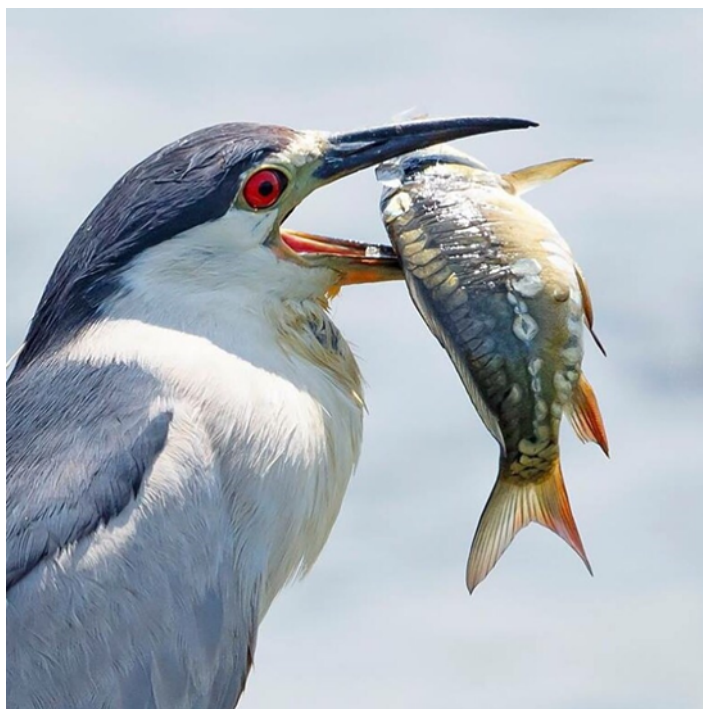


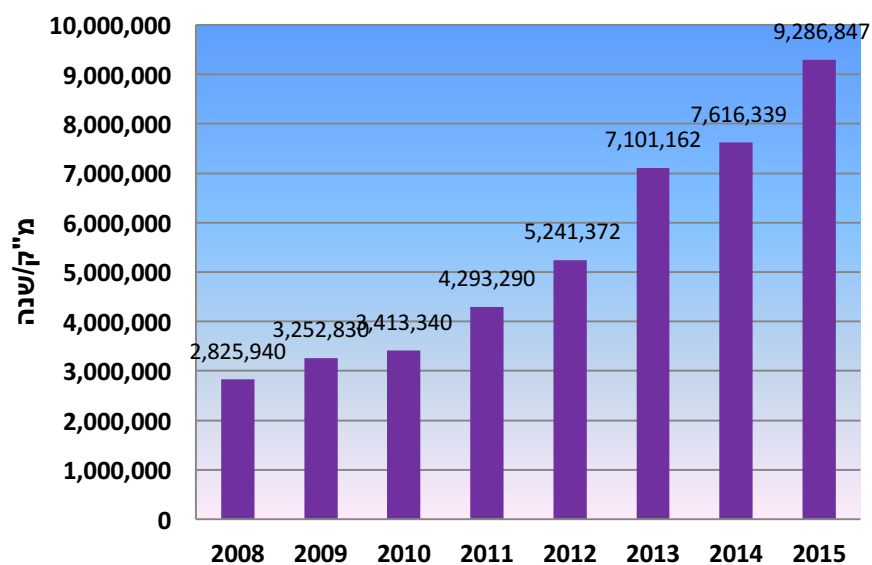
איכות המים בירקון ובמקורות הקולחים 2015



כמויות מים בנחל

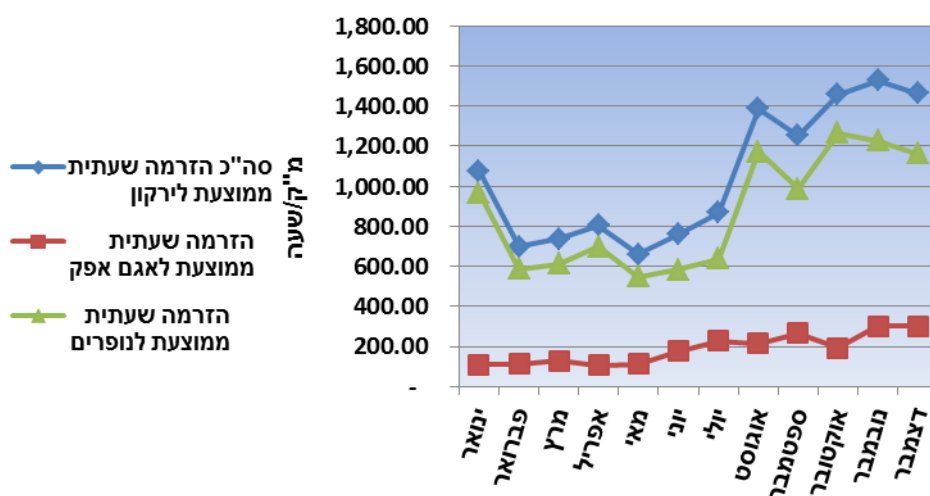
מי מקור מאקוויפר ירקון תנינים - הקצאת המים השפירים לירקון עלתה באוגוסט 2015 מ 850 מק"ש ל 1,350 מק"ש. סה"כ בשנת 2015 הוזרמו מהמעיינות/אקוויפר ירקון-תנינים לירקון 9.3 מלמ"ק, בהשוואה ל 7.6 מלמ"ק בשנת 2014 ובהשוואה 7.1 מלמ"ק ב 2013 ול- 5.2 מלמ"ק שהוזרמו ב- 2012. (איור 1). הזרמה בפועל מינואר עד אוגוסט 2015 היתה כ 700 מק"ש. מאוגוסט 2015 עד דצמבר 2015, ממוצע ההזרמה היתה כ 1,400 מק"ש (איור X). הקצאת המים המיועדת לירקון מחולקת בין שלוש נקודות הזרמה. שתי נקודות הזרמה, בספיקה של כ – 1,200 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 – 200 מק"ש מוזרמת לאגם אקולוגי הנמצא בתחום גן לאומי אפק וממנו דרך נחל עינת לברכת נופרים.

סה"כ כמויות מי מקור שהוזרמו לירקון לצרכי שמירת טבע
בשנים 2008 - 2015



איור 1 - סה"כ כמויות מי מקור שהוזרמו לירקון לצרכי שמירת טבע בשנים 2008 - 2015

ספיקות מים שפירים שעתיות ממוצעות לחודש 2015



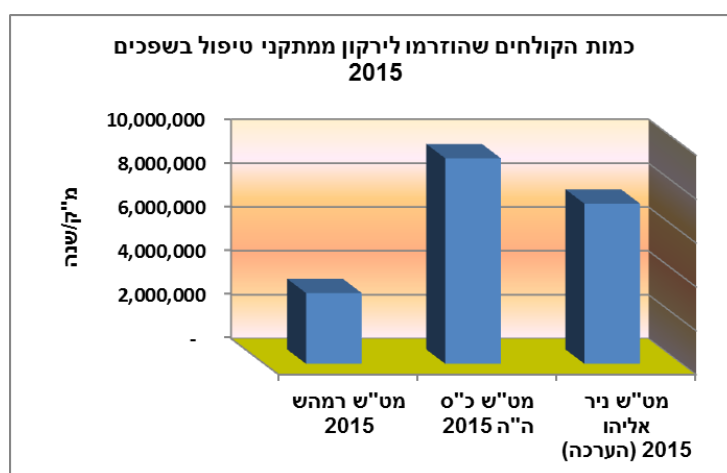
איור 5 - ספיקת מים שפירים שעתית ממוצעת לחודש,

הספקה לאגם בג.ל. אפק, לברכת הנופרים וסה"כ לירקון 2015

מקורות מי קולחים – במהלך 2015 הוזרמו לירקון קולחים משלושה מקורות שונים (איור 6).

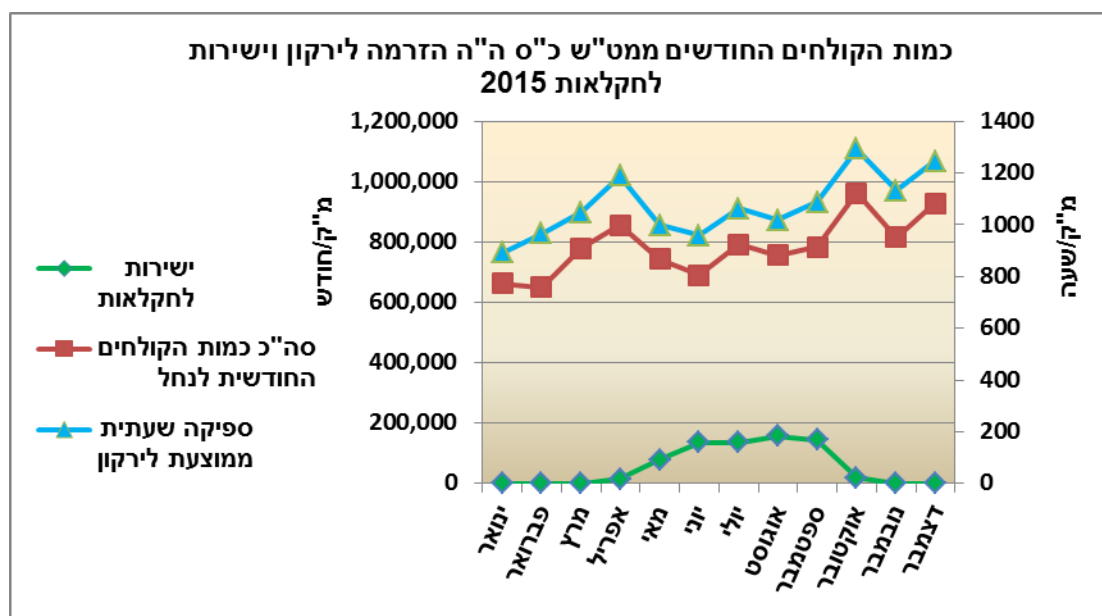
שני מקורות קולחים באיכות שלישונית – מט"ש כפר סבא הוד השרון ומט"ש רמת השרון. מט"ש דרום שרון מזרחי, מאגר רמת הכובש וקו שפכים אלפי מנשה וחבלה. הווה מקור שפכים וקולחים ראשוני ממנו הוזרמו לירקון באיכות ירודה.

ממט"ש כפר סבא הוד השרון (איור 3) הוזרמו לירקון ב 2015 9.4 מלמ"ק, בהשוואה ל 9.6 מלמ"ק ב 2014. הקולחים השלישוניים ממט"ש כ"ס ה"ה ברובם זרמו לירקון דרך האגנים הירוקים. ממט"ש רמת השרון הוזרמו לירקון 3.3 מלמ"ק ב 2015 בהשוואה ל 3.0 מלמ"ק ב 2014 הקולחים השלישוניים ממט"ש רמה"ש הוזרמו לירקון ישירות מהמט"ש. סה"כ הוזרמו לירקון ב – 2015 משני המט"שים כפר סבא-הוד השרון ורמת השרון כ – 12.7 מלמ"ק בהשוואה ל 12.6 מלמ"ק ב 2014 ובהשוואה ל 13.4 מלמ"ק ב 2013. ובנוסף לכך הוזרמו עוד 2.5 מלמ"ק ממט"ש דר' שרון מזרחי. ב 2015 הוזרמו לירקון סה"כ 9.3 מלמ"ק מי מקור, מים שפירים 22 מלמ"ק מי קולחים ושפכים. בהשוואה 20.2 מלמ"ק ב 2014 ובהשוואה ל 23 מלמ"ק ב 2013. מתוך הזרמה של 31.3 מלמ"ק המים והקולחים ב 2015 הקולחים היוו כ- 70% והמים השפירים היוו 30% בלבד. ירידה של כ- 8% בכמות המים השפירים מכלל המים והקולחים ב 2014.



