



**אפיון קבוצות המיקרואצות  
במי נחל הקישון המלוח**

**דו"ח ניטור סתיו 2018**

**דו"ח חיא"ל H20/2019**

**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 2018**

**דו"ח חיא"ל H20/2019**

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

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

**מוגש לרשות נחל הקישון**

חתימה:

**נובמבר 2019**

## אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח דו"ח ניטור סתיו 2018

### תקציר

- מעקב אחר שינויים מרחביים ורב שנתיים באוכלוסיות המיקרואצות (פיטופלנקטון) והחיידקים, וקצב פעילותם (יצרנות ראשונית וחיידקית) נערך באוקטובר 2018 בחלקו התחתון של נחל הקישון. מיקרואורגניזמים אלה נמצאים בבסיס מארג המזון, ומכאן החשיבות הרבה של ניטור זה.
- ריכוז החנקות (ניטראט+ניטריט) והזרחן לאורך תחנות הדיגום היו דומים לדיגומים קודמים. ריכוזים אלה קטנו עם ההתרחקות מהזרמות המפעלים וממקור קולחי התעשייה. ברוב תחנות הדיגום נמצאו ריכוזי חנקן גבוהים, דבר המצביע על רמת זיהום (איאוטרופיקציה) גבוהה על פי הקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים.
- ערכי החמצן המומס בפני השטח בתחנות "יוליוס", "גשר ההסתדרות" ו "לבניות" היו נמוכים ומעידים על אנוקסיה/הפוקסיה, דבר המלמד על תהליכי נשימה ופעילות חיידקית מוגברת.
- נצפתה עליה ניכרת בריכוז (תאים/מ"ל) האצות והחיידקים ביחס לדיגומים קודמים. גידול זה נבע בעיקר מעלייה בריכוז התאים של מהמין *Synechococcus spp.* ומיקרו-אצות הקטנות מ -  $5\mu\text{m}$ . בהתאמה, ריכוז הכלורופיל (מדד כללי לביומסה של אצות) וערכי היצרנות הראשונית עלו אף הם.
- למרות העלייה שנמצאה בריכוז הכלורופיל בדיגום זה, נראית מגמה כללית בדיגומי הסתיו של ירידה בריכוז הכלורופיל בתחנת "גשר ההסתדרות" הנחשבת למזוהמת עם השנים (החל מ 2012).
- נמצאה עליה במספר מיני האצות בגשר ההסתדרות (בעיקר מגוון מיני בקטריות כחוליות ואצות צורניות) לעומת ירידה במספר המינים בפתח הקישון, דבר שהוביל למגוון מינים דומה בין שני האתרים, זאת בשונה מדיגומים קודמים. למרות זאת, ישנה מגמה כללית של עליה במגוון מיני האצות בתחנות אלה.
- לא נמצאו ערכים חריגים של מיני דינופלגלטים בעלי פוטנציאל טוקסי, זאת בשונה לדיגומים קודמים.

## 1. מטרות הניטור

מטרות הניטור הינן 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 24 באוקטובר 2018. שש תחנות נדגמו לאורך הנחל (בדר"כ נדגמות 7 תחנות, אולם בדיגום זה לא נדגמה תחנת "אקליפטוס" בשל בעיות בסירה), 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 - Multparameter 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 (0.7 $\mu$ m) לאחר סינון מקדים דרך נפה 63 $\mu$ m, נעטפו 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 (Steeman-Nielsen, 1952). יצרנות חיידקית נמדדה על ידי הוספה למי הדגימה לאוצין מסומן בטריטיום (Simon et al. 1990). כל הדגימות נעשו בטריפליקטים (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 Flow-cytometer (Attune, Applied Biosystems), והן בשיטות טקסונומיות מיקרוסקופיות. נוסף לכך, נספרו חיידקים הטרוטרופים (צרכנים שניוניים) לאורך תחנות הדיגום. מי הדגימה קובעו מידית עם גלוטראלדהיד (50%, 0.16% 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 אפיפלאורסנטי 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 סתיו 2018. בדיגום זה תחנת האקליפטוס לא נדגמה בשל תקלה בסירה.

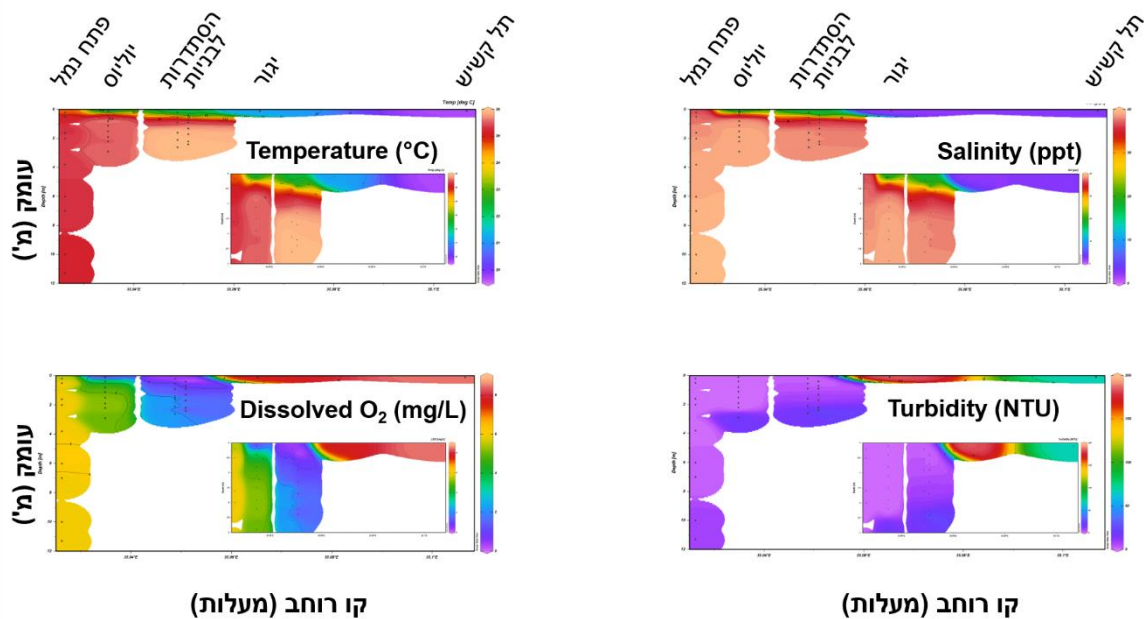
תחנה	Latitude (N)	Longitude (E)
תל-קשיש	32° 41.31'	35° 6.39'
יגור	32° 45.55'	35° 3.91'
לבניות	32° 47.27'	35° 3.10'
גשר ההסתדרות	32° 47.86'	35° 2.84'
אקליפטוס	לא נדגם	לא נדגם
גשר יוליוס סימון	32° 48.01'	35° 2.01'

### 3. תוצאות

#### 3.1 פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

פרופיל העומק של הטמפרטורה, המליחות, עכירות המים והחמצן מומס, לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל כפי שנמדדו באוקטובר 2018 מוצגים באיור 1 ובטבלה 2. ככלל, טמפרטורת המים הייתה אופיינית לעונה ונעה בין 19.7 ל-25.9 מעלות צלסיוס. פיזור הטמפרטורה האנכי מראה כי עמודת המים הייתה משוכבת ברוב תחנות הדיגום בקישון המלוח (עד 3 מעלות צלסיוס הבדל) למעט פתח הנמל בה משרעת הטמפרטורות הייתה נמוכה (נע בין 24.6 ל-25.4 מעלות צלסיוס). 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, ההסתדרות והלבניות (תחנות "אסטואר"), ערכי החמצן המומס היו נמוכים במיוחד (0.1-1.1 מג"ל) – ערכים המעידים על אנוקסיה או הפוקסיה (טבלה 3), דבר המלמד על נשימה חיידקית מוגברת לעומת פוטוסינתזה. ממצאים דומים התקבלו גם בדיגום סתיו 2017. סמוך לקרקעית, לא נמדדו ריכוזי אנוקסיה (5.9-2.5 מג"ל). ריכוז החמצן במים מוכתב בעיקר ע"י תהליכי 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. בעוד שמגמה דומה נמצאה בסתיו 2017, בניטורים מוקדמים יותר (סתיו 2016-2015) ריכוזי החמצן היו גבוהים יותר בתחנות אילו. יש להמשיך לעקוב אחר העניין בדיגומי הסתיו הבאים, כולל מדידות יממתיות (שכן פוטוסינתזה מושפעת מתאורה).

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, ריכוזי הנוטריאנטים בפני השטח ( $\text{NO}_x$  0.01-9.9 mg/L,  $\text{PO}_4$  0.12-1.88 mg/L,  $\text{Si(OH)}_4$  1.24-9.5 mg/L) היו גבוהים מאלה שנמדדו מעל הקרקעית ( $\text{NO}_x$  0.03-1.08 mg/L,  $\text{PO}_4$  0.01-0.18 mg/L,  $\text{Si(OH)}_4$  0.16-1.57 mg/L). בדומה לדיגומים קודמים, ריכוזי הנוטריאנטים קטנו בכוון 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). ברוב תחנות 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 (איאטרופיקציה) 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 שריכוז 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.



**איור 1- פרופיל עומק של הטמפרטורה (°C), מליחות (ppt), ריכוז חמצן מומס (mg/L), ועכירות (NTU) כפי שנמדד באוקטובר 2018 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. תחנת "אקליפטוס" לא נדגמה בשל בעיות בסירה.**

טבלה 2- סיכום פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס וקשיות (pH) כפי שנמדד באוקטובר 2018 לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל (כמוצג באיורים 1 ו-2). not available – N.A.

תחנה	עומק דיגום (m)	טמפרטורה (°C)	מליחות (ppt)	חמצן מומס (mg/L)	pH	עכירות (NTU)
פתח נמל	0.2	24.67	36.81	5.54	8.17	0.2
	0.5	25.19	37.50	5.93	8.22	0.3
	1.6	25.33	38.35	5.93	8.23	0.5
	2	25.37	38.60	5.97	8.24	0.8
	3.8	25.39	38.98	5.97	8.24	1
	6	25.30	39.23	6.08	8.25	2.2
	7	25.30	39.47	5.95	8.24	2.9
	10	25.20	39.69	5.92	8.25	7.4
	11.3	25.18	39.76	5.94	8.25	8.9
יוליוס	0.1	22.33	18.02	1.15	7.71	1.21
	0.4	25.15	34.63	3.90	8.04	1.31
	0.8	25.64	38.53	4.69	8.12	0.90
	1.1	25.55	38.87	4.99	8.15	0.80
	1.5	25.54	38.99	5.16	8.16	0.60
	1.9	25.53	39.03	5.19	8.17	0.40
	2.2	25.52	39.10	5.23	8.17	0.60
	2.9	25.57	39.25	5.00	8.17	17.90
	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*
אקליפטוס	0.2	22.32	17.96	0.46	7.60	2.82
	0.54	25.19	33.81	1.33	7.85	4.52
	0.9	25.42	35.43	1.65	7.93	4.93
	1.6	25.96	38.47	2.56	8.03	7.44
	2.1	25.95	38.52	2.61	8.04	10.26
	2.6	25.95	38.53	2.45	8.04	15.28
	0.4	22.03	16.56	0.00	7.62	1.11
לבניות	0.7	24.85	35.58	0.73	7.81	2.21
	0.9	25.65	37.04	0.96	7.90	4.93
	1.3	25.81	37.57	1.22	7.96	7.34
	1.7	25.93	37.99	1.34	7.97	8.85
	2.2	25.94	38.05	1.37	7.98	10.86
	2.4	25.94	38.07	1.31	7.98	31.97
	0.1	19.71	2.87	8.50	8.15	67.46
0.1	21.16	2.43	7.74	8.22	184.29	

\* עקב בעיה בסירה שלא אפשרה דיגום

**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 <sub>2</sub> +NO <sub>3</sub> )	mg/L	<0.1	0.1- 1	>1
זרחן אנאורגני (PO <sub>4</sub> )	mg/L	<0.01	0.01- 1	0.1
כלורופיל a	µg/L	<5	5- 20	>20

**טבלה 4:** ריכוז נוטריאנטים אנאורגניים (mg/L) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח ובתחנות במעלה הנחל באוקטובר 2018.

