

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

# ניטור הידרוביולוגי של אגן קישון: אביב-סתיו 2022



מוגש לרשות נחל קישון

אוגוסט 2022

## ניטור הידרוביולוגי של אגן קישון: אביב-סתיו 2022

**כתיבה ועריכה:** ד"ר אורי שגב, ד"ר ירון הרשקוביץ, עדי קוטלר-וייס, נאדין גבריאלי, טוביה אשכולי  
**דיגום חסרי חוליות, מיון, הגדרה טקסונומית וצילומים:** טוביה אשכולי, איתי כהנא, נאדין גבריאלי ואביטל כץ.

**דיגום איכות מים:** אלון בן מאיר, איתן צנטנר ונמרוד אבני (רשות נחל קישון).

**עיבוד מידע וחישוב ציינים:** ד"ר אורי שגב, ד"ר ירון הרשקוביץ, עדי קוטלר-וייס ואביטל כץ

**סיוע בהגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע):** ד"ר לירון גורן (סרטנאים, עלוקות ותולעים), דפנה לוז (חיפושיות), ד"ר זוהר ינאי (בריומאים), אלמוג הרשקו-פנואל (שעירי כנף)

**מפות:** איתי כהנא ושי שרפברג

**אנו מודים לצוות רשות נחל הקישון על הסיוע בהכנות לסקר ובמהלכו.**

**בתמונה:** תכשיטית זוהרת (*Calopteryx syriaca*) זכר. תל קשיש, אביב 2022.

## 1. רקע

ניטור הידרוביולוגי של חברת חסרי החוליות הגדולים (חח"ג) בוצע בהזמנת רשות נחל הקישון במספר מקטעים לאורך אפיקו המרכזי של נחל קישון. מטרת הניטור הייתה לאפיין את מצבו האקולוגי של נחל קישון באביב ובסתיו 2022. הניטור בוצע על ידי המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוויטית (המלא"ק), היושב במזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.

## 2. שיטות עבודה

### 2.1 עבודת שדה:

הניטור בוצע באביב בתאריכים 15-16.5.22 ובסתיו בתאריכים 24-26.10.22 ב-13 ו-11 מקטעים בהתאמה. הניטור בוצע לאורך האפיק המרכזי של נחל הקישון (איור 1, טבלה 1), החל מאזור מושב ניר יפה ועד לשפך הנחל (אזור האסטואר). המקטעים נבחרו כך שייצגו בצורה מיטבית השפעות אפשריות (חיוביות ו/או שליליות) על כמות ואיכות המים כתוצאה מכניסות נחלים, תעלות ונקזים לערוץ הקישון.

מקטעי הנחל שנדגמו חוצים בדרכם ארבע יחידות נוף שונות:

- **עמק יזרעאל** המיוצג על ידי המקטעים: "מורד כביש 675", "מעלה כניסת עדשים", "מורד כניסת משמר העמק" ו-"מורד כניסת בית לחם". מקור המים העיקרי במקטעים אלו הוא מאגרי השקיה ומפעלי טיהור שפכים. שיפוע הקרקע מתון ובהתאמה, זרימת המים איטית. הקרקע במרחב ההשפעה של הנחל הינה אדמת סחף כבדה (אלוביום) ומתקיימת בה חקלאות צמודת גדה.
- **מפער הקישון** המיוצג על ידי המקטעים: "תל קשיש", "גשר ג'למה" ו-"כפר חסידים מעוצה". מקור המים העיקרי במקטעים אלו הינו מאגרי השקיה ומפעלי טיהור שפכים. שיפוע הנחל מדורג ואפיק הזרימה צר. מאפיינים אלו מאפשרים זרימת מים עירבולית והיווצרות מפלונים, המעשירים את המים בחמצן ומאפשרים קיום של חברת חח"ג מגוונת.
- **עמק זבולון** המיוצג ע"י מקטע "גשר אירי יגור". מאופיין בחתך אפיק רחב ובזרימת מים איטית. צמחיית הגדה מאופיינת בצומח מעוצה, בעיקר עצי אשל ואקליפטוס, לצד קנה מצוי וצומח חד-שנתי.
- **שפך הקישון** המיוצג ע"י מקטעים: "מורד כניסת ציפורי", "בזן נפתול", "מורד כניסת גדורה", "אפנדיקס" ו-"פארק קישון". במקטעים אלו אפיק הנחל רחב והמים עומדים או מתחלפים. ריכוז היונים במים גבוה כתוצאה מחדירת מי ים לכונן מעלה אפיק הנחל והוא מושפע ממחזורי גאות ושפל. באזור זה מתקיימים (במקטע "מורד כניסת ציפורי") מיני מים מתוקים יחד עם מינים ימיים החודרים אל הנחל מכיוון הים.

בכל המקטעים בוצע אפיון של התשתית המינרלית (חול, בוץ, אבנים) והאורגנית (אצות, צומח מים וגדות), לאורך מקטע של כ-100 מטר. ככל שניתן, חסרי חוליות גדולים ( $< 400$  מיקרומטר) נדגמו במקטע ביחס להרכב התשתית. השטח הנדגם בכל מקטע הוא כ-1.25 מ"ר. הדגימות שומרו באתנול (96%) והועברו

להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית במעבדה. בעלי החיים קוטלגו והופקדו במוזיאון הטבע שבאוניברסיטת תל אביב.

משתנים פיזיקו-כימיים (טמפרטורה, ריכוז חמצן מומס, ערך הגבה ומוליכות חשמלית) נמדדו ע"י צוות המלא"ק במועד הדיגום, באמצעות מד אלקטרוני נייד מדגם YSI Professional Plus. בנוסף, נלקחו דגימות מים על ידי צוות רשות נחל הקישון וע"י רט"ג לאנליזה מפורטת.



**איור 1. מיקום תחנות הניטור במקטעי נחל קישון אביב וסתיו 2022:** 1 - מורד כביש 675; 2 - מעלה כניסת עדשים; 3 - מורד כניסת משמר העמק; 4 - מורד כניסת בית לחם; 5 - תל קשיש; 6 - גשר ג'למה; 7 - כפר חסידים מעוזה; 8 - מעלה גשר אירי יגור; 9 - מורד כניסת ציפורי; 10 - בזן נפתול; 11 - מורד כניסת גדורה; 12 - אפנדיקס; 13 - פארק קישון. בניטור סתיו 2022 לא נדגמו מקטע מורד כניסת בית לחם (4) ומורד כניסת גדורה (11).

טבלה 1: פרטי מקטעי הדיגום באגן הקישון – אביב וסתיו 2022, פירוט טיפוס הנחלים במסמך להלן.

נ.צ.		טיפוס נחל	תאריך דיגום	שם רנ"ק	שם מקטע	מספר מקטע
32.574978	35.2609199	2.2 א	16.5.22 24.10.22	קישון זבדון/עוז	מורד כביש 675	1
32.621023	35.2343922			מורד שפך קיני	מעלה כניסת עדשים	2
32.646531	35.1634091			מוביל ארצי	מורד כניסת משמר העמק	3
32.676373	35.1289098		15.5.22 24.10.22	גשר כפר יהושע	מורד כניסת בית לחם	4
32.693591	35.1063904			גשר קריית חרושת	תל קשיש	5
32.721574	35.0973859			מורד גלמה	גשר גלמה	6
32.749376	35.0811409			גשר כפר חסידים	כפר חסידים מעוצה	7
32.759785	35.0651	4.1 א	16.5.22 25.10.22	גשר אירי יגור	גשר אירי יגור	8
32.777516	35.069031			הר הגבס – קישון	מורד כניסת ציפורי	9
32.791006	35.0475783		מוצא חיפה כימיקלים	בזן נפתול	10	
32.80146	35.0421202		גשר הרכבת	מורד כניסת גדורה	11	
32.800782	35.029238		4.2 א	גשר יוליוס סימון	אפנדיקס	12
32.804138	35.0286044	מי מעגן הדייג			פארק קישון	13

## 2.2 עבודת מעבדה:

דגימות חסרי החוליות מוינו, נספרו והוגדרו לרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר האפשרית (מין, סוג או משפחה), באמצעות ספרות מקצועית ובסיועם של טקסונומים מומחים לקבוצות הטקסונומיות השונות ממוזיאון הטבע. כלל הנתונים האביוטיים והביולוגיים הוזנו לבסיס הנתונים הממוחשב של המלא"ק. בהמשך, הושאו הרכבי חברות החח"ג במקטעים השונים וחושבו עבורם מדדים ביולוגיים. הנתונים שימשו לחישוב שישה ציינים ביולוגיים לשם הערכת מצבו האקולוגי של הנחל:

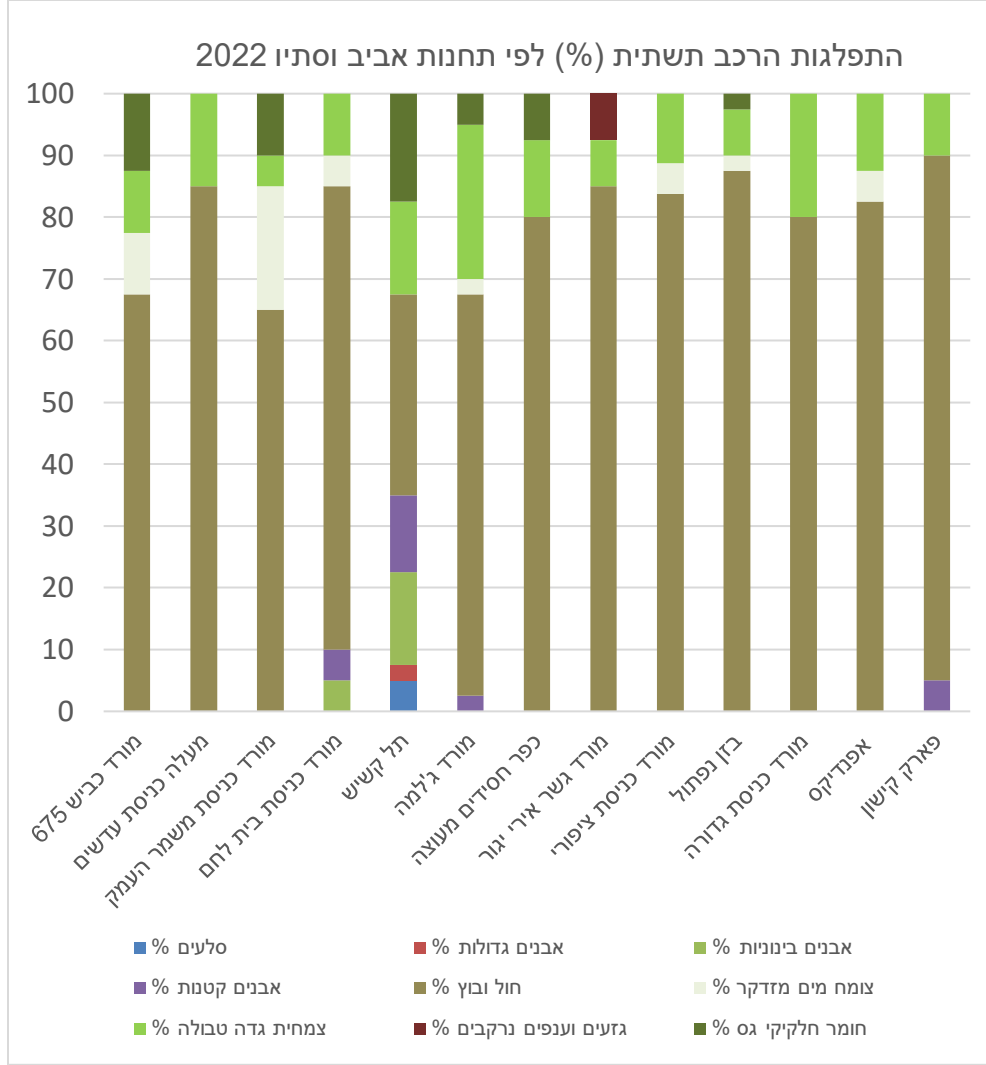
- **צפיפות הפרטים** - מספר החח"ג למ"ר. ערכי המדד צפויים לעלות עם עוצמת הזיהום בנחל.
- **עושר טקסונים** - מספר הטקסונים בכל אסופה. ערכי המדד צפויים לרדת עם העלייה בעוצמת ההפרעה.
- **מדד מגוון ביולוגי (ציון Shannon, מסומן ב-H)** - מדד זה מבטא את היחס בין העושר (מספר הטקסונים) לשפע של הטקסונים (חלקו היחסי של כל טקסון מכלל הפרטים באסופה).
- **חלקיות הטקסון Chironomini** - חלקם היחסי של זחלי ימשושים (מהשבת *Chironomini*) מכלל הפרטים באסופה. טקסון זה ידוע בעמידותו הגבוהה לאיכות מים ירודה ולכן, ערכי מדד גבוהים מאפיינים נחלים מזוהמים.

- **חלקיות מינים פולשים באסופה [%]** - חלקם היחסי של מינים פולשים ממקורות שונים (ימיים, למשל) מכלל הפרטים באסופה. חלקיות פולשים גבוהה בדגימה עשויה להעיד על רמת ההפרה של בית הגידול.
- **ASPT - IL** - מדד ספרובי (saprobic index) לרגישות חסרי חוליות לזיהום אורגני לאחר התאמה למשפחות חסרי החוליות האקוטיים 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 המצאות מינים רגישים, הזקוקים למים באיכות גבוהה. החלוקה לקטגוריות רגישות להפרעה של חברת חסרי החוליות האקוטיים הגדולים על סמך ערכי המדד היא כדלקמן:  
 $2.5 > =$  עמידות גבוהה מאד ;  $2.51-3.5 =$  עמידות גבוהה;  $3.51-4.5 =$  עמידות בינונית/ רגישות בינונית;  $4.51-5.5 =$  רגישות גבוהה מאד ;  $5.5 < =$  רגישות גבוהה מאד  
ערכי מדד זה אינם מתאימים להערכת המצב האקולוגי במקטעים מליחים ובשפכי נחלים (אסטוארים) בישראל, בשל נוכחות חסרי חוליות ממקור ימי שהמידע לגבי רגישותם האקולוגית חלקי או חסר.

### 3. תוצאות

#### 3.1 הרכב התשתית

הסקר נערך לאורך מקטע של כ- 35 ק"מ באפיקו המרכזי של נחל קישון וכלל 13 מקטעים החל מאזור מושב ניר-יפה ועד לשפך (תאורי המקטעים בנספח ב).  
מקטעי הקישון שבין עמק יזרעאל לעמק זבולון שייכים לטיפוס נחל "אלוביאלי בינוני" (א2.2, טבלה 1). טיפוס זה מאופיין באפיק רחב ובספיקה בינונית, תשתית בוצית, צמחיית גדה טבולה וחומר חלקיקי גס. מורד הקישון, ממפגש הנחלים ציפורי וקישון ועד לים, שייך לטיפוס "שפך נחל לים התיכון" (א4.1, א4.2, תרשים 1), טיפוס זה מאופיין בערבוב של מי ים ומים במליחות נמוכה יותר המגיעים מהמעלה. בהתאמה, ערכי המוליכות החשמלית גבוהים בהשוואה למעלה הנחל והולכים ועולים עם הקרבה לשפך. תשתית הנחל במקטעים שנדגמו הייתה בוצית בעיקרה עם ממוצע של כ-75% למקטע ואחריה צמחית גדה טבולה עם 12.4% וחומר חלקיקי גס עם 9.2% (איור 2). המקטע המגוון ביותר מבחינת סוגי התשתית מבין מקטעי הנחל שנדגמו בסקר היה מקטע תל קשיש עם 7 טיפוסים תשתית (טבלה א2').



איור 2. התפלגות הרכב תשתית לפי אחוז כיסוי בנחל קישון. הערכים בטבלה הינם ממוצעים שחושבו עבור ניטור אביב-סתיו 2022.

### 3.2 מדדים כימיים-פיזיקליים

מיקום ושמות התחנות בהן בוצע ניטור של איכות המים ע"י רשות נחל קישון ורט"ג אינו מקביל בחלק מהמקטעים למיקום בו בוצע הדיגום הביולוגי (טבלה 1). השימוש בשמות זהים למקטעים המופיע בטבלאות 2א ו- 2ב נעשה כדי לאפשר התייחסות לאינטראקציה בין המדדים הכימו-פיזיקליים לביולוגיה כפי שבאה לידי ביטוי בשינויים בהרכב חברת חסרי החוליות.

בסקר אביב-סתיו 2022 לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין מקטעי הנחל במדדים הפיזיקו-כימיים למעט ערכי עומס אורגני (צח"ב) וספירת קוליפורמים חריגים גבוהים שתועדו במעלה הנחל במקטע "מורד כביש 675" במסגרת דיגום הסתיו.

טבלה 2 א: מגוון תשתית ומדדים אביוטיים בקטעי נחל הקישון (מעלה הנחל) - אביב וסתיו 2022.

מפער הקישון			עמק יזרעאל				אזור
כפר חסידים מעוצה	גשר ג'למה	תל קשיש	מורד כניסת בית לחם	מורד כניסת משמר העמק	מעלה כניסת עדשים	מורד כביש 675	מקטע
15/05/2022			16/05/2022				תאריך
07:13	09:23	11:09	13:03	07:35	09:55	11:38	שעה
36	47	63.3	70	31	50	65	רווית חמצן (DO <sub>2</sub> %)
3.1	4.1	5.3	5.7	2.7	4.3	5.4	חמצן מומס (מג"ל)
21.9	21.5	23.4	25.3	20.81	20.6	24.5	טמפרטורה (°C)
3757	3828	3856	3953	3888	4506	1963	מוליכות חשמלית (µs, °25)
7.68	7.7	7.7	7.72	7.66	7.79	8.07	pH
0.61	1.14	1.54	0.90	0.79	0.50	0.98	מדד מגוון התשתית
24/10/22							תאריך
16:38	15:20	14:26	-	11:29	10:20	9:06	שעה
78	80	99	-	44	12	-	רווית חמצן (DO <sub>2</sub> %)
6.8	6.9	8.6	-	4	1	-	חמצן מומס (מג"ל)
21.5	22	21.9	-	20.2	21.1	20.5	טמפרטורה (°C)
3101	3130	3080	-	3207	2585	2141	מוליכות חשמלית (µs, °25)
7.96	7.94	7.98	-	7.99	7.62	7.7	pH
0.50	0.69	1.73	-	1.03	0.33	0.80	מדד מגוון התשתית
בדיקות איכות מים (רנ"ק)							
17/05/2022							תאריך
2.6	5.1	-	2.5	1.9	3.0	5.1	צח"ב (מג"ל)
1.4	-	-	7.0	7.1	1.0	23.0	אמוניום NH <sub>4</sub> (מג"ל)
0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.7	ניטריט (מג"ל)
26.9	25.9	-	26.4	25.0	30.1	18.1	ניטראט (מג"ל)
32.2	29.5	-	37.3	32.3	42.3	50.1	חנקן כללי N (מג"ל)
6.1	3.1	-	2.0	2.4	2.1	2.2	זרחן כללי P (מג"ל)
380	570	-	670	1200	12000	12000	קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)
18/10/2022							תאריך
1	2.4	-	-	6.3	7.4	475	צח"ב (מג"ל)
0.14	-	-	-	-	5.09	60.31	אמוניום NH <sub>4</sub> (מג"ל)
0.004	-	-	-	0.035	0.27	-	ניטריט (מג"ל)
13.47	13.36	-	-	13.14	12.09	-	ניטראט (מג"ל)
17.17	15.3	-	-	17.23	21.74	76.78	חנקן כללי N (מג"ל)
1.36	1.76	-	-	3.66	4.64	14.6	זרחן כללי P (מג"ל)
2500	820	-	-	4800	11000	1600000	קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)



טבלה 2 ב: מגוון תשתית ומדדים אביוטיים של מקטעי נחל הקישון (מורד הנחל) – אביב וסתיו 2022