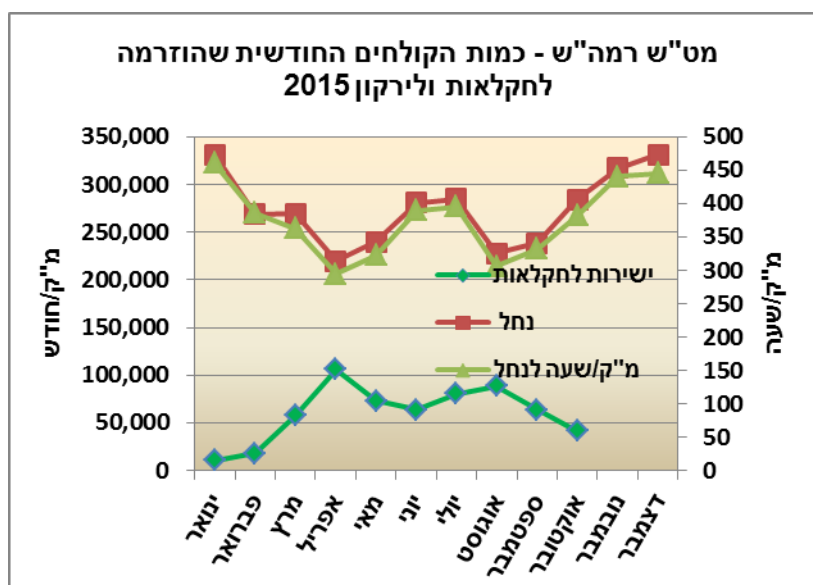
איור 6 - כמויות הקולחים שהוזרמו לירקון 2015

מט"ש כפר סבא/הוד השרון: פרופיל הזרמת קולחי מט"ש כ"ס ה"ה לירקון (איור 7) היה בכמות של כ – 700,000 - 800,000 מ"ק/חודש בחודשים ינואר עד אוגוסט וכמות ממוצעת של כ – 800,000 – 900,000 מ"ק/חודש בחודשים אוגוסט עד דצמבר. בחודשים היבשים הוזרמו ישירות מהמט"ש לצריכה חקלאית סה"כ כ 960,200 מ"ק בין החודשים אפריל עד וכולל אוקטובר 2015. הספיקה השעתית הממוצעת לירקון ב 2015 היתה עלתה מכ 900 מ"ק"ש במחצית הראשונה של השנה ועלתה לכ 1,200 מ"ק"ש במחצית השנייה של 2015.



איור 7 - כמויות הקולחים ממט"ש כפר סבא/הוד השרון 2015

מט"ש רמת השרון: ממט"ש רמה"ש הוזרמו לירקון בחודשי החורף (ינואר אפריל ואוקטובר נובמבר) קולחים בספיקה ממוצעת של כ – 300,000 מ"ק/חודש (איור 8). ובחודשי בקיץ הוזרמה כמות של כ – 250,000 מ"ק/חודש ושאר הקולחים בכמות ממוצעת של כ – 70,000 מ"ק/חודש נשאבו מהמט"ש ישירות לחקלאות. סה"כ הוזרמו ב2015 לירקון כ3.3 מלמ"ק ולחקלאות כ0.6 מלמ"ק.



איור 8 - כמויות הקולחים שהוזרמו ממט"ש רמה"ש 2015

מט"ש דר' שרון מזרחי: ב-2015 כמו ב-2014, הוזרמו לירקון קולחים ירודים ממט"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-0.3 מלמ"ק (לבדוק מול דוד) של הקולחים והשפכים נשאבה מנחל קנה וטופלה במט"ש כ"ס ה"ה ולא הגיע ישירות לירקון. הזרמת קולחי ושפכי מט"ש דרום שרון מזרחי פגעה במערכת האקולוגית של הירקון ובריאות הנחל ירדה. יש לציין כי הזרמת השפכים/קולחים בוצעה ללא התר הזרמה שאיבת מים ישירות מאפיק הירקון לצריכה חקלאית נעשית בקטע התיכון בלבד ובשנת 2015 הסתכמה ב-1.5 מלמ"ק (הערכה).

כמויות המים בירקון בשנת 2015

מקור מים	איכות	ספיקה שעתית ממוצעת (מ"ק/שעה)	כמות שנתית לירקון (מלמ"ק)	הערות
קידוחי ראש העין	שפירים	700-1,400	9.3	150-300 מלמ"ק ש דרך אגם ג.ל אפק 600-1,200 מלמ"ק ש ישירות לברכת הנופרים
מט"ש דר' שרון מזרחי	קולחים שניוניים, עכירות גבוהה		2.5	במשך כל השנה ובאיכות ירודה
מט"ש כפר-סבא/	קולחים שלישוניים	700-900	9.4	9.7 ב-2014

הוד השרון				9.9 ב- 2013
מט"ש רמת השרון	קולחים שלישוניים	372	3.3	3.0 ב- 2014 3.5 ב- 2013
שאיבת חקלאים	ישירות מהמט"שים		1.2	1.3 ב- 2014
סה"כ הזרמה לירקון			22	24 ב- 2014
שאיבת חקלאים	ישרות מהנחל		1.5	הערכה
סה"כ נותר בנחל			20.5	22.6 ב- 2014 21.5 ב- 2013

טבלה 5 כמות המים בירקון 2015

איכות הקולחים שהוזרמו לירקון בשנת 2015

אל נחל הירקון מוזרמים בדרך כלל קולחים באיכות שלישונית משני מט"שים. כמו בשנת 2014, גם ב-2015 הוזרמו כמויות חריגות של קולחים באיכות ירודה ממט"ש דר' שרון מזרחי ושפכים מיובלי נחל קנה (טבלה.....).

במט"ש כ"ס ה"ה ורמה"ש נמדדו 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 בחנקן אמוניאקלי וחריגה של פי שניים בריכוז המקסימאלי של הזרחן כללי, כמו כן נמדדו חריגות במס' חיידקי הקולי צואתי, בעיקר בגלל בזמן בו היתה תקלה במערכת החיטוי ב-UV.

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

עומסים אורגנים

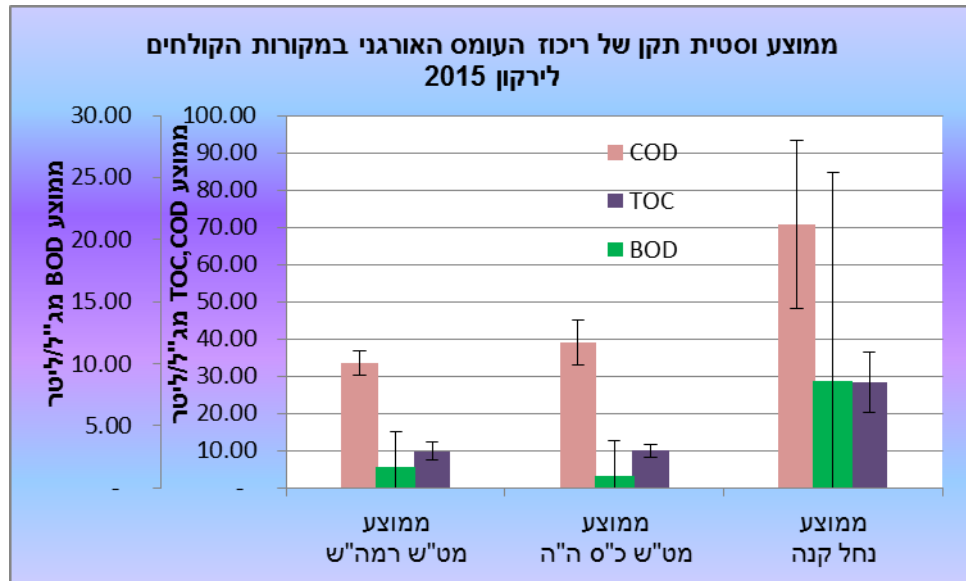
המוצקים המרחפים (TSS): ריכוז בתקן ענבר להזרמה לנחל הוא 10 מג"ל. על פי נתוני איכות הקולחים של המט"שים בכניסה למערכת הירקון ב-2015, הריכוז הממוצע של הקולחים שהוזרמו לירקון משני המט"שים הוא 7.2 ו-5.0 עם ערכי מקסימום של 15 ו-5 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. ערכים אלו דומים לערכים שנמדדו במט"שים אלו בשנים 2013-14. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 20 עם ערכי מקסימום של 40 מג"ל TSS.

צריכת החמצן הביוכימית (BOD): ריכוז בתקן ענבר הוא 10 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 1.7 ו-1.0 עם ערכי מקסימום של 6.0 ו-7.0 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. בדומה לערכים שנמדדו בשנים 2013-14. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה אמנם 6.2 אך ערך מקסימום של 47 מג"ל.

צריכת החמצן הכימית (COD): ריכוז בתקן ענבר הוא 70 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים בשנת 2015 היה 33.6 ו-39.0 עם ערכי מקסימום של 36 ו-48 מג"ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 70.6 עם ערך מקסימום של 90 מג"ל. (איור.....)

איכות קולחים בכניסה למערכת הירקון 2015										
מט"ש רמה"ש			מט"ש כ"ס/ה"ה			נחל קנה (מט"ש דר' שרון מזר')				
ממוצע	מקס	מינימום	ממוצע	מקס	מינימום	ממוצע	מקס	מינימום	ממד	סימול
1.69	6.00	0.30	1	7	0.3	6.2	47	0.9	צח"ב	BOD
33.56	36.00	30.00	39	48	35	70.6	90	35	צח"כ	COD
9.88	12.00	7.50	10	12	8	28.3	43.4	21	פחמן אורגני כללי	TOC
7.21	15.00	5.00	5	5	5	19.8	40	5	מ"מ 105	TSS 105
6.69	12.00	5.00	5	5	5	6.9	10	5	מ"מ 550	TSS 550
0.94	14.00	0.05	0.41	1	0.5	28.2	47	4.3	אמוניה	NH ₄ as N
4.32	21.10	1.03	11.22	12	4.7	35.5	55	9.3	חנקן כללי	N
1.13	3.30	0.40	4.6	12	1.2	0.3	0.5	0.2	תנקת	NO ³
0.04	0.18	0.01	0	0.001	0.001	0.0	0.019	0.001	תנקית	NO ²⁻
5.53	17.70	2.90		5	1.4	38.6	55.4	19.5	חנקן קלדהיל	
1.27	1.90	0.85	1.48	4	1	4.6	5.8	3.64	זרחן כללי	P
122	124	120	170	176	164				כלוריד	Cl ⁻
0.06	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.25	0.04	דטרבטים	MBAS
1,452	1,700	1,200	290	850	130	58,992	870,000	100	coli. F	coli. F
4.26	4.90	3.70	4.3			2.1	3	1.4	חמצן מומס	DO
55.23	61.00	50.00	60			23.7	29	15	אחוז מחויה DO	%
7.16	7.40	6.90	7.3	8	7.3	8.0	8.8	7.4	הגבה	pH
0.93	1.00	0.90	1.2	1	1.2	1.6	1.8	1.3	מוליכות חשמלית	EC
26.15	28.50	24.00	30.4	33	28	22.8	32	13	טנ"פ	טנ"פ
300.00			1,000			1,000			ספיקה Q	ספיקה Q
9.09	16.30	4.90	4			66.6	77.4	59	עכירות	עכירות

