

סקר אקולוגי של נחלי הירקון:

המלצות לשיפור תפקוד הנחל ושיקום אקולוגי



ד"ר ירון הרשקוביץ, איתי כהנא, עדי קוטלר-וייס

מוגש לרשות נחל הירקון
יוני 2022

סקר מצב אקולוגי של נחלי אגן הירקון: יעדים לשיפור תפקוד ושיקום אקולוגי

כתיבה ועריכה: ירון הרשקוביץ, איתי כהנא, דפי לוז, עדי קוטלר-וייס ונעמי גורדון.

דיגום חסרי חוליות, מיון, הגדרה טקסונומית: ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי, איתי כהנא, נילי סגמן, אלמוג הרשקו, עדי קוטלר-וייס, אביטל כ"ץ, ונעמי גורדון.

צילומים: ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי, איתי כהנא, נילי סגמן, אלמוג הרשקו, אביטל כ"ץ ועדי קוטלר-וייס.

דיגום איכות מים: יונתן רז (רשות נחל ירקון), דיגום קיסר ובקטוכם.

עיבוד מידע וחישוב ציינים: ירון הרשקוביץ ועדי קוטלר-וייס

סיוע בהגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע): רכיכות (Mollusca) - הנק מיניס, בריומאים (Ephemeroptera) – ד"ר זהר ינאי, עלוקות (Hirudinea) וסרטנאים (Crustacea) - ד"ר לירון גורן.

מפות: איתי כהנא

תמונה שער: נחל ירקון – גן לאומי מקורות הירקון, מאי 2019.

תקציר

- בעקבות שאיבות האקוויפר והפניית מי הנחל למוביל הארצי, חלו בירקון שינויים רבים, ביניהם הפחתה ניכרת בספיקה עד כדי ייבושו וכניסת מזהמים, שפכים וקולחים בריכוזים שונים.
- תוכנית "גאולת הירקון" ותוכניות השבת מים לנחלים, כמו גם שיפור בטיפול ויכולת הקליטה של המט"שים הביאו לשיפור באיכות מי הנחל.
- איכות המים במעלה הירקון בו מוזרמים מי מקור, טובה מאוד ועומדת בתקנים של משרד הבריאות ובתקן ענבר להזרמת שפכים לנחלים, בעוד שבחלקו התיכון האיכות יורדת משמעותית ובמורד היא נמוכה אף יותר.
- ניתן לראות מגמת שיפור באזור הירקון התיכון במהלך השנים וב-2020 עלתה איכות המים בקטע התיכון באופן משמעותי, כפי שמשתקף מתוצאות המדדים הכימיים והביולוגיים.
- מורד הירקון נמצא גם כיום, ככל הנראה, במצב אקולוגי רע, כיוון שהוא מושפע מזיהום המגיע משאר חלקי הירקון ומנחל איילון בקיץ. בנוסף, תשטיפים, נקזים עירוניים ומקורות זיהום מהים מחמירים את איכות המים במורד.

הצעות אופרטיביות:

- ייצוב גדות הירקון, יחד עם ממשק שמאפשר התבססות צמחיית גדות וצמחייה טבולה ויצירת מקטעי זרימה מהירה (למשל ע"י הצרת הגדות) יאפשרו את קיומם של בתי גידול שנמצאו בשפע בירקון בעבר וחיוניות לטיפול מצבו האקולוגי.
- החזרת הזרימה לתוואי הקדום של נחל קנה תחת תנאים מסוימים תאפשר טיפול טוב יותר בקולחים המוזרמים מהרש"פ (קלקיליה): מיהול השפכים הלא מטופלים ע"י קולחי המט"שים המתנקזים באזור זה (נחל הדר) והארכת הנתיב בו הם עוברים (מה שמאפשר להם לעבור ניקוי הדרגתי בדרך). צעד זה יאפשר לשקם כ-1500 מ' מנחל הירקון, פוטנציאלית בחזרה לאיכות המים של הירקון הנקי.
- צימצום מספר הערוצים בהם מוזרמים קולחים למינימום האפשרי.
- הפסקת הזרמת הקולחים לנחל הדס והזרמת כל קולחי מט"ש כפר סבא דרך ערוץ נחל הדר.
- טיפול בבוצה שמצטברת בקרקעית נחל הירקון באזור האסטואר שלו.
- טיפול במינים פולשים במעלה הירקון, ובפרט דילול עצי האקליפטוס לאורך ערוץ הנחל.

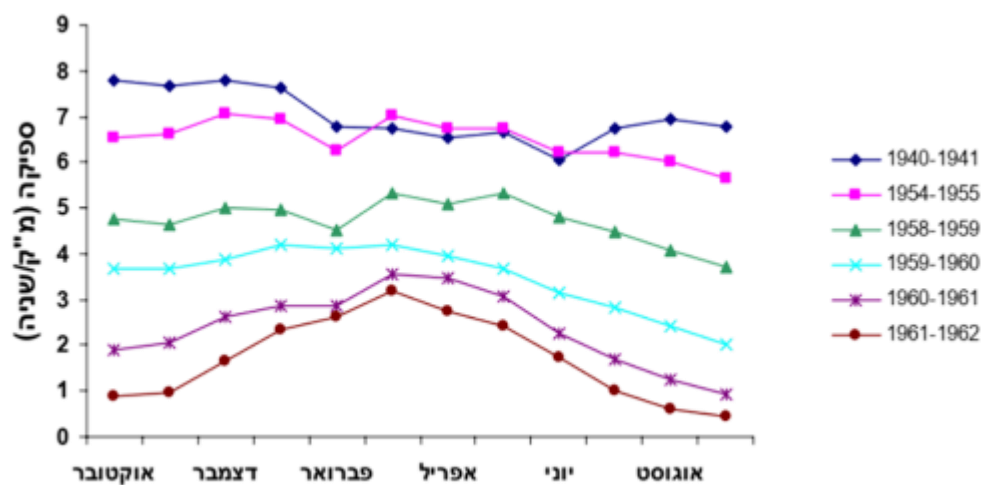
תוכן עניינים

1.	רקע.....	5
1.1	נחל הירקון ויובליו.....	5
1.2	מקורות המים באגן.....	7
1.3	ניהול אגן הירקון.....	8
1.4	הערכת המצב האקולוגי על בסיס חברת חסרי החוליות הגדולים (חח"ג).....	9
2.	מטרות תוצרים.....	10
3.	שיטות עבודה.....	10
3.1	טיפולוגיה.....	10
3.2	עבודת שדה.....	12
3.3	עבודת מעבדה (מיון, הגדרה וחישוב ציינים).....	13
3.4	איכות מים ותקנים.....	14
4.	תוצאות.....	16
4.1	מידע כללי.....	16
4.2	הערכה אקולוגית של מקטעי נחל באגן הירקון (חציון משוקלל).....	20
4.3	נחל הירקון - אזור מעלה הירקון.....	24
4.4	נחל הירקון – אזור הירקון התיכון.....	32
4.5	נחל הירקון – אזור מורד הירקון.....	37
4.6	יובלי הירקון.....	40
5.	סיכום.....	45
6.	מקורות.....	46
7.	נספחים.....	48

1. רקע

1.1 נחל הירקון ויובליו

שטח אגן הניקוז של הירקון הוא בין הגדולים בישראל, ועומד על כ- 1,800 קמ"ר המתפרסים מהרי יהודה ושומרון במזרח ועד לשפך הנחל בים התיכון. האגן כולל לשני תת-אגנים עיקריים: תת-אגן נחל הירקון ויובליו, המנקז כ-1,070 קמ"ר ותת-אגן נחל איילון ויובליו, המנקז כ-800 קמ"ר. ראשיתו של נחל הירקון בנביעות ראש העין (כיום בשטח הגן הלאומי "פארק אפק") והוא מתפתל לאורך כ-28 ק"מ עד למפגש הנחל עם הים התיכון. הספיקה הטבעית של נחל הירקון מוערכת בכלמעה מ-200 מיליון מטרים מעוקבים בשנה (מלמ"ש) של זרימת בסיס, בנוסף לכ-300 מלמ"ש של מי נגר בעת אירועי גשם. עד לאמצע המאה הקודמת היה הירקון שני בספיקתו בישראל רק לנהר הירדן. ב-1955 הוקם מוביל המים ירקון-נגב שהיטה את מי מעיינות ראש העין לטובת פיתוח חקלאות שלחין בדרום הארץ ("קו ירקון-נגב"). בשנת 1964 החל המוביל הארצי לספק מים לנגב ומי מעיינות ראש העין הוטו לצרכי יישובי שפלת החוף. ספיקת המים פחתה מכ-200 מלמ"ש לכ-2-4 מלמ"ש בלבד (איור 1). בשנת 2003 זרמו בירקון כ-0.4 מלמ"ש בלבד. כיום, עיקר המים הזורמים במעלה בנחל הם מי הפקה מקידוחי הירקון. בהתאם, משטר הזרימה בנחל הירקון השתנה לאורך השנים מהיותו נחל איתן עם ספיקה מהגבוהות בארץ, לנחל עם ספיקה נמוכה עם אירועי התייבשות בשנים שחונות (למשל קיץ 2001).



איור 1: ספיקה חודשית ממוצעת לשנייה בנחל הירקון בין 1940-1962. מתוך: "נחל הירקון: סקר מידע, הערכת מצב והמלצות לשיקום הנחל"; אוזן, הרשקוביץ, גזית (2004).

לנחל הירקון מספר יובלים התורמים אף הם למאזן המים בו. העיקריים שבהם הם הנחלים:

איילון - מנקז שטח של כ- 460 קמ"ר וזורם לאורך כ-63.5 ק"מ מהרי יהודה, בסמוך לגבעת זאב, ועד לכניסתו לירקון במורד סכר שבע טחנות. שיטפוני ובחלקו המערבי, לאחר הכניסה לירקון, הוא נעשה מליח. הנחל הוסט באזורים מסוימים מהתוואי הטבעי לצרכי ניקוז. הוא זורם סמוך לשדה התעופה בן גוריון ודרך פארק אריאל שרון, המהווה פשט הצפה לנחל ונועד למנוע הצפות באזור תל אביב. בנוסף, אל הנחל מוזרמים לעיתים מים כתוצאה מגלישת מט"שים, בהם מכון טיהור שפכים איילון ומי השפלה מאתרי בניה. נוספת עליהם הזרמת שפכים מכיוון הרש"פ בנחל מודיעין לאורך הערוץ. ב-2018 הפעילה הרש"פ מט"ש והמפגע פחת בצורה משמעותית (המשרד להגנת הסביבה, 2021).

שפירים - מנקז 49 קמ"ר וזורם לאורך כ-11 ק"מ. שיטפוני ומנקז את אזור לוד. הנחל עבר שינויים והסתה מהתוואי הטבעי כתוצאה מלחצי בניה ותשתיות באזור. מעלה הנחל עבר יישור במקטע שבין לוד להצטלבות הנחל עם כביש 1. הנחל עובר גם בפארק אריאל שרון, שם נעשו שינויים נוספים בתוואי שלו על מנת למנוע זליגת חומרים מהר הפסולת של חירייה אל הנחל.

רבה - מנקז כ-91 קמ"ר לאורך כ-25 ק"מ. נחל שיטפוני ללא נביעות משמעותיות לאורך הערוץ שחובר לירקון במורד ל"כפר הבפטיסטים". נחל רבה ונחל סוסי נובעים במורדות המערביים של אריאל וברקן ומתאחדים לפני שהם זורמים דרך ראש העין. בסמוך לכביש 6, חובר לנחל רבה יובל שמקורו בכפר קאסם, וייתכן שהוא מכיל מי נגר מאזור התעשייה המקומי. הנחל אף מקבל אליו לעיתים גלישות ביוב מתשתיות סמוכות. מקורות זיהום אלו, המגיעים דרך נחל רבה, עלולים לפגוע ישירות במעלה נחל הירקון, שהוא המקטע הנקי ועל כן הרגיש ביותר של הנחל. במקרים של מפגעים, רשות נחל הירקון מבצעת פעולות למניעה וצימצום המפגע.

קנה - מנקז כ-420 קמ"ר וזורם לאורך כ-30 ק"מ עד למפגש עם הירקון. מנקז את דרום שכם וזורם מערבה, עובר דרך יער חורשים ושטחים חקלאיים עד כניסתו לירקון, דרומית להוד השרון. זהו נחל שיטפוני, ללא נביעות לאורך הערוץ. באפיק זורמים שפכים שמקורם ביובלים ואדי עווידה ונחל הדס. ואדי עווידה מנקז כ-126 קמ"ר (כשליש מגודל האגן של נחל קנה). באזור קלקיליה, מט"ש דרום השרון המזרחי מזרים לנחל מי קולחים באיכות שניונית (נכון למאי 2019) ולעיתים תקלות במערכת הביוב של קלקיליה גורמות להזרמת שפכים ישירות לנחל (דוח מצב הירקון 2018, רשות נחל ירקון). מקור מים נוסף של הנחל הוא קולחי מט"ש כפר סבא שעוברים דרך האגנים הירוקים בפארק הוד השרון ומוזרמים אל נחל קנה מדרום לאזור התעשייה נווה נאמן.

הדס - יובל של נחל קנה. מנקז כ-21 קמ"ר וזורם לאורך כ-7 ק"מ. נחל שיטפוני המנקז את האזור המזרחי של כפר סבא והוד השרון ועובר ביישובים עדנים והוד השרון. מקבל לתוכו את קולחי מט"ש כפר סבא.

הדר - מנקז 8 קמ"ר וזורם לאורך כ- 5 ק"מ. נחל שיטפוני המנקז את הוד השרון ורמות השבים. בדומה לנחל הדס, מקור מימיו במט"ש כפר סבא, אך בנחל זה המים עוברים טיפול נוסף באגנים הירוקים ובאגם של פארק הוד השרון. כחלק מעבודות פיתוח הפארק, תוואי הערוץ בתחומי הפארק הוזז ועבר הסדרה ושיקום. לאחר היציאה מהפארק, חוזר הערוץ לתוואי הטבעי שלו בערוץ נחל קנה המקורי לפני שהוסט. התייחסות לנושא זה מפורטת בהמשך.

שילה – מנקז 413 קמ"ר וזורם לאורך 35 ק"מ. נחל שיטפוני המנקז את עמק שילה. הוא עובר סמוך לפתח תקווה וחוצה בדרכו שטחים חקלאיים. עיקר הזיהומים לאיכות המים בנחל הם מתשתיות ביוב, אזורי התעשייה חצב וסגולה ונגר עירוני וחקלאי.

פרדס - מנקז 2.7 קמ"ר וזורם לאורך כ- 3.3 ק"מ. שיטפוני ולא מוזרמים בו מים דרך קבע. מנקז את תע"ש השרון וגם שטחים חקלאיים.

הדרים - מנקז 7.5 קמ"ר וזורם לאורך כ- 4.5 ק"מ. שיטפוני ולא מוזרמים בו מים דרך קבע. מנקז בעיקר את רמת השרון ובמורד, גם שטחים חקלאיים.

1.2 מקורות המים באגן

בנוסף לשינויים בספיקה, הירקון נתון להשפעת זיהומים ממקורות שונים, בהם קולחים, שפכים, נגר חקלאי ועירוני. החלוקה המקובלת של הירקון מבוססת על איכות המים בחלקיו השונים: עליון - נקי, תיכון - מזוהם ומורד – מלוח.

חלקו העליון של הירקון, מאיזור הנביעות (פארק אפק - מבצר אנטיפטרוס) ולאורך כ- 7 ק"מ עד למפגש עם נחל קנה, נחשב למקטע הנקי של הירקון. באזור זה איכות המים טובה (מי מקור), להוציא אירועי כניסת זיהום אקראיים מנחל רבה בעת תקלות וכן נגר חקלאי בזמן גשם.

אורכו של המקטע התיכון הוא כ- 17 ק"מ, החל מכניסת נחל קנה ועד לסכר שבע טחנות. אזור זה מקבל זיהום מקולחים באיכויות משתנות. מקור הזיהום העיקרי הוא שפכים משטחי הרש"פ וקולחים מטוהרים המוזרמים לירקון דרך נחל קנה. מקורות הקולחים הם: מט"ש דרום השרון המזרחי (שתוצריו זורמים לנחל קנה), מט"ש כפר סבא-הוד-השרון (המזרים קולחים לנחל הדס ולאגנים הירוקים של הוד השרון ומשם לנחל הדר ואלו מתנקזים בסוף אל הירקון) ומט"ש רמת השרון (המזרים קולחים ישירות לירקון). הקולחים מעלים את ספיקת המים בירקון, אך מורידים את איכות המים.

חלקו המלוח של הירקון הינו קטע בן כ- 4 ק"מ מסכר שבע טחנות ועד למפגש הירקון עם הים. מקטע זה מושפע מכניסת מי ים מלוחים בהתאם למשטר הגאות והשפל. מקטע זה מחולק לשני תתי אזורים: 1. מקטע המעבר (Transitional waters) בו קיים שיכוב של המים המלוחים כתוצאה ממשטר גאות ושפל,

כמו גם שפיעת הנחל מהמעלה; 2. מקטע האסטואר (Estuary) שאורכו עד כקילומטר מהחוף, בו עיקר ההשפעה היא ממי הים.

אסון גשר המכביה ב-1997 גרם לשינוי בדעת הקהל בכל הנוגע למצבו של נחל הירקון. חמש שנים לאחר מכן פורסמה החלטת הממשלה "גאולת הירקון". התכנית כוללת:

- א. הזרמת מים באיכות ובכמות נדרשת באפיק הנחל, על-פי הקצאת נציב המים.
- ב. מניעת זיהום מים במעלה הנחל.
- ג. השבת מי הנחל לשימוש חקלאי, לגינון עירוני או לכל צורך אחר בתשלום על-פי דין.
- ד. ניקוי אפיק הנחל ושיקום גדותיו.
- ה. ליטוש איכות הקולחים באמצעות מערכת "אגנים ירוקים

כחלק מיישום מטרות התוכנית הועלתה הקצאת מי המקור לירקון מכ- 2.8 מלמ"ש ב- 2008 לכ- 10.6 מלמ"ש ב- 2019. פתרון נוסף שנועד להגדיל את זרימת המים במעלה הירקון היה הקמתה של מערכת לסחרור מי הירקון (2017) במקטע שבין פארק מקורות הירקון (סכר אל- מיר) ובין מעלה כניסת נחל קנה. מי הירקון במקטע זה זרמו באופן חופשי ובספיקה של כ-800 מק"ש עד למפגש הנחלים ירקון-קנה ומשם נשאבו כ- 900 מק"ש 40% חזרה אל מעלה הנחל. כך שלמעשה זרמו בקטע זה של הירקון ב 1,700 מק"ש. בסוף 2020 פעילות הסחרור הופסקה (אוזן וחוברין, 2004; רז 2011, 2019, 2020) וספיקת מי המקור בנחל הוגדלה ל- 16 מלמ"ק. כיום, מרבית המים הזורמים בירקון החל ממורד כניסת נחל קנה ולאורך כ- 16 ק"מ הם קולחים ממכונני הטיהור דרום השרון המזרחי (סמוך לקלקיליה) וכפר-סבא הוד-השרון. לאלו מצטרפים במורד הנחל קולחי רמת-השרון. באזור תל אביב, במורד לסכר 7 טחנות (פארק גני יהושע) ועד לים (כ- 4 ק"מ), מושפע הנחל מחדירת מי ים. בנוסף, לאורך הירקון מוזרמים לנחל לעיתים מי תהום (מי השפלה) מאתרי בנייה בכמויות משתנות וללא פיקוח.

1.3 ניהול אגן הירקון

בתחום אגן ההיקוות קיימות שתי רשויות שתפקידן לנהל את מצב הנחלים באגן: [1] רשות ניקוז ירקון (החל מ- 1997) שתפקידה העיקרי הוא לדאוג לניקוזו הסדיר של אגן הירקון, לרבות הגנה מפני שיטפונות ומניעתם (להלן "רשות הניקוז"); [2] רשות נחל ירקון (החל מ- 1990) שגבול האחריות שלה הוא רצועה ברוחב כ- 20 מ' לאורך נחל הירקון; ממעיינות הירקון שבראש העין ועד שפך הירקון לים (להלן רשות הנחל). תפקידי רשות הנחל הם מניעת זיהום הנחל, שיקום והכשרה לצורכי קיט ונופש (סעיף 4 לצו רשות נחל הירקון) וכן ניהול תחום הסביבה והאקולוגיה כחלק מפרייקט "גאולת הירקון", שמטרתו שיקום נחל ירקון. במסגרת פעילות זו עוסקת רשות הנחל בניטור והערכת מצב הירקון, במטרה לייצר את תשתית הידע המתאימה לקבלת החלטות מושכלות לשיקום והגנה על מערכות הנחלים באגן. כך למשל, רשות הנחל ערכה סקר מקיף לזיהוי ואפיון האיומים הקיימים במרחב אגן הירקון ("סל כלים לצמצום ומניעת

זיהום נחל הירקון, 2020"). הסקר נוסף לתוכנית האב המעודכנת, העושה שימוש בעקרונות המודל האירופי לניהול אגני היקוות (River Basin Management Plans) כבסיס לניהול בר-קיימא של נחלים וסביבתם. התפיסה האגנית בוחנת את מכלול ההשפעות הסביבתיות הפועלות באגן ההיקוות על מבנה ותפקוד הנחלים ובכללן את מצבם האקולוגי.

1.4 הערכת המצב האקולוגי על בסיס חברת חסרי החוליות הגדולים (חח"ג)

אחת הדרכים המקובלות כיום בעולם להערכת מצבם של נחלים היא באמצעות בחינת הרכב ומבנה חברת חסרי החוליות הגדולים (חח"ג). חברת חסרי החוליות היא העשירה והמגוונת ביותר מבין בעלי החיים המאכלסים מקווי מים מתוקים, וכוללת מאות-אלפי מינים ידועים בעולם, מקבוצות טקסונומיות שונות: עלוקות (Hirudinea), רכיכות (Mollusca), סרטנאים (Crustacea) וחרקים (Insecta). בין החרקים, ניתן למצוא סדרות ייחודיות למקווי מים יבשתיים כגון בריומאים (Ephemeroptera), שפיראים (Odonata), גדותאים (Plecoptera) ושעירי-כנף (Trichoptera).

לחסרי החוליות התאמות ורגישויות המתפרשות על פני מנעד רחב של תנאי סביבה, דוגמת עוצמת הזרימה (מהירה או חלשה), אופי התשתית (רכה או קשה, צמחית או מינרלית), שינויים בריכוז החמצן (משרעת יממתית), ריכוז היונים (מתוקים עד מי ים) וריכוזי חומרים שונים, בהם חומרי דשן (חנקות וזרחות), חומרי הדברה ומתכות כבדות. לקבוצות טקסונומיות שונות טווחי רגישויות מגוונים, הנעים בין מינים רגישים מאוד (בעלי טווח צר) לכאלו היכולים להתקיים במגוון תנאי בית גידול ואיכויות מים. שונות קיימת גם בין נציגים שונים (מינים, סוגים, משפחות) מאותה הקבוצה. הנחת היסוד היא ששינויים בתנאי הסביבה ישפיעו על הרכב ומגוון המינים של חסרי החוליות. כך, מגוון המינים הגדול, על שלל תכונותיהם והתאמותיהם לסביבה שבה הם מתקיימים, מספק אמת מידה מקיפה לבחינה ישירה ובלתי אמצעית של השפעות סביבתיות שונות על מצבו האקולוגי של בית הגידול. הממצאים הביולוגיים מלווים נתוני שיגרה, בדגש על איכות המים, הרכב בית הגידול (תשתית, זרימה, גדות) והפרעות נוספות העשויות להשפיע על מצבו האקולוגי של הנחל. מידע נוסף על השיטה ניתן למצוא ב – "הרשקוביץ וחובריו" (2022).

בשל העובדה שגם ללא השפעת אדם, נחלים באזורים שונים צפויים לאכלס הרכב מינים שונה (בהתאם להבדלים בטיפולוגיה, ראו להלן), נדרשה עבודה מקדימה לזיהוי טיפוסי הנחל במרחב האגן ואפיון מצבם כבסיס לתכנון ממשק ניטור ביולוגי.

