



**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח**

דו"ח ניטור סתיו 2020

דו"ח חיא"ל H20/2021

דו"חות חיא"ל
I O L R REPORTS



מִיָּם וְאִגְמִים לְיִשְׂרָאֵל בְּע״מ Israel Oceanographic & Limnological Research Ltd.
תל-שקמונה, ת״ד 8030, חיפה 31080, P.O.B. 8030, Haifa
פקס : 972-4-8511911 Fax: 972-4-8515202 : טלפון
<http://www.ocean.org.il>

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח

דו"ח ניטור סתיו 2020

דו"ח חיא"ל H20/2021

נורית גורדון, נטליה בלקין, גיא סיסמה-ונטורה, ירון גרטנר, איל רהב*

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

מוגש לרשות נחל הקישון

חתימה :

מאי 2021

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח דו"ח ניטור סתיו 2020

תקציר

- ערכי החמצן המומס ירדו עם התקדמות במעלה הנחל, עם מינימום של 2.07 מג"ל במי העומק של תחנת לבניות. ריכוזי החמצן המומס במי העומק בתחנות לבניות, הסתדרות ואקליפטוס מעידים על עקת חמצן בינונית (2-5 מג"ל) לפי הקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים. הריכוזים הנמוכים מצביעים על דומיננטיות של הפעילות ההטרורופית חיידקית לעומת תהליכי היצרנות הראשונית במי העומק של האסטואר.
- ריכוז החנקות (ניטראט+ניטריט+אמוניה) והזרחן לאורך תחנות הדיגום היו דומים לדיגומים קודמים. ברוב תחנות הדיגום נמצאו ריכוזי חנקן גבוהים בפני השטח, עם רמת זיהום (איאורופיקציה) גבוהה על פי הקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים.
- ריכוז תאים וביומסה של מיקרואצות בפתח הקישון הגיע למקסימום ביחס לשנים קודמות. בהתאמה, ריכוז הכלורופיל היה גבוה מהממוצע הרב שנתי. עלייה זו מקורה בעיקר בעלייה בריכוז בקטריות כחוליות מהסוג *Synechococcus sp. (2)* ומיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ שהיוו יחד כ- 90% מהביומסה הכללית. בגשר ההסתדרות הביומסה והכלורופיל עלו ביחס לשנה קודמת אך נשארו קטנים מהממוצע הרב שנתי שם פרחו פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ובקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp. (2)* והיוו יחד כ- 75% מהביומסה הכללית.
- נמשכה הירידה במספר מיני המיקרואצות בתחנות פתח הקישון ובגשר ההסתדרות עד מתחת לממוצע הרב שנתי. מגמה זו מצביעה על אאוטרופיקציה בנחל, בהתאם לריכוז החנקות הגבוה.
- אינדקס מגוון המינים ירד מתחת לממוצע הרב שנתי בשתי התחנות והגיע למינימום בפתח הקישון.
- בניטור זה לא נמצאו מינים בעלי פוטנציאל טוקסי בפתח הקישון או בגשר ההסתדרות.

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 20 באוקטובר 2020. 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), נוטריאנטים (אורטו-פוספאט, ניטראט+ניטריט+אמוניה, חומצה סיליצית) 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 המים לנוטריאנטים הוקפאו עד לבדיקתן בשיטה פוטומרית וזרימה מקוטעת במכשיר Skalar SANplus systems בשיטות המפורטות ב- (IOC-SCOR-UNESCO, 1994; Kress and Herut, 2001). דגימות מים לקביעת כלורופיל *a* סוננו דרך פילטרים GF/F (0.7µm) לאחר סינון מקדים דרך נפה 63µm, 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 (Steeaman-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 2020.

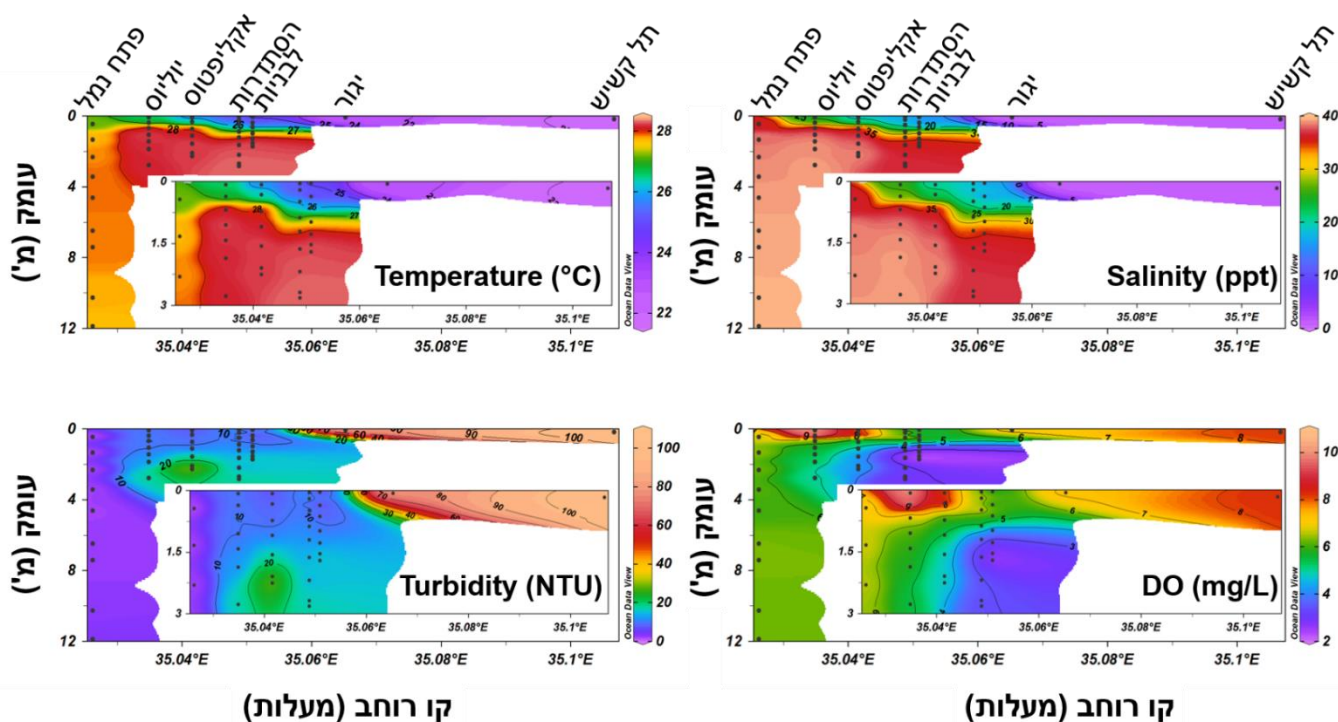
תחנה	Latitude (N)	Longitude (E)
חוות החיות	32° 41.31'	35° 6.39'
יגור	32° 45.55'	35° 3.91'
לבניות	32° 47.27'	35° 3.10'
גשר ההסתדרות	32° 47.86'	35° 2.84'
אקליפטוס	32° 48.50'	35° 2.30'
גשר יוליוס סימון	32° 48.01'	35° 2.01'
פתח הנמל	32° 48.59'	35° 1.55'

3. תוצאות

3.1 פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

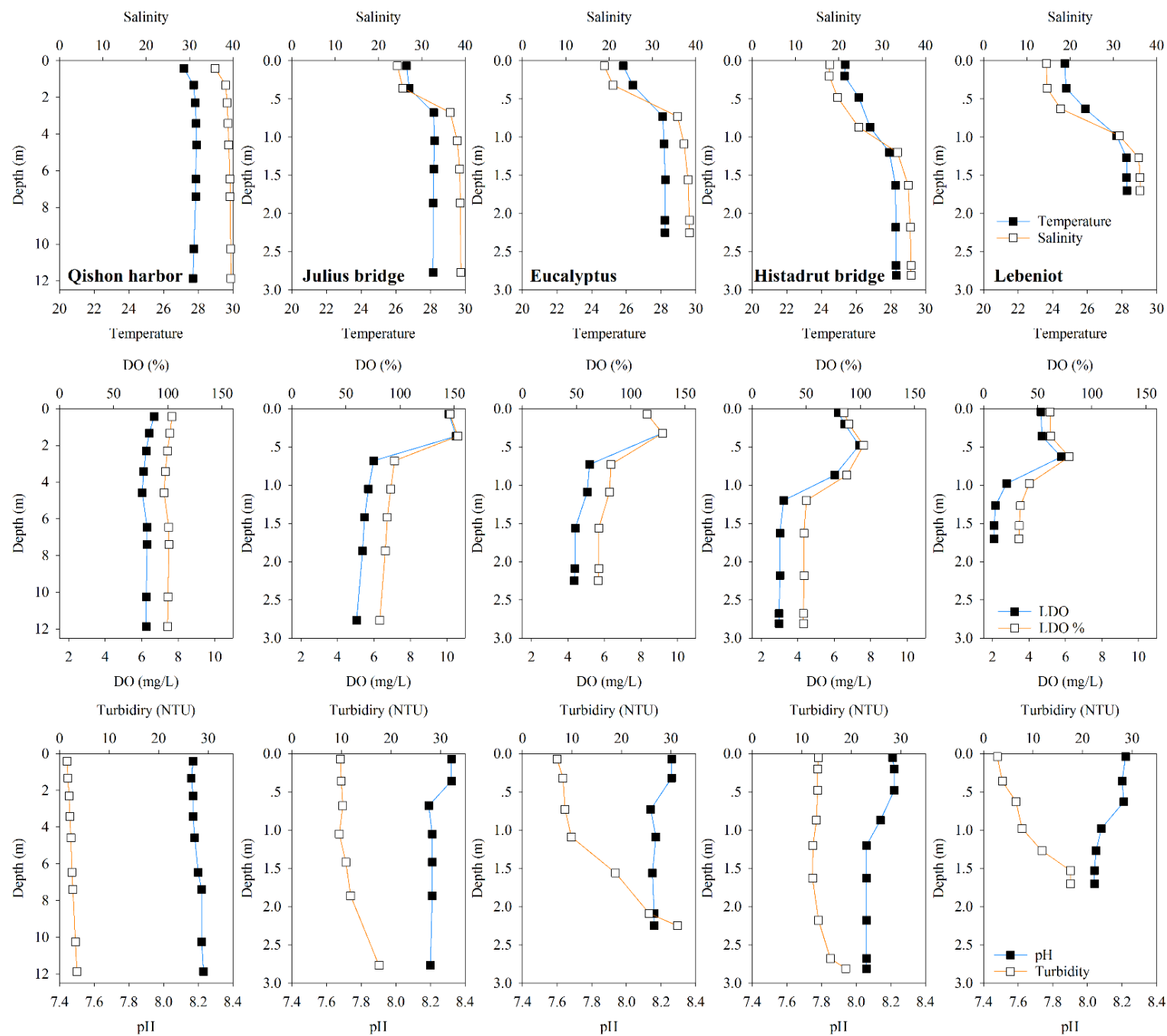
פרופיל העומק של הטמפרטורה, המליחות, עכירות המים והחמצן מומס, לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל כפי שנמדדו באוקטובר 2020 מוצגים באיורים 1-2 ובטבלה 2. ככלל, טמפרטורת המים הייתה אופיינית לעונה ונעה בין 21.9 ל-28.3 מעלות צלסיוס. פיזור הטמפרטורה האנכי מראה כי עמודת המים הייתה משוכבת ברוב תחנות הדיגום בקישון המלוח (עד 3.6 מעלות צלסיוס הבדל) למעט פתח הנמל בה משרעת הטמפרטורות הייתה נמוכה (נע בין 27.2 ל-27.9 מעלות צלסיוס). טמפרטורת המים בתחנות הדיגום במעלה הנחל (יגור ותל קשיש) היו נמוכות יותר ($22-23^{\circ}\text{C}$), ככל הנראה בגלל נפח המים הקטן בתחנות אילו ומכאן ההשפעה הרבה יותר כאשר טמפרטורת הסביבה (אוויר) נמוכה. בדומה לדיגומים קודמים, שכבת המים העליונים (1-0.5 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. ריכוז החמצן המומס במים ירד בכל תחנה ככל שמעמיקים, וככל שמתרחקים מפתח הנמל במעלה האסטואר, עם ריכוזים הנמוכים ביותר בתחנת לבניות (2.07-5.77 מג"ל) שם החמצן המומס במי השטח הגיע רק ל 62% מרוויה (4.66 מג"ל). על-רוויה בריכוז החמצן נמדד בשכבה העליונה בתחנות גשר יוליוס ואקליפטוס (-115% 153%, 8.33-10.51 מג"ל). אחוז החמצן מרוויה ירד עם העמקה בעמודת המים בכל התחנות (איורים 1 ו-2, טבלה 2) עם ריכוזים המעידים על עקת חמצן בינונית במי העומק בתחנות לבניות, הסתדרות ואקליפטוס (-2 מג"ל, טבלה 3). ריכוז החמצן במים מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה חיידקית, פוטוסינתזה, ובמידה מסוימת ע"י חדירת מי ים. ריכוז החמצן במי השטח מושפע מתהליכי ערבוב בין מי נחל מהמעלה (כולל – הזרמות מהמפעלים) לבין מי ים שלרב עשירים יחסית בחמצן, ומתהליכי פריחת אצות. המצב האנוקסי שנמדד בנחל בשנים קודמות במקומות רבים מצביע על פעילות מטאבולית הטרורופית חיידקית ועל אאוטרופיקציה של אזורים אילו. בניגוד לשנים קודמות המגמה באוקטובר 2020 דומה לסתיו 2019, יש להמשיך לעקוב אחר העניין בדיגומי הסתיו הבאים, כולל מדידות יממתיות (שכן פוטוסינתזה מושפעת מתאורה).

