



רשות נחל הירקון

דוח מצב הירקון 2017

2017/18

יונתן רז – רשות נחל הירקון



רגעי שלווה בירקון

3	דוח ממשק ותחזוקה בסביבת נחל הירקון 2017
14	סיכום עלויות ביצוע עבודות תחזוקה בירקון 2017
16	כמות ואיכות מים 2016
22	איכות הקולחים שהוזרמו לירקון בשנת 2017
25	ניטור איכות המים בנחל 2017
26	עומס אורגני
27	נוטריינטים
31	פרופיל חיידקים לאורך הירקון
33	דיגום בקטריולוגי לצרכי שיט בקטע מלוח
35	ניטור איכות המים באגנים הירוקים 2017
36	עומסים אורגנים באגנים הירוקים
38	הרחקת נוטריינטים באגנים הירוקים
39	השתנות ריכוזי מדדי איכות המים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים בשנים 2011- 2017
44	מחקרים וסקרים בנחל הירקון
45	ניטור הידרוביולוגי של נחל הירקון- אביב 2017



שיט ספורטיבי

דוח ממשק ותחזוקה בסביבת נחל הירקון 2017
ממשק התחזוקה של נחל הירקון וגדותיו מהווה את עיקר העיסוק של רשות נחל הירקון
מבחינת השקעה של ימי עבודה בביצוע העבודה בשטח. עבודת הממשק והתחזוקה
מתקיימת לאורך כל השנה, כאשר נפח העבודה הפיזית מבוצע בעיקר בחודשי האביב וכולל
עבודות ניקוי אפיק ותחזוקת גדות. במהלך הקיץ מושקעים ימי עבודה רבים בביצוע ניקיון של
פסולת מבקרים ומתרחצים בנחל.



ניקוי תלת שבועי של שפך הירקון



ניקוי ידני בשפך הירקון



מחסום צף לרוחב האפיק לעצירה ואצירת פסולת לקראת הוצאה ופינוי מהאפיק



הוצאה ופינוי פסולת מהאפיק



פינוי פסולת מטיילים



הדברה סלקטיבית של מינים גרים של צמחיה פולשנית - מים וגדות



הוצאת פחים, צמיגים מתוך האפיק



ביצוע סקר עצים מסוכנים עם אגרונום פקיד היערות של עיריית תל אביב לצורך קביעת פרטי הגיזום הבטיחותי והוצאת רישיונות כריתה



חיתוך ופינוי עצים שקרסו



ארגון אתר ביצוע עבודות גיזום בטיחותי בגדות נחל הירקון בתחום פארק גני יהושע



ניסור ופינוי עץ שנפל על השביל



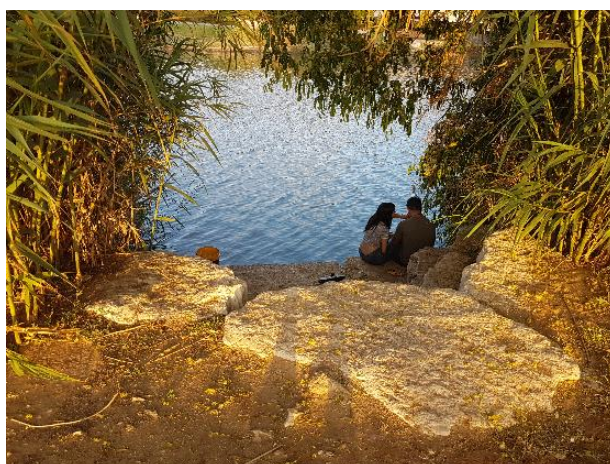
גיזום בטיפוס באזורים רגישים



עץ שקרס על מזח בגדת הנחל



ריסוק גזם עצי אקליפטוס לצמצום נפח לקראת פינוי



תחזוקת מתקן כניסת מי נגר לירקון הוכשר כך שישמש גם כפינת מרגוע ודיג בנחל עירוני



כיסוח צדי שבילים מטיילים ודרכים בגדות הירקון. מספר מחזורים בשנה



הכשרת סכרים זמניים ביובלי הירקון למניעת זיהום. בתמונה - מתקן שאיבה בנחל קנה
להפחתת ההזרמה לירקון של קולחי מט"ש דרום השרון



גידול וטיפוח צמחי נימפיאה תכולה בברכת השבת דגי נאווית כחולה לירקון



סקר קיבון צב רך בגדות נחל הירקון – קן שנטרף וקליפות ביצי צבונים



נסיעת רכבי שטח באפיק הנחל ושבילי המטיילים – רשות הנחל מקדם תכנית לניהול מרחב הירקון למניעת התופעה

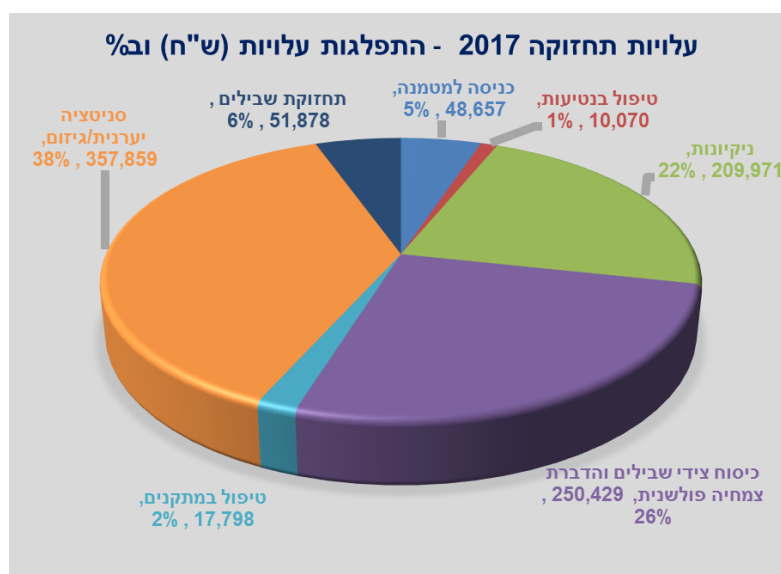


זמן איכות בשפך הירקון

סיכום עלויות ביצוע עבודות תחזוקה בירקון 2017



איור 1 – פרופיל התפלגות חודשית של עלויות ביצוע עב' תחזוקה בירקון 2017



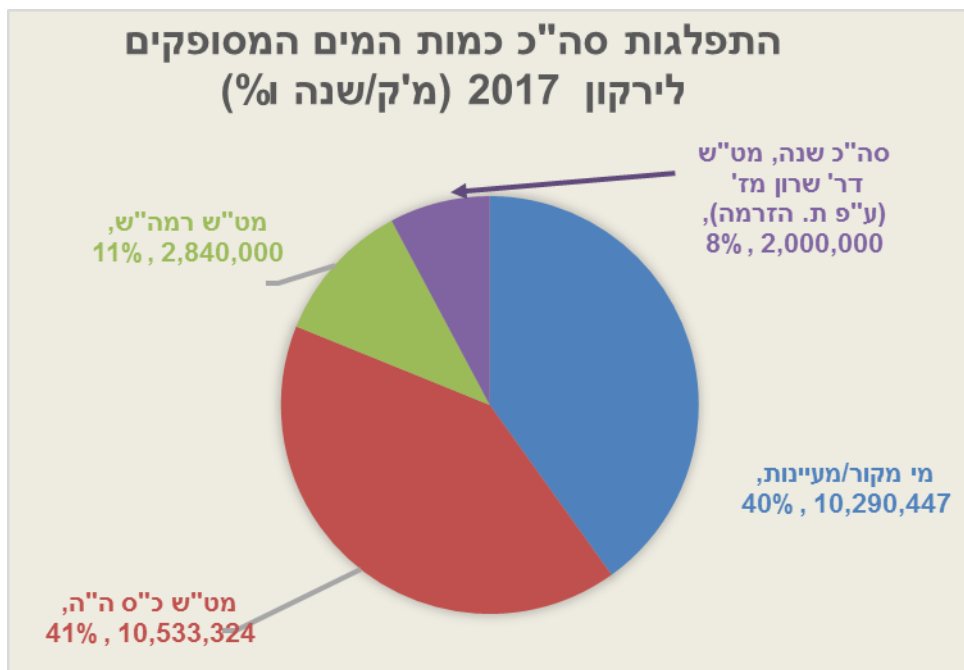
איור 2 – עלויות תחזוקה 2017 – התפלגות עלויות לפי תחומי פעילות (ש"ח) וב%

טבלה 1 – עלויות תחזוקה 2017

מעקב עלויות תחזוקה 2017								
במימון רשות הנחל/רשות ניקוז								
עלות חודשית	תחזוקת שבילים	סניטציה יערנית/גיזום	טיפול במתקנים	כיסוח צידי שבילים והדברת צמחיה פולשנית	ניקיונות	טיפול בנטיעות	כניסה למטמנה	חודש/סעיף
40,832	5,383	25,873	3,235		6,341			ינואר
23,770	1,669	11,764			10,337			פברואר
24,314	8,214	6,917	1,660		1,043	6,480		מרץ
144,669	5,950	3,589		105,218	29,912			אפריל
59,137	3,959	9,058	4,265	19,123	3,850		18,882	מאי
18,436	2,400	1,725	8,638	4,423	1,250			יוני
127,925	16,100	37,650		40,060	30,525	3,590		יולי
194,252		45,102		55,000	94,150			אוגוסט
19,246	2,703	6,181		3,840	6,522			ספטמבר
43,166				9,280	7,611		26,275	אוקטובר
229,155	2,800	210,000		9,425	6,930			נובמבר
21,760	2,700			4,060	11,500		3,500	דצמבר
946,662	51,878	357,859	17,798	250,429	209,971	10,070	48,657	סה"כ לסעיף
170,399	17% מע"מ							
1,117,061	סה"כ							
	5.5	37.8	1.9	26.5	22.2	1.1	5.1	אחוז הסעיף מסה"כ עלות ביצוע
						עלויות נקיון שוטף "סירת זבל": כ-270,000 ₪		

כמות ואיכות מים 2016

אל נחל הירקון הוזרמו ב-2017 כ-25.6 מלמ"ק מים שפירים ומי קולחים. זרת בהשוואה ל-28 מלמ"ק מים וקולחים בשנת 2016. מתוכם כ-10.3 מלמ"ק מי מקור מאקוויפר ירקון תנינים שהם 40% מסה"כ הכללית שהוזרמה. ממת"ש כ"ס ה"ה הוזרמו לירקון כ-10.5 מלמ"ק מי קולחים, שהם 41% מסה"כ המים לירקון. ממת"ש רמה"ש הוזרמו לירקון כ-2.8 מלמ"ק מי קולחים, שהם 11% מסה"כ כמות המים לירקון. כמות הקולחים/שפכים שהוזרמו לירקון ממת"ש דר' שרון מז' איננה ידוע במדויק. על פי תכנית ההזרמה שהוגשה לצורך קבלת צו הרשאה, הוזרמו לירקון כ-2 מלמ"ק באיכות גרועה (איור 3). יתכן שהכמויות שהוזרמו גדולות יותר.



איור 3- התפלגות כמות המים שהוזרמה לירקון ב 2017

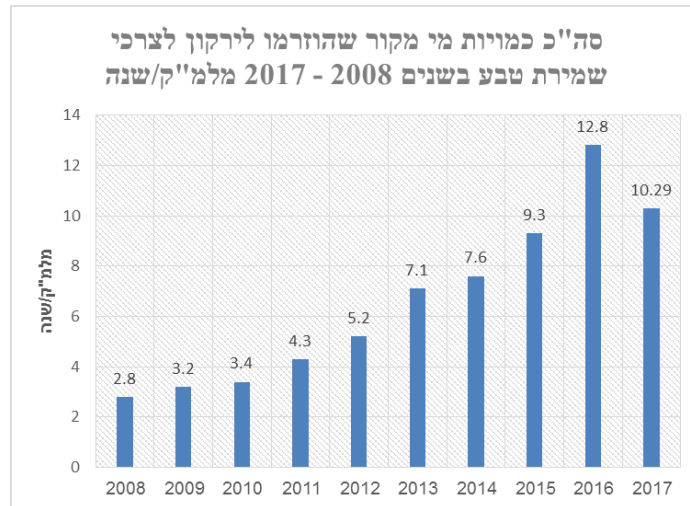
ספיקת המים והקולחים השעתית הממוצעת לירקון ב 2016 הייתה כ-2,500 מק"ש עם מקסימום ומינימום של כ-3,400 ו-1,700 מק"ש בהתאמה (איור 4).



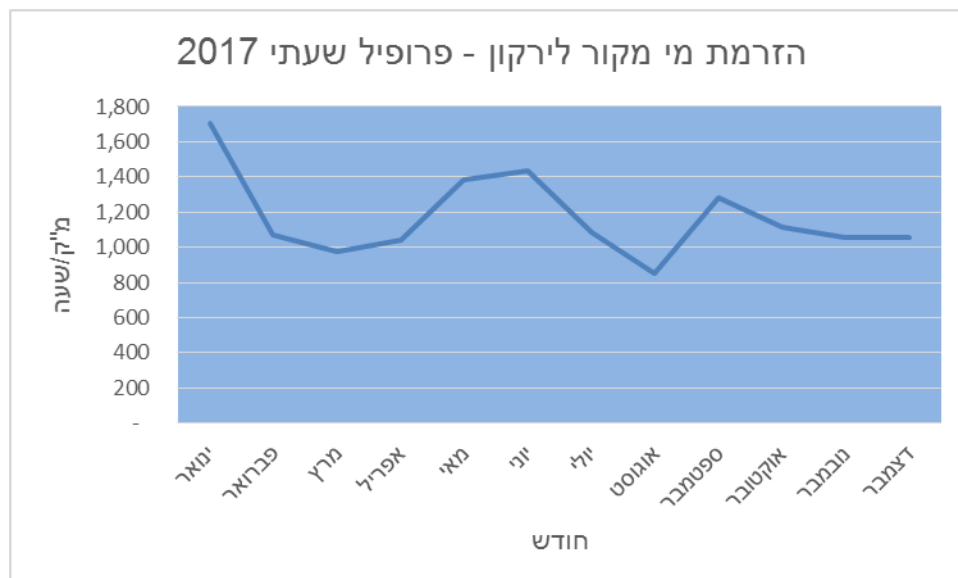
איור 4 – פרופיל ספיקה שעתית של סה"כ הזרמת מי מקור וקולחים לירקון 2017

מי מקור – מים שפירים

הזרמת מי מקור מאקוויפר ירקון תנינים - הקצאת המים השפירים לירקון עלתה באוגוסט 2015 מ כ-850 מק"ש ל כ-1,350 מק"ש. סה"כ הזרמת מי מקור לירקון בשנת 2017 כ-10.3 מלמ"ק בהשוואה ל-12.8 מלמ"ק בשנת 2016 ובהשוואה ל-9.3 מלמ"ק בשנת 2015 ו-7.6 מלמ"ק ב-2014. ממוצע ספיקת מי המקור בפועל לירקון הייתה כ-1,400 מ"ק/שעה. הקצאת המים המיועדת לירקון מחולקת בין שלוש נקודות הזרמה שונות במיקומן. שתי נקודות הזרמה, בספיקה של כ-800 מק"ש מוזרמת ישירות לברכת הנופרים דרך מוצא צינור בתעלת גבעת השלושה ובמרחק של כ-100 מטר מברכת הנופרים. נקודת הזרמה שניה בספיקה של כ-350 מק"ש מוזרמת לאגם אקולוגי הנמצא בתחום גן לאומי אפק וממנו דרך נחל עינת לברכת נופרים (איור 5).



איור 5 - כמויות מי מקור שהוזרמו לירקון לצרכי שמירת טבע בשנים 2008 - 2017 מלמ"ק/שנה



איור 6 - ספיקה שעתית של מים שפירים, ממוצע חודשי של הספיקה השעתית 2017

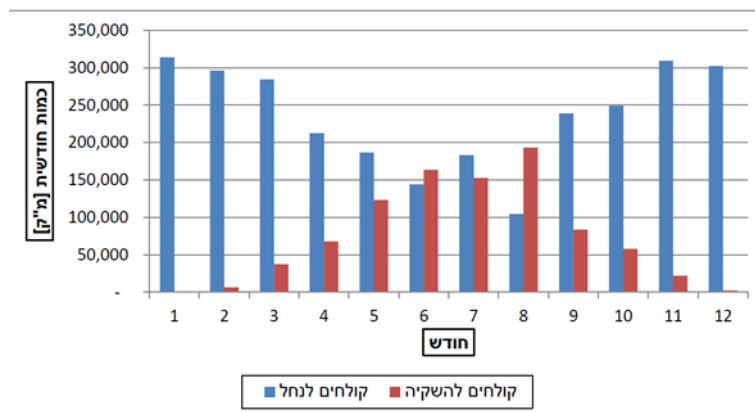
מקורות מי קולחים – במהלך 2017 הוזרמו לירקון קולחים משלושה מקורות שונים (איור 3). שני מקורות קולחים באיכות שלישונית – מט"ש כפר סבא הוד השרון ומט"ש רמת השרון. מט"ש דרום שרון מזרחי, מאגר רמת הכובש וקו שפכים אלפי מנשה וחבלה. הווה מקור שפכים וקולחים ראשוני ממנו הוזרמו לירקון קולחים באיכות ירודה.

מט"ש כ"ס ה"ה טיהר והפיק בשנת 2017 כ"כ 11.5 מלמ"ק קולחים. מתוכם כ 10.5 מלמ"ק הוזרמו לירקון ו-0.5 מלמ"ק סופקו לחקלאות ישירות מהמט"ש (איור 7).



איור 7 – כמויות קולחים שהוזרמו לירקון ולחקלאים ממט"ש כ"ס ה"ה 2017

מט"ש רמה"ש טיפל והפיק בשנת 2017 בכ 3.6 מלמ"ק מתוכם כ 2.8 מלמ"ק הוזרמו לירקון וכ 0.8 מלמ"ק קולחים סופקו לחקלאות ישירו מהמט"ש (איור 8).