חשוב לציין כי הירקון נחקר רבות במהלך העשורים האחרונים, וקיים בסיס מידע רחב המתייחס לשינויים הכימיים, ההידרולוגיים והביולוגיים שהתרחשו בנחל במהלך השנים (אוזן וחובריו, 2004, א. אשכולי, 2008, רז, 2011, 2014, 2019, 2020, Levitt-Barmats et al. 2019 ואחרים). עם זאת, מרבית הנתונים נאספו בשיטות שונות מהשיטה המתוארת בסקר זה והמידע המתקבל מהם עשוי להיות שונה.

2. מטרת ותוצרים

מטרת עבודה זו היא פיתוח כלי להערכת מצבם האקולוגי של נחל הירקון ויובליו המרכזיים, המבוסס על ניטור חברת חסרי חוליות, כמקובל במדינות אירופה (EU-WFD).

תוצרי הפרויקט הם:

- מפה טיפולוגית מפורטת לנחלי האזור על פי הסטנדרט האירופי
- רשימת מינים אזורית (regional species pool) ברמה טקסונומית טובה (סוג-מין)
- רשימת ציינים ביוטיים המותאמים לאגן הירקון
- מפת אפיון אקולוגי של אגן ההיקוות על בסיס חברת חסרי החוליות הגדולים
- ניתוח מפורט של השפעות אדם על מצבם האקולוגי של נחלי אגן הירקון
- איתור תחנות לניטור ביולוגי ארוך-טווח באגני ההיקוות

3. שיטות עבודה

3.1 טיפולוגיה

טיפולוגיית (סיווג) הנחלים נועדה לדייק את ניתוח וההבנה האקולוגית של הנחל הנבדק. התנאים האביוטים (תשתית, שיפוע, משקעים, ספיקה ועוד) משפיעים על בית הגידול ומכאן על הרכב החי והצומח המתקיים בו באופן טבעי, גם ללא השפעות אדם. גודל אגן הניקוז של הנחל משפיע אף הוא על החלוקה הטיפולוגית. באגן ניקוז ירקון ישנם שני סדרי גודל של אגני ניקוז: קטן (10-100 קמ"ר) ובינוני (100-1000 קמ"ר). בעבודה קודמת (Stream types of Israel 2020), זיהינו כי באגן הירקון ארבעה טיפוסים נחלים (איור 2):

1. נחל גירני בשיפולי ההר - ערוצי נחלים מטיפוס זה מאופיינים בתשתית גירנית של סלעי משקע העשוויים בעיקר גיר, חוואר וקירטון. מצע הערוץ מכיל סלעים, חלוקי נחל בגדלים שונים ותוצרי בלייה של סלעי המשקע. שיפוע ערוץ הנחל בינוני והוא זורם בשיפולי הרי יהודה ושומרון לכיוון מערב. גובה ההרים נע בין 200-800 מ' מעל פני הים באקלים צחיח למחצה. הנחלים הם עונתיים ומזרימים מים מתוקים בטמפרטורה גבוהה יחסית.

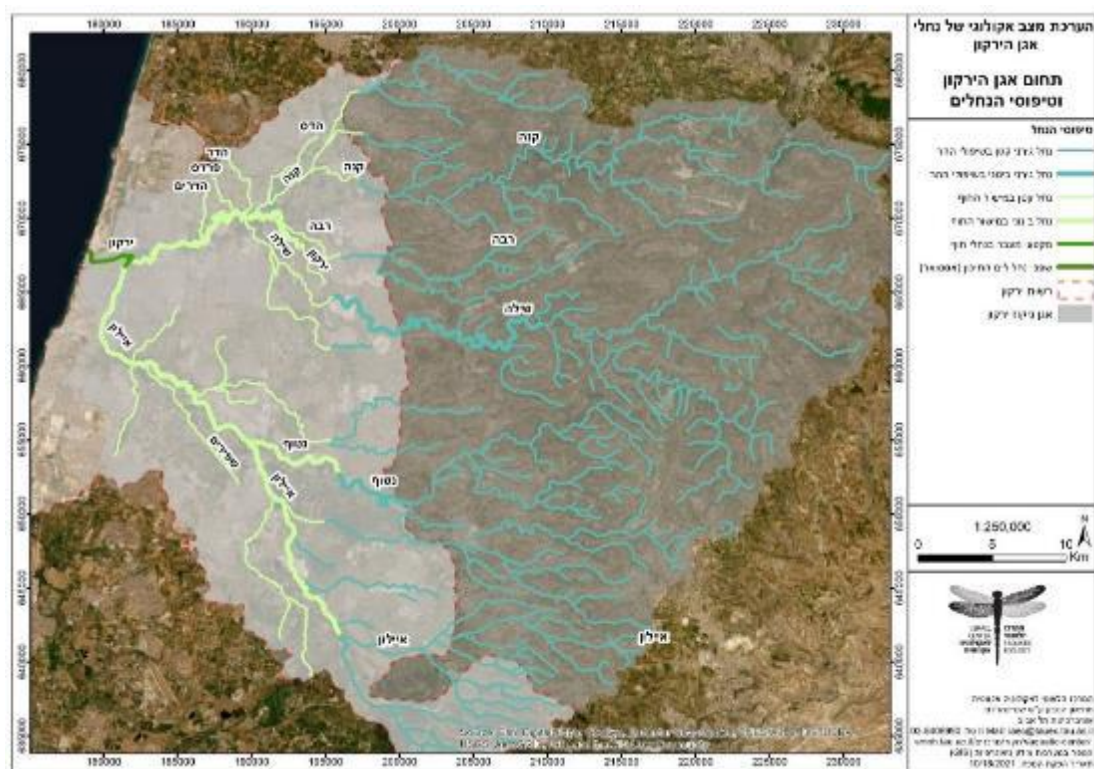
2. נחלים במישור החוף - נחלים אלו מצויים במישור החוף, באזור אקלימי ים תיכוני. שיפוע הנחל מתון מאוד ולכן הופך לרוב לאזור שקיעת מצע (אלוביאל). התשתית בוצית או חולית. לערוץ אין צורת עמק משמעותית ובאופן טבעי הוא בעל פשט הצפה (floodplain) רחב. המים חמים יחסית ועשוויים להיות בעלי מליחות גבוהה מזו של מקטעי הנחלים הגירניים.

3. מי מעבר בנחלי חוף (Transitional waters) - טיפוס נחל זה מוגדר לפי מידת המליחות של מימיו. באזור זה חל שיכוב ולעיתים עירבול של מי הנחל המתוקים במעלה ומי ים מלוחים במורד. לכן ערכי המליחות באזור זה נעים בין מים מתוקים למליחים עד מלוחים. הגורמים המשפיעים

הם הספיקה, גאות ושפל רוח וטמפרטורה. השינויים היומיים והחודשיים משפיעים על אורך המקטע. התשתית אלוביאלית וחולית. טיפוס נחל זה קיים בחלקו המערבי של מישור החוף.

4. שפכי נחלים לים התיכון (אסטואר) – טיפוס המייצג את מקטע הנחל שנשפך לים ולכן המים בו מליחים עד מלוחים. אורך המקטע הזה הוא כקילומטר. תכונות המים והביולוגיה מושפעות מהפאונה הימית. גם כאן התשתית היא אלוביאלית וחולית.

בדוח זה נתייחס באגן הירקון לארבע אזורים: מעלה, תיכון ומורד נחל הירקון ויובלי הירקון בנפרד. מקטעי המעלה והתיכון הם בעלי אפיון טיפולוגי זהה מבחינת תשתית נחל ("נחלים במישור החוף"), אך נבדלים באיכויות המים כתוצאה מפעילות אדם. אזור המורד מאופיין בין היתר במליחות גבוהה עקב קרבתו לים. ההשפעה אינה אחידה ומשתנה לאורכו ובהתאם לאופי הזרימה מהמעלה ומשטר הגאות והשפל.



איור 2: מפת אגן הירקון וטיפוסי הנחלים. ייצוג הטיפוסים מתואר בצבעי הנחל וגודל אגן הניקוז מתבטא בעובי המקטע.

בהתאמה, האזור נחלק לשני טיפוסים: מקטע "מי מעבר" (Transitional waters) בין סכר שבע טחנות למועדון מרכז דניאל לחתירה, ומקטע ה"אסטוארי" שאורכו כ 1 ק"מ מהים (ממועדון מרכז דניאל לחתירה ועד לים התיכון).

3.2 עבודת שדה

בכל מקטע נבחר אזור מייצג של כ-100-50 מטרים ונמדדו משתני סביבה כימיים-פיזיקליים באמצעות מד אלקטרוני נייד (YSI Professional Plus): טמפרטורת המים, אחוז וריכוז החמצן המומס ($\text{DO}\%$), ערך הגבה (pH) ומוליכות חשמלית ($\text{electric conductivity}$). חשוב לציין כי ערכי רוויית החמצן המומס תלויים בטמפרטורת המים ובפעילות הטמעה (פוטוסינתזה) של אצות וצמחי מים, אשר מגיעים לשיא פעילות בשעות הצהריים המאוחרות. מסיבה זו ערכי החמצן מייצגים מדידת חטף ואינם משקפים בהכרח את מצב איכות המים בבית הגידול.

במקביל, בכל מקטע בוצע אפיון של הרכב התשתית המינרלית (סלעים, אבנים, חצץ, חול ובוצ) והאורגנית (צומח טבול, מזדקר, אצות וחומר חלקיקי גס או עדין) וניתנה הערכה של עוצמת ההפרעה הכללית. מדד עוצמת ההפרעה הכללית מסייע להערכת רמת ההפרעה הסביבתית במקטע, ומשמש כמסביר נוסף למצבו האקולוגי. המדד כולל אופי שימושי קרקע, סוג ורציפות צמחיית הגדות המעוצה, הפרעות לזרימה, השפעות שליליות על איכות המים (דוגמת נגר חקלאי או עירוני) ושינויים במבנה ערוץ הנחל. יודגש כי ערכי הציין אינם מתייחסים לערכי איכות המים אלא על מקורות הזיהום.

לאפיון של הפרעות הנחל ניתן ביטוי מספר גורמים במקטע במרחב בערוץ עצמו ובסביבתו. המדדים כוללים ביטוי לאיכות המים, צמחייה במסדרון הנחל ושימושי הקרקע בקרבת הנחל. כמו כן ניתן ביטוי לפעילות האדם בערוץ ומתקנים שמשפעים עליו. ערכי המדד (ב-%): 0-20 "הפרעה מזערית", 21-40 "הפרעה קלה", 41-60 "הפרעה בינונית", 61-80 "הפרעה משמעותית", 81-100 "הפרעה משמעותית ביותר".

ניטור חסרי חוליות גדולים (חח"ג)

חסרי חוליות גדולים (< 400 מיקרומטר) נדגמו ביחס להרכב התשתית מ-20 דגימות של 25 סמ"ר (בהתאם לגודל פתח רשת הדיגום) ובשטח כולל של 1.25 מ"ר. אסופות חסרי החוליות שומרו בשטח (אתנול 96%) והועברו למעבדה להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית מתקדמת. דגימות מים נדגמו על ידי צוות רשות הנחל ונשלחו לאפיון כימי של איכות המים במעבדות מוסמכות. דגימות אלו סיפקו מידע לגבי משתנים אביוטיים שונים: צריכת חמצן ביולוגית – צח"ב (BOD), אמוניום (NH_4), חנקן כללי (TN), זרחן כללי (TP), קוליפורמים צואתיים (E.coli) וכלוריד (Cl^-).

3.3 עבודת מעבדה (מיון, הגדרה וחישוב ציינים)

חסרי החוליות מיונו, נספרו והוגדרו לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר האפשרית (מיון, סוג או משפחה), באמצעות ספרות מקצועית ובסיועם של מומחי מוזיאון הטבע. כלל הנתונים האביוטיים והבייוטיים הוזנו לבסיס הנתונים הממוחשב של המלא"ק. נתונים אלו שימשו לחישוב ארבע ציינים ביולוגיים ולהערכת מצבו האקולוגי של הירקון ויובליו:

1. **עושר המשפחות** בדגימה (Family richness): עושר גבוה מעיד על חברת חח"ג יציבה ובעלת חוסן אקולוגי גבוה (עמידות גבוהה לאירועי קיצון) בעוד שעושר נמוך מעיד על חברה שנחשפה לגורמי עקה רבים והידלדלה, והחוסן האקולוגי שלה נמוך. ניתן לבחון עושר ברמות טקסונומיות שונות (רמת המין, סוג, משפחה, סדרה).
2. **חלקיות חח"ג המשתייכים לסדרות רגישות לעקה בבית הגידול (ET%)**: סדרות הבריומאים (Ephemeroptera) ושעירי הכנף (Trichoptera) נחשבות רגישות לעקה. ככל שהחלקיות שלהן גבוהה יותר, ניתן לומר שהשפעת עקות שונות על הנחל היא נמוכה יותר ומצבו האקולוגי טוב יותר. במקור מדד זה כולל גם את סדרת הגדותאים (Plecoptera) ונקרא EPT אך סדרה זו אינה קיימת באגן הירקון ולצורך הדוח לא תיכלל במדד.
3. **שיעור זחלי כירונומיני (Chironomini) מסך המשפחה הימשושים (Chironomidea) (שכמ"י)**: סוג זה של ימשושים משגשג בתנאי זיהום, במיוחד זיהום אורגני (למשל שפכים וקולחים). ככל ששיעור הכירונומיני גדול יותר, ניתן להניח כי עוצמת ההפרעה משמעותית יותר.
4. **מדד ASPT-IL**: מדד לאפיון רגישות חסרי חוליות לזיהום אורגני, אשר עבר התאמה למשפחות חסרי החוליות בפאונה הישראלית. ערכי הרגישות של כל משפחה נעים בין 1 ל-10, כאשר ערכים נמוכים מעידים על הרכב מינים היכול להתקיים בתנאי זיהום, בעוד שערכים גבוהים מעידים על הימצאות מינים רגישים, הזקוקים למים באיכות גבוהה. ככל שהמדד גבוה – כך מצבו האקולוגי של הנחל טוב יותר.
5. **ערכיות אקולוגית יחסית (Ecological Quality Ratio - EQR)**: חישוב ה-EQR מנרמל את ערך ארבעת הציינים של כל דגימה ביחס לטיפוס הנחל שבו הוא נדגם. כל ציין שמתקבל מושווה ביחס לציין הגבוה ביותר והנמוך ביותר של דגימות אחרות מאותו טיפוס, וכך מתקבל ציין יחסי לטיפוס. פיזור טיפוסי הנחלים נרחב יותר מגבולות אגן מסוים ובכך מאפשר השוואה למקטעי נחל רבים יותר ומקנה חוזק סטטיסטי. השוואה לפי טיפוס נחל מגדילה את הסיכוי למצוא השוואה נכונה ל-"חברת מקור" של טיפוס מעבר לגבולות האגן, שלעיתים רובו או כולו עבר

הפרות ואין בו מקטעים טבעיים להשוואה. נירמול הציינים לאחוזים והשימוש בציון חציוני (ולא ממוצע) מאפשר גם להשוות ציינים בין טיפוסים שונים. הערכת המצב האקולוגי של המדד היא:

> 0-20% = **גרוע**; 21-40% = **רע**; 41-60% = **בינוני**; 61-80% = **טוב**; < 81-100% = **מצוין**.

3.4 איכות מים ותקנים

לאיכות המים השפעה מכרעת על הרכב בעלי החיים בנחל ובהתאמה על מצבו האקולוגי. אפיון כימי של איכות מי הנחל נעשה באופן שוטף לאורך השנה על ידי רשות הנחל. בדוח זה נתייחס לדגימות הכימיות שנלקחו באמצעות רשות הנחל בסמוך לדיגום הביולוגי¹. דיגום המים נאסף על ידי דוגמים מוסמכים של רשות הנחל ונשלח לאנליזה במעבדות בקטוכם, נס ציונה.

המדדים שנבדקו הם:

- **צריכת חמצן ביוכימית - צח"ב (BOD)** - ערך הצח"ב מבטא פעילות מיקרוביאלית לנשימה ופירוק של חומרים אורגניים במים, ומהווה מדד עקיף להערכת מידת הזיהום האורגני במי הנחל. ערך הצח"ב של מים "טבעיים" הוא פחות מ- 5 מג"ל.

- **קוליפורמים צואתיים** - אינדיקטור נוסף לנוכחות שפכים ביתיים. תקן ענבר ממליץ על ערך מרבי לממוצע חודשי של כ- 200 יח' ל- 100 מ"ל מי המט"שים שמוזרמים לנחלים ותקן משרד הבריאות עומד על 400 יח' ל- 100 מ"ל הגבלה לרחצה.

- **זרחן (P)** - זרחן הוא גורם מגביל להתפתחות של צומח מים ואצות. מעל לריכוזי סף זרחן עלול לגרום להתפתחות ביתר של ביומסה צמחית ולגרום לאוטרופיקציה של הנחל. מקור הזרחן בקולחים ובנגר מאזורים חקלאיים כתוצאה מעודפי דישון. לפי תקן ענבר - ערך הסף הוא 1 מג"ל להזרמת קולחים לנחל.

- **חנקן כללי (N)** - התקן לחנקן כללי (סך תצורות החנקנים בדגימה) הוא 10 מג"ל. מקור עודפי החנקן בשפכים ובדישון יתר. המדידות של ערכי החנקן הכללי אינן עקביות בסקר זה, אך ניתן לראות מגמה לאורך השנים.

- **יוני אמוניום (NH_4^+)** - יון שניתן לקבע ולאמוד אותו לעומת מולקולת האמוניה (NH_3). האמוניה היא מולקולה רעילה לחי ולצומח במים (כתלות ברגישות האורגניזם). מעל ריכוזים מסוימים, האמוניה עשויה להמית בעלי חיים שונים (תגובה מיידית) כמו דגים. שווי המשקל בין יון האמוניום למולקולת האמוניה

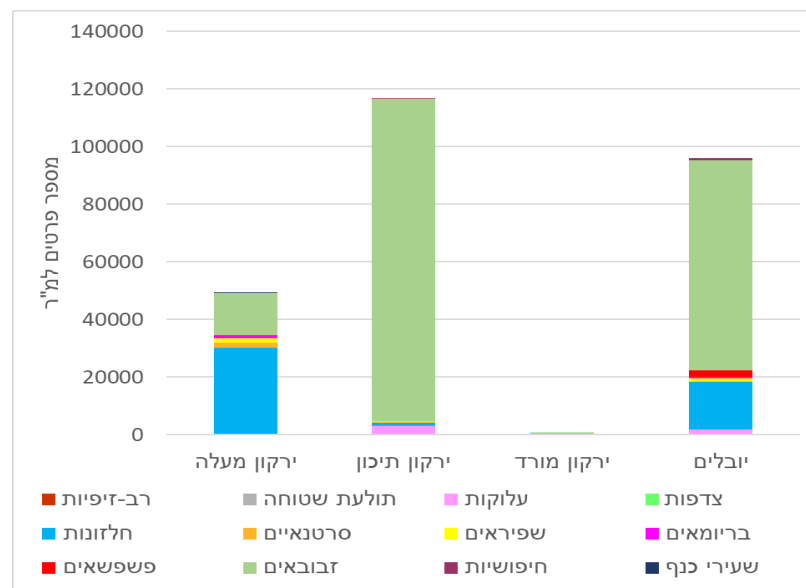
¹ בשל העובדה שאין עדיין תקינה וסטנדרטים ייעודיים עבור איכות המים הרצויה בנחלים, אומצו ב- 2010 'תקנות לבריאות העם' (תקנות ענבר) אשר הגדירו מהם ערכי איכות הקולחים המותרים לשחרור לנחלים. במידה וישנה תקינה עבור פרמטר מסוים הוא ישווה לתקן הקיים. ערכי הבדיקות הושוו לערך המירבי לממוצע החודשי, שהוא מחמיר יותר מהערך המירבי.

מושפע מתהליכים שונים בהם תנודות יממתיות בחומציות המים. על כן, מדידה נקודתית במהלך היום אינה מייצגת את ריכוזו האפקטיבי של האמוניום הרעיל. תקן ענבר לריכוז האמוניום המותר להזרמה לנחלים הוא 1.5 מג"ל.

4. תוצאות

4.1 מידע כללי

הממצאים המוצגים בדוח זה מתבססים על 78 דגימות משלושה סבבי ניטור ביולוגי באביב (מאי-יוני) שנערכו בין השנים 2017 ל- 2020 (טבלה 1, איור 3). 15 דגימות ב-2017 (13 לאורך הירקון, ו-2 ביובליו), 35 ב-2019 (20 בירקון ו-15 ביובלים) ו-28 ב-2020 (20 בירקון ו-8 ביובלים). בשלוש שנות הניטור, נמצאו סך הכל בכל הנחלים באגן הירקון כ-95,000 פרטים של חסרי חוליות, המשתייכים ל- **89 טקסונים** מ- **13 סדרות** (50 משפחות): בהם תולעים, עלוקות, רכיכות (צדפות וחלזונות), סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, חיפושיות, זבובאים ושעירי כנף (נספח א). מרבית הטקסונים השתייכו לארבע סדרות: זבובאים (20), חיפושיות (18), שפיראים (12) וחלזונות (11). מבחינת צפיפות, נציגים של הסדרות זבובאים וחלזונות היוו את עיקר האסופה באגן (כ-94%). בחלוקה לאזורים בנחל הירקון, במעלה הירקון, חלזונות (61%) וזבובאים (30%) היו דומיננטיים, בירקון התיכון

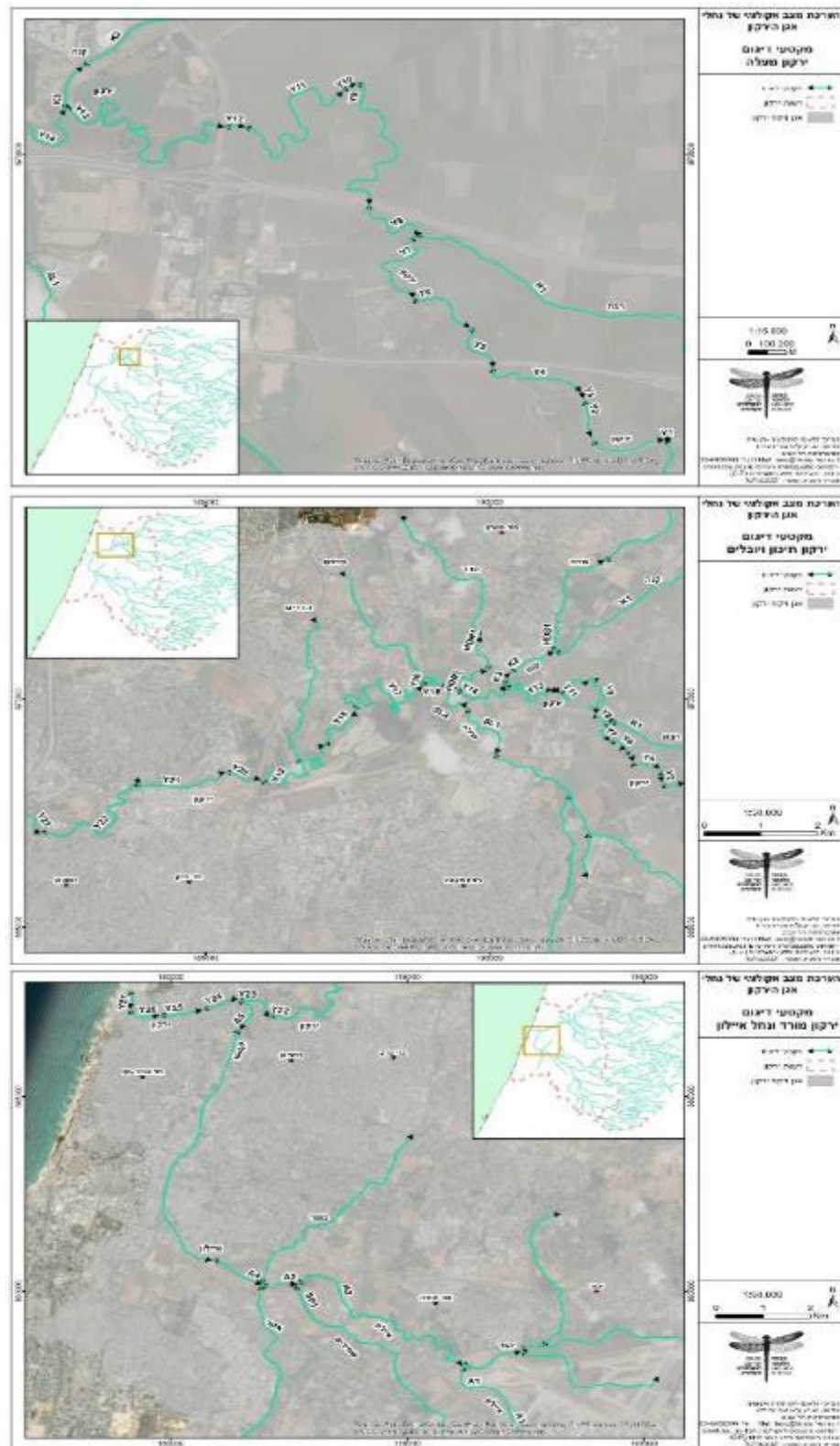


תרשים 1: צפיפות הפרטים למטר רבוע לפי סדרות באגן הירקון.

