



**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח**

דו"ח ניטור סתיו 2017

דו"ח חיא"ל H20/2018

דו"חות חיא"ל
I O L R REPORTS



מים ואגמים לישראל בע"מ
Tel-Shikmona, P.O.B. 8030, Haifa 31080 חיפה, ת"ד 8030
Tel: 972-4-8515202 : טלפון Fax: 972-4-8511911 : פקס
<http://www.ocean.org.il>

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח

דו"ח ניטור סתיו 2017

דו"ח חיא"ל H20/2018

נורית גורדון, איל רהב*, גיא סיסמה-ונטורה, ירון גרטנר, ברק חרות

* מחבר לתכתובת (eyal.rahav@ocean.org.il)

מוגש לרשות נחל הקישון

חתימה :

אפריל 2018

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח דו"ח ניטור סתיו 2017

1. מטרת הניטור

מטרת הניטור הן לעקוב אחר שינויים מרחביים, עונתיים, ורב שנתיים באוכלוסיות המיקרואצות (פיטופלנקטון) והחיידקים, וקצב פעילותם (יצרנות ראשונית וחיידקית), בחלקו המלוח של נחל הקישון ואת התנאים הסביבתיים הנלווים. כל שינוי מהתנודות הטבעיות בערכים הנ"ל (גם בין הדיגומים) יסווג כחריג.

2. דיגום ושיטות

המערכה התחתונה של נחל הקישון נדגמה בסתיו בתאריך 2 בנובמבר 2017. שבע תחנות נדגמו לאורך הנחל, החל ממעלה הנחל ועד לנקודת יציאתו לים (טבלה 1). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ועכירות באמצעות מכשיר Hydrolab MS5 - Multiparameter Mini Sonde מחברת OTT. כמו כן, מי שטח ומי עומק בכל תחנה (למעט תחנות במעלה בהן עומק המים היה ס"מ בודדים) נדגמו באמצעות בקבוק ניסקין או ישירות לכלי הדיגום לקביעת ריכוזי כלורופיל *a* (מדד כללי לביומסה של אצות), ספירות חיידקים ופיקופיטופלנקטון (*Synechococcus*, *Prochlorococcus*, pico-) (eukaryotes, heterotrophic bacteria) ויצרנות ראשונית וחיידקית בעזרת סמנים רדיואיזוטופים (כל התחנות), וכן אפיון טקסונומי של אוכלוסיות פיטופלנקטון ומיקרואצות בשתי תחנות מייצגות: גשר ההסתדרות וגשר יוליוס. הדגימות חולקו לכלי דיגום מתאימים והובאו למעבדה תוך מספר שעות להמשך אנליזות.

במעבדה, דגימות מים לקביעת כלורופיל *a* סוננו דרך פילטרים GF/F (0.7µm) לאחר סינון מקדים דרך נפה 63µm, נטפו בנייר אלומיניום והוקפאו עד לבדיקתם בשיטה פלואורימטרית לפי-Standard Methods 10200H-3 עם שינויים קלים בתוך מספר ימים.

יצרנות ראשונית נמדדה על ידי סימון מי הדגימה עם ביקרבונט מסומן בפחמן 14 (Steehan-Nielsen, 1952). יצרנות חיידקית נמדדה על ידי הוספה למי הדגימה לאוצין מסומן בטריטיום (Simon et al. 1990). כל הדגימות נעשו בטריפלטיים (שלוש חזרות) והושמו תחת תנאי תאורה וטמפרטורה טבעיים למשך 4 שעות בטרם מדידתם עם מונה נצנץ (סנטילציה) עם שינויים קלים לנחל הקישון (Bar-Zeev and Rahav, 2015).

אפיון אוכלוסיית הפיקו/מיקרו-אצות נעשתה הן על ידי מדידות (Attune, Applied) Flow-cytometer (Biosystems), והן בשיטות טקסונומיות מיקרוסקופיות. נוסף לכך, נספרו חיידקים הטרוטרופים (צרכנים שינוניים) לאורך תחנות הדיגום. מי הדגימה קובעו מידית עם גלוטראלדהיד (0.16%, 50%, ריכוז סופי), הוקפאו עם חנקן נוזלי לאחר כ-15 דקות, והופשרו באמבט 37°C לפני שהורצו עם ה-Flow-cytometer כעבור מספר ימים. עבור האנליזות הטקסונומיות, מי הדגימה סוננו במעבדה על גבי מספר פילטרים בהתאם לגודל האצות: סוגים קטנים (עד 5 מיקרון) – מי דגימה סוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (0.45 מיקרון) ושומרו באמצעות גלוטראלדהיד. הפילטר הונח על זכוכית נושאת עם טיפת שמן אימרסיה. על הפילטר הונחה טיפה נוספת של

שמן אימרסיה והפילטר כוסה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה בעזרת מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי תוך מספר חודשים.

סוגים גדולים מ-5 מיקרון – מי דגימה סוננו על גבי פילטרים מפוליקרבונט (5 מיקרון ו- 20 מיקרון) ושומרו בשתי שיטות: א. באמצעות שמן אימרסיה בדומה למתואר לגבי התאים הקטנים מ-5 מיקרון. ב. בשיטת FTF (filter – transfer – freeze) (Hewes, C.D. and Holmes-Hansen, O. (1983)). הפילטר הונח על גבי טיפת מי ים שהונחה על זכוכית נושאת עם פני הפילטר כלפי מטה. זכוכית נושא הונחה מיד על גבי קרח יבש ולאחר קפיאת התאים הוסר הפילטר והתאים שנשארו על הזכוכית כוסו בשכבת גליצרין ג'לי שהתייבש תוך זמן קצר. לאחר מכן הונחה על הדגימה טיפת גליצרול שכוסתה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה שנעשו באור רגיל ובפלורוסנציה באמצעות מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי תוך מספר חודשים.

טבלה 1- מיקום תחנות הדיגום לאורך נחל הקישון המלוח במהלך דיגום סתו 2017.

תחנה	Latitude (N)	Longitude (E)
תל-קשיש	32° 41.31'	35° 6.39'
יגור	32° 45.55'	35° 3.91'
לבניות	32° 47.27'	35° 3.10'
גשר ההסתדרות	32° 47.86'	35° 2.84'
אקליפטוס	32° 48.50'	35° 2.30'
גשר יוליוס סימון	32° 48.01'	35° 2.01'

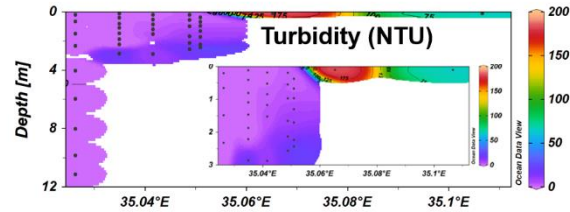
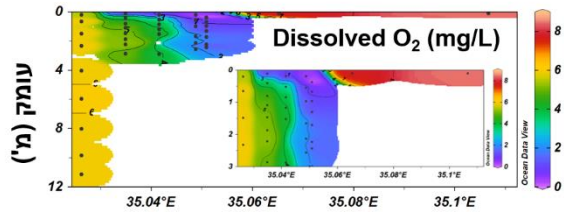
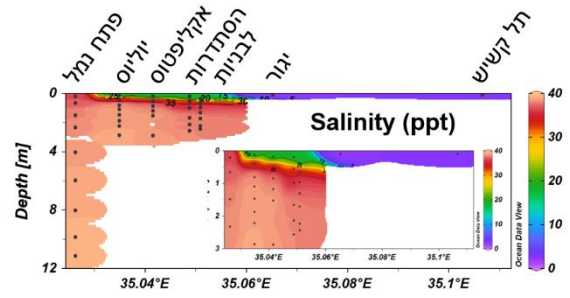
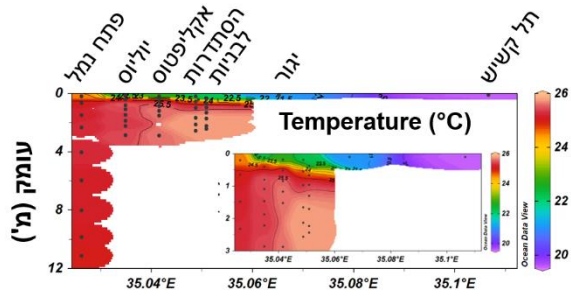
3. תוצאות

3.1 פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

פרופיל העומק של הטמפרטורה, המליחות, עכירות המים והחמצן מומס, לאורך נחל הקישון המלוח ושתיה תחנות הביקורת במעלה הנחל כפי שנמדדו באוקטובר 2017 מוצגים באיורים 1 ו-2 ובטבלה 2. ככלל, טמפרטורת המים הייתה אופיינית לעונה ונעה בין 19.6 ל- 25.8 מעלות צלסיוס. פיזור הטמפרטורה האנכי מראה כי עמודת המים הייתה משוכבת ברוב תחנות הדיגום בקישון המלוח (עד 3 מעלות צלסיוס הבדל) למעט פתח הנמל. טמפרטורת המים בתחנות הדיגום במעלה הנחל (יגור ותל קשיש) היו נמוכות יותר ($20-21^{\circ}\text{C}$), ככל הנראה בגלל נפח המים הקטן בתחנות אילו ומכאן ההשפעה הרבה יותר כאשר טמפרטורת הסביבה (אוויר) נמוכה. בדומה לדיגומים קודמים, שכבת המים העליונים (1 מ') הייתה מלוחה פחות מחלקה התחתון, במיוחד במורד הנחל, כתוצאה מכניסת מי ים דרך הסדימנט. ככל שמתקרבים למורד הנחל (קרי התקרבות לים הפתוח) עלתה המליחות- הן בגוף המים העליון והן בתחתון- כאשר במי השטח הגרדיאנט גדול/משמעותי יותר לעומת הגרדיאנט במים העמוקים. בתחנות פתח הנמל ותחנות המעלה (תל קשיש ויגור), היו ערכי החמצן המומס תקינים (5.5-8.5 מג"ל), כלומר מים מאווררים וללא עקות כפי שניתן לעיתים לראות בקישון. לעומת זאת, בפני השטח של תחנות יוליוס, אקליפטוס, ההסתדרות והלבניות (תחנות "אסטוארי"), ערכי החמצן המומס היו נמוכים במיוחד (0.1-1.1 מג"ל) – ערכים המעידים על אנוקסיה או הפוקסיה (טבלה 3), דבר שאינו "רצוי" ולא קרה בדיגום סתיו 2016 (דו"ח חיא"ל H25/2017). סמוך לקרקעית, ריכוז החמצן המומס יהיה תקין (2.5-5.9 מג"ל) למעט תחנת הלבניות (1.3 מג"ל - היפוקסיה). ריכוז החמצן במים מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה חיידקית ובמידה מסוימת ע"י חדירת מי ים. ריכוז החמצן במי השטח מושפע מתהליכי ערבוב

בין מי נחל עניים יחסית בחמצן מהמעלה (כולל – הזרמות מהמפעלים) לבין מי ים עשירים יחסית בחמצן, ומתהליכי פריחת אצות. המצב האנוקסי שנמדד בנחל במקומות רבים מצביע על פעילות מטאבולית הטרוטרופית חיידקית ועל אוטרופיקציה של אזורים אילו. יש להמשיך לעקוב אחר העניין בדיגומי הסתיו הבאים.