איור 8 - כמויות הקולחים שהוזרמו לירקון ולחקלאים ממט"ש רמה"ש 2017 (נתוני דוח המט"ש)

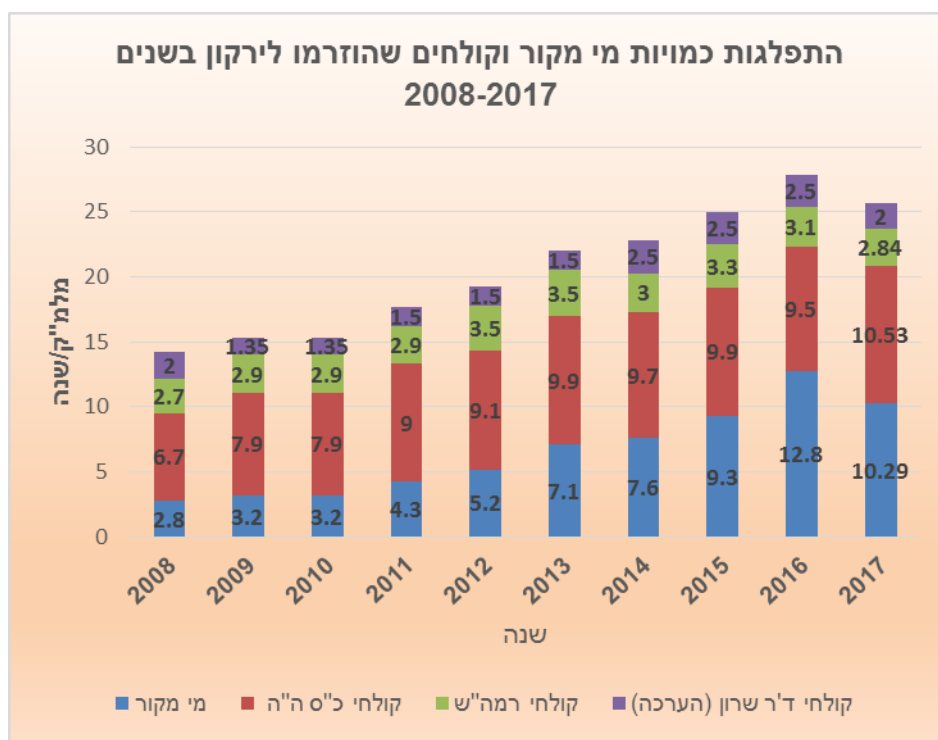


לוטוס הגדל במאגר קולחי מט"ש רמה"ש

טבלה 2 - סיכום כמויות המים שהוזרמו לירקון ונשאבו ממנו בשנת 2017

מקור מים	איכות	ספיקה שעתית ממוצעת (מ"ק/שעה)	כמות שנתית לירקון (מלמ"ק)	הערות
קידוחי ראש העין	שפירים	1,400-1,600	10.29	500-600 מק"ש דרך אגם ג.ל אפק 800-1,000 מק"ש ישירות לברכת הנופרים
מט"ש דר' שרון מזרחי	קולחים שניוניים, עכירות גבוהה		2.0	לסירוגין במשך כל השנה ובאיכות ירודה (הערכה)
מט"ש כפר-סבא/ הוד השרון	קולחים שלישוניים	700-1,300	10.5	כ 900 מק"ש דרך האגנים הירוקים השאר בגלישה לנחל הדס דרך נחל קנה לירקון.
מט"ש ש רמת השרון	קולחים שלישוניים	280-350	2.8	כניסה לירקון באמצע הקטע התיכון
שאיבת חקלאים	ישירות מהמט"שים		1.3	מט"ש כ"ס ה"ה אפר'-נוב, רמה"ש פבר'-דצ' קולחים שלא מגיעים לירקון
סה"כ הזרמה לירקון			25.59	22 ב 2015, 24 ב 2014
שאיבת חקלאים	ישירות מהנחל		1.3	הערכה
סה"כ נותר בנחל			24.29	20.5 ב 2015, 22.6 ב 2014

סיכום סה"כ כמויות המים והקולחים שהוזרמו לירקון במהלך השנים 2008 – 2017 (איור 9) מראה על עליה מתמדת של סה"כ הכמויות שהוזרמו בשנים 2008 עד 2016. עיקר העלייה בכמויות נובעת מעליה שחלה בהזרמת מי המקור לירקון מ 2.8 מלמ"ק בשנת 2008 ל 12.8 מלמ"ק בשנת 2016. בשנת 2017 חלה הפחתה של כ 2.5 מלמ"ק בכמות המים השפירים שסופקו לירקון ועליה של כ 1.0 מלמ"ק בכמות קולחי מט"ש כ"ס ה"ה שהוזרמו לירקון. עליה זו נובעת מהעברת שפכים ממט"ש דר' שרון מז' למט"ש כ"ס ה"ה.



איור 9 – סה"כ כמויות מי מקור וקולחים שסופקו לירקון בשנים 2008 – 2017

איכות הקולחים שהוזרמו לירקון בשנת 2017

אל נחל הירקון מוזרמים בדרך כלל קולחים באיכות שלישונית משני מט"שים. מט"ש כ"ס ה"ה מזרים את רוב הקולחים השלישוניים לירקון דרך מערכת האגנים הירוקים. מט"ש רמה"ש מזרים את רוב הקולחים דרך מאגר תפעולי ואו ישירות מגמר התהליך במט"ש.

כמו בשנת 2014-6, גם ב-2017 הוזרמו כמויות חריגות של קולחים באיכות ירודה ממט"ש דר' שרון מזרחי ושפכים מיובלי נחל קנה.

במט"ש כ"ס ה"ה נמדדו חריגות בסדר גודל אחד במדד של קולי צואתי.

במט"ש רמה"ש נמדדה חריגה של סדר גודל אחד בריכוז המקסימאלי של הזרחן כללי, כמו כן נמדדו חריגות במס' חיידקי הקולי צואתי, בעיקר בגלל בזמן בו היתה תקלה במערכת החיטוי ב-UV.

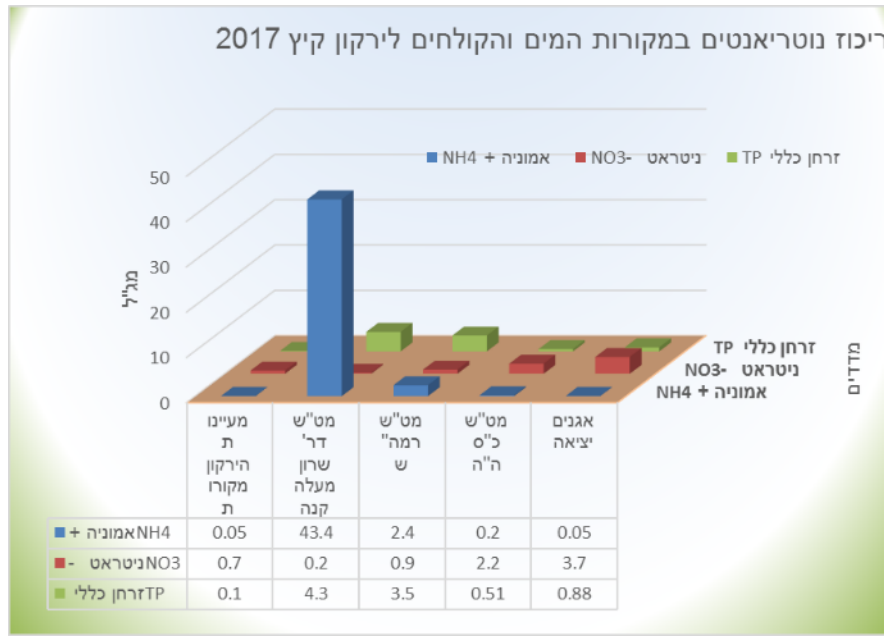
ממט"ש דרום שרון מזרחי מוזרמים לירקון עודפי קולחים באיכות ירודה במשך החורף ובעונות השוליים. אל הירקון מגיעה גם כמות שפכים מתקלות במערכת הולכת השפכים לחבלה ואלפי מנשה, למט"ש דר' שרון מז'. איכו וכמות המים שזרמו לירקון ממקורות אלו פגעו במערכת האקולוגית של הנחל שאת היכפה ועוצמתה עדין לא יודעים כל עוד לא נערך ניטור לקביעת היקף הנזק (איורים – 8-10).



איור 8 – ריכוז חיידקים (ציר לוגריתמי) במקורות המים והקולחים לירקון 2017



איור 9 – ריכוז עומסים אורגנים במקורות המים והקולחים לירקון בקיץ 2017

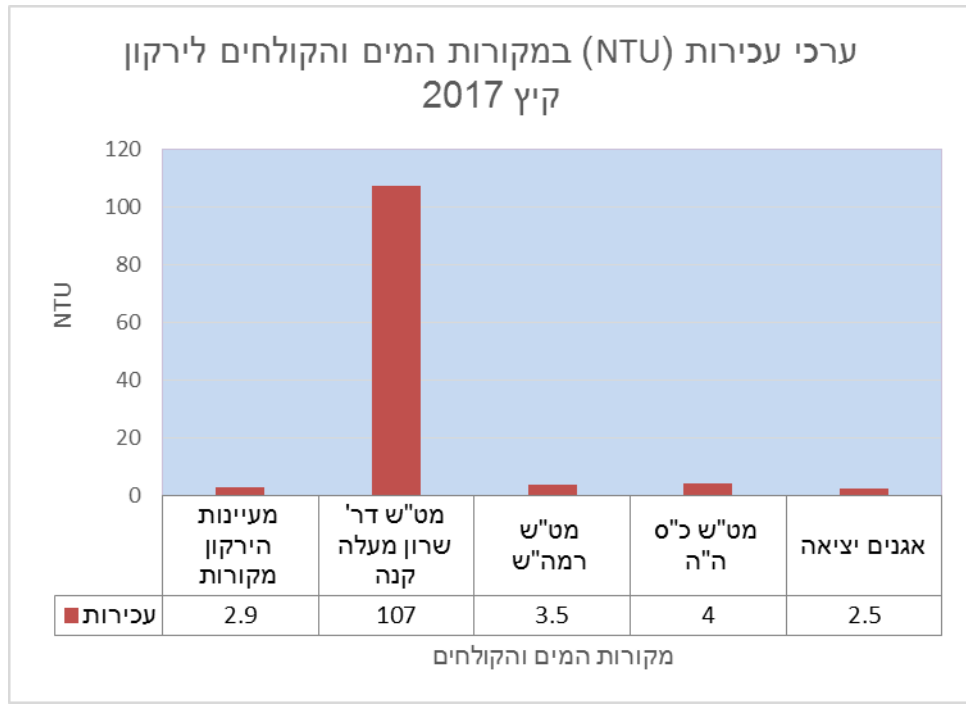


איור 10 – ריכוזי הנוטריינטים במקורות המים והקולחים לירקון קיץ 2017

עכירות המים במקורות הקולחים ובירקון

העכירות (Turbidity) המבטאת את צפיפות החלקיקים במים. העכירות גדלה ככל שצפיפות החלקיקים עולה. המידה במכשיר כזה נקראות NTU, ראשי תיבות של Nephelometric Turbidity Unit. העכירות במי הנחל יכולה להיגרם גם על ידי פיטופלנקטון. במי הקולחים, הפעילויות האנושיות הם הגורמות לעכירות כתוצאה מריכוז גבוהה של חומר אורגני לא טבעי במים. גם אזורים מיושבים תורמים כמות גדולה של עכירות למי הנגר, כתוצאה מזיהום הנסחף על ידי מי גשמים ממשטחים בנויים וסלולים. תעשיות, מחצבות ועבודות עפר עלולות לגרום רמות גבוהות של עכירות כתוצאה מרחף הנסחף אל הנחל. מפעלי טיהור השפכים שלישוניים מרחיקים ממי הקולחים את מרבית החלקיקים הגורמים לעכירות והקולחים כפי שניתן לראות באיור 11.

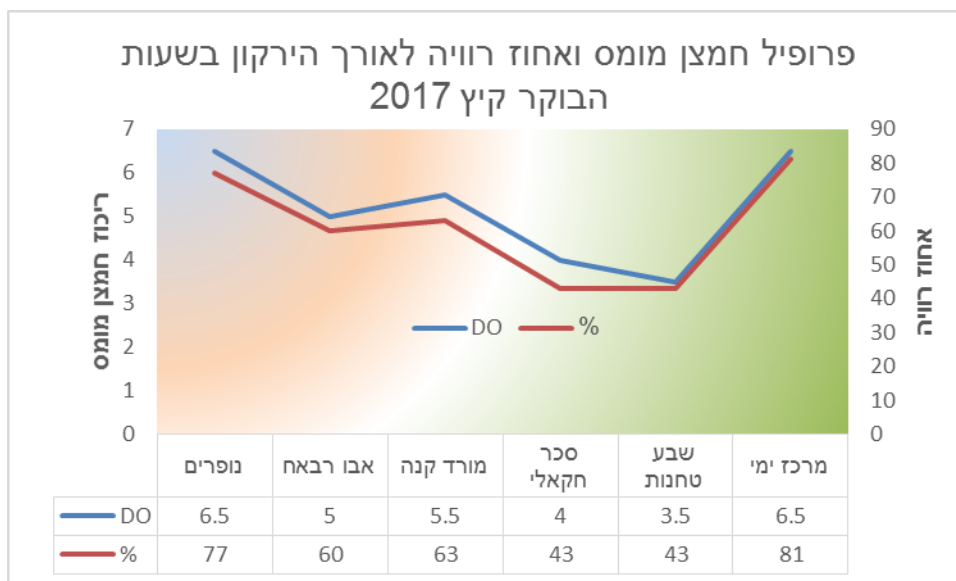
להזרמת מי הקולחים המזוהמים לירקון השפעה על מדד עכירות המים לאורך הירקון. באיור 13 נראה כי עכירות מי הנחל במורד הקטע הנקי (אבו רבאח) ובמעלה הקטע התיכון של הירקון (מורד קנה) גבוהה מאופן משמעותי בהשוואה לקטע העליון של הנחל ולקטע המלוח. 38 לעומת 2.9 ו-10 NTU בהתאמה. רמת העכירות בקטע התיכון של הירקון ב 2017 היתה גבוהה משמעותי בהשוואה לרמת העכירות שנמדדה בשנים שקדמו להזרמת הזיהום ממט"ש דר' שרון מזרחי.



איור 11 - ערכי העכירות במקורות הקולחים ובירקון 2017

ניטור איכות המים בנחל 2017

פרופיל ריכוז החמצן המומס לאורך הירקון מראה ריכוז תקין בקטה הנקי של הירקון. מכניסת קולחי נחל קנה והאגנים, חלה ירידה בריכוז החמצן המומס לאורך הקטע התיכון של הירקון ובקטע המלוח עולה ריכוז החמצן במים.



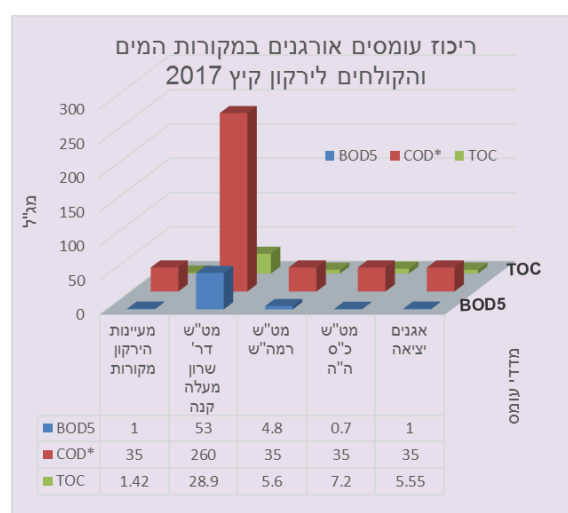
איור 12 - פרופיל ריכוז החמצן המומס ואחוז מרוויה לאורך הירקון בשעות הבוקר



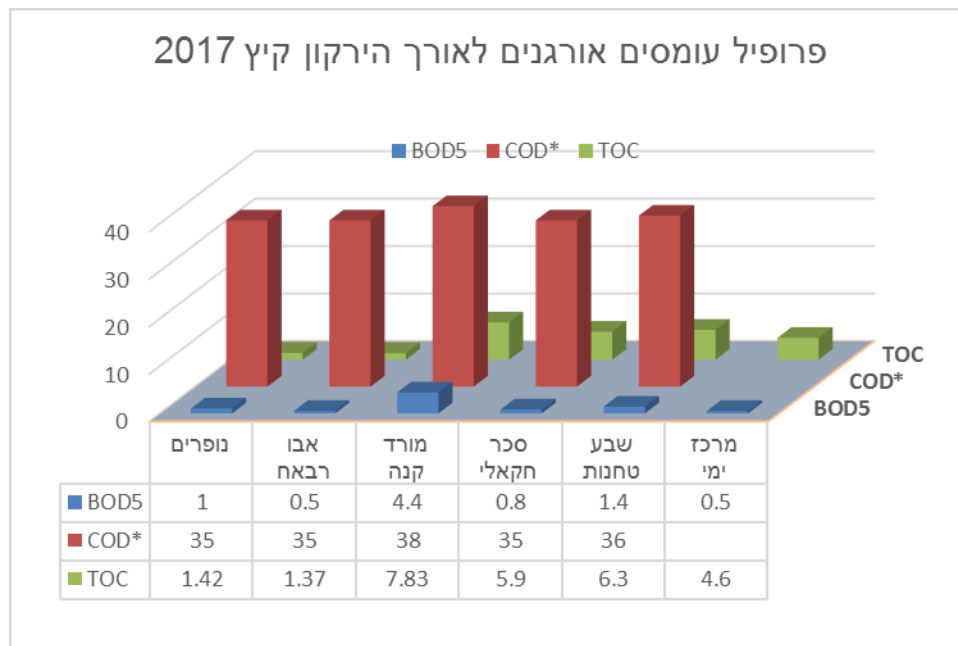
איור 13 – פרופיל עכירות (NTU) לאורך הירקון 2017

עומס אורגני במקורות המים והקולחים לירקון

ריכוזי העומסים האורגנים (BOD, COD, TOC) במקורות המים והקולחים לירקון מוצגים באיור 14. בו מוצגים הריכוזים הגבוהים והחורגים מתקן ועדת ענבר, בקולחים שהוזרמו ממט"ש דר' שרון מז' בשנת 2017. פרופיל העומס האורגני לאורך הירקון המהלך 2017 (איור 15) מראה כי בדרך כלל, לאורך התקופה היבשה, העומס האורגני לאורך הנחל היה מתאים לתקן לאיכות מי נחל. ראוי לציין את הריכוזים הגבוהים יחסית שנכנסו לירקון במעלה נחל קנה וכושר הוויסת של הריכוזים לאורך הירקון למרות כניסת המזהמים.



איור 14 – ריכוזי עומסים אורגנים במקורות המים והקולחים לירקון בקיץ 2016

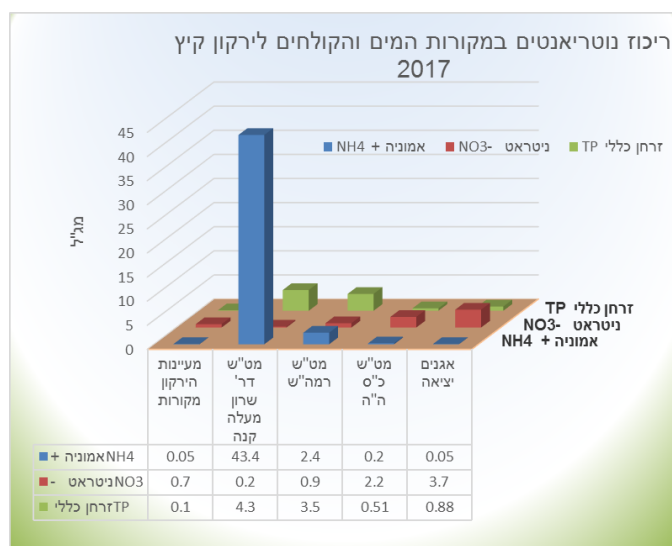


איור 15 – פרופיל עומסים אורגנים לאורך הירקון קיץ 2017

פחמן האורגני הכללי (TOC) (איור 15) לא נכלל בתקן ענבר אך משמש כמדד נוסף של הערכת העומס האורגני במי הנחל. ריכוז ה-TOC הרצוי במי הקולחים המוזרמים לירקון הוא נמוך מ-10 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים הוא 7.2 ו-5.6 מג"ל למט"ש כ"ס/ה"ה ומט"ש רמה"ש בהתאמה. ריכוז ה-TOC בקטע התיכון של הנחל ב-2016 היה גבוה פי ארבע לערך מהריכוז בקטע העליון והנקי, דבר המצביע על תרומת הקולחים הירודים שהגיעו לירקון ממעלה נחל קנה וממט"ש דרום שרון מזרחי. ב-2016 למרות ריכוזי TOC גבוהים ממעלה נחל קנה, 28.9 מג"ל, ריכוז ה-TOC בקטע התיכון של הירקון (מורד קנה עד שבע טחנות) לא חרגו מ-10 מג"ל. יתכן וריכוזים נמוכים אלו נבעו הודות לספיקות הגדולות של מים שפירים המסופקים לירקון מאז אוגוסט 2015 והאיכות הגבוהה של הקולחים המוזרמים מהאגנים.

