

המרכז הלאומי לאקולוגיה אקווטית  
מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט - אוניברסיטת תל אביב

## הערכת מצב אקולוגי של נחלי אגן הקישון: אביב 2020



מגש  
לרשות נחל קישון  
ולרשות ניקוז ונחלים קישון

מאי 2021

## הערכת מצב אקולוגי של נחלי אגן הקישון: אביב 2020

**כתיבה ועריכה:** ירון הרשקוביץ, עדי וייס

**דיגום חסרי חוליות, מיון, הגדרה טקסונומית:** ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי, איתי כהנא, נילי סגמן, אלמוג הרשקו ועדי וייס.

**צילומים:** ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי, איתי כהנא, נילי סגמן, אלמוג הרשקו ועדי וייס.

**דיגום איכות מים:** אלון בן מאיר ושי ערב לוי (רשות נחל קישון), הגר סבטי (רשות הטבע והגנים) ומואעד (רשות ניקוז ונחלים קישון)

**עיבוד מידע וחישוב ציינים:** ירון הרשקוביץ, עדי וייס ואביטל כ"ץ

**סיוע בהגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע):** סרטנאים (Crustacea) – ד"ר יעריט לויט-ברמץ, בריומאים (Ephemeroptera) – ד"ר זהר ינאי, עלוקות (Hirudinea) – ד"ר לירון גורן.

**מפות:** איתי כהנא

אנו מודים לצוות רשות נחל הקישון, רשות ניקוז ונחלים קישון ורשות הטבע והגנים על הסיוע בניטור איכות המים בתחנות הסקר.

## תקציר הדוח

- דוח זה מציג את ממצאי הניטור הביולוגי והערכת מצב אקולוגית של נחלים נבחרים באגן הקישון.
- הניטור נערך ב- 15 מקטעים, ממעלה הקישון באיזור עמק יזרעאל ועד לשפך בים, בנוסף ל- 9 יובלים ראשיים המתנקזים אל הקישון מצפון ומדרום.
- הניטור מבוסס על עקרונות הדירקטיבה האירופית למים (EU-Water Framework Directive) העושה שימוש במשתני חברה ביולוגית (חסרי חוליות גדולים; < 400 מיקרומטר) לקביעת קטגוריות מצב אקולוגי של מקווי מים יבשתיים: 'גרוע' (V), 'רע' (IV), 'בינוני' (III), 'טוב' (II), או 'מצויין' (I).
- ממצאי איכות המים (מרם און ועד למורד כניסת נחל בית לחם) מעידים על זיהום ממקורות שונים לכל אורכו, ממעלה הנחל (מקטע רם און) ועד לשפכו בים התיכון. כמו כן נמצא שמרבית היובלים הזורמים אל הקישון, להוציא נחל השופט ונחל הקייני, מזוהמים אף הם ומשפיעים לרעה על מצבו האקולוגי של הקישון.
- סה"כ בסקר בכל מקטעי אגן הקישון נמצאו 71 טקסונים של חסרי חוליות מ- 11 סדרות (47 משפחות), בהן: תולעים, עלוקות, רכיכות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, חיפושיות, זבובאים ושעירי כנף. מבין אלו כ- 30 טקסונים היו ייחודיים ליובלים הנקיים בהם גם מינים רגישים כמו שחריר הנחלים, שעירי כנף, חיפושיות מים ושפיריות (כמו המין 'תכשיטית זוהרת' המוגדר בסכנת הכחדה).
- ראוי לציון מיוחד איזור המפגש בין מורד הציפורי והקישון המתפקד כאסטואר בו מתקיים מפגש בין אוכלוסיות של מיני מים מתוקים עם מינים שמקורם ימי.
- העשרה במזינים (זרחן וחנקן כללי) וזיהום אורגני (אמוניה וצח"ב) נמצאו כגורמי ההשפעה העיקריים על המצב האקולוגי של הקישון ויובליו.
- תוכנית השיקום האגנית של הקישון צריכה לכלול התייחסות מפורטת למקורות הזיהום הקבועים (שפכים, קולחים ונקזים) וכן לטיפול ביובלים המזוהמים על ידי צמצום השפעות חקלאיות והקצאת מים טבעיים. במקביל יש לכלול פעולות להגנה ולשיקום של היובלים האיכותיים, כמו נחל השופט, נחל הקייני ונחל ציפורי, המהווים אתרי מפלט אגניים למינים רבים שאינם נוכחים כיום בקישון עצמו או במרבית מיובליו.

## 1. רקע ומטרת הפרויקט

אגן נחל הקישון הוא בין הגדולים בישראל: הוא מנקז שטח מורכב של כ- 1,075 קמ"ר וכולל עשרות יובלים המנקזים שטחים ברובם חקלאיים או עירוניים אל הקישון. באגן הקישון פועלות שתי רשויות האחראיות על ניהול ושיקום הנחל: רשות נחל הקישון ורשות ניקוז ונחלים קישון. שתי הרשויות מבצעות פעולות שמטרתן טיפול וסילוק מפגעים ושיקום הנחל לטובת הציבור. אחת מפעולות אלו היא ניטור איכות המים ומאפיינים ביולוגיים (חסרי חוליות, אצות) במטרה לייצר את תשתית הידע המתאימה לקבלת החלטות מושכלות לשיקום והגנה על מערכות הנחלים באגן.

ניטור ביולוגי מבוסס חסרי חוליות גדולים (עלוקות, חלזונות, צדפות, סרטנים וחרקים) מבוצע בקישון בהזמנת רשות נחל הקישון קרוב ל- 20 שנה (משנת 2002) ברציפות. הניטור נערך פעמיים בשנה (אביב וסתיו), במקביל לניטור איכות המים, במספר מקטעים קבועים לאורך ערוץ הזרימה הראשי של הקישון, מעמק יזרעאל ועד לשפכו במפרץ חיפה. ממצאי הניטור מוגשים לרשות הנחל בדוח עונתי מסכם המפורסם לציבור על ידי רשות הנחל.

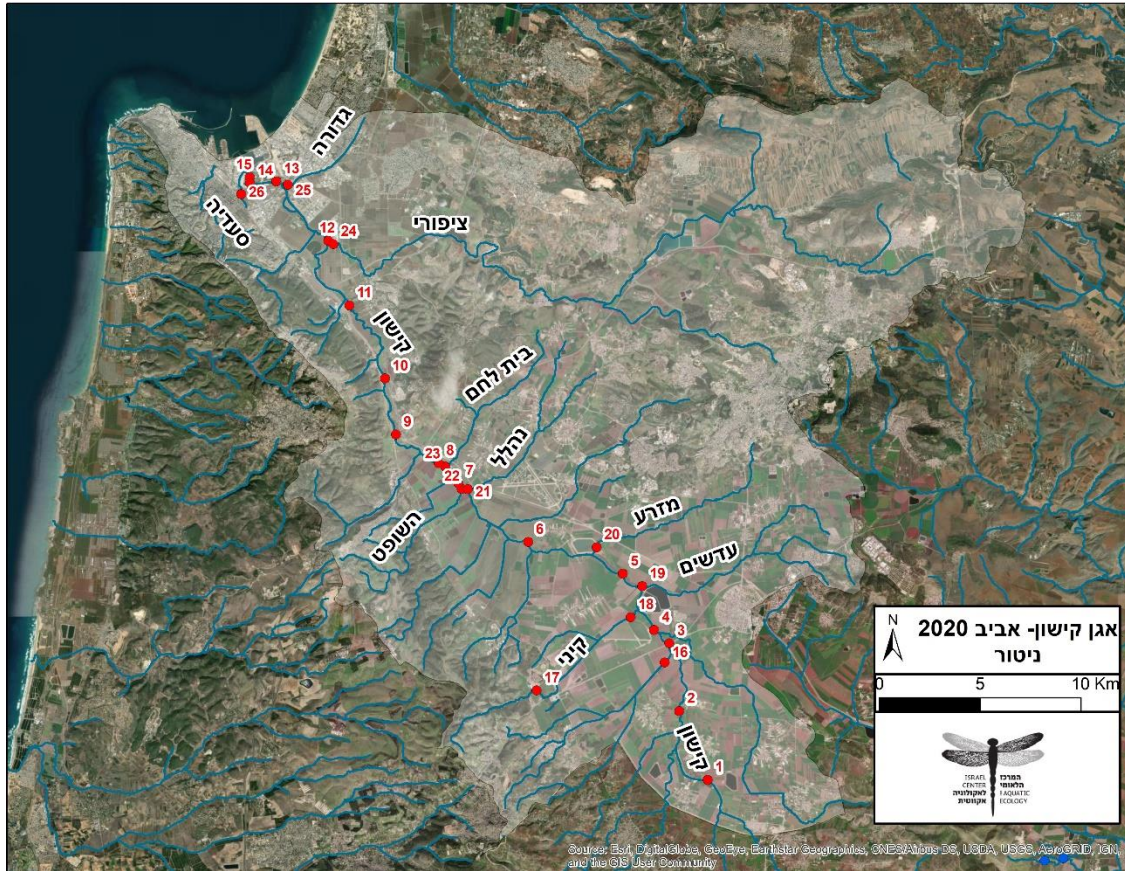
בסקר הנוכחי הורחבה מסגרת הפעילות לניטור אגני הכולל בנוסף לערוץ הקישון גם את יובליו המרכזיים. ההבדל העיקרי בין הניטור האגני לניטור הנחל בלבד הינו בהתייחסות לתרומות של מים וחומרים המתנקזים מרחבי האגן אל הקישון. באופן זה ניתן לזהות השפעות של אזורים שונים באגן על מצבו האקולוגי של הקישון.

## 2. שיטות עבודה

### ניטור איכות מים וחסרי חוליות גדולים

הניטור הביולוגי נערך באמצע חודש מאי 2020, ב- 26 מקטעים באגן הקישון, מעמק יזרעאל ועד לשפך הנחל בים (איור 1, טבלה 1). מבין אלו, 15 מקטעים לאורך הערוץ הראשי של הקישון, ממקור הנחל ליד מושב רם-און ("מפל הראשי") ועד לאזור האסטואר סמוך לפארק הקישון. בנוסף לכך, נדגמו 11 מקטעים ב- 9 יובלים המתנקזים אל הקישון (איור 1, טבלה 1). נחל תענך תוכנן להיות חלק מהסקר, אך לא נדגם עקב התייבשותו (מאי 2020). 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 (DO%), חומציות (pH) ומוליכות חשמלית. חשוב לציין כי ערכי רווית החמצן המומס תלויים בטמפרטורת המים ובעיקר כתוצאה מפעילות הטמעה (פוטוסינתזה) של אצות וצמחי מים, אשר מגיעים לשיא פעילות בשעות הצהרים המאוחרים. מסיבה זו ערכי החמצן מייצגים מדידת חטף ואינם משקפים בהכרח את מצב איכות המים בבית הגידול.





### איור 1 – מפת מקטעי הדיגום באגן הקישון. פירוט שמות המקטעים בטבלה 1.

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 מי מדגים או נגר חקלאי) ושינויים בתוואי הנחל. יודגש כי ערכי הציין אינם מתייחסים לערכי איכות המים אלא על מקורות הזיהום. החלוקה לעוצמת הפרעה לפי מדד זה היא: 100%-76% = **גבוהה מאוד**; 75%-51% = **גבוהה**; 50%-26% = **בינונית**; 25%-0% = **קלה**.

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 טיפול. דגימות מים נדגמו על ידי צוות רשות הנחל ורשות הניקוז ונשלחו לאפיון כימי של איכות המים במעבדות מוסמכות. דגימות אלו סיפקו מידע לגבי משתנים אביוטיים שונים: צריכת חמצן ביולוגית- צח"ב (BOD), אמוניה (NH<sub>4</sub>), חנקן כללי (TN), זרחן כללי (TP), קוליפורמים צואתיים (F.coli) וכלוריד (Cl<sup>-</sup>).

טבלה 1: פרטי מקטעי הדיגום באגן הקישון, אביב 2020. פירוט טיפוסים הנחלים במסמך להלן.