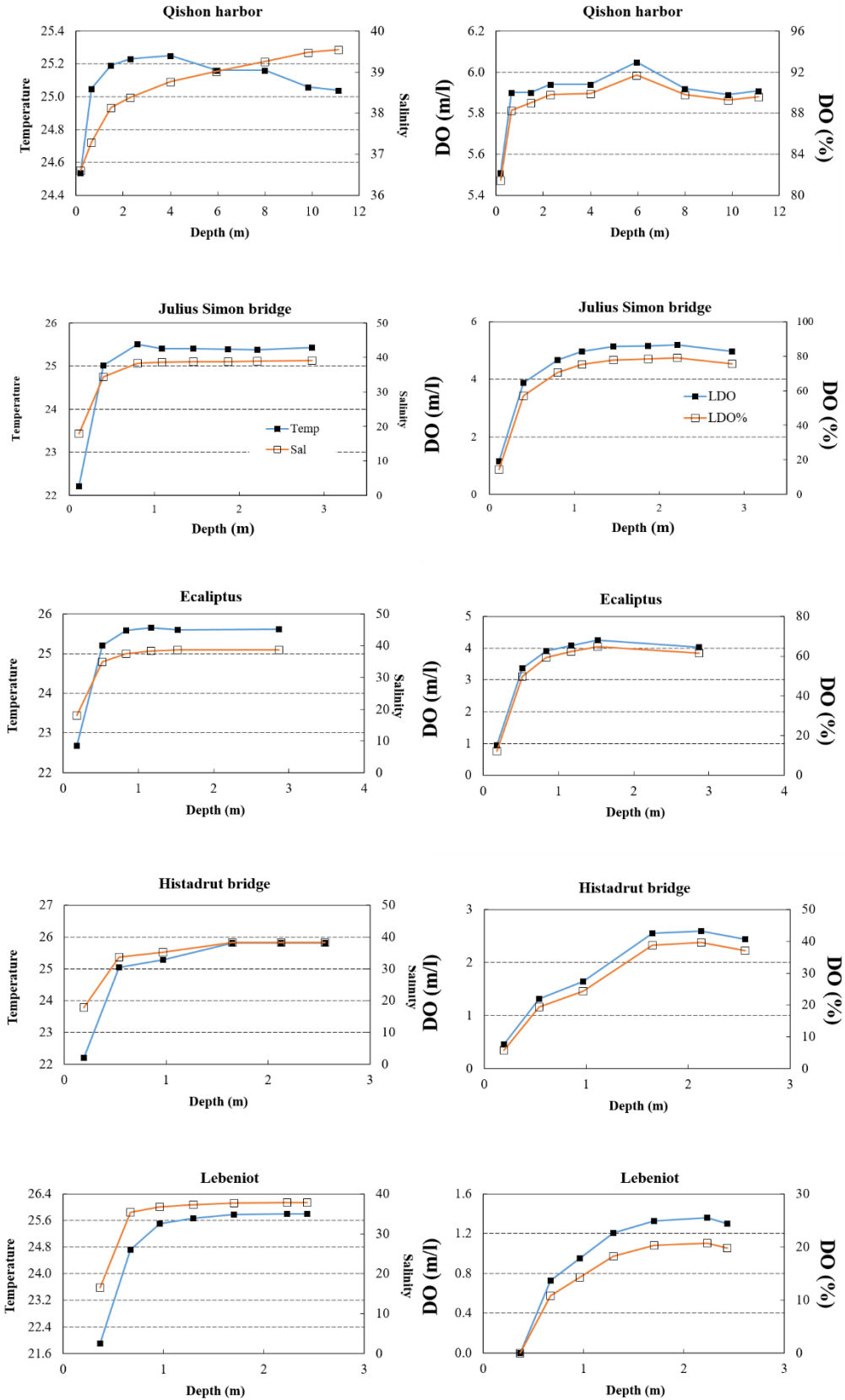
ריכוזי הנוטריאנטים (ניטראט+ניטריט, פוספאט וחומצה סיליצית) בדגימות פני השטח ומי עומק בחלקו של הקישון המלוח (פתח נמל עד לבניות) כמו גם תחנות הביקורת במעלה הנחל (יגור ותל-קשיש) מוצגים בטבלה 4. בתחנות הקישון המלוח, ריכוז הנוטריאנטים סמוך לקרקעית היה גבוה מאלה שנמדדו באותה תחנה בפני השטח, זאת בשונה מרוב הדיגומים הקודמים בסתיו (NO_x 0.04-9.41 mg/L; PO_4 0.01-0.42 mg/L, Si(OH)_4 0.10-8.20 mg/L). נושא זה צריך להיבדק גם בהמשך. ייתכן ויש תהליכים בנטיים (benthic) בין המים לסדימנט שגורמים לזליגה של נוטריאנטים מהקרקעית (nutrient flux) שמעשירים את המים. בדומה לדיגומים קודמים, ריכוזי הנוטריאנטים קטנו בכיוון מורד הנחל עם ההתרחקות מהזרמות המפעלים וממקור קולחי התעשייה המוזרמים לנחל, ובהשפעת מידת המיהול עם מי הים. ריכוזי הסיליקה, הניטראט ובמידה רבה גם הפוספט מראים שינויים קונסרבטיביים לאורך קטע הנחל ומוכתבים בעיקר ע"י מידת המיהול בין המים מהמעלה הכוללים את הקולחים ומי ים, אבל מושפעים גם מתהליכים ביולוגיים (ניטריפיקציה, נשימה). ברובתחנות הדיגום בתוך הקישון (מעלה הנחל ועד מוצאו) נמצאו ריכוזים גבוהים של ריכוזי החנקן, (ערך מקסימום של מעל 9 מג"ל), דבר המצביע על רמת זיהום (איאוטרופיקציה) גבוהה על פי הקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 3). יש לציין כי ריכוזי החנקן היו נמוכים יותר מאשר אלה שנדגמו בסתיו 2016 בעוד שריכוזי הזרחן היה גבוה יותר. הדבר מצביע על ירידה ביחסי N:P, דבר שעלול להיות בעל משמעות לפריחות של אצות, כולל רעילות. יש להמשיך לעקוב אחר העניין.



קו רוחב (מעלות)

קו רוחב (מעלות)

איור 1- פרופיל עומק של הטמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$), מליחות (ppt), ריכוז חמצן מומס (mg/L), ועכירות (NTU) כפי שנמדד בנובמבר 2017 לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל. האינטרפולציה בין נקודות המדידה בוצעה באמצעות תוכנת Ocean Data View (גרסה 4.1) על ידי שימוש באלגוריתם מסוג VG gridding. ה-insert עבור כל משתנה מראה רק את הערכים שנמדדו ב-3 המטרים העליונים של עמודת המים.



איור 2 - חתך עומק של כל תחנת דיגום בנפרד עבור הפרמטרים המצוינים באיור 1. תחנות יגור ותל קשיש לא מוצגות באיור משום שהן רדודות ולא ניתן להציג פרופיל עומק עבורן.

טבלה 2- סיכום פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס וקשיות (pH) כפי שנמדד בנובמבר 2017 לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל (כמוצג באיורים 1 ו-2). N.A. – not available.

תחנה	עומק דיגום (m)	טמפרטורה (°C)	מליחות (ppt)	חמצן מומס (mg/L)	pH	עכירות (NTU)
פתח נמל	0.2	24.54	36.61	5.51	8.13	N.A
	0.6	25.05	37.30	5.90	8.18	N.A
	1.5	25.19	38.14	5.90	8.19	N.A
	2.3	25.23	38.39	5.94	8.20	N.A
	4.0	25.25	38.77	5.94	8.20	N.A
	5.9	25.16	39.02	6.05	8.21	N.A
	8.0	25.16	39.26	5.92	8.20	N.A
	9.8	25.06	39.48	5.89	8.21	N.A
	11.1	25.04	39.55	5.91	8.21	N.A
יוליוס	0.1	22.21	17.92	1.14	7.67	1.2
	0.4	25.01	34.44	3.88	8.00	1.3
	0.8	25.50	38.32	4.66	8.08	0.9
	1.1	25.41	38.66	4.96	8.11	0.8
	1.5	25.40	38.78	5.13	8.12	0.6
	1.9	25.39	38.82	5.16	8.13	0.4
	2.2	25.38	38.89	5.20	8.13	0.6
	2.9	25.43	39.04	4.97	8.13	17.8
	0.2	22.68	18.06	0.94	7.66	0.2
אקליפטוס	0.5	25.20	34.90	3.37	7.96	1.3
	0.8	25.59	37.59	3.91	8.05	2.9
	1.2	25.65	38.43	4.08	8.07	3.6
	1.5	25.60	38.69	4.25	8.09	4.1
	2.9	25.62	38.76	4.03	8.08	9.4
	0.2	22.20	17.86	0.46	7.56	2.8
הסתדרות	0.54	25.05	33.63	1.32	7.81	4.5
	0.9	25.28	35.24	1.64	7.89	4.9
	1.6	25.82	38.26	2.55	7.99	7.4
	2.1	25.81	38.31	2.60	8.00	10.2
	2.6	25.81	38.32	2.44	8.00	15.2
	0.4	21.91	16.47	0.00	7.58	1.1
לבניות	0.7	24.72	35.39	0.73	7.77	2.2
	0.9	25.51	36.84	0.95	7.86	4.9
	1.3	25.67	37.37	1.21	7.92	7.3
	1.7	25.79	37.79	1.33	7.93	8.8
	2.2	25.80	37.84	1.36	7.94	10.8
	2.4	25.80	37.86	1.30	7.94	31.8
	0.1	19.60	2.85	8.45	8.11	67.1
	0.1	21.05	2.42	7.70	8.18	183.3
תל קשיש						
יגור						

טבלה 3: קריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב לאיכות המים בשפכי נחלים (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1997)

פרמטר	יחידת מדידה	נמוך	בינוני	גבוה
חמצן מומס (DO)	mg/L	אנוקסיה= 0, הפוקסיה= 0-2, נזק ביולוגי 2-5		
חנקן אנאורגני (NO ₂ +NO ₃)	mg/L	<0.1	0.1- 1	>1
זרחן אנאורגני (PO ₄)	mg/L	<0.01	0.01- 1	0.1
כלורופיל a	µg/L	<5	5- 20	>20

טבלה 4: ריכוז נוטריאנטים אנאורגנים (mg/L) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח ובתחנות במעלה הנחל בנובמבר 2017.

תחנה	עומק דיגום	NO ₂₊₃ -N (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	Si(OH) ₄ -Si (mg/L)
פתח נמל	פני שטח	0.04	0.01	0.10
	קרקעית	0.63	0.06	0.53
יוליוס	פני שטח	0.13	0.02	0.24
	קרקעית	5.29	0.36	3.84
אקליפטוס	פני שטח	0.19	0.04	0.32
	קרקעית	6.90	0.35	3.81
הסתדרות	פני שטח	0.37	0.05	0.52
	קרקעית	9.41	0.39	4.19
לבניות	פני שטח	0.44	0.07	0.65
	קרקעית	7.18	0.42	4.66
יגור	פני שטח	7.29	0.10	6.25
	פני שטח	8.04	0.12	8.20

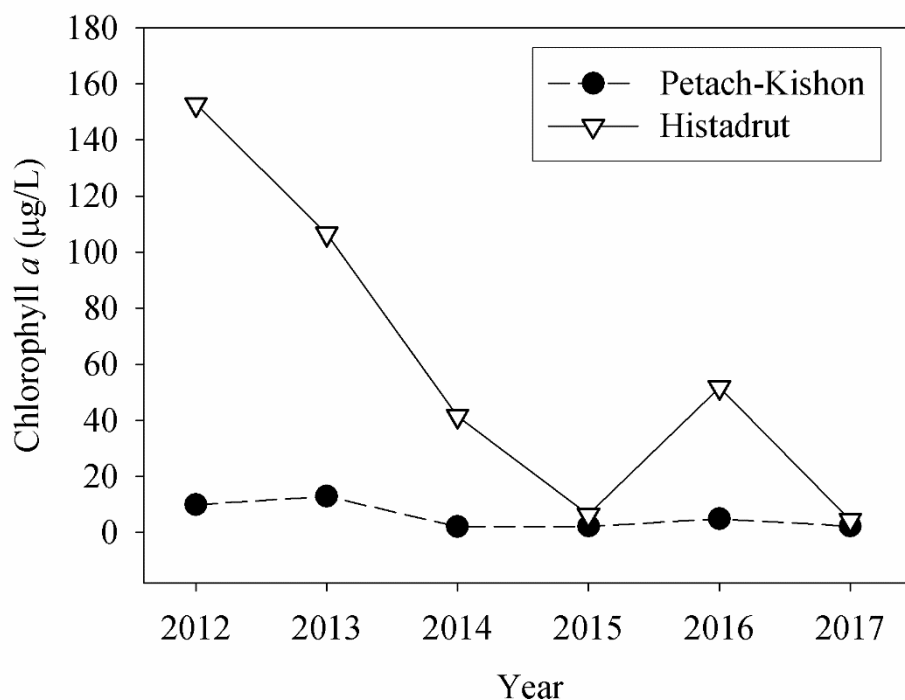
3.2 פרמטרים ביולוגים בעמודת המים

ערכי כלורופיל *a* בדיגומי סתיו 2017 היו על פי רוב נמוכים ביחס לדיגומי סתיו קודמים בפקטור של עד 10 µg/L (<5 µg/L לעומת 50 µg/L בסתיו 2016). ביחס לקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 3), ערכים אלה מצביעים על רמת אוטורופיקציה נמוכה-בינונית. מגמה זו של ירידה בריכוז הכלורופיל בדיגומי הסתיו מתמשכת משנת 2012 (איור 3), דבר המצביע על הפחתה בשפכי התעשייה המכילים חנקות (אכן, נמצא מתאם ישר בין ריכוז הכלורופיל לריכוז ניטראט+ניטריט, איור 4). ריכוזי הכלורופיל הנמוכים יחסית (לדיגומי סתיו) נבעו ככל הנראה בשל הירידה בריכוז החנקן במים ביחס לשנים קודמות (טבלה 4 ואיור 3). ריכוז הכלורופיל עלה במעלה הזרם והיה הגבוה ביותר בקרבה לשפכי תעשייה (תחנות ההסתדרות ולבניות: ~4 µg/L, טבלה 4). בהתאמה לריכוזי הכלורופיל, שכיחות תאי אצות בעלות גרעין תא מוגדר (פיקו-אאוקריוטים, אצות קטנות, ראה/י דיון למטה) וערכי היצרנות הראשונית (primary production), ירדו אף הם לאורך הנחל.