עמק זבולון ואזור האסטואר						אזור
פארק קישון	אפנדיקס	מורד כניסת גזרה	בזן - נפתול	מורד כניסת ציפורי	גשר אירי יגור	מקטע
16/05/2022						תאריך
07:50	09:22	10:40	12:00	13:45	14:50	שעה
87.4	87.4	98	140	71.5	43.9	רווית חמצן (DO%)
7.14	6.48	7.7	11.48	6.04	3.72	חמצן מומס (מג"ל)
21.8	23.5	23.7	23.6	23.3	23.5	טמפרטורה (°C)
20929	37206	21668	10216	3167	3547	מוליכות חשמלית (µS, °25)
8.1	8.33	8.45	8.77	8.69	7.31	pH
0.64	0.73	0.50	0.20	0.64	0.42	מדד מגוון התשתית
25/10/2022						תאריך
7:40	11:31	-	10:09	8:46	7:35	שעה
68	107	-	56	52	75	רווית חמצן (O2%)
4.92	8	-	4.4	4.5	6.7	חמצן מומס (מג"ל)
23.4	22.6	-	23.6	21.5	20.7	טמפרטורה (°C)
44458	39901	-	26455	7600	3068	מוליכות חשמלית (µS, °25)
7.17	7.72	-	7.98	7.82	7.86	pH
0.33	0.33	-	0.71	0.38	0.42	מדד מגוון התשתית
בדיקות איכות מים (רנ"ק)						
18/05/2022					17/05/2022	תאריך
2	2.9	2.4	2.9	2.9	3.6	צח"ב (מג"ל)
0.14	0.1	0.31	-	-	1.03	אמוניום NH4 (מג"ל)
0.545	1.012	0.745	0.019	0.023	-	ניטריט (מג"ל)
3.5	8.52	8.11	11.14	17.03	21.17	ניטראט (מג"ל)
7.82	15.07	13.54	14.1	20.08	26.68	חנקן כללי N (מג"ל)
0.71	1.97	2.11	1.28	1.42	2.05	זרחן כללי P (מג"ל)
120	540	400	620	720	520	קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)
19/10/2022						תאריך
0.5	1.3	-	0.6	-	0.6	צח"ב (מג"ל)
-	0.14	-	0.14	-	-	אמוניום NH4 (מג"ל)
0.038	0.074	-	0.133	0.021	-	ניטריט (מג"ל)
0.73	1.71	-	3.45	9.99	12.75	ניטראט (מג"ל)
2.66	3.51	-	5.3	12.33	14.73	חנקן כללי N (מג"ל)
0.28	0.36	-	0.41	1.17	1.69	זרחן כללי P (מג"ל)
520	670	-	90	60	330	קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)

**רווית החמצן** במדידות האביב נעה בין תנאי היפוקסיה (31-36%) במספר מקטעים במעלה ("מורד כניסת משמר העמק" ו-"כפר חסידים מעוצה") לרוויית יתר (140%) בשפך (מקטע "בזן-נפתול"). בסתיו נמדדו תנאי היפוקסיה במקטעי הקישון בעמק יזרעאל, 12% חמצן במקטע מעלה כניסת עדשים ו-44% במקטע "מורד משמר העמק". רווית יתר (>100%) מאפיינים נחלים עשירים באצות, הפולטות במהלך היום חמצן למים בתהליך הפוטוסינטזה, אך במהלך שעות הלילה ריכוז החמצן צפוי לרדת, לעיתים עד לערכים של היפוקסיה ואף אנוקסיה.

**המוליכות החשמלית** נעה באביב ובסתיו בין מינימום של כ-2,000 מיקרוסימנס במקטע "מורד כביש 675" לכ-40,000 מיקרוסימנס במקטע "אפנדיקס" המלוח. בכל מקטעי הקישון למעט מקטע "מורד כביש 675" באביב, ובסתיו גם במקטע "מעלה כניסת עדשים", נמדדו ערכים גבוהים מ-3,100 מיקרוסימנס. ערכים אלו מעידים על נחל מליח ברובו. מליחות גבוהה מהווה גורם מגביל למינים שונים של מיס מתוקים, בעיקר חרקים.

**ערך ההגבה** נע בין 7.31 ("גשר אירי יגור") ל-8.77 ("בזן-נפתול") באביב ובין 7.17 ("פארק הקישון") ל-7.99 ("מורד כניסת משמר העמק") בסתיו, בדומה לשנים קודמות. ברוב מקטעי המורד באביב, ערך ההגבה הנמדד היה גבוה מ-8 (טבלאות 2 ו-2ב).

ערכי **צריכת החמצן הביולוגית** (צח"ב) באביב היו נמוכים יותר משמעותית מאלו שנמדדו באביב 2021 (2-5.1 מג"ל באזור האלוביאלי ב-2022 לעומת 11-5.2 מג"ל ב-2021). בדומה לתוצאות ניטור 2021, במקטעי "גשר ג'למה" ו-"מורד כביש 675" נמדדו ערכי הצח"ב הגבוהים ביותר. תקן האיכות עבור מי נחל קישון (2002), מציין ערך של 10 מג"ל כגבול עליון וערך ביניים של 20 מג"ל, עבור מורד הנחל. במדידות הסתיו נמצאו ערכי צח"ב חריגים במיוחד (שני סדרי גודל) בדגימה מתחנת "מפל הראש" במעלה נחל הקישון (475 מג"ל). ערכים אלו מעידים על עומס אורגני גבוה שמקורו בזיהום חוצה גבולות משטחי הרשות הפלסטינית.

מבחינת ערכי המזינים, ריכוז **האמוניום** באביב בכל מקטעי הסקר נע באופן כללי בין 0-1.5 מג"ל, להוציא את מקטעי "מורד משמר העמק" ו-"מורד בית לחם" בהם הגיע לכ-7 מג"ל, הגבוהים מהתקן הסביבתי המוצע לנחל הקישון (תקן איכות מי נחל הקישון, 2002). תוצאה חריגה במיוחד נמדדה במקטע "מורד כביש 675", שם נמדד ריכוז אמוניום מעל 22 מג"ל. במקטע שנמצא מיד במורד למקטע הנ"ל נמדד ערך נמוך, בדומה לשאר ערכי הסקר. גם בסתיו נמדד במקטע "מורד כביש 675" ריכוז חריג גבוה של אמוניום (60.3 מג"ל) עם ירידה הדרגתית בערכים בהמשך במקטעי המורד. אמוניום נחשבת כחומר רעיל למאכלטי מים, בעיקר רכיכות ודגים.

גם ריכוזי **הניטריט** (0.68 מג"ל) ו**החנקן הכללי** (50 מג"ל ו-76.7 מג"ל) היו הגבוהים ביותר במקטע "מורד כביש 675" לעומת שאר מקטעי הסקר. ריכוז **הניטראט** באביב היה נמוך יותר מבשאר המקטעים האלוביאליים, לא נמדדו ערכי ניטראט בסתיו. במקטעי השפך לא נמדדו ערכים חריגים.

ריכוז **הזרחן הכללי** היה גבוה יחסית באביב בכל האזור האלוביאלי, עד כדי ערך חריג גבוה מ-6 מג"ל במקטע "כפר חסידים מעוצה" (6.12-1.98 מג"ל). ברוב המקטעים המליחים ובשפך נמדדו ערכים גבוהים ביחס לאזור זה (2.11-0.71 מג"ל). בסתיו נמדדו ערכים גבוהים חריגים של זרחן במקטע "מורד כביש

675" (14.6 מג"ל). לפי התקן סביבתי לאיכות מי הקישון (2002), ערך הביניים לריכוז הזרחן הכללי הוא 0.3 מג"ל כ-P ויעד האיכות הסופי הוא 0.1 מג"ל.

**קוליפורמים צואתיים** נמצאו בכמויות משמעותיות במקטעי המעלה באזור האלוביאלי – החל מ-"מורד כביש 675" (כ-12 אלף יח"מ/100 מ"ל) ועד "מורד כניסת משמר העמק" (כ-1,200 יח"מ/100 מ"ל). בשאר המקטעים האלוביאליים וכן במקטעי השפך, טווח הערכים היה נמוך יותר (720-120 יח"מ/100 מ"ל). בסתיו נמדדו במקטע "מורד כביש 675", ערכים חריגים בכמה סדרי גודל של חיידקי קולי צואתיים ( $16 \times 10^5$  יח"מ/100 מ"ל) המעידים ככל הנראה על חדירת זיהום לנחל שמקורו ביוב גולמי.

לסיכום, במעלה האלוביאלי נמצאו תוצאות גבוהות באופן חריג במקטע העליון ביותר בקישון שכללו ערכי צח"ב, מזינים וקוליפורמים גבוהים. ממצאים אלו מצביעים על המשך זיהום בשפכים שמקורם בשטחי הרש"פ. זיהום חוצה גבולות מהווה מגבלה לשיקום נחלי החוף של ישראל, ובכלל זה גם הקישון.

### 3.3 ביולוגיה

#### 3.3.1 ביולוגיה כללית

בסקר הנוכחי המשולב הכולל את ניטור אביב וסתיו 2022 נמצאו יחד 71 טקסונים של חסרי חוליות מ-11 סדרות (40 משפחות), בהן: עלוקות, תולעים, רכיכות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, חיפושיות, שעירי כנף וזבובאים (נספח ב). מרבית הטקסונים שנדגמו שייכים לסדרת הזבובאים (15). בסקר נמצאו 5 טקסונים פולשים, כאשר בכל מקטע בסקר נמצא לפחות טקסון פולש אחד (מסומנים ב-\* בנספח ג). מבין המקטעים שנדגמו עושר ושפע הפולשים היה גבוה יותר בסתיו לעומת האביב ובלט במקטעי השפך: "מורד כניסת ציפורי", "פארק קישון", ו"בזן נפתול" (איור 7). כל הטקסונים הפולשים שתועדו בסקר הנוכחי מוכרים מסקרי עבר בנחל הקישון.

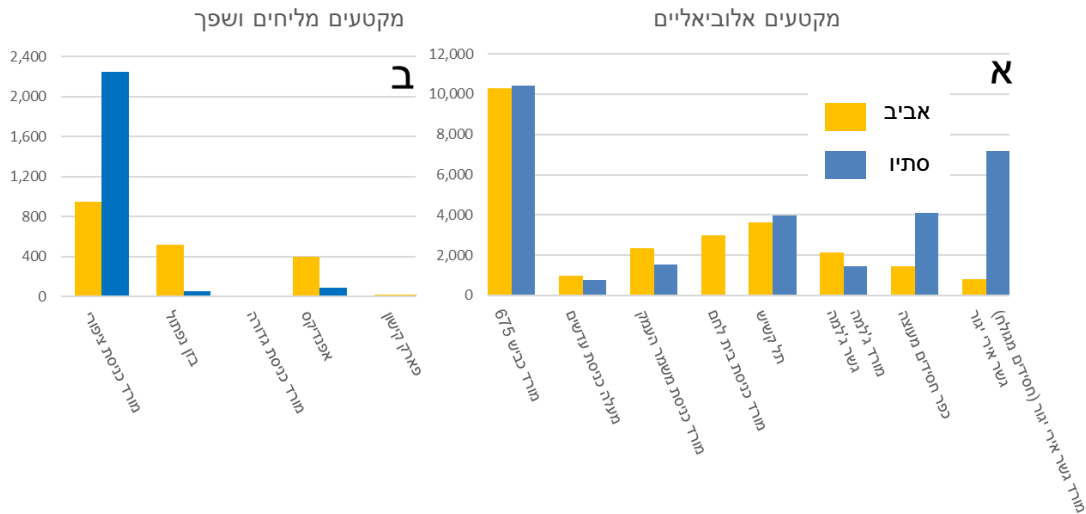
מבין חסרי החוליות שנדגמו בסקר היו החרקים הקבוצה הדומיננטית ביותר עם יותר מ-80% מהפרטים באסופה במרבית מקטעי הדיגום. מתוך החרקים, זחלי ימשושים השייכים לשבט *Chironomini* ומוכרים כעמידים לזיהום אורגני (שפכים ביתיים, קולחים ומי מדגה), היו הטקסון הנפוץ ביותר. בשלושת מקטעי המורד, המושפעים מכניסת מי ים נמצאו שני מיני סרטנים ימיים פולשים. בעיקר מהמינים: *Penaeus* *Orchestia platensis*-*aztecus*, וצדפה ימית פולשת: *Mytilopsis sallei*.

