



נחל הקישון

ניטור הידרו-ביולוגי - אביב 2016



ספטמבר 2016

אלדד אלרון - אקולוגיה וסביבה
רח' השדרה 11, ת.ד. 53, צופית 44925
eldi.elron@gmail.com
טל: 09-7603212 נייד: 054-3300890

שם הקובץ : ניטור ביולוגי בנחל הקישון
גרסא : 1
תאריך : 23/09/2016

ניטור ביולוגי בנחל קישון - אביב 2016

ריכוז, כתיבה ועריכה: ד"ר אלדד אלרון

עבודת שדה: ד"ר אלדד אלרון, יונתן שביט, אלון בן מאיר

העבודה הוזמנה ע"י: רשות נחל קישון

אלרון אקולוגיה וסביבה

כתובת: השדרה 11, צופית 42504

טלפון: 09-7603212

נייד: 054-3300890

דוא"ל: eldi.elron@gmail.com

תוכן:

4	תודות
5	תקציר
8	1 רקע
8	2 צוות הדיגום
8	3 שיטות העבודה
8	3.1 תחנות הדיגום
8	3.2 אפיון איכות מים
9	3.3 אפיון ביולוגי
9	3.4 הערכת המצב האקולוגי של הנחל
12	4 תוצאות ודיון
12	4.1 תחנות מעלה הנחל
18	4.2 תחנות מורד הנחל
20	4.3 אפיון לימנולוגי
24	4.4 חברת חסרי חוליות גדולים (חח"ג)
31	4.5 מצב הנחל - מדדים ביולוגים
34	4.6 המלצות
36	5 מקורות ספרות
38	6 אודות המסמך

תודות

תודתנו לשרון ניסים על הסיוע בהוצאת הניטור בנחל לפועל, ליונתן שביט ואלון בן מאיר על העזרה הרבה במהלך הדיגום, העברת נתוני איכות המים, המענה לשאלות שהתעוררו בעת כתיבת הדו"ח וההערות המועילות.

אנו מודים להנק מיניס מהמוזיאון לאוספי הטבע באוניברסיטת תל אביב ולזוהר ינאי ולירון גורן מהמחלקה לזואולוגיה באוניברסיטת תל אביב על הסיוע בהגדרת חסרי החוליות.



תקציר

1. בתאריך 09.05.16 בוצע ניטור ביולוגי בנחל קישון על פי הזמנת רשות נחל קישון ב-7 תחנות נבחרות, מקטע "כפר יהושע" במעלה הנחל ועד לקטע "יוליוס סימון" במורד.
2. כשבוע לפני הניטור התחדשה ההזרמה המכוונת של מי מערכת אל הקישון מאזור תעלת המוביל הארצי במסגרת יישום תכנית המים לנחל הקישון.
3. המוליכות החשמלית שנמדדה בדיגום הנוכחי בתחנות המעלה נעה בין 4480-4880 מיקרוסימנס/ס"מ. בהשוואה לתוצאות המוליכות שנמדדו בחודש מאי בשנים 2008-2016, ההזרמה המכוונת גרמה לירידה קטנה בלבד במליחות מי הנחל. מאידך, בניטור שבוצע באוקטובר 2015 ההזרמה החלה כבר בחודש אוגוסט והמוליכות החשמלית שנמדדה בתחנות המעלה הייתה נמוכה הרבה יותר (2760-2900 מיקרוסימנס). הסיבות להבדלים במליחות קשורות ככל הנראה להבדל בעוצמת הספיקה של ההזרמה, כמו גם לתרומת זרימות הבסיס מהיובלים העיקריים של הקישון המשפיעים על רמת המליחות בנחל.
4. בחינה של התוצאות לאורך השנים מצביעה על מליחות גבוהה יותר בתחנות "כפר יהושע" ו"מורד תל קשיש" וירידה במליחות מי הנחל מתחנת "גשר ג'למה" ועד אזור "גשר כפר חסידים" ובריכות נשר. תופעה זו של גרדיאנט מליחות בולטת בניטורים שנערכים בתקופת האביב ואילו בניטורי הסתיו היא מטשטשת ונעלמת. עיקר ההשפעה נתרמת מכניסה של מי תהום דרך מצע הנחל מאקוויפר הכרמל המזרחי ומי תהום שעונים.
5. ריכוזי החמצן המומס שנמדדו בתחנות המעלה היו ממוצעים ונעו בין 5.2 - 8.4 מ"ג/ליטר (55% - 97% רוויה). תוצאות אלה אינם יוצאות דופן ודומות לערכים שהתקבלו במרבית הניטורים הקודמים בשנים האחרונות במהלך שעות הבוקר, בחלק זה של הקישון. ריכוז הכלורופיל בתחנת "המחצבה", שמייצגת את חלקו המרכזי של מעלה הנחל, עמד על 24 מק"ג/ל. זהו ריכוז נמוך יחסית בהשוואה לשני הניטורים האחרונים שהתבצעו באביב.
6. ריכוז החומר האורגני הפריק ביולוגית (צח"ב) היה נמוך בכל התחנות כולל במורד הנחל (7) < מ"ג/ליטר) ולא חרג מהתקן הסביבתי לנחל. ממצאים אלה ממשיכים את המגמה בשנים האחרונות של עומס אורגני נמוך שנמדד לאורך מקטע הנחל שנמצא באחריות רשות נחל קישון, בדגש על חמשת תחנות המעלה. עם זאת, עדיין ישנן הזרמת מעת לעת של קולחים באכויות נמוכות ממט"שים ובריכות חימצון בעמק יזרעאל אל הקישון או ליובליו ותקלות בקווי הולכת ביוב.
7. ריכוז המוצקים המרחפים הלך ועלה מהמקטע שבין כפר יהושע ועד גשר אירי-בריכות נשר (394 מ"ג/ליטר). תוצאות המרחפים היו גבוהות ביחס לממצאי עבר. נראה שעיקר הפרקציה המרחפת והקולואידלית הורכבה מחומר אנאורגני דק גרגיר ששקיעתו איטית. לסדימנט המורחף פוטנציאל לפגיעה בתהליכים ביולוגיים שונים, לכן במידה והגורם להרחפה הוא אנטרופוגני ואינו טבעי יש צורך להבין מהן הגורם והאם ניתן לצמצם את השפעתו.
8. ריכוז החנקן הכללי שנמדד בתחנות המעלה נע בין 8.7 - 10.3 מ"ג/ליטר והיה נמוך או דומה לתקן הסביבתי לנחל. התרומה של הניטראט היוותה כ-75% עד 81% מריכוז החנקן בנחל,



ושארית החנקן נתרם בעיקר ע"י חנקן אורגני. בהשוואה לשני הניטורים שהתבצעו באביב בשנתיים הקודמות, חלה פחיתה משמעותית בריכוז החנקן במעלה הנחל. עיקר הירידה הייתה בריכוז הניטראט שצנח ב- 12-13 מ"ג/ליטר בהשוואה לאביב 2015. הסיבות לירידה בריכוזי החנקן במעלה הנחל, בדגש על הניטראט, אינה ברורה דיה. גם בתחנות מורד הקישון ("גשר ההסתדרות", "גשר יוליוס סימון") ריכוזי החנקן הכללי היו נמוכים יחסית לתקופת האביב בשנים הקודמות.

9. ריכוזי הזרחן הכללי (0.6-0.92 מ"ג/ליטר), בדומה לבדיקות רבות שנערכו בשנים האחרונות במעלה הקישון, היו גבוהים מהתקן הסביבתי לנחל.

10. עושר הטקסונים האקוויטים בניטור הנוכחי כולל 24 טקסונים מהם 19 טקסונים נמצאו בתחנות מעלה הנחל ו-8 טקסונים בתחנות המורד. סה"כ ההבדל המספרי בעושר הטקסונים בניטור האביב בשנים האחרונות בשני אזורי הנחל אינו גדול והמצב הכללי מצביע על תנאים דומים שנותרו בנחל, בדגש על אזור המעלה. ההבדל המשמעותי הוא היעדרותם של טקסונים רגישים שדווחו בניטור בסתיו 2015 (ראה התייחסות בהמשך).

11. עושר הטקסונים הגדול ביותר בתחנות מעלה הנחל נמצא ב"גשר ג'למה". תחנה זו נמצאה גם בניטורי אביב קודמים כבעלת עושר הטקסונים הגדול ביותר ביחד עם תחנות "מורד בית יהושע" ו"מורד תל קשיש". התחנה עם עושר הטקסונים הנמוך ביותר מבין תחנות המעלה בניטור הנוכחי הייתה "גשר כפר חסידים" עם 6 טקסונים בלבד, אך דווקא בה מתקיימים שני מינים של רכיכות שלא נמצאו בתחנות דיגום אחרות.

12. הצדפה שחורת-פסים (*Mytilopsis sallei*) אותרה בדיגום הזה לראשונה באחת מהתחנות הקבועות במורד הנחל - "גשר יוליוס סימון". ממצא זה מצטרף לזיהוי הצדפה הפולשת בבריכה המנדטורית, ולהגעה של פרטים אל תחנת ניטור איכות מים סמוך לתחנת "גשר ההסתדרות". התפשטות הצדפה לאתרים נוספים במורד הקישון המלווה הייתה צפויה והממצאים האחרונים מחזקים זאת.

13. פרטים צעירים של קיפון גדול ראש (*Mugil cephalus*) נלכדו בתחנת "גשר ג'למה" ברצף של דיגומים שבוצעו בקישון (סתיו 2014 - אביב 2016). כיום אזור גשר ג'למה מסמן את הנקודה הרחוקה ביותר בקישון אליה עולים הקיפונים, אם כי יתכן שפרטים בודדים שוחים מזרחה יותר. ידוע גם על נדידת קיפונים מהקישון למעלה נחל ציפורי עד עין יבקע. מציאותם של קיפונים צעירים במעלה אפיק הנחל מצביעה על תהליך נדידה טבעי של הדגים הבוקעים בים ועולים בשפך הקישון אל אזורים בהם זורמים מים מתוקים במעלה

1. בניגוד לממצאי הניטור הקודם בסתיו 2015, בניטור הנוכחי נעדרו מאסופת חסרי החוליות נציגים ממשפחת הבריומאים (Ephemeroptera) בדגש על הסוג Cloeon ונציגים מתת-סדרת השפיריות (Anisoptera) בדגש על משפחת השפיריים (Libellulidae). משפחות המשתייכות לשתי קבוצות אלה נחשבות לרוב בספרות לרגישות יותר לשילוב של מספר גורמי עקה, ולכן לנוכחותן בנחל חשיבות רבה כסמן לשיפור במצב המערכת האקולוגית האקוויטית. הסיבה המרכזית להבדל קשורה להזרמה המכוונת של מי המערכת לקישון. בסתיו 2015 לא רק

שנמצאו באותו ניטור זחלים של בריומאים ושפיריות אלא שגם השפיעות היחסית שלהם בכל תחנה ותחנה כללה עשרות פרטים בדגימה.

2. תוצאות הניטור הביולוגי בסתיו 2015 ואביב 2016 (הניטור הנוכחי) משקפות את ההבדל בין הזרמה מכוונת שנמשכה זמן ארוך וטשטשה את ההשפעה של הפרעות סביבתיות (המלחה, זיהומים, פחיתה בספיקה) לבין הזרמה שנמשכה זמן קצר לפני הניטור ולמעשה השפעותיה על איכות בית הגידול והתאמתו למגוון רחב יותר של מינים לא באו לידי ביטוי.

3. הערכיות שהתקבלה עבור התחנות השונות באביב 2016 זהה לתוצאות הניטור באביב 2015 ונמוכה מהתוצאות באביב 2014. למרות שהערכיות של תחנת "מורד כפר יהושע" לא השתנתה בהשוואה לאביב הקודם ועדיין ערכיותה גבוהה ביחס לתחנות אחרות, ציוני מדד עושר הטקסונים המשוקלל של תחנה זו מצביעים על ירידה בערכיות החל מאביב 2014 ועד לניטור הנוכחי. נראה שסיבה לכך נעוצה בעבודות התשתית המסיביות שמתרחשות באזור כביש 722 והכניסה לכפר יהושע שמשפיעות על המערכת האקולוגית בנחל.

4. במורד הנחל יש לציין לטובה את העלייה בציוני מדד עושר הטקסונים המשוקלל בתחנת "גשר יוליוס סימון" במהלך שלושת הניטורים האחרונים שנערכו באביב. הסיבה לעלייה בערכיות קשורה בעיקר לעליה בעושר הטקסונים של חסרי החוליות שנמצאו באזור הגשר בהשוואה לניטורים הקודמים. יתכן והשיפור הוא תוצאה של הטבה נוספת באיכות הקולחים תעשייתיים המוזרמים מהמפעלים הכימיים השוכנים סמוך לקישון. למשוואה זו אפשר להוסיף גם את הפעולה להוצאת הסדימנטים המזוהמים מקרקעית הנחל שהסתיימה לאחרונה. כדי לבחון האם השיפור הוא זמני או קבוע נדרש להמשיך ולנטר את התחנות במורד למשך טווח זמן ארוך יותר.

5. המלצות הנוגעות בהיבטים שונים העוסקים בניטור הפיסיקו-כימי והביולוגי לאורך הנחל מופיעות בעמ' 35-36.

1 רקע

בתאריך 09.05.16 בוצע ניטור ביולוגי בנחל קישון על פי הזמנת רשות נחל קישון בשבע תחנות נבחרות, מקטע "כפר יהושע" במעלה הנחל ועד לקטע "יוליוס סימון" במורד. מטרת הסקר הייתה לבחון את המצב האקולוגי של הנחל בתקופת האביב, להשוותו לנתונים מסקרים קודמים ולספק מסקנות והמלצות.

2 צוות הדיגום

הדיגום בוצע ע"י ד"ר אלדד אלרון ובסיוע של יונתן שביט ואלון בן מאיר מרשות נחל קישון.