נמצאו בעיקר זבובאים (96%) ו**במורד הירקון** עלתה הדומיננטיות של סרטנאים (60%) וזבובאים (36%). ביובלי הירקון זבובאים (76%) וחלזונות (17%) היוו את הסדרות הדומיננטיות (תרשים 1).

טבלה 1: סיכום מקטעי הדיגום באגן הירקון: 2017 (14-16.5), 2019 (12-26.5), 2020 (31.5-2.6).
פירוט טיפוסים הנחלים להלן.

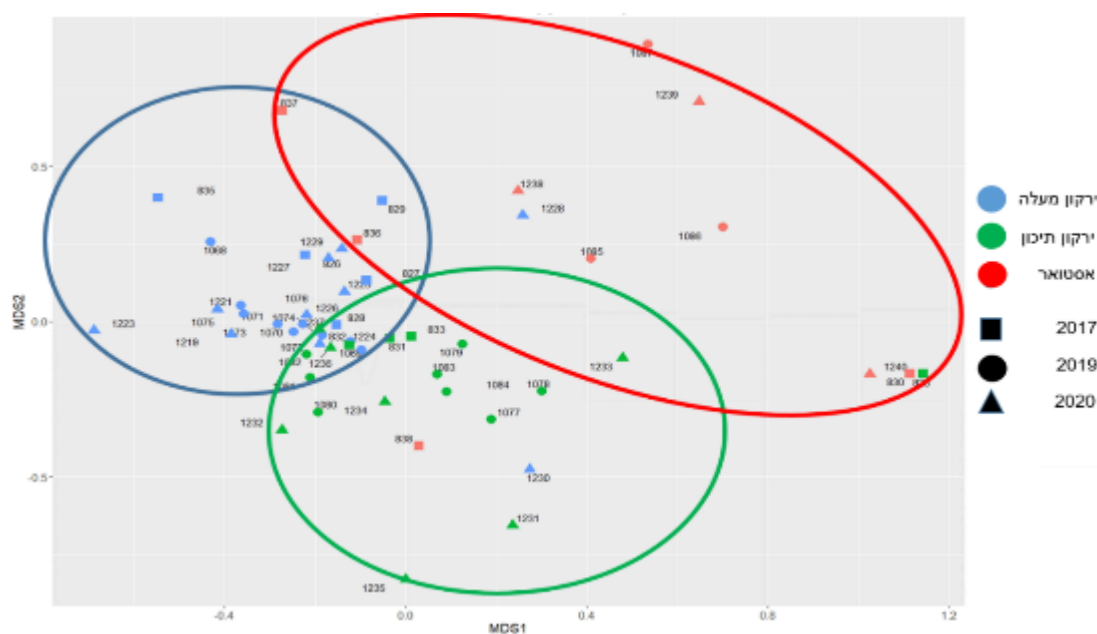
שם הנחל	שם המקטע	קוד מקטע	טיפוס נחל	2017 (15)	2019 (35)	2020 (28)	נ"צ
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	Y1	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.10658 34.928157
	תעלת עינת תיכון	Y2	נחל בינוני במישור החוף	•	•	✓	32.106494 34.924626
	תעלת עינת מורד	Y3	נחל בינוני במישור החוף	•	•	✓	32.108755 34.924275
	בריכת הנופריים	Y4	נחל בינוני במישור החוף	✓	•	•	32.110178 34.920461
	פארק מקורות הירקון	Y5	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.112529 34.918162
	מורד אל-מיר	Y6	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	•	32.11305 34.9174
	מעלה כניסת רבה	Y7	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.114533 34.914767
	מורד כניסת רבה- בית הבטון	Y8	נחל בינוני במישור החוף	•	•	✓	32.118455 34.913497
	מורד כניסת רבה- מורד כביש 5	9Y	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	•	32.122033 34.9125
	רפל בית לאה	Y10	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.127033 34.911117
	מורד בית לאה	Y11	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.1238 34.908217
	רפל כביש 40	Y12	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.124617 34.904583
	מעלה כניסת קנה	Y13	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.124367 34.8988
	מורד כניסת קנה	Y14	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.123367 34.890783
	מעלה כניסת שילה	Y15	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	•	32.125117 34.884733
ירקון תיכון	מורד כניסת שילה	Y16	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.125383 34.884167
	מורד כניסת פרדס	Y17	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.125817 34.870783
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	Y18	נחל בינוני במישור החוף	•	✓	✓	32.114633 34.862167
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	Y19	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.110233 34.859017
	מורד כביש 4	Y20	נחל בינוני במישור החוף	•	•	✓	32.107109 34.848857
	א.ת. עתידים	Y21	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	•	32.106 34.82965
	מורד 10 טחנות	Y22	נחל בינוני במישור החוף	✓	✓	✓	32.097033 34.81895
	מעלה כניסת איילון	Y23	מקטעי מעבר בנחלי חוף	✓	✓	✓	32.09785 34.807533
	מורד כניסת איילון	Y24	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	✓	32.100167 34.80025
	מורד גשר נמיר	Y25	מקטעי מעבר בנחלי חוף	✓	•	•	32.097225 34.791204
ירקון מורד	גשר אבן גבירול	Y26	מקטעי מעבר בנחלי חוף	✓	✓	✓	32.096417 34.783067
	גשר ווקף	Y27	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)	✓	•	•	32.101713 34.776934
	רבה	R1	נחל קטן במישור החוף	•	✓	•	32.118183 34.915767
	מורד אלישמע	K1	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.145417 34.923383
קנה	מורד כניסת הדס	K2	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.1318 34.90315
	מעלה מפגש ירקון	K3	נחל קטן במישור החוף	✓	✓	✓	32.12695 34.895217
הדס	מורד מט"ש כ"ס הוד"ש	HDS1	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.141083 34.9059
הדר	מקטע משוקם	HDR1	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.1334 34.889833
	מקטע טבעי	HDR2	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.124967 34.887283
שילה	מעלה כביש 5	SL1	נחל קטן במישור החוף	✓	✓	•	32.116883 34.892783
	מעלה מפגש ירקון	SL2	נחל קטן במישור החוף	•	✓	✓	32.1219 34.886217
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	•	32.01515 34.852233
	מעלה כניסת שפירים	A2	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	•	32.0259 34.83515
	מורד כניסת שפירים	A3	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	✓	32.0343 34.814267
	מעלה סכר שתולים	A4	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	•	32.039833 34.795633
	מעלה מפגש ירקון	A5	מקטעי מעבר בנחלי חוף	•	✓	•	32.095083 34.8036
שפירים	מעלה גנות	1SP	נחל קטן במישור החוף	•	✓	•	32.020733 34.83125



איור 3: מפת אגן הירקון ומקטעי הנחלים.

מבחן דימיון חברות

במצב טבעי (ללא השפעת אדם) טיפוס הנחל קובע את הרכב המינים בחברת החח"ג. מסיבה זו הרכב חברות החח"ג לאורך הירקון מהמעלה ועד לאסטואר, אמורים להיות דומים במידה רבה. עם זאת, מבחן דמיון חברות (NMDS) הראה כי הרכב סדרות החח"ג לאורך מקטעי הירקון היה שונה בין אזורים ואף בין שנים (תרשים 2). החישוב מתייחס למגוון ומספר הפרטים מכל סדרה של חח"ג בכל אסופה (נקודה בגרף). המרחק בין שתי נקודות בגרף ממחיש את רמת הדמיון בין חברות החח"ג, כאשר נקודות קרובות הן דומות בהרכבן ונקודות רחוקות שונות יותר. על פי המבחן, התקיימה חפיפה מעטה בין חברת החח"ג של מעלה הירקון (כחול) וחברת החח"ג של הירקון התיכון (ירוק). מקטעי מורד הירקון (אדום) הציגו שונות גבוהה של הרכב חברת חח"ג, עם מידת דמיון נמוכה לשני האזורים האחרים.



תרשים 2: אורדינציית NMDS של מקטעי הירקון לפי הרכב סדרות חח"ג בחלוקה לאזורים ושנים. מספר כל דגימה מופיע בסמוך אליה.

איכות המים היא הגורם המרכזי להבדלים בהרכב חברת החח"ג במקטעים השונים של הירקון. איכות המים הגבוהה במקטע העליון, זיהום בקולחים במקטע התיכון והשפעת מליחות מי הים והזיהום במקטע התחתון (האסטואר) משפיעים על הרכב החברה כך שמגוון הסדרות (ומגוון הטקסונים ככלל) משתנה בהתאם לתנאי הסביבה ואיכות המים. מינים רגישים לזיהום נעלמים ומינים עמידים משגשים במקטע התיכון, בעוד שמינים שמתאמים למליחות גבוהה יתמודדו בהצלחה גם עם שינויי המליחות והטמפרטורה במקטע האסטואר.

4.2 הערכה אקולוגית של מקטעי נחל באגן הירקון (חציון משוקלל)

מבין הציינים האקולוגיים, ארבעה נמצאו כמייצגים בצורה הטובה ביותר את מצבם האקולוגי של נחלי האגן: 'עושר משפחות' 'שיעור כירנומיני מסך הימשושים' (שכמ"י), 'אחוז הבריומאים ושעירי הכנף' (ET%) ומדד 'רגישות לזיהום' (ASPT-IL). עבור כל דגימה, חושבו ארבעת המדדים והציון המשוקלל עבורם הפך ל-EQR המייצג את מצבה האקולוגי של אסופה נתונה (נספחים ב-1 וב-4). יש לציין כי מדד זה שימש בעבודה זו להערכת המצב האקולוגי של כל נחלי האגן, כולל היובלים, אך ללא מקטעי האסטואר.

סך הכל ב-3 שנים נעשתה הערכה אקולוגית עבור 67 מקטעים, מתוכם: 3% היו במצב "מצוין", 9% במצב "טוב", 40% במצב "בינוני", 18% במצב "רע", ו-11% במצב "גרוע" (טבלה 2, איורים 4א-4ג).

טבלה 2:

הערכה אקולוגית (על פי מדד EQR של מקטעי אגן הירקון בשנים 2017-2020.

מפתח ההערכה:

0-20 (גרוע)

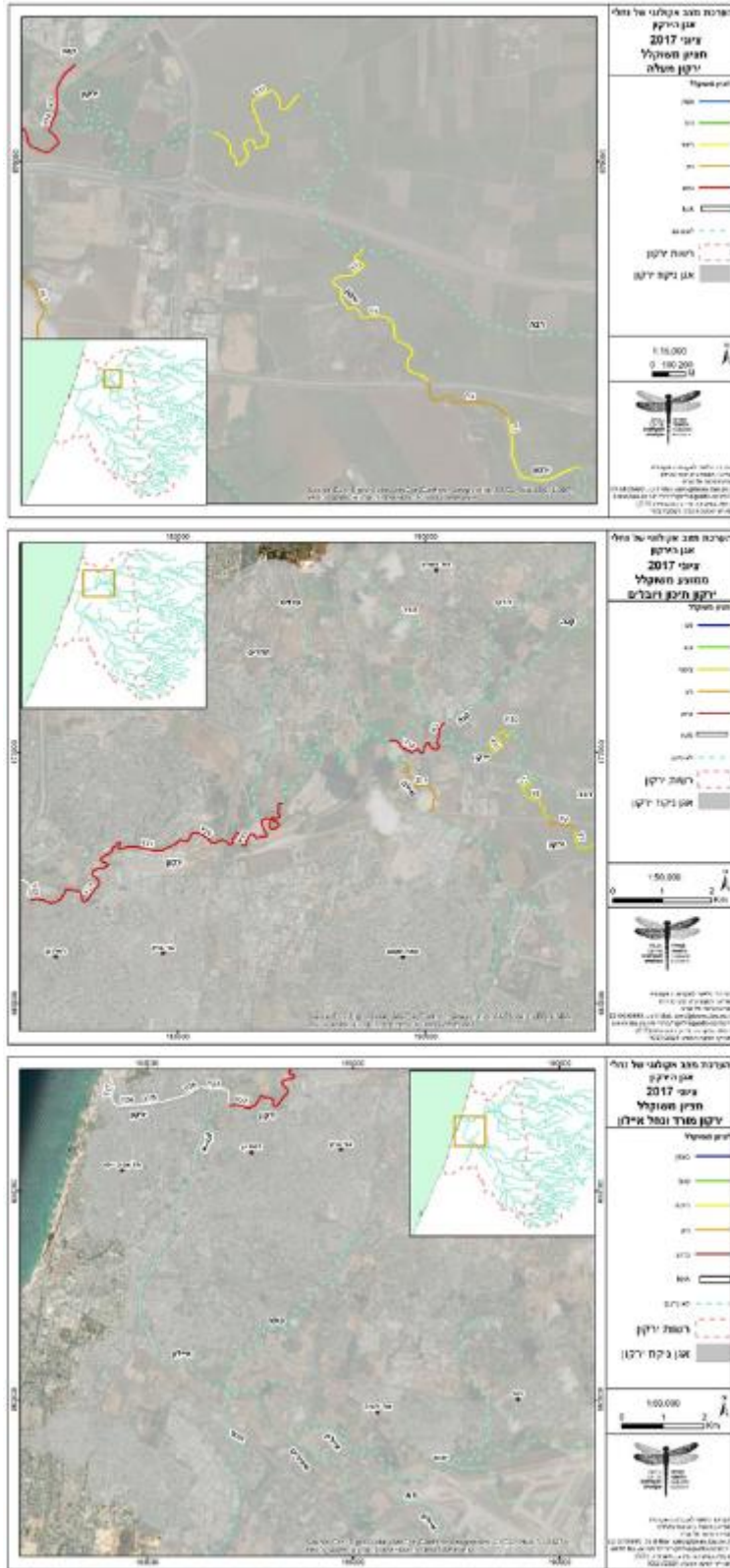
21-40 (רע)

41-60 (בינוני)

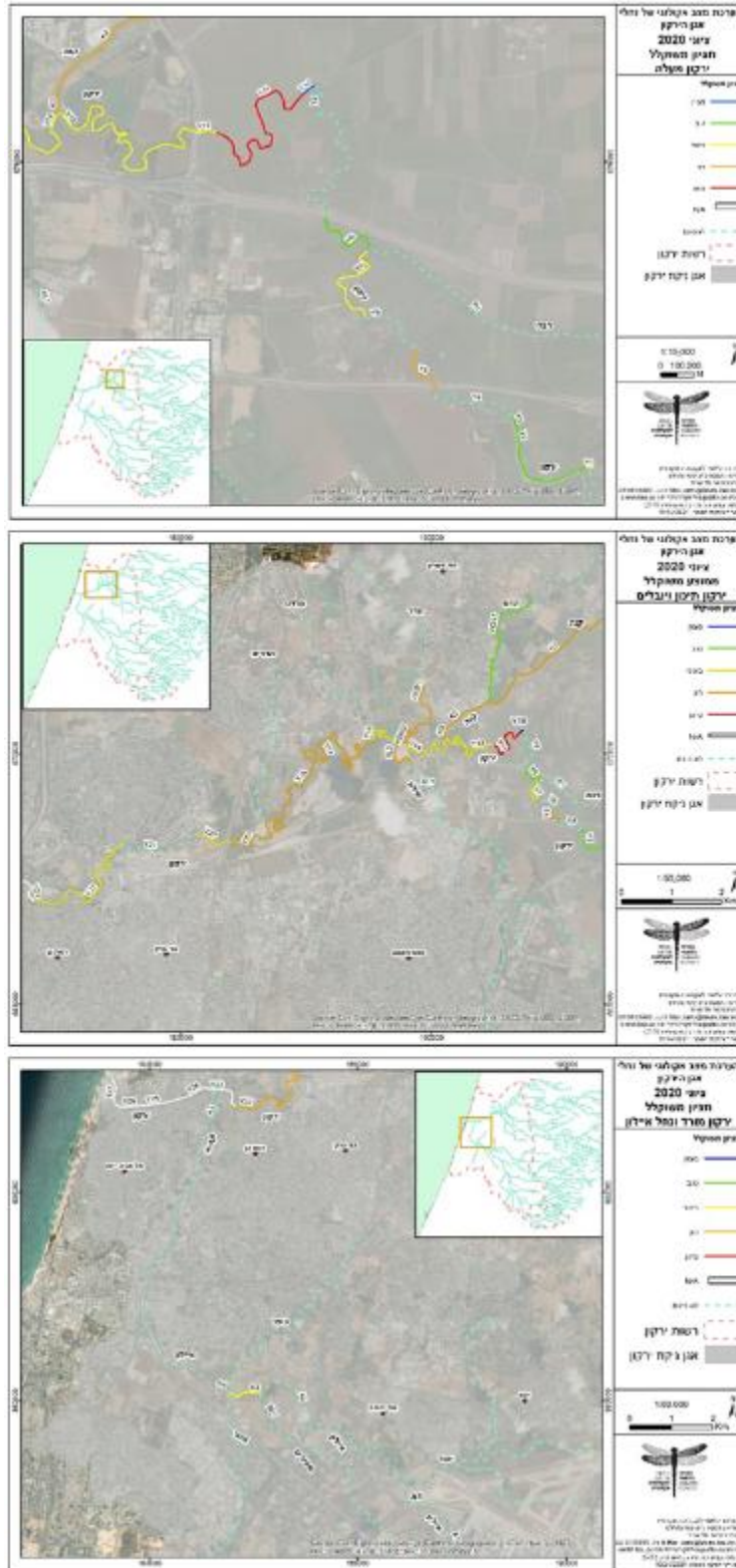
61-80 (טוב)

81-100 (מצוין)

שם הנחל	שם המקטע	קוד מקטע	טיפוס נחל	2017	2019	2020
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	Y1	נחל בינוני במישור החוף	59%	56%	56%
	תעלת עינת תיכון	Y2	נחל בינוני במישור החוף			77%
	תעלת עינת מורד	Y3	נחל בינוני במישור החוף			75%
	בריכת הנופרים	Y4	נחל בינוני במישור החוף	37%		
	פארק מקורות הירקון	Y5	נחל בינוני במישור החוף	49%	30%	25%
	מורד אל-מיר	Y6	נחל בינוני במישור החוף		53%	
	מעלה כניסת רבה	Y7	נחל בינוני במישור החוף	44%	56%	55%
	מורד כניסת רבה - בית הבטון	Y8	נחל בינוני במישור החוף			61%
	מורד כניסת רבה - מורד כביש 5	Y9	נחל בינוני במישור החוף		46%	
	ריפל בית לאה	Y10	נחל בינוני במישור החוף		85%	92%
	מורד בית לאה	Y11	נחל בינוני במישור החוף	58%	40%	20%
	ריפל כביש 40	Y12	נחל בינוני במישור החוף		55%	51%
ירקון תיכון	מעלה כניסת קנה	Y13	נחל בינוני במישור החוף		59%	44%
	מורד כניסת קנה	Y14	נחל בינוני במישור החוף	1%	14%	47%
	מעלה כניסת שילה	Y15	נחל בינוני במישור החוף		5%	
	מורד כניסת שילה	Y16	נחל בינוני במישור החוף		6%	51%
	מורד כניסת פרדס	Y17	נחל בינוני במישור החוף		26%	25%
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	Y18	נחל בינוני במישור החוף		41%	34%
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	Y19	נחל בינוני במישור החוף	5%	26%	32%
	מורד כביש 4	Y20	נחל בינוני במישור החוף			43%
	א.ת. עתידים	Y21	נחל בינוני במישור החוף	15%	23%	
	מורד 10 טחנות	Y22	נחל בינוני במישור החוף	15%	33%	42%
	מעלה כניסת איילון	Y23	מקטעי מעבר בנחלי חוף	מקטעי אסטואר – אין מדד EQR		
	מורד כניסת איילון	Y24	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
ירקון מורד	מורד גשר נמיר	Y25	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	גשר אבן גבירול	Y26	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
רבה	גשר ווקף	Y27	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)			
	מעלה מפגש ירקון	R1	נחל קטן במישור החוף	69%		
קנה	מורד אלישמע	K1	נחל קטן במישור החוף	0%	33%	33%
	מורד כניסת הדס	K2	נחל קטן במישור החוף		33%	35%
	מעלה מפגש ירקון	K3	נחל קטן במישור החוף	3%	9%	31%
הדס	מורד מט"ש כפ"ס הוד"ש	HDS1	נחל קטן במישור החוף		73%	64%
הדר	מקטע משוקם	HDR1	נחל קטן במישור החוף		53%	30%
	מקטע טבעי	HDR2	נחל קטן במישור החוף		67%	34%
שילה	מעלה כביש 5	SL1	נחל קטן במישור החוף	24%	55%	
	מעלה מפגש ירקון	SL2	נחל קטן במישור החוף		64%	36%
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	נחל בינוני במישור החוף		54%	
	מעלה כניסת שפירים	A2	נחל בינוני במישור החוף		53%	
	מורד כניסת שפירים	A3	נחל בינוני במישור החוף		62%	50%
	מעלה סכר שתולים	A4	נחל בינוני במישור החוף		52%	
	מעלה מפגש ירקון	A5	מקטעי מעבר בנחלי חוף	מקטעי אסטואר – אין מדד EQR		
	מעלה גנות	1SP	נחל קטן במישור החוף			
				44%		



איור 4: הערכת המצב האקולוגי (לפי מדד EQR) של נחל אגון הירקון ב-2017.