מספר מקטע	שם הנחל	שם המקטע	טיפוס נחל	מספר דגימה	תאריך הדיגום	נ"צ
1		רם און	א 2.2	1193	25/5/2020	35.271345
2		מורד כניסת תענך	א 2.2	1194	25/5/2020	35.256371
3		מורד כניסת עוז	א 2.2	1195	24/5/2020	35.240124
4		מורד כניסת גלבוע	א 2.2	1196	24/5/2020	35.243961
5		מורד כניסת עדשים	א 2.2	1197	25/5/2020	35.226490
6		מורד כניסת מגידו	א 2.2	1198	24/5/2020	35.176351
7		מורד כניסת נהלל	א 2.2	1199	24/5/2020	35.139061
8	קישון	מורד כניסת בית לחם	א 2.2	1200	24/5/2020	35.128956
9		תל קשיש	א 2.2	1201	24/5/2020	35.106674
10		מורד כניסת אלרואי	א 2.2	1202	24/5/2020	35.100554
11		מעלה גשר כפר חסידים	א 2.2	1203	24/5/2020	35.081604
12		מורד כניסת ציפורי	א 4.1	1204	24/5/2020	35.070309
13		מורד כניסת גדורה	א 4.2	1205	17/5/2020	35.042752
14		פארק קישון	א 4.2	1206	17/5/2020	35.028698
15		אפנדיקס	א 4.2	1207	17/5/2020	35.028891
16	עוז	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1208	25/5/2020	35.248674
17	קייני	מורד עינות קייני	ג 3.1	1209	25/5/2020	35.183086
18	קייני	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1210	25/5/2020	35.230126
19	עדשים	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1211	25/5/2020	35.236772
20	מזרע	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1212	25/5/2020	35.212725
21	נהלל	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1213	24/5/2020	35.144434
22	השופט	מעלה מפגש קישון	א 2.2	1214	24/5/2020	35.141228
23	בית לחם	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1215	24/5/2020	35.132435
24	ציפורי	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1216	24/5/2020	35.073089
25	גדורה	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1217	25/5/2020	35.048836
26	סעדיה	מעלה מפגש קישון	א 2.1	1218	24/5/2020	35.024263

עבודת מעבדה: מיון, ספירה והגדרת חסרי חוליות

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

- עושר הטקסונים הכללי בכלל אסופה (taxa richness).
- שפע הפרטים הכללי של חסרי החוליות (מספרם הכולל של חסרי החוליות במ"ר).
- ציין המגוון הביולוגי במקטע (H') לפי Shannon-Wiener: משמש להערכת המגוון הביולוגי על ידי אפיון היחס בין עושר הטקסונים של חסרי חוליות למספר הפרטים בכל אסופה.
- חלקם היחסי באסופת חסרי החוליות של סדרות רגישות (ET%) ועמידות (OCH%) לזיהום והתייבשות.
- אחוז הפרטים באסופה של זחלי ימשושים מהשבט Chironomini, הנחשבים כבעלי עמידות גבוהה לזיהום.

- **מדד ASPT-IL:** מדד לאפיון רגישות חסרי חוליות לזיהום אורגני (BMWP), 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. החלוקה להערכת מצב אקולוגי על סמך ערכי המדד היא כדלקמן:  $2.5 < \text{גרוע (V)} = 3.5-2.51$ ;  $\text{רע (IV)} = 4.5-3.51$ ;  $\text{בינוני (III)} = 5.5-4.51$ ;  $\text{טוב (II)} = 5.5 < \text{מצויין (I)} = 5.5$  - נגזרת של מדד זה היא חישוב **מספרם של הטקסונים הרגישים** ביותר בכל אסופה ( $\text{BMWP} > 6$ ). יש לציין כי ערכי המדד אינם מתאימים לחישוב מצב רגישות של אסופות חסרי חוליות משפכי נחלים וזאת בשל נוכחותם של מינים ממקור ימי, שטרם נקבעו להם ערכים בספרות.
- **טיפוס הנחל:** שיטה לסיווג של מקווי מים יבשתיים על בסיס הידרוגיאומורפולוגי, דוגמת גיאולוגיה, טופוגרפיה, סדר נחל ואקלים. בסקר זה, טיפוסי הנחל (טבלה 1) נחלקו ל-"אלוביאלי בינוני" (א2.2), "אלוביאלי קטן" (א2.1), אסטואר ים תיכוני (א4.1, א4.2) ו-"גירני קטן" (ג3.1).

השוואה בין הרכב חסרי החוליות במקטעים השונים והשפעת מידת ההפרעה ואיכות המים על מדדי ביולוגיים, בוצעו בעזרת תוכנת R (גרסה 3.6.3), תוך שימוש בחבילות "vegan" ו-"Hmisc".

### 3. תוצאות

#### 3.1 נתונים סביבתיים

##### נחל קישון:

הסקר נערך במקטע של כ- 40 ק"מ לאורך ערוץ הקישון החוצה שלושה אזורים גיאוגרפיים: עמק יזרעאל, מפער הקישון ועמק זבולון. בסך הכול, נדגמו 15 מקטעים ממאגר רם און ועד לשפך בים. תיאורים של מקטעי הקישון מפורטים להלן (נספח ג). מרבית מקטעי הקישון שייכים לטיפוס נחל "אלוביאלי בינוני", נחל בינוני ברוחבו וספיקתו, המאופיין בתשתית שרובה בוצית, עם נוכחות צמחיית גדה טבולה וצומח מים מזדקר. שני מקטעים שהיו שונים בהרכב התשתית היו "מורד כניסת אלרואי" ו-"תל קשיש", בהן תרומת התשתית המינרלית הקשה (מצע אבני) הייתה גבוהה באופן יחסי לטיפוס הנ"ל (איור 2). מורד כניסת אלרואי גם הייתה המגוונת ביותר מבחינת הרכב התשתית. ההסבר לכך הוא מיקומם של שני המקטעים הנ"ל במפער הקישון, מקטע המאופיין בהסעת סחף והשפעה מינרלית של הרי הכרמל וגבעות אלונים. במקטעי האסטואר, הסמוכים לשפך, משתנה טיפוס הנחל ל-"שפך נחל לים התיכון", המתאפיין במליחות גבוהה ופאונה ממקור ימי בעיקרו.

בהתייחס למדדים הפיזיקו-כימיים של מקטעי הקישון, ניכר שטמפרטורת המים הייתה דומה בכל המקטעים (21 - 25 מעלות צלזיוס), ערכי רווית החמצן היו נמוכים (כ-35%) במעלה הנחל (רם און עד מורד מפגש עוז), אך עלו לערכים הקרובים לרוויה (< 90%) במפער הקישון (תל קשיש) ובמקטע האסטואר (פארק הקישון). ביתר המקטעים נמדדו ערכי ביניים (60% - 80% רוויה). חומציות המים (pH) נעה בין 7.7-8.4, כשהערכים הגבוהים נמדדו במקטעי האסטואר (טבלה 2). ערכי המוליכות החשמלית נעו בין כ- 1,800 מיקרוסימנס ( $\mu\text{s}$ ) במעלה הנחל (רם און ומורד תענך) לכ- 4,500  $\mu\text{s}$  במקטע המרכזי של הקישון. ערכים גבוהים (< 10,000  $\mu\text{s}$ ) נמדדו כצפוי במקטע התחתון, המושפע מכניסה של מי ים.

ערכי צח"ב (BOD) נעו בין 1.7 (מורד גדורה) ל- 25 מג"ל (רם-און). מלבד רם און, מקטעים נוספים בהם נמדד ריכוז צח"ב גבוה היו מורד כניסת גלבוע ומורד כניסת עדשים (טבלה 3).

ערכי המזינים (זרחן וחנקן כללי): ריכוז הזרחן ברוב המקטעים בהם הוא נמדד היה נמוך משני מג"ל. רק בשני מקטעי מעלה הקישון – רם און ומורד תענך, נמדדו ערכי זרחן גבוהים יחסית (3.5-8 מג"ל). ערכי ריכוז החנקן הכללי נעו בין כ-9 מג"ל (מקטעי השפך) - 55 מג"ל (רם און). קוליפורמים צואתיים נמצאו באלפים (2,000-7,500 יח/100 מ"ל) במקטעים בהם נמדדו, למעט מקטעי השפך (1,500-280). ברם און נמצא ריכוז קוליפורמים גבוה משמעותית מהמוצע בסקר - 55,000 יח/100 מ"ל (טבלה 3).

המדד לעוצמת הפרעה הכללית במקטעי הקישון נע בין הפרעה "בינונית" ל"גבוהה" (30% באפנדיקס ל- 60% רם-און), כאשר במרבית המקטעים אופיינה עוצמת הפרעה בינונית (30%-45%).



## יובלי הקישון:

במקביל למקטעים בערוץ הראשי של נחל קישון, נדגמו 11 מקטעים בתשעה יובלי נחלים המתנקזים אל הקישון. רוב יובלי הקישון שייכים לטיפוס נחל "אלוביאלי קטן", נחלים צרים וקטנים יותר, המאופיינים בתשתית בוצית (איור 2), עם חלקיות גבוהה יותר (ביחס למקטעי הקישון) של צומח מים טבול, מזדקר ונוכחות אצות חוטיות. לעומת זאת, מקטע "מורד עינות קייני", שייך לטיפוס נחל "גירני קטן", שמקורו בדרום הכרמל והוא בעל תשתית גירנית עם מגוון יחסי גבוה של תשתית (איור 2). תיאורים של מקטעי היובלים מפורטים להלן בנספח (ג).

בהתייחס למדדים הפיזיקו-כימיים, טמפרטורת המים הייתה דומה בין מקטעי היובלים שנמדדו (20-27 מעלות צלסיוס). כמעט כל המקטעים אופיינו ברוויות חמצן ממוצעת ומעלה, הגדולה מ-60% (טבלה 2). עם זאת ראוי לציין כי במקטע נחל נהלל נמדד חמצן במחסור (51%). החומציות (pH) ביובלים נעה בין 7.6 - 8.2. המוליכות החשמלית נעה בין 700 - 7,500 מיקרוסימנס (μs), כאשר ברוב המקטעים המוליכות הייתה 1,200 - 4,000. בנחל גדורה, הנחשף למי ים דרך אסטואר הקישון, נמדדה מוליכות גבוהה מהממוצע (כ-10,000 μs).

בהתייחס למדדי איכות המים - צח"ב היה נמוך עד כ-5 מג"ל בכל היובלים, למעט עוז (9 מג"ל) ונהלל (14 מג"ל). ברוב המקטעים ריכוז האמוניה לא עלה על 0.5 מג"ל. בשני מקטעים ריכוז האמוניה היה מעט גבוה ונע בין 1.8 (עדשים) ל-3.4 מג"ל (נהלל) בעוד שבנחל מזרע נמדדו ערכים גבוהים במיוחד - 72 מג"ל, המצביעים על זיהום בשפכים או קולחים באיכות ירודה (טבלה 3).

ערכי המזינים (זרחן וחנקן כללי): בדומה לאמוניה, גם ריכוזי הזרחן ברוב היובלים היו נמוכים ולא עלו על 0.02 מג"ל, להוציא את מקטעי עוז (1.8 מג"ל) ונהלל (1 מג"ל). ריכוזי החנקן הכללי נעו בין 3-250 מג"ל (נחל השופט ונחל מזרע, בהתאמה). ברוב היובלים נמצא חנקן כללי בריכוז של 4.5 - 22 מג"ל, המעיד על העשרה במזינים. קוליפורמים צואתיים נמצאו לרוב, בדומה למקטעי הקישון, בריכוזים של 250-8,500 יח/100 מ"ל. המקטעים עם רמת הקוליפורמים הנמוכה היו קייני וציפורי, שניהם במעלה המפגש לקישון (251 ו-284 בהתאמה). במקטעים של עוז ונהלל נמצא ריכוז קוליפורמים גבוה משמעותית של כ-36,000 יח/100 מ"ל (טבלה 3). עוצמת ההפרעה הכללית ביובלי הקישון נעה בין קלה לבינונית (20% במורד עינות קייני - 55% במזרע).

טבלה 2: מדדים כימיים-פיזיקליים של נחלי אגן הקישון במאי 2020

הפרעה (%)	pH	מוליכות חשמלית (µs, 25C°)	טמפרטורה (°C)	חמצן מומס (מ"ג/ליטר)	רווית חמצן (%DO)	שעה	תאריך דיגום	מקטע	נחל
62	7.9	1859	22.7	2.01	23.5	09:00	25/5/2020	רם און	קישון
44	7.9	1732	21.2	3.08	35.5	10:50	25/5/2020	מורד תענך	
55	7.8	5242	22.8	3.1	37	16:30	24/5/2020	מורד כניסת עוז	
39	7.9	5224	25.2	5.7	69.8	16:45	24/5/2020	מורד כניסת גלבע	
32	8	4796	24	6.57	83	11:36	25/5/2020	מורד כניסת עדשים	
38	7.9	4724	24.6	5.65	68.8	14:30	24/5/2020	מורד כניסת מגידו	
39	7.8	4552	23	5.73	67.7	12:00	24/5/2020	מורד כניסת נהלל	
38	7.7	4461	22.1	5.71	66.3	10:00	24/5/2020	מורד כניסת בית לחם	
35	7.8	4566	23.9	7.75	95	13:20	24/5/2020	תל קשיש	
33	7.8	4150	22.8	5.31	62.5	11:00	24/5/2020	מורד כניסת אלרואי	
36	7.7	4325	22.9	5	60	09:15	24/5/2020	מעלה גשר כפר חסידים	
40.91	8	2747	22.8	6.22	74	07:49	24/5/2020	מורד כניסת ציפורי	
51	8.2	11,400	24.1	5.46	67.3	07:32	17/5/2020	מורד כניסת גזרה	
47	8.3	15,569	24.7	7.11	92.5	09:00		פארק קישון	
33	8.4	11,820	23.8	5.91	74.4	08:09		אפנדיקס	