תחנה	עומק דיגום	NO <sub>2+3</sub> -N (mg/L)	PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	Si(OH) <sub>4</sub> -Si (mg/L)
פתח נמל	פני שטח	lost	lost	lost
	קרקעית	0.03	0.01	0.16
יוליס	פני שטח	1.41	0.12	1.38
	קרקעית	0.11	0.02	0.41
אקליפטוס	פני שטח	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*
	קרקעית	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*
הסתדרות	פני שטח	1.29	0.19	1.24
	קרקעית	0.36	0.08	0.92
לבניות	פני שטח	2.00	0.24	1.30
	קרקעית	1.08	0.18	1.57
יגור	פני שטח	9.70	0.54	9.44
	פני שטח	0.01	1.88	9.51

\* עקב בעיה בסירה שלא אפשרה דיגום

### 3.2 פרמטרים ביולוגים בעמודת המים

ערכי כלורופיל a בדיגומי סתיו 2018 היו על פי רוב גבוהים (1.65-16.30 µg/L) (טבלה 4, איור 3). יחד עם זאת, ביחס לקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 3), ערכים אלה מצביעים על רמת אאוטרופיקציה נמוכה עד בינונית. מגמה זו של "עומס אצות" נמוך-בינוני עשוי להצביע על הפחתה בשפכי התעשייה. ריכוז הכלורופיל עלה במעלה הזרם והיה הגבוה ביותר בקרבה לשפכי תעשייה (תחנות ההסתדרות ולבניות: 12.30-16.30 µg/L, טבלה 4, איור 3). בהתאמה לריכוזי הכלורופיל, שכיחות ציאנובקטריות עלתה משמעותית בתחנות "ההסתדרות" ו-"לבניות" (פקטור של פי 5 לעומת דיגום סתיו 2017), ותאי אצות בעלות גרעין תא מוגדר (פיקו-אוקריוטים, אצות קטנות) וערכי היצרנות הראשונית (primary production), עלו אף הם לאורך הנחל.

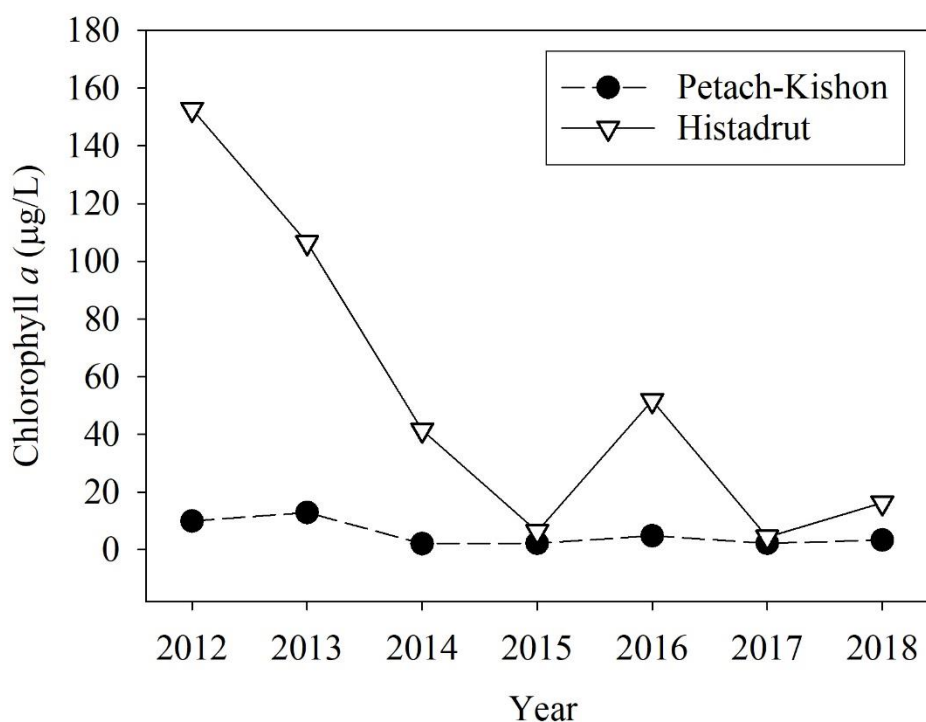
שכיחות החיידקים ההטרוטרופים עלתה אף היא בהשוואה לדיגומי סתיו קודמים (פי 3-6), אולם תופעה זו באה לידי ביטוי בעיקר סביב לשפכי המפעלים (מקסימום בתחנת הלבניות, טבלה 5), זאת בדומה לדיגום סתיו 2017. יש לציין שבדיקה זו מראה את ריכוז החיידקים במי הדגימה ואינה מרמזת על זהות החיידק, באם הוא פתוגני או לא וכד'. המצאות חיידקים פתוגנים אינה חלק ממטרות מחקר זה לפי שעה.



טבלה 5- ריכוז כלורופיל ושכיחות ציאנובקטריות, פיקו-אוקריוטים וחיידיקים הטרוטרופים במעלה נחל הקישון באוקטובר 2018.

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
3.38	3.37	0.04	0.10	פני שטח	פתח נמל
1.65	1.90	0.03	0.13	קרקעית	
14.60	19.58	0.72	0.83	פני שטח	יוליוס
4.90	19.50	0.18	2.45	קרקעית	
לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	פני שטח	אקליפטוס
לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	לא נדגם*	קרקעית	
16.30	22.80	4.02	4.72	פני שטח	הסתדרות
9.90	25.09	3.70	3.51	קרקעית	
11.50	26.93	2.91	3.93	פני שטח	לבניות
12.30	37.86	1.90	9.43	קרקעית	
6.90	4.90	0.24	0.89	פני שטח	יגור
5.31	7.34	0.50	7.61	פני שטח	תל-קשיש

\* עקב בעיה בסירה שלא אפשרה דיגום



איור 3- ריכוז הכלורופיל (מדד לביומסה של אצות) בפני שטח הקישון של תחנות פתח הנמל (עיגול שחור) וגשר ההסתדרות (משולש לבן) בדיגומי הסתיו בין 2012-2018.

ערכי היצרנות הראשונית (היממתית) היו גבוהים בפקטור של 2-3 בהשוואה לדיגום סתיו 2017, בדומה לריכוזי הכלורופיל ושכיחות האצות (ראה/י גם דיון למטה). למרות זאת, ערכי היצרנות הראשונית היו גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חיא"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומית (Herut et al., 2017) וממי (נחלי) 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  $30 \mu\text{M}$ ) והן 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 קיימים דיגומים חודשיים ו/או חסרות מדידות בעיקר בחורף והקיץ. 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) ודיגומי פיילוט חודשיים שנערכו בשנת 2017-2018 לאורך הנחל (זאת ללא קשר לדו"חות הניטור) מראים כ-  $40-70 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  בתחנות במעלה הנחל ו-  $7-21 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  במורדו, דבר המצביע על איכות מים יחסית טובה. לשם השוואה, ערכי היצרנות ראשונית במימי החופים (לא מושפע מהנחל) בעמודת מים בעומק דומה (2 מטרים) נמוכים משמעותית ( $\sim 2 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ).

עיקר הפעילות המטאבולית בתחנות המדידה בכל הדיגומים הייתה הטרוטרופית ונעשתה על ידי חיידקים (טבלה 6). למעשה, ערכי היצרנות החיידקית היו גבוהים משמעותית מערכי היצרנות הראשונית, 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 בסביבות 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 2018.**

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	14.52±2.52	4.52±1.11
	קרקעית	3.16±1.04	5.6±2.04
יוליוס	פני שטח	24.36±8.52	8.52±2.73
	קרקעית	30.85±2.11	11.47± 6.2
אקליפטוס	פני שטח	לא נדגם*	לא נדגם*
	קרקעית	לא נדגם*	לא נדגם*
הסתדרות	פני שטח	61.25±16.21	24.14±5.74
	קרקעית	79.45±6.64	24.87±9.58
לבניות	פני שטח	80.05±15.05	39.47±10.74
	קרקעית	81.33±10.94	14.85±73
יגור	פני שטח	24.93±1.54	13.99±3.80
	פני שטח	45.51±7.05	16.30±5.41

\* עקב בעיה בסירה שלא אפשרה דיגום

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.

## ריכוז התאים

ריכוז התאים הכללי בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות עלה בצורה ניכרת יחסית לסתיו שנה קודמת בשתי התחנות, פי 4 בפתח הקישון ועליה בסדר גודל אחד בגשר ההסתדרות (איור 4). עלייה זו מקורה בעלייה בריכוז בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus* spp. והמיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$ . **בפתח הקישון** בקטריות כחוליות מהמין (1) *Synechococcus* sp., השכיחות גם בעומק המפרץ ולאורך החוף, היו דומיננטיות מספרית (איור 5). הן היוו 44% מריכוז התאים בתחנה זו (איור 6). קבוצת הבקטריות הכחוליות מהמין (2) *Synechococcus* sp. שהיו אופייניות בעיקר לפתח הקישון, וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$  היוו כל אחת 17% ו- 32% אחוז בהתאמה מריכוז התאים הכללי. **בגשר ההסתדרות** בדומה לפתח הקישון שלטו מספרית אותן קבוצות, אך בריכוז גבוה יותר ובדומיננטיות שונה (איור 5). בקטריות כחוליות מהמין (2) *Synechococcus* sp., ומיקרואצות קטנות מ-  $5\mu\text{m}$  הופיעו בריכוז גבוה יחסית ודומה. הן היו דומיננטיות מספרית והיוו יחד 68% מריכוז התאים הכללי, בעוד בקטריות כחוליות מהמין היותר נפוץ בים (1) *Synechococcus* sp. היוו 20% מריכוז התאים (איור 6). פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ואצות צורניות היוו יחד כ- 12% מריכוז התאים הכללי בתחנה זו (איור 6).

## ביומסה וריכוז הכלורופיל

בהתאמה לריכוז התאים, ריכוזי הכלורופיל והביומסה בשתי התחנות עלו באופן משמעותי יחסית לשנה הקודמת (איורים 7-8). ערך הכלורופיל בפתח הקישון ( $3.4\mu\text{g/L}$ ) היה עדיין בתחום הנמוך, יחסית לקריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים, בדומה לשנה קודמת. מאידך בגשר ההסתדרות ריכוז הכלורופיל שנמצא בסתיו 2017, באופן יוצא דופן בטווח הנמוך ( $4.4\mu\text{g/L}$ ) עלה בסתיו 2018 לתחום הבינוני ( $16.3\mu\text{g/L}$ ), אם כי היה עדיין נמוך באופן ניכר מהממוצע הרב שנתי ונמצא ברבע הנמוך של התפלגות ערכי הכלורופיל מכל שנות הדיגום בתחנה זו (איור 9).

**בפתח הקישון** הביומסה עלתה פי 6 יחסית לשנה קודמת והיתה גבוהה מעט ( $629\mu\text{gC/L}$ ) מהממוצע הרב שנתי (איורים 7 ו-9). העלייה בביומסה מקורה במיוחד בעלייה בביומסת המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$  שהיוו כמחצית מתוספת הביומסה בתחנה זו. ריכוז הכלורופיל עלה בצורה מתונה יותר ועדיין היה נמוך מהממוצע הרב שנתי לתחנה זו (איור 9). מיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$  היו דומיננטיות בביומסה הכללית (איור 10) והיוו כמחצית מהביומסה בתחנה זו (איור 11). אצות צורניות ופלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היוו בתחנה זו 24% ו- 13% מהביומסה בהתאמה. הבקטריות הכחוליות, משני המינים, היוו 13% מהביומסה הכללית בלבד, למרות ריכוזן הגבוה יחסית. ביומסת הדינופלגלטים הייתה נמוכה מאד באופן יחסי.

