



**אפיון קבוצות המיקרואצות  
במי נחל הקישון המלוח,  
דו"ח ניטור אוקטובר 2011**

**דו"ח חיא"ל H58/2012**

**נורית גורדון, ברק חרות, נורית קרס**

**דו"חות חיא"ל**  
**I O L R REPORTS**



Oceanographic & Limnological Research Ltd. חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ  
תל-שקמונה, ת"ד 8030, חיפה 31080, P.O.B. 8030, Tel-Shikmona,  
פקס : 972-4-8511911 Fax: 972-4-8515202 : טלפון  
<http://www.ocean.org.il>

**אפיון קבוצות המיקרואצות  
במי נחל הקישון המלוח,  
דו"ח ניטור אוקטובר 2011**

**דו"ח חיא"ל H58/2012**

**נורית גורדון, ברק חרות\*, נורית קרס**

\* מחבר לתכתובת

**מוגש לרשות נחל הקישון**

**עזרו במחקר: ירון גרטנר, עדנה שפר, לורה יזראלוב, אפרת שהם פריזר, גרטה פיינשטיין**

*ברק חרות*

חתימה:

**אוגוסט 2012**

# אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח, דו"ח ניטור אוקטובר 2011

## 1. מטרת הניטור

מטרה הניטור היא לאפיין ולעקוב אחר שינויים באוכלוסיות המיקרואצות (פיטופלנקטון) בחלקו המלוח של נחל הקישון (בין גשר ההסתדרות למוצא נמל חיפה) ואת התנאים הסביבתיים הנלווים. אפיון האוכלוסיה הפיטופלנקטונית נעשה ברמת המערכה והסוג. במידה ונמצאו סוגים שליטים שלהם מינים הידועים כמזיקים נימשך הזיהוי עד לרמת המין.

## 2. דיגום ושיטות

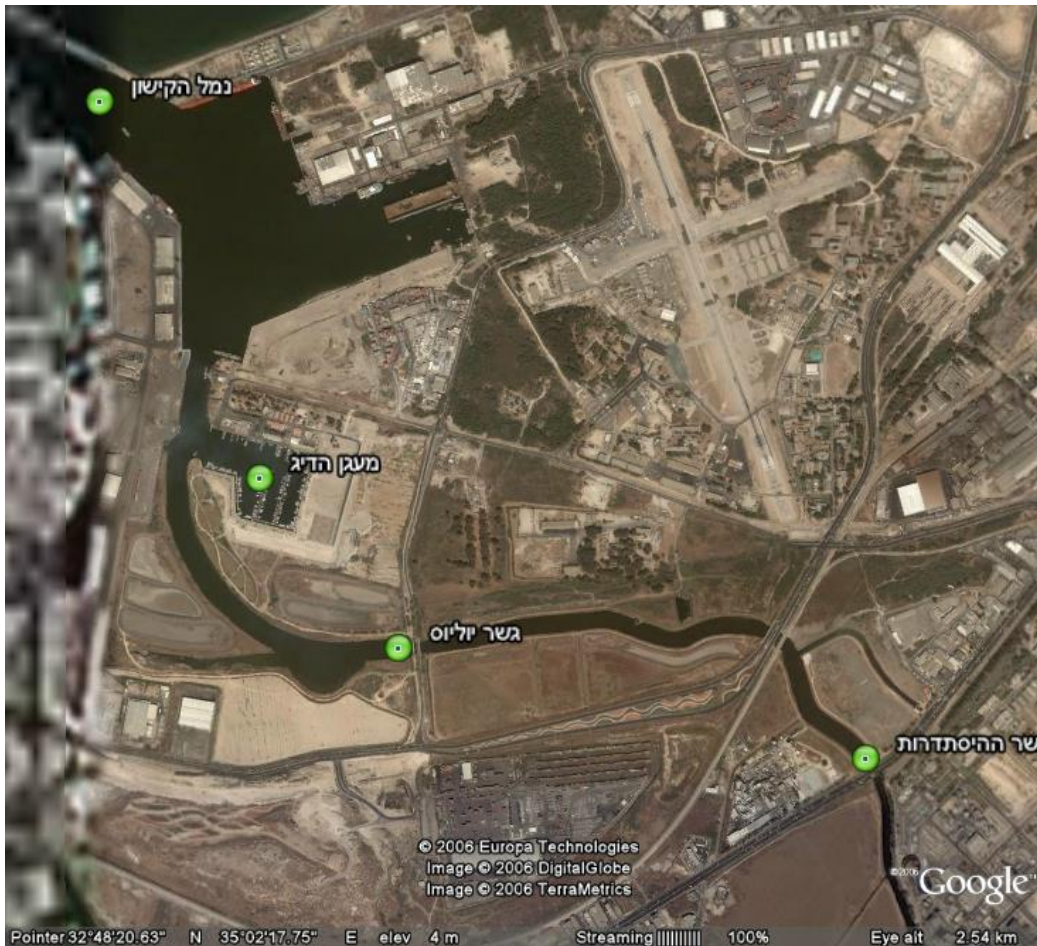
ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-24 באוקטובר 2011 (איור א). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. כמו כן, מי שטח ומי עומק בכל תחנה נדגמו באמצעות בקבוק ניסקין או ישירות לכלי הדיגום לאפיון אוכלוסיית הפיטופלנקטון, ולקביעת ריכוזי כלורופיל נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, חומצה סיליצית) וריכוז חומר מרחף (SPM). הדגימות חולקו לכלי דיגום מתאימים והובאו למעבדה תוך מספר שעות מהדיגום. דגימות המים (בנפח ידוע) רוכזו דרך פילטרים של 63 ו-15 מיקרון לצורך הסתכלות על תאים חיים וזיהויים.

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. דגימות מים לבדיקת ריכוז חומר מרחף סוננו דרך פילטר 0.45 מיקרון אשר נשקל לפני הסינון. הפילטר יובש ונשקל שוב. ריכוז החומר המרחף חושב מההפרש.

דגימות מים לאפיון וספירת אוכלוסיית הפיטופלנקטון הובאו למעבדה וסוננו מייד על מספר פילטרים בהתאם לגודל תאי האצות:

1. סוגים קטנים (עד 5 מיקרון) - סוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (0.45 מיקרון) ושומרו באמצעות גלוטראלדהיד. הפילטר עם הדגימה הונח כל גבי טיפת שמן אימריסה שהונחה על זכוכית נושאת. על הפילטר הונחה טיפה נוספת של שמן אימריסה והפילטר כוסה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה בעזרת מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.
2. סוגים גדולים מ-5 מיקרון - סוננו על גבי פילטרים מפוליקרבונט (3 מיקרון ו-20 מיקרון) ושומרו בשתי שיטות: א. באמצעות שמן אימריסה 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 נתלש הפילטר והתאים

שנשארו על הזכוכית כוסו בשכבת גליצרין גילי שהתייבש לאחר זמן מה. לאחר מכן הונחה על הדגימה טיפת גליצרול שכוסתה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה שנעשו באור רגיל ובפלורוסנציה באמצעות מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.



**איור א:** מיקום תחנות הדיגום (מסומן בעיגול) בנחל הקישון המלוח: גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג, פתח נמל הקישון. תמונה מתוך Google Earth.

מיקום התחנות נתון להלן:

תחנה	קו רוחב (N)	קו אורך (E)
גשר ההסתדרות	32° 47.860'	35° 2.840'
גשר יוליוס סימון	32° 48.01'	35° 2.010'
מעגן הדיג	32° 48.360'	35° 1.823'
פתח נמל הקישון	32° 48.899'	35° 1.572'

### 3. תוצאות

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

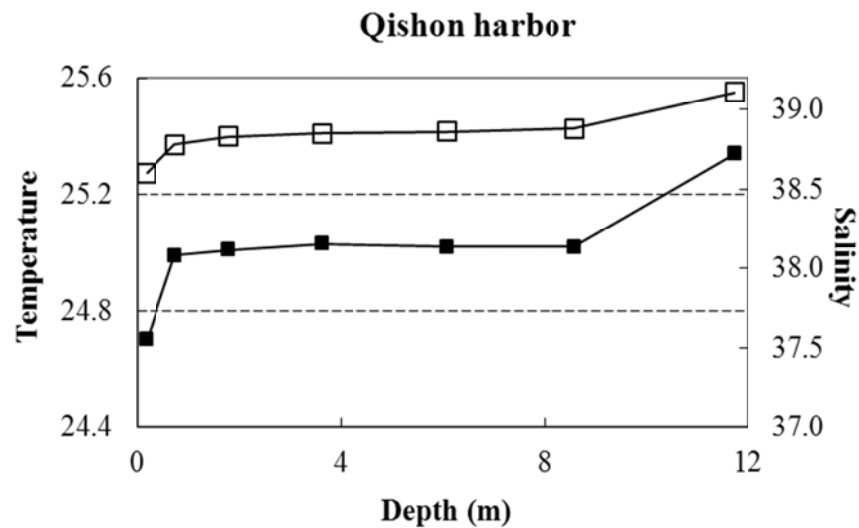
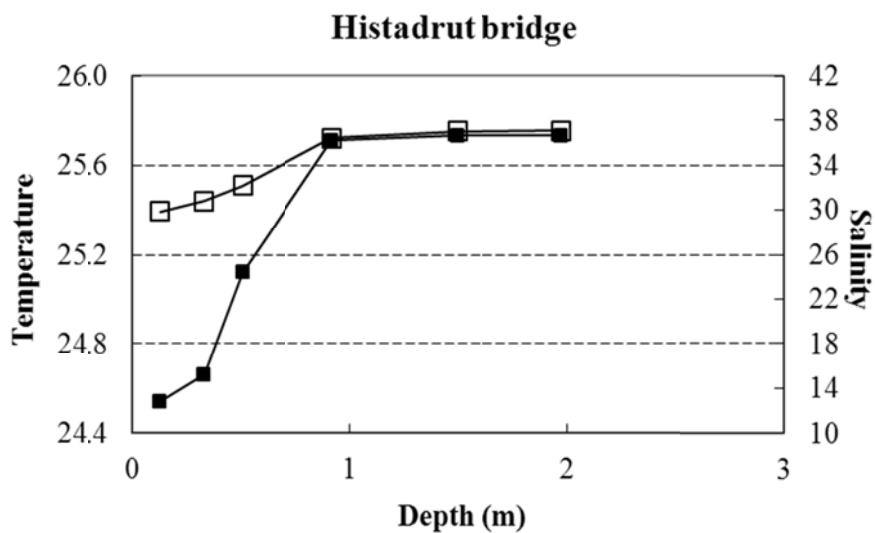
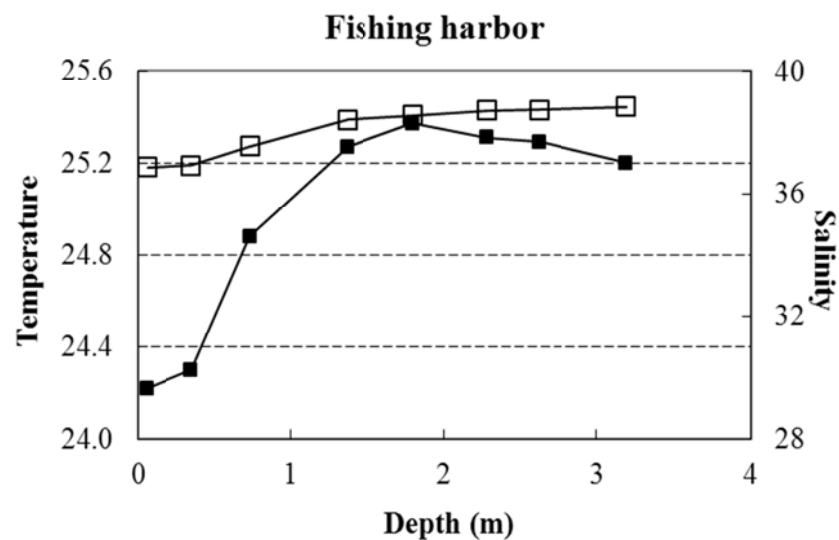
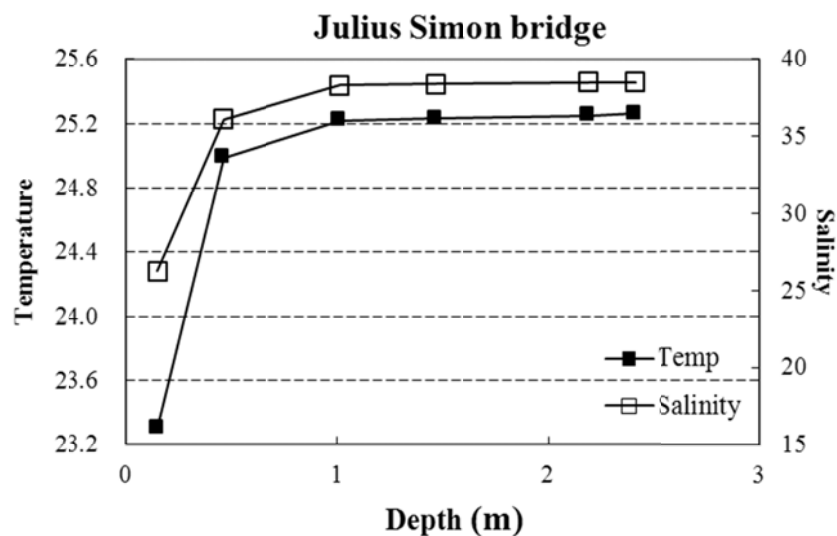
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים ב-ד. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

כללית, עמודת המים משכבת בכל תחנות הדיגום וחלקה העליון (עד עומק מים של כ-1 מ') פחות מלוח מחלקה התחתון (איור ב). המליחות עולה לכוון מורד הנחל הן בגוף המים העליון והן בתחתון, כאשר במי השטח הגרדיאנט גדול יותר (איור ה) לעומת הגרדיאנט במים העמוקים (טבלה 1). הטמפרטורות בפני השטח דומות בכל התחנות (הבדלים של כמעלת צלזיוס) וקטנות בכ- 2 מעלת צלזיוס מהטמפרטורות בשכבה העמוקה (איור ב). טמפרטורת פני השטח מושפעת במידה מסוימת בשעת הדיגום בכל תחנה. יחסי הגומלין בין טמפרטורה למליחות מצביעים על ערבוב מסות מים באופן נפרד במי השטח ומי העומק (איור ה).

