



**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח**

דו"ח ניטור קיץ וסתו 2014

דו"ח חיא"ל H17/2015

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 קיץ וסתו 2014

דו"ח חיא"ל H17/2015

נורית גורדון, איל רהב*, נורית קרס, ברק חרות

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

מוגש לרשות נחל הקישון

עזרו במחקר: ירון גרטנר, רחלי גל, אפרת שהם-פריזר

חתימה :

מרץ 2015

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח דו"ח ניטור קיץ וסתו 2014

1. מטרות הניטור

מטרות 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.

2. דיגום ושיטות

המערכה התחתונה של נחל הקישון נדגמה שלוש פעמים במהלך קיץ 2014 (יוני, יולי, אוגוסט) וכן פעם אחת בסתיו (נובמבר). שלוש תחנות נדגמו לאורך הנחל בדיגומי הקיץ: גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, ומעגן הדיגום. דיגום הסתיו נעשה במתכונת חדשה והתווספו תחנות נוספות במעלה הזרם (איור 1, טבלה 1). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. כמו כן, מי שטח ומי עומק בכל תחנה נדגמו באמצעות בקבוק ניסקין או ישירות לכלי הדיגום לקביעת ריכוזי כלורופיל *a*, נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, חומצה סיליצית), ספירות חיידקים ופיקופיטופלנקטון (*Synechococcus*, רדיואיזוטופים (כל התחנות), וכן אפיון אוכלוסיית הפיטופלנקטון (שתי תחנות: גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון) בעזרת שיטות טקסונומיות מיקרוסקופיות. 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 SAN^{plus} systems בשיטות המפורטות ב- [IOC-SCOR-UNESCO, Kress and Herut, 2001]. דגימות מים לקביעת כלורופיל 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 (Steeman-Nielsen, 1952). יצרנות חיידקית נמדדה על ידי סימון מי הדגימה עם לאוצין מסומן בטריטיום (Simon et al. 1990). כל הדגימות נעשו בטריפלניקטים 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 לראשונה הן על ידי מדידות Flow-cytometer (Attune, Applied Biosystems), והן בשיטות טקסונומיות מיקרוסקופיות כפי שנעשה בדו"חות קודמים. נוסף לכך, נספרו חיידקים הטרוטרופים לאורך תחנות הדיגום. מי הדגימה קובעו מידית עם גלוטראלדהיד, הוקפאו עם

חנקן נוזלי, והופשרו לפני שהורצו עם ה- Flow-cytometer כעבור מספר ימים. עבור האנליזות הטקסונומיות, מי הדגימה סוננו במעבדה על גבי מספר פילטרים בהתאם לגודל האצות:

1. 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.

2. 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 הנושאת הונחה מיד על גבי קרח יבש ולאחר קפיאת התאים הוסר הפילטר והתאים שנשארו על הזכוכית כוסו בשכבת גליצרין גילי 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 אפיפלאורסנטי תוך מספר חודשים.



איור 1: מיקום תחנות הדיגום בנחל הקישון: מעלה הנחל (Q1), לבניות (Q2), גשר ההסתדרות, אקליפטוס (Q3), גשר יוליוס סימון, מוצא הנחל (Q4), מעגן דיג, ופתח נמל הקישון. תאריכי הדיגום בכל תחנה מפורטים בטבלה 1. תמונה מתוך Google Earth.

טבלה 1- מיקום תחנות הדיגום לאורך נחל הקישון המלוח ומועדי הדיגום הכל תחנה במהלך 2014

תחנה	חודש דיגום	קו רוחב (N)	קו אורך (E)
מעלה הנחל (Q1)	נובמבר	32° 47.17'	35° 3.21'
לבניות (Q2)	נובמבר	32° 47.27'	35° 3.10'
גשר ההסתדרות	יוני, יולי, אוגוסט, נובמבר	32° 47.86'	35° 2.84'
אקליפטוס (Q3)	נובמבר	32° 48.50'	35° 2.30'
גשר יוליוס סימון	יוני, יולי, אוגוסט, נובמבר	32° 48.01'	35° 2.01'
מוצא הנחל (Q4)	נובמבר	32° 48.17'	35° 2.40'
מעגן הדייג	יוני, יולי, אוגוסט	32° 48.36'	35° 1.82'
פתח נמל הקישון	נובמבר	32° 48.89'	35° 1.57'

3. תוצאות

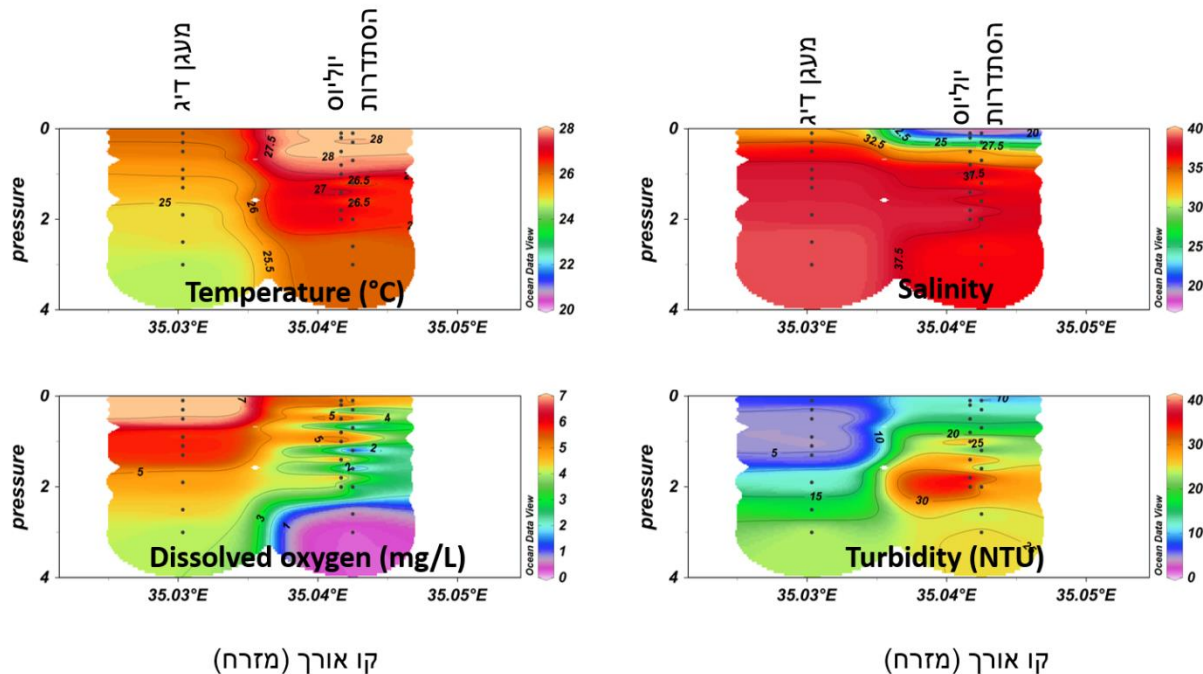
3.1. פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

פרופיל העומק של הטמפרטורה, המליחות, החמצן מומס, והעכירות לאורך נחל הקישון במלוח כפי שנמדדו באוגוסט ונובמבר 2014 מוצגים באיורים 2 ו-3 בהתאמה. יצוין כי נלקחו פרופילים דומים גם ביוני ויולי 2014, אולם הם לא היו שונים משמעותית מאוגוסט ולכן לא מוצגים בדו"ח. פיזור הטמפרטורה האנכי מראה כי עמודת המים הייתה משוכבת-בכל חודשי הדיגום (כ-1 מ'), עם טמפרטורות גבוהות בקיץ (24-28 מעלות צלזיוס) ונמוכות משמעותית בסתיו (כ-19-23 מעלות צלזיוס). שכבת המים העליונים (1 מ') הייתה מלוחה פחות מחלקה התחתון 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 יותר לעומת הגרדיאנט במים העמוקים (איורים 2, 3).

מי השטח בתחנות במעלה הנחל היו על-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רוויית החמצן ירד עם העליה בעומק המים (איורים 2, 3). מצב זה נראה ביתר בירור בדיגום הסתיו כאשר נלקחו מדידות במרחב גיאוגרפי גדול יותר מאשר בחודשי הקיץ ("הסתדרות" עד "מעלה הנחל") (איור 3). בדיגומי הקיץ, ערכי החמצן המומס בתחנת ההסתדרות היו נמוכים מ-5 מג"ל, כ-5 מג"ל ביוליוס וגבוהים מ-5 מג"ל במעגן הדיג (איור 2). ריכוזי חמצן בטווח 2-5 מג"ל עלולים לגרום לעקה ביולוגית ולפיכך משמשים בבדיקות של איכות מי נחלים (טבלה 2). לעומת זאת, בדיגום נובמבר (סתיו), ריכוזי החמצן המומס מתחנת יוליוס ועד מורד הזרם היה גבוהה מ-5 מג"ל, דבר המעיד על מים מאווררים, ונמוך מ-5 מג"ל במעלה הזרם ("אקליפטוס" עד "מעלה הנחל" כולל). ריכוזי החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה חיידקית ובמידה מסוימת ע"י חדירת מי ים. ריכוזי 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 במעלה הנחל מצביע על פעילות מטאבולית הטרוטרופית חיידקית ועל אאוטרופיקציה של אזורים אילו.

ערכי העכירות נעו בין 4.5 ל-40 NTU, עם ערכים מקסימלים בתחנת גשר יוליוס בדיגום אוגוסט בשכבת המים התחתונה. ככלל, ערכי העכירות לאורך הנחל היו גבוהים, דבר המרמז על העומס האורגני במים ואו על הרחפה

של חומרים שונים. מדידת secchi-disk שנעשתה באוגוסט (אך לא בנובמבר) הראתה העלמות הדסקית לאחר כ-0.5-1 מטרים בכל שלוש תחנות הדיגום (Bar-Zeev and Rahav, 2015). מדד זה מצביע, בדומה למדידות העכירות, כי שכבת האור החודר מצומצמת מאוד וכן כי קיים עומס חלקיקי רב במערכת.

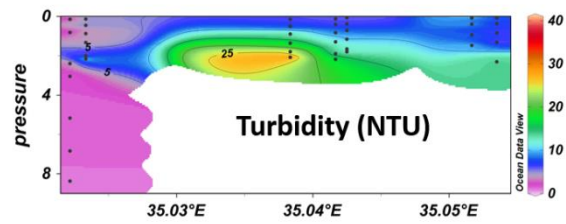
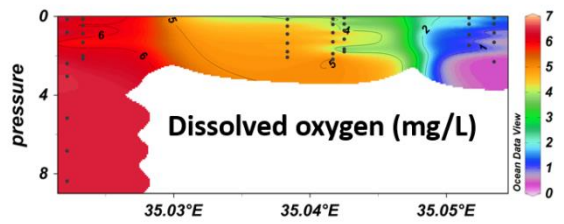
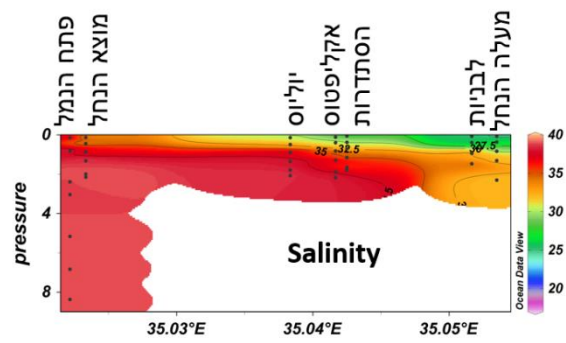
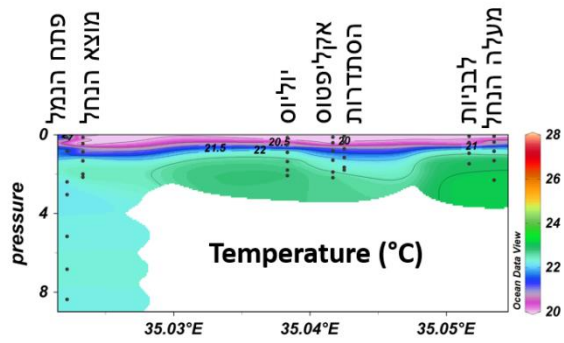


קו אורך (מזרח)

קו אורך (מזרח)

איור 2: פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס ועכירות כפי שנמדד במהלך אוגוסט 2014 כמדגם מייצג עבור הקיץ לאורך נחל הקישון המלוח. האינטרפולציה בין נקודות המדידה בוצעה באמצעות תוכנת Ocean Data View (גרסה 4.1) על ידי שימוש באלגוריתם מסוג VG gridding. השטח הלבן מציין את גבולות האינטרפולציה (אין מספיק מידע). למטה-טבלה המסכמת את הערכים שהוזנו באיור 2.

