

דו"ח מצב הירקון

2014

יונתן רז

רשות נחל הירקון



אנפת מנגרובים, אתר שבע טחנות בירקון (צילם – עירית דרוב)

תוכן

3 ממשק ואקולוגיה.....

3	ניקיון שוטף.....
4	שינויים במערך אספקת מי מעיינות לירקון.....
5	"אגם ונחל הדר זורם" אספקת מים מהאגנים הירוקים.....
8	ברכת הנופרים ורחצה בירקון.....

8 צמחייה ויערנות.....

8	העקרונות המנחים לטיפול יערני בעצי אקליפטוס בגדות הירקון.....
10	צפצפת הפרת.....
10	הדברה בררנית.....
11	הדברת אמברוסיה מכונסת.....
12	הדברת אזולה שרכית.....
14	סקר בוטנאי בירקון.....

17 בתי גידול ומורכבות מבנית.....

17	סולמות דגים.....
17	תנים בירקון.....
20	פרויקט השבה וניטור הצב הרך.....
20	תצפיות על צבים.....
21	סקר עופות מים בירקון.....
26	פגיעת בעלי כנף כתוצאה מהמצאות ציוד דייג וחוטמים.....
27	מינים אקוטים פולשים.....
29	פשפש הברונזה.....
32	הזרמת קולחים ושפכים ממת"ש דר' שרון מזרחי.....
33	תכנית עבודה לפעולות תחזוקה 2015.....

34 איכות המים בירקון ובמקורות הקולחים 2015.....

34	כמויות מים בנחל.....
38	איכות הקולחים שהוזרמו לירקון בשנת 2014.....
40	ניטור איכות המים בנחל 2014.....
44	פרופיל זרחן ונחנק לאורך הירקון.....
45	פרופיל ריכוזי האמוניה והניטראט לאורך הירקון.....
45	פרופיל חיידקים לאורך הירקון.....
46	דיגום בקטרילוגי בקטע מלוח.....
48	סחרור מים בקטע העליון של הירקון.....
50	ניטור מערכת האגנים ירוקים.....
59	הערכה ראשונית של המצאות ושרידות מיקרו-מזהמים אורגנים באגנים הירוקים בהוד השרון.....

ממשק ואקולוגיה

ניקיון שוטף

ניקיון שוטף של פסולת מטיילים ואשפה המושלכת או מגיעה אל הנחל ברוח ובזרימת המים, מבוצע במהלך השנה, באופן קבוע, מספר פעמים בשבוע. רשות הנחל מעסיקה פועלי ניקיון הסורקים את גדות הנחל והאפיק ומבצעים איסוף ופינוי של הפסולת. עיסוק זה מצריך השקעת משאבי כוח אדם וכסף רב.

הזרימה השיטפנית בנחלים איילון וירקון סוחפת לאזור השפך כמויות גדולות ביותר של פסולת מכל סוג וגודל. כמו כן, הסערות בים מביאות עמן פסולת מהמים שמקורה מן הסתם בשפכי נחלים אחרים, מערכות ניקוז ופסולת משפך הירקון שיצאה לים וחוזרת עם מהלך הגלים. כאשר כמות הפסולת המצטברת בשפך נחל הירקון לים גדולה במיוחד, בעיקר לאחר אירועי גשם וסערות בים, מתבצע ניקיון ופינוי גם באמצעות שופל ומשאיות. במהלך השנה, בנוסף לשוטף, מבוצעות פעולות ניקיון לאורך הירקון, בגדות נחל איילון וביובלי הירקון. בניקיונות אלו סולקה פסולת בכמות גדולה של עשרות משאיות, למזבלה.



מעקב עלויות תחזוקה 2014								
חודש	כניסה למטמנה	טיפול בנטיעות	ניקיונות	כיסוח צמחיה וצמחיה פולשנית	טיפול במתקנים	סניטציה יערנית	במימון רשות ניקוז ירקון	
							תחזוקת שבילים ויערנות	עלות חודשית
ינואר			7,132	4,725	2,960	-		14,817
פברואר		2,513	263	394	263	46,359		49,792
מרץ		789	1,630		750	91,099	7,613	101,881
אפריל		2,650	1,050	68,057		56,494		128,251
מאי				3,150			36,096	39,246
יוני		3,320	225	3,019			69,027	75,591
יולי			263	2,232			27,602	30,097
אוגוסט		2,625	150	83,675			81,590	168,040
ספטמבר		1,351		40,438			52,596	94,385
אוקטובר				2,250				2,250
נובמבר	12,668		10,885					23,553
דצמבר		1,839		4,599				6,438
סה"כ לסעיף	12,668	15,087	21,598	212,539	3,973	193,952	274,524	734,341
							18% מע"מ	132,181
							סה"כ הוצאות לתחזוקה 2014	
								866,522

טבלה מס' 1 – ריכוז עלויות ביצוע עבודות התחזוקה לאורך הירקון בשנת 2014

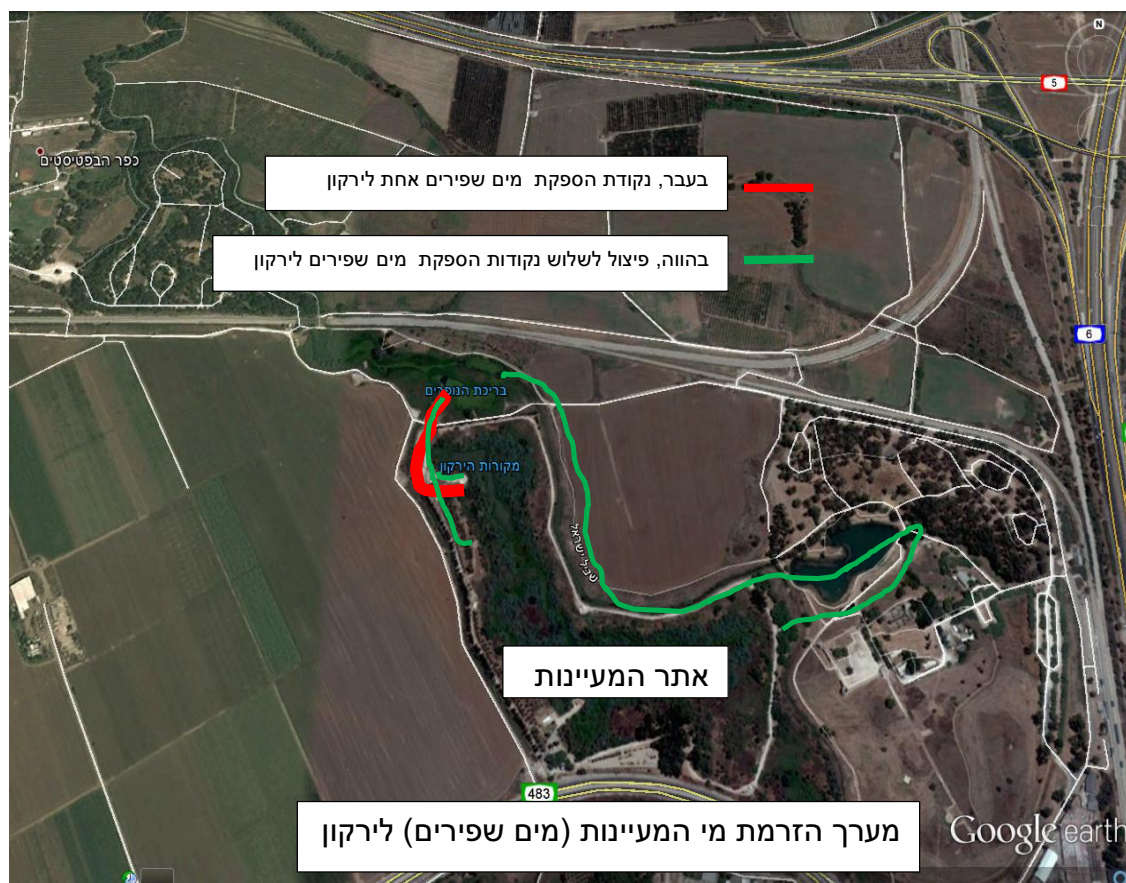
שינויים במערך אספקת מי מעיינות לירקון

הספקת המים השפירים (מי מעיינות) לירקון נעשית בנקודה מוגדרת שסמוכה לבריכת הנופריים. למעשה אלו הם מי מעיינות שמסופקים בשאיבה בגלל מפלסי מי תהום נמוכים. בעבר, כשהמעיינות שפעו באופן טבעי, הנחל ניזון ממספר רב של נביעות שהתלכדו לזרימה באפיק. לאחרונה, הודות להגדלת הקצאת המים לצרכי שמירת טבע, הוצעה האפשרות להרחיב את מספר נקודות המוצא של המים לירקון. התוכנית הוצעה על ידי רשות נחל הירקון, התקבלה על ידי רשות הטבע והגנים ובוצעה על ידי חברת מקורות. כיום המים מוזרמים לירקון מלשלוש נקודות: שתי נקודות בחלק המערבי של מתחם המעיינות. סה"כ כ- 600 מק"ש ואחת בחלק המזרחי של מתחם המעיינות לאגם אפק (אנטיפטרוס). כ- 250 מק"ש. מים אלו משמשים את מערכת האקולוגית של אגם אפק וזורמים אל הירקון דרך נחל עינת. פיצול ההזרמה עונה על מספר צרכים:

- שיחזור (חלקי) של אופי זרימת המים בעבר.
- הזרמת מים בנחל עינת והפיכתו לנחל איתן באורך של כ- 800 מטר.

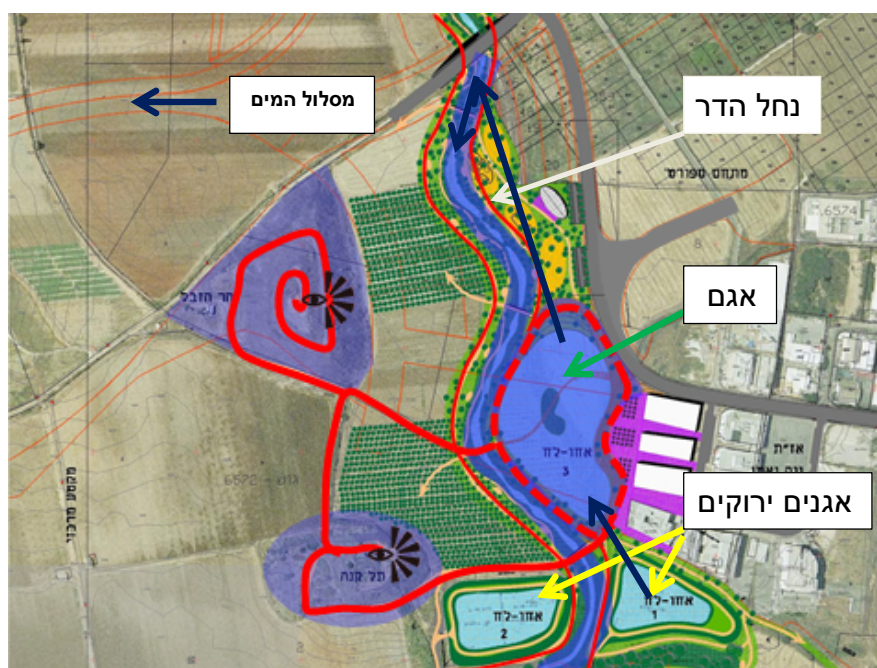
- שיפור היכולת להגן על המגוון הביולוגי המתפתח באזורים שונים של סביבת הנחל.

בשנת 2014 ביצעה רשות הטבע והגנים שיפור במערך יציאת המים מאגם אפק לנחל עינת זאת על ידי חפירת קטע אפיק והכשרתו כבית גידול בעל זרימת מים מהירה על גבי מרבג אבני. כמו כן מערך זה מונע כניסת מי שיטפונות מאפיק נחל עינת אל תוך האגם באפק.



"אגם ונחל הדר זורם" - אספקת מים מהאגנים הירוקים

הרקע והרעיון: מדרום לעיר הוד השרון ובתחום הפארק העירוני של הוד השרון, עובר אפיק נחל הירקון. אחד ממקורות המים של הירקון הוא מתקן הטיפול בשפכים (מט"ש) של כפר סבא והוד השרון. השפכים של הערים האלו מטהרים ומהווים את אחד ממקורות המים של הירקון. מי הקולחים המטהרים מוזרמים לירקון דרך האגנים הירוקים ובכך מקבלים טיהור משלים נוסף באגנים לפני כניסתם לירקון. בתוך כך, האגנים בפני עצמם, מהווים בית גידול לח הכולל מגוון אופייני של צמחים ובעלי חיים. הרעיון שבוצע הוא שמי קולחים שעברו באגנים הירוקים המוזרמים לירקון, ישמשו בתי גידול לחים נוספים לפני הזרמתם לירקון בכך שיוזרמו תחילה לאגם ונחל הדר. ובכך נוצרו בתי גידול לחים חדשים ואיכותיים המהווים אל ליבו של הפארק המטרופוליני של הוד השרון.



במסגרת פרויקט "נחל הדר זורם" התבצעו פעולות לקומם מחדש את המקטע התחתון של נחל הדר, הסמוך למקום כניסתו לנחל הירקון. בטרם החל הפרויקט היה מצבו של מקטע הנחל הנדון בכי רע. מקטע הנחל היה הרוס לחלוטין עם תפקוד אקולוגי מינימאלי. אפיק הנחל היה מתועל, רחוק ככל הניתן



מראה נחל הדר לאחר ביסוס צמחית בתי גידול לחים

מתעלת נחל טבעית, ובמקטעים שונים צופתה תעלת הנחל בציפוי בטון. את הנחל חצו קווי תשתיות וביוב. בגדות תעלת הנחל התפתחו צמחי מעזבה ומינים פולשים. תעלת הנחל הייתה מלאה בפסולת בניין ובמזהמים אחרים. מצבו של מקטע הנחל תואר בהרחבה במסמך הסביבתי שליווה את פרויקט השיקום של מקטע הנחל. פרויקט נחל

הדר זורם תוכנן ובוצע בהתאם לעקרונות המדעיים של שיקום נחלים ונכלל בתכנונו מיטב הידע והניסיון שנרכשו בפרויקטים של שיקום נחלים בעולם. הפרויקט שינה לחלוטין את מצב מקטע הנחל הנדון. תוואי תעלת הנחל שונה והוסט כך שנוצר במקום פיתול עמוק. מבנה תעלת הנחל שונה לחלוטין. שיפוע הגדות מותן באופן שמחזיר לנחל מבנה של נחל טבעי. המתווה של התעלה שונה כך שהוא כולל כיום פיתולים קטנים המעלים את ההטרוגניות המרחבית של המערכת ואת השונות בזרימת המים בנחל ומאפשרים קיומם של מיקרו בתי - גידול שונים.

בתשתית הנחל נכללו מרכיבים גסים של אבן בגדלים שונים המעלים גם הם את ההטרוגניות של המערכת. בגדות הנחל נשתלה צמחיית נחלים טבעית הכוללת מינים של צמחיית גדות המאפיינים גדות נחלים טבעיים. במערכת הנחל שנוצרה מוזרמים קולחים באיכות מעולה ממט"ש כפר סבא הוד השרון לאחר שעברו טיפול שלישוני במט"ש וליטוש במערכת של אגנים ירוקים. כחלק מהתפיסה האקולוגית המערכתית של הפרויקט הוקם בחלק מהשטח, אגם מלאכותי המהווה חלק ממערך הטיפול בקולחים והבאתם לרמה המאפשרת הזרמתם במקטע הנחל שנבנה ללא מגבלות תברואתיות כל שהן. ה"אגם" הוא חלק מהתפיסה הכוללת של פרויקט "נחל הדר זורם" וגם הוא תוכנן בהתאם לעקרונות אקולוגיים, באופן שמתהווה במקום מערכת מאוזנת הנושאת את עצמה לאורך זמן תוך הזדקקות לרמה מזערית של פעולות ממשק.



לפרויקט "נחל הדר זורם" חשיבות רבה ביצירת מערכת אקולוגית בריאה לא רק למקטע הנחל שטופל בו, אלא גם למערכת האקולוגית של נחל הירקון כולו. השלב הבא בפרויקט הוא הקמת הפארק המלווה את הנחל והאגם. פארק זה מייצג את התפיסה, שעל מנת שהפרויקט יישא את עצמו לאורך זמן, חיוני לשלב את הציבור המתגורר באזור. בהתאם, תוכנן בסמוך לנחל ולאגם, פארק נרחב שיהווה אבן שואבת לפעילות הנופש והפנאי של תושבי האזור. גם הפארק תוכנן על פי עקרונות אקולוגיים והוא מהווה אזור חיץ בין הנחל לבין הסביבה העירונית הסמוכה לנחל, אזור חיץ הממתן את השפעות הסביבה העירונית ומגן על הנחל מפני השפעות אלה. הפארק מהווה גם אצבע ירוקה, החודרת אל לב האזור העירוני של הוד השרון. הפארק יאפשר פעילות נופש אקסטנסיבית והוא יתופעל באופן שהפעילות בו לא תהווה נטל על מערכת הנחל. על אף שפרויקט "נחל הדר זורם" אינו מהווה פרויקט של שיקום נחל במובן המקובל בספרות המדעית, אלא מעין יצירה מחדש של מקטע נחל שהיה קודם נחל אכזב וכעת מוזרמים בו מים, הפרויקט הפך מהר להצלחה מרובה. את מקטע הנחל הזורם שנוצר, אכלסו מיד חסרי חוליות אקוויטיים רבים, עופות מים וכד'. הדבר מעיד על כך שבעלי חיים אלה חשו עד מהרה שבמקום נוצרה מערכת אקולוגית המאפשרת להם קיום. הצומח שנשתל במקום והמבנה המחודש של תעלת הנחל מקנים לנחל מראה, מבנה ותפקוד של נחל טבעי. במהלך התקופה הקצרה, מאז תחילת הקמתו, פרויקט "נחל הדר זורם" מהווה דוגמה לדרך הנכונה בה צריך לשקם מקטעי נחל פגועים הממוקמים בלב אזורים עירוניים בישראל. הצלחתו של הפרויקט כמכלול, מהווה מודל לדרך בה ראוי לטפל גם בשאר הנחלים באזור.

מתוך חוות דעת של פרופ' שריג גפני, ביה"ס למדעי הים, המרכז האקדמי רופין

ברכת הנופרים ורחצה בירקון

רשות הטבע והגנים (רט"ג) ורשות נחל הירקון נוקטים בצעדים לצמצום הנזק שנבע מאופי הפעילות בבריכת הנופרים הנמשכים לברכה מאז הוגברה הזרמת המים. הפעולות מבוצעות על פי תכנית הכוללת את קביעת הממשק המתאים ביותר למקום. ב-2011 נאסרה הרחצה לחלוטין. מאז הוחל בפיקוח, ניכר שיפור בעכירות המים ובהמצאות בעלי כנף ודגים. באביב 2012 בוצעו נטיעות עצים בסביבת הבריכה הוחלט על גידור האתר כדי לצמצם באופן משמעותי את הפוטנציאל לנזק ולאפשר שיקום של המערכת האקולוגית הפגועה. סביב אזור בריכת הנופרים הוצבו שערים וחסומות כדי למנוע כניסת רכבים. ב-2013 הוקמה גדר סביב ברכת הנופרים והשערים נעלים בערב ונפתחים בבוקר, על פי שעות הפעילות בגן הלאומי. הודק הפיקוח על איסור הרחצה בבריכת הנופרים ומבוצע מעקב אחר התאוששות המערכת. עם אכיפת איסור הרחצה בבריכת הנופרים עברה פעילות הרחצה לאפיק הירקון באזור הסמוך למפגש נחל קנה בעיקר בחלק שבמעלה הסכר. כמו כן מתבצעת רחצה בשפך נחל קנה לירקון בו זורמים הקולחים המושבים לירקון מהאגנים הירוקים.

צמחייה ויערנות

במהלך 2014 בוצע טיפול יערני בעצי אקליפטוס בגדת נחל הירקון בקטע העילי של הנחל והגובל בשטחים חקלאיים אשר חלקם מעובדים בחקלאות מטעים, בעל וחלקם בכרם נטוש. בקטע נחל זה, הגדה הימנית עברה תהליך של שיקום אקולוגי בשנות ה-90 והכשרת שביל אופניים ב-2009. בגדה השמאלית התפתחה במשך שנים, רצועת עצי אקליפטוס צפופה אשר היוותה חייץ צפוף וגבוה של עצי אקליפטוס שמנע כל התפתחות של צמחית גדה טבעית. כמו כן במהלך השנים, ענפי אקליפטוס ועצים שלמים קרסו את תוך אפיק הנחל והיווה מחסום לזרימה.

העקרונות המנחים לטיפול יערני בעצי אקליפטוס בגדות הירקון

הטיפול היערני בגדות נחל הירקון מתבסס על העיקרון האקוהידרולוגי שעל פיו, בסביבת הנחל יש להתחשב בדינמיקה וההשפעה ההדדית של התהליכים והמרכיבים האקולוגיים וההידרולוגיים של המערכת האקולוגית. על פי העיקרון האקוהידרולוגי, למורפולוגיה ולצמחייה יש חשיבות ובקיומו האקולוגי של הנחל וגדותיו. פשטי הצפה וצמחיית גדות תורמים בוויסות זרימת גאיות ובכך להפחתת סכנת ההצפה במורד הנחל.

שורשי עצי האקליפטוס אווזים את הקרקע בגדת הנחל באופן מוגבל, ולכן נזקי הארוזיה בגדה בה גדלים אקליפטוסים גדולה ורבה יותר בהשוואה לכיסוי צמחי של צמחיית בתי גידול. לאקליפטוסים תכונה אלילופטית המשפיעה באופן שלילי ואף מונעת התפתחות של צמחיית גדות ובכך קטן מאד המגוון הביולוגי וגדלה חשיפת קרקעות הגדה לארוזיה הנגרמת מזרימות בנחל. צמחית גדה

צפופה ובעלת נוף גבעולים ועלווה גמישים, משמשת כחיפוי מגן מפני ארוזיה ומקטינה את כושר ההולכה ומהירות הזרימה ובכך להשהיית המים באפיק ובפשטי ההצפה. הימצאות של אקליפטוסים בגדה וחסרונה של צמחיית הגדה הצפופה מפחיתים באופן ניכר את כושר הצמחייה בגדה לשמש כרצועת חייץ ירוק וכביופילטר המגן על הנחל מנגר מהשטחים הסמוכים לנחל והעלולים להכיל חומרי דשן והדברה. עצי אקליפטוס המקור, המין הנפוץ בסביבת הירקון ומיני אקליפטוס אחרים מוגדרים כמינים פולשים המפריים את איזון המערכות האקולוגיות המקומיות.