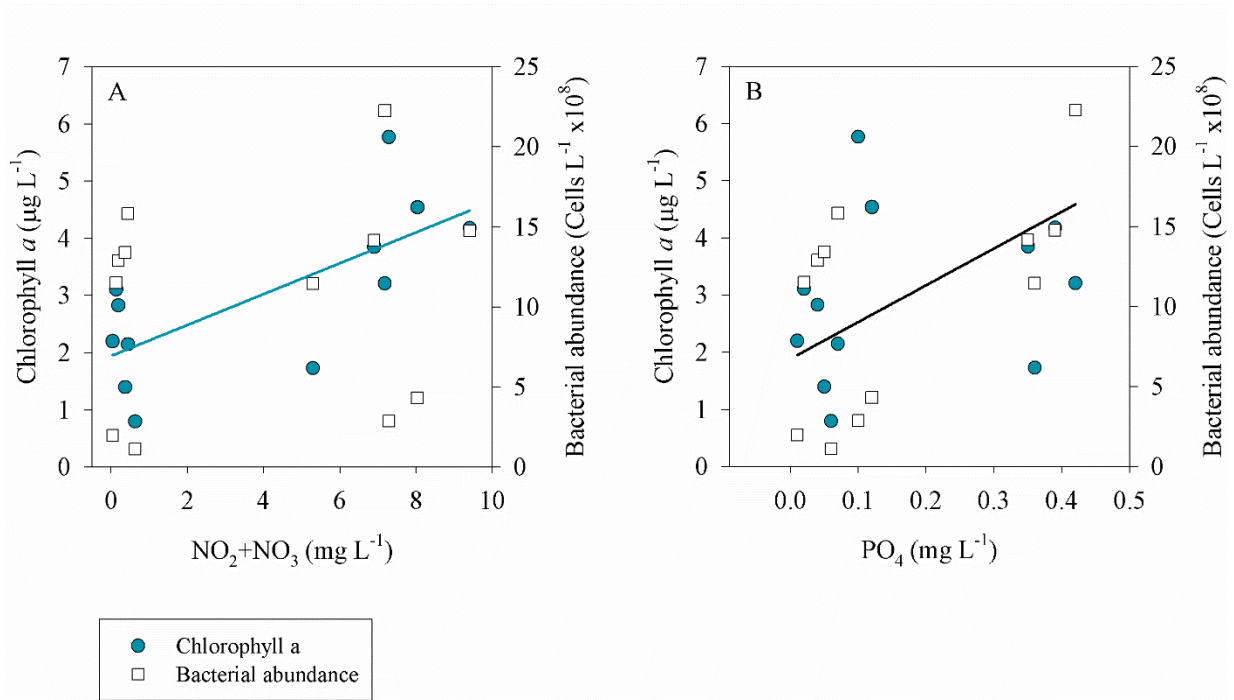
בשונה למיקרואורגניזמים האוטוטרופים (יצרנים ראשוניים, ציאנובקטריה ופיקו-פיטופלנקטון), שכחות החיידקים ההטרוטרופים עלתה מאוד בהשוואה לדיגומי סתיו קודמים (כמספרים אבסולוטים). אולם, בדומה לדיגומים קודמים, נמצאה עליה בשכחות חיידקים ההטרוטרופים ככל שמתקרבים לשפכי המפעלים (מקסימום בתחנת הלבניות, טבלה 5). ייתכן וההבדל נבע מעליה בריכוזי הזרחן (איור 4), בוודאי לעומת שנים קודמות, ולשינוי היחסי חנקן:זרחן. יש לציין שבדיקה זו מראה את ריכוזי החיידקים במי הדגימה ואינה מרמזת על זהות החיידק, באם הוא פתוגני או לא וכד'. המצאות חיידקים פתוגניים אינה חלק ממטרות מחקר זה לפי שעה.

טבלה 5- ריכוז כלורופיל ושכחות ציאנובקטריות, פיקו-אוקריוטים וחיידקים הטרוטרופים במעלה נחל הקישון באוקטובר 2016.

Chlorophyll- <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Heterotrophic bacteria ($\text{cells L}^{-1} \times 10^8$)	Pico-eukaryotes ($\text{cells L}^{-1} \times 10^8$)	Autotrophic cyanobacteria ($\text{cells L}^{-1} \times 10^8$)	עומק דיגום	תחנה
2.20	1.98	0.01	0.04	פני שטח	פתח נמל
0.80	1.12	0.01	0.05	קרקעית	
3.11	11.52	0.20	0.18	פני שטח	יוליוס
1.73	11.47	0.04	0.53	קרקעית	
2.83	12.91	0.67	0.48	פני שטח	אקליפטוס
3.85	14.17	0.69	1.44	קרקעית	
1.40	13.41	0.87	1.02	פני שטח	הסתדרות
4.18	14.76	0.80	0.76	קרקעית	
2.15	15.84	0.0.63	0.85	פני שטח	לבניות
3.21	22.27	0.41	2.04	קרקעית	
5.77	2.88	0.09	0.34	פני שטח	יגור
4.54	4.32	0.19	2.90	פני שטח	תל-קשיש



איור 3- ריכוז הכלורופיל (מדד לביומסה של אצות) בפני שטח הקישון של תחנות פתח הנמל (עיגול שחור) וגשר ההסתדרות (משולש לבן) בדיגומי הסתיו בין 2012-2017.



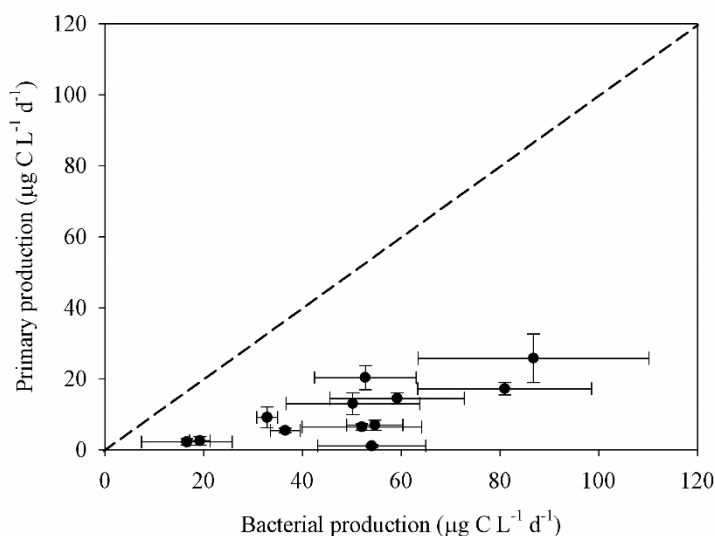
איור 4 – הקשר בין ריכוז כלורופיל (כחול) או חיידקים הטרוטרופים (לבן) עם ניטראט+ניטריט (A) וזרחן (B) בדיגום נובמבר 2017. בגרף ניתן לראות כי ריכוז הכלורופיל נמצא במתאם חיובי עם ריכוז החנקן אך לא עם הזרחן. לעומת זאת, ריכוז החיידקים נמצא במתאם חיובי עם ריכוז הזרחן אך לא החנקן.

ערכי היצרנות הראשונית (היממתית) היו נמוכים בהשוואה לדיגום הסתיו 2016, בדומה לריכוזי הכלורופיל ושכיחות האצות (ראה/י גם דיון למטה). כמו כן, ריכוז החמצן הנמוך שנמדד ברוב תחנות הדיגום (איורים 1 ו-2, טבלה 2) מתאים לערכי יצרנות ראשונית נמוכה (מעט פוטוסנתזה ולכן מעט חמצן שמשחרר לגוף המים). למרות זאת, ערכי היצרנות הראשונית היו גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חיאי"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומית (Herut et al., 2017) וממי החוף (Raveh et al., 2015). יצרנים ראשוניים הנם בסיס שרשרת המזון ותורמים באופן משמעותי למחזור נוטריאנטים והטמעתם לרמות הטרופיות השונות (צרכנים שניוניים, שלישוניים וכו'). מדדי איכות מים באסטוארים המתבססים על קצבי יצרנות ראשונית (למשל Nixon, 1995) לוקחים בחשבון הן את ריכוז הניטראט (עם ערך סף של $30 \mu\text{M}$) וכן יצרנות שנתית לכל עמודת המים (מעל או מתחת ל $300 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$). לפי שעה, אין באפשרותנו לאמוד את היצרנות הראשונית השנתית, בעיקר משום שלא קיימות לפי שעה מדידות עונתיות רבות (למשל חורף, קיץ) וכן לא ידוע באם קיימת דינמיקה רב שנתית. אולם, מדד זה יוכל בעתיד להביא תועלת רבה להערכת איכות המים בנחל הקישון משום שהוא מודד את ההשלכות הישירות של ההעשרה בנוטריאנטים על בסיס שרשרת המזון, קרי האצות, ולא בעקיפין על ידי מדידת ריכוז נוטריאנטים. יצרנות ראשונית גבוהה יכולה להוביל לשינוי בריכוז החמצן במים, להעיד על פריחות מאסיביות של אצות (חלקן רעילות) וכד'. על סמך הנתונים הקיימים, דיגומי הקיץ, הסתיו ואביב של היצרנות הראשונית (הנתונים נלקחו מדו"חות הניטור האחרונים וכן מהמידע המוצג במסגרת דו"ח זה) מראים כ- $40-60 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ בתחנות במעלה הנחל ו- $7-15 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ במורדו, דבר המצביע על איכות מים טובה. יש לציין כי חיאי"ל, יחד עם אנשי רשות נחל הקישון, החלו בפילוט של דיגום חודשי למשך שנה עבור ריכוזי אצות (מדידות flow-cytometry ו-HPLC), וערכי יצרנות ראשונית בשלושה מקומות לאורך הנחל (זאת ללא קשר לדו"חות הניטור). בימים אלה מתבצע ניתוח של

התוצאות ותעשה הערכה לחשיבות העונתיות של האצות וערכי היצרנות הראשונית, ובכך לתקבל הערכה מבוססת מדע על מידת השפעת האאוטרופיקציה בנחל. עיקר הפעילות המטאבולית בתחנות המדידה בכל הדיגומים הייתה הטרוטרופית ונעשתה על ידי חיידקים (איור 5, טבלה 6). למעשה, ערכי היצרנות החיידקית היו גבוהים משמעותית מערכי היצרנות הראשונית (עד פי 10 איור 5, טבלה 6), דבר המלמד על חשיבותם של חיידקים הטרוטרופים לאקולוגיה, צריכה ומחזור נוטריאנטים בנחל הקישון. פעילות זו, נמצאה בהתאמה למספר החיידקים הגבוה שנמדד לאורך הנחל, ובמיוחד במעלה הזרם (טבלאות 5 ו-6). הפעילות הגבוהה של החיידקים, בעיקר ליד הסדימנט, מצביעה על אינטרקציה בין הבנטוס (benthos) לגוף המים, בדומה לריכוז הנוטריאנטים (טבלה 4). תצפית זו שוב מדגישה את חשיבותם של תהליכים הטרוטרופים במי הנחל, ובמיוחד הסביבות המושפעות יותר מכניסת נוטריאנטים (מעלה הנחל).

טבלה 6- קצב היצרנות הראשונית (Primary production) והחיידקית (Bacterial production) הימתית בנחל הקישון המלוח ובשתי תחנות במעלה הנחל באוקטובר 2016.