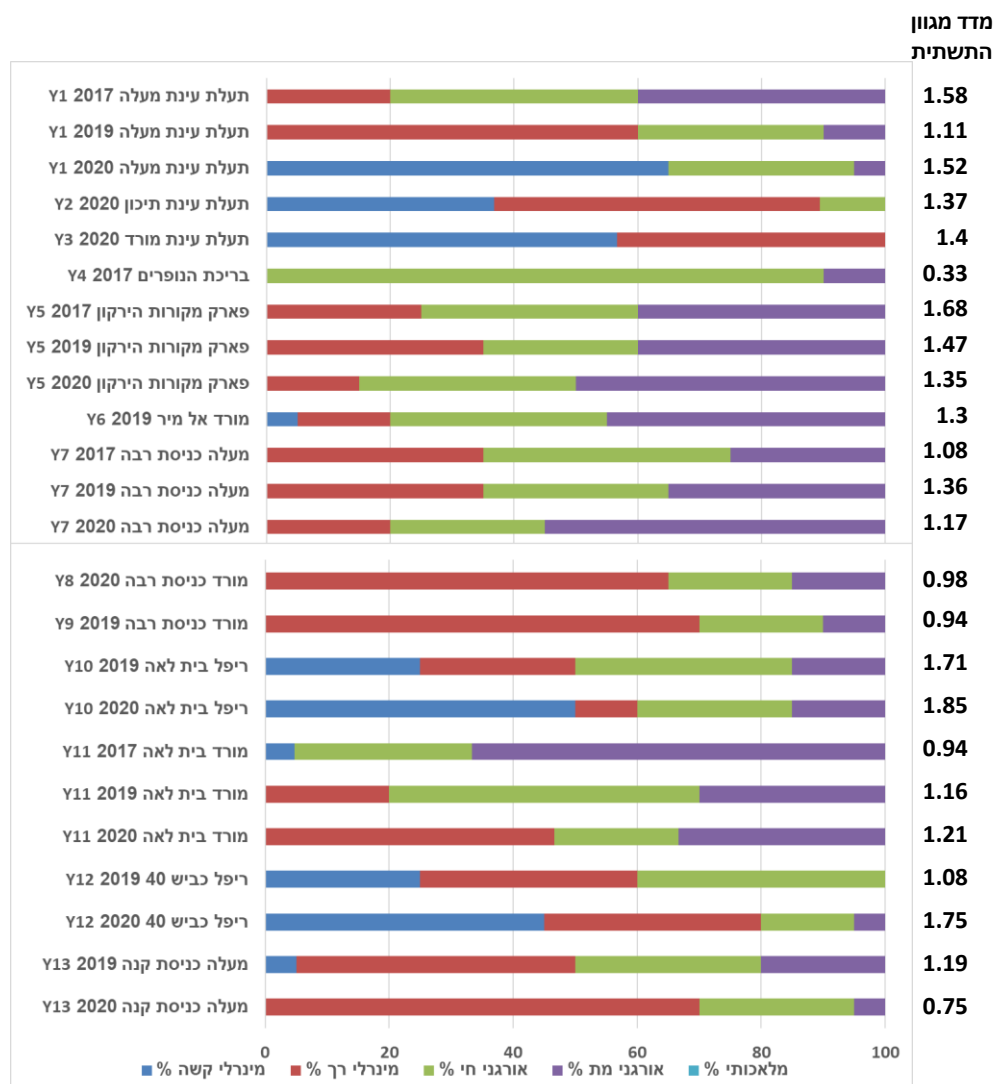
4.3 נחל הירקון - אזור מעלה הירקון

מדדים אביוטיים

במעלה הירקון זורמים מי מקור באיכות גבוהה שבאה לידי ביטוי בערכים הכימיים. אחוז רווית החמצן (DO%) היה תקין ונע בין ריווין חלקי לריווין יתר קל (50%-113%). המוליכות החשמלית לא עלתה על 1000 מיקרוסימנס, ערך התואם מים מתוקים. מידת ההפרעה הסביבתית באזור זה נמוכה (9%-30%), כאשר המקטע הכי פחות מופר הוא "בריכת הנופרים" (נספח ג1). מלבד חריגה אחת בערך הזרחן ("מורד אל-מיר", במורד מקטע הסיחרור) שיכול לנבוע מעלייה בנטריינטים בקצה המקטע, ערכי הזרחן היו תקינים. ב- 2017 ריכוז הקוליפורמים הצואתיים חרג מתקן משרד הבריאות (< 400 יחידות) במקטעים: "בריכת הנופרים", "פארק מקורות הירקון" וב- 2019 ב-"בריכת הנופרים" וב-"מורד אל-מיר". ב- 2020 לא היו חריגות מתקן משרד הבריאות, אך כן מתקן ענבר במקטעים שבין "ריפל בית לאה" (Y10) ל-"מעלה כניסת קנה" (Y13). לא נמצאו חריגות עבור יתר הפרמטרים (תרשים 1, נספחים ד1, ה1). המקטעים בעלי מגוון התשתית הגבוה ביותר היו "ריפל בית לאה" (Y10) ו-"ריפל כביש 40" (Y12) בשנת 2019 (1.84 ו- 1.7 בהתאמה). בדומה, גם מקטע תעלת עינת הציג ערכי מורכבות מבנית גבוהה, כאשר ב- 2017 היא נבעה ממורכבות טבעית ולאחר מכן מתוספת של אבנים באופן מלאכותי למקטע המשוקם. המגוון הנמוך ביותר נמצא ב-"בריכת הנופרים" (Y4) ועמד על 0.33 (תרשים 3). ב-"מעלה כניסת קנה" (Y13) נמדדה ירידה בין 2019 (1.19) ל- 2020 (0.75), כנראה עקב שינוי באורך ובאופי המקטע שנדגם.

מדד אקולוגי משוקלל

בכללי, מעלה הירקון במצב אקולוגי טוב יותר מכלל הנחלים באגן. לפי מדד EQR, לא היה בו מקטע במצב "גרוע", מלבד "מורד בית לאה" (Y11) ב- 2020. יתר המקטעים היו במצב שני בין "רע" ל-"מצוין". עם זאת, למרות איכות המים הגבוהה מרבית המקטעים היו במצב "בינוני" בלבד. המקטע הטוב ביותר באגן היה "ריפל בית לאה" (Y10) בנחל הירקון. זהו המקטע היחיד שנמצא במצב אקולוגי "מצוין" ובאופן עקבי – בשתי השנים בהן נדגם. חשוב לציין כי המורכבות המבנית במקטע זה הינה מלאכותית ומקורה באבנים המייצבות את המעבר החוצה את הנחל. המקטעים שהיו במצב "רע" היו "בריכת הנופרים" (Y4), ו-"פארק מקורות הירקון" (Y5) ב- 2019-2020. המקטעים היחידים שהיו במצב "טוב" היו המקטעים המשוקמים של "תעלת עינת" (Y2), "תעלת עינת תיכון" (Y2) ו-"תעלת עינת מורד" (Y3) והמקטע "מורד כניסת רבה - בית הבטון" (Y8). ממצאים אלו מגובים ע"י תוצאות דומות במגוון התשתית, המצביעות על מקטעי תעלת עינת כמגוונים במיוחד ועל "בריכת הנופרים" כמקום האחיד ביותר מבחינת מגוון מצע.



תרשים 3: התפלגות תשתית הנחל במקטעי מעלה הירקון שנבדקו בסקר בשנים 2017, 2019 ו-2020.

אופי הזרימה קשור אף הוא להרכב הביולוגי. לדוגמה, הירקון במקטע "מורד נחל רבה" נדגם בשני מקטעים: סמוך ל-"מורד כניסת רבה - בית הבטון" (Y8), וב-"מורד כניסת רבה - מורד כביש 5", הסמוך למטע פקאן (Y9). למרות שבין המקטעים אין הבדל משמעותי באיכות המים ובמורכבות התשתית (כ-0.95), מהירות הזרימה בהם שונה: במקטע Y8 הזרימה מהירה יחסית לזו שנמדדה ב Y9. בהתאם, המקטע הראשון הציג ערך EQR **'טוב'** בעוד שהתחתון נמצא במצב **'בינוני'**. בשל העובדה שאין שינוי בספיקת הנחל במקטע זה, הגורם המרכזי המשפיע על מהירות הזרימה הוא חתך הנחל. באופן טבעי שיפוע הירקון מתון (כ-0.6 פרומיל), כך שברוב המקטעים, מהירות הזרימה איטית והערוץ בעל אופי בריכתי. בנוסף, חתך הנחל מותאם לספיקות היסטוריות גבוהות בהרבה מהספיקה הנוכחית (חתך רחב מדי, היוצר זרימה איטית מאוד). עקב הזרימה האיטית בעונה היבשה, ריכוז החמצן במים יורד,

הטמפרטורה עולה והעבירות עולה. תנאים אלו עשויים להוות חסם להתבססות מינים מקומיים, שחלקם מצויים במעלה הירקון אך מופיעים מעט או כלל לא בשאר חלקיו. למשל, ימשושים משבט ה-*Tanytarsini* (Chironomidae) שנמצאו בסקר בין מקטעי תעלת עינת למקטעי מורד כניסת רבה או זחלים של שעירי כנף מהסוג הידרופטילה (*Hydroptila sp.*) שנמצאו ב-"תעלת עינת תיכון" ובמקטעים שבין "מעלה כניסת רבה" ל-"ריפל כביש 40". נוסף עליהן, הירקון מהווה בית גידול טבעי למספר רכיכות רגישות (שחריר נחלים), אך כיום הפיזור שלהן אינו אחיד לאורך הנחל ורובן מרוכזות במקטעים בודדים במעלה הירקון, שבהם נמצאים מצעים יציבים דוגמת נופרים או תשתית אבנית, בעיקרה מלאכותית. כיוון שהתשתית האבנית כיום מלאכותית ברובה המכריע ואינה נפוצה, נוכחות הרכיכות ותפוצתן תלויים במובן מסוים בקיומה.

בסקירת ספרות היסטורית נמצא כי במהלך השנים חלה ירידה במגוון הרכיכות המקומיות שאפיינו את מעלה הירקון מ-23 הטקסונים בשנות ה-70 לארבעה בלבד ב-2003. בעבודת המשך (אשכולי, 2008) נמצאו במעלה הירקון טקסונים נוספים שלא אותרו ב-2003, ביניהם החילזון שחריר חלק (*Melanopsis buccinoidea*) והצדפה מהמין אפופית מצויה (*Pisidium casertanum*) (נספח ו). בסקר הנוכחי נמצאו 9 מיני רכיכות במעלה הירקון (מגוון גדול פי שניים מהאזור התיכון ומאזור המורד), ביניהם שחריר חלק, שחריר החוף (*Melanopsis costata lampra*), מגדלית הנחלים (*Melanoides tuberculata*) וצדפה מהסוג סלסילת החוף (*Corbicula sp.*) (נספח א).

הצעות לפעולות שיקום – מעלה הירקון

1. ספיקה (כמות מים) ומהירויות זרימה: ממצאי סקר זה עולים בקנה אחד עם ממצאי עבודות קודמות בירקון ובנחלים אחרים, ומחזקים את החשיבות של איכות המים וכמות המים כתורמים לשיפור המצב האקולוגי של נחלים. יחד עם זאת, המינים הרגישים שנמצאו במעלה, נמצאו במספר מצומצם של מקטעים, מה שמחדד את הצורך לפעול במישורים נוספים לשיקום מצבו האקולוגי של הנחל. בשנים האחרונות, מעלה הירקון מקבל הקצאה הולכת וגדלה ממי המקור. בנחל הירקון זורמים כעת כ-8% בלבד מהספיקה המקורית. אמנם מדובר בשיפור ניכר של ספיקת הנחל ביחס לעבר, אולם עדיין מדובר ב-90% פחות מהכמות המקורית של המים שזרמו בירקון עד לאמצע המאה הקודמת.

רשימת מינים ייחודיים למעלה הירקון, שלא נכחו כלל ביתר המקטעים והנחלים בתקופת הסקר

שם עברי	שם הטקסון
חלזונות	
פנכית נטויה	Ferrissia clessiniana
ביצנית פתחונית	Radix sp.
שחריר חלק	Melanopsis buccinoidea
שחריר מצולע	Melanopsis costata lampra
	Mieniplotia scabra
סרטנים	
סרטן נחלים	Potamon potamios
שפיראים	
רומחית	Coenagrion sp.
ריחופית	Orthetrum chrysostigma
גיחנית	Trithemis sp.
פשפשאים	
שטגבונית ננסית	Plea pullula
זבובאים	
יבחושיים	Ceratopogonidae Gen. sp.
ימשושיים	Tanytarsini Gen. sp.
טיפוליתיים	Tipula sp.
חיפושיות מים	
	Ilybius chalconatus
	Cercyon laminatus
	Coelostoma sp.
	Helochaers sp.
דוגנית	Laccobius sp.
	Cyphon sp.
שעירי כנף	
שעירנית האצות	Hydroptila sp.

הפיתרון האופטימלי לשיקום הנחל (דהיינו, החזרתו למצב לקרוב ביותר שניתן למצבו הטבעי, ע"פ אוזן א. 2010), הוא הגדלת שיעור מי המקור העוברים בערוץ. זרימה המים האיטית בערוץ כיום לא מאפשרת את קיום המערכת האקולוגית הטבעית, בה שגשגו גם חסרי חוליות חובבי זרימה. מינים אלו נמצאו בסקר הנוכחי במקטעים בהם שופרה מהירות הזרימה, דוגמת מקטעי תעלת עינת והמקטעים האבניים (ריפלים). גם כאן, מדובר במקטעי זרימה מלאכותיים שאינם תואמים את אופי הנחל המקורי. כדי לייצר מקטעי זרימה לפי פתרונות מבוססי טבע (Nature Based Solution), ניתן להגדיל את הקצאת מי המקור או להקטין את חתך הערוץ. במשוואה ההידראולית הפשוטה $Q = V \cdot A$ הספיקה (Q) הרגעית היא תוצר המכפלה של מהירות המים (V) העוברים דרך חתך הערוץ (A). למהירות הזרימה השפעה ישירה על מאפיינים אקולוגיים רבים בנחל, החל מהרכב התשתית, ריכוז החמצן המומס, מעבר של חומרים מומסים

וחלקיקים, סחיפה של בעלי חיים ועוד. לפיכך בתנאים של ספיקה נתונה (על בסיס הקצאת מים לנחל למשל) ניתן להגביר את מהירות הזרימה על ידי הצרות חתך הזרימה (A). כך לדוגמה ניתן ליצור הצרות מלאכותית על ידי תוספת של גדות מלאכותיות המטות את הזרם לכיוון המרכז (deflectors) ובכך מגבירות את מהירות הזרימה במרכז האפיק. לדוגמה:



<https://bristolavonriverstrust.org/what-we-do/habitat-improvements/>

2. **קישור גדות הנחל והערוץ:** באזורים רבים לאורך נחל הירקון, גדות הנחל מתועלות – הגדה בעלת שיפוע חד שלא מאפשר התבססות צומח הקשור למים (בעיקר בעונות היבשות). במקטעים

רבים עומק המים והבוץ עולים על 1.5 מטר ויחד עם העבירות, שיפוע הגדה ועצי האיקליפטוס מונעים התבססות צומח וכפועל יוצא גם התבססות חח"ג שונים. גדות הנחל מהווים בית גידול עשיר עבור צמחים, שהם הבסיס למארג החיים בנחל (מקור מזון, מחסה והיאחזות עבור חח"ג רבים). כיוון שהתשתית המינרלית הקשה דלה, צומח הגדות יכול להוות גורם חלופי להעלאת מורכבות בית הגידול. חשיבות המורכבות הנופית ניכרת, לדוגמה, בהופעתם של ארבעה מיני רכיכות נוספים עם הופעת התשתית האבנית. בחינת חתכי נחל לאורך הערוץ והבנה של גובה מפלס המים בעונות השפל תאפשר ליצור מיתון לגדות והעלאת ממשק הגדה והנחל. בד בבד, מומלץ לבצע הערכה של פשט ההצפה והיערכות להתמודדות עם הצפות במסדרון הנחל.

3. הפחתת העבירות: עבירות היא ביטוי של עיקרון פיזיקלי הנובע מהפרעה של בליעה או פיזור של קרני האור על ידי חלקיקים מרחפים ומונעים מעבר האור לעומק עמודת המים. חלקיקים אלו יכולים להיות חומרים אנאורגנים (חרסית וטין) ואורגנים (אצות ופלנקטון). כמו כן, מזהמים שחודרים מהסביבה מוסיפים הפרעה נוספת למערכת, למשל – שמנים או עבודות עפר בפשט ההצפה של הנחל. קיימות מספר השלכות להפחתה בצלילות המים: פגיעה בצומח טבול, המקבל פחות אור לפוטוסינתזה ולפיכך פגיעה במקור לחמצן, מזון ובית גידול חשוב עבור החי במים, קושי בנשימה (פגיעה בתיפקוד הזימים) אצל דגים וחרקים, קושי באיתור מזון (מה שמוביל עבור מינים שונים להוצאת יותר אנרגיה בשיחור אחרי מזון ואף לתמותה). השפעה נוספת היא עליה בטמפרטורת המים כתוצאה מבליעת חלקיקים (ובהתאמה, העלייה מורידה את ריכוז החמצן המומס במים). ערכי העבירות משתנים לפי טיפוס הנחל. מעלה ומורד של אותו הנחל יכולים להיות בעלי עבירות שונה כתוצאה משיפוע ויכולת ההסעה של גורמי עבירות גדולים יותר במעלה, ספיקה וזיהום. ערך התקן לעבירות מי שתיה הוא עד 1 NTU, כאשר סף הרגישות של חח"ג אקוטיים לעבירות הוא 25 NTU (Satterlund and Adams, 1992). לפי דוח מצב הירקון מ-2019, קיימת שונות גדולה בין מקטעי הירקון; במעלה העבירות נעה בין 5-20 NTU, בירקון תיכון, בנחל קנה נמדד 60 NTU, ובהמשך ירד הערך בהדרגה ל-20 NTU במעלה עשר טחנות. במורד הירקון הערך הוא כ-15-20 NTU. עקב ריבוי הפרמטרים בהם משפיעה העבירות על המערכת האקולוגית בנחל, קיים צורך להבין טוב יותר את הדינמיקה העונתית והשנתית של העבירות, ליצור תקן עבודה ולנטר אותה בקביעות, כפי שנעשה ב-ניטור הרצף של הירקון. העלאת הספיקה יכולה לסייע גם בהפחתת העבירות בעזרת הסעת מוצקים מרחפים.

4. טיפול במינים פולשים: ייבוא אורגניזמים שונים לצרכי חקלאות, נוי, ופנאי יכולים להוות מקור לפגיעה במערכות טבעיות. הפגיעה עשויה להתבטא בטריפה, תחרות על בית הגידול ועל

מקורות מזון, הפצת גורמי תחלואה ועוד. מינים פולשים לרוב יהיו אגרסיביים יותר מהמינים מקומיים ועלולים לגרום לדחיקה ואף להיעלמותם. מספר אורגניזמים פולשים עיקריים מאיימים על יציבות המערכת האקולוגית בנחל הירקון.

האטת הזרימה אפשר את התבססותם של מינים זרים לאורך הנחל בהם החלזונות 'בועית חדה' (*Physella acuta*) ו- *Mieniplotia scabra*, וכן סרטנים כמו החסילון *Neocaridina denticulata*, והלובסטר אדום הצבת (*Cherax quadricarinatus*). מינים אלו שמקורם בדרום מזרח אסיה ואוסטרליה יובאו לישראל למטרות גידול נוי באקווריומים ביתיים. הם נחשבים למינים אגרסיביים הפולשים בהצלחה רבה לבתי גידול לחים ברחבי העולם. בית גידולם הטבעי של מינים אלו הוא במקווי מים חמים ונהרות שזרימתם איטית. בשל כך הם מתבססים בהצלחה בנחלים בישראל בהם תנאי בית הגידול דומים באופן טבעי או הפכו לכאלו עקב פעילות אדם.

כך למשל ב-2014 נמצאו פרטים בודדים של החילזון *Mieniplotia scabra* במקטע "ברית הנופרים" (רז, 2014). ממצאי הסקר הנוכחי חשפו כי ב-2017 נוכחותו הגיעה לכ-2% מהחח"ג בדגימה, ב-2019 כבר זינקה ל-91% וב-2020 כמעט כל החח"ג שנמצאו בדגימה השתייכו למין זה (98%). במקרה הזה, נוצרה התבססות מהירה ומוחלטת של פולש, המשגשג במים עומדים, על חשבון מינים מקומיים (לדוגמה החלזונות מגדלית הנחלים ושחריר הנחלים). חילזון פולש אחר שנמצא בסקר זה בכל המקטעים שנבדקו היה בועית חדה (*Physella acuta*), פולש מהקאריביים, המוכר מהירקון מאז 1970 לערך. חילזון זה נמצא בשפע בחלקו המתוק של הירקון, אך בעיקר ביובלי, בהם נמצאו בסקר הנוכחי כ-90% מהפרטים (5,753 פרטים).

החסילון *Neocaridina denticulata*, זוהי לראשונה בשנת 2014 במקטע העליון של הירקון, (רז, 2013/14, Levitt-Barmats et al. 2019). בסקר נוסף שנערך בין 2014-2015 כבר נמצאו פרטים שלו החל ממעלה הירקון ועד סמוך לכביש 5 באזור הירקון התיכון והוא נמצא גם ביובליים שילה ותעלת קריית אריה (רז 2014). בסקר הנוכחי, החסילון כבר נמצא לכל אורכו של הירקון, כולל המקטעים המליחים, וכן ביובליים רבה, קנה, הדס, הדר ושילה.

מין סרטן פולש אחר הפוגע ביציבות האקולוגית הוא הלובסטר אדום הצבת - *Cherax quadricarinatus*. מקורו באוסטרליה ופפואה ניו גינאה והוא יובא לארץ באישור משרד החקלאות בשנות ה-90 למטרות גידול חקלאי. עיקר תזונתו מבוססת על חומר צמחי חי ונרקב, אך קיימות עדויות גם לתזונה מבוססת חח"ג ודגים (Marufu et al., 2018, Snovsky and Galil, 2011). ב-2011 הוא זוהה בחופי הכינרת וב-2015 נאספו מספר פרטים שלו בירקון בין בית הבטון לאבו רבח. בסקר הנוכחי לא נמצאו פרטים ממין זה, בשל שיטת הדיגום, אך קרוב

לוודאי כי קיימת אוכלוסייה מבוססת במעלה הירקון. מין פולש נוסף שזוהה לראשונה בסקר הנוכחי הוא עלוקה מהמין *Barbronia sp.* ב- 2017 זהו כ- 14 פרטים וב- 2019-2020 כבר נאספו מעל 200 פרטים בשנה, לאורך כל הירקון ויובליו. מקור העלוקה לא ידוע, אך המין מוכר מאיזור מצרים והנילוס.

השפעה שלילית נוספת נגרמת מנוכחות עצי האקליפטוס. מין זה נמצא בארץ כבר למעלה ממאה שנה, אך מהווה מין זר וגורם בעייתי כתוצאה מהיותו מקור מזון גרוע למפרקים. תכולת חנקן נמוכה, עטיפה שעוותית ונוכחות שמנים אתרים בעלים מקשים על פירוק תוצרי העץ עבור מינים שאינם מותאמים לחיות עליו. קיים מיעוט של חסרי חוליות אקוטיים מפרקים על גבי תוצרי אקליפטוס לעומת על נשר של צומח מקומי דוגמת ערבות (אשכולי ט., 2008). עקב הקושי בפירוקם, מצטברים נשר העלים וקליפות עץ האקליפטוס בקרקעית הערוץ ויוצרים סביבה אנארובית, ובכך מייצרת הפרעה נוספת בבית גידול. לכן, מומלץ להרחיק את עצי האקליפטוס בכל הניתן מגדות הנחל ולהחליפם בעצים מקומיים כדוגמת ערבה מחודדת (Salix acmophylla).

5. **השבת מינים שנעלמו מהירקון:** השינויים שעברו על הירקון התיכון ועל המורד השפיעו על החי והצומח. מעלה הירקון אומנם לא הושפע מזיהום, אך השינויים בממשק השפיעו על הרכב האוכלוסייה שבו. בדוח "נחל הירקון סקר מידע, הערכת מצב והמלצות לשיקום הנחל" (אוזן וחורבין, 2003), צוינו 23 מיני רכיכות שהיו מוכרות ממעלה הירקון ולא נמצאו בניטור, בהם החלזון סהרונית (*Theodoxus sp.*) והצדפות אפופית (*Pisidium sp.*) וצדפת הנחלים (*Unio*). מינים אלו היוו חלק אינטגרלי מהמערכת האקולוגית של מעלה הירקון ומאמצים לשיקום אוכלוסיותיהן בנחל ישפרו בהתאמה גם את מצבו האקולוגי של הירקון.

לסיכום, מדדי איכות המים והציינים הביולוגים שרגישים לזיהום במעלה הירקון מראים כי מצבו האקולוגי של מעלה הירקון יחסית טוב. עם זאת, מדדים ביולוגים הבוחנים מורכבות נופית והשפעת זרימה בנחל, מראים כי אזור זה לא מאפשר את הפעילות האקולוגית הטבעית של הירקון. שינויים מורפולוגיים בחתך הנחל, יחד עם הרחקת חסמים, יאפשרו התבססות נרחבת יותר של חסרי חוליות במקטעים נרחבים יותר של המעלה. זאת בניגוד למצב הנוכחי בו הם נדחקים למקטעים מצומצמים כתוצאה מהפרעות שונות.

