

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 צינים: 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 לכוון 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 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 מעוצה; 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.

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

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 הח"ג במקטעים השונים וחושבו עבורם מדדים ביולוגיים. הנתונים שימשו לחישוב שישה ציינים ביולוגיים לשם הערכת מצבו האקולוגי של הנחל:

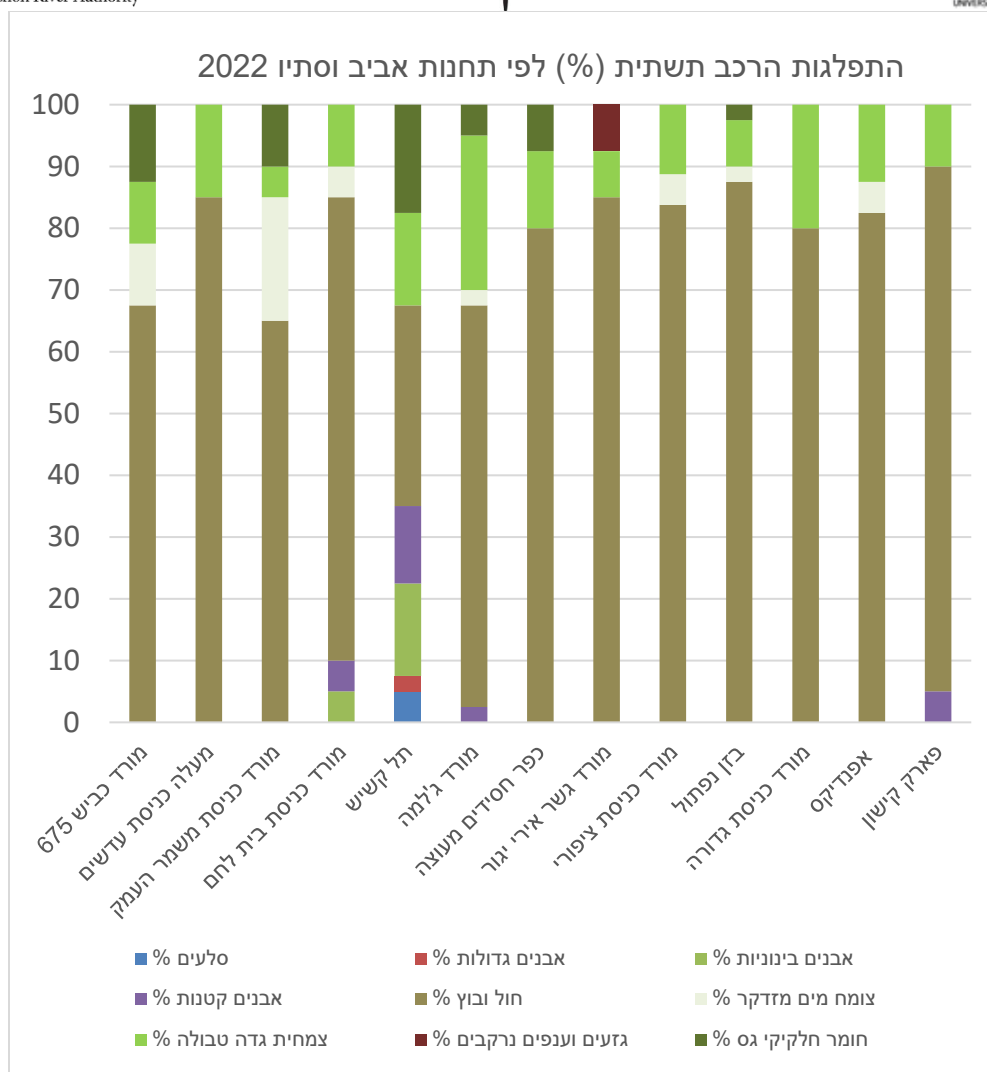
- **צפיפות הפרטים** - מספר הח"ג למ"ר. ערכי המדד צפויים לעלות עם עוצמת הזיהום בנחל.
- **עושר טקסונים** - מספר הטקסונים בכל אסופה. ערכי המדד צפויים לרדת עם העלייה בעוצמת ההפרעה.
- **מדד מגוון ביולוגי (ציון Shannon, מסומן ב-H')** - מדד זה מבטא את היחס בין העושר (מספר הטקסונים) לשפע של הטקסונים (חלקו היחסי של כל טקסון מכלל הפרטים באסופה).
- **חלקיות הטקסון Chironomini** - חלקם היחסי של זחלי ימשושים (מהשבט *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 האקוויטיים 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 האקוויטיים הגדולים על סמך ערכי המדד היא כדלקמן:
 $2.5 > =$ עמידות גבוהה מאד ; $3.5-2.51 =$ עמידות גבוהה ; $4.5-3.51 =$ עמידות בינונית/ רגישות בינונית ; $5.5-4.51 =$ רגישות גבוהה ; $5.5 < =$ 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 (תיאורי המקטעים בנספח ב).
מקטעי הקישון שבין עמק יזרעאל לעמק זבולון שייכים לטיפוס נחל "אלוביאל 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-פיסיקליים לביולוגיה כפי שבאה לידי ביטוי בשינויים בהרכב חברת חסרי החוליות.