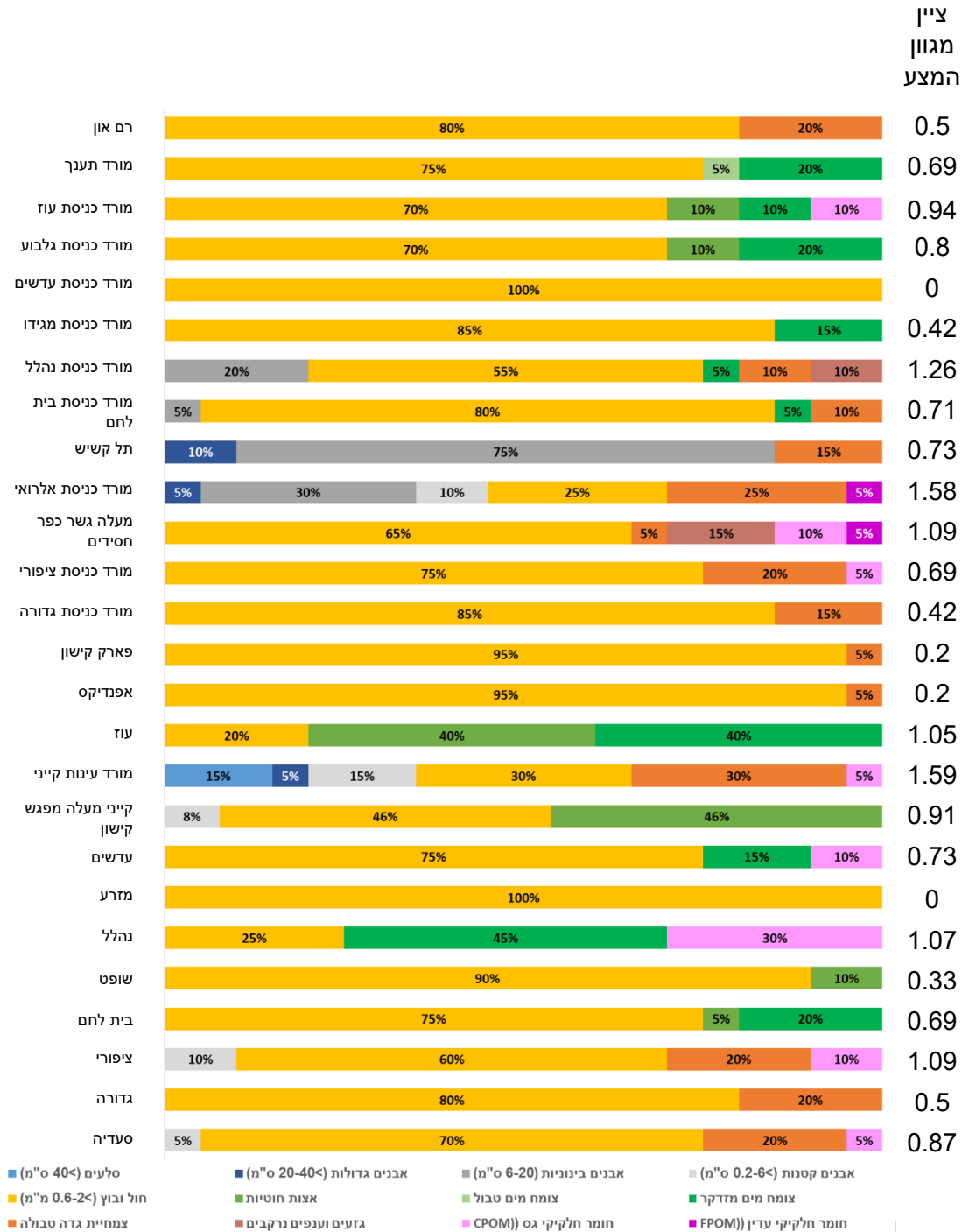
הפרעה (%)	pH	מוליכות חשמלית ( $\mu\text{s}$ , 25°C)	טמפרטורה (°C)	חמצן מומס (מ"ג/ליטר)	רווית חמצן (%DO)	שעה	תאריך דיגום	מקטע	נחל
50	8.2	3722	22.7	13.86	166.4	13:15	25/5/2020	מעלה כניסת קישון	עוז
19.7	7.9	702	20.5	8	90	11:00	25/5/2020	מורד עינות קייבי	קייבי
32	7.9	1291	21.7	10.13	116	09:20	25/5/2020	מעלה מפגש קישון	
41	8.3	4353	21.9	7.77	90	10:15	25/5/2020	מעלה מפגש קישון	עדשים
55	8.3	7666	20.3	13.59	154	09:00	25/5/2020	מעלה מפגש קישון	מזרע
33	7.9	3190	25.6	4.15	51	14:05	24/5/2020	מעלה מפגש קישון	נהלל
53	8.1	2095	26.8	12.3	153	16:30	24/5/2020	מעלה מפגש קישון	שופט
39	7.6	2958	20.6	5.32	60.6	08:30	24/5/2020	מעלה מפגש קישון	בית לחם
53	8.4	1641	21.9	5.94	68.5	09:56	24/5/2020	מעלה מפגש קישון	ציפורי
53	7.6	10431	23.8	5.07	63.2	14:15	25/5/2020	מעלה מפגש קישון	גדורה
38	8.1	3271	23.8	8.28	98.9	12:30	24/5/2020	מעלה מפגש קישון	סעדיה

**טבלה 3: מדדי איכות מים של מקטעי נחל הקישון ויובליו (מאי 2020).**

קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליטר)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליטר)	אמוניה NH <sub>4</sub> (מ"ג/ליטר)	צריכת חמצן ביוכימית BOD (מ"ג/ליטר)	תאריך בדיקה	מקטע	נחל
55,000	54.17	7.7	43.71	25	27/5/2020	רם און	קישון
2600	13.57	3.31	6.77	7.6	27/5/2020	מורד תענך	
						מורד כניסת עוז	
2700	29.91	1.8	2.02	14	27/5/2020	מורד כניסת גלבוע	
7400	32.46	1.63	2.96	24	27/5/2020	מורד כניסת עדשים	
						מורד כניסת מגידו	
7,600	28.54	1.49	0.07	8.6	27/5/2020	מורד כניסת נהלל	
					27/5/2020	מורד כניסת בית לחם	
					27/5/2020	תל קשיש	
2,000	27.23	1.32	0.05	8	27/5/2020	מורד כניסת אלרואי	
2100	25.58	1.5	0.05	8.4	27/5/2020	מעלה גשר כפר חסידיים	
1500	9.7	0.44	0.05	4.9	27/5/2020	מורד כניסת ציפורי	
1500	9	0		1.7	27/5/2020	מורד כניסת גדורה	
280	13.93	0.42	2.03	6.8	27/5/2020	פארק קישון	
						אפנדיקס	

קוליפורמים צואתיים (יח/100 מ"ל)	חנקן כללי TN (מ"ג/ליטר)	זרחן כללי TP (מ"ג/ליטר)	אמוניה NH <sub>4</sub> (מ"ג/ליטר)	צריכת חמצן ביוכימית BOD (מ"ג/ליטר)	תאריך בדיקה	מקטע	נחל
36,181	21.4	1.81	0.01	9	01/07/2020	מעלה כניסת קישון	עוז
2510	4.6	0	< 0.01	< 5	01/07/2020	מורד עינות קייני	קייני
251	16.4	0	< 0.01	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	
8,442	17.8	< 0.016	1.8	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	עדשים
8,542	250	0	72	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	מזרע
36,181	6.4	1	3.4	14	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	נהלל
4,439	2.8	0	0.12	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	השופט
3,795	38	0	0.07	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	בית לחם
284	7.8	< 0.16	0.1	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	ציפורי
2,932	8.4	0	0.33	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	גדורה
1,800	4.8	0	0.03	< 5	01/07/2020	מעלה מפגש קישון	סעדיה





איור 2 - התפלגות אחוז הרכב התשתית וציון מגוון המצע למקטעי הקישון ויובליו

## 3.2 ביולוגיה

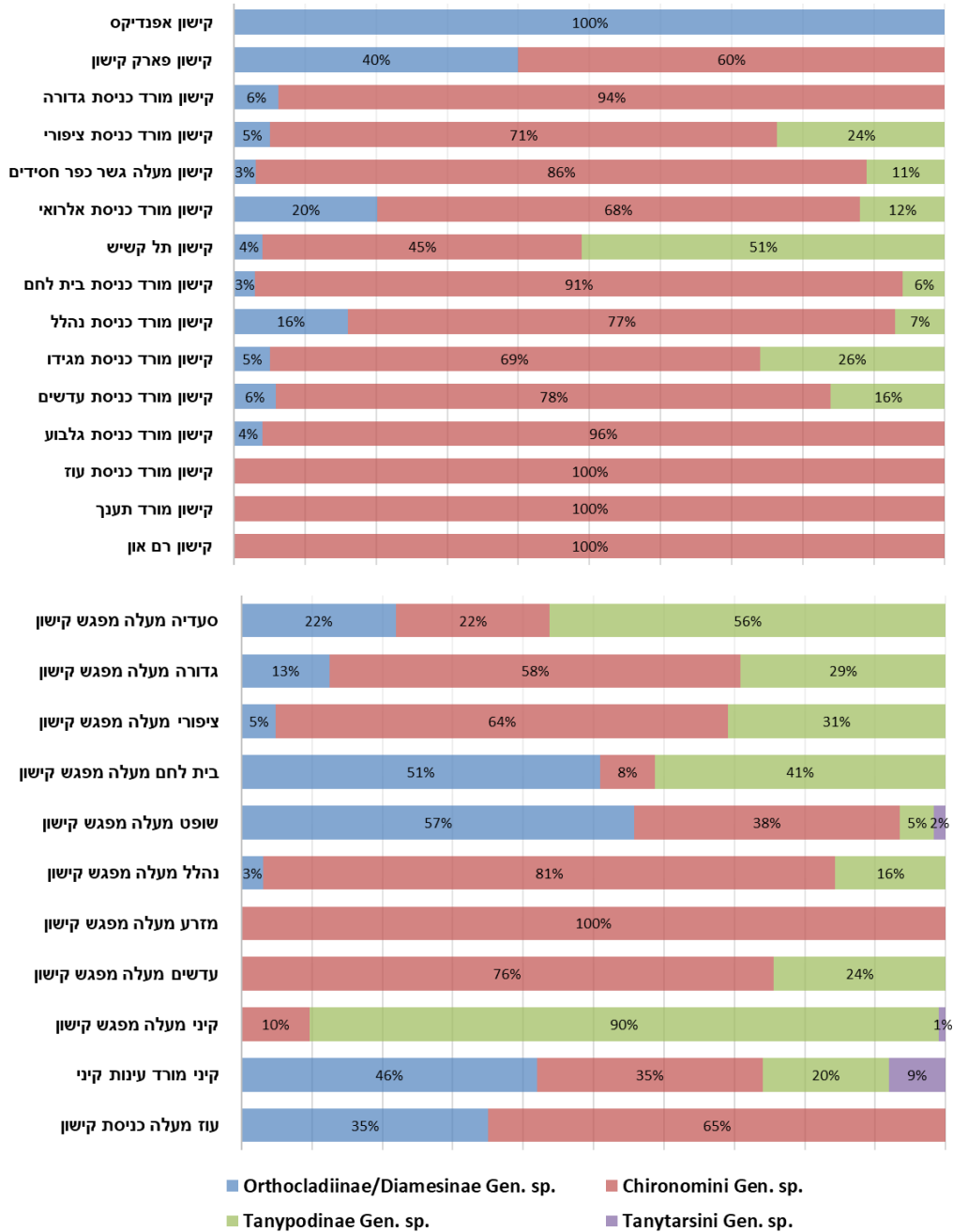
### 3.2.1 ביולוגיה כללית

בסקר הנוכחי נמצאו בכל מקטעי אגן הקישון סה"כ **71 טקסונים** של חסרי חוליות מ- **11 סדרות** (47 משפחות), בהן: תולעים, עלוקות, רכיכות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, חיפושיות, זבובאים ושעירי כנף (נספח ב 1, 2). מרבית הטקסונים משתייכים לשלוש סדרות: חלזונות (8 טקסונים) חיפושיות (13) וזבובאים (21).

במקטעי נחל הקישון ה**חרקים** היו הקבוצה הדומיננטית ביותר מבין חסרי החוליות והיוו < 75% מהפרטים במרבית המקטעים שנדגמו, בעוד שבמקטעי האסטואר ה**סרטנים הימיים** היוו את חלק הארי של המינים בשל השפעת מי הים על הפאונה המקומית בחלקו המורדי של הקישון. במרבית יבלי הקישון אחוז ה**חרקים** נע בין 40% לכ-85%, והיה נמוך יותר מאשר במקטעי הקישון עצמו. בולטים במיוחד היו נחל קייני (במעלה המפגש עם הקישון) ונחל מזרע בהם נמצאו אך ורק חרקים, ולעומתם נחל סעדיה בו מרבית הפרטים (כ-98%) היו תולעים, סרטנים ורכיכות; בהם גם שלושה מיני **חלזונות פולשים** (*Mieniplotia scabra*, *Physella* sp., *Pyrgophorus* sp.), אשר היוו את רוב הפרטים באסופה (נספח ב 2).