4.4 נחל הירקון – אזור הירקון התיכון

מדדים אביוטיים

מזה עשרות שנים הקטע התיכון של נחל הירקון, החל מהחיבור עם נחל קנה ועד לחיבור עם נחל איילון, מוגדר כמקטע המזוהם ביותר. הסיבה לכך היא הזרמה של קולחים ושפכים באיכויות ירודות וממקורות שונים אל הירקון במקטע זה. כך למשל, בשנים 2017 ו-2019 מרבית מדדי איכות מים חרגו מתקן ענבר ומתקן משרד הבריאות. עם זאת, ב-2020, חל שיפור משמעותי בחלק ממדדים אלו בהם צח"ב, קוליפורמים צואתיים, חנקן כללי ואמוניום והם נמצאו כעומדים בתקנים של משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה. למרות זאת, ערכי הזרחן הכללי נותרו גבוהים מהתקן לאורך כל המקטע ובמשך כל שנות הסקר, במיוחד ב-2020 (נספחים 2ד, 2ה).

מגוון התשתית היה בעל טווח רחב ונע בין 0.39 ("מורד 10 טחנות" ב-2019) ל-1.47 ("מורד כניסת מט"ש רמה"ש" ב-2020). שתי ירידות במורכבות התשתית נצפו במקטעים "מורד כניסת פרדס" ו-"א.ת. עתידים" ומקטע אחד עבר שיפור במורכבות לאורך שנים – "מורד כניסת קנה". בשאר נמדדו שינויים במורכבות ללא מגמה ברורה. בדומה לאזור מעלה הירקון ולנחלי חוף, עיקר התשתית בירקון התיכון היא מינרלית רכה (חול ובוצ).

מלבדם נמצאות באזור זה, בשיעור משתנה בין מקטעים, תשתיות חומרים אורגניים חיים ונרקבים. בחלק מהמקטעים קיימת תשתית אבנית מלאכותית שמקורה לרוב בסוללת בנייה או ייצוב הגדות (תרשים 4). ספיקת המים עלתה החל מ-"מורד נחל קנה" (Y14) כתוצאה מתוספת מים הנכנסים מנחל קנה, היצרות הערוץ וסכירת המים במפגש הנחלים ירקון וקנה (לטובת פרויקט הסחרור). הספיקה המהירה מייצרת הסעה של התשתית הבוצית וחושפת את התשתית האבנית המלאכותית. ב-"מורד כניסת שילה" (Y16) קיימת עוד היצרות של הערוץ, המעלה את מהירות הזרימה וחושפת במקטע זה יותר תשתית אבנית ומונעת הצטברות בוצ על הקרקעית.

מדד אקולוגי משוקלל

באופן כללי, מצבו האקולוגי של הירקון התיכון השתפר בין השנים 2017 ל-2020. ב-2017, כל מקטעי האזור היו במצב "גרוע" (ע"פ המדד המשולב EQR), ב-2019 חלק מהמקטעים עברו למצב "רע" או "בינוני" וב-2020 לא נמצאו כלל מקטעים שמצבם "גרוע". שיפור זה מיוחס לשיפור בטיפול בקולחים בנחל קנה, שהשפיע ישירות על איכות המים באזור הירקון התיכון.

ב-2017 נדגמו ארבעה מקטעים בירקון התיכון, מ-"מורד כניסת קנה" (Y14) ועד "מורד עשר טחנות" (Y22), כולם במצב אקולוגי "גרוע" (מדד EQR של 1%-15% בהתאמה בין המקטע העליון למקטע

התחתון ביותר). ניכר כי השיפור היחסי שנמדד באיכות המים בנחל קנה בשנת 2019 (נספח ד4) לא הספיק על מנת לשפר את מצב הירקון התיכון. עם זאת, ייתכן כי המרחק ממקור הזיהום שיפר אספקטים במצבו האקולוגי של הנחל ב- 2019. לדוגמה, הימשושים העמידים לזיהום (Chironomini) שנאספו ב- 2019, נמצאו בעיקר בין המקטעים "מורד כניסת קנה" (Y14) ל-"מורד כניסת שילה" (Y16). ב-2020 ניכר שיפור משמעותי במצבו האקולוגי של הירקון התיכון. אף מקטע לא נמצא במצב "גרוע" ע"פ המדד המשולב של EQR (טבלה 2, איורים 4א-4ג). "מורד כניסת קנה" (Y14) עד "מורד כניסת שילה" (Y16) נמצאו במצב "בינוני" שהחמיר ל-"רע" בין "מורד כניסת פרדס" (Y17) ל-"מורד כניסת מט"ש רמה"ש" (Y19). עם זאת, בהמשך האזור חל שיפור, החל ממקטע "מורד כניסת 4" למצב "בינוני". השיפור התבטא גם בכמות הימשושים העמידים לזיהום (Chironomini), שהייתה מהנמוכות בסקר בשנה זו ובמקביל עלתה נוכחות שבטי הימשושים האחרים, הרגישים יותר לזיהום (נספח ב4). למרות גודל מדגם קטן (מיעוט פרטים), הופיעו בשנות הסקר האחרונות טקסונים אינדיקטיביים, שהגיבו לשינויים באיכות המים. החל מ- 2019 עלתה שכיחותם של ח"ג רגישים דוגמת הבריום *Baetis sp.* במקטעי אזור הירקון התיכון (נספח ז) ומגמה זו התחזקה ב-2020, כאשר נאספו לראשונה שני פרטים של החילזון הרגיש מגדלית הנחלים (*Melanoides tuberculata*) ב-"מעלה כניסת מט"ש רמה"ש", 4 צדפות מהסוג סלסילה (*Corbicula sp.*) ב-"מורד כניסת שילה".

פעולות לשיקום – מקטע תיכון

הגורם הסביבתי העיקרי למצבו האקולוגי הירוד של הירקון התיכון הוא הזרמה של קולחים באיכות ירודה. מי קולחים ברמות טיפול שונות, המגיעים דרך נחל קנה לירקון, מהווים את קו ההפרדה בין המקטע הנקי והמקטע המזוהם. נוספים עליהם מי קולחים לאחר טיפול שלישוני, המגיעים דרך הנחלים הדס והדר וממט"ש רמה"ש ישירות אל הירקון. שני גורמים נוספים המכניסים זיהום משמעותי לנחל הם:

1. תשטיפים עירוניים ותשטיפים מאזורי תעשייה, המגיעים דרך נקזים, הן בצורה מתוכננת והן באופן פיראטי. נקזים אלו מזרימים מי נגר ומי השפלה באיכות ירודה לנחל. זיהומים נקודתיים

אלו ניתנים לניטור ולבקרה ע"י בדיקות כימיה שגרתיות.

2. ערוץ הנחל חוצה מרחב חקלאי, בו נגר עילי ומי תהום מנקזים אל הנחל חומרי הדברה ודשן.

כנגד ריבוי מקורות הזיהום האלו נעשתה ומתקיימת כיום עבודה רבה בנושא הפחתת נקודות כניסת הזיהום ושיפור איכות הקולחים המוזרמים לנחל. תוצאות הסקר מראות כי קיימת קורלציה בין השיפור במדדי איכות המים ומצבו האקולוגי של הירקון התיכון לאורך שנות הניטור.

1. הגדלת כמות מי המקור ושחרור הספיקה למורד הירקון: תוצאות הסקר הצביעו על מגמה של אכלוס

מחדש של מקטעים בנחל על ידי חח"ג רגישים לזיהום כתוצאה משיפור באיכות המים המוזרמים בהם. האכלוס יכול לקרות מהר יותר בעזרת עליה בכמות מי המקור (שגדלה מאז תחילת הסקר) ושחרור הספיקה למורד הירקון (משום שהסחרור בוטל). זהו, ככל הנראה, הכלי היעיל ביותר לשיפור מצבו האקולוגי של האזור. מי המקור האיכותיים מדללים את השפעת מי הקולחים ובנוסף יוצרים ספיקה גבוהה יותר, החיונית להתבססות מחודשת של מינים רגישים בנחל. ניתן יהיה למדוד את הצלחת שיקום הירקון התיכון ע"י השוואת אוכלוסיית החח"ג שבו לאוכלוסיית מעלה הירקון, השייך לאותו טיפוס נחל ומתפקד כאזור ייחוס של ירקון נקי. נכון ל-2020, שתי האוכלוסיות עודן שונות זו מזו (תרשים 2).

2. צמצום הזרמת הקולחים לנחל: הקולחים המטופלים במט"שים מפחיתים את רמות המזהמים במים

בצורה משמעותית. עם זאת, סוגיות מסוימות הנוגעות לקולחים אינן נבדקות וצריך לתת עליהן את הדעת: למשל, הקולחים מוזרמים מהמט"שים לסביבה החקלאית (עיקר הקולחים מנותב להשקיה) ולסביבת הנחל (הזרמות ממאגרים וממט"שים). הזרמת הקולחים מהמט"שים מותנית בהיתר, מנוטרת בעזרת פקחי המשרד לאיכות הסביבה ורשויות הנחל וצריכה לעמוד בתקנות מחייבות (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים, התש"ע 2010). המשמעות היא שהמזהמים ממשיכים לזרום מהמט"שים בריכוזים נמוכים, והשפעתם על הסביבה עלולה להיות מיידית או מצטברת. בנוסף, בעת תקלה במט"שים, הנחל מהווה ברירת מחדל להזרמת קולחים ברמה נמוכה, כמו גם נקזים ומי השפלה. עקב אירועי זיהום כאלו, מאמצי השיקום של מורד הנחל יורדים לטמיון. שימוש בנחלים לפריקת מאגרי קולחים (בין אם באישור או לא) במקרים רבים משנה את אופי הנחל משיטפוני או עונתי לאיתן (ובכך משנה את הרכב הפאונה המקורי שלו) וכן מכניס אליו זיהום. בעיה נוספת בהזרמת הקולחים לנחל היא ריבוי המזהמים שאינם מנוטרים במים ואין עבורם תקן, דוגמת פתוגנים (פוליו, קורונה), שאריות חומרים רפואיים (הורמונים ותרופות), מיקרופלסטיק ועוד.

3. שיקום תחילת הירקון התיכון: פתרון נוסף, פשוט יחסית לביצוע, אשר יטיב את איכות המים במקטע

התיכון. לפני עשרות שנים הוסת תוואי נחל קנה מהערוץ המקורי שלו (בו עובר כיום המקטע הטבעי של נחל הדר) לתוואי הנוכחי בקצה הדרום מערבי באזור התעשייה של רמת השרון (איור 5). מילוי הערוץ המקורי באופן חלקי בעפר וחפירת הערוץ החלופי נועדו למנוע הצפות בחורף כתוצאה מחברית נחל קנה ונחל שילה לירקון במרחק קצר, שעלולות לפגוע במתקנים הסמוכים לנחל.

אנו מציעים להטות את זרימת קולחי מט"ש דרום-שרון מזרחי מערבה (ולא דרומה, כיום) אל האפיק המקורי של נחל קנה, עד לחיבורו עם נחל הדר וממנו לירקון. לשיקום זה יתרונות רבים: בראש ובראשונה

– שחזור תוואי נחל קנה והשבבתו למצבו הטבעי. מלבד זאת, שינוי זה יאריך את זרימת הירקון הנקי בכ- 1,500 מ', עד לכניסת למפגש עם נחל הדר. שינוי זה יאפשר לציבור ליהנות מעוד מקטע של הירקון, שמימיו נקיים ולא מזוהמים. יתרון נוסף הוא שהקולחים המטופלים מהנחלים הדס והדר ידללו את השפעת הקולחים הלא מטופלים מהרש"פ, שייכנסו בנקודה סמוכה דרך נחל קנה. המרחק הגדול יותר שקולחי הרש"פ יעברו בנחל קנה אף יאפשר להם לעבור תהליכי טיהור נוספים לפני ההגעה לירקון.

לשם כך נדרשות מספר פעולות פשוטות שתועלותיהן הסביבתית, האקולוגית והחברתית גבוהות משמעותית ביחס לעלותן:

1. בשלב ראשון יש לשחזר את ערוצו המקורי של נחל קנה על ידי חפירת התוואי הקדום והמשכו לתוואי הנוכחי של נחל הדר.
2. במקביל יוקם סכרון נמוך על אפיק קנה הנוכחי אשר יטה את כלל הקולחים מנחל קנה אל האפיק החפור ובהמשך אל נחל הדר. כתוצאה מכך, אפיק קנה יתייבש במהלך הקיץ ויתפקד כערוץ פעיל רק בעת זרימות חורפיות (מעל גובה הסכרון).
3. מי אגם הוד השרון ימהלו את הקולחים באפיק נחל הדר וישפרו את איכותם.
4. בנחל הדר יוקמו מספר מפלונים (riffles) אשר יאוררו את המים, יסייעו בסילוק חומרים רעילים וישפרו את איכות המים בתהליכים טבעיים, ללא השקעת אנרגיה.
5. במקביל, הפסקת זרימת הקולחים אל הירקון מנחל קנה, תאפשר הארכת המקטע בו זורמים מים נקיים בכ 1.5 ק"מ, עד למפגש עם נחל הדר.
6. בנקודת המפגש של נחל הדר עם הירקון, הקולחים שזרמו לאורך 1.5 ק"מ צפויים להיות באיכות גבוהה יותר והשפעתם על הירקון פחותה מאשר הקולחים שזרמו ישירות לירקון דרך נחל קנה לאורך מקטע של כ 250 מ' בלבד.

ראוי לציין כי הצעה ברוח דומה הוצגה כבר בתוכנית האב לירקון (רחמימוב, 1996), אך ללא פירוט מעבר להצהרה כללית.

בשל ההתכנות הגבוהה להצלחה, והיחס הגבוה בין עלות-תועלת ראוי לבחון את יישום ההצעה בכלל ההיבטים הסטטוטוריים, הנדסיים, והתועלות האקולוגיות, חברתיות וכלכליות.



לסיכום, ניתן לראות כי שיפור באיכות המים הביא לשיפור מסוים במצב האקולוגי של הירקון התיכון בשנות הסקר. ממצאי עבר הראו כי הזרמה של קולחים באיכות גבוהה, יחד עם תוספת של מי מקור מהמעלה, הביאו לחזרה של מינים רגישים למקטע התיכון של הירקון, כמו למשל הדג האנדמי 'לבנון הירקון'.

פתרונות אפשריים לשיפור איכות המים במקטע התיכון כוללים:

- (1) תוספת מי מקור ממעלה הנחל לדילול המזהמים במקטע התיכון.
- (2) הפסקה מוחלטת של הזרמה של ביוב וקוליים בלתי מטופלים
- (3) שידרוג איכות הקולחים לרמה "שלישית" והעברתם לניצול בחקלאות.
- (4) ליטוש עודפי הקולחים שלא נוצלו באמצעות אגנים ירוקים.
- (5) הזרמת עודפי הקולחים בקטע ארוך במטרה לסלק את המזהמים שנותרו על ידי תהליכים טבעיים של ספיחה, הטמעה, פירוק בקטריאלי ונידוף.

פעולות אלו דרושות הכנת תוכנית מקיפה, כולל קביעת יעדים ביניים לביצוע וסיום ותקצוב לביצוע וניטור הצלחה לאורך זמן.

4.5 נחל הירקון – אזור מורד הירקון

בדומה למרבית נחלי החוף של ישראל, גם אסטואר הירקון הינו בעל מאפיינים ייחודיים הנובעים ממבנהו הטופוגרפי (אפיק רחב, זרימה איטית) והשפעת מי הים. במקטע זה פוגש הנחל שני גופי מים משמעותיים: נחל איילון והים התיכון. האיילון הוא היובל בעל אגן ההיקוות הגדול מבין יובלי הירקון ובאופן היסטורי הוא בעל הידרולוגיה של נחל אכזב למרבית אורכו, להוציא חלקו התחתון. כיום מי השפלה זורמים בו לעיתים בעונות היבשות ועיקר השפעתו על הירקון היא בעונת החורף. לים התיכון מידת השפעה משתנה על מורד הירקון, כתלות בגאות ובשפל מחד ובספיקת הירקון מאידך. אזור האסטואר הוא אזור ייחודי, הנתון לשינויים בתנאי הסביבה על בסיס יומי ועונתי. עם הקרבה לים וכלפי עומק עמודות המים, עולה מליחות המים ועימה גוברת ההשפעה האקולוגית של מי הים. השפעה זו תלויה בכמות המים המגיעה ממעלה הנחל ומהאיילון, שיכוב בין מים מתוקים ומי הים המלוחים, תחלופת המים במקטע ומזהמים שמקורם באגן ובסביבה היבשתית-עירונית הסמוכה. מקטע האסטואר מהווה "מלכודת" לחומרים המגיעים מהמעלה והסביבה העירונית ושוקעים לקרקעית. מבנה האפיק הרחב, השיפועים המתונים ותנועת המים אל פנים היבשה במחזורי הגאות והשפל, גורמים לכך שחומרים שמקורם בפעילות אנושית באגן כולו מתנקזים ומתרכזים במקטע זה. מעבר לכך, בחלקו האחרון, הירקון חוצה את מטרופולין תל אביב, ובכך חשוף גם לכניסה של חומרים שונים מהסביבה דרך מערכות הניקוז העירוניות. תופעה זו בולטת במיוחד באירועי גשם כאשר הנקזים פעילים ומזרימים את הנגר העירוני ישירות אל הירקון (איור 6, ו).

ביולוגיה

המליחות הגבוהה של מי הים מהווה חסם למיני חסרי חוליות רבים שמקורם במים מתוקים, כמו חרקים וחלזונות מים מתוקים. בהתאם, קיימת באופן טבעי ירידה במגוון ובכמות חסרי החוליות במורד. בשל שינויים בפאונת חסרי החוליות וערבוב הטקסונים בעלי העמידות השונה והמקור השונה, לא התאפשר שימוש בציינים הסטנדרטיים לניטור נחלים. כן ניתן לומר שעושר המשפחות בכל האזור כולו עמד על 18, בזמן שבמקטעי המעלה נמצאו טקסונים מ-28 משפחות, בתיכון – מ-25 משפחות וביובלים מ-35 משפחות (נספח א). מספר חסרי חוליות ימיים מסוגלים לאכלס את מקטעי האסטואר. בסקר הנ"ל, נמצאו ב-2017 בלבד רכיכות המאפייניות את הסביבה הימית (נספח א) וכן *Echinogammarus sp.*, סרטן ימי ממשפחת השטצדיים. סרטן זה נדגם לפחות פעם אחת בכל מקטע במורד הירקון וכן בחלקו המלוח של נחל איילון ("איילון - מעלה מפגש ירקון").

פעולות לשיקום – מקטע מורד הירקון

1. צמצום הזיהום ממעלה הנחל: פעולות שיביאו להקטנת מקורות הזיהום מהמעלה (ראו לעיל), עשויות להשפיע במידה מסוימת על איכות המים במקטע התחתון. עם זאת, האיילון בשל גודלו ומקורות הזיהום שלאורכו, מהווה אחד מגורמי הזיהום המשמעותיים ביותר על מורד הירקון, בייחוד בעת שיטפונות. מסיבה זו, ניתן להעריך כי כל עוד לא מטופלים גורמי הזיהום באיילון, איכות המים והתשטיפים הזורמים ממנו אל הירקון, ימשיכו להשפיע לרעה על חלקו התחתון של הנחל. ממצאי תחנת הניטור במקטע התיכון של הירקון מצביעים על השפעה אקולוגית משמעותית של אירועי גשם על ריכוזי החמצן המומס בירקון (ארנון ויוגב, 2019) ובכלל זה על אירועי תמותת דגים.
2. זיהום לא מוקדי: יש לדאוג לצמצום וטיוב איכות הנגר העירוני הזורם לנחלים בעת אירועי גשם. נושא זה צפוי להיות בעל משמעות רבה יותר עם התגברות השפעת שינוי האקלים באזורינו והמשך תהליך העיור באגן הירקון ויובליו. מספר עבודות בחנו את הנושא בעבר, אך טרם גובשה תוכנית מסודרת לטיפול בבעיה.
3. טיפול בקרקעית הירקון: הרכב החומרים הרעילים בקרקעית הירקון לא נבחנה באופן יסודי. במספר מחקרים שערכו בשנים האחרונות נמצא כי חלקם המורדי של נחלי החוף מהווים מבלע לחומרים רבים בהם גם תרכובות רעילות לאדם ולבעל חיים כמו מתכות כבדות, מוצרים חקלאיים (חומרי דשן וחומרי הדברה), תזקי נפט, פלסטיק, תרופות והורמונים. בנוסף לזאת, חומרים אורגניים השוקעים ומצטברים בקרקעית, משפיעים לרעה גם על פעילות בקטריאלית בקרקעית, ובכך משנים את איכות המים גם אם חל שיפור ברמת הזיהום המגיע ממעלה נחל. לפיכך, ראוי לבחון את האפשרות לבחינה מעמיקה של מצב קרקעית הירקון ולשקול האם נדרש ביצוע לסילוק המזהמים מקרקעית הירקון בדומה לפעילות שבוצעה במורד הקישון.
4. מיתון גדות: התנודתיות הימתית במפלס מי הירקון מהווה גורם הפרעה משמעותי לבעלי חיים ישיבים המאכלסים את אזור הגדות. בשל עבירות המים ועומקם, צמחיית הגדות והחלק החופי שבשולי הערוץ מהווים בית גידול כמעט בלעדי למינים רבים של חסרי חוליות ודגיגים, המוצאים מחבוא בתוך שורשים וענפים טבולים או הקרקעית הרדודה. כאשר הגדות תלולות, ירידה מהירה של המפלס עלולה לחשוף את התשתית לאוויר למספר שעות (דוגמה בצילום להלן) ובכך לפגוע באותם בעלי חיים אשר אינם יכולים להימלט, או להתחבא מפני טורפים כמו דגים גדולים.



ניתן לצמצם פגיעה זו על ידי יצירה של מקטעי גדה רדודים בעלי שיפוע מתון, בהם ייוצר בית גידול מגוון של סבך של צומח חופי כמו קנים (צילום – ימין), שיחי מלוח קיפח (צילום - שמאל).



איור 6: א-ב בוצה במורד נחל הירקון, ג-ד הצטברות עלי אקליפטוס בקרקעית ועל פני המים בירקון, ה – זרימה של נגר מעורב בביוב, ינואר 2022, ו- זרימת נגר עירוני מנקז רמת אביב בעת אירוע גשם.

4.6 יובלי הירקון (ממזרח למערב): רבה, קנה, הדס, הדר, שילה, שפירים ואילון

יובלי הירקון הם בעלי מקורות מים ומשטרי זרימה שונים וכולם בעלי אופי זרימה שטפוני. כיום חלקם מתפקדים כנחלי איתן שמקור מימיהם הוא במכונני טיהור שפכים.

רבה (R1): רק בניטור 2019 זרמו מים בנחל רבה במקטע שנדגם. תשתית ערוץ הנחל אבנית ובהתאמה, מגוון התשתית בנחל זו הוא מהגבוהים באגן (1.49) (תרשים 6). מצבו האקולוגי באותה שנה הוערך לפי מדד ה-EQR כ-"טוב" (טבלה 2, איור 4ב).

קנה: מקור הזיהום המרכזי של הירקון ואיכות המים הזורמים בו היא הנמוכה מבין כלל היובלים באגן. בכל מועדי הניטור נמדדו בנחל קנה ערכים גבוהים של צח"ב, קוליפורמים, חנקן כללי, אמוניום, וזרחן. עיקר הזיהום המגיע לנחל קנה מקורו בקולחים לא מטופלים מקלקיליה. מט"ש דרום השרון מזרח תוכנן לקלוט קולחים אלו ומקורות זיהום נוספים ולהזרימם חזרה אל הנחל לאחר הטיפול במט"ש, שבשנותיו הראשונות היו בו בעיות תפעול רבות. יש לבדוק בסקרים עתידיים האם מצבו של הנחל השתפר בעקבות תיעול הקולחים באיכות ירודה דרך המט"ש טרם כניסתם לנחל בקולחים באיכות שלישונית. למרות קיומה של תשתית מינרלית קשה בערוץ הנחל, איכות המים הנמוכה לא איפשרה התבססות משמעותית של מינים מסדרות שעירי הכנף והבריומאים (תרשים 6, נספחים א, ד4) ובהתאם מדד ET% היה "גרוע" בכל מקטעי נחל קנה (נספח 3ב).