טבלה 6 איכות הקולים שהוזרמו למט"שים במהלך 2015



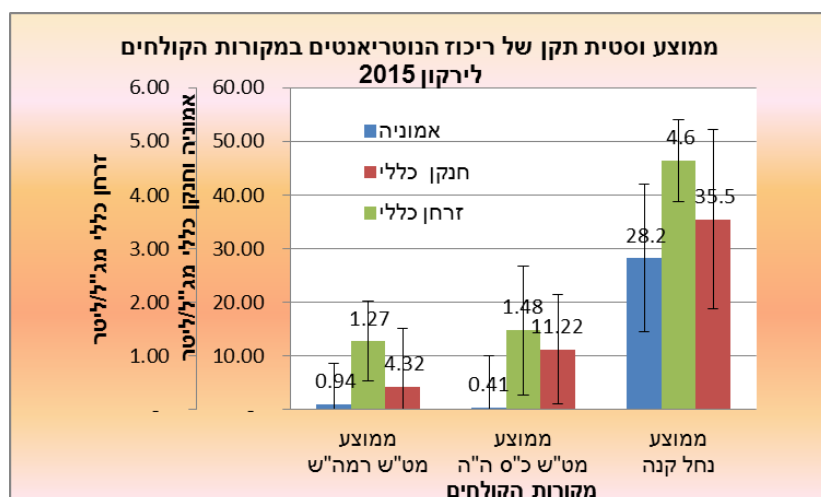
איור..... ממוצע וסטית תקן של ריכוזי העומס האורגני במקורות הקולחים לירקון 2015

ריכוז נוטריאנטים

ריכוז החנקן הכללי: בתקן ענבר הוא 10 מ"ג/ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 4.3 ו-11.2 עם ערכי מקסימום של 21.0 ו-12.5 מ"ג/ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 35.5 עם ערך מקסימום של 55 מ"ג/ל.

ריכוז החנקן האמוניאקלי: בתקן ענבר הוא 1.5 מ"ג/ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים היה 0.9 ו-0.4 עם ערכי מקסימום של 14.0 ו-1.0 מ"ג/ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 28.2 עם ערך מקסימום של 47 מ"ג/ל.

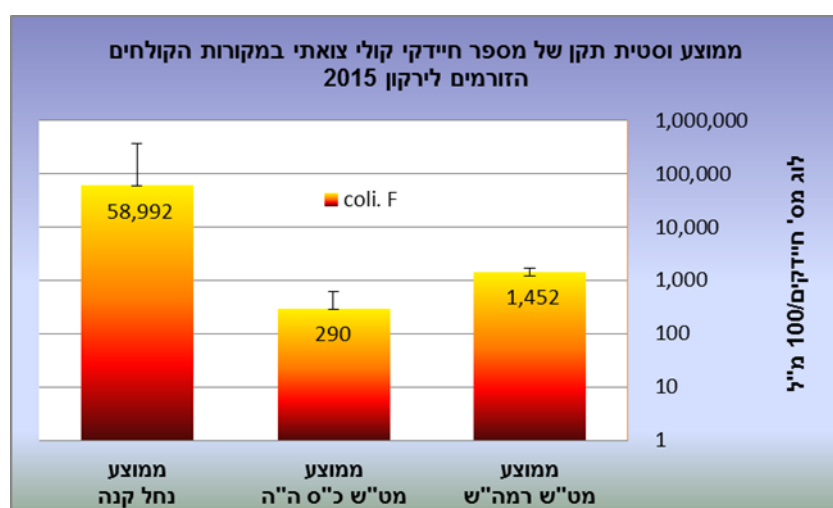
ריכוז הזרחן הכללי: בתקן ענבר הוא 0.2 מ"ג/ל. הריכוז הממוצע שנמדד ב-2015 בשני המט"שים היה 1.27 ו-1.48 עם ערכי מקסימום של 1.9 ו-4.0 מ"ג/ל למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס/ה"ה בהתאמה. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 4.6 עם ערך מקסימום של 5.8 מ"ג/ל.



איור..... ממוצע וסטית תקן של ריכוזי הנוטריאנטים במקורות הקולחים להירקון 2015

קוליפורמים צואתיים:

תקן ועדת ענבר למס' חיידקי קוליפורם צואתי קובע עד 200 חיידקים/100 מ"ל. בשנת 2015, ממוצע מס' החיידקים היה 1,450 ו- 290 עם ערכי מקסימום של 1,700 ו- 850 למט"ש רמה"ש ומט"ש כ"ס ה"ה בהתאמה. מנחל קנה/מט"ש דר' שרון מזר' הממוצע היה 59,000 עם ערך מקסימום של 870,000 חיידקים/100 מ"ל חריגה של שלושה סדרי גודל (פי 5,000).



איור..... ממוצע וסטית תקן של מספר חיידקי קולי צואתי במקורות הקולחים לירקון 2015

ניטור איכות המים בנחל 2015

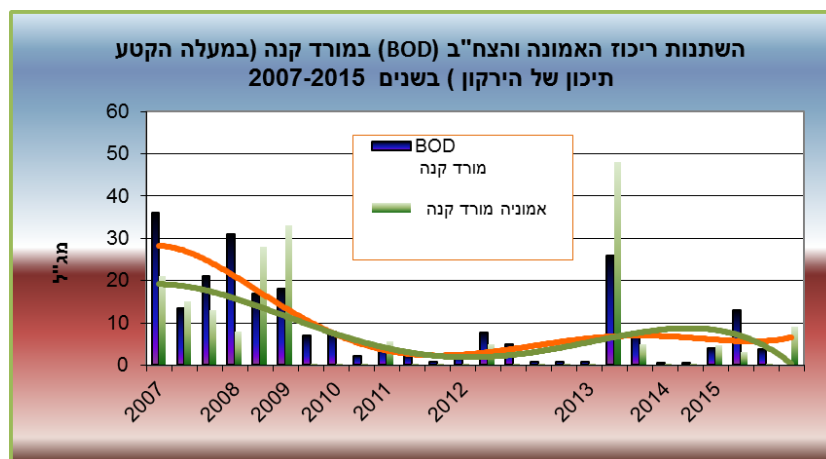
השתנות איכות המים בירקון במהלך השנים 2005 - 2015

שדרוג מט"ש כ"ס/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. יש לציין שבתחילת 2016 (הנתונים לא מדווחים בדוח זה) חלה הרעה באיכות המים בקטע התיכון של הירקון בגלל הזרמת שפכים וקולחים באיכות ירודה מנחל קנה ומט"ש דר' שרון מז'.

בשני האזורים הבאים מוצגות תוצאות דגימות מים למדדים צח"ב (BOD) ואמוניה שנדגמו בשנים 2005 עד 2015 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- 2013-15 עלו ריכוזי ה- BOD והאמוניה ל- 26 ו- 48 מג"ל בהתאמה, זאת כתוצאה מהזרמת קולחים באיכות גרועה ממט"ש דר' שרון מזרחי.

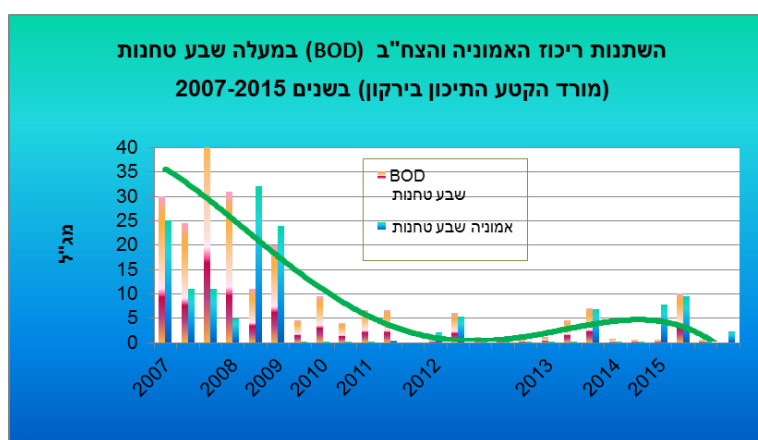
בשנים 2013-15 הזרמת הקולחים ממט"ש דר' שרון מזרחי נמשכת תקופה ארוכה יותר השוואה לשנים קודמות ולכן הריכוזים הגבוהים הופיעו בדיגום, שבדרך כלל מייצג את התחלת התייצבות הנחל אחרי החורף והזרימות החריגות.



איור 9 - השתנות ריכוז האמוניה והצח"ב במורד קנה בשנים 2007 - 2015

במורד הקטע התיכון, בשבע טחנות, בתקופה של 2007 עד 2009 (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 אורגנים ונוטריאנטים לירקון, וירידת ריכוזי העומסים האורגנים 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. ואכן ב-2015 חלה הראה בכושר הטיהור העצמי של הנחל שבאה לידי ביטוי בעליה בערכים בשבע טחנות.

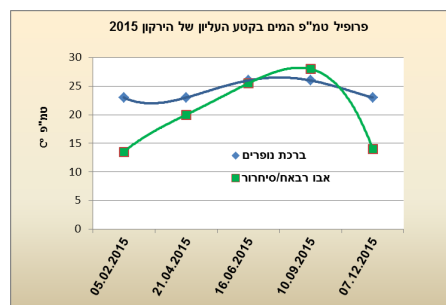
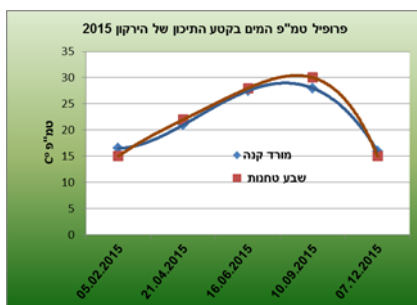


איור 10 - השתנות ריכוז האמוניה והצח"ב במעלה שבע טחנות בשנים 2007 - 2015

טמפרטורת המים בירקון

פרופיל טמפרטורת המים באזור ברכת הנופרים בסמוך לכניסת מי המקור המסופקים בשאיבה מאקוויפר ירקון תנינים הוא אחר ומראה טמפרטורה יציבה של 24 עד 25 מעלות צלסיוס לאורך כל עונות השנה. הסיבה לכך היא היציבות בטמפרטורת המים הנשאבת נעה בין 24.0 ל-24.5 מעלות צלסיוס לאורך כל השנה **איור 11**.

טמפרטורת המים לאורך הירקון הן בקטע העליון וכן הקטע התיכון (הקטע המלוח המושפע ממי הים ומי קרור רדינג, לא מוצג בדוח זה) מראה פרופיל עונתי שבו הטמפרטורה לאורך הירקון יורדת לכ 15 מעלות צלסיוס בחורף ועולה בחודשי בקיץ לכ 30 מעלות צלסיוס **איור 12**.