תחנה	עומק דיגום	Bacterial production ($\mu\text{g C L}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Primary production ($\mu\text{g C L}^{-1} \text{d}^{-1}$)
פתח נמל	פני שטח	16.54±9.26	2.3±0.85
	קרקעית	19.18±2.12	2.6±1.18
יוליוס	פני שטח	36.47±3.03	5.51±0.64
	קרקעית	32.82±2.10	9.17±2.91
אקליפטוס	פני שטח	54.65±5.70	6.99±1.43
	קרקעית	59.17±13.61	14.52±1.56
הסתדרות	פני שטח	50.20±13.55	13.05±3.06
	קרקעית	52.74±10.28	20.36±3.43
לבניות	פני שטח	86.81±23.41	25.84±6.85
	קרקעית	80.96±17.61	17.23±1.77
יגור תל-קשיש	פני שטח	54.03±10.93	1.14±0.41
	פני שטח	52.01±12.10	6.47±0.94



איור 4- הקשר בין יצרנות ראשונית (Primary production) ליצרנות חיידקית (Bacterial production). הקו המקווקו מייצג יחס 1:1. המדידות נעשו לאורך נחל הקישון המלוח ובשתי תחנות המעלה הנחל בנובמבר 2017.

במקביל לספירות האצות עם Flow-cytometer, מיני מיקרופלנקטון נספרו וזוהו גם בכלים טקסונומיים (מיקרוסקופיה אפיפלורוסנטית) במי השטח של שתי תחנות: תחנת פתח הקישון במורד הנחל, ותחנת גשר ההסתדרות במעלה הנחל. שיטה זו מאפשרת מעקב אחר מינים ספציפיים, כולל מינים בעלי פוטנציאל לרעילות. כמו כן, השוואות רב שנתיות לריכוז, לביומסה ולמגוון מיני מיקרופיטופלנקטון מדיגומים קודמים (2002-2017) חשיבות רבה בהערכת טיב המים בנחל.

התפלגות המיקרופלנקטון

ריכוז התאים

ריכוז התאים הכללי בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות ירד ביותר ממחצית יחסית לסתיו בשנה קודמת (איור 5).

בפתח הקישון בקטריות כחוליות מהמין (1) *Synechococcus sp.*, השכיחות גם בעומק המפרץ ולאורך החוף, היו דומיננטיות מספרית (איור 6). הן היוו 73% מריכוז התאים בתחנה זו (איור 7). קבוצת הבקטריות הכחוליות מהמין (2) *Synechococcus sp.* האופייניות בעיקר לפתח הקישון וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ – 5µm היוו כל אחת 11% מריכוז התאים הכללי.

בגשר ההסתדרות בקטריות כחוליות מהמין (1) *Synechococcus sp.*, ומיקרואצות קטנות מ – 5µm הופיעו בריכוז דומה (איור 6). הן היו דומיננטיות מספרית והיוו יחד 80% מריכוז התאים הכללי בעוד פלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היוו כ-20% מריכוז התאים הכללי בתחנה זו (איור 7).

ביומסה וריכוז הכלורופיל

ריכוזי הכלורופיל והביומסה בשתי התחנות ירדו באופן משמעותי יחסית לשנה קודמת, כאשר בגשר ההסתדרות הירידה הייתה חדה מאד והריכוז קטן בסדר גודל אחד (איור 8). ערכי הכלורופיל בשתי התחנות נמצאו בטווח הנמוך יחסית לקריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים. בגשר ההסתדרות זו הפעם הראשונה, בניטורי הסתיו, שריכוז הכלורופיל נמצא בטווח הנמוך.

בפתח הקישון ריכוז הכלורופיל ירד בחצי, יחסית לסתיו שנה קודמת, ונמצא דומה לשנים 2014-2015. הביומסה הכללית הגיעה לערך מינימלי לדיגומים עד כה, והייתה נמוכה פי 4 יחסית לשנה קודמת, ודומה לביומסה שנמצאה בשנים 2014-2015. הביומסה התפלגה באופן דומה בין המיקרואצות הקטנות מ – 5µm קבוצת הצורניות ופלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* (איור 9), שהיוו יחד 75% מהביומסה הכללית (איור 10). בקטריות כחוליות מהמין (1) *Synechococcus sp.* היוו 15% מהביומסה הכללית. ביומסת הדינופלגלטים הייתה נמוכה יחסית לקבוצות האחרות והם היוו כ – 3% מהביומסה הכללית.

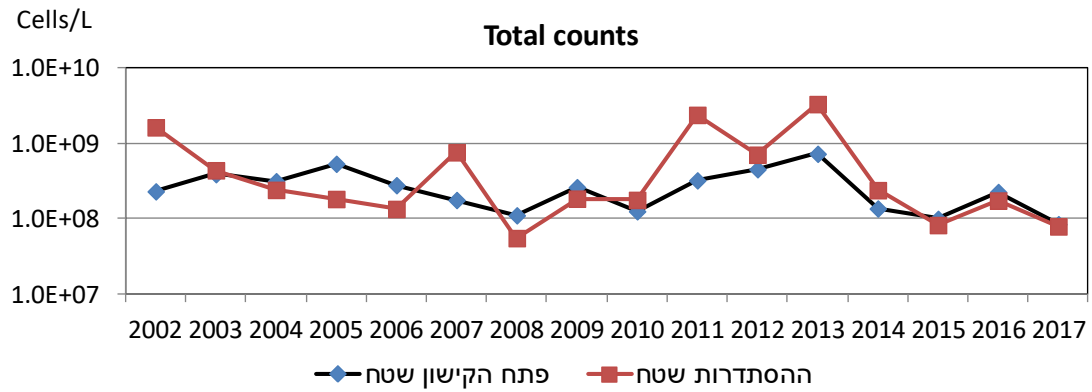
בגשר ההסתדרות נמצאה ירידה גדולה בביומסה הכללית, יחסית לשנה קודמת (איור 8), בעיקר בגלל ירידה בביומסת הפלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* (ראה/י דיון למטה). אולם גם בסתיו 2017 קבוצה זו הייתה דומיננטית בביומסה (איור 9) והיוותה 71% מהביומסה הכללית בתחנה זו (איור 10). קבוצת המיקרואצות הקטנות מ – 5µm היוותה 23% מהביומסה הכללית. ויתר הקבוצות היוו אחוז קטן בלבד מהביומסה הכללית.

מגוון המינים ואינדקס השונות

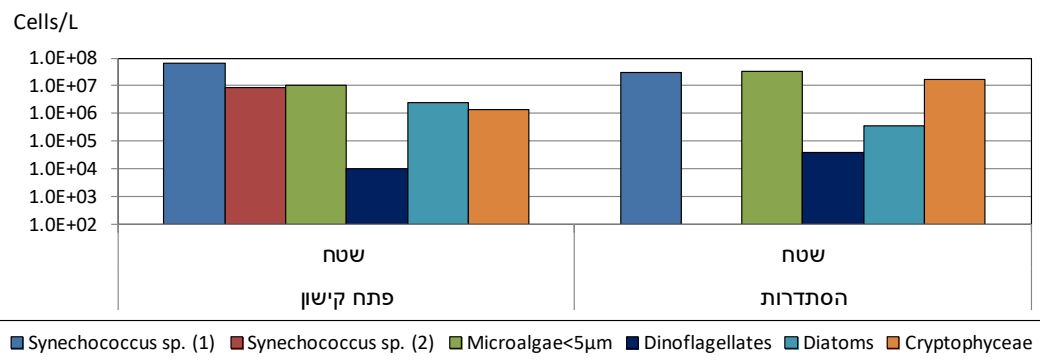
מגוון המינים בפתח הקישון היה גבוה יחסית לגשר ההסתדרות, כפי שנמצא בדיגומים קודמים (איורים 11-12). בפתח הקישון חלק ממגוון המינים היו מינים ימיים המצויים גם במפרץ חיפה, ולאורך החוף, ואילו את תחנת גשר ההסתדרות, הפחות מלוחה, איפיינו יותר מינים הסבילים למליחות נמוכה. מרבית מיני הדינופלגלטים הימיים נעדרו מתחנת גשר ההסתדרות, ומצד שני הופיע בתחנה זו מגוון גדול יותר של מיני אצות ירוקיות, בקטריות כחוליות, או פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. בשתי התחנות מגוון המינים השנה עלה יחסית לשנה קודמת (איור 12). חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר, בדומה לדיגומים קודמים (איור 11), והן היוו בממוצע רב שנתי $\pm 3\%$ 45, מסך כל המינים, בשתי התחנות. בפתח הקישון נמצא מגוון גדול של דינופלגלטים והם היוו 28% מסך כל המינים. בגשר ההסתדרות נראו בעיקר מיני דינופלגלטים קטנים מ- $15\mu\text{m}$, מהמין *Gymnodinium* spp. (טבלה 7). **אינדקס השונות** עלה השנה באופן ניכר יחסית לשנה קודמת בשתי התחנות (איור 13), כתוצאה מירידה ניכרת בביומסה הכללית (איור 8), ומעלייה במספר המינים (איור 12).

הרכב מיני המיקרופלנקטון

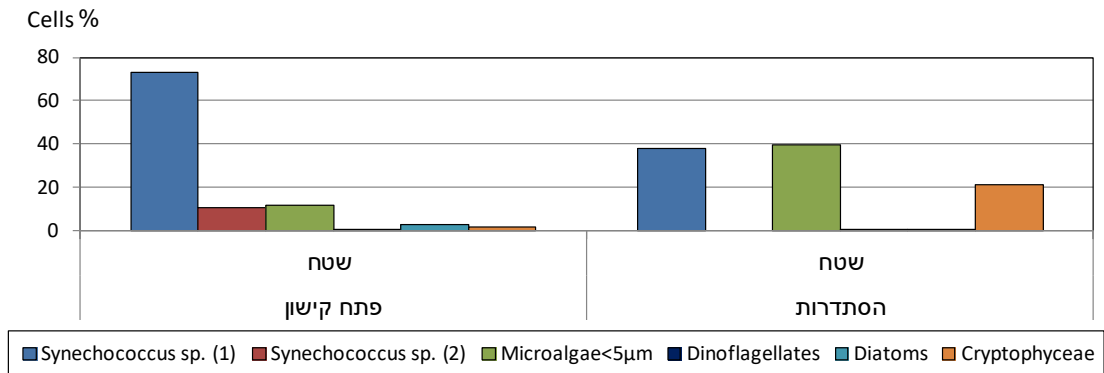
פתח הקישון - את תחנת פתח הקישון איפיינן השנה מגוון מינים גדול יחסית, מכסימלי עד כה (איור 12, טבלה 7), בעיקר של מיני דינופלגלטים ואצות צורניות, כמו גם מינים מקבוצות אחרות (איור 11). מבין הדינופלגלטים מינים הקטנים מ- $15\mu\text{m}$ היו השכיחים ביותר, כפי שנמצא גם בדיגומים במפרץ חיפה ולאורך החוף. כמו כן היה שכיח יחסית דינופלגלט מהמין *Gonyaulax* sp. (טבלה 7). מבין הצורניות היו שכיחים המין *Thalassiosira pseudonana* הנפוץ בתחנה זו. בנוסף הופיעו מיני *Cyclotella* spp. ומיני *Navicula* spp. ומיני *Entomoneis* spp. המאפיינים תחנה זו. מיני *Thalassionema frauenfeldii* הופיעו בריכוז גבוה יחסית ולא אופייני. **בגשר ההסתדרות** הופיע מגוון קטן מאד של דינופלגלטים, שהם לרוב מינים ימיים. הקבוצה שהייתה דומיננטית מספרית ומבחינת ביומסה הייתה קבוצת ה- *Cryptophyceae* ומיני *Hemiselmis* sp., המשתייכים לקבוצה זו, הופיעו בה בריכוז גבוה יחסית. בתחנה זו הופיע מגוון גדול יחסית של מיני ירוקיות, המאפיינות מים בעלי מליחות נמוכה מזו של מי ים, והם היוו 30% מסך כל המינים בתחנה זו. מבין מיני דינופלגלטים בעלי **פוטנציאל טוקסי**, הופיעו שני מינים בלבד ובריכוז נמוך מאד.