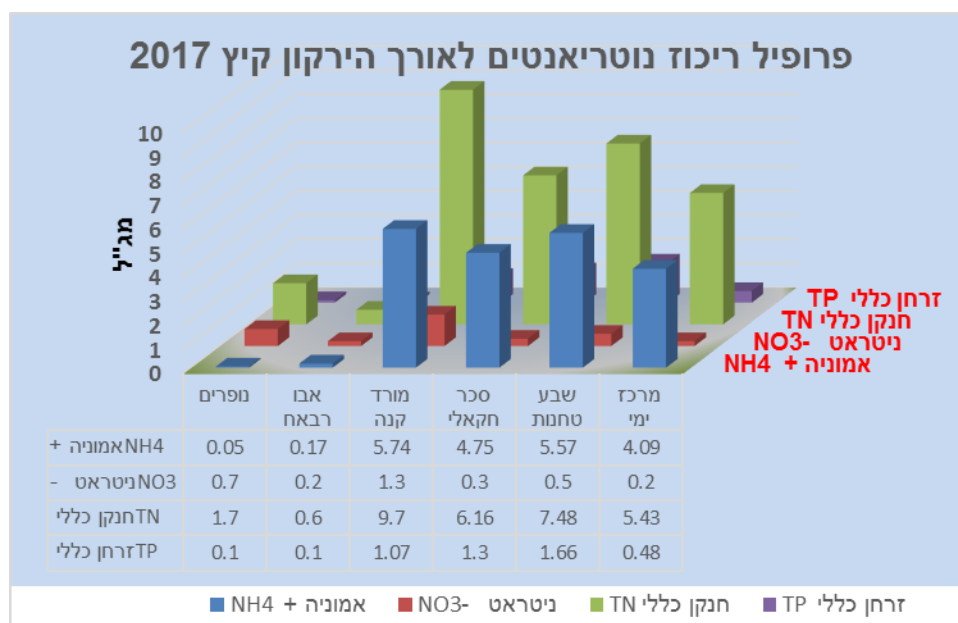
נוטריינטים במקורות המים והקולחים לירקון ולאורך הירקון:

ריכוזי האמוניה והזרחן בקולחים שהוזרמו לירקון ממט"ש דר שרון מז' ב-2017 היו גבוהים במיוחד ובהשוואה לריכוזים של מקורות הקולחים האחרים (איור 15). ריכוזים אלו חורגים מתקן ועדת ענבר העומדים על 1.5 ו-1.0 מג"ל לאמוניה וזרחן כללי בהתאמה. הזרמת ריכוזים אלו לירקון ביחד עם ריכוזים גבוהים של דטרגנטים, גרמו לתמותות של בעלי חיים ולפגיעה בצומח בירקון.



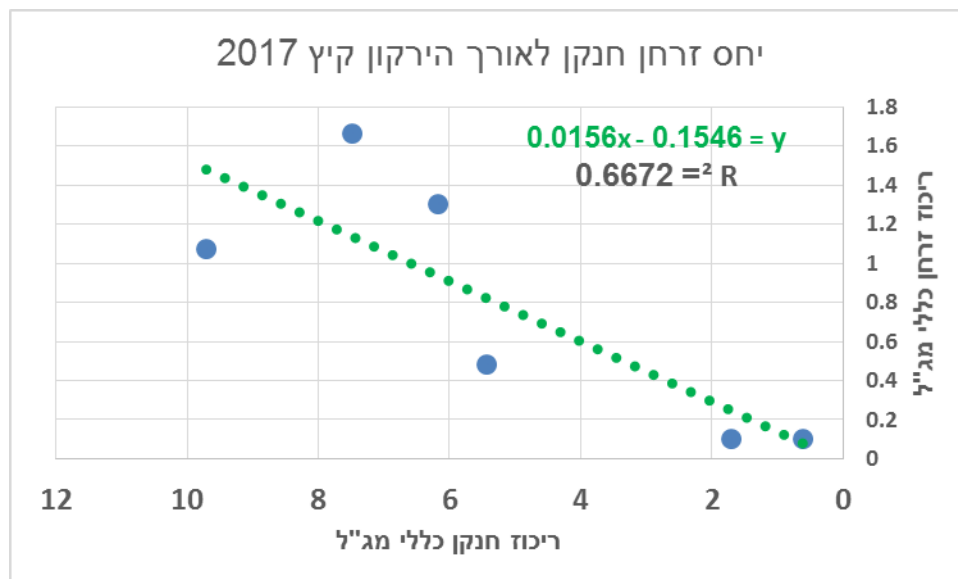
איור 16 – ריכוז נוטריאנטים במקורות המים והקולחים לירקון קיץ 2017

לעומת מקורות הזיהום בירקון, פרופיל האמוניה בנחל הראה עליה חדה של ריכוזי האמוניה והזרחן הכללי במורד כניסת הקולחים. לעומת זאת, בריכוז הזרחן הכללי לא חלה עליה משמעותית במורד כניסת הקולחים. לא נמדדה ירידה בריכוזי האמוניה ובמקביל, עליה בריכוזי הניטראט לאורך הירקון. תופעה זו מעידה על העדר אפשרי של תהליך רצוי של ניטריפיקציה לאורך הקטע התיכון של הירקון (איור 17).



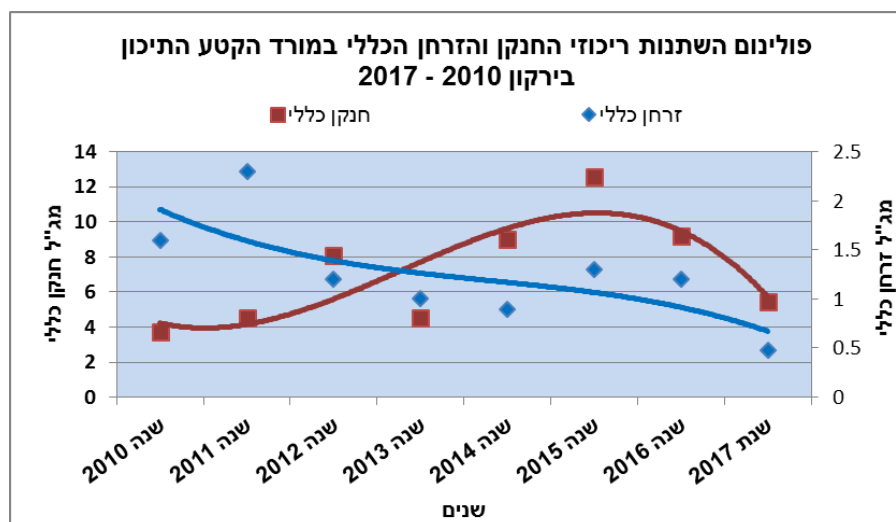
איור 17 – פרופיל ריכוזי נוטריאנטים לאורך הירקון בקיץ 2016

היחס הרצוי בין חנקן לזרחן בנחל הוא של 1:16 (קו ירוק). בירקון היחס מיוצג בקו הירוק נראה כי בירקון התקיים בתקופת המדידה, בתקופת המדידה בקיץ 2017 מדד יחס זרחן לחנקן של קרוב ל 1:16 זאת לעומת יחס של 1:5 שנמדד ב 2016.



איור 18 - יחס חנקן : זרחן בדגימות באתרים שונים בשלושת חלקי הנחל לאורך הירקון 2017

פרופיל החנקן והזרחן הכללי במורד הקטע התיכון של הירקון בין השנים 2010 – 2017 מוצג באיור 19 בין השנים הללו חלה עליה בריכוז הממוצע ($n=3$ בכל שנה) של החנקן הכללי במורד הקטע התיכון של הירקון עד 205 ובשנתיים האחרונות נראה שמתקיימת הפחתה מסוימת. באותן שנים, מסתמנת ירידה מסוימת בממוצע ריכוז הזרחן הכללי באותו קטע בנחל. ככל הנראה, הסיבה לעליה בריכוז החנקן הכללי נבעה מהזרמת כמויות עולות של קולחים ושכפים מנחל קנה שמקורם במט"ש דר' שרון מז' וקו שפכים חבלה/אלפי מנשה.



איור 19 - השתנות ריכוזי החנקן והזרחן הכללי במורד הקטע התיכון בירקון בשנים 2010-2017

טבלת מדדי איכות מים באתר שבע טחנות בתאריך 04.12.2017

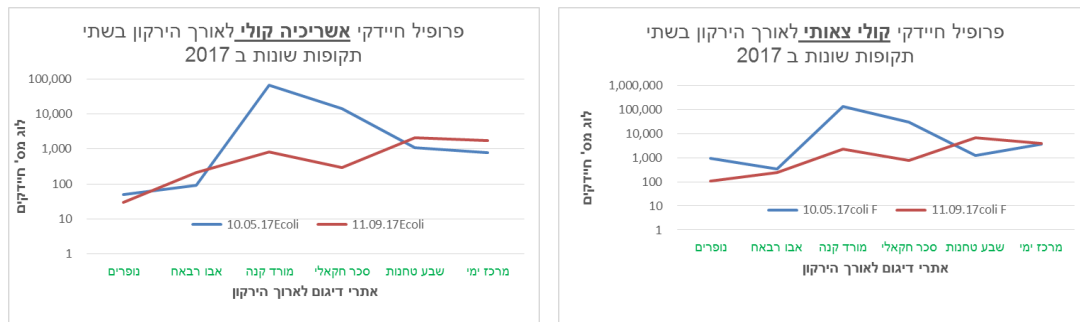
נתוני חברת מקורות

Parameter	unit	04/12/2017
BODN	mg/l	3
COD	mg/l	20
CODF	mg/l	15
Alkalinity	mg/l as CaCO3	237
Ca	mg/l	75
Mg	mg/l	26
SO4	mg/l	72
Hardness	mg/l	294
NH4/N	mg/l	2.12
NO2	mg/l	2.38
Iron	mg/l	1550
SS 105 ⁰ C	mg/l	45.5
SS 550 ⁰ C	mg/l	37
DO	mg/l	6.3
E. conductivity	µmho/cm	1159
Oxygen saturation	%	
PH	unit	7.61
T	° C	16.2
TUFD	NTU	49
Tot Coliform	n/100ml	35000
<u>E. Coliform</u>	n/100ml	5400
CHLOROPHYL	µg/l	3.47
TS 105 ⁰ C	mg/l	676
TS 550 ⁰ C	mg/l	579
TOC	mg/l	5.6
DOC	mg/l	4.8
UV abs. At 254	NM/CM*1000	116
Detergents as LAS	µg/l	< 100
Oil and Grease	µg/l	< 300
Color	<u>PLCo</u> units	45

פרופיל חיידקים לאורך הירקון

ריכוז חיידקי הקולי הצואתי לאורך הירקון הושפע לרעה ב 2016 במידה רבה מהזרמת קולחים ירודים לירוקן מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מז' (איורים 19-20). פרופיל החיידקים לאורך הירקון מיוצג על ידי תוצאת מספר חיידקי הקולי הצואתי שנדגמו לאורך הירקון במספר מחזורי דיגום במהלך 2017 (איור 32). בקטע הנקי, המיוצג על ידי נק' דיגום נופרים ואבו רבאח, נמדדו גם בקיץ וגם בחורף ערכים נמוכים של חיידקי קולי צואתי, כאלה הדומים ואופייניים למים עיליים נקיים. בקטע התיכון באזור מורד קנה נמדדו ריכוזים הגבוהים עד שלושה סדרי גודל, זאת בהשוואה לשישה סדרי גודל בשנת 2016, זאת בגלל כניסת קולחי נחל קנה באיכות ירודה והמזוהמים בשפכים, סכר חקלאי ושבע טחנות נמדדה עליה של סדר גודל במס' החיידקים. עליה זו בתקופת החורף נגרמת כאמור, כתוצאה מהזרמת קולחים באיכות ירודה ממט"ש דר' שרון מזרחי ומאגן נחל קנה. לאורך הקטע התיכון והקטע המלוח של הירקון חלה במהלך הקיץ, ירדה של סדר גודל במספר החיידקים והנגרמת הודות לתהליכי טיהור עצמי. באזור שבע טחנות נמדדו חריגות הנובעות מהזרמת שפכים בסופי שבוע ממערכת הניקוז של רמת גן ובני ברק. חריגות אלו לא באות לידי ביטוי האיורים הנ"ל.

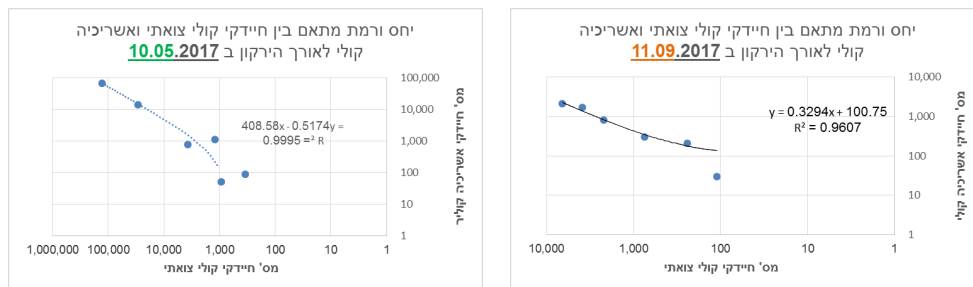
איור 32 – ריכוזי חיידקים במקורות הקולחים של הירקון 2016



איורים 19-20 – פרופיל חיידקים לאורך הירקון בתקופת קיץ 2017

יחס חיידקי קולי צואתי לחיידקי אשריכיה קולי במי נחל הירקון

איורים 21-22 מציגים את היחס בין חיידקי קולי צואתי לחיידקי אשריכיה קולי במי נחל הירקון. בשני מחזורי דיגום נמצא יחס ליניארי בעל המתאם הגבוה ביותר בין עלית מס חיידקי הקולי צואתי לבין מספר חיידקי אשריכיה קולי.



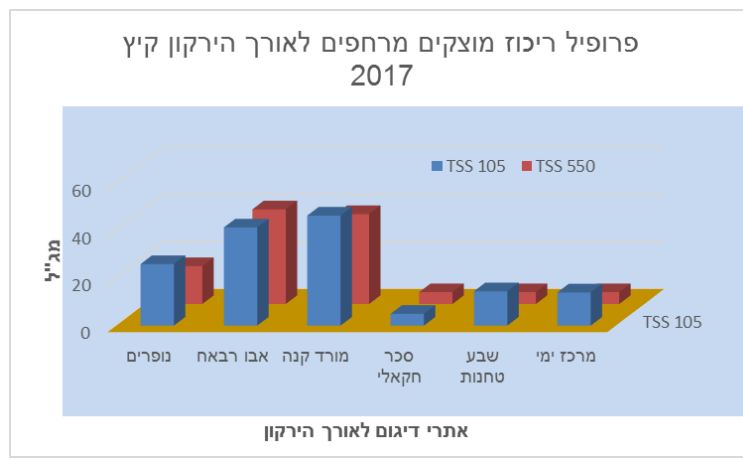
איורים 21-22 יחס בין חיידקי קולי צואתי לאשריכיה קולי בשני דיגומים בתקופת בקיץ בירקון 2017

ריכוז מוצקים מרחפים לאורך הירקון

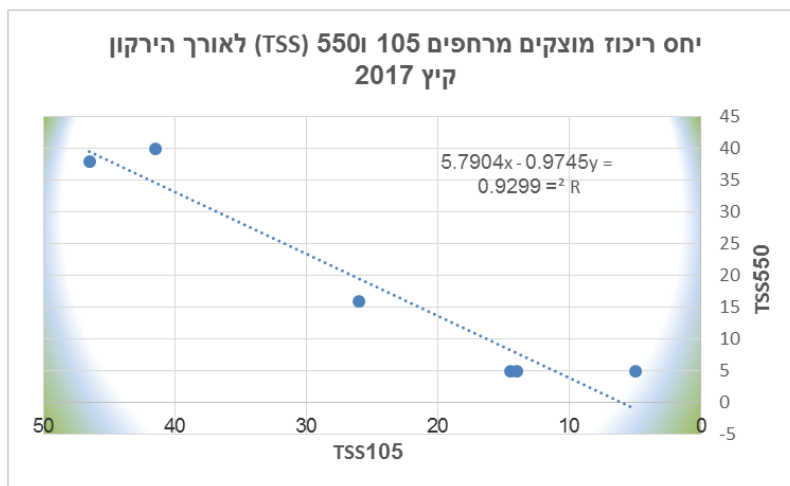
מוצקים מרחפים הינם חלקיקים שאינם מומסים במים ונמצאים במצב של סוספנציה במים כתוצאה מתנועת המים ואו משקלם הקל. ריכוז המוצקים המרחפים לאורך הירקון נמדד בשני תחומי טמפרטורת, 550 ו105 מעלות צלסיוס (איור 23).

בקטע הנקי של הירקון נמדדה עליה בריכוז המוצקים המרחפים בין מעלה הקטע בנופרים למורד הקטע בו יש גם השפעה של סחרור המים בספיקה של כ 1,000 מק"ש מעבר להזרמה של כ 1,000 מק"ש מי מקור שפירים. עיקר המוצקים המרחפים הינם מינרליים.

