



**אפיון קבוצות המיקרואצות  
במי נחל הקישון המלוח**

**דו"ח ניטור אביב 2015**

**דו"ח חיא"ל H46/2015**

**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 אביב 2015**

**דו"ח חיא"ל H46/2015**

**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:

**נובמבר 2015**

# אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח דו"ח ניטור אביב 2015

## 1. מטרת 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 באביב (4 במאי) 2015. שבע תחנות נדגמו במעלה זרם הנחל (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*, *Prochlorococcus*, pico-eukaryotes, heterotrophic bacteria) ויצרנות ראשונית וחיידקית בעזרת סמנים 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<sup>plus</sup> 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 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 מיידית 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:

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 אפיפלואורסנטי 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 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.



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

**טבלה 1- מיקום תחנות הדיגום לאורך נחל הקישון המלוח במהלך דיגום אביב 2015**

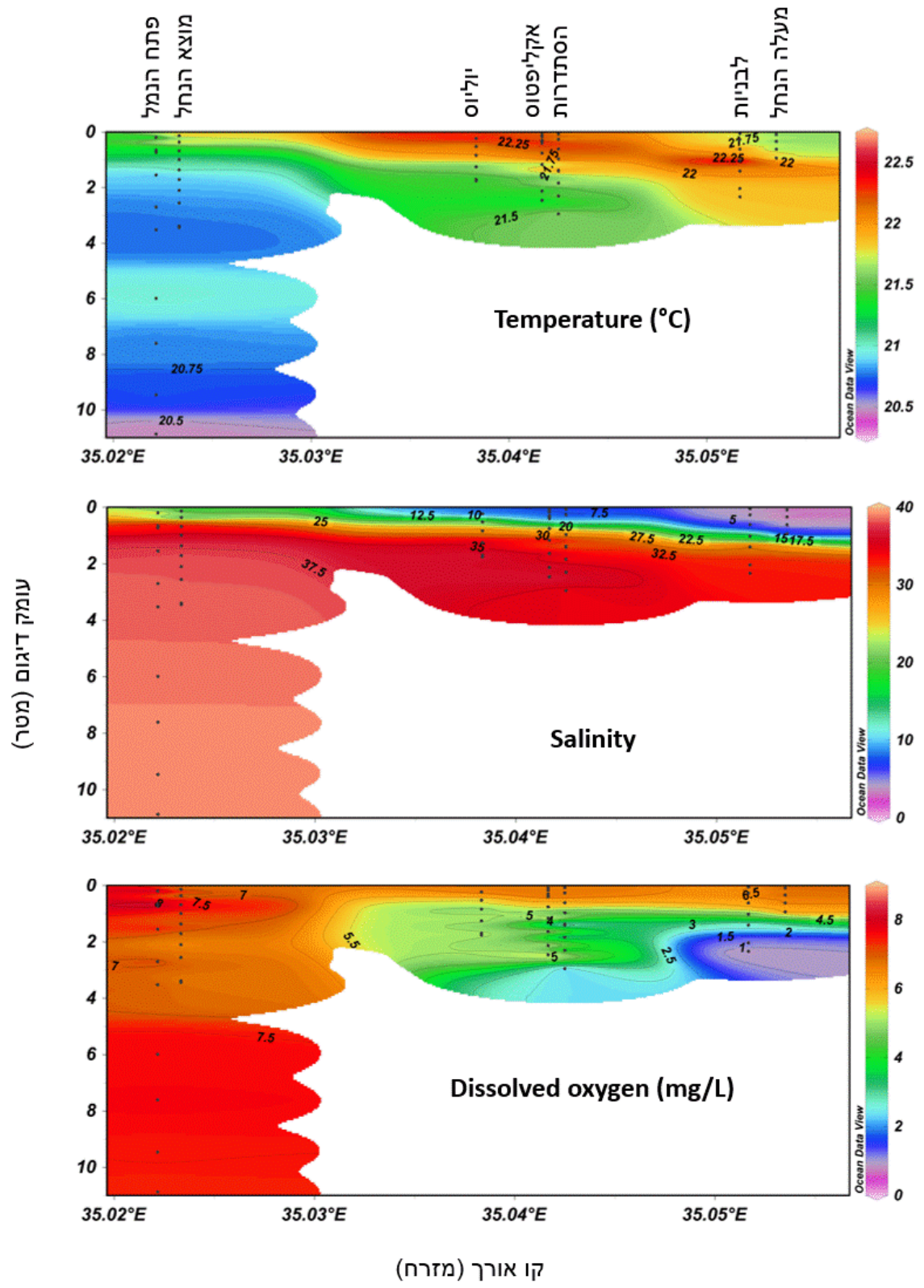
תחנה	קו רוחב (N)	קו אורך (E)
מעלה הנחל (Q1)	32° 47.17'	35° 3.21'
לבניות (Q2)	32° 47.27'	35° 3.10'
גשר ההסתדרות	32° 47.86'	35° 2.84'
אקליפטוס (Q3)	32° 48.50'	35° 2.30'
גשר יוליוס סימון	32° 48.01'	35° 2.01'
מוצא הנחל (Q4)	32° 48.17'	35° 2.40'
פתח נמל הקישון	32° 48.89'	35° 1.57'

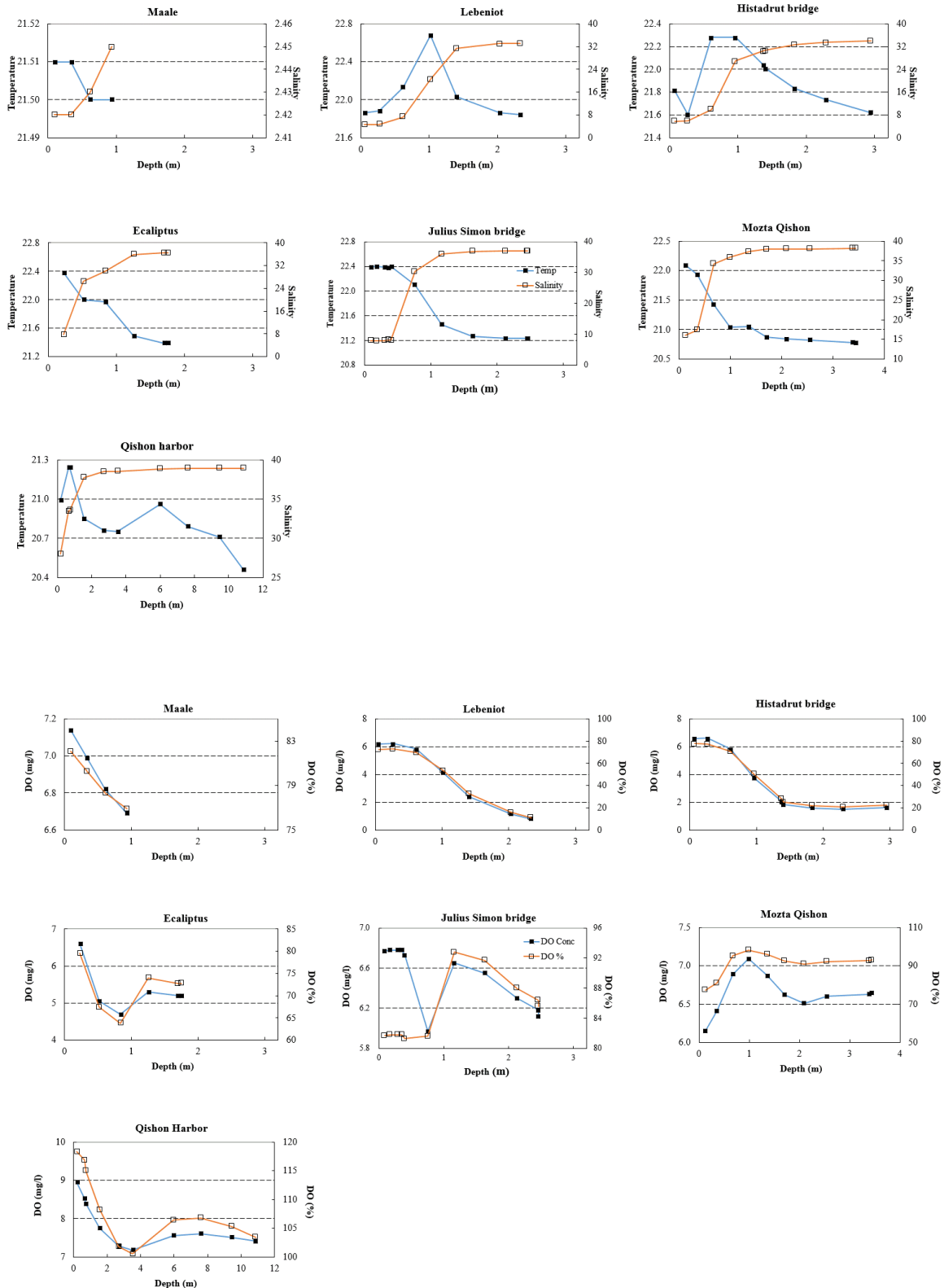
**3. תוצאות**

**3.1. פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים**

פרופיל העומק של הטמפרטורה, המליחות, והחמצן מומס, לאורך נחל הקישון במלוח כפי שנמדדו במאי 2015 לאורך הקישון המלוח מוצגים באיור 2 וטבלה 2. פיזור הטמפרטורה האנכי מראה כי עמודת המים הייתה יחסית אחידה עם הבדל של 1.5 מעלות בין פני השטח לקרקעית. זאת להבדיל מדיגום הקיץ שנערכו ביוני-יולי ואוגוסט 2014 (דו"ח חיא"ל H17/2015) שם נדגם שיכוב משמעותי של עמודת המים עם הבדל של כ-4 מעלות בין פני השטח לקרקעית. עם זאת, בדומה לדיגומים קודמים, שכבת המים העליונים (1 מ') הייתה מלוחה פחות מחלקה התחתון, במיוחד במעלה הנחל (למשל Q1), 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 (איור 2).