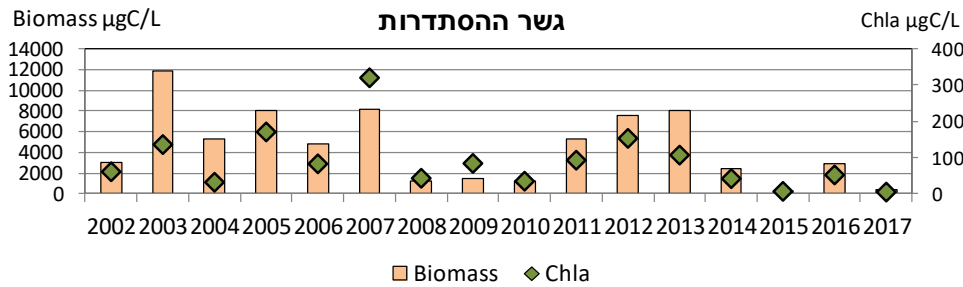
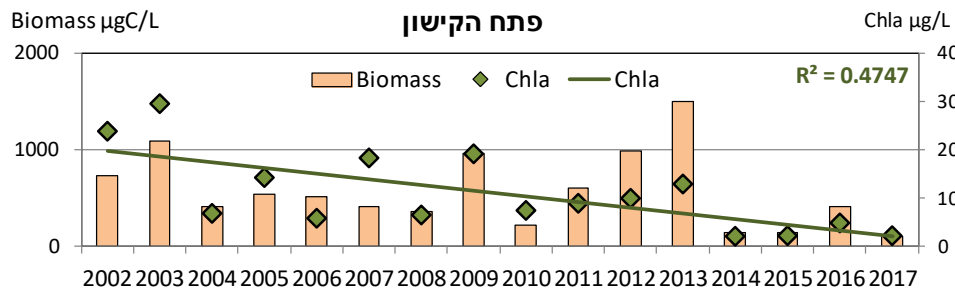
איור 5 - התפלגות ריכוז התאים הכללי בדיגומי סתיו 2002-2017



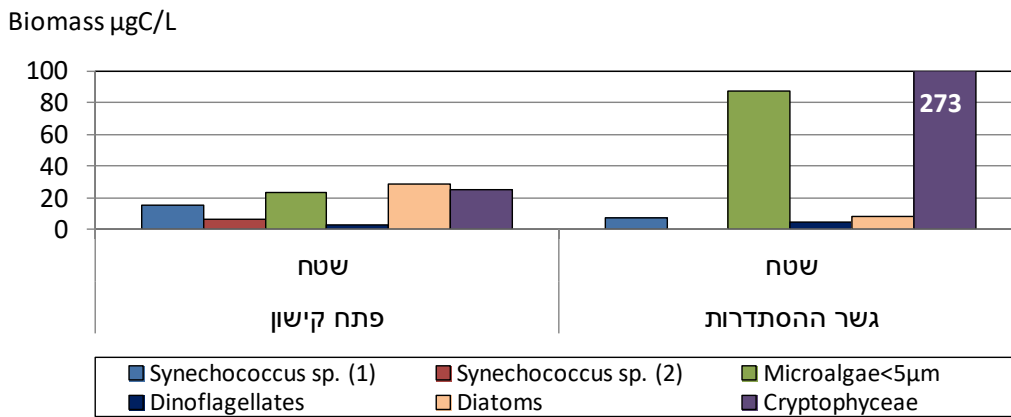
איור 6 - התפלגות ריכוז התאים לפי קבוצות המיקרופלנקטון – נובמבר 2017



איור 7 - התפלגות יחסית (באחוזים) של ריכוז התאים בדיגום נובמבר 2017

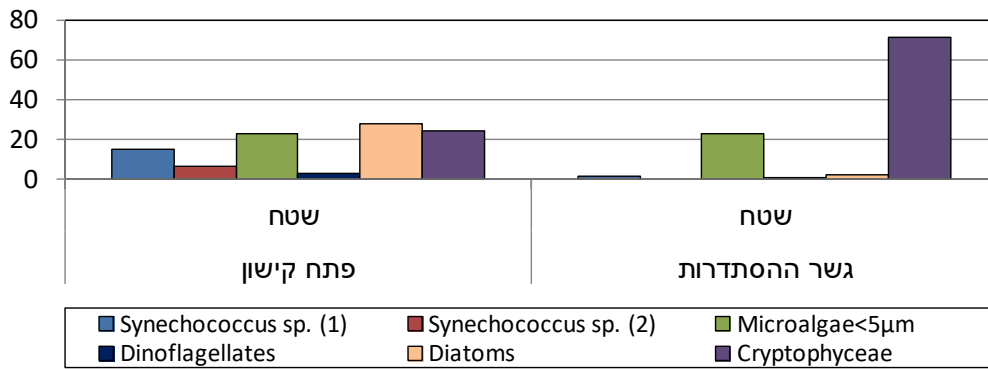


איור 8 - התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בדיגומי סתיו 2002-2017



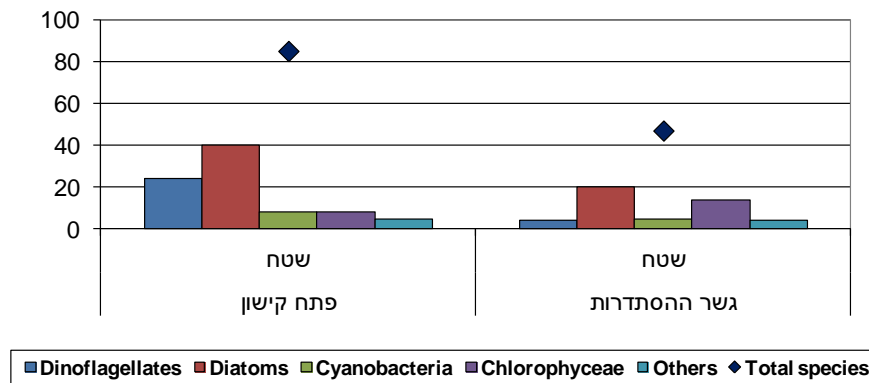
איור 9 - התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון, בשתי התחנות, בדיגום נובמבר 2017

Biomass %



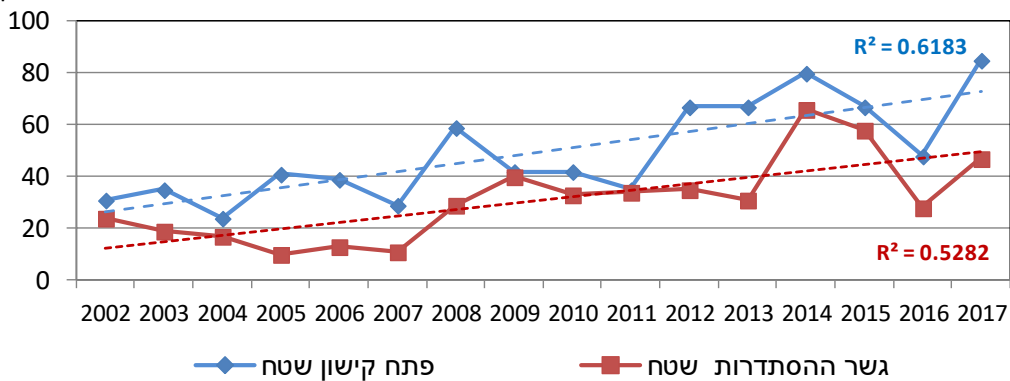
איור 10 - התפלגות יחסית (באחוזים) של ביומסת הקבוצות השונות דיגום נובמבר 2017

Species No.

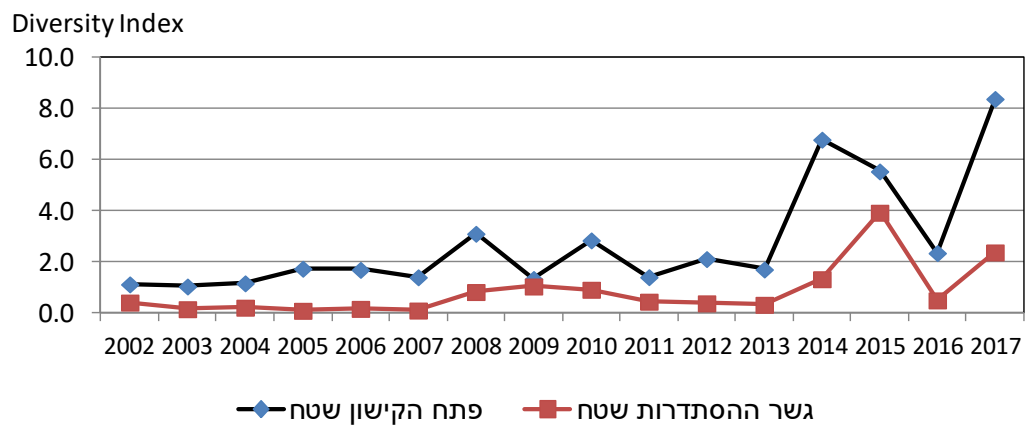


איור 11 - התפלגות מספר מיני המיקרופלנקטון הכללי ולפי קבוצות בדיגום נובמבר 2017

Species No.



איור 12 - התפלגות מספר המינים הכללי בדיגומי סתיו 2002-2017



איור 13 - התפלגות אינדקס השונות בדיגומי סתיו 2002-2017

טבלה 7 - ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון בדגימות הקישון – נובמבר 2017

	גשר ההסתדרות	פתח קישון	גשר ההסתדרות	פתח קישון	גשר ההסתדרות
Dinoflagellates			המשך צורניות - Diatoms		
<i>Achradina pulchra</i>	6		<i>Navicula</i> spp.	2.7E+05	1.8E+05
<i>Ceratium kofoidii</i>	8		<i>Nitzschia acicularis</i>	65	33
<i>Ceratium furca</i>	6		<i>Nitzschia longissima</i>	3	
<i>Ceratium fusus</i>	3		<i>Nitzschia lorenziana</i>	53	10
<i>Ceratium teres</i>			<i>Nitzschia</i> spp.	198	233
<i>Dinophysis exigua</i>	3		<i>Nitzschia</i> sp. (592A)	136	240
<i>Dinophysis rotundata</i>	6		<i>Odontella mobiliensis</i>	7	
<i>Dinophysis micropterygia</i>	6		<i>Pleurosigma</i> sp.	23	38
<i>Gonyaulax</i> spp.	8		<i>Pseudonitzschia</i> spp.	94	
<i>Gonyaulax</i> cf. <i>diegensis</i>	10		<i>Surirella</i> sp.	265	350
<i>Gonyaulax</i> sp. (1572)	529		<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	1.0E+04	1537
<i>Karenia brevis</i> (=G. <i>breve</i>)	6		<i>Thalassiosira pseudonana</i>	2.0E+06	
<i>Kofoidinium</i> sp.	12		<i>Thalassiosira</i> spp.	1200	1100
<i>Gymnodinium</i> sp.	6		Cryptophyceae		
<i>Oxytoxum curvatum</i>	6		<i>Hemiselmis</i> sp.	5.6E+05	1.4E+07
<i>Oxytoxum variabile</i>	6		<i>Cryptomonad</i> spp.	7.8E+05	2.9E+06
<i>Podolampas palmipes</i>	6		Chlorophyceae		
<i>Podolampas palmipes</i>	3		<i>Actinastrum hantzschii</i>		1000
<i>Prorocentrum micans</i>	16	30	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	59	9400
<i>Prorocentrum rotundatum</i>	12		<i>Closteriopsis acicularis</i>		1517
<i>Prorocentrum gracile</i>	6	30	<i>Coelastrum microporum</i>		6067
<i>Protoperidinium</i> spp.	16		<i>Coelastrum</i> sp. (503A)	71	
<i>Scrippsiella</i> sp.	12		<i>Crucegeniella rectangularis</i>		133
<i>Torodinium robustum</i>	24		<i>Flagellate</i> spp.	176	66667
Unidentified < 15µm	1.0E+04	3.8E+04	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	282	1600
Diatoms - צורניות			<i>Monoraphidium griffithii</i>		67
<i>Achnanthes</i> sp.	118	17	<i>Monoraphidium irregulare</i>		33
<i>Amphora</i> sp.	24		<i>Oocystis</i> spp.	118	12467
<i>Bacillaria paxillifera</i>	12		<i>Percursaria percursa</i>	57	
<i>Bacteriastrium</i> sp.	43		<i>Scenedesmus intermedius</i>	24	
<i>Biddulphia obtusa</i>	29		<i>Scenedesmus opoliensis</i>		667
<i>Biddulphia rhombus</i>	6		<i>Scenedesmus quadricauda</i>		267
<i>Biddulphia</i> sp. (1664)	7		<i>Scenedesmus</i> spp.		133
<i>Chaetoceros</i> spp.	329		<i>Westella botryoides</i>	24	1233
<i>Coscinodiscus</i> spp.	41	17	Cyanobacteria		
<i>Cyclotella</i> spp.	1.2E+05	1.8E+05	<i>Asterocapsa</i> spp.	235	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	24	233	<i>Chroococcus aphanocapsoides</i>	1788	
<i>Cymbella</i> sp. (1998)		917	<i>Leptolyngbya</i> spp.	7412	2358
<i>Diploneis</i> spp.	18		<i>Lyngbia</i> sp. (1955)	471	
<i>Entomoneis paludosa</i>	6	20	<i>Oscillatoria</i> sp. (463k1)	353	
<i>Entomoneis</i> sp. (518k)	9.6E+03	1647	<i>Oscillatoria</i> sp. (613k)		1950
<i>Entomoneis</i> sp. (BS21)			<i>Oscillatoria</i> sp. (914)	471	1975
<i>Hemiaulus hauckii</i>		33	<i>Synechococcus</i> sp. (1)	6.2E+07	3.0E+07
<i>Lauderia annulata</i>	12		<i>Synechococcus</i> sp. (2)	8.9E+06	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	71		<i>Trichodesmium</i> sp.		1.1E+04
<i>Licmophora</i> sp. (965A)	6		Ebriophyceae		
<i>Licmophora</i> spp.	20		<i>Hermesinum adriaticum</i>	27	10
<i>Melosira moniliformis</i>	143	365	Dictyochophyceae		
<i>Meuniera membranacea</i>	12		<i>Dictyocha fibula</i>	12	
<i>Navicula</i> sp. (19A)	12		Euglenophyceae		
<i>Navicula</i> sp. (113A)	71		<i>Euglena</i> sp.	24	300
<i>Navicula</i> sp. (313)	12		<i>Trachelomonas</i> sp.		7
<i>Navicula</i> sp. (320)	47		Ciliates		
<i>Navicula</i> sp. (588k)		67	<i>Mesodinium rubrum</i>	35	
<i>Navicula</i> sp. (756A)	71		Microalgae < 5µm	1.0E+07	3.2E+07
<i>Navicula</i> sp. (1521)	36				
<i>Navicula</i> sp. (1949)	212	1867	Total Cells/L	8.5E+07	7.9E+07