לפי מדד EQR המשוקלל, המקטעים שנבדקו בנחל קנה היו במצב "גרוע" במשך השנתיים הראשונות של הניטור (טבלה 2) וב-2020 זוהה בהם שיפור מסוים במדדי הזיהום האורגני (נספח ד4). פתרון מוצע לטיפול בזיהום מנחל קנה מוצג בסעיף הדן במקטע התיכון של הירקון לעיל.

הדס: בין 2019-2020 נדגם נחל הדס ומצבו האקולוגי ע"פ מדד EQR "טוב" (טבלה 2, איורים 4ב-4ג). על אף שמקור המים בערוץ הוא במט"ש כפר סבא, מדדי הזיהום האורגני בנחל מצביעים על זיהום נמוך. מדד ה-ASPT-IL מצביע על מצב "טוב" ומדד שכמ"י על מצב "מצוין" (נספחים ב1, ב4). שני טקסונים נוספים המעידים על איכות מים גבוהה הם שבט הימשושים *Tanytarsini*, המוכר כרגיש לזיהום, שנמצא בכמות גבוהה בנחל ב-2020 ומגדלית הנחלים (*Melanoides tuberculata*), שנאסף רק מיובל זה (נספח א). מכאן ניתן ללמוד כי איכות הקולחים הזורמים בנחל הדר, גבוהה יחסית, ועשויה לתרום לשיפור במצבו האקולוגי של הירקון. אין להסיק מכך כי הקולחים (טובים ככל שיהיו) רצויים בנחל, ויש לדאוג לסילוקם המוחלט ממערכת הנחל, לטובת שימושים חקלאיים ואחרים.

הדר: מצבו האקולוגי של נחל הדר היה טוב יותר ב-2019, שבו קיבל לפי מדד EQR המשוקלל ציון "בינוני" במקטע המשוקם ו-"טוב" במקטע הטבעי לעומת 2020, שבו היה "רע" בשניהם (טבלה 2, איורים 4ב-4ג). ב-2020 נמדדה הרעה בשני המדדים עושר המשפחות ושכ"מי (נספחים 2 ו-4). מקור מי הנחל במט"ש כפר סבא, וממנו הם עוברים דרך האגנים הירוקים והאגם לפני הכניסה לערוץ הנחל. אין הבדל משמעותי בין מדדי איכות המים של "הדס" לעומת "הדר", אך הערכים בנחל הדר נמוכים יותר. הסבר אפשרי להבדל במצבו האקולוגי של הדר לעומת הדס קשור במגוון התשתית. באופן כללי, המגוון דומה לשל נחל הדס, להוציא שיעור מסוים של מצע מינרלי קשה שקיים בנחל הדס ומאפשר בית גידול נוסף עבור מינים חובבי אבנים (תרשים 6).



בהדר גם קיימת תשתית חול מלאכותית ב"מקטע המשוקם", שאינה מאפיינת את האזור ואולי לא מאפשרת התבססות מינים מקומיים (איור 7).

שילה: שני מקטעים נדגמו בסקר, כאשר ב-2017 וב-2020 נדגם בכל פעם מקטע אחר, וב-2019 נדגמו שניהם. ב-2019 מצבו האקולוגי של הנחל ע"פ מדד EQR המשוקלל היה הטוב ביותר – "בינוני" ("מעלה כביש 5") ו-"טוב" ("מעלה מפגש ירקון") (טבלה 2, איורים 4א-4ג). ב-2017 ו-2020, מצבו הוערך כ-"רע" (ב-2017 נדגם "מעלה כביש 5" (SL1), וב-2020 נדגם "מעלה מפגש ירקון" (SL2)). השפיעה של נחל שילה במהלך הסקר הייתה נמוכה ועומק המים רדוד (איור 8). מגוון התשתית היה יחסית גבוה בשני המקטעים (1.19-1.62), עם תשתית מינרלית קשה ב-"מעלה מפגש ירקון" (תרשים 6). ערכי המוליכות החשמלית של נחל שילה הם הגבוהים מבין יובלי הירקון (3700-5000 מיקרוסימנס). לשם השוואה – ערכים אלו גבוהים מאלו של נחל איילון באזור האסטואר (נספח 4). ממצאי הכימיה הצביעו על שיעור קוליפורמים חריג ב-2019 ו-2020, שמקורו כנראה בזרימה של קולחים (נספחים 4ד, 4ה). יתר המדדים הכימיים היו תקינים ביחס לתקן. הציינים ASPT-IL ושכמ"י היו בעלי משקל משמעותי יותר בקביעת ההערכה האקולוגית של הנחל (נספחים 1ב, 4) ומעידים על תרומה של זיהום אורגני לאיכות המדד.

הטקסון *Tanytarsini*, הרגיש לזיהום, נאסף בשתי השנים (2019-2020) שבהן נדגם "מעלה מפגש ירקון" (SL2) וגם ציין עושר המשפחות היה גבוה יותר במקטע זה (נספח ב2). ציין ה-ET% נע בין "גרוע"- "רע" במהלך כל הסקר (נספח ב3).



איור 8: נחל שילה, (א) מעלה מפגש ירקון, 2020, (ב) מעלה כביש 5, 2019, (ג) מעלה מפגש ירקון, 2019. מתוך סקר אגן הירקון: 2017, 2019 ו-2020.

איילון ושפירים:

ב- 2019 נדגמו חמישה מקטעים בנחל איילון ואחד בנחל שפירים. ב-2020 רוב הנחל היה יבש ולכן נדגם רק מקטע אחד בנחל איילון. בחלק מהמקטעים נדגם מצע מינרלי קשה, מלאכותי ברובו, ומגוון התשתית נע בין 0.65-1.27 (תרשים 6). מי הנחלים איילון ושפירים מליחים (מוליכות חשמלית גבוהה מ-1000 מיקרוסימנס) ועם הקרבה לים, משנה איילון את אופיו לאסטואר (במקטע "מעלה מפגש ירקון") והמוליכות החשמלית בו עולה ל- 4000 מיקרוסימנס (נספח ג4). ערכי BOD ב-2019 חרגו מהתקן בחלק מהמקטעים והקוליפורמים והחנקן חרגו מהתקן במהלך שתי שנות הבדיקה הכימית (נספחים ד4, ה4). מצבם האקולוגי של נחל איילון ונחל שפירים ע"פ מדד EQR הוא "בינוני" בכל המקטעים למעט "מורד כניסת שפירים" ב- 2019, שם היה "טוב" (טבלה 2, איורים ב4-ג4). הסיבה להערכה האקולוגית הנמוכה היא כנראה כתוצאה מהזרמת קולחים בריכוזים גבוהים לנחל ומתהליכי ההתייבשות שעובר נחל איילון. תהליכים אלו אינם מאפשרים לחח"ג בעלי רגישות גבוהה להתבסס בנחל.

לסיכום, יובלי הירקון הם שיטפוניים או עונתיים, עם נביעות לא משמעותיות לאורכם. כיום הפכו חלק מהיובלים לאיתנים כתוצאה מהזרמת קולחים מטופלים ברמות טיהור שונות לערוץ הנחל שלהם בעונות היבשות. מעבר להשפעת הקולחים שפורטה בהקשר לאזורי הירקון ורלוונטית גם כאן, יש לשים לב לפיזור ושינוי תפקודי הנחלים השונים עקב השינוי באופי משטר הזרימה בהם.

פעולות לשיקום – יובלים

נחלים שטפוניים הם בעלי מאפיינים ייחודיים, ביניהם מחזורי חיים מורכבים של חי וצומח בסביבת הנחל ומחזורי נוטריאנטים בהתאמה. אלו עברו התאמות להתמודדות עם שינויים לאורך עונות השנה. השינויים ההידרולוגים בערוצי היובלים משפיעים על המערכת האקוויטית, אכלוס והתמודדות חח"ג עם תקופות יובש, ניצול המרחב מצד אורגניזמים יבשתיים בעונות היובש ושינויים בפירוק החומר האורגני בין התקופות (Bonada & Resh 2013, Gasith & Resh 1999, HersHKovitz & Gasith 2013). הוספת המים המלאכותית ליובלים פוגעת בתפקודם ובפאונה והפלורה שהם מקיימים. יתר על כן, כיוון שמדובר במי קולחים ולא במי מקור נקיים, הפגיעה באופיו הטבעי של הנחל גדולה יותר.

1. **טיפול מערכתי בעודפי קולחים:** בשל העובדה שקיימים עודפי קולחים שאינם בשימוש חקלאי, הבעיה של הזרמת קולחים בלתי מנוצלים לאפיקי נחלים צפויה להתגבר בשנים הבאות. אחד הרעיונות הנידונים כפתרון זמני ע"י המשרד להגנת הסביבה ורשות המים, הוא איגום הקולחים על בסיס איזורי במהלך הקיץ ושיחרור העודפים שלא נוצלו במהלך מהיר בתקופת החורף דרך אחד היובלים. ייתכן וישום מהלך זה יסייע לטיוב מצב הזיהום של יובלי הירקון, ובכך יתרום לשיפור מצבו האקולוגי של הירקון.
2. **הרחבת רצועות המגן:** חלק מיובלי הירקון מנקזים שטחים חקלאיים באופיים. ניקוז שדות ומטעים עלול לסחוף עימו חלקיקים אליהם ספוחים חומרים רעילים ודשנים, דרך היובלים אל הירקון. אחד הפתרונות לצמצום סחף חקלאי הוא על ידי הרחבה של רצועת הנחל המעוצה במקביל לנחל, אשר חוצצת בין הפעילות החקלאית והמערכת האקוויטית. רצועה זו מורכבת מחיגור טבעי של צומח חד שנתי, שיחים ועצים אשר מווסתים את הסחף ומקטינים את ריכוז המזהמים בדרכם אל הנחל.
3. **טיפול בגורמי זיהום ברחבי האגן.** רשות נחל ירקון השלימה סקר סיכוני זיהום אגני, כולל זיהוי מוקדי זיהום משטחים עירוניים ואיזורי תעשייה. הסקר פורסם במסגרת "סל כלים אגני לצמצום ומניעת זיהום נחל הירקון". יישום ההמלצות המפורטות בעבודה זו יכול לסייע רבות לרשות הנחל בניהול סיכוני זיהום ושיפור מצבו האקולוגי של הירקון.



תרשים 6: התפלגות תשתית הנחל במקטעי יובלי הירקון שנבדקו בסקר בשנים 2017, 2019 ו-2020.

5. סיכום

"ירשנו את הירקון, העברנו את מימיו למרחקים. מעשה זה היה הגיוני, מועיל וצודק. ברם, לרצוח אותו איננו רק חטא ופשע, כי אם גם איבוד לדעת..."

להחיות את הירקון, להחזיר לו קצת מים במקום להובישו או להטביעו בשפכי ביבים, הינו לא רק צו השעה, כי אם גם חובה כלפי עצמנו וכלפי הדורות הבאים שלא ימחלו לנו על מעשינו אלה. תחייתו דרושה לנו, לשליש מאזרחי המדינה, לא פחות משהיא דרושה לו. והדבר ניתן"

שמואל אביצור, ערב ראש השנה תשמ"א

בעשורים האחרונים התרחשה מהפכה בתחום שיקום הנחלים בישראל. ההכרה בזכותם של האזרחים לחיות במדינה בה הנחלים אינם מהווים מקור לזיהום ומחלות, אלא מוקד לפנאי, נופש ובילוי בחיק הטבע, הביאה לפעולות שונות בהן הקצאת מים לשיקום הזרימה הטבעית, טיפול מערכתי בשפכים וביוב, קביעת סטנדרטים גבוהים יותר לאיכות הקולחים, שיפור בתקנות ובאכיפה, הקצאת משאבים להנגשת מרחב הנחל לציבור הרחב והעלאת המודעות למצב הנחלים בכלל.

מהפכה זו לא פסחה על הירקון, המנקז את אחד האיזורים הצפופים ביותר במדינת ישראל. הלחצים הפועלים על הנחלים באגן ההיקוות צפויים להתגבר בעתיד עם העלייה בצפיפות הבינוי וצמצום זמינות השטחים הפתוחים. נחל הירקון, מהווה את אחת הריאות הירוקות הגדולות ביותר באיזור גוש דן. גם כיום משמש הנחל כמוקד לפעילות פנאי ונופש בטבע בחלקו העליון, הנקי, וכטבע עירוני בחלקו המורדי "התל אביבי".

עם זאת, הירקון ויובליו מושפעים במידה רבה מאוד מפעילות אדם ובראשן איבוד כ- 90% מהקליחה הטבעית אשר לוו בזיהום קבוע על ידי קולחים באיכות נמוכה ונגר עירוני וחקלאי.

לאחר סיום הניטור ב-2020 אירעו במקביל מספר תהליכים חיוביים שהשפעתם טרם נבחנה: ביניהם הגדלת ספיקת מי המקור בנחל, הפסקת הסיחרור במעלה הירקון (שהביא להגברת המיהול) ושיפור יכולות המט"שים להתמודד עם כמות הקולחים. כבר מתוצאות סקר זה עולה כי חל שינוי לטובה כתוצאה משיפור יכולות המט"שים. יש לקוות כי צעדים אלו, בנוסף לאלו שהוצעו כאן, יסייעו בשיפור מצבו האקולוגי של הירקון. ניטור רציף של מצבו האקולוגי של הנחל, יהווה בסיס להבנת התהליכים המשפיעים על הירקון, ויסייע בידי רשות הנחל למקד את הפעולות הנדרשות להמשך שיפור המצב, לטובת הציבור הרחב.

6. מקורות

1. Ben-David E.A, Habibi M, Haddad E, Hasanin M, Angel D.L, Booth A.M, Sabbah I, 2021, Microplastic distributions in a domestic wastewater treatment plant: removal efficiency, seasonal variation and influence of sampling technique Sci. Total Environ., 752, p. 141880
2. Bonada, Núria, and Vincent H. Resh, 2013, Mediterranean-climate streams and rivers: geographically separated but ecologically comparable freshwater systems. *Hydrobiologia* 719.1: 1-29.
3. Streams in mediterranean climate regions: ,Gasith, A. & V. H. Resh, 1999 abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 51–81.
4. Hershkovitz, Y., & Gasith, A, 2013, Resistance, resilience, and community dynamics in mediterranean-climate streams. *Hydrobiologia*, 719(1), 59-75.
5. Levitt-Barmatz Y, Yanai Z, Cohen TM, Shenkar N, 2019, Life-history traits and ecological characteristics of the ornamental shrimp *Neocaridina denticulata* (De Haan, 1844), recently introduced into the freshwater systems of Israel. *Aquat Invasions* 14:684–702
6. Markus D. H, 2010, Ph.D draft, Aquatic Life Water Quality Standards Draft Technical Support Document for Total Suspended Solids (Turbidity). Minnesota Pollution Control Agency.
7. The population , 2018, Marufu L, Barson M, Chifamba P, Tiki M, Nhwatiwa T dynamics of a recently introduced crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868), in the Sanyati Basin of Lake Kariba, Zimbabwe. *Afr Zool.* 53(1):17–22.
8. Satterlund, D. R., & Adams, P. W. (1992). Erosion and sedimentation. Chapter 10. 1992. *Wildland watershed management*, 186-225.
9. Snovsky G, Galil B.S, 2011, The Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868) (Crustacea: Decapoda: Parastactidae) in the Sea of Galilee, Israel *Aquat. Invasions*, 6, pp. S29-S31
10. Van der Hal H, Yeruham E, Shukis D, Rilov G, Astrahan P, Angel D.L, (2020), Uptake and incorporation of PCBs by eastern Mediterranean rabbitfish that consumed microplastics. *Mar. Pollut. Bull.*, 150, p. 110697
11. Vered G, Kaplan A, Avisar D, Shenkar N, 2019, Using solitary ascidians to assess microplastic and phthalate plasticizers pollution among marine biota: a case study of the Eastern Mediterranean and Red Sea *Mar. Pollut. Bull.*, 138, pp. 618-625
12. אביצור ש, 1980, עם חופי הירקון: לפני קום המדינה, דביר / ספרי רשפים.

13. אוזן א., הרשקוביץ י., גזית א., 2004, נחל הירקון- סקר מידע הערכת מצב והמלצות לשיקום הנחל.

14. רז יונתן, רשות נחל הירקון, 2011, דוח מצב הירקון .

15. רז יונתן, רשות נחל הירקון, 2013/14, דוח מצב הירקון .

16. רז יונתן, רשות נחל הירקון, 2014, דוח מצב הירקון.

17. רז יונתן, רשות נחל הירקון, 2019, דוח מצב הירקון.

18. רז יונתן, רשות נחל הירקון, 2020, דוח מצב הירקון.

19. המשרד להגנת הסביבה, (נבדק לאחרונה 11/2021).

<https://www.gov.il/he/departments/topics/ayalon-stream>

EPA, 5.5 Turbidity, (last verification 4.1.22), 20

<https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms55.html>

7. נספחים

נספח א: רשימת הטקסונים שנמצאו במקטעי הסקר בחלוקה לאזורים בשנים 2017, 2019 ו-2020.

סדרה	משפחה	טקסון	ירקון מעלה	ירקון תיכון	ירקון מורד	יובל	
צדפות (Bivalvia)	Corbiculidae	Corbicula consobrina	+	+			
	Mytilidae	Brachiodontes pharaonis			+		
		Mytilaster minimus			+		
חלזונות (Gastropoda)	Ancylidae	Ferrissia clessiniana	+				
	Cerithiidae	Cerithium scabridum			+		
	Cochliopidae	Pyrgophorus sp.		+			
	Ellobiidae	Myosotella myosotis			+		
	Lymnaeidae	Pseudosuccinea columella	+	+	+	+	
		Radix sp.		+			
	Melanopsidae	Melanopsis buccinoidea		+			
		Melanopsis costata lampira		+			
	Physidae	Physella sp.	+	+	+	+	
	Thiaridae	Melanoides tuberculata		+	+	+	
		Mieniplotia scabra		+			
	עלוקות (Hirudinea)	Glossiphoniidae	Batracobdelloides tricarinatus	+	+		
Helobdella conifera			+	+			
Helobdella stagnalis			+	+			
Barbronia sp.			+	+			
תולעים רב זיפיות (Polychaeta)	Polychaeta	Polychaeta Gen. sp.			+		
	Spionidae	Pseudopolydora sp.			+		
תולעים שטוחות (Tricladida)	Dugesiidae	Dugesia sp.				+	
סרטנאים (Crustacea)	Asellidae	Proasellus sp.				+	
	Atyidae	Neocaridina denticulata	+	+	+		
	Gammaridae	Echinogammarus sp.		+	+		
	Penaeidae	Penaeus aztecus		+			
	Potamidae	Potamon potamios	+				
	Talitridae	Orchestia sp.			+		
	בריומאים (Ephemeroptera)	Baetidae	Baetidae Gen. sp.				+
Baetis sp.			+	+		+	
Cloeon sp.			+	+		+	
Platycnemis sp.			+	+		+	
שפיריות (Zygoptera)	Coenagrionidae	Coenagrion sp.		+			
		Coenagrionidae Gen. (Novo) sp.		+			
		Coenagrionidae Gen. sp.		+		+	
		Ischnura sp.	+	+	+	+	
		Pseudagrion sp.		+		+	
		Anax sp.					+
שפיריות (Anisoptera)	Libellulidae	Brachythemis sp.	+	+			
		Crocothemis erythraea					+
		Libellulidae Gen. sp.		+		+	
		Orthetrum chrysostigma		+		+	
		Trithemis sp.		+		+	
		Corixidae Gen. sp.					+
פשפשאים (Heteroptera)	Corixidae	Micronecta sp.	+	+	+	+	
		Sigara lateralis		+			+
		Trichocorixa reticulata					+
		Gerris ventralis	+	+			
	Gerridae	Anisops sardeus		+		+	
	Pleidae	Plea pullula		+			
זבובאים (Diptera)	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Gen. sp.	+		+	+	
		Dasyheleinae Gen. sp.					+
		Forcipomyia sp.					+

+	+	+	+	Chironomini Gen. sp.	Chironomidae	חיפושיות (Coleoptera)	
+	+	+	+	Chironomus sp.			
+	+	+	+	Orthoclaadiinae/Diamesinae Gen. sp.			
+	+	+	+	Tanypodinae Gen. sp.			
+			+	Tanytarsini Gen. sp.			
+	+	+		Culicidae Gen. sp.	Culicidae		
+				Dolichopodidae Gen. sp.	Dolichopodidae		
+	+	+	+	Ephydriidae Gen. sp.	Ephydriidae		
+	+	+	+	Limoniidae Gen. sp.	Limoniidae		
+		+		Muscidae Gen. sp.	Muscidae		
+		+	+	Psychoda sp.	Psychodidae		
	+	+		Scatopse sp.	Scatopsidae		
+		+	+	Simuliidae Gen. sp.	Simuliidae		
+				Stratiomys sp.	Stratiomyidae		
+				Eristalis sp.	Syrphidae		
+				Chrysops sp.	Tabanidae		
+			+	Tipula sp.	Tipulidae		
+				Cybister sp.	Dytiscidae		
+		+		Dytiscidae Gen. sp.			
+				Eretes sp.			
+				Hydroglyphus sp.			
+				Hydroporinae Gen. sp.			
+				Hygrotus lernaeus			
			+	Ilybius chalconatus			
+		+		Laccophilus sp.			
+		+		Rhantus sp.			
+				Haliplus sp.			Haliplidae
+				Berosus sp.			Hydrophilidae
			+	Cercyon laminatus			
			+	Coelostoma sp.			
+				Enochrus sp.			
			+	Helochaers sp.			
+				Hydrobius sp.			
			+	Laccobius sp.			
			+	Cyphon sp.	Scirtidae		
+		+		Spercheus cerisyi	Spercheidae		
			+	Hydroptila sp.	Hydroptilidae	שעירי כנף (Trichoptera)	

נספח ב: מדדי הציינים הנבחרים בחלוקה חציונית לפי טיפוס הנחל (טיפוס "נחל חוף") עבור כל מקטעי הסקר בכל השנים.

נספח ב1: טבלת ערכי IL-ASPT עבור מקטעי הירקון בשנים 2017, 2019 ו-2020.