להלן התייחסות לשישה מדדים ביולוגיים היכולים להעיד על מצב חברת חסרי החוליות וכפועל יוצא על מצב מערכת הנחל באביב וסתיו 2022.

**צפיפות הפרטים** - מספר הפרטים למ"ר נע בין מינימום של 11 ו-17 פרטים למ"ר במקטעי השפך ("מורד כניסת גדורה" ו-"פארק קישון", בהתאמה), למקסימום של מעל 10,000 פרטים למ"ר במעלה הנחל ("מורד כביש 675"). בניטור האביב בולטת מגמה כוללת של ירידה הדרגתית בצפיפות הפרטים למ"ר ממקטעי המעלה לכוון השפך. הטקסון העיקרי התורם לצפיפות הגבוהה במקטע "מורד כביש 675"

הינו ימשושים משבט Chironomini. עלייה בשפע הימשושים במקטעי המעלה קשורה לרוב בעלייה במקור זיהום אורגני. הימשושים משגשגים בתנאים בהם ריכוז החומר האורגני במים והעכירות גבוהים, הזרימה איטית והמים דלים בחמצן. בניטור הסתיו תועדה עליה בצפיפות הפרטים במקטע "כפר חסידים" לעומת האביב (1444 פרטים למ"ר באביב לעומת 4080 פרטים בסתיו) ובמקטע גשר אירי יגור (821 פרטים למ"ר באביב לעומת 7179 למ"ר בסתיו). הטקסונים שתרמו לעליה בצפיפות במקטעים הללו בסתיו היו החילזון הפולש *Pyrgophorus sp.* והסרטן *Echinogammarus foxi*. מבין המקטעים המליחים במקטע "מורד כניסת ציפורי" תועדה גם כן עליה בצפיפות בין ניטור האביב לניטור הסתיו המיוחסת בעיקר לעליה חדה בצפיפות הצדפה הימית הפולשת *Mytilopsis sallei* (איור 3). במקטע האפנדיקס באסטואר תועדה בניטור האביב עליה בצפיפות הפרטים לעומת שנים קודמות המיוחסת בעיקר לסרטן הימי הפולש *Monocorophium insidiosum*.

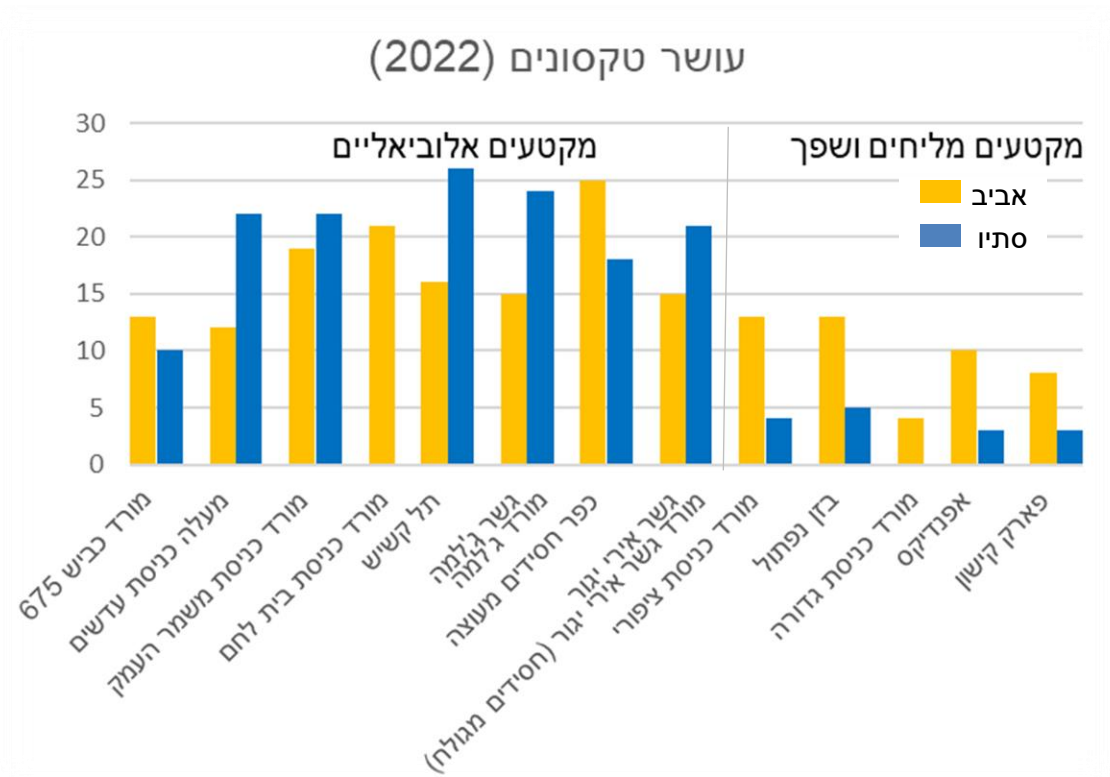
צפיפות פרטים למ"ר (2022)



**איור 3.** ניטור אביב וסתיו 2022: (א) צפיפות פרטים למ"ר במקטעי הקישון האלוביאליים; (ב) במקטעי הקישון המליחים והשפך (ערכי ציר Y שונים עבור המקטעים האלוביאליים והמקטעים המליחים ומקטעי השפך).

**עושר הטקסונים** - עושר הטקסונים הנמוך ביותר במקטעים האלוביאליים ב-2022 נדגם במקטע "מעלה כניסת ערשים" באביב (12) ובסתיו "מורד כניסת 675" (10). מספר הטקסונים הגבוה ביותר תועד במקטע "כפר חסידים" באביב (25) ובמקטע "תל קשיש" בסתיו (26). בהשוואה לשנים קודמות ניכרת עליה בעושר הטקסונים במקטעים האלוביאליים הן באביב והן בסתיו. במקטעים המליחים של הקישון נמצא ב-2022 עושר טקסונים דומה לזה שנדגם ב-2021 עם ירידה דומה בעושר הטקסונים בשני המקטעים בסתיו. במקטעי האסטואר נראה בדומה למקטעים המליחים ירידה בעושר הטקסונים בסתיו לעומת האביב.

במקטע "פארק הקישון" נדגם באביב 2022 עושר גבוה יחסית לשנים קודמות עם 8 טקסונים מהם 3 (38%), מינים ימיים (איור 4).

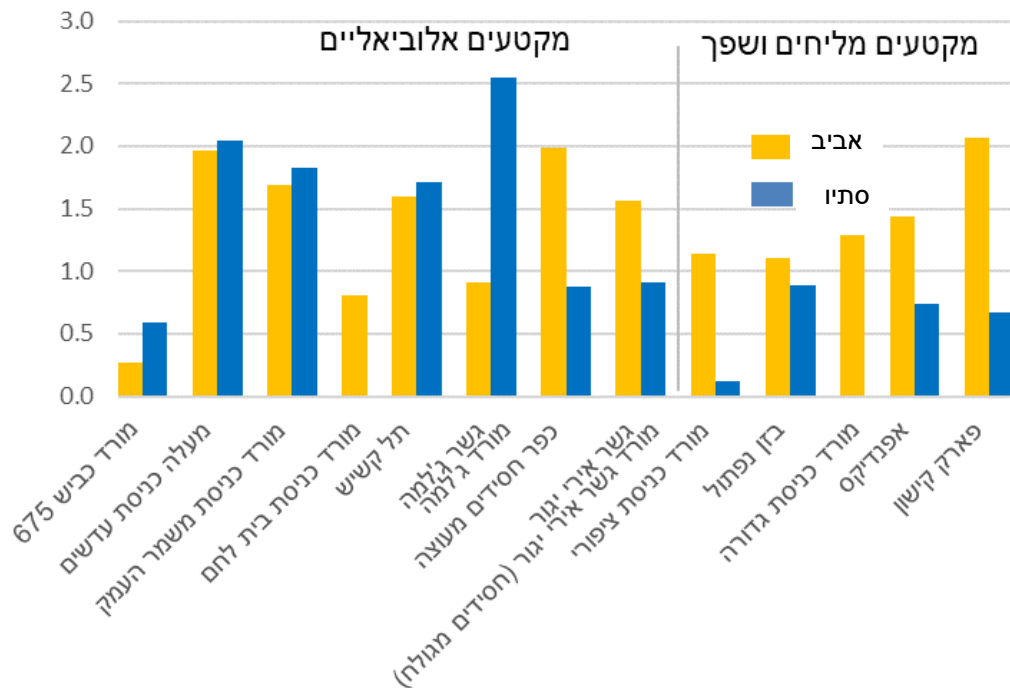


איור 4. התפלגות עושר הטקסונים בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים ומקטעי השפך בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

מדד המגוון הביולוגי (Shannon diversity index) - ערכי מדד המגוון במקטעים האלוביאליים שנדגמו בנחל קישון נעו בין 2.55 (במקטע "מורד ג'למה") למינימום של 0.27 (במקטע "מורד כביש 675"). בהתאם לעושר הטקסונים בסתיו (איור 4) נראה מדד מגוון ביולוגי גבוה במקטעי "מורד ג'למה", "מעלה כניסת עדשים", "מורד כניסת משמר העמק" ו"תל קשיש" (איור 5). לעומת האביב, בסתיו תועדה עליה במדד המגוון במקטע "מעלה כניסת עדשים".

במקטעים המליחים השינוי המשמעותי הנראה הוא ירידה במגוון במקטע "מורד כניסת ציפורי" במסגרת ניטור הסתיו (0.12) לעומת ניטור האביב (1.13). בערך של מדד המגוון במקטע "בזן נפתול" נמשכת מגמת ירידה קלה שהחלה באביב 2021 מערך של 1.52 לערך 0.82 בסתיו 2022. באביב 2022 נראה דמיון בין ערכי המגוון במקטעים המליחים: "מורד כניסת ציפורי" ו-"בזן נפתול" (איור 5). במקטעי האסטואר נראה עליה במגוון באביב לעומת הסתיו עם ערך מגוון גבוה יותר ב"פארק הקישון" לעומת מקטע ה"אפנדיקס" (5).