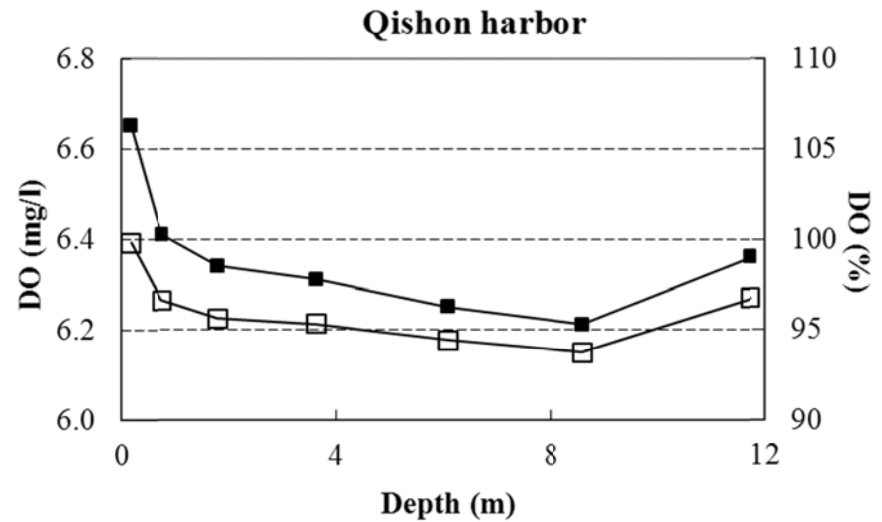
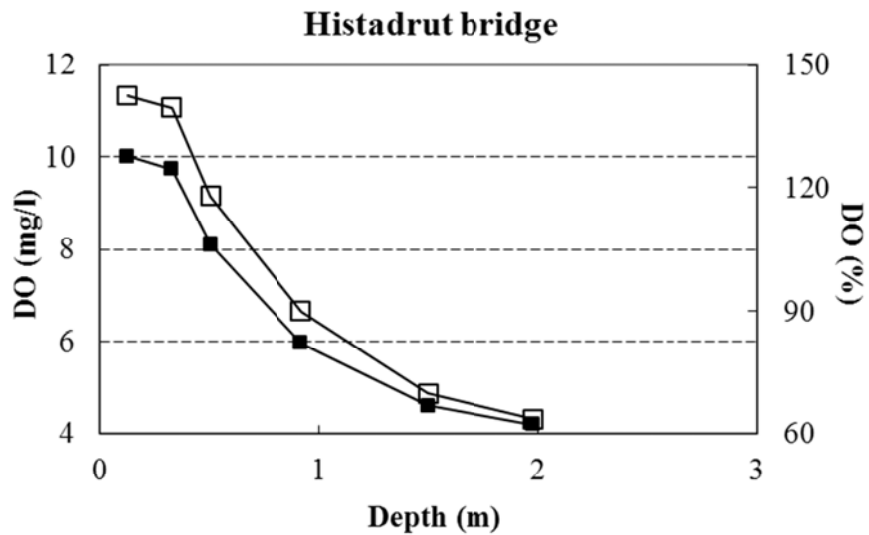
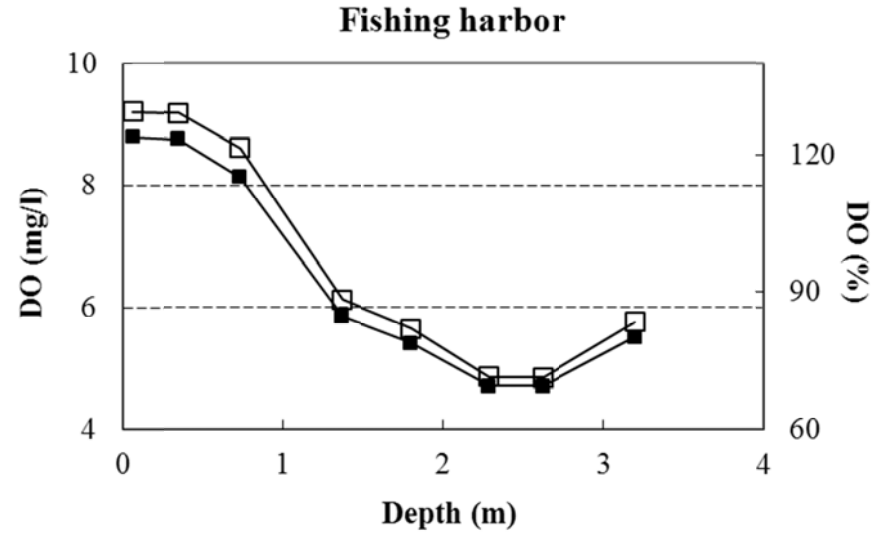
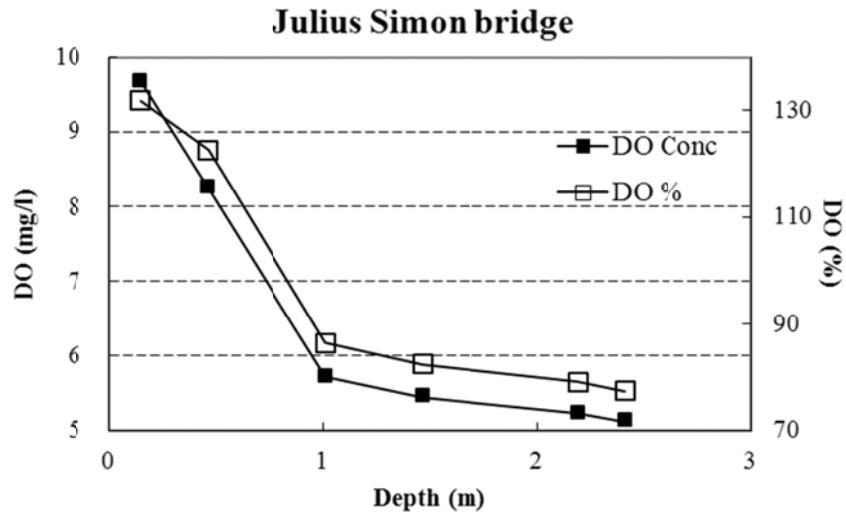
מי השטח בכל התחנות על-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רוויית החמצן יורד עם עליה בעומק המים (איור ג). ריכוזי חמצן בתחום המוגדר כגורם לעקה ביולוגית (בין 2 ל- 5 מג"ל) נמדדו במי העומק בתחנת ההסתדרות. ריכוז החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה. ריכוז החמצן במי השטח מושפע מתהליכי ערבוב בין מי נחל מהמעלה (כולל –הזרמות מהמפעלים) עניים יחסית בחמצן בגלל תהליכי נשימה לבין מי ים עשירים יחסית בחמצן, ומתהליכי פריחת אצות. ערכי ההגבה (pH) היו בתחום שבין 7.9 ל- 8.2 ומבנה פרופיל העומק הראה עליה במי העומק בהשפעת מי הים בתחנות גשר ההסתדרות ויוליוס (איור ד).

ערכי העכירות היו בתחום 2.7-21.7 NTU, גבוהים יחסית בתחנות גשר ההסתדרות וגשר יוליוס סימון (טבלה 1, איור ד). ריכוזי החומר המרחף הראו מגמה די דומה (טבלה 1) ויחסי הגומלין בין השניים מוצגים באיור ו.

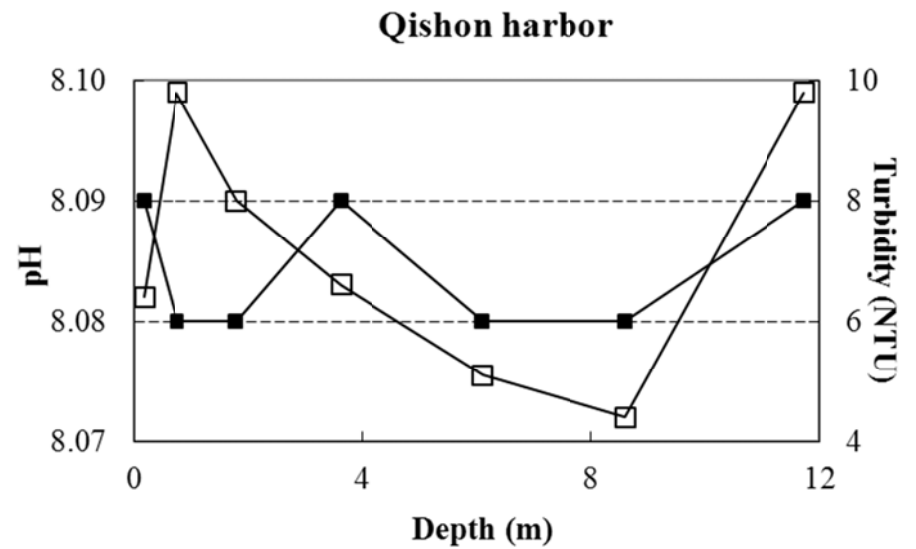
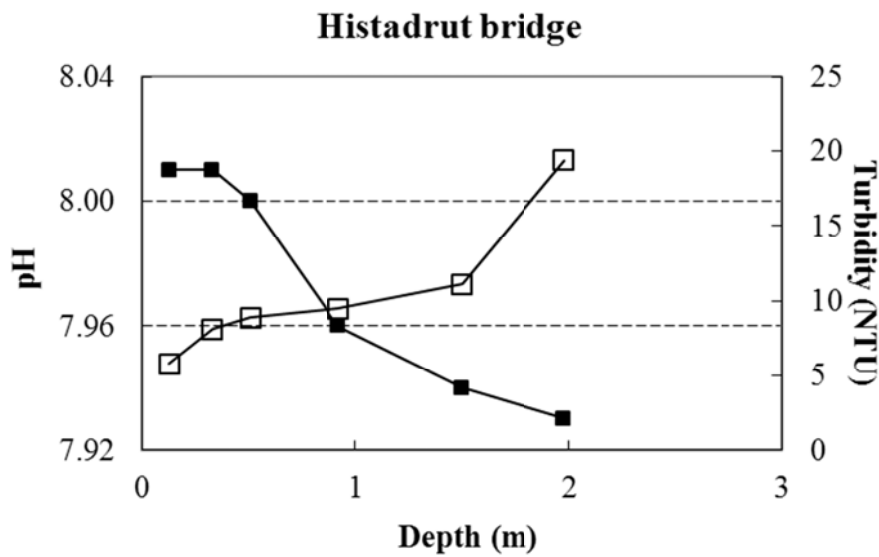
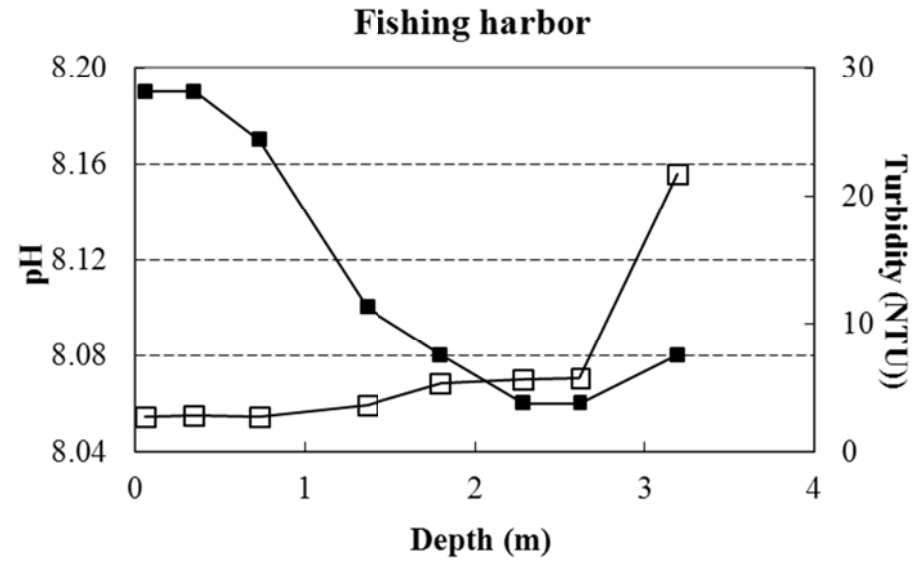
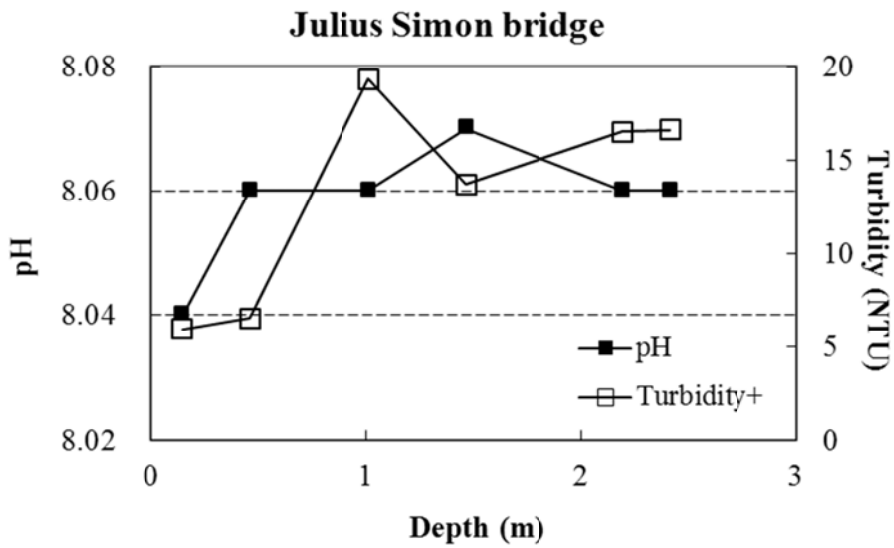
איור ב: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2011.