גדת משוקמת בעלת של מגוון צומח בתי גידול לחים

גדה בה הוסרו עצי האקליפטוס ולפני התפתחות צמחיית הגדה הטבעית



הוצאת בתי שורשים של אקליפטוס



צפצפת הפרת

בחורף 2014-15 הועתקו כ 30 סורים של צפצפת הפרת מגדות הירקון בתחום פארק גני יהושע ונשתלו בגדות הירקון במעלה הקטע התיכון ובקטע העילי. העתקה ראשונה של צפצפת הפרת בוצעה לראשונה בחורף 2011-12 ונראה כי העצים שהועתקו נקלטים ומתפתחים. העתקות ניסיון שבוצעו בעונות המעבר סתיו ואביב , לא נקלטו. ונראה כי המועד הטוב ביותר לקליטה של הצפצפות המועתקות הוא בשיא החורף. העתקת עצי הצפצפה בירקון מבוצעת בתאום עם רשות הטבע והגנים וחברת פארק גני יהושע.



צפצפת הפרת (*Populus euphratica*) הוא עץ מסוג צפצפה נשיר דו ביתי, במשפחת הערבתיים, הגדל על גדות נחלים. לצפצפה עצים זכריים ועצים נקביים. הפריחה באביב. הפירות מופיעים באשכולות. העץ מתנשא לגובה של עד 15 מ', ורק לעתים רחוקות מופיע כשיח, צבעו של הגזע אפור-חום. לעץ שני סוגי עלים חלקם איזמליים (בדומה לעלי אקליפטוס) וחלקם כמעט עגולים או משולשים. העץ עומד בשלכת בחורף וצבע השלכת צהוב.

צפצפת הפרת גדלה במישורים ועמקים בגובה שנע מ-200 מ' ועד 2,400 מ', תפוצתו העולמית היא ממערבה של צפון אפריקה ועד מרכז אסיה וסין והיא נפוצה לרוב באזורי הפרת והחידקל ומכאן שמה. התפוצה בארץ ישראל כוללת את אזורי בקעת הירדן, גאון הירדן וליד נחלים בנגב (בעיקר בעין עבדת) ובשנים האחרונות התגלו גם מספר פריטים במישור החוף (נחשולים-דור וניצנים). ביהדות ישנו דיון לגבי ארבעת המינים והיחס בין ערבה לבין צפצפה, הדיון מבהיר כי הצפצפה פסולה. צפצפת הפרת היא צמח מוגן בישראל.

הדברה בררנית

בנחל הירקון מבצעת הדברה בררנית באופן שוטף מזה מספר שנים. הצורך בהדברה נובע בעיקר מהתפרצות של צמחים פולשים באזורים בהם נעשה פילוח של הקרקע במהלך עבודות יערנות,

נטיעות, שריפות וחפירה לתשתיות ובאזורים ארוזיביים. כמו כן יש גם התפתחות ספונטאנית מוגבלת לפרטים בודדים של צמחייה פולשנית באזורים בלתי מופרים.

הדברת אמברוסיה מכונסת

Ambrosia confertiflora, צמח רב שנתי שאזור תפוצתו הטבעית הוא דרום מערב ארצות הברית.



בקיץ 2009 אותר הצמח על ידינו לראשונה בגדת נחל קנה, באזור מושב שדי חמד, סמוך למסילת הרכבת. בוצעו מספר מחזורי הדברה נקודתית.

בשנת 2011 אותרו מספר פרטים של צמחי אמברוסיה בשני אתרים ביובלי הירקון והצמחים הושמדו באמצעות הדברה נקודתית. במהלך 2012/13 בוצעו מספר סקרים לאיתור

התפתחות אמברוסיה ונמצאו מספר מוקדים בגדות הירקון ומספר מוקדים ביובלים, כולל ממזרח ל"קו הירקון". בוצעו מחזורי הדברה באמצעות גרלון 3 עד 5 % מהול בשמן עד לקבלת השמדה מלאה של האמברוסיה.

רשות הטבע והגנים גם מבצעת פעולות הדברה בתחום הגנים הלאומיים.

ניטור ומעקב אחר התפתחות חדשה של אמברוסיה ימשיך גם בשנים הבאות.

במהלך 2013 אותו מספר מוקדים נוספים בסביבת הירקון וגוש דן – כפר סבא, רמלה, הוד השרון
רמת השרון, הרצליה וגלילות.

יצוין כי יש התארגנות ארצית שמטרתה לצמצם עד כמה שאפשר את התפשטות הצמח.

בשנת 2014 הוחל בפעילות הדברה של האמברוסיה בסביבת הירקון על פי מסמך הנחיות יישומיות לטיפול במוקדים קטנים של אמברוסיה מכונסת שהוכן על ידי ד"ר טוביה יעקבי הרבולוג ראשי השירותים להגנת הצומח, משרד החקלאות וד"ר ז'אן מארק דופור דרור אקולוג יועץ אקולוגי למשרד להגנת הסביבה.

המסמך מציג את ההנחיות היישומיות המעודכנות לטיפול במוקדים קטנים של אמברוסיה מכונסת – עד 1 דונם קיימים, וכאלה שעלולים להתגלות בעתיד בישראל. הטיפול במוקדים גדולים ייעשה באופן פרטי על ידי צוותים מיוחדים שיוכשרו על ידי משרד החקלאות ובתיאום עם רט"ג והמשרד להגנת הסביבה.

ההנחיות המפורטות במסמך הינן חלק מהתכנית הלאומית למאבק באמברוסיה מכונסת המקודמת על ידי רט"ג, הג"ס ומשרד החקלאות. החומרים המומלצים לשימוש להדברת אמברוסיה עם קוטלי עשבים (Imazapyr) שוטגן® (ו- Glyphosate) (ראונד אפ - ®).
כל טיפול חייב ייעוץ פרטני מקדים ממשרד החקלאות.

כללי זהירות בעת שימוש בקוטלי צמחים מצורפים להנחיות במבוא לחוברת 'הדברת עשבים' מאת שמעון ביטון וטוביה יעקובי, 3103, אשר פורסמה על ידי משרד החקלאות ופיתוח הכפר והשירותים להגנת הצומח ולביקורת.



צמחי אמברוסיה לאחר הדברה

הנחיות חדשות לטיפול כימי ממוקד באמברוסיה מכונסת בישראל שלבי הביצוע א. יישום ההנחיות, לרבות כיסוח ו/או ריסוס, ייעשה לאחר קבלת אישור מפורש ממנהלי התכנית הלאומית נגד אמברוסיה מכונסת במשרד להגנת הסביבה או במשרד החקלאות וברט"ג.

הדברת אזולה שרכית

אזולה שרכית אותרה בירקון בקטע הנקי בשנים 2009 ו 2012 והודברה באמצעות **Glyphosate** בשם מסחרי ראונד אפ שאיננו מתאים לבתי גידול לחים. ב-2014 אותרו שוב מוקדים של אזולה שרכית



בקטע העילי של הירקון באזור אל מיר. האזולה הודברה באמצעות **Glyphosate** בשני מחזורים 09.16.12.2014 ונראה כי ההדברה אפקטיבית. רשות הנחל פועלת להבאה לארץ של **Glyphosate** עם חומר משטח המתאים לשימוש בבתי גידול לחים, זאת בכדי להיערך טוב יותר להתפרצויות אזולה וצמחי מים פולשים נוספים.

אזולה שרכית - *Azolla filiculoides* היא שרך-אגמים חד-שנתי, קטן, הצף על פני המים, בעל מראה המזכיר טחב. הצמח עשוי מגבעול מסועף שלאורכו **יושבים מסורגים** עלים קטנים, עגלגלים, המחולקים לשתי אונות. האונות העליונות, רוחבן 1-2 מ"מ, רעופות-חופפות ומסתירות את הגבעול. האונות התחתונות טבולות במים, הן גדולות יותר ואינן חופפות, כך שהגבעול נראה ביניהן. צבע העלים



ירוק זוהר עד ירוק-כסוף ושוליהם אדומים. פני אונת העלים העליונה מכוסה שערות חד-תאיות, הנראות בהגדלה כגבשושיות זעירות. העלים מקבלים גוון אדום-חלודי בעת עקה ובחורף, לקראת סיום חיי הצמח. ממקום הסתעפות ענפי הגבעולים, בחלקם התחתון, יוצאים שורשים בודדים, בלתי מסועפים, שאורכם 3-5 ס"מ. לאזולה שני שלבי חיים. בשלב הצעיר הגבעולים שרועים על פני המים, אורכם

3-1 ס"מ והם מזדקפים ומתארכים עם התבגרות הצמח והצטופפות הצמחים ואז נכנס הצמח לשלב המיני הפורה. לאזולה שרכית סימביוזה עם חיידקים כחוליים מקבעי חנקן מקבוצת הציאנובקטריה (מן הסוג *Anabaena*) המצויים בקצות הגבעולים בין אונות העלים העליונות. לאזולה שרכית חשיבות חקלאית רבה משום שהיא משמשת כמדשן טבעי, בשל היותה צמח המקבע חנקן ביעילות בשדות האורז בארצות המזרח הרחוק, כבר מזה מאות שנים, בתהליך הדומה מאוד לשיטה הקרויה אצלנו "זבל ירוק", בה מגדלים קטניות, כגון פול או תלתן.

אזולה שרכית גדלה במקווי מים מתוקים שקטים, כגון אגמים, נהרות, ביצות, פלגים, תעלות ובריכות. היא נפגעת מזרימה חזקה או גלים. למרות שהיא מעדיפה טמפרטורות ממוזגות, היא עמידה מאוד לקור. תפוצתה העולמית משתרעת באזורים הממוזגים והטרופיים של יבשות אמריקה, אסיה ואפריקה.

בישראל אזולה שרכית היא צמח פולש שנאסף לראשונה בשנות ה-80 של המאה שעברה. ככל הנראה הגיעה לישראל כצמח נוי לאקווריומים וחדרה לבר בשל רשלנות של מגדלי דגים. מאחר והצמח מתרבה במהירות ועשוי לכסות שטחי מים נרחבים במשטח צפוף תוך זמן קצר, עלולה להיות לה השפעה אקולוגית מרחיקת לכת. על פי דופור-דרור (ד"ר ז'אן-מארק דופור-דרור, הצמחים הפולשים בישראל, העמותה לעידוד וקידום שמירת הטבע במזרח-התיכון, 2010), פלישה מאסיבית של הצמח עלולה להוריד את שיעור החמצן במים, להעלות את החומציות, לדחוק צמחי מים מקומיים ובאופן עקיף לפגוע גם במגוון הביולוגי שבגוף המים הנגוע.

פותחו שיטות שונות ללוחמה בצמח הפולש, הכוללות סינון המים, טיפולים כימיים ולוחמה ביולוגית ע"י הטפלת הצמח במין של חיפושית חדקונית (*Stenopelmus rufinasus*).



צמח נימפאה תרבותית שאותרה והוצאה מהירקון.

סקר בוטנאי בירקון

תקציר הסקר הבוטנאי שבוצע ב-2014 על ידי אורי מורן ועופר הוכברג בהזמנת רשות הטבע והגנים:

נתיב הזרימה של נחל הירקון כמעט ולא השתנה מאז תועד במפות ז'קוטן בשלהי המאה ה-18 ומאפינו כנחל אלוביאלי מפותל (ואדי עוג'א) נשמר, אך יחד עם זאת עבר הנחל תמורות דרמטיות בספיקת זרימת הבסיס ובאיכות מימיו, שהשפיעו באופן גורף על המערכת האקוויטית בנחל. ההפרה של המשטר ההדרולוגי של הירקון מזה 60 שנה, גרמה לשינוי בחתך הרטוב של הנחל ברצועת האפיק ולשינוי מאזן הלחות והמרחב של פשטי ההצפה.

במרכז של העבודה עומד סקר בוטנאי שבוצע בשנת 2014 על פני 34 חתכים בוטנאים ממקורות הירקון ועד כביש 4 ברצועת האפיק ובפשטי ההצפה. ממצאי הסקר הם איכותניים, ובאופן בסיסי נחלקים לשתי קטגוריות: מינים המאפיינים בתי גידול לחים ומינים יבשתיים (טרסטריליים). ביצוע הסקר הבוטנאי והעבודה המסכמת נבעו מצרכי השיקום של הנחל במסגרת מיזמים שונים לאורכו, במטרה להעמיד לרשות המתכננים מידע עדכני על מצב הצומח ברצועת הנחל ומידע על צמחיית העבר שבחלקה נכחדה ומתוך כוונה להשיבה אל בתי הגידול המשוקמים.

מטרה נוספת של העבודה היא לספק כלים לשימוש בממצאי הסקר הבוטנאי להעריך את מידת תפקודה של המערכת האקולוגית האקוויטית ולצורך כך נעשה שימוש במושגים: עוצמת הזרות הבוטנאית, עוצמת ההפרה הבוטנאית של המערכת האקולוגית בנחל ושל בית הגידול הלח ובאמצעותם להבין:

- את הדינמיקה בערכיות האקובוטנאית לאורך נחל הירקון.
- את ממדי ההפרה במערכת האקולוגית כתוצאה מהשינוי במשטר ההידרולוגי ובאיכות המים
- מהם הגורמים העיקריים בקביעת ערך גבוהה של זרות בוטנאית.

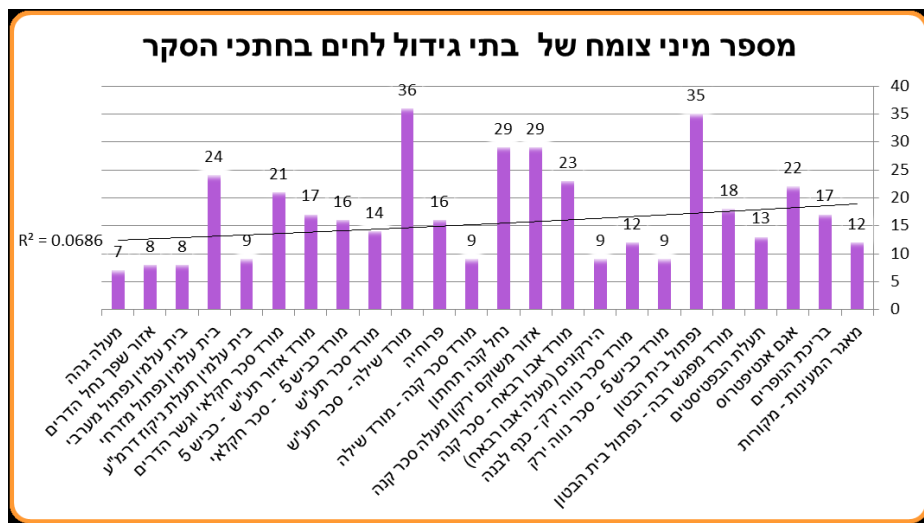
השימוש במדד עוצמת הזרות הבוטנית מראה שקיימת ירידה בערכי מדד זה מהמעלה הירקון הנקי אל מורד הירקון התיכון, אך יחד עם זאת ניתן לראות שאין הבדל משמעותי במספר המינים בין הירקון התיכון לעליון, וההבדלים נובעים בעיקר מגורמים מקומיים המצויים לאורך כל הנחל. בבית הגידול הלח, הכולל את רצועת הזרימה ואת חלקן הרווי והלח של הגדות, קיימת שונות רבה בחתכי הצומח הנקבעת ע"י מספר גורמים פיסיוגראפיים, הדרולוגיים ובולוגיים:

- המרחק האנכי של הגדה מעל מפלס זרימת הבסיס. ככל שהמרחק קטן איכותו האקובוטנאית של בית הגידול עולה. בניית הסכרים מעלה את איכותו של בית הגידול.
- מהירות הזרימה. שינויים פיסיים בערוץ הזרימה, ומגמת היווצרות חסימות טבעיות, יוצרים דינמיות במהירות הזרימה המשפיעה על התבססות מיני צומח רבים יותר. מגוון מהירות זרימה הנעות מ $0.002 - \text{מ'/שנייה}$, ועד 0.3 מ' שנייה מהוות זרז ליצירת מורכבות אקולוגית רבה יותר.
- הימצאות ברמות (צידות) בסמוך למפלס זרימת הבסיס מאפשרת הרחבת בית הגידול הלח והגדלת מגוון מיניו. ברמות יזומות ניתן לראות בנפתול בית הבטון ובמעלה סכר קנה.

- אקליפטוסים ופטל: הימצאותם של אקליפטוסים גורמת לירידה משמעותית במגוון המינים בשל הצללה על הגדות ואללופתיה. נוכחות של פטל קדוש על פני שטח נרחב מונעת צימוח של מיני גדה אחרים.
- מינים פולשים: בתי הגידול הלחים הטבעיים בירקון אינם משופעים במינים פולשים. מספר המינים הפולשים נע מ 0 - מינים ועד 5 מינים ושכיחותם בחתכים אינה רבה.
- רמיסת הצומח ע"י מטילים.

עושר המינים הגודל ביותר מבחינת מיני צומח של בית גדול לח - 35 מינים, התקבל בנפתול בית הבטון החדש שנבנה ב-2006, במורד נחל שילה - 36 מינים ובנחל קנה תחתון בגדה המשוקמת במעלה סכר קנה - 29 מינים.

ככלל, ניתן לראות שאין הבדל משמעותי במספר המינים בין הירקון התיכון לעליון (איור 1).



איור 1 – מס' המינים המאפיינים בתי גידול לחים לאורך הירקון

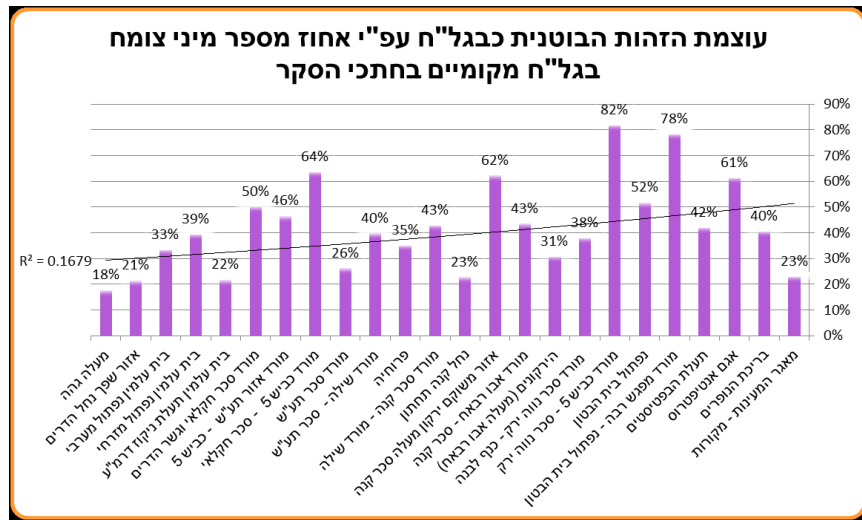
בניתוח הקשר בין עוצמת הזהות הבוטנאית לבין מקורות ההזנה של מי זרימת הבסיס, אובחנו שני מוקדים של ירידת העוצמה הבוטנית בנחל:

- נחל קנה תחתון
- המקטע מאזור שפך נחל הדרים ועד כביש 4 (גרה)

היחס בין המינים המקומיים (ללא הפולשים) המאפיינים את בית הגידול הלח משאר המינים בחתך מכונה – **עוצמת הזהות הקטגוריאלי מבחינה בוטנאית**. יחס זה מציין באמצעות כיסוי הצומח ואפיונו את מידת שלמותו של בית הגידול הלח מבחינה בוטנאית וביחס לגבולות הטופוגרפיים של הנחל כמערכת אקולוגית אקוויטית.

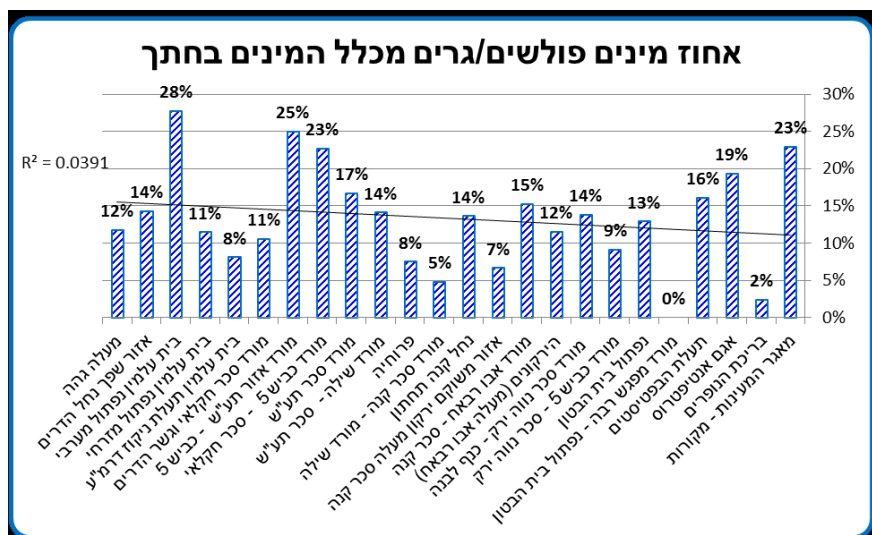
שאר המינים הם מינים טרסטריאליים – יבשתיים החודרים ליחידת הנוף של גדות הנחל ויוצרים עליהן כיסוי צמחי של מערכת אקולוגית יבשתית (איור 2).

ניתן להבחין במגמה מתונה של ירידה בעוצמת הזהות הבוטנאית כבית גידול לח ממעלה הירקון הנקי אל המורד הירקון התיכון.



איור 2 - עוצמת הזהות הקטגוראלית – בוטנאית כבית גידול לחים בחתכים השונים לאורך הירקון

אפיון נוסף להפרת המערכת האקולוגית של רצועת האפיק ניתן לראות בכמות המינים הפולשים והגרים שתפסו את מקומם במערכת זו ובעיקר מעל הרצועה הלחה. אל המינים הפולשים ניתן להוסיף את 87 המינים הסגטלים ולהכפיפם למגמה של תפיסת השטח ע"י מינים שאינם מקומיים ובשל תכונותיהם הפיסיולוגיות ומאפייני הריבוי שלהם. יש להניח שקבוצות אלו קנו להם מאחז קבוע בגדות ובתחומה הדינאמי של המערכת האקולוגית של הנחל (איור 3)



איור 3 - היחס בין כלל המינים פולשים/גרים לבין כלל המינים לאורך הירקון

על מנת לאתר את רשימת צמחי העבר בירקון נסקרו גיליונות הצמחים הרלוונטיים לאזור הירקון השמורים באוצר העשבייה הלאומית וכן כל הסקרים העיקריים שבוצעו בירקון. בסקירת זו נמצאו כ -

72 מינים שלא נמצאו בירקון בעשרות השנים האחרונות כ-40 מהם הנם מינים של בתי גידול לחים המצטרפים אל 87 המינים שנמצאו בסקר 2014. סה"כ אותרו 370 מינים בסקר 2014.