בסקר אביב-סתיו 2022 לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין מקטעי הנחל במדדים הפיסיקו-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 ₂ %)
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 ₂ %)
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 ₄ (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	-	1.3	6.3	7.4	475	צח"ב (מג"ל)
0.14	-	-	-	-	5.09	60.31	אמוניום NH ₄ (מג"ל)
0.004	-	-	0.074	0.035	0.27	-	ניטריט (מג"ל)
13.47	13.36	-	11.87	13.14	12.09	-	ניטראט (מג"ל)
17.17	15.3	-	16.02	17.23	21.74	76.78	חנקן כללי N (מג"ל)
1.36	1.76	-	2.25	3.66	4.64	14.6	זרחן כללי P (מג"ל)
2500	820	-	45000	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
מקטע	גשר אירי יגור	מורד כניסת ציפורי	בזן - נפתול	מורד כניסת גדורה	אפנדיקס	פארק קישון
16/05/2022						תאריך
שעה	14:50	13:45	12:00	10:40	09:22	07:50
רווית חמצן (DO%)	43.9	71.5	140	98	87.4	87.4
חמצן מומס (מג"ל)	3.72	6.04	11.48	7.7	6.48	7.14
טמפרטורה (°C)	23.5	23.3	23.6	23.7	23.5	21.8
מוליכות חשמלית (µS, °25)	3547	3167	10216	21668	37206	20929
pH	7.31	8.69	8.77	8.45	8.33	8.1
מדד מגוון התשתית	0.42	0.64	0.20	0.50	0.73	0.64
25/10/2022						תאריך
שעה	7:35	8:46	10:09	-	11:31	7:40
רווית חמצן (O2%)	75	52	56	-	107	68
חמצן מומס (מג"ל)	6.7	4.5	4.4	-	8	4.92
טמפרטורה (°C)	20.7	21.5	23.6	-	22.6	23.4
מוליכות חשמלית (µS, °25)	3068	7600	26455	-	39901	44458
pH	7.86	7.82	7.98	-	7.72	7.17
מדד מגוון התשתית	0.42	0.38	0.71	-	0.33	0.33
בדיקות איכות מים (רנ"ק)						
17/05/2022			18/05/2022			תאריך
צח"ב (מג"ל)	3.6	2.9	2.9	2.4	2.9	2
אמוניום NH4 (מג"ל)	1.03	-	-	0.31	0.1	0.14
ניטריט (מג"ל)	-	0.023	0.019	0.745	1.012	0.545
ניטראט (מג"ל)	21.17	17.03	11.14	8.11	8.52	3.5
חנקן כללי N (מג"ל)	26.68	20.08	14.1	13.54	15.07	7.82
זרחן כללי P (מג"ל)	2.05	1.42	1.28	2.11	1.97	0.71
קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)	520	720	620	400	540	120
19/10/2022						תאריך
צח"ב (מג"ל)	0.6	-	0.6	-	1.3	0.5
אמוניום NH4 (מג"ל)	-	-	0.14	-	0.14	-
ניטריט (מג"ל)	-	0.021	0.133	-	0.074	0.038
ניטראט (מג"ל)	12.75	9.99	3.45	-	1.71	0.73
חנקן כללי N (מג"ל)	14.73	12.33	5.3	-	3.51	2.66
זרחן כללי P (מג"ל)	1.69	1.17	0.41	-	0.36	0.28
קולי צואתיים (יח/100 מ"ל)	330	60	90	-	670	520

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 מים 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 2א ו-2ב).