## מגוון ביולוגי (2022)

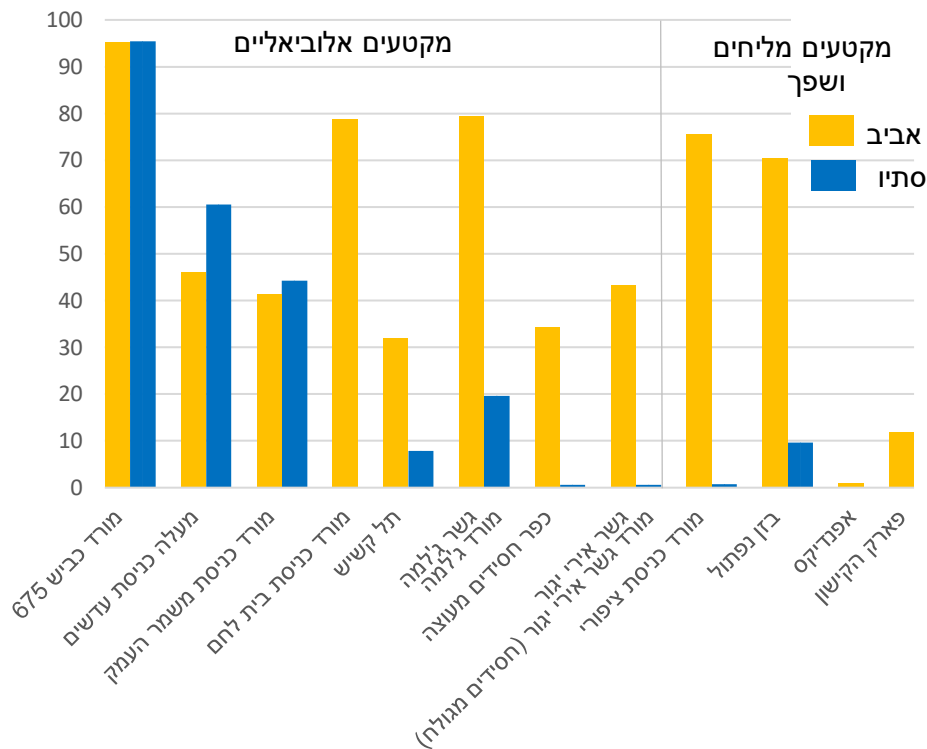


**איור 5.** התפלגות מדד המגוון הביולוגי (Shannon diversity index) בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים והשפך, בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

**חלקם היחסי של זחלי ימשושים (*Chironomini*)** - אחוז הפרטים משבט *Chironomini* במקטעים האלוביאליים נראה דומה בשלושת מקטעי המעלה באביב ובסתיו: בין 95% במקטע "מורד כביש 675" לכ- 40% במקטע "מורד כניסת משמר העמק". במקטעי מפער הקישון ועמק זבולון נראתה ירידה משמעותית בחלקם היחסי של הימשושים בניטור הסתיו לעומת ניטור האביב (איור 6).

פרטים השייכים לשבט *Chironomini* ידועים בעמידותם לזיהום ממקור אנתרופוגני וערכי מדד גבוהים עלולים להצביע על ירידה באיכות בית הגידול. זהו מדד נוסף התומך בעדויות לגבי קיומו של מקור זיהום אורגני במקטעי המעלה. הזיהום יוצר תנאים גידול המתאימים לימשושים והתוצאה היא מערכת אקולוגית מופרת ודלה מבחינת המגוון הביולוגי בו היא תומכת. במקטעים המליחים נדגמה עליה באחוז הימשושים באביב במקטעי "בזן נפתול" ו"מורד כניסת צפור" לעומת שנים קודמות ולעומת סתיו 2022 (איור 6).

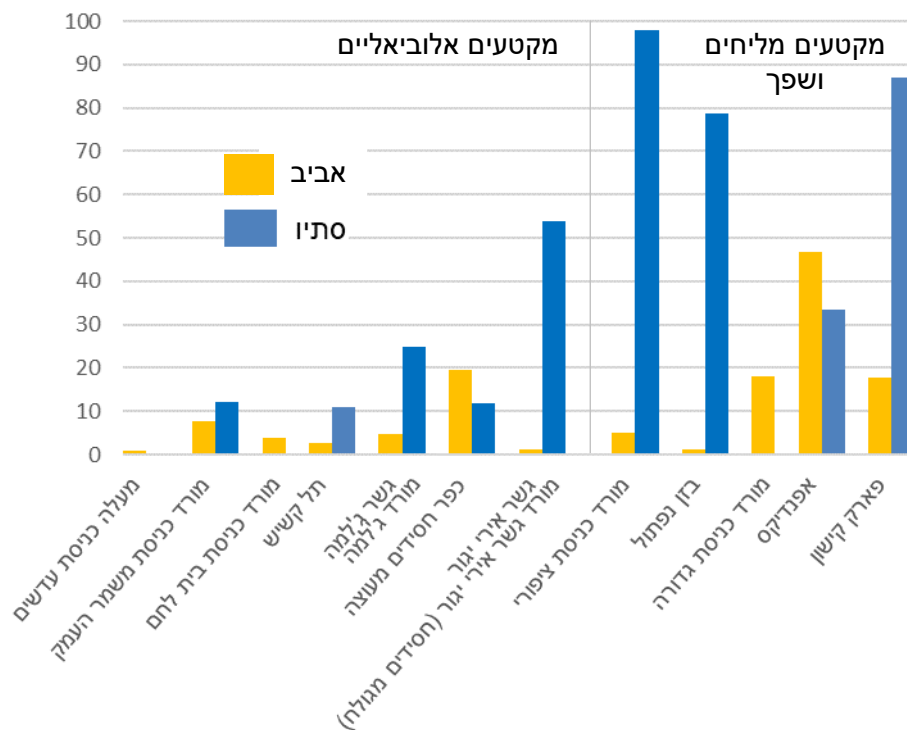
% ימוששים (2022)



איור 6. התפלגות האחוז היחסי של ימוששים בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים והשפך בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

**מינים פולשים** - בסקר נמצאו 5 מינים פולשים השייכים לשלוש סדרות – חלזונות (Gastropoda), צדפות (Bivalvia) וסרטנאים (Crustacea): *Orchestia*, *Monocorophium insidiosum*, *Mytilopsis sallei*, *Physella sp.*, *Pyrgophorus sp.*, *sp.* כולם מינים המוכרים מסקרי עבר בקישון. הפולשים הימיים (*Orchestia sp.*, *Monocorophium insidiosum*, *Mytilopsis sallei*) נמצאו רק במקטעי השפך ובמקטעים המליחים. במקטעי המעלה נמצאו שני טקסונים של חלזונות פולשים: האחד, החילזון הפולש *Pyrgophorus sp.* נמצא באחוזים גבוהים בדגימה שנאספה במקטע "מורד גשר אירי יגור" (54%) ובמקטע "בזן נפתול" (75%). השני, החילזון הפולש *Physella sp.*, נדגם במקטע "כפר חסידים מעוזה" (18%) ובמקטע מורד ג'למה (10%), (איור 7). בסקר תועדה עלייה מדאיגה בצפיפות הצדפה הימית הפולשת *Mytilopsis sallei* במקטע מורד כניסת ציפורי בין ניטור האביב לסתיו. מצפיפות של 42 פרטים למ"ר (5% מתוך האסופה), לצפיפות של 2200 פרטים למ"ר (97% מתוך האסופה), (איור 7). הצדפה הימית נמצאה לראשונה בארץ בנמל חיפה ב-2008 (גורן 2008). עושר ושפע הטקסונים הפולשים יחסית למינים המקומיים יכול להוות עדות לעוצמת ההפרה במערכת האקולוגית בנחל. במקטע "בזן נפתול" נמצאו בניטור באביב וסתיו עדות לנוכחות של 4 טקסונים פולשים: סרטן (*Orchestia sp.*), צדפה (*Mytilopsis sallei*), ושני חלזונות (*Physella sp.* ו- *Pyrgophorus sp.*).

### % מינים פולשים (2022)



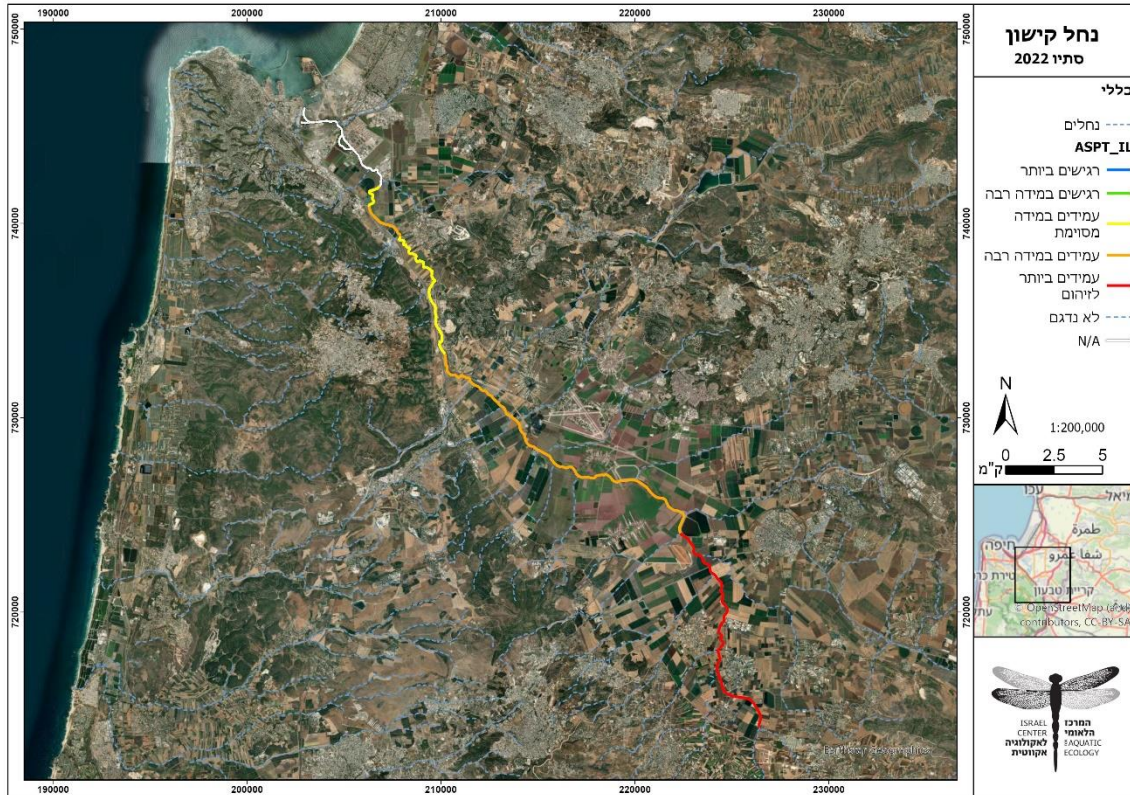
**איור 7 .** התפלגות אחוז המינים הפולשים בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים והשפך בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