3 שיטות העבודה

3.1 תחנות הדיגום

נדגמו שבע תחנות לאורך נחל קישון שכללו את "מעלה כפר יהושע", "מורד תל קשיש", "גשר גילמה", "כפר חסידים", "מעלה גשר אירי-ברכות נשר", "גשר ההסתדרות" ו"גשר יוליוס סימון" (איור 1). תיאור ואפיון התחנות מובא להלן בפרק התוצאות.

עבור כל תחנה נרשמו הנתונים הבאים:

- שעת הדיגום;
- מצע האפיק – בדיקה ויזואלית;
- עומק מרבי (ס"מ) – ידנית באמצעות מוט עם שנתות מדידה;
- רוחב האפיק הזורם (מטרים) – ידנית באמצעות מטר רץ.

3.2 אפיון איכות מים

בעת הדיגום נבדקו משתני איכות המים הבאים: טמפרטורת המים (במעלות צלסיוס), מוליכות חשמלית מתוקנת ל- 25°C (מיקרוסימנס/ס"מ), ערך הגבה (pH), ריכוז חמצן מומס (מג"ל) ואחוזי רווית החמצן. המדדים נמדדו באמצעות מכשיר תוצרת YSI דגם Professional Plus. שקיפות המים נמדדה באמצעות דסקית סקי.

בתאריך 15.05.16 בוצע ע"י רשות נחל קישון דיגום שגרתי בתחנות קבועות בנחל קישון ונלקחו דגימות לאנליזה של איכות מים שנשלחו למעבדת בקטוכס בנס ציונה. מבין משתני איכות המים שנבדקו נעשתה התייחסות בדו"ח לממצאים של ריכוז החומר האורגני הזמין (צח"ב - BOD), צריכת חמצן כימית (צח"כ), מוצקים מרחפים ב-105 מ"צ, חומרי הזנה (תרכובות חנקניות וזרחן כללי), כלוריד, מוליכות חשמלית, הגבה (pH), שמן מינרלי, סולפיד, כלורופיל a, חיידקי קולי כללי וקולי צואתי.



3.3 אפיון ביולוגי

חברת חסרי החוליות הגדולים (חח"ג) המתקיימים בנחל נאספה באמצעות רשת פלנקטון מסוג D-shape (מפתח: 30.5 ס"מ; גודל נקבים 420 מיקרומטר). הדיגום היה אינטגרטיבי ומייצג, וכלל את בתי הגידול השונים המאפיינים את תחנת הדיגום (גוף המים הפתוח, צמחיית מים מזדקרת בגדות, ענפים שקועים במים, זרימה על גבי אבנים וחיפוש בתחתית האבנים). משך הדיגום בכל תחנה היה כ-10 דקות זמן מאמץ, כאשר הזמן נמדד באמצעות שעון עזר. בכל תחנה אוחדו בעלי החיים שנדגמו בבתי הגידול השונים לאסופה אחת של חח"ג המייצגת את האתר. חסרי החוליות זוהו בשטח בעודם חיים ונערך רישום ראשוני של עושר הטקסונים. שפיעותם של חסרי החוליות הוערכה באופן קטגוריאל על פי המפתח הבא: 1 – פרטים בודדים; 2 – עשרות; 3 – מאות; 4 – אלפים ומעלה. במקביל צוינו בוגרים מעופפים מסדרת השפיראים, וחולייתני מים שנקלעו לדיגום באקראי כדוגמת דגים או עדויות לפעילות נוטריות, אולם אלה לא הוכנסו לאנליזות.

בסיום הדיגום בכל תחנה שומרו חסרי חוליות שלא ניתנם היה להגדירם בשטח ב-70% אתנול והועברו למעבדה לשם זיהוי פרטני והגדרה תחת בינוקולר עד הרמה הטקסונומית הנמוכה ביותר האפשרית, כדי ליצור רשימה שלמה של עושר מיני חח"ג. הגדרת חלק מהטקסונים שהובאו למעבדה (שטצדים, שפיראים, פשפשאים, זבובאים) בוצעה ע"י זוהר ינאי. הנק מניס אוצר אוסף הרכיכות במוזיאון הזואולוגי של אוניברסיטת תל אביב סייע בהגדרת חלק מהרכיכות, ופרופ' ולדימיר צייקטונוב מהמוזיאון הזואולוגי של אוניברסיטת תל אביב סייע בזיהוי החיפושיות.

סקר האביב בוצע באמצע חודש מאי, כבעבר. הביולוגיה במערכות נחלים ים תיכוניים מותאמת כך ששיאה בתקופת האביב ותחילת הקיץ כאשר אין זרימות סוחפות, הטמפרטורות גבוהות יותר ויש עדיין שפע מים ומגוון רחב של בתי גידול (Gasith and Resh, 1999). תקופה זו נמצאה מתאימה יותר לייצג את התנאים הנ"ל בנחל (פרופ' אביטל גזית - מידע בע"פ).

3.4 הערכת המצב האקולוגי של הנחל

בבחינה של בריאות המערכת האקולוגית האקוויטית, חסרי חוליות הינה הקבוצה שנעשה בה השימוש הנרחב ביותר מכל קבוצות האורגניזמים בגלל הטווח הרחב של העמידויות לעקה של האורגניזמים השונים. השפיעות והמגוון של חסרי חוליות מושפע מאיכות המים - נטייתם היא לשפיעות גדולה יותר ולנוכחות של מינים רגישים יותר לעקה בנחלים שאיכותם גבוהה, בהשוואה לנחלים מזוהמים יותר שיאופיינו בירידה בעושר המינים ועליה בצפיפות המינים הטולרנטיים (Rosenberg and Resh, 1993; Voshell, 2002).

נבחנו המדדים האקולוגיים הבאים - עושר הטקסונים הכללי, עושר הטקסונים נושמי הזימים והתפלגות הטקסונים באתרים השונים לאפיון מבנה החברה. בנוסף התבצע שימוש באינדקס המשקלל את עושר הטקסונים תוך התחשבות במידת ייחודם לבית גידול ספציפי או בנדירותם לקביעת ערכיות הידרו-אקולוגית. מלבד זאת נבחן מצבו של נחל הקישון ע"י השוואה לסקרים אקולוגיים שבוצעו בתקופת האביב בשנים האחרונות (גזית והרשקוביץ, 2008; גזית והרשקוביץ, 2009; הרשקוביץ וגזית, 2010) וסקרי האביב שהתקיימו בשנה שקדמה לניטור זה (אלרון, 2014; אלרון וינאי, 2015).

עושר הטקסונים הכללי: מדד אקולוגי שכיח המונה בפשטות את מספר הטקסונים שזוהו באתר



הדיגום. "טקסון" הוא שווה ערך למין או לרמה הטקסונומית המדויקת ביותר הניתנת להגדרה, קבוצת המיון הספציפית ביותר אותה ניתן לזהות. בבית גידול איכותי בו התנאים מיטביים ניתן לצפות לעושר טקסוני גבוה, לעומת בית גידול באיכות ירודה שישבול מעוני בטקסונים. ניתן להשוות מדד זה גם לתוצאות שהתקבלו בסקרים שבוצעו בנחל בעבר.

עושר הטקסונים הרגשיים (נושמי הזימים): מדד המתבסס על התלות של מאכלסי המים בחמצן המומס בהם לטובת נשימה. חסרי חוליות הנושמים בעזרת זימים מנצלים את מפל הריכוזים בין החמצן הנוזלי לגופם לחמצן המומס במים, ועל כן זקוקים למים עשירים בחמצן. זאת בניגוד לחסרי חוליות הנושמים חמצן מהאטמוספירה באמצעות ריאות או טרכיאות, וכן חסרי חוליות בעלי פיגמנט נשימה (כדוגמת המוגלובין) העמידים יותר להרעה באיכות המים ומלווה בריכוז נמוכים של חמצן מומס. אחוז החמצן במים יורד, ועושרם של הטקסונים נושמי הזימים יורד במקביל לו, עם העלייה במליחות, בזיהום אורגני, בנוכחות אצות ("פריחת אצות") או שינויים הנדסיים הנוגעים לכמות המים ולאופי הזרימה, הערבול וההרחפה.

מדד זה מסנן את הטקסונים העמידים יותר ומגדיל את משקלם של הטקסונים הרגשיים, הנוטים לסבול יותר מהרעת תנאי בית הגידול. חסרי חוליות הנושמים באמצעות זימים הם זחלי בריומאים, שפיראים, שעירי כנף וחלזונות קדם-זימאים. ניתן להשוות מדד זה גם לתוצאות שהתקבלו בסקרים שבוצעו בנחל בעבר.

עושר הטקסונים המשוקלל :

הנתונים האיכותיים של נוכחות הפרטים מטקסונים שונים שיידגמו ישוקללו על פי הקריטריונים הבאים (מבוסס על גפני, 2012):

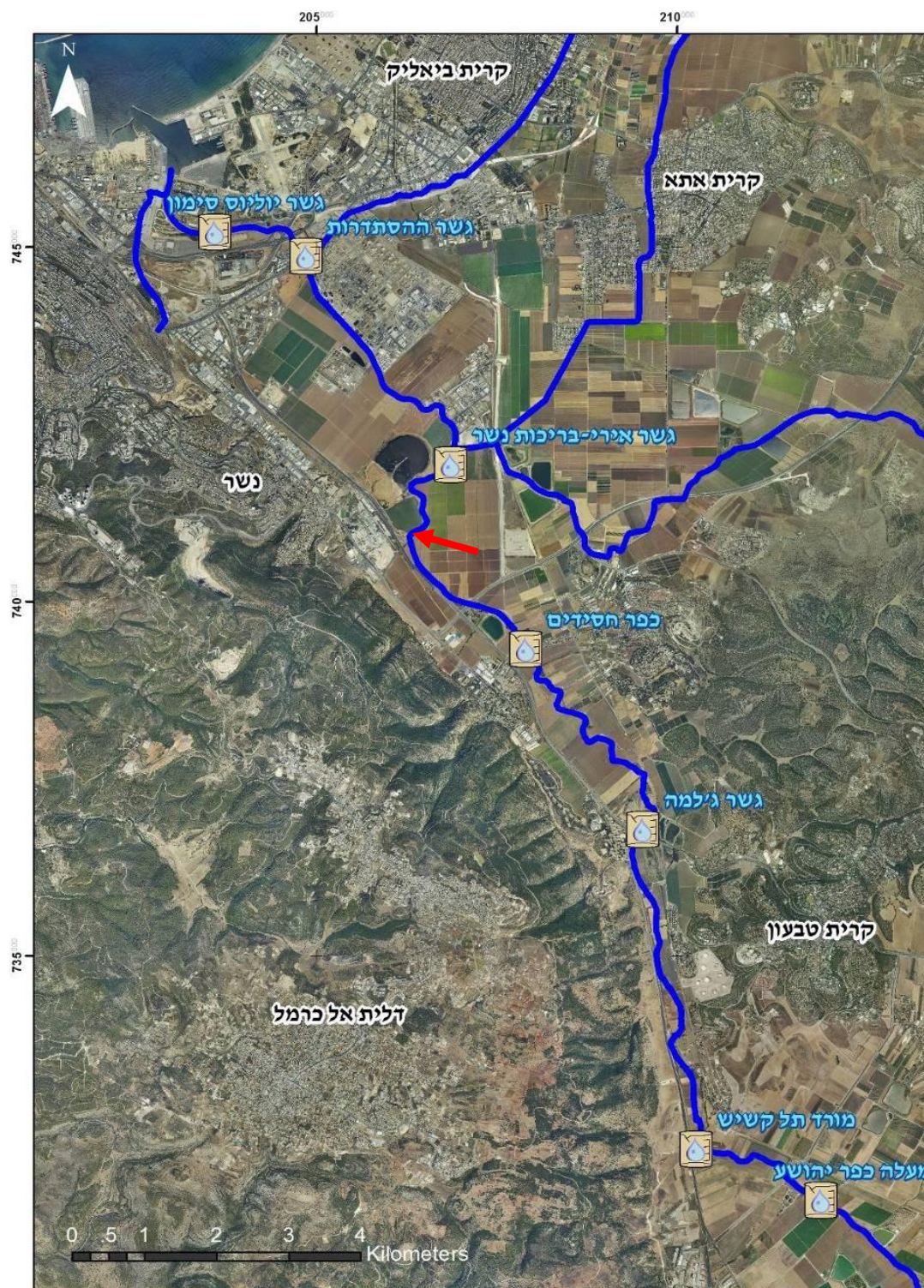
1. טקסון נדיר וייחודי שתפוצתו מוגבלת בעיקר לבתי גידול של מים זורמים (Rosenberg and Resh, 1993) יוכפל בפקטור 2.
2. טקסון המתמחה בבתי גידול המתאפיינים באיכות מים גבוהה (למשל זחלי שפיריות ושפיריות, זחלי בריומאים, שעירי כנף וכדומה) יוכפל בפקטור 1 (כלומר יושאר ללא שינוי).
3. טקסון טולרנטי או טולרנטי למחצה האופייני לבתי גידול באיכות ירודה או בינונית (למשל מינים מסוימים של פשפשי מים, זחלי ימשושים, חיפושיות שחייניות או חובבות מים בוגרות וכדומה, Warwick, 1992; Halperin et al., 2001), או מין פולש, יוכפל בפקטור של 0.5.

על בסיס עושר הטקסונים המשוקלל, יינתן לכל תחנה ציון ובהתאם לציון זה תקבע בדו"ח הערכיות של כל אתר על פי המדרג הבא:

- א. ערכיות נמוכה: עושר טקסונים משוקלל 3 ומטה
- ב. ערכיות נמוכה-בינונית: עושר טקסונים משוקלל בין 3.5 – 6.0
- ג. ערכיות בינונית: עושר טקסונים משוקלל בין 6.5 – 10

ד. ערכיות בינונית גבוהה: עושר טקסונים משוקלל בין 10.5 – 15

ה. ערכיות גבוהה: עושר טקסונים משוקלל - 15.5 ומעלה



איור 1: תחנות הדיגום לאורך נחל קישון (מהמעלה למורד): "מעלה כפר יהושע", "מורד תל קשיש", "גשר ג'למה", "גשר אי-רי-בריכות נשר", "גשר ההסתדרות" ו"גשר יוליוס סימון". החץ האדום מצביע על מיקומה תחנת דיגום חדשה שנדגמה לראשונה במסגרת הניטור הביולוגי.