1. **ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל:**

בדיגומי הסתיו, בשתי התחנות, נראתה תנודתיות גדולה לאורך השנים בריכוזי הכלורופיל והביומסה (איור 8). אולם, בארבע שנים אחרונות נשמרה רמה נמוכה יחסית בביומסה ובריכוז הכלורופיל, בשתי התחנות, ובניטור סתיו 2017 ערכי הביומסה בשתי התחנות היו הנמוכים ביותר עד כה. בגשר ההסתדרות ריכוז הכלורופיל גם כן היה הנמוך ביותר עד כה, ולראשונה נמצא בטווח הנמוך, המוגדר לאיכות מים. בפתח הקישון נראית מגמה כללית של ירידה בריכוז הכלורופיל עם השנים (איור 8). נשמרת המגמה של ממוצעי ביומסה וריכוז כלורופיל גדולים באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון, במי השטח, כפי שהיה בדיגומי הסתיו עד כה (איורים 15-14). בגשר ההסתדרות ממוצע ריכוז הכלורופיל מכל דיגומי הסתיו היה ברמה המוגדרת כהיפר-איאוטרופית ואילו בפתח הקישון ברמה המוגדרת כבינונית. גם ממוצע **ריכוז התאים** היה גבוה יותר בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 16), אולם הבדל זה לא נמצא מובהק בגלל התנודות הגדולות בריכוז התאים בין השנים, במיוחד בגשר ההסתדרות (איורים 5, 16). בדיגום 2017 ריכוז התאים, בדומה לביומסה וריכוז הכלורופיל ירד באופן ניכר יחסית לשנה קודמת בשתי התחנות (איור 5) ונמצא נמוך יחסית לממוצע הרב שנתי בשתי התחנות.

קבוצות המיקרופלנקטון השונות:

בהשוואה רב שנתית, ניתן לראות ב**פתח הקישון** דומיננטיות יחסית של קבוצת הצורניות וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ – $5 \mu\text{m}$ בביומסה הכללית. **בגשר ההסתדרות** הייתה וריאביליות הרבה יותר גדולה לאורך השנים בהתפלגות קבוצות המיקרופלנקטון השונות. מאידך פלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו דומיננטיים בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 21-19).

א. **בקטריות כחוליות** מהמין *Synechococcus* sp.(1) – בפתח הקישון, בדיגום 2017 נראתה ירידה בריכוז הבקטריות הכחוליות הללו, הנפוצות במי הים, יחסית לשנה קודמת (איורים 20, 17). בגשר ההסתדרות מספרן נותר ללא שינוי (איורים 20, 17). בפתח הקישון ביומסת הבקטריות הללו הייתה בדרך כלל גבוהה יחסית לגשר ההסתדרות, לאורך השנים (איור 20), ובהתאם ממוצעי ריכוז התאים והביומסה של קבוצה זו בשנים 2002-2017 היו גבוהים בפתח הקישון, באופן מובהק יחסית לתחנת גשר ההסתדרות. למרות הדומיננטיות המספרית של בקטריות אלה, בחלק ניכר מהדיגומים בפתח הקישון, תרומתן לביומסה הכללית, בתחנה זו, הייתה קטנה בדרך כלל והם היוו בממוצע מכל הדיגומים, כ- $1.4 \pm 8\%$ (איור 18) מהביומסה הכללית.

ב. **מיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון** – מיקרואצות קטנות מ – $5 \mu\text{m}$ היו שכיחות מספרית בשתי התחנות (איור 18). בדיגומי סתיו 2011 ו – 2013 הן הופיעו בפריחות גדולות יחסית בשתי התחנות, ובמיוחד בגשר ההסתדרות (איורים 21-20). לאחר שיא הפריחה בדיגום 2013 ריכוזן ירד. בשנים 2010-2017, בשתי התחנות, נמצא יחס הפוך בשיעורן באחוזים מהביומסה הכללית, יחסית לשיעור פלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* (איור 22).

ג. **אצות צורניות** – בפתח הקישון ביומסת האצות הצורניות הייתה דומיננטית בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 21-20), אולם שיאי הפריחה פחתו עם השנים, ונראתה מגמה של ירידה בביומסה שלהן עם השנים. גם שיעורם באחוזים מהביומסה הכללית הראה מגמה של ירידה בשנים 2003-2017 (איור 22). במקביל לירידה בביומסת האצות הצורניות חלה עלייה, לסירוגין, בביומסה של קבוצת

המיקרואצות הקטנות מ – $5\mu\text{m}$ ושל הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. **בגשר ההסתדרות** שיא בביומסה של האצות הצורניות היה בשנת 2007 (איורים 20-21) ושיעורן באחוזים בביומסה הכללית היה אז למעלה מ – 90% (איור 22), אולם גם בשנים 2008-2009, כאשר הביומסה הכללית בתחנה זו הייתה נמוכה יחסית (איור 8), הם היוו שיעור גבוה בביומסה הכללית (איור 22).

ד. אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו שכיחות יחסית במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות והופיעו בה בפריחות (איור 20-21). פלגלטים מקבוצה זו היו אחראים לביומסה הגבוהה בתחנת גשר ההסתדרות בחלק ניכר מהדיגומים (איור 20) והיוו בה שיעור ניכר מהביומסה הכללית (איור 19), כ- 45% ממוצע רב שנתי (איורים 22). שיאי הפריחה נמצאים בירידה בארבע שנים האחרונות (איור 21). ממוצע ריכוז התאים והביומסה של קבוצה זו נמצא גבוה באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 20).

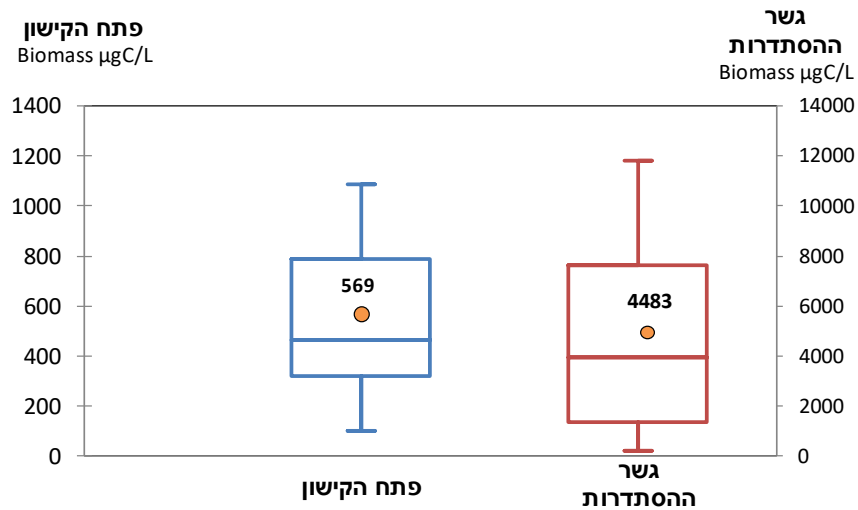
ה. בפתח הקישון ריכוז הדינופלגלטים היה נמוך יחסית לקבוצות האחרות, לאורך כל שנות הדיגום והביומסה הייתה בהתאם נמוכה, להוציא פריחה גדולה יחסית בדיגום 2009 (איור 20). בגשר ההסתדרות היה שכיח מגוון קטן מאד של דינופלגלטים בעיקר מהמין *Gymnodinium sp.*, הניזונים מפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. ניתן לכן לראות מתאם חיובי בין ביומסת הדינופלגלטים לביומסת פלגלטים מקבוצה זו בגשר ההסתדרות (איור 23).

2. מגוון המינים :

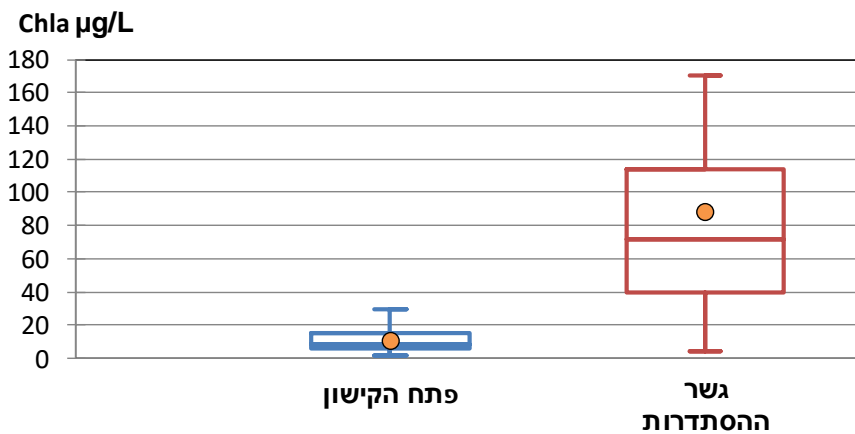
בגשר ההסתדרות מספר המינים ואינדקס השונות (Menhinick index - מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) היו נמוכים, ולרוב באופן ניכר, יחסית לפתח הקישון, לאורך השנים (איורים 12-13). ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות היו בהתאם נמוכים באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איורים 24-25).

א. מספר המינים - השנה נראתה עלייה במספר המינים בשתי התחנות בהשוואה לדיגום סתיו 2016, ובפתח הקישון נראה שיא במספר המינים (איור 12). למרות התנודתיות במספר המינים, נראית בשתי התחנות מגמה של עלייה במספר המינים לאורך השנים.

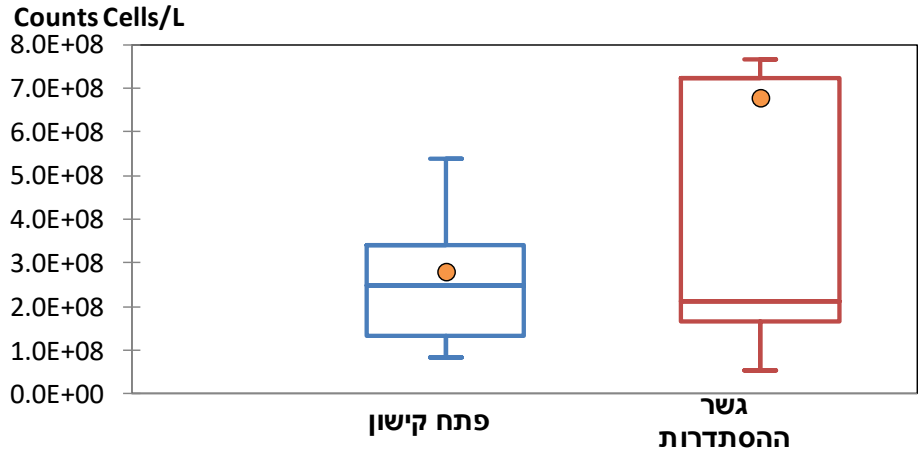
ב. אינדקס השונות – גם אינדקס השונות עלה בשתי התחנות בדיגום 2017 באופן ניכר, יחסית לשנה קודמת (איור 13). ניתן לראות שממוצע אינדקס השונות בשתי התחנות גבוה מהחציון של התפלגות נתוני האינדקס לאורך השנים (איור 25). הדבר נובע מהעלייה באינדקס השונות בארבע שנים אחרונות שהסיטה באופן ניכר את ממוצע נתוני אינדקס השונות כלפי מעלה, בשתי התחנות (איור 13).