**מדד ASPT-IL** - ערכי המדד נעו בין 2.05 באביב ובסתיו במורד כביש 675 לערכים של 3.7 במקטע תל קשיש (איור 9, נספח א). קיים מתאם בין יחידות הנוף לערכי המדד. מקטעי המעלה שבעמק יזרעאל מאופיינים בחברת חסרי חוליות המיוצגת ע"י טקסונים בעלי עמידות גבוהה מאד לזיהום. במקטעי מפער הקישון: "תל קשיש", "גשר ג'למה" ו-"כפר חסידים מעוצה" נראה בחברת חסרי החוליות ייצוג לטקסונים בעלי עמידות גבוהה ובינונית. ראוי לציון השינוי במדד ASPT במקטע תל קשיש מקטגוריית טקסונים בעלי עמידות גבוהה לזיהום (2.51-3.5) לעמידות בינונית (3.51-4.5), (איורים 8-9, נספח א). באזור מפער הקישון משנה נחל הקישון את אופיו לנחל מדורג ובעל אפיק זרימה צר ובהתאם הזרימה מהירה יותר. השילוב של ריחוק ממקור הזיהום במעלה, השינויים הפיסיים באופי הנחל הגורמים בין היתר לחימצון משופר, ומגוון טיפוסית התשתית במקטע תל קשיש (איור 2), הם ככל הנראה האחראים לשינוי החיובי בהרכב החברה. שני מקטעים נוספים שקיבלו ערכי מדד ASTP המעיד על הרכב טקסונים בעלי עמידות בינונית לזיהום הם מקטע "מורד ג'למה" ו"מורד גשר אירי יגור" (איור 9, נספח א).





איור 8. ערכי מדד ASPT-IL במקטעי נחל קישון האלוביאליים על פי ניטור אביב 2022.



איור 9. ערכי מדד ASPT-IL במקטעי נחל קישון האלוביאליים על פי ניטור סתיו 2022.

#### 4. סיכום ומסקנות

בדיגום סתיו 2022 מסתמנת תמונה ברורה של שינוי בהרכב חברת חסרי החוליות האקוטיים בקישון ממינים בעלי עמידות גבוהה מאד לזיהום במקטעי המעלה למינים בעלי רגישות בינונית לזיהום במקטעי מפער קישון ועמק זבולון, עד למקטעים המליחים (איור 9). כך במסגרת הסקר הנוכחי תועדו **בפעם הראשונה** מאז החלו סקרי המלא"ק בנחל הקישון זחלים של חרקי מים מסדרת "שעירי הכנף" (משפחה: Hydropsychidae). שעירי הכנף נמצאו במקטע "תל קשיש" בו נמצא גם המגוון הרב ביותר של טיפוסי תשתית (טבלה 2א), מהם כ- 35% של תשתית אבנית בגודל שונה התורמת למורכבות מבנית באפיק (איור 2). שעירי הכנף נחשבים לקבוצת חרקים רגישה יחסית לזיהום ונכוחותם קשורה לשיפור במדד ASTP-IL במקטע תל קשיש בניטור הסתיו (איור 9). במקטע תל קשיש אף נמצא בדיגום הסתיו עושר הטקסונים הגבוה ביותר, 26 טקסונים. מבחינת מדדי איכות המים לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין מקטע תל קשיש למקטעים סמוכים במעלה ובמורד. עם זאת ראוי לציין כי מינים רגישים יותר כמו השפירית "תכשיטית זוהרת" לא נצפו בנחל, למרות נוכחות בוגרים בגדות הנחל (צילום בעמוד השער).

את השיפור הנראה במקטעי מפער הקישון בדיגום סתיו 2022 לעומת ניטור האביב וניטורי שנים קודמות מבחינת עמידות הטקסונים בחברת חסרי החוליות האקוטיים ניתן אולי לייחס בין היתר לשדרוג מט"ש עפולה מבחינת יכולת הקליטה ואיכות הטיפול בשופכים גולמיים. לאחר שידרוג שהסתיים בספטמבר

2021, החל המט"ש להפיק קולחים באיכות שלישונית המתאימים להשקיה לכל סוגי הגידולים החקלאיים. מלבד השיפור באיכות המים, יכולת הקליטה של המט"ש החדש עלתה ל- 36,000 מ"ק ליום לעומת 9,000 מ"ק ליום שקלט המט"ש הישן. המשך ניטור חברת חסרי החוליות בקישון יאפשר לזהות האם מגמת השיפור, כפי שבאה לידי ביטוי בהופעת טקסונים רגישים יותר לזיהום ובעליה בעושר הטקסונים, תמשיך ואף תתפשט למקטעים נוספים. חשוב לציין כי השיפור במדד ה-ASPT והופעתם של טקסונים רגישים לזיהום במקטעי מפער הקישון מופיעה על רקע התדרדרות במדדי איכות המים (עומס אורגני וריכוזי מזינים) שתועדה במקטע העליון "מורד כביש 675", בין ניטור האביב לניטור הסתיו המעידה על זיהום חריג בנחל. נתוני ניטור הסתיו במקטעים המליחים ובמקטעי השפך בנחל הקישון מצביעים על מגמת עליה בחלקם היחסי של מינים פולשים בחברת חסרי החוליות לעומת ניטור האביב וניטורי שנים קודמות. גרדיינט המליחות המאפיין מקטעים אלו יוצר תנאים מתאימים לפלישת מינים ימים בעלי סבילות לטווח רחב של מליחות.

הופעה של טקסונים רגישים לראשונה בקישון מאז תחילת הסקרים בנחל, מציעה על קיומו של פוטנציאל לשיקום אקולוגי של הנחל, בהינתן התנאים המתאימים.

### המלצות פעולה לשיקום וניטור בנחל קישון

1. זיהוי מקור/מקורות הזיהום במקטעי המעלה ואכיפה מוגברת על שיחרור בלתי מוסדר של קולחים ושפכים ממעלה הנחל.
2. בקרה על שחרור (תזמון, כמות, ואיכות) מי קולחים שאינם נצרכים להשקיה בעונה היבשה ומוזרמים בעונה הרטובה מהמאגרים (רם און, תענך-ברק ומעלה קישון) אל הנחל.
3. יישום תוכנית מים לקישון הכוללת צמצום דרמטי של קולחים ושפכים אל הנחל, בד בבד עם שחרור מעיינות אחוזים ותגבור זרימת מים שפירים למיהול והגברת הזרימה.
4. שיקום והגנה ממוקדים על מקטעי נחל איכותיים המראים מגמת התאוששות של חברת חסרי החוליות ופוטנציאל לקיום אוכלוסיות מקור לאכלוס עתידי של מקטעים מופרים. למשל, מקטע תל קשיש.
5. שיקום מבני (מיתון גדות, הרחבת פשט הצפה, העלאת המורכבות המבנית) כולל שיקום צומח, טיפול במיני צומח פולשים ויצירת רצועת חיץ ריפארית אפקטיבית (Riparian buffer zone), במקטעי הנחל המופרים. למשל, במקטע גשר אירי יגור (תמונה 4).

### מקורות

- בן מאיר א. (2023). דו"ח אירועי זיהום בשפכים וקולחים בנחל קישון ויובליו ממערכות הביוב 2015-2022. רשות נחל קישון
- גורן ל. (2014). סקר לאיתור הצדפה הפולשת *Mytilopsis sallei* בנחל קישון. רשות נחל הקישון
- תקן איכות מי נחל הקישון (2002). דו"ח מסכם לוועדת העבודה הבין-משרדית להכנת תו תקן סביבתי של איכות המים לנחל הקישון. רשות נחל הקישון והמשרד לאיכות הסביבה.

• תקנות בריאות העם (תקני איכות מי קולחין וכללים לטיהור שפכים), התש"ע-2010. אוחר מתוך:

<https://www.health.gov.il/LegislationLibrary/Briut01.pdf>

5. נספחים

נספח א. שינוי בערכי ציין ASPT-IL במקטעי נחל קישון בין השנים 2017-2022

ASPT- IL:  $2.5 >$  עמידות גבוהה מאד;  $2.51-3.5$  = עמידות גבוהה;  $3.51-4.5$  = עמידות בינונית/  
רגישות בינונית;  $4.51-5.5$  = רגישות גבוהה;  $5.5 <$  רגישות גבוהה מאד

שנה/מקטע	רם און		מורד כביש 675		מורד מטש עפולה		מורד משמר העמק		מורד כניסת נהלל		מורד כניסת בית לחם		מורד כניסת מגידו			
	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו		
2017										2.98				3.86		
2018										2.07				2.58		
2019					2.6							3.18		3.25		
2020							2.47		4.01	2.82		2.31		2.67		
2021	2.0	2.03	2.0	2.31	2.0	2.13	2.41				2.15		3.48			
2022			2.06	2.05				2.9	3.06			2.33				
שנה/מקטע	תל קשיש		מעלה כניסת עדשים		ג'למה גשר		ג'למה מורד		כפר חסידים		מעלה גשר אירי יגור		מורד גשר אירי יגור		מעלה גשר אירי בריכת נשר	
	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו
2017																
2018											2.95					
2019												2.98				
2020	3.15	3.23											3.35			
2021	3.02	2.67														
2022	3.03	3.7												3.55	2.95	3.09

נספח ב. מדדים ביולוגיים רלוונטיים במקטעי ערוץ נחל הקישון – אביב וסתיו 2022.