4 תוצאות ודיון

הניטור נערך ב-09.05.16 בין השעות 08:45 ל-17:15. מזג האוויר מזג האוויר ביום הניטור היה נאה עם עננות מעטה. עונת הגשמים 2015/16 הסתיימה כאשר כמות המשקעים ביחס לממוצע הרב-שנתי באזור עמק יזרעאל ובגליל המערבי עמדה על כ-65% בלבד (השירות ההידרולוגי, 2016). הגשם האחרון באזור עמק יזרעאל ומפרץ חיפה ירד כחודש לפני הניטור (מאגר נתוני השירות המטאורולוגי). הספיקה בתחנת "קישון - מחצבה" במהלך הניטור נעה בין 0.10 ל-0.12 קו"ב/שניה. החל מסוף מרץ 2016 הספיקות בנחל לא עלו על 0.3 קו"ב/שניה (מאגר נתוני רשות המים).

4.1 תחנות מעלה הנחל

אזור מפער הקישון מכביש 722 עד תחנת הניטור גשר אירי-בריכות נשר מייצג את המקטע האמצעי של נחל הקישון ולאורכו נבדקו חמש תחנות המפורטות בהמשך ("תחנות המעלה"). מקטע זה מאופיין בזרימת מים מתוקים ומושפע ממי מעיינות, תשטיפי חקלאות, פלט בריכות דגים, תקלות ודליפות ממכונני טיהור שפכים ומאגרי קולחים השוכנים ברובם בעמק יזרעאל.

4.1.1 מורד כפר יהושע

התחנה נמצאת כ-250 מ' במעלה מפגש הנחל עם כביש מס' 722. בעת הדיגום כמעט ולא אובחנה זרימה בנחל למרות שההזרמה המכוונת מהמעלה של כ-150 קוב/שעה מי מערכת אל הקישון החלה כשבוע קודם לכן (יונתן שביט, רשות נחל קישון - מידע בע"פ).



תמונה 1: תחנת "מעלה כפר יהושע" ביום הדיגום. ביצוע מדידת ספיקה באפיק. גוון המים עכור-חום והשקיפות נמוכה (צילום: אלון בן מאיר, 09.05.16).

גוון המים היה עכור-חום (שקיפות סקי - 10 ס"מ בלבד ; תמונה 1). תשתית האפיק בנקודות הדיגום עשויה טין לא מלוכד יחד עם צרורות (גרגירים גדולים מ-2 מ"מ). עם זאת, יש לציין מסקרי עבר שבאזור זה של הקישון ישנם גם נקודות באפיק המכילות אבנים בגדלים שונים. רוחב האפיק המרבי שנמדד בתחנה היה 6.8 מ' והעומק המרבי כ-69 ס"מ, בדומה למדידות שבוצעו בניטורים האחרונים.

הגדות היו חשופות באופן חלקי עקב השיטפון הגדול ששטף את הנחל בחורף. כ-100 מ' במורד תחנת הדיגום מתחבר לאפיק הקישון נחל יוקנעם. בנקודת החיבור סימנים לשקיעה של סחף קרקע המצטבר על הגדות והקרקעית. הזרימה מנחל יוקנעם הייתה חלשה (תמונה 2). הצמחייה המזדקרת לאורך הגדות כללה בעיקר קנה מצוי, טיון דביק, שומר פשוט ועצי אשל.



תמונה 2: נקודת החיבור של ערוץ נחל יוקנעם אל הקישון, במורד תחנת "מעלה כפר יהושע". זרימה חלשה וסימנים המעידים על כניסת סחף לנחל (צילום: יונתן שביט, 09.05.16).

4.1.2 מורד תל קשיש

התחנה ממוקמת כ-300 מ' במורד תל קשיש. בקטע זה האפיק מפותל ובעל שיפועים מדורגים היוצרים מגוון של בתי גידול. מקטע זה מוזכר ע"י זהרונ (1967) כאיכותי כבר לפני 50 שנה - "רק באי-אלה מקומות, באשר קיים ניקוז תת-קרקעי, נקווים בו מים עמוקים למדי, כגון בסביבת תל קשיש. במקומות אלה מצויה צמחיה שלא נפגעה כמעט, ועולם בעלי החיים שבה עשיר יותר ודינמי. קטע כזה של הקישון נמצא בין הגשר שעליו בכביש כפר יהושע-יוקנעם וקרית חרושת".

בדומה לתחנה "מורד כפר יהושע" גם כאן הזרימה בחלק המתרחב של הנחל הייתה חלשה וגוון המים עכור-חום (שקיפות סקי - 12 ס"מ). בתחנה שילוב של אזורים עם אבנים בגדלים שונים ואזורים שהם בוציים. במעלה האפיק צר יותר (3-4 מ'), ואילו במורד תחנת הדיגום רוחב האפיק גדול יותר (מדידה בשטח: 8.8 מ'). עומק המים המרבי במורד כ-60 ס"מ. גם בתחנה זו נראו בעיקר

לאורך הגדה הימנית סימני שיטפון משמעותי שעבר בנחל בחורף האחרון. צמחיית הגדות כללה את הצמחים הבאים: ערבה מחודדת, פטל קדוש, הרדוף נחלים, שנית גדולה, טיון דביק, קנה מצוי, קיקיון מצוי, בקיה מצויה, חרדל מצוי, מרגנית כחולה, שנית מתפתלת, ערברבה שעירה ועוד.

כשנה וחצי לאחר שהסתיימו העבודות להקמת גשר רכבת העמק, צמחיית הגדות באזור שנפגע מתחילה להשתקם, אם כי קיים עדיין הבדל גדול בעושר ומגוון מיני הצמחים בהשוואה לכיסוי הצמחי במורד אותו מקטע.



תמונה 3: תחנת "מורד תל קשיש" במבט מחלקו העליון של המקטע המנוטר אל מורד הערוץ. המקטע העליון צר יותר וכולל זרימה על גבי מצעים אבניים (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).



תמונה 4: תחנת "מורד תל קשיש" במבט אל מעלה הערוץ שברקע גשר רכבת העמק שחוצה את הנחל. בחלקו התחתון של המקטע האפיק מתרחב, מהירות הזרימה מואטת והתשתית הנחל טינית בשילוב עם אבנים (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.1.3 גשר ג'למה

התחנה ממוקמת בפארק העמקים כ-100 מ' במורד גשר ג'למה עליו חצתה בעבר רכבת העמק את נחל הקישון. נקודת הדיגום ממוקמת ליד סכרון אבנים. בעת הדיגום העוצמה של זרימת המים על גבי הסכרון הייתה בינונית. מהירות הזרימה המרבית שנמדדה בסכרון הייתה 0.61 מטר/שנייה, אך במורד הנחל המהירות לא עלתה על 0.03 מטר/שנייה.

גוון המים היה חום-עכור בדומה לתחנות בכפר יהושע ותל קשיש, ושקיפות המים נמוכה (שקיפות סקי - 12 ס"מ). רוחב האפיק המרבי שנמדד מעל הסכרון היה זהה למדידות מניטורים קודמים (כ-6.5 מ') וכך גם לגבי העומק המרבי של עמודת המים (42 ס"מ). התשתית בקטע זה מורכבת מטיף ואבנים במגוון של גדלים. במורד הסכרון האפיק רחב ועמוק יותר (>1 מ').

בגוף המים היו גושים של האצה החוטית קלדופורה שמעלה את המורכבות המבנית ומשמשת מקום מסתור לחסרי חוליות. צמחייה הגדות העיקרית בתחנה זו כללה אקליפטוס, ערבה מחודדת, קנה מצוי, אשל, פטל קדוש וערברבה שעירה, חנק מחודד, קנה סוכר מצרי, פרקינסוניה שיכנית, הרדוף הנחלים ומיני דגנים.

יש לציין שזמן קצר לאחר סיום הדיגום התבצעו בתחנת "גשר גלמה" עבודות תשתית להנחת קו של תשלובת הקישון ממט"ש חיפה אל מאגרי עמק יזרעאל. הקו הועבר במהלך החודשים מאי-אוקטובר בדחיקה אופקית מתחת למצע הנחל. כדי למנוע פריצה של גוף המים לתת הקרקע והצפה של תוואי הקידוח, יובש מקטע נחל קטן (כ-25 מ') וזרימת הבסיס במקטע זה עברה בצינור עד גמר חיבור הקו. ניתן יהיה לבחון את ההשפעה של פעולת הנחת התשתית על המערכת האקולוגית באזור גשר ג'למה בניטור הביולוגי בסתיו 2016.



תמונה 5: תחנת "גשר ג'למה" במבט אל הגשר במעלה הערוץ. המקטע מעל הסכרון (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.1.4 כפר חסידים

התחנה ממוקמת סמוך לגשר שחוצה את נחל קישון ומחבר את הכביש בין קיבוץ יגור למושב כפר חסידים (כביש מס' 7223). הכביש והגשר נסללו ע"י הבריטים ונחנכו במאי 1930 כדי להתגבר על השיטפונות שניתקו בחורף את כפר חסידים והדרך שהובילה מחיפה לעמק יזרעאל.

גם בתחנה זו גוון המים היה חום-עכור (שקיפות סקי - 7 ס"מ בלבד). רוחב האפיק שנמדד במורד הגשר היה 4.8 מ' והוא מאפיין את ערוץ הקישון באזור כפר חסידים. עם זאת, מתחת לגשר עצמו יש קטע קצר רחב יותר שרוחבו המרבי 8.2 מ'. גם לגבי עומק עמודת המים יש הבדל, כאשר במורד הגשר העומק המרבי שנמדד היה 50 ס"מ, בעוד שמתחת לגשר העומק הגיע ל-95 ס"מ. מצע האפיק ברובו טיני ורך מאד, אך כולל גם קבוצות של אבנים גדולות מיד במורד הגשר וגזעי אקליפטוס שנפלו למים. בשתי הגדות קיימת צמחייה מזדקרת סבוכה יחסית שחודרת למים ומצילה חלקית על האפיק. הצמחייה כוללת בעיקר אשלים, איקליפטוסים וקנה מצוי, בנוסף לקנה מצוי וחנק מחודד.



תמונה 5: תחנת "גשר כפר חסידים" במבט אל הגשר ומעלה הנחל (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.1.5 מעלה גשר אירי- בריכות נשר

תחנת דיגום חדשה שנבדקה לראשונה במסגרת הניטור הביולוגי. תפקידה להחליף את תחנת "גשר אירי-ברכות נשר" ולייצג את המקטע האחרון של המעלה המתוק לפני החיבור לקישון המלוח (אלרון, 2016). התחנה שנבחרה מרוחקת כ-1.3 ק"מ במעלה הנחל מתחנת "גשר אירי-ברכות נשר" ואינה מושפעת מתהליכי הגאות והשפל. המוליכות החשמלית שנמדדה בתחנה הייתה דומה ל"גשר כפר חסידים" ומעט נמוכה יותר מיתר תחנות המעלה (4480 מיקרוסימנס; טבלה 1).

גוון המים היה חום-עכור (שקיפות סקי - 13 ס"מ). תשתית האפיק טינית ורכה, אולם הקרקעית מאווררת יותר בהשוואה לגשר כפר חסידים ולא מכילה סדימנט שחור. רוחב הנחל המרבי הוא 6.8

מ' ועומק עמודת המים מגיע עד 50 ס"מ. בשתי הגדות צפיפות גדולה של אשלים, יחד עם אקליפטוסים, קנה מצוי וחנק מחודד.



תמונה 6: תחנת "גשר כפר חסידים" במבט למורד הנחל (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).



תמונה 7: תחנת "מעלה גשר אירי-בריכות נשר" במבט למורד הנחל. צפיפות האשלים ניכרת בשתי הגדות (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.2 תחנות מורד הנחל

בנחל הקישון קטע לשון-הים (אסטואר) נמשך ממורד גשר אירי-בריכות נשר ועד לשפך הקישון לים. בקטע זה נבדקו שתי תחנות – גשר ההסתדרות וגשר יוליוס סימון ("תחנות המורד"). שתיהן מושפעות מכניסת מי קולחים ותמלחות לנחל שמקורם במפעלי התעשייה המזרימים את הקולחים מזרחית לתחנת גשר ההסתדרות. בנוסף מושפעת תחנה זו מהזרמות קולחים חריגות ממט"ש חיפה.

4.2.1 גשר ההסתדרות

התחנה ממוקמת במורד הנחל סמוך לגשר ההסתדרות (תמונה 6), באזור המושפע מכניסת מי הים ומשטר הגאות. כמו כן התחנה מושפעת מכניסת מי קולחים לנחל שמקורם במפעלי התעשייה (דשנים וחומרים כימיים; מתחדשים, כרמל אולפנינים, בתי זיקוק לנפט חיפה, חיפה כימיקלים) המזרימים את הקולחים מזרחית לתחנה, למעט מפעל גדות ביוכימיה המזרים כמאתיים מטר במורדה. בנוסף מושפעת תחנה זו מהזרמות חריגות של קולחים ממט"ש חיפה, כאשר מתרחשות. בקטע זה הוזרמו לנחל במשך עשרות שנים שפכים תעשייתיים וסניטריים שזיהמו את קרקעיתו. בעקבות החלטת ממשלה, החלו במהלך שנת 2014 עבודות בערוץ שמטרתם ניקוי הקרקעית לאורך 7 קילומטרים של מורד הנחל עד מעגן הדיג שביט. עבודות הניקוי הסתיימו ב- 31.08.16 כחודשיים וחצי לאחר הניטור הנוכחי.