איור ג: פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רווייה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2011.



איור ד: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2011.



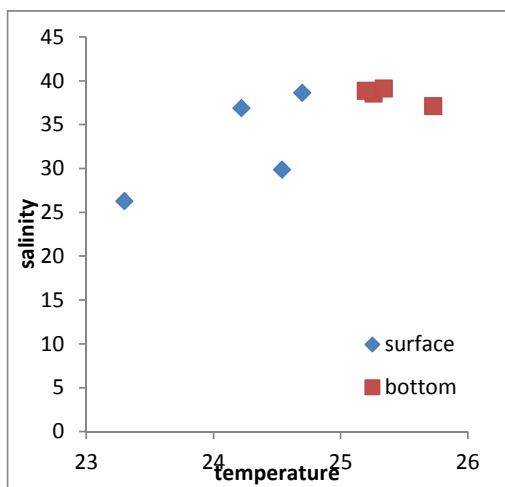
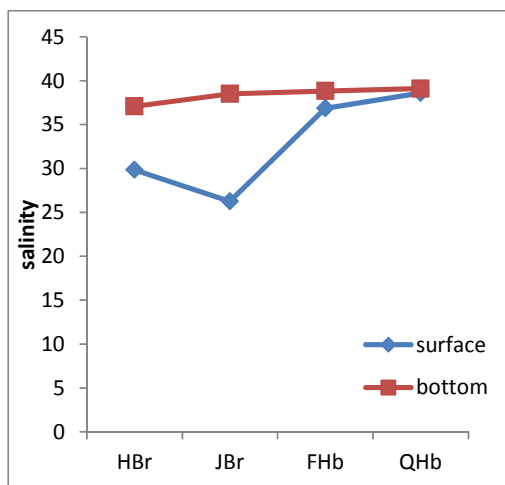


**טבלה 1:** טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2011.

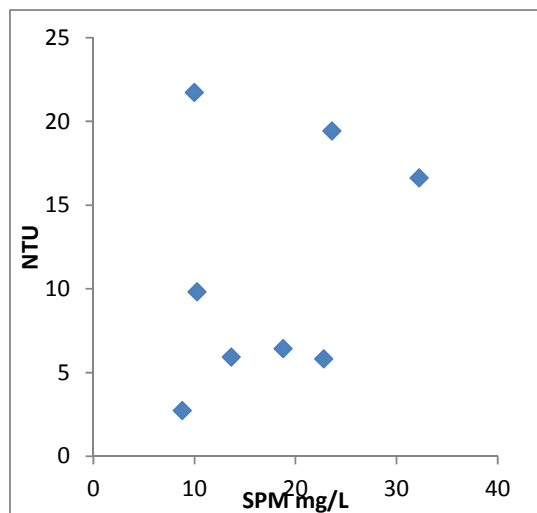
Station	Depth	Temp	Sal	$zO$		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	<i>m</i>	$^{\circ}C$					<i>NTU</i>	<i>mg/l</i>	<i>ug/l</i>
<b>Qishon (QHb) Harbor</b>	0.18	24.70	38.60	6.65	100	8.09	6.4	18.8	8.9
	11.73	25.34	39.11	6.36	97	8.09	9.8	10.3	6.3
<b>Fishing (FHb) Harbor</b>	0.06	24.22	36.86	8.79	130	8.19	2.7	8.8	38.0
	3.19	25.20	38.83	5.50	83	8.08	21.7	10.0	16.6
<b>Julius Simon (Bridge) (JBr)</b>	0.15	23.30	26.26	9.67	132	8.04	5.9	13.7	58.7
	2.41	25.26	38.51	5.12	77	8.06	16.6	32.3	14.2
<b>Histadrut (HBr) Bridge</b>	0.13	24.54	29.85	10.01	142	8.01	5.8	22.8	92.4
	1.98	25.73	37.09	4.20	64	7.93	19.4	23.6	44.1

Station	Depth	$NO_3$	$NO_2$	$NH_4$	$\Sigma N_{iv}^*$	TDN	$PO_4$	$Si(OH)_4$
	<i>m</i>	$\mu M$	$\mu M$	$\mu M$	$\mu M$	$\mu M$	$\mu M$	$\mu M$
<b>Qishon (QHb) Harbor</b>	0.18	20.19	0.11	27.57	47.87	115.72	1.321	12.42
	11.73	5.25	0.11	5.44	10.8	22.11	1.123	5.86
<b>Fishing (FHb) Harbor</b>	0.06	32.475	3.375	3.62	39.47		0.364	34.9
	3.19	19.43	1.84	21.95	43.22	44.50	1.347	17.87
<b>Julius Simon (Bridge) (JBr)</b>	0.15	242.55	0.21	11.51	254.3	410.19	4.437	19.2
	2.41	15.55	1.55	26.95	44.05	60.97	1.76	16.53
<b>Histadrut (HBr) Bridge</b>	0.13	238.64	1.7	3.47	243.8	276.98	4.615	210.51
	1.98	39.5	9.99	19.84	69.33	73.63	2.171	20.63

איור ה: ערכי מליחות בתחנות הדיגום (לאורך מורד הנחל), אוקטובר 2011.



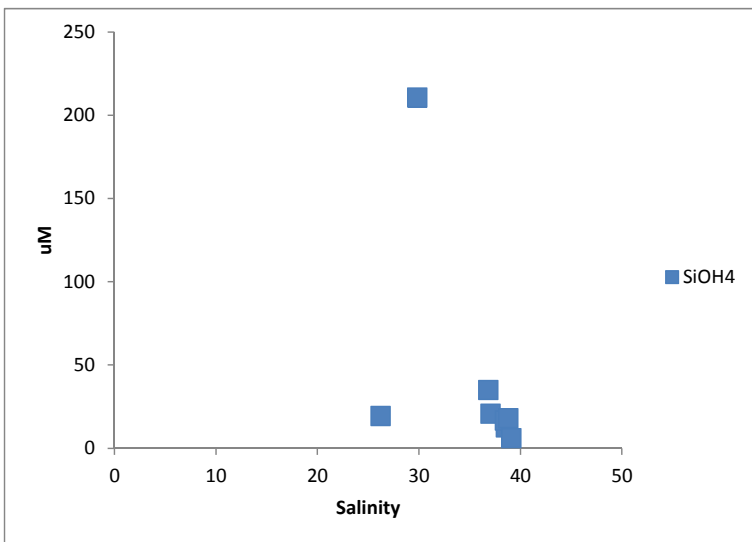
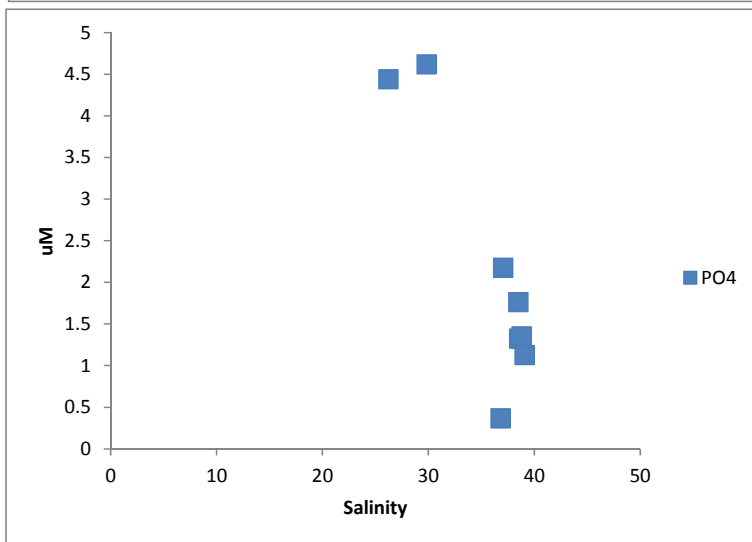
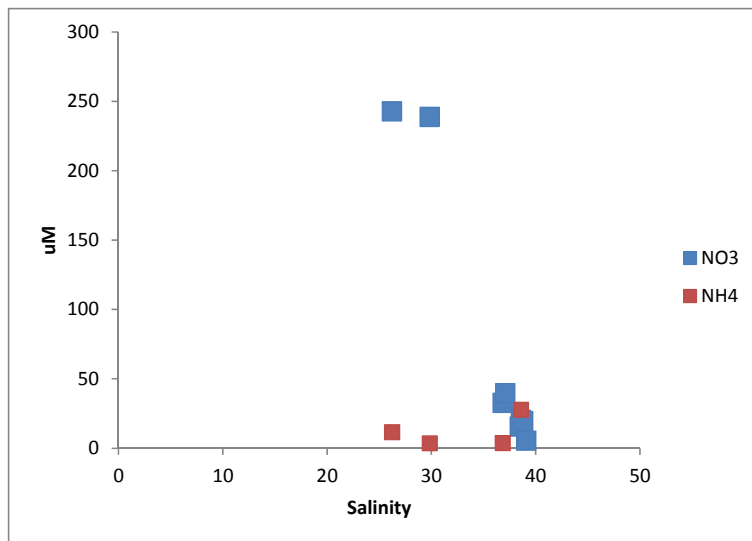
איור ו: יחסי הגומלין בין ערכי NTU וריכוזי חומר מרחף (SPM) לאורך מורד הנחל, אוקטובר 2011.



ריכוזי הנוטריאנטים במי השטח גבוהים בהרבה מהריכוזים במי העומק בכל תחנות הדיגום (טבלה 1). הריכוזים קטנו בכוון מורד הנחל עם ההתרחקות ממקור קולחי התעשייה המוזרמים לנחל, בהשפעת מידת המיהול עם מי ים (איור ז). 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 פרט לפתח הנמל, ריכוזי החנקן והזרחן במי השטח מראים רמת זיהום (איאורופיקציה) גבוהה על פי הקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1996) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 2). הקריטריונים מתייחסים לכלל החנקן והזרחן המומסים ולא רק לחלק האי-אורגני שנמדד בניטור זה עבור הפוספט.

איור ז: יחסי גומלין בין ניטראט, אמוניום, פוספאט וסיליקה למליחות בתחנות הדיגום, אוקטובר 2011.