פולשים %		Chironomini %		ציון המגוון הביולוגי (H')		עושר טקסונומי כללי		צפיפות (פרטים למ"ר)		מקטע נחל
סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	
		95.4	95.2	0.59	0.27	10	13	10409	10317	מורד כביש 675
0.4	1	60.6	46	2.04	1.96	22	12	761	959	מעלה כניסת עדשים
12	7.7	44.2	41.4		1.69	22	19	1543	2327	מורד כניסת משמר העמק
-	3.8	-	78.8	1.83	0.81	-	21	-	2979	מורד כניסת בית לחם
10.9	2.7	7.8	32	1.72	1.59	26	16	3964	3623	תל קשיש
24.9	4.7	19.6	79.5	2.55	0.91	24	15	1436	2113	גשר ג'למה
11.9	19.5	0.6	34.4	0.88	1.98	18	25	4080	1444	כפר חסידים מעוזה
54	1.3	0.6	43.2	0.91	1.57	21	15	7179	821	גשר אירי יגור
97.86	5.07	0.71	75.61	0.12	1.13	4	13	2248	947	מורד כניסת ציפורי
78.85	1.15	9.62	70.44		1.10	5	13	52	521	בזן-נפתול
-	18.18	-	-	0.89	1.29	-	4	-	11	מורד כניסת גדורה
33.33	46.85	-	1.01	0.73	1.43	3	10	90	397	אפנדיקס
86.96	17.65	95.43	11.76	0.67	2.07	3	8	23	17	פארק קישון

נספח ג. טבלת חסרי החוליות האקוויטיים שנמצאו במקטעי הסקר. ממוצעי הצפיפות שבטבלה חושבו עבור

עונת אביב וסתיו 2022 (מינים פולשים מסומנים ב-\*).

סדרה	משפחה	שם מדעי	שם בעברית	מורד כביש 675	מעלה כניסת עדשים	מורד כניסת משמר העמק	מורד כניסת בית לחם	תל קשיש	גשר ג'למה	כפר חסידים	גשר אירי יגור	מורד כניסת ציפורי	בזן נפתול	מורד כניסת גדורה	אפנדיקס	פארק קישון
ANI	Libellulidae	<i>Brachythemis imparitita</i>	נחנית דרכים	13	8.5	1	2	10	6	10	3					
ANI	Libellulidae	<i>Orthetrum sp.</i>	ריחופית	6	3		6	11	13							
ANI	Libellulidae	<i>Trithemis annulata</i>	גחנית ארגמן	3	8.5		3	13								
BIV	Dreissenidae	<i>Mytilopsis sallei</i>										1121	1			
BIV	Corbiculidae	<i>Corbicula consobrina</i>	ססילה חופית							32	17					
COL	Dytiscidae	<i>Hydroglyphus sp.</i>		3						1						
COL	Dytiscidae	<i>Hydroporinae Gen. sp.</i>		10	1											
COL	Dytiscidae	<i>Laccophilus sp.</i>				1										
COL	Hydrophilidae	<i>Anacaena sp.</i>				1										
COL	Hydrophilidae	<i>Berosus sp.</i>					2					1				
COL	Hydrophilidae	<i>Berosus sp.</i>											2			
COL	Hydrophilidae	<i>Coelostoma sp.</i>												1	2	
COL	Hydrophilidae	<i>Dactylosternum abdominale</i>								1						
COL	Hydrophilidae	<i>Enochrus sp.</i>					3									
COL	Hydrophilidae	<i>Enochrus sp.</i>												2		
COL	Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae Gen. sp.</i>		2												

								10	10					<i>Laccobius sp.</i>	Hydrophilidae	COL	
					1			1						<i>Laccobius sp.</i>	Hydrophilidae	COL	
					3			1		2	1	10		<i>Spercheus sp.</i>	Spercheidae	COL	
										1		35.5		<i>Spercheus sp.</i>	Spercheidae	COL	
													2	<i>Luciferidae</i> Gen. sp.	Luciferidae	CRU	
18	105.5													* <i>Monocorophium</i> <i>insidiosum</i>	Corophiidae	CRU	
			5	4	29.5	157	1642		2					<i>Echinogammarus foxi</i>	Gammaridae	CRU	
2.5	5		2	2										* <i>Orchestia</i> sp.	Talitridae	CRU	
3	2			4										<i>Palaemon sp.</i>	Palaemonidae	CRU	
													18	<i>Ephydriidae</i> Gen. sp.	Ephydriidae	DIP	
					2	1			1					<i>Limnophora</i> sp.	Muscidae	DIP	
		62	2	1	3	2			3					<i>Dolichopodidae</i> Gen. sp.	Dolichopodidae	DIP	
2	1			2		3			3					<i>Limoniidae</i> Gen. sp.	Limoniidae	DIP	
										6				<i>Eristalis sp.</i>	Syrphidae	DIP	
														<i>Nemotelus sp.</i>	Stratiomyidae	DIP	
2														<i>Stratiomys sp.</i>	Stratiomyidae	DIP	
														אסטרטון			
					6	42	13	67	3	1	5	35		<i>Chrysops sp.</i>	Tabanidae	DIP	
														טבן	<i>Tabaninae</i> Gen. sp.	Tabanidae	DIP
2	108				23		11	2		6		3	10	<i>Ceratopogonidae</i> Gen. sp.	Ceratopogonidae	DIP	
2	5				12		13					3		<i>Dasyhelea sp.</i>	Ceratopogonidae	DIP	
							3							<i>Forcipomyia</i> sp.	Ceratopogonidae	DIP	
2	4				185	347	198.	251.5	958.5	374	2349	674	284.5	<i>Chironomini</i> Gen. sp.	Chironomidae	DIP	
					2	38		20	22	723		298	166.5	<i>Chironomus</i> sp.	Chironomidae	DIP	
					4	22	131	158.5	113.5	486.5	374	398.5	69	<i>Orthoclaadiinae</i> <i>/Diamesinae</i> Gen. sp.	Chironomidae	DIP	
						19	96	63	26	33.5	70		118.5	<i>Tanypodinae</i> Gen. sp.	Chironomidae	DIP	
									125					<i>Tanytarsini</i> Gen. sp.	Chironomidae	DIP	
													3	<i>Culicinae</i> Gen. sp.	Culicidae	DIP	
														כלכית			
														3	<i>Dixa sp.</i>	Dixidae	DIP
						25	2	9.5	1696	77	269			<i>Simuliidae</i> Gen. sp.	Simuliidae	DIP	
						16	3			48	3		3	<i>Psychodini</i> Gen. sp.	Psychodidae	DIP	
										1				טיפולתיים	<i>Tipulidae</i> Gen. sp.	Tipulidae	DIP

				2		1	22.5									<i>Baetidae Gen. sp.</i>	Baetidae	EPH
								314								<i>Baetis monnerati</i>	Baetidae	EPH
					1		10			3.5						<i>Baetis sp.</i>	Baetidae	EPH
				8	6			6		93	19	1		קלאון	<i>Cloeonini Gen. sp.</i>	Baetidae	EPH	
							10	6						בריום	<i>Caenis sp.</i>	Caenidae	EPH	
			22	3	193	244	208	339		176					<i>* Pyrgophorus sp.</i>	Cochliopidae	GAS	
						2				1				שחריר חלק	<i>Melanoides tuberculata</i>	Thiaridae	GAS	
				3	9.5	139.5	124.5	96	112	94.5	6.5			בוענית	<i>* Physella sp.</i>	Physidae	GAS	
						62	65.5	19	6						<i>Gyraulus chinensis/piscinarum</i>	Planorbidae	GAS	
						22.5	12.5	11	1						<i>Gyraulus ehrenbergi</i>	Planorbidae	GAS	
						3		6							<i>Rhagovelia sp.</i>	Veliidae	HET	
				26	9	38.5	22	3	3	53	25			חותרנית	<i>Micronecta sp.</i>	Corixidae	HET	
						6	6	2	13	2	116.5	230.5		תלומית	<i>Sigara sp.</i>	Corixidae	HET	
										6	5			שטגבון	<i>Anisops sp.</i>	Notonectidae	HET	
						3								שטגבנית	<i>Plea sp.</i>	Pleidae	HET	
						3.5	4.5	4.5	1	8	7.5				<i>Batrachobdelloides tricaninatus</i>	Glossiphoniidae	HIR	
						3									<i>Helobdella conifera</i>	Glossiphoniidae	HIR	
2	35	2	80												<i>Streblospio sp.</i>	Spionidae	POL	
								6							<i>Hydropsyche sp.</i>	Hydropsychidae	TRI	
				22		3	51								<i>Hydroptila sp.</i>	Hydroptilidae	TRI	
				3	6	16.5	8.5	6	30.5	13				חיצית	<i>Ischnura sp.</i>	Coenagrionidae	ZYG	
				16	45	74	125	3	1					חניתית	<i>Pseudagrion sp.</i>	Coenagrionidae	ZYG	
				3	3.5	97.5	81.5	193.5		10				נצנית	<i>Platycnemis sp.</i>	Platycnemididae	ZYG	
37.5	346.5	11	366	1697.5	413.0.5	2811	2046	4628	2979	2249.5	895.5	110.88.5	צפיפות פרטים					
10	11	4	17	14	29	28	26	32	21	29	22	18	מספר טקסונים					

**נספח ד. תיאור המקטעים מהמעלה למורד**



**תמונה 1:** קצף במקטע מורד  
כביש 675, סתיו 2022

1. **מורד כביש 675:** תחילת המקטע במורד תעלת הזרמת מי קולחין של אזור התעשייה מצפון לכביש 675. האפיק צר, עומקו בינוני וזרימת המים קלה. התעלה מזרימה לתוכו מים בצבע שחור, במרקם של זפת ובריש חריף של ביוב. רוב התשתית בו היא בוצ, עם מעט קנה מזדקר, צומח טבול וחומר אורגני חלקיקי גס (CPOM). למעט עלייה באחוז רוויית החמצן ובמוליכות החשמלית (טבלה 2א'), לא נרשמו שינויים משמעותיים בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת. במהל הדיגום נראתה הצטברות קצף (תמונה 1).

2. **מעלה כניסת עדשים:** המקטע ממוקם כמה מטרים במעלה מפגש הנחלים עדשים וקישון, במורד מט"ש עפולה. תשתית המקטע הייתה רכה ובוצית. רוחב האפיק כ- 5 מטרים ועומקו כ- 40 ס"מ. הזרימה בו קלה (5-15 סמ"ש) והמצע הוא בוצי עם מעט צמחיית גדה. המים בצבע חום-ירוק. אחוז רוויית החמצן שנמדד בו היה נמוך יותר מהמקטע העליון וכן המוליכות החשמלית גבוהה פי 2 מהמקטע הקודם (כ-4500 מיקרוסימנס) ובהשוואה לעונת הדיגום הקודמת.