תחנה	עומק דיגום (m)	טמפרטורה (°C)	מליחות	חמצן מומס (mg/L)	עכירות (NTU)
גשר ההסתדרות	0.100	28.01	17.33	3.93	7.5
	0.300	27.96	25.21	2.79	11.6
	0.700	27.82	31.55	0.97	14.3
	1.200	26.08	35.42	0.42	18.9
	1.600	26.19	36.07	0.43	19.7
	2.000	26.23	36.11	0.45	20.3
	2.600	26.08	36.28	0.52	23.9
	3.000	26.15	36.52	0.21	25.2
גשר יוליוס	0.100	28.06	19.25	5.96	13.4
	0.200	28.01	24.09	5.82	13.4
	0.500	28.34	33.28	5.57	14.6
	0.800	27.88	36.92	5.63	18.9
	1.000	27.64	38.05	5.61	27.9
	1.400	27.39	38.52	5.64	30.1
	1.800	27.12	38.99	5.50	38.9
	2.000	27.16	39.04	5.56	40.7
מעגן דיג	0.1	26.1	32.5	7.5	7.0
	0.3	26.0	35.1	7.5	4.9
	0.5	25.9	36.5	6.9	4.5
	0.9	25.6	38.0	5.7	4.5
	1.1	25.5	38.1	5.8	4.3
	1.3	25.2	38.2	5.7	5.3
	1.9	24.9	38.4	4.8	12.0
	2.5	24.9	38.9	4.4	16.3
	3.0	24.6	38.9	4.0	23.8



קו אורך (מזרח)

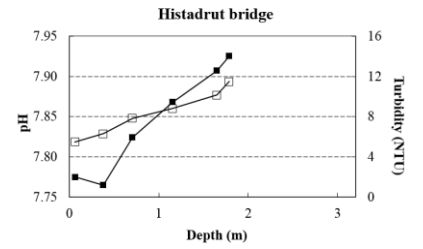
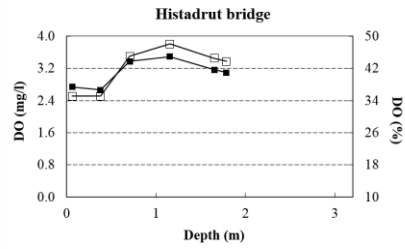
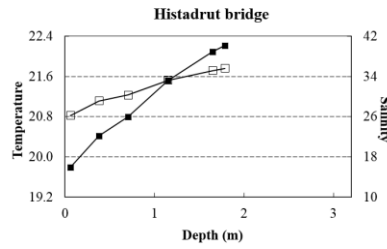
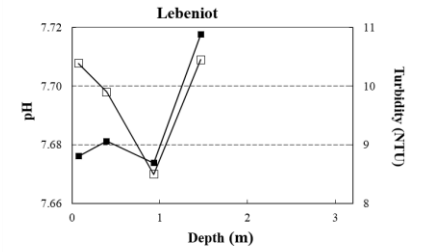
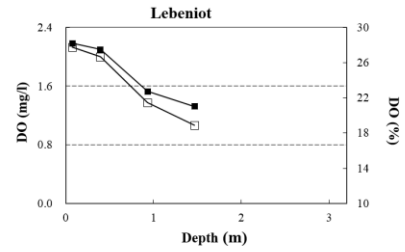
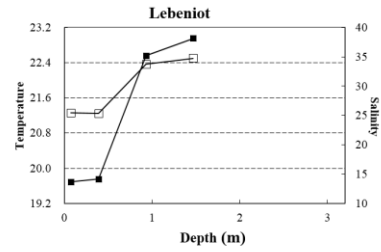
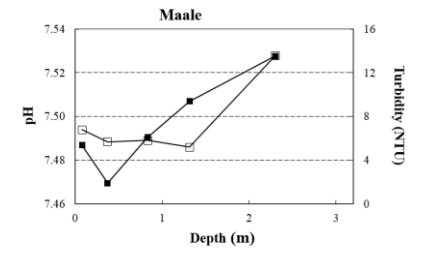
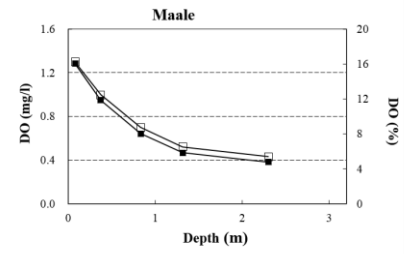
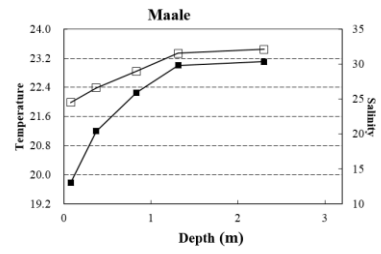
קו אורך (מזרח)

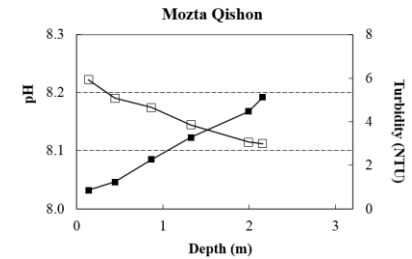
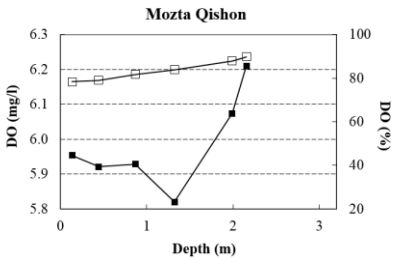
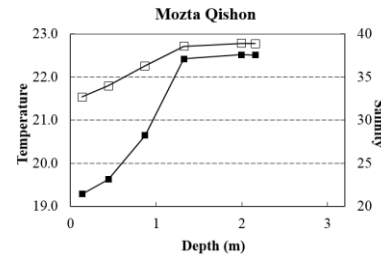
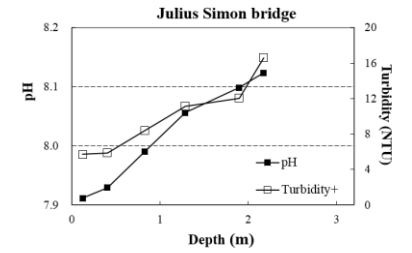
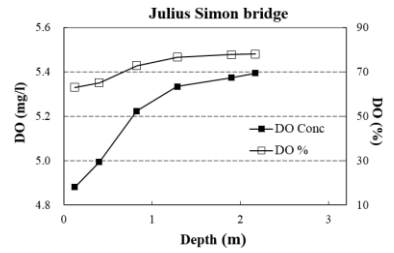
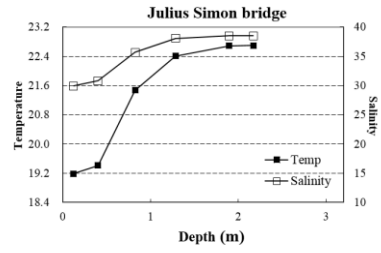
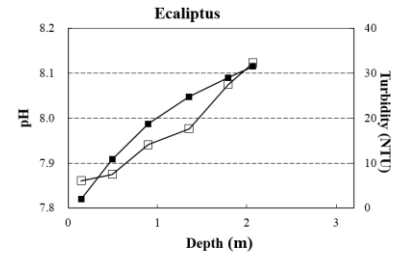
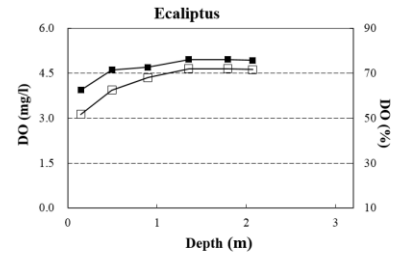
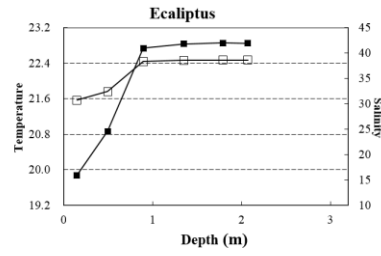
איור 3: פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס ועכירות כפי שנמדד במהלך נובמבר 2014 כמדגם מייצג עבור הסתיו לאורך נחל הקישון המלוח. האינטרפולציה בין נקודות המדידה בוצעה באמצעות תוכנת Ocean Data View (גרסה 4.1) על ידי שימוש באלגוריתם מסוג VG gridding. למטה-טבלה המסכמת את הערכים שהוזנו באיור 3 ופרופיל לכל תחנה בנפרד עבור כל ערך.

תחנה	עומק דיגום (m)	טמפרטורה (°C)	מליחות	חמצן מומס (mg/L)	עכירות (NTU)
מעלה הנחל (Q1)	0.079	19.77	24.49	1.28	6.8
	0.372	21.20	26.59	0.95	5.7
	0.834	22.25	28.97	0.64	5.8
	1.316	23.01	31.54	0.47	5.2
	2.302	23.10	32.12	0.38	13.6
לבניות (Q2)	0.076	19.69	25.44	2.18	10.4
	0.393	19.75	25.34	2.10	9.9
	0.933	22.56	33.71	1.53	8.5
	1.468	22.95	34.76	1.33	10.4
גשר ההסתדרות	0.063	19.79	26.25	2.74	5.5
	0.379	20.42	29.12	2.66	6.3
	0.705	20.80	30.29	3.37	7.8
	1.154	21.52	33.28	3.49	8.8
	1.650	22.09	35.13	3.17	10.1
	1.788	22.21	35.58	3.10	11.5
אקליפטוס (Q3)	0.147	19.88	30.73	3.93	6.1
	0.495	20.86	32.41	4.62	7.5
	0.897	22.73	38.35	4.70	14.1
	1.353	22.83	38.57	4.96	17.7
	1.792	22.85	38.61	4.96	27.5
	2.071	22.85	38.61	4.93	32.3
גשר יוליוס	0.122	19.19	29.92	4.88	5.7
	0.401	19.41	30.79	4.99	5.9
	0.823	21.47	35.65	5.22	8.4
	1.285	22.40	38.07	5.33	11.1
	1.896	22.69	38.47	5.37	12.0
	2.171	22.69	38.50	5.39	16.6
מוצא הנחל (Q4)	0.136	19.29	32.68	5.95	5.9
	0.444	19.62	33.98	5.92	5.1
	0.868	20.64	36.29	5.93	4.7

3.9	5.82	38.59	22.42	1.323
3.1	6.07	38.90	22.51	1.991
14.6	6.21	38.90	22.51	2.155
1.2	6.52	38.62	22.00	0.145
1.2	6.51	38.62	22.02	0.811
1.2	6.51	38.66	22.08	2.391
1.2	6.51	38.68	22.12	3.035
1.2	6.46	38.79	22.23	5.168
1.3	6.44	38.92	22.31	6.830
1.0	6.45	38.93	22.23	8.374

מוצא הנחל





טבלה 2- 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

ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלאות 3 ו-4. ריכוזי הנוטריאנטים במי השטח היו גבוהים משמעותית מאלה הנמדדו במי העומק בכל תחנות הדיגום ומועדן, למעט ריכוזי הפוספט. הריכוזים קטנו בכוון מורד הנחל עם ההתרחקות מההזרמות מהמעלה וממקור קולחי התעשייה המוזרמים לנחל, בהשפעת 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).