שם הנחל	שם המקטע	טיפוס נחל	2017	2019	2020
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	נחל בינוני במישור החוף	72%	74%	70%
	תעלת עינת תיכון	נחל בינוני במישור החוף			70%
	תעלת עינת מורד	נחל בינוני במישור החוף			73%
	בריכת הנופרים	נחל בינוני במישור החוף	38%		
	פארק מקורות הירקון	נחל בינוני במישור החוף	46%	29%	26%
	מורד אל-מיר	נחל בינוני במישור החוף		43%	
	מעלה כניסת רבה	נחל בינוני במישור החוף	50%	54%	56%
	מורד כניסת רבה- בית הבטון	נחל בינוני במישור החוף			81%
	מורד כניסת רבה- מורד כביש 5	נחל בינוני במישור החוף		47%	
	ריפל בית לאה	נחל בינוני במישור החוף		92%	100%
ירקון תיכון	מורד בית לאה	נחל בינוני במישור החוף	62%	35%	26%
	ריפל כביש 40	נחל בינוני במישור החוף		40%	65%
	מעלה כניסת קנה	נחל בינוני במישור החוף		49%	82%
	מורד כניסת קנה	נחל בינוני במישור החוף	11%	13%	52%
	מעלה כניסת שילה	נחל בינוני במישור החוף		11%	
	מורד כניסת שילה	נחל בינוני במישור החוף		11%	39%
	מורד כניסת פרדס	נחל בינוני במישור החוף		24%	44%
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	נחל בינוני במישור החוף		51%	46%
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	נחל בינוני במישור החוף	11%	36%	59%
	מורד כביש 4	נחל בינוני במישור החוף			41%
ירקון מורד	א.ת. עתידים	נחל בינוני במישור החוף	17%	30%	
	מורד 10 טחנות	נחל בינוני במישור החוף	16%	47%	49%
	מעלה כניסת איילון	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאזורי האסטואר		
	מורד כניסת איילון	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	מורד גשר נמיר	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	גשר אבן גבירול	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	גשר ווקף	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)			
רבה	מעלה מפגש ירקון	נחל קטן במישור החוף		60%	
קנה	מורד אלישמע	נחל קטן במישור החוף		0%	43%
	מורד כניסת הדס	נחל קטן במישור החוף		28%	40%
	מעלה מפגש ירקון	נחל קטן במישור החוף	11%	10%	31%
הדס	מורד מט"ש כפ"ס הוד"ש	נחל קטן במישור החוף		62%	75%
הדר	מקטע משוקם	נחל קטן במישור החוף		45%	36%
	מקטע טבעי	נחל קטן במישור החוף		50%	32%
	מעלה כביש 5	נחל קטן במישור החוף	25%	63%	
שילה	מעלה מפגש ירקון	נחל קטן במישור החוף		57%	27%
איילון	מורד כניסת נטוף	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%	
	מעלה כניסת שפירים	מקטעי מעבר בנחלי חוף		45%	
	מורד כניסת שפירים	מקטעי מעבר בנחלי חוף		61%	54%
	מעלה סכר שתולים	מקטעי מעבר בנחלי חוף		48%	
	מעלה מפגש ירקון	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאזורי האסטואר		
	מעלה גנות	נחל קטן במישור החוף			
				42%	

נספח ב2: טבלת ערכי עושר המשפחות (Family richness) עבור מקטעי הירקון בשנים 2017, 2019 ו-2020.

שם הנחל	שם המקטע	קוד מקטע	טיפוס נחל	2017	2019	2020	
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	Y1	נחל בינוני במישור החוף	46%	38%	78%	
	תעלת עינת תיכון	Y2	נחל בינוני במישור החוף			86%	
	תעלת עינת מורד	Y3	נחל בינוני במישור החוף			54%	
	בריכת הנופרים	Y4	נחל בינוני במישור החוף	14%			
	פארק מקורות הירקון	Y5	נחל בינוני במישור החוף	54%	38%	46%	
	מורד אל-מיר	Y6	נחל בינוני במישור החוף		70%		
	מעלה כניסת רבה	Y7	נחל בינוני במישור החוף	38%	86%	54%	
	מורד כניסת רבה- בית הבטון	Y8	נחל בינוני במישור החוף			62%	
	מורד כניסת רבה- מורד כביש 5	Y9	נחל בינוני במישור החוף		46%		
	ריפל בית לאה	Y10	נחל בינוני במישור החוף		78%	30%	
	מורד בית לאה	Y11	נחל בינוני במישור החוף	54%	46%	14%	
	ריפל כביש 40	Y12	נחל בינוני במישור החוף		100%	38%	
ירקון תיכון	מעלה כניסת קנה	Y13	נחל בינוני במישור החוף		70%	6%	
	מורד כניסת קנה	Y14	נחל בינוני במישור החוף	0%	38%	6%	
	מעלה כניסת שילה	Y15	נחל בינוני במישור החוף		14%		
	מורד כניסת שילה	Y16	נחל בינוני במישור החוף		38%	62%	
	מורד כניסת פרדס	Y17	נחל בינוני במישור החוף		86%	6%	
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	Y18	נחל בינוני במישור החוף		78%	22%	
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	Y19	נחל בינוני במישור החוף	30%	38%	6%	
	מורד כביש 4	Y20	נחל בינוני במישור החוף			46%	
	א.ת. עתידיים	Y21	נחל בינוני במישור החוף	54%	38%		
	מורד 10 טחנות	Y22	נחל בינוני במישור החוף	14%	30%	30%	
	ירקון מורד	מעלה כניסת איילון	Y23	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר		
		מורד כניסת איילון	Y24	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
מורד גשר נמיר		Y25	מקטעי מעבר בנחלי חוף				
גשר אבן גבירול		Y26	מקטעי מעבר בנחלי חוף				
גשר ווקף		Y27	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)				
רבה	מעלה מפגש ירקון	R1	נחל קטן במישור החוף		78%		
קנה	מורד אלישמע	K1	נחל קטן במישור החוף		6%	22%	
	מורד כניסת הדס	K2	נחל קטן במישור החוף		38%	30%	
	מעלה מפגש ירקון	K3	נחל קטן במישור החוף	6%	70%	30%	
הדס	מורד מט"ש כפ"ס הוד"ש	HDS1	נחל קטן במישור החוף		94%	54%	
הדר	מקטע משוקם	HDR1	נחל קטן במישור החוף		62%	30%	
	מקטע טבעי	HDR2	נחל קטן במישור החוף		94%	46%	
שילה	מעלה כביש 5	SL1	נחל קטן במישור החוף	54%	46%		
	מעלה מפגש ירקון	SL2	נחל קטן במישור החוף		70%	62%	
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	מקטעי מעבר בנחלי חוף		46%		
	מעלה כניסת שפירים	A2	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%		
	מורד כניסת שפירים	A3	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%	46%	
	מעלה סכר שתולים	A4	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%		
	מעלה מפגש ירקון	A5	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר			
	שפירים	מעלה גנות	1SP	נחל קטן במישור החוף		46%	

נספח ב3: טבלת ערכי סדרות רגישות (ET%) עבור מקטעי הירקון בשנים 2017, 2019 ו-2020.

שם הנחל	שם המקטע	קוד מקטע	טיפוס נחל	2017	2019	2020	
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	Y1	נחל בינוני במישור החוף	46%	38%	78%	
	תעלת עינת תיכון	Y2	נחל בינוני במישור החוף			86%	
	תעלת עינת מורד	Y3	נחל בינוני במישור החוף			54%	
	בריכת הנופרים	Y4	נחל בינוני במישור החוף	14%			
	פארק מקורות הירקון	Y5	נחל בינוני במישור החוף	54%	38%	46%	
	מורד אל-מיר	Y6	נחל בינוני במישור החוף		70%		
	מעלה כניסת רבה	Y7	נחל בינוני במישור החוף	38%	86%	54%	
	מורד כניסת רבה- בית הבטון	Y8	נחל בינוני במישור החוף			62%	
	מורד כניסת רבה- מורד כביש 5	Y9	נחל בינוני במישור החוף		46%		
	ריפל בית לאה	Y10	נחל בינוני במישור החוף		78%	30%	
	מורד בית לאה	Y11	נחל בינוני במישור החוף	54%	46%	14%	
	ריפל כביש 40	Y12	נחל בינוני במישור החוף		100%	38%	
	מעלה כניסת קנה	Y13	נחל בינוני במישור החוף		70%	6%	
	מורד כניסת קנה	Y14	נחל בינוני במישור החוף	0%	38%	6%	
ירקון תיכון	מעלה כניסת שילה	Y15	נחל בינוני במישור החוף		14%		
	מורד כניסת שילה	Y16	נחל בינוני במישור החוף		38%	62%	
	מורד כניסת פרדס	Y17	נחל בינוני במישור החוף		86%	6%	
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	Y18	נחל בינוני במישור החוף		78%	22%	
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	Y19	נחל בינוני במישור החוף	30%	38%	6%	
	מורד כביש 4	Y20	נחל בינוני במישור החוף			46%	
	א.ת. עתידים	Y21	נחל בינוני במישור החוף	54%	38%		
	מורד 10 טחנות	Y22	נחל בינוני במישור החוף	14%	30%	30%	
	ירקון מורד	מעלה כניסת איילון	Y23	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר		
		מורד כניסת איילון	Y24	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
מורד גשר נמיר		Y25	מקטעי מעבר בנחלי חוף				
גשר אבן גבירול		Y26	מקטעי מעבר בנחלי חוף				
גשר ווקף		Y27	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)				
רבה	מעלה מפגש ירקון	R1	נחל קטן במישור החוף		78%		
קנה	מורד אלישמע	K1	נחל קטן במישור החוף		6%	22%	
	מורד כניסת הדס	K2	נחל קטן במישור החוף		38%	30%	
	מעלה מפגש ירקון	K3	נחל קטן במישור החוף	6%	70%	30%	
הדס	מורד מט"ש כפ"ס הוד"ש	HDS1	נחל קטן במישור החוף		94%	54%	
הדר	מקטע משוקם	HDR1	נחל קטן במישור החוף		62%	30%	
	מקטע טבעי	HDR2	נחל קטן במישור החוף		94%	46%	
שילה	מעלה כביש 5	SL1	נחל קטן במישור החוף	54%	46%		
	מעלה מפגש ירקון	SL2	נחל קטן במישור החוף		70%	62%	
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	מקטעי מעבר בנחלי חוף		46%		
	מעלה כניסת שפירים	A2	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%		
	מורד כניסת שפירים	A3	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%	46%	
	מעלה סכר שתולים	A4	מקטעי מעבר בנחלי חוף		62%		
	מעלה מפגש ירקון	A5	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר			
	שפירים	מעלה גנות	1SP	נחל קטן במישור החוף		46%	

נספח 4: טבלת שיעור הכירונמיני מסך הימשושים (שכמ"י) עבור מקטעי הירקון בשנים 2017, 2019 ו-2020.

שם הנחל	שם המקטע	קוד מקטע	טיפוס נחל	2017	2019	2020
ירקון מעלה	תעלת עינת מעלה	Y1	נחל בינוני במישור החוף	78%	77%	42%
	תעלת עינת תיכון	Y2	נחל בינוני במישור החוף			83%
	תעלת עינת מורד	Y3	נחל בינוני במישור החוף			77%
	בריכת הנופלים	Y4	נחל בינוני במישור החוף	35%		
	פארק מקורות הירקון	Y5	נחל בינוני במישור החוף	51%	31%	24%
	מורד אל-מיר	Y6	נחל בינוני במישור החוף		62%	
	מעלה כניסת רבה	Y7	נחל בינוני במישור החוף	85%	58%	60%
	מורד כניסת רבה- בית הבטון	Y8	נחל בינוני במישור החוף			61%
	מורד כניסת רבה- מורד כביש 5	Y9	נחל בינוני במישור החוף		49%	
	ריפל בית לאה	Y10	נחל בינוני במישור החוף		57%	88%
	מורד בית לאה	Y11	נחל בינוני במישור החוף	66%	47%	25%
	ריפל כביש 40	Y12	נחל בינוני במישור החוף		57%	61%
	מעלה כניסת קנה	Y13	נחל בינוני במישור החוף		69%	100%
	מורד כניסת קנה	Y14	נחל בינוני במישור החוף	2%	15%	75%
ירקון תיכון	מעלה כניסת שילה	Y15	נחל בינוני במישור החוף		0%	
	מורד כניסת שילה	Y16	נחל בינוני במישור החוף		0%	41%
	מורד כניסת פרדס	Y17	נחל בינוני במישור החוף		28%	63%
	מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	Y18	נחל בינוני במישור החוף		31%	0%
	מורד כניסת מט"ש רמה"ש	Y19	נחל בינוני במישור החוף	0%	0%	0%
	מורד כביש 4	Y20	נחל בינוני במישור החוף			45%
	א.ת. עתידים	Y21	נחל בינוני במישור החוף	12%	16%	
	מורד 10 טחנות	Y22	נחל בינוני במישור החוף	16%	37%	40%
	מעלה כניסת איילון	Y23	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר		
	מורד כניסת איילון	Y24	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
ירקון מורד	מורד גשר נמיר	Y25	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	גשר אבן גבירול	Y26	מקטעי מעבר בנחלי חוף			
	גשר ווקף	Y27	שפכי נחל לים התיכון (אסטואר)			
רבה	מעלה מפגש ירקון	R1	נחל קטן במישור החוף		90%	
קנה	מורד אלישמע	K1	נחל קטן במישור החוף		0%	65%
	מורד כניסת הדס	K2	נחל קטן במישור החוף		42%	61%
	מעלה מפגש ירקון	K3	נחל קטן במישור החוף	0%	8%	45%
הדס	מורד מט"ש כפ"ס הוד"ש	HDS1	נחל קטן במישור החוף		84%	93%
הדר	מקטע משוקם	HDR1	נחל קטן במישור החוף		61%	31%
	מקטע טבעי	HDR2	נחל קטן במישור החוף		84%	37%
שילה	מעלה כביש 5	SL1	נחל קטן במישור החוף	23%	78%	
	מעלה מפגש ירקון	SL2	נחל קטן במישור החוף		78%	36%
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	מקטעי מעבר בנחלי חוף		95%	
	מעלה כניסת שפירים	A2	מקטעי מעבר בנחלי חוף		68%	
	מורד כניסת שפירים	A3	מקטעי מעבר בנחלי חוף		79%	73%
	מעלה סכר שתולים	A4	מקטעי מעבר בנחלי חוף		55%	
	מעלה מפגש ירקון	A5	מקטעי מעבר בנחלי חוף	אין ציון ASPT-IL לאיזורי האסטואר		
שפירים	מעלה גנות	1SP	נחל קטן במישור החוף		62%	

נספח ג: סיכום מדדים פיזיקוכימיים של כל אזורי הסקר בשנים 2017, 2019 ו- 2020.

נספח ג1: טבלת מדדים פיזיקוכימיים במקטעי מעלה הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

מקטע	תאריך דיגום	שעה	חוית חמצן (%)	חמצן מומס (mg/L)	טמפרטורה (°C)	מוליכות חשמלית $\mu s, ^\circ$ (25C)	ערך הגבה (pH)	הפרעה (%)
תעלת עינת מעלה	2017	5/15	74.2	5.94	27.1	889	7.76	10.61
	2019	5/14	70.2	5.54	26.6	900	7.69	13.64
	2020	6/1	97.3	7.95	25.7	905	7.68	30.3
תעלת עינת תיכון	2020	6/1	105	8.56	26.5	902	7.5	27.27
תעלת עינת מורד	2020	6/1	97.3	8.1	24.5	890	7.98	27.27
בריכת הנופרים	2017	5/14	86	8.62	27.1	911	7.96	9.09
פארק מקורות הירקון	2017	5/14	62.8	5.16	24.9	997	7.71	16.67
	2019	5/21	65.4	5.38	24.2	997	7.66	16.67
	2020	6/1	62.1	5.7	24.1	955	7.49	16.67
מורד אל-מיר	2019	5/21	52.9	4.5	23.5	995	7.79	25.76
מעלה כניסת רבה	2017	5/14	50	4.09	25.3	992	7.73	21.21
	2019	5/20	64.5	5.31	24.6	988	7.98	22.73
	2020	6/1	59.3	5.04	23	958	7.58	22.73
מורד כניסת רבה- בית הבטון	2020	6/1	72	6.15	22.9	959	7.69	15.15
מורד כניסת רבה-מורד כביש 5	2019	5/15	64.4	5.35	24.8	950	8.08	12.12
ריפל בית לאה	2019	5/15	67	5.45	25.2	955	8.07	16.67
	2020	6/1	102.8	8.67	23.5	947	7.83	12.12
מורד בית לאה	2017	5/14	53.8	4.56	23	993	7.82	12.12
	2019	5/15	51.8	4.35	24	950	8.09	13.64
	2020	6/1	90	7.6	22.4	946	7.93	16.67
ריפל כביש 40	2019	5/14	70.3	5.91	23.3	946	8.09	19.7
	2020	6/1	112.6	9.79	22	945	7.88	16.67
מעלה כניסת קנה	2019	5/14	56.5	4.91	23.1	954	8.05	16.67
	2020	5/31	108	8.8	24.4	943	7.62	22.73

נספח ג2: טבלת מדדים פיזיקוכימיים במקטעי הירקון התיכון בשנים 2017, 2019, 2020.

מקטע	תאריך דיגום	שעה	רווית חמצן (%)	חמצן מומס (mg/L)	טמפרטורה (°C)	מוליכות חשמלית (µs, °) (25C)	ערך הגבה (pH)	הפרעה (%)
מורד כניסת קנה	2017	5/14	10:00	44.4	3.75	1177	7.98	
	2019	5/14	7:20	64	5.45	1139	7.86	62.12
	2020	5/31	14:30	127	10.18	1240	7.8	57.58
מעלה כניסת שילה	2019	5/13	12:30	39.6	3.24	1100	7.88	59.09
	2019	5/13	11:06	40.8	3.41	1159	7.88	60.61
מורד כניסת שילה	2020	5/31	12:35	117.5	9.41	1219	7.84	59.09
	2019	5/15	11:00	85.6	7.28	1135	7.8	56.06
מורד כניסת פרדס	2020	5/31	10:32	95.2	8.16	1217	7.73	57.58
	2019	5/13	9:00	51.4	4.39	1154	7.83	57.58
מעלה כניסת מט"ש רמה"ש	2020	5/31	7:30	87.7	7.37	1217	7.52	56.06
	2017	5/15	12:15	20	1.62	1250	7.78	
מורד כניסת מט"ש רמה"ש	2019	5/13	7:35	28.3	2.47	1104	7.71	54.55
	2020	5/31	9:30	105.1	8.64	1210	7.74	56.06
מורד כביש 4	2020	5/31	15:15	52.8	4.3	1240	7.77	42.42
א.ת. עתידים	2017	5/15	10:30	24.2	1.97	1258	7.83	
	2019	5/12	13:30	92.2	7.83	1166	7.82	37.88
מורד 10 טחנות	2017	5/15	9:30	37	3	1204	7.91	36.36
	2019	5/12	12:30	21.2	1.8	1182	7.8	40.91
	2020	5/31	13:00	130	10.2	1320	8.22	37.88

נספח ג3: טבלת מדדים פיזיקוכימיים במקטעי מורד הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

תחנה										
תאריך דיגום	שעה	רויית חמצן (%)	חמצן מומס (mg/L)	טמפרטורה (°C)	מוליכות חשמלית (µs, 25C°)	ערך הגבה (pH)	הפרעה (%)			
5/15	8:25	62	4.9	26	11125	7.84		Y23	מעלה כניסת איילון	ירקון מורד
5/12	10:20	73.8	6.07	23.9	4850	7.88	33.33			
5/31	11:05	86	6.7	25.7	10900	8	39.39			
5/12	9:00	78.8	6.62	21.9	3600	8.35	33.33	Y24	מורד כניסת איילון	
5/31	9:15	99	5.53	24.3	14100	7.95	36.36			
5/16	11:00	103.5	7.75	27.3	14790	8.18		Y25	מורד גשר נמיר	
5/16	8:30	126	9.46	25.9	26828	8.29		Y26	גשר אבן גבירול	
5/12	7:15	73	6.32	20.8	8300	8.13	30.3			
5/31	7:30	90	7	24	21150	7.85	33.33			
5/16	9:30	157	11.2	27.4	26520	8.42	37.88	Y27	גשר ווקף	

נספח ג4: טבלת מדדים פיזיקוכימיים במקטעי יובלי אגן הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

תחנה											
תאריך דיגום	שעה	רווית חמצן (%)	חמצן מומס (mg/L)	טמפרטורה (°C)	מוליכות חשמלית μs, ° (25C)	ערך הגבה (pH)	הפרעה (%)				
5/19	13:40	82.2	7.01	22.8	495.7	8.32	34.85	2017	R1	מעלה מפגש מירקון	רבה
5/20	10:45	163.1	12.2	30.5	1598	8.62	75.76	2019	K1	מורד אלישמע	קנה
5/31	15:30	107.2	8.13	30.4	1398	8.26	75.76	2020			
5/20	12:00	181	13.68	29.7	1207	8.99	37.88	2019	K2	מורד כניסת הדס	
5/31	12:00	157	11.91	29.7	1356	8.52	39.39	2020			
5/14	9:14	26	2.17	23.8	1080	7.94		2017	K3	מעלה מפגש מירקון	
5/14	9:00	62.6	5.34	23.9	1271	7.87	65.15	2019			
5/31	10:30	82.8	6.61	26.8	1390	7.53	62.12	2020			
5/20	14:00	191.2	13.89	32.6	1200	8.97	50	2019	HDS1	מורד מט"ש כ"ס הוד"ש	הדס
5/31	13:20	189.5	13.99	31.1	1350	8.64	56.06	2020			
5/19	12:15	96.8	7.71	26.9	1205	8.95	40.91	2019	HDR1	מקטע משוקם	הדר
5/31	7:00	96.2	7.95	24.6	1381	8.56	40.91	2020			
5/19	10:50	32.5	2.8	22.5	1218	8.22	42.42	2019	HDR2	מקטע טבעי	
5/31	8:40	29.4	2.55	21.9	1396	8.1	42.42	2020			
5/15	14:15	69.2	5.74	24.2	4987	7.81		2017	SL1	מעלה כביש 5	שילה
5/19	8:59	70	6.33	20.6	4444	7.76	33.33	2019			
5/19	7:30	78	6.32	21.8	4144	8	21.21	2019	SL2	מעלה מפגש מירקון	
5/31	13:30	147.5	12.4	23.1	3743	7.57	19.7	2020			
5/22	12:00	180	13.3	30.8	1445	8.5	43.94	2019	A1	מורד כניסת נטוף	איילון
5/22	9:00	14.7	1.2	25.2	1315	8	27.27	2019	A2	מעלה כניסת שפירים	
5/26	11:40	69	5.44	28.4	1390	8.13	40.91	2019	A3	מורד כניסת שפירים	
6/2	9:00	185.3	15.33	24	1403	8.85	39.39	2020			
5/22	6:50	29.6	2.43	25	1348	7.97	43.94	2019	A4	מעלה סכר שתולים	
5/12	11:30	93.2	7.6	23.9	3990	8.49	31.82	2019	A5	מעלה מפגש מירקון	
5/22	10:30	40.1	3.27	25	1321	8.09	39.39	2019	1SP	מעלה גנות	

נספח ד: סיכום מדד איכות המים של כל אזורי הסקר בשנים 2017, 2019 ו- 2020.

נספח ד1: טבלת מדדי איכות המים – מעלה הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליטר)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליטר)	ניטריט NO2 (מ"ג/ליטר)	ניטראט NO3 (מ"ג/ליטר)	אמוניום NH4 (מ"ג/ליטר)	צח"ב BOD (מ"ג/ליטר)	תאריך בדיקה	מקטע		
								2017	2019	2020
	0.1			1.24	0.41	1.1	10/5/17	Y1	תעלת עינת מעלה	
							16/5/19			
30	0.1	3.7	0.006	1.25	0.05	0.6	3/6/20			
30	0.1	3.7	0.006	1.25	0.05	0.6	3/6/20	2020	Y2	תעלת עינת תיכון
30	0.1	3.7	0.006	1.25	0.05	0.6	3/6/20	2020	Y3	תעלת עינת מורד
940	0.1	1.7	0.005	0.7	0.05	1	10/5/17	2017	Y4	בריכת הנופרים
940	0.1	1.705	0.005	0.7	0.05	1	10/5/17	2017	Y5	פארק מקורות הירקון
60	0.1	3.36	0.003	0.8	0.14	1.2	15.5.19	2019		
180	0.1	1.63	0.011	0.76	0.05	2.1	27/5/20	2020		
490	3.08	0.11	0.004	0.66	0.05	1.2	15.5.19	2019	Y6	מורד אל-מיר
								2017	Y7	מעלה כניסת רבה
	0.1			0.63	0.14	1	23/5/19	2019		
150	0.1	1.73	0.013	0.73	0.05	3.3	27/5/20	2020		
170	0.1	2.42	0.016	0.68	0.05	1.6	27/5/20	2020	Y8	מורד כניסת רבה- בית הבטון
	0.11			0.57	0.05	2.1	16/5/19	2019	Y9	מורד כניסת רבה- מורד בביש 5
	0.10			0.5	0.14	1.9	16/5/19	2019	Y10	ריפל בית לאה
440	0.1	2.74	0.003	0.487	0.05	1.7	3/6/20	2020		
350	0.1	0.6	0.005	0.2	0.17		10/5/17	2017	Y11	מורד בית לאה
	0.10			0.5	0.14	1.9	16/5/19	2019		
440	0.1	2.74	0.003	0.48	0.05	1.7	3/6/20	2020		
	0.10			0.5	0.05	1.9	16/5/19	2019	Y12	ריפל בביש 40
440	0.1	2.74	0.003	0.48	0.5	1.7	3/6/20	2020		
	0.1			0.47	0.21	2.3	16/5/19	2019	Y13	מעלה כניסת קנה
380	0.17	2.14	0.01	0.5	0.05	2.6	27/5/20	2020		

נספח ד2: טבלת מדדי איכות המים – הירקון התיכון בשנים 2017, 2019, 2020.

