמערכת אגנים ירוקים תהיה יעילה נדרש שטח גדול. שטחים פתוחים הם משאב יקר ומשום כך אין אפשרות להקים מערכת של אגנים ירוקים בכל מקום.

ההבנה כי ניתן לשלב אגן ירוק עם פארק עירוני-אקולוגי מגדילה את ההיתכנות לשימוש בפתרון זה כחלק מתכנון ריאות ירוקות במרחב העירוני.

שימוש באגן ירוק כפארק החל משלבי התכנון הראשוני

אף שהתכנון של הפארק נעשה בנפרד מהתכנון של האגנים, נוצרה מערכת אקולוגית אחת מחוברת. הלכה למעשה האגנים הירוקים מוכיחים כי הטכנולוגיה מתאימה להשתלב בפארק ציבורי וכריאה ירוקה המחוברת למרחב העירוני. שיתוף פעולה בין כלל הגורמים כבר משלב התכנון והביצוע יכול לחסוך עלויות ואף להוביל לפתרונות יעילים יותר המאפשרים זרימה גרביטציונית זולה יותר במקום מערכות שאיבה.

הקמת אגנים נוספים בעתיד

מערכת האגנים הירוקים שבירקון היא היחידה שהוקמה עד כה בישראל. מערכת דומה מתוכננת לקום בנחל גזר, במסגרת פארק עירוני.

אומנם באתרים שונים בארץ (נאות סמדר, אגם נתיבות, אגם דימונה, פארק ירוחם, מעגן מיכאל, פארק פתח תקוה) יש אגנים ירוקים המשמשים לטיהור מים וכן אגנים קטנים ומקומיים עבור משרדים ומקומות פרטיים, אך הם לא משמשים לאותה התכלית. דבר זה מפתיע במידת מה, לנוכח ההצלחה של המערכת שבירקון. ייתכן כי הסיבות לכך הן היעדר תקציב או שיווק לוקה בחסר של החברות המקימות את האגנים. ייתכן גם כי פרויקטים מעין אלו לא מקודמים מכיוון שהם מתנגשים עם

הגישה המובילה כיום ברשות הטבע והגנים, הדוגלת בהפסקה של הזרמת קולחים מטוהרים לנחלים. אם יוחלט על הקמת אגנים נוספים לצורך השבת מים באיכות גבוהה לנחלים, מומלץ לתכנן מערכות הזרמה חסכוניות יותר, עם זרימה גרביטציונית. מערכת זו זולה יותר מבחינת תחזוקה.

כיום קיימות טכנולוגיות חדשות אשר לא היו קיימות בעת תכנון מערך האגנים הירוקים. טכנולוגיות אלו נמצאות בשימוש בארצות הברית, והן מאפשרות להוסיף למט"ש טיפול ממברנלי, שהוא איכותי מזה שנעשה במט"שים בישראל. טיפול זה נקרא ITR: ביצוע טיפול שניוני בתהליך הקרוי MBR, בוצה משופעלת ממברנלית, ולאחר מכן העברת המים בטיפול נוסף באוזון ובפחם פעיל. בסופו של תהליך זה מתקבלים מים באיכות גבוהה מאוד (מים שהורחקו מהם למעלה מ-85% מהמיקרו-מזהמים, כמעט ברמת מי שתייה), המתאימים יותר להשבה לנחלים. נוסף על כך, ובשונה מהאגנים הירוקים, התהליך אינו דורש שטחים נרחבים ולכן יכול להתאים גם לספיקות קולחים גדולות. המערכת היא אמינה, אך יקרה יותר מהמערכת המקובלת כיום במט"שים (עם זאת, כבר ניכרת ירידה בעלויות). הכנסת שלבי טיפול אלו למט"שים כתנאי להזרמת מים בנחלים יכולה להוות פתרון חליפי, ישים וזול יותר מאגנים ירוקים.