בתי גידול ומורכבות מבנית

סולמות דגים

נחל הירקון בעברו היה נחל הזורם בשיפוע מתון ובאופן רצוף ללא מכשולים פיסיים כמו סכרונים שפוגעים ברציפות מההיבט של יכולת דגים לנוע למעלה הנחל. ישנם מספר מיני דגים בירקון שבאופן טבעי שואפים להגיע לאזורים שבמעלה. כחלק משיקום המערכת האקולוגית הרשות מקימה סולמות דגים, שהם מיתקנים הנדסיים שמייצרים שיפוע מתון היכן שהוקמו סכרונים שמייצרים מדרגה,



ומאפשרים לדגים לשחות במעלה הזרם. לפני כ-10 שנים נבנה סולם דגים ב"סכר החקלאי" הנמצא באמצע הקטע התיכון של הירקון. עם הפעלתם של האגנים הירוקים חל שיפור משמעותי באיכות המים המגיעים לירקון בקטע התיכון והראשונים לחוש בשיפור היו הדגים, ששחו במעלה נחל קנה לכיוון פתח יציאת המים מן האגנים הירוקים. הדגים שעלו במעלה הזרם מן האגנים "נתקעו" במדרגה שנוצרה ממעבר אירי

של דרך החוצה את נחל קנה וכשהבחנו בכך החלטנו לבנות במקום סולם דגים. כבר תוך כדי בניית הסולם החלו דגים לעלות למעלה ותוך זמן קצר התמקמה אוכלוסיית דגים חדשה באפיק נחל קנה.

תנים בירקון

פיתוח ושימור בתי הגידול בסביבת הירקון מאפשר למגוון רחב של בעלי חיים להתקיים ולהתרבות. הקרבה לפעילות האדם גורמת למספר תופעות שאחת מהן היא האינטראקציה בין תנים לבני אדם וחיות מחמד בסביבת נחל הירקון ובעיקר בפארק גני יהושע. להערכתנו, בתחום פארק גני יהושע בלבד מתקיימת אוכלוסייה של כ-30 פרטים של תן זהוב. נראה כי מספר כה גדול של פרטים מתקיים בפארק בגלל כמויות המזון הגדולות הזמינות לתנים ושמקורם בשיירי מזונות אדם וכן האכלה מכוונת של התנים, על ידי "אוהבי תנים" הרוכשים ומשאירים מזון לתנים.

בהמשך לטיפולינו בתופעת ההתבססות של אוכלוסיות תנים בסביבת נחל הירקון אנו למדים כי בחלוף הזמן פרטים של תנים איבדו לחלוטין את ה"פחד" מבני אדם ומסתובבים קרוב ביותר לבני אדם עד כדי כמעט האכלת יד. כמו כן התנים באים במגע עם כלבים משוחררים על ידי בעליהם לטיול בסביבת הירקון בתחום הפארק. התנים גורמים לעיתים בהלה בקרב מטיילים בפארק. התנים ניזונים בעיקר משיירי מזון של מטיילים ונופשים בפארק גני יהושע. בימי גשם או מחסור במזון בפארק, התנים "יוצאים" לסיבוב פחים בשכונות הגובלות עם הירקון.

חברת פארק גני יהושע משתדלת לאסוף את שיירי המזון לעיתים תכופות בכדי לצמצם ככל האפשר את משך הזמן בו שיירי המזון זמינים למאכל על ידי בעלי חיים.

רשות נחל הירקון בשיתוף ד"ר צבי גליון, הוטרינר העירוני בעיריית תל אביב יפו. ד"ר שי מלמן, הוטרינר העירוני בעיריית רמת גן. ד"ר רוני קינג, וטרינר רט"ג. אורי נווה, מנהל מחוז מרכז, רט"ג. בחנו את התופעה ונלמד הניסיון מתופעות דומות בעולם והוחלט על נקיטת מספר פעולות והצבת שלטי הסבר בנוסח הבא:



האמת היא, שהם היו כאן לפנינו.

תנים הם חלק בלתי נפרד מנוף השטחים הפתוחים בישראל. אבל, תהליכי עיור ופיתוח דחקו אוכלוסיות של תנים לשולי הערים. בשנים האחרונות התנים שבים לירקון ולעתים הם מתרבים כאן יתר על המידה. הגורם העיקרי לכך הוא - אנחנו. אנחנו מספקים להם, בדרך כלל בלי כוונה, שפע של מזון בפחי האשפה.

מה תעשו כשתפגשו תן?

קודם כל - תירגעו. תנים אינם נוהגים לתקוף בני אדם. פשוט התעלמו מהם.

מה עושות הרשויות?

הדרך היעילה ביותר למנוע התרבות יתר של תנים היא לצמצם את מקורות המזון שלהם. לשם כך הרשויות במרחב הירקון נוקטות, בין השאר, בפעולות האלה:

- התקנת מכסים על פחי האשפה שמונעים מהתנים גישה לשאריות מזון.
- פינוי אשפה בתדירות גבוהה.

בנוסף על כך, הרשויות העירוניות ורשות הטבע והגנים מפזרות פתיונות ובהם חומרים המחסנים את התנים נגד כלבת.

ומה אנחנו מתבקשים לעשות?

- לא להשאיר פסולת ושאריות מזון מחוץ לפחי האשפה.
- לא להאכיל תנים ולא להשאיר להם מזון.

אם כך ננהג כולנו, מספר התנים בירקון יפחת מאוד ורק לעתים רחוקות נפגוש בהם.



פרויקט השבה וניטור הצב הרך

ב 2014 בוצעו במשותף על ידי רשות הטבע והגנים ורשות נחל הירקון, שני סקרים לאיתור קינים של הצב הרך לאורך הירקון. בסקר הראשון בתאריך 24.06.14 אותרו שלושה קינים, אחד במעלה הקטע התיכון של הירקון ושני קינים במורד הקטע התיכון של הירקון. קו אחד נפתח ונמצאו בו 18 ביצים



תקינות וארבע ביצים פגועות. בסקר השני שנערך בתאריך 04.08.14 שני הקינים במורד הקטע התיכון נמצאו טרופים. קו נוסף טרוף אותר במהלך חודש אוגוסט באזור כביש מס' 5 במרכז הקטע התיכון.

סה"כ אותרו ונטרפו 4 קינים בשנת 2014. על פי סמני החפירה בטריפה נראה כי הקינים נטרפו על ידי תנים. בסקרים שנערכו ב- 2013 אותרו 9 קיני צבים, דבר המעיד כי בנחל מתקיימת אוכלוסייה בוגרת ויציבה. כל הקינים אותרו לאורך הקטע התיכון. מתוך 9 הקינים, נראה כי רק בקו אחד התרחשה טריפה של חלק או של כל הביצים. כמו ב- 2012, וב- 2013 גם ב- 2014 נמצא כי בקו שבתחום גני יהושע הטריפה בוצעה על ידי תנים.

תצפיות על צבים

בקטע המלוח של הירקון והאיילון (סביבה אורבנית) נראים מדי פעם 2-3 פרטים בוגרים של צב רך. לפחות שני פרטים של צבים נצפים באופן קבוע באתר שבע טחנות ונראה כי הם התרגלו להזנה מבני אדם. באזור כניסת קולחי מט"ש רמת השרון לאפיק הירקון נצפה לעיתים שכיחות פרט אשר אורב לדגים ובכמה תצפיות הצב נראה מזנק במהירות גבוהה ולוכד דג. בברכות האגירה של הקולחים במט"ש כפר סבא הוד השרון נצפו מספר פרטים של צב רך אך לא אותרו קינים. פרט בגודל בינוני, ככל הנראה אותו פרט, נצפה מספר פעמים בשטח שבין מט"ש רמת השרון ואפיק הירקון. יתכן שפרט זה נודד בין שני בתי גידול אלו, מרחק של כקילומטר, וחוצה פרדס ודרכי עפר. בשני מקומות בגדת הירקון אותרו אתרי חפירה של צב רך ללא חפירת קו. באתרים אלו נראים סימני החפירה של גפי הצב/ה וסימנים ברורים של מגע ולחץ גחון הצבה במרכז החפירה. תופעה זו לא נצפתה בשנים קודמות בירקון. ב- 2014 שוב נצפה פרט של צב אדום אוזן באזור שבע טחנות. **צבגון** **אדום אוזן**, *Trachemys scripta elegans* המוגדר כמין פולש שיש להרחיקו מהירקון.

סקר איתור קיני צב רך לאורך הירקון 2006 עד 2014					
שנה	מס' קינים	מס' קינים טרופים	טורף	קטע בנחל	רמת איתור
2006	0	0	נמיה	תיכון	דיקור
2007	3	3	נמיה	תיכון	דיקור
2008	15	6	נמיה	תיכון	דיקור
2009	9	5	נמיה	תיכון	דיקור

2010	9	3	תן נמיה	תיכון	דיקור
2011	7	3	נמיה	תיכון	דיקור
2012	13	12	תן ונמיה	תיכון	דיקור
2013	9	1	תן	תיכון	תצפית
2014	4	3	תן	תיכון	3 דיקור, 1 תצפית



צב רך במתקן טיהור שפכים, 3.5 ק"מ מהירקון



אתר חפירה, לא אותרה גומה להטלה



צב אדום אוזן בירקון



צב רך בעמדת צייד מול כניסת קולחי רמה"ש

סקר עופות מים בירקון

סקר עופות המים לאורך הירקון נערך במתכונת של תצפיות מזדמנות באתרים שונים לאורך הירקון במהלך השנה ועל פי בתי הגידול השונים והקרבה לפעילות האדם. בשנים האחרונות הורחבו בתי הגידול הלחים בסביבת הירקון בכך שחלק ממי הירקון עוברים ומזינים אגם בגן לאומי אפק ונוצר פלג מים חדש באורך של כקילומטר עד ברכת הנופרים. כמו כן האגנים הירוקים קיימים מזה ארבע שנים ומהווים חלק מבתי הגידול הלחים של מערכת הירקון. בשנה האחרונה, חלק ממי הקולחים היוצאים מהאגנים הירוקים מוזרמים למערכת של אגם בגודל של 27 דונם וקטע נחל זורם בתחום העיר הוד

השרון. עם הרחבת שטחי בתי הגידול הלחים הללו נראה שאוכלוסיית עופות המים בסביבת הירקון גדלה והתרחבה אל בתי הגידול הלחים הללו.

בירקון ובבתי הגידול הלחים בסביבתו נראה כי ככל שבית הגידול מורכב יותר ומכיל מרכיבים של איים, ענפים וחלקי עצים הצצים מעל ובקרבת גוף המים, אותם אלמנטים של מורכבות בית הגידול משמשים את עופות המים ומאפשרים לאותן מיני בעלי כנף להתקיים גם בקרבת פעילות האדם.



עופות מים תרבותיים: בירקון, בעיקר באזור שבין אצטדיון רמת גן לשפך הירקון מתקיימות מספר

אוכלוסיות של אווזים ומולארדים שהובאו לירקון על ידי האדם. חלק מקבוצות האוכלוסיות הללו מקבלות הזנה יום יומית של שיירי לחם וירקות. אוכלוסיות אלו שורדות מזה 10 שנים למרות המצאות תנים בסביבה.

עופות מים שוכני קבע: ככל, נראה כי צפיפות וגודל אוכלוסיית עופות המים שוכני הקבע לאורך הירקון, עולה ממעלה הנחל לכיוון המורד. זאת על אף העליה באינטנסיביות של פעילות וקרבת האדם לנחל



באותו כוון. ניתן לומר כי במעלה הנחל העופות ניזונים בעיקר ממזונות מצויים ומעט ממזונות שמקורם בפעילות האדם ובמורד הנחל נראה שחלק גדול מדיית העופות מבוסס על מזונות שמוגשים על ידי האדם. ככל שצפיפות המבקרים גדלה, גדלה גם אוכלוסיית העופות שוכני הקבע בירקון. מבין מיני העופות הנפוצים: ברכיה, סופית, יאורית, אנפת לילה, אנפה אפורה, שלדגון, לבן חזה, פרפור עקוד וקורמורן גדול.

עופות מים חורפים חולפים: עם התרחבות בתי הגידול הלחים נראה כי גדלה אוכלוסיית העופות החורפות בירקון והימצאותה הורחבה גם למעלה הירקון ולבתי הגידול החדשים. מבין העופות שנצפו, הנצפים ביותר היו אגמיות, ומגלן מבין הנדירים ביותר היו רלית וברודית.

מכלואים: אחת התופעות השכיחות הנצפות בירקון בעיקר באזורים עם פעילות האדם האינטנסיבית ביותר, הם פרטים רבים של מכלואים בין ברכיות טבע עם ברכיות תרבותיות וברברים. יתכן ובני כלאיים אלו פוריים ויכולים להעמיד צאצאי כלאיים נוספים.



כחלק מסקר קורמורנים ארצי שנערך בחודש ינואר בכל שנה נספרו בירקון בינואר 2014 ו-2015 כ-30 ו-17 פרטים של קורמורנים הלנים בירקון בחודשי החורף. גם בשנים 2010-13 נערכו מספר ספירות של קורמורנים בנחל הירקון. הממצאים מראים כי בירקון לנים כ-20 עד 30 פרטים. ב-2013 נספרו בסקר 32 קורמורנים הלנים בירקון. נמצא גם כי לעיתים, במהלך היום, מספר קורמורנים נכנסים אל הירקון מכון הים לצורך הזנה ושבים ללון באתרי לינה אחרים.



בעבר נהגו לחרוף בירקון כמה עשרות עד מאות אגמיות מידי שנה. בשנים האחרונות נצפו בירקון מספר פרטים בודדים של אגמיות החורפות בעיקר באזור שבע טחנות. עם התרבות אוכלוסיות הדגים והדגיגים בשלושת קטעי הנחל, ניתן לציין את נוכחותם הבולטת של הפרפור העקוד, שלדג גמדי ולבן החזה לכל אורך הנחל. הירקון משמש כאתר שהיה לעופות נודדים כמן כפן ושרשיר.

ב-2014 נצפה לראשונה פרט של אנפת מנגרובים באתר שבע טחנות הפרט או הפרטים נצפו על ידי



אנפת מנגרובים צילום: עירית דרוב

צפרים והדיווחים נמצאים באתר הצפרות הישראלי.

אנפת מנגרובים מתוארת באתר הצפרות הישראלי כאנפה קטנה, מצויה באזורים טרופיים בעיקר. מקום חיותה - מקווי מים מוקפים צמחייה עבותה אבל צדה גם בלגונות ובחופי ים. בעלת כיפה שחורה וגוף בצבעים הנעים בין אפור כסוף לאפור חום, עם דוגמת קשקשים קלה בכנפיה. הפרט הצעיר מפוספס ומנומר אבל גם הוא מקושט בכיפה שחורה. בתעופה, הצבעים נראים אחידים

למדי חוץ מהשוליים הבהירים של סוככות הכנף והכיפה הכהה. טופחת בכנפיה בכבדות ובצורה קצת "מכאנית".

אנפת המנגרובים דומה מאוד לאנפת לילה אבל קטנה ממנה ובעלת ניגוד בין צבע הכיפה וצבע הגב. לאנפת לילה צבע הגב שחור וזהה לצבע הכיפה, הצעירים דומים אבל אנפת מנגרובים צעירה חלקה יותר בגבה ובעלת פספוס סדיר למדי על בגרון. תפוצה ומגמות אוכלוסין מצויה בעיקר באזורים הטרופיים של אפריקה, אסיה, אוסטרליה ואיים באוקיינוסים הדרומיים. האוכלוסייה העולמית יציבה, אבל פיתוח אזורי חוף והריסת בתי גידול בקרבת החוף עלולים לאיים בעתיד על מצבה. בישראל יציבה במספרים נמוכים באזור מפרץ אילת אבל לא מוכרת כמקננת. בשנים האחרונות נרשמת מגמת עלייה במספר התצפיות של אנפות מנגרובים גם ממרכז הארץ ומעמק חפר.

סקר עופות מים בסביבת הירקון 2013 – 2014

שם	שם לועזי	קטע עליון וברכות חורף	מעלה קטע תיכון ואגם נחל הדר	מורד קטע תיכון	קטע מלוח
מספר פרטים	עד 5 פרטים +	5 עד 10 פרטים ++	מעל 10 פרטים +++		
פרפור עקוד	<i>Ceryle Rudis</i>		+	+	++
שלדג לבן חזה	<i>Halcyon smyrnensis</i>		+		
שלדג גמדי	<i>Alcedo atthis</i>	+	+		
אגמית	<i>Fulica atra</i>		+++	+++	
אנפה אפורה	<i>Ardea cinerea</i>		+		+
אנפת לילה	<i>Nycticorax</i>		+	+	++

				<i>nycticorax</i>	
	+			<i>Botaurus stellaris</i>	אנפה משורטטת
				<i>Bubulcus ibis</i>	אנפית בקר
	+			<i>Butorides striata</i>	אנפת מנגרובים
+			+	<i>Egretta garzetta</i>	לבנית קטנה
+++				<i>Phalacrocorax carbo</i>	קורמורן גדול
+	++	+	+	<i>Alopochen aegyptiacus</i>	יאורית
			+++	<i>Plegadis falcinellus</i>	מגלן חום
+++	+++	++	+	<i>Anas platyrhynchos</i>	ברכיה
	+			Muscovy Duck	ברווז ברבר
	++			Pekin Duck	ברווז הבית (פקין)
	++			White Goose	אווז הבית
	++				מכלואי ברכיה
++	++	+	++	<i>Egretta alba</i>	לבנית גדולה
	+			<i>Porzana porzana</i>	ברודית גדולה
	+			<i>Rallus aquaticus</i>	רלית המים
	+++	+++	+++	<i>Gallinula chloropus</i>	סופית מצוייה

פגיעת בעלי כנף כתוצאה מהמצאות ציוד דייג וחוטנים

מתקיימת בירקון פעילות דייג רבה של דייגים חובבים, ביניהם מבוגרים וילדים. דיג בעזרת חכות וקרסים פוגע לא רק בדגים אלא גם ביונקים וציפורים המסתבכים בהם בזמן הדיג או בעקבות השארת ציוד דייג בתוך המים לאחר השימוש.

הסופית, עוף מים הנפוץ בירקון, נמצאה כשהיא תלויה מענף ברגליה שהסתבכו בחוט דייג בשבע טחנות שבנחל הירקון. עובדי רשות הנחל הגיעו אל הסופית באמצעות סירה, הסופית חולצה כשהיא תשושה ונאספה אל הסירה.



הסופית מחולצת מקרס וחוטי הדיג צילום: אודי גורן

רגלי הסופית הסתבכו בחוט הדיג ואחת משתי הקרסים המחוברות אליו, תקועה ברגלה של הסופית. בזירות רבה חוט הדיג נחתך ובמגזרי פלדה נחתכה הקרס בכדי שניתן יהיה להוציאה מרגל הסופית ללא גרימת סבל ונזק נוספים. הסופית נראתה תשושה ומבולבלת, לאחר שככל הנראה הייתה תלויה מהעץ, במהופך, במשך זמן רב. הסופית שוחררה במקום מסתור להתאוששות וחזרה את הטבע".

הסופית המצויה, (*Gallinula chloropus* בשמה המדעי), היא עוף מים שבית גידולו הוא מקווי מים מתוקים סבוכי גדות. הסופית מיטיבה לשחות וניזונה מצמחייה אצות וחלזונות. בקיץ, בקן הבנוי בתוך הסבך מעל המים, מטילה הנקבה 5 – 7 ביצים צהבהבות ומנוקדות בחום. דייגים המשאירים לעיתים את אמצעי הדיג הקטלניים כגון רשתות, חוטי דייג, קרסים, ושקיות פלסטיק בסביבה הטבעית, גורמים לתופעות שכיחות של עופות, זוחלים, ויונקים הנלכדים באותם רשתות ובחוטי דייג תוך גרימת סבל רב ופגיעה קטלנית לבעלי החיים".



מקור קשור
בגומית שיער



סופית תלוייה עם קרס וחוט דייג



אנפה אפורה מתקשה בבליעת דג בגלל מקור קשור בגומיית שיער

מינים אקוויים פולשים

בתאריכים 19 ו-23 באפריל 2015 בוצע בירקון דיגום חסרי חוליות אקוואטיים בתחנות נבחרות בנחל הסקר בוצע על ידי זוהר ינאי, במסגרת עבודת הדוקטורט שלו העוסק בבריומאים בישראל ובמסגרת סקר טבע עירוני בעיר פתח תקווה המובל על ידי החברה להגנת הטבע.

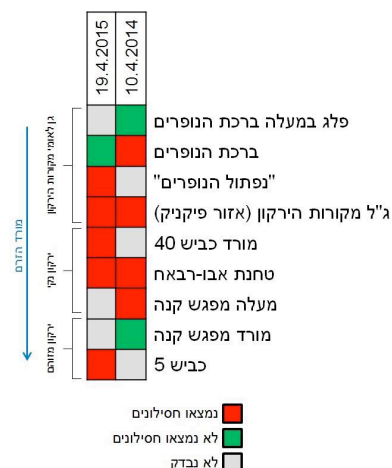
החסילון *Neocaridina denticulate*:

החסילון *Neocaridina denticulate* נמצא לראשונה בירקון במרץ 2012 על ידי דנה מילשטיין במעלה מפגש הנחלים ירקון-קנה. באפריל 2015 בוצע סקר שני להערכת שיעור הופעתו בתחנות שונות לאורך הירקון.



Neocaridina denticulata תמונה: עוז ריטנר

באפריל 2015 החסילון אותר בכמה אתרים לאורך הירקון: נפתול מורד ברכת הנופרים, בגן לאומי מקורות הירקון, במורד כביש 40, באתר אבו-רבאח, וגשר כביש 5 בקטע התיכון.



אוכלוסיות של החסילון נמצאו גם באתרים סמוכים לירקון: נחל שילה שהוא יובל של הירקון ובתעלת קרית אריה. בשניהם זורמים מי נביעות נקיים.

נראה שהחסילון עדיין שכיח בירקון. בתחנות בהן הופיע נמצאו לרוב בקלות יחסית עשרות רבות או מאות פרטים במאמץ דיגום לא גדול. בתחנות השונות ובעיקר באזור אבו-רבאח נמצאו פרטים צעירים ובוגרים וכן נקבות נושאות ביצים. הדבר מעיד על אוכלוסייה מבוססת שמתרבה באין מפריע בשטח. לראשונה נצפו חסילונים גם בירקון התיכון מה שמעיד על כך שהמין עמיד במידה מסוימת לזיהום המגיע נחל קנה.

חילזון *Pseudoplotia scabra*

החילזון *Pseudoplotia scabra* נמצא לראשונה באזור הכנרת ועמק בית שאן לפני פחות מעשור ומאז הוא מתפשט בהדרגה בצפון הארץ. החילזון נמצא בצפיפות גבוהה במערכת המוביל הארצי. מחקר על דרכים לבלימת התפשטותו ולמניעת הסעתו במוביל הארצי לאזורים אחרים נמצא בעיצומו. החילזון מוכר מאקווריומים שנמצאו בחנויות לחיות מחמד באזורים שונים בארץ, לרבות מישור החוף המרכזי (ראשון לציון, רחובות).