הדיגום התבצע על בסיס מדרגה אופקית מוגבהת (berm) לאורך הגדה משני צידי הנחל עד לעומק של 1 מטר. בשני צידי הנחל הדיגום כלל חיפוש מתחת לאבנים לאורך הגדות. במהלך הדיגום וההרחפה של הסדימנט עלה מהקרקעית ריח של תרכובות פחמימניות נדיפות. סביר שניקוי הסדימנט ע"י מחפר היניקה (דרג'ר) התרכז בעיקר במרכז האפיק והשפעתו על אזור הגדות פחותה. בדומה לניטורי עבר, גוון המים היה ירוק והעיד על פריחת אצות פלנקטוניות. בגדות צמחייה רודרלית, קנה מצוי, מעט אשלים וצמחית מלחות (תמונה 7).



תמונה 7: מבט לכיוון מעלה הנחל וגשר ההסתדרות לאורך הגדה הימנית (הצפונית). הדיגום נעשה על בסיס מדרגה אופקית לאורך הגדה (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.2.2 גשר יוליוס סימון

התחנה ממוקמת סמוך לגשר יוליוס סימון (תמונה 8), פחות מקילומטר במעלה שפך נחל קישון לים. בדומה לגשר ההסתדרות, גם תחנה זו מושפעת ממשטר הגאות ומכניסת מי קולחים ממפעלי התעשייה, אך היא נמצאת במורד, רחוק יותר מהמפעלים בהשוואה לתחנת גשר ההסתדרות.

גם בתחנה זו הדיגום התבצע לאורך הגדה משני צידי הנחל. תשתית הנחל טינית, אך כוללת לאורך הגדה גם מספר ריכוזים של אבנים, בעיקר לאורך הגדה הימנית (הצפונית) ובגדה השמאלית (דרומית) סמוך לגשר יוליוס סימון. בדומה לתחנת "גשר ההסתדרות" גם כאן גוון המים היה ירקרק. בגדה צמחיית מלחות מפותחת, צמחייה רודרלית, מעט אשלים וקנה מצוי.



תמונה 8. גשר יוליוס סימון ואפיק נחל הקישון במקטע המלוח (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).



תמונה 9. הגדה הימנית (צפונית) של תחנת הדיגום וגשר יוליוס סימון (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.3 אפיון לימנולוגי

להלן מוצגים משתנים נבחרים של איכות מים שנמדדו בתחנות דיגום בנחל קישון במקביל לביצוע הניטור הביולוגי (טבלה 1). מדידות אלה הם חלק מניטור עונתי מקיף שרשות נחל קישון מבצעת פעמיים בשנה במספר רב של תחנות דיגום בקישון, בנחל גדורה ובמספר יובלים במעלה אגן הניקוז. פרק זה מנתח רק את התחנות לאורך הנחל שבהם בוצע במקביל גם ניטור הידרו-ביולוגי.

מזג האוויר ביום הניטור היה נאה והשמיים בהירים. טמפרטורת המים שנמדדה בתחנות המעלה משעות הבוקר ועד הצהריים נעה בין 17.5 ל-22.1 מ"צ ובתחנות המורד בין 23.7 ל-24.2 מ"צ.

טבלה 1. משתנים נבחרים שנמדדו בשטח בתחנות הדיגום בנחל קישון

מדידות בשטח (12.05.2016)							
הפרמטר הנמדד	מורד כפר יהושע	מורד תל קשיש	גשר ג'למה	גשר כפר חסידים	מעלה גשר אירי-בריכות נשר ¹	גשר ההסתדרות	גשר יוליוס סימון
שעת המדידה	08:45	10:00	11:20	12:30	14:15	16:30	17:15
טמפרטורה (מ"צ)	17.5	18.7	20.8	20.4	22.1	24.2	23.7
מוליכות חשמלית (mS/cm ב-25 מ"צ)	4.88	4.83	4.75	4.48	4.48	44.76	49.89
רווית חמצן מומס (%)	55.4	86.0	95.1	70.0	97.0	150	160
חמצן מומס (mg/l)	5.2	8.40	8.39	6.30	8.37	10.7	11.3
הגבה (pH)	7.30	7.72	7.78	7.40	7.60	7.62	7.80
שקיפות סקי (ס"מ)	10	12	12	7	13	20	16
בדיקות במעבדת בקטוכם / נתוני רשות נחל קישון (15.05.2016)							
הפרמטר הנמדד	כפר יהושע	תחנת המחצבה ¹	כפר חסידים	גשר אירי-בריכות נשר	גשר ההסתדרות	גשר יוליוס סימון	
צח"ב – BOD (מג"ל)	2.8	2.9	5.4	5.9	5.7	6.8	
צח"כ – COD (מג"ל) ³	---	35	---	38	---	---	
TSS ב-105 מ"צ (מג"ל)	118	91	199	394	19	<5	
שמן מינרלי (מג"ל)	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	
זרחן כללי כ-P (מג"ל)	0.67	0.6	0.92	0.87	0.12	<0.1	
חנקן כללי כ-N (מג"ל)	9.6	10.3	9.3	8.7	4.9	3.1	
חנקן קלדהל (מג"ל)	2.3	2.2	1.8	1.6	1.6	1.5	
אמוניה (מג"ל)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
ניטראט (מג"ל)	7.2	8.1	7.5	7	3.1	1.2	
ניטריט (מג"ל)	0.092	0.034	0.039	0.03	0.245	0.133	
כלוריד (מג"ל)	1,120	933	936	929	16,874	18,434	
כלורופיל a (מק"ל)	---	24	---	55	39	5	
סולפיד (מג"ל)	---	<0.2	---	<0.2	<0.2	<0.2	
דטרגנטים אניונים (מג"ל)	---	<0.05	---	<0.05	0.05	<0.05	
קולי כללי (יח' ל-100 מ"ל)	3,800	2,700	9,000	2,000	3,700	40	
קולי צואתי (יח' ל-100 מ"ל)	340	250	800	700	1,200	10	

(1) "מעלה גשר אירי-בריכות נשר" הינה תחנה חדשה שהוכנסה לניטור הביולוגי כ-1,300 מ' במעלה התחנה "גשר אירי-בריכות נשר".

(2) תחנת המחצבה נמצאת כ-300 מ' במעלה תחנת הניטור הביולוגי "גשר ג'למה".

(3) בדיקת צח"כ עפ"י תכנית הניטור אינה מבוצעת בכל התחנות. באזור השפך לא ניתן לבצע את הבדיקה מכיוון שריכוז הכלורידים גבוה מ-2000 מ"ג/ליטר.

4.3.1 מליחות

המוליכות החשמלית שנמדדה בדיגום הנוכחי בתחנות המעלה נעה בין 4480-4880 מיקרוסימנס/ס"מ (טבלה 1). כשבוע לפני שבוצע הניטור הנוכחי התחדשה ההזרמה המכוונת של מי מערכת אל הקישון מאזור תעלת המוביל הארצי במסגרת יישום תכנית המים לנחל הקישון. נפח הספיקה המדווח היה 150 קו"ב/שעה. בהשוואה לתוצאות המוליכות שנמדדו בחודש מאי בין השנים 2008-2016, הזרמת מי המערכת בעת הדיגום גרמה לירידה קטנה יחסית במליחות מי הנחל.

לעומת זאת, בניטור שבוצע באוקטובר 2015 ההזרמה החלה כבר באוגוסט בספיקה של 200 קו"ב/שעה, והמוליכות החשמלית שנמדדה הייתה נמוכה הרבה יותר 2760-2900 מיקרוסימנס (אלרון, 2016). הסיבות להבדלים במליחות קשורות ככל הנראה להבדל בעוצמת הספיקה של ההזרמה, כמו גם לתרומת זרימות הבסיס מהיובלים העיקריים של הקישון. לכמות המים שמגיע לקישון ולאיכותם יש השפעה גדולה על רמת המליחות בנחל. לדוגמה, בנחל עדשים נמדדו בדיגום שנערך באביב 2016 ערכי מוליכות חשמלית גבוהים מ-10,000 מיקרוסימנס. ככל שספיקתם של היובלים דעכה במהלך הקיץ, עלה חלקה היחסי של הזרמת מי המערכת. כך שהערכים שנמדדו בסוף הקיץ בקישון דומים יותר לאלו שנמדדו בסתיו 2015 (יונתן שביט, רשות נחל קישון - מידע בע"פ).

טבלה 2. ערך המוליכות החשמלית הגבוה ביותר והנמוך ביותר שנמדד בתחנות המעלה בניטורים שבוצעו באביב בין השנים 2008 עד 2016. הערכים בניטור הנוכחי מודגשים באדום.

תקופת הדיגום	הערך הגבוה ביותר (מיליסימנס/ס"מ)	הערך הנמוך ביותר (מיליסימנס/ס"מ)
מאי 2008	6.36 – כפר יהושע	5.18 – כפר חסידים
מאי 2009	6.52 – כפר יהושע	5.77 – הגשר האירי
מאי 2010	5.92 – כפר יהושע	5.20 – כפר חסידים
מאי 2011	6.9 – המחצבה	3.40 – כפר חסידים
מאי 2012	4.95 – המחצבה	4.25 – הגשר האירי
מאי 2013	5.1 – המחצבה	4.00 – כפר חסידים
מאי 2014	5.12 – כפר יהושע	3.77 – כפר חסידים
מאי 2015	5.98 – כפר יהושע	5.38 – כפר חסידים
מאי 2016	4.88 – כפר יהושע	4.48 – מעלה הגשר האירי

במרבית הניטורים שנערכו במאי בין השנים 2008-2016 המוליכות החשמלית הגבוהה ביותר נמדדה בתחנת "כפר יהושע" והנמוכה ביותר ב"גשר כפר חסידים" (טבלה 2). גם בניטור הנוכחי הממצאים היו דומים. בחינה של התוצאות לאורך השנים מצביעה על מליחות גבוהה יותר בתחנות "כפר יהושע" ו"מורד תל קשיש" וירידה במליחות מי הנחל מתחנת "גשר ג'למה" ועד אזור "גשר כפר חסידים" ובריכות נשר (טבלה 1). תופעה זו של גרדיאנט מליחות בולטת בניטורים שנערכים בתקופת האביב ואילו בניטורי הסתיו היא מטשטשת ונעלמת.

המעין היחיד באזור שתורם מים לקישון הוא עין אלרואי, השוכן כ-1.5 ק"מ במעלה גשר ג'למה. ספיקת המעין גבוהה למדי (לדוגמה, ביולי 2004 נמדדה בעין אלרואי ע"י השירות ההידרולוגי ספיקה רגעית של 43.2 קו"ב/שעה) וערך המוליכות החשמלית באביב לא עולה על 950 מיקרוסימנס (ברוזה ועמיתיו, 2001; אלרון ועמיתיו, 2016). עם זאת, השפעתו על הקישון מוגבלת ולרוב עיקר הירידה במוליכות נצפית בין תחנת "גשר ג'למה" למורד. לאור זאת, סביר להניח שעיקר ההשפעה נתרמת מכניסה של מי תהום דרך מצע הנחל. מקור המים יכול להגיע ממי תהום שעונים בעמק

זבולון או מאקוויפר הכרמל המזרחי הניזון מגשם ומנוקז בשאיבה, זרימה לים, לעמק יזרעאל ולגרברן הקישון (גבעתי ועצמון, 2013). ההשפעה בתקופת האביב על הנחל גדולה בהרבה לאחר שגשמי החורף חלחלו והעלו את מפלס האקוויפר.

חשוב לזכור שלשינויים במליחות הנחל יכולה להיות השפעה חיובית או שלילית על מבנה והרכב הצמחים ובעלי החיים המאכלסים אותו. ישנם מחקרים המצביעים על מגמה ברורה של ירידה בעושר הטקסונים עם העלייה ברמת המליחות בנחלים בטווח שבין מים מתוקים ומי ים. דוגמה בולטת לתופעה שמתרחשת בשנים האחרונות בקישון כנראה בשל העלייה במליחות היא הרחבת תפוצתו של השטצד (*Echinogammarus foxi*) מהמורד המלוח אל מעלה הנחל.

4.3.2 חמצן מומס

ריכוזי החמצן המומס שנמדדו בתחנות המעלה היו ממוצעים ונעו בין 5.2 - 8.4 מ"ג/ליטר (55% - 97%; טבלה 1). תוצאות אלה אינן יוצאות דופן ודומות לערכים שהתקבלו במרבית הניטורים הקודמים בשנים האחרונות במהלך שעות הבוקר, בחלק זה של הקישון.

ריכוז כלורופיל a בתחנת "המחצבה", שמייצגת את חלקו המרכזי של מעלה הנחל, עמד על 24 מק"ג/ל. זהו ריכוז נמוך יחסית בהשוואה לשני הניטורים האחרונים שהתבצעו באביב (מאי 2014 - 67 מק"ג/ל, מאי 2015 - 52 מק"ג/ל). במקביל, שקיפות המים בנחל הייתה נמוכה בכל תחנות המעלה כתוצאה מריכוזים גבוהים של חלקיקים מרחפים (טבלה 1; ראה סעיף 4.3.3). ככל שהשקיפות נמוכה יותר פוחת עומק האזור הפוטי במים ואיתו הפוטנציאל לייצור פוטוסינתטי. ביומסה ממוצעת של אצות פלנקטוניות יחד עם עכירות המים הגבוהה מסבירים מדוע לא נמדדו במעלה הנחל ריכוזי חמצן מומס גבוהים מרוויה (>100%) באף אחת מתחנות הדיגום.

מאידך, בתחנות מורד הנחל - גשר ההסתדרות וגשר יוליוס סימון נמדדו בשעות אחר הצהריים ריכוזי חמצן מומס גבוהים (טבלה 1). גם בעבר נמדדו ברוב הניטורים שבוצעו באביב ריכוזי חמצן גבוהים בתחנות הנ"ל. עם זאת, בניגוד לגוון המים הירקרק שנצפה בשטח בשתי התחנות והעיד על נוכחות משמעותית של אצות פלנקטוניות במים, ריכוז הכלורופיל a שנמדד בתחנת "גשר יוליוס סימון" היה נמוך מאד (5 מק"ג/ל). במקרה זה נראה שהסיבה לפער נעוצה בתוצאות המעבדה.