ריכוזי הכלורופיל גבוהים יותר בדגימות פני השטח בכל תחנת דיגום וריכוזם יורד בכוון מורד הנחל. הריכוזים במי השטח בגשר ההסתדרות, בגשר יוליוס סימון ומעגן הדיג מצביעים על רמה איאטרופית גבוהה או גבוהה מאוד (היפר) (טבלאות 1 ו-2).

**טבלה 2:** קריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב לאיכות המים בשפכי נחלים.

	Eutrophic state			
	Hyper-eutrophic	High	Medium	Low
Chl-a ( $\mu\text{g/L}$ )	> 60	20-60	5-20	0-5
Turbidity (Secchi depth – m)		<1	1-3	>3
TDN (mg/L)		>1	0.1-1	0-0.1
TDN ( $\mu\text{M}$ )		>71	7.1-71	0-7.1
TDP (mg/L)		>0.1	0.01-0.1	0-0.01
TDP ( $\mu\text{M}$ )		>3.2	0.32-3.2	0-0.32
DO	A or HY	A or		

TDN - total dissolved nitrogen; TDP - total dissolved phosphorus; DO - dissolved oxygen; A- anoxia (DO = 0 mg/L); HY - hypoxia ( $0 < \text{DO} < 2$  mg/L); biological stress ( $2 < \text{DO} < 5$  mg/L)

### 3.2 קבוצות המיקרופלנקטון

דיגום זה התאפיין בפריחה עיקרית של קבוצת המיקרואצות הקטנות מ –  $5 \mu\text{m}$ . ביומסת מיקרואצות אלה הייתה גבוהה במיוחד בתחנות גשר ההסתדרות וגשר יוליוס (איור 4), ותרומתה הייתה משמעותית לביומסה ולריכוז הכלורופיל הגבוהים שנמצאו בשתי תחנות אלה (איור 1).

**ריכוז התאים** – ריכוז התאים הגבוה ביותר נמצא בפני השטח בגשר ההסתדרות ( $2.4 \times 10^9$ ) (איור 2). בתחנה זו ובגשר יוליוס היוותה קבוצת המיקרואצות הקטנות מ –  $5 \mu\text{m}$   $82\% \pm 3\%$  מריכוז התאים הכללי (איור 3). מיקרואצות אלה היו דומיננטיות גם בתחנות האחרות ושיעורן הממוצע עמד על  $63\% \pm 10\%$  מריכוז התאים הכללי. במים העמוקים בפתח הקישון היו דומיננטיות גם בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus* sp. (הנפוצות לאורך החוף), שהיוו 40% מריכוז התאים הכללי. בקטריות כחוליות אלה הופיעו בריכוז גבוה יחסית בכל התחנות ובמיוחד בגשר ההסתדרות, בשני העומקים. הבקטריה הכחולית מהמין (2) *Synechococcus* sp., השכיחה בעיקר במפרץ חיפה, באזור הקישון והנמל, הופיעה בריכוז גבוה יחסית בגשר ההסתדרות, בשני העומקים, ובגשר יוליוס בפני השטח (איור 2, טבלה 1).

**הביומסה וריכוז הכלורופיל** - ריכוז הכלורופיל והביומסה עלו בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, בשני העומקים (איור 1) ונמצאו גבוהים יותר בפני השטח יחסית לעומק בכל תחנה.

הביומסה הגבוהה יחסית בכל התחנות נבעה מביומסה גבוהה של קבוצת המיקרוואצות הקטנות מ –  $5\mu\text{m}$  (איור 4), שהיוותה  $74\% \pm 8\%$  בממוצע מהביומסה הכללית בתחנות השונות (איור 5). נראתה עלייה בביומסת האצות הצורניות והבקטריות הכחוליות עם העלייה במעלה הנחל (איור 4), למרות ששיעור הצורניות בביומסה הכללית גבוה יותר במורד הנחל (15% מהביומסה הכללית בפתח הקישון) (איור 5). בגשר ההסתדרות, בשני העומקים נמצאה ביומסה גבוהה יחסית של אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae*, שהיוו 13% מהביומסה הכללית.

### הרכב מיני המיקרופלנקטון

**מגוון המינים** הגבוה ביותר נמצא במים העמוקים בפתח הקישון, כפי שנמצא בדיגומים קודמים, והנמוך ביותר במי שטח גשר ההסתדרות, אם כי השנה היה דומה למספר המינים במי שטח פתח הקישון (איור 6). במי שטח התחנות האחרות מספר המינים ירד עם העלייה במעלה הנחל, ובמים העמוקים בגשר ההסתדרות מגוון המינים היה דומה לזה של מי שטח מעגן הדייג. חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר והן היוו בממוצע  $53\% \pm 7\%$ , מסך כל המינים בכל התחנות, בדומה לשנה קודמת. מגוון מיני דינופלגלטים הופיע רק במורד פתח הקישון, בחלק המלוח יותר, בפתח הקישון בשני העומקים ובמעגן הדייג בפני השטח. לעומת זאת במעלה הנחל בתחנות גשר יוליוס וההסתדרות הופיע מגוון מיני אצות ירוקיות ובקטריות כחוליות, מגוון המאפיין מים פחות מליחים (איור 6, טבלאות 1,2). **אינדקס השונות**, המתחשב גם בביומסה, יורד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, בפני השטח (איור 7). אינדקס השונות במי עומק פתח הקישון גדול כמעט פי 2 מזה שבפני השטח. גם בגשר ההסתדרות אינדקס השונות במי העומק נמצא גדול מעט יחסית לזה שבפני השטח. אינדקס השונות יורד השנה יחסית לשנה קודמת בכל התחנות (בניגוד לעלייה שנצפתה בשנה קודמת) (איור 7).

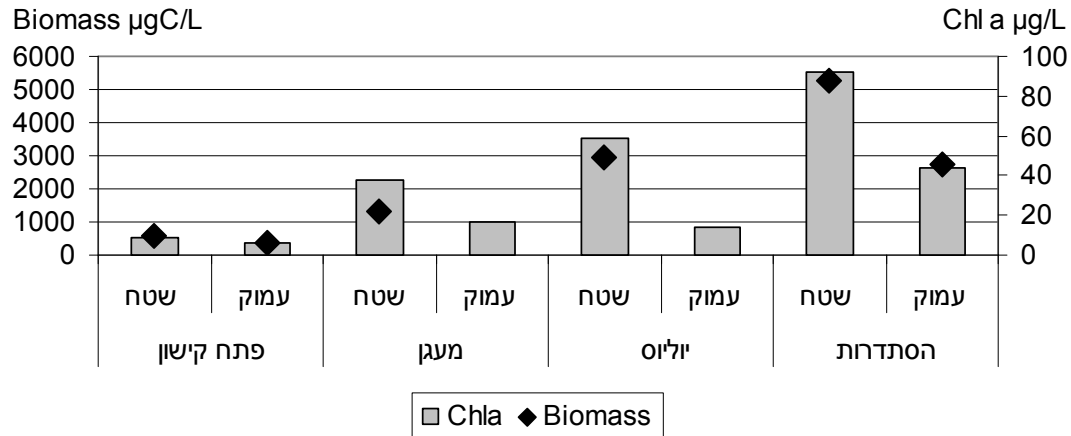
### הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מיני המיקרופלנקטון שתרמו לביומסה באופן ניכר היו מיקרוואצות קטנות מ –  $5\mu\text{m}$ , שפרחו בכל התחנות (איור 8, טבלה 1). פלגלטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae*, ובמיוחד המין *Hemiselmis* sp. היו נפוצים בגשר ההסתדרות בשני העומקים. מבין האצות הצורניות היו שכיחים מיני *Thalassiosira* spp. ובמיוחד המין הנפוץ בדיגומי הקישון, *Thalassiosira pseudonana*. צורנית זו הופיעה בריכוז גבוה יחסית בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בשני העומקים. צורנית קטנה מהמין *Chaetoceros* sp. הייתה שכיחה בכל התחנות והופיעה בריכוז גדול יותר בעומק תחנת גשר ההסתדרות. מיני *Pseudonitzschia* spp. היו נפוצים יותר בפתח הקישון. מבין הדינופלגלטים המינים השכיחים ביותר היו מיני דינופלגלטים קטנים מ – 15 מיקרון (טבלה 1), והם הופיעו בריכוז גדול יותר בתחנת גשר ההסתדרות, ובמיוחד במי העומק, בדומה לממצאי שנים קודמות. הבקטריה הכחולית מהמין (2) *Synechococcus* sp. הייתה שכיחה במיוחד במעלה הנחל. גם האצה הירוקית מהמין *Chlamydomonas* sp. הייתה שכיחה יותר במעלה הנחל, ובמיוחד בעומק גשר ההסתדרות.

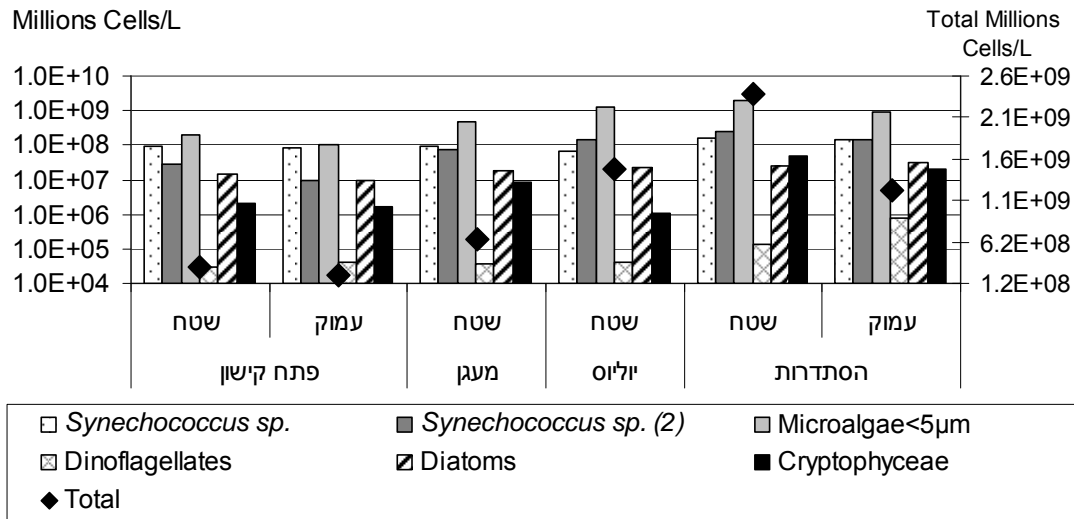
### הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

חלק ממיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח (טבלה 2) היו מינים המאפיינים מי ים, והופיעו לכן במגוון גדול יחסית במיוחד במי עומק פתח הקישון. מיני דינופלגלטים המאפיינים מי ים, הופיעו במגוון גדול יותר בעומק פתח הקישון ובמגוון קטן יותר בפני שטח פתח הקישון ומעגן הדייג, וכמעט נעדרו מתחנות מעלה הנחל. ריכוז המינים הללו היה נמוך יחסית. ושכיחים יותר היו מיני *Protoperidinium spp.* מבין האצות הצורניות היו שכיחים מיני *Navicula spp.*, המין *Cyclotella sp.* והמין הנפוץ *Cylindrotheca closterium*. מבין הבקטריות הכחוליות היו נפוצים מיני *Oscillatoria spp.* ומיני *Chroococcus spp.* מיני ירוקיות הופיעו בעיקר בגשר יוליוס וההסתדרות, ובעיקר מיני *Scenedesmus spp.* ומיני *Akistrodesmus spp.*

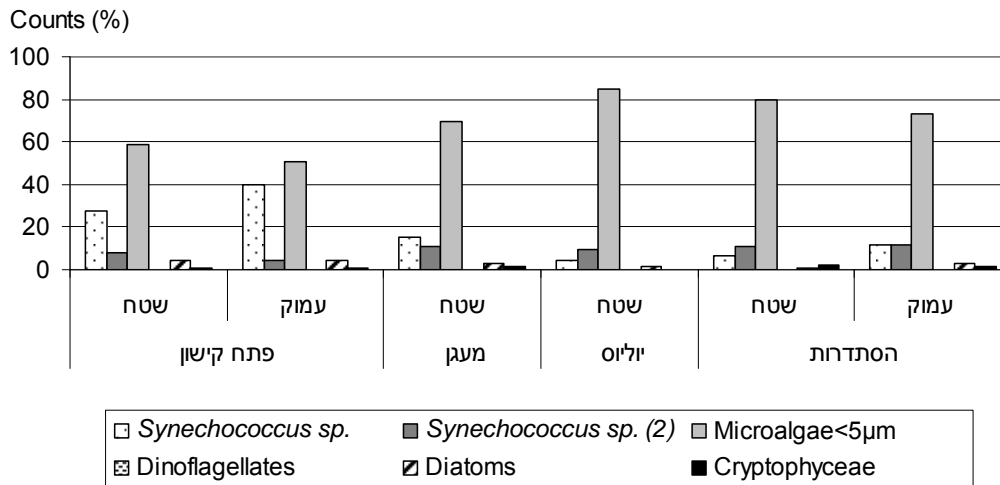
איור 1 : התפלגות הביומסה הכללית וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות - אוקטובר 2011