**בגשר ההסתדרות** נמצאה גם כן עלייה גדולה בביומסה הכללית יחסית לשנה קודמת (איור 8), ועמדה על  $2,875\mu\text{gC/L}$ . ערך זה קרוב לחציון התפלגות נתוני הביומסה לאורך השנים (איור 9). עלייה משמעותית בביומסה (עלייה של 50% יחסית לשנה קודמת, בדומה לפתח הקישון) הייתה של המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$ , שהיוו 43% מהביומסה הכללית בתחנה זו (איור 11), אך גם של אצות צורניות ופלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, שהיוו יחד 46% מהביומסה הכללית.

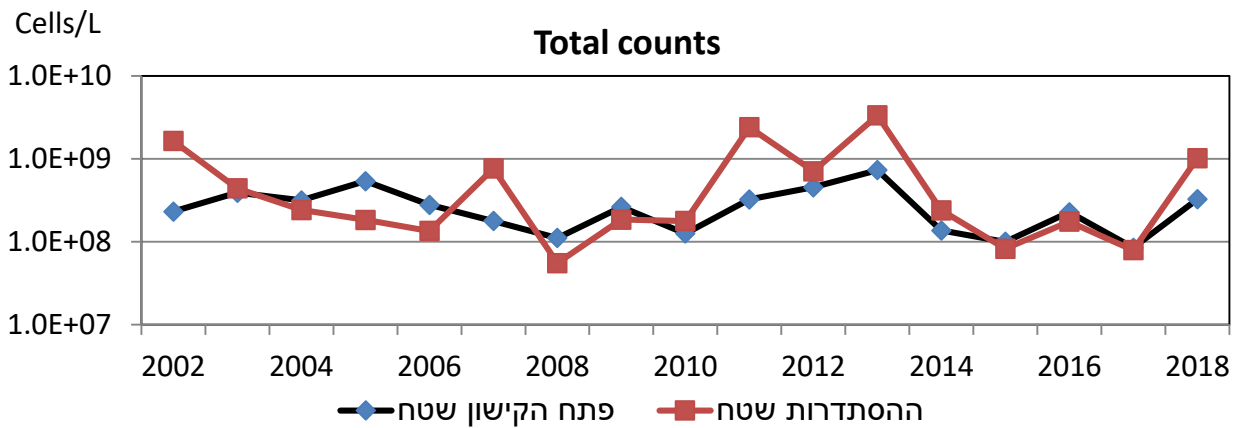
## מגוון המינים ואינדקס השונות

מספר המינים בשתי התחנות היה דומה (איור 12), שלא כמו במרבית הדיגומים עד כה בהם מספר המינים בפתח הקישון היה בדרך כלל גבוה יותר. הדבר נובע מעלייה במספר המינים בגשר ההסתדרות ובעיקר במגוון מיני בקטריות כחוליות ואצות צורניות. בפתח הקישון לעומת זאת הייתה ירידה במספר המינים של כל הקבוצות יחסית לשנה קודמת, ובמיוחד ירידה במגוון הדינופלגלטים. תחנת פתח הקישון נבדלה מגשר ההסתדרות בעיקר במגוון מיני הדינופלגלטים, אם כי מספרם היה קטן יחסית בדיגום זה (איור 13). חלק גדול ממיני הצורניות היו משותפים לשתי התחנות (טבלה 7), ובגשר ההסתדרות הופיעו בדיגום זה גם מינים

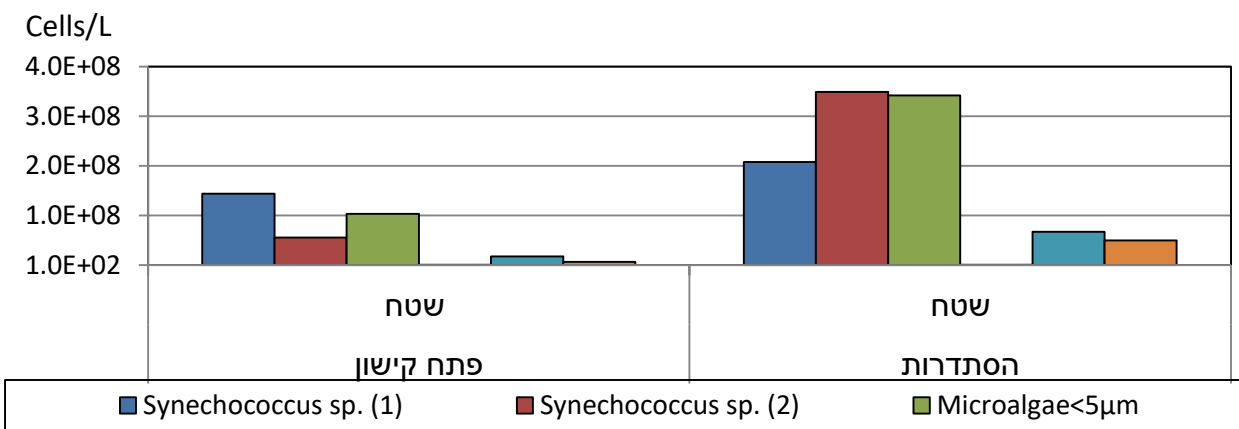
המאפיינים מים יותר מלוחים כמו הדינופלגלט *Ceratium kofoidii* או הפלגלט *Hermesinium adriaticum*, הנפוצים יותר לאורך החוף. מאידך תחנת גשר ההסתדרות, התאפיינה גם במינים הסבילים למליחות נמוכה כמו פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, ובהם *Hemiselmis* sp. הנפוץ בתחנה זו וכן מיני בקטריות כחוליות ואצות ירוקיות שבחלקם הגדול נעדרו מפתח הקישון (טבלה 7). חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר, בדומה לדיגומים קודמים (איור 12), והן היו בממוצע רב שנתי 62%, מסך כל המינים בפתח הקישון ו- 47% בגשר ההסתדרות. בפתח הקישון נמצא מגוון גדול של דינופלגלטים יחסית לגשר ההסתדרות והם היוו 17% מסך כל המינים לעומת 3% בגשר ההסתדרות. בגשר ההסתדרות היה מגוון גדול יותר בקטריות כחוליות ואצות ירוקיות (טבלה 7). **אינדקס השונות** ירד השנה יחסית לשנה קודמת בשתי התחנות (איור 15), ובאופן ניכר יותר בפתח הקישון משום ירידה במספר המינים (איור 14) ועלייה בביומסה הכללית בתחנה זו (איור 7). בגשר ההסתדרות הייתה אמנם עלייה במספר המינים, אך במקביל הייתה עלייה בביומסה הכללית יחסית לשנה קודמת (איור 8).

## הרכב מיני המיקרופלנקטון

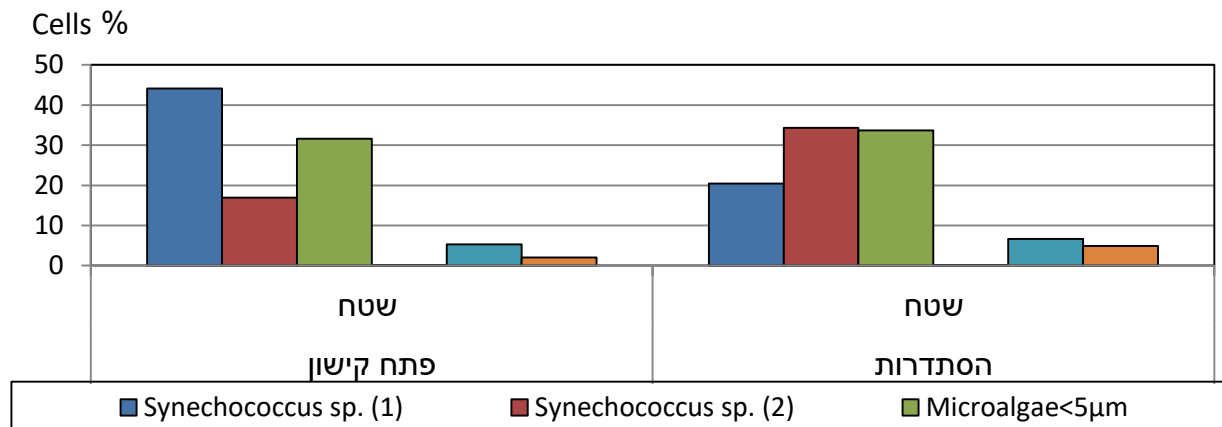
**פתח הקישון** - מבין הדינופלגלטים מינים הקטנים מ-  $15\mu\text{m}$  היו השכיחים ביותר, כפי שנמצא גם בדיגומים במפרץ חיפה ולאורך החוף. דינופלגלטים אחרים נמצאו בריכוז נמוך מאד, והנפוצים יותר היו *Prorocentrum micans* והמין *Achradina pulchra* (טבלה 7), שאינו שכיח בתחנה זו ובכלל, ומופיע יותר במים העמוקים לאורך החוף. מיני צורניות רבים היו משותפים לשתי התחנות והמין שהופיע בריכוז גבוה יחסית, בשתי התחנות, היה *Thalassiosira pseudonana* הנפוץ בקישון. המין *Thalassionema frauenfeldii* הופיע כבשנה קודמת, בריכוז גבוה יחסית ולא אופייני למרבית שנות הניטור, אם כי ריכוזו היה כמחצית מהריכוז בשנה קודמת. **בגשר ההסתדרות** הופיעו בעיקר מיני דינופלגלטים קטנים מ-  $15\mu\text{m}$  ובריכוז נמוך יחסית. הקבוצה שהייתה דומיננטית מספרית ומבחינת ביומסה הייתה קבוצת המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$ , שהיוו כמחצית מהביומסה הכללית בתחנה זו. קבוצת ה- *Cryptophyceae* ומיני *Hemiselmis* sp. המשתייכים לקבוצה זו, הופיעו בה גם בביומסה גבוהה יחסית, קבוצה זו יחד עם הצורנית *T. pseudonana* היוו 46% מהביומסה הכללית בתחנה זו. בתחנה זו הופיעו גם מגוון גדול יחסית של מיני ירוקיות, המאפיינות מים בעלי מליחות נמוכה מזו של מי ים, והם היוו 38% מסך כל המינים בתחנה זו. לא נצפו בניטור זה מיני דינופלגלטים בעלי **פוטנציאל טוקסי**.