מי השטח בתחנות במעלה הנחל היו על-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רווית החמצן ירד עם העליה בעומק המים (איור 2). ערכי החמצן המומס בפני השטח היו למעלה מ-6 מג"ל בכל תחנות הדיגום לאורך הנחל, ערך שאינו מעיד על אנוקסיה ומצביע על מים מאווררים וללא עקות כפי שניתן לעיתים לראות בקישון. בתחנות המעלה הנחל, החל בתחנת "אקליפטוס (Q3), דרך גשר ההסתדרות, לבניות והמעלה (Q1), ריכוז החמצן ירד משמעותית עם הירידה בעומק המים. ירידה זו תלויה מאוד בהתחשב בעומק המים הרדוד התחנות אלה (קטן מ-3 מטר). בעומקים אלה (בעיקר קרוב לפני הקרקעית), ריכוז החמצן אף ירד ל-1 מג"ל, ערך שעל פי הקרטיונים של NOAA מוגדר כעקת חמצן בינונית (טבלה 3). ריכוז החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה חיידקית ובמידה מסוימת ע"י חדירת מי ים. ריכוז החמצן במי השטח מושפע מתהליכי ערבוב בין מי נחל עניים יחסית בחמצן מהמעלה (כולל –הזרמות מהמפעלים) לבין מי ים עשירים יחסית בחמצן, ומתהליכי פריחת אצות. המצב האנוקסי שנמדד במעלה הנחל מצביע על פעילות מטאבולית הטרוטרופית חיידקית ועל אוטרופיקציה של אזורים אילו.





**איור 2:** למעלה- פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, וריכוז חמצן מומס כפי שנמדד במאי 2015 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- חתך עומק של כל תחנת דיגום בנפרד עבור הפרמטרים הנ"ל.

טבלה 2- סיכום פרופיל עומק של הטמפרטורה, מליחות, חמצן מומס וקשיות (pH) כפי שנמדד במאי 2015 לאורך נחל הקישון המלוח.

pH	חמצן מומס (mg/L)	מליחות	טמפרטורה (°C)	עומק דיגום (m)	תחנה
8.104	7.14	2.42	21.51	0.092	מעלה הנחל (Q1)
	6.99	2.42	21.51	0.337	
	6.82	2.43	21.50	0.614	
8.095	6.69	2.45	21.50	0.932	
8.021	6.19	4.55	21.86	0.049	לבניות (Q2)
	6.23	4.67	21.88	0.267	
	5.84	7.22	22.13	0.618	
	4.11	20.45	22.68	1.021	
	2.38	31.48	22.03	1.404	
7.691	1.14	33.02	21.86	2.036	
	0.81	33.13	21.84	2.335	
8.058	6.60	5.75	21.81	0.072	גשר ההסתדרות
	6.61	5.84	21.6	0.266	
	5.83	9.88	22.28	0.611	
	3.75	26.93	22.28	0.962	
	2.04	30.41	22.04	1.376	
	1.82	30.67	22.01	1.402	
	1.59	32.78	21.83	1.835	
7.839	1.49	33.46	21.73	2.298	
	1.61	34.03	21.62	2.948	
7.996	6.60	7.68	22.38	0.231	אקליפטוס (Q3)
	5.05	26.46	22	0.517	
	4.69	30.01	21.97	0.836	
	5.31	35.97	21.49	1.255	
	5.20	36.42	21.39	1.698	
8.074	5.20	36.45	21.39	1.755	
7.966	6.77	7.91	22.39	0.091	גשר יוליוס
	6.78	7.89	22.4	0.173	
	6.78	7.92	22.39	0.297	
	6.78	8.19	22.38	0.355	
	6.73	8.08	22.4	0.398	
	5.97	30.39	22.1	0.757	
	6.65	36	21.46	1.165	
	6.55	36.89	21.27	1.632	
	6.30	36.98	21.23	2.129	
	6.18	36.98	21.23	2.458	
8.141	6.12	36.98	21.23	2.461	
7.958	6.15	16.02	22.09	0.13	מוצא הנחל (Q4)
	6.41	17.35	21.93	0.36	
	6.89	34.22	21.42	0.679	
	7.09	35.88	21.04	0.993	

	6.87	37.34	21.05	1.363	
	6.62	37.92	20.87	1.709	
	6.51	37.99	20.84	2.095	
	6.60	38.03	20.82	2.554	
	6.63	38.16	20.78	3.388	
8.175	6.65	38.18	20.77	3.44	
7.958	6.15	16.02	22.09	0.13	פתח נמל
	6.41	17.35	21.93	0.36	
	6.89	34.22	21.42	0.679	
	7.09	35.88	21.04	0.993	
	6.87	37.34	21.05	1.363	
	6.62	37.92	20.87	1.709	
	6.51	37.99	20.84	2.095	
	6.60	38.03	20.82	2.554	
	6.63	38.16	20.78	3.388	
8.175	6.65	38.18	20.77	3.44	

**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

ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 4. ככלל, ריכוז הנוטריאנטים בפני השטח היה גבוה משמעותי מאלה שנמדדו באותה תחנה בעומק, למעט בתחנת מעלה הנחל (Q1) שם ריכוזי הנוטריינטים לא השתנו, ככל הנראה בגלל הטמפרטורה האחידה לעומק על עמודת המים (טבלה 2), דבר המצביע על ערבול. בדומה לדיגומים קודמים, ריכוזי הנוטריאנטים קטנו בכוון מורד הנחל עם ההתרחקות מההזרמות מהמעלה 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). בכל תחנות הדיגום בתוך הקישון (מעלה הנחל ועד מוצאו) נמצאו ריכוזים גבוהים של ריכוזי החנקן והזרחן במי השטח, 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). כמו כן, ריכוזי הניטריט

(NO<sub>2</sub>) היו גבוהים יחסית (~20 µM) בפני השטח של רוב תחנות הדיגום בנחל, ממצא שיש להמשיך ולנטר גם בדיגומים הבאים.

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

Si(OH) <sub>4</sub>	DOP	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	עומק דיגום	תחנה
245	BDL	18.198	25.76	22.20	845.45	פני שטח	מעלה הנחל
168.27	0.372	17.1	25.92	22.49	864.41	קרקעית	
157.36	1.956	16.272	32.47	19.57	930.33	פני שטח	לבניות
55.62	0.386	9.345	92.16	8.91	124.85	קרקעית	
177.19	0.994	16.158	30.07	20.04	825.44	פני שטח	הסתדרות
41.37	0.077	7.157	94.19	3.88	88.89	קרקעית	
202.08	BDL	16.777	41.44	24.78	734.77	פני שטח	אקליפטוס
36.99	BDL	6.076	44.12	4.65	87.12	קרקעית	
146.47	1.527	13.95	45.95	21.72	581.64	פני שטח	יוליוס
25	0.169	3.313	14.23	2.56	68.39	קרקעית	
144.44	BDL	8.949	25.73	8.58	468.32	פני שטח	מוצא הנחל
24.92	BDL	2.171	8.46	1.80	73.02	קרקעית	
58.64	BDL	3.663	12.40	4.82	228.83	פני שטח	פתח נמל
2.59	0.046	0.072	1.07	0.13	4.42	קרקעית	

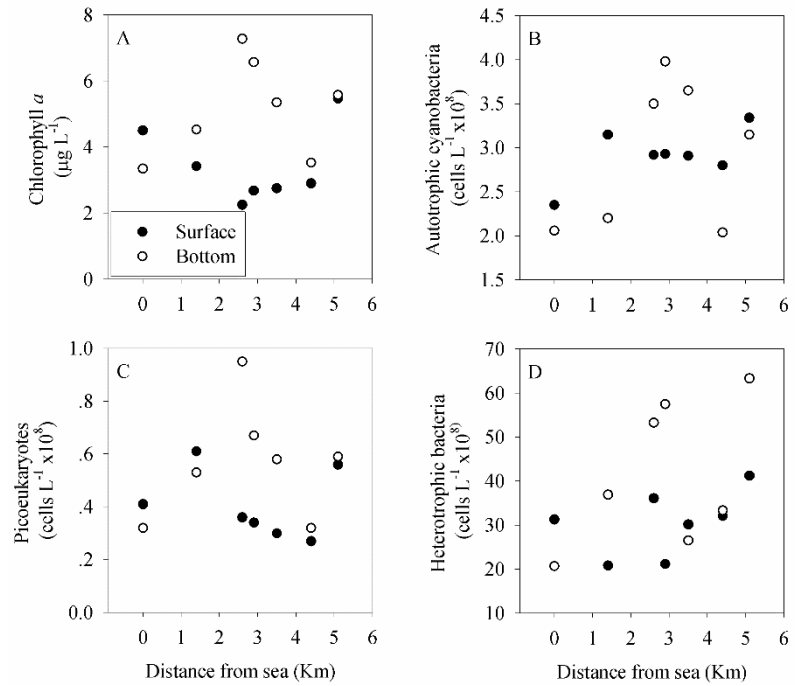
### 3.2 פרמטרים ביולוגים בעמודת המים

ערכי כלורופיל  $a$  בדיגומי אביב 2015 (2.25 - 7.28 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) וממי החוף (Raveh et al., 2015), וזאת הודות לריכוז הנוטריאנטים הגבוהה יחסית שנמדד לאורך הנחל בתחנות הדיגום השונות, ובמיוחד זה של ניטראט וזרחן (טבלה 4). אולם, ריכוזים אלה היו נמוכים משמעותית מאלה שנדגמו במהלך קיץ-סתיו 2014 ואביב 2014 (דו"חות חי"ל H17/2015 ו-H39/2015 בהתאמה). כמו כן, בשונה מדיגומים אחרונים, לא נמצא מדרג (גרדיאנט) מובהק בריכוז הכלורופיל לאורך תחנות הדיגום, למעט בפני השטח בתחנת מעלה הנחל (Q1) בו נמצא ריכוז הכלורופיל הגבוהה ביותר בעומק זה- ככל הנראה בגלל הקרבה של מים אלה לשפכי תעשייה. בהתאמה, לא נדגם מדרג בשכיחות ציאנובקטריות או -תאים פיקו-אאוקריוטים (אצות פלנקטוניות קטנות בעלות גרעין) לאורך הנחל. הסבר אפשרי לכך שבניגוד לדיגומים קודמים לא נמצא מדרג בשכיחות מיקרואורגניזמים אלה, הנו ערבול יעיל של המים בנחל, כפי שגם ניתן לראות מגרף הטמפרטורה (איור 2).