במספר מקטעים נמצאו **טקסונים ייחודיים** (אשר לא נכחו באיזורים אחרים). המקטע העשיר ביותר בטקסונים ייחודיים היה המקטע שסמוך ל**עינות קייני** עם 9 טקסונים משבע סדרות שונות שלא נמצאו באף מקטע אחר בסקר הנוכחי, מרביתם נחשבים רגישים יחסית לזיהום אורגני (מדד BMWP < 5). אלו כוללים צדפות מהסוג אפונית (*Pisidium casertanum*), סרטנים ממשפחת השטצדים (המין *Gammarus syriacus*), זחלי שפריריות מהמין תכשטית זוהרת (*Calopteryx syriaca*), פשפשאי מים מסוג רץ נחלים ומודד מים (*Rhagovelia* sp., *Gerris ventralis*), זחלים של שעירי כנף ממשפחת ה- *Hydropsychidae*, זבובאי ממשפחת ה- *Dixidae* ושני מיני חיפושיות משתי משפחות שונות. מקטע נוסף בו נמצאו מינים ייחודיים הוא מורד נחל ציפורי לפני המפגש עם הקישון. במקטע זה נמצאו יחדיו זחלים של שעירי כנף מהסוג *Hydroptila* sp. שמאכלסים מים מתוקים יחד עם צדפה ממקור ימי - *Mytilopsis sallei* (מין פולש). המצאותם של שני מינים אלו באותו המקטע מצביע על חשיבותו הפוטנציאלית של מורד הציפורי כמקטע אסטואר (הרחבה בדיון להלן).

אחת הקבוצות הנפוצות ביותר ב**אגן הקישון** היו זחלים של יתושים ממשפחת ה**ימשושים** (*Chironomidae*). מבין אלו, הדומיננטיים ביותר באסופות היו זחלים משבט ה- *Chironomini* המוכרים בעמידותם הגבוהה לזיהום. זחלים אלו נמצאו בכל המקטעים, למעט האפנדיקס (נספח 1, 2). הקבוצה הבאה הם זחלי ימשושים מקומפלקס משפחות (*Orthoclaadiinae/Diamesiinae*) בעלי רגישות גבוהה יותר לזיהום אשר נמצאו ב-20 מקטעים בסקר. קבוצה זו בלטה בהיעדרה במקטעים בהם קיימת עדות לזיהום בקולחים: קישון (רם און, מורד כניסת נחל עוז ומורד תענך), והיובלים נחל עדשים ונחל מזרע (איור 3). מסיבה זו ידועה חשיבות רבה לזחלי הימשושים כציינים ביולוגיים לקביעת מצבם האקולוגי של נחלים (להלן).



איור 3 – התפלגות (אחוזים) של זחלים ממשפחת הימשושים (Chironomidae) במקטעי נחל קישון אביב 2020 (עליון) וביובוליו (חלק תחתון).

### 3.2.2 מדדי חברה ביולוגיים

על מנת לבחון את מצבו האקולוגי של נחל הקישון ויובליו, חושבו מספר **מדדים ביולוגיים** המוכרים בספרות המקצועית כמשקפים השפעות סביבתיות שונות (טבלה 4): צפיפות הפרטים (פרטים במ"ר), עושר טקסונים, ציין ASPT-IL, ציין המגוון הביולוגי (H'), מספר טקסונים רגישים ( $BMWP > 6$ ), אחוז הימשושים (%Chironomini) וחלקם היחסי של סדרות רגישות לשינויים בספיקה: בריומאים ושעירי כנף (ET%) ושל סדרות עמידות: שפיראים, חיפושיות ופשפשאים (OCH%).

**צפיפות הפרטים** במקטעי נחל הקישון נעה בין כ- 10 פרטים למ"ר במקטע האפנדיקס לכ- 20,000 למ"ר במקטע רם-און (טבלה 4). צפיפות הפרטים החריגה ברם און נבעה מכמות גבוהה של זחלי ימשושים משבט ה-Chironomini (איור 3, נספח ב 1). ביובלי הקישון צפיפות חסרי החוליות הייתה הנמוכה יותר ונעה בין 267 (נחל גדורה) ל- 8,425 פרטים למ"ר (נחל סעדיה).

**עושר הטקסונים** במקטעי הקישון נע בין 3 טקסונים בלבד (מורד כניסת עוז ומורד כניסת גלבוט) ל- 16 טקסונים (מורד המפגש עם נחל ציפורי). לעומת זאת, ביובלים הטווח נע בין 5 טקסונים בנחל מזרע ועד ל- 26 בנחל השופט (מעלה מפגש קישון). ניכר כי מקטעי מפער הקישון עשירים יותר במינים ממעלה הקישון (טבלה 5).

**מדד המגוון הביולוגי (H')** נע בין 0.01-1.81 בערוץ נחל הקישון. במקטעי עמק יזרעאל נמצאו ערכים נמוכים בממוצע מערכי המדד במקטעי מפער הקישון והאסטואר. ביובלים, ערכי מדד המגוון הביולוגי היו גבוהים מהקישון ונמצאו בטווח של 0.28-1.98 (טבלה 5). המגוון הביולוגי, הנמוך באופן יחסי בערוץ הקישון לעומת יובליו, עשוי להיות מוסבר במקורות מים באיכות מים נמוכה הזורמים באפיק הראשי, כתוצאה מזיהום ע"י מזינים או חומרי הדברה שמקורם בחקלאות וקולחים. נוכחותם של מזהמים אלו במים מגבילה את יכולתם של חסרי חוליות לאכלס את הנחל, כך שרק מינים מעטים (כמו ימשושים) נמצאים בו. כתוצאה מכך פוחת המגוון הביולוגי ופוגע בתפקודה של המערכת האקולוגית. כך לדוגמה, **אחוז הימשושים מהשבט Chironimini** המוכרים כעמידים לזיהום אורגני, היה גבוה במיוחד (< 95%) בקטע שבין מורד תענך למורד כניסת גלבוט. בדומה למקטע זה, גם ביתר מקטעי הקישון אחוז הימשושים היה גבוה ועמד על כ- 60% בממוצע. ביובלים עוז, נהלל, עדשים ומזרע אחוז הימשושים היה < 50% בעוד שביתר היובלים אחוז הימשושים בדגימה לא עלה על 20% (איור 3, טבלה 5).

**סדרות רגישות לזיהום והתייבשות (ET%)** נמצאו ב- 9 דגימות בלבד: בנחל קייני (מעלה ומורד), נחל השופט, נחל בית לחם, נחל נהלל, נחל ציפורי ונחל הקישון: במקטע תל קשיש, במורד כניסת מעיין אלרואי ובמורד כניסת ציפורי. ברוב המקטעים חלקיות הסדרות הרגישות הייתה קטנה מ-5%. בשני מקטעי נחל קייני ובנחל השופט, חלקם היחסי היה 16%-42%, מה שמעיד על נוכחות משמעותית של נציגי סדרות רגישות בדגימה ולפיכך, על מצב אקולוגי טוב באופן יחסי (טבלה 4). בניגוד לאלה, חלקיות **הסדרות העמידות (OCH%)** לא חשפה דפוס ברור. סדרות אלו נמצאו ברוב דגימות הסקר באחוזים בודדים, כולל חלק ממקטעי הקישון החשופים להשפעת מי ים. במקטע האפנדיקס בקישון, היוו סדרות אלו כרבע מהטקסונים בדגימה ובנחל השופט – כשליש.

טבלה 4: ערכי מדדים ביולוגיים נבחרים במקטעי הסקר בקישון וביובליו. ערכי ציין ASPT-IL :  $2.5 > =$  גרוע ;  $-2.51 < =$  טוב ;  $5.5 =$  מצויין.  
רע ;  $3.51 - 4.5 =$  בינוני ;  $4.51 - 5.5 =$  טוב ;  $5.5 =$  מצויין.

ASPT-IL	BMWP>6	OCH [%]	ET [%]	Chironomini [%]	ציין מגוון ביולוגי ('H)	עושר טקסונים כללי	צפיפות (מ"ר)	מקטע	נחל
1.6	0	1.4	0	54.4	0.78	9	18867	רם און	קישון
2	0	1.1	0	95.8	0.21	9	10459	מורד תענך	
2	0	0	0	99.9	0.01	3	8619	מורד כניסת עוז	
2	0	0	0	95.9	0.17	3	7072	מורד כניסת גלבוע	
2.47	0	2.1	0	74.8	0.87	10	958.4	מורד כניסת עדשים	
2.7	0	0.9	0	62.7	1.06	6	88	מורד כניסת מגידו	
2.8	0	0.7	0	42.3	1.57	14	2577	מורד כניסת נהלל	
2.3	0	1.3	0	79.6	0.82	10	988.8	מורד כניסת בית לחם	
3.2	1	2.6	0.4	34.7	1.5	15	562.4	תל קשיש	
3.0	0	2.2	0.1	38.6	1.33	13	2270	מורד כניסת אלרואי	
2.5	0	0.3	0	63.8	1.16	9	488.8	מעלה גשר כפר חסידים	
אין מידע	0	14	0.5	42.3	1.81	16	480	מורד כניסת ציפורי	
	0	0	0	87.7	0.54	6	110.4	מורד כניסת גדורה	
	0	9.9	0	3.3	1.42	8	72.8	פארק קישון	
	0	25	0	0	1.45	5	9.6	אפנדיקס	
2.7	0	0.5	0	54.3	1.04	6	1990	מעלה מפגש קישון	עוז
4.9	5	0.9	43	5.3	1.98	23	6001	מורד עינות קייני	קייני
4.2	1	6.2	18	7.2	1.19	11	1433	מעלה מפגש קישון	קייני
2.5	0	1	0	72.3	0.76	9	2784	מעלה מפגש קישון	עדשים
2.1	0	6.8	0	92.9	0.28	5	3195	מעלה מפגש קישון	מזרע
2.7	0	0.6	0.1	49.8	1.23	13	3203	מעלה כניסת קישון	נהלל
4.0	1	29.1	16	4.2	2.33	26	3523	מעלה מפגש קישון	השופט
3.3	1	0.6	0.9	3.5	1.31	13	2590	מעלה מפגש קישון	בית לחם
2.4	1	3.1	4.9	20.9	1.92	23	1626	מעלה מפגש קישון	ציפורי
3.3	0	1.8	0	16.8	1.57	11	267.2	מעלה מפגש קישון	גדורה
3.3	0	0.2	0	0.3	1.06	12	8426	מעלה מפגש קישון	סעדיה



**טקסונים רגישים לזיהום (>6 BMWP)** חפפו במידה רבה את ממצאי מדד ET%. טקסונים אלו נמצאו בשישה מקטעים בסקר: אחד בלבד בנחל הקישון (תל קשיש), והשאר ביובלים: קייני, השופט, בית לחם וציפורי. במורד עינות קייני נמצאו חמישה טקסונים רגישים לזיהום: בריום הבוע (*Caenis sp.*), חיפושית מים (*Dryops sp.*), זחלים של שפרירית מהמין תכשיטית זוהרת (*Calopteryx syriaca*) ושני סוגים של שעירי כנף ממשפחת ה-Hydropsychidae, ובציפורי נמצאו זחלים של שעיר כנף מסוג שעירנית (*Hydroptila sp.*), המתקיים אך ורק בנחלים בהם איכות מים טובה עד בינונית (נספח ב 1, ב 2).

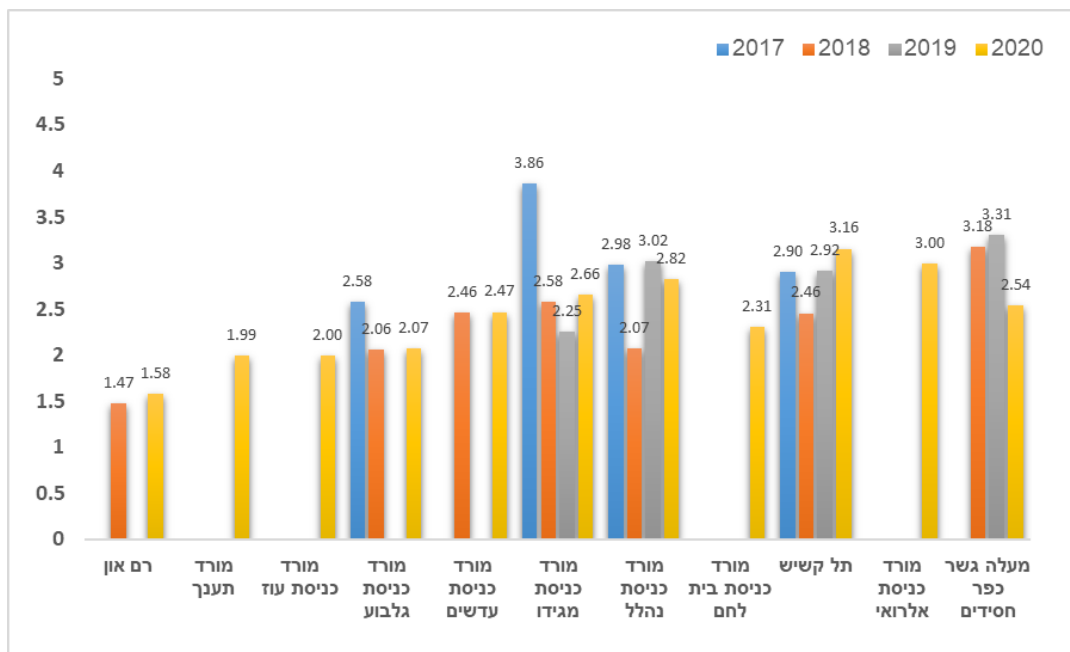
**ערכי ציין ASPT-IL** בנחל הקישון לא עלו על 3.16 (מקטע תל קשיש) וביובלי הקישון נעו בין 2.12 (נחל מזרע) ועד ל-4.87 (מורד עינות קייני) (טבלה 4). כאמור משמעות ערכי הציין הם כדלקמן:  $2.5 > =$  גרוע ;  $3.5-2.51 =$  רע ;  $4.5-3.51 =$  בינוני ;  $5.5-4.51 =$  טוב ;  $5.5 < =$  מצויין. על פי ציין זה כל המקטעים שנדגמו בנחל הקישון מצויים במצב אקולוגי "רע" עד "גרוע" (איור 4), כשמעלה הקישון עד כניסת עדשים במצב ירוד ביחס למקטעי המורד (ללא מקטע האסטואר). יש לציין כי מקטעי האסטואר לא קיבלו ציין ASPT-IL עקב מחסור בידע לגבי מידת הרגישות של חסרי חוליות ימיים. על פי ציין זה, מקטעי היובלים נמצאים במצב אקולוגי "טוב" (מורד עינות קייני) עד "גרוע" (נחל מזרע).