איור 4 - התפלגות ריכוז התאים הכללי בדיגומי סתיו 2002-2018

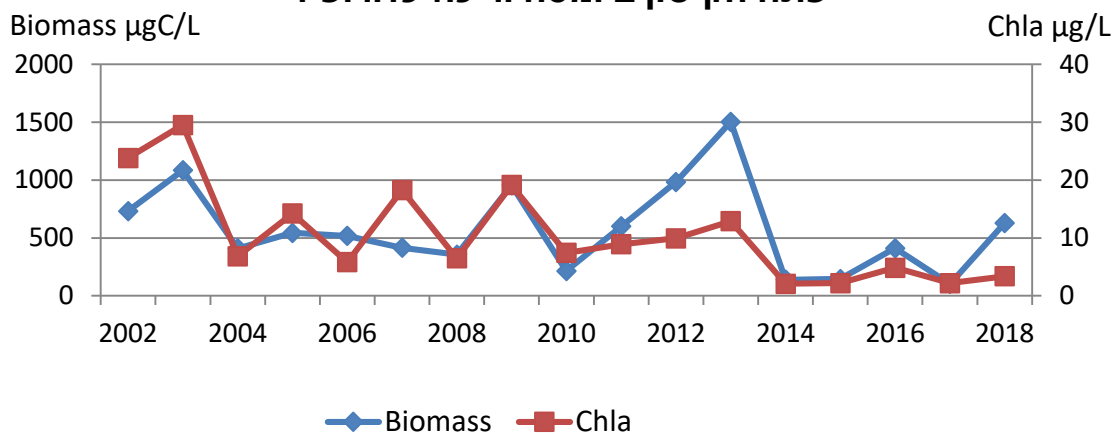


איור 5 - התפלגות ריכוז התאים הכללי ולפי קבוצות המיקרופלנקטון – אוקטובר 2018



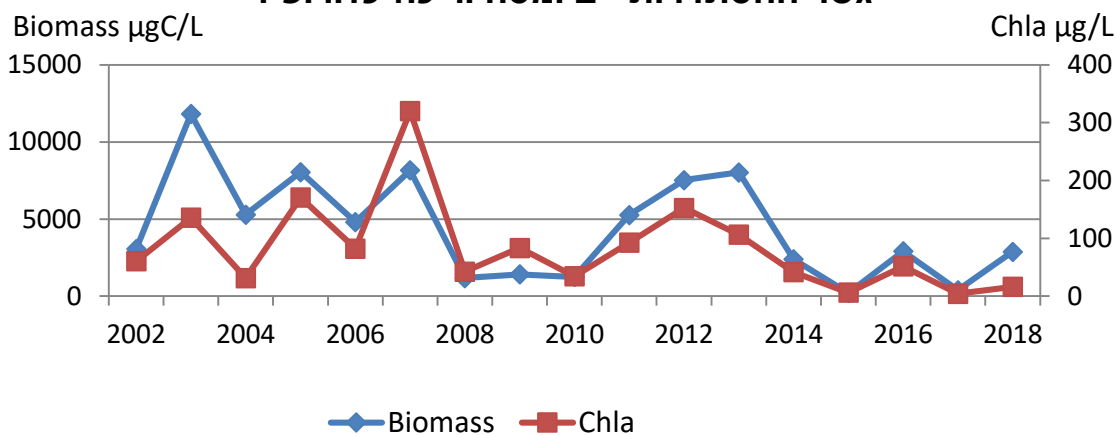
איור 6 - התפלגות ריכוז התאים לפי קבוצות המיקרופלנקטון אוקטובר 2018

### פתח הקישון ביומסה וריכוז כלורופיל



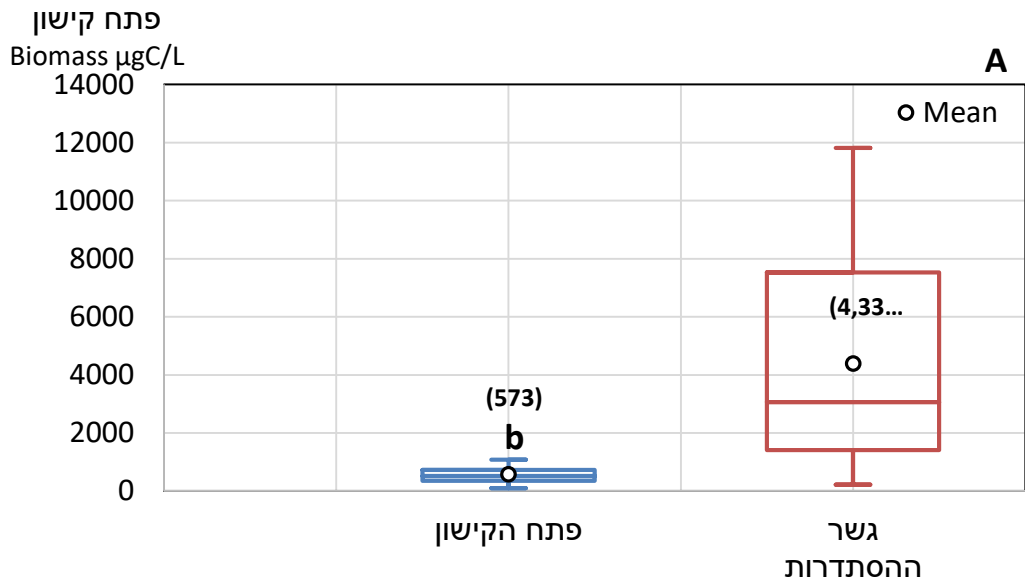
איור 7 - התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בפתח הקישון בסתיו 2002-2018

### גשר ההסתדרות - ביומסה וריכוז כלורופיל

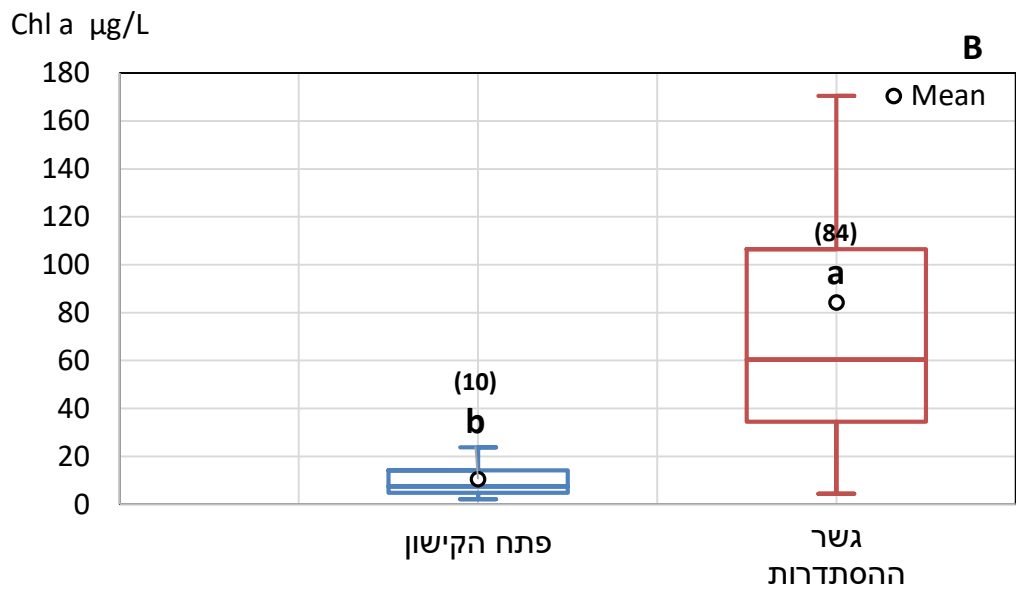


איור 8 - התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות בסתיו 2002-2018

## 2002-2018 ביומסה כללית

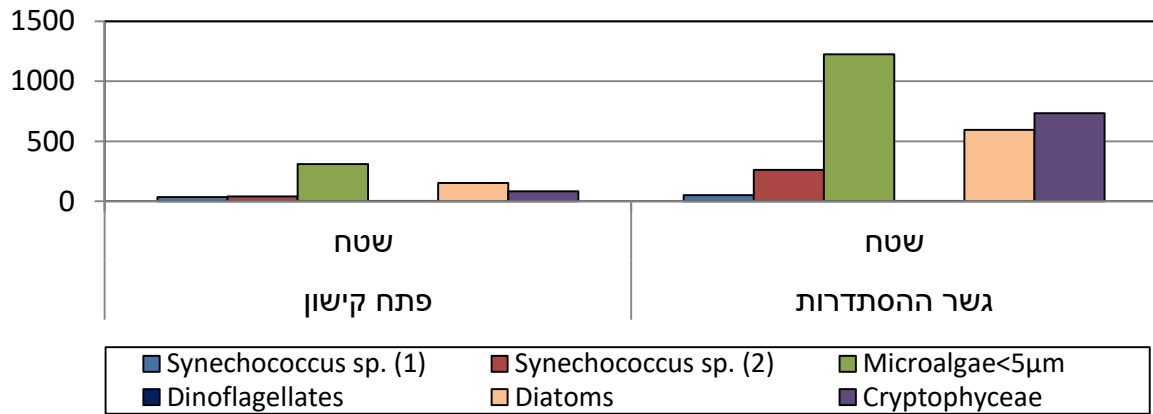


## 2002-2018 כלורופיל



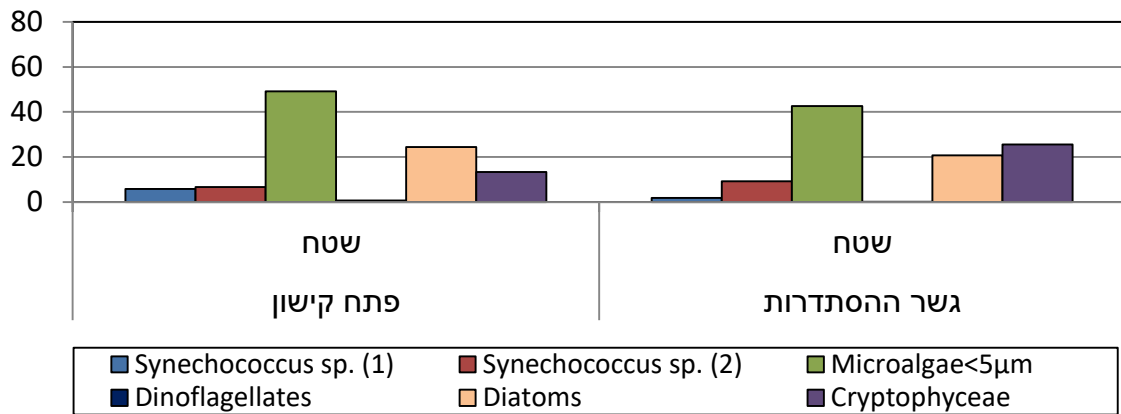
איור 9 - התפלגות הביומסה הכללית (A) וריכוז הכלורופיל (B) בדיגומי סתיו 2002-2018.

Biomass  $\mu\text{gC/L}$



איור 10 - התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון, בשתי התחנות, בדיגום אוקטובר 2018

