

הטבע

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

ניטור הידרוביולוגי של נחל הקישון: סתיו 2019



מוגש לרשות נחל הקישון
ספטמבר 2020

ניטור הידרוביולוגי בנחל הקישון: סתיו 2019

כתיבה ועריכה: ד"ר ירון הרשקוביץ וטוביה אשכולי

דיגום חסרי חוליות: טוביה אשכולי, איתי כהנא ודפי לוז

דיגום איכות מים וסיוע בעבודת השדה: אלון בן מאיר ומעיין ציון (רשות נחל קישון)

מיון דגימות, הגדרה טקסונומית וספירה: עדי וייס ונעמי גורדון

עיבוד מידע וחישוב ציינים: ד"ר ירון הרשקוביץ ואביטל כ"ץ

סיוע בהגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע): סרטנאים (Crustacea) - יערית לויט, בריומאים (Ephemeroptera) –

ד"ר זהר ינאי, תולעים טבעתיות (Annelida) - ד"ר לירון גורן

צילומים: טוביה אשכולי, איתי כהנא, דפי לוז

מפות: איתי כהנא, אביטל כ"ץ

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

1. רקע

לבקשת רשות נחל הקישון בוצע ניטור הידרוביולוגי (חברת חסרי החוליות) שמטרתו אפיון המצב האקולוגי של נחל הקישון בתקופת הסתיו. הניטור בוצע על ידי המרכז הלאומי לאקולוגיה אקוטיית (מלא"ק), מוזיאון הטבע אוני' תל אביב.

2. שיטות עבודה

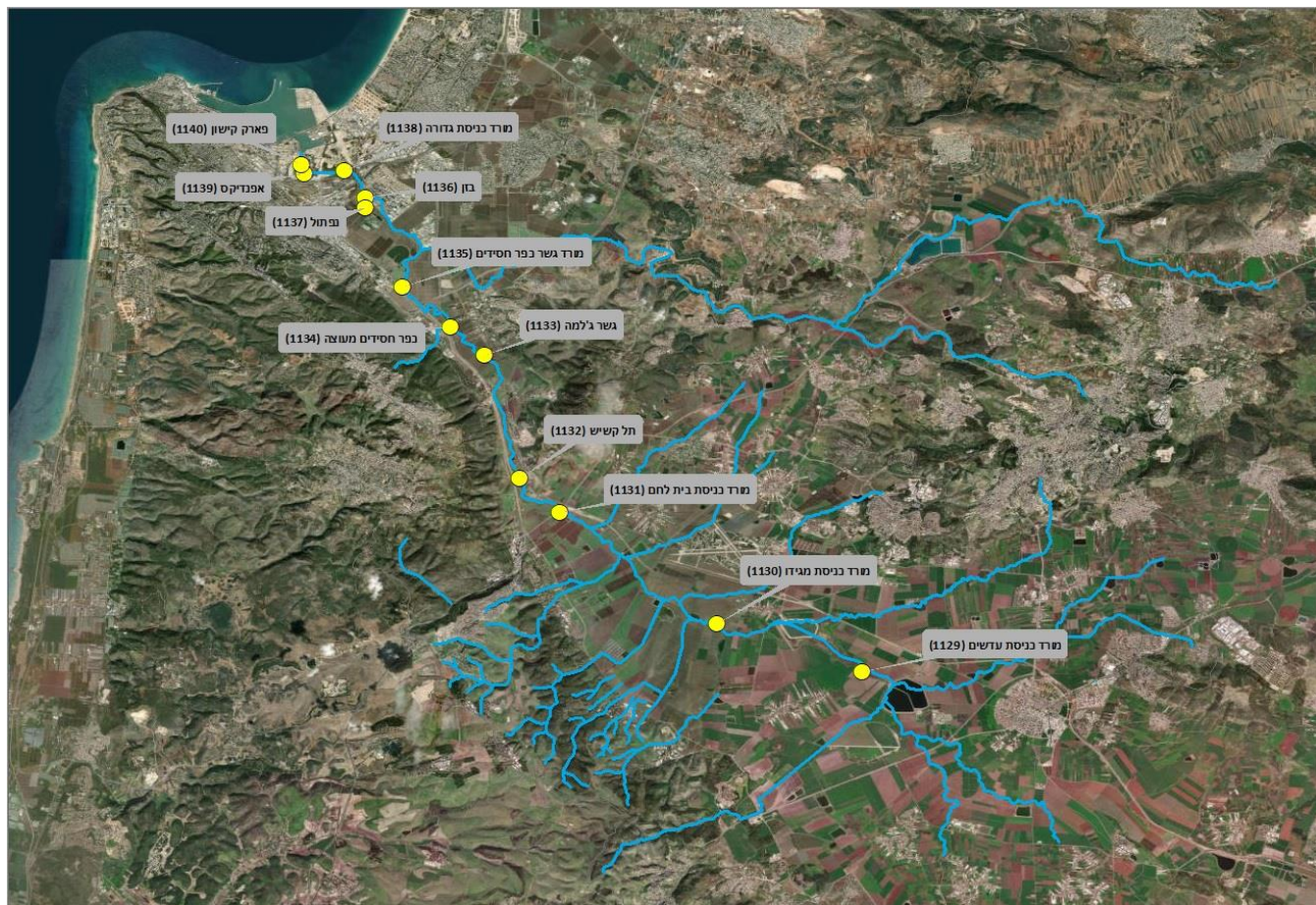
2.1 עבודת שדה

הניטור בוצע ב- 28-30.10.2019 בשנים עשר מקטעים לאורך נחל הקישון (איור 1), ממפגש הנחלים עדשים וקישון (איזור מט"ש עפולה) ועד לשפך הנחל לנמל חיפה (האסטואר). מקטע הנחל שנדגם חוצה בדרכו ארבעה קטעי נחל המייצגים יחידות נוף שונות: 1) קטע "עמק יזרעאל" המיוצג על ידי התחנות: "מורד כניסת נחל עדשים", "מורד כניסת נחל מגידו" (לשעבר "כפר ברוך") ו"מורד כניסת נחל נהלל" (לשעבר "מורד כפר יהושע"), 2) קטע מפער הקישון: "תל קשיש" ו"מורד ג'למה", 3) קטע עמק זבולון: תחנות כפר חסידים ("מעוצה" ו"מורד כפר חסידים") ו- 4) קטע האסטואר במורד הקישון המיוצג על ידי התחנות: "בזן" (לשעבר "מוצא המפעלים"), "הנפתול החדש", "מורד כניסת נחל גדורה" (לשעבר "אקליפטוס"), "האפנדיקס" ו"פארק הקישון". חשוב לציין שתחנות הניטור מייצגות מרחב גדול יותר שנמצא במעלה הזרם. מקטע הנחל החוצה את עמק יזרעאל מאופיין בשיפוע מתון וקרקות כבדות (אלוביום), בעוד שמפער הקישון מאופיין בחתך צר ומדורג, וזרימה מהירה יחסית וקרקעית נחל יציבה יחסית. לעומתם, מקטע כפר חסידים מאופיין ברצועת צומח גדות של אשלים, איקליפטוס וקנה. המקטע התחתון (האסטואר) מושפע מחדירה של מי ים מלוחים בעת גאות.