לעומת המיקרואורגניזמים האוטוטרופים (יצרנים ראשוניים, ציאנובקטריה ופיקו-פיטופלנקטון), שכיחות החיידקים הטרוטרופים עלתה במעלה הנחל, עם מספר תאים גבוה ככל שעולים שמתקרבים לשפכי המפעלים ("לבניות", "גשר ההסתדרות", איור 3). יש לציין שבדיקה זו מראה את ריכוז החיידקים במי הדגימה ואינה מרמזת על זהות החיידק, באם הוא פתוגני או לא וכד'. המצאות חיידקים פתוגניים אינה חלק ממטרות מחקר זה לפי שעה.

**טבלה 5- ריכוז כלורופיל ושכיחות ציאנובקטריות, פיקו-אאוקריוטים וחיידקים הטרוטרופים במעלה נחל הקישון במאי 2014.**

Chlorophyll $a$ ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Heterotrophic bacteria (cells $\text{L}^{-1} \times 10^8$ )	Pico- eukaryotes (cells $\text{L}^{-1} \times 10^8$ )	Autotrophic cyanobacteria (cells $\text{L}^{-1} \times 10^8$ )	עומק דיגום	תחנה
5.47	41.23	0.56	3.34	פני שטח	מעלה הנחל
5.58	63.35	0.59	3.15	קרקעית	
2.90	32.10	0.27	2.80	פני שטח	לבניות
3.53	33.34	0.32	2.04	קרקעית	
2.75	30.20	0.30	2.91	פני שטח	הסתדרות
5.35	26.53	0.58	3.65	קרקעית	
2.68	21.18	0.34	2.93	פני שטח	אקליפטוס
6.57	57.49	0.67	3.98	קרקעית	
2.25	36.12	0.36	2.92	פני שטח	יוליוס
7.28	53.28	0.95	3.50	קרקעית	
3.42	20.85	0.61	3.15	פני שטח	מוצא הנחל
4.53	36.94	0.53	2.20	קרקעית	
4.50	31.31	0.41	2.35	פני שטח	פתח נמל
3.35	20.70	0.32	2.06	קרקעית	



**איור 3-** שכחות כלורופיל (A), ציאנובקטריה (B), פיקו-אאוקריוטים (C) וחיידקים הטרוטרופים (D) לאורך נחל הקישון המלוח במאי 2015 במי השטח (נקי שחורות) וסמוך לקרקעית (נקי לבנות). המספרים הגולמיים לפיהם נוצר הגרף מוצגים בטבלה 5.

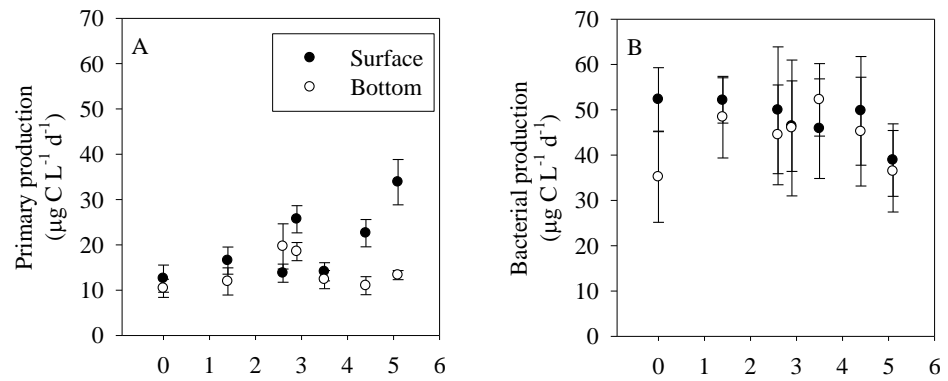
ערכי היצרנות הראשונית (היממתית) היו נמוכים בהשוואה לדיגום הסתיו 2014 (דו"ח חיא"ל H17/2015), ולא הציגו דפוס מרחבי ברור- בדומה לערכי הכלורופיל. ככלל, ערכי היצרנות הראשונית היו גבוהים מערכי הרקע של חוף הים התיכון הנמדדים דרך קבע על ידי חיא"ל כחלק מתוכנית הניטור הלאומית (Herut et al., 2014) וממי החוף (Raveh et al., 2015). באופן לא מפתיע, ערכים גבוהים יותר נמדדו במי השטח המוארים (12.54- 33.83 מיקרוגרם פחמן לליטר ליום) ונמוכים יותר סמוך לקרקעית (10.40- 19.65 מיקרוגרם פחמן לליטר ליום) (טבלה 6). 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  $300 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ). לפי שעה, אין באפשרותנו לאמוד את היצרנות הראשונית השנתית, בעיקר משום שזהו הניסיון השני למדוד קצבי פוטוסינתזה בנחל וחסרות מדידות עונתיות רבות (למשל חורף, קיץ) וכן לא ידוע באם קיימת דינמיקה רב שנתית. אולם, מדד זה יוכל בעתיד להביא תועלת רבה להערכת איכות המים בנחל הקישון משום שהוא מודד את ההשלכות הישירות של ההעשרה בנוטריאנטים על בסיס שרשרת המזון, 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 ואביב של היצרנות הראשונית (הנתונים נלקחו מדו"ח הניטור האחרון קיץ-סתו 2014 ודו"ח זה) מראים כ-  $40-60 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  בתחנות במעלה הנחל ו-  $7-15 \text{ gC m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  במורדו, דבר המצביע על איכות מים טובה. אולם, אנו ממליצים להמשיך את הדיגומים

הללו לאורך הנחל ולהוסיף דיגומי חורף שם צפויים קצבים משמעותיים הרבה יותר, דבר שעלול להוביל לשינוי משמעותי לחישוב הני"ל.

עיקר הפעילות המטאבולית בתחנות המדידה בכל הדיגומים היתה הטרוטרופית ונעשתה על ידי חיידקים. למעשה, ערכי היצרנות החיידקית היו גבוהים פי 2 לערך מאשר היצרנות הראשונית (35.17-52.29 מיקרוגרם פחמן לליטר ביום, טבלה 6 ואיור 4), דבר המלמד על חשיבותם של חיידקים לאקולוגיה, צריכה ומחזור נוטריאנטים בנחל הקישון. פעילות זו, נמצאה בהתאמה למספר החיידקים הגבוה שנמדד לאורך הנחל, ובמיוחד במעלה הזרם (איור 4). 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).

**טבלה 6-** קצב היצרנות הראשונית (Primary production) והחיידקית (Bacterial production) הימתית בנחל הקישון המלוח במאי 2014.

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
33.83	38.89	פני שטח	מעלה הנחל
13.32	36.43	קרקעית	
22.58	49.77	פני שטח	לבניות
10.99	45.18	קרקעית	
14.06	45.83	פני שטח	הסתדרות
12.33	52.20	קרקעית	
25.65	46.39	פני שטח	אקליפטוס
18.52	45.99	קרקעית	
13.74	49.90	פני שטח	יוליוס
19.65	44.47	קרקעית	
16.52	52.06	פני שטח	מוצא הנחל
11.92	48.37	קרקעית	
12.54	52.29	פני שטח	פתח נמל
10.40	35.17	קרקעית	



**איור 4-** ערכי יצרנות ראשונית (A) וחיידקית (B) כפי שנמדדו לאורך נחל הקישון המלוח באוגוסט 2014 במי השטח (שחור) וסמוך לקרקעית (לבן).

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 (2002-2013) חשיבות רבה בהערכת טיב המים בנחל.

#### ריכוז התאים

דיגום זה התאפיין בריכוז נמוך של תאי פיטופלנקטון יחסית לשנים קודמות, בשתי התחנות (איור 5). בגשר ההסתדרות נראה ריכוז גבוה של בקטריות הטרוטרופיות וחומר אורגני מפורק וריכוז נמוך יחסית של תאים פוטוסינתטיים (איור 6). בפתח הקישון ריכוז תאי הפיטופלנקטון ( $1.6 \times 10^8$  תאים בליטר) היה גבוה פי ארבע יחסית לגשר ההסתדרות. קבוצת המיקרואצות הקטנות מ-  $5 \mu\text{m}$  הייתה דומיננטית מספרית בשתי התחנות, והיוותה 61% מריכוז התאים הכללי בפתח הקישון ו- 80% מריכוז התאים בגשר ההסתדרות (איור 7). הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. היוו בפתח הקישון 24% מריכוז התאים ואילו הצורניות היוו 14% בלבד.