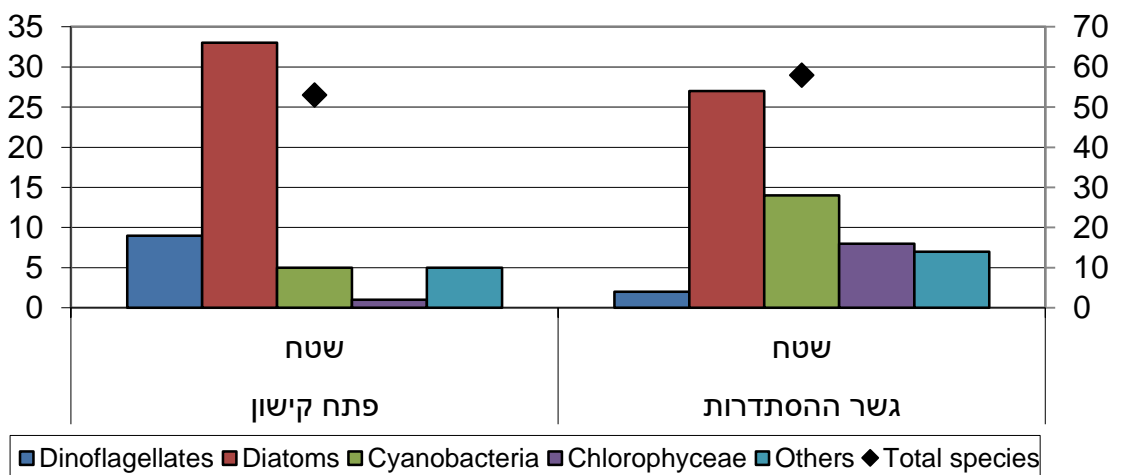
Biomass %



איור 11 - התפלגות יחסית (באחוזים) של ביומסת הקבוצות השונות דיגום אוקטובר 2018

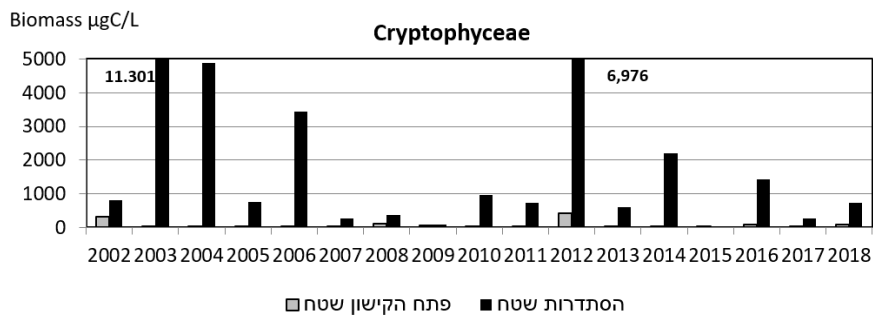
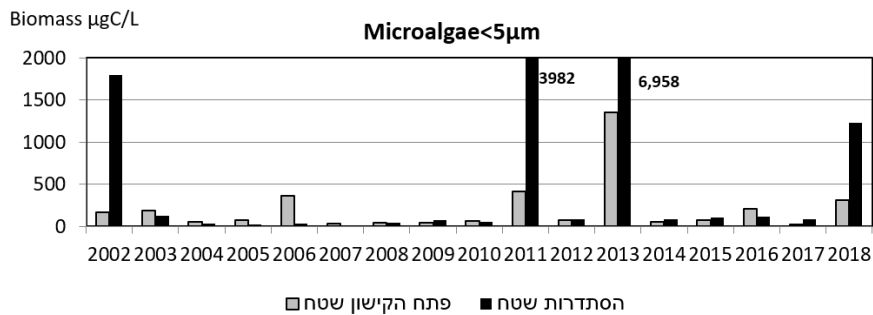
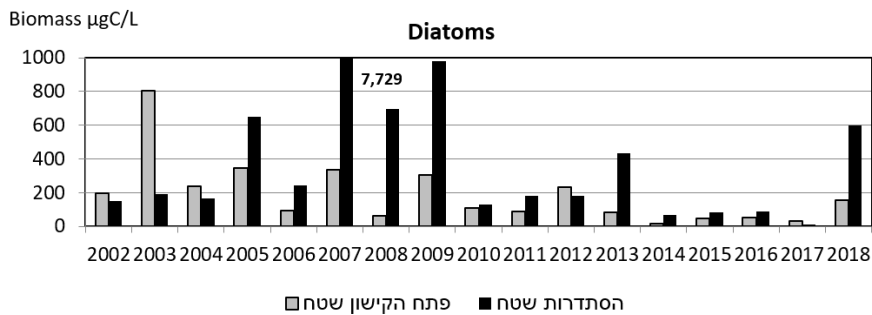
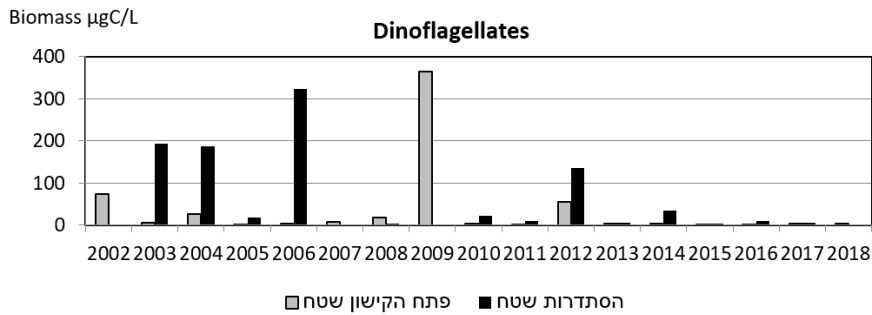
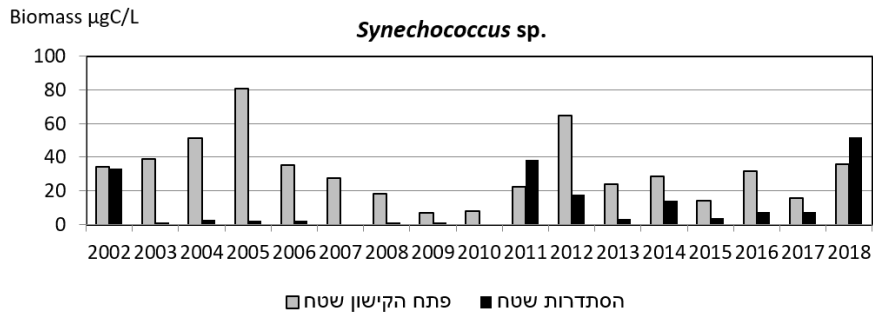
Species No.

Total species



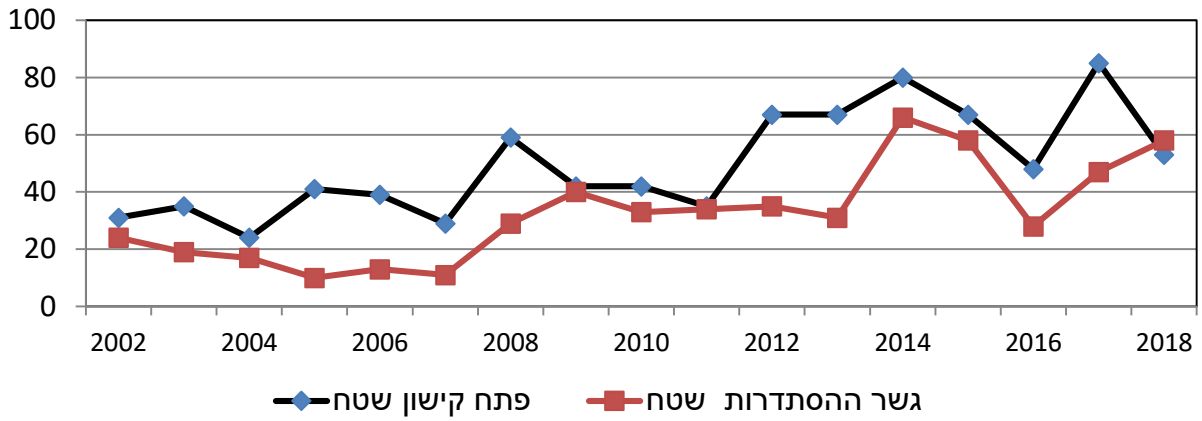
איור 12 - התפלגות מספר מיני המיקרופלנקטון הכללי ולפי קבוצות בדיגום אוקטובר 2018





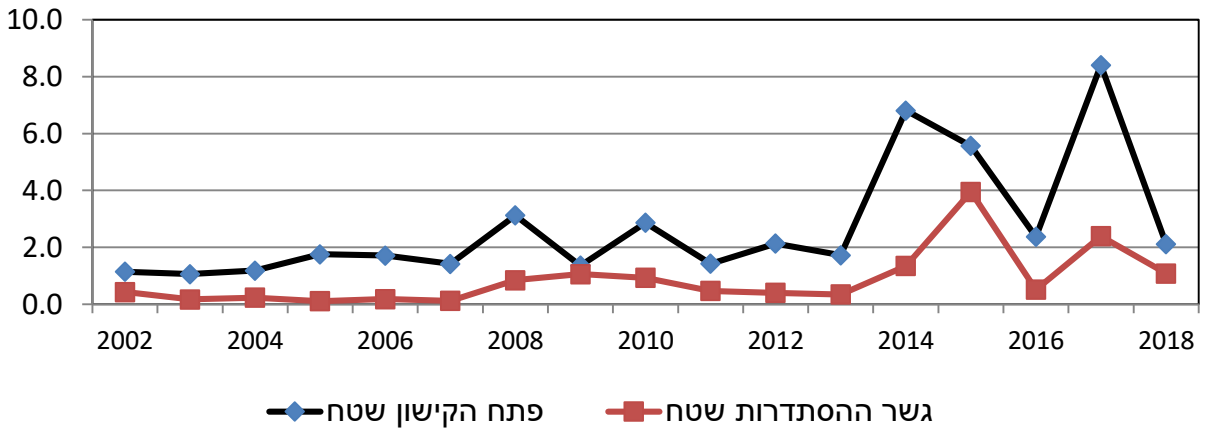
איור 13 - התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון השונות בשתי התחנות בסתיו 2002-2018

Species No.



איור 14 - התפלגות מספר המינים הכללי בדיגומי סתיו 2002-2018

Diversity Index



איור 15 - התפלגות אינדקס השונות בדיגומי סתיו 2002-2018

טבלה 7: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון בדגימות הקישון – אוקטובר 2018

	פתח הקישון	גשר ההסדרות		פתח הקישון	גשר ההסדרות
<b>Dinoflagellates</b>			<b>המשך Diatoms</b>		
<i>Achradina pulchra</i>	157		<i>Pseudonitzschia spp.</i>	14	
<i>Ceratium kofoidii</i>	3	40	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	3	
<i>Prorocentrum gracile</i>	3		<i>Skeletonema costatum</i>	170	
<i>Prorocentrum micans</i>	900		<i>Surirella spp.</i>	618	860
<i>Prorocentrum triestinum</i>	14		<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	2186	440
<i>Protoperidinium sp. (54)</i>	3		<i>Thalassiosira pseudonana</i>	1.7E+07	6.6E+07
<i>Protoperidinium sp. (1366)</i>	3		<i>Thalassiosira spp.</i>	486	840
<i>Protoperidinium sp.</i>	12		<i>Trachyneis aspera</i>	14	
Unidentified<15µm	2.1E+04	9.3E+03	<b>Cryptophyceae</b>		
<b>Diatoms</b>			<i>Cryptomonad spp.</i>	5.8E+06	8.0E+06
<i>Achnanthes spp.</i>		6	<i>Hemiselmis sp.</i>	7.9E+05	4.2E+07
<i>Amphora sp.</i>		200	<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Asteroplanus karianus</i>		273	<i>Crucigenia quadrata</i>		640
<i>Bacillaria paxillifera</i>		53	<i>Monoraphidium irregulare</i>	29	280
<i>Biddulphia tuomeyi</i>		7	<i>Monoraphidium arcuatum</i>		1.0E+03
<i>Coscinodiscus sp.</i>	43		<i>Oocystis spp.</i>		147
<i>Cyclotella sp.</i>	5.9E+04	3.9E+05	<i>Scenedesmus magnus</i>		80
<i>Cylindrotheca closterium</i>	86		<i>Scenedesmus acuminatus</i>		320
<i>Diploneis spp.</i>	71	160	<i>Scenedesmus opoliensis</i>		13
<i>Entomoneis gigantea</i>	3	1	Flagellate sp.		7.2E+04
<i>Entomoneis paludosa</i>	3	1	<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Entomoneis sp. (1622)</i>	1.2E+03	560	<i>Anabaena perturbata</i>	67	2.3E+03
<i>Entomoneis sp. (BS21)</i>	29	80	<i>Arthrospira platensis</i>		167
<i>Grammatophora serpentina</i>	7		<i>Asterocapsa spp.</i>		400
<i>Lauderia annulata</i>	3		<i>Chroococcopsis epiphytica</i>		160
<i>Melosira moniliformis</i>	10	360	<i>Chroococcus sp.</i>		7
<i>Navicula sp. (45A)</i>		40	<i>Komvophoron jovis</i>		1.4E+03
<i>Navicula sp. (251A)</i>	957	40	<i>Leptolyngbya spp.</i>	267	6.0E+03
<i>Navicula sp. (346A)</i>		7	<i>Lyngbya spp.</i>		4.1E+03
<i>Navicula sp. (519A)</i>		13	<i>Merismopedia elegans</i>		747
<i>Navicula sp. (588k)</i>	14		<i>Microcystis flosaquae</i>		2.2E+03
<i>Navicula sp. (1891)</i>	14		<i>Oscillatoria sp. (613k)</i>		1.2E+03
<i>Navicula sp. (1949)</i>	14	960	<i>Oscillatoria sp. (914)</i>	257	1933
<i>Navicula spp.</i>	129	8.2E+05	<i>Synechococcus sp. (1)</i>	1.4E+08	2.1E+08
<i>Nitzschia acicularis</i>	3		<i>Synechococcus sp. (2)</i>	5.5E+07	3.5E+08
<i>Nitzschia incerta</i>	20	13	<b>Ebriophyceae</b>		
<i>Nitzschia lorenziana</i>	43	240	<i>Hermesinum adriaticum</i>	271	120
<i>Nitzschia sicula var. bicuneata</i>	14	200	<b>Euglenoidea</b>		
<i>Nitzschia sp. (244A1)</i>	29		<i>Euglena sp.</i>		7
<i>Nitzschia sp. (592A)</i>	300	502	<i>Eutreptia sp.</i>	71	320
<i>Nitzschia spp.</i>	71		<i>Trachelomonas sp.</i>		13
<i>Odontella mobiliensis</i>	3		<b>Microalgae&lt;5µm</b>	1.0E+08	3.4E+08
<i>Pleurosigma spp.</i>	114	120	<b>Total</b>	3.3E+08	1.0E+09