4.3.3 עומס אורגני ומוצקים מרחפים

ריכוז החומר האורגני הפריק ביולוגית (צח"ב) היה נמוך בכל התחנות כולל במורד הנחל (<7 מ"ג/ליטר) ולא חרג מהתקן הסביבתי לנחל (10 מ"ג/ליטר). הריכוז הגבוה ביותר במעלה נמדד בתחנת "גשר אירי-בריכות נשר" (4.4 מ"ג/ליטר) ובמורד ב"גשר יוליוס סימון" (6.8 מ"ג/ליטר).

ממצאים אלה ממשיכים את המגמה בשנים האחרונות של עומס אורגני נמוך שנמדד לאורך מקטע הנחל שנמצא באחריות רשות נחל קישון, בדגש על חמשת תחנות המעלה. עם זאת, עדיין ישנן הזרמות מעת לעת של קולחים באכויות נמוכות ממט"שים ובריכות חימצון בעמק יזרעאל אל הקישון או ליובליו ותקלות בקווי הולכת ביוב (אלרון, 2016).

ריכוז המוצקים המרחפים הלך ועלה מהמקטע שבין כפר יהושע לתחנת המחצבה (91-118 מ"ג/ליטר), דרך גשר כפר חסידים (199 מ"ג/ליטר) ועד גשר אירי-בריכות נשר (394 מ"ג/ליטר). תוצאות המרחפים היו גבוהות ביחס לממצאי עבר, בעיקר בתחנת "גשר אירי-בריכות נשר". מאחר

שלא נעשתה בדיקה של ריכוז מוצקים מרחפים נדיפים (ב-550 מ"צ), לא ניתן לדעת בוודאות מהו חלקה של הפרקציה האנאורגנית מתוך כלל המוצקים. עם זאת, גוון המים החום ומראה המרחפים בדגימות מרמז שעיקר הפרקציה המרחפת והקולואידלית הורכבה מחומר אנאורגני דק גרגיר ששקיעתו איטית (טין, חרסית). המקור של ריכוז המרחפים הגבוה אינו יודע, אך מכיוון שכבר בתחנת הדיגום הראשונה בכפר יהושע ניתן היה להבחין בתופעה, סביר שהחלה במעלה בין כפר יהושע למאגר כפר ברוך. לסדימנט דק גרגיר (2 מ"מ <) בריכוזים גבוהים פוטנציאל לפגיעה בתהליכים ביולוגיים שונים כגון: פוטוסינתזה בצמחים, פגיעה בשלבי חיים צעירים (ביצים ולווחות), פגיעה בתהליכי נשימה ובתהליכי סינון מזון בבעלי חיים אקוויטים ועוד. במידה והגורם להרחפה הוא אנטרופוגני ואינו טבעי יש צורך להבין מהן הגורם והאם ניתן לצמצם את השפעתו.

בניגוד למעלה, בשתי התחנות במורד הנחל היה ריכוז המרחפים נמוך הרבה יותר (טבלה 1) ודומה לערכים שנמדדו בשנים האחרונות.

4.3.4 חומרי הזנה (נוטריינטים)

ריכוז החנקן הכללי שנמדד בתחנות המעלה נע בין 8.7 - 10.3 מ"ג/ליטר והיה נמוך או דומה לתקן הסביבתי לנחל (10 מ"ג/ליטר). התרומה של הניטראט היוותה כ-75% עד 81% מריכוז החנקן בנחל, ושארית החנקן נתרם בעיקר ע"י חנקן אורגני.

בהשוואה לשני הניטורים שהתבצעו באביב בשנתיים הקודמות, חלה פחיתה משמעותית בריכוז החנקן במעלה הנחל (אביב 2014: 13-21 מ"ג/ליטר, אביב 2015: 21-23 מ"ג/ליטר; אלרון, 2015). עיקר הירידה הייתה בריכוז הניטראט שצנח ב-12-13 מ"ג/ליטר בהשוואה לאביב 2015, וכך גם תרומתו לסך החנקן הכללי שפחתה מעט לעומת החנקן האורגני. הסיבות לירידה בריכוזי החנקן במעלה הנחל, בדגש על הניטראט, אינה ברורה דיה ויתכן והיא קשורה לכמות המשקעים הנמוכה שירדה בחורף בעמק יזרעאל. סביר להניח שהשטיפה של הניטראט מהשדות החקלאיים לערוצים ולתעלות ניקוז חקלאיות הייתה נמוכה יותר בהשוואה לתקופה המקבילה אשתקד, אך אין נתונים זמינים על שימוש מופחת בכמויות חומרי הדישון בהם החקלאים עושים שימוש, באופן החריש של הקרקע או בריכוזי החנקן בקולחים בהם נעשה שימוש חוזר להשקיה באזור.

בדומה לבדיקות רבות שנערכו בשנים האחרונות במעלה הקישון, גם בניטור הנוכחי ריכוזי הזרחן בנחל (0.6-0.92 מ"ג/ליטר) היו גבוהים מהתקן הסביבתי לנחל (יעד איכות ביניים 0.3 ויעד סופי 0.1 מ"ג/ליטר). ריכוזי הזרחן לעיתים רחוקות עולים על 1.5 מ"ג/ליטר, אך מנגד הם תנודתיים ומשתנים תדיר בין העונות והשנים ב-0.5 מ"ג/ליטר או יותר בין דיגום אחד למשנהו.

בתחנות "גשר ההסתדרות" ו"גשר יוליוס סימון" ריכוזי החנקן הכללי והזרחן היו נמוכים יחסית לתקופת האביב בשנים הקודמות. במקביל, גם ריכוזי הכלורופיל המושפעים בעקיפין ממצב חומרי ההזנה היו נמוך בשתי התחנות בהשוואה למרבית המדידות לעבר. כפי שצוין כבר בדוח הקודם, כיום נמדדים ריכוזים גבוהים יותר של חומרי הזנה במעלה הנחל בהשוואה למורדו (אלרון, 2016).

4.4 חברת חסרי חוליות גדולים (חז"ג)

4.4.1 הרכב חברת חסרי החוליות

בסה"כ נמצאו יחדיו בכל התחנות שנדגמו 24 טקסונים של חסרי חוליות. רשימות הטקסונים של חסרי החוליות שנמצאו בתחנות השונות במהלך הניטור מוצגת בטבלה 3.

טבלה 3. עושר ושפיעות יחסית של חסרי חוליות בתחנות הדיגום בנחל קישון. הטקסונים מופיעים בשמם העברי (ימין) והמדעי. מפתח לערכי השפיעות הקטגוריאלית: 1 = פרטים בודדים; 2 = עשרות; 3 = מאות; 4 = אלפים ויותר

טקסון	שם עברי	כפר יהושע	תל קשיש	גשר ג'למה	כפר חסידיים	מעלה בריכות נשר	גשר ההסתדרות	יוליוס סימון
Nereididae, <i>Neanthes succinea</i>	תולעת רב-זיפית							1
Physidae, <i>Haitia acuta</i>	בוענית חדה	2	2	2	2			
Planorbidae, <i>Gyraulus piscinarum</i>	סלילנית קמורה	1	1	2	2	1		
Planorbidae, <i>Gyraulus chinensis</i>	סלילנית סינית	1						
Cochliopidae, <i>Pyrgophorus sp.</i>	פירגופורוס				1			
Dreissenidae, <i>Mytilopsis sallei</i>	צדפה שחורת-פסים							2
Corbiculidae, <i>Corbicula consobrina</i>	סלסילה חופית				3			
Ostracoda, Unidentified sp.	צידפנית	3		1				
Gammaridae, <i>Echinogammarus foxi</i>	שטצד	2	3	3	2	2	3	2
Isopoda, Unidentified sp. ⁽¹⁾	סרטן שווה רגליים							1
Platycnemididae, <i>Platychemis dealbata</i>	שפרירית שטוחת רגל			2		1		
Coenagrionidae, <i>Ischnura elegans</i>	שפרירית הדורה			1				
Coenagrionidae, Unidentified sp.	שפרירית	2	2		2	1		
Gerridae, Unidentified sp.	רץ מים	2	2	2		2		
Veliidae, <i>Rhagovelia rivale</i>	רץ נחלים		1	1				
Corixidae, <i>Micronecta sp.</i>	חותרנית	2						
Corixidae, <i>Sigara sp.</i>	תלומית		1			1	2	1
Notonectidae, <i>Anisops sp.</i>	שטגבון	1						
Chironomidae, Chironominae, Unidentified sp.	ימשוש 1	3	3	2				
Chironomidae, Tanypodinae, Unidentified sp.	ימשוש 2							1
Chironomidae, Chironominae, <i>Chironomus sp.</i>	ימשוש אדום		1	1		2	2	2
Simuliidae, Unidentified sp.	ישחור			1				
Dixidae, <i>Dixa sp.</i>	דיקסיד							1
Hydrophilidae, Unidentified sp.	חובבת מים					1		
עושר המינים (Taxa richness)		10	9	11	6	8	3	8

⁽¹⁾ יתכן וזהו איזופוד יבשתי אך מכיוון שנמצא במי הנחל על גבי אבנים הוכנס לרשימת חסרי החוליות.

מבין חסרי החוליות זוהה טקסון אחד ממחלקת התולעים הרב-זיפיות, ממערכת הרכיכות שלושה חלזונות ריאה (בוענית חדה, סלילנית קמורה, סלילנית סינית), מין אחד של חלזון מהקדם זימאים (*Pyrgophorus sp.*) ושתי צדפות (סלסילה חופית וצדפה שחורת-פסים); שלושה טקסונים ממחלקת הסרטנים (צידפנית, שטצד, סרטן שווה רגליים); מבין החרקים נמצאו שלושה נציגים לשפיראים; חמישה נציגים לפשפשאים; חמישה נציגים לזבובאים ונציג בודד לחיפושיות.

בנוסף לטקסונים שנמצאו במים, נצפו גם שישה מינים של שפיראים בוגרים בתעופה. נוצנית שטוחת רגל (*Platycnemis dealbata*) בתחנות "מורד תל קשיש", "גשר ג'למה" ו"מעלה גשר אירי-בריכות נשר"; תכשיטנית זוהרת (*Calopteryx syriaca*) ב"גשר ג'למה"; דיקרית אדומת-עין (*Erythromma*)

viridulum) ב"מעלה גשר אירי-בריכות נשר"; רחופית כחולה (*Orthetrum chrysostigma*) ב"כפר יהושע" ו"מורד תל קשיש"; דלגנית אדומה (*Crocothemis erythraea*) ב"גשר ג'למה" ונחתנית דרכים (*Brachythemis impartita*) ב"גשר כפר חסידים". מרבית הפרטים שזוהו היו זכרים בשל דגם הצבעים הבולט שלהם שמאפשר לזהותם ביתר קלות.

המין המרשים ביותר מבין השפיראים שנצפו בסקר היא תכשיטנית זוהרת (תמונה 10). זוהי השפירית הגדולה ביותר בישראל, תפוצתה מצומצמת וכוללת את אזור דרום הלבנט והיא מוגדרת ע"י הארגון העולמי לשימור הטבע בסכנת הכחדה גלובלית (IUCN, 2010). בארץ תפוצת המין כוללת נחלים בצפון הארץ, עמק בית שאן, עמק זבולון, בקעת הירדן. הזחלים מתפתחים במים נקיים וזורמים ורגישים לזיהומים ופעולות ניקוז בנחלים (קוגלר, 1983 ; Dumont, 1991). **באגן הניקוז של הקישון ניתן למצוא מין זה באזור ההררי של נחל ציפורי ובנחל יפתחאל, אך נדיר לראותו בעמק יזראעל וליד נחל הקישון עצמו** (אלדד אלרון - מידע בע"פ). עם זאת, זהרונני (1967) תיאר את החי בבתי הגידול הלחים באזור הקישון לפני 50 שנה וציין "בקרב הגדות מתעופפת אז בחן רב - כמין עדה משתשעת במחול עליז, ללא קול - קבוצות גדולות של שפירית הגדות פחומת הכנפיים (*Calopteryx splendens*)..." בעודו מכוון בוודאי לתכשיטנית זוהרת. תיאור זה מרמז שעד לפני כמה עשרות שנים היה מין זה שכיח הרבה יותר באזור הקישון.

חסר חוליות נוסף שנצפה בקביעות בניטורים בעבר, וכך גם בסקר הזה, הוא עכביש אקווי למחצה מסוג פגיונית המשתייך למשפחת הפגיוניים (Tetragnathidae).