#### הביומסה וריכוז הכלורופיל

ריכוז הכלורופיל והביומסה בגשר ההסתדרות היו נמוכים מאד יחסית לשנה קודמת (איור 8) ואף יחסית לשנים קודמות (איור 9) ויחסית לערכים בפתח הקישון. ריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות ובפתח הקישון היו בתחום ערכים המוגדרים כרמה איאוטרופית נמוכה. ערכי הביומסה והכלורופיל הנמוכים יחסית בגשר ההסתדרות נבעו ככל הנראה מהתמוטטות של אוכלוסיית פיטופלנקטון שהביאה לפריחה גדולה של חיידקים הטרוטרופים שניזונה ממצע חומר אורגני רב שריחף בגוף המים. אוכלוסיית הפיטופלנקטון בתחנת גשר ההסתדרות הייתה מורכבת בעיקרה ממיקרואצות קטנות מ-  $5 \mu\text{m}$  (איור 10). מיקרואצות אלה היוו כ- 70% מהביומסה הכללית בתחנה זו (איור 11). בפתח הקישון הביומסה וריכוז הכלורופיל היו דומים לשנה קודמת (איור 8) ואצות צורניות היו דומיננטיות בביומסה. הן היוו כ- 50% מהביומסה הכללית בתחנה זו והמיקרואצות הקטנות מ-  $5 \mu\text{m}$  היוו כ- 30% מהביומסה הכללית בתחנה זו.

## הרכב מיני המיקרופלנקטון

מגוון המינים בפתח הקישון היה גבוה יחסית לגשר ההסתדרות, כפי שנמצא בדיגומים קודמים (איור 12). מגוון המינים הכללי בפתח הקישון ירד יחסית לשנה קודמת ונשאר ללא שינוי בגשר ההסתדרות. **צורניות** - בפתח הקישון מגוון מיני הצורניות היה גדול יחסית לגשר ההסתדרות (איור 12). חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר, בדומה לדיגומים קודמים, והן היוו 46% מסך כל המינים בשתי התחנות. בפתח הקישון, בשונה מגשר ההסתדרות, הופיעו יותר אצות צורניות המאפיינות מי ים, כפי שנמצא בדיגומים קודמים (טבלה 7). **דינופלגלטים** - בפתח הקישון הופיע מגוון גדול יחסית של מיני דינופלגלטים, שהם ברובם מינים ימיים, ואילו בגשר ההסתדרות לא נצפו בדיגום זה דינופלגלטים. **בקטריות כחוליות ואצות ירוקיות** - בגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של מיני בקטריות כחוליות ואצות ירוקיות, המאפיינות מים במליחות נמוכה יותר.

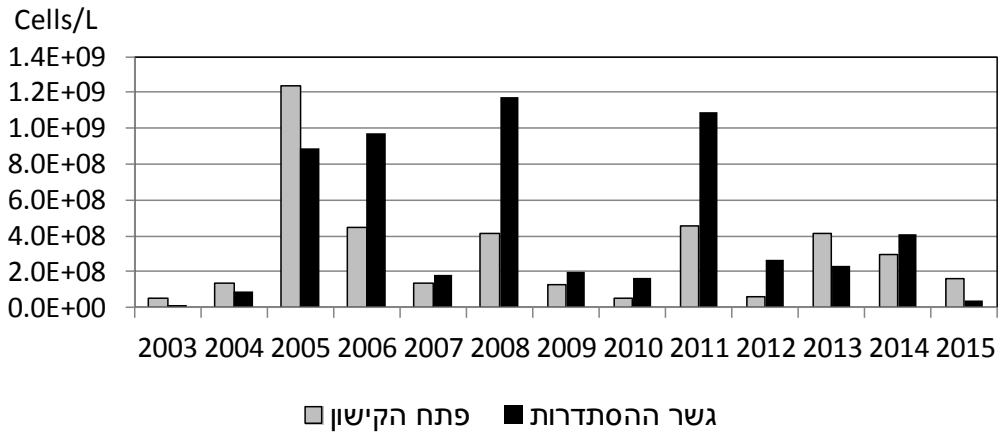
**אינדקס השונות** המתחשב גם בביומסה, נמצא באופן יוצא דופן דומה בשתי התחנות, בשונה ממרבית שנים קודמות בו הוא היה גבוה יותר בפתח הקישון. אינדקס השונות בגשר ההסתדרות עלה השנה יחסית לשנים קודמות בעיקר משום הירידה בביומסת המיקרואצות בתחנה זו. (ביומסת חיידקים הטרוטרופים לא הוכנסה לחישוב אינדקס השונות משום שהם לא נספרים במסגרת זו). בפתח הקישון נמצאה ירידה קטנה באינדקס השונות יחסית לשנה קודמת והיא נבעה מהירידה במגוון המינים.

## הרכב מיני המיקרופלנקטון

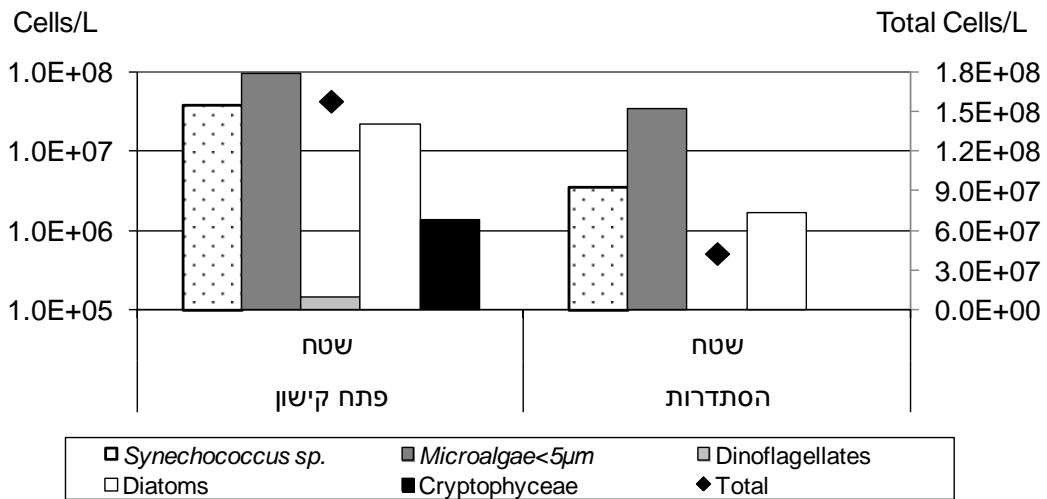
**בפתח הקישון** ביומסת האצות הצורניות הייתה הגדולה ביותר (איור 10), והמינים *Thalassiosira pseudonana* ו-*Skeletonema costatum* היוו את מרבית הביומסה הזו (טבלה 7), כשהם מהווים כל אחד 45% מהביומסה הכללית. מבין הדינופלגלטים פרח המין *Prorocentrum triestinum* המאפיין את פתח הקישון גם בדיגומים אחרים. הוא היווה 75% מביומסת הדינופלגלטים. מין נוסף שהופיע בריכוז גבוה יחסית לדיגומים קודמים היה *Polykrikos kofoidii*, דינופלגלט הטרוטרופי גדול. **בגשר ההסתדרות** המיקרואצות הקטנות מ-  $5\mu\text{m}$  היוו את עיקר הביומסה ומבין המינים האחרים הייתה שכיחה צורנית קטנה מהמין *Cyclotella* sp. המאפיינת מים פחות מליחים. היא הוותה 77% מביומסת הצורניות בתחנה זו. כמו כן היה שכיח מין קטן נוסף *Selenastrum* sp. מהאצות הירוקיות שהיווה 15% מהביומסה הכללית בתחנה זו.

## מינים בעלי פוטנציאל טוקסי

בדיגום זה הופיע בפתח הקישון בריכוז בינוני המין *Alexandrium* sp. שחלק מהמינים מסוג זה ידועים כבעלי פוטנציאל טוקסי. דינופלגלט נוסף מהמין *Dinophysis caudata* הופיע בריכוז נמוך מאד. מקבוצת ה- Raphidophyceae הופיע בריכוז נמוך המין *Heterosigma* cf. *akashii* שהופיע בעבר גם בריכוזים גבוהים.