בקטע התיכון של הירקון נמדדו ריכוזי מרחפים גבוהים יחסית במורד כניסת הקולחים מנחל קנה זאת בהשוואה לריכוזי מוצקים נמוכים במורד הקטע התיכון ובקטע המלוח בין הסכר החקלאי למרכז ימי. כמו כן נמדד יחס ליניארי בין המוצקים המרחפים ב 500 למוצקים המרחפים ב 105 מעלות צלסיוס (איור 24)



איור 23 – פרופיל ריכוז מוצקים מרחפים לאורך הירקון קיץ 2017



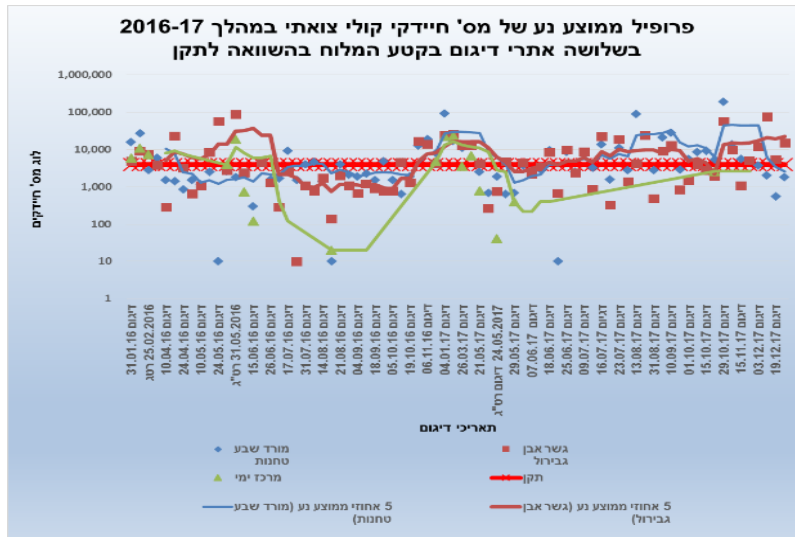
איור 24 - יחס ריכוז מוצקים מרחפים 105 ו550 של דגימות בארים שונים לאורך הירקון 2017

דיגום בקטרילוגי לצרכי שיט בקטע מלוח

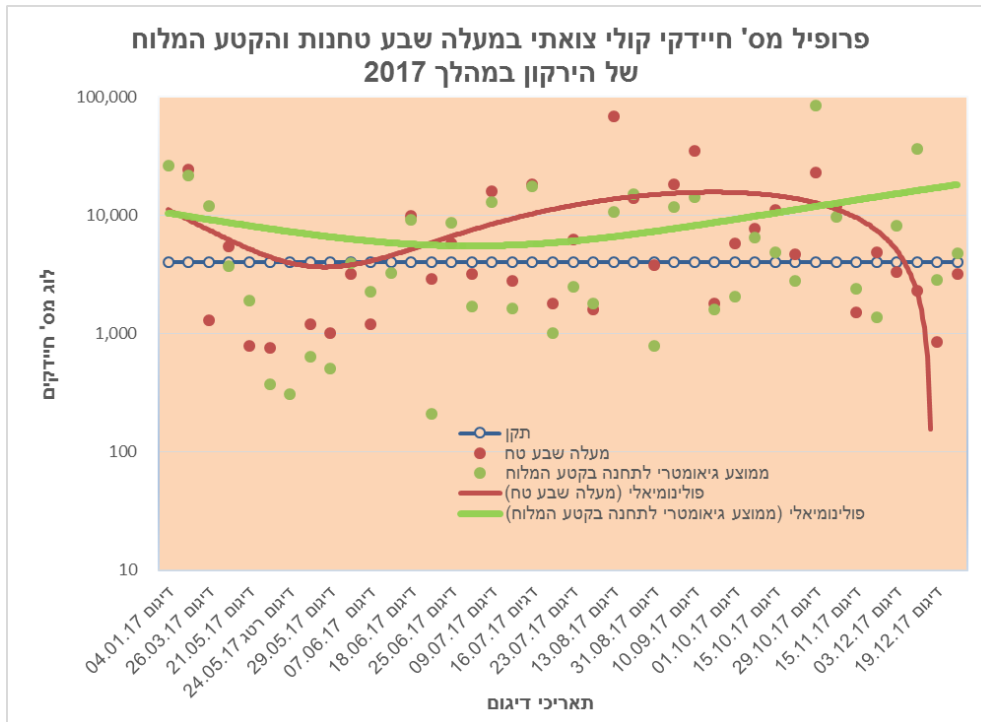
בשנת 2017 כמו גם בשנת 2016, איכות מי הנחל בקטע המלוח בו מתקיימת פעילות שייט, התאימה לשיט על פי רמות סף שנקבעו במשך כ- 2 חודשים בלבד, זאת בהשוואה ל-2014 בה האיכות הייתה מתאימה לשיט במשך 12 חודשים ברציפות.

ניטור הקטע המלוח של הירקון מבוצע בתדירות של אחת לשבוע בעונה היבשה ואחת לחודש בתקופת הגשמים. במהלך תקופת הניטור בשנת 2017 בוצעו סה"כ 193 דגימות ב- 40 מחזורי דגימה.

איורים 25 ו-26 מראים כי הגורם העיקרי לעליה במס' החיידקים בקטע המלוח בוהמעלה שבע טחנות היה מס' גבוה של חיידקים במעלה שבע טחנות. בחקירה נמצא כי מקור הזיהום היה הזרמת שפכים במהלך סופי השבוע מנקז משותף לרמת גן ובני ברק (איור 27).

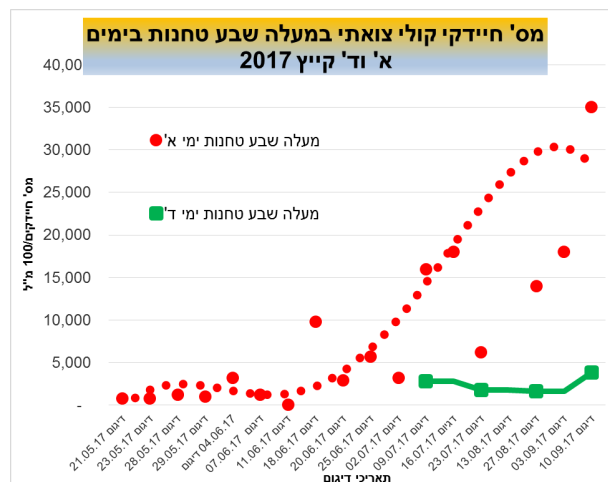


איור 25 – פרופיל ממוצע נע של מס' חיידקי קולי צואתי במהלך 2016/17 בשלושה אתרי דיגום בקטע המלוח בהשוואה לתקן



איור 26 - פרופיל השתנות מספר חיידקי קולי צואתי במעלה שבע טחנות ובקטע המלוח מהלך 2017

איכות המים במהלך 2017 לא התאימה לשייט במהלך כל השנה בגלל כניסת מים מזוהמים וחריגה מהקריטריון לקטע המלוח במהלך כל השנה למעט במספר מחזורי דיגום לארוך השנה. מספר החיידקים במעלה שבע טחנות עלה באופן ניכר בדיגומים של ימי א' בשבוע, זאת בגלל הגעת מים מזוהמים יותר במעלה שבע טחנות (איור 27). בסקר וחקירה שנערכו נמצא כי מקור הזיהום היה הזרמת שפכים מהעיר בני ברק במהלך סופי השבוע.



איור 27 – תוצאות סקר חיידקים במעלה שבע טחנות לאפיון זיהום שפכים שהגיע לירקון במהלך סופי השבוע בחודשים יולי עד ספטמבר 2017

רקע:

מערכת האגנים של הירקון היא מסוג (SSF) subsurface flow, שבה מתקיימת זרימה אנכית בתווך מצע אבני. האגנים הירוקים משמשים להגנה על הנחל מתנודות צפויות באיכות הקולחים המוזרמים לנחל וכן לסייע בהרחקת חומרים שאינם מורחקים במט"ש כמו שאריות חומרי הדברה, חומרים ממוצא תרופתי והורמונים. האגנים מהווים בית גידול לח שמדמה באופן חלקי חלק מבתי הגידול שהיו בעבר באזור הנחל.



אנפה אפורה אגם נחל הדר, עדות חיה לתפקוד המערכת האקולוגית

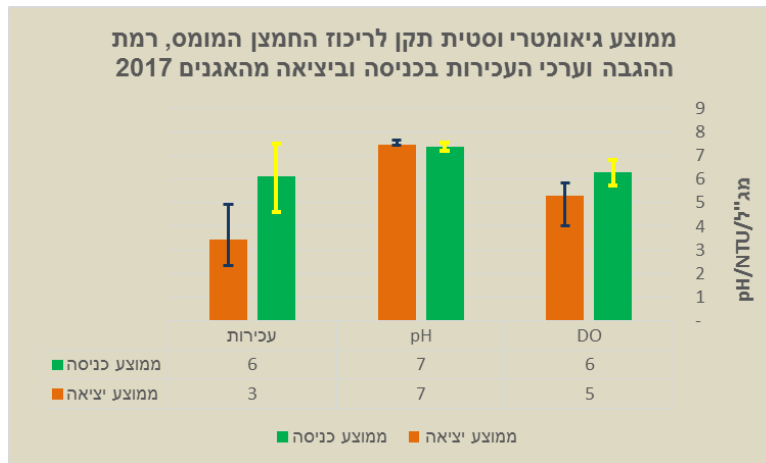
החלק העיקרי של גפח באגנים הירוקים מלא במצע אבני ובשורשי הצמחים המאכלסים את האגנים. זרימת המילוי של המים באגנים היא אנכית ומתבצעת לסירוגין בין שלושה אגנים נפרדים. שיטה זו מאפשרת כניסת אויר אטמוספרי לחללים במצע, זאת כדי לשמור שהתהליכים המיקרוביאליים יהיו אירוביים. המערכת החלה לפעול ב- 2011, אם כי הזרמת קולחים באופן לא סדיר החלה מספר חודשים קודם לכן. באגנים נשתלו 12 מיני צמחים ששייכים למערכת הירקון. לצמחייה תפקיד שולי בהרחקת מזהמים מן המים אולם היא צורכת ומרחיקה נוטריאנטים מן המים בעיקר בעונת הצימוח.

במהלך 2017 בוצעו שלושה מחזורי דיגום שונים בשיטת "חטף" באגנים הירוקים.

חמצן מומס, הגבה, מוליכות חשמלית ועכירות

במהלך 2017, ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים היה שונה אך לא באופן מובהק בין הכניסה ליציאה מהאגנים, ריכוז ממוצע של כ 6 מג"ל (סטית תקן של 0.5) בכניסה, לעומת

ריכוז חמצן מומס ממוצע של כ 5 מג"ל (סטית תקן של 1.3) ביציאה מהאגנים (איור 28). זאת בניגוד לריכוזים דומים בכניסה וביציאה מהאגנים ב 2016 (7 ו 4 מג"ל בהתאמה וללא הבדל מובהק). ובדומה לריכוזים של 5.0 ו 7.5 מג"ל בכניסה וביציאה בהתאמה בשנים 2011-2013. תופעה זו משתנית בהתאם לתקופת האקלימית ומוסברת על ידי הפעילות הבקטריאלית של מערכת האגנים. על פי נתוני התכנון ריכוז החמצן המומס ביציאה מהאגנים אמור להיות 5.5 מג"ל. כמו כן לא נמדד הבדל מובהק בין ערכי ההגבה (pH) ביציאה והכניסה מהאגנים (איור 28).

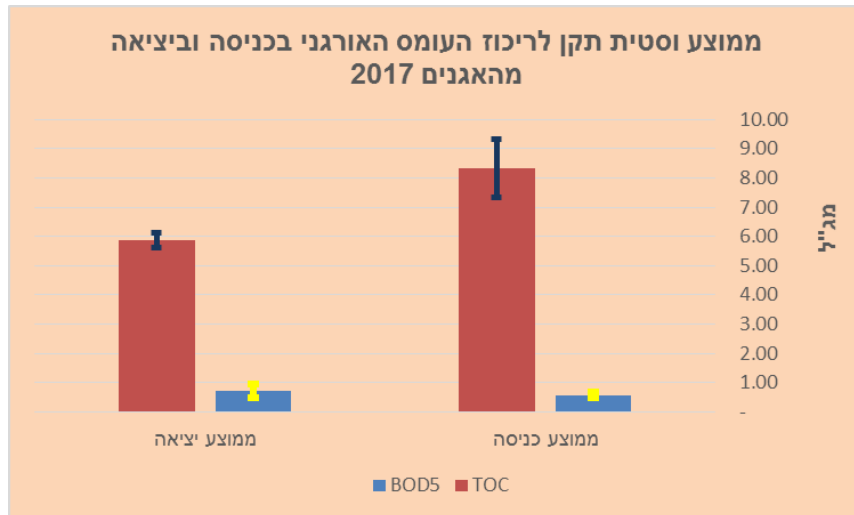


איור 28 - ממוצע גיאומטרי לריכוז חמצן מומס ורמת ההגבה בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים 2016

בערכי העכירות של המים, נמדדה ירידה מובהקת של כ-50% בערכי העכירות בין הכניסה ליציאה מהאגנים, 6.1 (סטית תקן 1.5) ל 1.4 בכניסה לעומת 3.4 (סטית תקן של 1.1) ל 0.7 ביציאה (איור 28). זאת בהשוואה לערכים של 1.4 ו 0.7 ב NTU ב 2016 ו 4.0 ו 2.1 ב NTU ב 2015 בהתאמה. ערכי העכירות בכניסה וביציאה מהאגנים ב 2017 עלו משמעותית בהשוואה לשנים קודמות. יש לציין שמת"ש כ"ס ה"ה פעל העומס גבוה ב 2017 בגלל תוספת השפכים ממט"ש דר' שרון מז'.

עומסים אורגנים באגנים הירוקים

ריכוז העומסים האורגנים המיוצג בערכי המדדים BOD ב 2017 שנמדדו בכניסה לאגנים היו נמוכים מערכי תקן ועדת ענבר להזרמה לנחלים (איור 29). ביציאה מהאגנים לירקון נמדדה ירידה מובהקת בערכי ה TOC מ 8.3 (סטית תקן 1.0) ל 5.8 (סטית תקן 0.25) מג"ל בהתאמה. לעומת זאת, בערכי ה BOD לא נמדד הבדל מובהק בין הכניסה והיציאה מהאגנים.



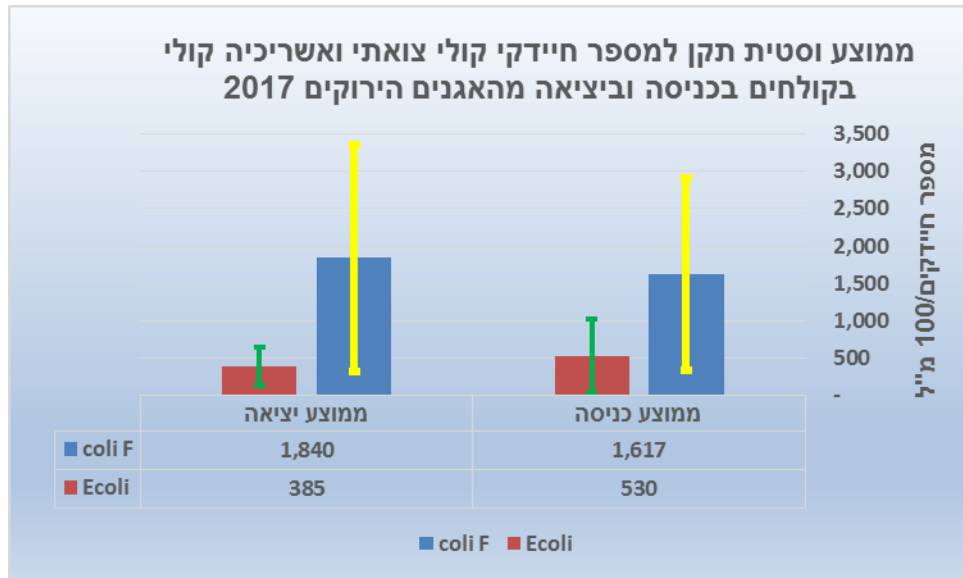
איור 29 - ממוצע גיאומטרי לריכוז העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים 2017

מוצקים מרחפים באגנים הירוקים

ריכוז המוצקים המרחפים ($TSS 105^0$) המותר להזרמה לנחלים הוא נמוך מ-10 מג"ל. אחד התפקידים המרכזיים של מערכת האגנים הירוקים הוא סינון והרחקת מוצקים מהקולחים. ריכוז המוצקים המרחפים שהוזרם ממט"ש כ"ס/ה"ה נמוך מ-5 מג"ל ובממוצע של 2.9 מג"ל בכניסה וביציאה מהאגנים (איור 29).

חיידקים באגנים הירוקים

ממוצע מס' החיידקים שנמדדו ביציאה מהאגנים היה גבוה ממס' החיידקים בכניסה לאגנים 290 ו-541 בהתאמה (איור 30). ככלל, כאשר מספר החיידקים בקולחים המגיעים ממט"ש כ"ס/ה"ה נמוך הודות לחיטוי יעיל המבוצע ב-UV, מספר החיידקים ביציאה מהאגנים אמור להיות גבוה ממספר החיידקים בכניסה לאגנים. וכך צריך גם להיות. היות והאגנים "מחזירים" חיים למים המחוטאים כלומר חלה התפתחות טבעית של חיידקים ממקורות טבעיים ולא ממקורות אנטרופוגנים. כאשר לא מבוצע חיטוי תקין במט"ש, או כאשר יש ריבוי חיידקים בקו המוליך מהמט"ש לאגנים, מספר החיידקים בקולחים בכניסה לאגנים, יהיה גבוה ואז יתקיים מצב בו האגנים מפחיתים את מספר החיידקים. יש לצין את סטית התקן הגדולה לממוצע הגיאומטרי של מספר החיידקים ביציאה מהאגנים שנגרם ממקרים בודדים בהם נמדד מספר חריג גבוה ביציאה מהאגנים (נתון לא מוצג).



איור 30 - ממוצע גיאומטרי של חיידקי קולי צואתי ואשריכיה קולי בכניסה וביציאה מהאגנים 2016

הרחקת נוטריינטים באגנים הירוקים

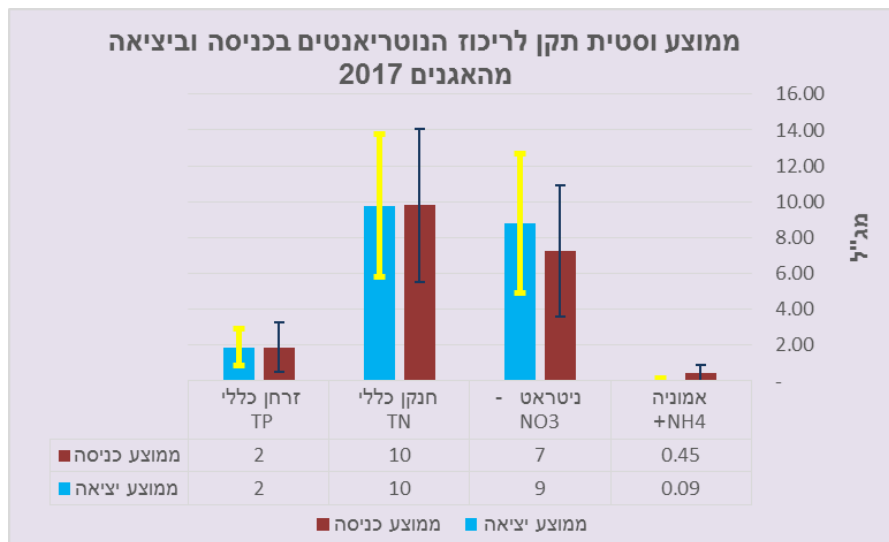
אמוניה: על פי נתוני בתכנון של האגנים הירוקים, האגנים אמורים להוריד את הריכוז האמוניה ביציאה לערך נמוך מ- 1 מג"ל. זאת כאשר ריכוז אמוניה בכניסה לאגנים נמוך או שווה ל- 5 מג"ל. ריכוז האמוניה הנדרש על פי תקן ענבר להזרמה לנחלים הוא נמוך מ- 1.5 מג"ל. מט"ש כ"ס/ה"ה הינו מט"ש שלישוני. ריכוז האמוניה הקולחים היוצאים מהמט"ש ובכניסה לאגנים הוא בכ"כ נמוך אף מ- 0.5 מג"ל ברוב תקופת הניטור ובפועל לא נמדד הבדל בין הריכוז בכניסה וביציאה. בדיגום שבוצע בנובמבר 2011 נמדד ריכוז של כ- 12 מג"ל בכניסה לאגנים וריכוז האמוניה ביציאה מהאגנים באותו מועד היה כ- 6 מג"ל כלומר, הפחתה של 50%. בדיגום שבוצע בינואר 2012 נמדד ריכוז של 4.7 מג"ל בכניסה ו- 4.1 מג"ל ביציאה. בדיגום שבוצע בתחילת ינואר 2013 נמדד ריכוז של 14 מג"ל בכניסה ו- 9.0 מג"ל ביציאה. הפחתה של 36%. בשנת 2013 ממוצע ריכוז האמוניה בכניסה לאגנים היה 3.0 וביציאה 1.8 מג"ל. הפחתה של 40% בריכוז האמוניה. ב 2015 הריכוזים המוצעים בכניסה וביציאה מהאגנים היו 0.09 ו-0.07 מג"ל בהתאמה (איור 31).