איור 2 : התפלגות ריכוז התאים בתחנות השונות – אוקטובר 2011

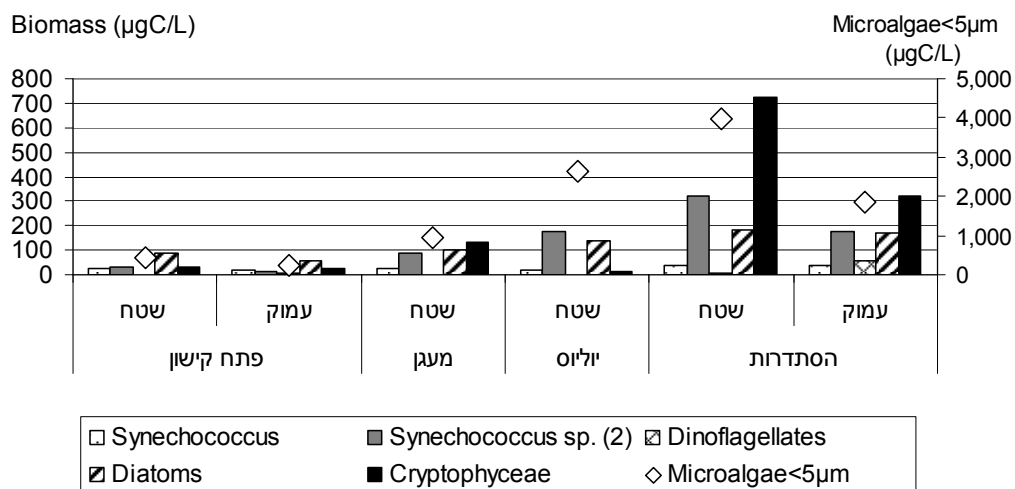


איור 3 : התפלגות ריכוז התאים באחוזים בתחנות השונות – אוקטובר 2011

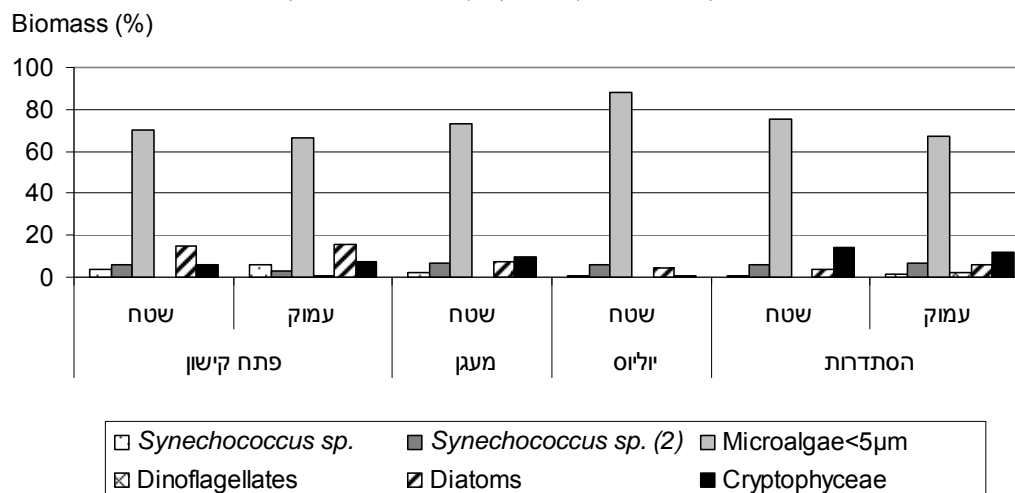




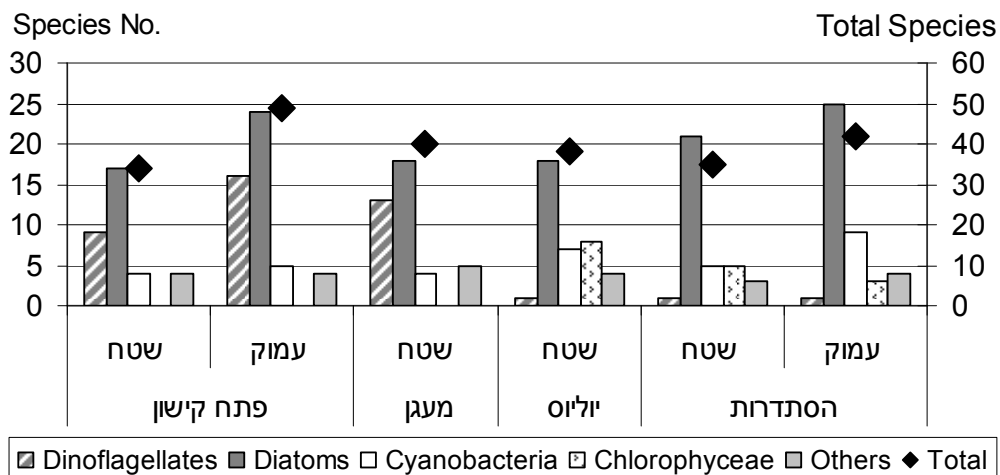
איור 4: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון – אוקטובר 2011



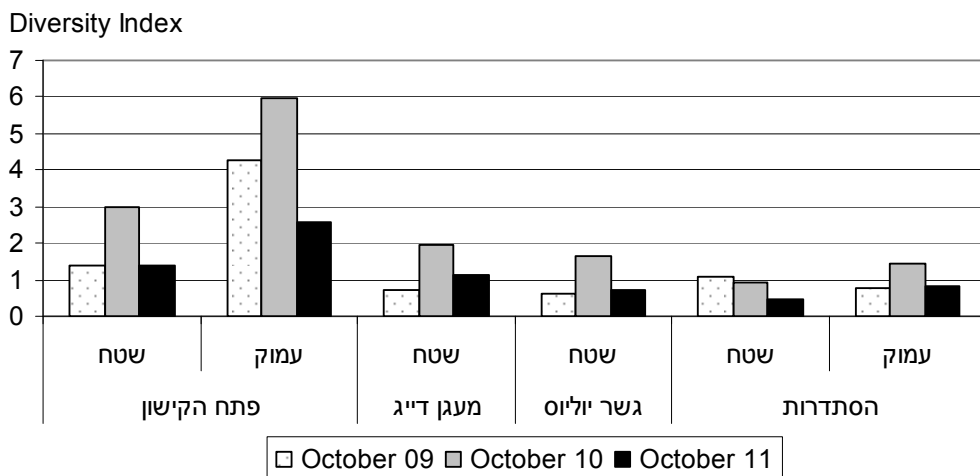
איור 5: התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון באחוזים – אוקטובר 2011



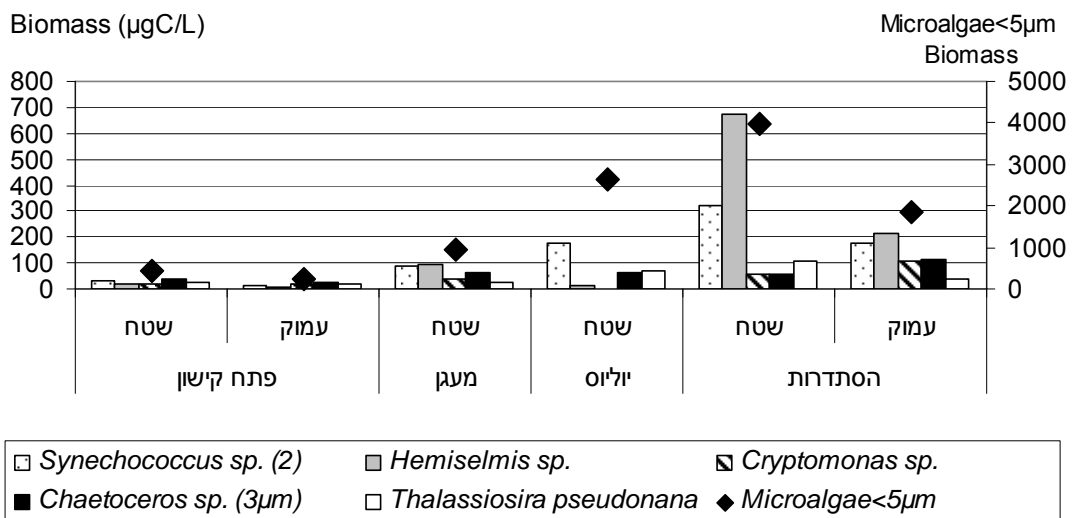
איור 6: התפלגות מספר המינים הכללי ולפי הקבוצות השונות באוקטובר 2011



איור 7 : התפלגות אינדקס השונות בתחנות השונות באוקטובר 2009 – 2011



איור 8 : התפלגות ביומסת המינים השכיחים – אוקטובר 2011



1. **ריכוזי הכלורופיל והביומסה** עלו בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, וערכיהם היו מכסימליים בגשר ההסתדרות. בפני שטח פתח הקישון ובעומק כל התחנות (להוציא גשר ההסתדרות) ריכוז הכלורופיל נמצא בתחום ההגדרה של מים ברמה איאטרופית בינונית (לפי קריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים). במי שטח מעגן הדייג וגשר יוליוס ובמי עומק גשר ההסתדרות, ערכי הכלורופיל היו בתחום הגבוה, ואילו במי שטח גשר ההסתדרות, בתחום היפר-איאטרופי.
2. **פריחות** – הפריחה המרכזית בדיגום זה הייתה של קבוצת המיקרוואצות הקטנות מ –  $5\mu\text{m}$ , שפרחה בכל התחנות ובמיוחד בפני השטח בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס, והיוותה  $8\pm 74\%$  מהביומסה הכללית בכל התחנות.
3. **מספר המינים** נמצא הגדול ביותר בעומק פתח הקישון, והקטן ביותר בפני השטח בגשר ההסתדרות ובפתח הקישון. **אינדקס השונות** ירד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, ונמצא גבוה יותר במים העמוקים יחסית לרדודים, בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות. אינדקס השונות ירד בהשוואה לשנה קודמת, בכל התחנות.
4. **הרכב המינים** – קבוצת המיקרוואצות הקטנות מ –  $5\mu\text{m}$  היתה דומיננטית מבחינה מספרית ומבחינת ביומסה בכל התחנות. פלגטים מקבוצת ה – *Cryptophyceae*, ובמיוחד המין *Hemiselmis* sp. היו נפוצים בגשר ההסתדרות בשני העומקים. מבין האצות הצורניות היתה שכיחה במיוחד בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות הצורנית *Thalassiosira pseudonana*. צורנית קטנה מהמין *Chaetoceros* sp. הייתה שכיחה בכל התחנות והופיעה בריכוז גדול יותר בעומק תחנת גשר ההסתדרות. מיני האצות הצורניות היו למעלה מ – 50% מסך כל המינים בכל התחנות. בפתח הקישון ובמעגן הדייג הופיע מגוון מינים גדול יחסית של דינופלגלטים, בפני שטח גשר יוליוס וגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של מיני אצות ירוקיות ובקטריות כחוליות, המאפיינות מים פחות מלוחים.