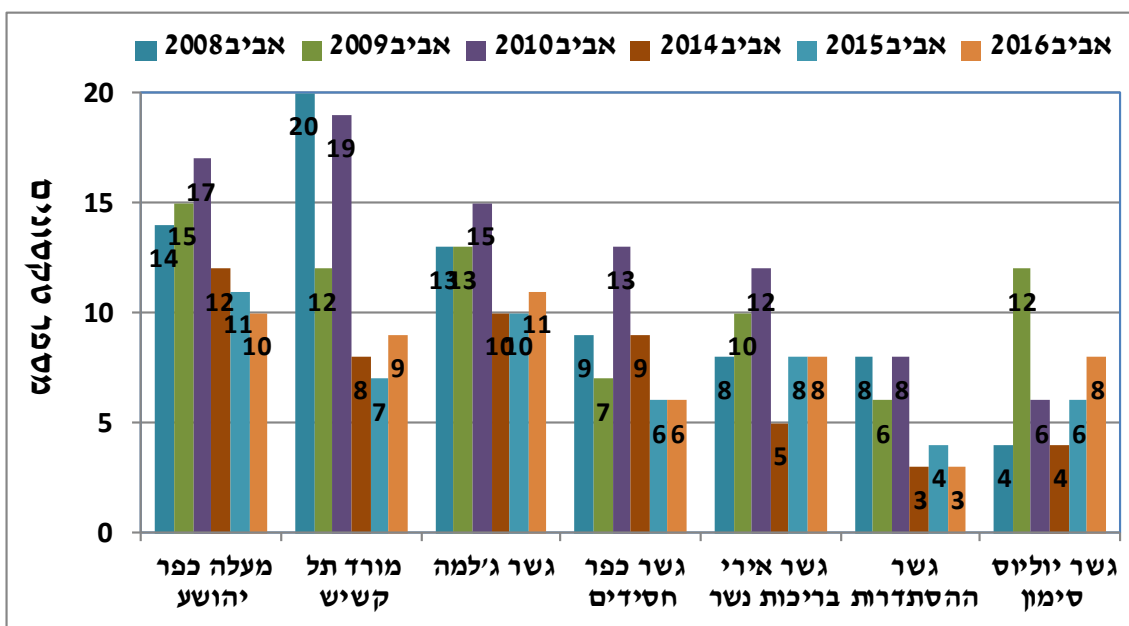
תמונה 10. זכר מהמין תכשיטנית זוהרת (*Calopteryx syriaca*) שצולם בתחנת "גשר ג'למה" (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

4.4.2 עושר ושיפיעות הטקסונים

עושר הטקסונים האקוויטים בניטור הנוכחי כולל 24 טקסונים מהם 19 טקסונים נמצאו בתחנות מעלה הנחל ו-8 טקסונים בתחנות המורד. לשם השוואה, בניטורים שנערכו באביב 2014 נמצאו 23 טקסונים מהם 21 טקסונים בתחנות מעלה הנחל ו-5 טקסונים במורד, ואילו שנה מאוחר יותר באביב 2015 דווח על 22 טקסונים מהם 17 טקסונים בתחנות המעלה ו-8 טקסונים בתחנות המורד (איור 1). סה"כ ההבדל המספרי בעושר המינים בניטור האביבי בשנים האחרונות בשני אזורי הנחל אינו גדול והמצב הכללי מצביע על תנאים דומים שנותרו בנחל, בדגש על אזור המעלה. ההבדל המשמעותי הוא היעדרותם של טקסונים רגישים שדווחו בניטור בסתיו 2015 (ראה התייחסות בהמשך).

4.4.2.1 תחנות מעלה הנחל

סה"כ נמצאו בניטור הנוכחי ב-5 התחנות שנדגמו במעלה הנחל בין 6 ל-11 טקסונים של חסרי חוליות. ממצאים דומים דווחו באביב שנה קודם לכן. עושר הטקסונים הגדול ביותר בניטור הנוכחי נמצא בתחנת "גשר ג'למה". תחנה זו נמצאה גם בניטורי אביב קודמים כבעלת עושר הטקסונים הגדול ביותר ביחד עם תחנות "מורד בית יהושע" ו"מורד תל קשיש". התחנה עם עושר הטקסונים הנמוך ביותר מבין תחנות המעלה בניטור הנוכחי הייתה "גשר כפר חסידים" עם 6 טקסונים בלבד, אך דווקא בה מתקיימים שני מינים של רכיכות שלא נמצאו בתחנות דיגום אחרות.



איור 1. מספר הטקסונים שנמצאו בכל אחת מתחנות הדיגום בנחל קישון בניטור אביב בשנים 2008-2010, באביב 2014-2015 ובניטור הנוכחי (אביב 2016). מקור הנתונים: 2008 - גזית והרשקוביץ (2008); 2009 - גזית והרשקוביץ (2009); 2010 - הרשקוביץ וגזית (2011); 2014 - אלרון וינאי (2014); 2015 - אלרון וינאי (2015) והניטור הנוכחי. בניטורים שבוצעו בשנים 2008-2010 בוצע במעבדה מיון וספירה כמותית של הדגימות ובשנים 2014-2016 בוצע מיון כמותי למחצה בשטח וזיהוי פרטני של טקסונים ספציפיים במעבדה. בניטור הנוכחי המיקום של תחנת גשר אירי-בריכות נשר עבר שינוי כמפורט בסעיף 4.4.2.1.

עושר הטקסונים בתחנה "גשר כפר חסידים" היה גם בעבר לרוב נמוך יותר בהשוואה לתחנות האחרות, זולת תחנת "גשר אירי-בריכות נשר" שבמרבית הניטורים הקודמים נמצאה כענייה ביותר.

בניטור הנוכחי נבחרה נקודה חדשה שתייצג את מורד המקטע "המתוק", בכדי שלא תושפע מתהליך הגאות והשפל הגורם לאופי התחנה להדמות יותר לתחנות מורד הנחל "המלוח". בחינה של עושר המינים המדווח בניטורי האביב בין השנים 2008-2016 (איור 1) מצביע על כך שקיימים מדי פעם הבדלים במספר הטקסונים שדווחו בשנים 2008-2010 לעומת 2014-2016. דוגמה מרכזית לטקסונים שבעבר דווחו לעיתים קרובות יותר, הם נציגים של משפחות מסדרת הזבובאים, ביניהם זבובחופיים (Ephydriidae), טבניים (Tabanidae), יבחושים (Ceratopogonidae), יתושעשיים (Psychodidae), זבוביים (Muscidae) וכולכיתיים (Culicidae). שפיעותם של טקסונים אלה בנחל בכלל ובדגימות שנאספות בפרט נמוכה מאד, ומקשה על יכולת הזיהוי שלהם בבדיקה שנערכת בשטח. למרות שפיעותם הנמוכה, תרומתה של סדרת הזבובאים לרשימת עושר המינים יכולה להיות משמעותית ולכלול 10-14 טקסונים.

חסרי חוליות נוספים, שחלקם רגישים למחצה לתנודות באיכות המים, ולא נמצאו בניטור הנוכחי כוללים פרטים מסדרת בריומאים, מתת-סדרת השפיריות, זחלים של שעירי כנף (משפחת Hydroptilidae), זחלים ובוגרים משתי המשפחות המרכזיות של חיפושיות מים (שחייניתיים וחובבי מים), והחילזון מגדלית הנחלים. חלק מקבוצות חסרי חוליות הנ"ל מדווחים מהניטורים הביולוגיים בקישון רק לעיתים רחוקות ובשפיעות נמוכה. היעדרותם של שניים מהטקסונים בולטת במיוחד לאור הממצאים של הניטור הקודם שהתקיים בסתיו 2015 - במהלכו נמצאו עשרות פרטים בדגימה של בריומאים מהסוג קלאון (*Cloeon sp.*) ושל זחלי שפיריות ממשפחת השפיריים (Libellulidae), בכל אחת משלושת תחנות המעלה - "מורד כפר יהושע", "מורד תל קשיש" ו"גשר גילמה".

חברת חסרי החוליות נותנת ביטוי אקולוגי לעוצמת ההשפעה של ההזרמת מי המערכת אל הקישון. בניגוד להשפעה המטיבה של ההזרמה בסתיו 2015 שהחלה כחודשיים מוקדם יותר, בניטור הנוכחי ההזרמה החלה רק כשבוע לפני הניטור והשפעתה על הנחל הייתה קטנה יותר. **תוצאות הניטור הביולוגי בסתיו 2015 ואביב 2016 משקפות את ההבדל בין הזרמה מכוונת שנמשכה זמן ארוך וטשטשה את ההשפעה של הפרעות סביבתיות (המלחה, זיהומים, פחיתה בספיקה) לבין הזרמה שנמשכה זמן קצר לפני הניטור ולמעשה השפעותיה על איכות בית הגידול והתאמתו למגוון רחב יותר של מינים לא באו לידי ביטוי.** יש לציין שעל פי לוח המים השנתי ההזרמה הייתה אמורה להתחיל בתחילת אפריל אך בפועל התקבל אישור להקצאת ההזרמה כחודש מאוחר יותר (יונתן שביט, רשות נחל קישון - מידע בע"פ).

4.4.2.2 תחנות מורד הנחל

עושר הטקסונים שנמצא בניטור הנוכחי בתחנת "גשר יוליוס סימון" (8 טקסונים) הוא הגבוה ביותר מאז אביב 2009 ומספר הטקסונים בשני דיגומי האביב האחרונים נמצא בעליה (איור 1). מרבית חסרי החוליות נמצאו על אבנים שמפוזרות לאורך מדרגה אופקית מוגבהת (berm) משני צידי הנחל (עומק 20-80 ס"מ). האבנים משמשות משטח התיישבות מצוין עבור חסרי חוליות ישיבים שזמין לדיגום ובדיקה. סמוך לגדות - בגוף המים עצמו, בצמחיית המלחות שחודרת למים ובסדימנט, הנוכחות של מאכלסי המים נמוכה הרבה יותר. **כדי שממצאי הניטור הביולוגי יצביעו על שיפור**

לאורך זמן במצבה של חברת חסרי החוליות בתחנות הקישון המלוח, יש לראות שיפור במדדים לאורך מספר שנות בדיקה, במקום התנודתיות שמשקפת מממצאי השנים האחרונות.

בניגוד לתחנות מעלה הנחל, במורד עקב מבנה האפיק מוגבל הדיגום לאזור הגדות. מסיבה זו הלכידה של חלק מחסרי החוליות, כולל מינים ממוצא ימי הנוטים לעשות שימוש בבתי גידול מרוחקים יותר, בעייתית ואקראית. דוגמה לכך הם נציגים מתת-מערכת הסרטנאים שנתפסים לעיתים רחוקות עם רשת פלנקטון או עם רשת אמבטון בה נעשה שימוש בסקרי דגים. (לדוגמה, שייט נודד - *Portunus segnis*, "שרימפס סיני" - *Erugosquilla massavensis*; אלרון ועמיתיו, 2016).

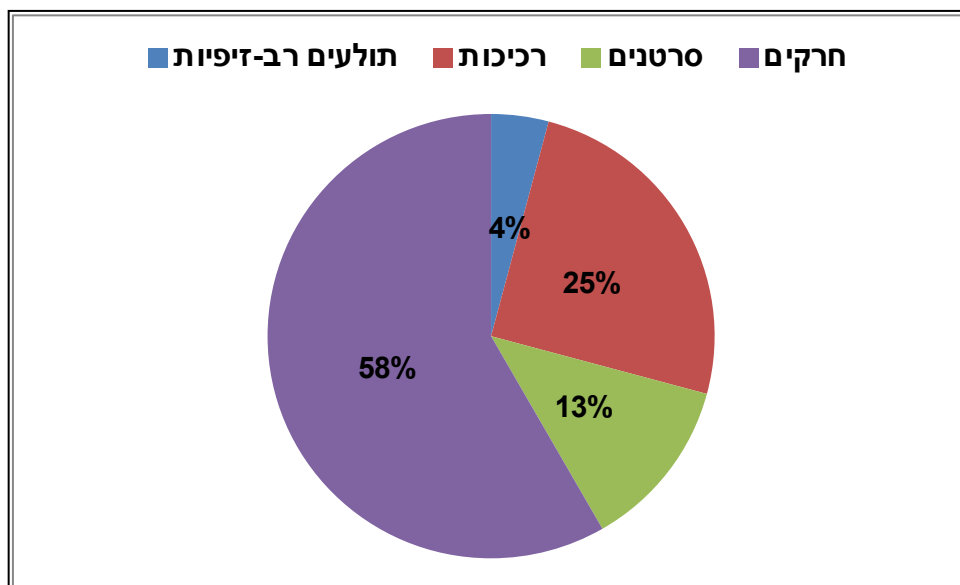
הדיגום מתבצע לאורך גדות הנחל ואינו מייצג את המצב האקולוגי של הקרקעית במרכז האפיק.

לבתי גידול באזור הגדות ושולי הנחל יש ערך אקולוגי אקוטי גבוה בהשוואה לבתי גידול אחרים באפיק הנחל. עם זאת, השימוש בחסרי חוליות גדולים כאינדיקטורים לאפיון המצב האקולוגי של שפכי הנחלים בעולם (אסטואר), מתמקד לעיתים בקבוצה הבנטית, הצמודה למצע הקרקעי בחלק העמוק של הנחל, ופחות באזור הפלגי הרדוד יותר. על קבוצה זו קיים בסיס מידע גדול, כולל בשפכי נחלים ים-תיכוניים ברמות שונות של השפעה אנטרופוגנית. עתה לאחר שהסתיימו עבודות ניקוי קרקעית הקישון, מומלץ לבחון את האפשרות לבצע בעתיד בקישון המלוח סקר שמתמקד בחסרי חוליות צמודי מצע גם בחלקו העמוק של האפיק כדי להעריך בצורה מדויקת יותר את מצבו האקולוגי של מרכז האפיק.

4.4.2.3 חלוקה לקבוצות טקסונומיות

כצפוי, מרבית חסרי החוליות שנמצאו בניטור הנוכחי היו ממחלקת החרקים (14 טקסונים), והיתר ממערכת הרכיכות (6 טקסונים), ממחלקת הסרטנים (3 טקסונים) וממחלקת התולעים הרב-זיפיות (איור 2). החרקים היוו כ-58% מעושר הטקסונים הכללי, זאת בהשוואה לניטור אביב ב-2008, 2009, 2010, 2014 ו-2015 אז היוו החרקים 76%, 64%, 76%, 62% ו-45% מעושר הטקסונים, בהתאמה (גזית והרשקוביץ, 2008; הרשקוביץ וגזית, 2009; הרשקוביץ וגזית, 2010; אלרון וינאי, 2014; אלרון וינאי, 2015). מכאן, שבניטור הנוכחי האחוזה היחסית של החרקים מבין כלל הטקסונים הוא נמוך למדי בהשוואה לעבר.