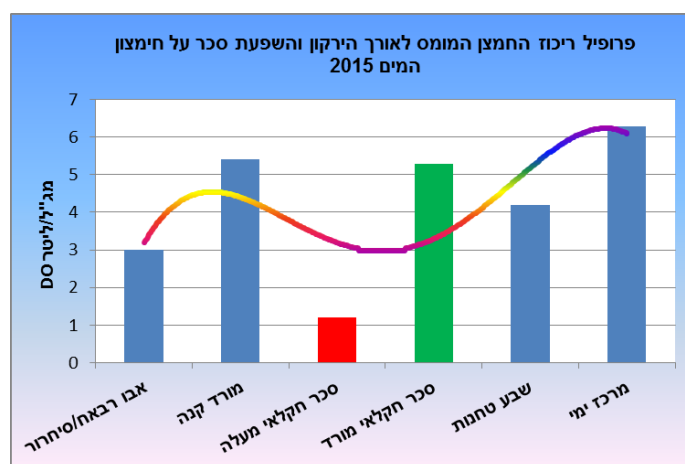


איור 11... פרופיל טמ"פ המים בקטע העליון של הירקון **איור 11...** פרופיל טמ"פ המים בקטע התיכון של הירקון

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 ב 2014/15, נעה בין 3 ל – 4.5 מג"ל על פני השנה, זאת 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.

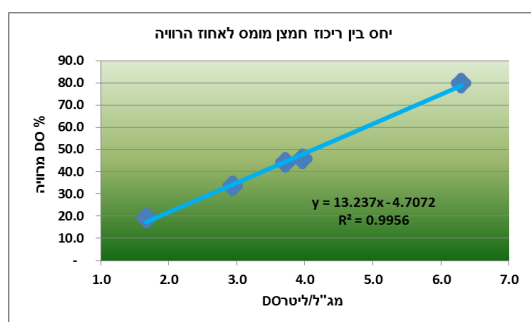
ריכוז החמצן המומס בקטע התיכון של הירקון היה גבוה יחסית במעלה הקטע התיכון, עם ריכוזים של בין 4 ל 6 מג"ל וירידה לריכוזים של בין 1 המעלה הסכר החקלאי. במורד הסכר החקלאי עולה ריכוז החמצן המומס ל 5.5 מג"ל הודות לפעולת החמצון של המים באשדי הסכר. במורד הקטע התיכון, ריכוז החמצן המומס בשעות הבוקר אחרי כ שעתיים של אור היה 4 מג"ל בממוצע. בקטע המלוח, רמת החמצון של המים גבוהה מ 6 מג"ל בשעות האור.



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

משרעת השינויים בריכוזי החמצן במקטע העליון הייתה קטנה יחסית במעלה המקטע ($\pm 10\%$ מרוויה) וגדולה יותר במורד המקטע העליון ($\pm 20\%$ מרוויה). אולם, גם כאשר משרעת השינויים בריכוזי החמצן הייתה גדולה יחסית, ריכוזי החמצן בנחל במהלך היום לא ירדו אל מתחת ל-40% - ריכוז שאינו מגביל התפתחות חסרי חוליות גדולים או דגים. במקטע התיכון המשרעת וריכוז החמצן פחתו במעלה הסכרים ($\pm 10\%$ מרוויה). במורד הסכרים, ריכוזי החמצן הממוצעים במקטע התיכון

היו גבוהים יחסית וכך גם ריכוזי המינימום (60% לפחות) מתקיים מתאם חזק מאד בין ריכוז החמצן המומס לאחוז הרוויה (איור.....)



איור... יחס חמצן מומס לאחוז מרוויה בקטע העליון והתיכון בירקון 2015

עכירות המים במקורות הקולחים ובירקון

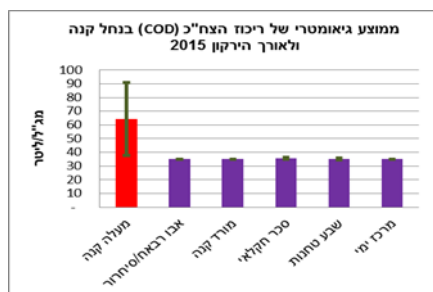
העכירות (Turbidity) המבטאת את צפיפות החלקיקים במים. העכירות גדלה ככל שצפיפות החלקיקים עולה. המידה במכשיר כזה נקראת NTU, ראשי תיבות של Nephelometric Turbidity Unit. העכירות במי הנחל יכולה להיגרם על ידי פיטופלנקטון. במי הקולחים, הפעילויות אנושיות היא הגורמות לעכירות כתוצאה מריכוז גבוהה של חומר אורגני לא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



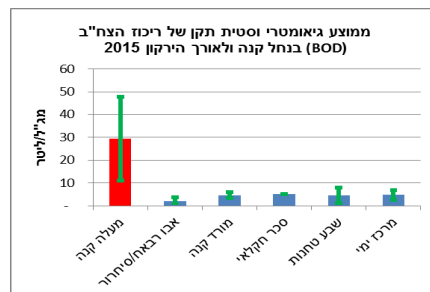
איור... ממוצע ערכי העכירות במקורות הקולחים ובירקון 2015

עומס אורגני

פרופיל העומס האורגני (COD ו BOD) לאורך הירקון המהלך 2015 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 בריכוזים בין הדיגומים השונים, כפי שבא לידי ביטוי בסטיית תקן גדולה יותר 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. ראוי לציין את הריכוזים הגבוהים יחסית שנכנסו לירקון במעלה נחל קנה וכושר הווסת של הערכים לאורך הירקון למרות כניסת המזהמים.

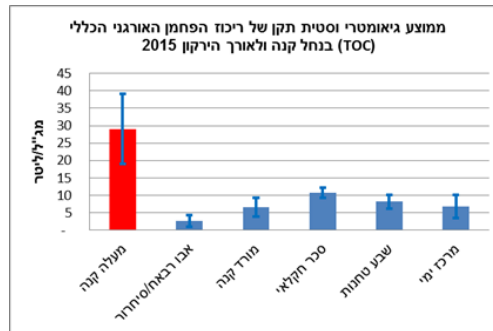


איור 13- ממוצע גיאומטרי לריכוז הצח"כ 2015



איור 12- ממוצע גיאומטרי לריכוז הצח"ב 2015

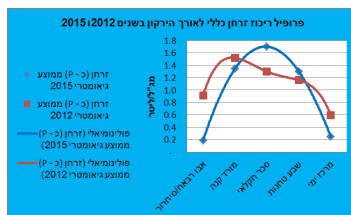
פחמן האורגני הכללי (TOC) (איור 14). לא נכלל בתקן ענבר אך משמש כמדד נוסף של הערכת העומס האורגני במי הנחל. ריכוז ה- TOC הרצוי במי הקולחים המוזרמים לירקון הוא נמוך מ- 10 מג"ל. הריכוז הממוצע שנמדד בשני המט"שים הוא 10 ו- 10 מג"ל למט"ש כ"ס/ה"ה ומט"ש רמה"ש בהתאמה. ריכוז ה TOC בקטע התיכון של הנחל ב 2014 היה גבוה פי ארבע מהריכוז בקטע העליון, דבר המצביע על תרומת הקולחים הירודים שהגיעו לירקון ממעלה נחל קנה וממט"ש דרום שרון מזרחי. ב 2015 למרות ריכוזי TOC גבוהים ממעלה נחל קנה, 28 מג"ל, ריכוז ה TOC בקטע התיכון של הירקון (מורד קנה עד שבע טחנות באיור....) לא חרגו מ 10 מג"ל. יתכן וריכוזים נמוכים אלו נבעו הודות לספיקות הגדולות של מים שפירים המסופקים לירקון מאז יולי 2015.



איור 14 - ממוצע גיאומטרי לריכוז הפחמן האורגני הכללי לאורך הירקון ב-2015

פרופיל החנקן והזרחן לאורך הירקון

פרופיל החנקן הכללי ב-2015 הראה דגם שונה בהשוואה לשנים קודמות לדוגמא ב-2012 (**איור 15**). ב-2015, ככל הנראה בגלל הזרמת כמויות קולחים מנחל קנה, חלה עליה בריכוז החנקן (**איור 16**) הכללי בקטע התיכון של הירקון. לעומת זאת, נראה כי לא חל שינוי משמעותי בפרופיל ריכוז הזרחן הכללי בין השנים 2012 ל-2015 לאורך הירקון (**איור 18**).

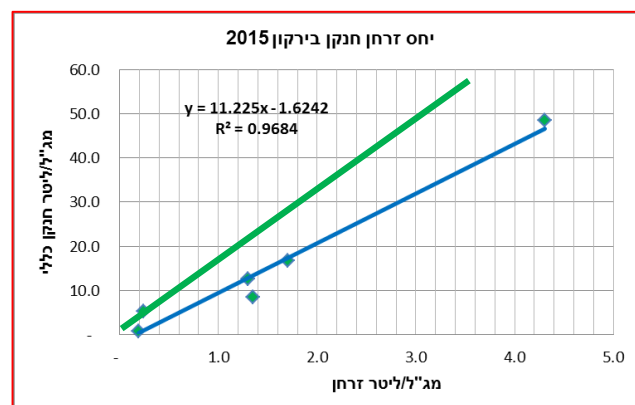


איור 16 - ריכוז הזרחן 2015



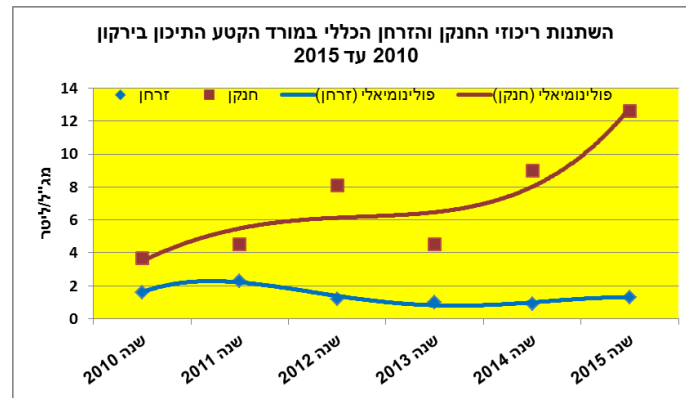
איור 15 - ריכוז החנקן 2015

הקו האדום באיור 17 מיצג 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 2015

פרופיל החנקן והזרחן הכללי בין השנים 2010 – 2015 מוצג באיור בין השנים שבאיור הללו חלה עליה משמעותית בריכוז הממוצע של החנקן הכללי במורד הקטע התיכון של הירקון. באותן שנים, לא חל שינוי בממוצע ריכוז הזרחן הכללי באותו אקטע בנחל. ככל הנראה, הסיבה לעליה בריכוז החנקן הכללי נבעה מהזרמת כמויות עולות של קולחים ושכפים אל הירקון, מנחל קנה שמקורם במט"ש דר' שרון מז' וקו שפכים חבלה/אלפי מנשה.