ערכי **צריכת החמצן הביולוגית** (צח"ב) באביב היו נמוכים יותר משמעותית מאלו שנמדדו באביב 2021 (2-5.1 מג"ל באזור האלוביאל ב-2022 לעומת 5.2-11 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 למאכלסי 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 משאר 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" (1.98-6.12 מג"ל). ברוב המקטעים המליחים ובשפך נמדדו ערכים גבוהים ביחס לאזור זה (0.71-2.11 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 האלוביאל – 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 ($10^5 \times 16$ יח"מ/100 מ"ל) המעידים ככל הנראה על חדירת זיהום לנחל שמקורו בביוב גולמי.

לסיכום, במעלה האלוביאל 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.

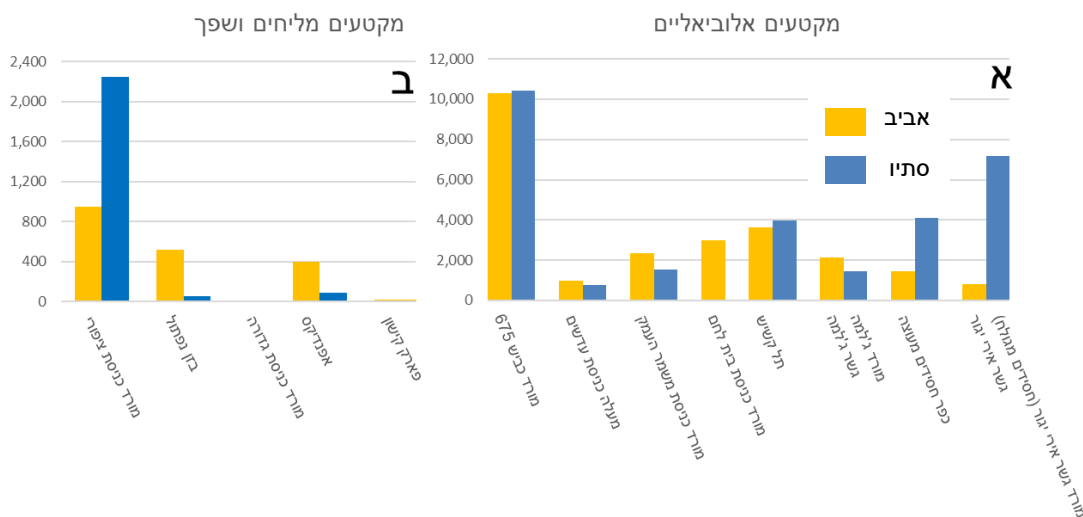
מבין חסרי החוליות שנדגמו בסקר היו החרקים הקבוצה הדומיננטית ביותר עם יותר מ-80% מהפרטים באסופה במרבית מקטעי הדיגום. מתוך החרקים, זחלי ימשושים השייכים לשבט *Chironomini* ומוכרים כעמידים לזיהום אורגני (שפכים ביתיים, קולחים ומי מדגה), היו הטקסון הנפוץ ביותר. בשלושת מקטעי המורד, המושפעים מכניסת מי ים נמצאו 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 לכיוון 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 שתורמו 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* (אירי 3). במקטע האפנדיקס באסטואר תועדה בניטור האביב עליה בצפיפות הפרטים לעומת שנים קודמות המיוחסת בעיקר לסרטן הימי הפולש *Monocorophium insidiosum*.