מיקום תחנות הניטור בסקר זה נבחרו כמייצגות השפעות אגניות: למשל, על מנת לזהות השפעות אגן הניקוז של נחל בית לחם, נקודת הדיגום שהייתה במעלה לחיבור בין נהלל לקישון "הוזזה" קדימה. שם התחנה שהיה "כפר יהושע" שונה על מנת להבליט את המשמעות של מיקום המקטע ביחס להשפעות האגניות ועכשיו נקרא "מורד בית לחם". עובדה זו לא משנה את המשמעות של התוצאות או את היכולת להשוות בין תחנות ולהסיק מסקנות.

בכל המקטעים בוצע אפיון התשתית - המינרלית (חול, בוץ, אבנים) והאורגנית (אצות, צומח מים וגדות), לאורך מקטע של כ- 100 מטר. ערך מגוון בתי הגידול חושב באמצעות ציין Shannon-Wiener. ככל שניתן, חסרי חוליות נדגמו ביחס להרכב התשתית. השטח הנדגם בכל מקטע הוא 1.25 מ"ר. הדגימות שומרו באתנול (96%) והועברו להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית במעבדה. בעלי החיים קוטלגו והופקדו במוזיאון הטבע שבאוניברסיטת תל אביב.

המספר הסידורי של כל דגימה מצוין בטבלאות. משתנים פיזיקו-כימיים (טמפרטורה, ריכוז חמצן מומס, ערך ההגבה ומוליכות חשמלית) נמדדו על ידי צוות המלא"ק במועד הדיגום, באמצעות מד אלקטרוני נייד דגם YSI Professional Plus. בנוסף נלקחו דוגמאות המים על ידי צוות רשות נחל הקישון לאנליזה מפורטת במעבדת בקטוכם, נס ציונה.



איור 1: פריסה מרחבית של תחנות ניטור ביולוגי בנחל הקישון, סתיו 2019. מספרי הדגימה בסוגריים (ראו טבלה 1). התחנות מייצגות את כלל ההשפעות של מעלה הנחל עד לנקודת הדיגום.

2.2 עבודת מעבדה

דגימות חסרי החוליות מוינו, נספרו והוגדרו טקסונומית לרמה הנמוכה ביותר האפשרית על ידי צוות המלא"ק, ובסיוע מומחים ממוזיאון הטבע. נתונים אלו שימשו לחישוב מדדים ביולוגיים: עושר טקסונים, צפיפות פרטים וציון מגוון המינים. לשם הערכת המצב האקולוגי נעשה שימוש במדד רגישות חסרי חוליות לזיהום (ASPT-IL). ערכי המדד נעים בין 1 ל-10, כאשר ערכים נמוכים מעידים על הרכב מינים שיכולים להתקיים בתנאים של זיהום, בעוד שערכים גבוהים מעידים על מינים שזקוקים למים באיכות טובה. החלוקה המקובלת להערכת מצב בית הגידול על סמך ערכי המדד היא כדלקמן:

> 2 = זיהום כבד, 2.1-2.9 = זיהום בינוני, 3-4.4 = זיהום קל, 4.5-5.4 = איכות טובה, < 5.5 = איכות גבוהה.

3. תוצאות

3.1.1 מדדים כימיים-פיזיקליים

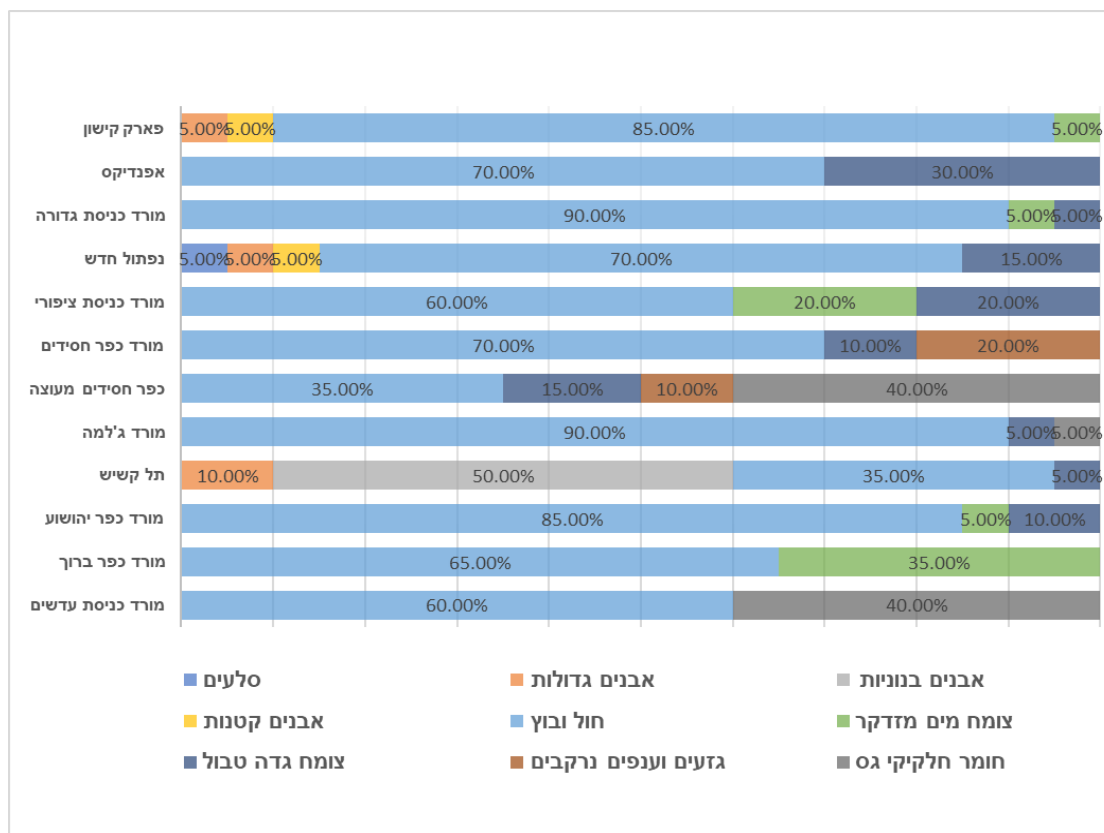
המדדים הלימנולוגיים הציגו שונות גבוהה בין תחנות מעלה הנחל ומורדו (טבלה 1). ניכרת ירידה עקבית בריכוז החמצן בתחנות המקטע העליון, ממורד כניסת נחל עדשים ועד לגשר ג'למה (11 – 5.5 מג"ל). בתחנות עמק זבולון (מקטע כפר חסידים) חלה עלייה בריכוז החמצן לערכים של כ- 7 מג"ל (כ- 80% רוויה). מגמה הפוכה נצפתה במקטע האסטואר כאשר ריכוז החמצן הנמוך ביותר נמדד בחלקו העליון של המקטע (בתחנות בזן והנפתול החדש) ועלה בהדרגה עם הקרבה לשפך הנחל באזור פארק הקישון. בנוסף קיים הבדל ניכר בטמפרטורת המים ובמוליכות החשמלית בין המקטע העליון ומקטע האסטואר, כאשר הטמפרטורה במקטע העליון הייתה נמוכה בכ- 5 מעלות בהשוואה לתחנות האסטואר, בעוד שהמוליכות החשמלית הייתה גבוהה בסדר גודל במקטע התחתון ביחס לתחנות המעלה. המוליכות החשמלית במקטעי מעלה הנחל מעידה על זרימה של מים מליחים (כ- 4200 $\mu\text{s}/\text{cm}$, במוצע טבלה 1).