א

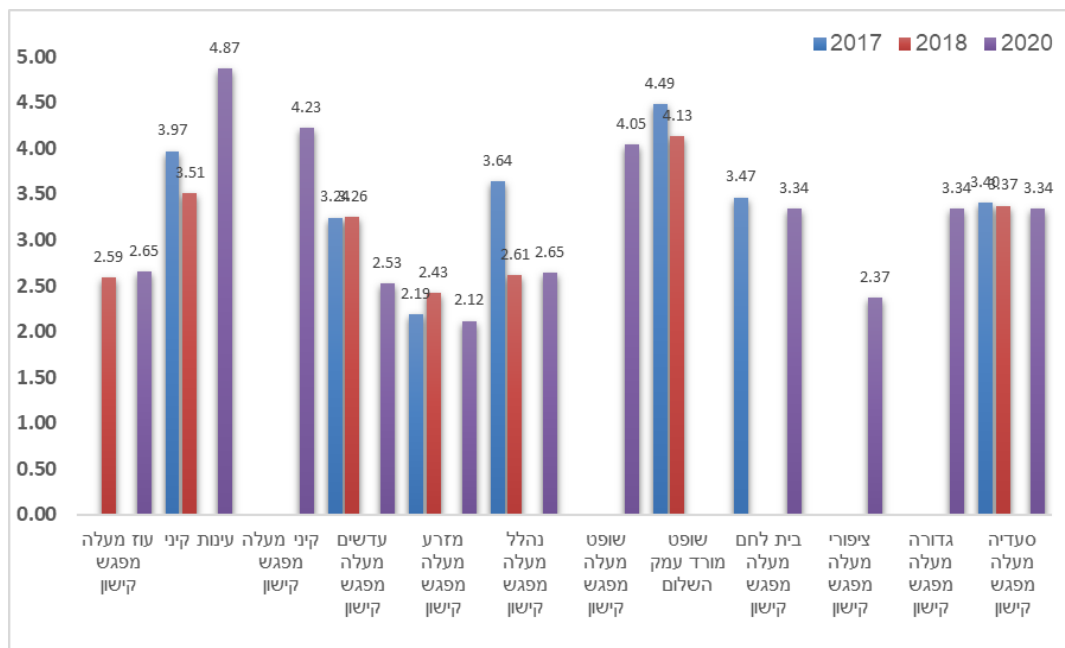


**ציון ASPT-IL במבט רב שנתי:**

**בערוץ נחל הקישון, בהשוואה רב שנתית (2017 – 2020) בעונת האביב בלבד, ניתן לראות מגמת שיפור מסוימת לאורך נתיב הזרימה מהמעלה למורד (איור 6), אך עדיין בטווח שבין "רע" ל- "גרוע".**



**איור 6: ציוני ASPT במקטעי ערוץ נחל הקישון בעונת האביב בין השנים 2017-2020**



**איור 7: ציוני ASPT במקטעי יובלי אגן הקישון בעונת האביב בין השנים 2017-2020**

### 3.2.3 השפעת מצב איכות המים על מדדים ביולוגיים ומצב אקולוגי

ההשפעה של תנאי איכות המים על מדדי חברת חסרי החוליות נבחנה בנחלים האלוביאליים באגן הקישון (ללא האסטואר והמקטע העליון של נחל קייני המשתייכים לסוג נחל אחר). נבדק המתאם – R (מבחן Spearman) לא לינארי) בין 10 משתנים ביולוגיים: צפיפות פרטים בדגימה, עושר סדרות, משפחות וטקסונים, ציין מגוון ביולוגי H', ציין ASPT-IL, אחוז הימוששים בדגימה (Chironomini), אחוז הסדרות הרגישות (ET) והעמידות (OCH) ואחוז החרקים בדגימה, לבין 11 משתנים אביוטיים: ציין מגוון המצע, עוצמת ההפרעה הסביבתית, ריכוז החמצן המומס במים, טמפרטורת המים, מוליכות חשמלית, pH (חומציות), צח"ב, אמוניה, זרחן כללי, חנקן כללי וקוליפורמים צואתיים במים (טבלה 5). ערכי R שליליים מצביעים על ירידה בערכי הציין הביולוגי עם השינוי בתנאים הסביבתיים, ולהפך בנוגע לערכי R חיוביים. קשר סטטיסטי מובהק ( $p < 0.05$ ) נמצא בין המדדים הבאים:

1. קשר **שלילי מובהק** בין **העושר הטקסונומי** בכל הרמות הטקסונומיות: סדרה, משפחה וטקסון ובין **המוליכות החשמלית וריכוז החנקן הכללי**.
2. קשר **שלילי מובהק** בין **אחוז הבריומאים ושעירי כנף (ET)** ובין **המוליכות החשמלית וריכוז החנקן הכללי**.
3. קשר **שלילי מובהק** בין ציין ASPT-IL ובין צח"ב, זרחן וחנקן כללי.
4. קשר **שלילי מובהק** בין ציין המגוון הביולוגי (H') ובין זרחן וחנקן כללי.
5. קשר **חיובי מובהק** בין **אחוז הימוששים (Chironomini)** ובין **המוליכות החשמלית, ריכוז צח"ב, זרחן וחנקן כללי**.
6. קשר **חיובי מובהק** בין **ריכוז החנקן הכללי** ובין **אחוז החרקים בדגימה**. ביתר המדדים הביוטיים לא נמצא קשר מובהק לתנאי הסביבה.

**טבלה 5:** ערכי המתאם הסטטיסטי (R) בין משתנים ביולוגיים לנתוני איכות מים באגן נחל קישון. ערכים מובהקים ( $p\text{-value} \leq 0.05$ ) מודגשים בכתום, וערכים קרובים למובהקים ( $0.05 < p\text{-value} \leq 0.06$ ) בצהוב.

משתני סביבה	ציין מגוון המצע	עוצמת הפרעה	ריכוז חמצן מומס	טמפרטורה	מוליכות חשמלית	הגבה	צח"ב BOD	אמוניה NH <sub>4</sub>	זרחן כללי P	חנקן כללי N	קוליפורמים צואתיים
מדד ביולוגי / יחידות		%	מ"ג ליטר	מ"צ	μs, ° 25C	pH	מ"ג ליטר	מ"ג ליטר	מ"ג ליטר	מ"ג ליטר	(יח/מ"ל)
צפיפות (פרטים מ"ר)	0.04	0.40	-0.18	-0.14	-0.23	0.18	0.07	0.45	0.11	0.03	0.27
עושר סדרות	0.32	-0.19	0.06	0.00	-0.49	-0.25	-0.29	-0.38	-0.37	-0.37	-0.24
עושר משפחות	0.13	-0.11	0.16	0.07	-0.49	-0.08	-0.39	-0.28	-0.42	-0.52	-0.32
עושר טקסונים	0.11	-0.21	0.18	0.17	-0.47	-0.08	-0.29	-0.31	-0.39	-0.48	-0.33
ציין מגוון המינים (H')	0.14	-0.15	0.19	0.26	-0.32	-0.12	-0.32	-0.43	-0.42	-0.48	-0.33
ASPT-IL	0.07	-0.39	0.40	0.25	-0.17	-0.19	-0.49	-0.65	-0.55	-0.45	-0.36
Chironomini %	-0.11	0.17	-0.29	-0.10	0.45	0.08	0.53	0.56	0.58	0.48	0.39
ET %	0.10	-0.20	0.23	-0.05	-0.60	0.03	-0.39	-0.33	-0.44	-0.34	-0.43
OCH %	-0.41	0.07	0.37	-0.16	-0.27	0.28	-0.34	0.11	-0.32	-0.09	-0.17
חרקים %	-0.23	-0.02	-0.04	-0.30	0.09	0.28	0.29	0.35	0.40	0.48	0.09

## 4. סיכום ומסקנות

### מצב אקולוגי של אגן הקישון – אביב 2020

ממצאי הסקר הנוכחי מראים כי נכון לאביב 2020, נחל הקישון לכל אורכו, ממעלה הנחל (מקטע רם און) ועד לשפכו בים התיכון, נתון להשפעה של מים באיכות ירודה באיכויות משתנות. בנוסף לכך ניכר כי מרבית היובלים הזורמים אל הקישון להוציא שני יובלים בהם איכות המים טובה (השופט והקייני), מהווים אף הם מקור נוסף לזיהום אשר עשוי להשפיע על איכות המים ועל מצבו האקולוגי. מבין אלו בולטים נחל עוז, נחל מזרע ונחל בית לחם, אשר אופיינו בריכוזים גבוהים של חומרי דשן (חנקן וזרחן) וחיידקי קולי צואתי (טבלה 3). עם זאת, תרומת היובלים למגוון הביולוגי של הקישון מוערכת בכ- 30 טקסונים ייחודיים אשר אינם נוכחים כיום בקישון עצמו. אלו כוללים טקסונים רגישים כמו שחריר הנחלים, שעירי כנף, חיפושיות מים ושפיריות (המין תכשיטית זוהרת – Calopteryx syriaca).

באופן כללי, ניתן להצביע על העשרה במזינים (זרחן וחנקן כללי) וזיהום אורגני (אמוניה וצח"ב) כגורמי ההשפעה העיקריים על איכות המים בקישון. בולטת במיוחד השפעת החנקן הכללי, שפגיעתו במערכת האקולוגית בסביבת הנחל מתבטאת במתאם שלילי מול ציינים ביולוגיים רבים – עושר טקסונומי (בכל הרמות שנבדקו - סדרה, משפחה, מין), נוכחות סדרות רגישות (ET%), ציין הזיהום ASPT-IL וציין המגוון הביולוגי H'. בנוסף, המתאם החיובי בין ערכי צח"ב, זרחן וחנקן לאחוז הימשושים משבט ה-Chironomini מצביע על קיומם של תנאים ירודים בנחל המאפשרים שגשוג של קבוצות של חסרי חוליות העמידים לזיהום אורגני.

### 4.1 מצב אקולוגי – מקטע עמק יזרעאל

מעלה הקישון (מרם און ועד למורד כניסת נחל בית לחם) מאופיין בזיהום אורגני משמעותי, שמקורו בקולחים ושפכים באיכות ירודה מאיזור ג'נין. עדויות לכך ניתן למצוא בריכוזי החמצן המומס ההיפוקסיים (> 3 מג"ל) שנמדדו בקטע שבין מפל הראש ועד לכניסת נחל עוז. כמו כן ניכרת עלייה של פי 3 בריכוז היונים במים מערכים של כ- 1700 מיקרוסימנס במקטעים העליונים לכ- 5000 מיקרוסימנס במורד לכניסת נחל עוז. ככל הנראה קיימת כניסה של מים במליחות גבוהה אל המקטע, ייתכן ומאיזור התעשייה, צפונית לכביש 675. לכך מתווספים במורד, מי ניקוז חקלאי ועודפי קולחים המוזרמים אל הנחל באופן אקראי ובהתאם למשטר ההשקיה המקומי. איכות ירודה זו מתבטאת בעושר טקסונומי ומגוון ביולוגי נמוכים. כפועל יוצא, ערכי ציין הרגישות במקטע זה של הקישון היו נמוכים מ- 3, ומאפיינים נחלים שמצבם הוא "רע" עד "גרוע".

עדויות לזיהום ניכרות גם ביובלים האלוביאליים, דוגמת עוז, נהלל ומזרע בהם נמדדו ריכוזי חיידקי קולי צואתי גבוהים במיוחד. נחל מזרע עצמו נמצא כיובל המופר ביותר מבחינה סביבתית ובהתאם ערכי ציין ה-ASPT בו היו הנמוכים ביותר באגן (2.12).