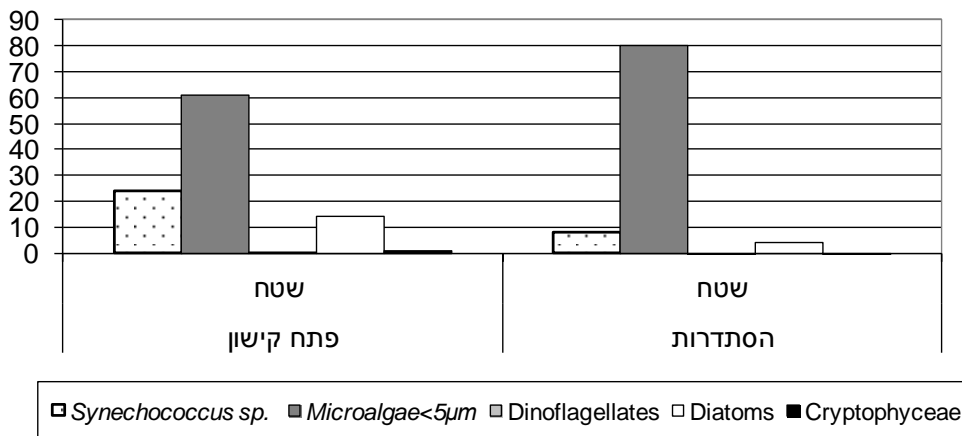


איור 5: התפלגות ריכוז התאים הכללי בדיגומי אביב 2003-2015

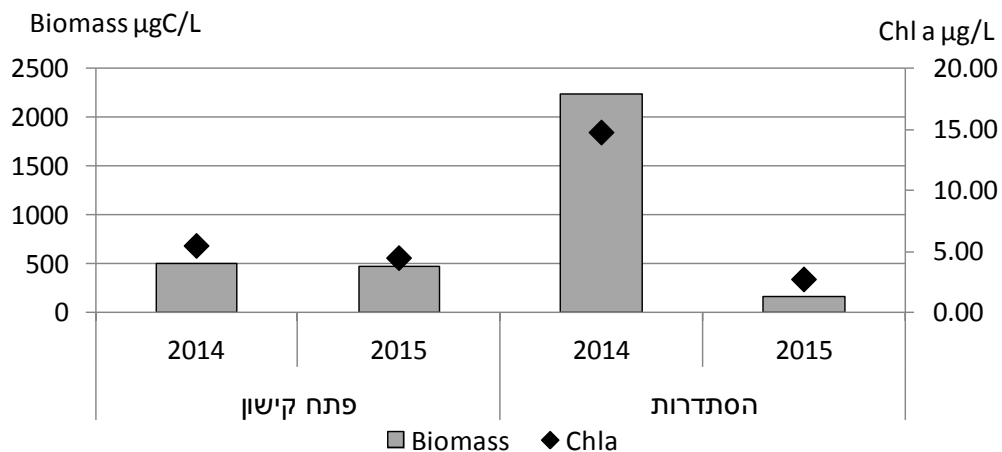


איור 6: התפלגות ריכוז התאים הכללי וריכוז קבוצות המיקרופלנקטון השונות – מאי 2015

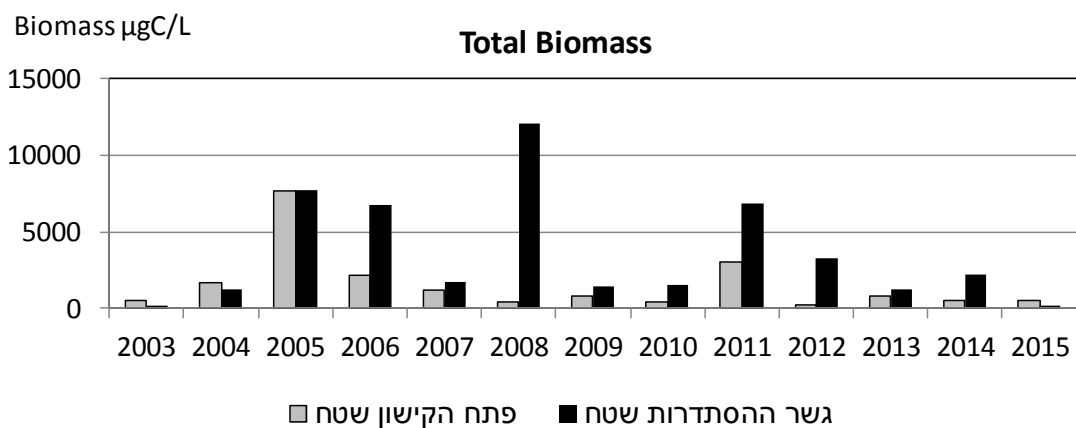
Cells (%)



איור 7: התפלגות ריכוז התאים באחוזים בדיגום מאי 2015

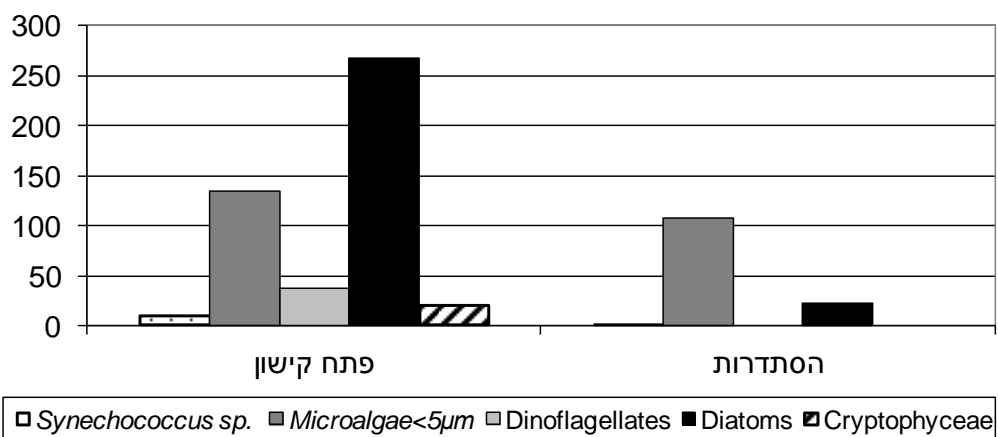


איור 8: התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בדיגומי אביב 2014-2015



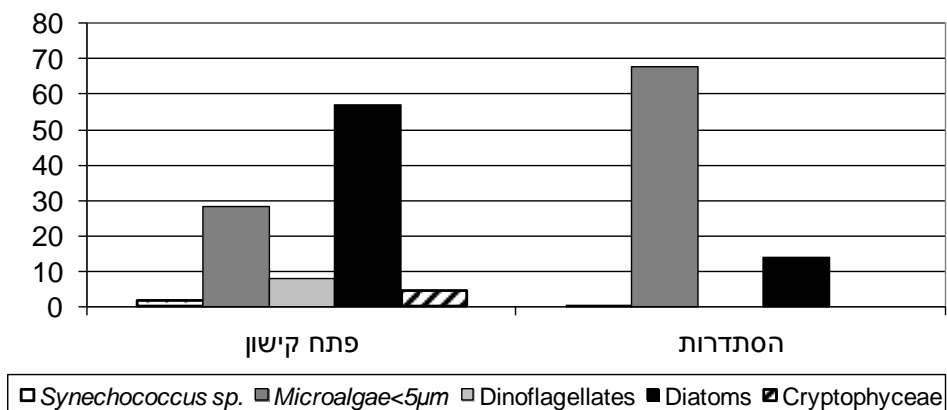
איור 9: התפלגות הביומסה בדיגומי אביב 2003-2015

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

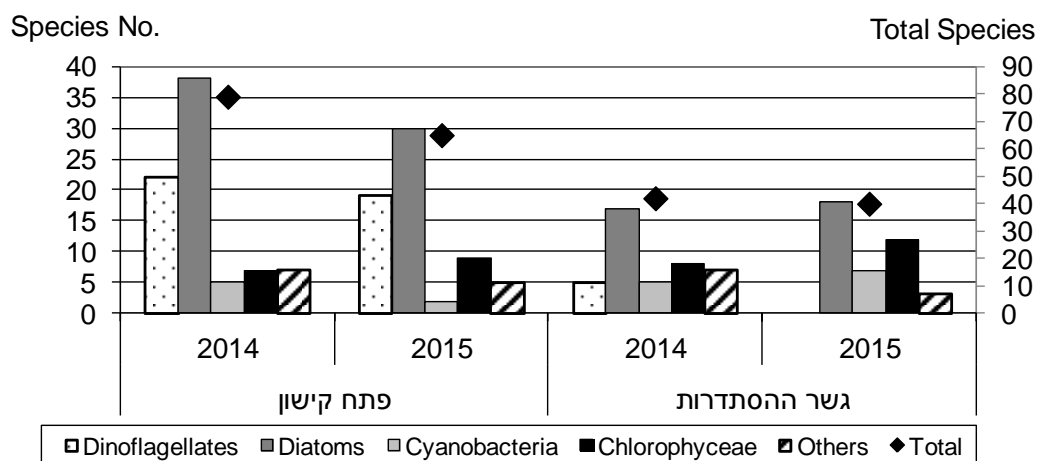


איור 10: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בדיגום מאי 2015

Biomass (%)



איור 11: התפלגות ביומסת הקבוצות השונות באחוזים דיגום מאי 2015



איור 12: התפלגות מספר המינים הכללי ולפי קבוצות בדיגומי אביב 2014-2015

טבלה 7: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון בדגימות הקישון – אביב 2015