ניטראט: מדיניות רשות הנחל קובעת את הכלל כי אין להזרים לירקון מים עם ריכוז ניטראט (NO₃-N) גבוה מ- 5 מג"ל. על פי נתוני איכות המים בכניסה וביציאה מהאגנים ב-2015 היו 4.4 10.0 מג"ל בהתאמה עם הבדל מובהק ביניהם. בעליה בריכוז הניטראט ביציאה מצביעה על תהליך ניטריפיקציה המתרחש באגנים. וכן על פי תוצאות דיגום איכות הקולחים היוצאים

ממט"ש כ"ס/ה"ה (4.6 בממוצע ומקסימום של 12.0 מג"ל), נראה כי הקולחים המוזרמים לירקון דרך האגנים מכילים לעיתים ריכוז ניטראט גבוה מן הרצוי וכתוצאה מריכוזי זרחן גבוהים מהתקן, מתקיימים בנחל תנאים לפריחת אצות.

חנקן כללי: על פי נתוני ועדת ענבר הריכוז הממוצע של חנקן הכללי המותר להזרמה לנחלים הוא 10 מג"ל. ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים ב 2015 היה כ-8.0 ו-12 מג"ל. ב 2014 ממוצע ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים היה 17.3 ו-13.04 מג"ל בהתאמה. על פי נתוני הניטראט והחנקן הכללי נראתה מגמה הפוכה ב 2015 כך שהריכוז ביציאה גבוה מהריכוז בכניסה לאגנים.

זרחן: האגנים הירוקים לא מתוכננים להרחיק זרחן. ריכוז הזרחן הכללי המותר להזרמה לנחלים, על פי תקן ענבר, הוא 1.0 מג"ל. ריכוזי הזרחן הכללי בקולחים המוזרמים לירקון ממט"ש כ"ס/ה"ה גבוהים מהתקן ועומדים על ממוצע של 1.7-1.9 הכניסה והיציאה מהאגנים בהתאמה.



איור 31 - ריכוז הנוטריינטים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים 2017

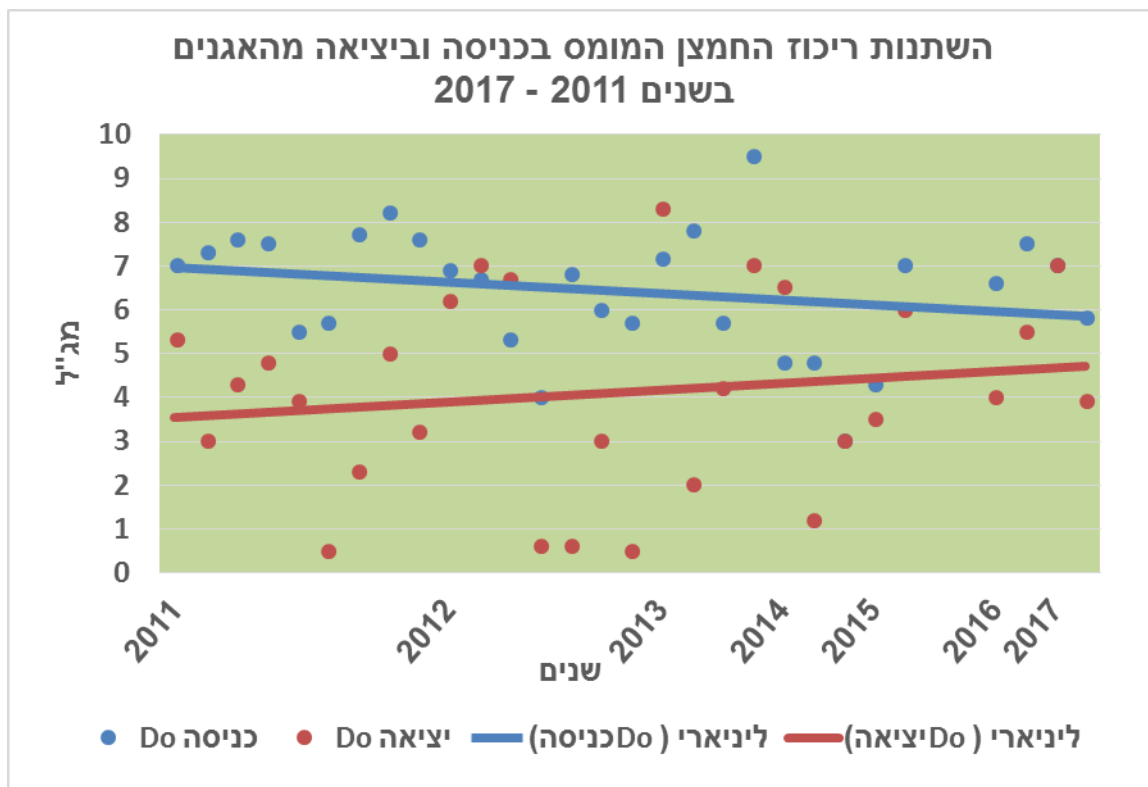
השתנות ריכוזי מדדי איכות המים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים בשנים 2011-2017

מערכת האגנים של הירקון היא מסוג subsurface flow (SSF), שבה מתקיימת זרימה אנכית בתוך מצע אבני. האגנים הירוקים משמשים להגנה על הנחל מתנודות צפויות באיכות הקולחים המוזרמים לנחל וכן לסייע בהרחקת חומרים שאינם מורחקים במט"ש כמו שאריות חומרי הדברה, חומרים ממוצא תרופתי והורמונים. האגנים מהווים בית גידול לח שמדמה באופן חלקי חלק מבתי הגידול שהיו בעבר באזור הנחל.

החלק העיקרי של נפח באגנים הירוקים מלא במצע האבני ובשורשי הצמחים המאכלסים את האגנים. זרימת המילוי של המים באגנים היא אנכית ומתבצעת לסירוגין בין שלושה אגנים

נפרדים. שיטה זו מאפשרת כניסת אוויר אטמוספרי לחללים במצע, זאת כדי לשמור שהתהליכים המיקרוביאליים יהיו אירוביים. המערכת החלה לפעול ב- 2011, אם כי הזרמת קולחים באופן לא סדיר החלה מספר חודשים קודם לכן. באגנים נשתלו 12 מיני צמחים ששייכים למערכת הירקון. לצמחייה תפקיד שולי בהרחקת מזהמים מן המים אולם היא צורכת ומרחיקה נוטריינטים מן המים בעיקר בעונת הצימוח. במהלך חמש שנות הפעילות של האגנים הירוקים בוצע ניטור של איכות המים בכניסה וביציאה מן האגנים ונערך מעקב של פרופיל המדדים הפיסיקו-כימיים במים.

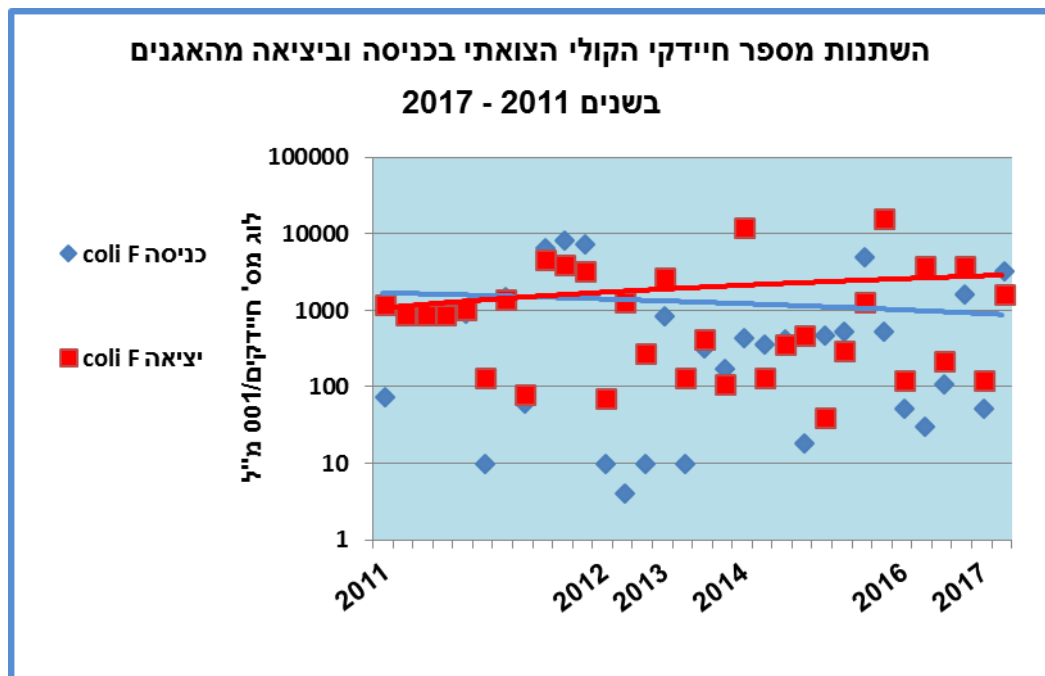
פרופיל לאורך זמן, של ריכוז חמצן מומס באגנים הירוקים ריכוז החמצן המומס בכניסה לאגנים במהלך השנים 2011 – 2017 (איור 32) הראה ירידה ליניארית מריכוז ממוצע של כ-7 מג"ל ב 2011 לריכוז ממוצע של כ-6 מג"ל ב 2017 עם תנודות עונתיות ופיזור שנע בין 4 ל-9 מג"ל מהממוצע במהלך השנים. לעומת זאת, ממוצע ריכוז החמצן המומס ביציאה מהאגנים במהלך שנים אלו היה כ-4 מג"ל במהלך כל התקופה אך הפיזור הערכים סביב הממוצע היה גדול יותר בהשוואה לפיזור בכניסה לאגנים ונע בין ריכוזים של 0.5 מג"ל ועד לריכוזים של 8 מג"ל וללא קשר עונתי נראה.



איור 32 - השתנות ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 – 2017

פרופיל על ציר זמן של חיידקי קולי צואתי באגנים הירוקים

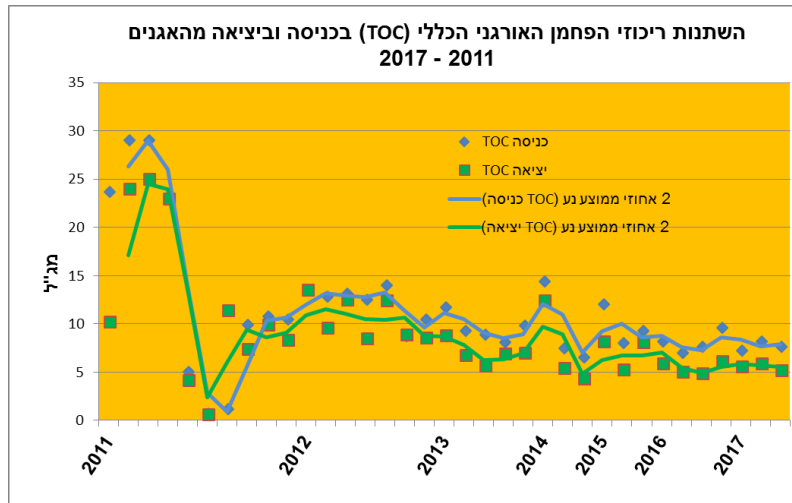
פרופיל חיידקי קולי צואתי במהלך השנים 2011 – 2017 בכניסה וביציאה מהאגנים (איור 33) מראה שני פאזות שונות. בשנים 2011 – 2012 נמדדה אחידות וזהות במספר החיידקים בין הכניסה והיציאה של הקולחים וממוצע מספר החיידקים היה כ-1,900 ו-1,400 חיידקים בתאמה. לעומת זאת, בשנים 2013 – 2017 נראה שינוי והיפוך בפרופיל בו נמדדו ממוצעים של 750 ו-2,400 חיידקים בכניסה וביציאה (עם ערכים של עד 16,000) מהאגנים בהתאמה. המשמעות היא כי במהלך 2013 ו-2017 האגנים העלו את מספר החיידקים בקולחים היוצאים מהאגנים והמוזרמים לירקון בהשוואה לריכוזים בכניסה. ריכוז החיידקים הנמוך יותר בכניסה לאגנים נגרם ככל הנראה, מתפעול תקין יותר של מערכת החיטוי ב UV במט"ש בשנים 2013 – 2017. ריכוז החיידקים ביציאה העומד בתחום של 1,000 עד 2,500 חיידקים מתאים, על פי ניסיונו, לריכוזים הנמדדים במערכות מים עיליות פתוחות.



איור 33 - פרופיל חיידקי קולי צואתי בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 עד 2017

פרופיל ההשתנות על ציר זמן של העומס האורגני באגנים הירוקים

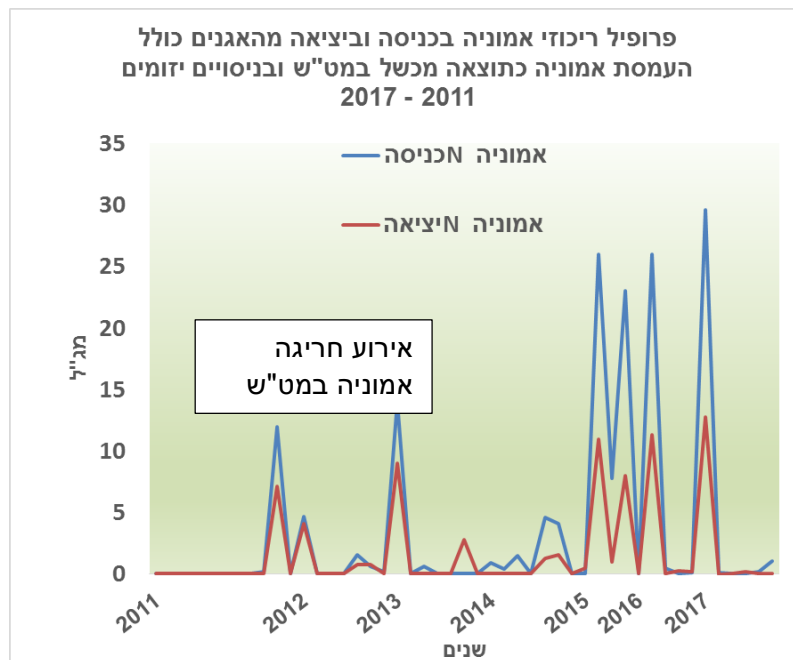
פרופיל ההשתנות העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים במהלך 2011-2017 מראה ירידה בריכוזי ה TOC (איור 46) וירידה בריכוזי ה COD (איור 34) בקולחים היוצאים מהמט"ש במהלך 2011 ובשנים 2012 עד 2017 ריכוז ה TOC התייצב בתחום שבין 7 ל 10 מג"ל ריכוז ה COD בין 40 ל 30 מג"ל בכניסה וביציאה בהתאמה. בהשוואה בין הריכוזים בכניסה וביציאה מהאגנים נמדדה ירידה של 27% ו17% בריכוזי ה TOC וה COD ביציאה מהאגנים בהתאמה.



איור 34 - השתנות ריכוזי הפחמן האורגני הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 - 2016

פרופיל על ציר זמן של ריכוז האמוניה באגנים הירוקים

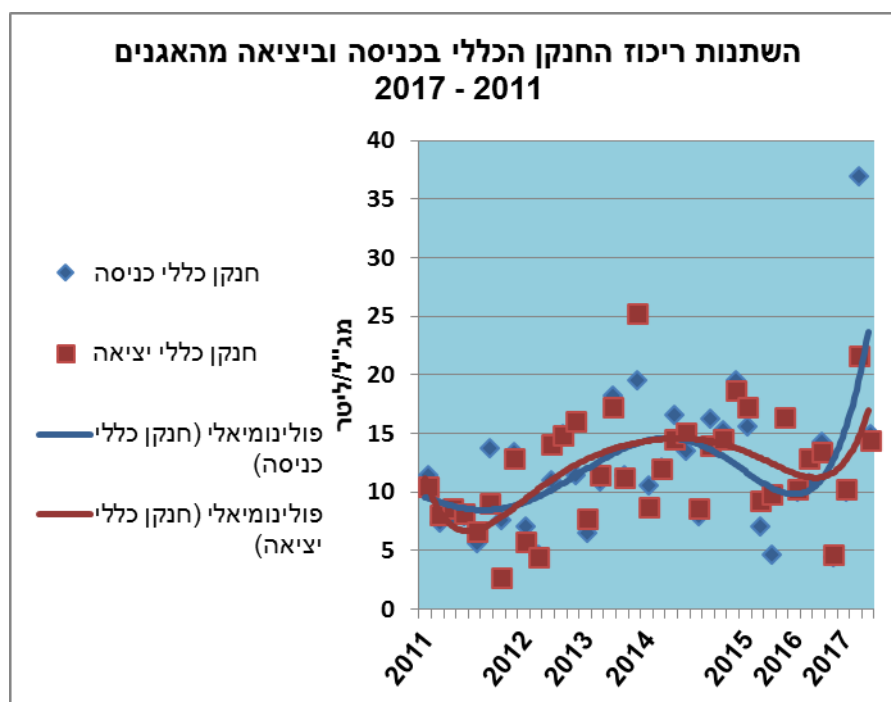
פרופיל ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים לא השתנה במהלך השנים 2011 – 2017 (איור 35). ככלל, ריכוז האמוניה המוצע בכניסה וביציאה מהאגנים היה 0.08 ו-0.07 מג"ל בהתאמה. במספר מקרים בהם היתה חריגה בריכוז האמוניה בכניסה לאגנים והריכוז עלה לערכים של 12 ו-14 מג"ל, ריכוז האמוניה ביציאה ירד ל-7.1 ו-9 מג"ל, ירידה של 35% ו-40% בהתאמה.