בכל התחנות (פתח הנמל גבול), ריכוזי החנקן והזרחן במי השטח מראים רמת זיהום (איאורופיקציה) גבוהה על פי הקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1997) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 2).

טבלה 3- ריכוזי נוטריאנטים אנאורגנים (µM) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח בתחנות השונות בקיץ. הערכים הנם הממוצעים מדיגומים שנערכו ביוני, יולי ואוגוסט 2014. NA- אין מידע.

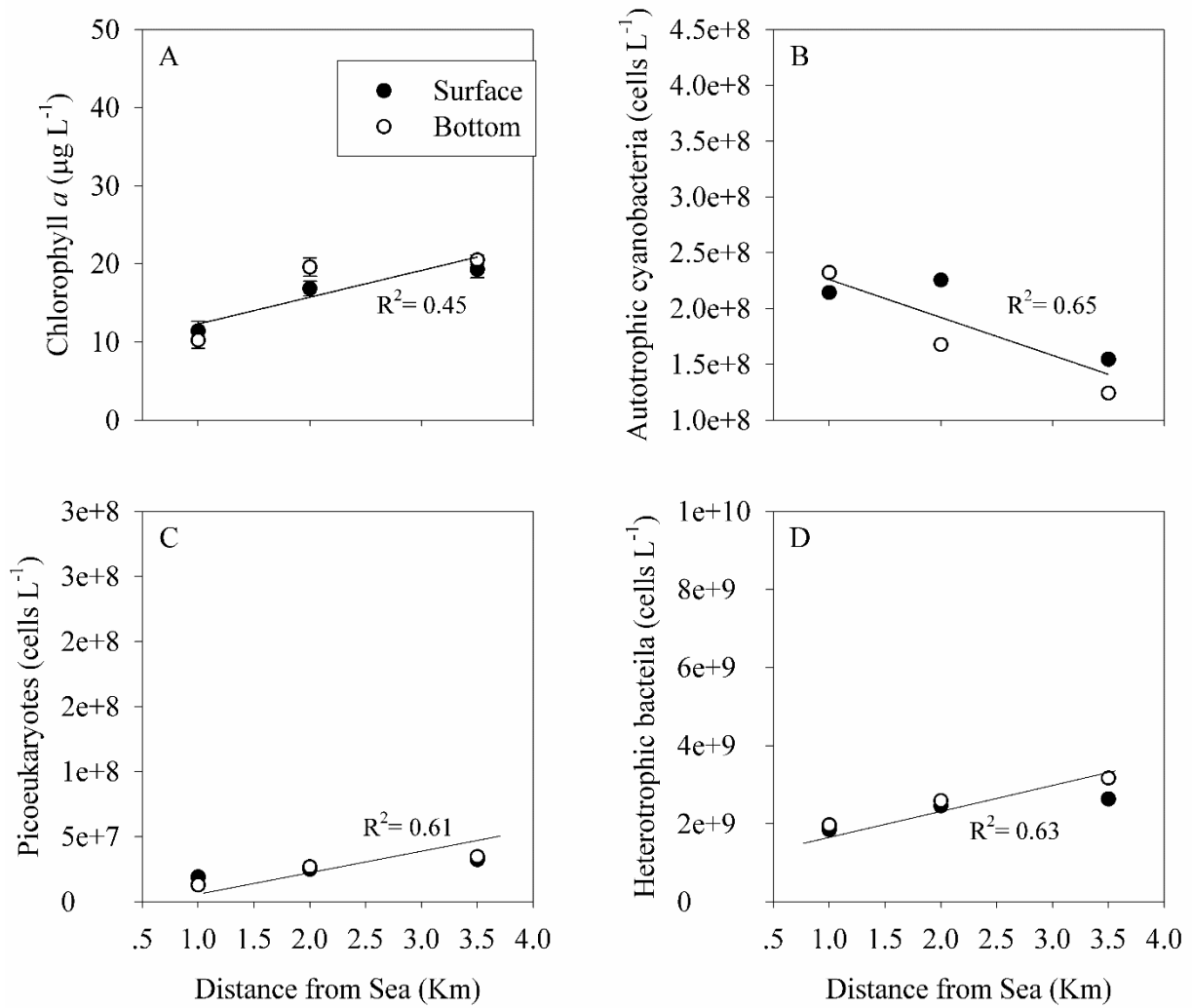
תחנה	עומק דיגום	NO ₂ +NO ₃	NH ₄	PO ₄	Si(OH) ₄
הסתדרות	פני שטח	954	304	5.6	NA
	קרקעית	255 ± 108	55 ± 43	11.9 ± 2.3	NA
יוליס	פני שטח	313 ± 159	74 ± 32	12.6 ± 2.5	NA
	קרקעית	132 ± 123	18 ± 18	5.5 ± 2.2	NA
מעגן הדיג	פני שטח	487	28	3.5	NA
	קרקעית	65 ± 62	6.7 ± 6.3	3.7 ± 2.7	NA

טבלה 4- ריכוז נוטריאנטים אנאורגנים (μM) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח בתחנות השונות בסתיו 2014.
BDL- below detection limit.

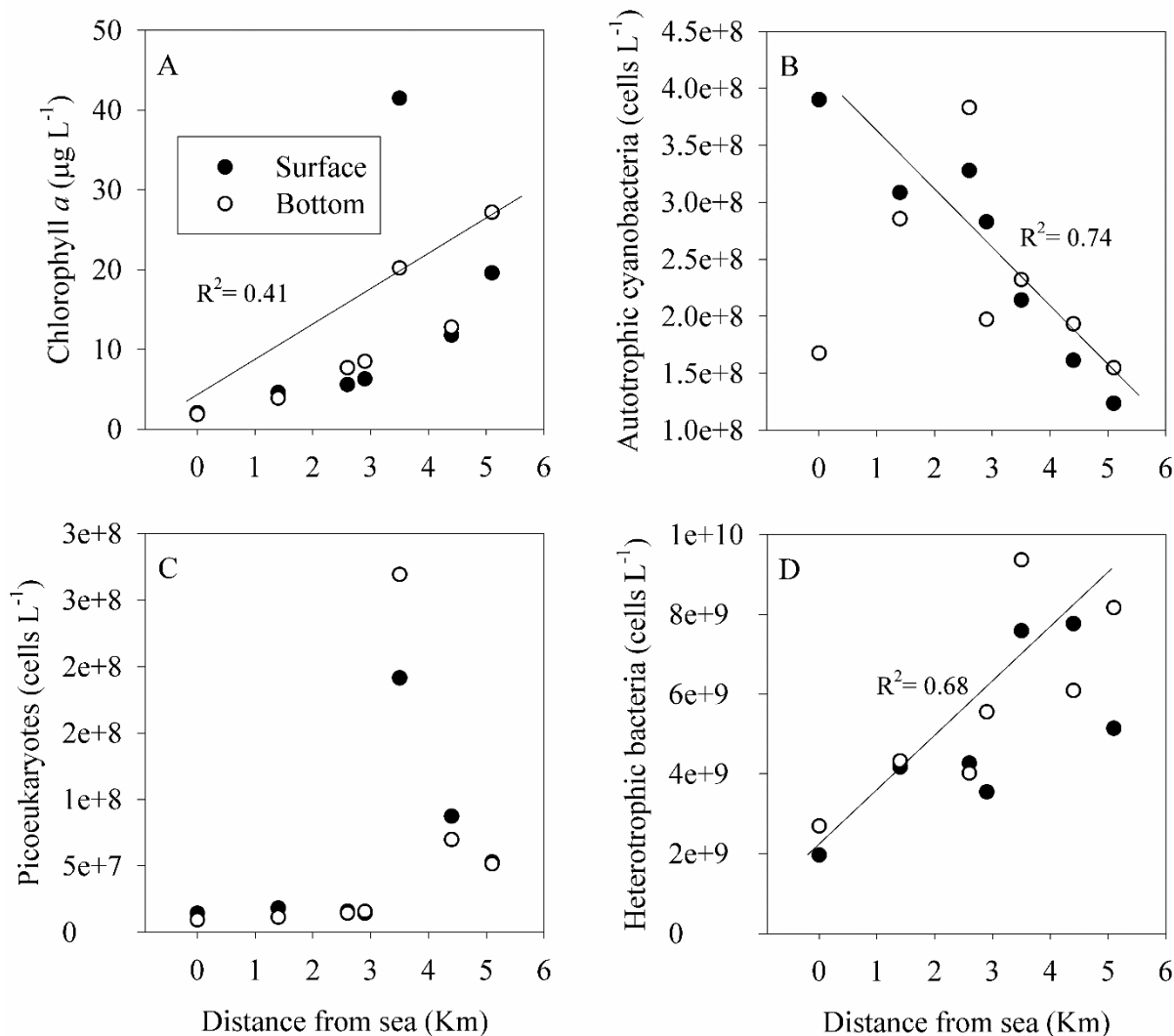
Si(OH)_4	DOP	PO_4	DON	NH_4	NO_2	NO_3	עומק דיגום	תחנה
249.9	3.65	13.3	377.7	208.6	37.3	426.1	פני שטח	מעלה הנחל
85.2	1.42	7.50	121.8	143.1	29.0	141.3	קרקעית	
177.2	0.820	13.8	9.08	157.7	31.9	457.2	פני שטח	לבניות
77.7	1.82	6.48	76.1	95.9	18.7	173.2	קרקעית	
124.1	1.22	7.68	108.0	107.8	23.7	324.1	פני שטח	הסתדרות
72.9	1.15	5.09	50.8	74.5	17.5	198.9	קרקעית	
150.7	1.77	6.58	38.4	99.4	27.6	348.2	פני שטח	אקליפטוס
38.6	0.446	2.75	BDL	49.4	7.83	131.9	קרקעית	
94.3	1.04	6.20	BDL	74.0	23.7	279.2	פני שטח	יוליוס
34.2	0.292	2.49	5.89	25.2	7.16	74.7	קרקעית	
59.8	1.20	3.29	BDL	44.2	12.5	136.5	פני שטח	מוצא הנחל
21.5	0.527	1.69	29.3	16.2	5.20	48.5	קרקעית	
8.84	0.174	0.460	3.81	6.38	2.04	16.5	פני שטח	פתח נמל
7.54	0.233	0.369	6.27	4.73	1.57	10.3	קרקעית	

3.2 פרמטרים ביולוגים בעמודת המים

ערכי כלורופיל a בדיגומי הקיץ (20-10 מג"ל) והסתיו (41-2 מג"ל) היו גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חי"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומי של מזרח הים התיכון (Herut et al., 2014), דבר העשוי להצביע על העשרה בנוטריינטים. ריכוז הכלורופיל בתחנות גשר ההסתדרות והלבניות (Q2), הן בפני השטח והן סמוך לקרקעית, היו גבוהים מאוד (>20 מג"ל) בכל הדיגומים, ככל הנראה בגלל הקרבה של מים אלה לשפכי תעשייה. בדומה לריכוזי הנוטריאנטים (טבלאות 3, 4), גרדיאנט ברור של כלורופיל נמדד הן במהלך הקיץ והן בדיגום הסתיו, עם ערכי מקסימום באזורים הקרובים לשפך המפעלים שהולכים ויורדים בהדרגה במורד הזרם לים הפתוח (איורים 4A, 5A). אפיון ראשוני של הרכב הכלורופיל על סמך מדידות Flow-cytometer מראה בבירור כי אצות כחוליות הדגימו מתאם הפוך לזה של זהירות הכלורופיל עם ריכוזים הולכים ועולים ככל שיוורדים במורד הזרם (איורים 4B, 5B). מנגד ריכוז תאי פיקו-אאוקריוטים (אצות פלנקטוניות קטנות בעלות גרעין) עלה בהתאמה עם ריכוז הכלורופיל עם העלייה במעלה הנחל (איורים 4C, 5C). הסבר אפשרי לכך הוא שבתחנות מעלה הנחל, שנמדדו בהן ריכוזים גבוהים של נוטריאנטים וכלורופיל (טבלאות 3, 4), יש כנראה יתרון להתבססותם של מיני מיקרואצות גדולים יותר מציאנובקטריה, מיקרואצות להן דרישות מטאבוליות גבוהות יותר, כמו לדוגמא אצות צורניות. ריכוז חיידקים הטרוטרופים הציג דפוס דומה לזה של הכלורופיל עם מספר תאים גבוהה ככל שעולים במעלה הנחל ובעיקר בסמוך לשפכי המפעלים ("לבניות", "גשר ההסתדרות", איורים 4D, 5D). יש לציין שבדיקה זו נעשתה אף היא עם Flow-cytometer ומראה 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.