	פתח קישון שסח	גשר ההסתרת שסח		פתח קישון שסח	גשר ההסתרת שסח
<b>Dinoflagellates</b>			<b>Diatoms (cont.)</b>		
<i>Alexandrium</i> spp.	323		<i>Proboscia alata</i>	187	
<i>Dinophysis caudata</i>	3		<i>Pseudonitzschia</i> spp.	4.9E+04	720
<i>Gonyaulax spinifera</i>	3		<i>Rhizosolenia imbricata</i>	27	
<i>Gymnodinium elongatum</i>	7		<i>Rhizosolenia setigera</i>	10	
<i>Gymnodinium</i> sp. (291A)	29		<i>Skeletonema costatum</i>	7.0E+06	
<i>Gymnodinium</i> spp.	3		<i>Thalassionema</i> sp.		40
<i>Polykrikos kofoidii</i>	157		<i>Thalassiosira pseudonana</i>	1.4E+07	
<i>Prorocentrum gracile</i>	29		<i>Thalassiosira</i> spp.	2.4E+05	9800
<i>Prorocentrum micans</i>	88				
<i>Prorocentrum minimum</i>	7		<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Prorocentrum triestinum</i>	1.1E+05		<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	171	
<i>Protoperdinium solidicorne</i>	3		<i>Closterium</i> sp. (1175)		27
<i>Protoperdinium</i> sp. (465k)	3		<i>Coelastrum microporum</i>		133
<i>Protoperdinium</i> sp. (571k)	143		<i>Crucigenia quadrata</i>	229	
<i>Protoperdinium</i> spp.	286		<i>Crucigeniella rectangularis</i>		960
<i>Scripsiella</i> spp.	6371		Flagellate sp. (261K)		1360
<i>Scripsiella spinifera</i>	3		Flagellate sp. (649k)	4286	
<i>Thecadinium</i> sp.	3		<i>Gloeoecystis</i> sp. 620k	114	
Unidentified<15µm	2.4E+04		<i>Oocystis borgei</i>	20	7360
			<i>Oocystis</i> sp.		4240
<b>Diatoms</b>			<i>Pediastrum duplex</i>		400
<i>Achnanthes</i> spp.	114	40	<i>Pediastrum simplex</i>	20	
<i>Amphora</i> sp. (1998)		240	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2114	15800
<i>Amphora</i> spp.	57	80	<i>Scenedesmus intermedius</i>		800
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		2920	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	27	2400
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	620		<i>Scenedesmus</i> sp.		1160
<i>Biddulphia rhombus</i>	3		<i>Selenastrum</i> sp.	86	7.2E+05
<i>Cerataulina pelagica</i>	330				
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1437		<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Chaetoceros</i> sp. (467A)	1143		<i>Chroococcus</i> sp.		120
<i>Chaetoceros</i> sp. (8u)	1.2E+06		<i>Microcystis aeruginosa</i>		5400
<i>Chaetoceros</i> spp.	1513		<i>Leptolyngbya</i> sp.	20	
<i>Coscinodiscus</i> spp.	87		<i>Oscillatoria</i> sp. (914)		2000
<i>Cyclotella</i> sp. (5u)		1.6E+06	<i>Oscillatoria</i> sp. (613k)		1233
<i>Cyclotella</i> spp.		1640	<i>Synechococcus</i> sp.	3.8E+07	3.5E+06
<i>Cylindrotheca closterium</i>	114		<i>Synechococcus</i> sp. (2)		2.6E+06
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	429		<i>Trichodesmium</i> sp.		6640
<i>Entomoneis paludosa</i>	347	1880			
<i>Eucampia cornuta</i>	343		<b>Cryptophyceae</b>		
<i>Guinardia striata</i>	47		Cryptomonads	1.4E+06	
<i>Lauderia annulata</i>	327				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1657		<b>Euglenoidea</b>		13
<i>Leptocylindrus minimus</i>	2.7E+04	3.6E+04	<i>Eutreptia</i> sp.	1457	
<i>Melosira moniliformis</i>	73		<i>Phacus acuminatus</i>		7
<i>Meuniera membranacea</i>	240				
<i>Navicula</i> sp. (1949)	286	160	<b>Raphidophyceae</b>		
<i>Navicula</i> sp. (559k)		40	<i>Hetrosigma</i> cf. <i>akashiwo</i>	2971	
<i>Navicula</i> sp. (588k)	57	760			
<i>Navicula</i> spp.	314	800	<b>Ciliates</b>		
<i>Nitzschia lorenziana</i>		7	<i>Mesodinium rubrum</i>	429	
<i>Nitzschia</i> spp.		120	<b>Microalgae&lt;5µm</b>	9.7E+07	3.4E+07
<i>Pleurasigma</i> spp.		13	<b>Total Cells/L</b>	1.4E+06	1.7E+06

## השוואה רב-שנתית – תחנות פתח הקישון וההסתדרות- דיגומי אביב 2003-2015

### ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל:

בגשר ההסתדרות ממוצע ריכוז התאים, הביומסה וריכוז הכלורופיל במי השטח לאורך השנים היה גדול יחסית לפתח הקישון (איורים 13-15). הבדלים אלה לא נמצאו מובהקים סטטיסטית משום התנודתיות בערכים אלה לאורך השנים. בדיגום אביב 2015 ערכי ריכוז התאים, הביומסה והכלורופיל היו נמוכים יחסית לממוצע הרב שנתי, והיו באופן יוצא דופן גבוהים יותר בפתח הקישון, יחסית לגשר ההסתדרות.

### קבוצות המיקרופלנקטון השונות:

**א. בקטריות כחוליות** מהמין *Synechococcus sp.*, השכיחות לאורך החוף, היו נפוצות בעיקר בפתח הקישון והופיעו בריכוז נמוך בגשר ההסתדרות (איור 16). ממוצע הביומסה שלהן בפתח הקישון היה גבוה באופן מובהק יחסית לגשר ההסתדרות (איורים 17,18). מאידך, בפתח הקישון נראתה ירידה בביומסה שלהן בשנתיים האחרונות.

**ב. מיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון** היו דומיננטיות מספרית בחלק גדול מהדיגומים בשתי התחנות (איור 12). הביומסה שלהן הייתה בדרך כלל גבוהה יותר בגשר ההסתדרות (איורים 17-18). בשנים האחרונות נראתה עלייה בביומסה שלהן בשתי התחנות.

**ג. אצות צורניות** היו דומיננטיות בשתי התחנות בחלק ניכר מהדיגומים, והופיעו בפריחות (איור 16). ממוצע הביומסה שלהן מכל הדיגומים היה גבוה יותר בגשר ההסתדרות (איורים 17-18). בשתי התחנות היוו האצות הצורניות 55% מהביומסה הכללית בממוצע כל הדיגומים. ניכרת ירידה בביומסה שלהן ב-3-4 שנים אחרונות בשתי התחנות (איור 17).

**ד. אצות מקבוצת ה – Cryptophyceae** היו שכיחות יחסית בתחנת גשר ההסתדרות והופיעו בה בפריחות (איורים 16,17). פלגלטים מקבוצה זו היוו בממוצע כ-16% מהביומסה הכללית בגשר ההסתדרות בשנים 2003-2015. בגשר ההסתדרות ממוצע הביומסה שלהן היה גבוה באופן מובהק יחסית לפתח הקישון (איור 19). בדיגום 2015 ביומסת קבוצה זו הייתה נמוכה מאד בשתי התחנות (איור 18).

**ה. דינופלגלטים – בפתח הקישון** היוו מרכיב חשוב יותר בביומסה (איור 18). הביומסה שלהם בפתח הקישון הייתה בדרך כלל גבוהה יחסית לגשר ההסתדרות, וממוצע הביומסה מכל השנים היה גבוה באופן מובהק יחסית לגשר ההסתדרות (איור 19). מגוון המינים בתחנה זו היה גבוה יחסית לגשר ההסתדרות, והופיעו בה מינים רבים המאפיינים מי ים. **בגשר ההסתדרות** הופיע מגוון קטן מאד של דינופלגלטים, ובעיקר כאלה הסבילים למליחות נמוכה. בדיגום 2015 לא הופיעו כלל דינופלגלטים בתחנה זו.

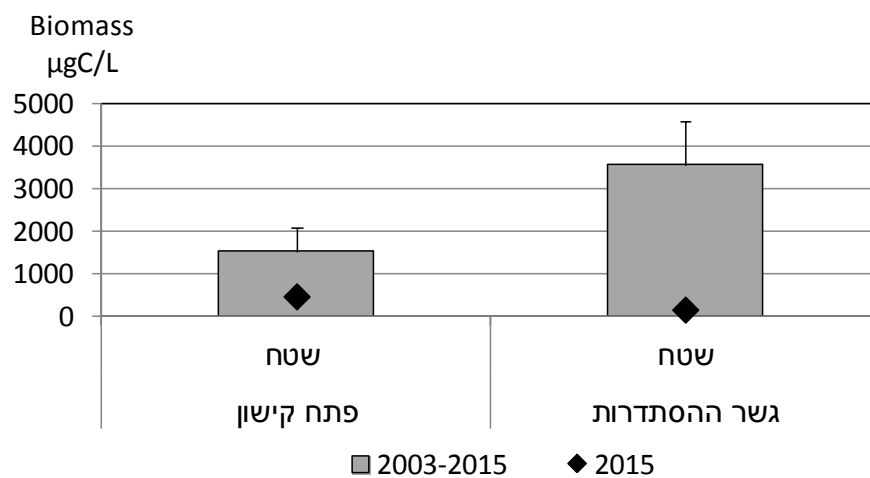
### מגוון המינים:

בגשר ההסתדרות מספר המינים ואינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) היו בדרך כלל נמוכים, ולרוב באופן ניכר, יחסית לפתח הקישון (איור 20).

**א. מספר המינים - בגשר ההסתדרות** מספר המינים דומה בשלוש שנים אחרונות (איור 20). **בפתח הקישון** מספר המינים ירד יחסית לשנה קודמת אולם היה דומה לשנים 2012-2013. בתחנה זו ממוצע מספר המינים מכל השנים גבוה באופן מובהק יחסית לגשר ההסתדרות (איור 21) וניכרת בה מגמה כללית של עלייה במספר המינים לאורך השנים.

**ב. אינדקס השונות – בפתח הקישון** אינדקס השונות בדיגום 2015 ירד יחסית לשנה קודמת בהתאמה לירידה במספר המינים (איור 20). אינדקס השונות בשנים אחרונות גבוה יחסית לשנים קודמות

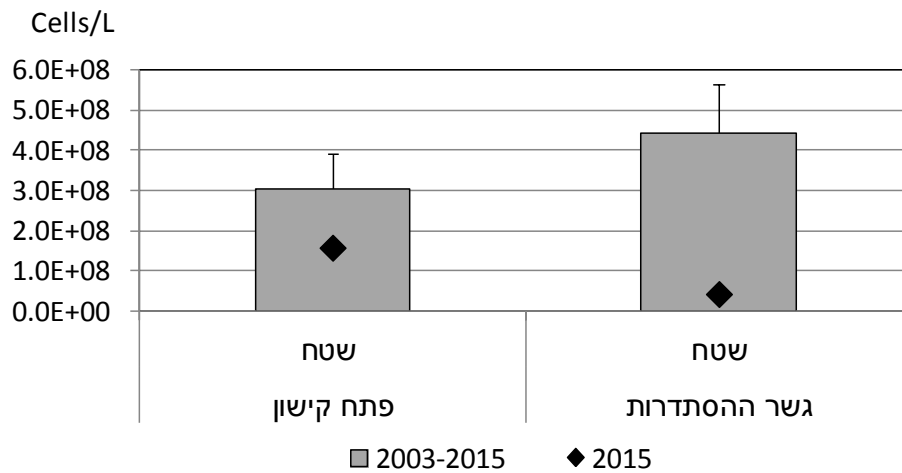
וממוצע אינדקס השונות בארבע שנים אחרונות גבוה באופן מובהק יחסית לממוצע שנים קודמות.  
**בגשר ההסתדרות** בדיגום 2015 הייתה עלייה באינדקס השונות, אולם לא נראית מגמת שינוי.