**תמונה 2א ו-ב:** כניסת מים בלתי מזהות.  
מקטע מורד כניסת משמר העמק, אביב 2022

3. **מורד כניסת משמר העמק:** המקטע ממוקם כחצי קילומטר במורד לכניסת נחל משמר העמק לקישון. רוחב האפיק כ- 2 מטרים ועומקו כ- 80 ס"מ. זרימת המים קלה (5-15 סמ"ש) והמצע בוצי בעיקרו, עם מעט צומח מזדקר. נמדדה ירידה מסוימת בערכי אחוז רוויית החמצן ובמוליכות החשמלית לעומת המקטעים העליונים אך האחרונה הייתה גבוהה משמעותית בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת (כ- 3800 מיקרוסימנס). במהלך הדיגום נצפו 2 כניסות מים לאפיק ממקור בלתי מזהה (תמונות 2 א, ב).



**תמונה 3:** נקז לא פעיל. מקטע מורד כניסת בית לחם, אביב 2022

4. **מורד כניסת בית לחם:** המקטע ממוקם כקילומטר וחצי במורד כניסת נחל בית לחם לקישון. רוחב האפיק כ- 5 מטרים ועומק המים רדוד באופן בלתי רגיל (כ- 40 ס"מ). הזרימה קלה עד בינונית (<30 סמ"ש) והמצע בוצי ויציב עם מעט צמחיית מים וגדה טבולה ואבנים בגדלים משתנים. במהלך הדיגום נצפה נקז לא פעיל מהשדות החקלאיים הסמוכים (תמונה 3). למעט עלייה משמעותית באחוז רוויית החמצן לעומת המקטעים העליונים, לא נמדדו שינויים ביתר הערכים האביוטיים. עם זאת, הערכים שנמדדו היו גבוהים יותר בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת.

5. **תל קשיש:** המקטע ממוקם מזרחית לכביש 6, סמוך לפסי הרכבת, כקילומטר וחצי צפון-מערבית מתחנת הרכבת כפר יהושע. רוחב האפיק כ- 3 מטרים ועומק המים כ- 100 ס"מ. הזרימה בו קלה (5-15 סמ"ש) בחלקים הרחבים ובינונית (15-30 סמ"ש) באזורי המפלים הקטנים (riffles). המצע בוצי, עם אבנים בגדלים משתנים, צמחיית גדה טבולה וחומר אורגני חלקיקי גס (CPOM). בהשוואה למקטעים העליונים, לא נמדדו שינויים



משמעותיים במדדים האביוטיים. עם זאת, ערך המוליכות החשמלית שנמדד היה גבוה מהערך שנמדד בעונת הדיגום הקודמת.

6. גשר ג'למה: התחנה ממוקמת כחצי קילומטר במורד מפגש הנחלים אלרואי וקישון, מערבית ליישוב אורנים. רוחב האפיק כ- 10 מטרים ועומק המים כ- 60 ס"מ. המים עכורים, עם מעט קצף על פניהם. הזרימה בנחל נעה בין מים עומדים לזרימה קלה ( $15 < \text{סמ}^2/\text{ש}$ ), המצע יציב ובוצי בעיקרו, עם צמחיית גדה ומעט אבנים קטנות, צומח מזדקר וחומר אורגני חלקיקי גס (CPOM). אחוז רוויית החמצן ירד מעט לעומת המקטעים העליונים יותר הערכים נשארו דומים. ערך המוליכות החשמלית שנמדד היה גבוה משמעותית (כ- 3800 מיקרוסימנס) בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת.

7. כפר חסידים מעוצה: התחנה ממוקמת צפון מזרחית ליישוב יגור, בין שדות חקלאיים, כ-250 מטרים מדרום לכביש 7223. רוחב האפיק כ-5 מטרים ועומקו כ- 80 ס"מ. משני גדות הנחל מצוי שפע של אקליפטוסים ונשורת עלים מכסה את האדמה. הזרימה קלה ( $15-5 \text{ סמ}^2/\text{ש}$ ). המצע ברובו בוצי, עם מעט צמחיית גדה טבולה, וחומר חלקיקי גס (CPOM). מגמת הירידה באחוז רוויית החמצן נמשכת, עד למצב של תת רוויה (כ-36%) ולא נמדד שינוי ניכר בשאר הערכים האביוטיים. כמו כן, בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת, חלה ירידה משמעותית באחוז רווית החמצן כמו גם עלייה ניכרת במוליכות החשמלית.

8. גשר אירי יגור: התחנה ממוקמת כ-300 מטרים מעל כניסת נחל ציפורי לנחל קישון, סמוך לבריכות החימצון



תמונה 4. קריסת קרקע בצד הגדה החשוף מצומח במקטע גשר אירי יגור, סתיו 2022

של מפעל נשר. רוחב האפיק כ-5 מטרים. צבע המים עכור. המקטע חשוף יחסית מצמחיית גדות רב שנתית, למעט עצים בודדים. העדר צמחיה מאיץ קריסת קרקע (תמונה 4). הזרימה קלה עד בינונית ( $30-5 \text{ סמ}^2/\text{ש}$ ). המצע ברובו בוצי, עם מעט גזעים וענפים רקובים בגוף המים. למעט עלייה קלה באחוז רוויית החמצן, שאר הערכים נותרו ללא שינוי ניכר. עם זאת, לעומת עונת הדיגום הקודמת, נרשמה עלייה בערכי המוליכות החשמלית (כ- 3500 מיקרוסימנס).

9. מורד כניסת ציפורי: התחנה ממוקמת בין מפעל הדשנים של Unilever לבריכות נשר. תחנה זו נחשפת למי ים שמגיעים

מהשפך. רוחב האפיק כ- 14 מטרים ועומק המים כ- 100 ס"מ. המים עומדים עד זרימה קלה ( $15 < \text{סמ}^2/\text{ש}$ ). הדיגום נעשה מהגדה מפאת קשיי גישה ועומק רב. המצע בוצי ברובו עם מעט צומח מזדקר וצמחיית גדה. במקטע זה נמדדה עלייה ניכרת באחוז רוויית החמצן לעומת המקטעים הקודמים אך ללא שינוי ביתר הערכים, גם בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת.

10. בזן נפתול: התחנה ממוקמת באזור הנפתול הסמוך למכון הטיהור של אזור התעשייה, בגדה הנגדית לבתי הזיקוק ו-1300 מטר במעלה למעבר כביש 4 מעל לנחל. האפיק רחב, כ-15 מטרים ועומקו בינוני. במורד הנפתול קיים גשר להולכי רגל, דרכו המים זורמים ב-4 צינורות. המים עומדים עד זרימה קלה ( $15 < \text{סמ}^2/\text{ש}$ ) וצבעם עכור. המצע היה בוצי שחור סמיך, עם מעט צמחיית גדה. החמצן ברוויה ( $>100\%$ ) והמוליכות החשמלית עולה, עם כניסתם של מי ים לערוץ הנחל, לעשרות אלפי מיקרוסימנס (כ-10,000 מיקרוסימנס).

ללא שינוי בשאר המדדים. בהשוואה לעונת הדיגום הקודמת, נמדדה עלייה באחוז רוויית החמצן ובערך ההגבה וירידה בערך המוליכות החשמלית.

11. מורד כניסת גדורה: התחנה ממוקמת צפונית למחלף מבוא הכרמל, כ-350 מטרים ממפגש הנחלים גדורה וקישון. רוחב האפיק כ-8 מטרים ועומקו יותר מ-40 ס"מ. הדיגום התבצע בתוך המים, סמוך לגדה בלבד, עקב עומק מרכז האפיק. המים עומדים עד זרימה קלה ( $<5$  סמ"ש) והרכב התשתית הוא בוצי בעיקרו, עם כתמי צומח מים טבול ומעט אבנים. המוליכות החשמלית ממשיכה לעלות (כ-14,000 מיקרוסימנס), ללא שינוי בשאר המדדים.

12. אפנדיקס: התחנה ממוקמת בעיקול היסטורי נפרד של הנחל, היוצא מאזור פארק הקישון. העיקול נחשף פחות להשפעות השפך וממוקם על מדף יבשתי יותר רדוד. המקטע מצוי מצפון למפעל של חברת גליל מערבי. רוחב האפיק כ-20 מטרים ועומק המים בו הוא יותר מ-80 ס"מ. הדיגום התבצע בתוך המים, סמוך לגדה בלבד עקב עומק מרכז האפיק. נצפה בוץ יוצא דופן, מסריח ושחור במיוחד. ריחו הזכיר תערובת שמנים זפת. המים עומדים ( $<5$  סמ"ש) והרכב התשתית הוא בוצי בעיקרו, עם מעט צומח מים טבול. מגמת העלייה במוליכות החשמלית ממשיכה, עד כ-20 אלף מיקרוסימנס, ואיתה עולה ריכוז החמצן עקב ערבול המים, עד לרוויית יתר ( $>200\%$ ).

13. פארק קישון: התחנה ממוקמת בתחומי הפארק, באזור מעבר מים מהשפך שבנמל כלפי הנחל במעלה. רוחב האפיק כ-20 מטרים ועומק המים יותר מ-50 ס"מ. הדיגום התבצע בתוך המים סמוך לגדה בלבד עקב עומק מרכז האפיק. המים עומדים ( $<5$  סמ"ש) ומים נכנסים מכיוון הים אל הנחל. הרכב התשתית בוצית עם צומח מים טבול ומעט קנה מזדקר. על גדה אחת מצויים כתמי צמחיית גדות של אשלים, ובגדה השנייה סבך רציף של קנה, סוף, אשלים וחד-שנתיים. אין שינוי משמעותי בערכים האביוטיים, למעט המוליכות, שממשיכה לעלות (כ-31,000 מיקרוסימנס).

נספח ה. תמונות מאתרי הדיגום



תמונות מאתרי דיגום אביב בנחל הקישון (16-15.05.2022):

1. מורד כביש 675; 2. מעלה כניסת עדשים; 3. מורד כניסת משמר העמק; 4. מורד כניסת בית לחם; 5. תל קשיש; 6. גשר ג'למה; 7. כפר חסידים מעוצה; 8. גשר אירי יגור; 9. מורד כניסת ציפורי; 10. בזן נפתול; 11. מורד כניסת גדורה; 12. אפנדיקס; 13. פארק קישון.



**תמונות מאתרי דיגום סתיו בנחל הקישון (24-25.10.2022):**  
 1. מורד כביש 675; 2. מעלה כניסת עדשים; 3. מורד כניסת משמר העמק; 4. תל קשיש; 5. גשר ג'למה; 6. כפר חסידים מעוצה; 7. גשר אירי יגור; 8. מורד כניסת ציפורי; 9. בזן נפתול; 10. אפנדיקס; 11. פארק קישון.