איור 4- ריכוז כלורופיל *a* (A), ציאנובקטריה (B), פיקו-אאוקריוטים (C) וחיידקים (D) לאורך נחל הקישון המלוח באוגוסט 2014 במי השטח (שחור) וסמוך לקרקעית (לבן).

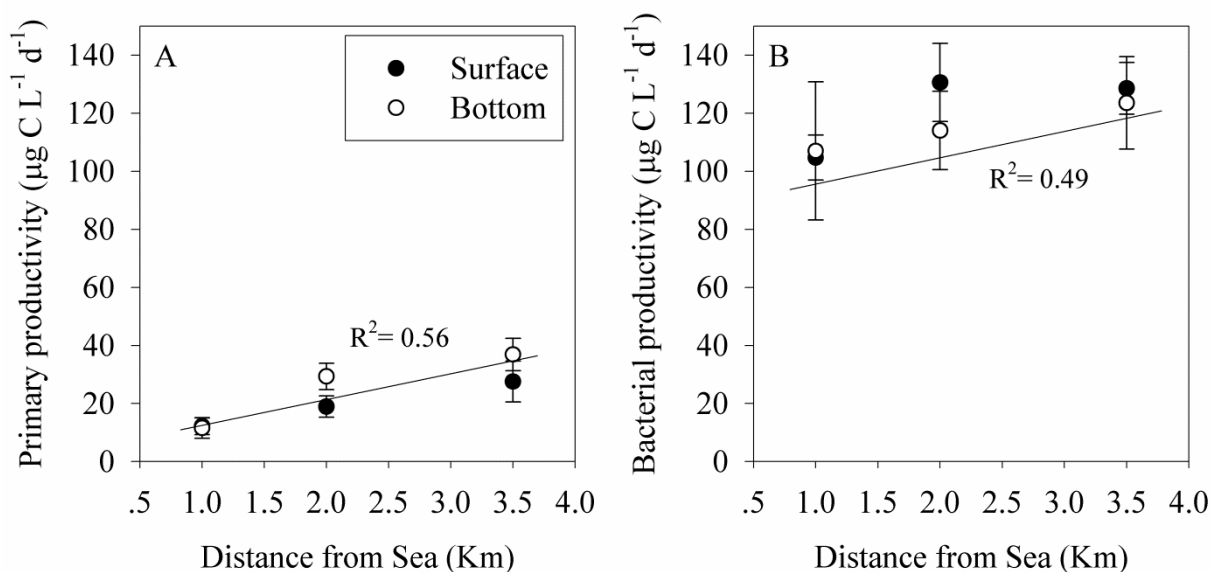


איור 5- ריכוז כלורופיל *a* (A), ציאנובקטריה (B), פיקו-אאוקריוטים (C) וחיידקים (D) לאורך נחל הקישון המלוח בנובמבר 2014 במי השטח (שחור) וסמוך לקרקעית (לבן).

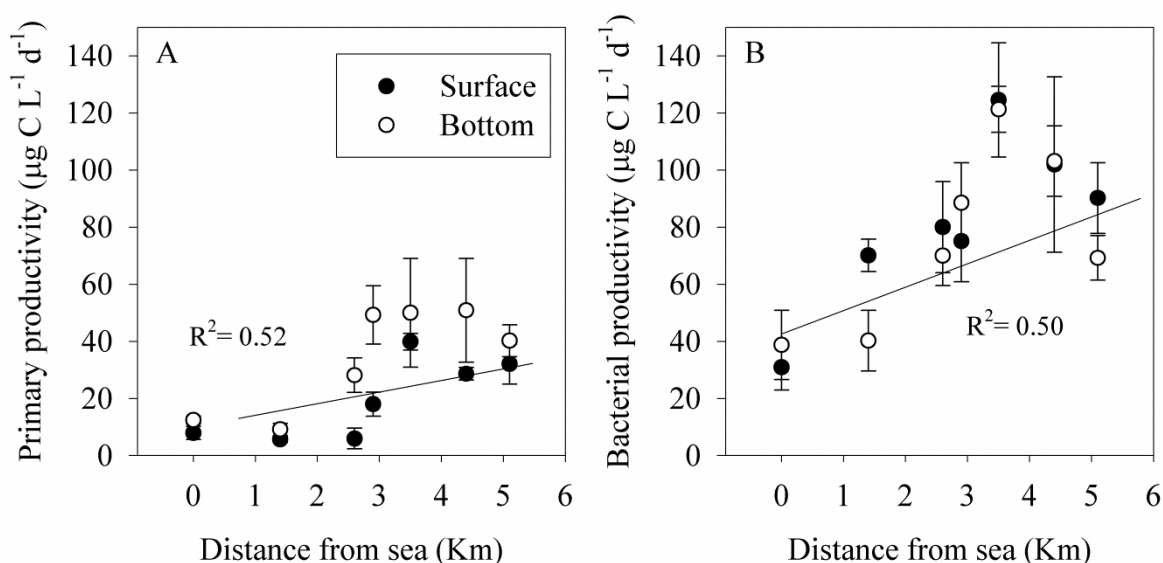
יצרנות ראשונית יממתית, בהתאמה לפיזור הכלורופיל, היתה גבוהה במעלה הנחל (~40 מיקרוגרם פחמן בליטר) וירדה בהדרגה לכיוון הנמל (~10 מיקרוגרם פחמן בליטר) (איורים 7A, 6A). ערכים אלה גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חי"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומית (Herut et al., 2014). יצרנים ראשוניים הנם בסיס שרשרת המזון ותורמים באופן משמעותי למחזור נוטריאנטים והטמעתם לרמות הטרופיות השונות. 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 $300 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$). לפי שעה, אין באפשרותינו לאמוד את היצרנות הראשונית השנתית, בעיקר משום שזהו הנסיון הראשון למדוד קצבי פוטוסינתזה בנחל וחסרות מדידות עונתיות רבות (למשל חורף). 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, 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 והסתיו של היצרנות הראשונית מראים כ- $50-60 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ בתחנות במעלה הנחל ו- $10-15 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ במורדו,

דבר המצביע על איכות מים טובה יחסית. אולם, אנו ממליצים להמשיך את הדיגומים הללו לאורך הנחל ולהוסיף דיגומי חורף שם צפויים קצבים משמעותיים הרבה יותר, דבר שעלול להוביל לשינוי משמעותי לחישוב הנ"ל.

עיקר הפעילות המטאבולית בתחנות המדידה בכל הדיגומים היתה הטרוטרופית ונעשתה על ידי חיידקים. למעשה, ערכי היצרנות החיידקית היו גבוהים פי 2-4 מאשר היצרנות הראשונית, דבר המלמד על חשיבותם של חיידקים לאקולוגיה, צריכה ומחזור נוטריאנטים בנחל הקישון (איורים 6B, 7B). פעילות זו, נמצאה בהתאמה למספר החיידקים הגבוה שנמדד לאורך הנחל, ובמיוחד במעלה הזרם (איורים 4D, 5D). כמו כן, ריכוז החיידקים וקצב פעילותם נמצא ביחס הפוך לריכוז החמצן, עם שכיחות וקצב אסימילציה גבוהים במקומות אנוקסים. יחס זה שוב מצביע על חשיבותם של תהליכים הטרוטרופים במי הנחל, ובמיוחד הסביבות המושפעות יותר מכניסת נוטריאנטים (מעלה הנחל).



איור 6- ערכי יצרנות ראשונית (A) וחיידקית (B) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח באוגוסט 2014 במי השטח (שחור) וסמוך לקרקעית (לבן).



איור 7- ערכי יצרנות ראשונית (A) וחיידקית (B) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח בנובמבר 2014 במי השטח (שחור) וסמוך לקרקעית (לבן).

במקביל לספירות האצות עם Flow-cytometer, מיני מיקרופלנקטון נספרו וזוהו גם בכלים טקסונומיים (מקרוסקופיה 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 2013) חשיבות רבה בהערכת טיב המים בנחל.

דיגום סתיו 2014 (נובמבר) התאפיין בפריחה מסיבית של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* בפני שטח גשר ההסתדרות (איור 8). ריכוז התאים מקבוצה זו היה גבוה מאד (1.5×10^8 בליטר) והם היוו 61% מריכוז התאים הכללי בגשר ההסתדרות (איור 9). בפתח הקישון ריכוז התאים הכללי היה נמוך יותר, והרכב הקבוצות היה שונה. הבקטריות החוליות מהמין *Synechococcus* sp. היוו בפתח הקישון את חלק הארי מריכוז התאים הכללי (84%) וקבוצת המיקרואצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ הייתה השנייה בחשיבותה מבחינה מספרית. ממצאים אלה תואמים את ספירות שנעשו עם ה- Flow-cytometer. בהשוואה לדיגום סתיו 2013, ריכוז התאים בכללי ב- 2014 היה קטן באופן ניכר, ובמיוחד בגשר ההסתדרות (פי שלושה) (איור 10).

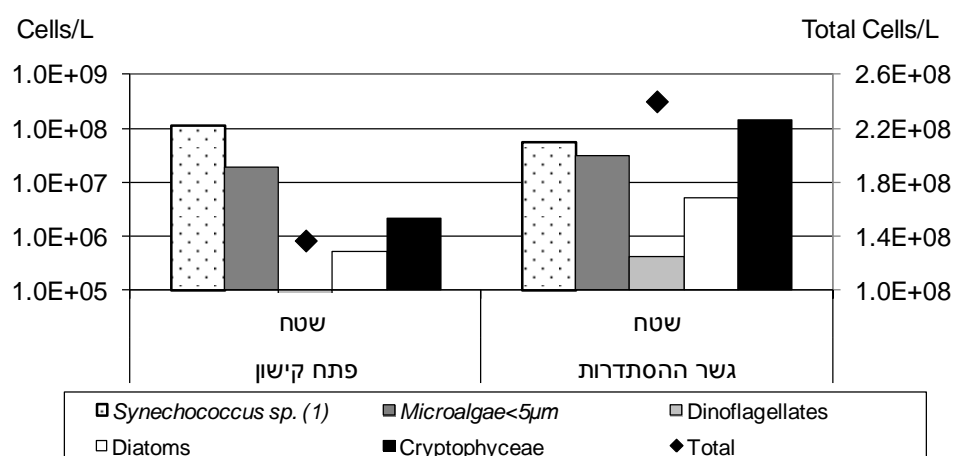
הביומסה וריכוז הכלורופיל הגבוהים בגשר ההסתדרות נבעו מפריחת פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* שהביומסה שלהם הגיעה ל- $2,195\mu\text{gC/L}$ (איורים 11,12), והיוו כ-92% מהביומסה הכללית בתחנה זו (איור 13). ביומסת כל קבוצות המיקרופלנקטון, להוציא ביומסת הבקטריה החולית מהמין *Synechococcus* sp., הייתה גדולה יותר בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון. בפתח הקישון ביומסת האצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ הייתה דומיננטית והם היוו 40% מהביומסה הכללית. קבוצת הבקטריות החוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. וקבוצת ה- *Cryptophyceae* היוו כ-21% מהביומסה הכללית כל אחד. קבוצת הדינופלגלטים הייתה הקטנה ביותר והיוותה רק 3% מהביומסה הכללית (איור 13).