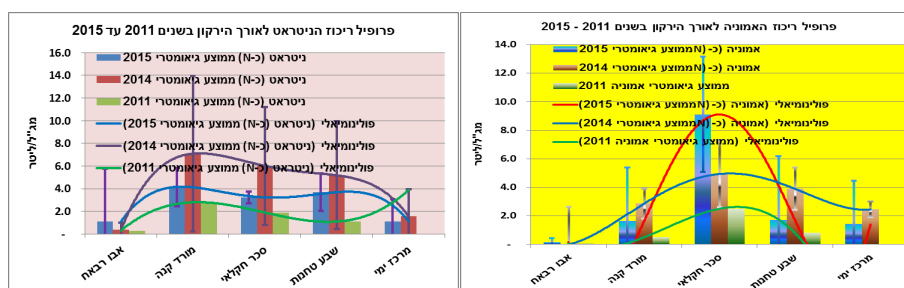
איור 18 השתנות ריכוזי החנקן והזרחן הכללי במורד הקטע התיכון בירקון בשנים 2010-2015

פרופיל ריכוזי האמוניה והניטראט לאורך הירקון

ריכוז האמוניה המותר להזרמה לנחלים, על פי ועדת ענבר, הם 1.5 ריכוז האמוניה הרצוי באפיק הירקון הוא 1.5 מג"ל. ריכוזי האמוניה שנמדדו לאורך הקטע הנקי נעו בין 0.05 מג"ל ל-0.6 וניטראט 0.1 עד 0.4 מג"ל. ריכוז האמוניה שהוזרם לירקון בנחל קנה היה כ-40 מג"ל ובספיקה של כ-800 מ"ק/שעה.

פרופיל האמוניה והניטראט בקטע התיכון של הירקון מושפעים מאיכות הקולחים המוזרמים מהמט"שים ומהקולחים הירודים המגיעים מאגן נחל קנה. העליה בריכוזי האמוניה והניטראט שנמדדו במורד נחל קנה לירקון ב-2015 (איורים 19,20) בהשוואה לשנים קודמות מראה את השפעת הקולחים על איכות מי הנחל זאת למרות מיהול מי הנחל בקטע התיכון עם כניסת כ-1,350 מק"ש מי מקור החל מיולי 2015. נמדדו הבדלים בריכוזי האמוניה והניטראט בין דיגומי האביב והקיץ ודיגום החורף. זאת כתוצאה מהזרמת קולחי מט"ש דר' שרון מזרחי לירקון בחודשים אוקטובר עד יוני.

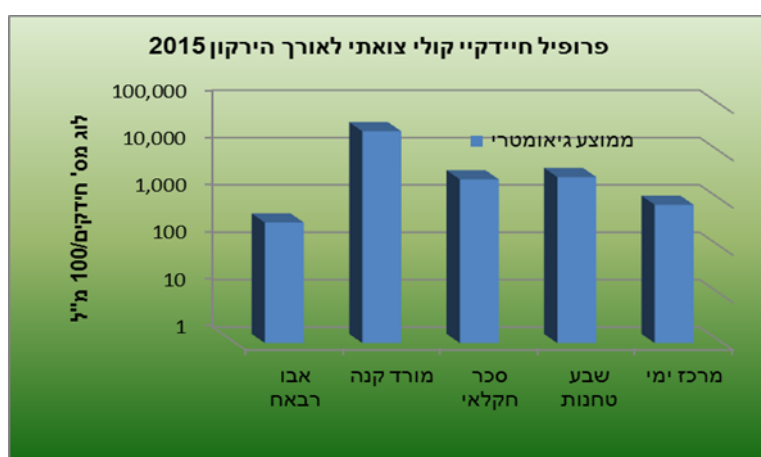
הירידה המסויימת בריכוז הניטראט לאורך הירקון מצביע על תהליך הדהניטריפיקציה המתקיים לאורך האפיק והרחקת תרכובות החנקן ממי הנחל (איור 20).



איור 19 - ממוצע גיאומטרי של ריכוז האמוניה בירקון 2015 איור 20 - ממוצע גיאומטרי של ריכוז הניטראט בירקון 2015

פרופיל חיידקים לאורך הירקון

פרופיל החיידקים לאורך הירקון מיוצג על ידי תוצאת מספר חיידקי הקולי הצואתי שנדגמו לאורך הירקון במספר מחזורי דיגום במהלך (איור 21) 2015. 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 נמדדו ריכוזים הגבוהים בשלושה סדרי גודל, זאת בגלל כניסת קולחי נחל קנה באיכות ירודה והמזהמים בשפכים, סכר חקלאי ושבע טחנות נמדדה עליה של סדר גודל במס' החיידקים. עליה זו בתקופת החורף נגרמת כאמור, כתוצאה מהזרמת קולחים באיכות ירודה ממט"ש דר' שרון מזרחי ומאגן נחל קנה. לאורך הקטע התיכון והקטע המלוח של הירקון חלה ירדה של סדר גודל במספר החיידקים והנגרמת הודות לתהליכי טיהור עצמי.

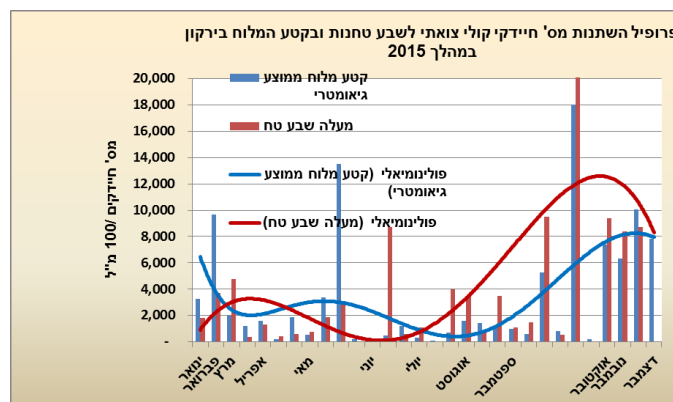


איור 21 - ממוצע גיאומטרי של לוג מספר חיידקי קולי צואתי בירקון 2015

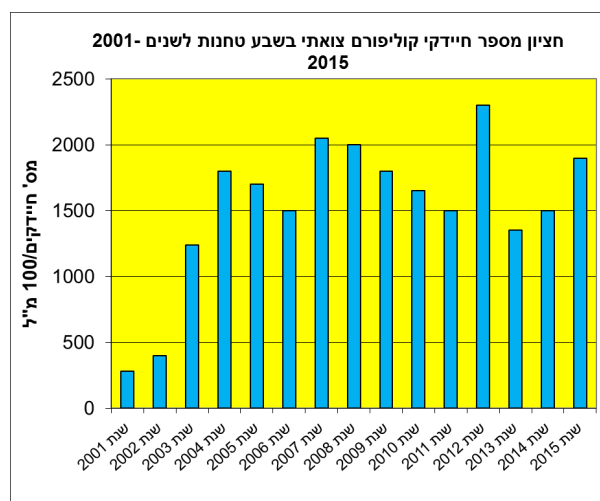
דיגום בקטריולוגי בקטע מלוח

ב- 2015 איכות מי הנחל בקטע המלוח בו מתקיימת פעילות שייט, התאימה לשייט במשך כ- 10 חודשים ולא ברציפות, זאת בהשוואה ל-2014 בה האיכות הייתה מתאימה במשך 12 חודשים ברציפות. ניטור הקטע המלוח של הירקון מבוצע בתדירות של אחת לשבוע בעונה היבשה ואחת לחודש בתקופת הגשמים. במהלך תקופת הניטור בשנת 2015 בוצעו סה"כ 166 דגימות ב- 29 מחזורי דגימה.

איכות המים במהלך 2015 לא התאימה לשייט במהלך כל השנה בגלל כניסת מים מזוהמים וחריגה מהקריטריון לקטע המלוח בחודשים מאי ואוקטובר. ממוצע גיאומטרי של מספר החיידקים בשבע טחנות ובקטע המלוח עלה באופן ניכר החל מסוף ספטמבר (איור 22) זאת בגלל הגעת מים מזוהמים יותר במעלה שבע טחנות, פתיחת סכר שתולים בנחל איילון והזרמת עודפי קולחים ממט"ש איילון ואזור נחל איילון לירקון. כמו כן היו מספר אירועים של גלישת שפכים לירקון ממערכת הניקוז באזור בני דן (ברנדיס) ונקז רמת אביב. חציון ספר החיידקים במעלה שבע טחנות ב-2015 דומה לחציון שנמדד ב- 2014 (איור 23) ואינו מביא לידי ביטוי את ההרעה שחלה החל מחודש ספטמבר 2015.

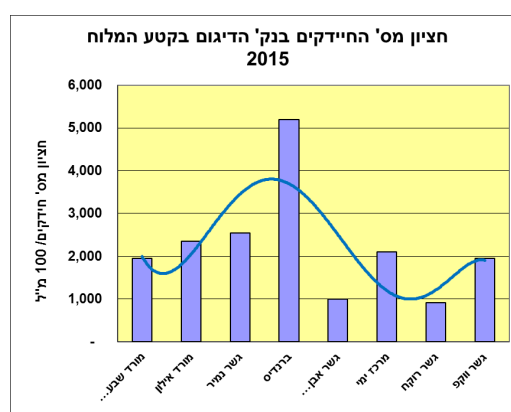


איור 22 - פרופיל השתנות מספר חיידקי הקולי הצואתי במעלה שבע טחנות ובקטע המלוח מהלך 2015



איור 23 חציון מספר חיידקי קוליפורם צואתי בשבע טחנות לשנים 2001 – 2015

לאורך הקטע המלוח מתקיימת עקומת דעיכה של מספר חיידקי הקולי הצואתי מהמעלה למורד (איור 24). 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 24 - חציון מספר חיידקי קולי צואתי לאורך הקטע המלוח של הירקון במהלך 2015



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.

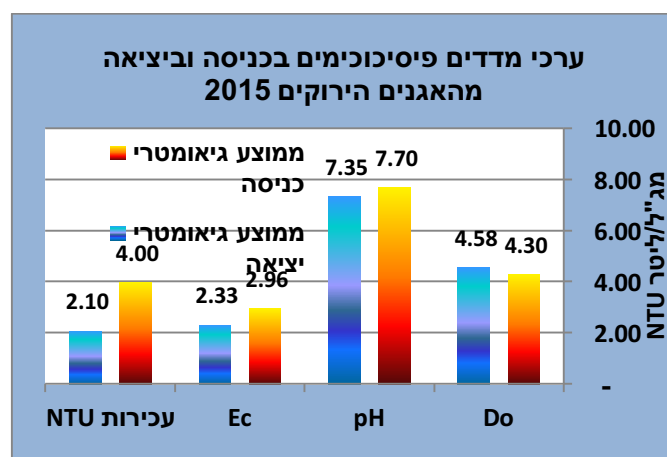
ניטור איכות המים באגנים הירוקים

במהלך 2015 בוצעו ארבעה מחזורי דיגום שונים בשיטת "חטף". כן בצעו שני מחזורי דיגום הכוללים דיגום מורכב של איכות המים באגנים לאחר העמסת אמוניה (העלאת ריכוז האמוניה במי הקולחים באחד האגנים לצורך בחינת כושר הרחקת האמוניה על ידי האגנים הירוקים).