ראוי לציין כי באזור עמק יזרעאל שני יובלים בעלי מערכת אקולוגית עשירה ביחס לשאר המקטעים באגן הקישון – נחל הקייני ונחל השופט. על אף ההפרות שעוברים הנחלים סמוך לנקודת כניסתם לקישון, גם במורד וגם במעלה – נמצאו בנחלים אלו מינים ייחודיים, חלקם מסדרות רגישות למזהמים. עושר המינים והמגוון הביולוגי בהם הוא מהגבוהים באגן וציין הרגישות לזיהום הוא הגבוה ביותר (4<). כלומר, אלו הנחלים שמצבם האקולוגי הוא הטוב ביותר מבין הנחלים שנבדקו בסקר הנוכחי. מבין אלו, המקטע העליון של נחל קייני (מורד עינות קייני) הינו היחיד בו ציון מדד הרגישות היה כ – 5 ותואם מצב אקולוגי "טוב". במקטע זה תועד המספר הרב ביותר של טקסונים ייחודיים (5), וכן עושר הרב ביותר של חסרי חוליות המוגדרים כרגישים לזיהום (42% לעומת אחוזים בודדים ברוב המקטעים, או 15-16% במורד הקייני ובשופט). עם זאת חשוב לציין שזהו גם הנחל היחיד המוגדר כטיפוס "גירני" ולכך השפעות על הרכב המינים, בהם גם רגישים לזיהום. אף על פי כן, העדר מקורות זיהום, צמחיית גדות מפותחת וקיום מגוון של בתי גידול ומים באיכות גבוהה, תומכים בחברת חסרי חוליות מגוונת.

היבט נוסף אשר ניתנת לו התייחסות מעטה בנושא הקישון הינו **הסדרת נחלים** (צילום שער ונספח 1 - צילום 22). במקרים רבים מבוצע חישוב של צומח גדות כחלק מממשק ניהול סיכוני הצפות (למשל מורד נחל השופט). לפעולות אלו אשר לעיתים מבוצעות ללא הצדקה ניקוזית, השפעה שלילית ניכרת על תפקוד המערכת האקולוגית. חישוב הערוץ לקרינת השמש, בשילוב עם עלייה בנגר חקלאי והאטת הזרימה, מהווים כר פורה להתפתחות של אצות (פלנקטוניות או חוטיות) בגוף המים ועל גבי הקרקעית (דוגמה בצילום להלן). האצות בתורן מבצעות פוטוסינתזה במהלך היום ומעשירות את המים בחמצן מומס, לעיתים לערכים של רווית יתר (> 100%). עם זאת בשעות החשיכה, האצות **קולטות חמצן** בתהליך נשימה ומורידות את ריכוזו במים. במהלך הקיץ חלקן אף נרקבות ומהוות חומר אורגני זמין לחיידקים אאירוביים, המפחיתים עוד את ריכוז החמצן במים. שילוב של ריקבון וטמפרטורות גבוהות עלול לגרום להוצרות היפוקסיה (ריכוז חמצן מומס קטן מ-3 מג"ל), ולפגיעה ממשית במינים רגישים הזקוקים לשפע חמצן מומס, כמו דגים, רכיכות וחרקי מים נושמי זימים. באופן זה פעולות ה"כיסוח" מדמות למעשה תנאים של זיהום אורגני כבד, אשר אינה באה לידי ביטוי באיכות המים (למשל ריכוז הצח"ב לא יהיה חריג).



בצילום מימין - מרבדים של אצות חוטיות (מסומנות בחצים) באפיקו המכוסה של נחל השופט, במעלה לחיבור עם נחל הקישון. 24.5.2020.

למרות האמור לעיל, נחל השופט במעלה לחיבור עם הקישון עדיין מקיים חברת חסרי חוליות טובה באופן יחסי ליובלים האלובייליים של הקישון. בדומה, מורד נחל הקייני האלוביילי מושפע אף הוא מפעילות חקלאית והסדרה, אך עדיין ערך ציין ה- ASPT בו < 4 ותואם נחלים בהם מידת הזיהום היא "בינונית". שיפור בתנאי הערוץ, למשל על ידי הרחבת רצועת הנחל, שתילת עצים מקומיים כמו ערבות, והקטנת הסחף החקלאי, וישום תוכנית מים המבוססת על מי מקור, עשויים לשפר משמעותית את מצבם האקולוגי, אף לרמה של "טוב".

#### 4.2 מצב אקולוגי – ממפער הקישון ועד לעמק זבולון

"מפער הקישון" הוא איזור גיאוגרפי בו הנחל זורם במעבר הצר שבין גבעות אלונים ממזרח והכרמל ממערב. מקטע זה מאופיין בהיצרות של רצועת הנחל תוך שינוי של מבנה הערוץ, עלייה במהירות הזרימה וכן בהרכב התשתית. בהתאם, התחנות במקטע זה (מיוצגת על ידי תל קשיש ומורד כניסת מעיין אלרואי) מאופיינות במגוון גבוה יחסית של בתי גידול אבניים, התומכים בהרכב מינים אופייני לזרימה על גבי תשתית קשה, כמו בריומאים וישחורים. פועל יוצא של השינוי בתנאים הוא שיפור מסויים בציין רגישות החברה, אך בסך הכל מצבו עדיין מוגדר "רע" (3.0 – 3.2). שיפור במדדי איכות המים צפויים להתבטא בעלייה במדדי חברה. במבט רב-שנתי, מצבו של המקטע הוא הגבוה ביותר שנמדד ביחס לשנים האחרונות, אך כאמור עדיין מושפע מזרימה של קולחים ונותר "רע" (IV).

#### 4.3 מצב אקולוגי – האזור המליח והאסטואר

מעברו של הקישון אל עמק זבולון, ובעיקר אל חלקו המליח המושפע מחדירת מי ים, ומסמל שינוי נוסף בתנאי הסביבה ובמצבו האקולוגי של הנחל. התשתית האלוביאלית מחד וחדירת מי ים מליחים מאידך, מפחיתים את עושר הטקסונים בדגש על חרקי המים המוכרים כרגישים למליחות גבוהה. נחל הקישון במורד לכניסת נחל ציפורי היה יוצא דופן בהרכב ועושר חסרי החוליות. למרות שהמקטע מוגדר בתחום האסטואר המושפע מחדירה של מי ים בעת גאות, עושר הטקסונים (16) וצפיפות הפרטים (480) היו הגבוהים ביותר במקטע זה (טבלה 4). ראוי לציון מיוחד עובדת המצאותם של מספר מינים האופייניים למים מתוקים בהם החלזונות סלילנית (*Gyraulus* sp.) ובונונית (*Physella* sp.) וכן זחלים של בריומאים ושפיריות. טקסונים אלו לא נמצאו ביתר תחנות האסטואר (במורד למקטע זה). ייתכן והקרבה לכניסת שפך הציפורי ה"מתוק" סייעה ביצירת תנאים מיטביים עבור המינים הללו. כך למשל בציפורי עצמו נכחו טקסונים שמקורם במעלה הנחל, בהם למשל שעירי כנף מהסוג "שעירנית" (*Hydroptila* sp.), בריומאים וחיפושיות מים מתוקים (משפחת "חובבות המים") וצדפות מים מתוקים מהמין "סלסילה חופית" (*Corbicula consobrina*). כמו כן נמצאה באותו המקטע צדפה ימית פולשת מהמין *Mytilopsis sallei* (גורן, ל. 2014) ממצאים אלו מצביעים על הפוטנציאל של איזור המפגש בין מורד הציפורי והקישון לתפקד כאסטואר בו מתקיים מפגש בין אוכלוסיות מים מתוקים עם מינים שמקורם ימי. בקישון כיום האפנדיקס מהווה שריד אחרון לאיזור האסטואר המקורי של הקישון, אך בשל איכות המים הנמוכה והעדר כניסה של מים מתוקים איכותיים מהמעלה, הוא למעשה אינו מתפקד כאסטואר טבעי לבעלי חיים.

#### 4.4 המלצות

ממצאי הסקר הנוכחי באגן הקישון מאפשרים לזהות מספר היבטים התורמים למצבו הנוכחי:

1. איכות המים הזורמים כיום בנחל אינה מתאימה לשיקום אקולוגי. תערובת של שפכים מהרש"פ, אליהם מצטרפים נקזים חקלאיים המכילים חומרי דשן וחומרי הדברה, וקולחים באיכויות נמוכות, פוגעים קשות במערכת האקולוגית ומונעים את יכולת הנחל להשתקם. הטיפול בקולחים צריך להיות מערכתי: מניעת זיהום במקור, טיפול הקולחים לרמות הגבוהות ביותר וצמצום הזרמה של מי מאגרים אל הנחל בעונות הרגישות. אחד הפתרונות האפשריים הוא איגום עודפי הקולחים במאגרים ייעודיים בסמוך לים ושיחרורם בעונת החורף בתקופה קצרה ככל האפשר. המשמעויות של יישום פתרון זה נבחן בימים אלו על ידי צוות מומחים בהובלת המשרד להגנת הסביבה.

2. היבט נוסף הראוי לבחינה הוא תפקידם של היובלים באגן הקישון ותרומתם לקישון. בעוד שמספר יובלים (עוז, נהלל ומזרע), נמצאו כתורמים "שליליים" המעשירים את הנחל בחומר אורגני, חומרי דשן וזיהום חיידקי, אחרים (השופט, הקייני, ציפורי) מקיימים מערכת אקולוגית טובה, ועשויים לשמש בעתיד כמקור לאיכלוס עבור מינים רגישים ונדירים.

כחלק מתוכנית השיקום האגנית של הקישון יש להתייחס ליובלים המזהמים כמקורות זיהום נקודתיים לכל דבר ועניין: לאתר ולטפל בגורמי הזיהום האגניים בהתאם למקורם, לצמצם השפעות חקלאיות על היובלים ולשפר את איכות המים, כמות המים ומגוון בתי הגידול בהם. בד בבד, יש לפעול להגנה ולשיקום של היובלים האיכותיים. זאת ניתן להשיג על ידי יישום תוכנית המים ושיחרור מעיינות תפוסים חזרה אל הנחל, שיקום והרחבה של רצועת הנחל בחלקים האלוביאליים, סילוק מכשולים לזרימה ושימוש באמצעים רכים למיתון שיטפונות ללא פגיעה במערכת הנחל, ולשם שיפור הקישוריות בין המעלה ה"טבעי" למורד המופר.



## נספחים

נספח א 1- תמונות מאתרי הדיגום בבחל קישון (17-25.05.2020)



1. קישון רם און; 2. קישון מורד תעבך; 3. קישון מורד כניסת עוז; 4. קישון מורד כניסת גלבוץ; 5. קישון מורד כניסת עדשים; 6. קישון מורד כניסת מגידו; 7. קישון מורד כניסת נהלל; 8. קישון מורד כניסת בית לחם; 9. קישון תל קשיש; 10. קישון מורד כניסת אלרואי; 11. קישון מעלה גשר כפר חסידים; 12. קישון מורד כניסת ציפורי; 13. קישון מורד כניסת גדורה; 14. קישון פארק קישון; 15. קישון אפנדיקס;



נספח א 2- תמונות מאתרי הדיגום ביובלי הקישון (24-25.05.2020)



16. עוז מעלה כניסת קישון; 17. קייני מורד עינות קייני; 18. קייני מעלה כניסת קישון; 19. עדשים מעלה כניסת קישון; 20. מזרע מעלה כניסת קישון; 21. נהלל מעלה כניסת קישון; 22. שופט מעלה כניסת קישון; 23. בית לחם מעלה כניסת קישון; 24. ציפורי מעלה כניסת קישון; 25. גדורה מעלה כניסת קישון; 26. סעדיה מעלה מפגש קישון.



נספח ב 1 – חסרי חוליות במקטעי הקישון ואחוז החרקים בדגימה (צפיפות פרטים\מ"ר). קיצור שמות: TRI - תולעים  
שטוחות, ANN - תולעים טבעתיות, BIV – צדפות, GAS – חלזונות, CRU - סרטנים, EPH - בריומאים, ODO – שפיראים, HET – פשפשיים, DIP - זבובאים,  
COL – חיפושיות.