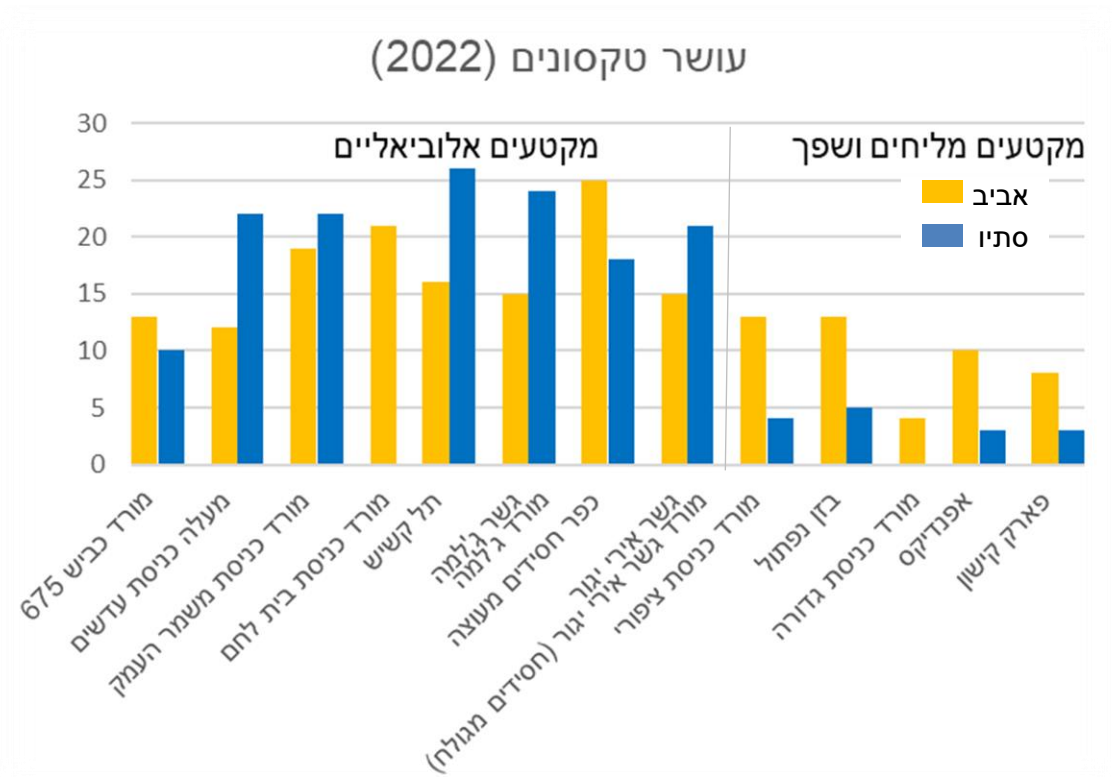
צפיפות פרטים למ"ר (2022)



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 עדשים" באביב (12) ובסתיו "מורד כניסת ציפורי" (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).

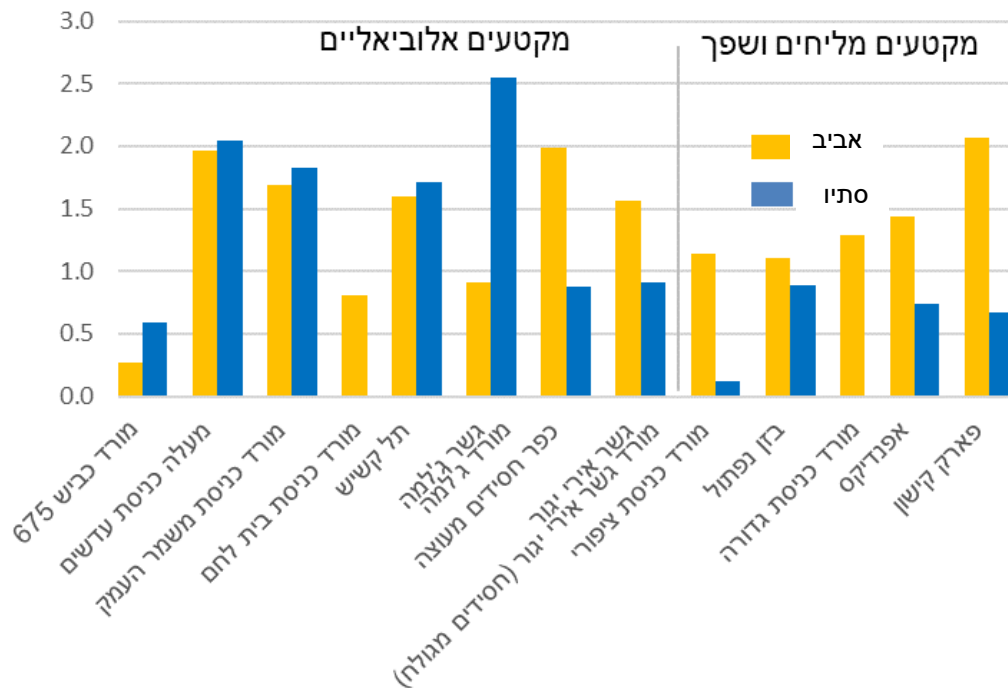


איור 4. התפלגות עושר הטקסונים בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים ומקטעי השפך בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