טבלה 1 : ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח בדגימות הקישון - אוקטובר 2011

	פתח קישון	פתח קישון	מעגן	יוליוס	הסתדרות	הסתדרות
	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק
<b>Cyanobacteria</b>						
<i>Synechococcus</i> sp.	9.0E+07	8.7E+07	9.8E+07	7.0E+07	1.53E+08	1.4E+08
<i>Synechococcus</i> sp. (2)	2.7E+07	9.8E+06	7.1E+07	1.38E+08	2.6E+08	1.4E+08
<b>Diatoms</b>						
<i>Chaetoceros</i> sp. (3µm)	1.1E+07	7.0E+06	1.6E+07	1.7E+07	1.5E+07	2.9E+07
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	3.3E+05	2.0E+05	9.5E+04	1.6E+04	1.8E+04	8.9E+04
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	2.4E+06	1.8E+06	2.3E+06	6.2E+06	9.6E+06	3.1E+06
<i>Thalassiosira</i> sp.	3.9E+05	1.9E+05	2.1E+05	1114	1.8E+05	5.0E+05
<b>Dinoflagellates</b>						
Unidentified <15µm	2.9E+04	4.0E+04	3.5E+04	4.3E+04	1.3E+05	7.7E+05
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Hemiselmis</i> sp.	1.1E+06	6.0E+05	6.5E+06	1.0E+06	4.6E+07	1.5E+07
<i>Cryptomonas</i> sp.	1.1E+06	1.1E+06	2.1E+06		3.3E+06	6.5E+06
<b>Chlorophyceae</b>						
<i>Chlamydomonas</i> sp.				3.6E+04	2.0E+04	1.9E+06
Microalgae<5µm	1.9E+08	1.1E+08	4.6E+08	1.27E+09	1.92E+09	9.0E+08
Total Microplankton Cells/L	3.2E+08	2.2E+08	6.5E+08	1.5E+09	2.4E+09	1.2E+09

טבלה 2: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון – אוקטובר 2011

	פתיח קישון	פתיח קישון	מעג	יוליוס	הסתדרות	הסתדרות
	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק
<b>Dinoflagellates</b>						
<i>Ceratium kofoidii</i>	12	32	8			
<i>Ceratium pulchellum</i>		27				
<i>Ceratium teres</i>		27	4			
<i>Dinophysis</i> sp. (560k)	4					
<i>Gonyaulax spinifera</i>		64	4			
<i>Gonyaulax</i> spp.	4		28			
<i>Gymnodinium elongatum</i>			80			
<i>Phalacroma</i> sp. (12A)		4				
<i>Prorocentrum compressum</i>		4				
<i>Prorocentrum gracile</i>	4					
<i>Prorocentrum micans</i>	8	48	24			
<i>Prorocentrum rotundatum</i>	40					
<i>Prorocentrum triestinum</i>			4			
<i>Protoperidinium joergenseii</i>		16	12			
<i>Protoperidinium</i> sp. (301k)		27	44			
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	28	131	120			
<i>Protoperidinium</i> spp.		60	36			
<i>Scrippsiella</i> sp.	12	53	80			
<i>Torodinium teredo</i>		4				
<b>Diatoms</b>						
<i>Achnanthes</i> sp.			40	46	8	4
<i>Amphora</i> sp.				80	200	
<i>Amphora</i> sp. (567k)						112
<i>Biddulphia aurita</i>			8			
<i>Biddulphia</i> sp. (1664)						4
<i>Cerataulina bicornis</i>		4				
<i>Cerataulus radiatus</i>						16
<i>Cyclotella</i> sp.	3600	4240	1080	7440	3.9E+04	5000
<i>Cylindrotheca closterium</i>	4.0E+04			1360	400	1333
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		28				
<i>Entomoneis gigantea</i>	4				20	412
<i>Entomoneis</i> sp.				328	40	164
<i>Entomoneis</i> sp. (1622)	520	880	600	720	500	2067
<i>Entomoneis</i> sp. (BS21)	84	160	80	4	4	28
<i>Guinardia striata</i>		20				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	480	347				
<i>Licmophora</i> sp.		27				
<i>Melosira moniliformis</i>		53	280	204	174	327
<i>Microsolemia</i> sp.	2720	3680	3000	1120	600	1267
<i>Navicula</i> sp. (1590)	4					
<i>Navicula</i> sp. (1949)					2200	6067
<i>Navicula</i> sp. (1956)		27				
<i>Navicula</i> sp. (320)			80	880		116
<i>Navicula</i> sp. (561k)		12				
<i>Navicula</i> sp. (564k)				880	300	200
<i>Navicula</i> spp.	8.3E+04	4	80	1920	3000	4800
<i>Nitzschia longissima</i>					100	
<i>Nitzschia</i> sp. (1301)					300	51
<i>Odontella mobiliensis</i>	4					
<i>Pleurosigma</i> sp.		4	4			20
<i>Rhizosolenia alata</i>		12			4	
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>		4				
<i>Streptothecca tamesis</i>		8	16			24
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	4	8	8			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>						12
<i>Triceratium dubium</i>	8	4	4	8		
<b>Cyanobacteria</b>						
<i>Aphanocapsa</i> sp.	6040	480				
<i>Chroococcus</i> spp.	280	160	184	330	3100	2200
<i>Chroococcus major</i>						16
<i>Chroococcus</i> sp. (842a)		2560				
<i>Chroococcus tenax</i>						67
<i>Lyngbya</i> spp.			360		1640	
<i>Microcystis viridis</i>				720		120
<i>Oscillatoria</i> sp.					800	
<i>Oscillatoria</i> sp. (1198)				8000		5600
<i>Oscillatoria</i> sp. (463k)						200
<i>Oscillatoria</i> sp. (915)				1.7E+04		
<b>Euglenales</b>						
<i>Euglena</i> sp.				160		4
<b>Chlorophyceae</b>						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>				240	300	
<i>Ankistrodesmus</i> sp. (586k)				320		
<i>Coelastrum microporum</i>				560		
<i>Oocystis</i> sp.				80	6600	1333
<i>Scenedesmus acuminatus</i> f. <i>maximus</i>				800		
<i>Scenedesmus bijuga</i>						133
<i>Scenedesmus intermedius</i>				32		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				992	400	
<i>Scenedesmus tibiscensis</i>					800	
<b>Ebriales</b>						
<i>Hermesinium adriaticum</i>	40	27	40			
<b>Ciliates</b>						
<i>Mesodinium rubrum</i>			22			

1. ריכוז התאים:

א. ריכוז התאים הכללי בדיגום 2011 גבוה מאד בכל התחנות, יחסית לשנים קודמות, במיוחד בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות. ריכוז התאים הגבוה נובע בעיקר בעלייה בריכוז התאים של קבוצת המיקרוואצות הקטנות מ –  $5\mu\text{m}$  (איור 9).

ב. הרכב הקבוצות השונות – בדיגום זה חלה עלייה משמעותית בריכוז ה**בקטריות הכחוליות** הנפוצות מהמין *Synechococcus* sp. בכל התחנות ובמיוחד בגשר ההסתדרות בשני העומקים (איור 10). בכך נבלמה מגמת הירידה בריכוז התאים מקבוצה זו כפי שנראתה עד כה בחלק מהתחנות, ובמיוחד בתחנות העמוקות. בריכוז תאי ה**מיקרוואצות הקטנות מ – 5 מיקרון** נמשכה גם השנה, בדומה לשנתיים קודמות עלייה בריכוז התאים, אם כי בשנה הנוכחית עלייה זו גדולה יחסית לשנים קודמות (איור 11). **בריכוז הצורניות**, חלה גם כן עלייה, אם כי קטנה בדרך כלל, ומשמעותית יותר בעומק פתח הקישון, עלייה שבלמה את מגמת הירידה בריכוז הצורניות בעומק תחנה זו לאורך השנים (איור 12). ריכוז הצורניות היה לרוב גבוה יותר בפני שטח מעגן הדייג, אם כי בשנתיים אחרונות הוא דומה לריכוז שנמצא בשתי תחנות מעלה הנחל. **אצות מקבוצת ה – Cryptophyceae** היו שכחות יחסית בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות והופיעו בהן בריכוז גבוה יותר יחסית לתחנות אחרות, בחלק ניכר מהדיגומים (איור 13). בדיגום האחרון ריכוזם ירד בכל התחנות, להוציא עומק פתח הקישון, והיה הגבוה ביותר בגשר ההסתדרות, בדומה לשנה קודמת. **ריכוז הדינופלגלטים** היה נמוך יחסית לכל הקבוצות האחרות, לאורך כל שנות הדיגום (איור 14). במי עומק גשר ההסתדרות ריכוז הדינופלגלטים היה בדרך כלל גבוה יחסית לכל התחנות האחרות, ונבע בחלקו מנוכחות של מיני דינופלגלטים מהמין *Gymnodinium* sp., הניזונים מפלגלטים מקבוצת ה *Cryptophyceae* השכיחים בגשר ההסתדרות. בפתח הקישון בשני העומקים הייתה עלייה קטנה בריכוז הדינופלגלטים השנה ואילו ביתר התחנות הייתה ירידה בריכוזם.

ג. **ביומסה:**

א. הביומסה הכללית ב- 2011 עלתה יחסית לדיגום 2010 בכל התחנות (איור 15).

ב. נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בביומסה עם העליה במעלה הנחל בתחנות הרדודות והעמוקות, כמו כן נמצא שהביומסה הכללית הממוצעת מהדיגומים לאורך השנים, גבוהה באופן מובהק בתחנות הרדודות יחסית לעמוקות (איורים 15,16).

ג. **הרכב הביומסה** של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות – בתחנות פתח הקישון ומעגן הדייג אצות מקבוצת הצורניות היו דומיננטיות בחלק ניכר מהדיגומים (איור 17). אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו דומיננטיות בביומסה בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות עד שנת 2006. בשנת 2007 פרחו בתחנות אלה אצות צורניות שהיוו את מרבית הביומסה, הן המשיכו להיות דומיננטיות בביומסה בשנים 2008-2009 ואילו בדיגום 2010 אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* שוב שלטו בביומסה בשתי התחנות, ובשנה הנוכחית 2011 מיקרוואצות קטנות מ –  $5\mu\text{m}$  שלטו בביומסה בכל התחנות (איור 17). ביומסת הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. הייתה נמוכה יחסית לקבוצות האחרות ואפיינה בעיקר את תחנות פתח הקישון ומעגן הדייג (איור 18). נראית מגמה ברורה של ירידה בביומסה שלהן בשנים 2006 – 2009, ב – 2010 נבלמה הירידה, ובדיגום 2011 חלה עלייה משמעותית בביומסה שלהן. ביומסת

הדינופלגלטים הייתה בדרך כלל נמוכה יחסית לקבוצת האחרות (להוציא בקטריות כחוליות), עם תנודות בהתפלגותם לאורך השנים (איור 19). בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס הופיעו פריחות של דינופלגלטים, בהתאמה עם ריכוז גבוה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, בשנת 2009 הופיע פריחה שלהם בפתח הקישון ואילו בשנתיים האחרונות ריכוזם נמוך יחסית בכל התחנות.

#### a. כלורופיל :

א. ריכוז הכלורופיל ב-2011 עלה בהשוואה לשנה קודמת בכל התחנות בדומה לביומסה (איור 20).

ב. בדומה לביומסה הכללית, נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בריכוז הכלורופיל עם העליה במעלה הנחל בתחנות הרדודות והעמוקות (איורים 16,20) וריכוז הכלורופיל גבוה יותר בתחנות הרדודות יחסית לעמוקות.

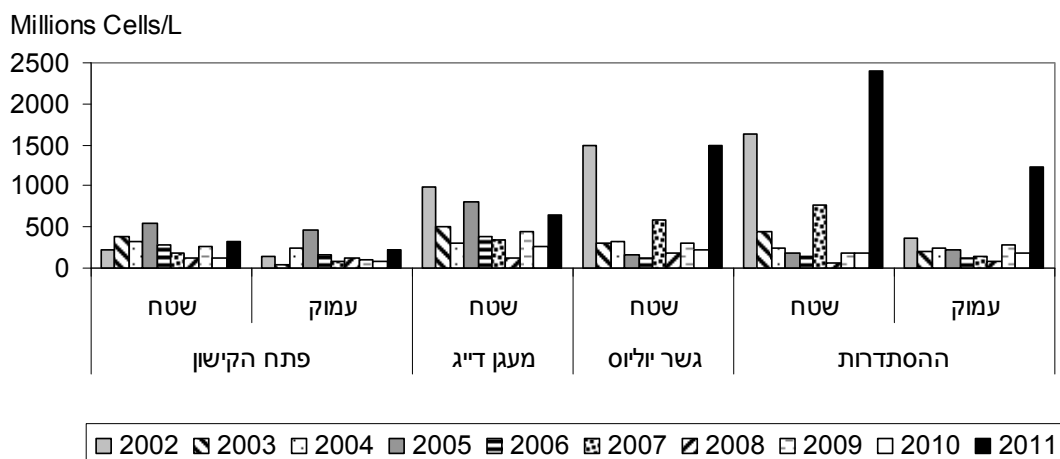
ג. ממוצע ריכוז הכלורופיל לאורך השנים, בפני השטח בפתח הקישון נמצא בתחום ערכי איאטרופיקציה המוגדרת כבינונית. במעגן הדייג בתחום הגבוה. בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בתחום היפר איאטרופי. במי עומק פתח הקישון תחום ריכוז הכלורופיל נמוך, ובמי עומק מעגן הדייג וגשר יוליוס בתחום הבינוני ואילו בעומק ההסתדרות ברמה גבוהה.