## השוואה רב-שנתית – תחנות פתח הקישון וגשר ההסתדרות- דיגומי סתיו 2002-2018

### ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל:

בדיגומי הסתיו, בשתי התחנות, נראתה תנודתיות גדולה לאורך השנים בריכוז התאים (איור 4), בביומסה (איור 7) ובריכוז הכלורופיל (איור 8).

נשמרת המגמה של ממוצעי ביומסה וריכוזי כלורופיל גדולים באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון, במי השטח, כפי שהיה בדיגומי הסתיו עד כה (איור 9). גם ממוצע ריכוז התאים בגשר ההסתדרות היה גבוה יותר (איור 16), אך בגלל התנודתיות לאורך השנים (איור 4) הבדל זה לא נמצא מובהק. **בגשר ההסתדרות** ניתן לראות בשנים 2011-2018 עליה משמעותית בריכוז פרקציית הפיטופלנקטון הקטנה, שכוללת את הבקטריות הכחוליות והמיקרופלנקטון הקטן מ-  $5\mu\text{m}$ , וממוצע ריכוז הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus sp.* בתחנה זו גבוה באופן מובהק בשמונה השנים האחרונות, בהשוואה לשמונה השנים הקודמות (2003-2010).

**בפתח הקישון** נראית מגמה של ירידה בריכוז הכלורופיל עם השנים, ובחמש שנים אחרונות ממוצע ריכוז הכלורופיל ( $2.9\mu\text{g/L}\pm 1.2$ ) נמוך באופן מובהק יחסית לשנים קודמות (איור 7) ונמצא בטווח הנמוך, המוגדר לאיכות מים. הביומסה בחמש השנים האחרונות גם כן נמוכה באופן יחסי לממוצע השנים הקודמות, אך ישנה תנודתיות בין השנים ובסתיו 2018 הייתה עלייה בביומסה. **בגשר ההסתדרות** ממוצע ריכוז הכלורופיל ( $24\mu\text{g/L}\pm 21$ ) והביומסה גם כן נמוכים בחמש השנים האחרונות, יחסית לשנים הקודמות למרות העלייה בסתיו 2018 (איור 8).

### קבוצות המיקרופלנקטון השונות:

בהשוואה רב שנתית, ניתן לראות **בפתח הקישון** דומיננטיות יחסית, של קבוצת הצורניות וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$  בביומסה הכללית (איורים 17-18), עם תנודתיות גדולה בין השנים. **בגשר ההסתדרות** התנודתיות בהתפלגות הקבוצות השונות הייתה גדולה יותר לאורך השנים (איורים 13,19). מאידך פלגטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו דומיננטיים בחלק ניכר מהדיגומים.

### א. בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.*(1)

**בפתח הקישון** ביומסת הבקטריות הללו היתה בדרך כלל גבוהה יחסית לגשר ההסתדרות, לאורך השנים (איור 13). ממוצעי ריכוז התאים והביומסה של קבוצה זו בשנים 2002-2018 היו גבוהים באופן מובהק יחסית לתחנת גשר ההסתדרות. בפתח הקישון נראתה תנודתיות בריכוזן של הבקטריות הכחוליות עם שני שיאים, בסתיו 2005 ו- 2012 (איורים 13,20). בדיגום 2018 נראתה עלייה בריכוז הבקטריות הכחוליות הללו, יחסית לשנה הקודמת. בשש השנים האחרונות ישנה מחזוריות שנתית של ירידה ועליה מתונים יחסית, מחזוריות שתחילתה בירידה ב- 2013, כשהממוצע בשש שנים אלה היה  $1.0 \times 10^8 \pm 3.5 \times 10^7$  (איור 13). הבקטריות הכחוליות היוו בפתח הקישון, בשנים 2002-2018, כחמישים אחוז, בממוצע, מריכוז התאים הכללי ( $49\% \pm 20$ ) (איור 21), אולם חלקם בביומסה היה קטן מ-  $10\% \pm 5$  (8%).

**בגשר ההסתדרות** בשנים 2003-2010 ביומסת הבקטריות הכחוליות הייתה נמוכה מאד (איור 13), ושיעורן בריכוז התאים הכללי היה נמוך גם כן (איור 21). מאידך, בשנים 2011-2018 ישנה עליה בריכוזן (איור 13), ובשיעורן בריכוז התאים הכללי (איור 21). ממוצע הביומסה גם הוא היה גבוה באופן מובהק משמונה השנים הקודמות. כיוון שמליחות המים בגשר ההסתדרות נמוכה יחסית, לפתח הקישון, יתכן שמדובר במין *Synechococcus sp.*, הסביל יותר למליחות נמוכה כזו.

## ב. מיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון

מיקרואצות קטנות מ –  $5\mu\text{m}$  היו שכיחות מספרית בשתי התחנות (איורים 20-21). נראו תנודות גדולות בריכוזן בין השנים, ובהתאמה נראו תנודות גם בשיעורן באחוזים מריכוז התאים הכללי (איור 21). נמצא מתאם גבוה בין שתי התחנות, בחלקן היחסי בריכוז התאים הכללי לאורך השנים. בשתי התחנות הן החלו להיות דומיננטיות יותר בביומסה הכללית מ-2011, כאשר בדיגומי סתיו 2011 ו-2013 הן הופיעו בפריחות גדולות מאד והביומסה שלהן הייתה גבוהה בשתי התחנות, ובמיוחד בגשר ההסתדרות (איורים 13 ו-17). הן הופיעו בביומסה גבוהה יחסית גם בניטור 2018 בשתי התחנות. בפתח הקישון המיקרואצות דומיננטיות יותר בביומסה לאורך השנים (איורים 17-18). בגשר ההסתדרות בשנים 2010-2018, נמצא בדרך כלל יחס הפוך בשיעורן באחוזים מהביומסה הכללית, יחסית לשיעור הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* שהיו דומיננטיים בחלק ניכר מהדיגומים (איור 22).

### אצות צורניות

בפתח הקישון ביומסת האצות הצורניות הייתה דומיננטית בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 13 ו-17), אולם שיאי הפריחה פחתו עם השנים, ונראתה מגמה של ירידה בביומסה שלהן. גם שיעורם באחוזים מהביומסה הכללית הראה מגמה של ירידה עם השנים (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* (איור 17). בסתיו 2018 נראתה שוב עלייה יחסית בביומסה של האצות הצורניות בשתי התחנות. **בגשר ההסתדרות** ביומסת האצות הצורניות היתה גבוהה באופן ניכר יחסית לפתח הקישון ושיא הביומסה שלהן היה בשנת 2007 (איורים 13 ו-17). שיעורן באחוזים בביומסה הכללית היה בפריחה זו למעלה מ-90% (איור 22), אולם גם בשנים 2008-2009, כאשר הביומסה הכללית בתחנה זו הייתה נמוכה יחסית (איור 8), הן היוו שיעור גבוה בביומסה הכללית (איור 22).

### פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*

היו שכיחים יחסית במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות והופיעו בה בפריחות (איורים 13 ו-17). פלגלטים מקבוצה זו היו אחראים לביומסה הגבוהה בתחנת גשר ההסתדרות בחלק ניכר מהדיגומים והיוו בה שיעור ניכר מהביומסה הכללית (איורים 19,22). שיאי הפריחה מתונים יותר בשנים האחרונות (איורים 13,17). ממוצע ריכוז התאים והביומסה של קבוצה זו נמצא גבוה באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איורים 18,19).

### דינופלגלטים

בפתח הקישון ריכוז הדינופלגלטים היה נמוך יחסית לקבוצות האחרות, לאורך כל שנות הדיגום והביומסה הייתה בהתאם נמוכה, להוציא פריחה גדולה יחסית בדיגום 2009 (איור 13). בגשר ההסתדרות היה שכיח מגוון קטן מאד של דינופלגלטים בעיקר מהמין *Gymnodinium sp.*, הניזון מפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. והוא הופיע בביומסה גדולה יחסית בחלק מהדיגומים (איור 22), אולם בדומה לפתח הקישון ביומסת הדינופלגלטים הייתה נמוכה יחסית בשש השנים האחרונות.

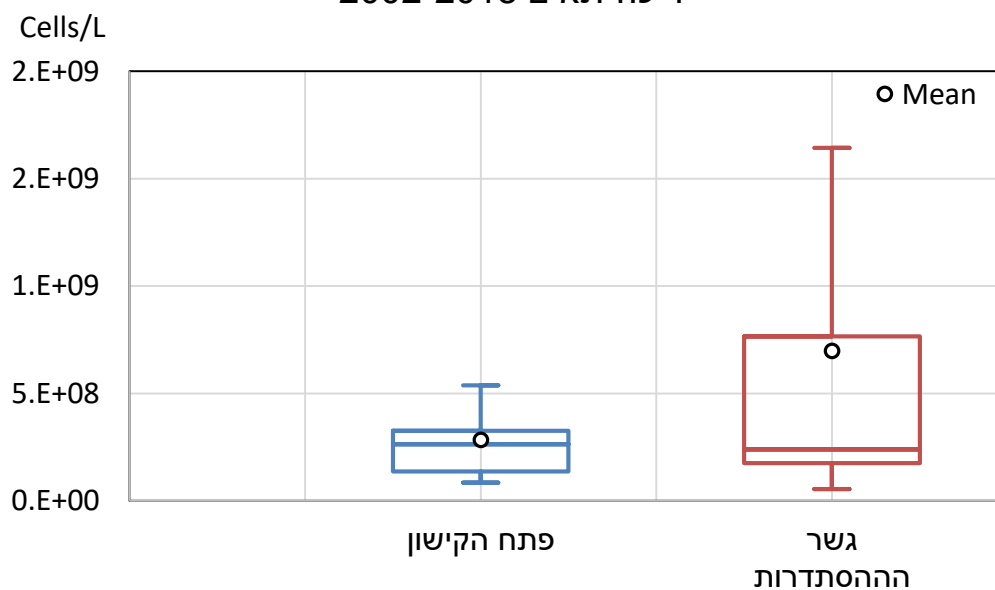
## מגוון המינים :

בגשר ההסתדרות מספר המינים ואינדקס השונות (Menhinick index - מחושב לפי מסי המינים / שורש ריבועי של הבימוסה) היו נמוכים, ולרוב באופן ניכר, יחסית לפתח הקישון, לאורך השנים (איורים 14,15). ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות היו בהתאם נמוכים באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 23).