ריכוזי הנוטריאנטים (ניטראט+ניטריט+אמוניה, פוספאט וחומצה סיליצית) בדגימות פני השטח ומי עומק בחלקו של הקישון המלוח (פתח נמל עד לבניות) כמו גם תחנות הביקורת במעלה הנחל (יגור וחוות החיות) מוצגים בטבלה 4. בתחנות הקישון המלוח, ריכוזי הנוטריאנטים בפני השטח ($N 1.09-19.03 \text{ mg/L}$, $P 0.01$) מוצגים בטבלה 4. בתחנות הקישון המלוח, ריכוזי הנוטריאנטים בפני השטח ($N 1.09-19.03 \text{ mg/L}$, $P 0.01$) מוצגים בטבלה 4. בתחנות הקישון המלוח, ריכוזי הנוטריאנטים בפני השטח ($N 1.09-19.03 \text{ mg/L}$, $P 0.01$) מוצגים בטבלה 4. בתחנות הקישון המלוח, ריכוזי הנוטריאנטים בפני השטח ($N 1.09-19.03 \text{ mg/L}$, $P 0.01$) מוצגים בטבלה 4.



איור 1: פרופיל עומק (עם הגדלה של 3 מטרים העליונים) של הטמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$), מליחות (ppt), ריכוז חמצן מומס (mg/L), ועכירות (NTU) כפי שנמדד באוקטובר 2020 לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל. האינטרפולציה בין נקודות המדידה בוצעה באמצעות תוכנת Ocean Data View (גרסה 5.0.0) על ידי שימוש באלגוריתם מסוג Weighted-average gridding.

איור 2: חתך עומק של כל תחנת דיגום בנפרד עבור הפרמטרים המצוינים באיור 1 וטבלה 2. תחנות יגור וחוות החיות לא מוצגות באיור זה משום שהן רדודות ולא ניתן להציג פרופיל עומק עבורן.



טבלה 2: סיכום פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס, קשיות (pH) ועכירות כפי שנמדד באוקטובר 2020 לאורך נחל הקישון המלוח ושתי תחנות במעלה הנחל (כמוצג באיורים 1 ו-2).

עכירות NTU	pH	חמצן מומס (mg/L)	מליחות	טמפרטורה (C°)	עומק דיגום (m)	תחנה
1.5	8.17	6.68	35.93	27.18	0.43	פתח נמל
1.7	8.16	6.42	38.34	27.73	1.33	
1.9	8.17	6.24	38.66	27.83	2.3	
2.1	8.17	6.11	38.91	27.88	3.42	
2.3	8.18	6.03	39.06	27.89	4.59	
2.5	8.2	6.3	39.31	27.85	6.46	
2.7	8.22	6.3	39.34	27.85	7.41	
3.2	8.22	6.25	39.5	27.75	10.25	
3.5	8.23	6.24	39.54	27.69	11.87	
9.8	8.32	10.12	24.37	26.62	0.07	יוליוס
10	8.32	10.51	25.63	26.77	0.36	
10.3	8.19	5.99	36.57	28.18	0.68	
9.6	8.21	5.7	38.18	28.23	1.05	
10.9	8.21	5.49	38.75	28.19	1.42	
11.9	8.21	5.38	38.9	28.16	1.86	
17.6	8.2	5.05	39.02	28.15	2.77	
7	8.26	8.33	18.89	25.82	0.07	אקליפטוס
8.2	8.26	9.17	20.93	26.37	0.32	
8.6	8.14	5.18	35.77	28.1	0.73	
9.9	8.17	5.05	37.31	28.17	1.09	
18.8	8.15	4.4	38.23	28.24	1.56	
25.6	8.16	4.39	38.53	28.22	2.09	
31.3	8.16	4.35	38.52	28.23	2.25	
13.4	8.21	6.22	17.95	25.37	0.05	הסתדרות
13.2	8.22	6.57	17.81	25.32	0.2	
13.2	8.22	7.37	19.7	26.16	0.48	
13	8.14	6.03	24.57	26.8	0.87	
12.3	8.06	3.23	33.53	27.92	1.2	
12.2	8.06	3.02	36	28.27	1.63	
13.4	8.06	3.02	36.5	28.29	2.18	
15.8	8.06	2.98	36.65	28.3	2.68	
18.9	8.06	2.98	36.66	28.31	2.81	
2.8	8.22	4.66	14.5	24.69	0.04	
3.8	8.2	4.7	14.65	24.77	0.36	
6.6	8.21	5.77	17.84	25.87	0.63	

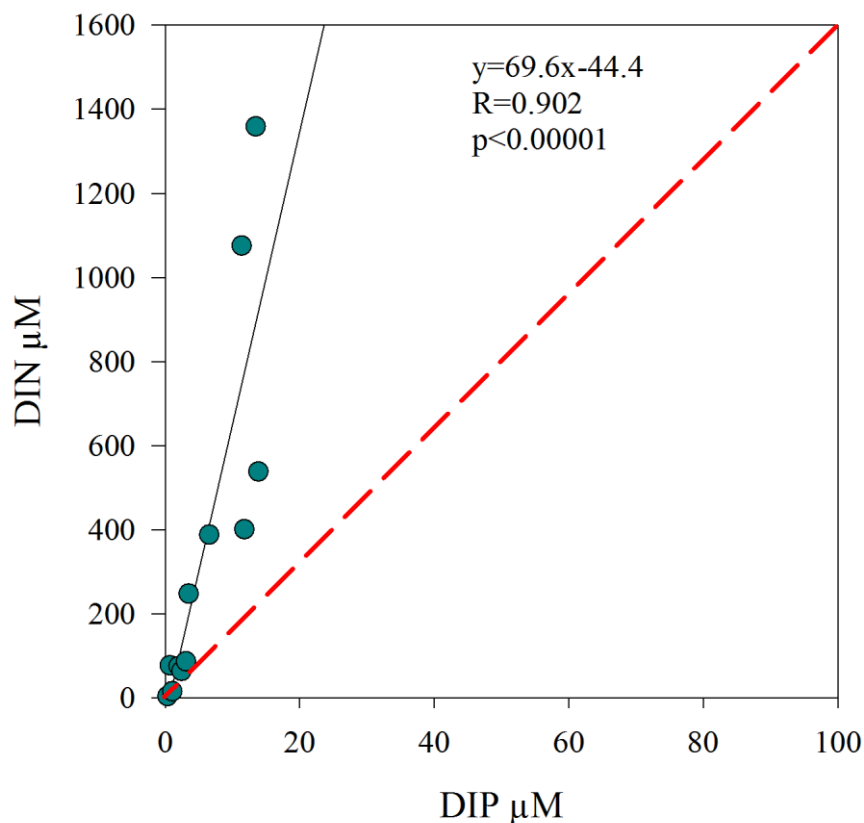
7.8	8.08	2.77	31.33	27.68	0.98	
11.8	8.05	2.16	35.85	28.26	1.27	
17.6	8.04	2.09	36.12	28.26	1.53	
17.6	8.04	2.07	36.11	28.27	1.7	
81.7	8.35	7.18	1.16	23.05	0.06	יגור
104.5	8.39	8.2	1.15	21.94	0.16	תל-קשיש

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- 0.1	>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 באוקטובר 2020.

תחנה	עומק דיגום	NO ₂ +NO ₃ +NH ₄ -N [mg/L]	PO ₄ -P [mg/L]	Si(OH) ₄ -Si [mg/L]
פתח נמל	פני שטח	1.09	0.02	2.33
	קרקעית	0.06	0.01	0.21
יוליס	פני שטח	3.47	0.11	5.19
	קרקעית	0.22	0.03	0.47
אקליפטוס	פני שטח	5.44	0.20	8.64
	קרקעית	1.06	0.06	1.60
הסתדרות	פני שטח	5.62	0.36	8.10
	קרקעית	0.90	0.08	1.47
לבניות	פני שטח	7.54	0.43	9.08
	קרקעית	1.22	0.10	2.23
יגור	פני שטח	15.06	0.35	8.58
חוות החיות	פני שטח	19.03	0.42	22.82



איור 3: ריכוז זרחן אנאורגני מומס כתלות בריכוז חנקן אנאורגני מומס במי הקישון המלוח באוקטובר 2020. שיפוע משוואת הקו מגמה הינו 69.6. מקדם המתאם של קורלציית פירסון הינו 0.9 ($p < 0.00001$). הקו המקווקו האדום מייצג שיפוע קו של 16 (יחס רדפילד בין חנקות לזרחות 1:16), יחס המאפיין אקוסיסטמות אקוויטיות רבות.