#### 4. מגוון המינים :

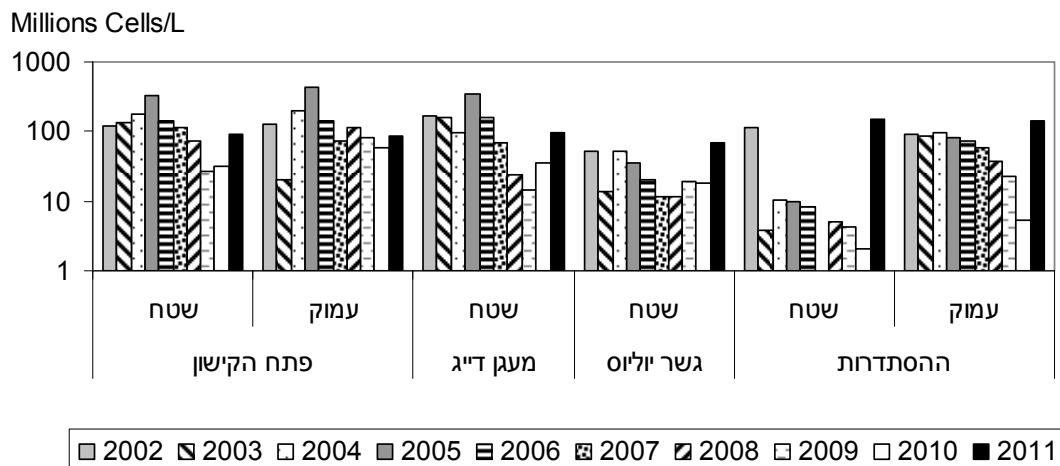
א. ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) יורדים ככל שעולים במעלה הנחל בפני השטח, והם נמוכים במים הרדודים יחסית לעמוקים (איור 21).

ב. אינדקס השונות בדיגום 2011 ירד יחסית לשנה קודמת בכל התחנות (איור 22). זאת למרות שניתן להצביע על מגמה של עליה באינדקס השונות לאורך השנים בתחנת פתח נמל הקישון.

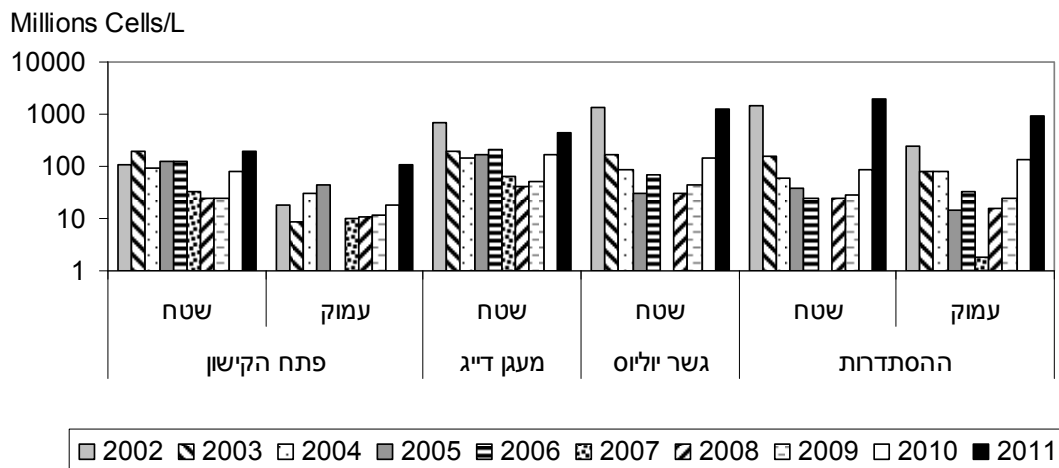
איור 9 : התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



איור 10 : התפלגות ריכוז תאי בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.* בדיגומי אוקטובר

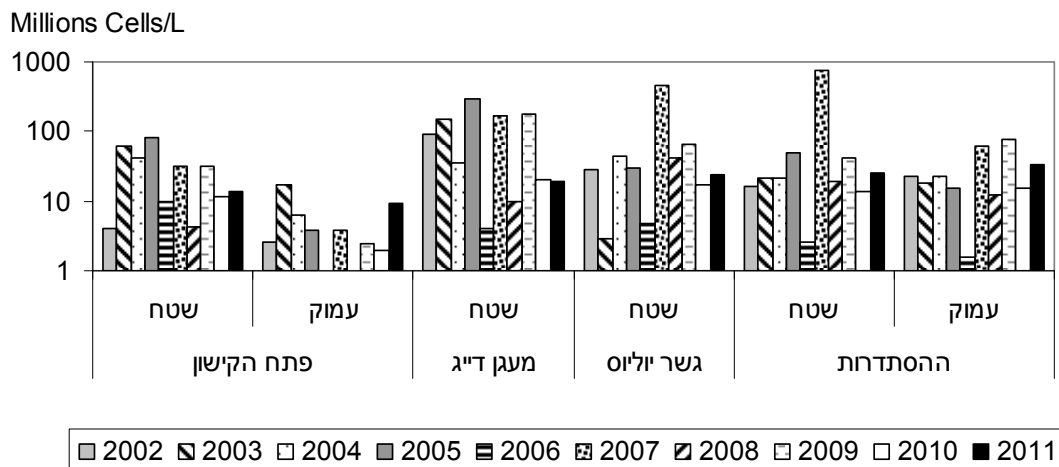


איור 11 : התפלגות ריכוז תאי המיקרואצות הקטנות מ-5 מיקרון בדיגומי אוקטובר

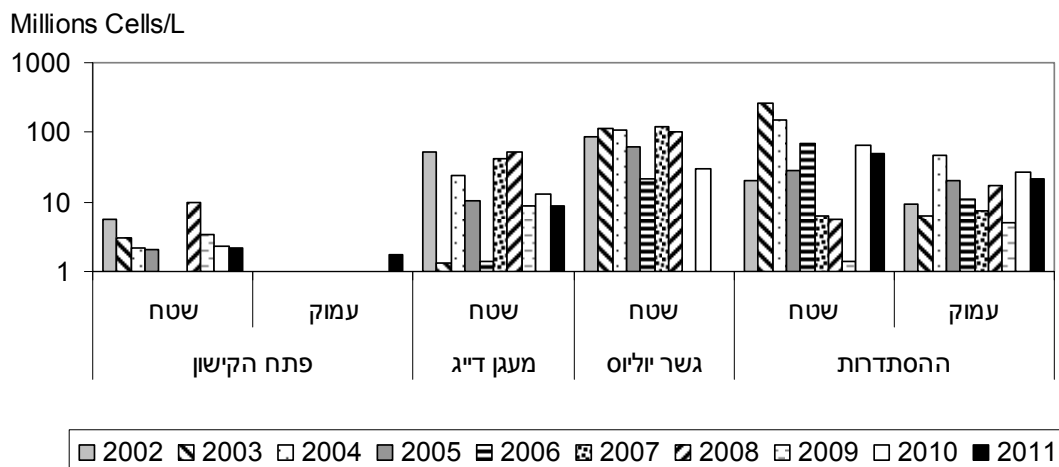




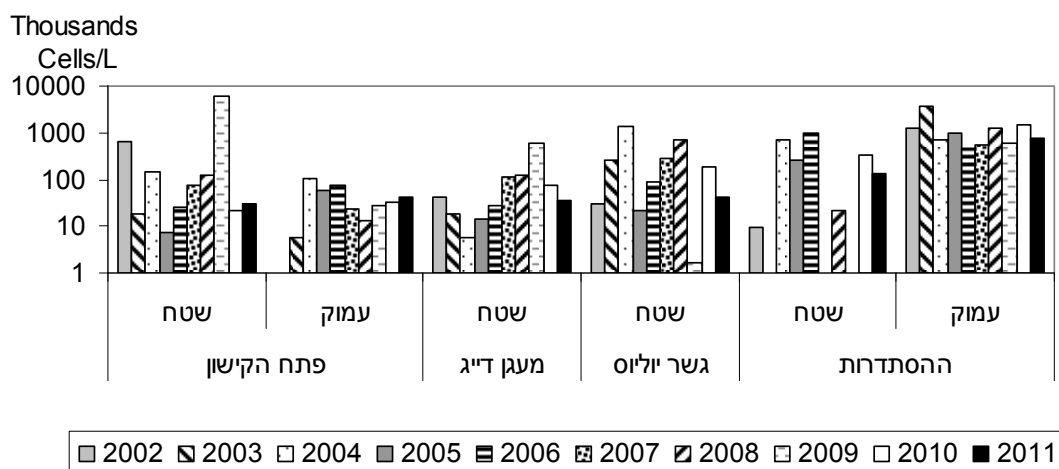
איור 12 : התפלגות ריכוז תאי האצות הצורניות בדיגומי אוקטובר



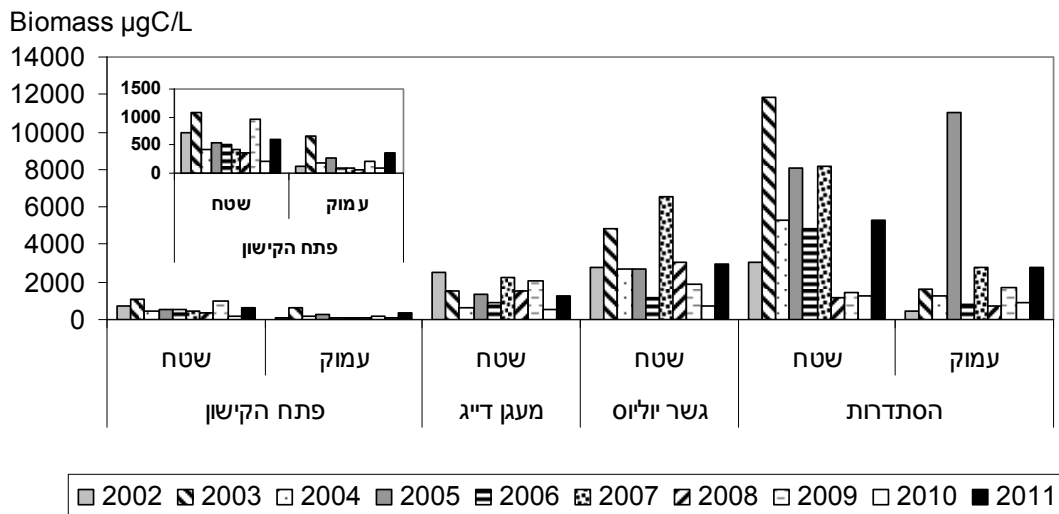
איור 13 : התפלגות ריכוז תאי ה- *Cryptophyceae* בדיגומי אוקטובר



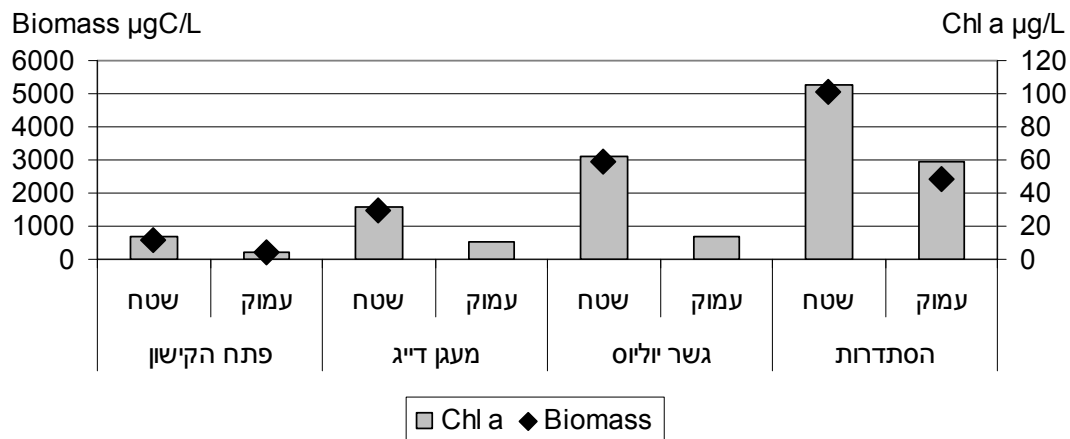
איור 14 : התפלגות ריכוז הדינופלגלטים בדיגומי אוקטובר