חמצן מומס, הגבה, מוליכות חשמלית ועכירות

במהלך 2015, ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים היה דומה 4.58 ו 4.3 מג"ל בהתאמה וללא הבדל מובהק (איור 28). זאת בהשוואה לריכוזים של 5.0 ו 7.5 מג"ל בכניסה

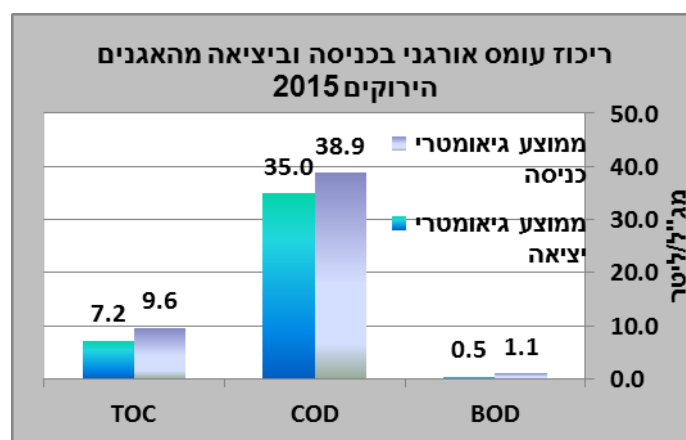
וביציאה בהתאמה בשנים 2011-2013. תופעה זו משתנית בהתאם לתקופת האקלימית ומוסברת על ידי הפעילות הבקטריאלית של מערכת האגנים. על פי נתוני התכנון ריכוז החמצן המומס ביציאה מהאגנים אמור להיות 5.5 מג"ל. כמו כן לא נמדד הבדל מובהק בין ערכי ההגבה (pH) והמוליכות החשמלית (EC) ביציאה והכניסה מהאגנים. נמדדה ירידה מובהקת של כ-50% בערכי העכירות בין הכניסה ליציאה מהאגנים 4.0 ו-2.1 NTU בהתאמה.



איור 28 – ריכוזי החמצן המומס, ההגבה, המוליכות החשמלית והעכירות בכניסה וביציאה מהאגנים 2015

עומסים אורגניים באגנים הירוקים

ריכוז העומסים האורגניים המיוצג בערכי המדדים BOD, COD ו-TOC. ב 2013, ריכוזי מדדים אלו שנמדדו בכניסה לאגנים היו בדרך כלל נמוכים מערכי תקן ועדת ענבר להזרמה לנחלים. ביציאה מהאגנים נמדדו ירידות מובהקות בערכי מדדים אלו לירקון. לעומת זאת, במהלך 2014/15 (איור 29) לא נמדדו הבדלים בין במדדי העומסים האורגניים בכניסה וביציאה מהאגנים. ב 2015 אף חלה עליה קלה במדדים אלו ביציאה לעומת הכניסה לאגנים.



איור 29 – ריכוז העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים 2015

מוצקים מרחפים באגנים הירוקים

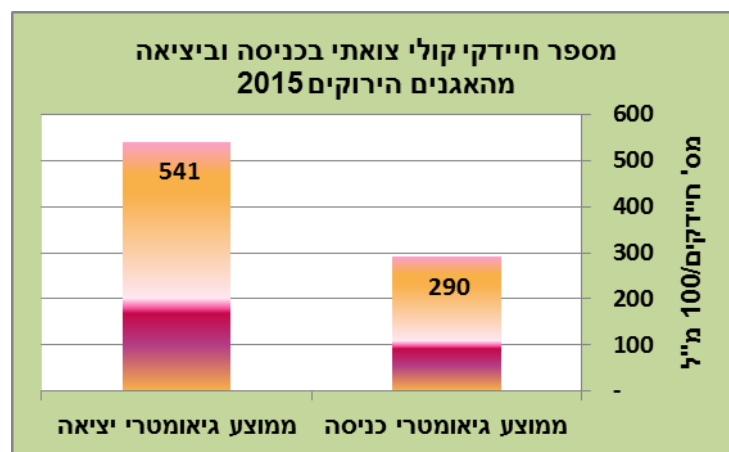
ריכוז המוצקים המרחפים ($TSS\ 105^0$) המותר להזרמה לנחלים הוא נמוך מ- 10 מג"ל. אחד התפקידים המרכזיים של מערכת האגנים הירוקים הוא סינון והרחקת מוצקים מהקולחים. ריכוז המוצקים המרחפים שהוזרם ממט"ש כ"ס/ה"ה נמוך מ- 5 מג"ל.

חיידקים באגנים הירוקים

ממוצע מס' החיידקים שנמדדו ביציאה מהאגנים היה גבוה ממס' החיידקים בכניסה לאגנים 290 ו-541 בהתאמה (איור 30).

ככלל, כאשר מספר החיידקים בקולחים המגיעים ממט"ש כ"ס/ה"ה נמוך הודות לחיטוי יעיל המבוצע ב-UV, מספר החיידקים ביציאה מהאגנים אמור להיות גבוה ממספר החיידקים בכניסה לאגנים. וכך צריך גם להיות. היות והאגנים "מחזירים" חיים למים המחוטאים כלומר חלה התפתחות טבעית של חיידקים ממקורות טבעיים ולא ממקורות אנטרופוגנים. כאשר לא מבוצע חיטוי תקין במט"ש, או כאשר יש ריבוי חיידקים בקו המוליך מהמט"ש לאגנים, מספר החיידקים בקולחים בכניסה לאגנים, יהיה גבוה ואז יתקיים מצב בו האגנים מפחיתים את מספר החיידקים.

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



איור 30 – חיידקי קולי צואתי בכניסה וביציאה מהאגנים 2015

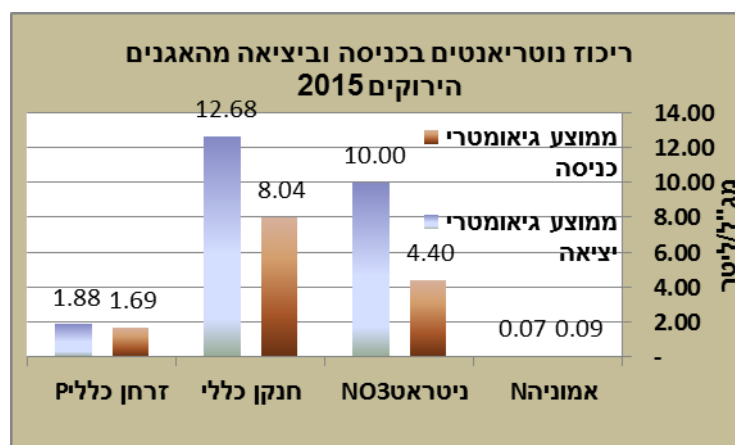
נוטריאנטים באגנים הירוקים

אמוניה: האגנים אמורים להוריד את הריכוז לערך נמוך מ- 1 מג"ל כאשר ריכוז אמוניה בכניסה לאגנים נמוך או שווה ל- 5 מג"ל, ריכוז האמוניה הנדרש על פי תקן ענבר להזרמה לנחלים הוא נמוך מ- 1.5 מג"ל. מט"ש כ"ס/ה"ה הינו מט"ש שלישוני 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 שבוצע בתחילת ינואר 2013 נמדד ריכוז של 14 מג"ל בכניסה ו- 9.0 מג"ל ביציאה. הפחתה של 36%. בשנת 2013 ממוצע ריכוז האמוניה בכניסה לאגנים היה 3.0 וביציאה 1.8 מג"ל. הפחתה של 40% בריכוז האמוניה. ב 2015 הריכוזים המוצעים בכניסה וביציאה מהאגנים היו 0.09 ו0.07 מג"ל בהתאמה (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 ב2015 היו 4.4 ו10.0 מג"ל בהתאמה עם הבדל מובהק ביניהם. בעליה בריכוז הניטראט ביציאה מצביעה על תהליך ניטריפיקציה המתרחש באגנים. וכן על פי תוצאות דיגום איכות הקולחים היוצאים ממט"ש כ"ס/ה"ה (4.6 בממוצע ומקסימום של 12.0 מג"ל), נראה כי הקולחים המוזרמים לירקון דרך האגנים מכילים לעיתים ריכוז ניטראט גבוה מן הרצוי וכתוצאה מריכוזי זרחן גבוהים מהתקן, מתקיימים בנחל תנאים לפריחת אצות.

חנקן כללי: על פי נתוני ועדת ענבר הריכוז הממוצע של חנקן הכללי המותר להזרמה לנחלים הוא 10 מג"ל. ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים ב 2015 היה 8.0 ו 12 מג"ל. ב 2014 ממוצע ריכוז החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים היה 17.3 ו13.04 מג"ל בהתאמה. על פי נתוני הניטראט והחנקן הכללי נראתה מגמה הפוכה ב2015 כך שהריכוז ביציאה גבוה מהריכוז בכניסה לאגנים.

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



איור 31 – ריכוז הנוטריאנטים בכניסה וביציאה מהאגנים הירוקים 2015

כושר הרחקת אמוניה באגן מס' 2 של האגנים הירוקים 2015

נתוני תכנון ביצוע אגנים ירוקים

Variable	Units	WWTP Effluent	Wetland design Influent	Wetland design effluent
Conductivity	µS/cm	Max 2,000	No change	No change
BOD	mg/L	10 - 15	10 - 20	< 10 (a)
NH ₄ -N	mg/L	1.5	5.0	1.0 (f)
TN	mg/L	10	10 - 30	9 - 28 (b)
TSS	mg/L		10 - 30	< 10
TP	mg/L	0.2	0.2	0.2 (c)
Cl ⁻	mg/L	250	250	No change (d)
Fecal coliforms	cfu / 100 mL	200	1000 - 200	1000 - 200 (e)
D.O.	mg/L	> 3	> 3	4.0
pH	7 - 8.5	7 - 8.5	7 - 8.5	7.5 - 8.5

(a) Background concentration of BOD in the wetland system will be 5 - 10 mg/L.

(b) Nitrogen removal is carbon limited.

(c) Long-term phosphorus removal in wetland systems is negligible.

(d) Monovalent anions are not removed.

(e) Wetland system removal of influent fecal coliforms will be 1-2 log, but waterflow in the surface flow wetland and pond will add them back in.

(f) Assuming design Influent.