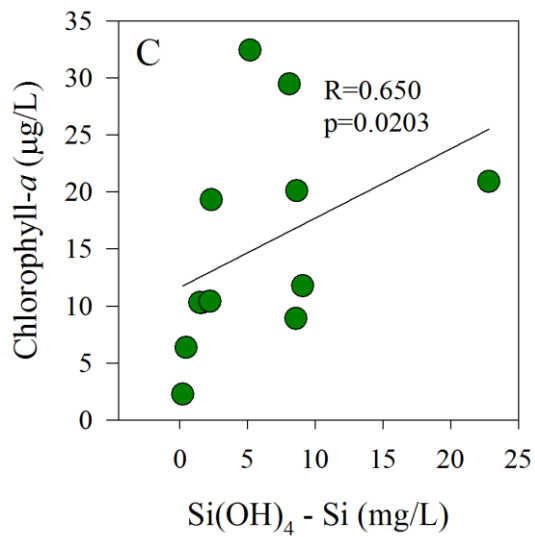
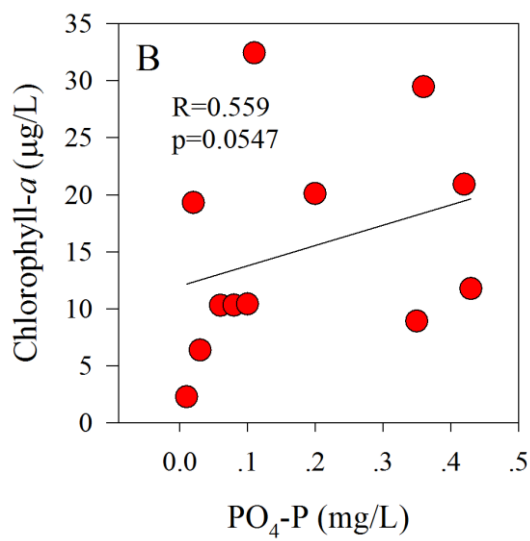
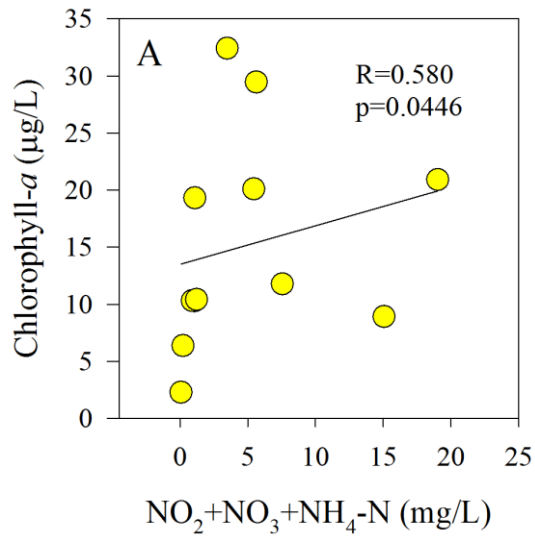
3.2 פרמטרים ביולוגים בעמודת המים

ערכי כלורופיל *a* בדיגום סתיו 2020 היו גבוהים ($2.27-32.43 \mu\text{g/L}$) (טבלה 5). ביחס לקריטריונים של מנהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 3), ערכים אלה מצביעים על רמת אוטרופיקציה בינונית עד גבוהה. ריכוז הכלורופיל היה גבוה במיוחד בפני השטח של תחנות חוות החיות, הסתדרות, אקליפטוס ויוליוס, שם הערכים חרגו והיו גבוהים מ- $20 \mu\text{g/L}$. נמצא קשר סטטיסטי חיובי בין העלייה בריכוז הכלורופיל לריכוזי החנקות והסיליקה (קורלציית ספירמן, $p < 0.05$, איור 4). בהתאמה לריכוזי הכלורופיל, שכיחות אצות בעלות גרעין תא מוגדר (פיקו-אאוקריוטים, אצות קטנות) עלתה בפני השטח ($R^2 = 0.55$) בתחנות השונות. ריכוז אצות אאוקריוטיות היה גבוה מזה של ציאנובקטריה עד פי 5 ונע בין $0.09-14.42$ תאים לליטר $\times 10^8$. לא נמצא מתאם משמעותי סטטיסטי בין ריכוז הכלורופיל לשכיחות ציאנובקטריות והפיקו-פיטופלנקטון לאורך הנחל. זאת כפי הנראה בגלל הדומיננטיות של המיקרואצות שידונו בהמשך.

שכיחות החיידקים ההטרוטרופים היתה דומה בסדרי הגודל לפיקו-פיטופלנקטון ($0.66 \times 10^8 - 17.12 \times 10^8$ תאים בליטר) עם מספר תאים גבוה עד פי 17 בפני השטח ביחס לקרבת הקרקעית בכל התחנות (טבלה 5). לא נמצא מתאם משמעותי בין ריכוז חיידקים לריכוזי הנוטריאנטים. יש לציין שבדיקה זו מראה את ריכוז החיידקים במי הדגימה ואינה מרמזת על זהות החיידק, באם הוא פעיל, פתוגני או לא וכד'. המצאות חיידקים פתוגניים אינה חלק ממטרות מחקר זה לפי שעה.

טבלה 5: ריכוז כלורופיל ושכיחות ציאנובקטריות, פיקו-אאוקריוטים וחידקים הטרוטרופים במעלה נחל הקישון באוקטובר 2020.

Heterotrophic bacteria ($10^8 \times \text{cells L}^{-1}$)	Pico-eukaryotes ($10^8 \times \text{cells L}^{-1}$)	Autotrophic cyanobacteria ($10^8 \times \text{cells L}^{-1}$)	Chlorophyll- <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	עומק דיגום	תחנה
17.12	14.42	3.59	19.31	פני שטח	פתח נמל
2.90	0.72	0.79	2.27	קרקעית	
11.69	13.96	2.56	32.43	פני שטח	יוליוס
0.66	1.27	0.99	6.36	קרקעית	
8.00	10.93	2.17	20.1	פני שטח	אקליפטוס
4.60	3.72	1.67	10.29	קרקעית	
12.61	10.44	2.21	29.46	פני שטח	הסתדרות
2.84	3.07	1.63	10.3	קרקעית	
7.25	7.24	1.50	11.78	פני שטח	לבניות
4.78	2.87	1.50	10.41	קרקעית	
0.86	0.16	0.18	8.91	פני שטח	יגור
0.85	0.09	0.17	20.92	פני שטח	חוות החיות



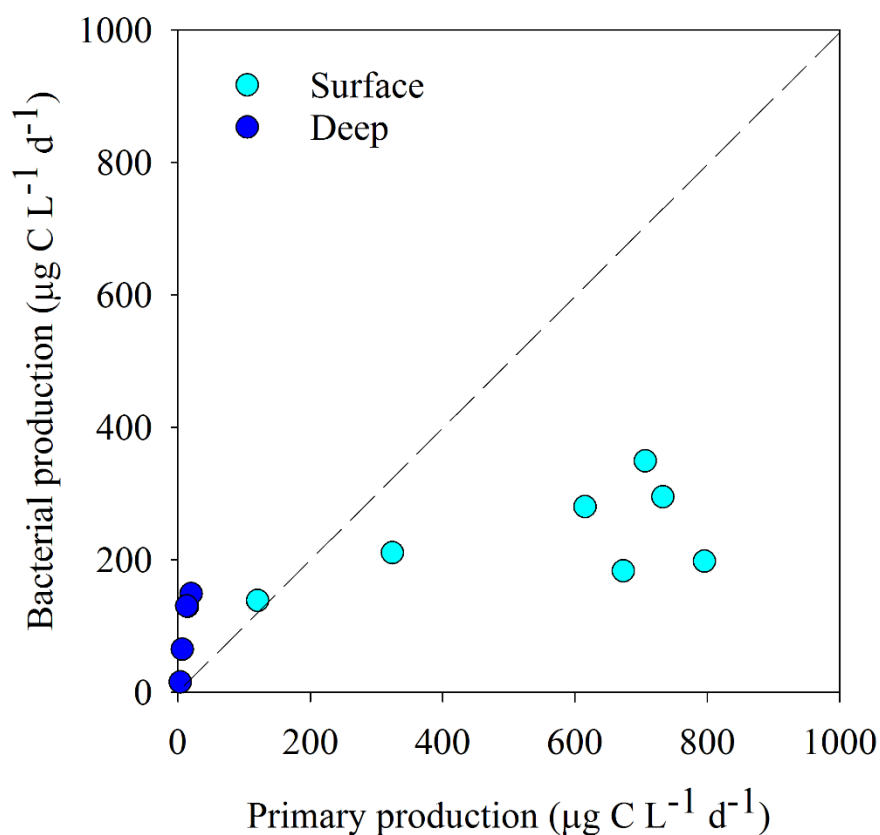
איור 4: ריכוז כלורופיל כתלות בריכוז ניטראט+ניטריט+אמוניה (A), זרחן (B) וסיליקה (C) לאורך נחל הקישון המלוח באוקטובר 2020, עם קווי המגמה ומקדמי המתאם של קורלציות ספירמן. המספרים הגולמיים לפיהם נוצר הגרף מוצגים בטבלאות 4 ו-5.

בהתאמה לריכוזי כלורופיל ואצות אאוקריוטיות קטנות, ערכי היצרנות הראשונית (primary production) היו גבוהים אף הם בפני השטח לאורך מעלה הנחל המלוח ונעו בין 615-795 מיקרוגרם פחמן לליטר ליום מתחנת לבניות ועד הנמל (טבלה 6). היצרנות הראשונית הנמוכה ביותר בפני השטח נמדדה בתחנות במעלה הנחל (יגור וחוות החיות).