טבלה 1: ערכי מדדים פיזיקו-כימיים בתחנות נחל הקישון (סתיו 2019).

אסטואר					עמק זבולון		מפער הקישון		עמק יזרעאל			מקטע
פארק קישון	אפנדיקס	מורד כניסת גדורה	נפתול חדש	בזן	מורד כפר חסידים	כפר חסידים (מעוזה)	מורד ג'למה	תל קשיש	מורד נהלל	מורד כניסת מגידו	מורד עדשים	מדד איכות מים / תחנה
1140	1139	1138	1137	1136	1135	1134	1133	1132	1131	1130	1129	מספר דגימה
13:00	12:15	11:40	10:45	10:00	15:00	08:00	09:30	11:00	12:30	08:15	09:45	שעה
35.02	35.02	35.04	35.05	35.05	35.06	35.08	35.09	35.11	35.12	35.17	35.22	נ.צ. (X)
32.8	32.8	32.8	32.78	32.79	32.71	32.74	32.73	32.69	32.68	32.64	32.62	נ.צ. (Y)
94	84.5	76.7	61.5	65.3	80.7	74.8	62.4	88	84.5	94.3	123.2	חמצן ברוויה (%)
6.36	5.6	5.4	4.4	4.7	7.03	6.67	5.57	7.88	7.42	8.77	11.1	ריכוז חמצן מומס (מג"ל)
26.4	25.7	25.4	25.4	24.7	21.3	20.3	20.6	20.4	21.4	17.8	19.6	טמפרטורת מים (מ"צ)
47650	48205	42230	39440	39021	4714	3799	4281	2606	3490	5256	5442	מוליכות חשמלית $\mu\text{s}/\text{cm}$
7.94	7.88	7.81	7.72	7.64	8.08	8.04	8.16	8.11	8.09	8.2	8.33	חומציות (pH)
0.59	0.61	0.39	0.98	0.95	0.8	1.25	0.39	1.09	0.52	0.65	0.67	ציין מגוון בתי הגידול

3.1.2 הרכב התשתית

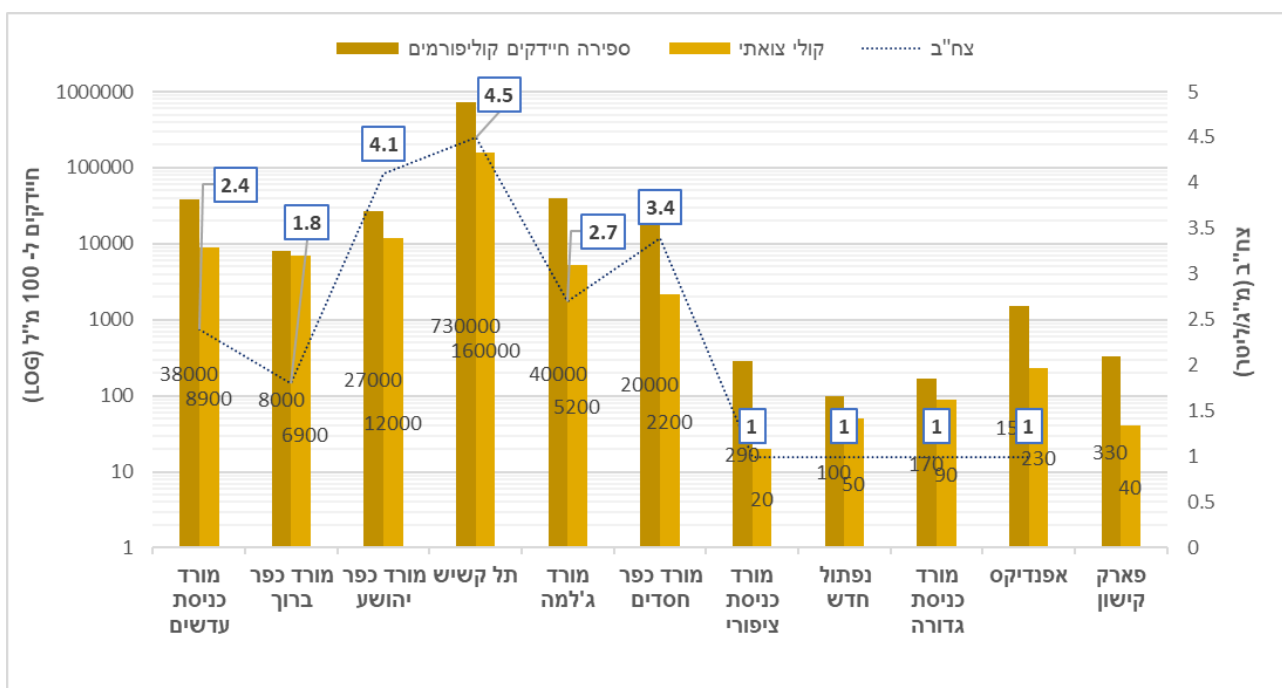
ערכי ציין מגוון הרכב בתי הגידול במקטע מעלה הנחל (טבלה 1) נע בין 1.25 (כפר חסידים מעוצה) ל- 0.39 (מורד ג'למה ומורד כניסת גדורה). רוב מקטעי הנחל שנבדקו, מאופיינים בהומוגניות יחסית של סוגי תשתית. סוג התשתית הנפוץ ביותר היה תשתית רכה - חול ובוצ (<60% איור 2). ראוי לציין את המקטעים כפר חסידים מעוצה ותל קשיש שנמצאו הטרוגניים יותר מבחינת סוג ואופי תשתית אשר בהם תשתית רכה של חול ובוצ היוותה כ- 35% מכלל סוגי התשתית במקטע שנבחן. מגוון בתי גידול נמוך נובע מדומינטיות של אחד מטיפוסי התשתית. כאשר איכות המים תקינה, מגוון נמוך של בתי גידול עלול לפגוע במימוש הפוטנציאל האקולוגי ושיפור במגוון המינים.



איור 2: התפלגות התשתית (% כיסוי) בתחנות הקישון, סתיו 2019.

3.1.3 מדדים בקטריאליים

מנתוני איכות המים עולה כי המקטע העליון (מורד כניסת עדשים – מורד כפר חסידים) סובל מזיהום בקטריאלי, הקשור ככול הנראה בהזרמה של עודפי קולחים. מעלה הנחל מאופיין בערכים גבוהים של חיידקי קוליפורם כללי וצואתי: < 2200 ו- < 8000 יחידות ב- 100 מ"ל בהתאמה (נתוני רשות הנחל), כאשר יעד איכות מים ע"פ התקן הסביבתי לנחל קישון הוא 400 ו-1000 יחידות ב- 100 מ"ל. הזיהום הבקטריאלי הגיע לשיא בתחנת תל קשיש (איור 3). רמות הזיהום הבקטריאלי ירדו אל מתחת לרמות התקן רק בתחנות האסטואר (בזן עד פארק קישון), ככול הנראה בשל מיהול עם מי הים. מעניין לציין כי על אף שנמצאו רמות חריגות של קוליפורמים במי הנחל, הערכים של החומר האורגני הזמין (כפי שעולה מנתוני הצח"ב – BOD) בכל התחנות, היו נמוכים מערכי הסף הסביבתי לאיכות מי נחל קישון, אשר נקבע על 10 מג"ל (איור 3, נתוני רשות נחל קישון).