Pseudoplotia scabra תמונה: עוז ריטנר

נמצאו שלושה פרטים של החילזון בברכת הנופרים. פרטים נמצאו צמודים לאבנים בינוניות סמוך לגדות, באזור בו צפיפות השחרירים (*elanopsis* sp) יחסית גבוהה ולא באזורים החשופים בהם מתרחצים דורכים על החלזונות ופוגעים בהם. ככל הנראה תיעוד זה מצביע על הרחבת תפוצתו של המין בבתי גידול טבעיים בישראל "חשודים" אפשריים להעברת החילזון הם המוביל הארצי (בעת ביצוע עבודות במוביל מים מוטים ועשויים להתנקז לירקון בנתיבים שונים) או ריקון תכולת אקווריום לבית גידול טבעי (כפי שנעשה לעתים קרובות על ידי מגדלים). בשני המקרים מדובר במינים פולשים שביססו אוכלוסיות צפופות במיוחד במהירות גבוהה בבתי הגידול אליהם חדרו בישראל. הירקון הוא נחל מופר הסובל מפלישות של מינים רבים וממקורות זיהום שונים ובכך הוא פגיע גם לפלישות המינים המדוברים. מומלץ לעקוב אחרי התפשטות המינים ובעיקר לבחון אזורים בהם לא בוצעה בדיקה עדיין במעלה הנחל, כלומר מקורות הירקון או אגם ג.ל אפק. אין כרגע רעיונות כיצד לבלום או למגר את התפשטות הפלישות בשלב זה.

פשפש הברונזה

בקיץ 2014 בעקבות תלונות מבקרים על גירויים וגירודים, אותרו עצים נגועים בפשפש הברונזה *Thaumastocoris peregrine*, עצים נגועים אותרו גם במעלה הירקון ובאזור מעיינות הירקון. משרד

החקלאות, המשרד להגנת הבטיסה, הקק"ל וגני יהושע חברו יחד לביצוע בדיקה של אפשרויות
ההדברה של פשפש הברונזה:

הדברה של פשפש הברונזה בעצי איקליפטוס גבוהים

צביקה מנדל, מכון ולקני

28 נובמבר 2014

רקע

פשפש הברונזה *Thaumastocoris peregrinus* שייך למשפחה קטנה של פשפשים (Rhynchota: Heteroptera: Thaumastocoridae) שמיניה מופיעים בעיקר באזורים הטרופיים באוסטרליה, ודרום אמריקה. מוצאו של פשפש הברונזה הוא באוסטרליה, עד לפני כ- 15 שנה מיני הסוג נחשבו נדירים. בשני העשורים האחרונים הפשפש פלש לאזורי הנטיעה החדשים של האקליפטוס, תחילה בדרום אפריקה ולאחר מכן גם בדרום ובצפון אמריקה. בשנים האחרונות התבסס גם ארצות סביב אגן הים התיכון. הנזק נגרם למטעים מסחריים של עצי איקליפטוס על פני שטחים אדירים בעולם בעיקר בדרום אפריקה ובדרום אמריקה. בישראל הפשפש התגלה לראשונה באוגוסט 2014 ביער אקליפטוס בסמוך לעיר אלעד, אבל בדיעבד נראה שהוא כבר היה מצוי במספר מקומות נוסף באותו הזמן.

צבעו של הפשפש חום בהיר, עם כתמים כהים יותר, אורכו של הבוגר כ- 3.5 מ"מ ורוחב החזה כ- 1 מ"מ, הביצים מופיעים בצברים של ביצים בודדות עד כמה עשרות על פני העלים, צבען שחור וגודלן 0.2-0.5 מ"מ. לפשפש חמש דרגות זחל והוא משלים דור בטמפרטורה שבין 17-20 מעלות הפשפש משך שלושה שבועות. נראה שבישראל יטיבו עם הפשפש במיוחד הטמפרטורות האופייניות בין הסתיו לראשית הקיץ. הנזק הנגרם לעלווה הוא טיפוסי לקבוצת חרקים זו. העלים מכסיפים או מצהיבים, לאחר מכן משנים את צבעם לאדום חום ונושרים קודם זמנם. סימני הנזק נבדלים מעט בין מיני האיקליפטוס השונים. הפשפש מתפתח על טווח רחב של מיני איקליפטוס. מבין המינים בישראל, הרגישים ביותר הם אקליפטוס המקור *E. camaldulensis* ואיקליפטוס וימינאליס *E. viminalis*, איקליפטוס מערבי *E. occidentalis* הוא פונדקאי מתאים אך כנראה אינו רגיש, ואילו איקליפטוס מסמרי *E. gomphocephala* אינו מתאים להתפתחות הפשפש.

נזק בשל אוכלוסיות הפשפש נגרם גם לעצי איקליפטוס באזורים עירוניים. דיווחים על פשפש הברונזה כמפגע בריאותי פורסמו כבר לפני כעשור באוסטרליה, בעיקר במדינת ניו-סאות-וולס, מאוחר יותר דווח המטרד מדרום אפריקה, לפני כשנתיים גם מפורטוגל, ובחודשיים אחרונים גם מישראל. מפגע בריאותי קשה נגרם בשל הכמות הגדולה של פרטים ונטיית הפשפשים לדקור כאשר הם במצוקה כאשר הם חדירה לעין או אל מתחת לבגדים.

הדברה ביולוגית של פשפש הברונזה

יש להניח שמיני חרקים טורפים שונים יאמצו את הפשפש כטרף, בעיקר ארינמלים ופשפשים טורפים. עם זאת הדברה ביולוגית יעילה תתאפשר כנראה רק עם איקלום אויבים טבעיים ספציפיים ויעילים של

הפשפש. אלו הם טפילי ביצים ממשפחת Mymaridae - *Cleruchoides noackae* ויתכן גם מין מהסוג *Stethynium*. הצרעה *C. noackae* מופצת כיום במסגרת פעילות ענפה של הדברה ביולוגית במדינות דרום אמריקה ובקליפורניה, לאחר האיקלום המוצלח בדרום אפריקה. אם זאת, עדיין אין תמונה מלאה לגבי מידת ההצלחה של הפחתת האוכלוסיות באמצעות אקלום הצרעות הטפיליות.

רקע להדברה כימית של הפשפש

עד לביצוע להשגת הדברה ביולוגית משביעת רצון, נראה שיידרש ריסון של אוכלוסיות הפשפש באמצעות קוטלי חרקים, בעיקר באותם אתרים בהם מהווה או יהווה בעתיד הקרוב, מטרד רפואי. בעצים במרחב העירוני ובפארקים ניתן לרסן את אוכלוסיות המזיק באמצעות תכשירים סיסטמיים. הדברה מוצלחת של מינים ממשפחת Thaumastocoridae נרשמה בשני מקרים, באמצעות קונפידור Imidacloprid. המין *Xylastodoris luteolus* בדקלים בפלורידה (Howard and Stopek 1998) ופשפש הברונזה באוסטרליה (Noack et al. 2009). בשני המקרים היישום התבצע ע"י הזרקה. Howard, F.W., and A. Stopek. 1998. Control of royal palm bug with imidacloprid. *Principes* 42:80–84.

Noack A. E., Kaapro J., Bartimote-Aufflick K., Mansfield S., Rose H. A., 2009.- Efficacy of Imidacloprid in the control of *Thaumastocoris peregrinus* on *Eucalyptus scoparia* in Sydney, Australia.- *Arboriculture & Urban Forestry*, 35 (4): 192-196.

תכשירים מיועדים לניסוי הדברת פשפש הברונזה

לניסוי נבחרו תכשירים מוכרים כנעים היטב במערכת העצה של עצים בוגרים. לכולם רישוי לשימוש בישראל. התכשירים נבחנו באמצעות עירוני (אינפוזיה) לגזע. הביצוע לוקח בחשבון שאין סקטוראליות ברורה בעצי איקליפטוס (נושא שיש לבחון אותו בהתאמה לכל אחד מהתכשירים שיבחנו).



פשפשי ברונזה על גזע אקליפטוס

אירועים חריגים 2014

הזרמת קולחים ושפכים ממט"ש דר' שרון מזרחי

מט"ש דר' שרון מזרחי תוכנן לטיפול בשפכים בספיקה יממתית של 6,000 מ"ק ולאיכות פחותה משניונית ובפועל הספיקה המגיעה למט"ש זה גדולה פי שלוש. מפעל ההשבה שניזון מקולחי המט"ש אינו יכול לקלוט את כל הקולחים ובמהלך 2014 זרמו לירקון ברוב חודשי השנה קולחים לאחר שהייה מוגבלת במאגר ובאיכות גרועה תוך זיהום ופגיעה קשה בירקון.. בנוסף קיים חשש לפגיעה בהתחדשות אוכלוסיית דגי לבנון בקטע התיכון.

למעשה, קולחי המט"ש מהווים את המקור העיקרי והרציף של זיהום הירקון בשנים האחרונות ואין בעתיד הקרוב מועד לביצוע תוכניות השדרוג הקיימות למט"ש. כדי לצמצם את הנזק רשות הנחל מפעילה את תחנת השאיבה שנבנתה בגדת נחל קנה וחלק מעודפי הקולחים נשאבים למט"ש כ"ס/ה"ה ומשם הם מגיעים לאגנים הירוקים. עלות השאיבה והטיפול בקולחי מט"ש דר' שרון מזרחי מסתכמת במאות אלפי שקלים לשנה. גם בשנת 2013 הפעילה רשות נחל הירקון את תחנת השאיבה בגדת נחל קנה.

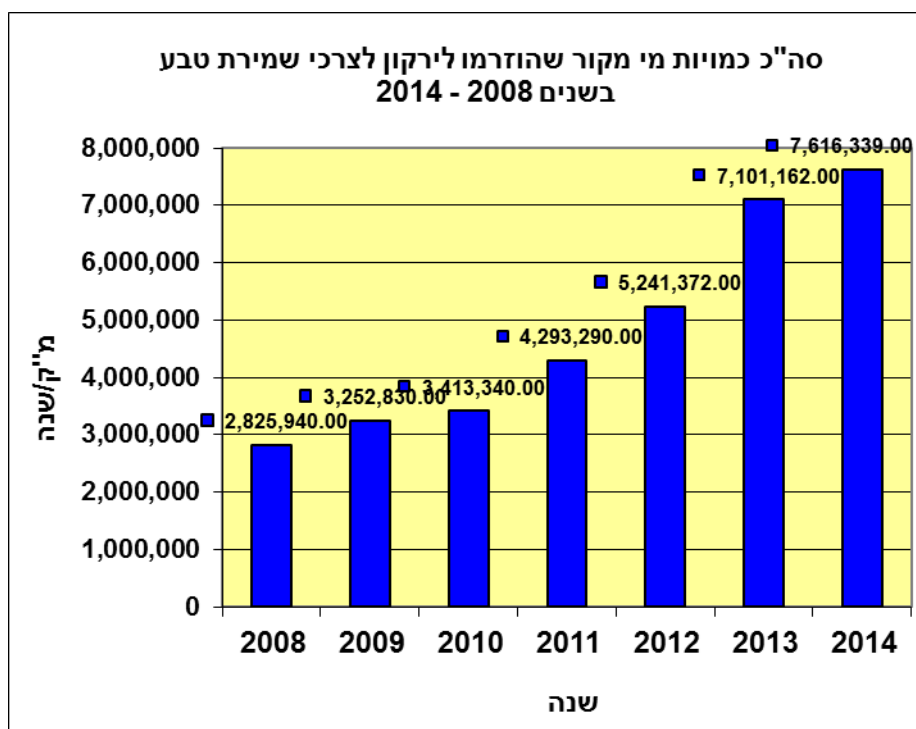
תוכנית עבודות תחזוקה בסביבת הירקון לשנת 2015			
מס'	תיאור העבודה	תכנית מלאה	תכנית לביצוע
1	ניקיונות אפיק וגדות לאחר החורף תיקון דרכים עב' עפר	200,000	200,000
2	סכרים - חסימת יובלי הירקון, הגנה מפני זיהום	5,000	5,000
3	תחזוקה שתילות וגיזומים, השקית נטיעות	40,000	40,000
4	כיסוח ותחזוקת דרכים וגדות	150,000	150,000
5	ניקוז ותיקון דרכים עב' קלות	15,000	15,000
6	ניקיון פסולת ביובלים (במימון רשות הניקוז)	50,000	
7	גיזום ויערנות עצי אקליפטוס	500,000	250,000
8	פתיחת מנהרות אתר אבו רבאח	5,000	
9	השמדת צמחייה פולשנית ומתפרצת	25,000	25,000
10	העתקה שתילה והשקיית צמחיית גדות	5,000	5,000
11	ניקוי אפיק / קרן ג.ל. ירקון	10,000	10,000
12	שיקום וייצוב גדות/הנמכת גדות	10,000	10,000
סה"כ		1,015,000	710,000
תוכנית עבודות פיתוח בירקון לשנת 2015			
מס'	תיאור העבודה	אומדן עלויות	ביצוע
1	חסימת אזור הירקון לכלי רכב	300,000	
2	סולם דגים סכר סיחור בנקי	50,000	
3	סולם דגים סכר תע"ש	30,000	
4	ניקוי קרקעית אפיק מורשה שבע טח' פסולת בלבד	100,000	
5	פינוי סחף ברכת שבע טח'	50,000	
6	השלמת אבן ואדמה מסלעת שפך גדה שמאל	30,000	
7	הכשרת קיחת עפר לקינון בחורים	15,000	
8	תיקון/פחוק אבני חוף מעל טחורטין בסכר 7 טח'	30,000	
9	ייצוב גדה בבלי		
סה"כ		605,000	0
סה"כ כללי		1,620,000	710,000

איכות המים בירקון ובמקורות הקולחים 2015

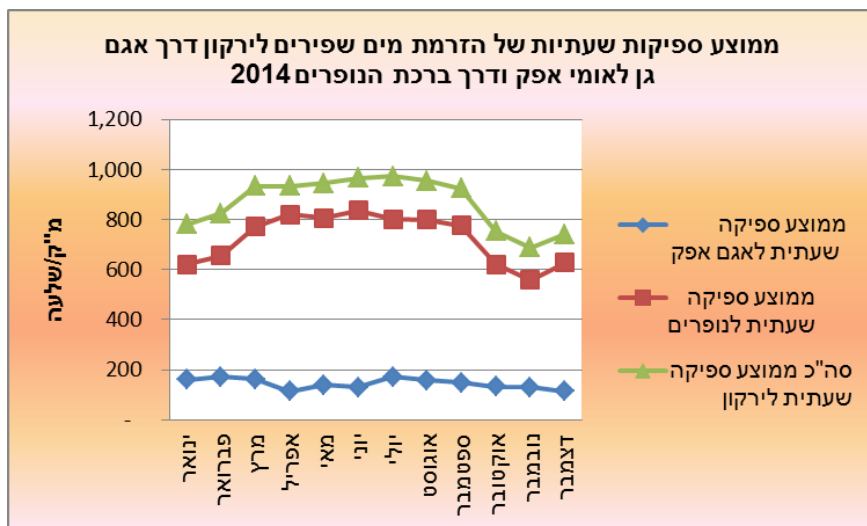


כמויות מים בנחל

מי מקור מאקוויפר ירקון תנינים - הקצאת המים השפירים לירקון מיולי 2012 הינה 850 מק"ש (איור 4). ההזרמה הממוצעת בפועל של המים השפירים (מי קידוחים מהאקוויפר המקומי) בשנת 2010 הייתה קרובה לספיקת ההקצאה שהיתה אז 400 מק"ש שהם כ-3.5 מלמ"ק לשנה. בשנת 2014 הוזרמו לירקון 7.6 מלמ"ק בהשוואה 7.1 מלמ"ק ב 2013 ול- 5.2 מלמ"ק שהוזרמו ב- 2012. הקצאת המים המיועדת לירקון מחולקת בין שלוש נקודות הזרמה. שתי נקודות הזרמה, בספיקה של כ- 600 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- 150 מק"ש מוזרמת לאגם אקולוגי הנמצא בתחום גן לאומי אפק וממנו דרך נחל עינת לברכת נופרים (איור 5).



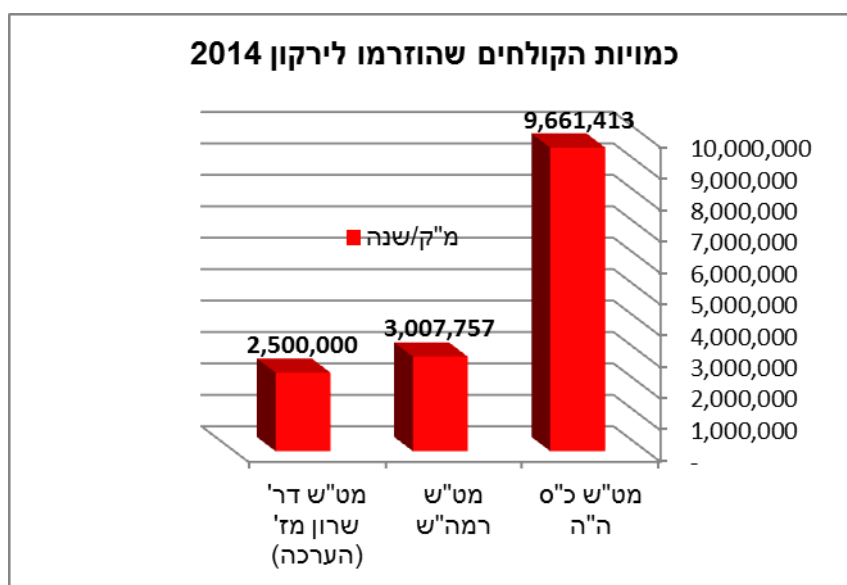
איור 4 - סה"כ כמויות מי מקור שהוזרמו לירקון לצרכי שמירת טבע בשנים 2008 - 2014



איור 5 - ממוצע ספיקות שעתיות של הזרמת מים שפירים לירקון

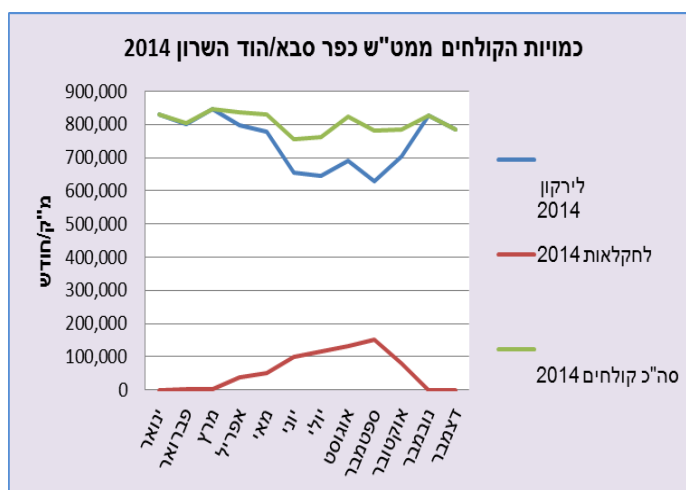
מקורות מי קולחים – במהלך 2014 הוזרמו לירקון קולחים משלושה מקורות שונים (איור 6). שני מקורות קולחים באיכות שלישונית – מט"ש כפר סבא הוד השרון ומט"ש רמת השרון. מט"ש דרום שרון מזרחי, מאגר רמת הכובש וקו שפכים אלפי מנשה וחבלה. הווה מקור קולחים שלישי ממנו הוזרמו לירקון קולחים ושפכים באיכות ירודה.

ממט"ש כפר סבא הוד השרון (איור 3) הוזרמו לירקון 9.6 מלמ"ק קולחים שלישוניים שברובם זרמו לירקון דרך האגנים הירוקים. ממט"ש רמת השרון הוזרמו לירקון 3.0 מלמ"ק קולחים שלישוניים ישירות מהמט"ש. סה"כ הוזרמו לירקון ב – 2014 משני המט"שים כפר סבא-הוד השרון ורמת השרון כ – 12.6 מלמ"ק בהשוואה לשנת 2013 בה הוזרמו לירקון משני המט"שים, כ – 13.4 מלמ"ק והשוואה לשנת 2012 בה הוזרמו משני המט"שים 12.6 מלמ"ק ו 11.9 מלמ"ק ב- 2011. ובנוסף לכך הוזרמו עוד כ- 2.5 מלמ"ק ממט"ש דר' שרון מזרחי. ב-2014 הוזרמו ביחד עם 7.6 מלמ"ק מי מקור, 20.2 מלמ"ק בהשוואה ל 2013 בה הוזרמו לירקון כ – 23 מלמ"ק, ל- 19.3 מלמ"ק ב- 2012 ו ל- 17.7 מלמ"ק ב- 2011, מתוך הזרמת המים והקולחים ב-2014 כ- 62% קולחים ו- 38% מים שפירים. עליה של כ- 8% בכמות המים השפירים מכלל המים בהשוואה ל- 2013.



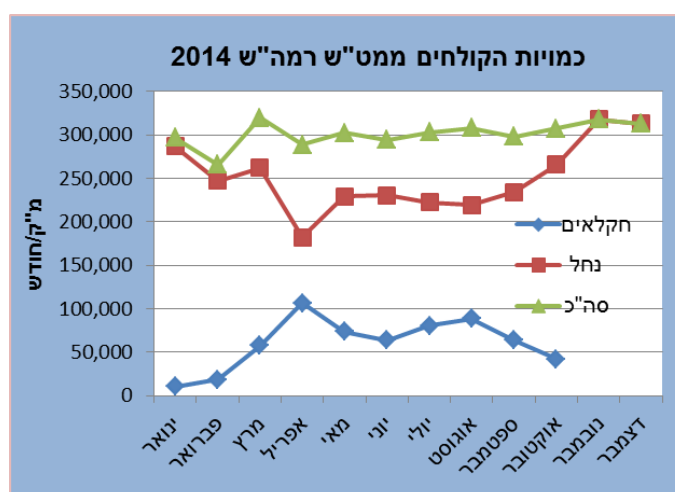
איור 6 - כמויות הקולחים שהוזרמו לירקון 2014

מט"ש כפר סבא/הוד השרון: פרופיל הזרמת קולחי מט"ש כ"ס ה"ה לירקון (איור 7) היה בספיקה של כ 800,000 מ"ק/חודש בחודשי החורף (דצמבר עד מרץ). וספיקה ממוצעת של כ – 700,000 מ"ק/חודש בחודשי הקיץ (מרץ עד נובמבר), בהם הוזרמו קולחים להשקיה חקלאית ישירות מהמט"ש.



איור 7 - כמויות הקולחים ממת"ש כפר סבא/הוד השרון 2014

מת"ש רמת השרון: ממת"ש רמה"ש הוזרמו לירקון בחודשי החורף (נובמבר עד מרץ) קולחים בספיקה ממוצעת של כ – 275,000 מ"ק/חודש (איור 8). ובחודשי בקיץ הוזרמה כמות של כ – 225,000 מ"ק/חודש ושאר הקולחים כ – 75,000 מ"ק/חודש נשאבו לחקלאות ישירות מהמת"ש.