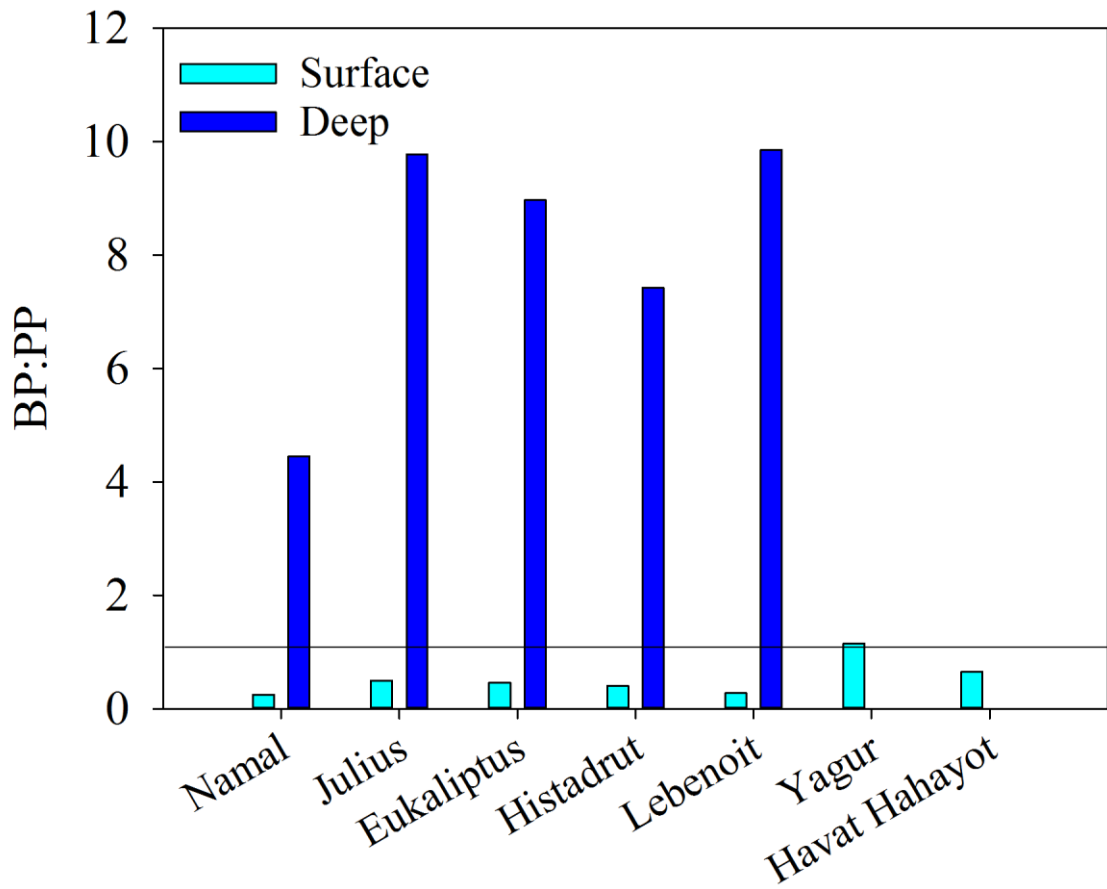
ערכי היצרנות הראשונית (היממתית) היו גבוהים בסדר גודל ביחס לערכים בסתיו 2019, בדומה לריכוזי הכלורופיל ושכיחות האצות. ערכי היצרנות הראשונית היו גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חיא"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומית (Herut et al., 2017) וממי החוף (Raveh et al., 2016; Rahav et al., 2015). יצרנים ראשוניים הנם בסיס שרשרת המזון ותורמים באופן משמעותי למחזור נוטריאנטים והטמעתם לרמות הטרופיות השונות (צרכנים שניוניים, שלישוניים וכו'). בדומה למאי 2020 ובניגוד לסתיו 2018 ו 2019, עיקר הפעילות המטאבולית בפני השטח של כל התחנות הייתה אוטוטרופית (פוטוסינתזה) ונעשתה על ידי יצרנים ראשוניים, אצות וציאנובקטריה (טבלה 6, איורים 5-6). למעשה, ערכי היצרנות הראשונית בפני השטח היו גבוהים משמעותית מערכי היצרנות החיידקית (עד פי 3.7 איורים 5-6). במי העומק בכל התחנות הפעילות החיידקית הייתה משמעותית גבוהה מפוטוסינתזה והגיעה לעד פי 9.9 (בין השאר בגלל הגבלת אור ליצרנים הראשוניים), דבר המלמד על חשיבותם של חיידקים הטרורופים לאקולוגיה, צריכה ופרוק של חומר אורגני ומחזור נוטריאנטים במי העומק של נחל הקישון. בדומה ליצרנות הראשונית הפעילות החיידקית במי פני השטח הייתה גבוהה מאשר במי העומק והיחס הזה עלה ככל שמתקדמים במורד האסטואר. פעילות חיידקית, נמצאה בהתאמה למספר החיידקים שנמדד לאורך הנחל, (טבלאות 5 ו-6, $R=0.601$, $p=0.36$). תצפית זו שוב מדגישה את חשיבותם של תהליכים הטרורופים במי הנחל, ובמיוחד בסביבות המושפעות יותר מכניסת נוטריאנטים (מעלה הנחל). למעשה, תהליכים בשכבת המים העמוקים, המהווה שכבת הגבול בין הסדימנט לעמודת המים, מוכתבים במידה רבה על ידי חיידקים הטרורופיים בסדימנט עצמו. מידת פעילות החיידקים בסדימנט ובשכבת הגבול משלימה את התמונה של תפקוד הנחל כמערכת אקולוגית, בו חלה בניה של חומר אורגני (בתהליך הפוטוסינתזה) ופירוק (פעילות הטרורופית) של חומר אורגני וצריכה ושחרור של נוטריינטים. לפי שעה, לא מתבצעים דיגומים של סדימנט בנחל, אנו ממליצים להוסיף לדיגומים הקיימים גם דיגומים סדימנט בכל אחת מתחנות הדיגום, ובכך להרחיב את התמונה המתקבלת של תפקוד האסטואר. מבחני מתאם בין ערכי יצרנות ראשונית (PP), יצרנות חיידקית (BP), והיחס ביניהם (BP:PP) לבין ריכוזי הנוטריאנטים מובאים באיור 7. ניתן לראות קשר לינארי חיובי וסיגניפיקנטי בין ריכוז הנוטריאנטים לבין קצב הפעילות של המערכת הטרורופית (BP איור 7 F-D). כמו כן, ככל שריכוז הנוטריאנטים (חנקות, זרחות וסיליקה) עולה, כך היחס בין יצרנות חיידקית ליצרנות ראשונית יורד (איור 7 G-I). מגמה זו מדגישה את ההשפעה של ריכוז הנוטריינטים הגבוה באסטואר על תפקוד היצרנים ובכך משנים את המאזן בין השניים.

טבלה 6: קצב היצרנות הראשונית (Primary production) והחיידקית (Bacterial production) היממתית בנחל הקישון המלוח ובשתי תחנות במעלה הנחל באוקטובר 2020. כאשר היחס בין היצרנות החיידקית לראשונית גדול מ-1 המערכת 'נשלטת' על ידי יצרנות הטרוטרופית. כאשר היחס בין היצרנות החיידקית לראשונית קטן מ-1 המערכת 'נשלטת' על ידי יצרנות אוטוטרופית (פוטוסינתזה).

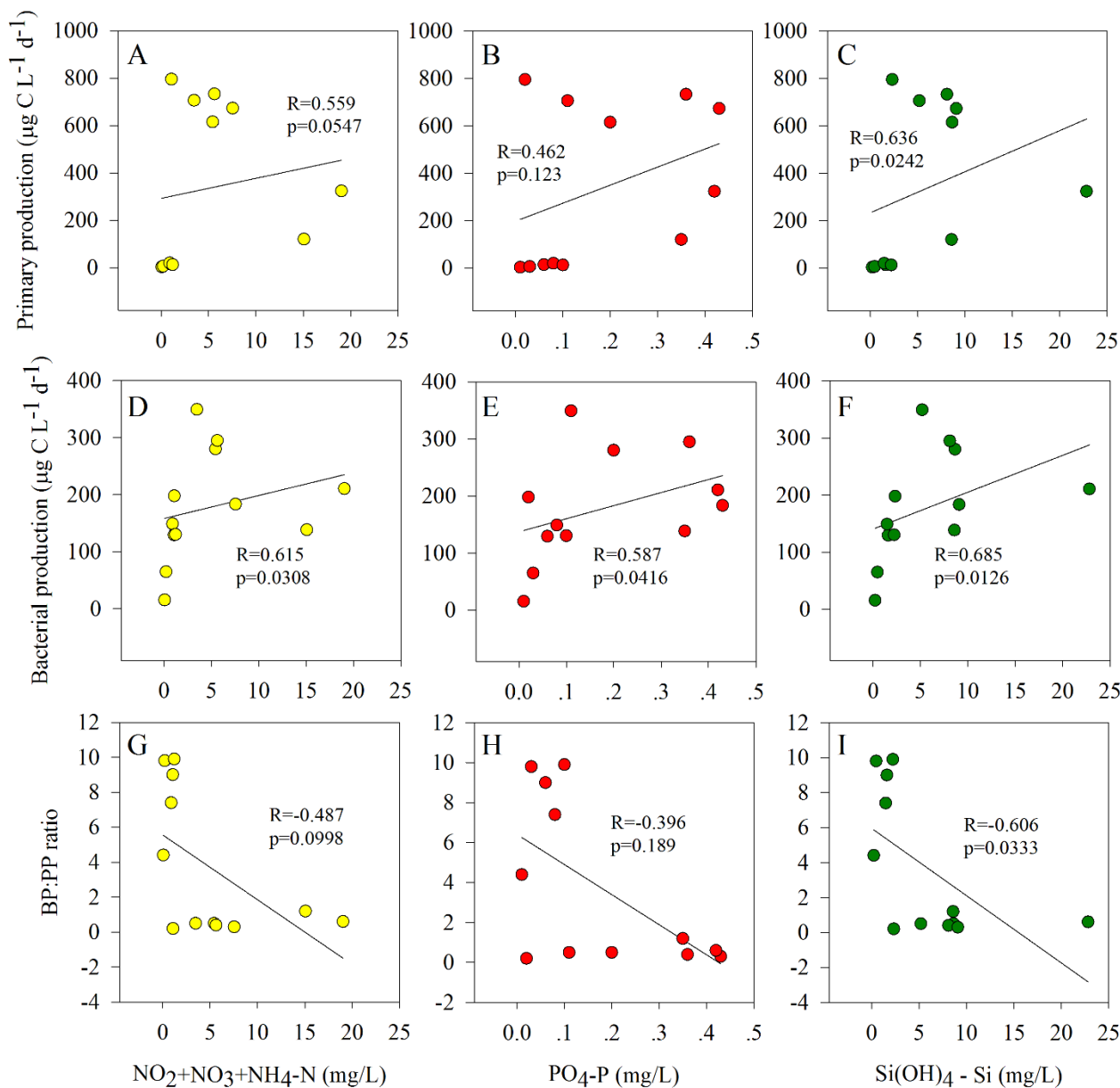
BP/PP ratio	Primary production ($\mu\text{g C L}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Bacterial production ($\mu\text{g C L}^{-1} \text{d}^{-1}$)	עומק דיגום	תחנה
0.2	795.58±141.08	197.85±12.95	פני שטח	פתח נמל
4.4	3.46±1.07	15.41±0.86	קרקעית	
0.5	706.17±113.55	349.23±34.25	פני שטח	יוליוס
9.8	6.64±0.77	64.94±8.86	קרקעית	
0.5	615.16±88.80	280.11±5.67	פני שטח	אקליפטוס
9.0	14.44±2.59	129.48±5.96	קרקעית	
0.4	732.86±65.06	294.95±21.23	פני שטח	הסתדרות
7.4	20.05±4.20	148.79±8.44	קרקעית	
0.3	673.10±96.96	183.26±4.18	פני שטח	לבניות
9.9	13.22±3.20	130.17±2.31	קרקעית	
1.2	120.36±17.75	138.43±9.49	פני שטח	יגור
0.6	323.98±37.30	210.55±48.95	פני שטח	חוות החיות



איור 5: היחס בין יצרנות ראשונית (פוטוסינתזה) ליצרנות חיידקית (קיבוע פחמן הטרוטרופי) במימי הקישון המלוח באוקטובר 2020. הקו המקווקו מייצג יחס של 1:1 בין המשתנים. כאשר היחס זה גדול מ-1 המערכת 'נשלטת' על ידי יצרנות הטרוטרופית.