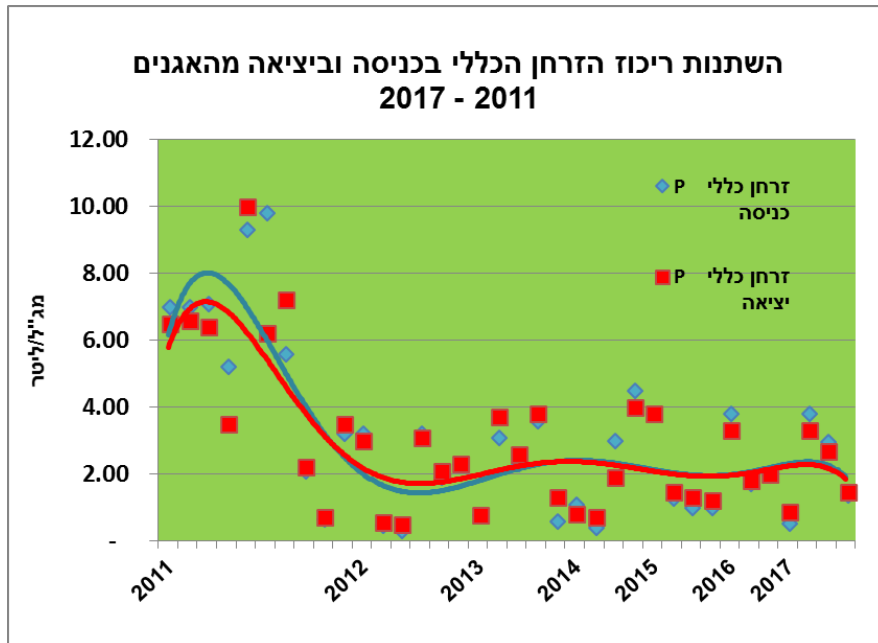
איור 35 - השתנות ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2017

חנקן וזרחן כללי באגנים הירוקים

פרופיל החנקן הכללי במהלך 2015 – 2017 (איור 36) הראה מגמה של עליה ברכוזים מ-8-9 ל 25 ו-15 מג"ל בכניסה וביציאה בהתאמה. במקביל לשנים אלו. ריכוזי הזרחן הכללי (איור 37) ירדו בכניסה וביציאה מהאגנים מ-7 ו-8 ב-2011 ול-1.7 ו-1.5 מג"ל ב-2015-7 בהתאמה. השתנות פרופיל הריכוזים במהלך התקופה הוא כתוצאה משינויים בריכוזים בקולחים היוצאים מהמט"ש. השינויים בריכוז הזרחן ביציאה מהמט"ש נובעות ככל הנראה בתפעול נכון יותר של מערך סילוק הזרחן במט"ש באמצעות אלום פוספאט.



איור 36 - השתנות ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 – 2017



איור 37 - השתנות ריכוזי הזרחן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 - 2016

מחקרים וסקרים בנחל הירקון



ניטור הידרוביולוגי של נחל הירקון- אביב 2017



מוגש לרשות נחל הירקון פברואר 2018

ניטור הידרוביולוגי של נחל הירקון: אביב 2017

כתיבה ועריכה: ד"ר ירון הרשקוביץ
דיגום איכות מים וסיוע בעבודת השדה: יונתן רז, פיליפ רובינזפט (רשות נחל הירקון)
צילומים: טוביה אשכולי, עדי וייס
דיגום חסרי חוליות: טוביה אשכולי, עדי וייס
מיון, הגדרה וספירה של חסרי חוליות: טוביה אשכולי, אופיר הירשברג, עדי וייס
מפות: איתי כהנא

הגדרה טקסונומית (מוזיאון הטבע ע"ש שטינהרדט): רכיכות (Mollusca) - הנק מיניס; סרטנאים (Crustacea) - יערית לויט; פשפשאים (Heteroptera) - ד"ר טטיאנה נובוסלסקי; בריומאים (Ephemeroptera) - זהר ינאי; חיפושיות (Coleoptera) – פרופ' ולדימיר צ'יקטונוב. יתר הקבוצות הוגדרו על ידי ירון הרשקוביץ, טוביה אשכולי ואופיר הירשברג.

1. רקע

להלן דיווח ממצאי סקר הידרוביולוגי שנערך במקטעים מייצגים לאורך נחל הירקון, ממקורות הנחל ועד לשפך בים התיכון (איור 1). מטרת הסקר - לאפיין את המצב האקולוגי של הירקון בתקופת האביב, עונה בה התנאים בנחלים ים-תיכוניים הם המיטביים לקיום חברה מגוונת של חסרי חוליות. במצבו הטבעי (לפני שנות ה-50), הירקון אופיין כנהר חוף מתון (כ- 27 ק"מ אורכו, מהנביעה ועד לשפך), עם מקור מים קרסטי איתן של כ- 200 מיליון מ"ק מדי שנה. בשל הספיקה הגבוהה, זרם הירקון ממעינות ראש העין ועד לים התיכון כמעט ללא הפרעה, תוך שהוא מנקז אליו מים מאגן ההיקוות, ובראשם נחל איילון. אנרגיית המים שימשה להפעלת טחנות קמח שהיו פזורות לאורך נתיב הזרימה, בעיקר במקטע העליון של הנחל. למרבה הצער אין בידינו נתונים על בעלי החיים שהתקיימו בעבר בירקון, מלבד עדויות ספורות על חברת הרכיכות והדגים.

כיום, להוציא כמות קבועה של מים שפירים (כ- 1,000 מ"ק בשעה) אשר הוקצתה בעבור קטע קצר של כ- 7 ק"מ במעלה הנחל, מרבית המים הקבועים הזורמים כיום בירקון בקטע שבמורד לכניסת נחל קנה ולאורך של כ- 16 ק"מ, הם קולחים ממכונני הטיהור דרום השרון המזרחי (סמוך לקלקיליה) וכפר-סבא הוד-השרון. המשך מצטרפים קולחי רמת-השרון ועם הגיעו לאזור תל-אביב, במורד לסכר 7 טחנות (פארק גני יהושע) ועד לים (כ- 4 ק"מ) מושפע הנחל מחדירת מי ים מלוחים. בנוסף, אל הירקון מוזרמים לעיתים מי תהום (מי השפלה) מאתרי בנייה בכמויות משתנות וללא פיקוח. ב

הירקון, בדומה למרבית נחלי החוף של ישראל, נתון ללחצים סביבתיים מורכבים הכוללים בין היתר הטיית מים ושינוי משטר הזרימה הטבעי, הצטברות של סדימנט ונשורת צמחית (בעיקר של איקליפטוסים) על גבי הקרקעית, זיהום ישיר בשפכים וקולחים, נוכחות של מינים זרים של צומח ובעלי חיים, חדירת חומרי הדברה וחומרי הזנה, ושינויים במורפולוגיה הטבעית.

בין השנים 2009 ל- 2015 חל שיפור ניכר באיכות הקולחים המוזרמים לירקון, וכתוצאה מכך נצפתה עלייה משמעותית בעושר המינים במקטע התיכון (גפני ויוגב 2015), כולל הימצאותם של מיני דגים בהם גם לבנון הירקון במורד לסכר מפגש ירקון-קנה ועד לאזור שבע טחנות (אלרון, 2017). עם זאת, החל מאמצע 2015 מוזרמים למקטע התיכון קולחים באיכות נמוכה ממט"ש דרום השרון המזרחי.

2. שיטות העבודה

2.1 עבודת שדה

הניטור בוצע ב- 15 תחנות ממקורות הירקון ועד לשפך (איור 1, נספח צילומים): חמש תחנות בקטע העליון מתעלת עינת ועד למפגש נחל קנה, ארבע תחנות בקטע התיכון שממורד לחיבור הירקון עם נחל קנה ועד למעלה סכר שבע טחנות, ולראשונה גם נוסף דיגום לאורך ארבע תחנות במקטע ה"מלוח" - ממורד סכר שבע טחנות ועד לגשר ווקף. בנוסף לאלו נדגמו שתי תחנות ביובלי הירקון - אחת בנחל קנה (איור 1, מס' 14), והשנייה בנחל שילה במעלה לכביש (איור 1, מס' 15).



איור 1: פריסה מרחבית של תחנות ניטור לאורך נחל הירקון ויובליו, אביב 2017.

בכל מקטע בוצע אפיון התשתית המינרלית והאורגנית לאורך קטע של כ- 100 מ' (טבלה 1). מגוון בתי הגידול חושב באמצעות ציין Shannon-Wiener (H'). חסרי חוליות נדגמו ביחס להרכב התשתית כך שסך השטח הנדגם עמד על 1.25 מ"ר (20 חזרות, 25 סמ"ר שטח כל דגימה). כל הדגימות שומרו באתנול (96%) והועברו להמשך מיון, ספירה והגדרה טקסונומית מפורטת באוני' תל אביב. האורגניזמים הופקדו במוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב (מספר הדגימה מצוין בטבלאות). בנוסף בכל תחנה נמדדו משתנים פיזיקו-כימיים (ריכוז החמצן המומס, טמפרטורת המים, ערך ההגבה ומוליכות חשמלית) באמצעות מד אלקטרוני נייד דגם YSI Professional Plus). בדיקת איכות המים בוצעה על ידי רשות נחל ירקון, כחלק מהניטור העונתי של הנחל.

2.2 עבודת מעבדה

דגימות חסרי החוליות מוינו, נספרו והוגדרו טקסונומית לרמה הנמוכה ביותר האפשרית, בעזרת מומחי מוזיאון הטבע וספרות מקצועית. נתונים אלו שימשו לחישוב מדדים ביולוגים: עושר טקסונים, צפיפות פרטים (מספר / מ"ר) וציין מגוון המינים.

הערכת המצב האקולוגי מתבססת על ציין ה- (Biological Monitoring Working Party - BMWP) שפותח בשנות השבעים בבריטניה, והיום משמש ככלי להערכת מצבם של נחלים במדינות רבות ברחבי העולם (לאחר התאמת הערכים לפאונה המקומית). ערכי ציין ה-BMWP המחושב על פי ערכי רגישות ידועים של חסרי חוליות לזיהום, כאשר ערכי ציין נמוכים מעידים על דומיננטיות של אורגניזמים העמידים לזיהום (וההיפך). מכיוון שבשלב זה אין בידינו ערכי ייחוס אקולוגיים מתאימים לנחל הירקון, אנו נשתמש בנתונים ממוצעים על מנת לזהות שינויים במצב החברה לאורך זמן. התאמת ערכי הרגישות למינים המתקיימים הירקון תבוצע בעתיד הקרוב. המשמעות האקולוגית של ערכי הציין BMWP: ≥ 14 = "גרוע"; 15-29 = "רע"; 30-44 = "פחות מבינוני"; 45-59 = "בינוני"; 60-74 = "טוב"; 75-89 = "טוב מאוד"; ≤ 90 = "מעולה".

תוצאות

3.1 תיאור אתרי הסקר

להלן תיאור אתרי הסקר לפי הסדר מהמעלה למורד (מפה- איור 1; צילומים- איור 2):

המקטע העליון

1) תעלת עינת

תעלת מים המקשרת אגם מים בנפח של כ- 30,000 מ"ק, הנמצא בשטח גן לאומי מקורות הירקון עם נחל הירקון. כיום האגם ותעלת עינת ניזונים ממי מקור שאובים בספיקה של כ- 300 – 400 מ"ק/שעה המסופקים מאקוויפר ירקון תנינים. תעלת עינת עצמה בנויה על בסיס של נחל אכזב המנקז את השטחים החקלאיים של קיבוץ עינת שמדרום וממזרח למעיינות הירקון, חוצה את כביש 6 ונשפכת לירקון באזור בריכת הנופרים.

רוחב האפיק הרטוב כ- 3 מטרים, עומק המים כ- 50 ס"מ. הגדה הצפונית עברה כיסוח של צומח מעוצה והגזם הושאר על הגדה ובתוך גוף המים. הגדה הדרומית שלא כוסחה, נותרה בכיסוי רציף ומלא של צומח מעוצה. הימצאות גזם בגוף המים הקשתה מאוד את הכניסה והתנועה בגוף המים ושינתה את אופי גוף המים (העשרה בחומר אורגני, שינוי משטר צל והפרעה פיזית לזרימת המים). צמחית הגדה שנותרה לאחר הכיסוח הייתה מורכבת בעיקר מקנה מצוי, פטל קדוש וצומח חד שנתי קייצי בשלבי ייבוש מתקדמים.

2) בריכת הנופרים

בריכת מים הממוקמת כ-150 מטרים במעלה הזרם (דרום מזרחית) ל"גן לאומי מקורות הירקון". הכניסה ל"מתחם בריכת הנופרים" מוגבלת. בריכת הנופרים ניזונה ממי מקור שאובים בספיקה של כ-1,000 – 1,300 מ"ק/שעה המסופקים מקוויפר ירקון תינים. מסביב לבריכת הנופרים צמחיית גדות צפופה של קנה מצוי ומספר עצי אקליפטוס הגדלים סמוך לגדת הנחל. בשל "חומת" הקנה הגדלה לאורך שתי הגדות באתר זה, הגישה למים אפשרית רק מנקודת כניסה אחת. פני המים בכל שטח בריכת הנופרים מכוסים (כיסוי מלא- 100%) בנופר צהוב וכן עומד של מכבד ביצות שהינו צמח נדיר בישראל (אדום), ונתון בסכנת הכחדה. המים בבריכה עומדים ועומקם נע בין 50 ל-200 ס"מ. מצע הקרקעית טיני ומכוסה על ידי חומר צמחי נרקב (דטריטוס).

(3) מעלה אל-מיר

האתר הנדגם ממוקם בתוך שטח "גן לאומי מקורות הירקון", במעלה הזרם לסכר הידרומטרי. הגדה הימנית בעלת מופע "טבעי" הנשלט על ידי כיסוי מלא של ערבה, קנה מצוי ואקליפטוס. הגדה השמאלית (הדרומית) מטופלת ומאפשרת קו ראייה וגישה לגוף המים. גדה זו מאופיינת בשלטון עצי אקליפטוס היוצרים צל מלא ברוב שעות היום וצומח עשבוני (פספולון דו טורי). באתר הנדגם גוף המים כולל אזורי "מים פתוחים" וכתמי צומח מים של קרנן טבוע ונופר צהוב. כתמי צומח המים בעלי גודל וצפיפות צומח משתנה.

עומק המים כ-50 ס"מ, מצע הקרקעית טיני ומכוסה על ידי דטריטוס צמחי (בעיקר עלים ונשורת אקליפטוס). המים באתר עומדים ולא הורגשה זרימת מים משמעותית. בשל בעיות גישה הדיגום התמקד באזור הסמוך לגדה הדרומית ובכתמי צומח מים נגישים.

(4) מעלה מפגש רבה

האתר הנדגם נמצא כ-50 מטרים במעלה הזרם למפגש נחלים רבה וירקון. גדות הנחל מאופיינות בצמיחה צפופה של אקליפטוס, ערבה, עבקנה, קנה מצוי ופטל קדוש. גוף המים מוצל חלקית על ידי צומח גדות צפוף המאפשר חדירת אור שמש חלקית בעיקר באזורים בהם השפעת צל האקליפטוסים מתונה. בהעדר צומח מים בגוף המים, המורכבות המבנית של בית הגידול נתרמת על ידי צומח גדה הפולש לתוך המים בסמיכות לגדה בלבד. מצע הקרקעית טיני ומכוסה על ידי דטריטוס של אקליפטוסים. מצע הקרקעית טיני מאוד והנגישות לגוף המים קשה. לכן, הדיגום התבצע מתוך גוף המים אך הוגבל למרחק של עד מטר מהגדה. נדגמו שני מקטעים סמוכים ברצועה של כ-50 מטר.

(5) בית לאה

האתר נמצא כ-1.5 ק"מ דרום מערבית לנווה ירק על תוואי הירקון בקטע הנחל שבין כביש 5 לכביש 40. במעלה הזרם לאתר הנדגם ישנו סכרון אבנים החוצה את הנחל ומשמש גם כמעבר פעיל על ידי כלי רכב ומטיילים. גדות הנחל מאופיינות בצמחיה צפופה של אקליפטוס, ערבה,

קנה מצוי ופטל קדוש. בהעדר צומח מים בגוף המים, המורכבות המבנית של בית הגידול נתרמת על ידי צומח גדה עשבוני החודר לתוך גוף המים, בסמיכות לגדה בלבד. מצע הקרקעית טיני ומכוסה על ידי דטריטוס של נשורת אקליפטוסים התחנה בוצית מאוד והנגישות לגוף המים קשה לכן, הדיגום התבצע במרחק של עד מטר מהגדה. המים באתר הנדגם עומדים למעט מקטע זרימה מצומצם של כ-5 מטרים במורד הסכרון.

(6) נחל קנה

האתר הנדגם נמצא בנחל קנה, כ-100 מטרים במעלה למפגש עם נחל הירקון. במעלה הזרם לאתר הנדגם ישנו מעבר רכב מבוטן המשמש לחציית ערוץ נחל קנה על ידי כלי רכב ומטיילים. במורד מעבר הרכב נבנה סולם דגים בדגם בריכות מדורגות. גדות הנחל מאופיינות בכיסוי צפוף של אקליפטוס ועבקנה. לא נצפו צמחי מים בגוף הנחל. עומק המים כ-20 ס"מ. מצע הקרקעית אבני, גודל נע בין 1-2 ס"מ (רחוק ממעבר הרכב, אזור זרימה חלשה) ועד 4-5 ס"מ (קרוב למעבר הרכב, אזור זרימה חזקה). האתר הנדגם הינו מקטע זרם של קולחים שמקורם במט"ש דרום-שרון.

המקטע התיכון

(7) מורד מפגש קנה

האתר הנדגם נמצא בנחל ירקון כ-100 מטרים במורד הזרם למפגש נחל קנה ונחל ירקון. רוחב הערוץ כ-5 מטרים, גדות הערוץ תלולות ומוגבהות. הגדה מכוסה בסבך צפוף של עבקנה ואקליפטוס המצלים על גוף המים למשך רוב שעות היום. לא נצפתה צמחית מים בגוף המים. עומק המים כ-30 ס"מ. האתר הנדגם הינו מקטע זרם בזרימה מהירה יחסית בשל השיפוע וספיקת המים הגבוהה באפיק צר יחסית. זו הסיבה להמצאות מצע אבני- חצץ בגודל של עד כ-2 ס"מ.

(8) סכר חקלאי

האתר הנדגם הינו מקטע נחל ירקון הכלוא בין כביש 5 מצפון וכביש 4 ממערב כחצי ק"מ דרומית לכביש 5. צמחית הגדות מאופיינת בשלטון של ערבה, מיעוט אקליפטוס, קנה מצוי צעיר וצומח עשבוני הפולש לגוף המים. לא נמצא צומח מים בגוף המים במקטע הנדגם. נדגם המקטע שבמורד לסכר. בשל קושי גישה אל ובתוך המים הדיגום התבצע מתוך המים במרחק של עד מטר מהגדה. עומק המים בין כ-70 ס"מ ל-250 ס"מ. מצע הקרקעית טיני ומכוסה על ידי חומר צמחי נרקב של אקליפטוס וערבה. זרימת מים חלשה עד לא מורגשת.

(9) מעלה עשר טחנות

האתר הנדגם נמצא בשטח פארק הירקון כ-100 מטרים במעלה הזרם לגשר ברחוב מבצע קדש בתל אביב. במקטע זה הנחל עובר בשטח פארק מנוהל (המקטע עבר טיפול להדברת

יתושים (בתאריך 14.5.17). צמחית גדות הנחל מורכבת מעצי אקליפטוס, עומדים של קנה מצוי ועשבוני יבשתי הפולש לגוף המים. לא נצפו צמחי מים בגוף המים. עומק המים כ-50 ס"מ. מצע הקרקעית טיני וזרימת המים בלתי מורגשת.