איור 8 - כמויות הקולחים שהוזרמו ממת"ש רמה"ש 2014

מת"ש דר' שרון מזרחי: למעשה בשנת 2014 הוזרמו לירקון קולחים ירודים ממת"ש דרום שרון מזרחי ובנוסף הוזרמו שפכים מהקו השבור של שפכי אלפי מנשה וחבלה וקולחים ראשוניים ממאגר רמת הכובש. אין מדידה של סך כמות הקולחים והשפכים שזרמו לירקון בנחל קנה. הערכת הכמות היא של כ – 2.5 עד 3.0 מלמ"ק. כמות של כ – 500,000 מ"ק של הקולחים והשפכים נשאבה מנחל קנה וטופלה במת"ש כ"ס ה"ה ולא הגיע ישירות לירקון. שאיבת מים ישירות מאפיק הירקון לצריכה חקלאית נעשית בקטע התיכון בלבד ובשנת 2014 הסתכמה ב- 1.5 מלמ"ק.

כמויות המים בירקון בשנת 2014

מקור מים	איכות	ספיקה שעתית ממוצעת (מ"ק/שעה)	כמות שנתית לירקון (מלמ"ק)	הערות
קידוחי ראש העין	שפירים	869	7.6	150 מק"ש דרך אגם גל אפק 660 מק"ש ישירות לברכת הנופרים
מט"ש דר' שרון מזרחי	קולחים שניוניים, עכירות גבוהה		2.5	ינואר עד אפריל ונובמבר עד דצמבר
מט"ש כפר-סבא/ הוד השרון	קולחים שלישוניים	1100	9.7	9.9 ב- 2013 9.1 ב- 2012
מט"ש רמת השרון	קולחים שלישוניים	400	3.0	3.5 ב- 2012 3.5 ב- 2013
שאיבת חקלאים	ישירות מהמט"שים		1.28	1.4 ב 2013
סה"כ הזרמה לירקון			24.08	23 ב 2013
שאיבת חקלאים	ישירות מהנחל		1.5	הערכה
סה"כ נותר בנחל			22.6	17.8 ב- 2012 21.5 ב- 2013

טבלה 5 כמויות המים בירקון 2014

איכות הקולחים שהוזרמו לירקון בשנת 2014

אל נחל הירקון מוזרמים בדרך כלל קולחים באיכות שלישונית משני מט"שים. בשנת 2014 הוזרמו כמויות חריגות של קולחים באיכות ירודה ממט"ש דר' שרון מזרחי ושפכים מיובלי נחל קנה. חריגות באיכות הקולחים נמצאו רק במספר מקרים. חריגות אלו הם אחד מהסיבות העיקריות לצורך באגנים ירוקים.

במט"ש כ"ס/ה"ה נמדדו חריגות במדדי חנקן כללי, חנקן אמוניאקלי, זרחן כללי קולי צואתי ודטרגנט אניוני. החריגות הגדולות ביותר, סדר גודל אחד, היו של קולי צואתי ושל חנקן אמוניאקלי. במט"ש רמה"ש נמדדו חריגות של סדר גודל אחד רק בחנקן אמוניאקלי וחריגה של פי שניים בריכוז המקסימאלי של הזרח כללי.

ממט"ש דרום שרון מזרחי מוזרמים לירקון עודפי קולחים באיכות ירודה במשך החורף ובעונות השוליים. איכות הקולחים גרועה ביותר עם ערכים של 51 מג"ל אמוניה, 62 מג"ל BOD, 150 מג"ל COD, ו- 54,000 חידקי קולי צואתי/100 מ"ל. דיגום שנערך בתאריך 6/7.01.14.

עומסים אורגנים

המוצקים המרחפים (TSS): ריכוז בתקן ענבר להזרמה לנחל הוא 10 מג"ל. על פי נתוני הניטור השנתי של המט"שים ב-2014, הריכוז הממוצע של הקולחים שהוזרמו לירקון משני המט"שים הוא 3.6 ו-3.0 עם ערכי מקסימום של 11.4 ו-6.8 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. ערכים אלו דומים לערכים שנמדדו במט"שים אלו בשנים 2012-13.

צריכת החמצן הביוכימית (BOD): ריכוז בתקן ענבר הוא 10 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 4.3 ו-2.8 עם ערכי מקסימום של 10.0 ו-7.6 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. בדומה לערכים שנמדדו בשנים 2012-13.

צריכת החמצן הכימית (COD): ריכוז בתקן ענבר הוא 70 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים בשנת 2014 היה 18.0 ו-42.8 עם ערכי מקסימום של 60 ו-100 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. בדומה לערכים שנמדדו בשנים 2012-13. במט"ש כ"ס/ה"ה, ריכוז COD בערך המרבי היה זהה לערך המרבי המותר בתקן של ועדת ענבר להזרמה לנחלים.

איכות הקולחים שהוזרמו לירקון ממט"ש רמת השרון ומט"ש כפר סבא הוד השרון במהלך 2014											
מט"ש כ"ס/ה"ה 2014				מט"ש רמה"ש 2014 (ללא דצמבר)				ערכי תקן			מדד
ממוצע	מס' דגימות	ערך מירבי	ערך מיזערי	ממוצע	מס' דגימות	ערך מירבי	ערך מיזערי	תקן/דרישה: ערך מיזערי	תקן/דרישה: ערך מירבי	תקן/דרישה: ממוצע חודשי	
7.7	182	7.8	7.5	7.1	80.0	7.6	6.5	7.0	8.5		הגבה (pH) (טף)
				4.2	79.0	7.3	3.6	3			חמצן מומס (טף)
1.6	211	4.5	0.5	1.7	88.0	4.2	0.2				עכירות (טף)
3.0	221	6.8	0.5	3.6	85.0	11.4	0.6		15	10	TSS 105°C
2.8	63	7.6	0.3	4.3	85.0	10.0	0.8		15	10	BOD ₅ כללי
42.8	109	100.0	16.0	18.2	86.0	60.0	5.0		100	70	COD כללי
				4.4	4.0	6.0	2.8				TOC
16.0	11	21.5	7.6	4.4	47.0	14.0	0.9		15	10	חנקן כללי
1.9	47	11.0	0.1	1.4	68.0	10.0	0.1		2.5	1.5	חנקן אמוניקאלי כ-N
4.6	10	6.3	2.7	3.9	7.0	8.6	0.5				חנקן קיילדל (TKN)
0.8	49	6.3	0.0	0.3	40.0	1.9	0.0				ניטריט כ-N
9.6	49	15.8	1.1	2.1	43.0	4.7	0.1				ניטראט כ-N
1.8	50	14.0	0.1	1.1	73.0	2.1	0.1		2	1	זרחן כללי כ-P
149.3	43	3,700	1.0	19.7	22.0	140.0	0.9		800	200	קוליפורמים צואתיים
0.8	12	4.2	0.1	0.4	11.0	0.6	0.2		1	0.5	דטרגנטים אניוניים MBAS
				1.1	46.0	1.2	0.9				חשמליות
185	9	209	156	191	47	240	150		480	400	כלוריד
								****			חריגה מתקן

(הערה - ערכים בצהוב – חריגות מתקן ענבר)

טבלה 6 איכות הקולים שהוזרמו למט"שים במהלך 2014

ריכוז נוטריאנטים

ריכוז החנקן הכללי: בתקן ענבר הוא 10 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 4.4 ו-16.0 עם ערכי מקסימום של 14.0 ו-21.5 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. יש לציין כי במט"ש כ"ס/ה"ה נמדדה חריגה מתקן ועדת ענבר גם בממוצע וגם בערך המירבי של ריכוז החנקן הכללי המותר להזרמה לנחלים.

ריכוז החנקן האמוניאקלי: בתקן ענבר הוא 1.5 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 1.4 ו-1.9 עם ערכי מקסימום של 10.0 ו-11.0 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. יש לציין כי חריגה נמדדה בערך המרבי המותר להזרמה במט"ש רמה"ש ובמט"ש כ"ס/ה"ה נמדדה חריגה גם בממוצע וגם בערך המרבי המותר.

ריכוז הזרחן הכללי: בתקן ענבר הוא 0.2 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד ב-2014 בשני המט"שים היה 1.1 ו-1.8 עם ערכי מקסימום של 2.1 ו-14.0 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. יש לציין את החריגה בערכים הממוצע והמרבי שנמדדו במט"ש כ"ס/ה"ה.

קוליפורמים צואתיים, תקן ועדת ענבר למס' חיידקי קוליפורם צואתי קובע עד 200 חיידקים/100 מ"ל. בשנת 2014, ממוצע מס' החיידקים היה 20 ו-150 עם ערכי מקסימום של 140 ו-3,700 למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. יש לציין שבמט"ש כ"ס/ה"ה נמדדה חריגה בערך המרבי של מספר חיידקי הקולי הצואתי בסדר גודל אחד וב-460%.

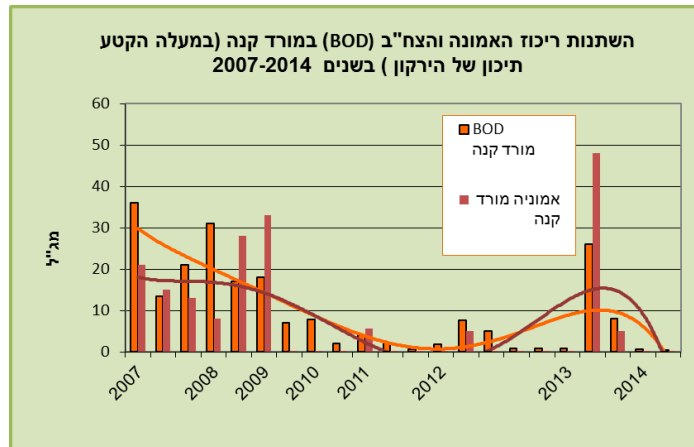
ניטור איכות המים בנחל 2014

השתנות איכות המים בירקון במהלך השנים 2005 - 2014

שדרוג מט"ש כ"ס/ה"ה, השיפורים במט"ש רמה"ש ותחילת פעולתם של האגנים הירוקים גורמים לכך שאל הירקון מוזרמים קולחים באיכות גבוהה וירדו ריכוזי ה-BOD והאמוניה, לרמות שאפשרו התאוששות מסוימת של המערכת האקולוגית.

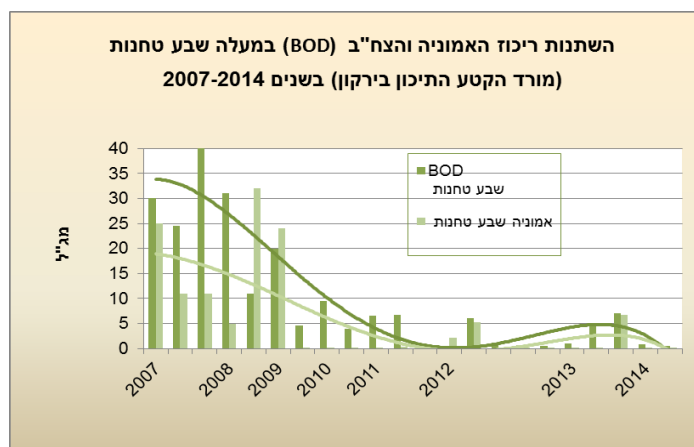
בשני האזורים הבאים מוצגות תוצאות דגימות מים למדדים צח"ב (BOD) ואמוניה שנדגמו בשנים 2005 עד 2014 בשתי נקודות דיגום מייצגות בירקון: אחת - במורד כניסת נחל קנה, באזור כניסת קולחי כ"ס/ה"ה ודר' שרון מזרחי, ותחילת הקטע התיכון בירקון. ושניה - בשבע טחנות שבמורד הקטע התיכון. ממוצעי ה-BOD והאמוניה באזור מורד קנה בשנים 2005 עד 2009 (איור 9) היו בין 15 ל-20 מג"ל. עם השיפורים ירדו הממוצעים לריכוז הנמוך מ-5 מג"ל. במורד קנה, ב-2013 עלו ריכוזי ה-BOD והאמוניה ל-26 ו-48 מג"ל בהתאמה, זאת כתוצאה מהזרמת קולחים באיכות גרועה ממט"ש דר' שרון מזרחי.

נציין כי בשנת 2013 הזרמת הקולחים ממט"ש דר' שרון מזרחי נמשכת תקופה ארוכה יותר בהשוואה לשנים קודמות ולכן הריכוזים הגבוהים הופיעו בדיגום, שבדרך כלל מייצג את התחלת התייצבות הנחל אחרי החורף והזרימות החריגות.



איור 9 - השתנות ריכוז האמוניה והצח"ב במורד קנה בשנים 2007 - 2014

בשבע טחנות בתקופה של 2005 עד 2011 (איור 10), ממוצעי ה- BOD והאמוניה היו דומים לאזור מורד קנה ונעו בין 15 ל- 20 מג"ל. מאז השיפורים במט"שים, ירדו ממוצעי ה- BOD והאמוניה באזור שבע טחנות לפחות מ- 7 ופחות מ- 0.3 מג"ל בהתאמה. ריכוז ה- BOD שנמדד בשבע טחנות היה 4.6 מג"ל. ריכוזי האמוניה שנמדדו ב- 2014 היו נמוכים זאת למרות העליה בריכוזים במעלה הקטע התיכון בתקופת הגשמים, בהם מוזרמים לירקון גם שפכים. תופעה זאת של כניסת קולחים בעלי ריכוזי עומסים אורגניים ונוטריאנטים לירקון, וירידת ריכוזי העומסים האורגניים והנוטריאנטים לאורך הקטע התיכון בירקון מצביעה על כושר טהור עצמי של מערכת הנחל. כושר הטהור העצמי של הנחל עלול להיפגע עם המשך הזרמת עומסים לאורך זמן.

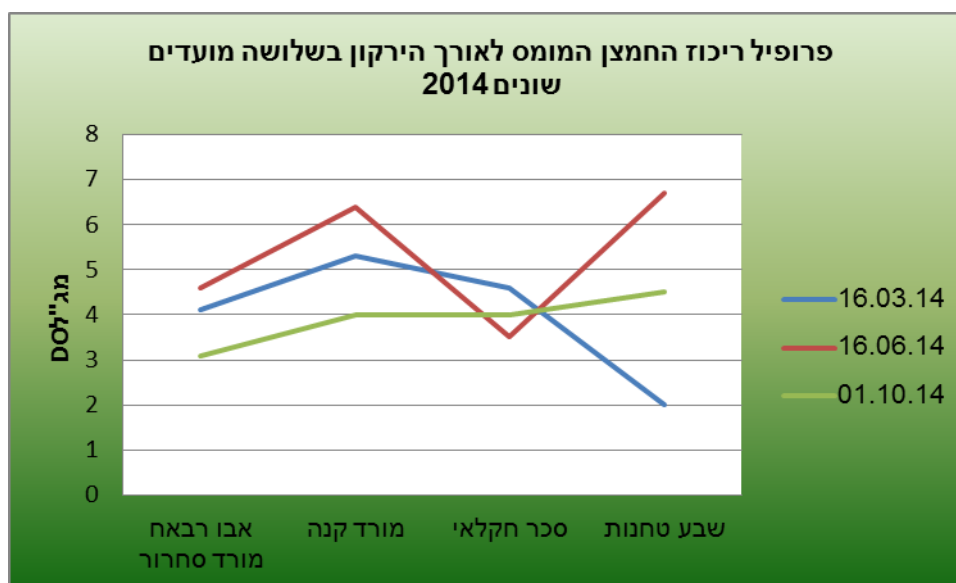


איור 10 - השתנות ריכוז האמוניה והצח"ב במעלה שבע טחנות בשנים 2007 - 2014

חמצן מומס

ריכוז החמצן המומס המינימאלי הדרוש במי הנחל הוא 3 מג"ל. ריכוז החמצן המומס שנמדד בקטע הנקי של הירקון (איור 11), בשעות הבוקר, נעה בין 3 ל- 4.5 מג"ל על פני השנה, שאת בהשוואה ל 4 עד 10 מג"ל עם ממוצע גיאומטרי של 6.6 מג"ל בשנת 2013. יצוין כי ריכוזים מעל כ- 8 מג"ל נובעים מפעילות פוטוסינתזה של אצות.

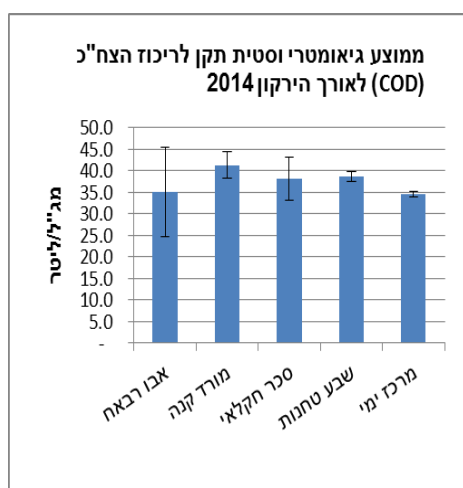
ריכוז החמצן המומס בקטע התיכון של הירקון היה גבוה יחסית במעלה הקטע התיכון, עם ריכוזים של בין 4 ל 6 מג"ל וירידה לריכוזים של בין 2 ל 6.5 מג"ל במורד הקטע התיכון.



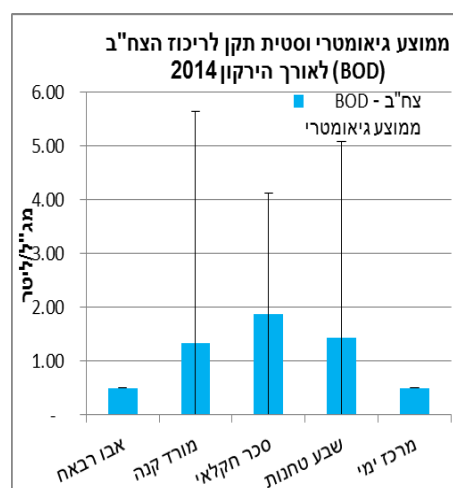
איור 11 - פרופיל ריכוז החמצן המומס לאורך הירקון בשלושה מועדים שונים 2014

עומס אורגני

פרופיל העומס האורגני (COD ו BOD) לאורך הירקון המהלך 2014 מראה כי בדרך כלל, לאורך התקופה היבשה, העומס האורגני לאורך הנחל היה מתאים לתקן לאיכות מי נחל. בתקופה בה זרמו לירקון קולחים באיכות ירודה מנחל קנה, עלה ריכוז הצח"ב בירקון (איור 12). בהשוואת ריכוז הצח"ב בין הקטע העליון והתיכון של הירקון ניתן לראות כי היו ההבדלים גדולים בריכוזים בין הדיגומים השונים, כפי שבא לידי ביטוי בסטיית התקן הגדולה בקטע התיכון לעומת אחידות לאורך השנה בקטע העליון. בריכוזי הצח"כ (איור 13) לא היה הבדל גדול בין עונות השנה וקטעי הנחל השונים כתלות באיכות הקולחים שהוזרמו לנחל קנה בעונות השונות.

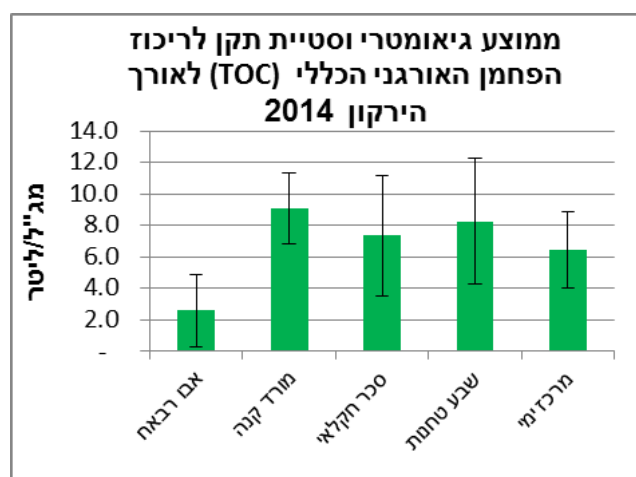


איור 13- ממוצע גיאומטרי לריכוז הצח"כ 2014



איור 12- ממוצע גיאומטרי לריכוז הצח"ב 2014

פחמן האורגני הכללי (TOC) (איור 14). 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 6 ו-4 מג"ל למט"ש כ"ס/ה"ה ומט"ש רמה"ש בהתאמה. ריכוז ה-TOC בקטע התיכון של הנחל גבוה פי ארבע מהריכוז בקטע העליון, דבר המצביע על תרומת הקולחים הירודים המגיעים לירקון ממעלה נחל קנה וממט"ש דרום שרון מזרחי.

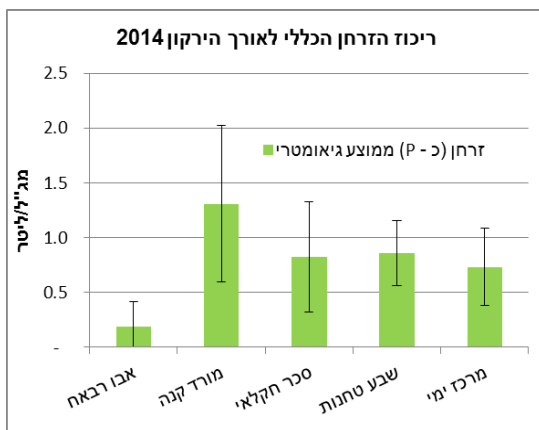


איור 14 - ממוצע גיאומטרי לריכוז הפחמן האורגני הכללי לאורך הירקון ב-2014

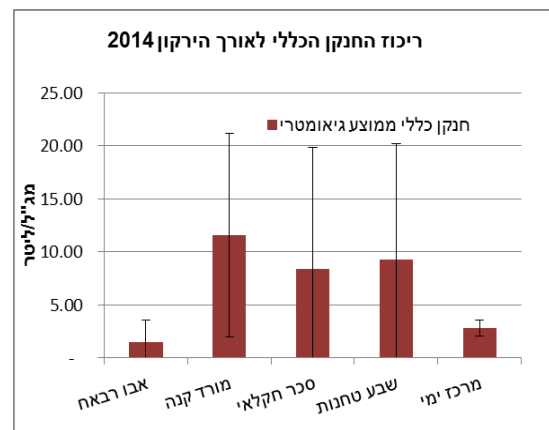
פרופיל זרחן וחנקן לאורך הירקון

קטע העליון של הירקון, הריכוז הממוצע של החנקן והזרחן הכללי הוא 1.5 ו-0.2 מג"ל בהתאמה (איורים 15 ו-16). בקטע התיכון של הירקון הריכוז הממוצע של החנקן והזרחן הכללי הוא 10 ו-1 בהתאמה. יחס זה הוא קרוב ליחס הרצוי של עודף זרחן ביחס לריכוז החנקן.