נציגי מחלקת החרקים לרוב דומיננטיים ומאכלסים ראשונים מקווי מים, בין השאר בשל העובדה שלמרביתם שלבים בוגרים מעופפים וניידים, ולכן יכולת אכלוס ע"י מעבר מהיר ממקווה מים אחד לאחר. לעומתם, לשאר חסרי החוליות יכולת מעבר אקטיבי מוגבלת יותר, והיא תלויה ביכולת התנועה והניידות של המינים השונים בתווך המימי (לדוגמה, זחילה של מיני חלזונות על קרקעית המים הרדודים), ולעיתים רחוקות גם באמצעות נשאים כדוגמת דגים, עופות ואורגניזמים אחרים. בנוסף, מחלקה זו מכילה את המגוון הרחב ביותר של מינים מסדרות שונות המאכלסים את מקווי המים. לעומת זאת, בחלק המלוח של הקישון, עושר חסרי החוליות שאינם נמנים על מחלקת החרקים גבוהה יותר. אלה כוללים מינים שחיים במים מליחים או שמקורם בים דוגמת הרכיכות צדפה שחורת-פסים ומלחית החופים או הסרטנאים קפצן מצוי, שייט כחול, שייט נודד, בלוט ים ועוד.



איור 2. התפלגות אסופת חסרי החוליות בניטור נחל קישון בחלוקה למערכות ומחלקות טקסונומיות.

הטקסון היחיד שנכח בכל 7 תחנות הדיגום, במעלה ובמורד הנחל, הוא סרטן השטצד (*Echinogammarus foxi*). טקסונים נוספים ששכיחותם הגבוהה בתחנות הדיגום הוזכרה בדוחות עבר מספר פעמים, כוללים מספר מינים ממשפחת הימשושיים, החלזונות סלילנית קמורה ובוענית חדה, הפשפש תלומית ממשפחת החותרניים ומספר מינים של זחלי שפריריות (בדגש על שפרירית שטוחת רגל).

4.4.2.4 מערכת הרכיכות

מבין הרכיכות נמצאו בדיגום הנוכחי שישה מינים: הצדפות סלסילה חופית (*Corbicula consobrina*) וצדפה שחורת-פסים והחלזונות סלילנית קמורה (*Gyraulus piscinarum*), סלילנית סינית (*Gyraulus chinensis*) בוענית חדה (*Haitia acuta*) ופירגופורוס (*Pyrgophorus sp.*). שניים מהמינים שכיחים מאוד לאורך כל תחנות מעלה הנחל - סלילנית קמורה ובוענית חדה. מין נוסף - סלסילה חופית הגם שאיזור תפוצתו מצומצם, אוכלוסייתו שומרת על יציבות ומדווחת בכל הניטורים שבוצעו בשנים האחרונות. בדיגום הנוכחי נמצאו פרטים קטנים שמעידים על תהליך רבייה תקין שמחזק את התצפיות על בריאות האוכלוסייה (תמונה 11).

סלילנית סינית הוא חילזון שפלש לנחל הקישון ודווח עליו לראשונה בניטורים הביולוגים במאי 2014 מתחנת "כפר יהושע" (אלרון וינאי, 2014). מקור הפרטים בקישון הוא ככל הנראה מאוכלוסיה גדולה של מין זה בבריכות לגידול נימפאות בקיבוץ הזורע בסמוך לנחל השופט החילזון דומה מאוד במראהו לסלילנית הקמורה ולכן קיים קושי להבדיל ביניהם. סביר שכיום מתקיימות באזור תחנת "מורד בית יהושע" אוכלוסיות של שני המינים. אין כיום מידע מדעי על האפשרות של הכלאה בין מינים שונים של *Gyraulus* (הנק מיניס, המוזיאון לאוספי טבע באוניברסיטת ת"א – בע"פ).

הפירגופורוס (*Pyrgophorus sp.*) הוא חלזון שמקורו בקריביים ופלש לישראל בעשור הקודם. בקישון הוא דווח בסתיו 2013 בתחנת "גשר כפר חסידים" (אלרון, 2013), אך היה ידוע מהקישון

קודם לכן (הנק מיניס – מידע בע"פ). הוא נמצא שוב בתחנת "גשר כפר חסידים" בסתיו 2015 (אלרון, 2016) ובניטור הנוכחי (תמונה 12), בעיקר על גבי מצעים אבניים. מעניין לציין שהפירגופורוס נמצא עד עתה במקטע יחיד בנחל, אזור שנחשב עני יותר במספר חסרי החוליות שבו, וטרם זוהה בתחנות אחרות.



תמונות 11 ו-12. מימין פרטים צעירים של הצדפה סלסילה חופית (*Corbicula consobrina*) ומשמאל פרט של החילזון פירגופורוס (*Pyrgophorus sp.*), כולם נאספו בתחנת "גשר כפר חסידים" (צילום: אלדד אלרון, 09.05.16).

אשר לצדפה שחורת-פסים (*Mytilopsis sallei*), היא אותרה בדיגום הזה לראשונה באחת מהתחנות הקבועות במורד הנחל - "גשר יוליוס סימון". ממצא זה מצטרף לזיהוי הצדפה הפולשת בבריכה המנדטורית בתחילת נובמבר 2014 ובאמצע מאי 2015 (אלרון ועמיתיו, 2016). זאת ועוד, בסוף יוני 2016 נמצאו פרטים של הצדפה באקווריום שממוקם בתחנת ניטור איכות מים קבועה של רשות נחל קישון סמוך לתחנת "גשר ההסתדרות". המים באקווריום נשאבים מנחל הקישון באופן רציף והצדפות וודאי הגיעו בשלב בלרוולי. שלב זה שוחה בגוף המים באופן חופשי ומתיישב על מצע קשיח לאחר מספר ימים (גורן, 2014). התפשטות הצדפה לאתרים נוספים במורד הקישון המלוח הייתה צפויה והממצאים האחרונים מחזקים זאת.

4.4.3 חולייתנים גלויים

רשימות מיני החולייתנים שנמצאו בתחנות השונות במהלך הניטור מוצגות בטבלה 4. בסה"כ נמצאו 3 חולייתנים כולם דגי גרם - גמבוזיה, אמנון מצוי וקיפון גדול ראש.

לאורך השנים נמצאו במעלה ובמורד הקישון מיני דגים רבים, חלקם דגי מים מתוקים וחלקם ממקור ימי. לאחרונה התפרסם דו"ח מסכם עדכני ובו ממצאים מסקר אקולוגי מקיף הכולל גם ממצאים מסקר דגים שבוצע בסתיו 2014 ובאביב 2015 במעלה ובמורד הנחל (אלרון ועמיתיו, 2016).

טבלה 4. חולייתנים שנצפו במהלך הסקר בתחנות הדיגום בנחל קישון.

שם מדעי	שם עברי	מעלה כפר יהושע	מורד תל קשיש	גשר ג'למה	גשר כפר חסידים	מעלה בריכות נשר	גשר ההסתדרות	גשר יוליוס סימון
<i>Gambusia affinis</i>	גמבוזיה	✓	✓	✓	✓	✓		
<i>Tilapia Zilli</i>	אמנון מצוי							✓
<i>Mugil cephalus</i>	קיפון גדול ראש			✓	✓	✓		

תפיסת דגים בניטור הביולוגי היא אקראית ואינה מהווה דיגום מייצג, אך לעיתים הממצאים מכילים תובנות חשובות. הממצא המעניין ביותר היו פרטים קטנים של קיפון גדול ראש (*Mugil cephalus*) שנלכדו בשלוש מתחנות המעלה - "גשר ג'למה", "גשר כפר חסידים" ו"מעלה גשר אירי-בריכות נשר" (תמונה 13). ממצאים דומים דווחו גם בסקר הדגים שצוין קודם לכן ב"מורד מעיין אלרואי", "גשר ג'למה" ו"גשר אירי-בריכות נשר" (אלרון ועמיתיו, 2016). בנוסף דווח בסקר זה גם על תפיסת פרטים בחלק מאותן תחנות הדיגום של המין קיפון טובר (*Liza Ramada*). **ממצאים חוזרים אלה ברצף של דיגומים (סתיו 2014 - אביב 2016) הם הדיווחים הראשונים על לכידה של קיפונים בגשר ג'למה מאז תחילת סקרי הדגים בקישון בשנת 2002.**

מציאותם של קיפונים צעירים במעלה אפיק הנחל מצביעה על תהליך נדידה טבעי של הדגיגים הבוקעים בים ועולים בשפך הקישון אל אזורים בהם זורמים מים מתוקים במעלה¹. הצלחתם לשרוד מעידה על כך שאיכות המים בקטעים אלה נסבלת מבחינת הדגים (אלרון ועמיתיו, 2016). **כיום אזור גשר ג'למה מסמן את הנקודה הרחוקה ביותר בקישון אליה עולים הקיפונים, אם כי יתכן שפרטים בודדים שוחים מזרחה יותר.** יתרה מזאת, בדיגום דגים שבוצע ב- 30.06.15 בעין יבקע ("מעיין הסוסים") נתפסו בבריכת המעיין קיפונים גדולים למדי המעידים על נדידה ממורד קישון גם אל חלקו העליון של נחל ציפורי (אלדד אלרון - מידע אישי).



תמונה 13. פרט צעיר של קיפון גדול ראש (*Mugil cephalus*) שנלכד בתחנת "גשר ג'למה".

4.5 מצב הנחל - מדדים ביולוגיים

4.5.1 מדד עושר הטקסונים הרגילים

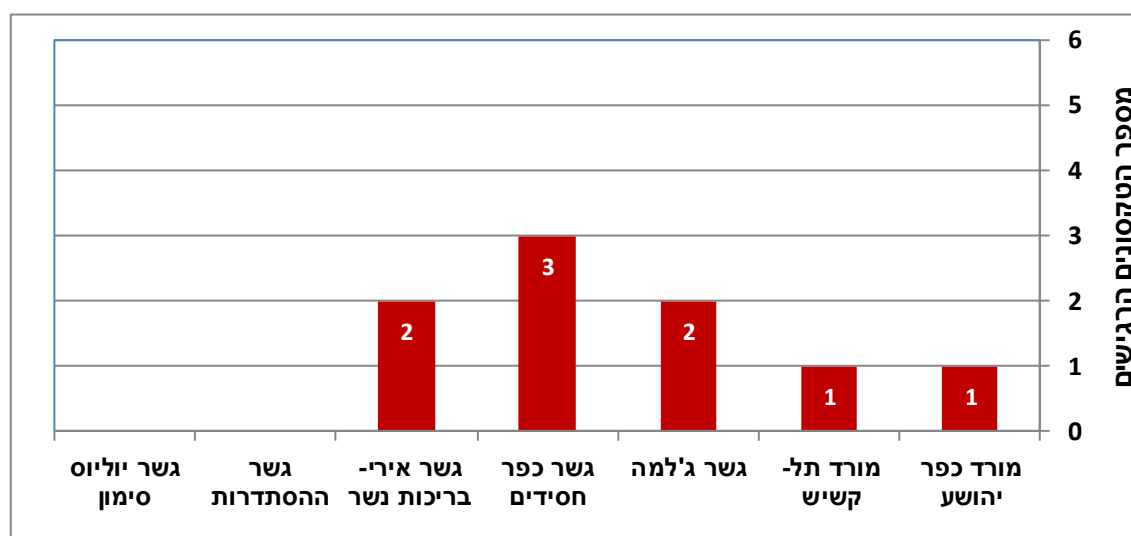
מדד עושר הטקסונים רגילים לריכוזי חמצן נמוכים מסנן את הטקסונים העמידים יותר ומגדיל את משקלם של הטקסונים הרגילים, הנוטים לסבול יותר מהרעת תנאי בית הגידול. ריכוז נמוך של חמצן מומס במים צפוי להשפיע בצורה שונה על חסרי חוליות בעלי זימים המנצלים את החמצן

¹ קיפון גדול ראש הוא מין קאטדרומי - מיני דגים המתרבים בים, נודדים במעלה הנחלים לצורך גידול, ולאחר שהגיעו לבגרות מינית הם נודדים חזרה לים לצורך רבייה.



המומס באמצעות זימי טרכאות כמו זחלים של בריומאים, שפיריות, שפיריות, שעירי כנף וחלזונות קדם-זימאים ("טקסונים רגישים"), לעומת מינים נושמי חמצן אטמוספרי כמו זחלי יתושים ממשפחת הכולכיתיים, פשפשאים וחלק מהחיפושיות או מינים בעלי המוגלובין בהמולימפה כמו זחלי ימשושים.

על פי מדד זה מספר הטקסונים הרגישים בתחנות המעלה נע בין 1 ל-3 טקסונים, ואילו בשתי התחנות במורד לא נמצאו טקסונים רגישים כלל (איור 3). בתחנות המעלה, התחנה עם מספר הטקסונים הרגישים הרב ביותר הייתה "גשר כפר חסידים" (3 טקסונים) והנמוכות ביותר "כפר יהושע" ו"מורד תל קשיש". תוצאה זו מפתיע מכיוון שבמרבית הניטורים מספר הטקסונים הרגישים שמוצאים בתחנת "כפר יהושע" גבוה יותר. לעומת זאת, תחנת "גשר ג'למה" אינה יציבה במספר הטקסונים הרגישים, ומספרם משתנים בין העונות ובין השנים.



איור 3. עושר הטקסונים הרגישים לריכוז חמצן נמוכים בתחנות הדיגום בקישון

בניגוד לממצאי הניטור הקודם בסתיו 2015, בניטור הנוכחי נעדרו מהאסופה נציגים ממשפחת הבריומאים (Ephemeroptera) בדגש על הסוג Cloeon ונציגים מתת-סדרת השפיריות (Anisoptera) בדגש על משפחת השפיריים (Libellulidae). משפחות המשתייכות לשתי קבוצות אלה נחשבות לרוב בספרות לרגישות יותר לשילוב של מספר גורמי עקה, מעבר לריכוזי חמצן נמוכים, זאת בהשוואה למשפחות המשתייכות לתת-סדרת השפיריות (Zygoptera). לפיכך לנוכחותן בנחל חשיבות רבה כסמן לשיפור במצב המערכת האקולוגית האקוויטית.