נחל קישון															מקטע	סדרה
אפנדיקס	פארק קישון	מורד כניסת גדרה	מורד כניסת צפורי	מעלה גשר כפר חסידים	מורד כניסת אלרואי	תל קשיש	מורד כניסת בית לחם	מורד כניסת נהלל	מורד כניסת מגידו	מורד כניסת עדשים	מורד כניסת גלבע	מורד כניסת עוז	מורד תענך	רם און		
1207	1206	1205	1204	1203	1202	1201	1200	1199	1198	1197	1196	1195	1194	1193	טקסון	
		1			3		3								Helobdella conifera	HIR
															Phytia myosotis	GAS
				32		3	16	285							Pyrgophorus sp.	GAS
								3							Melanoides tuberculata	GAS
			69	85		72	90	701	2		6	6		13	Physella sp.	GAS
			8	1	3	3									Gyraulus sp.	GAS
				3	3			4							Corbicula consobrina	BIV
	5														Isopoda Gen. sp.	CRU
3	4														Penaeus aztecus	CRU
	34														Orchestia sp.	CRU
		2						22							Echinogammarus sp.	CRU
						2									Baetidae Gen. sp.	EPH
			1												Baetis sp.	EPH
			2		3										Cloeon sp.	EPH
						1									Caenis sp.	EPH
			2							3					Coenagrionidae Gen. sp.	ODO
					2	2		3					1		Ischnura sp.	ODO
			2		22	6	3	3							Platycnemis sp.	ODO
						2				3					Orthetrum sp.	ODO
	6														Heteroptera Gen. sp.	HET
	1														Gerris ventralis	HET
1			62	2	22	3	6	10		13			3	192	Micronecta sp.	HET
2					3					1			106	45	Sigara sp.	HET
			5												Limoniidae Gen. sp.	DIP
3	22	3								1		5			Ephydriidae Gen. sp.	DIP
														32	Eristalis sp.	DIP
			1												Syrirta sp.	DIP
				3	10	3	3	13	6	13					Chrysops sp.	DIP
													3		Tabanus sp.	DIP
			14												Dasyhelea sp.	DIP
1	2	6	14	11	259	18	26	227	4	54	282				Orthocladinae/Diamesinae Gen. sp.	DIP
0	2	97	203	312	877	195	787	1091	55	717	6784	8608	10022	10259	Chironomina Gen. sp.	DIP
			67	40	154	222	51	99	21	147					Tanypodinae Gen. sp.	DIP
													314	8307	Culicinae Gen. sp.	DIP
					909	29		112		6				6	Simuliidae Gen. sp.	DIP
			8												Psychodidae Gen. sp.	DIP
	2	1	21												Tipula sp.	DIP
													3		Hydroglyphus sp. Ad.	COL
													1	6	Enochrus sp. Ad.	COL
								3						6	Hydrophilidae Gen. sp. Lv.	COL
						2									Laccobius sp. Ad.	COL
							3								Sphaeridiinae Gen. sp. Lv.	COL
									1						Hydraeninae Gen. sp. Lv.	COL
														6	Ochthebius sp. Ad.	COL
10	78	110	478	489	2270	562	989	2577	88	958	7072	8619	10459	18867	צפיפות פרטים (מ"ר)	
6	9	6	15	9	13	15	10	14	6	10	3	3	9	9	מספר טקסונים (מ"ר)	

נספח ב 2 – חסרי חוליות ביובלי הקישון ואחוז החרקים בדגימה (צפיפות פרטים\מ"ר). קיצור שמות: TRI - תולעים  
סטוחות, ANN - תולעים טבעתיות, BIV – צדפות, GAS – חלזונות, CRU - סרטנים, EPH - בריומאים, ODO – שפיראים, HET – פשפשיים, DIP - זבובאים,  
COL – חיפושיות.

יובלי קישון												
סעדיה	גדרה	ציפורי	בית לחם	השופט	נהלל	מזרע	עדשים	קני		עז	מקטע	סדרה
								מפגש מעלה קישון	מפגש מעלה קישון			
1218	1217	1216	1215	1214	1213	1212	1211	1210	1209	1208	טקסון	
									26		Tricladida Gen. sp.	TRC
3		3									Helobdella stagnalis	HIR
22									58		Melanopsis buccinoidea	GAS
864	141	10		6							Pyrgophorus sp.	GAS
3795											Mieniplotia scabra	GAS
6		3									Radix sp.	GAS
6	2	58	1338	614	1078		70		6	304	Physella sp.	GAS
				2							Gyraulus sp.	GAS
		13									Mytilopsis sallei	BIV
		10									Corbicula consobrina	BIV
									13		Pisidium casertanum	BIV
			13						266		Proasellus coxalis	CRU
3613	13	298		646							Echinogammarus sp.	CRU
									1840		Gammarus syriacus	CRU
		74	19		3			79	1824		Baetis sp.	EPH
			3	557				177	80		Caenis sp.	EPH
									32		Calopteryx syriaca	ODO
3	3	6	3	26			19	10			Ischnura sp.	ODO
10				2	3		3		6		Platycnemis sp.	ODO
								64			Crocothemis erythraea	ODO
				6			3				Orthetrum sp.	ODO
									10		Rhagovelia sp.	HET
		22		19	3	6		5			Micronecta sp.	HET
		10	1			211				6	Sigara sp.	HET
									112		Cheumatopsyche sp.	TRI
									541		Hydropsyche sp.	TRI
		6									Hydroptila sp.	TRI
		3		38	13						Limoniidae Gen. sp.	DIP
	14	3		19		2					Ephydriidae Gen. sp.	DIP
			13							3	Muscidae Gen. sp.	DIP
	2	3									Dolichopodidae Gen. sp.	DIP
		3		6				15			Oxycera sp.	DIP
				128		6					Chrysops sp.	DIP
					10		16				Tabanidae Gen. sp.	DIP
			16	6							Tabanus sp.	DIP
	14			58							Ceratopogoninae Gen. sp.	DIP
22	10	26	589	218	61			419	582		Orthoclaadiinae/Diamesinae Gen. sp.	DIP
22	45	339	90	147	1594	2970	2013	103	320	1082	Chironominae Gen. sp.	DIP
58	22	163	477	19	307		653	960	179		Tanytopodinae Gen. sp.	DIP
				6				10	80		Tanytarsini Gen. sp.	DIP
										13	Culicinae Gen. sp.	DIP
									22		Dixa sp.	DIP
		3	16		115		3		154		Simuliidae Gen. sp.	DIP
		557		26	3						Psychodidae Gen. sp.	DIP
									29		Tipula sp.	DIP
									3		Agabus sp. Ad.	COL
										3	Colymbetinae Gen. sp. Lv.	COL
				32							Hydroglyphus sp. Ad.	COL
				77							Hydroglyphus sp. Lv.	COL
									3		Dryops sp. Lv.	COL
				26							Berosus sp. Ad.	COL
		3			6						Coelostoma sp. Ad.	COL
				6	6						Coelostoma sp. Lv.	COL
								5			Enochrus sp. Ad.	COL
				26							Enochrus sp. Lv.	COL
	2		3	134							Laccobius sp. Ad.	COL
		10	10	666	6		3	5	1		Laccobius sp. Lv.	COL
				6							Ochthebius sp. Ad.	COL
8426	267	1626	2590	3523	3203	3195	2784	1433	6026	1990	צפיפות פרטים (מ"ר)	
12	11	23	14	28	13	5	9	11	24	6	מספר טקסונים (מ"ר)	

## נספח ג – פירוט מקטעי הסקר

תיאור מקטעי הקישון שנדגמו באזור עמק יזרעאל (טבלה 2, איור 2):

1. רם און: המקטע מצוי בסמוך לקו הירוק, כקילומטר וחצי במורד לסכר רם און ("מפל הראש"). אל המקטע זורמים שפכים (דוגמת ביוב ג'נין), קולחים ותשטיפי שדות מצפון עמק דותן, אשר מוטים למאגר רם און לצרכי השקיה. הערוץ צר (כשני מטרים) ורדוד יחסית. המים עכורים ומאופיינים בזרימה איטית על גבי תשתית בוצית. בגדות הנחל צמחייה חד שנתית, ועומדי קנה. באזור זה הנחל חוצה בדרכו שדות מעובדים, כשבצדו הדרומי מאגר מים מושבים ("מאגר רם-און" רשות המים, 2020). ממקטע זה נאספו 10 תת-דגימות. רווית החמצן הייתה בהיפוקסיה (כ-23%) וטמפ' המים הייתה  $22.7^{\circ}$ . מליחות המים, כפי שבאה לידי ביטוי בערך המוליכות החשמלית, הייתה קרובה ל- $2000 \mu\text{s}$  והחומציות סביב 7.9.
2. מורד תענך: המקטע מתחיל כ-300 מטרים דרומית לכביש 675, בין שדות חקלאיים, במורד נחל התענך. בעת הסקר, היה התענך יבש וחסר רציפות זרימה, ועל כן לא נדגם. הערוץ בינוני (כשלושה מטרים) ורדוד יחסית. זרימת המים איטית וצבעם חום-עכור. המצע בוצי ברובו, עם כתמי גומא מזדקר וקנה טבול. בגדות הנחל צומחים עומדי קנה ואשלים. החמצן עלה, אך עדיין היה במצב של מחסור חמצן (כ-35%) וירידה במוליכות החשמלית (כ- $1700 \mu\text{s}$ ).
3. מורד כניסת עוז: המקטע מתחיל סמוך לגשר כביש 65, כקילומטר מהמקטע שנדגם בנחל עוז. חלקו עובר תחת הגשר. האפיק מעט רחב יותר ורדוד יותר, וצבע המים עכור. הזרימה קלה והמצע בוצי, עם חומר חלקיקי גס (CPOM), אצות חוטיות וצומח מים מזדקר. במקטע זה נאספו 10 תת-דגימות. לאורך הגדות צומחים עומדי קנה. הערכים דומים למקטע הקודם, למעט עלייה משמעותית במוליכות החשמלית (כ- $5200 \mu\text{s}$ ).
4. מורד כניסת גלבע: המקטע מתחיל כ-150 מטרים במורד מפגש הנחלים קישון וגלבע. רוחב האפיק ממוצע, ועומק המים רדוד. זרימת המים קלה והמצע בוצי, עם כתמי צומח מים מזדקר ומרבדי אצות חוטיות. במקטע נלקחו רק 10 תת-דגימות. מקטע זה יותר חשוף לשמש ופחות מוצל ע"י צמחייה. ערכים אביוטיים שנמדדו היו דומים למקטע הקודם, למעט עלייה ברווית החמצן עד למצב של ריכוז חמצן ממוצע (כ-69%) ועלייה קלה בטמפ' ( $25.2^{\circ}$ ).
5. מורד כניסת עדשים: תחילת המקטע כקילומטר במורד מפגש הנחלים עדשים וקישון, ליד שני מאגרים גדולים. בגלל ריבוי השדות הגובלים בנחל, הוא חשוף לנקז תת קרקעי ועודפי השקיה מהשדות שסביבו (המשרד להגנת הסביבה, 2016). האפיק רחב יותר ומימיו רדודים. הזרימה בו קלה, המים עכורים והמצע בוצי. החומציות (8.00) שנמדדו בו היו גבוהים לעומת מורד מפגש גלבע, והמוליכות נמוכה יותר (כ- $4700 \mu\text{s}$ ).
6. מורד כניסת מגידו: המקטע מתחיל כ-400 מטרים במורד מפגש הנחלים קישון ומגידו, סמוך למאגר מים. באזור זה מחלחלים אל הנחל מאגרי קולחים וניקוז תת קרקעי של שטחים מושקי קולחים (המשרד להגנת

- הסביבה, 2016). האפיק צר ועמוק יחסית. הזרימה בו קלה והתשתית בוצית, עם עומדי קנה מזדקרים במרכז האפיק. לאורך הגדות צומחים עומדי קנה בצפיפות. לא היה שינוי משמעותי בערכים האביוטיים.
7. מורד כניסת נהלל: המקטע מתחיל כ-600 מטר מכניסת נחל נהלל לקישון, וכ-200 מטר מכניסת נחל השופט לקישון, בתוך סבך אשלים וקנים. האפיק צר ועמוק והמים חומים-עכור. הזרימה קלה והמצע מגוון ומתחלק בין בוך ברובו, לאבנים בינוניות, צומח מים מזדקר, קנים טבולים במים וענפים ושורשים נרקבים. נצפו צדפות מסוג סלסילה (*Corbicula*) בדגימה. במקטע זה עובר הנחל בין שדות מעובדים. הערכים האביוטיים שנמדדו בו היו דומים למקטע הקודם.
8. מורד כניסת בית לחם: תחילת המקטע ליד תעלה קטנה, הנכנסת לנחל תחת עצי אשל, כ-300 מטר במורד המפגש בין נחל קישון ונחל בית לחם. ריבוי מעיינות באזור זה בעמק מהווה תוספת מים משמעותית לנחל – בעיקר באביב (המשרד להגנת הסביבה, 2016). האפיק יחסית צר ועמוק. הזרימה משתנה בין מים עומדים, זרימה קלה וזרימת בינונית. התשתית אבנית והמצע מגוון ומתחלק בין בוך, אבנים בינוניות, צומח מים מזדקר וצמחיית גדה טבולה. במקטע נצפה קצף על פני המים ושני נקזים, שאחד מתוכם היה פעיל ושפך את תוצריו למקטע. 15 תת-דגימות נלקחו במורד הנקז הזה ועוד 5 במעלה שלו. הערכים האביוטיים שנמדדו בו היו דומים למקטע הקודם.
- תיאור מקטעי הקישון שנדגמו באזור מפער הקישון והאסטואר: (איור 2)
9. תל קשיש: המקטע מתחיל מזרחית לכביש 6, סמוך לפסי הרכבת, כקילומטר וחצי צפון-מערבית מתחנת הרכבת בית יהושע. האפיק רחב מאוד ורדוד מאוד. המים עכורים, וע"פ הגר סבטי מרט"ג, נראה שהוזרמו ביום הדיגום (24/05/2020) מי קולחים ממאגרים אל תוך הנחל. הזרימה קלה בשוליים עד בינונית באזורי המפלים הקטנים (riffles). הרכב המצע מתחלק בין אבנים קטנות וגדולות וצמחיית גדה טבולה של אשלים, קנים וגומא. בהשוואה לשלושת המקטעים הקודמות, אחוז החמצן במים העיד על מצב תקין של רוויה (95%), וערכי מוליכות חשמלית וחומציות נשארו דומים.
10. מורד כניסת אלרואי: המקטע מתחיל כחצי קילומטר במורד נקודת מפגש הנחלים אלרואי וקישון, מערבית ליישוב אורנים. הנחל עבר שיקום, ולאורכו פינות מוסדרות לשיבה על אבנים גדולות. האפיק יחסית רחב ורדוד. המים עכורים, זורמים במהירות קלה עד מהירה, ועל פניהם נצפה קצף. הרכב המצע נחלק בין בוך, אבנים בגדלים שונים, צומח מים טבול וחומר חלקיקי גס (CPOM). בהשוואה למקטעים קודמים, חזר אחוז החמצן להיות ממוצע (62%).
11. מעלה גשר כפר חסידים: המקטע מתחיל צפון-מזרחית ליישוב יגור כ-250 מטרים מדרום לכביש 7223. רחב האפיק ממוצע ויחסית רדוד. מימיו עכורים ובגדותיו צומחים אקליפטוסים. הזרימה משתנה בין מים עומדים לזרימה קלה. המצע בוצי, עם צמחיית גדה טבולה, גזעים וענפים נרקבים ומעט חומר חלקיקי עדין (FPOM).