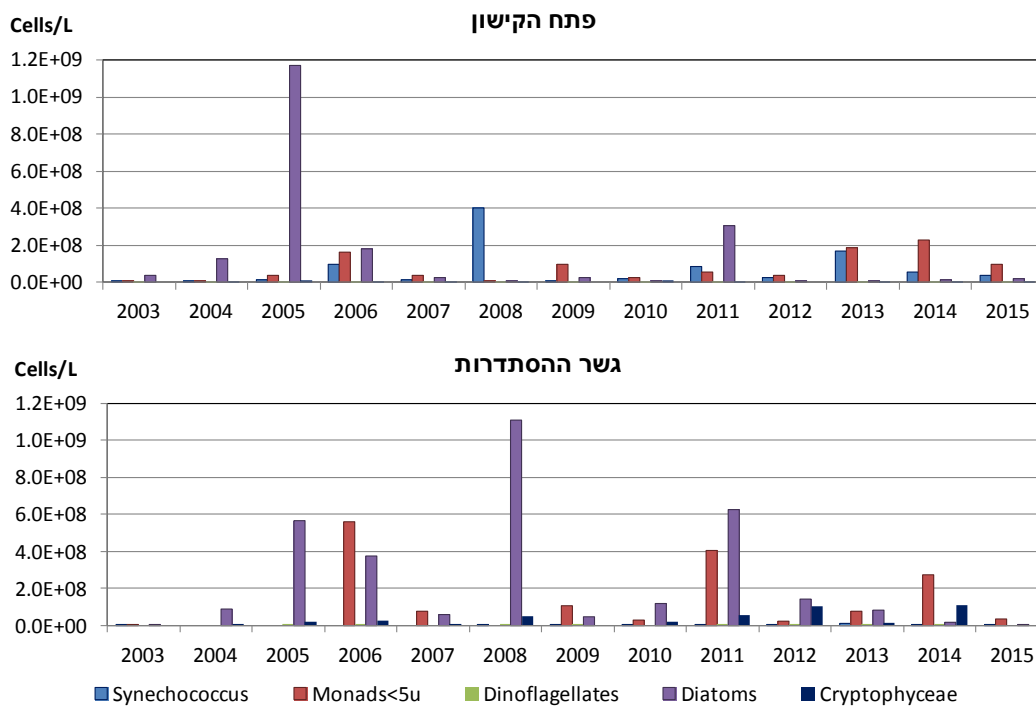
**איור 13:** ממוצע הביומסה בדיגומי אביב 2003-2015 ובדיגום מאי 2015



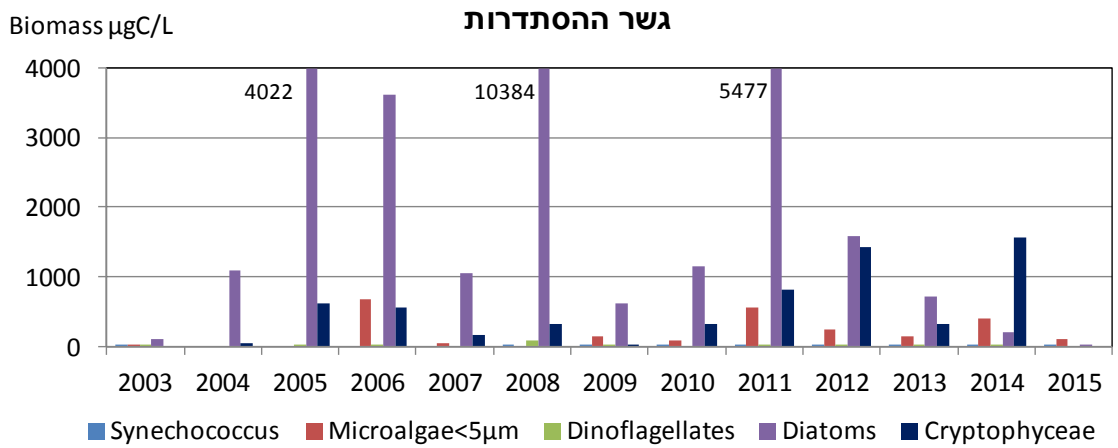
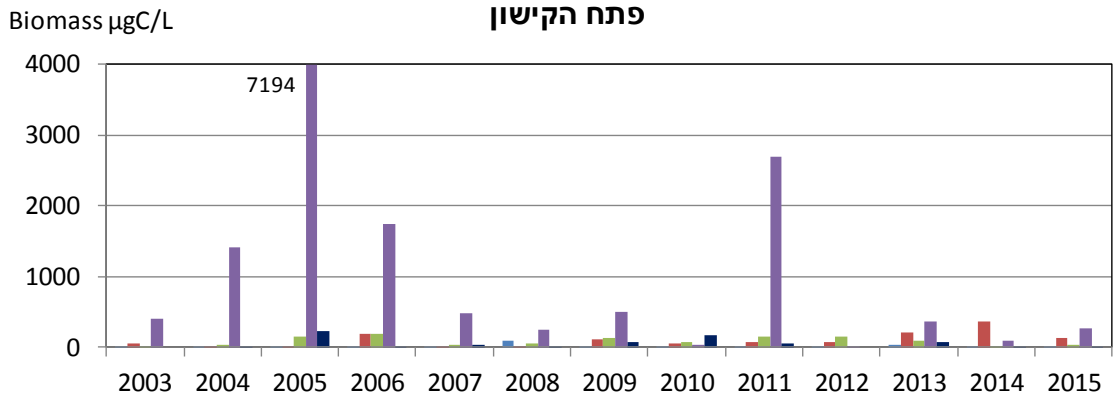
**איור 14:** ממוצע ריכוז הכלורופיל בדיגומי אביב 2003-2015 ובדיגום מאי 2015



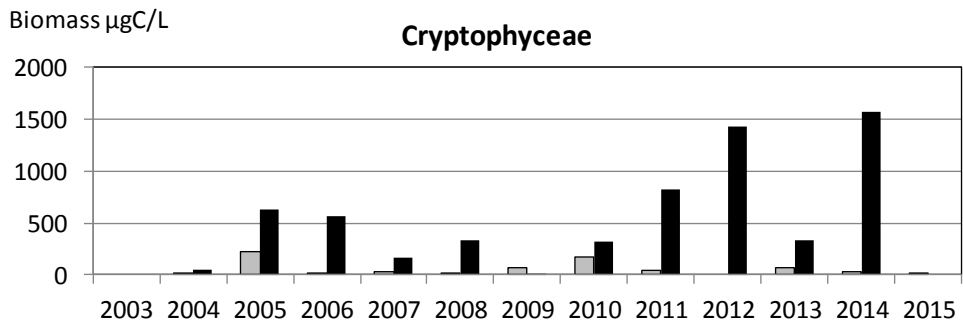
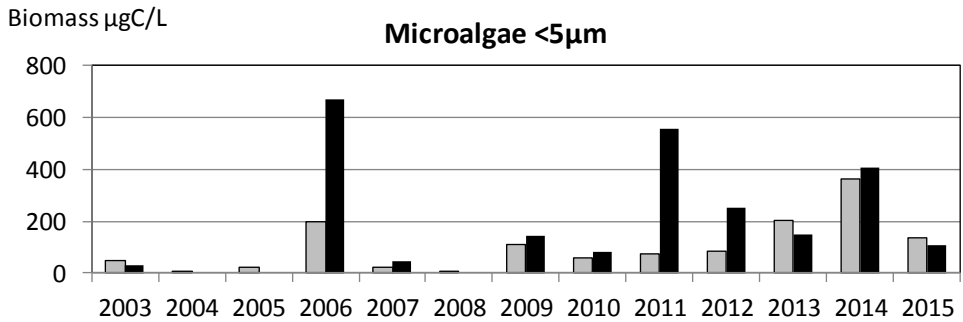
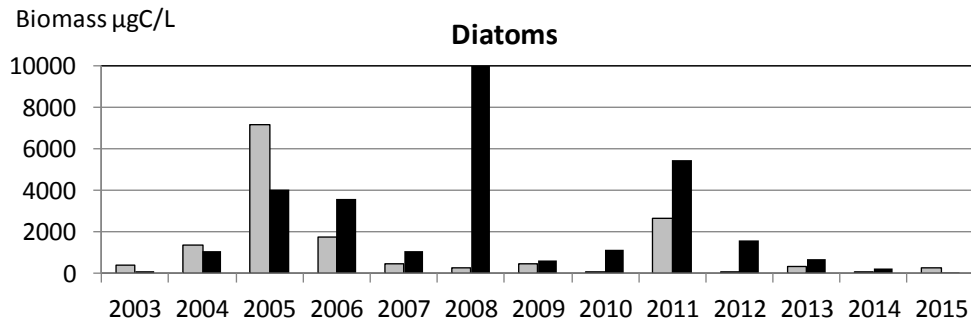
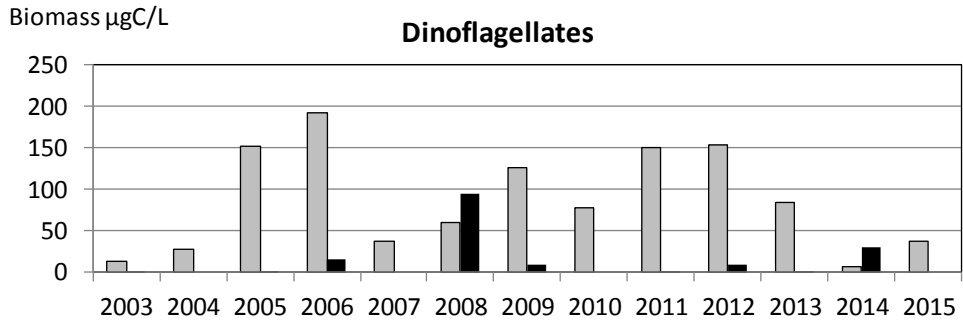
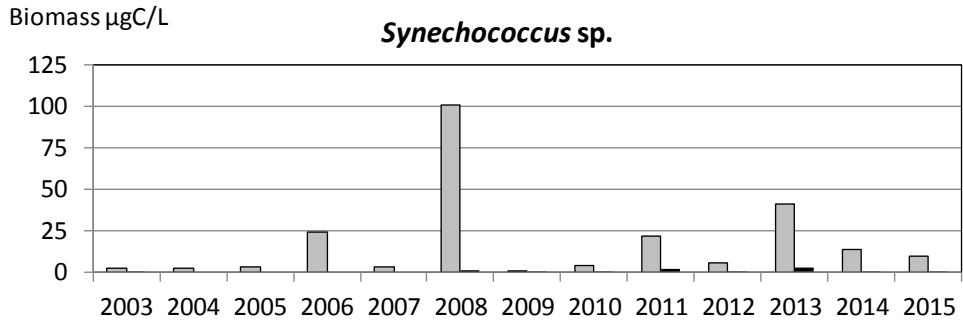
איור 15: ממוצע ריכוז התאים בדיגומי אביב 2003-2015 ובדיגום 2015