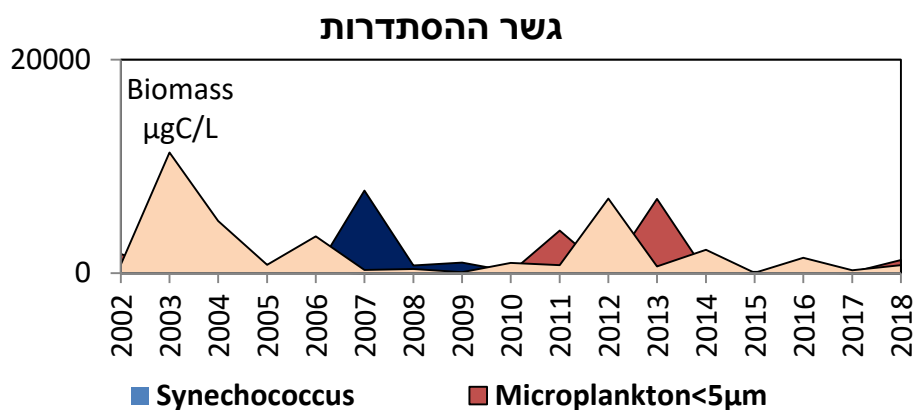
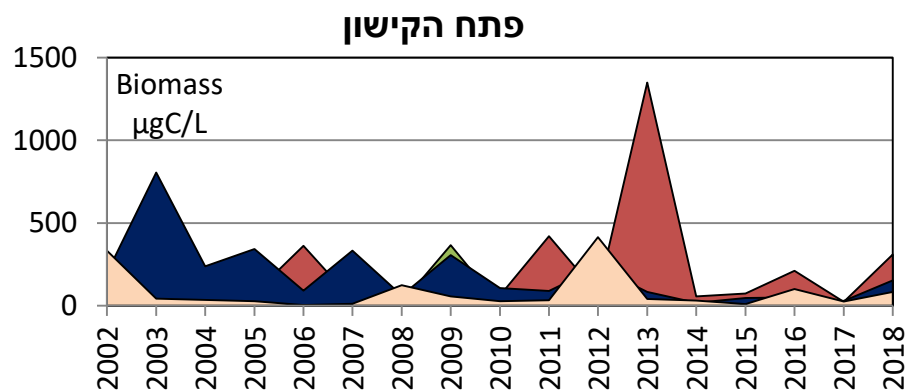
**א. מספר המינים** – בסתיו 2018 נראתה ירידה במספר המינים בפתח הקישון בהשוואה לדיגום סתיו 2017, שבו היה שיא במספר המינים (איור 14). מאידך בגשר ההסתדרות הייתה עלייה במספר המינים. למרות התנודתיות במספר המינים, נראית בשתי התחנות מגמה של עלייה במספר המינים לאורך השנים, וממוצע מספר המינים בשנים 2012-2018 גבוה באופן מובהק ממספר המינים בשנים 2002-2011, בשתי התחנות (איור 24).

**ב. אינדקס השונות** – אינדקס השונות ירד בסתיו 2018 יחסית לסתיו שנה קודמת, בשתי התחנות, ובפתח הקישון באופן ניכר יותר, (איור 15). ניתן לראות שממוצע אינדקס השונות בשתי התחנות גבוה מהחציון של התפלגות ערכי האינדקס לאורך השנים. הדבר נובע מהעלייה באינדקס השונות בחלק מהשנים האחרונות, שהסיטה באופן ניכר את ממוצע נתוני אינדקס השונות כלפי מעלה, בשתי התחנות (איור 23). בהתאם לכך, ממוצע אינדקס השונות בשנים 2012-2018 גבוה באופן מובהק מהממוצע בשנים 2002-2011, בשתי התחנות (איור 25).

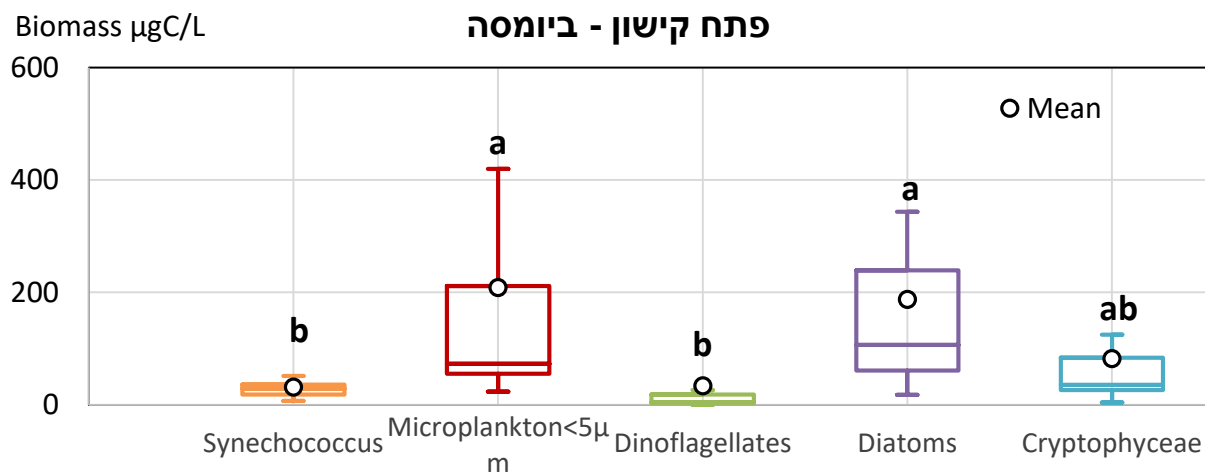
## ריכוז תאים 2002-2018



איור 16 - התפלגות ריכוז התאים בדיגומי סתיו 2002-2018

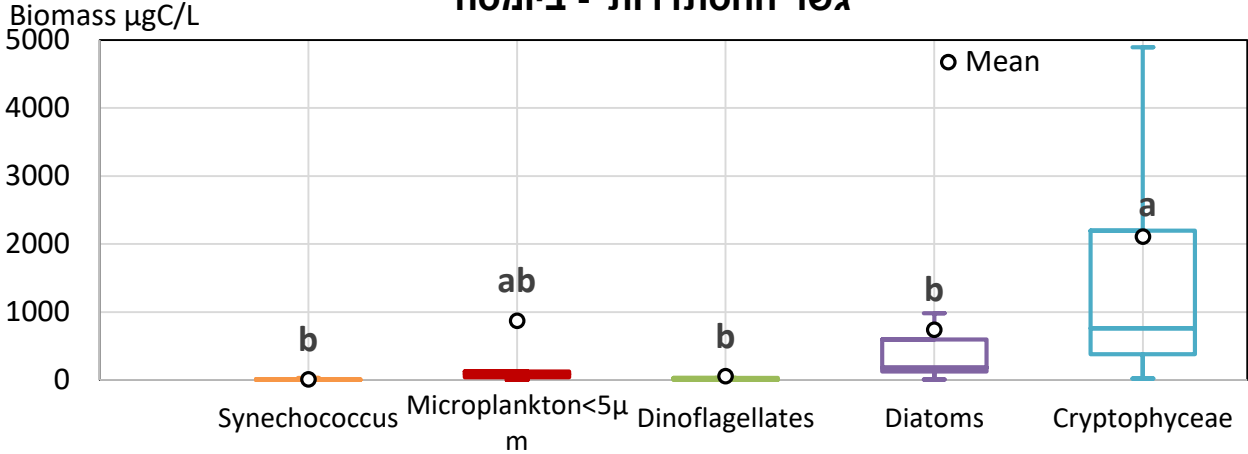


איור 17 - התפלגות הביומסה של הקבוצות הדומיננטיות בדיגומי סתיו בפתח הקישון וגשר ההסתדרות בין השנים 2002-2018.



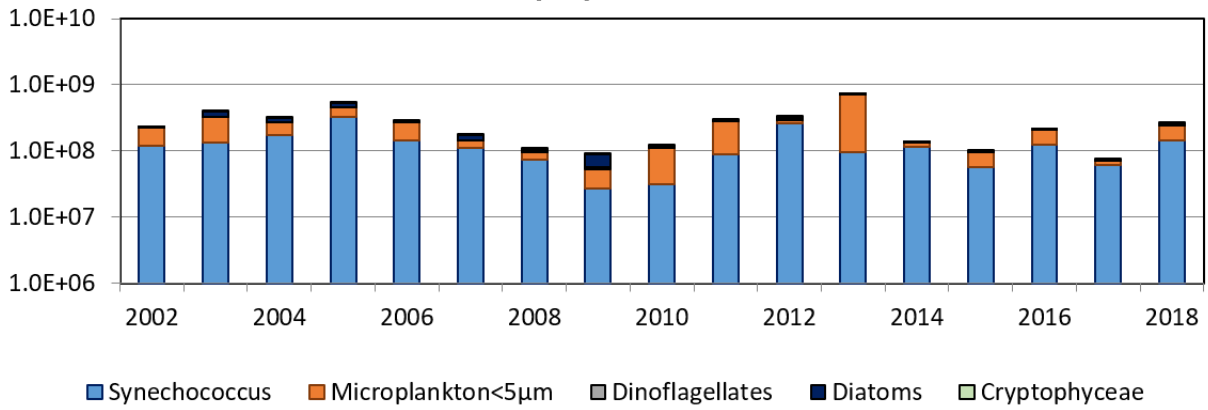
איור 18 - פתח הקישון התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון, בדיגומי סתיו 2002-2018

### גשר ההסתדרות - ביומסה

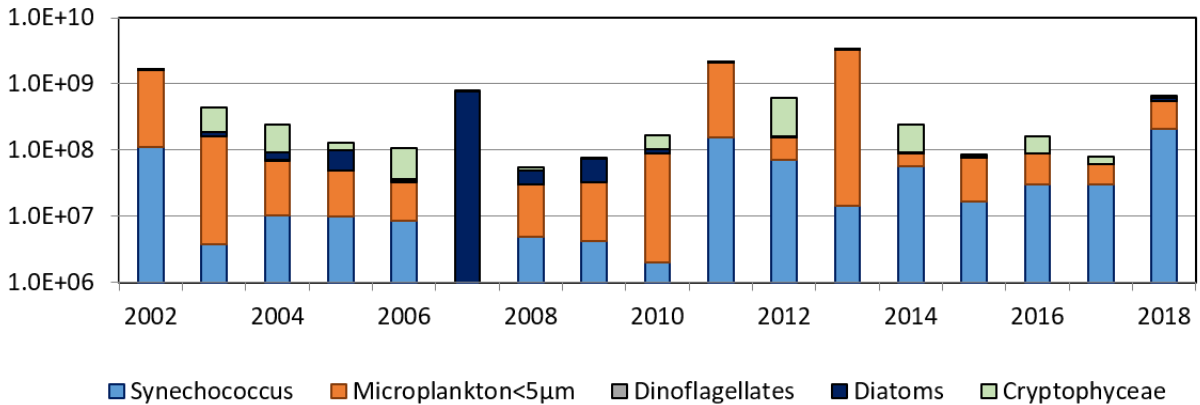


איור 19 - גשר ההסתדרות התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון 2002-2018