ריכוז החנקן הכללי הרצוי במי הירקון הוא נמוך מ-1.6 מג"ל וריכוז הזרחן הכללי הרצוי הוא 0.1 מג"ל. ריכוזים אלו הם היחס הרצוי בין חנקן לזרחן העומד על 16:1 בהם מתקיים האיזון האופטימלי למניעת פריחת אצות. במקרה שריכוז החנקן גבוה מתפתחות אצות חוטיות ובמצב בו יש עודף של זרחן מתפתחות אצות פלנקטוניות. ככלל יש עדיפות להתפתחות אצות חוטיות, כלומר עודף חנקן, או הזרחן כגורם מגביל. זאת מאחר ובמקרה זה המים נותרים צלולים וקל יותר לטפל באצות להרחיק את החנקן מהמים.

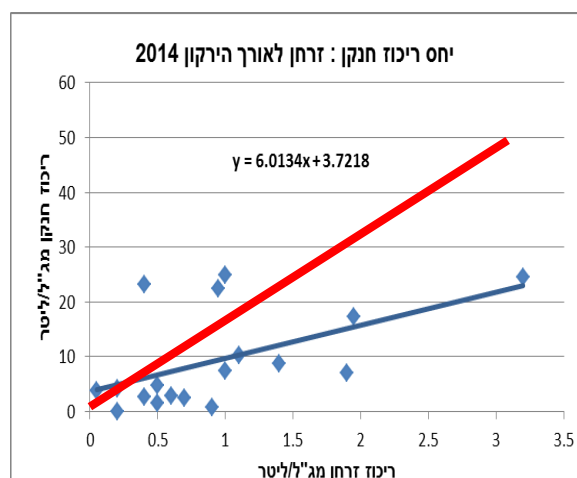


איור 16- ריכוז הזרחן 2014



איור 15- ריכוז החנקן 2014

הקו האדום באיור 17 מציג את היחס הרצוי של 16:1 בין ריכוזי החנקן והזרחן הכללי. בירקון היחס מיוצג בקו הכחול נראה כי בירקון מתקיים עודף של זרחן ביחס לחנקן ובכך מתקיימים התנאים להתפתחות אצות פלנקטוניות הגורמות לעכירת המים.



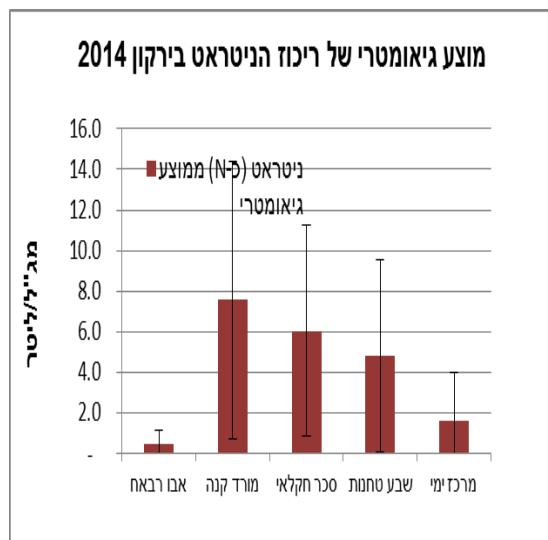
איור 17 - יחס חנקן : זרחן לאורך הירקון 2014

פרופיל ריכוזי האמוניה והניטראט לאורך הירקון

ריכוזי האמוניה והזרחן המותרים להזרמה לנחלים, על פי ועדת ענבר, הם 1.5 ו- 1.0 מג"ל בהתאמה. ריכוז האמוניה הרצוי באפיק הירקון גם הוא 1.5 מג"ל. ריכוזי האמוניה שנמדדו לאורך הקטע הנקי נעו בין 0.05 מג"ל ל- 0.6 והזרחן 0.2 עד 0.4 מג"ל.

פרופיל האמוניה, הניטראט והזרחן בקטע התיכון של הירקון מושפעים מאיכות הקולחים המוזרמים מהמט"שים ומהקולחים הירודים המגיעים מאגן נחל קנה. העליה בריכוזי האמוניה, הניטראט והזרחן שנמדדו במורד כניסת נחל קנה לירקון מראים את השפעת הקולחים על איכות מי הנחל ובעיקר את כושר מיהול ריכוזים אלו הודות לכניסת כ- 800 מק"ש מי מקור (איור 18). נמדדו הבדלים בריכוזי האמוניה והזרחן בין דיגומי האביב והקיץ ודיגום החורף. זאת כתוצאה מהזרמת קולחי מט"ש דר' שרון מזרחי לירקון בחודשים אוקטובר עד יוני.

הירידה בריכוז הניטראט לאורך הירקון מצביע על תהליך הדהניטריפיקציה המתקיים לאורך האפיק והרחקת תרכובות החנקן ממי הנחל (איור 19).



איור 19- ממוצע גיאומטרי של ריכוז הניטראט בירקון 2014

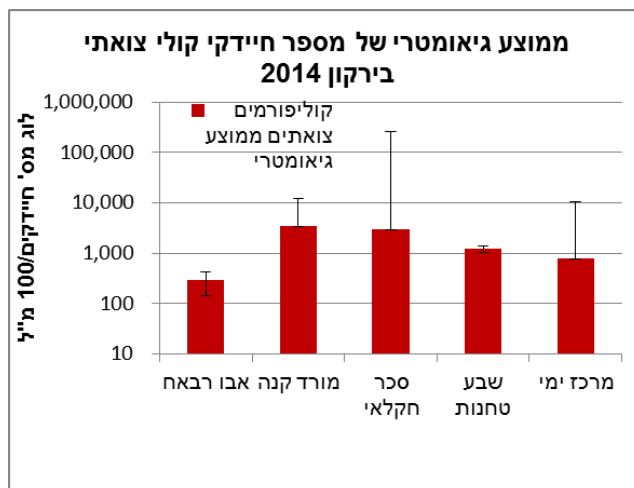


איור 18- ממוצע גיאומטרי של ריכוז האמוניה בירקון 2014

פרופיל חיידקים לאורך הירקון

פרופיל החיידקים לאורך הירקון מיוצג על ידי תוצאת מספר חיידקי הקולי הצואתי שנדגמו לאורך הירקון במספר מחזורי דיגום במהלך (איור 20) 2014. בקטע הנקי, המיוצג על ידי נק' דיגום אבו רבאח, נמדדו גם בקיץ וגם בחורף ערכים נמוכים של חיידקי קולי צואתי, כאלה הדומים ואופייניים למים עיליים

נקיים. בקטע התיכון באזור מורד קנה, סכר חקלאי ושבע טחנות נמדדה עליה של שני סדרי 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 ירדה של סדר גודל במספר החיידקים והנגרמת הודות לתהליכי טיהור עצמי.

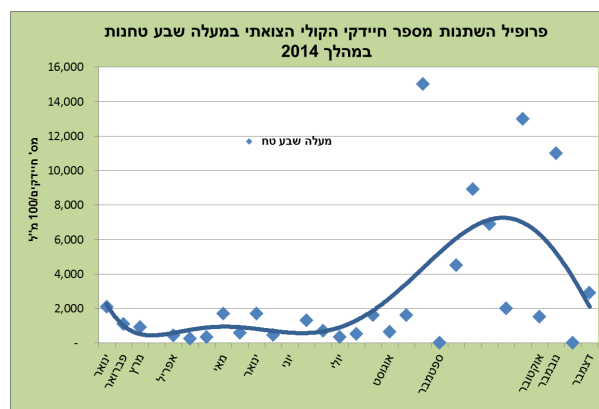


איור 20 - ממוצע גיאומטרי של מספר חיידקי קולי צואתי בירקון 2014

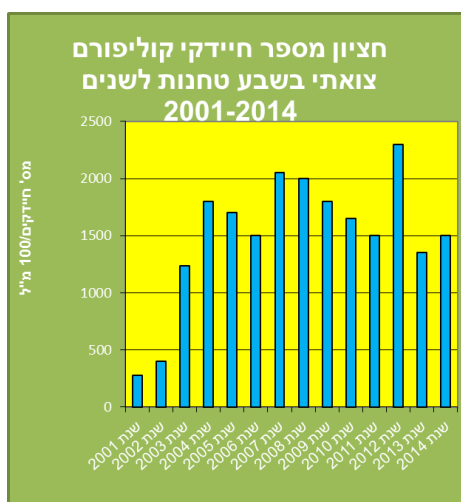
דיגום בקטריולוגי בקטע מלוח

ב- 2014 איכות מי הנחל בקטע המלוח בו מתקיימת פעילות שייט, התאימה לשייט במשך כ- 12 חודשים ברציפות.

ניטור הקטע המלוח של הירקון מבוצע בתדירות של אחת לשבוע בעונה היבשה ואחת לחודש בתקופת הגשמים. במהלך תקופת הניטור בשנת 2014 בוצעו סה"כ 168 דגימות ב- 29 מחזורי דגימה. איכות המים במהלך 2014 התאימה לשייט במהלך כל השנה למרות עליה במספר החיידקים במעלה שבע טחנות, שהחלה בחודשים אוקטובר נובמבר, עם הגברת הזרמת הקולחים והשפכים בנחל קנה (איור 21). חציון מספר החיידקים במעלה שבע טחנות דומה לחציון שנמדד ב- 2013 (איור 22).

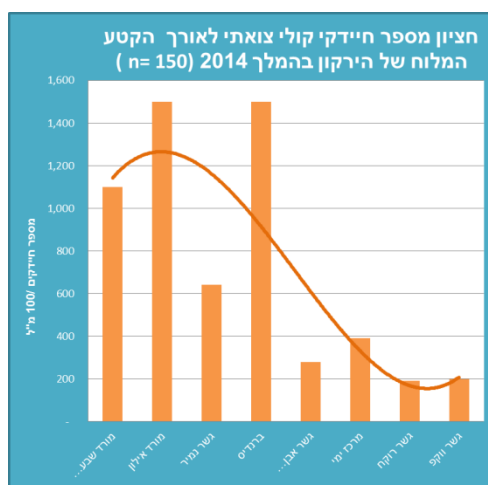


איור 21 - פרופיל השתנות מספר חיידקי הקולי הצואתי במעלה שבע טחנות מהלך 2014



איור 22 חציון מספר חיידקי קוליפורם צואתי בשבע טחנות לשנים 2001 - 2014

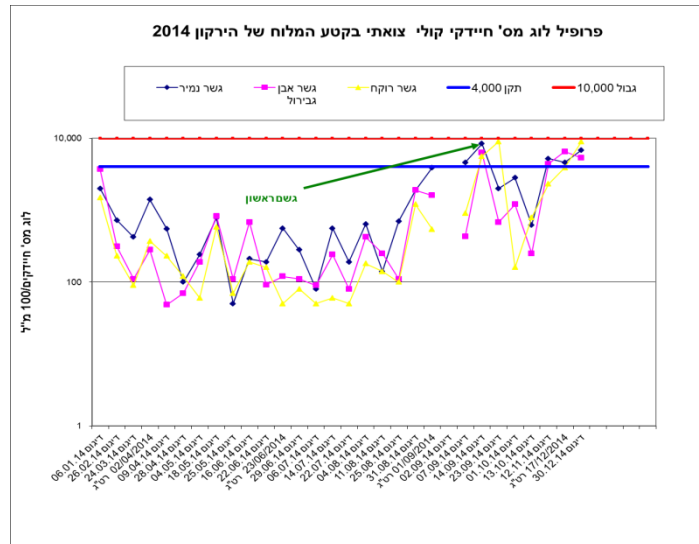
לאורך הקטע המלוח מתקיימת עקומת דעיכה של מספר חיידקי קולי הצואתי מהמעלה למורד (איור 23). באיור ניתן לראות את ההשפעה לרעה שמתרחשת כתוצאה מכניסת מים מזוהמים יחסית ממעלה שבע טחנות ומנחל איילון. במורד נחל אילון ובאזור כניסת נקז רחוב ברנדייס.



איור 23 - חציון מספר חיידקי קולי צואתי לאורך הקטע המלוח של הירקון במהלך 2014

באיור 24 מוצגים תוצאות הדיגומים של שלוש נקודות מייצגות לאורך הקטע המלוח. הקו הכחול באיור מייצג את הסף העליון של מספר החיידקים בתקן לשייט. ב- 2014 בין החודשים ספטמבר לדצמבר, נמדדו בארבע אירועים בודדים חריגה באיכות המים לשייט, איכות מי הנחל התאימה לשייט מתחילת חודש ינואר ועד סוף חודש דצמבר 2014, זאת לעומת שנים קודמות בהם האיכות התאימה לשייט מתחילת חודש אפריל ועד חודש סוף נובמבר.

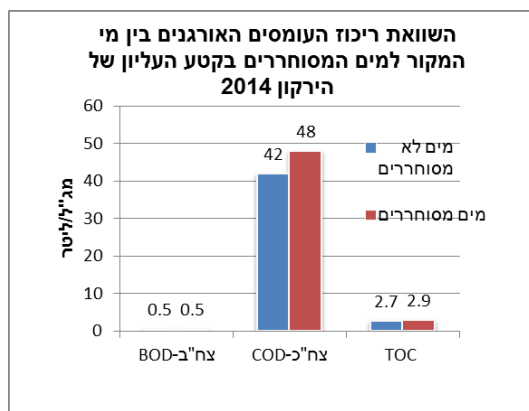
יש לציין כי עם הגשם הראשון נכנסים לירקון מים המכילים מזהמים שונים בערכים גבוהים ומספרים גבוהים במיוחד של חיידקים. מספרים אלו עולים עד שלושה סדרי גודל (למאות אלפים). עם ההפוגה בגשמים חלה הפחתה מהירה בסדרי הגודל של החיידקים ואיכות המים חוזרת בדרך כלל לאיכות המתאימה לשייט.



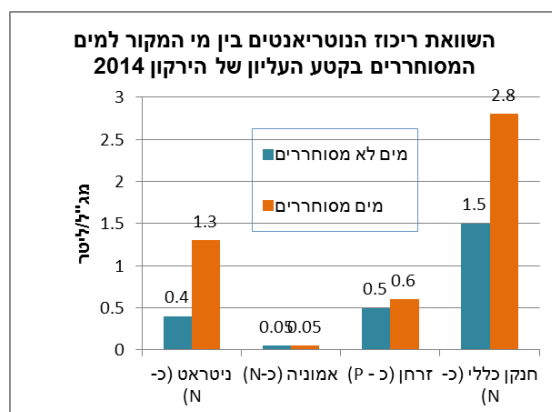
איור 24 – פרופיל לוג מס' חיידקי קולי צואתי בקטע המלוח של הירקון 2014

סחרור מים בקטע העליון של הירקון

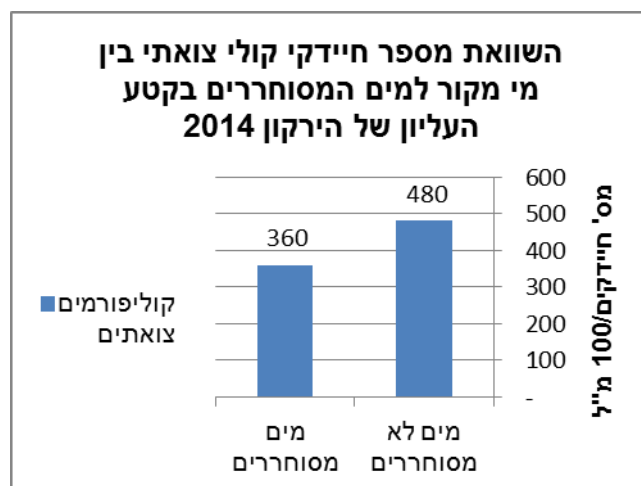
בקיץ 2014 פעלה, למשך מכ-5 חודשים מערכת שאיבה לסחרור מים בקטע העליון של הירקון. אל הקטע הנ"ל מסופקים כ – 850 מ"ק/שעה מי מקור ממעינות ראש העין. מערכת הסחרור מסחררת מים בקטע נחל שאורכו כ – 6 ק"מ ובספיקה של 1,200 מ"ק/שעה. נערכה השוואה בין איכות המים המסוחררים והמים הלא מסוחררים בקטע זה. איור 25 מראה את ההשוואה במדדים של המייצגים את העומסים האורגנים בין המים המסוחררים והלא מסוחררים ונראה כי סחרור המים אינו משפיע על ריכוזי העומסים האורגנים. איור 26 משווה את השתנות ריכוזי הנוטריינטים כתוצאה מסחרור המים. על פי תוצאות החנקן הכללי והניטראט נמצא שיש עליה בריכוז החנקן הכללי שנגרמת מעליה בריכוז הניטראט במים המסוחררים. לא נמדדה עליה בריכוזי האמוניה והזרחן. איור 27 מראה את ההשוואה במספר חיידקי הקולי הצואתי בין המים המסוחררים והלא מסוחררים ונמצא כי סחרור המים אינו גורם לעליה או להרעה במספר החיידקים כתוצאה מסחרור. במקביל לניטור איכות המים מבוצע גם לעקב לימנולוגי של השפעת הסחרור על חסרי החוליות בקטע הנחל המסוחרר.



איור 25 - השוואת ריכוז העומסים האורגניים בין מי המקור למים המסוחרים בקטע העליון של הירקון 2014



איור 26 - השוואת ריכוז הנוטריאנטים בין מי המקור למים המסוחרים בקטע העליון של הירקון 2014



איור 27 - השוואת מספר חיידקי קולי צואתי בין מי המקור למים המסוחרים בקטע העליון של הירקון 2014

ניטור מערכת האגנים הירוקים

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.



החלק העיקרי של נפח 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.

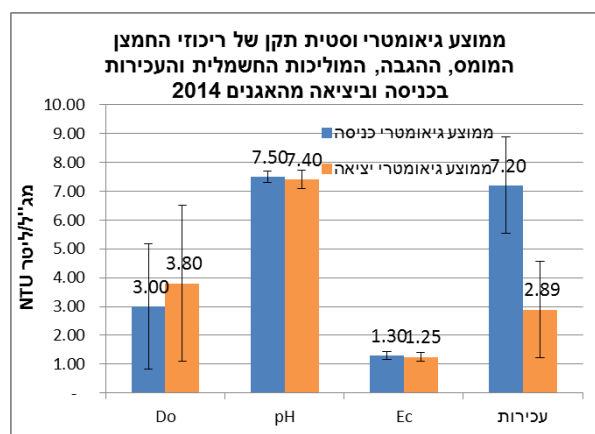
ניטור איכות המים באגנים הירוקים

במהלך 2014 בוצעו שמונה מחזורי דיגום שונים בשיטת "חטף". כן בצע דיגום אחד מורכב של איכות המים באגנים לצורך השוואה כך שניתן לומר כי תוצאות הניטור בחטף מייצגות את איכות המים הקבועה באגנים.

חמצן מומס, הגבה, מוליכות חשמלית ועכירות

במהלך 2014, ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים היה דומה 3.0 ו 3.8 מג"ל בהתאמה וללא הבדל מובהק (איור 28). זאת בהשוואה לריכוזים של 5.0 ו 7.5 מג"ל בכניסה וביציאה בהתאמה בשנים קודמות. 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) והמוליכות החשמלית (EC)

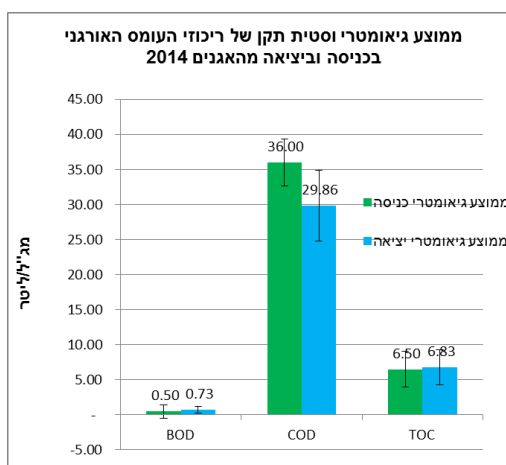
ביציאה והכניסה מהאגנים. נמדדה ירידה מובהקת בערכי העכירות בין הכניסה ליציאה מהאגנים 7.2 NTU 2.89 בהתאמה.



איור 28 – ריכוזי החמצן המומס, ההגבה, המוליכות החשמלית והעכירות בכניסה וביציאה מהאגנים 2014

עומסים אורגניים באגנים הירוקים

ריכוז העומסים האורגניים המיוצג בערכי המדדים BOD, COD ו-TOC. ב 2013, ריכוזי מדדים אלו שנמדדו בכניסה לאגנים היו נמוכים מערכי תקן ועדת ענבר להזרמה לנחלים. ביציאה מהאגנים נמדדו ירידות מובהקות בערכי מדדים אלו לירקון. לעומת זאת, במהלך 2014 (איור 29) לא נמדדו הבדלים בין במדדי העומסים האורגניים בכניסה וביציאה מהאגנים,



איור 29 – ריכוז העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים 2014

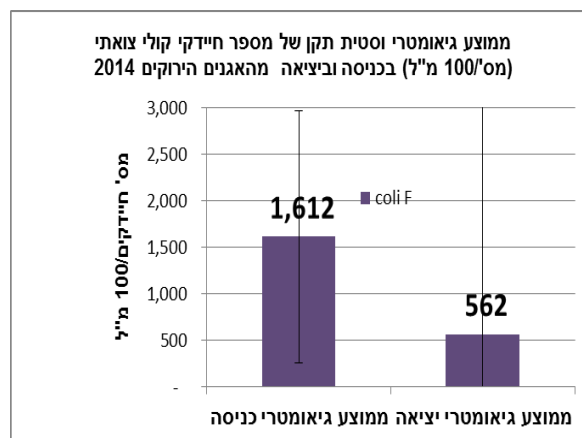
מוצקים מרחפים באגנים הירוקים

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.

חיידקים באגנים הירוקים

ממוצע מס' החיידקים שנמדדו בכניסה לאגנים היה גבוה ממס' החיידקים ביציאה מהאגנים לירקון. 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 (איור 30).

יש לצין את סטית התקן הגדולה לממוצע הגיאומטרי של מספר החיידקים ביציאה מהאגנים שנגרם ממקרים בודדים בהם נמדד מספר חריג גבוה ביציאה מהאגנים.