איור 3: ריכוז חיידקים קוליפורמים כללי וצואתי (עמודות) וערך צריכת חמצן ביוכימית – צח"ב (קו) בתחנות מעלה הקישון, סתיו 2019. נתונים: רשות נחל קישון.

ריכוז גבוה של קוליפורמים הוא ציין חשוב לנוכחות זיהום אורגני במים. מקורם של חיידקי קולי צואתי הינו שפכים ביתיים (קולי כללי, יכול להימצא במים גם כתוצאה מזיהום ע"י בע"ח). נצפה לראות עליה בריכוז חיידקי קולי צואתי (וכן עליה בפעילות בקטריאלית- צח"ב) במים עשירים בחומר אורגני למשל, שפכים סניטריים. ניתן לראות כי בכל תחנות המעלה נמצאו רמות חריגות של חיידקי קוליפורם (איור 3). בלטה לרעה תחנת תל קשיש, בה עלה ריכוז החיידקים ל- 730,000 (160,000 קולי צואתי) ל- 100 מ"ל. תחנה זו גם קיבלה את ערך הצח"ב הגבוה ביותר 4.5 מג"ל/ליטר (איור 3, נתוני רשות נחל קישון). חריגה בשני ערכים אלו (ריכוז חיידקי קוליפורם וצח"ב) עשויה להעיד על כניסה של מים באיכות ירודה (זיהום) במקטע שבין כפר יהושע ותל קשיש.

3.2 ביולוגיה

במהלך הסקר הנוכחי נמצאו והוגדרו 46 טקסונים סך הכל של חסרי חוליות בכל תחנות הנחל. הטקסונים שנמצאו משתייכים ל-10 קבוצות טקסונומיות עיקריות: תולעים רב-זיפיות, עלוקות, רכיכות, סרטנים, בריומאים, שפיראים, פשפשאים, שעירי כנף, זבובאים וחיפושיות (נספח 2). הקבוצות העשירות ביותר בטקסונים היו זבובאים עם 14 נציגים סרטנים עם 10 ושפיראים עם 9 נציגים. עושר הטקסונים ממורד כניסת עדשים ועד לפארק קישון נע בין 3 ל-20 וצפיפות הפרטים נעה בין 6 ל-4,800 פרטים למ"ר. הבדלים משמעותיים ניכרו בהרכב החברה בין התחנות, בעיקר בין המעלה ה"מתוק" וה"אסטואר המלוח".

טבלה 2: עושר הטקסונים, צפיפות הפרטים (מספר/מ"ר), ציין מגוון המינים צייני הרגישות לזיהום אורגני (ASPT-IL) ורמת הזיהום בתחנות הניטור (תחנות המעלה).

עמק זבולון		מפער הקישון		עמק יזרעאל			תחנה מדד ביולוגי
מורד כפר חסידים	כפר חסידים מעוצה	גשר ג'למה	תל קשיש	מורד כניסת בית לחם (כפר יהושע)	מורד כניסת מגידו (כפר ברוך)	מורד כניסת עדשים	
4872	4216	964	1631	652	1153	3046	צפיפות פרטים (מספר / מ"ר)
12	12	17	12	14	19	14	עושר טקסונים
0.51	0.37	1.35	0.54	1.52	1.68	1.18	מגוון הטקסונים (H')
3.0	3.1	3.0	3.1	3.2	3.3	2.6	ASPT-IL
זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום בינוני	רמת זיהום

מעלה הנחל

תחנות מקטע עמק יזרעאל (מורד כניסת עדשים, מורד כפר ברוך ומורד כפר יהושע) מייצגות את מקטע הנחל המנקז את חלקו המערבי של העמק. מקטעים אלו מאופיינים בזרימת קיץ מועטה וזרימה חורפית שיטפונות, והשפעה ניכרת של החקלאות האינטנסיבית בעמק. בשלושת תחנות המעלה יחד נמצאו 30 טקסונים שונים המהווים 65% מכלל הטקסונים שנדגמו בסקר כולו. טקסונים אלו משתייכים ל-8 קבוצות שונות: עלוקות (1), חלזונות (3), סרטנים (2), בריומאים (3), שפיראים (7), פשפשאים (2), זבובאים (9) וחיפושיות (3). הקבוצה המגוונת ביותר בטקסונים הייתה הזבובאים (Diptera) עם 9 נציגים סך הכל (נספח 2). מבין אלו נמצאו 11 טקסונים ייחודיים למקטע, בהם החילזון המימי מגדלית הנחלים (*Melanoides tuberculata*), זחלים משלושה טקסונים של שפיריות: הסוג סִרְן (*Anax sp.*), והמינים גִינְיִית אַרְגָּמָן (*Trithemis annulata*) ורחופית כְּחֵלָה (*Orthetrum sp.*) וכן שני סוגים של בריומאים ממשפחת ה- Baetidae (*Baetis sp.* - *Cloeon sp.*).

שני המקטעים הבאים הם מפער הקישון ועמק זבולון המיוצגים על ידי התחנות תל קשיש, מורד ג'למה, כפר חסידים מעוצה ומורד כפר חסידים. אופי התשתית במפער הקישון מוכתב על ידי הגיאולוגיה, שימושי הקרקע, והיצרות האפיק בין רכס הכרמל לרכס גבעות אלונים-שפרעם. מקטע הקישון העובר בעמק זבולון מאופיין בחקלאות אינטנסיבית צמודת גדה ובצומח גדות עשיר של אשלים וקנה בשילוב של איקליפטוסים. המורכבות המבנית במקטעים אלו זה גבוהה יחסית, והיא כוללת אבנים, בוץ וצומח מים וגדה מגוונים. במסגרת הסקר הנוכחי, נמצאו 9 טקסונים ייחודיים ובניהם צדפות מהמין סלסילה חופית (*Corbicula consobrina*), שני טקסונים של שפיריות מהסוגים חֲנִיתִית (*Coenagrion sp.*) ורְמָחִית (*Pseudagrion sp.*). וכן זחלים של שעירי כנף מהסוג *Hydroptila*.

מקטע תחתון (אסטואר)

המקטע התחתון של הקישון (האסטואר) מיוצג בניטור זה על ידי 5 תחנות: בזן, הנפתול החדש, מורד כניסת גדורה (אקליפטוס), פארק קישון והאפנדיקס. בקטע זה מתקיים מפגש בין מי הנחל המתוקים הזורמים מהמעלה ומי הים החודרים לכיוון היבשה. כתוצאה ממפגש זה חל שינוי בכמות והרכב היונים במים הכולל שמתקרבים לשפך הקישון אל הים. בנוסף לכך, המקטע התחתון מושפע מזה עשרות שנים מזיהום תעשייתי, עירוני וחקלאי. חתך הערוץ עמוק, שיפועי הגדה החדים, והשינויים התכופים במפלס המים יחד עם המליחות הגבוהה, מגבילים באופן משמעותי את יכולתם של חסרי חוליות של מים מתוקים (בעיקר חרקים) להתבסס במקטע זה.