איור 6: היחס בין יצרנות חיידקית (קיבוע פחמן הטרטרופי) ליצרנות ראשונית (פוטוסינתזה) במימי הקישון המלוח באוקטובר 2020. הקו מהווה יחס של 1:1 בין המשתנים. כאשר היחס זה גדול מ-1 המערכת 'נשלטת' על ידי יצרנות הטרטרופית.



איור 7: הקשרים הלינארים בין ערכי היצרנות הראשונית (A-C), היצרנות החיידקית (D-F), והיחס בין יצרנות חיידקית ליצרנות ראשונית (G-I) לבין ריכוזי ניטראט+ניטריט+אמוניה (A,D,G), זרחן (B,E,H) וסיליקה (C,F,I) כפי שנמצא בנחל הקישון המלוח בדיגום אוקטובר 2020. עם קווי המגמה ומקדמי המתאם של קורלציות ספירמן.

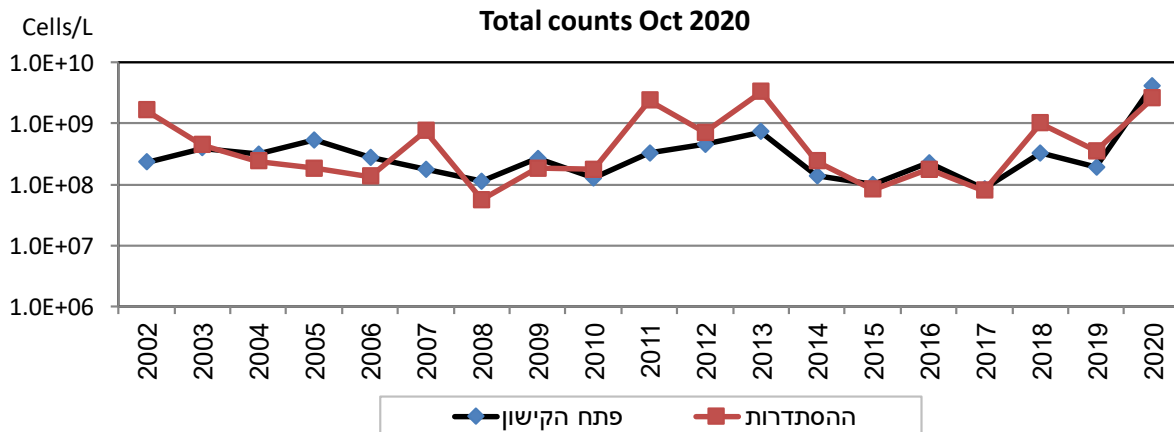
במקביל לספירות האצות עם Flow-cytometer, מיני מיקרופלנקטון נספרו וזוהו גם בכלים טקסונומיים (מיקרוסקופיה אפיפלורוסנטית) במי השטח של שתי תחנות: תחנת פתח הקישון במורד הנחל, ותחנת גשר ההסתדרות במעלה הנחל. שיטה זו מאפשרת מעקב אחר מינים ספציפיים, כולל מינים בעלי פוטנציאל לרעילות. כמו כן, השוואות רב שנתיות לריכוז, לביומסה ולמגוון מיני מיקרופיטופלנקטון מדיגומים קודמים (2002-2020) חשיבות רבה בהערכת טיב המים בנחל.

ריכוז תאי מיקרו-פיטופלנקטון

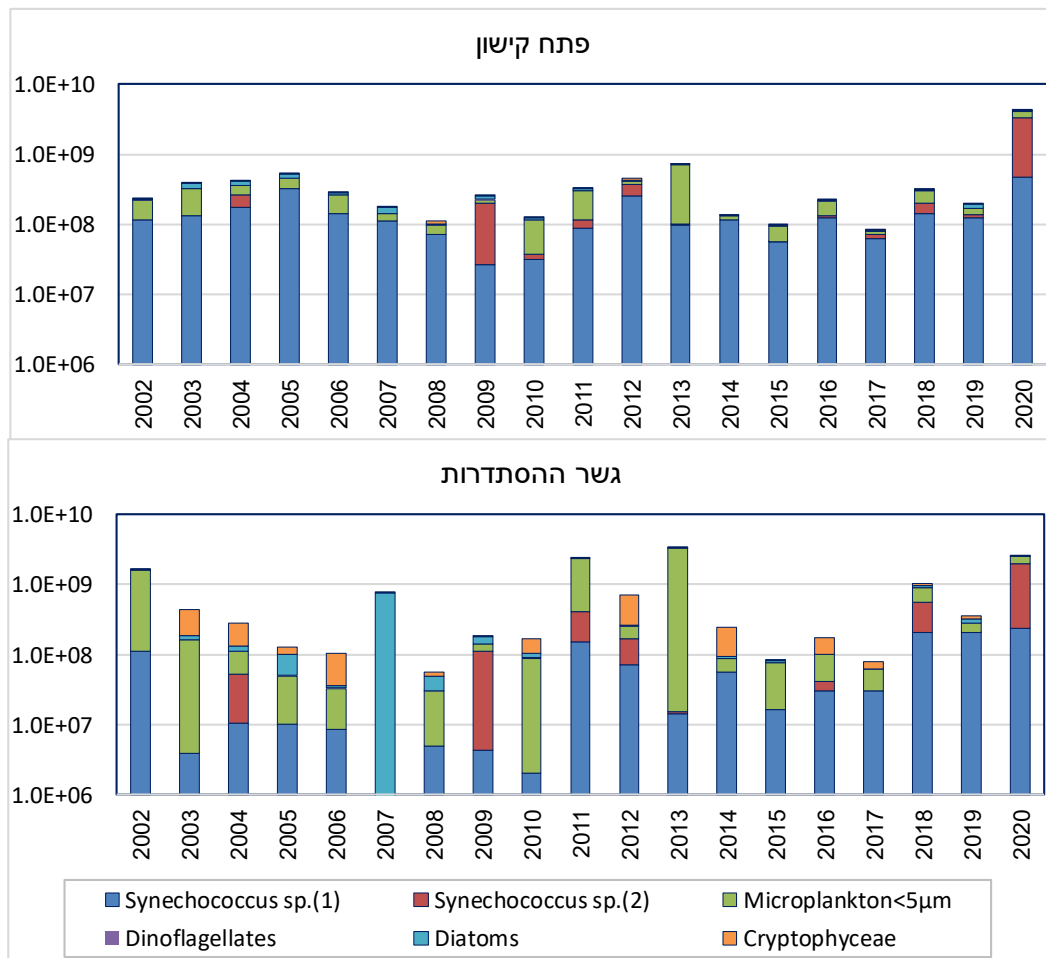
ריכוז התאים הכללי בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות, בסתיו 2020, עלה משמעותית ביחס לסתיו שנה קודמת בשתי התחנות (איור 8). עלייה זו מקורה בעיקר בעלייה בריכוז בקטריות כחוליות מהסוג *Synechococcus* (איור 9) הן ממין 1 והן ממין 2 המאפיין בעיקר את הקישון ותחנות סמוכות. הוא הופיע בפריחה ובריכוז מקסימלי לדיגומים עד כה בשתי התחנות (איור 9), והיווה $69\% \pm 1$ מריכוז התאים הכללי (איור 10). **בשתי התחנות** נמצאה התפלגות דומה של ריכוז תאי קבוצות המיקרופלנקטון, אם כי ריכוז התאים האבסולוטי היה גדול יותר בפתח הקישון (איור 10A).

ביומסה וריכוז הכלורופיל

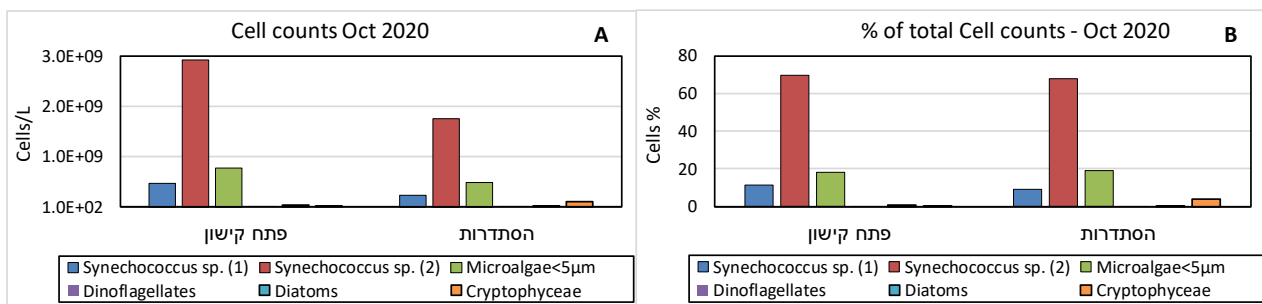
הביומסה וריכוז הכלורופיל עלו באופן ניכר ביחס לסתיו שנה קודמת (איורים 11-12) בשתי התחנות. בפתח הקישון פריחת הפיטופלנקטון הובילה לשיא בביומסה יחסית לשנים קודמות (איור 11). בגשר ההסתדרות, העלייה בריכוז הכלורופיל ובביומסה הייתה מתונה יותר (איור 12). העלייה בביומסה בשתי התחנות מקורה בעלייה בביומסת הבקטריות הכחוליות (איור 14). בנוסף, בפתח הקישון פריחה של מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ תרמה לעליה בביומסה, ובגשר ההסתדרות פריחה של פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* (איור 13). התפלגות הביומסה בין הקבוצות הייתה מעט שונה בין התחנות (איור 13). בפתח הקישון הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp.(2), היוו כ-60% מהביומסה הכללית (איור 13A) ואילו בגשר ההסתדרות פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו דומיננטים והיוו כ-40% מהביומסה (איור 13B).