איור 30 – חיידקי קולי צואתי בכניסה וביציאה מהאגנים 2014

נוטריאנטים באגנים הירוקים

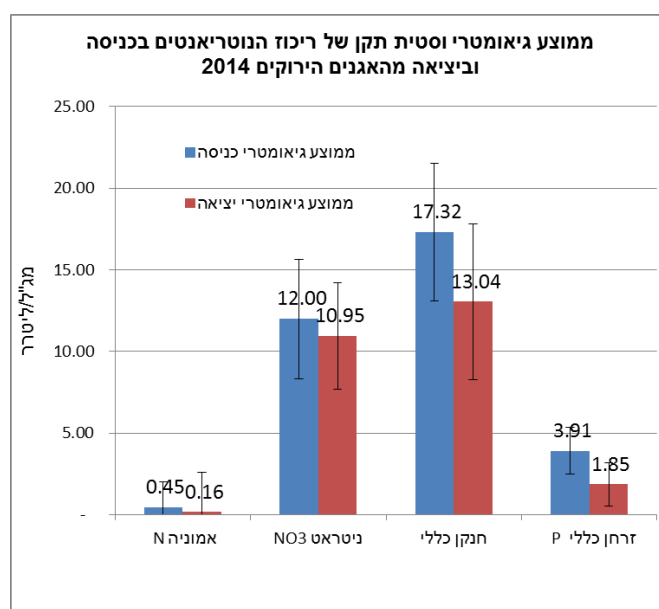
אמוניה: עד לריכוז אמוניה של כ-5 מג"ל, האגנים אמורים להוריד את הריכוז לערך נמוך מ-1 מג"ל. ריכוז האמוניה הנדרש על פי תקן ענבר להזרמה לנחלים הוא נמוך מ-1.5 מג"ל. מט"ש כ"ס/ה"ה הינו מט"ש שלישוני וריכוז האמוניה בכניסה לאגנים היה נמוך אף מ-0.5 מג"ל ברוב תקופת הניטור ובפועל לא נמדד הבדל בין הריכוז בכניסה וביציאה. 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

שבוע 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 2014 הריכוזים המוצעים בכניסה וביציאה מהאגנים היו 0.45 ו-0.16 מג"ל בהתאמה הפחתה של 64% (איור 31).

ניטראט: מדיניות רשות הנחל קובעת את הכלל כי אין להזרים לירקון מים עם ריכוז ניטראט ($\text{NO}_3\text{-N}$) גבוה מ- 5 מג"ל. על פי נתוני איכות המים בכניסה וביציאה מהאגנים ב-2014 היו 12.0 ו- 10.95 מג"ל בהתאמה וללא הבדל מובהק ביניהם. וכן על פי תוצאות דיגום איכות הקולחים היוצאים ממט"ש כ"ס/ה"ה (9.6 בממוצע ומקסימום של 15.8 מג"ל), נראה כי הקולחים המוזרמים לירקון דרך האגנים מכילים 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 היה ב 2013 ללא הבדל מובהק ועמד על כ- 12 מג"ל. ב 2014 מוצע ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים היה 17.3 ו-13.04 מג"ל בהתאמה. חריגה מתקן ועדת ענבר גם בכניסה וגן ביציאה מהאגנים והפחתה של 24% בלבד.

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 3.9 ו- 1.8 כך שנמדד הבדל מובהק של כ-50% בין הכניסה והיציאה מהאגנים בהתאמה.



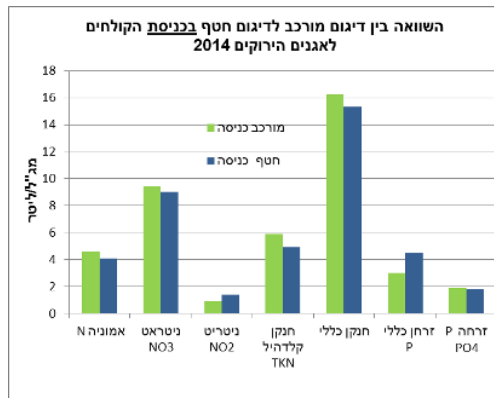
איור 31 – ריכוז הנוטריאנטים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים 2014

השוואת דיגום מורכב מול דיגום חטף בכניסה וביציאה של האגנים הירוקים 2014

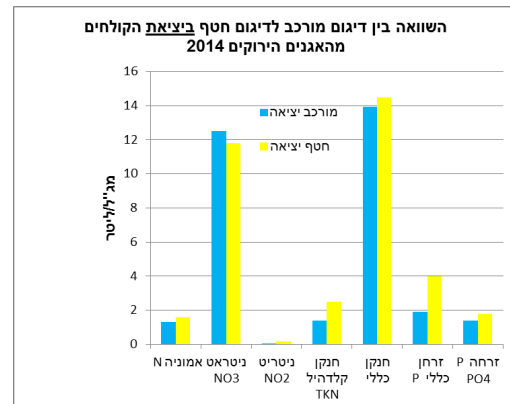
אגן מס' 1 מכיל כ- 6,000 מטרים מעוקבים מים ואגנים מס' 2 ו-3 יחד מכילים כ-3,300 מטרים מעוקבים כל אחד. עומק האגנים הוא 1.2 מ' כאשר האגרטים מהווים כ-50% מהנפח. מילוי האגנים נעשה ברצף, ולא במקביל, כך שכל הזמן אגן כלשהו מתמלא בעוד האחר מתרוקן. לצורך קביעת אמינות התוצאות המתקבלות מביצוע דיגום חטף בכניסה וביציאה מהאגנים, בוצע בתאריך 22.7.2014 דיגום חטף במקביל לביצוע דיגום מורכב של הקולחים בכניסה וביציאה מהאגנים.

במהלך הדיגום נאספו דוגמאות בעת מילוי וריקון שלוש האגנים. סבב הדיגום ואורכו היו תלויים בקצב המילוי והריקון של האגנים.

מי הקולחים נדגמו בכניסה וביציאה מהאגנים בדיגום מורכב שכלל 14 דוגמאות מהכניסה ו-15 דוגמאות מהיציאה. הקולחים הנכנסים לאגנים נדגמו ישירות מהצינור המזין את כל אחד מהאגנים באמצעות מקל דיגום ובקבוק זכוכית בנפח 200 מ"ל בקצהו. דיגום הקולחים ביציאה מהאגנים הירוקים נעשה מתוך מבנה הבטון דרכו יוצאים המים ובעזרת חבל ובקבוק זכוכית בנפח של 200 מ"ל. דוגמאות הקולחים ביציאה ובכניסה נדגמו באינטרוולים של 20 דקות בעת זרימת המים.



אזור 33 – השוואת דיגום חטף ודיגום מורכב בכניסה לאגנים



אזור 32 – השוואת דיגום חטף ודיגום מורכב ביציאה מהאגנים

על פי תוצאות הדיגום החטף ובהשוואה לדיגום המורכב (איורים 32 ו-33) ולאור הזהות הגבוהה בין סוגי הדיגומים נראה כי דוגמת חטף הינה מספקת יחד עם זאת יש להקפיד כי דיגום החטף לא יבוצע בפרקי הזמן של הדקות הראשונות/אחרונות של המילוי או הריקון. אולם, במידה וישנו עניין בבדיקת יעילות הפחתת נוטריינטים או מזהמים במהלך השהות באגן, יש לבצע דיגום מורכב. כמו כן, על דיגום מורכב לכלול לפחות 10 דגימות במהלך המילוי/ריקון של האגן.

השתנות ריכוזי מדדי איכות המים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים בשנים 2011 - 2014

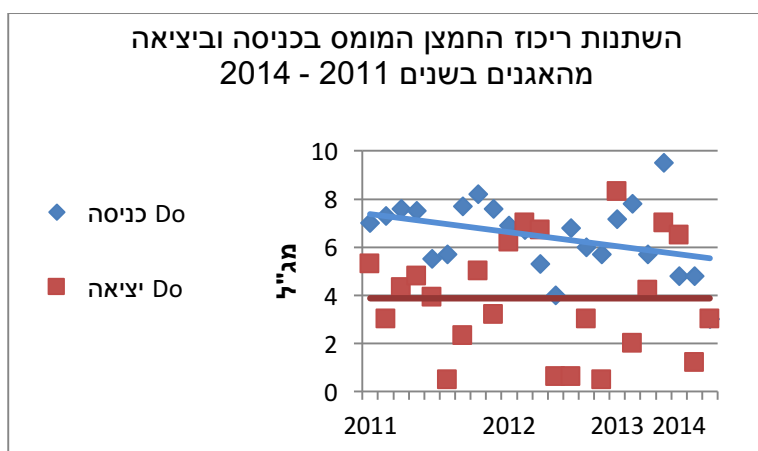
מערכת האגנים של הירקון היא מסוג subsurface flow (SSF), שבה מתקיימת זרימה אנכית בתווך מצע אבני. האגנים הירוקים משמשים להגנה על הנחל מתנודות צפויות באיכות הקולחים המוזרמים לנחל וכן לסייע בהרחקת חומרים שאינם מורחקים במט"ש כמו שאריות חומרי הדברה, חומרים ממוצא תרופתי והורמונים. האגנים מהווים בית גידול לח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

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 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 ארבע 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 – 2014 (איור 34) הראה ירידה ליניארית מריכוז ממוצע של כ-7 מג"ל ב 2011 לריכוז ממוצע של כ-5 מג"ל ב 2014 עם תנודות עונתיות ופיזור שנע בין 4 ל-8 מג"ל מהממוצע.

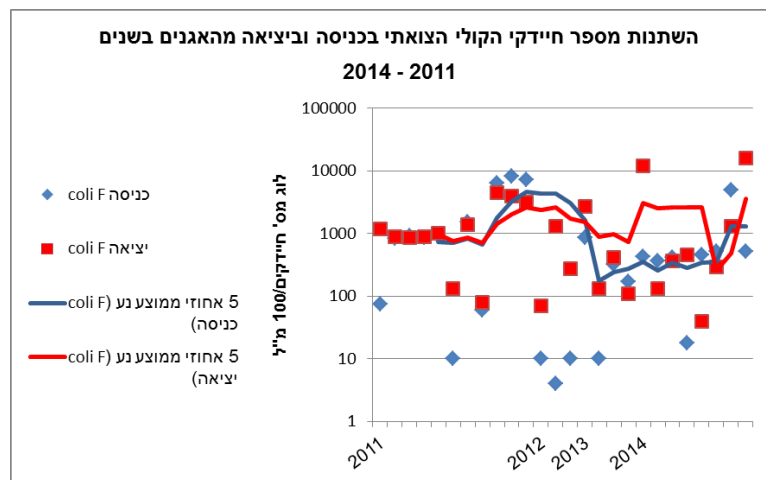
לעומת זאת, ממוצע ריכוז החמצן המומס ביציאה מהאגנים במהלך שנים אלו היה כ-4 מג"ל במהלך כל התקופה אך הפיזור הערכים סביב הממוצע היה גדול יותר בהשוואה לפיזור בכניסה לאגנים ונע בין ריכוזים של 0.5 מג"ל ועד לריכוזים של 8 מג"ל וללא קשר עונתי נראה.



איור 34 – השתנות ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

פרופיל על ציר זמן של חיידקי קולי צואתי באגנים הירוקים

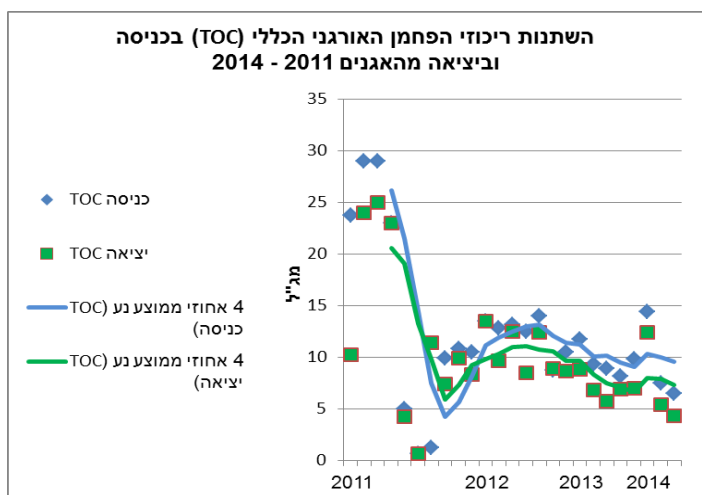
פרופיל חיידקי קולי צואתי במהלך השנים 2011 – 2014 בכניסה וביציאה מהאגנים (איור 35) מראה שתי פאזות שונות. בשנים 2011 – 2012 נמדדה אחידות וזהות במספר החיידקים בין הכניסה והיציאה של הקולחים וממוצע מספר החיידקים היה כ-1,900 ו-1,400 חיידקים בתאמה. לעומת זאת, בשנים 2013 – 2014 נראה שינוי והיפוך בפרופיל בו נמדדו מוצעים של 750 ו-2,400 חיידקים בכניסה וביציאה מהאגנים בהתאמה. המשמעות היא כי במהלך 2013 ו-2014 האגנית העלו את מספר החיידקים בקולחים המוזרמים לירקון בהשוואה לריכוז בכניסה. ריכוז החיידקים הנמוך יותר בכניסה לאגנים נגרם ככל הנראה, מתפעול תקין יותר של מערכת החיטוי ב UV במט"ש בשנים 2013 – 2014. ריכוז החיידקים ביציאה העומד על 1,000 עד 2,500 חיידקים מתאים, על פי ניסיונו, לריכוזים הנמדדים למערכות מים עיליות פתוחות.



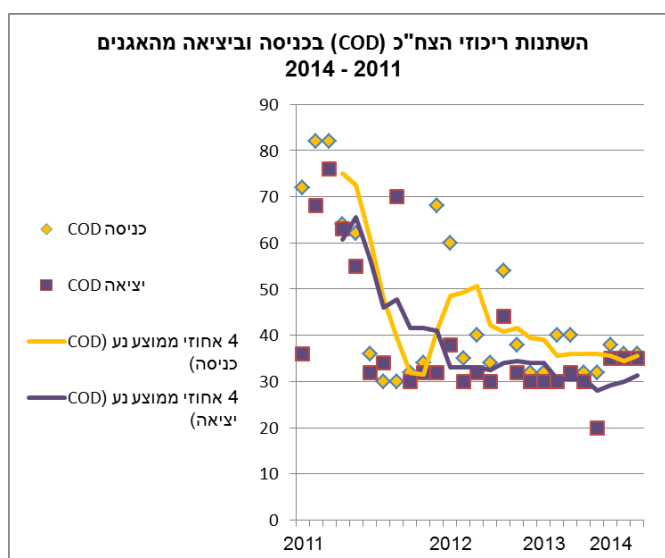
איור 35 – השתנות מספר החיידקים בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

פרופיל ההשתנות על ציר זמן של העומס האורגני באגנים הירוקים

פרופיל ההשתנות העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים במהלך 2011-2014 מראה ירידה בריכוזי ה TOC (איור 36) וירידה בריכוזי ה COD (איור 37) בקולחים היוצאים מהמט"ש במהלך 2011. בהשוואה בין הריכוזים בכניסה וביציאה מהאגנים נמדדה ירידה של 27% ו-17% בריכוזי ה TOC וה COD ביציאה מהאגנים בהתאמה.



איור 36 – השתנות ריכוזי הפחמן האורגני הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

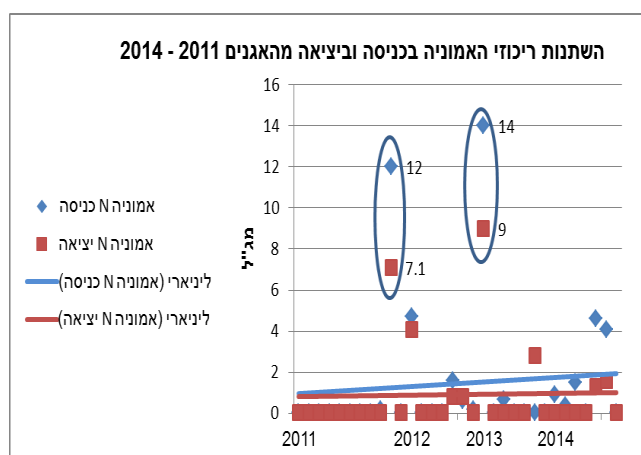


איור 37 – השתנות ריכוזי הCOD בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

פרופיל על ציר זמן של ריכוזי הנוטריאנטים באגנים הירוקים

אמוניה

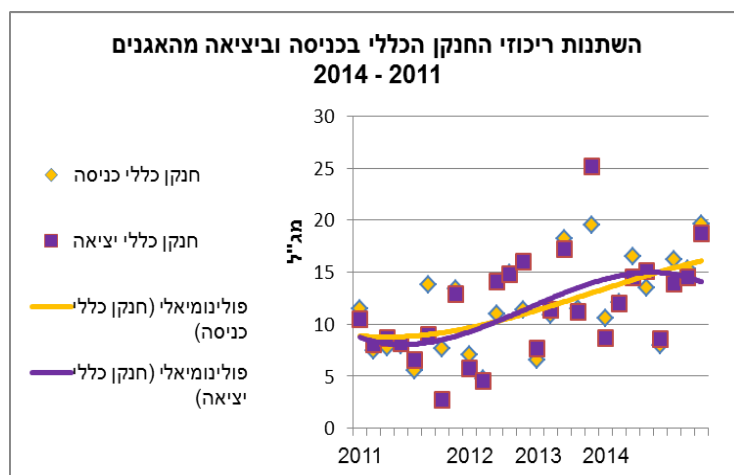
פרופיל ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים לא השתנה במהלך השנים 2011 – 2014 (איור 38). ככלל, ריכוז האמוניה המוצע בכניסה וביציאה מהאגנים היה 1.5 ו-0.9 מג"ל בהתאמה, ירידה של 40%. במספר מקרים בהם ריכוז האמוניה בכניסה לאגנים חרג לערכים של 12 ו-14 מג"ל, ריכוז האמוניה ביציאה ירד ל-7.1 ו-9 מג"ל ירידה של 35% ו-40% בהתאמה. כלומר בכל מקרה, האגנים מורידים את ריכוז האמוניה בכ – 40%.



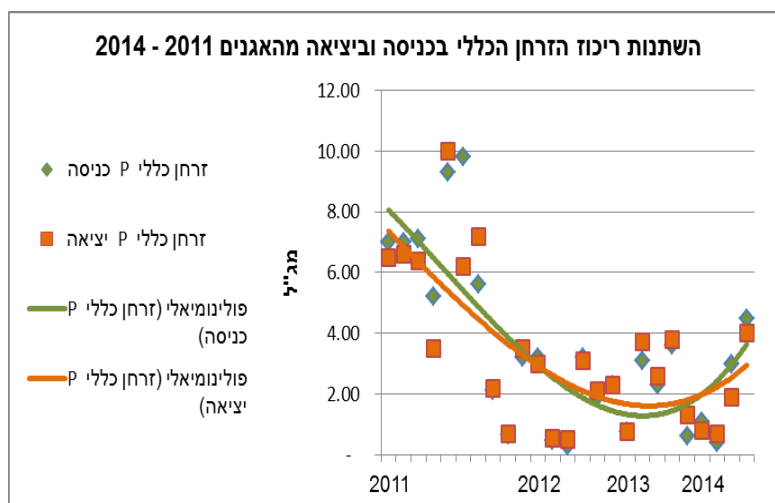
איור 38 – השתנות ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

חנקן וזרחן כללי

פרופיל החנקן הכללי במהלך 2011 – 2014 (איור 39) הראה מגמה של עליה בריכוזים מ-8-9 ל-13 ו-14 מג"ל בכניסה וביציאה בהתאמה. במקביל לשנים אלו, ריכוזי הזרחן הכללי (איור 40) ירדו בכניסה וביציאה מהאגנים מ-5-5 ל-2-2 מג"ל ב-2014 בהתאמה. השתנות פרופיל הריכוזים במהלך התקופה הוא כתוצאה משינויים בריכוזים בקולחים היוצאים מהמט"ש.



איור 39 - השתנות ריכוזי החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 – 2014



איור 40 – השתנות ריכוזי הזרחן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 - 2014



הערכה ראשונית של המצאות ושרידות מיקרו-מזהמים אורגנים באגנים הירוקים בהוד השרון

דו"ח לרשות נחל הירקון, מוגש ע"י ד"ר שי ארנון¹ וד"ר ולודמילה גרויסמן²

בהשתתפות מעיין ישעיהו¹, פניאלה דותן¹ וטל גודינגר¹

¹ מכון צוקרברג לחקר המים, המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

² המעבדה לבריאות הציבור ע"ש פליקס, משרד הבריאות, מדינת ישראל

מבוא

מערכת האגנים הירוקים בהוד השרון נבנתה במהלך השנים האחרונות על מנת לשמש כמערכת ליטוש

איכות הקולחים, לפני שחרורם לנחל הירקון, וכטיפול חירום במקרה של תקלה במתקן הטיפול

בשפכים. מערכת האגנים החלה לפעול באופן סדיר בקיץ 2011, אם כי הזרמת קולחים באופן לא סדיר

החלה מספר חודשים קודם לכן. נכון להיום, האגנים מקבלים קולחים לאחר טיפול שלישוני (סינון חול

וחיטוי באמצעות UV) ממט"ש כפר-סבא הוד השרון. מערכת האגנים מורכבת משלוש בריכות

המופעלות בזרימה תת-קרקעית אנכית, העובדות לסירוגין בהתאם לקצב הזרמת הקולחים לאגנים.

הזנת הקולחים מבוצעת באמצעות זקיפים על פני השטח. הקולחים מחלחלים דרך המצע, מצטברים

באגן עד הצפת פני השטח, ולאחר מכן מתנקזים ע"י סיפון. לאור משטר הזרימה המתואר, התנאים

הצפויים להיווצר באגן הינם בעיקר איירובים (חלחול המים בסביבה בלתי רוויה). תהליכים אנאירובים עשויים להיווצר בעיקר תוך כדי מילוי המים, כאשר נוצרת סביבה רוויה.

שטח האגנים השונים שונה, אולם עומקם אחיד ועומד על כ- 120 ס"מ. מילוי האגנים באגרנט נעשה בשלוש שכבות של הכוללות: 30 ס"מ דולומיט בגודל 19-14 מ"מ ("חצץ"), 20 ס"מ בזלת בגודל 4-9 מ"מ ("שומשום"), ו-60 ס"מ דולומיט בגודל 9-4 מ"מ ("שומשום"). בנוסף למצע באגנים, נשתלו בפני השטח של האגנים צמחים. לצמחים צפויה תרומה מעטה יחסית בסילוק מזהמים, אולם במקרים רבים הם מהווים חלק חשוב למערכת המיקרוביאלית בכך שהם מהווים מצע לגידול ביופילמים ואף משתתפים במיחזור הנוטריינטים. כלומר, היכולת של האגנים לסלק מזהמים שונים תלויה אם כן בתכונות הפיזיקליות של האגן (אגרנטים) ובתהליך "הבשלת" הצמחים והמיקרואורגניזמים אשר להם חלק עיקרי בפירוק מזהמים.

לאור העובדה שאיכות הקולחים המגיעים לאגנים צפויה לעמוד בתקני וועדת ענבר, החשש העיקרי הוא שמזהמים אשר אינם מעוגנים בחוק משוחררים אל נחל הירקון ועשויים לפגוע במערכת האקולוגית שלו. החשש העיקרי הוא מתרכובות אורגניות בעלות השפעה על מערכות ביולוגיות גם בריכוזים נמוכים. קבוצה זו מכונה לרוב מיקרו-מזהמים אורגנים והיא כוללת שאריות תרופות ומוצרי טיפוח (PPCPs- pharmaceuticals and personal care products), שאריות חומרי הדברה, הורמונים ותרופות אורגניות ממקורות אחרים. מתוך כל סוגי המיקרו-מזהמים, הקבוצה המסוכנת ביותר מבחינה סביבתית/בריאותית קשורה לחומרים משבשי פעילות אנדוקרינית (EDCs- endocrine disruptive compound). תרכובות EDCs עשויות לשבש את פעילות המערכת הביולוגית גם בריכוזים נמוכים במיוחד. לדוגמא: חלק מההורמונים צפויים לשבש את הפעילות האנדוקרינית בדגים כבר בריכוזים של 10 ng/L.