מגוון המינים הכללי עלה באופן ניכר בדיגום זה, בשתי התחנות, יחסית לשנה קודמת (איור 14). המגוון בפתח הקישון היה גבוה יחסית לזה הנמדד בגשר ההסתדרות, כפי שנמצא גם בדיגומים קודמים. חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר, כפי שנמצא בדיגומים קודמים, והן היוו במוצע $\pm 5\%$, מסך כל המינים. בפתח הקישון, בהיותו מלוח יותר, הופיע מגוון גדול יחסית של מיני דינופלגלטים וצורניות המאפיינים מי ים, ואילו בגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של מיני בקטריות כחוליות ואצות ירוקות, המאפיינות מים במליחות נמוכה יותר (טבלה 5). אינדקס השונות נמצא גבוה באופן ניכר (פי 5) בפתח הקישון יחסית לגשר ההסתדרות (איור 15) והציג עליה יחסית לשנה קודמת בשתי התחנות, הנובעת מעלייה במספר המינים ומירידה בביומסה הכללית.

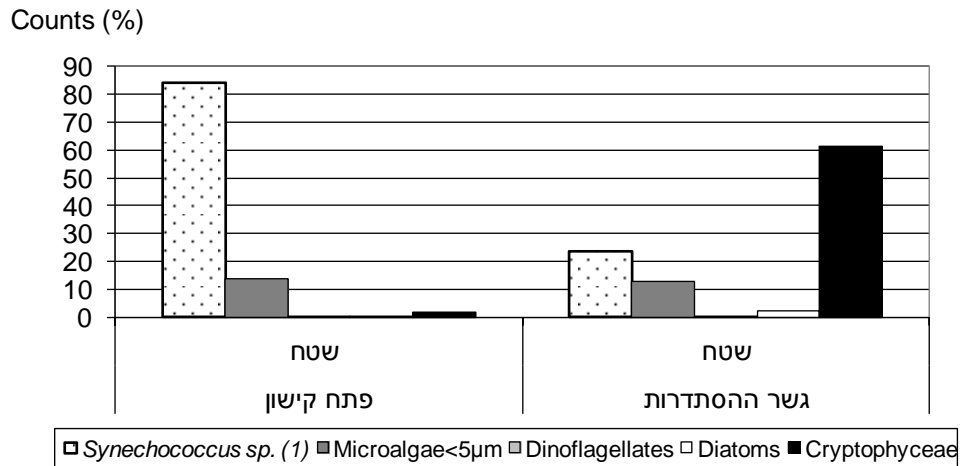
בדיגום זה היו שכיחים פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ובמיוחד הפלגלט מהמין *Hemiselmis* sp. שפרח בפני שטח גשר ההסתדרות והיווה 81% מביומסת קבוצת ה- *Cryptophyceae* ו-74% מהביומסה הכללית בתחנה זו (טבלה 5). פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו שכיחים גם בפתח הקישון אולם

ריכוזם בתחנה זו היה קטן יותר, והם היוו 23% מהביומסה הכללית (איורים 12,13). קבוצת המיקרוואצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ הייתה השנייה מבחינת שכיחותה ותרומתה לביומסה הכללית. ריכוז התאים של קבוצה זו היה גדול יותר בגשר ההסתדרות אולם תרומתה היחסית לביומסה הכללית הייתה גדולה יותר בפתח הקישון. ריכוז הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. היה גבוה מאד בפתח הקישון, אולם בגלל מימדיהן הקטנים ($\sim 1.2\mu\text{m}$) תרומתן היחסית לביומסה הכללית הייתה דומה לזו של הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* שריכוזם היה נמוך בשני סדרי גודל. ריכוז האצות הצורניות (diatoms) היה גבוה יותר בגשר ההסתדרות, והמין *Thalassiosira pseudonana* היה השכיח ביותר, והיווה 63% מביומסת הצורניות בה. בפתח הקישון הופיע מגוון גדול של מיני צורניות ימיות- על פי רוב בריכוז נמוך. המינים השכיחים בתחנה זו היו מיני *Entomoneis* spp., ומיני *Thalassiosira* spp. ובהם מושבות מהמין *Thalassiosira subtilis*. מבין הדינופלגלטים, היו שכיחים מינים קטנים מ- $15\mu\text{m}$ ובריכוז גדול יותר בגשר ההסתדרות. מיני דינופלגלטים ימיים הופיעו במגוון גדול בפתח הקישון, אולם בריכוז נמוך. מיני דינופלגלטים שכיחים היו המין *Protoperidinium* sp. (54) הנפוץ לאורך החוף, והמין *Prorocentrum micans*, שניהם מינים ימיים, שהופיעו באופן לא אופייני בריכוז גבוה יותר דווקא בגשר ההסתדרות. המין *Ceratium kofoidii*, הנפוץ לאורך החוף, נמצא בשכיחות גבוהה יחסית בפתח הקישון. מיני בקטריות כחוליות ואצות מקבוצת הירוקיות, המאפיינות מים יותר מתוקים הופיעו במגוון גדול יותר בגשר ההסתדרות אם כי בריכוז נמוך בדרך כלל.

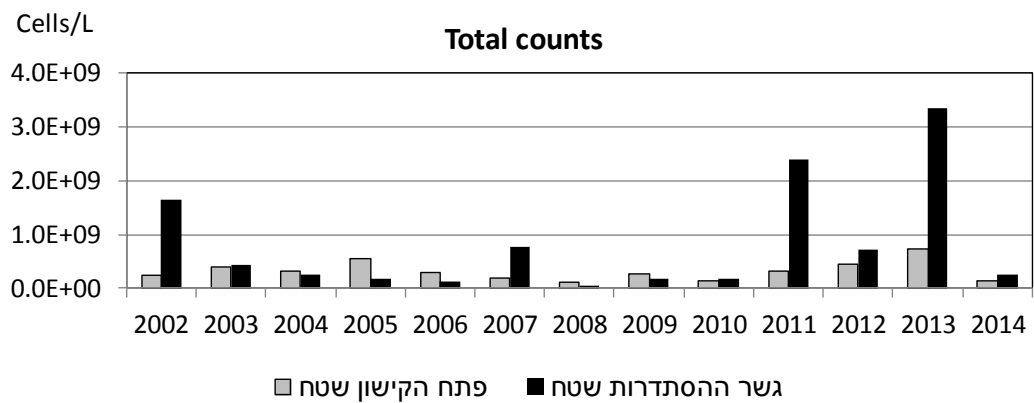
בדיגום זה, בדומה לדיגומי סתיו קודמים (2002-2013), נדגמו בפתח הקישון מספר מינים בעלי פוטנציאל רעילות, אולם אלה היו בריכוז נמוך מאד. מבין אלה, הופיעו המינים *Dinophysis*, *Dinophysis caudata* ודינופלגלט מהמין *Prorocentrum minimum*, *rotundata*. עצם המצאותם של מינים אלה בפתח הקישון מלמדת כי יש להמשיך ולעקוב אחר שכיחותם ולוודא שאינם יוצרים פריחות מאסיביות כפי שניתן לראות במקומות רבים אחרים בעולם.



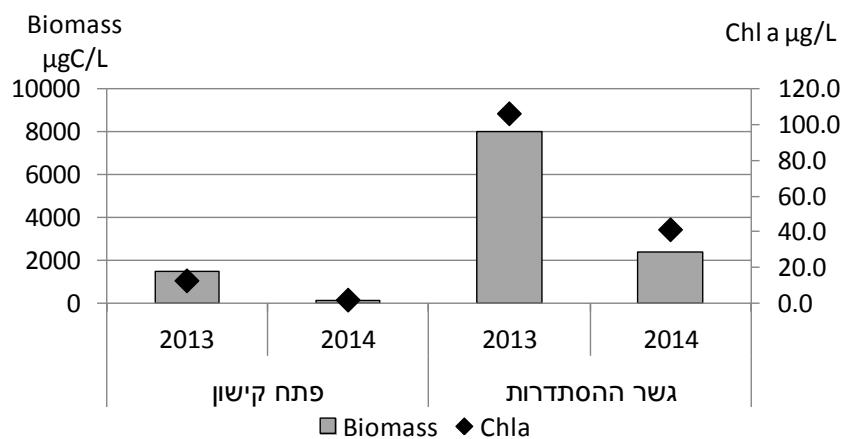
איור 8: התפלגות ריכוז התאים הכללי של מיקרופיטופלנקטון כפי שנמדד על ידי אנליזות טקסונומיות מיקרוסקופיות במהלך נובמבר 2014.



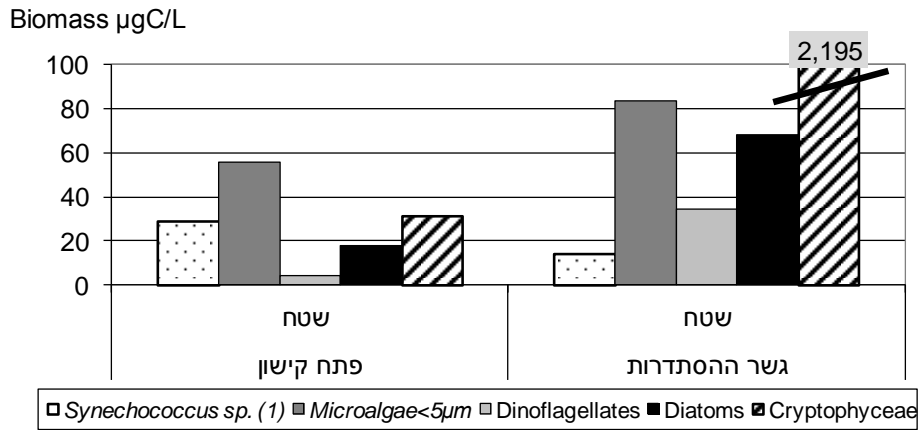
איור 9: התפלגות ריכוז התאים באחוזים כפי שנמדד על ידי אנליזות טקסונומיות מיקרוסקופיות במהלך נובמבר 2014.



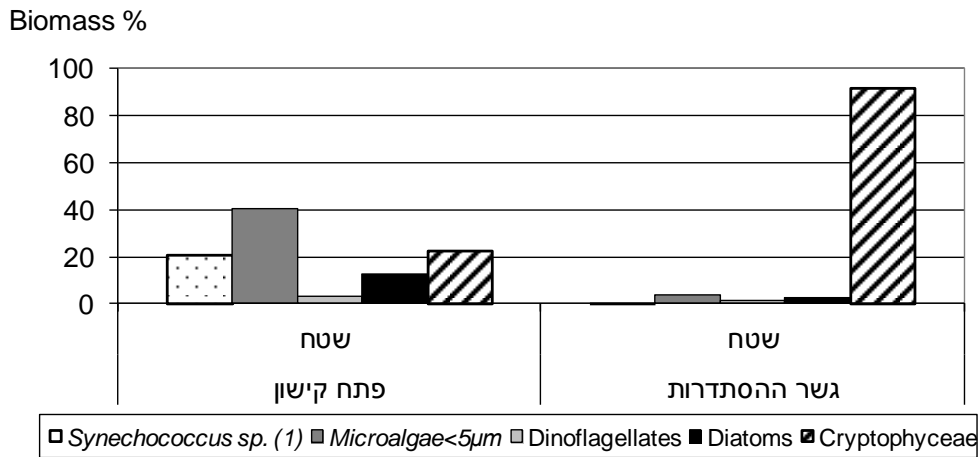
איור 10: התפלגות ריכוז התאים הכללי בדיגומי סתיו 2002-2014.