### פתח הקישון

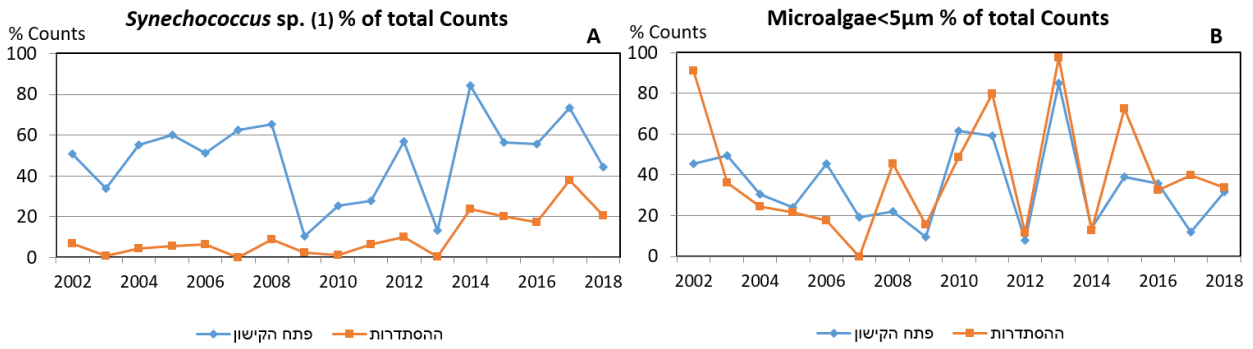


### גשר ההסתדרות

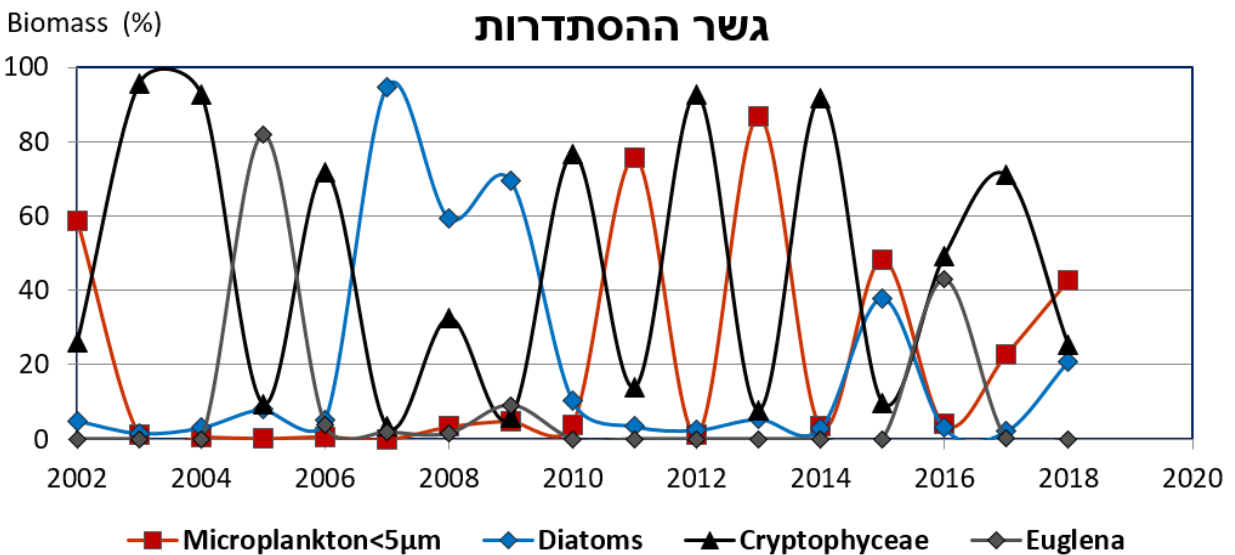
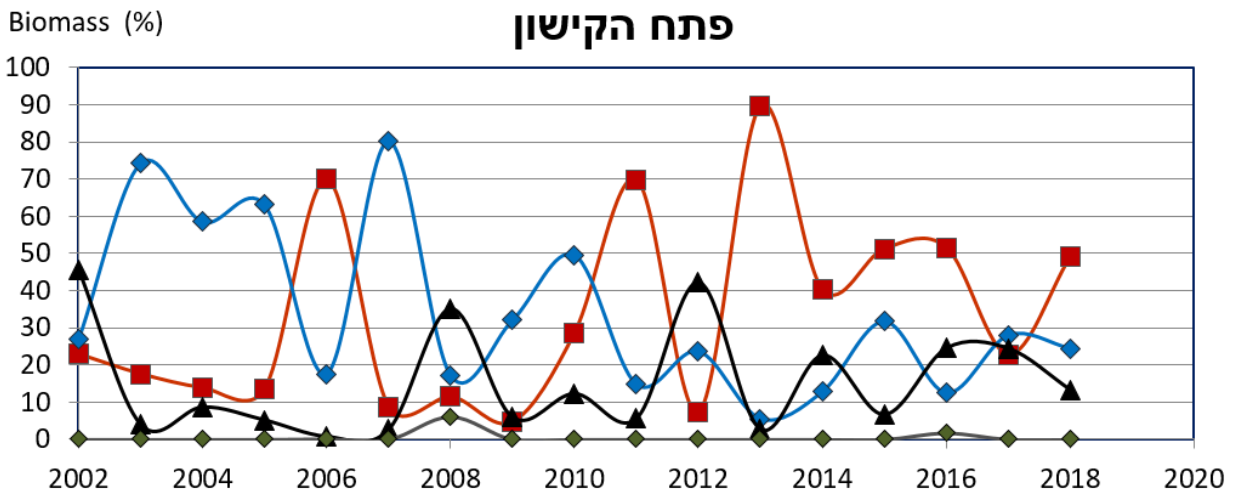


איור 20 - התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בשתי התחנות בדיגומי סתיו 2002-2016

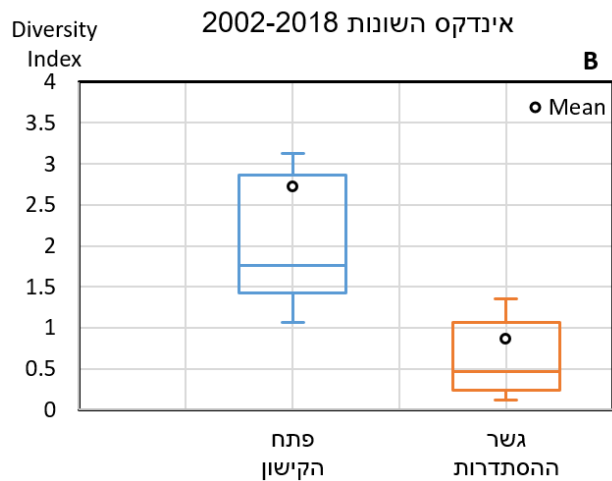
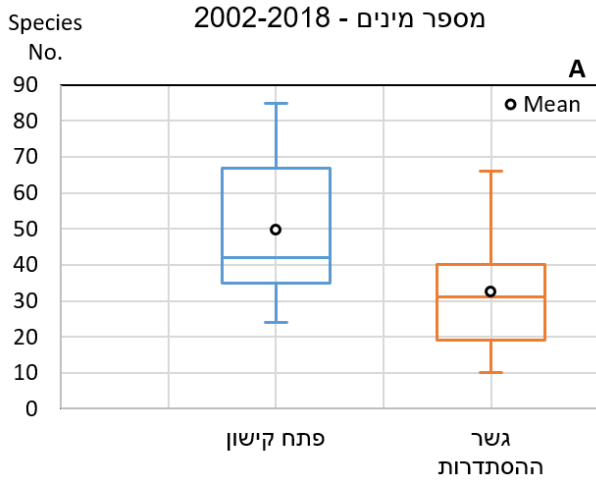




איור 21 - התפלגות באחוזים של ריכוז הבקטריות הכחוליות (A) והמיקרוואצות הקטנות מ- 5 µm (B) בשנים 2002-2018



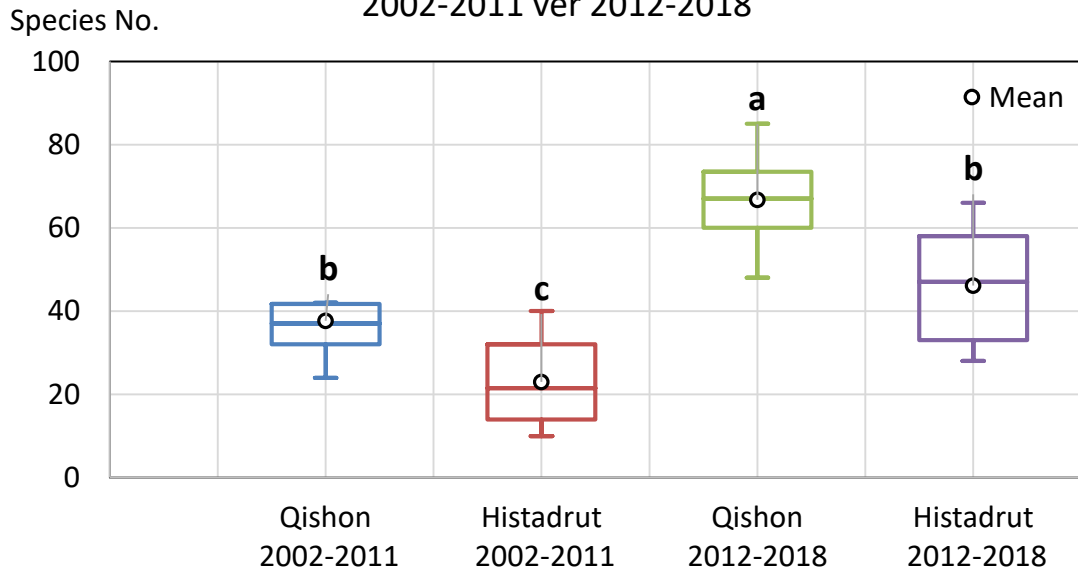
איור 22 - התפלגות באחוזים של ביומסת הקבוצות הדומיננטיות - סתיו 2002-2018



איור 23 - מספר המינים (A) ואינדקס השונות (B) בדיגומי סתיו 2002-2018

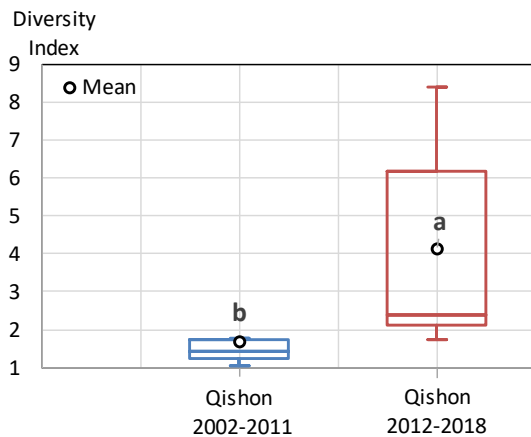
**מספר המינים בשתי התחנות**

2002-2011 ver 2012-2018

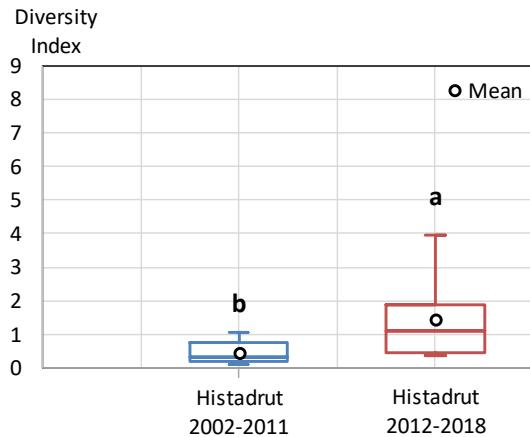


איור 24 - מספר המינים בשתי התחנות בדיגומי הסתיו – 2002-2011 מול 2012-2018

**פתח קישון - Diversity Index**



**גשר ההסתדרות - Diversity Index**



איור 25 - אינדקס השונות בשתי התחנות בדיגומי הסתיו – 2002-2011 מול 2012-2018

- 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.