פרויקטים נוספים לפיתוח ולשמירה על הירקון

סולמות דגים להשבת החיים בנחל

במסגרת פרויקט גאולת הירקון שולבו פרויקטים רבים שמטרתם אחת: שיקום הירקון והשבתו למצב של נחל זורם, בריא ומתפקד. אחד מהאמצעים לשיקום ולחיזוק המערכת הביולוגית בנחל הוא הקמת מעברים הידרולוגיים עבור דגים במקומות שבהם סכרים, מתקנים הנדסיים ומעברי מים יוצרים מחסום. בנחל הירקון ובנחל קנה הותקנו "סולמות דגים" (תמונה 15) ובספטמבר 2019 נבנה סולם דגים נוסף לצורך מעקף סכר באתר עשר טחנות (טחנות הקמח אל-הדר). באתר עשר טחנות השתמרו קירות סכר מוצקים, שתיעלו את מי הנהר לעבר פתחי הטחנות ומנעו מהדגים לעלות במעלה הנחל. באתר נבנה מעקף (bypass) דמוי אפיק טבעי (Nature-Like Fish Pass) ונפתח מעבר בקיר הטחנה. כך חודש רצף הזרימה ומתאפשר מעבר הדגים.

שימור ופיתוח: תוכניות מתאר מחוזיות לנחל

בניסיון לנצל את הפוטנציאל החשוב הגלום בירקון ובמרחב שלאורכו, יזמה רשות נחל הירקון את הכנתה של [תוכנית האב](#). פעולה זו נעשתה בהתאם למוטל על הרשות, על פי צו רשות נחל הירקון. הכנת תוכנית אב לנחל הירקון הייתה הזדמנות לתכנן מרחב מהחשובים ביותר בישראל. התוכנית היא תוכנית ארוכת טווח, כוללת, רב-תחומית ובעלת ראייה רחבה. היא מטפלת בנחל שאורכו 27.5 ק"מ, במרחב הנחל עד לדפנות הבינוי ובתחומים מסוימים גם בכל שטח אגן הניקוז. הנחל עובר בשטחם של שישה יישובים עירוניים ומועצה אזורית אחת, ולפיכך התוכנית מציעה איזון נכון בין שימור, שיקום ופיתוח של מערכת שטחים פתוחים, תוך התחשבות במערכת הבינוי הצפופה המקיפה אותה.

התוכנית מציעה שימור של השטח הפתוח לאורך הירקון ופיתוח חלקים ממנו לצורכי פנאי, נופש ותיירות. המרחב חולק באופן עקרוני לשלושה פארקים גדולים: במזרח - פארק אזורי, במרכז - פארק אורבני/אזורי, ובמערב - פארק אורבני, המבוסס על פארק גני יהושע הוותיק. רמת הפיתוח ואינטנסיביות הפיתוח נקבעו לפי עקרונות של רצועות. לפי עיקרון זה, ככל שהשטח קרוב יותר לנחל או לאזור רגיש מבחינה אקולוגית ונופית, כך רמת השימור בו תהיה גבוהה יותר ורמת הפיתוח אקסטנסיבית יותר. תנאי מרכזי לשיקום הנחל וליצירת הפריסה המרחבית המוצעת בתוכנית הוא אספקת מים באיכות נאותה ובכמות מספקת. הכמות הנדרשת היא 2,500 מ"ק/שעה לכל הפחות לאורך השנה כולה ולכל אורך הנחל, מהמקורות ועד לסכר שבע טחנות.

יישומה של תוכנית זו לאורך השנים שינה את פני הירקון והמרחב הפתוח שלאורכו. הירקון הפך מתעלת ביוב וניקוז ו"חצר אחורית" של גוש דן לפארק שוקק חיים בלב המדינה, אשר נחל מזמין ואטרקטיבי זורם במרכזו. על בסיסה גובשו שתי תוכניות מתאר מחוזיות, אשר קבעו את אופי הפיתוח האפשרי של השטח, בהתאמה להנחיות תוכנית האב.