מדד המגוון הביולוגי (Shannon diversity index) - ערכי מדד המגוון במקטעים האלוביאליים שנדגמו בנחל קישון נעו בין 2.55 (במקטע "מורד גלמה") למינימום של 0.27 (במקטע "מורד כביש 675"). בהתאם לעושר הטקסונים בסתיו (איור 4) נראה מדד מגוון ביולוגי גבוה במקטעי "מורד גלמה", "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 "בון 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-"בון 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)

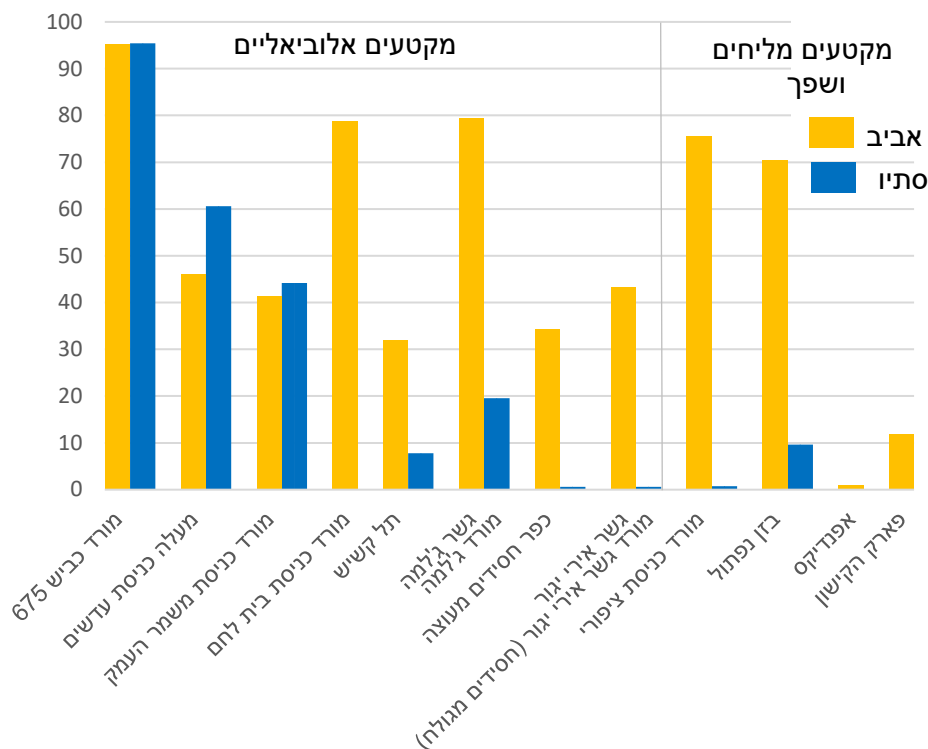


איור 5. התפלגות מדד המגוון הביולוגי (Shannon diversity index) בין מקטעי הדיגום האלוביאליים, המליחים והשפך, בנחל הקישון באביב וסתיו 2022.

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 ציפור" לעומת שנים קודמות ולעומת סתיו 2022 (איור 6).