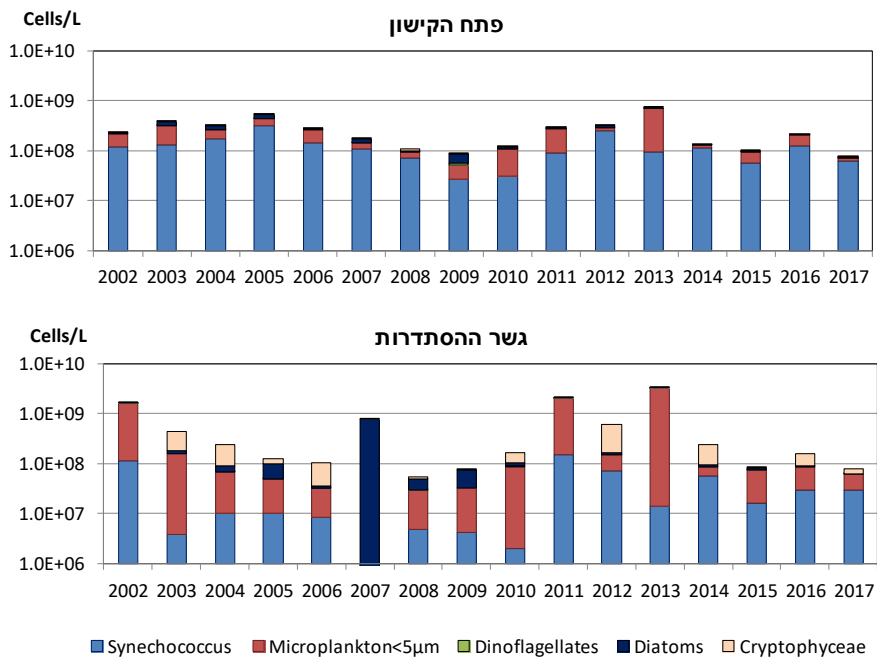
איור 14 - התפלגות הביומסה בפתח הקישון (בכחול) ובגשר ההסתדרות (באדום), וממוצעי הביומסה (בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017



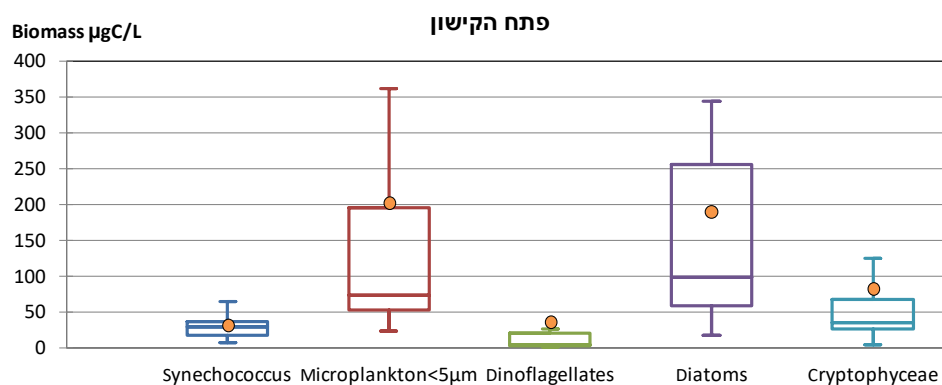
איור 15 - התפלגות ריכוז הכלורופיל בפתח הקישון (בכחול) ובגשר ההסתדרות (באדום), וממוצע ריכוז הכלורופיל (בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017



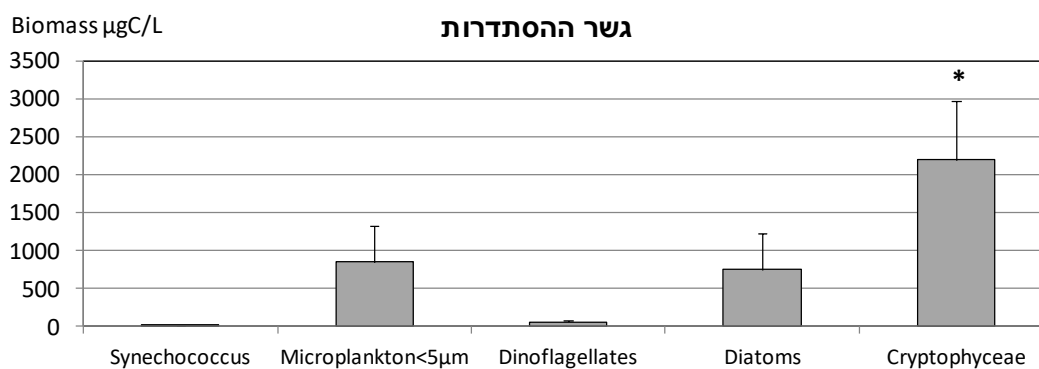
איור 16 - התפלגות ריכוז התאים בפתח הקישון (בכחול) ובגשר ההסתדרות (באדום), וממוצעי הריכוז (בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017



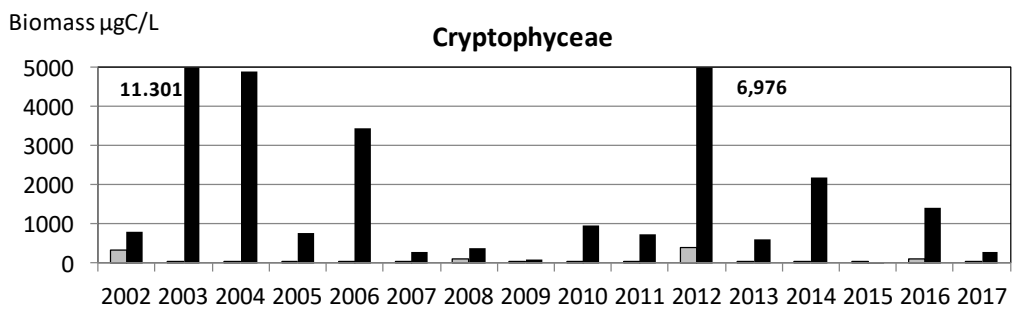
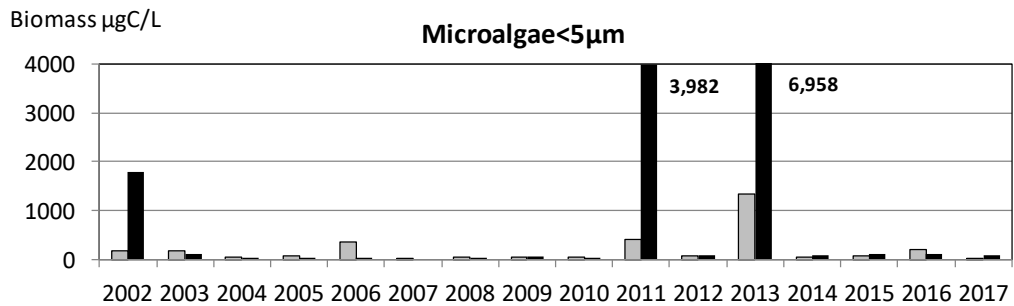
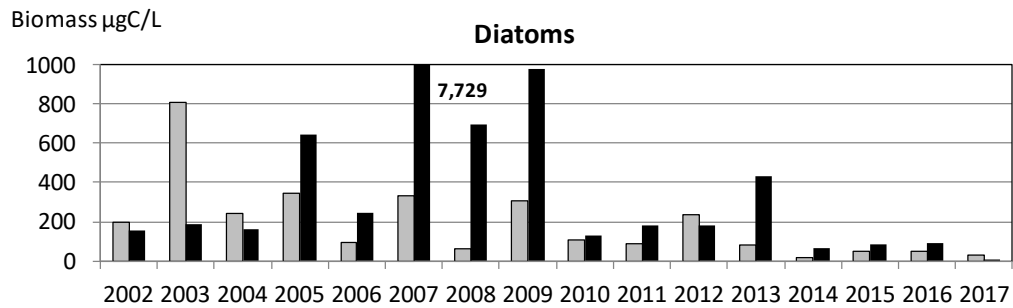
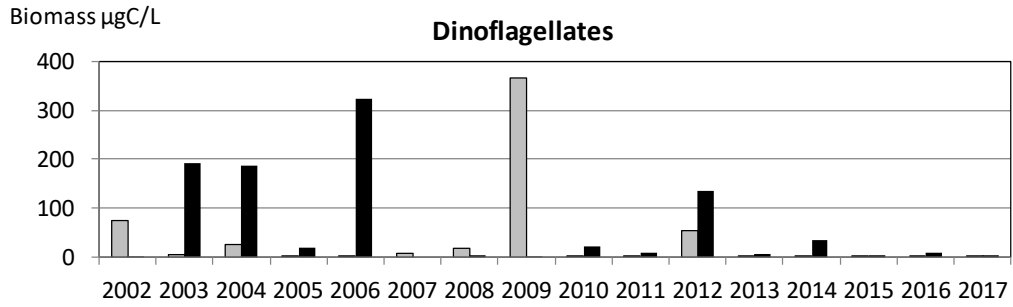
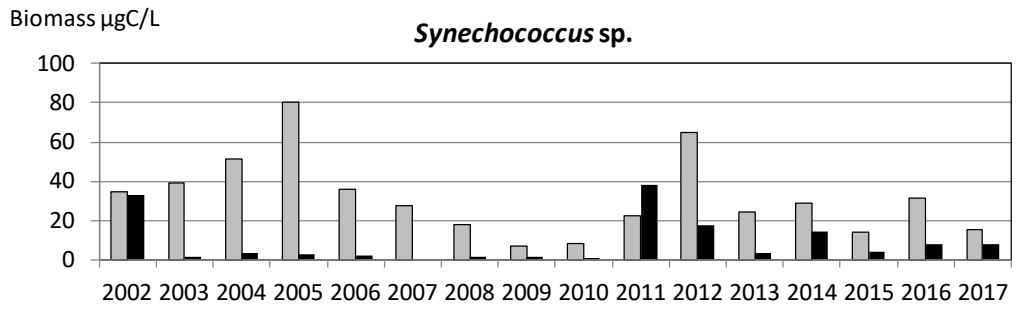
איור 17 - התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בשתי התחנות בדיגומי סתיו 2002-2017



איור 18 - התפלגות הביומסה הכללית לפי קבוצות המיקרופלנקטון (הממוצעים מצויינים בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017 בפתח הקישון

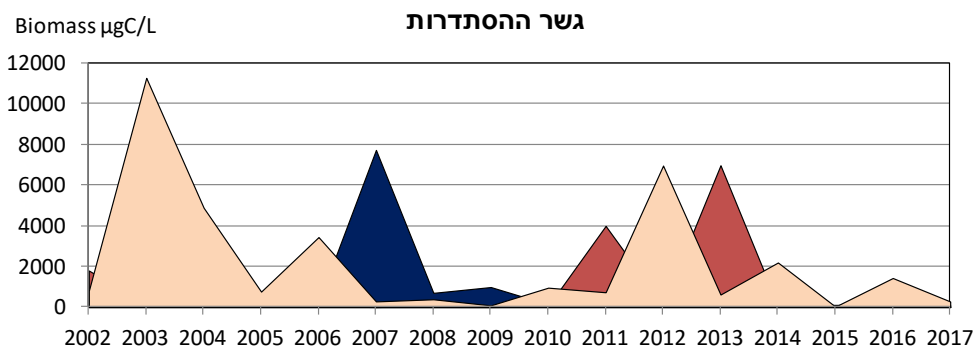
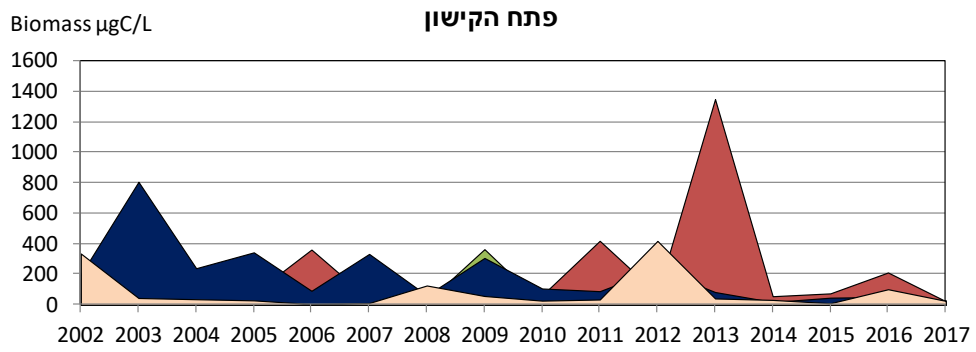