וגם (CPOM). האדמה בסביבת הנחל מכוסה נשורת עלים והוא עובר בין שדות חקלאיים. מדדים אביוטיים לא השתנו לעומת המקטע הקודם.

12. מורד כניסת ציפורי: המקטע מתחיל בין מפעל הדשנים של Unilever לבריכות נשר. האזור נחשף למי ים שמגיעים מהשפך. רוחב האפיק ועומקו ממוצעים (מעט עמוק יותר לעומת המקטע הקודם). זרימת המים קלה והמצע בוצי עם כתמי צמחיית גדה טבולה וחומר חלקיקי גס (CPOM). קיים חשד שהזרם ביוב לציפורי יומיים (22/05/2020) לפני שנעשה הדיגום. במעלה המקטע נמצא צינור שחור גדול שמקורו לא ברור. מתחתיו זורמים לנחל מים צלולים למראה, בעלי מוליכות חשמלית גבוהה של  $14,000-13,000 \mu\text{s}$ . עם זאת, המוליכות החשמלית במקטע עצמו קטנה משמעותית (כ- $2700 \mu\text{s}$ ), ומימיו עכורים. בגדותיו צומחים אשלים, עומדי קנה וחד שנתיים. לעומת המקטע הקודם, המוליכות החשמלית ירדה משמעותית.

13. מורד כניסת גדורה: המקטע מתחיל צפונית למחלף מבוא הכרמל, כ-350 מטרים ממפגש הנחלים גדורה וקישון. האפיק רחב מאוד ועמוק. בהתאמה, בוצע הדיגום במים, סמוך לגדה. המים עומדים והתשתית בוצית, עם צמחיית גדה טבולה שעיקרה חד שנתיים ושיחים נמוכים. המים במקטע מלוחים בהרבה ממקטעים קודמים, עקב קרבתו לשפך, ונמדדה בהם מוליכות חשמלית של כ- $11,000 \mu\text{s}$ . בהתאמה, ההגבה עלתה ל-8.24.

14. פארק קישון: המקטע מתחיל סמוך לפארק. האפיק רחב ועמוק. בהתאמה, בוצע הדיגום במים, סמוך לגדה. הזרימה קלה, אך היא הפוכה ומגיעה מכיוון הים אל הנחל. התשתית בוצית, עם צמחיית גדה טבולה של סוף וקנה. בגדה אחת צומחים אשלים, ובשנייה סבך קנה, גומא, אשלים וחד שנתיים. נצפו סרטן ארוך בטן מסוג קפצן (*Palaemon*) ונוכחות אצות על פני המים. המוליכות החשמלית המשיכה לעלות (כ- $15,000 \mu\text{s}$ ).

15. אפנדיקס: תחילת המקטע כ-400 מטרים במורד גשר יוליוס סימון, בעיקול היסטורי נפרד, היוצא מאזור פארק הקישון. העיקול חשוף פחות להשפעות השפך, וממוקם על מדף יבשתי רדוד. זוהי מלחת הקישון והלגונה היחידה כיום בחופי ישראל (רגישות סביבתית לפעולות תחזוקה של הערוצים ברשות ניקוז ונחלים קישון, 2012). האפיק רחב ועמוק. על כן, בוצע הדיגום במים, סמוך לגדה. הזרימה קלה והתשתית בוצית, עם שיחי מלוח וחד שנתיים הצומחים בגדות. ערך המוליכות החשמלית דומה לערך שנמדד במורד כניסת גדורה.

תיאור מקטעי היובלים שנדגמו באגן הקישון (טבלה 4, איור 3):

16. עוז - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל ליד דרך עפר מימין לשדה תירס, בין כביש 65 וכביש 675. האפיק צר ועמוק והזרימה אפסית. על פני המים נצפו אצות וקצף ובגדותיו צומחים עומדי קנה. המים ירקרקים. התשתית בוצית ושופעת אצות חוטיות וקנה טבול ומזדקר לאורך הגדות. במקטע נצפו דגי גמבוזה נושאי ביצים. החמצן מגיע לריוויין יתר (כ-166%) והמים בסיסיים מאוד (חומציות של 8.17). מקטע הקישון אליו נשפך הנחל אינו מאופיין בערכי חמצן או חומציות גבוהים כאלו, והמוליכות החשמלית בו גבוהה יותר ( $\mu\text{s}$ ) 3,700 בנחל עוז לעומת  $5,200 \mu\text{s}$  בקישון במורד נחל עוז).

17. קייני - מורד עינות קייני: המקטע מתחיל דרומית לקיבוץ מגידו, ליד כביש עפר, באזור שדות חקלאיים. האפיק צר מאוד ורדוד. הזרימה קלה עד בינונית ובגדות הנחל צומחים אקליפטוסים, צומח מקומי מעוצה (למשל, תאנה) ופטל. התשתית נחלקת לאבנים בגדלים שונים, בוץ, צמחיית גדה טבולה וחומר חלקיקי גס (CPOM). רוויית החמצן תקינה (90%) והמוליכות החשמלית נמוכה ( $702 \mu\text{s}$ ) בהשוואה לממוצע בקישון.
18. קייני - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל ליד גשר אירי, כחצי קילומטר ממפגש הנחלים קישון וקייני. האפיק צר יחסית ורדוד מאוד. בגשר האירי, שהוא חלק מהמקטע, עוברים כלי רכב דרך המים. התשתית נחלקת בין מרבדי אצות חוטיות, בוץ ואבנים קטנות. הזרימה קלה והמים צלולים. פריחת אצות נצפתה על פני המים, ועומדי קנה צומחים בגדותיו. במעלה הגדות צומחים אקליפטוסים. מהמקטע נדגמו 13 תתי-דגימות. המוליכות החשמלית ( $1290 \mu\text{s}$ ) הייתה כפולה מזו שבמורד עינות קייני, אך נמוכה מהממוצע בקישון ( $4000 \mu\text{s}$ ).
19. עדשים - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל בקצה הצפון מערבי של שני מאגרי מים גדולים, כ-200 מטר לפני מפגש הנחלים עדשים וקישון. האפיק צר ויחסית רדוד. הזרימה קלה ובגדות צומחים בצפיפות קנים ואשלים. התשתית בוצית, עם צומח מים מזדקר וחומר חלקיקי גס (CPOM). המוליכות החשמלית עלתה כך שתאמה לממוצע בקישון והחומציות הייתה גבוהה (8.33). מקטע הקישון המקבל את מימיו מנחל עדשים הציג ערכים דומים.
20. מזרע - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל בצדו המזרחי של מאגר מים גדול, כ-350 מטרים לפני מפגש הנחלים עדשים וקישון. האפיק צר ורדוד יחסית. המים עומדים או זורמים באיטיות. התשתית הייתה הומוגנית ולכן נלקחו עשר תתי-דגימות. קיים חשד שמוזרמים מי קולחים מטוהרים למקטע ושסיכרונים או סכרים מפריעים לזרימת המים. התשתית בוצית, ללא צמחיית גדה מלבד חד שנתיים. החמצן שנמדד היה בריוויין יתר (154%) והחומציות (8.28) והמוליכות החשמלית ( $7,600 \mu\text{s}$ ) היו גבוהים מהממוצע לקישון.
21. נהלל - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל כ-20 מטר לפני כניסת הנחל לקישון, במעלה תעלה מבוסנת שדרכה עוברים המים לקישון. האפיק צר מאוד ועמוק וזרימת המים קלה. התשתית נחלקת לצומח שמזדקר מהמים, חומר חלקיקי גס (CPOM) ובוץ. הגדות רצופות עומדי קנה, והחומר החלקיקי הגס מקורו בחלקי קנה שנרקבו ושקעו במים. קיימת השפעת מי מאגרים על איכות המים. ערכיו הכימיים-פיזיקליים דומים לאלו של מקטע הקישון אליו הוא זורם וממוצעים ביחס לקישון, למעט חמצן, שנמדד במחסור (51%).
22. השופט - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל כמה עשרות מטרים במעלה כניסת השופט לקישון, אחרי גשר אבן. האפיק צר, דמוי תעלה, ורדוד מאוד. המים צלולים וזורמים לאט והתשתית בוצית וסמיכה. סמוך לגדות נצפו אצות חוטיות. עקב אחידות המקטע, נלקחו ממנו עשר תתי-דגימות. האזור מיושר, משני צדדיו שדות חקלאיים מעובדים ולגדותיו צומחים חד שנתיים ועומדי קנה. נמדדו ערכי ריוויין יתר של חמצן (153%), וחומציות בסיסית מהממוצע (8.11). המוליכות החשמלית נמוכה ביחס לקישון ( $2000 \mu\text{s}$ ).



23. בית לחם – מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל במעלה גשר אבן למעבר רכבים, מטרים בודדים לפני כניסת הנחל לקישון. המטרים הראשונים אחרי גשר האבן מבוטנים והגדות מיושרות בעזרת אבנים גדולות. תתי-הדגימות נאספו במעלה האזור הסלעי, בחלקו הטבעי של הנחל. בגדה השמאלית של הנחל ישנו שדה חקלאי וגשרון שמונע מעבר רציף של מים. האפיק צר מאוד ודי רדוד. המים עכורים, עם קצף על פניהם. התשתית בוצית, עם קנים מזדקרים מהמים ומרבדי אצות חוטיות. בגדות צומחים עומדי קנה. ערכי המקטע דומים לערכי מקטע הקישון אליו הוא זורם, וכוללים רווית חמצן ממוצעת (כ-60%) וחומציות נמוכה מהממוצע (7.6), אך הוא נבדל מהקישון במוליכות חשמלית נמוכה יחסית ( $2900 \mu\text{s}$ ) בבית לחם לעומת  $4400 \mu\text{s}$  בקישון במורד כניסת עם בית לחם).
24. ציפורי – מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל כ-250 מטרים לפני מפגש הנחלים ציפורי וקישון, במורד תעלת ההגנה. האפיק צר, עמוק מאוד ומימיו עכורים וזרימת המים קלה עד בינונית. בגדות צומחים עומדי קנה, חד שנתיים וצומח מעוצה. התשתית בוצית, עם קנים טבולים צמוד לגדות הנחל, אבנים קטנות וחומר חלקיקי גס (CPOM). צינור שחור ארוך פונה למקטע, אך הוא היה יבש בזמן הדיגום. ערכי החמצן דומים לאלו של נחל בית לחם, והמוליכות החשמלית נמוכה יחסית ( $1600 \mu\text{s}$ ) למקטע הקישון אליו נשפך הציפורי ( $2700 \mu\text{s}$ ). החומציות גבוהה מהממוצע ודומה לערכים במקטעי השפך (8.42).
25. גדורה – מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל בין כביש 22 ממערב לכביש 4 במזרח, כ-350 מטרים לפני מפגש הנחלים גדורה וקישון. האפיק די צר ועמוק והמים בו עומדים. בבהתאמה, בוצע הדיגום צמוד לגדה, במים. בגדות הנחל צמחו עומדי קנה וצומח מעוצה. הערכים הראו שהמוליכות החשמלית עלתה (כ- $10,000 \mu\text{s}$ ) ורווית החמצן נמדדה במחסור (63%). החומציות (7.5) ממוצעת ביחס לקישון ונמוכה ביחס לציפורי (8.2).
26. סעדיה - מעלה כניסת קישון: המקטע מתחיל סמוך לפסי רכבת, כ-850 מטר מתחנת רכבת מרכזית המפרץ, ליד מגרש משאיות, בקילומטר וחצי לפני המפגש בין נחל סעדיה ונחל קישון. האפיק צר יחסית ועמוק. הזרימה בו קלה והמים עכורים-ירוקים. התשתית בוצית, עם שיחים, גומא, וקנה מזדקרים מהמים וכן נהרונית טבולה במים, אבנים קטנות וחומר חלקיקי גס (CPOM). הצמחייה צומחת במקטע בצדי הגדות. הנחל עובר סמוך לאזור בנוי, ופסולת עירונית נשטפת אליו ונצמדת לגדה ולענפים לאורך גדותיו. נמדדה רווית חמצן תקינה (99%), אך המוליכות והחומציות ממוצעים ביחס לאלו של נחל הקישון.