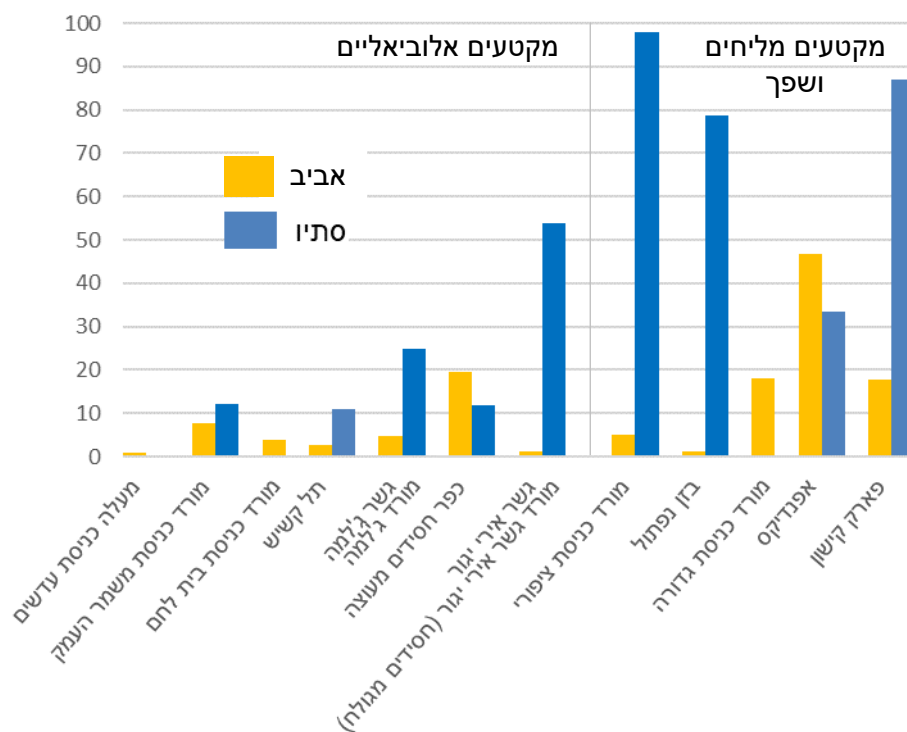
% ימוששים (2022)



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 והסתיו עדות לנוכחות של 4 טקסונים פולשים: סרטן (*Orchestia* sp.), צדפה (*Mytilopsis sallei*), ושני חלזונות (*Pyrgophorus* sp. ו- *Physella* 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 שבמעק 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 מעצה" 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 האקוויטיים 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 טיפוס 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 ונכחותם 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 זחלים של מינים רגישים יותר כמו השפרירית "תכשיטית זוהרת" לא נצפו בדגימות מהנחל, למרות נוכחות בוגרים בגדות הנחל (צילום בעמוד השער). את השיפור הנראה במקטעי מפער קישון בדיגום סתיו 2022 לעומת ניטור האביב וניטורי שנים קודמות מבחינת עמידות הטקסונים בחברת חסרי החוליות האקוויטיים ניתן אולי לייחס בין היתר לשדרוג מט"ש עפולה מבחינת יכולת הקליטה ואיכות הטיפול בשופכים גולמיים. לאחר ששדרוגו הסתיים 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 תתרחב 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 שחרור 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 לועדת 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	2.31	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		גלמה גשר		גלמה מורד		כפר חסידים		מעלה גשר אירי יגור		מורד גשר אירי יגור	
		אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו	אביב	סתיו
2017						2.67				3.25					
2018						2.86				2.77		2.95			
2019								3.01				2.98			
2020								3.87		2.54				3.35	
2021								3.07	3.28	3.07	2.93				
2022				2.82	2.67	2.34		3.58	2.95	3.24				3.55	2.95

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

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

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

עונות 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 גלמה	כפר חסידי	גשר אירי יגור	מורד כניסת מורד ציפורי	בזן נפתול	מורד כניסת גדורה	אפנדיקס	פארק קישון
ANI	Libellulidae	<i>Brachythemis impartita</i>	נחנית דרכים		13	8.5	1	2	10	6	10					
ANI	Libellulidae	<i>Orthetrum sp.</i>	ריחופית		6	3		6	11	13	3					
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>	סלסילה 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>			10								2			
COL	Hydrophilidae	<i>Hydrophilidae Gen. sp.</i>		2												