קוליפורמי ם צואתיים (יח/100 מ"ל)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליט ר)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליט ר)	ניטריט NO2 (מ"ג/ליט ר)	ניטראט NO3 (מ"ג/ליט ר)	אמוניום NH4 (מ"ג/ליט ר)	צה"ב BOD (מ"ג/ליט ר)	תאריך בדיקה	מקטע		
130000	1.07	9.71	0.51	1.3	5.74	4.4	10/5/2017	2017	Y14	מורד בניסת קנה
6800	1.6	16.5	0.24	8.3	3.1	2.2	15/5/19	2019		
3100	1.66	10.48	0.02	8.14	0.05	2	27/5/20	2020		
	1.41			4.04	2.68	7.7	16/5/19	2019	Y15	מעלה בניסת שילה
	1.43			4.55	2.54	7.4	16/5/19	2019	Y16	מורד בניסת שילה
180	1.22	8.2	0.317	4.76	0.05	2.2	3/6/20	2020		
	1.35			4.71	1.93	7.6	16/5/19	2019	Y17	מורד בניסת פרדס
9600	1.76	7.76	0.538	4.27	0.05	4.2	3/6/20	2020		
3600	1.4	12.6	0.314	7	3.16	4.7	15/5/19	2019	Y18	מעלה בניסת מט"ש רמה"ש
1400	1.91	6.95	0.071	4.56	0.27	2.9	27/5/20	2020		
29000	1.3	6.16	0.362	0.3	4.75	0.8	10/5/2017	2017	Y19	מורד בניסת מט"ש רמה"ש
	1.15			3.5	3.58	7.8	16/5/19	2019		
590	1.58	7.46	0.083	4.09	0.41	2.6	3/6/2020	2020		
								2020	Y20	מורד כביש 4
1200	1.66	7.484	0.284	0.5	5.57	1.4	10/5/2017	2017	Y21	א.ת. עתידים
1600	1.17	11.85	0.39	4.36	3.6	3.8	15/5/19	2019		
							10/5/2017	2017	Y22	מורד 10 טחנות
1600	1.17	11.85	0.39	4.36	3.6	3.8	15/5/19	2019		
460	1.31	7.93	0.111	5.07	0.05	5.6	27/5/20	2020		

נספח ד3: טבלת מדדי איכות המים – מורד הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

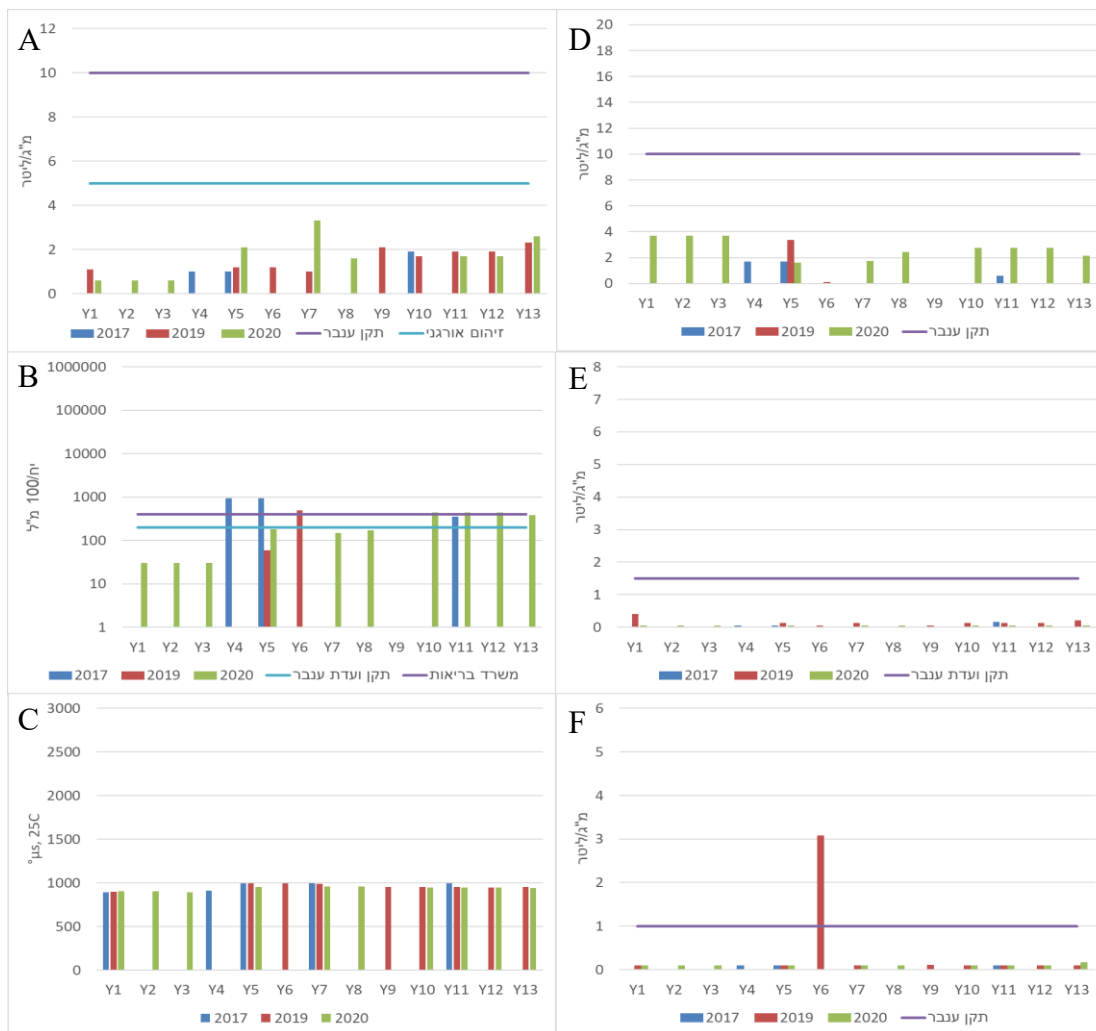
מקטע			תאריך בדיקה	צח"ב BOD (מ"ג/ליט ר)	אמוניום NH4 (מ"ג/ליט ר)	ניטראט NO3 (מ"ג/ליט ר)	ניטריט NO2 (מ"ג/ליט ר)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליט ר)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליט ר)	קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל)
מעלה כניסת איילון	Y2 3	2017								
		2019	16/5/19	7.6	3.44	3.14			0.84	
		2020	3/6/20	2.6	0.05	3.28	0.084	5.97	0.62	1300
מורד כניסת איילון	Y2 4	2019	16/5/19	6.8	3.23	2.74			0.71	
		2020	3/6/20	2.9	0.1	2.5	0.094	5.2	0.31	22000
מורד גשר נמיר	Y2 5	2017	10/5/17	0.5	4.09	0.2	0.23	5.43		3700
גשר אבן גבירול	Y2 6	2017	10/5/17	0.5	4.09	0.2	0.23	5.4	0.48	3700
		2019	16/5/19	6.8	3.23	2.74			0.71	
		2020	27/5/20	4.2	0.05	1.24	0.1	3.63	0.3	550
גשר ווקר	Y2 7	2017	10/5/17	0.5	4.09	0.2	0.23	5.43	0.48	3700

נספח ד4: טבלת מדדי איכות המים – יובלי אגן הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

מקטעים											
רבה	מעלה מפגש ירקון	R1	2017	5/10/2017	צח"ב BOD (מ"ג/ליטר)	אמוניום NH4 (מ"ג/ליטר)	ניטראט NO3 (מ"ג/ליטר)	ניטריט NO2 (מ"ג/ליטר)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליטר)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליטר)	קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל)
קנה	מורד אלישמע	K1	2019	23/5/19	24	66.09	0.2			9.25	
			2020	27/5/20	7.2	0.89	4.19	0.702	8.93	2.87	56000
	מורד כניסת הדס	K2	2019	15/5/19	14	20.7	4.19			4.5	590000
			2020	27/5/20	5.5	0.38	8.87	0.342	12.91	3.93	5200
	מעלה מפגש ירקון	K3	2017	5/10/17	53	43	0.2	0.001	53.2	4.32	6200000
			2019	15/5/19	13	14.24	8.4			4.2	320000
			2020								
הדס	מורד מט"ש כ"ס הוד"ש	HDS1	2019	23/5/19	2	0.14	13.32			1.56	
			2020	3/6/20	1.3	0.07	9.15	0.143	12.58	1.51	17000
הדר	מקטע משוקם	HDR1	2019	23/5/19	3.6	0.14	10.22			1.17	
			2020	3/6/20	5.4	0.05	6.68	0.058	11.15	1.26	590
	מקטע טבעי	HDR2	2019	23/5/19	5	0.14	9.74			1.19	
			2020	3/6/20	3.3	0.07	5.14	0.11	8.63	1.26	1200
שילה	מעלה כביש 5	SL1	2017								
			2019	23/5/19	1.2	0.21	0.95			0.1	17000
	מעלה מפגש ירקון	SL2	2019	23/5/19	1.8	0.14	0.2			0.13	
			2020	3/6/20	4.7	0.05	0.68	0.244	4.73	0.23	1200
איילון	מורד כניסת נטוף	A1	2019	23/5/19	8.8	0.24	0.35			2.5	
	מעלה כניסת שפירים	A2	2019	23/5/19	16	0.14	1.3			3.92	
	מורד כניסת שפירים	A3	2019								
			2020	3/6/20	4.6	0.05	0.2	0.001	3.72	1.07	2100
	מעלה סכר שתולים	A4	2019	15/5/19	17	7.98	5.95	2.26	19.98	5.48	3100
	מעלה מפגש ירקון	A5	2019	15/5/19	6.2	6.6	6.6	1.8	16.71	5	2900
שפירים	מעלה גנות	SP	2019	23/5/19	4.5	0.21	1.41			1.59	

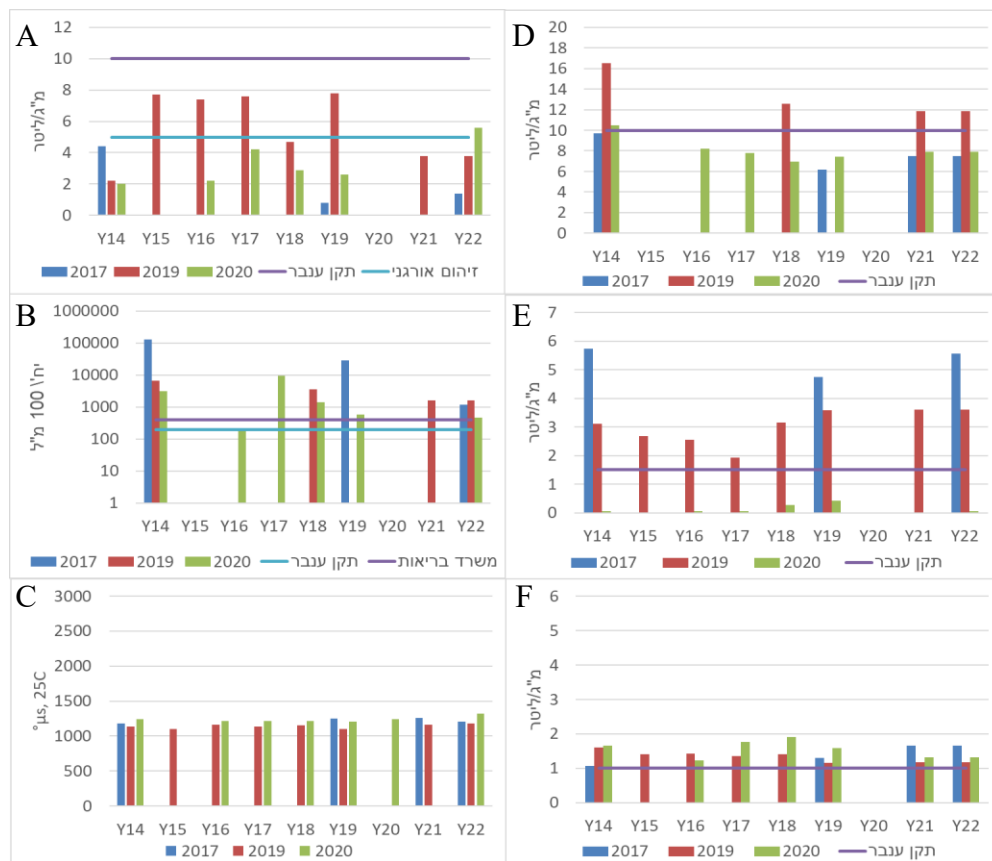
נספח ה: סיכום מדדי איכות המים לפי תקן משרד הבריאות ותקן ענבר – סקר אגן הירקון 2017, 2019, 2020.

נספח ה1: תקני מדדים כימיים במעלה הירקון, 2017, 2019, 2020. A. ערכי צח"ב, B. קוליפורמים, C.



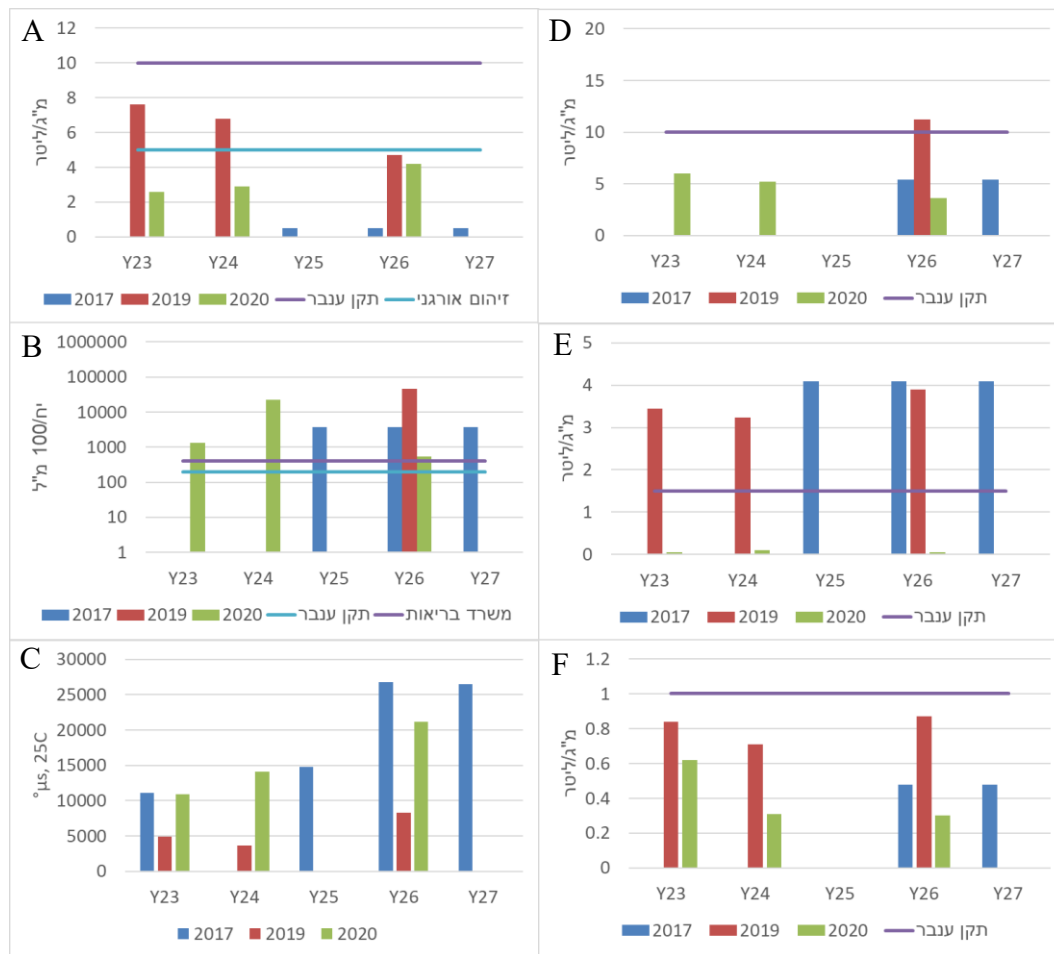
מוליכות, D. חנקן כללי, E. אמוניום, F. זרחן.

נספח 2: תקני מדדים כימיים בירקון התיכון, 2017, 2019, 2020. A. ערכי צח"ב, B. קוליפורמים, C. מוליכות, D. חנקן כללי, E. אמוניום, F. זרחן.

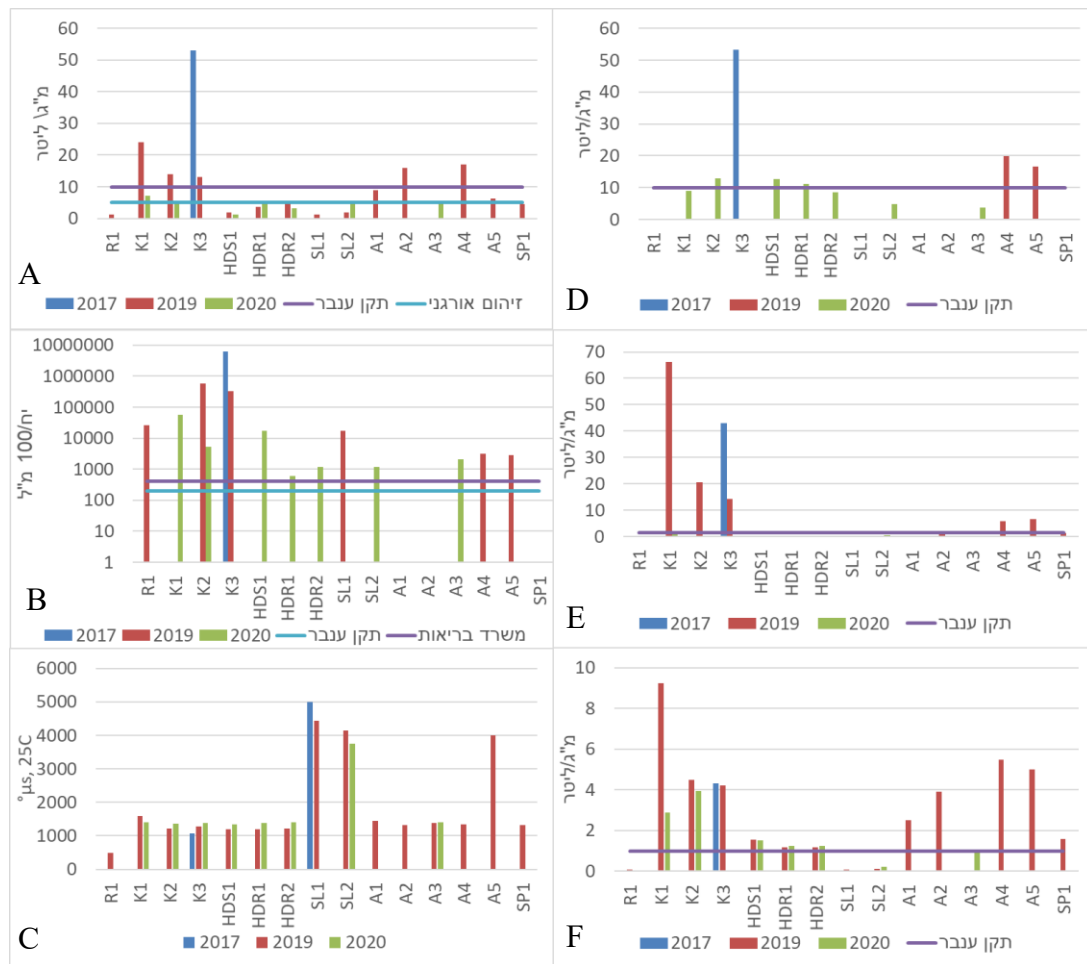


נספח ה3: תקני מדדים כימיים במורד הירקון, 2017, 2019, 2020. A. ערכי צח"ב, B. קוליפורמים, C. מוליכות, D. חנקן כללי, E. אמוניום, F. זרחן.

איור 4.10 א: סיכום מדדים כימיים במורד הירקון A. ערכי צח"ב, B. קוליפורמים, C. מוליכות, D. חנקן כללי, E. אמוניום, F. זרחן.



נספח ה4: תקני מדדים כימיים ביובלי אגן הירקון, 2017, 2019, 2020. A. ערכי צח"ב, B. קוליפורמים, C. מוליכות, D. חנקן כללי, E. אמוניום, F. זרחן.



נספח ז: טבלת הרכיכות שנמצאו במעלה נחל הירקון בעבר בהשוואה לרכיכות שנמצאו בכל מקטעי

קבוצה	שם טקסון בעברית	שם הטקסון	משפחה	מין פולש	סקר 2017, 2019, 2020				סקרי עבר
					מעלה הירקון	ירקון תיכון	מורד הירקון	יובלים	
צדפות	אפונית מזרחית	<i>Pisidium annandalei</i>	Sphaeriidae						+
	אפונית מצויה	<i>Pisidium casertanum</i>	Sphaeriidae						+
	סלסילה	<i>Corbicula sp.</i>	Corbiculidae		+	+			+
	צדפת אגמים חופית	<i>Potomida littoralis delesserti</i>	Unionidae						+
	צדפת נחלים לבנטינית	<i>Unio mancus eucirrus</i>							+
	צדפת נהרות נדירה	<i>Leguminaia saulcyi</i>							+
	-	<i>Brachiodontes pharaonis</i>	Mytilidae				+		
	-	<i>Mytilaster minimus</i>					+		
חלזונות	פנכית נטויה	<i>Ferrissia clessiniana</i>	Ancylidae		+				+
	-	<i>Cerithium scabridum</i>	Cerithiidae				+		
	-	<i>Pyrgophorus sp.</i>	Cochliopidae	+		+			*
	מימנית מעיינית	<i>Heleobia contempta</i>							+
	ביצינית	<i>Radix sp.</i>	Lymnaeidae		+				+
	ביצינית אמריקאית	<i>Pseudosuccinea columella</i>			+	+		+	+
	ביצינית קטנה	<i>Galba truncatula</i>							+
	שחריר חלק	<i>Melanopsis buccinoidea</i>	Melanopsidae		+				+
	שחריר החוף	<i>Melanopsis costata lampra</i>			+				+
	קליאופרה סורית	<i>Cleopatra bulimoides syriaca</i>	Paludomidae						+
	ביתניה זעירה	<i>Bithynia phialensis</i>	Bithyniidae						+
	בוענית	<i>Physella sp.</i>	Physidae	+	+	+	+	+	+
	חוצצית נפוצה	<i>Valvata saulcyi</i>	Valvatidae						+
	סחרונית החוף	<i>Theodoxus karasuna</i>	Neritidae						+
	בולית הבירציה	<i>Bulinus truncatus</i>	Planorbidae						+
	סלילנית קרינית	<i>Planorbis antiochianus</i>							+
	סלילנית קמורה	<i>Gyraulus piscinarum</i>							+
	סלילנית חופית	<i>Gyraulus ehrenbergi</i>							+
	ביומפלית הבילהרציה	<i>Biomphalaria alexandrina</i>							+
	מגדלית הנחלים	<i>Melanooides tuberculata</i>	Thiaridae		+	+		+	+
	-	<i>Mieniplotia scabra</i>	Thiaridae	+	+				*
סה"כ מיני רכיכות שנמצאו באגן									
24	3	4	5	9	3				

הירקון ב-2017, 2019 ו-2020.

* פלש בתקופה מאוחרת מהסקר 2003.

נספח ז: כמות הבריומאים *Baetis* ו-*Cloeon* לדגימה במקטעי סקר אגן הירקון בשנים 2017, 2019, 2020.