איור 8: ריכוז התאים הכללי בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות - סתיו 2002-2020



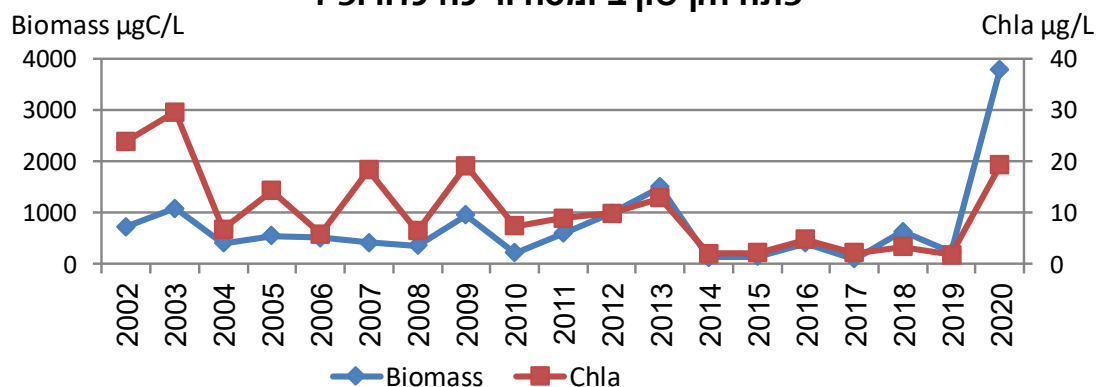
איור 9: התפלגות ריכוז התאים מהקבוצות השונות, בשתי התחנות בסתיו 2002-2020



איור 10: ריכוז התאים בקבוצות המיקרופלנקטון (A) וריכוזם היחסי באחוזים (B) בשתי תחנות ניטור

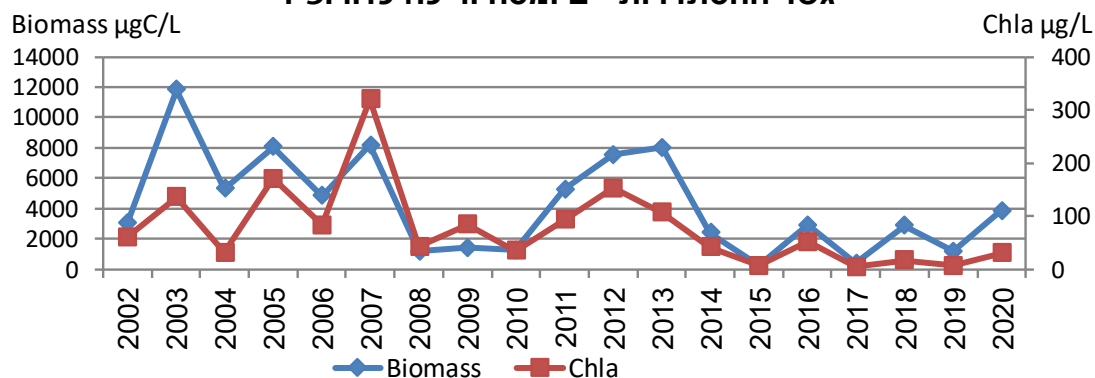
אוקטובר 2020

פתח הקישון ביומסה וריכוז כלורופיל

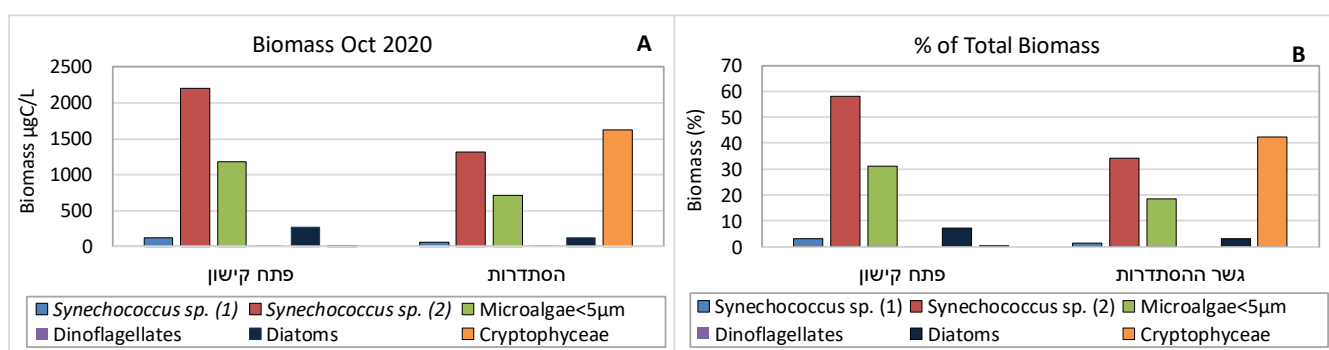


איור 11: התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בפתח הקישון בסתיו 2002-2020

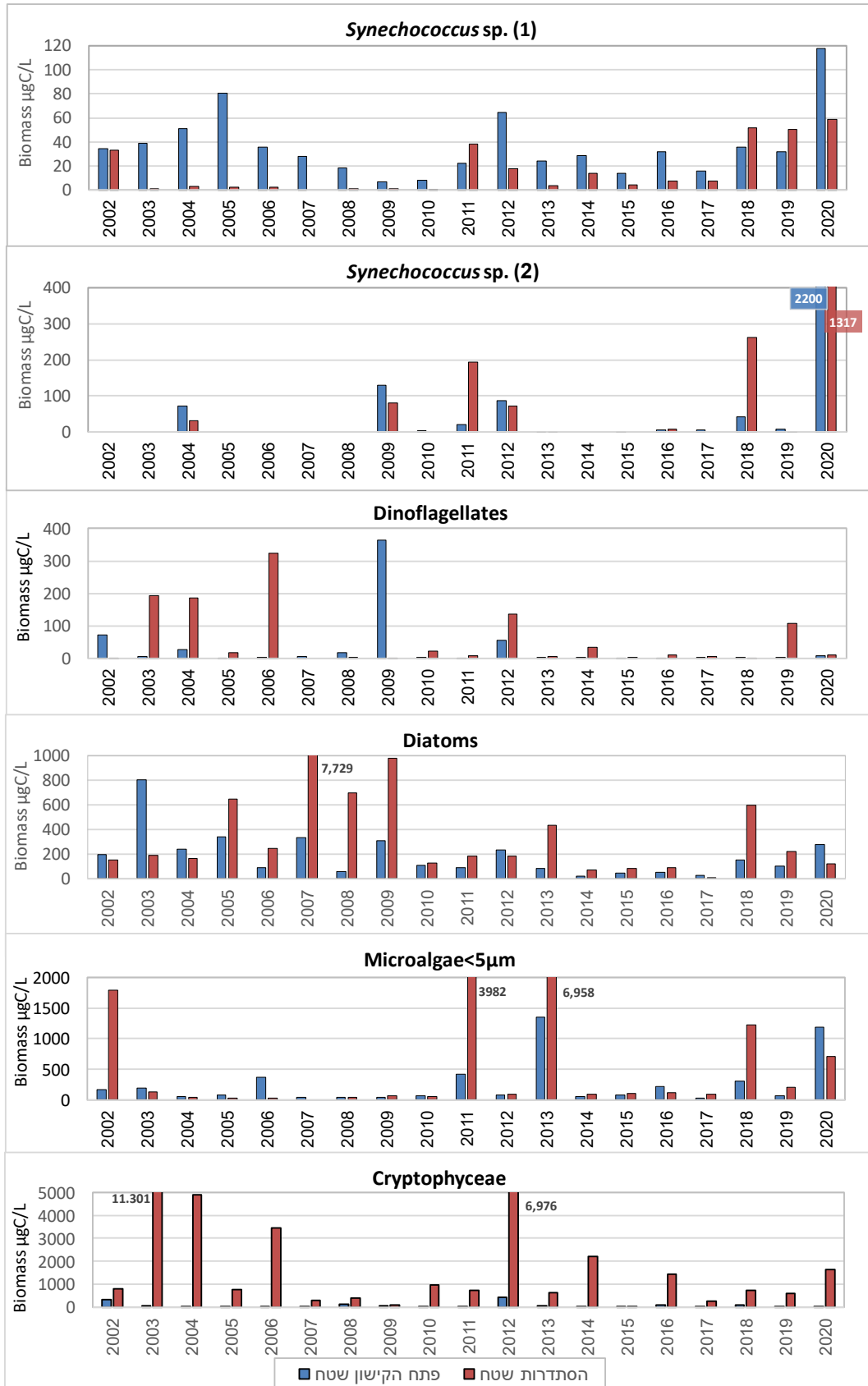
גשר ההסתדרות - ביומסה וריכוז כלורופיל



איור 12: התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות בסתיו 2002-2020



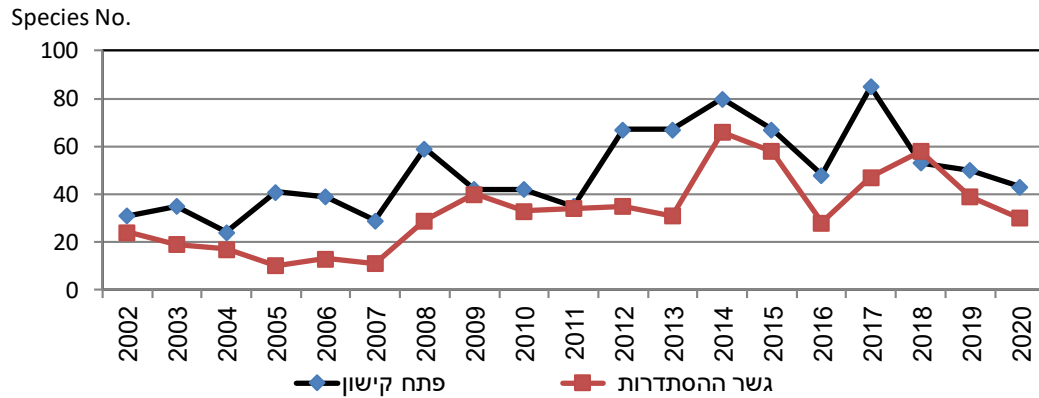
איור 13: ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון (A) ושיעורה באחוזים (B) בשתי תחנות ניטור הסתיו 2020



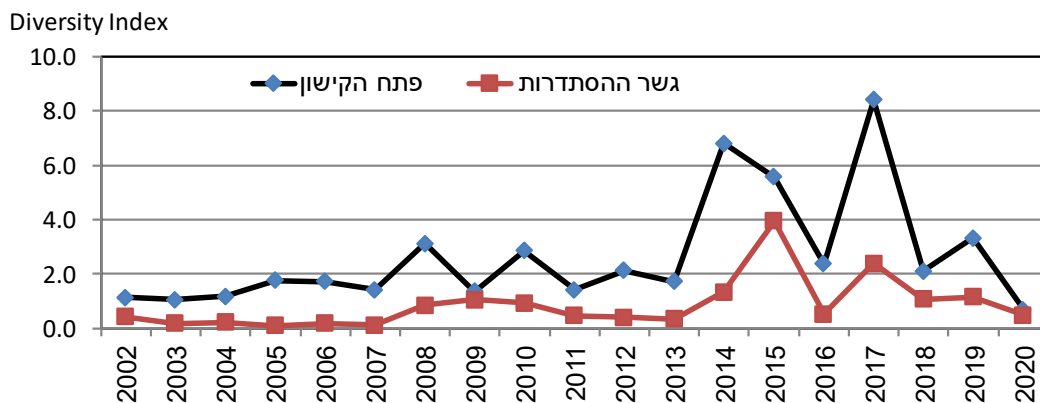
איור 14: התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון השונות בשני התחנות בסתיו 2002-2020

מגוון המינים ואינדקס מגוון המינים (Diversity Index)

מספר המינים ירד יחסית לשנה קודמת והיה נמוך ביחס לממוצע הרב שנתי בשתי התחנות (איור 15).
אינדקס מגוון המינים (Diversity Index) (חושב לפי Menhinick's index - מסי המינים / שורש ריבועי של הבינומס, במקום ריכוז תאים) ירד גם הוא בשתי התחנות, בהשוואה לשנה קודמת ולממוצע הרב שנתי (איור 16), והגיע למינימום שנמדד עד היום בפתח הקישון.