בקטע האסטואר נמצאו סה"כ 12 טקסונים של חסרי חוליות (נספח 2), השייכים ל-3 קבוצות טקסונומיות (טבלה 3): נציג אחד מתת המחלקה תולעים רב זיפיות (Polychaeta), שלושה נציגים מסדרת הזבובאים (Diptera) ושמונה

נציגים של סרטנאים (Crustacea). כמו כן מספרם של הפרטים היה נמוך (פחות מ-100 פרטים למ"ר) ביחס לצפיפות הפרטים בתחנות מעלה הקישון. מקטע האסטואר בכלל מאופיין במיעוט של חרקים ובדומיננטיות של סרטנים ותולעים ממקור ימי, אשר חלקם מינים פולשים כמו הסרטן הירוד *Monocorophium insidiosum*, סרטן קצר בטן - שייט הכחול (Callinectes), סרטן ארוך בטן - *Penaeus aztecus*, ותולעת רב-זיפית מהסוג *Pseudopolydora sp.* למקטע זה לא חושב ציין ASPT-IL היות ואין בשלב זה מידע מספק על רגישותם של מינים ימיים לזיהום. ניתוח מפורט של הרכב החברה במקטע זה מובא בהמשך.

טבלה 3: עושר הטקסונים, צפיפות הפרטים (מספר פרטים למ"ר), ציין מגוון המינים בתחנות הניטור (תחנות מורד).

אסטואר					מדד ביולוגי / תחנה
פארק קישון	אפנדיקס	מורד כניסת גדורה (אקליפטוס)	נפתול חדש	בזן	
6	27	6	24	81	צפיפות (מס' פרטים למ"ר)
3	6	4	5	4	עושר טקסונים
0.74	1.25	1.26	0.86	0.54	מגוון הטקסונים

4. סיכום מצב אקולוגי – סתיו 2019

ממצאי הסקר מצביעים על מגמה מעורבת במצבו האקולוגי של נחל הקישון (איור 4). ברוב המקרים עושר הטקסונים בסקר הנוכחי היה נמוך יותר ביחס לממצאי סקר סתיו 2018. רק שני מקטעים (בזן ומורד ג'למה) הצביעו על עליה ביחס לסתיו 2018. תמונה דומה מתקבלת מהשוואת נתוני מגוון הטקסונים (מעלה הנחל – טבלה 2, מורד הנח טבלה 3), ציין זה נמצא נמוך ביחס לממצאי סקרי עבר בתקופות דומות (סתיו 2016-2018) ברוב תחנות המעלה, למעט מקטע מורד ג'למה בו ציין מגוון הטקסונים בסקר הנוכחי היה מעט גבוה מזה שחושב בשנים עברו. צפיפות הפרטים בסקר הנוכחי הייתה נמוכה יותר ברוב תחנות הסקר ביחס לסקר סתיו 2018 למעט בשני מקטעים: תל קשיש ומורד כפר חסידים בהם צפיפות הפרטים כפי שחושבה בסקר זה הייתה גבוהה מצפיפותם בסתיו 2018 (איור 4). העדרם של בריומאים בתחנות המפער מעידה על תנאים בלתי נאותים לקבוצה רגישה זו, ייתכן שבשל זיהום. עם זאת במספר תחנות נמצאו זחלים של שעירי כנף מהסוג *Hydroptila*, אשר מוכרים כרגישים לזיהום. בית הגידול המועדף על בריומאים אלו הם אצות חוטיות, אשר עשויות לספק תנאים מתאימים גם באיכות מים ירודה. קבוצה דומיננטית נוספת היא סרטני השטצד מהסוג *Echinogammarus* שנמצאו במספרים גדולים (מאות ואלפי פרטים) החל ממורד כניסת נהלל ועד כפר חסידים. סרטנים אלו משתייכים לקבוצה של חסרי חוליות עמידים למליחות ומסיבה זו ניתן למצאם אף בתחנות האסטואר העליונות בקישון ובירקון.

ציין ASPT-IL – מקטע מעלה

המצב האקולוגי בבית הגידול כפי שבא לידי ביטוי בערכי ציין ה- ASPT-IL מראים שיפור מסוים עם ההתקדמות למורד הנחל, מערכים של 2.6 המאפיינים חברת חסרי חוליות המתקיימת בתנאים של "זיהום בינוני" ועד להרכב של חסרי חוליות מעט יותר רגישים, המאפיינים תנאים של "זיהום קל", הנובע מזיהום בקולחים מטוהרים או נגר חקלאי (טבלה 2).

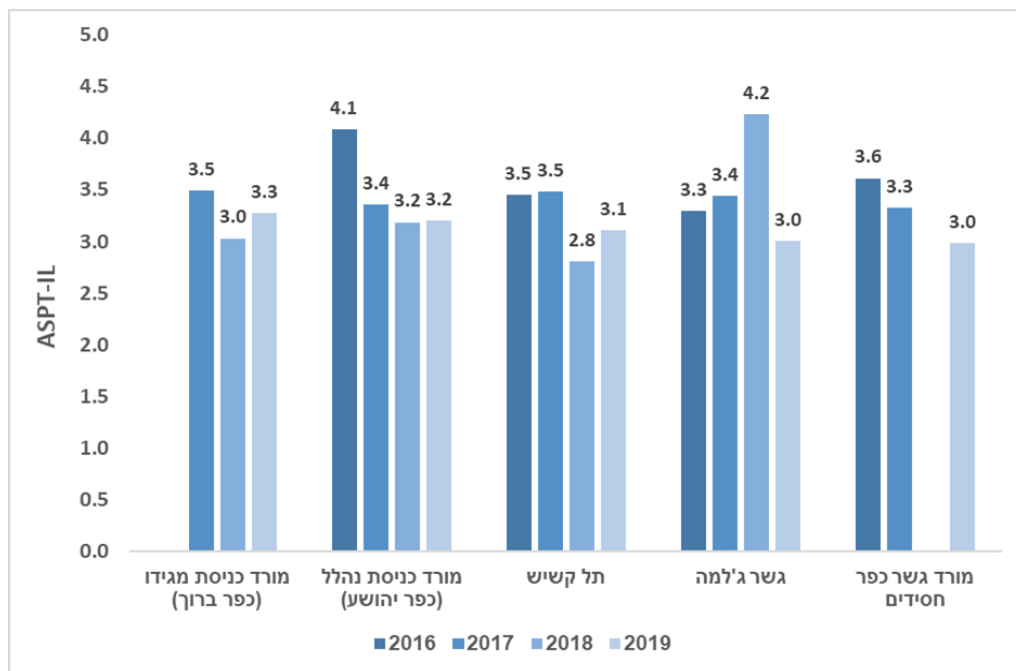
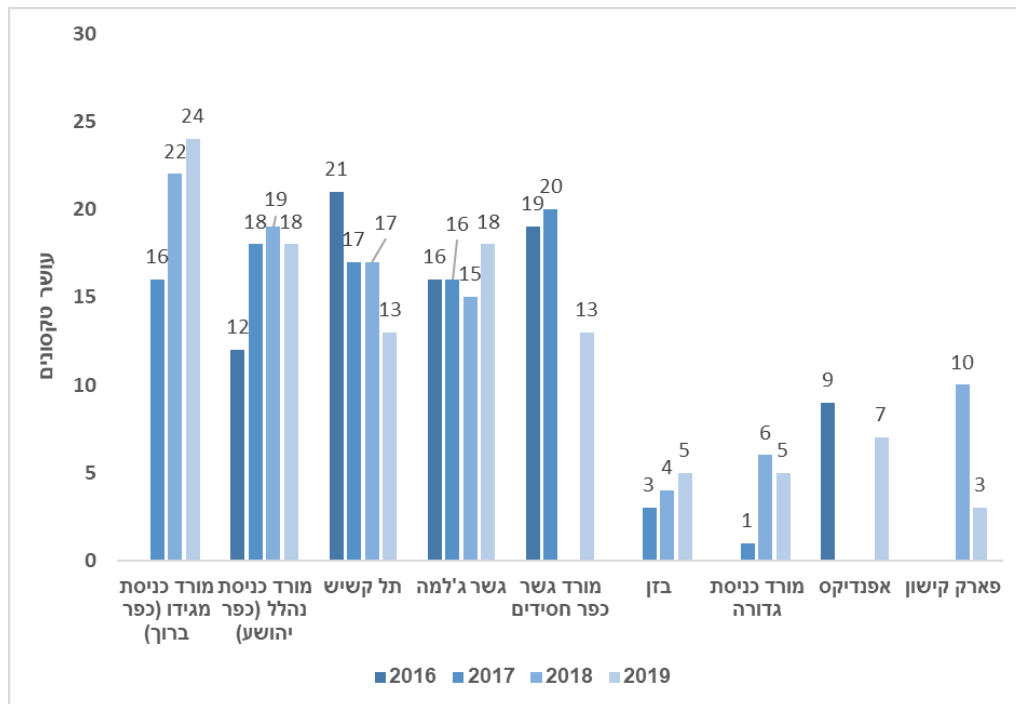
השוואה רב-שנתית: 2016-2019