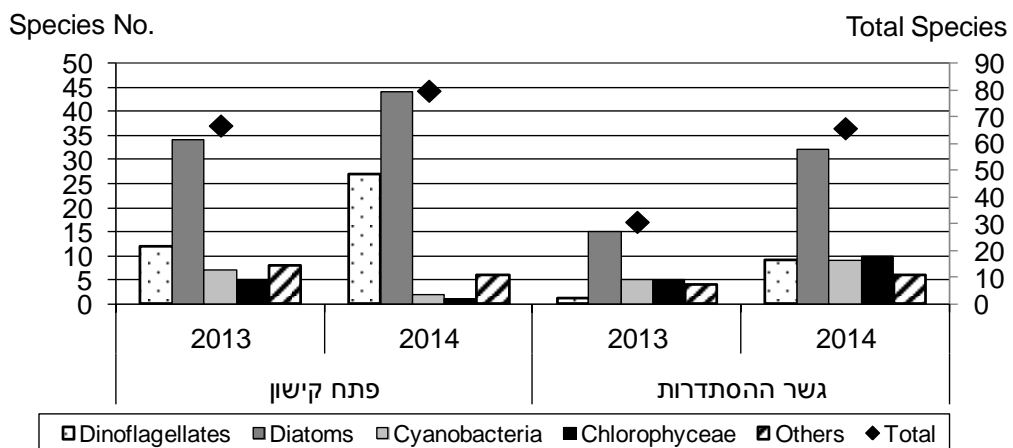
איור 11: התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בדיגומי סתיו 2013-2014.



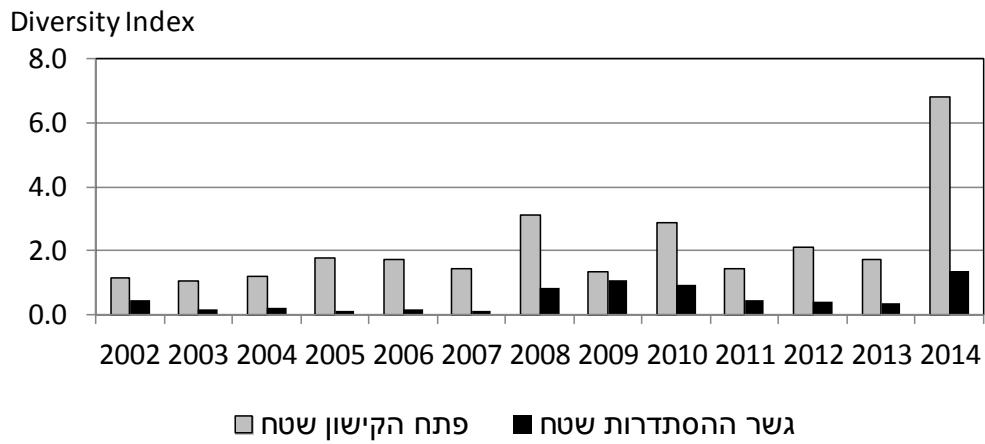
איור 12: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בדיגום נובמבר 2014. יש לשים לב לקו השבר בסקאלת ציר ה Y.



איור 13: התפלגות ביומסת מיקרופלנקטון באחוזים דיגום כפי שנמצא בנובמבר 2014.



איור 14: התפלגות מספר המינים הכללי ולפי קבוצות בדיגומי סתיו 2013-2014.



איור 15: התפלגות אינדקס השונות (Shannon diversity index) בדיגומי סתיו 2002-2014

טבלה 5: ריכוז מיקרופלנקטון (תאים/לליטר) בדגימות הקישון כפי שנמדדו בפי השטח בגשר ההסתדרות

ופתח נמל הקישון במהלך נובמבר 2014

	גשר ההסתדרות	פתח קישון		פתח קישון	גשר ההסתדרות
	שטח	שטח		שטח	שטח
Dinoflagellates			Diatoms		
Unidentified <15µm	1.5E+04	4.2E+05	Navicula sp. (320)	7	
Alexandrium sp.	13		Navicula sp. (588k)	7	7
Ceratium kofoidii	317	10	Navicula sp. (968)	27	20
Ceratium trichoceros	7	3	Navicula sp. (1521)	20	7
Ceratium tripos	3		Navicula sp. (1530)	27	
Dinophysis caudata	3		Navicula sp. (1949)	43	520
Dinophysis exigua	3		Nitzschia sp.	7	538
Dinophysis rotundata	7		Odontella mobiliensis	113	17
Diplopsalis sp.	7	7	Pleurosigma spp.	23	40
Glennodinium sp.		113	Proboscia alata		7
Gonyaulax spinifera	80		Proboscia indica	13	
Gonyaulax spp.	20		Pseudonitzschia spp.	3627	1640
Gymnodinium sp. (485A)	7		Rhizosolenia calcar-avis	40	20
Gymnodinium spp.	7		Rhizosolenia hebetata	207	60
Peridinium quinquecorne	7	40	Rhizosolenia setigera	10	
Prorocentrum compressum	3		Streptotheca tamesis	46	27
Prorocentrum gracile	40		Thalassionema spp.	573	87
Prorocentrum micans	700	979	Thalassiosira pseudonana	4.0E+05	4.9E+06
Prorocentrum minimum	40		Thalassiosira spp.	5.5E+04	1.8E+05
Prorocentrum rotundatum	7		Thalassiosira subtilis	9133	1000
Protoperdinium bipes		20	Triceratium dubium	7	20
Protoperdinium cerasus	7		Cryptophyceae		
Protoperdinium curvipes	3		Cryptomonad spp.	1.3E+06	2.5E+07
Protoperdinium divergens	5		Hemiselmis sp.	8.6E+05	1.2E+08
Protoperdinium joergensenii	3		Cyanobacteria		
Protoperdinium sp. (54)	373	2271	Chroococcus sp.		74
Protoperdinium spp.	13		Chroococcus tenax		7
Protoperdinium subinermis	3		Leptolyngbya sp.		247
Scrippsiella spinifera	10		Microcystis aeruginosa		613
			Oscillatoria tenuis	333	
Diatoms			Oscillatoria sp. (613k)		1653
Amphora sp.		60	Oscillatoria sp. (914)		450
Asterionellopsis glacialis	60	77	Oscillatoria sp. (942)		513
Bacillaria paxillifera	175		Phormidium formosum		800
Bacteriastrium sp.	727		Synechococcus sp. (1)	1.2E+08	5.7E+07
Bellerrochea sp.	15		Ebriidea		
Biddulphia tuomeyi	13		Hermesinum adriaticum	217	37
Cerataulina bicornis	587	97	Chlorophyceae		
Chaetoceros curvisetus	353		Ankistrodesmus falcatus		610
Chaetoceros didymus	193	240	Coelastrum microporum		100
Chaetoceros sp. (441A)	40		Crucigeniella rectangularis		80
Chaetoceros spp.	2097	183	Oltmannsiella sp.	27	
Coscinodiscus spp.	12		Oocystis borgei		240
Cylindrotheca closterium	6613	200	Scenedesmus acuminatus		160
Dactyliosolen fragilissimus	107		Scenedesmus bijuga		360
Diploneis sp.	13		Scenedesmus intermedius		80
Entomoneis gigantea	7	42	Scenedesmus magnus		80
Entomoneis sp. (1622)	8000	1880	Scenedesmus quadricauda		67
Entomoneis sp. (518k)	4533	960	Selenastrum sp.		40
Entomoneis sp. (619k)	2.5E+04	6.0E+04	Euglenophyceae		
Entomoneis sp. (BS21)	97		Euglena sp.		3
Guinardia striata	667	120	Eutreptia sp.	13	
Hemiaulus hauckii	87		Phacus acuminatus		12
Leptocylindrus danicus	2213	1720	Ciliates		
Melosira moniliformis		32	Mesodinium rubrum	43	
Meuniera membranacea	83		Microalgae<5µm	1.9E+07	3.1E+07
Navicula spp.	73	7867	Total Cells/L	1.4E+08	2.4E+08

4. השוואה רב-שנתית – תחנות פתח הקישון וההסתדרות- דיגומי סתיו 2002-2014

4.1 ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל:

ממוצע הביומסה וריכוז הכלורופיל במי השטח בדיגומי סתיו 2002-2014 היה גדול באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איורים 16,17). ממוצע ריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות היה ברמה המוגדרת כהיפראיאוטרופית ואילו בפתח הקישון ברמה המוגדרת כבינונית (טבלה 1). בהתאמה, ממוצע ריכוז התאים הכללי היה גבוה יותר בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 18), אולם הבדל זה לא נמצא מובהק בגלל התנודות הגדולות בריכוז התאים בין השנים (איור 19). תנודות גדולות בריכוז התאים נראו במיוחד בקבוצת המיקרואצות הקטנות מ- $5 \mu\text{m}$. בדיגום 2014 ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל ירדו באופן ניכר יחסית לשנה קודמת (איורים 10,11) ונמצאו נמוכים יחסית לממוצע הרב שנתי בשתי התחנות (איורים 16-18).

4.2 קבוצות המיקרופלנקטון השונות:

- א. **בקטריות כחוליות** מהמין *Synechococcus* sp. – בדיגום סתו 2014 נראתה עלייה בריכוז הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp, הנפוצות במי הים, בשתי התחנות יחסית לשנה קודמת (איור 19). בפתח הקישון ביומסת הבקטריות הללו הייתה גבוהה יחסית לאורך השנים יחסית לגשר ההסתדרות (איורים 20,21) ובהתאם ממוצע ריכוז התאים והביומסה של קבוצה זו בשנים 2002-2014 היה גבוה באופן מובהק יחסית לתחנת גשר ההסתדרות (איור 22). למרות שקבוצת הבקטריות הכחוליות הייתה דומיננטית מבחינה מספרית בחלק ניכר מהדיגומים בפתח הקישון, תרומתה לביומסה הכללית הייתה קטנה בדרך כלל (איור 22) והיא היוותה בממוצע כ-7% מהביומסה הכללית בכל הדיגומים (איור 23).
- ב. **מיקרואצות הקטנות מ- 5 מיקרון** – מיקרואצות קטנות מ- $5 \mu\text{m}$ היו שכיחות מספרית בפתח הקישון (איור 19) ואף הופיעו בפריחה בסתיו 2013. מבחינת ביומסה הן היו דומיננטיות רק בחלק קטן מהדיגומים והביומסה שלהם הייתה הגבוהה ביותר בדיגום נובמבר 2014, שבו הופיע גם שיא הביומסה בתחנה זו (איורים 20,21). ממוצע הביומסה שלהן מכל הדיגומים היה גבוה באופן מובהק מזה של הבקטריות הכחוליות והדינופלגלטים. בגשר ההסתדרות נראו תנודות גדולות מאד בריכוז התאים ובביומסה של קבוצה זו לאורך השנים. בשלושה מהדיגומים (2002,2011,2013) מיקרואצות אלה הופיעו בפריחה גדולה והיו דומיננטיות בתחנה זו, ותרמו לביומסה הגדולה בה (איורים 19-21). בסתיו 2014 הייתה ירידה משמעותית בריכוז התאים מקבוצה זו בשתי התחנות.
- ג. **אצות צורניות** – בפתח הקישון ביומסת האצות הצורניות הייתה דומיננטית בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 19-21). נראתה ירידה בממוצע ביומסת הצורניות בשנים 2010-2014 יחסית לשנים קודמות. בגשר ההסתדרות הייתה תנודתיות גדולה בביומסת הצורניות בדיגומים השונים (איורים 20,21). בארבעה מהדיגומים הן פרחו כאשר שיא הפריחה היה בדיגום 2007.
- ד. **אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae** היו שכיחות יחסית בתחנת גשר ההסתדרות והופיעו בה בפריחות (איור 19). פלגלטים מקבוצה זו היו אחראים לביומסה הגבוהה בתחנת גשר ההסתדרות בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 20,21) והם היוו בממוצע כ-50% מהביומסה הכללית בשנים 2002-2014 (איור 23). ממוצע הריכוז והביומסה של קבוצה זו נמצא גבוה באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 22). בדיגום 2014 הן היוו מרכיב מרכזי בביומסה בתחנה זו. בפתח הקישון לעומת זאת, ריכוז התאים מקבוצה זו היה בדרך כלל נמוך יחסית, והן היוו מרכיב דומיננטי בביומסה בחלק קטן מהדיגומים.