תוכניות המתאר המחוזיות במחוז מרכז (תמ"מ 10/3) ובמחוז ת"א (תמ"מ 2/5) נועדו לעגן באופן חוקי את העקרונות והמטרות של תוכנית האב, בהתאם לחוק התכנון והבניה, ולהתוות את המשך פיתוח נחל הירקון והמרחב הפתוח לאורכו. התוכניות אושרו בין השנים 2007 ל-2008. אלו התוכניות המחוזיות הראשונות, ועד כה האחרונות, ששמו במרכזן תכנון ופיתוח של נחל, ובראייה אגנית רחבה את השטח המשפיע עליו ושממנו הוא מושפע. התוכנית כוללת ייעודי שטח פתוח מסוגים שונים, עם תכליות ושימושים לפיתוח בכל שטח, הגדרת זכויות בנייה והוראות ייחודיות לכל ייעוד קרקע, לצורך שמירה על רצועת הנחל כמסדרון שטחים פתוחים וערכיים לרווחת הסביבה והציבור ולצורך הקטנת נזקי הצפות.

להלן קישורים למסמכי התמ"מ באתר מינהל התכנון:

[תמ"מ 10/3 - מחוז מרכז - נחל ירקון](#)

[תמ"מ 2/5 - מחוז ת"א - נחל ירקון](#)

מקורות ותודות

מקורות ומסמכי עזר

- חתכים עקרוניים, 2007, א' הלבץ, לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ
- צנרת הזנה הרקה ואוויר בריכה 1, 2007, לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ (רשות נחל הירקון)
- שוחת סיפון והרקה - פרטים, 2007, לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ (רשות נחל הירקון)
- תנוחה כללית, 2007, לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ (רשות נחל הירקון)
- [אדוין ק"מ ו. ד. ברינק, 2007, תל קנה. רשות העתיקות גיליון 119](#)
- תוכנית אב נחל הירקון, 1996, אריה רחמימוב אדריכלים ומתכנני ערים (רשות נחל הירקון)
- תוכנית אב נחל הירקון, 2020, דויד פרמנט (רשות נחל הירקון)
- דוח מצב הירקון, 2019, יונתן רז, רשות נחל הירקון
- פרויקט "גאולת הירקון" אגן ירוק בהוד השרון, 2010, יעל כתב ועמוס ברנדייס

תודות

אנשי מקצוע רבים תרמו מזמנם לתייעוד של הפרויקט על רבדיו ולקחו חלק בכתיבת התובנות. המסמך הוא תוצר של איסוף ועריכת חומרים, ראיונות, סיור בשטח וקבלת משובים מקצועיים.
תודה רבה ליונתן רז ושירן פרי מרשות נחל הירקון, ד"ר דנה מילשטיין וניסים קשת מרשות הטבע והגנים, עמוס ברנדייס מחברת עמוס ברנדייס אדריכלות ותכנון ואילן הלבץ מחברת לביא נטיף מהנדסים יועצים.

כתיבה: דבורה לב הרמתי

תאריך עדכון: יוני 2021

נספחים

נספח 1. על אגנים ירוקים

אגן ירוק הוא שם כולל לספקטרום רחב של טכנולוגיות ירוקות וסביבתיות לטיפול במים. המערכת של האגן הירוק מחקה את המרחב והזמן של תהליכים טבעיים תוך שמירה על מופע הדומה למערכות אקוויטיות טבעיות. משמע, בשטח מצומצם ובמשך זמן קצר, מתקיימים תהליכים טבעיים באופן לא הנדסי.
הבחירה באיזו טכנולוגיה להשתמש בבניית המערכת מבוססת על התנאים המקומיים והאופן שבו ייוצר איזון בין מערכת יעילה לבין מערכת עם ערכי נופ, תיירות, ובית גידול לח בר קיימה.

האגן הירוק מטרה את המים תוך כדי שהם זורמים במערכת ([איור 9](#)). הטיהור מתרחש באמצעות ביומסה מגוונת ועשירה של חיידקים המבצעים תהליכים ביוכימיים, במהלכם חלק מהמזהמים נקלטים, ואחרים מומרים לחומרים אחרים ופחות מזיקים. הביומסה מתפתחת באגן באופן עצמאי, בהתאם לכמות המזהמים (למשל, ברגע שריכוזו של מזהם מסוים עולה, יהיה ריבוי טבעי באוכלוסיית החיידקים שמפרקים מזהם זה, והמזהם יטופל בהתאם). אין צורך בזריעת חיידקים מלאכותית.
באגנים המכילים זרימה דרך מצעים, כמו האגנים בהוד השרון, נעשה בדרך כלל שימוש באגרגט ששטח הפנים הנרחב שלו משמש מצע מתאים להתפתחות ביופילם של חיידקים. באגנים אלה נמצא כי הצמחייה תורמת לפירוק, אך היא לא קריטית, ולכן גם בחירת מיני הצמחים לא מאוד חשובה.