השוואה זו מתבסס על שני מדדים ביוטיים פשוטים יחסית: עושר הטקסונים ומדד רגישות משפחות לזיהום. המדד הראשון מייצג את סך כל הטקסונים (מינים, סוגים או משפחות) שנכחו בתחנה נתונה בעת הדיגום. ככלל, מספר הטקסונים משקף תנאים טובים יותר ושפע של בתי גידול המסוגלים לתמוך בחברה מגוונת ועשירה. זיהום או השפעות כמו סדימנטציה, יביאו לאורך זמן לירידה בעושר הטקסונים. לשם השוואה זו נעשה שימוש בעושר הטקסונים הגולמי (ללא צמצום טקסונומי המתבצע לצרכים סטטיסטיים). מסיבה זו קיים הבדל במספר המוצג בטבלה 2 ובערך הטקסונומי שבאיור 4. המדד השני מבוסס על רגישות של טקסונים ממשפחות שונות לזיהום: חלק ממשפחות אלו כמו זחלי ימשושים ידועים כעמידים להשפעות זיהום אורגני, בעוד אחרים, כמו שעירי כנף ובריומאים, רגישים במידה גבוהה ולא ימצאו בנחלים בהם רמת הזיהום גבוהה.

מהשוואת ערכי המדדים הביוטיים בתקופת הסתיו ניתן לראות כי בין השנים 2016 – 2018 חלה עלייה הדרגתית בעושר הטקסונים בכל תחנות הנחל (איור 4). עלייה זו הייתה בולטת במיוחד בתחנות שלאורך עמק יזרעאל (כפר ברוך - מורד נחל מגידו, כפר יהושע - מורד נחל נהלל). עליה מתונה נצפתה גם בחלק מתחנות האסטואר. לעומת זאת תחנות המפער הציגו מגמה הפוכה - בעוד שבתחנת גשר ג'למה עושר הטקסונומי עלה מעט, בתחנת תל קשיש המגמה הייתה הפוכה ועושר הטקסונומי בסתיו 2019 היה כמחצית מערכו ב- 2016 (21 ל- 13 טקסונים).

לעומת זאת, מצבו האקולוגי של נחל קישון כפי שמשקף ממדד ה- ASPT-IL מעיד על יציבות ועומד על ערך ממוצע של 3.5. ערך זה תואם לנחלים המושפעים מ"זיהום קל – בינוני" ומתאים גם לערכי הצח"ב וקוליפורמים המוכרים

מהקישון. המשך הזרמות בלתי מפוקחות של שפכים, קולחים ומי מאגרים אל הקישון, מהווה חסם בפני שיקום הנחל למצב "טוב". הרכב המינים המקומי בקישון תואם את המוכר באזור ולא מן הנמנע כי שיפור באיכות המים יחד עם הקצאת מי מקור באיכות גבוהה, יסייעו לשיפור המצב וחסרת חלק מהמינים הרגישים לחיות במימי הקישון. חשוב לציין כי איכות המים אינה הגורם היחיד המשפיע על חברת מאכלסי המים. הרכב בתי הגידול, זיהומים אקראיים, שטיפה של חומרי הדברה חקלאיים והמליחות, תורמים אף הם לשינויים במבנה והרכב חברת חסרי החוליות. מבנה ואופי גדות הנחל, עשוי אף הוא לשחק תפקיד משמעותי.



איור 4: עושר טקסונים של חוליות ומדד רגישות חסרי חוליות לזיהום (ASPT-IL) בתחנות הקישון בתקופת הסתיו בין השנים 2016 – 2019.

5. בחינת השפעות של מופע גדה על מצבו האקולוגי של הנחל

לגדות נחלים תפקיד חשוב והשפעה רבה - ישירה ועקיפה על חברת החח"ג בנחל. במסגרת הסקר הנוכחי נאספו דגימות משני מקטעים לאורך אפיק הקישון: אתר אחד, במעלה האסטואר ואתר שני במעלה הקישון, מקטע כפר חסידים. בכל מקטע נאספו 2 דגימות משתי תחנות סמוכות הנמצאות תחת אותם תנאים של איכות מים, אך בעלי מופע גדה שונה.

מקטע בזן – מעלה אסטואר

במקטע העליון של האסטואר נדגמו שתי תחנות: (#1136) וקישון- נפתול חדש (#1137). הראשונה מייצגת תחנה בעלת גדה מלאכותית, חתך ערוץ עמוק ושיפועי גדה חדים. תחנת הנפתול החדש מייצגת תחנה בעלת מופע גדה טבעי יותר, חתך ערוץ ושיפועי הגדה מתונים יותר. התחנות נמצאות כ-250 מטרים האחת מהשנייה. מכון שאיכות המים והרכב היונים של המים בתחנות אלו דומים (טבלאות 1, 4). ניתן לשער כי הבדלים במאפייני אסופת החח"ג ככול שיתגלו, יהיו קשורים להבדלים באופי ומבנה התשתית, המושפעת בין היתר, גם מצורת חתך הערוץ ומבנה שיפועי הגדה.

טבלה 4: מבחר מאפיינים מבניים, מאפייני איכות מים וציינים בתחנות נפתול חדש ובזן ובתחנות כפר חסידים מעוצה ומורד כפר חסידים *נתוני רשות נחל קישון. ציין ה-ASPT לא חושב לתחנות המורד.