איור 19 - התפלגות ממוצעי הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון, סתיו 2002-2017 בגשר ההסתדרות. *עמודה עם כוכבית נבדלת סטטיסטית ($p < 0.05$) ($\pm SE$)



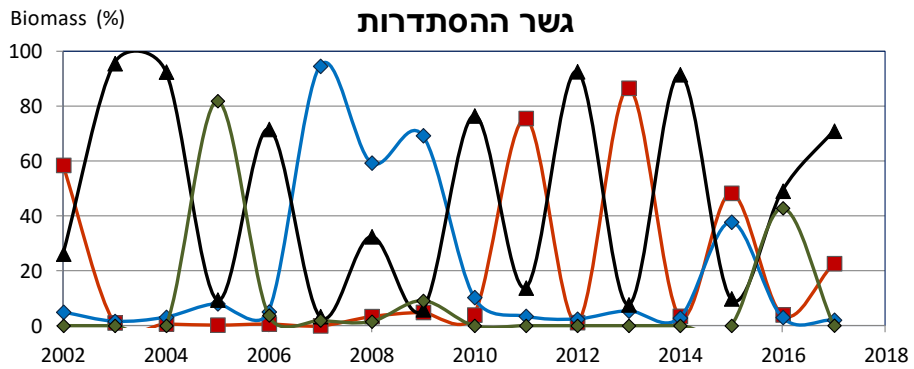
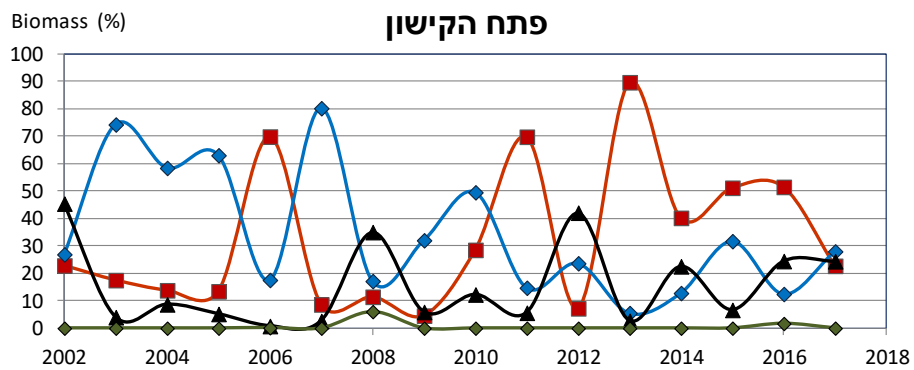
פתח הקישון שטח ■ הסתדרות שטח

איור 20 - התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון השונות בשתי התחנות בסתיו 2002-2017



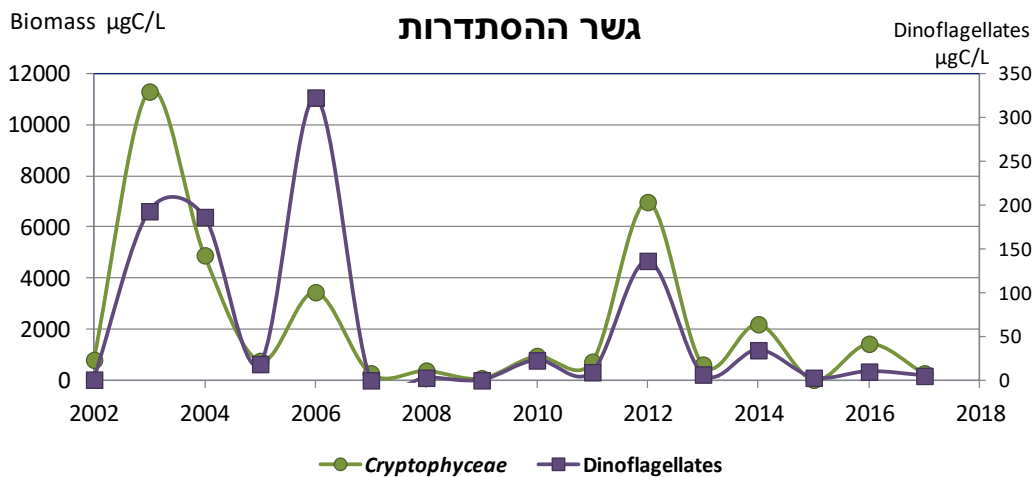
■ Synechococcus ■ Microplankton<5µm ■ Dinoflagellates ■ Diatoms ■ Cryptophyceae

איור 21 - התפלגות הביומסה של הקבוצות הדומיננטיות בדיגומי סתיו 2002-2017

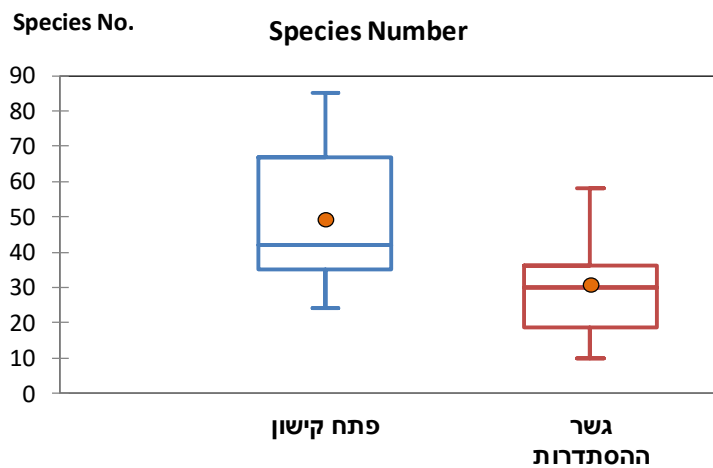


■ Microplankton<5µm ■ Diatoms ■ Cryptophyceae ■ Euglena

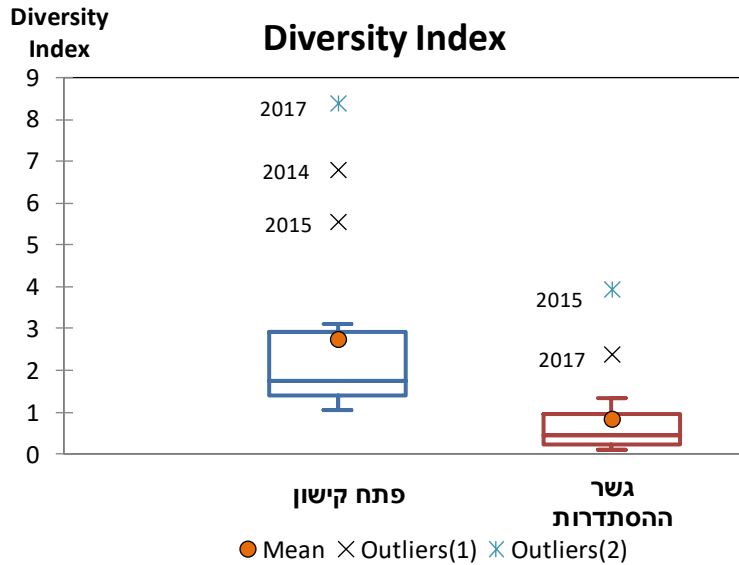
איור 22 - התפלגות באחוזים של ביומסת הקבוצות הדומיננטיות - סתיו 2002-2017



איור 23 - התפלגות ביומסת פלגלטים מה- *Cryptophyceae* והדינופלגלטים בגשר ההסתדרות- סתיו 2002-2017



איור 24 - מספר המינים בפתח הקישון (בכחול) ובגשר ההסתדרות (באדום), וממוצעייהם (בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017



איור 25 - אינדקס השונות בפתח הקישון (בכחול) ובגשר ההסתדרות (באדום), וממוצעייהם (בעיגול כתום), בדיגומי סתיו 2002-2017

4. סיכום

- בדיגום זה נמדדו ריכוזים נמוכים יחסית (לדיגומי סתיו קודמים) של ניטראט+ניטריט וגבוהים של זרחן. דבר זה הוביל לירידה בביומסה של אצות ובקצב היצרנות שלהן מחד, ועליה במספר החיידקים וקצב פעילותם מאידך. בהתאמה, ריכוז החמצן המומס במים היה נמוך במקומות רבים לאורך הקישון המלוח, דבר שמצביע על פעילות הטרוטרופית חזקה לעומת פעילות אוטוטרופית (אצתית).
- סביבה אנוקסית, כפי שנמדדה, יכולה לגרום לתמותת דגים ותגובות לא רצויות אחרות ויש להמשיך לעקוב אחר העניין.
- בהתאמה עם הירידה בריכוז הכלורופיל, ריכוז תאי המיקרו-אצות והביומסה שלהן (בעיקר) ירדו בסתיו 2017 בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות - באופן ניכר יחסית לסתיו בשנה הקודמת. מגמה זו נמשכת כבר ארבע שנים. ריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות, היה הנמוך ביותר עד כה, ולראשונה נמצא בטווח הנמוך, המוגדר לאיכות מים בשפכי נחלים.
- שלוש קבוצות פיטופלנקטון עיקריות נמצאו בפתח הקישון: מיקרואצות הקטנות מ- 5µm, אצות צורניות, ופלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. בגשר ההסתדרות, נראתה דומיננטיות של פלגלטים מקבוצת *Cryptophyceae*.
- מגוון המינים - נראתה השנה עלייה משמעותית במספר המינים ובאינדקס השונות יחסית לסתיו 2016.
- נמצאו מספר מינים בעלי פוטנציאל טוקסי בתחנות הדיגום, אולם אלה הופיעו במספרים נמוכים.
- הסתיים פרויקט פיילוט עם אנשי רשות נחל הקישון לניטור חודשי של מספר מצומצם של מדידות סלקטיביות, הכולל ריכוז פיגמנטים של אצות, ערכי כלורופיל, ספירת חיידקים ומדידת ערכי יצרנות ראשונית וחיידקית. מטרת הפיילוט היא לקבל תמונה עונתית של הדינמיקה של המערכת המיקרוביאלית בקישון ולקבל תובנות על המשך מתכונת הניטור ("תוכנית נושמת"). בקרוב יוגש לרשות נחל הקישון סיכום הממצאים.

- Bar-Zeev, E and Rahav, E. (2015). Microbial metabolism of transparent exopolymer particles during the summer months along a eutrophic estuary system. *Frontiers in aquatic microbiology*, 6, doi: 10.3389/fmicb.2015.00403.
- Herut, B. and Kress, N. (1997). Particulate metals contamination in the Kishon river estuary, Israel. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 706-711
- Herut B., Rahav E., Gordon N., Galil B., Lubinevsky H., Tibor G., Tom M., Rilov G., Silverman J. and Rinkevich B. (2015). The National Monitoring Program of Israel's Mediterranean coastal waters – Scientific Report for 2014, IOLR Report.
- Hewes, C.D. and Holmes-Hansen, O. (1983). A method for recovering nanoplankton from filters for identification with the microscope. The filter –transfer – freeze (FTF) technique. *Limnology and Oceanography* 28, 389-394.
- IOC-SCOR-UNESCO (1994). Manual and Guides 29. Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) core measurements.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1996. NOAA's Estuarine Eutrophication Survey. Volume 1: South Atlantic Region. Silver Spring, MD. Office of Ocean Resources Conservation Assessment. 50 p.
- Raveh, O., David, N., Rilov, G., and Rahav, E. (2015). The temporal dynamics of coastal phytoplankton and bacterioplankton in the eastern Mediterranean Sea. *PLoS ONE* doi:10.1371/journal.pone.0140690.
- Simon, M., Alldredge, A. L., and Azam, F. (1990). Bacterial carbon dynamics on marine snow. *Marine Ecology Progress Series*, 65, 205–211.
- Strathmann, R.R. 1967. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnology and Oceanography* 12: 411-418.