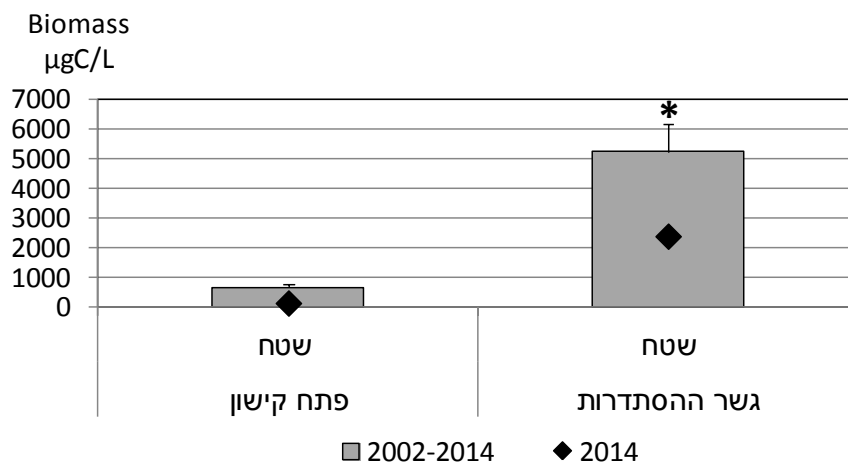
ה. **דינופלגלטים** - מספרם היה נמוך יחסית לקבוצות האחרות, לאורך כל שנות הדיגום (איור 19). בגשר ההסתדרות נמצא מגוון קטן מאד של דינופלגלטים, בעיקר מהמין *Gymnodinium sp.* הניזונים מפלגלטים מקבוצת ה *Cryptophyceae*. ובחלק מהדיגומים הביומסה שלהם הייתה גבוהה יחסית (איור 21). בפתח הקישון ביומסת הדינופלגלטים הייתה בדרך כלל נמוכה יחסית לגשר ההסתדרות אולם מגוון המינים היה בה גדול יותר.

4.3 מגוון המינים :

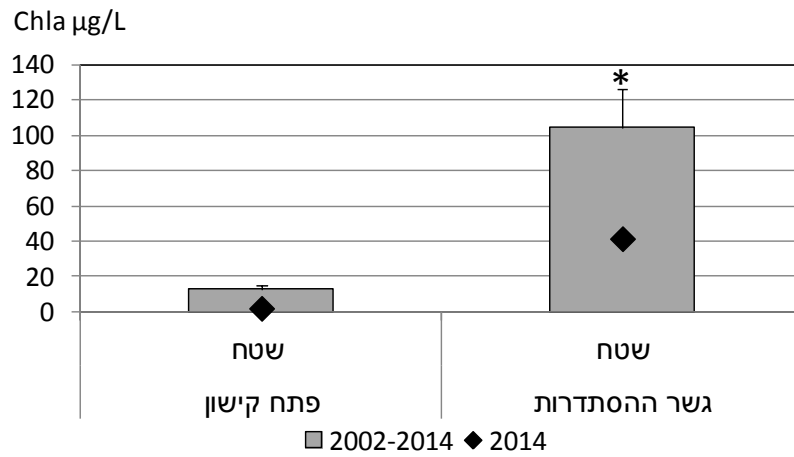
א. בגשר ההסתדרות מספר המינים ואינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) היו נמוכים, ולרוב באופן ניכר, יחסית לפתח הקישון (איורים 24,25). ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות, לפיכך, היו נמוכים באופן מובהק בגשר ההסתדרות יחסית לפתח הקישון (איור 24).

ב. **מספר המינים** – בדיגום סתיו 2014 הייתה עלייה במספר המינים בשתי התחנות ובמיוחד בגשר ההסתדרות (איור 25), והגיע למקסימום יחסית לדיגומים קודמים. בפתח הקישון מספר המינים נמצא בעלייה בשלוש שנים אחרונות.

ג. **אינדקס השונות** - אינדקס השונות בדיגום סתיו 2014 עלה באופן משמעותי יחסית לשנה קודמת ובשתי התחנות הגיע לשיא יחסית לדיגומים קודמים (איור 15). בפתח הקישון היה ערך אינדקס השונות גבוה באופן יוצא דופן, יחסית לשנים קודמות. ערך זה מדגים כי יש להמשיך ולעקוב אחר מספר המינים ומגוונם היוצאים מהקישון אל החוף, בעיקר משום השוני הרב הקיים בין שתי סביבות אלה.



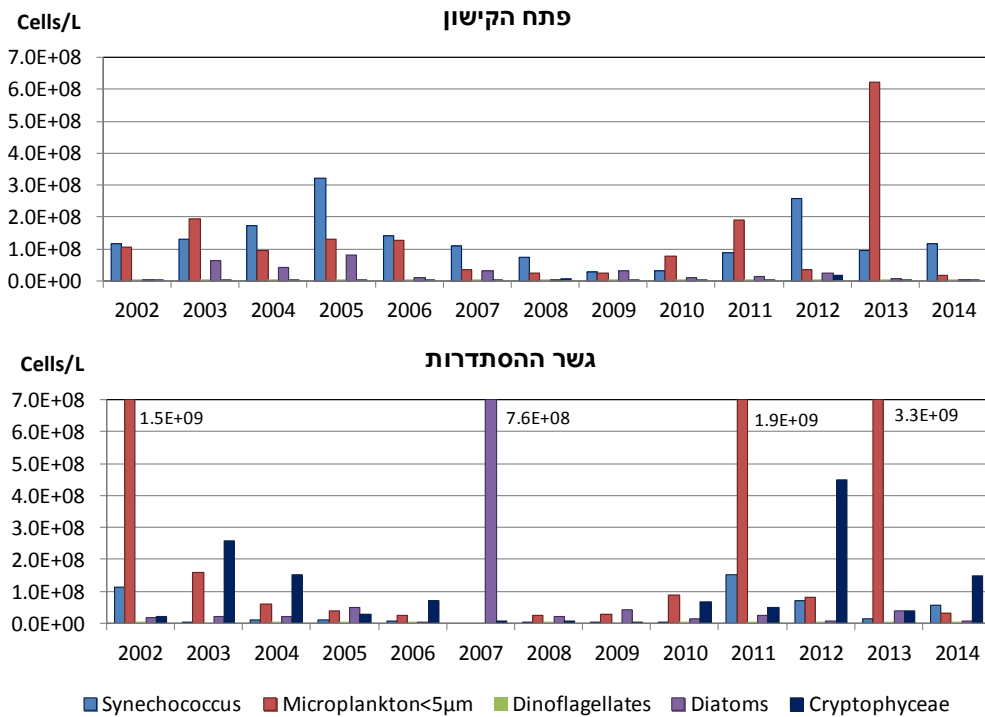
איור 16 : התפלגות ממוצעי הביומסה הכללית של מיקרופיטופלנקטון בדיגומי סתיו 2002-2014 ובדיגום 2014. *עמודה עם כוכבית נבדלת סטטיסטית ($p < 0.05$) ($\pm SE$).



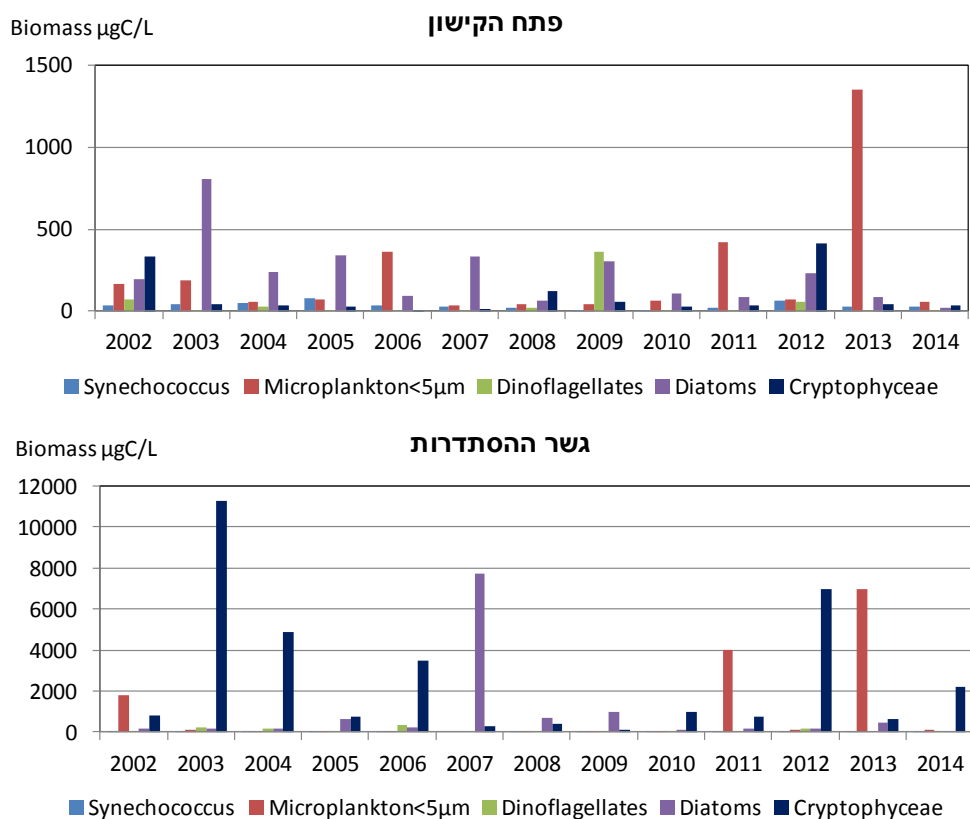
איור 17: התפלגות ריכוז הכלורופיל הממוצע בדיגומי סתיו 2002-2014 ובדיגום 2014. *עמודה עם כוכבית נבדלת סטטיסטית ($p < 0.05$) ($\pm SE$).



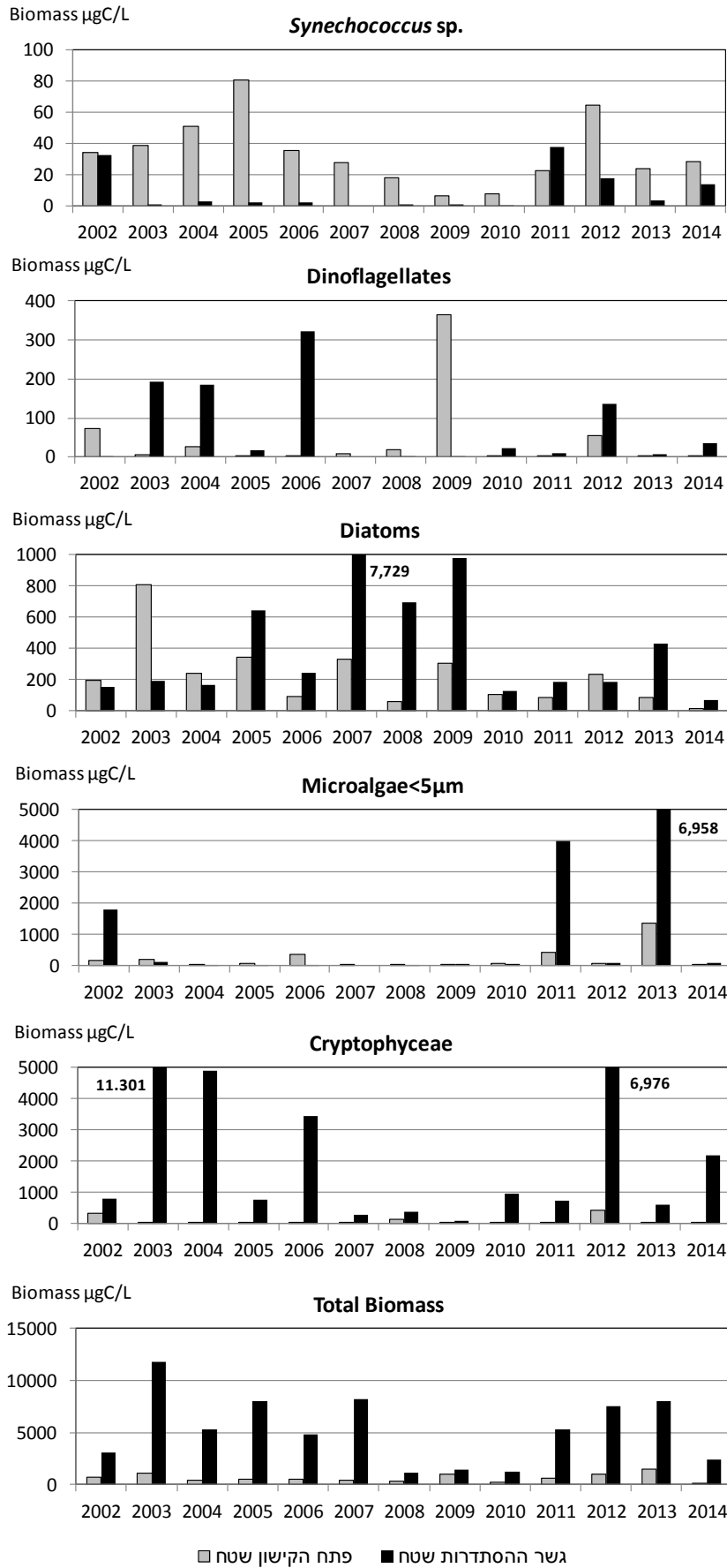
איור 18: התפלגות ממוצע ריכוז תאי מיקרופיטופלנקטון בדיגומי סתיו 2002-2014 ובדיגום 2014.