אסטואר		עמק זבולון		תחנה מדד אקולוגי
נפתול חדש	בזן	מורד כפר חסידים	כפר חסידים מעוצה	
1137	1136	1135	1134	
30	45	3	2.5	רוחב אפיק (מ')
1	1.5	1	1	עומק מים הנדגם (מ')
0.7	0.8	-	3.4	צח"ב* (מג"ל)
100	290	-	20000	ספירה חיידקים קוליפורמים* (מס' תאים תחיליים ב-100 מ"ל)
50	20	-	2200	Fecal coliforms* (מס' תאים תחיליים ב-100 מ"ל)
5.73	4.96	-	18.67	*חנקן כללי
<0.05	<0.05	-	<0.05	*NH3 (מג"ל)
0.133	0.128	-	0.012	*ניטריט (מג"ל)
1.89	1.94	-	15.05	*ניטראט (מג"ל)
0.12	0.11	-	0.52	*P - זרחן (מג"ל)
3.71	2.89	-	3.61	*חנקן קילדהל (מג"ל)
24	80.8	4862	4213	צפיפות (מס' פרטים למ"ר)
5	4	12	12	עושר טקסונים

0.86	0.54	0.37	0.51	מגוון הטקסונים
n.a.	n.a.	4.5	4.3	ASPT-IL

עמק זבולון		מפער הקישון		עמק יזרעאל			תחנה מדד ביולוגי
מורד כפר חסידיים	כפר חסידיים מעוצה	גשר ג'למה	תל קשיש	מורד כניסת בית לחם (כפר יהושע)	מורד כניסת (כפר ברוך)	מורד כניסת עדשים	
4872	4216	964	1631	652	1153	3046	צפיפות פרטים (מספר / מ"ר)
12	12	17	12	14	19	14	עושר טקסונים
0.51	0.37	1.35	0.54	1.52	1.68	1.18	מגוון הטקסונים (H')
3.0	3.1	3.0	3.1	3.2	3.3	2.6	ASPT-IL
זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום קל	זיהום בינוני	רמת זיהום

בשתי תחנות המקטע נמצאו 7 טקסונים השייכים לשלוש קבוצות טקסונומיות (בסוגריים מספר הטקסונים מכל קבוצה): תולעים רב זיפיות (1), סרטנאים (4) וזבובאים (2). מתוכם, שני טקסונים משותפים שנמצאו בשתי התחנות: תולעת רב זיפית מהסוג *Pseudopolydora* וסרטן מהסוג *Callinectes* (סדרת מעשירי רגל). שני טקסונים ייחודיים נמצאו רק בתחנת בזן, שניהם סרטנאים: חיסלון ימי מסדרת מעשירי רגל השייך למשפחה Atyidae וסרטן מהסוג שטצד (*Echinogammarus sp.*). בתחנת הנפתול החדש, נמצאו שני טקסונים (סוגים) שלא נמצאו במקטעים אחרים: זחלים של יבחוש מהסוג *Dasyhelea sp.* ופרט בודד של סרטן מהסוג *Orchestra* (סדרת השטצדאים), המאפיין בתי גידול מליחים בשפכי נחלים לים. סרטן זה מוכר בעבר מנחל הקישון והפרט היחיד שנמצא בתחנה זו אינו מעיד על תוספת חדשה לנחל הקישון.

עושר וציין מגוון הטקסונים נמצאו נמוכים, אך דומים בשתי התחנות (טבלה 4). לעומת שני ציינים אלו, צפיפות הפרטים בתחנת בזן הייתה גבוהה יותר (למעלה מפי 3) ביחס לתחנת "נפתול חדש". יש לציין, כי רוב הפרטים (>85%) שנמצאו בתחנת בזן, מקורם בסוג *Echinogammarus sp.*, טקסון זה נמצא בצפיפות גבוהה (למעלה מ-700 פרטים למ"ר) בדיגומי עבר במקטע נחל זה (2016-2019) וגם בתחנות המעלה נכחו השטצדים בצפיפות גבוהה. למרות ההבדל בצפיפות הפרטים, לא נצפה הבדל משמעותי מבחינת הרכב אסופת הח"ג בין שתי התחנות שנבחנו.

מקטע כפר חסידים- השפעת אופי צומח הגדה על חברת החח"ג

במקטע הנחל החוצה את עמק זבולון (אזור כפר חסידים) נדגמו שתי תחנות: קישון חסידים מעוצה (1134#) וקישון מורד כפר חסידים (1135#). הראשונה מייצגת מקטע נחל הזורם בין שתי גדות בהן כיסוי כמעט מלא של צומח מעוצה (בעיקר מיני אקליפטוס ואשלים) היוצרים צל צמרות רציף לאורך רוב המקטע (תמונות מייצגות בנספח 4). נוכחות מסיבית של צומח גדה מעוצה עשויה להשפיע על הנחל במספר אופנים, שלעיתים אף מנוגדים בהשפעתם. אופי צומח הגדה עשוי להיות בעל השפעה דו כיוונית, מחד גיסא, השפעה לרעה (השלכות ישירות ועקיפות של צל צמרות העצים) ו/או דרך תרומה של חומר אורגני מאיכות ירודה הנכנס לנחל. ומאידך גיסא, השפעה לטובה מבחינת ייצוב גדות וויסות מסוים של כניסת סחף לגוף המים. תחנת מורד כפר חסידים מייצגת תחנה בעלת מופע גדה חשוף, שתי גדות הנחל טופלו במסגרת פרויקט דילול אשלים והדברת מינים פולשים (רשות נחל קישון) מצב המאפשר למקטע הנחל, חשיפה מקסימלית לקרינת השמש (תמונות מייצגות בנספח 4). מכיוון ששתי תחנות אלו נמצאות באותו מקטע נחל ובסמיכות גאוגרפית יחסית (כ-2.5 ק"מ אחת מהשנייה) ובשל דמיון במדדי איכות מים בתחנות אלו (טבלה 3), ניתן לשער כי תחת תנאי איכות מים דומים, הבדלים במאפייני אסופת החח"ג ככל שיתגלו, יהיו קשורים להבדלים באופי, מבנה, סוג ועוצמת האינטנסיביות של הטיפול בצומח הגדה.

בשתי התחנות המייצגות את מקטע הנחל החוצה את עמק זבולון, נמצאו 16 טקסונים השייכים לשמונה קבוצות טקסונומיות (נספח 2): עלוקות (1), חלזונות (1), סרטנאים (2), שפיראים (4), פשפשאים ושעירי כנף (1), זבובאים (5) וחיפושיות (1). מחצית מתוכם, הם טקסונים משותפים שנמצאו בשתי התחנות. שמונת הטקסונים הנותרים הינם טקסונים ייחודיים לתחנה (ארבע הטקסונים ייחודיים לכל תחנה, נספח 2). עושר הטקסונים וצפיפות הפרטים בשתי התחנות נמצאו דומים (טבלה 4). ציין מגוון הטקסונים בשתי התחנות היה נמוך אם כי מעט גבוה יותר בתחנת מורד כפר חסידים ($H' = 0.37$ ו- 0.51). ציין ה-ASPT-IL שחושב עבור שתי התחנות היה דומה, אם כי מעט גבוה יותר בתחנת כפר חסידים מעוצה, הבדל זה (4.3 ו-4.5) אינו משמעותי לכשעצמו, אך דיי בו בכדי להעביר את איכות המים בתחנה זו מרמה של זיהום קל לרמה של איכות טובה. על סמך תוצאות דיגום זה ניתן לומר כי למרות הבדלים מסוים בין אסופות החח"ג בשתי תחנות אלו, בשלב זה, אין מספיק נתונים שיצביעו על מגמה ברורה ויאפשרו בחינה של הקשר בין אופי צומח הגדה למצבו האקולוגי של הנחל. מומלץ המשך מעקב אחר התבססות והתפתחות חבורת החח"ג במקטע זה.