איור 16: התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בשתי התחנות בדיגומי אביב 2003-2015



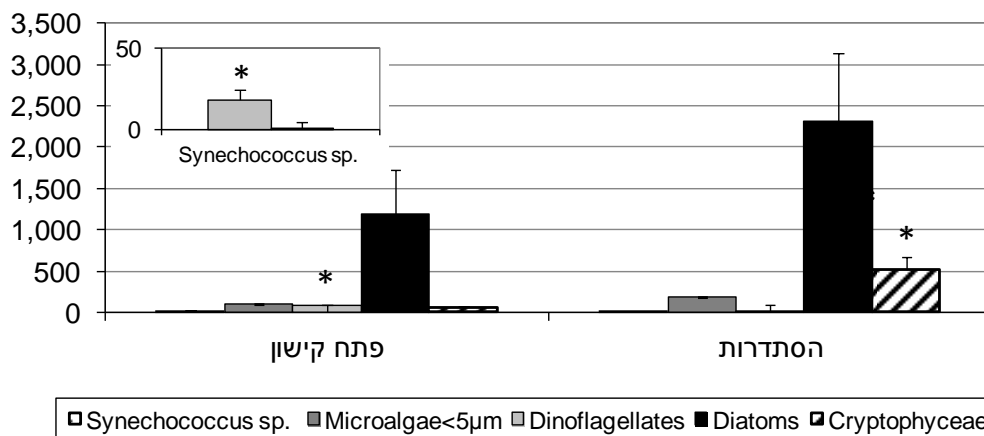
**איור 17:** התפלגות ביומסת תאי המיקרופלנקטון בשתי התחנות בדיגומי אביב 2003-2015



□ פתח הקישון שטח    ■ הסתדרות שטח

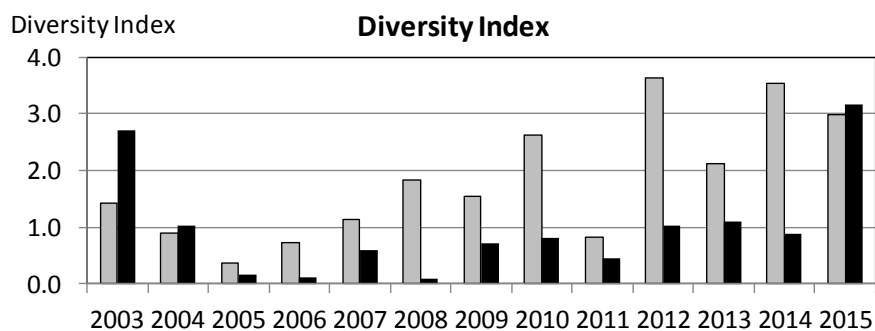
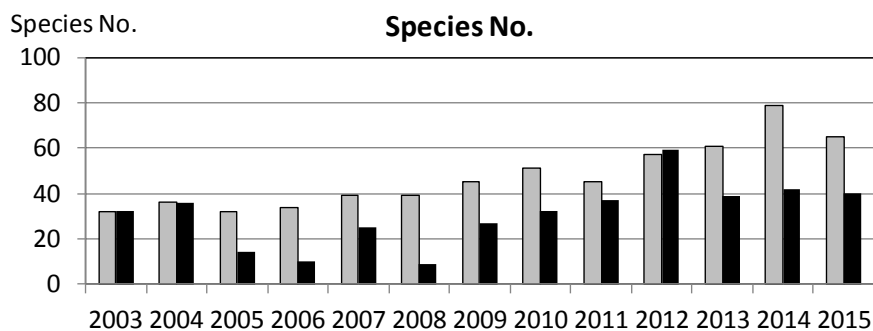
איור 18 : התפלגות הביומסה לפי קבוצות באביב 2003-2015

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



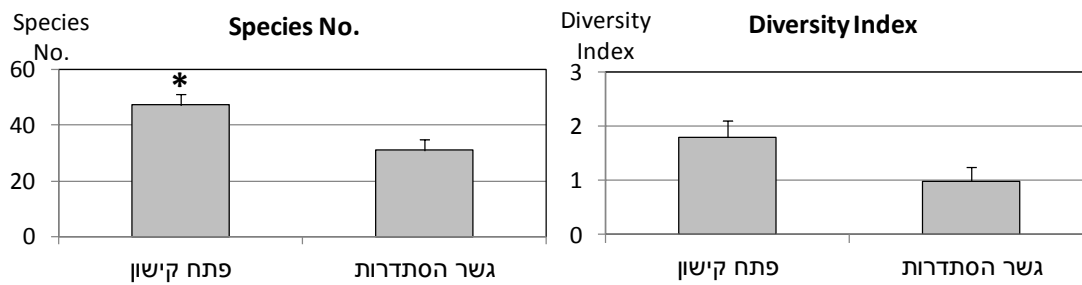
\*עמודה עם כוכבית נבדלת סטטיסטית ( $p < 0.05$ ) ( $\pm \text{SE}$ )

**איור 19 :** ממוצע הביומסה הכללית בדיגומי אביב 2003-2015



פתח הקישון    גשר ההסתדרות

**איור 20 :** התפלגות מספר המינים ואינדקס השונות בדיגומי אביב 2003-2015



איור 21: ממוצע מספר המינים ואינדקס השונות בדיגומי אביב 2015-2003

### 5. סיכום דיגום מאי 2015

1. החל מדיגום סתו 2014 (דו"ח חיא"ל H17/2015) הורחבה תוכנית ניטור נחל הקישון המלוח כך שתכלול שיטות מדידה חדשות שיגדילו את רזולוציית הדיגום מחד (מספר תחנות), ותדגשנה את המעקב אחר האורגניזמים השכיחים ביותר (לפי דו"חות קודמים) מאידך. כמו כן, התווספו אנליזות לבחינת יצרנות ראשונית וחיידקית, וספירות חיידקים- פרמטרים חשובים מאוד בהערכת טיב מים.
2. **ריכוזי כלורופיל** נמוכים יחסית נמצאו במאי 2015 (בהשוואה לדיגום קיץ/ סתו 2014).
3. **ריכוזי הנוטריאנטים** היו דומים לאלה הנמדדים לאורך הקישון, למעט ניטריט ( $NO_2$ ) שהתקבלו ריכוזים גבוהים, בעיקר בפני השטח. מקור הניטריט במים לא ידוע כרגע ויש להמשיך ולעקוב אחריו בדיגומים הבאים, ייתכן שמקורו בשפכים ספציפיים.
4. **ריכוז התאים והביומסה** היו יחסית נמוכים, בהתאמה לריכוזי הכלורופיל. עיקר האצות ששלטו הן כחוליות, מסוג *Synechococcus* שהיו דומיננטיות לאורך כל הנחל מספרית (הן על ידי זיהוי וספירה טקסונומית והן על ידי ה Flow-cytometer) אך לא מבחינת ביומסה.
5. **יצרנות ראשונית וחיידקית**- לא נמצאו ערכים גבוהים מאוד או חריגים, בוודאי בהשוואה לדיגום הסתיו והקיץ בשנת 2014. יחד עם זאת, כדאי להמשיך ולהעריך את קצבי היצרנות של החיידקים והאצות בבסיס שרשרת המזון, ובמיוחד לאמוד שינויים עונתיים (קרי חורף וקיץ) ורב שנתיים.
6. **מגוון מינים**- לא נמצאו שינויים משמעותיים לעומת דיגומים קודמים, למעט פתח הקישון שבו מספר המינים ירד יחסית לשנה קודמת אולם היה דומה לשנים 2012-2013.
7. **פריחות** – לא נדגמו פריחות אצות חריגות בדיגומים.
8. **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.

- 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., 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. *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.
- 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.
- 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.