איור 15: מספר המינים בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות - דיגומי סתיו 2002-2020



איור 16: אינדקס מגוון המינים (Diversity Index) בדיגומי סתיו 2002-2020

הרכב מיני המיקרופלנקטון

בקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus sp.*(2), ומיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ היוו יחד כ- 90% מהבינומסה הכללית (איור 13) **בפתח הקישון**, בנוסף הופיעו מספר לא גדול של מיני מיקרופלנקטון (טבלה 7). מינים הקטנים מ- $15\mu\text{m}$ מקבוצת הדינופלגלטים היו שכיחים בפתח הקישון (טבלה 7), שהם בדרך כלל הנפוצים יותר בדיגומים במפרץ חיפה ולאורך החוף. מספר מיני הדינופלגלטים האחרים נותר דומה לשנה קודמת ומרביתם הופיעו בריכוזים נמוכים. המינים הנפוצים היו *Scrippsiella spinifera* והמין *Prorocentrum micans* (טבלה 7). הדינופלגלטים היוו פחות מאחוז אחד מהבינומסה הכללית בפתח הקישון. אצות צורניות הופיעו במספר מינים קטן ביחס לשנה קודמת. הצורנית *Thalassiosira pseudonana* היתה דומיננטית מבין הצורניות והיוותה 99% מהבינומסה של האצות האלה ו- 7% מהבינומסה הכללית. פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ובקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.*(2) הופיעו בפריחה, והיוו יחד כ- 75% מהבינומסה הכללית **בגשר ההסתדרות** (איור 13). מספר מיני הדינופלגלטים ירד יחסית לשנה קודמת, בה מספרם הגיע לשיא בתחנה זו, יחד עם זאת גם באוקטובר 2020 מספרם היה גבוה מהממוצע

הרב שנתי. בדומה לפתח הקישון, מיני דינופלגלטים קטנים מ – 15µm היו השכיחים ביותר. ביומסת הדינופלגלטים ירדה יחסית לשנה קודמת (איור 14) והם היוו פחות מאחוז מהביומסה הכללית. מספר מיני האצות הצורניות ירד גם הוא ביחס לשנה קודמת ומבחינת ביומסה הן היוו אחוז קטן בלבד מהביומסה הכללית. האצה הצורנית הנפוצה ביותר הייתה *Thalassiosira pseudonana* בדומה לפתח הקישון, אולם ריכוזה היה נמוך יותר. בניטור זה לא נראו מינים בעלי פוטנציאל טוקסי בשתי התחנות.

טבלה 7: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון בדגימות הקישון – סתיו 2020

	פתח קישון	גשר ההסתדרות		פתח קישון	גשר ההסתדרות
Dinoflagellates			המשך Diatoms		
<i>Achradina pulchra</i>	3		<i>Navicula</i> sp. (588k)	3	
<i>Ceratium furca</i>	14		<i>Navicula</i> sp. (AG199)	3	
<i>Ceratium kofoidii</i>	13		<i>Navicula</i> spp.	1055	400
<i>Dinophysis exigua</i>	8		<i>Nitzschia</i> sp. (592A)	50	166
<i>Gonyaulax scrippsae</i>		897	<i>Pleurosigma</i> sp. (1825)		33
<i>Gonyaulax</i> spp.		980	<i>Pseudonitzschia</i> spp.	75	
<i>Gymnodinium</i> spp.	25		<i>Surirella</i> sp.	16	90
<i>Gyrodinium</i> sp.		2367	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	3.1E+07	1.3E+07
<i>Metadinophysis sinensis</i>	79	60	<i>Thalassiosira</i> spp.	9.6E+04	2.3E+05
<i>Peridinium quinquecorne</i>		20	Cryptophyceae		
<i>Prorocentrum compressum</i>	3		Cryptomonads spp.	7.1E+04	5.1E+07
<i>Prorocentrum micans</i>	332		<i>Hemiselmis</i> sp.		4.4E+07
<i>Prorocentrum rotundatum</i>	7		Chlorophyceae		
<i>Prorocentrum triestinum</i>	25		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	25	
<i>Protoperidinium bipes</i>	25		<i>Scenedesmus acutus</i>	13	40
<i>Protoperidinium divergens</i>	3		<i>Scenedesmus quadricauda</i>		40
<i>Protoperidinium</i> spp.	25		<i>Scenedesmus acuminatus</i>	200	
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	11		Unidentified coccoid (1272)	250	1453
<i>Scrippsiella spinifera</i>	923	200	Cyanobacteria		
Unidentified dinoflagellates<15µm	5.1E+04	5.7E+04	<i>Komvophoron jovis</i>		533
Diatoms			<i>Leptolyngbya</i> spp.		3667
<i>Amphora</i> sp. (1998)	3		<i>Oscillatoria</i> sp.		3333
<i>Amphora</i> spp.	10	72	<i>Synechococcus</i> sp. (1)	4.7E+08	2.4E+08
<i>Chaetoceros</i> sp. (467A)	1000		<i>Synechococcus</i> sp. (2)	2.9E+09	1.7E+09
<i>Entomoneis gigantea</i>	3	10	Euglenophyceae		
<i>Entomoneis paludosa</i>	175		<i>Eutreptia</i> sp.	50	
<i>Entomoneis</i> sp. (1622)	32	33	Ciliates		
<i>Entomoneis</i> sp. (BS21)	9	67	<i>Mesodinium rubrum</i>	675	
<i>Melosira moniliformis</i>	103	1000	<i>Tintinnopsis</i> sp. (668A)	8.7E+04	
<i>Navicula</i> sp. (1590)		33	Microalgae<5µm	7.6E+08	4.9E+08
<i>Navicula</i> sp. (320)	50		Total Cells/L	4.2E+09	2.6E+09

השוואה רב-שנתית – תחנות פתח הקישון וגשר ההסתדרות- דיגומי סתיו 2002-2020

ריכוז תאים, ביומסה וריכוז כלורופיל

קיימת תנודתיות בריכוז התאים הכללי, ביומסה וריכוז הכלורופיל בסתיו לאורך השנים בשתי התחנות (איורים 8-9, 11-12). בניטור סתיו 2020 חלה עלייה ניכרת בריכוז הכלורופיל וביומסה בשתי התחנות, לאחר שש שנים של התמתנות יחסית. מקסימום חדש בביומסה נמדד בפתח הקישון, ורמת הכלורופיל הייתה גבוהה ביחס לעשר השנים האחרונות (איור 11). העלייה בביומסה ובריכוז הכלורופיל בסתיו 2020 הייתה מתונה באופן יחסי בגשר ההסתדרות, והערכים היו גבוהים מהמוצע לשש שנים אחרונות, אך נמוכים מהמוצע הרב שנתי (איור 12).

קבוצות מיקרופלנקטון שונות

ביומסה של קבוצת הצורניות וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ – $5\mu\text{m}$ הייתה דומיננטית לסירוגין בפתח הקישון (איורים 18-19) עם תנודתיות בין השנים. דומיננטיות של האצות הצורניות בסתיו 2003-2010, התחלפה בדומיננטיות של מיקרואצות קטנות מ – $5\mu\text{m}$ בעשר השנים האחרונות (איורים 14, 18-19). תנודתיות רב שנתי קיימת גם בגשר ההסתדרות, עם דומיננטיות של פלגטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae* בחלק ניכר מהשנים (איורים 18-19).

בקטריות כחוליות מהסוג *Synechococcus*

ריכוז תאים וביומסת שני מיני הציאנובקטריה *Synechococcus* הגיעו למקסימום בסתיו 2020, במיוחד בפתח הקישון (איור 13, 18-19). לאורך השנים המין (1) *Synechococcus sp.* היה דומיננטי מבחינה מספרית (איור 2). הן היוו בממוצע $21\pm 47\%$ מריכוז התאים הכללי בשנים 2002-2020, אולם מבחינת ביומסה שיעורן קטן יחסית ($5\pm 8\%$). בשתי התחנות חלה עלייה בביומסת בקטריות אלה בשלוש שנים אחרונות (איור 7).

בקטריות כחוליות מהמין (2) *Synechococcus sp.* מאפיינות את מימי הקישון. מין זה גדול מעט מהמין הנפוץ ושונה ממנו בהרכב הפיגמנטים. מניטור 2009 החל להופיע מין זה בצורה סדירה בפתח הקישון, ולעיתים גם בגשר ההסתדרות (איור 17). הריכוז שלהן עלה משנת 2015 ובסתיו 2020 הן הופיעו בפריחה בשתי התחנות, במיוחד בפתח הקישון (איורים 13-14).

מיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון

לאורך השנים 2002-2020 הופעת מיקרואצות קטנות מ – $5\mu\text{m}$ היה שכיח בשתי התחנות (איור 9) והביומסה שלהן בשתי התחנות תנודתית לאורך השנים (איור 14, 18-19). בפתח הקישון הן דומיננטיות לרב בעשור האחרון וחשיבותן היחסית בביומסה עלתה (איור 18-19). בסתיו 2020 הן פרחו בפתח הקישון (איור 13) והיוו 31% מהביומסה הכללית. גם בגשר ההסתדרות עלה חלקן היחסי בביומסה הכללית מסתיו 2011, והן הופיעו בפריחות גדולות בסתיו 2011, 2013 (איור 18).

אצות צורניות

ביומסת האצות הצורניות בפתח הקישון הייתה דומיננטית במרבית מהשנים בין 2002-2009, בהן הופיעו בפריחה (איורים 14, 18). משנת 2010 שיאי הפריחה של הצורניות פחתו וחלה מגמת ירידה בביומסה שלהן. בגשר ההסתדרות ממוצע ביומסת האצות הצורניות לאורך השנים גבוה ביחס לפתח הקישון. הצורניות הופיעו בפריחות בגשר ההסתדרות בין השנים 2005-2009 (איור 14), עם שיא בשנת 2007. מ-2010 חלה ירידה בביומסה שלהן בדומה לפתח הקישון, ופריחות מתונות יחסית הופיעו לעיתים רחוקות יותר (2013, 2018).

פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*

פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* מאפיינים בעיקר את תחנת גשר ההסתדרות (איורים 14,18). לרב הם אחראים לביומסה הגבוהה בתחנה זו (איור 19). שיאי הפריחה של פלגלטים אלה התמתנו מאד מסתיו 2013 (איור 14) יחד עם זאת הם מהווים קבוצה דומיננטית במרבית מהשנים. בניטור סתיו 2020 קבוצה זו הייתה דומיננטית בביומסה לצד הבקטריות הכחוליות (איור 13,19).

דינופלגלטים

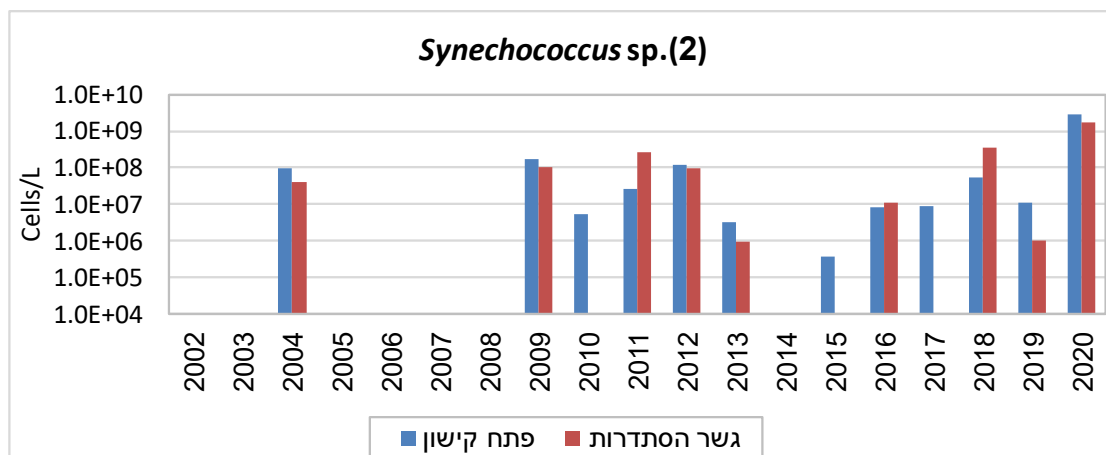
מרבית המינים בקבוצה זו הינם מינים ימיים, ולכן בפתח הקישון נמצא מגוון גדול יותר של מיני דינופלגלטים, יחסית לגשר ההסתדרות. **בפתח הקישון** מיני דינופלגלטים הקטנים מ- $15\mu\text{m}$ היו השכיחים ביותר, כפי שנמצא גם במפרץ חיפה ולאורך החוף. קבוצה זו היוותה חלק קטן מהביומסה הכללית, להוציא פריחה גדולה יחסית בדיגום 2009 (איור 14). מגוון קטן של דינופלגלטים נמצא **בגשר ההסתדרות**, בעיקר המין *Gymnodinium sp.* . בסתיו 2019 הופיעה פריחה של הדינופלגלטים בתחנה זו, אך בסתיו 2020 שוב ירד מספרם (איור 14, טבלה 7).

מגוון המינים ואינדקס מגוון המינים (Diversity Index)

במרבית שנות הניטור מספר המינים ואינדקס מגוון המינים בגשר ההסתדרות נמוכים ביחס לפתח הקישון (איורים 15-16).

בשתי התחנות קיימת מגמה כללית של עלייה **במספר המינים** לאורך שנות הניטור (איור 15). אולם חלה ירידה בשלוש השנים האחרונות. בסתיו 2020 מספר המינים בשתי התחנות נמצא מעט נמוך מהממוצע הרב שנתי.

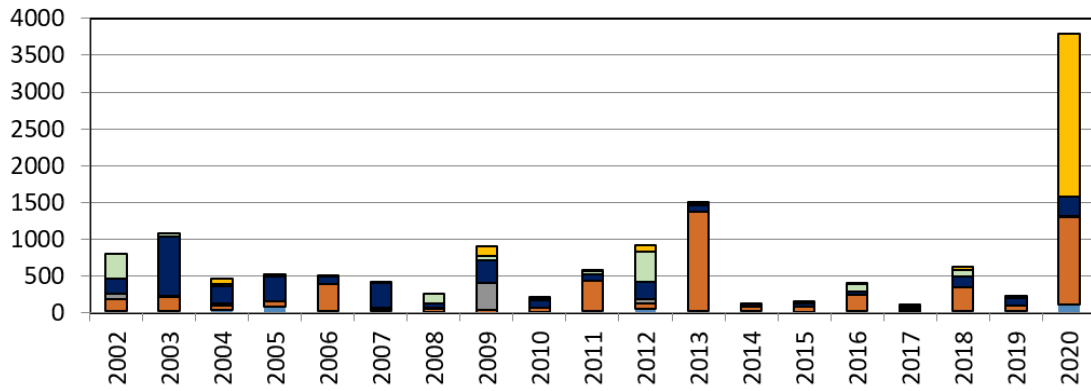
משנת 2013 חלה תנודתיות באינדקס **מגוון המינים** במיוחד בפתח הקישון, שם הגיע לשיא בסתיו 2017. לאחר 3 שנים של ירידה, האינדקס הגיע למינימום בסתיו 2020. גם בגשר ההסתדרות חלה ירידה באינדקס בשלוש השנים האחרונות וירד מתחת לממוצע הרב שנתי בסתיו 2020 (איור 16).



איור 17: ריכוז הבקטריות הכחוליות *Synechococcus sp.* (2) בשתי התחנות 2002-2020

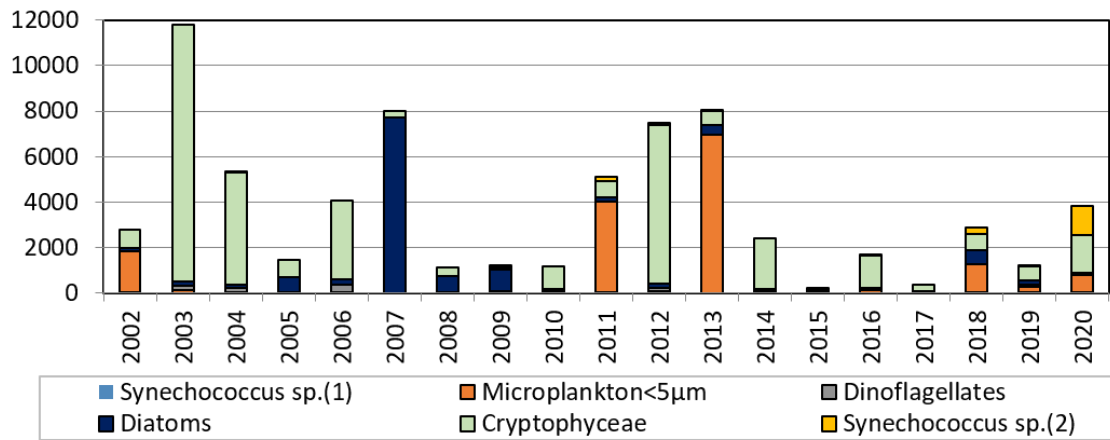
Biomass $\mu\text{gC/L}$

פתח הקישון



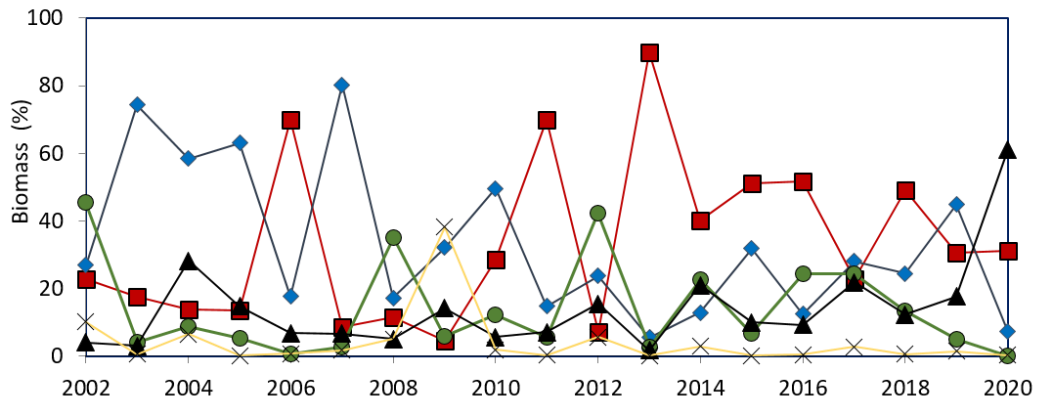
Biomass $\mu\text{gC/L}$

גשר ההסתדרות

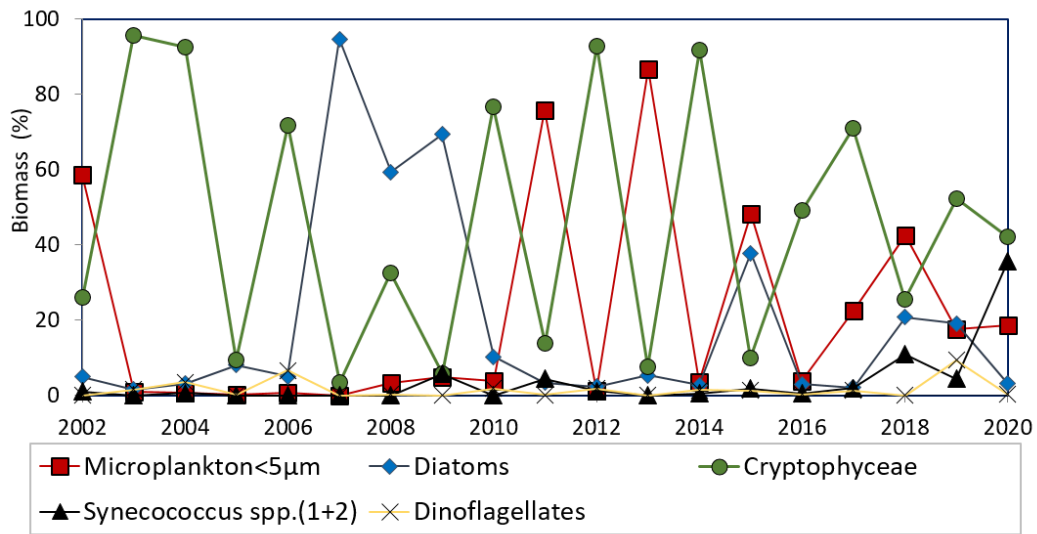


איור 18: התפלגות הביומסה של הקבוצות הדומיננטיות בדיגומי הסתיו 2002-2020

פתח קישון



גשר ההסתדרות



איור 19: הביומסה היחסית באחוזים של קבוצות המיקרופלנקטון בדיגומי סתיו 2002-2020

- 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.