



אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח,
דו"ח ניטור אוקטובר 2010

דו"ח חיא"ל H66/2011

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
Tel-Shikmona, P.O.B. 8030, Haifa 31080 חיפה 8030, ת"ד 8030
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 2010**

דו"ח חיא"ל H66/2011

נורית גורדון, ברק חרות, נורית קרס

מוגש לרשות נחל הקישון

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

ברק חרות

חתימה:

אוקטובר 2011

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח, דו"ח ניטור אוקטובר 2010

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

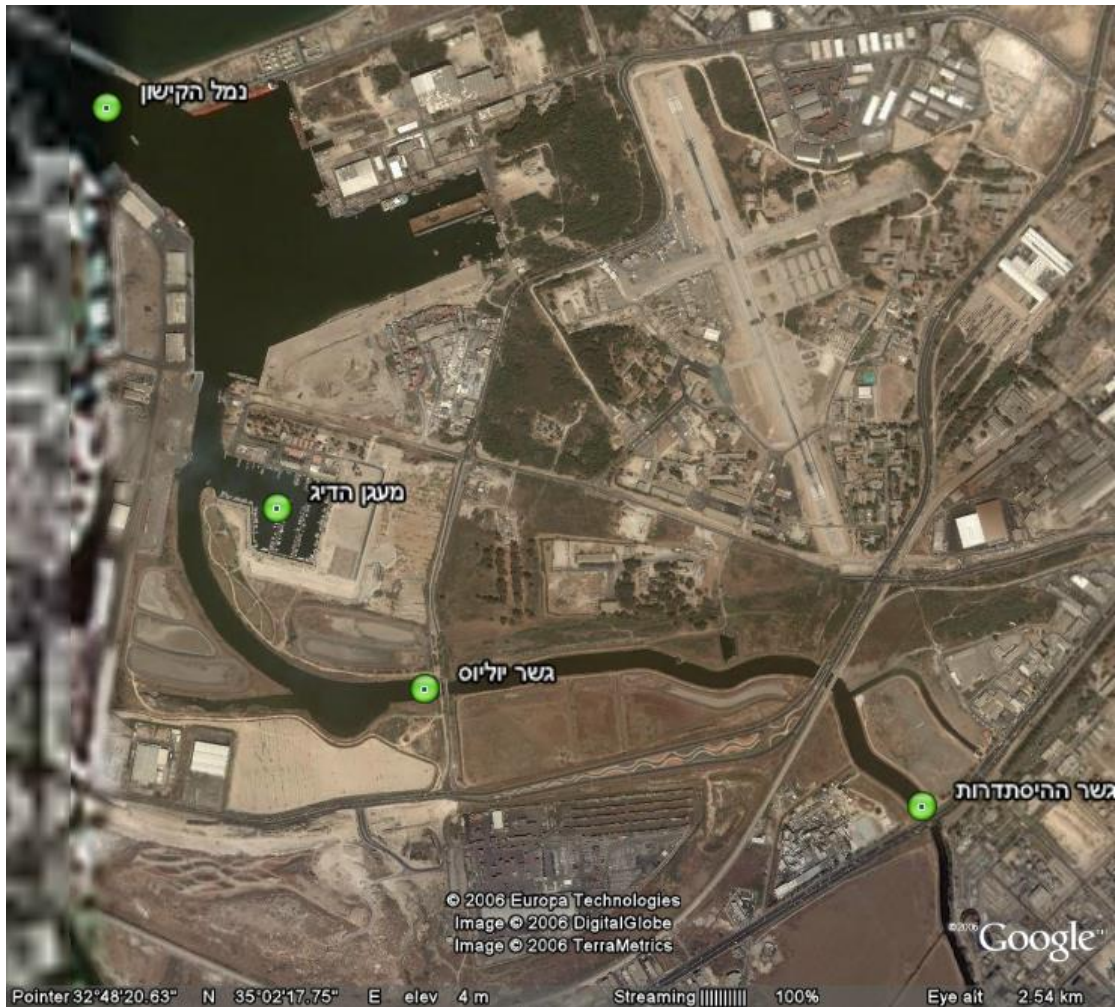
ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-20 באוקטובר 2011 (איור א). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. 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^{plus} systems בשיטות המפורטות ב- [Kress and Herut, 2001] IOC-SCOR-UNESCO, [1994]. 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 אימרסיה שהונחה על זכוכית נושאת. על הפילטר הונחה טיפה נוספת של שמן אימרסיה 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 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 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