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

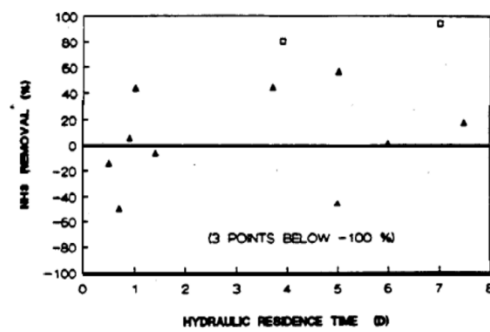


Figure 9. Ammonia Removal Versus HRT

Most of the systems shown on Figure 9 display a marginal or a negative ammonia removal rate regardless of the detention time in the system. Two systems, shown as squares in the figure, display very high removal rates at HRT levels comparable to the other systems. **The difference is believed to be the lack of algae, the availability of oxygen, and sufficient HRT in the latter two systems, so that high levels of nitrification can occur in these beds.**

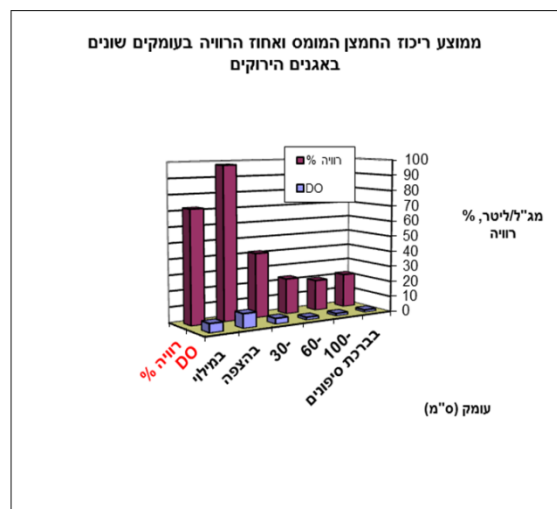
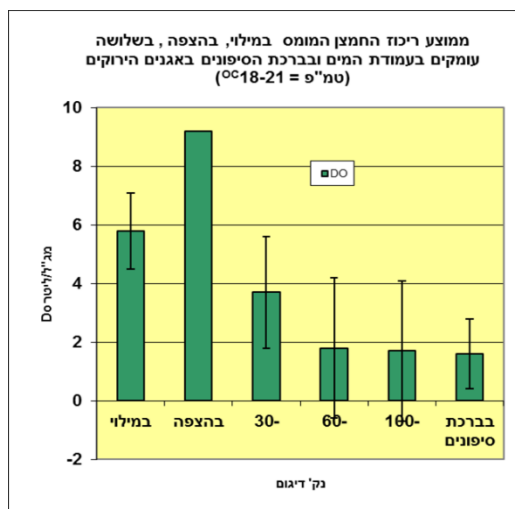
ברצף, ולא במקביל, כך שכל הזמן אגן כלשהו מתמלא בעוד האחר מתרוקן.

Table 4 summarizes the site conditions and the ammonia removal performance of the 14 systems used in this analysis. It is clear from an examination of these data that systems with no algae, with longer detention times, and with deep root penetration produce the best ammonia removal results. The two systems in the list (Santee and Bear Creek) which incorporate all three factors produced the best results of all.

Table 4. Ammonia Removal in SF Wetlands.

Location	Ammonia Removal %	Algae Present	HRT d	Bed Depth m	Root ^a Depth %
Denham Springs, LA	-1328	Yes	1	0.61	50
Haughton, LA	-554	Yes	4.5	0.76	50
Carville, LA	-22	Yes	1.4	0.76	50
Benton, KY	-45	Yes	5	0.61	40
Mandeville, LA	-50	No	0.7	0.61	50
Greenleaves, LA	-14	No	1	0.61	50
Hardin, KY (bulrush)	18	No	3.3	0.61	50
Hardin, KY (reeds)	2	No	3.3	0.61	40
Utica, MS (north)	57	Yes	5	0.64	60
Utica, MS (south)	45	Yes	3.7	0.64	60
Degussa Corp., AL	45	No	1	0.61	50
Monterey, VA	6	No	0.9	0.91	30
Bear Creek, AL	80	No	3.9	0.30	100
Santee, CA (<i>Scitpus</i>)	94	No	7	0.61	100

a. Root depth expressed as a percentage of total bed depth.



לצורך קביעת אמינות התוצאות המתקבלות מביצוע דיגום חטף בכניה 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 שלושת 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.

ניטור אגן מס' 1 ו-2

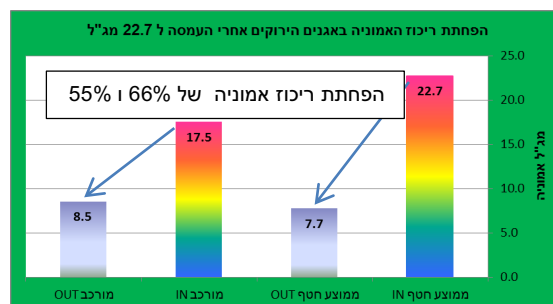
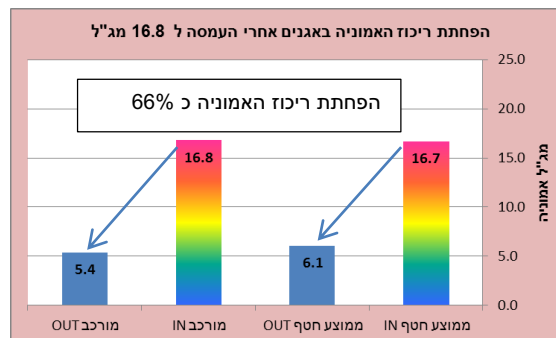
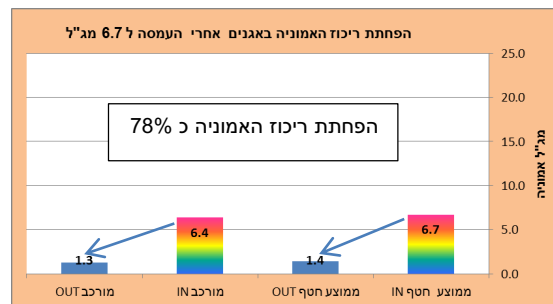
קולח המס' 1		קולח המס' 2		העמסת אמוניה 2015	
16.06.15		16.06.15		16.06.15	
אג 1 כניסה	אג 1 יציאה	אג 2 כניסה	אג 2 יציאה	אג 2 כניסה	אג 2 יציאה
פ"ס	פ"ס	פ"ס	פ"ס	פ"ס	פ"ס
0.05	0.05	22	7.1	22	7.1
5.7	7.7	5.3	6.9	5.3	6.9
0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
1.4	1.6	25.2	8.3	25.2	8.3
7.1	9.3	30.5	15.3	30.5	15.3
1.28	1.45	0.98	1.31	0.98	1.31

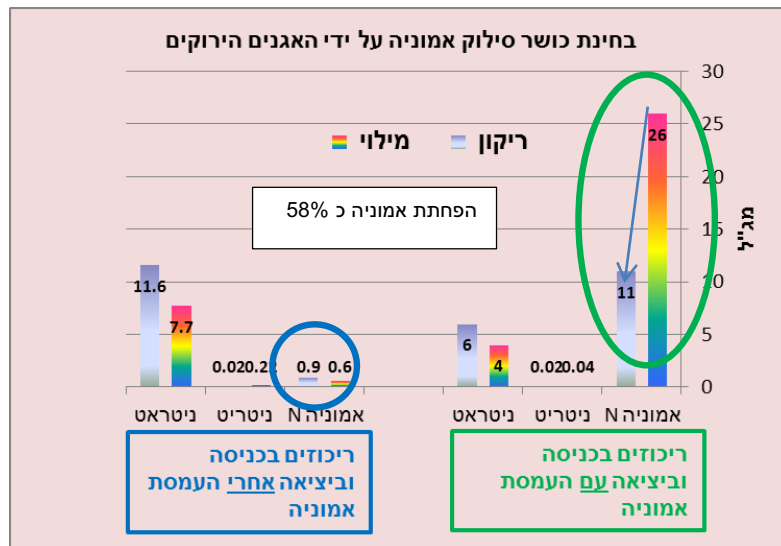
Do	4.3	3.5
%	60	48
pH	7.7	7.4
Ec	1.2	1.2
טמ"פ	28	28
ספיקה Q	1,000	1,500
עפ"ת	4	2.1

איור 32 – השוואת דיגום חטף ודיגום מורכב ביציאה מהאגנים

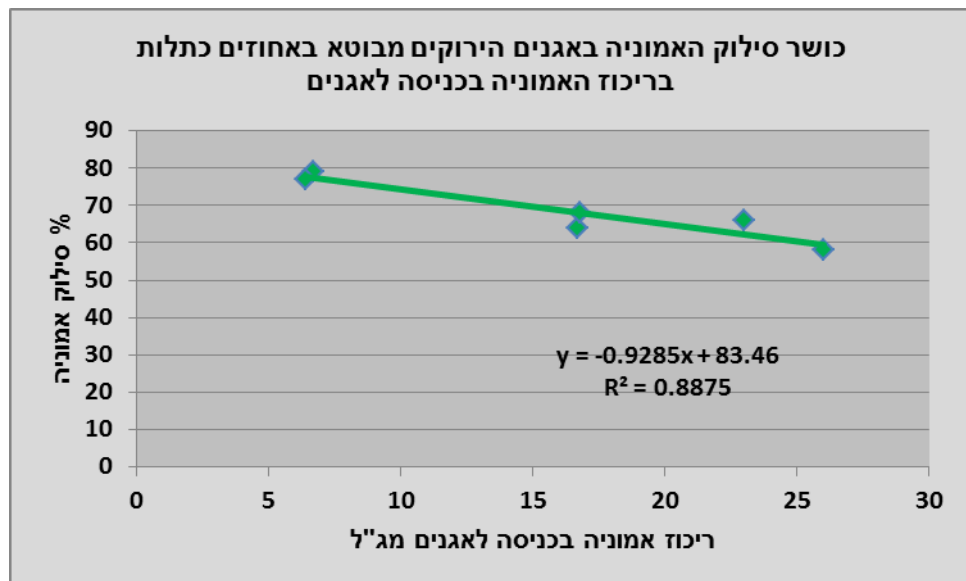
איור 33 – השוואת דיגום חטף ודיגום מורכב בכניסה לאגנים

על פי תוצאות הדיגום החטף ובהשוואה לדיגום המורכב (איורים 32 ו33) 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.





סיכום תוצאות



1. הערה - נמצא הבדל (לא גדול) בין ריכוז אמוניה מחושב לבין ריכוז אמוניה שנמדד בכניסה לאגן.
2. האגן מתוכנן לסלק כ- 80% מהאמוניה
3. בפועל, האגן סילק בין 50% ל 80%
4. הניטרפיקציה מתבצעת בזמן שהאגן "נח" – ריק ממים ומאוויר
5. ריכוזי החמצן המומס יורד מ-70% רוויה ל-20% רוויה בעמודת האגן – בין הריכוז במילוי לריכוז בקרקעית האגן וביציאה.

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.

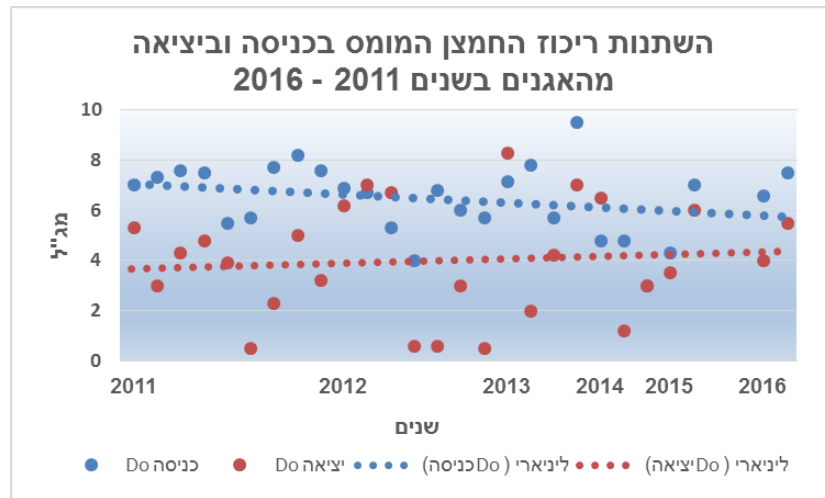
החלק העיקרי של נפח באגנים הירוקים מלא במצע האבני ובשורשי הצמחים המאכלסים את האגנים. זרימת המילוי של המים באגנים היא אנכית ומתבצעת לסירוגין בין שלושה אגנים נפרדים. שיטה זו מאפשרת כניסת אויר אטמוספרי לחללים במצע, זאת כדי לשמור שהתהליכים המיקרוביאליים יהיו אירוביים. המערכת החלה לפעול ב- 2011, אם כי הזרמת 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.