								10	10					Laccobius sp.	Hydrophilidae	COL
				1			1							Laccobius sp.	Hydrophilidae	COL
				3			1		2	1	10			Spercheus sp.	Spercheidae	COL
									1		35.5			Spercheus sp.	Spercheidae	COL
			2											Luciferidae	Luciferidae	CRU
18	105.5													* Monocorophium insidiosum	Corophiidae	CRU
		5	4	29.5	1576	1642		2						Echinogammarus foxi	Gammaridae	CRU
2.5	5	2	2											* Orchestia sp.	Talitridae	CRU
3	2		4											Palaemon sp.	Palaemonidae	CRU
	18				1				16	16	3			Ephydriidae	Ephydriidae	DIP
					2	1		1			10			Limnophora sp.	Muscidae	DIP
	62	2	1	3	2				3		6			Dolichopodidae	Dolichopodidae	DIP
2	1		2		3				3			6		Limoniidae	Limoniidae	DIP
										6		7.5		Eristalis sp.	Syrphidae	DIP
2														Nemotelus sp.	Stratiomyidae	DIP
											2		אסטרטון	Stratiomys sp.	Stratiomyidae	DIP
				6	42	13	67	3	1	5	35			Chrysops sp.	Tabanidae	DIP
								1					טבן	Tabaninae	Tabanidae	DIP
2	108		23		11	2			6		3	10	יבחוש	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	DIP
2	5		12		13					3				Dasyhelea sp.	Ceratopogonidae	DIP
					3									Forcipomyia sp.	Ceratopogonidae	DIP
2	4		185	347	198.5	251.5	958.5	374	2349	674	284.5	1197		Chironomini	Chironomidae	DIP
			2	38		20	22	723		298	166.5	9278.5		Chironomus sp.	Chironomidae	DIP
			4	22	131	158.5	113.5	486.5	374	398.5	69	202		Orthocladinae /Diamesinae	Chironomidae	DIP
			19	96	63	26	33.5	70		118.5	48			Tanypodinae	Chironomidae	DIP
							125							Tanytarsini	Chironomidae	DIP
										3		60.5	כולית	Culicinae	Culicidae	DIP
									3					Dixa sp.	Dixidae	DIP
				25	2	9.5	1696	77	269					Simuliidae	Simuliidae	DIP
				16	3			48	3		3			Psychodini	Psychodidae	DIP
								1					טיפולתיים	Tipulidae	Tipulidae	DIP

				2		1	22.5								Baetidae Gen. sp.	Baetidae	EPH
								314							Baetis monnerati	Baetidae	EPH
					1		10			3.5					Baetis sp.	Baetidae	EPH
				8	6			6		93	19	1	קלאון		Cloeonini Gen. sp.	Baetidae	EPH
							10	6					בריום		Caenis sp.	Caenidae	EPH
			22	3	193 4	244	208	339		176					* Pyrgophorus sp.	Cochliopidae	GAS
						2				1			שחריר חלק		Melanoides tuberculata	Thiaridae	GAS
				3	9.5	139.5	124.5	96	112	94.5	6.5		בועית		* Physella sp	Physidae	GAS
						62	65.5	19	6						Gyraulus chinensis/piscinarum	Planorbidae	GAS
						22.5	12.5	11	1						Gyraulus ehrenbergi	Planorbidae	GAS
						3		6							Rhagovelia sp.	Veliidae	HET
					26	9	38.5	22	3	3	53	25	חותרית		Micronecta sp.	Corixidae	HET
						6	6	2	13	2	116.5	230.5	תלמית		Sigara sp.	Corixidae	HET
											6	5	שטבון		Anisops sp.	Notonectidae	HET
							3						שטגבנית		Plea sp.	Pleidae	HET
						3.5	4.5	4.5	1	8	7.5				Batracobdelloides tricarinatus	Glossiphoniidae	HIR
							3								Helobdella conifera	Glossiphoniidae	HIR
2	35	2	80												Streblospio sp.	Spionidae	POL
								6							Hydropsyche sp.	Hydropsychidae	TRI
					22		3	51							Hydroptila sp.	Hydroptilidae	TRI
					3	6	16.5	8.5	6	30.5	13		חיצית		Ischnura sp.	Coenagrionidae	ZYG
					16	45	74	125	3	1			חניתית		Pseudagrion sp.	Coenagrionidae	ZYG
				3	3.5	97.5	81.5	193.5		10			מצנית		Platycnemis sp.	Platycnemididae	ZYG
37.5	346.5	11	366	1697.5	4130.5	2811	2046	4628	2979	2249.5	895.5	11088.5	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 ובריח חריף של ביוב. רוב התשתית בו היא בוך, 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. במהלך 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: כניסות מים בלתי מזוהות.
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 מזוהה (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 בערכים 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 ($15 < \text{סמ"ש}$), 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 ויתר 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 ($15-5 \text{ סמ"ש}$). 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 ($30-5 \text{ סמ"ש}$). 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 ($15 < \text{סמ"ש}$). 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 ($15 < \text{סמ"ש}$) 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 וזפת. 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. בון 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.