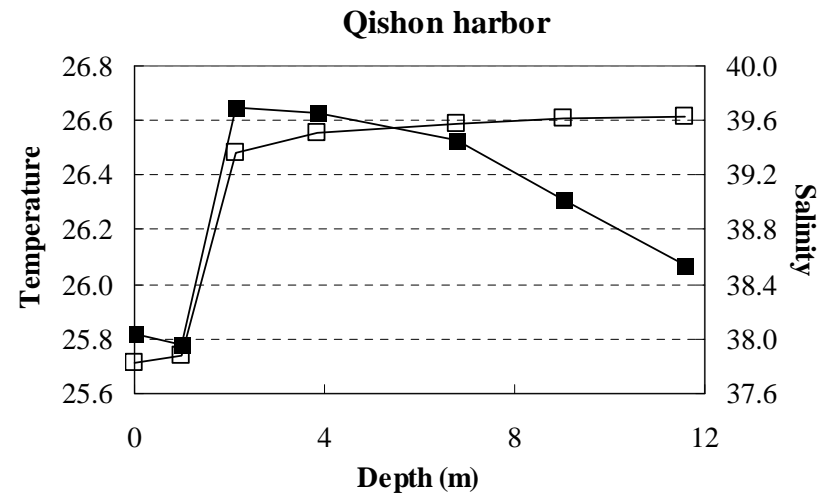
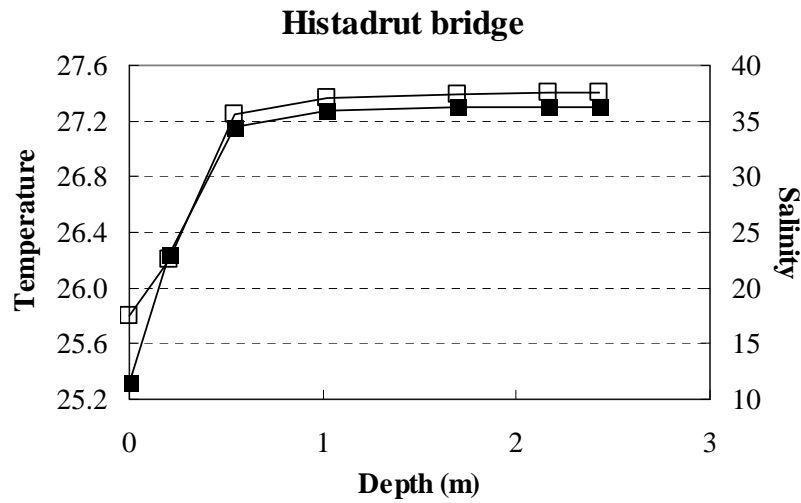
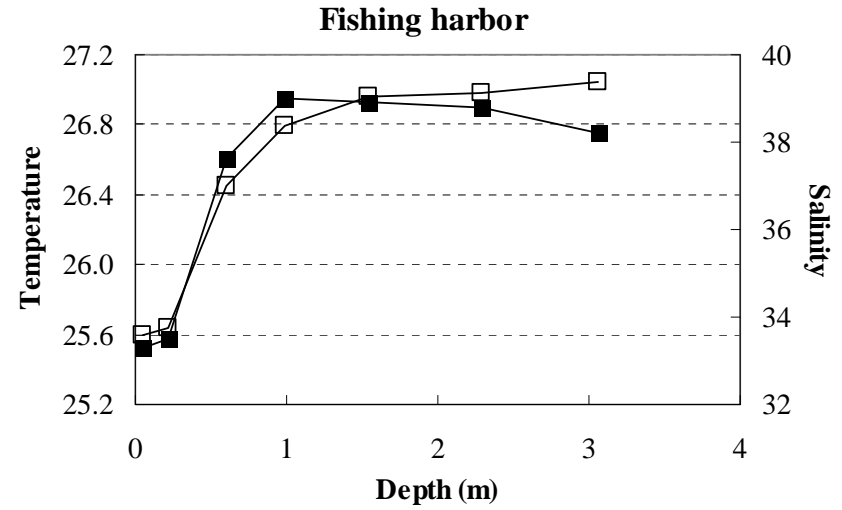
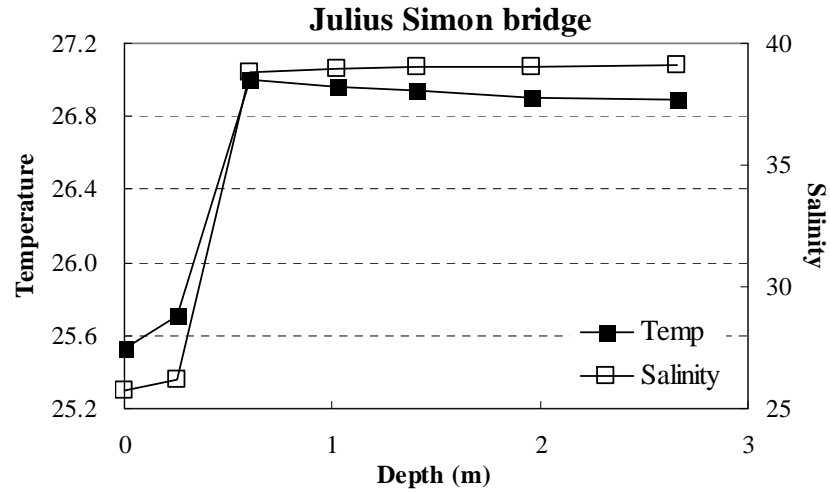
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים ב-ד. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