(10) יער בראשית

האתר הנדגם נמצא בתוך שטח פארק הירקון בין אתר עשר טחנות לאתר שבע טחנות. האזור עבר הדברת יתושים בתאריך 14.5.16. צמחית הגדות מאופיינת בשלטון אקליפטוס. עומק המים באזור שנדגם הינו כ-40 ס"מ. המצע, עד מרחק של כמטר מהגדה הוא אבני (ייתכן ומדובר בפסולת בניה) עם כיסוי חומר אורגני נרקב של נשורת אקליפטוס. ככול שמתקרבים למרכז הערוץ המצע מתכסה בטין. לא הורגשה זרימת מים במקטע, לא נצפתה צמחית מים בגוף המים אך צבע המים מרמז על פריחת אצות. בזמן הדיגום נצפו בתחנה אמנונים ודרגות צעירות של דגי גמבוזיה (יונתן רז, הגדרה בתצפית).

המקטע המלוח

(11) מורד 7 טחנות (צפארי)

האתר הנדגם נמצא בתוך שטח פארק הירקון, כ-150 מטרים במורד לסכר שבע טחנות. האפיק רחב מאוד כ-30-50 מטרים. מצע הקרקעית חול-בוץ מהודק. האתר מושפע מפעילות שיט (קייקים וסירות מנוע). בתקופה האחרונה זורמים לאזור הזה קולחים שאינם מטופלים במידה הנדרשת. הגדות מאופיינות בצומח של אקליפטוס, קנה מצוי וצמחי גדה הפולשים לגוף המים. אחד הצמחים שנתגלה לראשונה בסקר זה הוא המין פשטה שרועה (הוגדר על ידי ד"ר טל לבנוני מצילום). מין זה מוכר בארץ מהגולן, הירדן העליון, מדבר יהודה ובקעת ים המלח, אך לא ממישור החוף. ייתכן והגיע כ"טרמפיסט".

(12) פארק הירקון (ספורטק)

האתר הנדגם נמצא כ-250 מטרים במורד הזרם לגשר נמיר. מקטע הנחל שנדגם נמצא בתוך ותחת השפעת פארק הירקון. גדות הנחל ואזור החיץ מנוהלים ומטופלים. הערוץ הרטוב רחב (כ-50 מטרים) ולא נצפתה זרימת מים משמעותית. צומח הגדות מורכב מאקליפטוס, קנה מצוי, שיחי מלוח וצומח גדה עשבוני הפולש לגוף המים. עומק המים באיזור שנדגם כ-40 ס"מ (בשל קושי גישה הדגימה נאספה מתוך גוף המים אך בקרבת הגדה בלבד). מצע הקרקעית טיני. בשוליים הקרובים לגדה המצע מהודק (באופן טבעי) ויציב.

(13) מרכז השייט

האתר שנדגם נמצא בתוך שטח פארק הירקון מול מרכז השייט. נדגם האזור הקרוב לגדה הדרומית בלבד. מקטע הנחל שנדגם מיצג ערוץ רחב (< 50 מטרים). הקרקעית מיוצבת בצורה מלאכותית ואצות על גבי המצע המלאכותי. הערוץ חשוף לשמש ישירה רוב שעות היום. צמחית

גדות הנחל באתר שנדגם מורכבת בעיקר מצומח עשבוני ושיחי גדה הפולשים לגוף המים (מלוח) ומיעוט עצי דקל. הדיגום התבצע מגוף המים ועד כ-2 מטרים מהגדה.

(14) גשר ווקף

האתר שנדגם נמצא סמוך מאוד למוצא הירקון לים. באתר זה הנחל עובר באזור חולי, חופי ומליחות המים הגבוהה ביותר מבין תחנות הירקון בשל הקרבה למי הים. גדות הנחל באתר זה מיוצבות מלאכותית (אבני מסלעה), ערוץ הנחל חשוף לשמש באופן מלא. צמחית הגדה מטופלת ומנוהלת דלה מאוד ולעיתים חסרה כלל (למעט מספר כתמי קנה מצוי צעיר ומלוח). לא נצפו צמחי מים בגוף המים אך נצפתה פריחת אצות בשוליים. עומק המים כ-20 ס"מ. מצע הקרקעית חולי ים דחוס (טבעי).

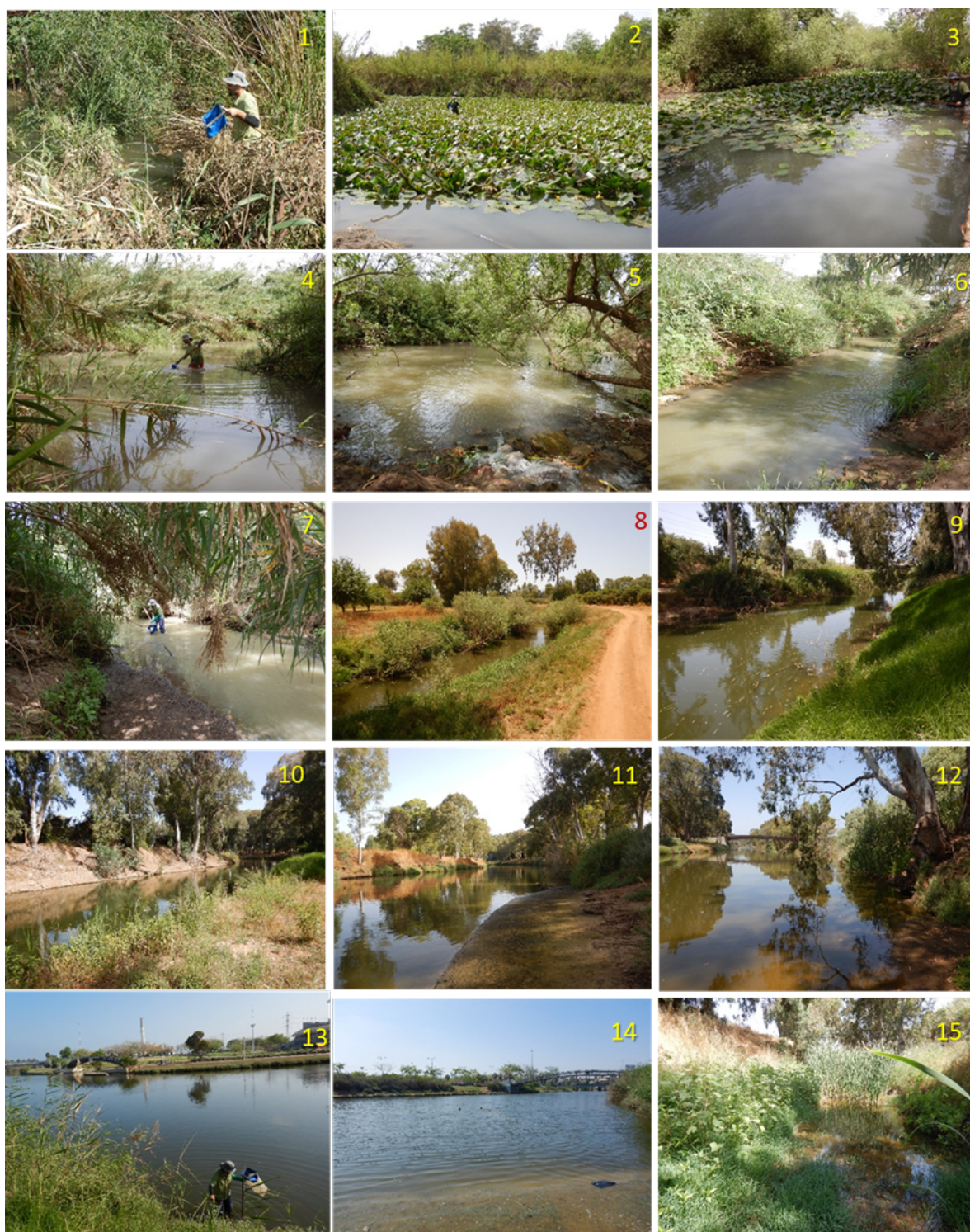
(15) נחל שילה

האתר שנדגם נמצא במקטע הנחל הנמצא בין מסילת הרכבת לכביש 5. במועד הדיגום נחל שילה היה יבש ברובו. לאורך המקטע שנבחן אותר רק איזור אחד (כ-60 מטרים אורך, 3 מטרים רוחב, עומק המים כ-40 ס"מ) שהיה רטוב. נצפו עוד 2 איזורים רטובים אך ניכר היה שעתידים היו להתייבש תוך מספר ימים. במועד הדיגום הקרקעית הייתה עדיין לחה. גובה הגדות 2-3 מטרים והן תלולות.

הגדות אופיינות בצומח אקליפטוס, קנה מצוי, חד שנתיים בדרגות יובש שונות וצומח עשבוני הפולש מהגדה לגוף המים. בגוף המים היו כתמי צומח קנה מצוי וכן כתמי עשבוני הפולש מהגדה לתוך האפיק הלח.

3.2 מדדים כימיים-פיזיקליים ואיכות המים

נתוני איכות המים מעידים על הבדלים במקורות המים בשלושת המקטעים (טבלה 1): המעלה נקי (ריכוזים מזעריים של צח"ב, אמוניה וקוליפורמים), אך עם עכירות גבוהה (מוצקים מרחפים < 20 יחידות); המקטע התיכון מזוהם בקולחים מנחל קנה (שמקורם במפעל טיהור השפכים דרום השרון המזרחי ומט"ש כפר סבא הוד-השרון), ובו נמדדו ריכוזים גבוהים של חומר אורגני (53 מג"ל), אמוניה (43 מג"ל), וקוליפורמים (< 6 מיליון). עם זאת ראוי להדגיש כי למרות הזיהום, ריכוזי הצח"ב והאמוניה בירקון התיכון (במורד לכניסת נחל קנה) היו נמוכים ביחס לאיכותם בנחל קנה, וערכים אלו מוגדרים כזיהום קל בלבד. מעבר להשפעת הזיהום ניתן לראות גם עלייה במליחות המים, החל מכניסת הקולחים במורד נחל קנה, ובמידה רבה יותר עם חדירת מי הים במעלה הנחל. במקטע המורד שתחילתו במורד סכר שבע טחנות וסופו בים התיכון, קיימת חדירה הדרגתית של מי ים אל המעלה, בהתאם לדפוס הגאות והשפל מחד ובספיקת המים המתוקים הזורמים מהמעלה, מאידך.



איור 2. צילומים מאתרי הדיגום לאורך נחל הירקון 14-16.5.2017.

3.3 חברת חסרי החוליות

בסקר נמצאו בכל התחנות יחדיו 47 טקסונים של חסרי חוליות (מרמת המשפחה ועד מין), כאשר מספר הטקסונים בכל תחנה נע בין 2 (נחל קנה) ל- 16 (נחל שילה) (נספח 1). מבין

חסרי החוליות חרקי המים היו הדומיננטיים בחברה, הן מבחינת עושר הטקסונים (31) והן בבחינת מספר הפרטים הכללי. מבין החרקים, סדרת הזבובאים (Diptera) הייתה הנפוצה ביותר עם 11 טקסונים ונוכחות לאורך כל הנחל, כולל בתחנה הסמוכה לשפך הים. כפי שניתן לראות, משפחת הימשושים (Chironomidae) הייתה העשירה ביותר מבין הזבובאים, כאשר במקטע המעלה צפיפות הפרטים הכללית של זחלים במשפחה זו הייתה נמוכה יחסית (עשרות בודדות עד מאות פרטים), אך עלתה באופן ניכר (בסדר גודל – לאלפים), עם חדירת הזיהום מנחל קנה. ראוי לציין גם את תפוצתו הנרחבת של החסילון הפולש *Neocaridina denticulata* אשר נתגלה לראשונה במעלה הירקון על ידי Dr. Armin Lorenz (אוניברסיטת דויסבורג-אסן, גרמניה) במרץ 2014, וכיום נפוץ כמעט לכל אורכו, כולל במקטע התיכון (אך לא במקטע המלוח). לא ברור בשלב זה מהן ההשלכות האקולוגיות של התפשטות החסילון לאורך הירקון. בסקר הנוכחי לא נלכדו פרטים של סרטן ארוך-בטן פולש מהמין צ'רקס פולצ'ר (*Cherax (Astaconephrops) pulcher*), אך ידוע כי הוא מקיים אוכלוסייה יציבה במקטע העליון.

3.4 אפיון המקטעים

חמישה עשר טקסונים נמצאו אך ורק במקטע העליון, עובדה המצביעה על רגישותם לזיהום אורגני. אלו כוללים: זחלי בריומאים מהסוג *Baetis* sp.; פשפשאים, שלושה מינים של חלזונות (בהם שחריר הנחלים ומגדלית מגובששת) וכן חלק ממיני השפיראים (טבלה 2). בדומה, גם מורד הירקון נמצא שונה מבחינת הרכב החברה. מקטע זה מאופיין בחדירה של מי ים ובשינוי ההרכב היוני של המים ככל שמתקרבים אל מוצא הנחל לים (האסטואר). למעשה, מדובר בגוף מים בעל ייחודיות אקולוגית, השונה במאפייניו הטבעיים מגופי המים שבמעלה הנחל (עד לסכר שבע טחנות). בהתאם במקטע זה נמצאו טקסונים ימיים, אשר מרביתם משתייכים לסדרות הרכיכות והסרטנים (טבלה 2).

טבלה 1: ערכי מדדים פיזיקו-כימיים והרכב התשתית (אחוז כיסוי), בתחנות הירקון (אביב)

יובלים		מורד				תיכון				מעלה					מקטע
נחל שילה	קנה-מעלה מפגש ירקון	גשר ווקף	מרכז השיט	ספורטק	צפארי	יער ראשית	מעלה 10 טחנות	מורד סכר חקלאי	מורד מפגש קנה	בית לאה	מעלה מפגש רבה	מעלה אל מיר	בריכת הנופרים	תעלת עינת	תחנה / מדדים
	14:15	09:15	09:30	08:30	11:00	08:25	09:30	10:30	12:15	10:00	11:35	12:45	13:45	14:45	15:15
5.75	2.17	11.2	9.46	7.75	4.9	3	2	1.62	3.75	4.56	4.1	5.16	8.62	5.94	DO (mg/l)
69	26	157	126	103	62	37	24.2	20	44.5	54	50	62.8	86	74.2	(%) DO
24.2	23.8	27.4	26	27.3	26	24.9	25	25.6	23.7	23	25.3	24.9	27.1	27.1	טמפרטורה
5070	1080	26520	26828	14790	11331	1204	1258	1250	1177	993	992	994	911	889	מוליכות חשמלית (μS)
7.8	7.94	8.42	8.29	8.18	7.84	7.91	7.83	7.78	7.98	7.82	7.73	7.71	7.96	7.76	pH
7.18	5.63	37.7	30.65	22.3	18.4	3.46	2.04	2.63	2.2	1.49	1.55	1.73	2.48	2.68	ניטרט NO
	53		<0.5			1.4		1 - 4.4				0-1			איכות מים (10.5.17)
	6,200,000		3,700			1,200		29,000 - 130,000				350 - 940			BOD-צחיב
	53		5.4			7.5		6.1 - 9.7				0.6 - 1.7			קוליפורמים צואתיים במים
	43		4			5.6		4.75-5.7				<0.2			חנקן כללי מחושב כ-N Total N
	43		<5			14.3		<5	46.5			26-42			אמוניה (NH ₄ -כ)
															מתוקים מרחפים
															הרכב תשתית (אחוז כיסוי)
	15														אבנים גדולות
	10	5				5				5					אבנים בינוניות
	50		15						75						אבנים קטנות
35	5	90	50	60	40	45	65	35	10		35	25		20	חצץ
															חול ובז
															בוץ חרסיתי
			25												תשתית מלאכותית: בטון/סלעים
												5	90	25	צומח מים טבול
30												10		15	צומח מים מזדקק
20	20	5	10	35	60	20	35	55	15	30	40	20		25	צמחיית גדה טבולה
5				5				10		5		15	10	15	גזעים וענפים נרקבים
10						30				65	25	25			חומר חלקיקי גס (CPOM)

(2017).

השונות במקורות המים במקטעי הירקון באה לידי ביטוי בהרכב הכולל של חברת חסרי החוליות, כפי שמוצג באיור 3, הממחיש את מידת הדימיון בין החברות השונות, כתלות בהרכב הטקסונומי שלהן (מבחן דימיון Bray-Curtis). ניתן לראות כי שלוש הקבוצות העיקריות, קרי מעלה, תיכון ומורד, נמצאות מרוחקות זו מזו על שני צירים מרכזיים: איכות המים בציר האנכי (ציר ה-y) וגרדיאנט המליחות בציר האופקי (ציר ה-x). תחנות מעלה הירקון מקובצות יחדיו ברביע התחתון בו איכות המים גבוהה והמליחות נמוכה. תחנות מקטע הירקון התיכון מקובצות ברביע השמאלי העליון, בו המליחות עדיין נמוכה יחסית אבל רמת הזיהום גבוהה. יחד עם תחנות אלו קובצו גם תחנה הדיגום בנחל קנה ובנחל שילה (כתום). אמנם האחרון אינו מזוהם בשפכים או קולחים אך הרכב החברה באתר נתון להתייבשות עונתית אשר מדמה הפרעה קבועה למערכת. אין להוציא מכלל אפשרות חדירה של מזהמים ממקורו לא נקודתיים כמו שדות חקלאיים או אתרים עירוניים. הרביע השמאלי התחתון כולל את שתי תחנות המורד הקרובות ביותר לשפך: מרכז השיט וגשר ווקף. תחנות אלו מאופיינות במליחות גבוהה ובהרכב טקסונומי המאפיין את סביבת האסטואר.