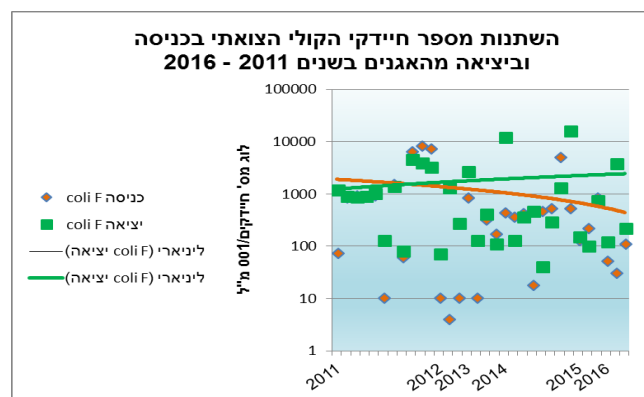
לעומת זאת, ממוצע ריכוז החמצן המומס ביציאה מהאגנים במהלך שנים אלו היה כ-4 מג"ל במהלך כל התקופה אך הפיזור הערכים סביב הממוצע היה גדול יותר בהשוואה לפיזור בכניסה לאגנים ונע בין ריכוזים של 0.5 מג"ל ועד לריכוזים של 8 מג"ל וללא קשר עונתי נראה.



איור 34 – השתנות ריכוז החמצן המומס בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2016

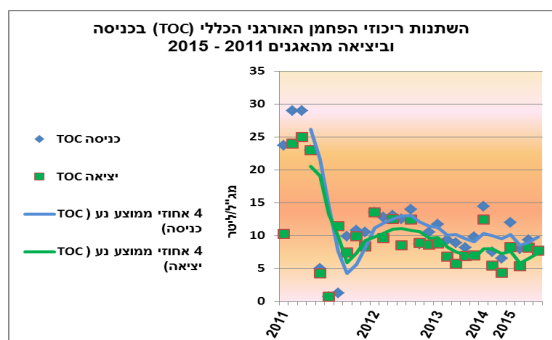
פרופיל על ציר זמן של חיידקי קולי צואתי באגנים הירוקים

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.

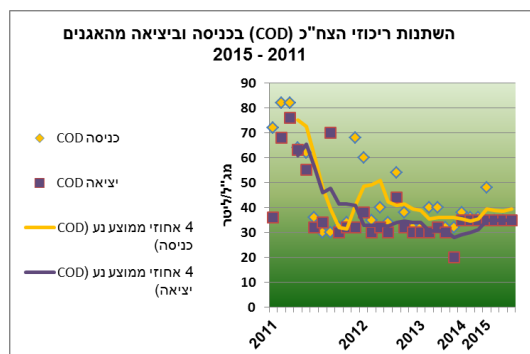


איור 35 – השתנות מספר החידקים בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2014

פרופיל ההשתנות על ציר זמן של העומס האורגני באגנים הירוקים
 פרופיל השתנות העומס האורגני בכניסה וביציאה מהאגנים במהלך 2011-2014 מראה ירידה בריכוזי ה TOC (איור 36) וירידה בריכוזי ה COD (איור 37) בקולחים היוצאם מהמט"ש במהלך 2011.
 בהשוואה בין הריכוזים בכניסה וביציאה מהאגנים נמדדה ירידה של 27% ו17% בריכוזי ה TOC וה COD ביציאה מהאגנים בהתאמה.



איור 36 – השתנות ריכוזי הפחמן האורגני הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2015

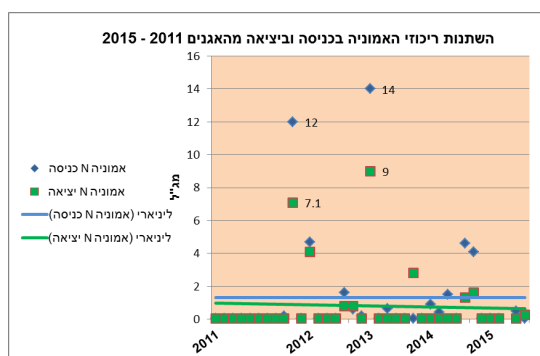


איור 37 – השתנות ריכוזי ה COD בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2015

פרופיל על ציר זמן של ריכוזי הנוטריאנטים באגנים הירוקים

אמוניה

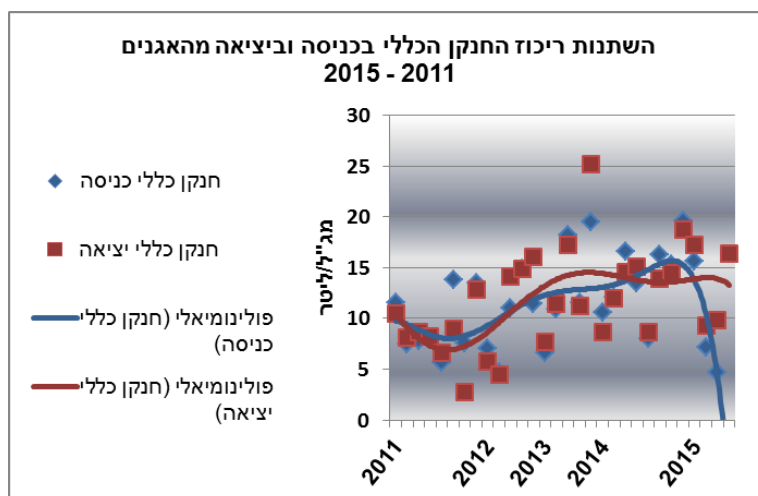
פרופיל ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים לא השתנה במהלך השנים 2011 – 2015 (איור 38). ככלל, ריכוז האמוניה המוצע בכניסה וביציאה מהאגנים היה 0.08 ו-0.07 מג"ל בהתאמה. במספר מקרים בהם ריכוז האמוניה בכניסה לאגנים חרג לערכים של 12 ו-14 מג"ל, ריכוז האמוניה ביציאה ירד ל-7.1 ו-9 מג"ל ירידה של 35% ו-40% בהתאמה. כלומר בכל מקרה, האגנים מורידים את ריכוז האמוניה בכ – 40%.



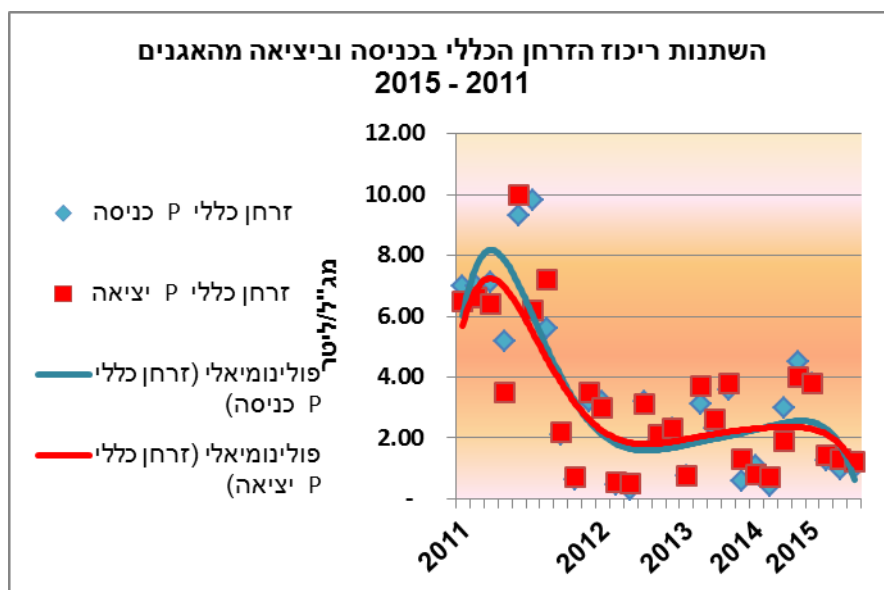
איור 38 – השתנות ריכוזי האמוניה בכניסה וביציאה מהאגנים בשנים 2011 - 2015

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. ב-2015 נמדד שינוי בריכוז החנקן הכללי והוא ירד ל-5 מג"ל בכניסה וביציאה. ריכוזי הזרחן הכללי (איור 40) ירדו בכניסה וביציאה מהאגנים מ-7 ו-8 ב-2011 ל-1.7 ו-1.5 מג"ל ב-2015 בהתאמה. השתנות פרופיל הריכוזים במהלך התקופה הוא כתוצאה משינויים בריכוזים בקולחים היוצאים מהמט"ש.



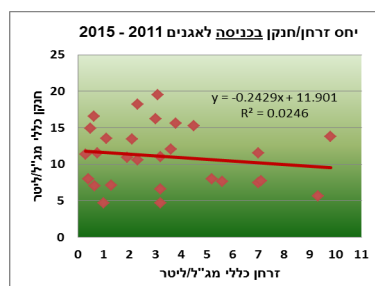
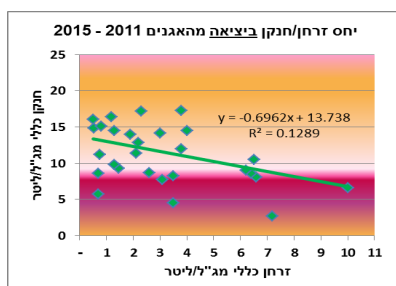
איור 39 - השתנות ריכוזי החנקן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2011 – 2015



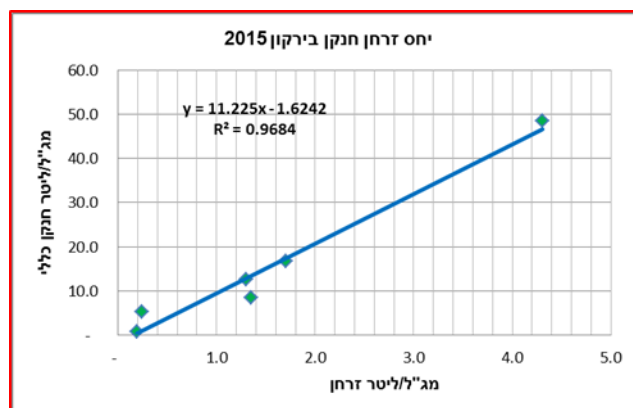
איור 40 – השתנות ריכוזי הזרחן הכללי בכניסה וביציאה מהאגנים 2015 - 2011

יחס זרחן/חנקן בכניסה וביציאה מהאגנים 2015 – 2011

בכניסה וביציאה מהאגנים במהלך התקופה 2015 – 2011 (איור 41/2) נמצא יחס הפוך בין הזרחן והחנקן בהשוואה לאופייני למערת מים כמו הירקון למשל (איור 43). יחס זה מצביע על החנקן כגורם מגביל ועודף הזרחן עשוי לגרום לפריחת אצות כחוליות קושרות חנקן (blue-green algae, cyanobacteria) כגון האפניזומון במי אגם נחל הדר למשל.



איור 41 יחס זרחן חנקן בכניסה לאגנים איור 42 יחס זרחן חנקן ביציאה מהאגנים



איור 43 יחס זרחן חנקן בנחל הירקון