לעומת זאת באגנים עם זרימה על פני השטח, יש חשיבות גדולה לצמחייה לצורך יצירת חומר אורגני. זאת מאחר והחומר האורגני אחראי לתהליכי דה-ניטריפקציה (פירוק החנקן), ומעודד תהליכי שיקוע חלקיקים וחילופי גזים. הצמחייה באגן מסוג זה יכולה להיות טבולה, מזדקרת או צפה.

מערכת של אגן ירוק היא מערכת שנבנית ומשתפרת לאורך זמן, בגלל התלות שלה בהתפתחות החיידקים. התפתחות ביומסה עד ליציבות אורכת כשנתיים מהקמתו של האגן, אולם לאחר חודשים ספורים של פעילות ניתן לחזות בשיפור של

נספח 2. היבטים הידרולוגיים, הנדסיים ואקולוגיים של פארק נחל הדר (שלב ב')

שימוש בנחל אכזב עבור סחרור מים

בצורתו הטבעית נחל הדר הוא נחל אכזב. תכנון הפארק הציבורי לאחר מערכת האגנים הירוקים, לווה בהחלטה להשתמש במי האגנים עבור יצירת מופעי מים. בפארק הותקנה מערכת לסחרור מים ולאחר עבודות הנדסיות, נחל הדר הפך לנחל שמוביל מים באופן קבוע ([תמונה 16](#)). מעבר המים במערכת האקולוגית שנבנתה בנחל הדר תורמת אומנם לשיפור איכות המים, אך הזרימה הקבועה שינתה את אופיו של הנחל. נוסף על כך, קרקעית הנחל עברה איטום עם חרסית, ובאזור הזרמת המים עיצבו פרט נביעה שמשמש כבריכת איגום קטנה כאשר אין זרימה. כיום נחל הדר הוא בית גידול לדגים ולמיני בעלי חיים נוספים. חלק מהדגים הועברו באופן יזום מהירקון לנחל, וחלקם, עם בעלי חיים אחרים, הגיעו באופן טבעי משום שנחל הדר קשור הידרולוגית לירקון.

אגם מלאכותי עם תחלופת מים אחידה

התכנון של הפארק כלל פעולות הנדסיות שמדמות פעולות טבעיות ומבניות. המים מוזרמים לאגם באמצעות צנרת שקוטרה הולך ומצטמצם, עד כדי יצירת תנאי נביעה ששומרת על תחלופת מים גבוהה ואחידה. קרקעית האגם מכוסה אדמה בעובי של מטר. כדי ליצור הומוגניות ורציפות אקולוגית, קרקעית האגם נלקחה מנחל הירקון והיא מאפשרת את התפתחותה של מערכת ביולוגית דומה ועשירה. באגם יש אי אחד וארבעה איים מטובעים, שמספקים גיוון בבית הגידול עבור דגים וציפורים ([תמונה 17](#)).

קישורים

[על הפארק באתר עיריית הוד השרון](#)

[החלטת הממשלה בעניין תוכנית גאולת הירקון](#)

[החלטת ממשלה בתוכנית 'גאולת הירקון'](#)

[מרכיבי תוכנית 'גאולת הירקון' ב' באתר רשות נחל הירקון](#)

[חפירת בדיקה בתל קנה](#)

[תמ"מ 10/3 - מחוז מרכז - נחל ירקון](#)

[תמ"מ 2/5 - מחוז ת"א - נחל ירקון](#)

[לדוחות נוספים](#)

קבצים להורדה

[תוכנית אב לירקון, דוד פרגמנט, 2020](#)

A black and white photograph showing a group of approximately ten people in a long, narrow rowing boat on a wide river. The people are dressed in early 20th-century attire, including hats and coats. The boat is positioned in the center of the frame, moving towards the right. The background features a line of trees and a distant shoreline under a pale sky. The water shows gentle ripples.