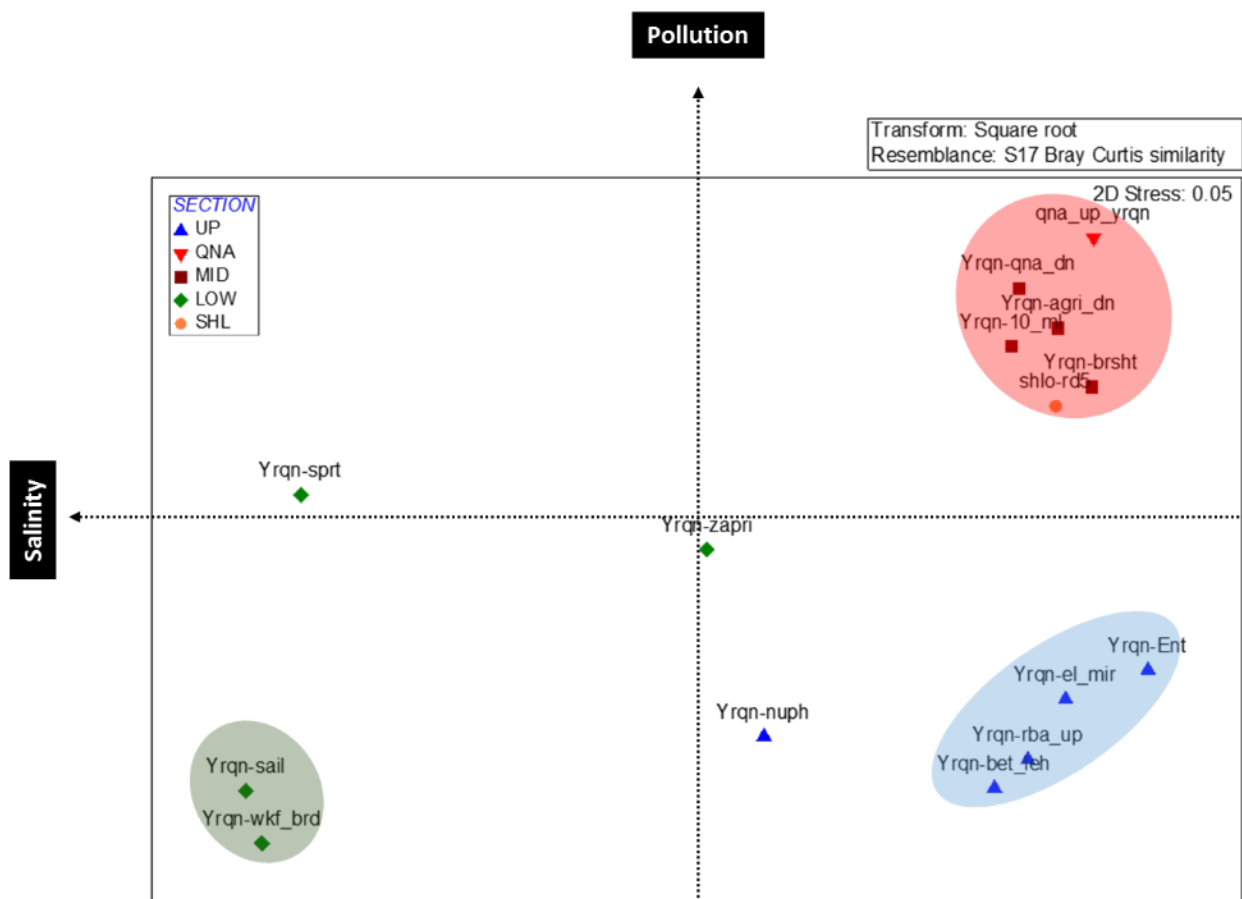
טבלה 2. טקסונים של חסרי חוליות שנמצאו בסקר במקטע העליון או התחתון, בלבד. טור משמאל: חלזונות (Gastropoda), צדפות (Bivalvia) וסרטנים (Crustacea); מימין: סדרות של חרקי מים: בריומאים, שפיראים, פשפשאים, זבובאים וחיפושיות.

Order	עליון	מלוח	Order	עליון	מלוח
Gastropoda			Ephemeroptera		
<i>Melanopsis costata</i>	+		<i>Baetis</i> sp.	+	
<i>Melanoides tuberculata</i>	+		Odonata		
<i>Pseudosuccinea columella</i>	+		<i>Pseudagrion</i> sp.	+	
<i>Cerithium scabridum</i>		+	<i>Onychogomphus</i> sp.	+	
<i>Myosotella myosotis</i>		+	<i>Erythromma</i> sp.	+	
<i>Aplysia</i> sp.		+	<i>Platycnemis</i> sp.	+	
Bivalvia			Heteroptera		
<i>Brachidontes pharaonis</i>		+	<i>Micronecta ludibunda</i>	+	
<i>Mytilaster minimus</i>		+	<i>Micronecta scutellaris</i>	+	
Crustacea			<i>Limnogonus cereiventris</i>	+	
<i>Echinogammarus</i> sp.		+	Diptera		
<i>Penaeus aztecus</i>		+	Ceratopogonidae	+	
<i>Orchestia</i> sp.		+	Tanypodinae	+	
			Limoniidae		+
			Psychodidae		+
			Coleoptera		
			<i>Ilybius chalconatus</i>	+	
			Ad.		
			<i>Cercyon laminatus</i>	+	
			Ad.		

שלוש תחנות נמצאו שונות מהיתר: בריכת הנופרים, מורד שבע טחנות (צפארי) ופארק הירקון (ספורטק). בריכת הנופרים הייתה שונה ביולוגית מיתר תחנות המעלה, וזאת בשל מאפייניה כבריכה של מים עומדים המכוסה בצפיפות על ידי נופר צהוב. שתי התחנות הנוספות אשר ממוקמות אמנם במקטע המליח, אך הרכב חברה בהן מושפע הן מהמעלה והן מהמורד המליח.

3.5 מדדים ביולוגיים

כפי שניתן לראות, עושר הטקסונים, מגוון המינים, אחוז הימשושים מתת משפחת ה-Tanypodinae וערכי ציין רגישות הטקסונים, היו גבוהים באופן יחסי בתחנות במקטע העליון, להוציא בריכת הנופרים, בהשוואה לתחנות שבמקטע התיכון והמלוח (איור 3). מדדים המעידים על הרעה באיכות המים, כמו מספר זחלי הימשושים מהשבט *Chironomini* הציגו ירידה עם ההתקדמות למורד הנחל, להוציא יער בראשית שם הסיבה נובעת ככל הנראה מהרעה באיכות המים ובתנאי בית הגידול עם המעבר לאיזור האורבני.

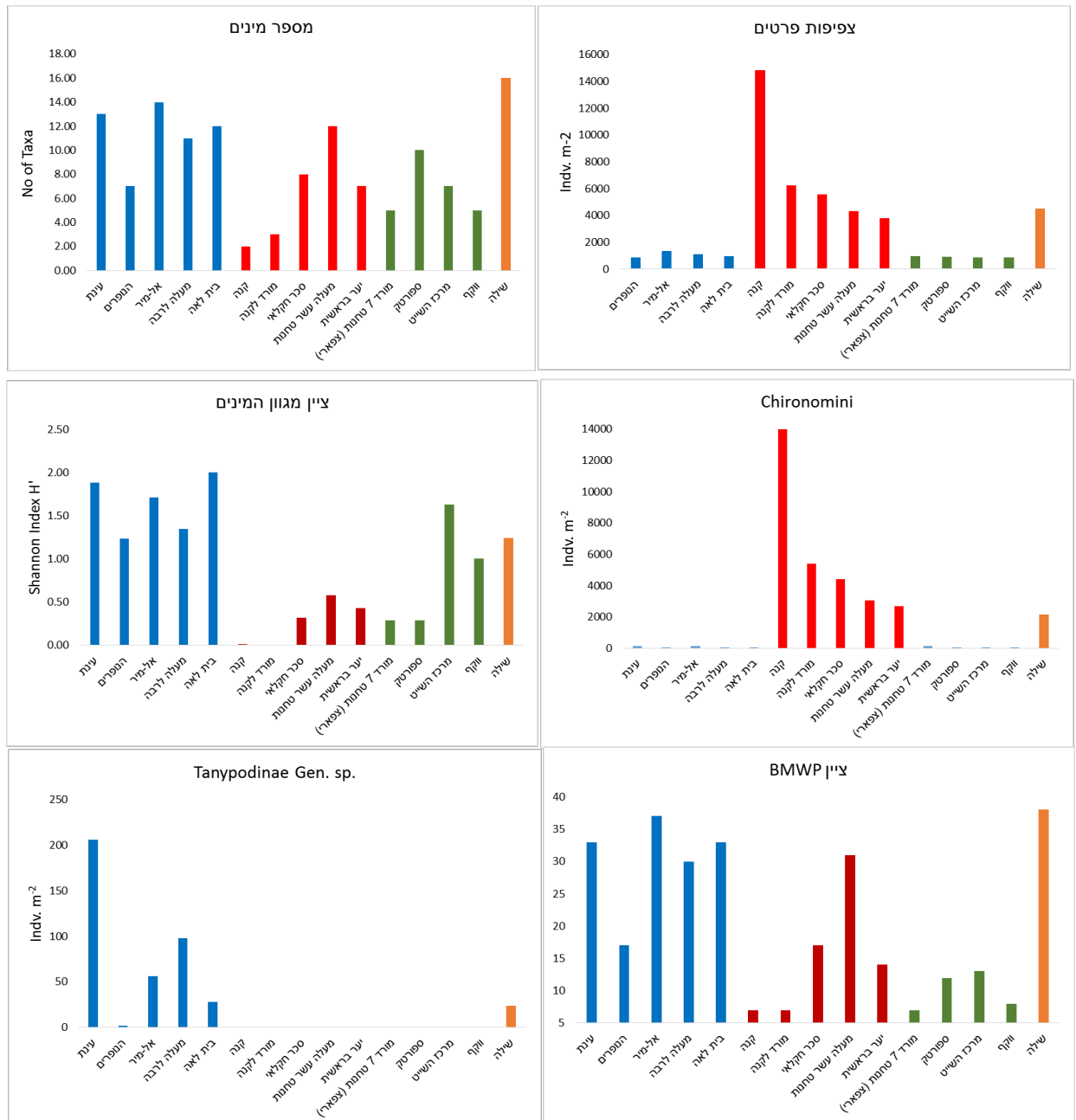


איור 3: מבחן דימיון חברות Bray Curtis במטריצת NMDS. בכחול - תחנות מעלה הירקון, באדום -תחנות המקטע התיכון ונחל קנה, בירוק - מקטע המורד המלוח ובכתום – נחל שילה. הסידור המרחבי מצביע על גראדינט איכות מים בציר האנכי (מלמטה למעלה) וגרדיאנט המליחות בציר האופקי (מימין לשמאל).

המצב האקולוגי של הירקון באביב 2017

הסקר הנוכחי בוצע במהלך תקופה שבה איכות המים בקטע התיכון נפגעה באופן חמור בשל הזרמה מתמשכת של קולחים באיכות נמוכה ממפעל טיהור השפכים דרום-שרון מזרחי, דרך נחל קנה אל הירקון. המדדים הביולוגיים שבהם השתמשנו כאן כללו מאפיינים מקובלים לבחינת

מצב אקולוגי של נחלים: עושר טקסונים, צפיפות פרטים, מגוון מינים, ונוכחות של קבוצות אינדיקטוריות כמו זחלי ימשושים. הציין BMWP הוא מדד מקובל בעולם לאפיון השפעת זיהום אורגני בנחלים, כאשר ערכים נמוכים מעידים על עלייה במספרם של הטקסונים העמידים לזיהום ולהפך. חשוב לציין כי הערכים המופיעים כאן, נקבעו על סמך חברות חסרי חוליות



גדולים המתקיימות בנחלים באירופה, ואין לצפות כי מינים דומים בעלי רגישות גבוהה ימצאו גם בישראל. אך עם זאת, המדד המספרי ללא "הפרשנות" מאפשר לנו להבחין בשינוי היחסי שמתרחש בנחל כתוצאה מחדירת הקולחים, והשיפור בתנאים במורד הזרם.

איור 4 (משמאל למעלה): עושר הטקסונים, צפיפות הפרטים (מספר פרטים במ"ר), מגוון המינים (H'), מספר הימשושים בשבט *Chironomini*, מספר הימשושים בתת-משפחת ה-Tanypodinae, וציין רגישות לזיהום (BMWP). עמודות בכחול - מקטע המעלה, באדום -

ממורד מפגש נחל קנה ועד למעלה סכר שבע טחנות (יער בראשית), בירוק – תחנות מקטע המורד, מסכר שבע טחנות ועד לשפך וכתום – נחל שילה.

ערך ציין ה- BMWWP במעלה הירקון (להוציא בריכת הנופרים) נע בין 30 ל- 37. על פי הקריטריונים האירופאים, ערכים אלו תואמים מצב אקולוגי של "פחות מבינוני". בנחל קנה עצמו ובתחנה הראשונה בירקון במורד לחיבור עם נחל קנה יורד ערך הציין ל- 7 בלבד, התואם למצב אקולוגי "גרוע". עם ההתקדמות למורד והשיפור באיכות המים עולה בהדרגה ערך הציין ל- 17 ו- 30, אך יורד בחדות במקטע האחרון של הקטע התיכון. לא ברורה הסיבה, אך ייתכן והיא קשורה בסמיכות המקטע לאזור העירוני של רמת-גן ובני ברק וחדירה של מי ניקז עירוני. ערכי הציין הנ"ל במקטע המלוח נמוכים אמנם אך חשוב להדגיש כי בשל העובדה שאין בנמצא כיום ערכי רגישות למינים ימיים, ערכי הציין הנ"ל משקפים אך ורק את מיני המים המתוקים שנכחו במקטע. עם זאת מדדים אוניברסליים כמו עושר מינים ומגוון מינים היו גבוהים יחסית בספורטק, וירדו עם ההתקרבות למורד הנחל. תופעה זו של ירידה בעושר המינים עם העלייה במליחות המים מוכרת מהעולם וגם מישראל.

בדומה לסקר הנוכחי, ציין ה- BMWWP שימש אותנו גם לבחינת המצב האקולוגי של נחל הקישון, אשר כמו הירקון גם הוא נחל חוף הנתון ללחצים סביבתיים מורכבים. בסקר שנערך לאורך הקישון באותה התקופה (מאי 2017) נע ערך ציין ה- BMWWP בין 33.6 ל- 51.7 (שווה ערך ל-"פחות מבינוני" ועד "בינוני", בהתאמה), כאשר הערכים הגבוהים ביותר נמצאו במקטעים אשר אופיינו בזרימת מים על גבי אבנים ולכן היו מורכבים יותר מבחינה מגוון בתי הגידול בהם.

היות ואיכות המים במעלה הירקון, טובה מזו שבמקטע התיכון של הקישון (ערכים גבוהים של מליחות ומינים), נותרת השאלה מדוע ערכי הציין בירקון נמוכים. כפי הנראה, הסיבה לכך מורכבת ממספר גורמים: בהם זרימת מים איטית עד בלתי מורגשת, דומיננטיות של סדימנט רך (בוץ), הצטברות חומר אורגני בלתי פריק של עצי האיקליפטוסים, ונוכחות של דגי גמבוזיה. קשה לדעת בוודאות מה היה הרכב התשתית הטבעי של הירקון במחצית הראשונה של המאה ה- 20, לפני תפיסת המים, אך ניתן להעריך כי הספיקה ההיסטורית אכן סיפקה מגוון תנאים, בהם הזרימה הייתה מהירה ואפשרה קיום של תשתית אבנית בקרקעית. על גבי תשתית זו יכולים להתקיים מינים ליתופיליים (שוכני אבנים), כמו בריומאים, חלזונות (שחריר הנחלים) ושעירי כנף המצויים באופן טבעי באגן ההיקוות של הירקון. מינים אלו לרוב מאופיינים בסף רגישות גבוה יחסית, ולכן ערך הציין הניתן להם גבוה יותר בהשוואה למינים חובבי תשתית רכה (כמו זבובאים), מים שקטים (חיפושיות ופשפשאים) או מינים החיים על גבי צומח טבול (כמו זחלי שפיראים). הגברת עוצמת הזרימה במעלה הנחל וסילוק הקולחים מהמקטע התיכון,

יסייעו להעלות את המורכבות המבנית ואת מגוון מהירויות הזרימה האפקטיבית ובכך יאפשרו למינים נוספים להתיישב לאורך הנחל ולתמוך במגוון הביולוגי והתפקוד האקולוגי. לחילופין ניתן לשקול הוספה יזומה של אבנים וגזעי עצים (מקומיים כמו ערבות) באיזורים מסוימים, כמו במורד למעברי רכב, אשר יגדילו את המורכבות המבנית, יקטינו את השיפוע יאווררו את המים ואף יספקו מיסתור לחלק מהמינים בפני טורפים, ומצע התיישבות לאצות פריפיטון המהוות מקור מזון למינים הניזונים מגירוד של אצות ישיבות. מומלץ להקדים ולבצע ניטור על מנת לבחון את המשמעות של פעולות שונות ("לפני" - "אחרי") לשיקום הירקון.

נספח 1: נתונים ביוטיים

												7				
												()				
Taxon / IAEC ACCESS #		835	829	828	827	826	824	825	833	832	831	830	838	836	837	834
<i>Dina</i> sp.	ANN								1.0	16.0						
<i>Helobdella stagnalis</i>	ANN			6.7	2.0											
<i>Placobdella</i> sp.	ANN	6.0							16.0	1.0						
<i>Dugesia</i> sp.	TUR															16.0
<i>Cerithium scabridum</i>	GAS													1.0		
<i>Myosotella myosotis</i>	GAS											2.0	1.0			
<i>Melanopsis costata</i>	GAS					10.0										
<i>Melanoides tuberculata</i>	GAS					2.0										
<i>Pseudosuccinea columella</i>	GAS	2.0			2.0											
<i>Physella acuta</i>	GAS	4.0		26.7					112.0	272.0	52.0					996.0
<i>Brachidontes pharaonis</i>	BIV													1.0		
<i>Mytilaster minimus</i>	BIV											1.0				
<i>Neocaridina denticulata</i>	CRU	10.0	7.0	133.3	106.0	38.0			4.0	1.0	8.0					28.0
<i>Echinogammarus</i> sp.	CRU												14.0	3.0		
<i>Penaeus aztecus</i>	CRU												2.0	1.0		
<i>Orchestia</i> sp.	CRU											23.0				
<i>Baetis</i> sp.	EPH					6.0										
<i>Cloeon</i> sp.	EPH		2.0	1.3						4.0						4.0
<i>Pseudagrion</i> sp.	ODO	20.0														
<i>Ceriagrion</i> sp.	ODO	16.0		12.0	19.0	7.0			12.0	68.0	4.0					52.0
<i>Onychogomphus</i> sp.	ODO			1.3												
<i>Erythromma</i> sp.	ODO		3.0	6.7	3.0											
<i>Platycnemis</i> sp.	ODO	48.0		17.3	2.0	11.0										
Zygoptera Gen. sp.	ODO	52.0		2.7	10.0				8.0		40.0					16.0
<i>Anax</i> sp.	ODO															1.0
<i>Trichocorixa reticulata</i>	HET															4.0
<i>Micronecta ludibunda</i>	HET			110.7												
<i>Micronecta scutellaris</i>	HET		8.0									1.0				
<i>Limnogonus cereiventris</i>	HET			1.3												
<i>Gerris</i> sp.	HET									4.0						
<i>Micronecta</i> sp.	HET	20.0			1.0											
<i>Anisops sardeus</i>	HET									4.0						
Orthocladinae Gen. sp.	DIP	36.0	2.0			5.0		4.0		60.0	92.0	1.0				140.0
<i>Culiseta longiareolata</i>	DIP															8.0
Limoniidae Gen. sp.	DIP											2.0	12.0	1.0		
<i>Tipula</i> sp.	DIP															
<i>Ephydra</i> sp.	DIP					4.0				1.0			6.0	2.0	10.0	1.0
Ceratopogonidae Gen. sp.	DIP			1.3								3.0	1.0			
Chironomini Gen. sp.	DIP	148.0	26.0	120.0	43.0	34.0	14000.0	5416.0	4396.0	3036.0	2704.0	119.0	3.0	1.0	1.0	2152.0
Tanypodinae Gen. sp.	DIP	206.0	2.0	56.0	98.0	28.0										24.0
<i>Culex</i> sp.	DIP								164.0			1.0	3.0			204.0
<i>Simulium</i> sp.	DIP	150.0				7.0	24.0	1.0								
Psychodidae Gen. sp.	DIP												1.0			
<i>Ilybius chalconatus</i> Ad.	COL					1.0										
Dytiscidae Gen. sp. Lv.	COL															36.0
<i>Cercyon laminatus</i> Ad.	COL				1.0											
<i>Bidessus anatolicus</i> Ad.	COL															1.0
Taxon abundance (inv m²)	48723	1553	879	1325	1114	979	14848	6246	5546	4343	3815	956	891	858	853	4517
Taxon richness	47	13	7	14	11	12	2	3	8	12	7	5	10	7	5	16