לאור האמור לעיל, נבדקה יעילות סילוק מיקרו-מזהמים במערכת האגנים הירוקים בהוד השרון ע"י השוואת הריכוזים בכניסה וביציאה לאגנים. בדו"ח הראשוני שהוגש לרשות נחל הירקון ב-2011, נמצא כי דוגמת חטף מספקת מידע מהימן על איכות המים המגיעים לנחל, כל עוד היא לא נלקחת בזמן הדקות הראשונות/אחרונות של המילוי או הריקון. אולם, במידה וישנו עניין בבדיקת כמותית מדויקת של יעילות הפחתת נוטריינטים או מזהמים במהלך השהות באגן, יש לבצע דיגום מורכב. זאת מכיוון שהשוואת ההרכב הכימי של המים בזמן הריקון, כפי שנמדדה בריכוזי אמוניום וניטרט, יכולה להגיע עד ל-20% מהערך הממוצע שמתקבל מדיגום מורכב.

שיטות

דיגום

דגימות קולחים מהאגנים הירוקים נעשו בתאריכים: 13.2.2013, 6.8.2013, 25.3.2014 ו-22.7.2014. במהלך הדיגום נאספו דוגמאות בעת מילוי וריקון שלוש האגנים. סבב הדיגום ואורכו היו

תלויים במצב המילוי והריקון של האגנים. אגן 1 מכיל כ- 6,000 מטרים מעוקבים מים ואגנים 2 ו-3 יחד מכילים כ-6,600 מטרים מעוקבים. עומק האגנים הוא 1.2 מ' כאשר האגרטים מהווים כ 50% מהנפח. מילוי האגנים נעשה ברצף, ולא במקביל, כך שכל הזמן אגן כלשהו מתמלא בעוד האחר מתרוקן. מי הקולחים נדגמו בכניסה וביציאה מהאגנים בדיגום מורכב שכלל 14 דוגמאות מהכניסה ו-15 דוגמאות מהיציאה. הקולחים הנכנסים לאגנים נדגמו ישירות מהצינור המזין את כל אחד מהאגנים באמצעות מקל דיגום ובקבוק זכוכית בנפח 200 מ"ל בקצהו. דיגום הקולחים ביציאה מהאגנים הירוקים נעשה מתוך מבנה הבטון דרכו יוצאים המים בעזרת חבל ובקבוק זכוכית בנפח של 200 מ"ל. דוגמאות הקולחים ביציאה ובכניסה נדגמו באינטרוולים של 20 דקות בעת זרימת המים (לא נדגמו מים עומדים). נפח הדוגמאות המורכבות היה כ-3 ליטרים שנאספו אל בקבוקי זכוכית כהים שעברו שטיפה מוקדמת בחומצה ואצטון. הבקבוקים נשמרו בקירור לאורך הדיגום והועברו באותו היום למעבדה לאיכות מים של משרד הבריאות, שם עברו מיצוי ואנליזה (תוך שבועיים מיום הדיגום). התרכובות שנבדקו מופיעות בטבלה 1 ונקבעו על סמך סקרים קודמים שנעשו וכללו רק תרכובות שלהן קיים במעבדה סטנדרט אנליטי לכימות. הריכוז של תרכובות EDCs נבדק בכל ארבעת סבבי הדיגום ואילו ריכוזי PPCPs (למעט carbamezipene) נמדדו רק בשני סבבים (שנת 2014).

שיטות אנליטיות

מיצוי ואנליזה של מיקרו-מזהמים אורגנים נעשתה בשיטת מיצוי בפזה מוצקה ואנליזה ב- GC/MS לפי פרוטוקול EPA 525.2. מיצוי ואנליזה לבדיקת חומרים משבשי פעולה הורמונלית (EDCs) במים נעשתה בשיטת מיצוי בפזה מוצקה ואנליזה ב- LC/MS ע"פ פרוטוקול EPA 1694. אי-הוודאות של תוצאות שכומתו היא $\pm 30\%$. עקב מיעוט דוגמאות לא נערך מבחן סטטיסטי לבחינה האם ההבדלים בריכוזים בכניסה וביציאה שונים באופן משמעותי.

טבלה 1: רשימת התרכובות שנכללו באנליזה של הקולחים באגנים הירוקים		
Compound	Type	Use
Estrone	EDC	Reproductive hormone
17 β -estradiol	EDC	Reproductive hormone
Estriol	EDC	Reproductive hormone
Testosterone	EDC	Reproductive hormone
Bisphenol A	EDC	Plasticizer
Octyl-phenol	EDC	Non-ionic detergent
Nonyl Phenol	EDC	Non-ionic detergent
Carbamazepine	PPCP	Anticonvulsant and mood-stabilizing drug
Triclosan	PPCP	Antibacterial and antifungal agent found in consumer products
Diclofenac	PPCP	Reduce inflammation and an analgesic reducing pain
Ibuprofen	PPCP	Pain relief, helping with fever and reducing inflammation
Metoprolol	PPCP	Treatment of hypertension
Naproxen	PPCP	Nonsteroidal anti-inflammatory drug

Propranolol	PPCP	Treat hypertension, anxiety, and panic
Bezafibrate	PPCP	Treatment of hyperlipidaemia
Ketoprofen	PPCP	Treatment of arthritis-related inflammatory pains or severe toothaches
Venlafaxine	PPCP	Treatment of major depressive disorder (MDD), generalized anxiety disorder (GAD), panic disorder and social phobia

תוצאות ודיון

תוצאות בדיקות המים להמצאות מיקרו-מזהמים אורגנים ידווחו על פי הקבוצות השונות של החומרים ויכללו: חומרים משבשי פעולה הורמונלית ושאריות תרופות אניוניות ומוצרים קוסמטיים. חשוב לציין שקבוצת ה EDCs נקבעה על סמך מחקר מקדים והיא כוללת ע"פ הערכותינו את הקבוצות החשובות מבחינת ההשפעה על הסביבה, אולם לא את כל התרכובות. לעומת זאת, רשימת שאריות התרופות שנמדדו נקבעו על סמך הסטנדרטים הקיימים במעבדה כך שיאפשרו כימות אנליטי ולא על פי חשיבות וזאת מכיוון שאנליזה זו אינה חלק מפרויקט המחקר הממומן. ככלל, לאור המגוון הרחב של EDCs ושל שאריות תרופות בקולחים, בדיקה של כל התרכובות הנמצאות במים הינה בלתי אפשרית והתוצאות המדווחות בדו"ח זה מהוות תוצאות ראשוניות שעל בסיסן ניתן יהיה בעתיד להחליט האם יש משמעות לבדיקה מקיפה יותר.

EDCs

מתוך שבע תרכובות ה EDCs שנכללו בסקר, Bisphenol A לא נמצא במים אפילו פעם אחת ואילו Octyl-phenol ו Testosterone נמצא פעם אחת בלבד (טבלה 2). ההורמונים Estrone ו Estrone (טבלה 2). נמצאו ברוב הדוגמאות בכניסה לאגנים. ריכוז Estrone ביציאה היה תמיד נמוך יותר מזה שבכניסה, ולמעט בקיץ 2013 לא נמדד ביציאה מהאגנים. ריכוז Estrone ירד מתחת לסף הכימות בדוגמאות ביציאה מהאגנים במהלך 2014, אך נמצא כי ריכוזו עלה במהלך השהייה באגנים ב 2013 (הסיבה לעליה אינה ברורה). 17 α - ethynylestradiol, הורמון סינטטי שמקורו בגלולות נגד הריון, לא נבדק כתוצאה מבעיות אנליטיות אך מומלץ בעתיד לכלול אותו ברשימת החומרים הנבדקים. באופן כללי רמת ה EDCs ביציאה מהאגנים אינה גבוהה ברוב המקרים, וריכוזים דומים לאלה שבאגנים נמצאו גם בירקון כקילומטר במורד הזרימה ממפגש הנחלים ירקון-קנה (ריכוזי Estrone (ng/L) 0-2.5 וריכוזי Estrone (ng/L) 0-8). הסכנה האקולוגית מריכוזים בטווח שנמדד נחשבים על פי הספרות כסיכון בינוני (e.g., Johnson et al., 2007) כפי שנדון בהמשך הדו"ח. העובדה כי הריכוזים משתנים על פני טווח רחב הכולל רמות תחת לסף הגילוי ועד רמות הנחשבות כסיכון בינוני מעידה כי דרושות מדידות נוספות על מנת להבין את התבניות בהן משתנה ריכוז ההורמונים בזמן (שינוי יומי, שבועי ועונתי). מדידת ריכוזים של הורמונים (ושאר תרכובות EDCs) באופן ישיר מהווים פן אחד חשוב בהערכת הסיכון האקולוגי מהזרמת קולחים לנחלים, ביחוד כאשר נמדדות התרכובות הידועות כאסטרורגניות. אולם ישנן מספר מגבלות בשיטה של מדידת ריכוזים ספציפיים של תרכובות. אחת הבעיות היא שיתכן

וישנן תרכובות בעלות השפעה שלילית אשר לא נמדדו (לדוגמא: במקרה שלנו לא נמדד ההורמון הסינטטי 17 α - ethynylestradiol עקב בעיות אנליטיות). מדידת ריכוזים של תרכובות ספציפיות גם אינו מספק מידע על אפקט מצטבר משילוב של תרכובות שונות. על מנת להתמודד עם המגבלות המוזכרות לעיל מומלץ בעתיד לשלב גם מבחנים ביולוגיים המיועדים לבדיקה של השפעת כלל התרכובות שקיימות בקולחים על המערכות הביולוגיות בנחל (Campbell et al., 2006).
טבלה 2: ריכוזי EDCs באגנים הירוקים כפי שנמדדו בארבעה סבבי דיגום בקיץ וחורף 2014. MQL מתאר את הריכוז המינימלי הדרוש לכימות המדידה.

	MQL (ng/L)	Inlet- winter 2013	Outlet- winter 2013	Inlet- summer 2013	Outlet- summer 2013	Inlet- winter 2014	Outlet- winter 2014	Inlet- summer 2014	Outlet- summer 2014
17 β -estradiol (ng/L)	0.5	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	0.9	<MQL	<MQL	<MQL
Estrone (ng/L)	0.5	0.8	10.2	3.4	4.5	0.6	<MQL	1.0	<MQL
Estriol (ng/L)	0.5	4.3	<MQL	7.3	4.1	2.2	<MQL	ME	<MQL
Testosterone (ng/L)	0.5	6.6	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL
Bisphenol A (μ g/L)	10	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL
Octyl-phenol (μ g/L)	10	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	<MQL	20	<MQL	<MQL

PPCPs

ריכוזי PPCPs בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים מוצגים בתרשים 1. הריכוזים הגבוהים ביותר שנמדדו הם של התרופות Carbamezipene ו-Venlafaxine. לפחות בחלק מהמקרים מדובר בריכוזים הגבוהים באופן משמעותי מטווח הריכוזים המדווח בעולם עבור קולחים/נחלים (לדוגמא: Schultz et al., 2010; Schlüsener et al., 2014; Kolpin et al., 2002), והערכה היא

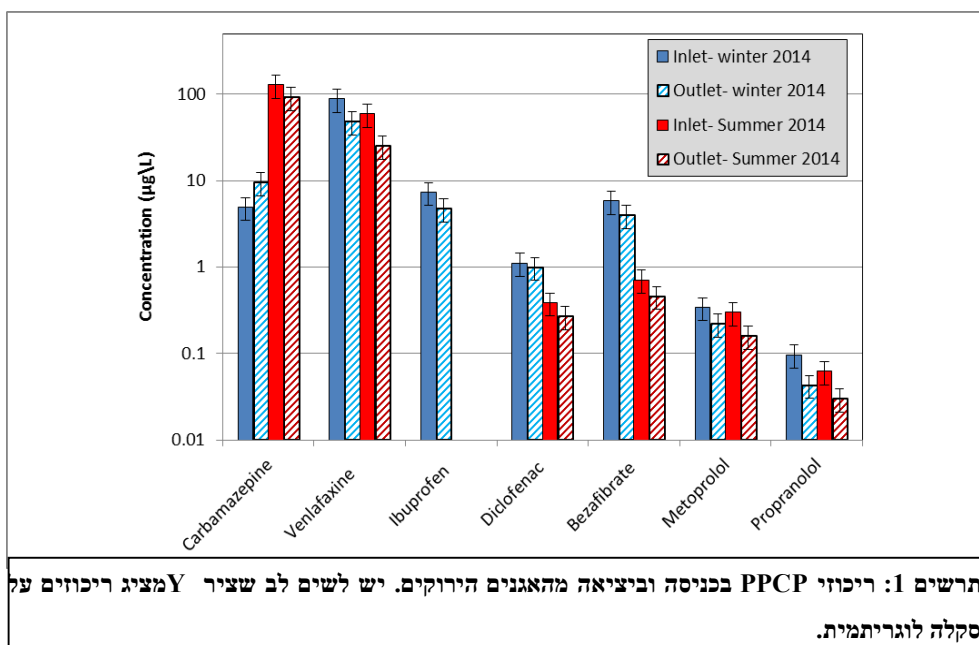
שמקורם ביצור תרופות במפעל טבע בכפר סבא (לדוגמא ריכוז Carbamezipene בקיץ 2014). Triclosan ו Ketoprofen נמצאו רק בכניסה לאגנים בדיגום חורף 2014 ואילו Naproxen לא נמצא בכל הדיגומים ולכן תרכובות אלו אינן מופיעות בגרף 1. יש לציין שבבדיקות נוספות שנערכו בנחל הירקון נמצא בחורף 2014 (כשבועיים לפני הדיגום באגנים) ריכוז גבוה במיוחד גם של Bezafibrate (5011 ng/L). ריכוז זה גבוה מרוב המקרים המדווחים בספרות בנחלים ברחבי העולם (לדוגמא: Kostich et al., 2013; Lewandowski et al., 2011; Lindqvist et al., 2005; Osorio et al., 2012), אולם חשוב להזכיר שבדיגום בזמנים שונים בירקון נמצאה התרכובת Bezafibrate בריכוזים נמוכים יותר (1-2 סדרי גודל פחות).

למעט במקרה אחד (Carbamezipene בחורף 2014) הריכוז ביציאה מהאגנים נמוך מזה שבכניסה. ניתן להבחין גם שהריכוזים בקיץ נמוכים במעט מאלה שבחורף (שוב למעט Carbamezipene בחורף 2014). מכיוון שלא נעשו חזרות לא ניתן לבחון אם הירידה בריכוז במהלך השעות באגנים וההבדלים בין העונות מובהקים מבחינה סטטיסטית. אולם, במקרים רבים ניכרת ירידה משמעותית בריכוזים במהלך השעות באגנים (10-60%). ירידות דומות נצפו גם ב-2011, זמן מועט לאחר החלת הפעלת האגנים. לא ניתן לקבוע האם הירידה בריכוז נובעת מתהליכי פירוק (ביולוגי או כימי) או מתהליכים כימיים-פיזיקליים כגון ספיחה.

קבוצת החומרים הנקראת מיקרו-מזהמים נחקרת באינטנסיביות בשנים האחרונות, אולם ברוב המקרים לא ברורה לגמרי ההשפעה הסביבתית שלהן. ה EDCs מהווה את הקבוצה המסוכנת ביותר למערכות ביולוגיות וריכוזים של נוגרמים לליטר נחשבים כבעלי סיכון. בקבוצת ה PPCPs המידע לגבי ריכוזים מסוכנים מצטבר בשנים האחרונות אך נכון לעכשיו אין מאגר נתונים אחד שעל פיו ניתן להעריך את מידת הסיכון מהתרכובות השונות. הסכנה העיקרית הנובעת מחשיפה לתרכובות אלו היא החשיפה הממושכת וההצטברות במערכות הביולוגיות ובסדימנטים של הנחל (נושאים שלא נבחנו במסגרת עבודה זו). על פי דעתנו, נושא זה הינו החשוב ביותר מבחינת המערכת האקולוגית והוא מחייב בחינה מקיפה הן של הסדימנטים והן של בע"ח. פן נוסף של חשיפה לחומרים אלה הינו התפתחות של חיידקים עמידים לתרופות אליהם הם נחשפו (לדוגמא עמידות לאנטיביוטיקה שלא נבדקה בעבודה זו). לתופעה זו ישנה משמעות לגבי בריאות הציבור ומחייבת בדיקה נפרדת. חשוב לציין כי בנוסף לחומרים שהתגלו, זוהו ודווחו בדו"ח, קיימים מספר רב של חומרים שלא ניתנים לזיהוי בטכנולוגיות שישומו וכן נמדד רקע גבוה של חומרים אורגניים טבעיים.

אחת הדרכים לבחון האם קיימת סכנה סביבתית למערכת האקולוגית בנחל (אליה הקולחים מהאגנים משוחררים) הינה לבחון את ה- Risk quotient (RQ) שמחושב ע"י היחס בין הריכוז במים לבין ריכוזי PNEC (predicted no effect concentrations) כפי שמפורסמים בספרות (טבלה 3).

כאשר $RQ > 1$ מדובר על סיכון גבוה, כאשר $0.1 < RQ < 1$ מדובר בסיכון בינוני וכאשר $RQ < 0.1$ מדובר בסיכון נמוך. יש לציין כי לא ברור לגמרי מרוב המחקרים שמופיעים בטבלה אם ערכי ה PNEC מתייחסים לחשיפה ממושכת או לתקופה קצרה (Vergeynst et al., 2014).



טבלה 3 ריכוזי מיקרומזהמים בנחל הירקון, ערכי PNEC כפי שדווחו בספרות, וערכי RQ מקסימליים ומינימליים.

Substance	Tested taxon	PNEC (ng/L)	References	Concentration (ng/L)		RQ		Risk level	
				Mean	Max	Mean	Max	Mean	Max
Carbamazepine	Crustacean	250	Ferrari et al. (2004)	14795	31600	59	126	High	High
Triclosan	Invertebrate	1550	Capdevielle et al. (2008)	91	457	0.059	0.295	Low	Medium
Estrone	Fish	18	Lin et al. (2008)	1.2	2.6	0.066	0.144	Low	Medium
Estriol	In vivo vitellogenin	60	Caldwell et al. (2012)	1.7	9.9	0.028	0.165	Low	Medium
Bisphenol A	Fish	1000	Xu et al. (2011)	10.9	94	0.011	0.094	Low	Low
Bezafibrate	Calculated using ECOSAR (US EPA, 2003)	12000	Lindqvist et al. (2005)	1063	5011	0.089	0.418	Low	Medium
Diclofenac	Fish	1000	Triebkorn et al. (2004)	678	2575	0.678	2.575	Medium	High
Metoprolol	Algal	7900	Cleuvers (2005)	67	186	0.009	0.024	Low	Low
Propranolol	Algal	730	Cleuvers (2005)	27	119	0.037	0.163	Low	Medium
Venlafaxine	Mollusca	0.313	Fong and Hoy (2012)	80848	260850	258300	833386	High	High
Ibuprofen	Fish	1000	Flippin et al.	555	2900	0.555	2.900	Medium	High

			(2007)						
Ketoprofen	Bacteria	15600	Tauxe-Wuersch et al. (2005)	78	382	0.005	0.025	Low	Low

סיכום

לאור תוצאות הבדיקה שנעשתה להערכת סילוק נוטריינטים ומיקרו-מזהמים בשנת 2011, וסילוק מיקרו-מזהמים בשנים 2013-2014, נראה כי דוגמת חטף הינה מספקת כל עוד היא לא נלקחת בזמן הדקות הראשונות/אחרונות של המילוי או הריקון. אולם, במידה וישנו עניין בבדיקת יעילות הפחתת נוטריינטים או מזהמים במהלך השהות באגן, יש לבצע דיגום מורכב. אנו ממליצים שדיגום מורכב יכלול לפחות 10 דגימות במהלך המילוי/ריקון של האגן.

תוצאות בדיקות המים הראו כי מתוך 6 תרכובות EDCs שנכללו בעבודה זו, נמצאו בעקביות רק estrone ו estradiol. שאר התרכובות נמצאו פעם אחת בלבד או לא נמצאו כלל. רמת הסיכון הסביבתי מתרכובות אלה הינה נמוכה-בינונית. חשוב לציין שלא נמדד ההורמון 17 α - ethynylestradiol כתוצאה מבעיות אנליטיות אך מומלץ בעתיד לכלול אותו ברשימת החומרים הנבדקים מכיוון שהוא מהווה סיכון גם בריכוזים נמוכים מאלה של estrone ו estradiol. מומלץ גם לבחון בעבודות עתידיות את האפשרות לערוך מבחנים ביולוגיים לבחינת רמת האסטרואגניות הכללית של דוגמת המים ולא רק את ההשפעה של תרכובות מסוימות. למיטב ידיעתנו, אין כרגע בארץ אפשרות לבצע בדיקה מסוג זה.

תוצאות בדיקות המים הראו כי מתוך 10 תרכובות PPCPs שנכללו בעבודה זו, נמצאו בכל הדיגומים כ- 7 תרכובות (גרף 1). שאר התרכובות נמצאו פעם אחת בלבד או לא נמצאו כלל. מקובל בספרות לכלול את קבוצת ה EDCs כקבוצת חומרים עם פוטנציאל לפגיעה במערכת האקולוגית אולם ניכר כי על סמך ערכים מהספרות דווקא לשאריות התרופות שנמצאו פוטנציאל גבוה להוות סיכון למערכת האקולוגית. יש לציין כי לא ברור לגמרי מרוב המחקרים שפורסמו אם ערכי ה PNEC המעידים על סיכון אקולוגי מתייחסים לחשיפה ממושכת או לתקופה קצרה.

ראויים לציין במיוחד תרכובות Carbamezipene ו- Venlafaxine שנמצאו בחלק מהדוגמאות בריכוזים הגבוהים בסדר גודל מאלו שנמדדים בד"כ בקולחים בעולם. סביר להניח כי הסיבה לריכוזים אלו קשורה למפעל טבע בכפר סבא, אשר לפי נתוני משרד הבריאות הזמינים באינטרנט פעיל באריזה או פעילות אחרת הקשורה לחומרים אלה. לגבי מדידה בשנת 2014 בה נמצאו ריכוזים גבוהים חריגים של Bezafibrate, לא ניתן היה לאמת כי חומר זה מקורו במפעל טבע.

לאור תוצאות אלה מומלץ כי בסקרים הבאים יעשה מאמץ לכלול מגוון רחב יותר של PPCPs עם התמקדות בתרכובות המיוצרות במפעל טבע בכפר סבא. בנוסף, אנו ממליצים שבבדיקות עתידיות תיבדק שונות יומית, שבועית ועונתית.