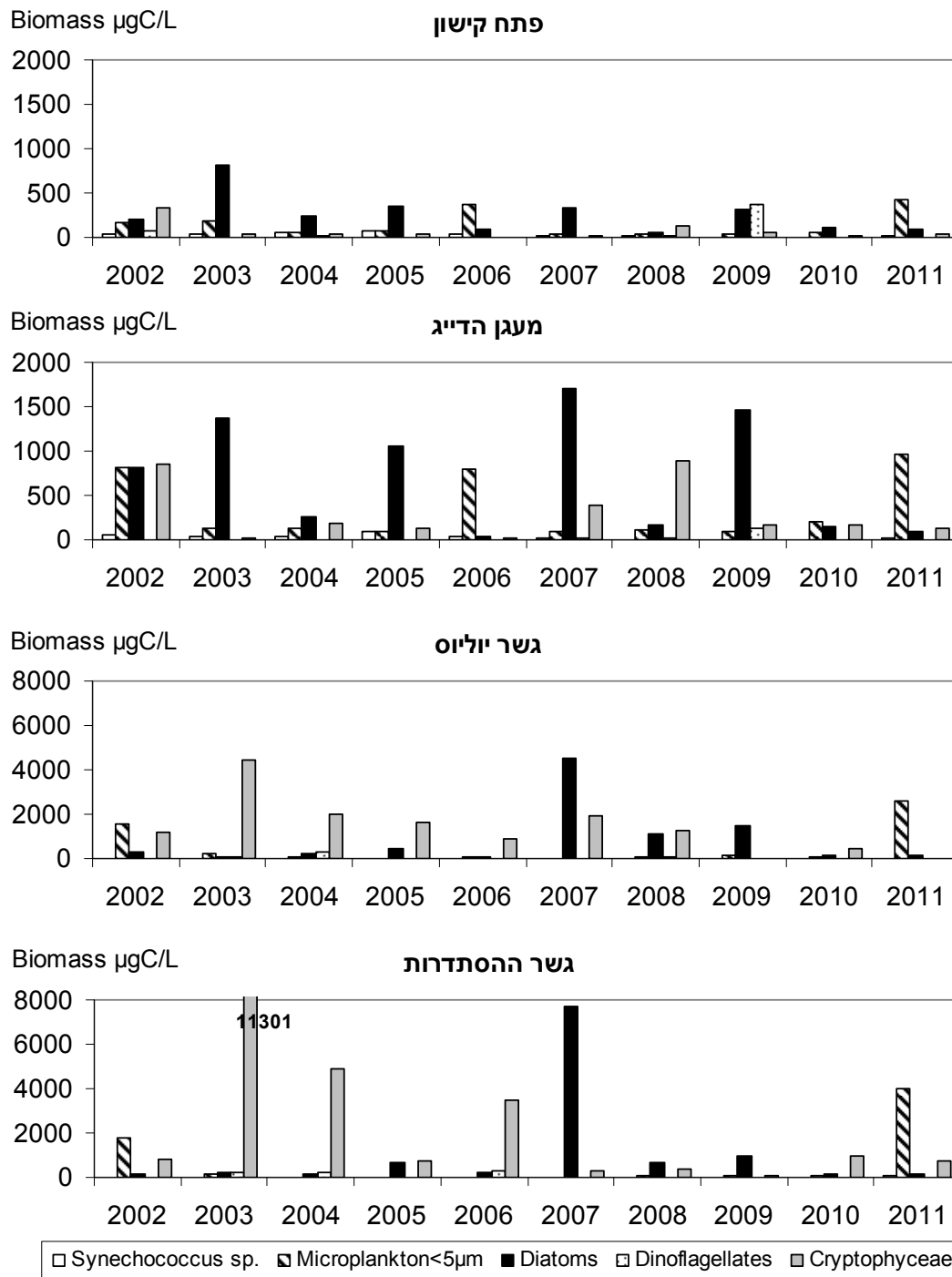
איור 15 : התפלגות הביומסה בדיגומי אוקטובר



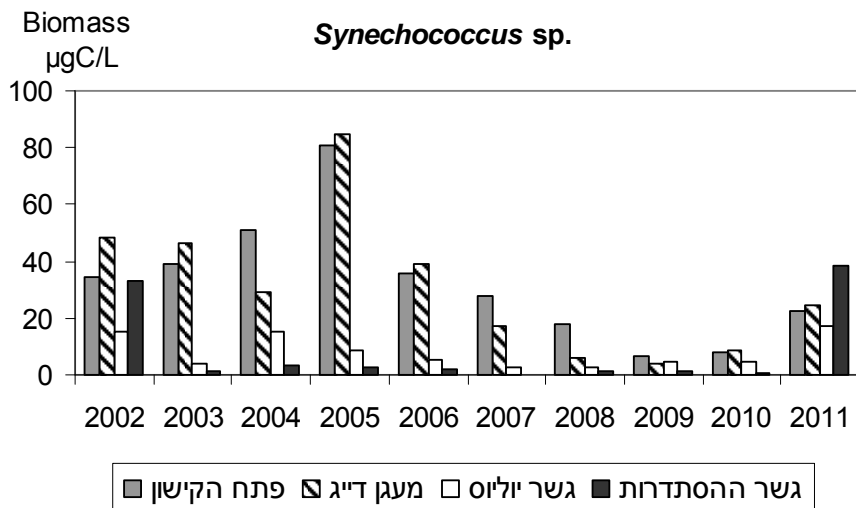
איור 16 : התפלגות ממוצעת (2002-2011) של הביומסה וריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



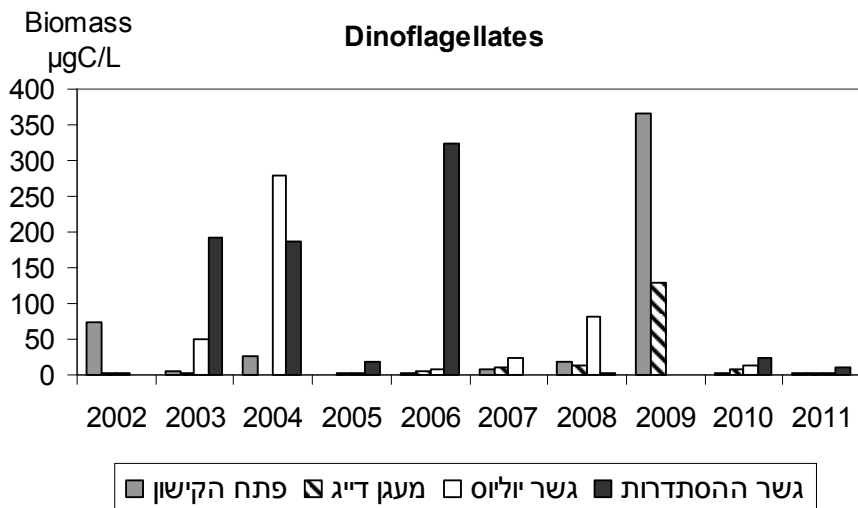
איור 17: התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח לאורך השנים - בתחנות השונות



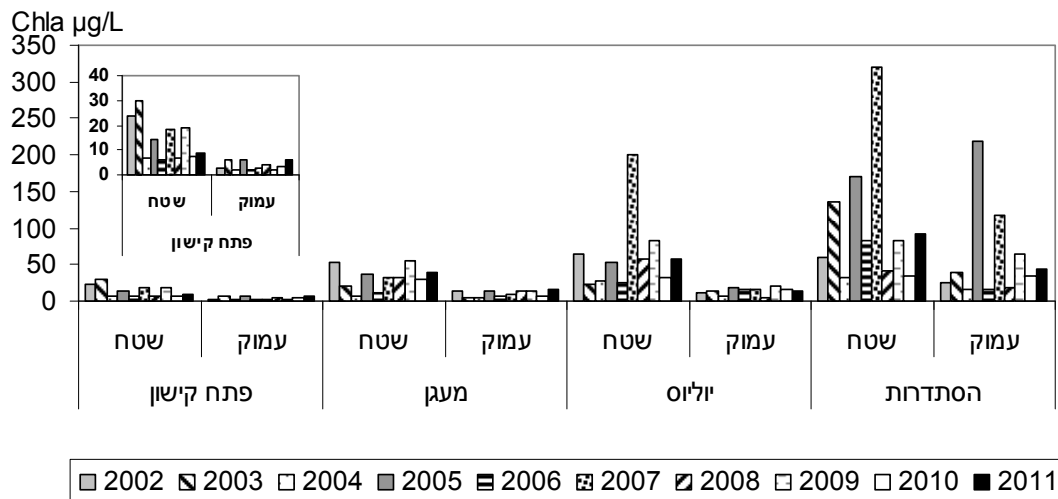
איור 18 : התפלגות ביומסת הבקטריות הכחוליות בפני השטח בדיגומי אוקטובר



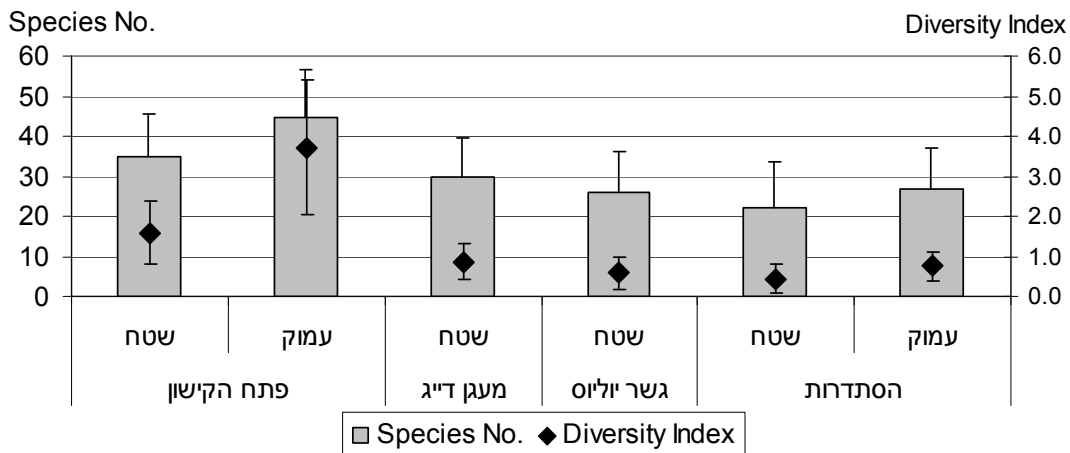
איור 19 : התפלגות ביומסת הדינופלגלטים בפני השטח בדיגומי אוקטובר



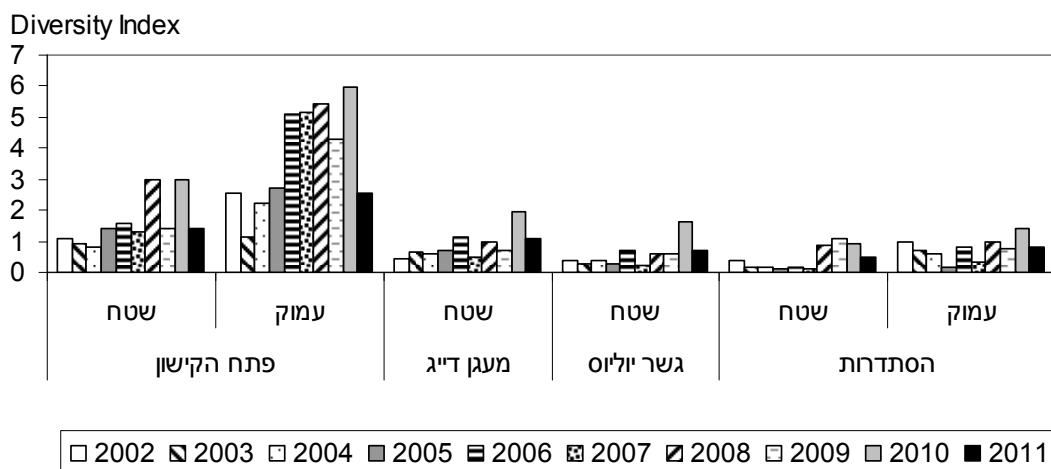
איור 20 : התפלגות ריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



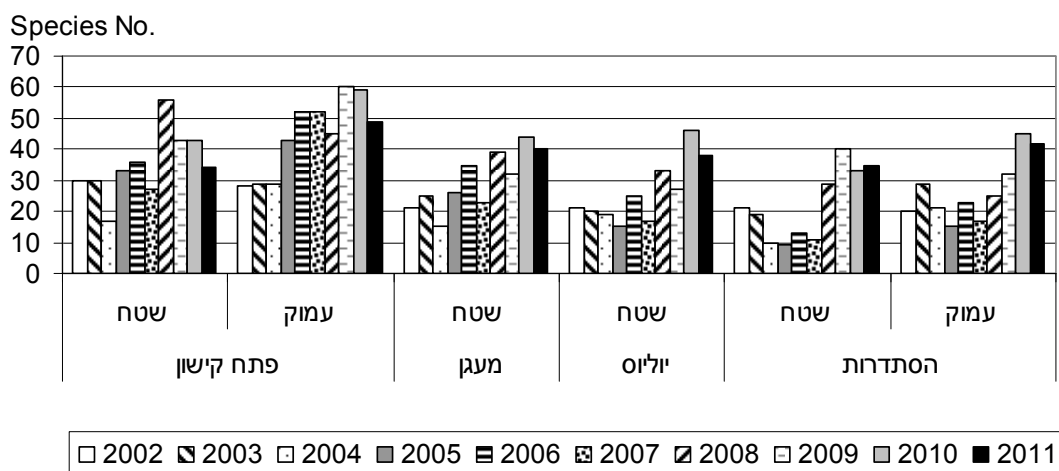
איור 21 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי אוקטובר



איור 22 : התפלגות אינדקס השונות בדיגומי אוקטובר



איור 23 : התפלגות מספר המינים לפי תחנות לאורך השנים בדיגומי אוקטובר



#### 4. מראי מקום

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

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.

Strathmann, R.R. 1967. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.* 12: 411-418.