**התפלגות כמויות וכאחוז של סך כמויות המים
הקולחים שהוזרמו לנחל הירקון בשנת 2018**

מקור המים	אחוז
מי מקור	36%
קולחי דרום השרון	18%
קולחי רמת השרון	13%
קולחי כפר סבא	12%
הוד השרון	22%

[illegible]

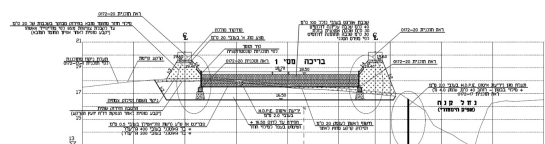
האגנים הירוקים בפעולת מילוי מים ושלט הסברה שהוצב במקום (צילום: אגמא)



הדמיה של שלבי הביצוע - האגנים הירוקים והפארק הציבורי (באדיבות פלג אברהם)



בריקה בשלב מילוי המים. בתמונה נראה בית גידול של אחו לח עם צמחייה שגדלה בתווך בעל מפלס משתנה (צילום: אגמא)



חתך בריקה מס' 1 (באדיבות לביא נטיף מהנדסים יועצים בע"מ)



צב רך בפארק הוד השרון (באדיבות רשות נחל הירקון)



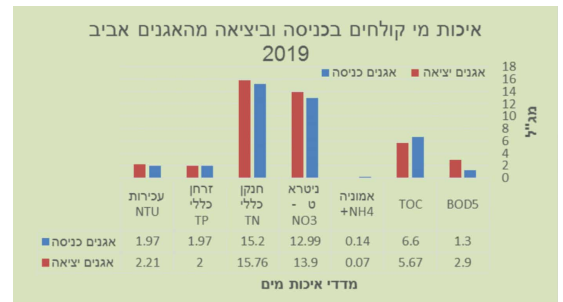
דוגמאות למיני הצמחייה בבריכות האגן הירוק: סמר חד, שנית גדולה, גומא הירקון, אגמון ימי
אחדים ממיני הצמחים שנשתלו בבריכות (מימין לשמאל): סמר חד, שנית גדולה, גומא הירקון ואגמון ימי (עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



שלב השתילה הראשונית באגנים, ביצוע השתילה, 2010 (צילום: עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



סיום השתילה הראשונית באחד האגנים, 2010 (צילום: עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



איכות מי קולחים בכניסה לאגנים הירוקים וביציאה מהם, אביב 2019 (מקור: רשות נחל הירקון)



צב רך בנחל הירקון (צילום: רשות נחל הירקון)



דגי אמנון בנחל הירקון, סמוך לשפך האגנים הירוקים (צילום: רשות נחל הירקון)



עבודות חפירה ומילוי אגן מס' 1, 2009 (צילום: עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



תוכנית נופית עבור האגנים הירוקים, 2007 (באדיבות עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



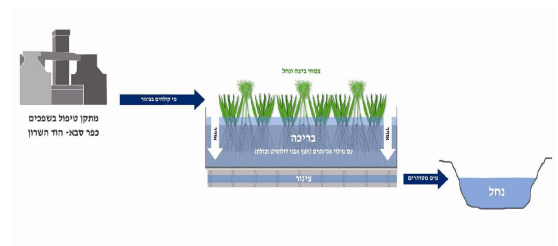
אבן הוקרה עבור קק"ל אוסטרליה על חלקה בהקמת האגנים הירוקים (צילום: אגמא)



אגן מס' 1, נובמבר 2020 (צילום: אגמא)



סולם דגים בנחל הירקון (צילום: רשות נחל הירקון)



איור סכמטי של טיהור מי שפכים באמצעות אגן ירוק (באדיבות: עמוס ברנדייס - אדריכלות ותכנון)



נחל הדר הוסב לנחל איתן וכעת הוא זורם בזרימה קבועה על גבי מצע חרסיתי (צילום: אגמא)



האגם המלאכותי בפארק הוד השרון. במרכז אי וקורמורנים בסבך הצמחייה ובמים ברווזים. מימין מרפסת צפה עבור נופשים ומטיילים (צילום: אגמא)