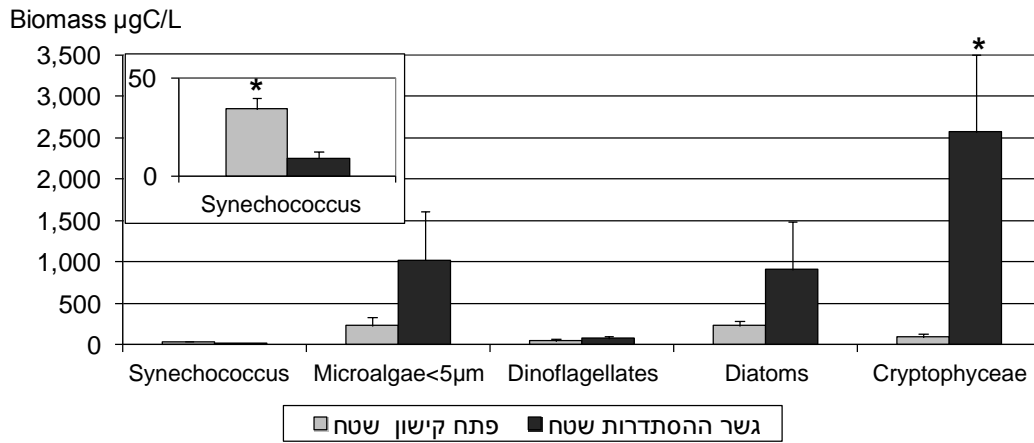
איור 19: התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בפתח הקישון (גרף עליון) וגשר ההסתדרות (גרף תחתון) בדיגומי סתיו 2002-2014.



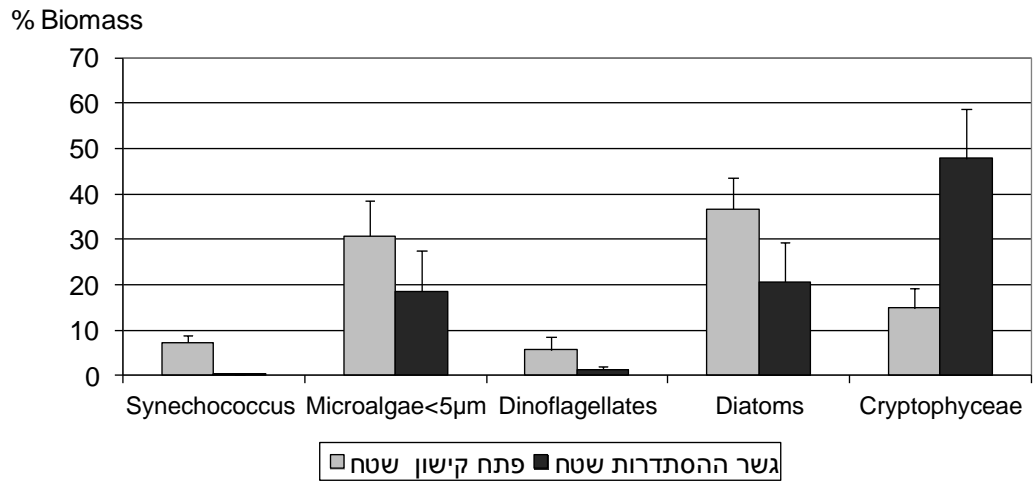
איור 20: התפלגות ביומסת תאי המיקרופלנקטון בפתח הקישון (גרף עליון) וגשר ההסתדרות (גרף תחתון) בדיגומי סתיו 2002-2014.



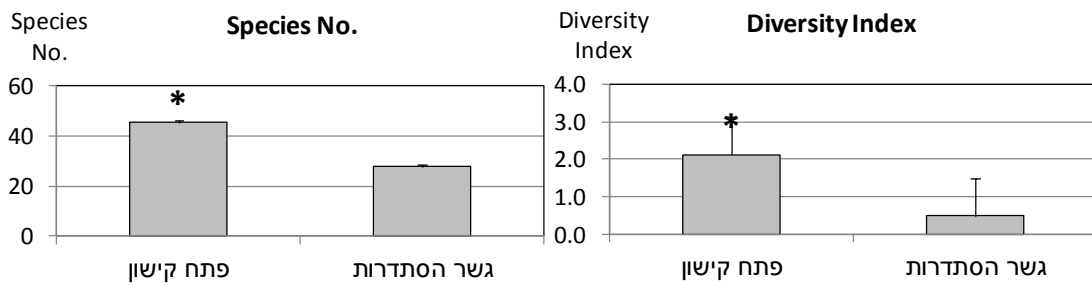
איור 21: התפלגות ביומסת מיקרופיטופלנקטון לפי קבוצות בסתיו 2002-2014.



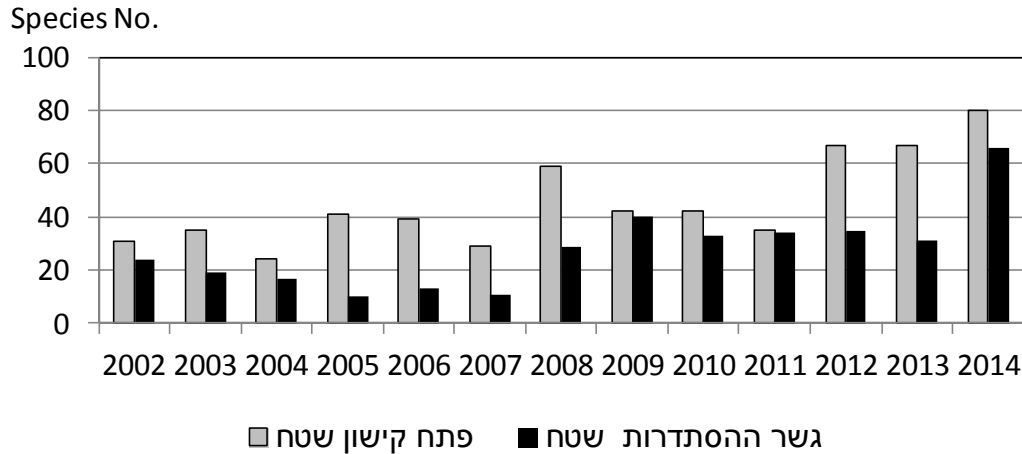
איור 22 : התפלגות ממוצע הביומסה הכללית בדיגומי סתיו 2002-2014.



איור 23 : התפלגות ממוצע הביומסה הכללית באחוזים בדיגומי סתיו 2002-2014.



איור 24 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי סתיו 2002-2014



איור 25 : התפלגות מספר המינים בדיגומי סתיו 2002-2014

5. סיכום דיגומי קיץ וסתיו 2014

1. ב- 2014 הורחבה תוכנית ניטור נחל הקישון המלוח כך שתכלול דיגומי קיץ, והוטמעו שיטות מדידה חדשות כולל שימוש ב flow-cytometer המקנה רזולוציות דיגום גבוהות לאורך הנחל לקבוצות פיקופיטופלנקטון, אנליזות לבחינת יצרנות ראשונית וחיידיקית, וספירות חיידיקים. כמו כן, מתכונת הדיגום הורחבה גיאוגרפית והתווספו דיגומים במעלה הנחל (דיגום סתיו).
2. **ריכוז כלורופיל ונוטריאנטים** גבוה מאד נמצא במי במעלה הנחל בכל מועדי הדיגום עם רמות היפר-איאוטרופית יחסית לקריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים. ריכוז הכלורופיל ירד עם הירידה במורד הנחל, ונמצא הנמוך ביותר בעומק פתח הקישון.
3. **ריכוז התאים והביומסה** היו הגבוהים ביותר במעלה הנחל (בהתאמה לכלורופיל) עם פריחת *Cryptophyceae* (סתיו). כחוליות, בעיקר מסוג *Synechococcus* היו דומיננטיות לאורך כל הנחל מספרית אך לא מבחינת ביומסה.
4. **יצרנות ראשונית וחיידיקית** - נמדדו קצבים גבוהים לאורך הנחל, במיוחד בתחנות המעלה. דיגומים עונתיים, כולל דיגומי חורף, עשויים להיות חשובים משום שכך ניתן לאמוד בצורה ישירה את ההשפעות של כניסת נוטריאנטים משפכים (ובאופן טבעי) על כלל מיני האצות והחיידיקים ולא בעקיפין עם מדידות נוטריאנטים בלבד.
5. **מגוון מינים** - נמדדה עליה במגוון המינים לאורך הנחל, ובמיוחד בפתח הקישון.
6. **פריחות** – לא נדגמו פריחות אצות חריגות בדיגומים.
7. **מינים בעלי פוטנציאל טוקסי** – בדיגום הנוכחי הופיעו מספר מינים רעילים, אולם אלה נמצאו בריכוז נמוך יחסית. יש להמשיך ולעקוב אחר המצאותם של מינים אלה לאורך הנחל, בעיקר במורדו בשל האינטרקציות עם מי החוף.
8. **מספר המינים ואינדקס השונות** - מספר המינים היה הגבוה ביותר בעומק פתח הקישון והוא נמצא בירידה לכיוון מעלה הנחל. אינדקס השונות ירד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל בהתאמה עם העלייה בביומסה הכללית. האינדקס הנמוך ביותר נמצא בעומק גשר ההסתדרות, כפי שנמצא בדיגום סתיו של 2013.

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*-in press.

Herut, B. and Kress, N. (1997). Particulate metals contamination in the Kishon river estuary, Israel. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 706-711

Herut B., Shefer E., Gordon N., Galil B., Lubinevsky H., Tibor G., Tom M., Rilov G., Silverman J. and Rinkevich B. (2014). The National Monitoring Program of Israel's Mediterranean coastal waters – Scientific Report for 2012, IOLR Report H62/2013.

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. *Limnol. Oceanogr.* 28, 389-394.

IOC-SCOR-UNESCO (1994). Manual and Guides 29. Protocols for the Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) core measurements.

Kress, N. and B. Herut (2001) Spatial and seasonal evolution of dissolved oxygen and nutrients in the Southern Levantine Basin (Eastern Mediterranean Sea). Chemical characterization of the water masses and inferences on the high N:P ratio. *Deep Sea Research, Part I*, 48, 2347-2372.

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.

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. *Limnol. Oceanogr.* 12: 411-418.