הסיבה המרכזית להבדל הינה שבעת שבועות הניטור בסתיו 2015 ההזרמה המכוונת של מי המערכת לקישון נמשכה כבר כחודשיים וחצי ותרמה לטשטוש ההשפעה של הפרעות סביבתיות בנחל (המלחה, זיהומים, פחיתה בספיקה). בעקבות השינוי לא רק שנמצאו באותו ניטור זחלים של בריומאים ושפיריות אלא שגם השפיעות היחסית שלהם בכל תחנה ותחנה קפצה מפרטים בודדים בלבד לעשרות פרטים בדגימה. מכיוון שמטרותיה של הזרמת המים לקישון כוללות גם שיקום ביולוגי של הנחל, עולה השאלה האם אכן יש לה השפעה חיובית ישירה על המערכת האקולוגית. רצוי לשלב

בהחלטות גם את נושא מועד הניטור הביולוגי או איך משלבים בין ההזרמה ובין הבחינה של השפעתה על המערכת.

4.5.2 מדד עושר הטקסונים המשוקלל

על פי הקריטריונים שהוגדרו למדד עושר הטקסונים המשוקלל, חושב דירוג הערכיות של מקטעי הנחל השונים במעלה (טבלה 4). **הערכיות שהתקבלה עבור התחנות השונות באביב 2016 זהה לתוצאות הניטור באביב 2015 ונמוכה מהתוצאות באביב 2014.** תחנות "מורד כפר יהושע" ו"גשר ג'למה" מתאפיינות בערכיות בינונית, ותחנות "מורד תל קשיש", "גשר כפר חסידים" ו"מעלה בריכות נשר-גשר אירי" בערכיות נמוכה-בינונית. יש לציין שלמרות שהערכיות של תחנת "מורד כפר יהושע" לא השתנתה בהשוואה לאביב הקודם ועדיין ערכיותה גבוהה ביחס לתחנות אחרות, ציוני מדד עושר הטקסונים המשוקלל של תחנה זו מצביעים על ירידה בערכיות החל מאביב 2014 ועד לניטור הנוכחי. נראה שסיבה לכך נעוצה בעבודות התשתית המסיביות שמתרחשות באזור כביש 722 והכניסה לכפר יהושע שמשפיעות על המערכת האקולוגית בנחל.

טבלה 4. ערכיות הידרו-אקולוגית של תחנות הדיגום לפי מדד עושר טקסונים משוקלל בשלושת הניטורים האחרונים שהתבצעו באביב². באדום מודגש הערכיות שחושבה עבור הניטור הנוכחי. המיקום של תחנת גשר אירי-בריכות נשר עבר שינוי כמפורט בסעיף 4.4.2.1.

שם התחנה	אביב 2014	ערכיות	אביב 2015	ערכיות	אביב 2016	ערכיות
כפר יהושע	11	בינונית-גבוהה	9.5	בינונית	7	בינונית
מורד תל קשיש	6	נמוכה-בינונית	4	נמוכה-בינונית	5.5	נמוכה-בינונית
גשר ג'למה	8	בינונית	7	בינונית	7	בינונית
גשר כפר חסידים	8.5	בינונית	5	נמוכה-בינונית	6	נמוכה-בינונית
בריכות נשר-גשר אירי	4	נמוכה-בינונית	6	נמוכה-בינונית	5.5	נמוכה-בינונית
גשר ההסתדרות	2.5	נמוכה	2	נמוכה	1.5	נמוכה
גשר יוליוס סימון	2	נמוכה	3.5	נמוכה-בינונית	4.5	נמוכה-בינונית

הבדל גדול נוסף, שכבר הוזכר בסעיף העוסק בטקסונים הרגישים אך בא לידי ביטוי גם במדד עושר הטקסונים המשוקלל, קשור להזרמה המכוונת של מי המערכת לנחל. בניטור שנערך בסתיו 2015 ההשפעה החיובית של הזרמת תוספת המים לנחל במשך מעל לחודשיים, קיבלה ביטוי בערכיות שחושבה עבור כל ארבעת התחנות העליונות באזור המעלה. ברובן חלה עליה משמעותית בערכיות וכולן זכו בציון ערכיות "בינונית" (אלרון, 2016). מנגד, בניטור הנוכחי הזרמת המים החלה זמן קצר מדי לפני ביצוע הניטור הביולוגי, אחרי שזרימת הבסיס שהתגברה בחורף כבר דעכה במשך כמה שבועות והתייצבה לזרימה "קיצית" עם ספיקה נמוכה וקבועה (כ-0.1 קו"ב/שניה). לפיכך, **תוצאות הניטור הביולוגי באביב 2016 לא שיקפו בדומה לסתיו 2015 את השפעתה המטיבה של ההזרמה על המערכת האקולוגית בנחל, אלא את תקופת הדעיכה בזרימת הבסיס ואת ההשפעות השליליות של איכות המים שהגיעה ממעלה אגן הניקוז.** נוסף על כך, בחורף 2015/16 נרשמו כמויות משקעים נמוכות מהממוצע באזור אגן ההיקוות של הקישון שוודאי השפיעו לרעה על שפיעת המים הטבעיים בנחל ובעקיפין גם על מאכלסי המים.

² ציוני עושר הטקסונים המשוקלל לא ניתנים להשוואה לציוני מידת השלמות הביולוגית (biological integrity) שהוצגו בסקרי עבר (לדוגמה, הרשקוביץ וגזית, 2011) וניתן רק להתייחס איכותית לתוצאות בשתי המתודולוגיות.



במורד הנחל יש לציין לטובה את העלייה בציוני מדד עושר הטקסונים המשוקלל בתחנת "גשר יוליוס סימון" במהלך שלושת הניטורים האחרונים שנערכו באביב (טבלה 4). הסיבה לעלייה בערכיות קשורה לעליה בעושר הטקסונים של חסרי החוליות שנמצאו באזור הגשר בהשוואה לניטורים הקודמים. כפי שצוין בעבר, יתכן והשיפור הוא תוצאה של הטבה נוספת באיכות הקולחים תעשייתיים המוזרמים מהמפעלים הכימיים השוכנים סמוך לקישון. למשוואה זו אפשר להוסיף גם את הפעולה להוצאת הסדימנטים המזוהמים מקרקעית הנחל שהסתיימה לאחרונה. כדי לבחון האם השיפור הוא זמני או קבוע נדרש להמשיך ולנטר את התחנות במורד למשך טווח זמן ארוך יותר.

4.6 המלצות

להלן מספר המלצות הנוגעות בהיבטים שונים העוסקים בניטור הפיסיקו-כימי והביולוגי לאורך הנחל.

1. במעלה הנחל מומלץ להוסיף בתחנת דיגום אחת או יותר בדיקה של כלל המוצקים המרחפים ב-550 מ"צ (שריפה בתנור) כדי לקבל הפרדה בין החומר האורגני והאנאורגאני, ולקבל אינדיקציה טובה יותר על מקור החומר המרחף בנחל.

2. מומלץ לבצע בדיקה של כלל פחמימני הדלק (TPH) בסדימנט במספר נקודות סמוך לגדות של שתי התחנות במורד - "גשר ההסתדרות" ו"גשר יוליוס סימון" בכדי לבחון מקור אפשרי לריח שעולה מהקרקעית בעת הדיגום ויכול להשפיע על מאכלסי המים. ישנן מספר החלטות שצריך לבחון לפני ביצוע הבדיקה, להחליט מהן האנליזות המתאימות לבדיקה (TPH ב-IR, בדיקה בחלוקה לפרקציות TPH, חומרים אורגניים נדיפים - VOC וכו').

3. מטרותיה של ההזרמה המכוונת של מי המערכת מהמוביל הארצי אל הקישון כוללות גם שיפור מצבה של המערכת האקולוגית. לכן אחת השאלות החשובות היא האם אכן ישנה השפעה של ההזרמה על האקולוגיה בנחל. הבחירה של מועד ההזרמה באביב האחרון נקבעה ממניעים הידרולוגיים בלבד ללא התחשבות מספקת במערכת האקולוגית האקוויטית ובלי סנכרון לניטור הביולוגי שהתבצע בתחילת חודש מאי. הזמן הקצר שחלף בין תחילת ההזרמה וביצוע הניטור הביולוגי מנעו את האפשרות לבדוק את עוצמת ההשפעה המטיבה של ההזרמה על המערכת האקולוגית בנחל בדומה לסתיו 2015. מומלץ לשלב בקבלת ההחלטות לקראת ההזרמה באביב הבא גם את התזמון הנכון עם מועד הניטור הביולוגי.

4. לאחר תחילת ההזרמה המכוונת של מי המערכת לקישון, רצוי לבצע בדיקות של איכות המים בנחל לפני ואחרי הנקודה בה מתבצעת ההזרמה (עומס אורגני, חומרים מזינים, מליחות). בדיקות אלה יוסיפו מידע חשוב ויאפשרו להפריד בין ההשפעה של איכות המים שמגיעה ממעלה אגן הניקוז ובין איכות המים בנחל אחרי נקודת ההזרמה.

5. מומלץ לבחון בעתיד את האפשרות לבצע בקישון המלוח סקר שמתמקד בחסרי חוליות צמודי מצע גם בחלקו העמוק של האפיק כדי להעריך בצורה מדויקת יותר מהו מצבו האקולוגי של מורד הנחל ולהשוותו לשפכי נחלים אחרים.

6. חסר כיום בסיס נתונים אחד שמסכם את כל ממצאי הניטור הביולוגי שנעשו עד היום בקישון. קובץ זה יכיל את כל הטקסונים שזוהו עד היום בקישון בחלוקה למעלה - מורד, תחנות הדיגום



השונות, שנים שונות, עונות (אביב - סתיו) ופרמטרים חשובים נוספים, והוא יסייע להציף מידע שלא סוכם עד היום, לבצע חיפושים יעילים אחר מידע מהעבר ולהוות בסיס לניתוחים סטטיסטיים.

5 מקורות ספרות

- אלרון, א., ינאי, ז. (2014). ניטור ביולוגי - אביב 2014. מוגש לרשות נחל קישון. DHV MED.
- אלרון, א., ינאי, ז. (2015). ניטור ביולוגי - סתיו 2015. מוגש לרשות נחל קישון. DHV MED.
- אלרון, א., מירוץ, א., קפלן, ד., קרוטמן, י. (2016). סקר אקולוגי מקיף בנחל הקישון - דו"ח מסכם. DHV MED בע"מ. מוגש למשרד להגנת הסביבה ורשות נחל קישון.
- אלרון, א. (2016). ניטור ביולוגי - סתיו 2015. מוגש לרשות נחל קישון. אקולוגיה וסביבה.
- ברוזה, מ., חיים, א., סבר, נ. (2001). סקר אקולוגי במעיין אלרואי. המחלקה לביולוגיה של אוניברסיטת חיפה, אורנים.
- גבעתי, ע., עצמון, ב. (2013). מגמות בשפיעת מעיינות בצפון הארץ. דו"ח הידרו/2013. השירות ההידרולוגי - רשות המים. ירושלים.
- גורן, ל. (2014). סקר לאיתור הצדפה הפולשת *Mytilopsis sallei* בנחל הקישון. מוגש לרשות נחל קישון. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב.
- גזית, א., הרשקוביץ, י. (2008). ניטור ביולוגי - אביב 2008. מוגש לרשות נחל קישון. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב.
- גזית, א., הרשקוביץ, י. (2009). ניטור ביולוגי - אביב 2009. מוגש לרשות נחל קישון. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב.
- גפני, ש. (2012). הידרוביולוגיה. מתוך: הירדן הדרומי מזרחית לגדר המערכת (פרק ט'). נספח השלמה לסקר הירדן וסביבותיו - מנהריים ועד נחל בזק. ריכוז ועריכה: פרלברג, א., רמון, א. מוגש לרשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי. יחידת סקרי טבע ונוף, מכון דש"א.
- הרשקוביץ, י., גזית, א. (2011). ניטור ביולוגי - אביב 2010. מוגש לרשות נחל קישון. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב.
- השירות ההידרולוגי (2016). סיכום עונת גשמים 2015/16 ומאפייניה ההידרולוגיים העיקריים. המחלקה למים עיליים והידרומטאורולוגיה, השירות ההידרולוגי - רשות המים.
- זהרונאי, מ. (1967). פלורה ופאונה בעמק, עמ' 212-237. ב: מארץ הקישון - ספר העמק. עורך: נ. תרדיון. בהוצאת המועצה האזורית קישון ע"י ספרית השדה.
- קוגלר, י. (1983). סדרת השפיראים. בתוך: פישלון ל. (עורך). החי והצומח של ארץ ישראל. כרך 3: 48-56. תל-אביב: משרד הביטחון - הוצאה לאור.
- Dumont, H.J. (1991). Odonta of the Levant. Fauna Palaestina, Insecta V. The Israel Academy of Sciences and Humanities. Jerusalem.
- Gasith A., Resh V.H. (1999). Streams in Mediterranean-climate regions: Abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30:51-81.
- Halperin, M., Gasith, A., Bresler, M., Broza, M. (2001). The protective nature of *Chironomus luridus* larval tubes against copper sulphate. *Journal of Insect Science* 2:8.
- Rosenberg, D.M., Resh, V.H. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.

Schneider, W. (2010). *Calopteryx syriaca* (Syrian Demoiselle). The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T3628A9987808.

Voshell, R.J., 2002. A Guide to Freshwater Invertebrates of North America. McDonald and Woodward Publishing, Blacksburg, Virginia.

Warwick, W.F. (1992). The effect of trophic interactions on chironomid community structure and succession (Diptera: Chironomidae). Netherland Journal of Aquatic Ecology 26:563-575.

לקוח	:	רשות נחל קישון
פרוייקט	:	ניטור ביולוגי בנחל קישון - אביב 2016
קובץ	:	2016.doc ניטור ביולוגי בנחל קישון - אביב
תאריך סופי	:	26.12.2016
גרסה	:	1
אורך המסמך	:	38
כותב	:	ד"ר אלדד אלרון
תרומה	:	יונתן שביט, אולגה ודוב