נספח 1: צילומים



תמונות מאתרי הדיגום קישון סתיו 2019. 1. פארק קישון. 2. אפנדיקס. 3. מורד גדורה (אקליפטוס). 4. בזן. 5. נפתול חדש. 6. מורד כפר חסידים. 7. כפר חסידים מעוצה. 8. מורד ג'למה; 9. תל קשיש. 10. מורד כפר יהושע. 11. מורד מגידו. 12. מורד כניסת עדשים.

נספח 2: טקסונים של חסרי חוליות (צפיפות פרטים במ"ר) בתחנות הסקר בקישון סתיו 2019. קיצור שמות: POL - רב-זיפיות, HIR - עלוקות, GAS - חלזנות, BIV - צדפות, CRU - סרטנאים, EPH - בריומאים, ODO - שפיראים, HET - פשפשאים, TRI - שעירי כנף, DIP - זבובאים, COL - חיפושיות.

מקטע	יזרעאל עמק			הקישון מפרע		זבולון עמק		אסטוואר						
	תחנה	מורד כניסת ערשים	מורד כניסת מגידו	מורד כניסת נהלל	תל קשיש	מורד גלמה	כפר חסידים מעוזה	כפר חסידים	בין	נפתול חדש	כניסת מורד חזרה (אקליפטוס)	אפדיקס	פארק קישון	
Order	Family	Taxa / sample number	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140
POL	Spionidae	<i>Pseudopolydora sp.</i>								8	1.6	2.4	2.4	
HIR	Glossiphoniidae	<i>Helobdella confifera</i>			1.6			3.2						
GAS	Thiaridae [Melanoides]	<i>Melanoides tuberculata</i>			28.8									
	Physidae	<i>Physella sp.</i>	5.6	3.2		3.2	6.4							
	Cochliopidae [Pyrgophorus]	<i>Pyrgophorus sp.</i>		3.2			9.6	169.6	3.2					
BIV	Corbiculidae	<i>Corbicula consobrina</i>				0.8								
CRU	Atyidae	Atyidae Gen. sp.								0.8				
	Corophiidae	<i>Monocorophium insidiosum</i>									0.8	2.4	4.8	
	Gammaridae	<i>Echinogammarus sp.</i>			212.8	1424	614.4	3888	4278.4	68.8				
	Maeridae	Maeridae Gen. sp.												0.8
	Palaemonidae	<i>Palaemon longirostris</i>												0.8
	Penaeidae	<i>Penaeus aztecus</i>										0.8	16	
	Portunidae	Callinectes sp.								3.2	1.6	2.4	4.8	
Potamidae	<i>Potamon potamios</i>	0.8	1.6		2.4			6.4						
	Talitridae	<i>Orchestia sp.</i>								0.8				
EPH	Baetidae	Baetidae Gen. sp.		6.4										
	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>			4									
	Baetidae	<i>Cloeon sp.</i>	57.6		2.2									
ODO	Aeshnidae	<i>Anax sp.</i>	12.8											
	Coenagrionidae	<i>Coenagrion sp.</i>					1							
	Coenagrionidae	<i>Erythromma sp.</i>		24.17		0.8								
	Coenagrionidae	<i>Ischnura sp.</i>	96	30.2	14.4				0.8					
	Coenagrionidae	<i>Pseudagrion sp.</i>				9.6	35	15.2	25.6					
	Libellulidae	<i>Brachythemis impartita</i>	28.8	3.2			1.6	0.8						
	Libellulidae	<i>Orthetrum chrysostigma</i>	12.8	4	3.2									
	Libellulidae	<i>Trithemis annulata</i>		54.4										
	Platycnemididae	<i>Platycnemis sp.</i>		25.6		16	48	108.8	70.4					
HET	Gerridae	Gerridae Gen. sp.		0.8		0.8	0.8	0.8	0.8					
	Corixidae	<i>Micronecta sp.</i>	176	12.8	4.8	6.4	14.4							
TRI	Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>						3.2	9.6					
DIP	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae Gen. sp.			1.6						18.4			
	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea sp.</i>												
	Chironomidae	Chironominae Gen. sp.				121.6								
	Chironomidae	Orthocladiinae/Diamesinae Gen. sp.		41.6	219.2	41.6	9.6	6.4	86.4					
	Chironomidae [Chironomini]	Chironomini Gen. sp.	2025.6	457.6	121.6		144	6.4	374.4					
	Chironomidae [Chironomini]	<i>Chironomus sp.</i>	102.4				40							
	Chironomidae [Tanypodinae]	Tanypodinae Gen. sp.	467.2	396.8	54.4		1.6							
	Culicidae	Culicinae Gen. sp.			0.8									
	Dolichopodidae	Dolichopodidae Gen. sp.					4.8	0.8		1.6			0.8	
	Limoniidae	Limoniidae Gen. sp.		9.6										
	Muscidae	Muscidae Gen. sp.											0.8	
	Psychodidae	Psychodinae Gen. sp.					3.2							
	Simuliidae	Simuliidae Gen. sp.			1.6									
Tabanidae	<i>Chrysops sp.</i>	9.6	32		0.8	25.6		3.2						
	Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>						9.6						
COL	Hydrophilidae	<i>Helochaers sp.</i>	9.6						3.2					
	Hydrophilidae	<i>Laccobius sp.</i>		3.2			1.6							
	Spercheidae	<i>Spercheus cerisyi</i>	7.2		1.6									
			14	19	14	12	17	12	12	4	5	4	6	3
11	36	49	3012	1139	644	1628	962	4213	4862	81	24	6	27	6

נספח 3: ריכוז נתוני איכות מים (רשות נחל קישון) בתחנות מעלה בקישון.

עמק יזרעאל				עמק זבולון ומפער הקישון				רכיב (ריכוז)
ממוצע	מורד כניסת עדשים	מורד כניסת מגידו (מורד כפר ברוך)	מורד כניסת נהלל (מורד כפר יהושע)	ממוצע	תל קשיש	גשר ג'למה	מורד כפר חסידיים	
2.8	2.4	1.8	4.1	3.5	4.5	2.7	3.4	צח"ב
24333	38,000	8,000	27,000	263,333	730,000	40,000	20,000	חיידקים קוליפורמים
9267	8,900	6,900	12,000	55,800	160,000	5,200	2,200	קולי צואתי
21.43	21.55	21.61	21.13	18.71	18.74	18.71	18.67	Nחנקן כללי מחושב כ-

שגיאה! קישור לא חוקי.

נספח 4: צילומי חסרי חוליות



שפירית מהסוג דקרית אדומת עין (*Erythromma viridulum*) . מורד כפר חסידים 28.10.2019. למרות נוכחות בוגרים, לא נמצאו זחלים ממין זה במקטע הנחל של מורד כפר חסידים.



סרטן הנחלים (*Potamon potamios*) מורד כניסת עדשים 30.10.2019



מקטע כפר חסידים: למעלה מקטע נחל מוצל, תחנת חסידים מעוצה, למטה מקטע נחל בחשיפה מקסימלית לקרינת שמש, תחנת מורד כפר חסידים לאחר כיסוח גדות.