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 כ-2 מעלת צלזיוס) וקטנות בכ-1 מעלת צלזיוס מהטמפרטורות בשכבה העמוקה, למעט בנמל הקישון (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).

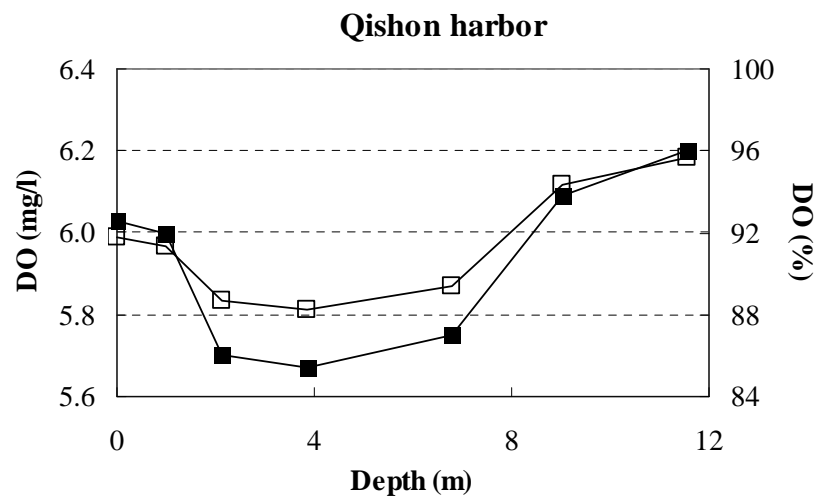
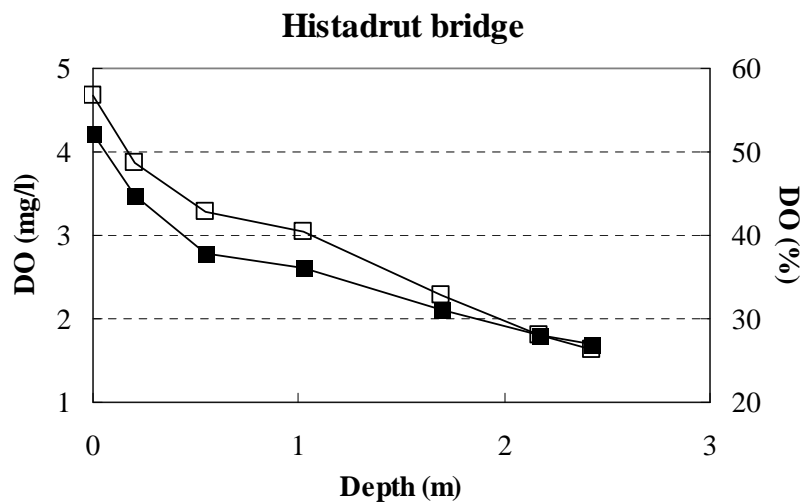
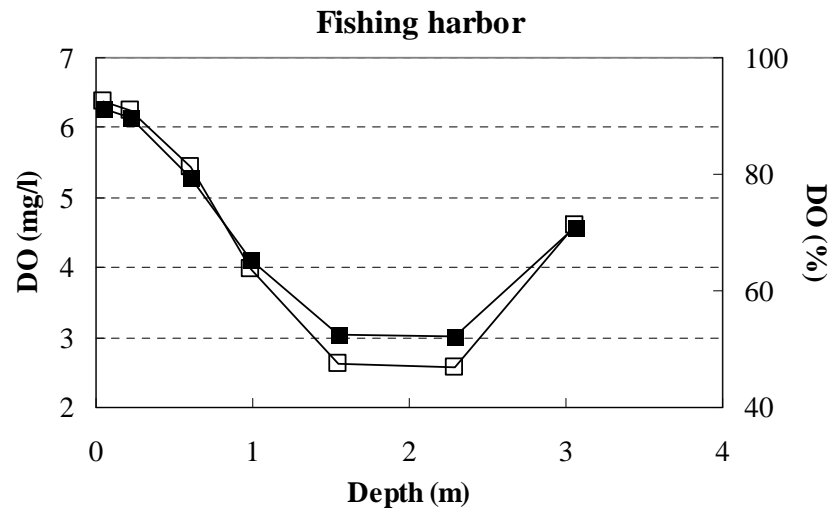
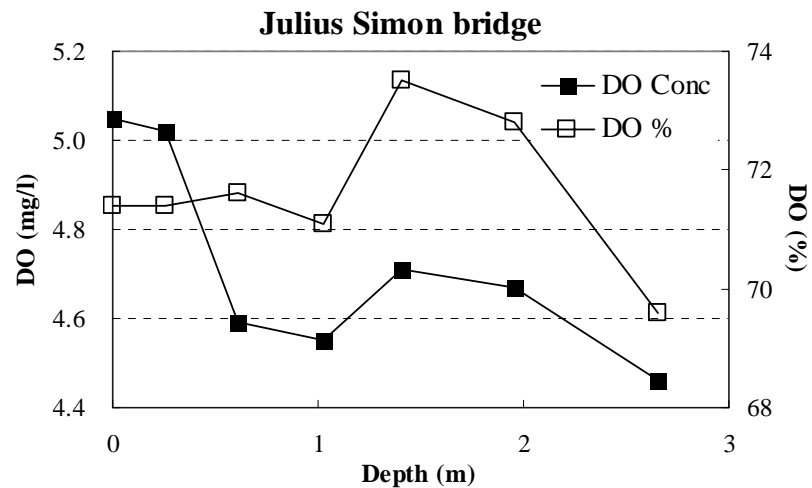
מי השטח בכל התחנות תת-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רוויית החמצן יורד עם עליה בעומק המים (איור ג). ריכוזי חמצן בתחום המוגדר כגורם לעקה ביולוגית (בין 2 ל-5 מג"ל) נמדדו בכל התחנות, פרט לפתח הנמל, במי העומק (בתחנת ההסתדרות קיים מצב היפוקסי בו החמצן קטן מ-2 מג"ל). ריכוז החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה. 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 7.7 ל-8.2 ומבנה פרופיל העומק הראה עליה במי העומק בהשפעת מי הים בתחנות גשר ההסתדרות ויוליוס (איור ד).

ערכי העכירות היו בתחום 23.1-4.2 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.

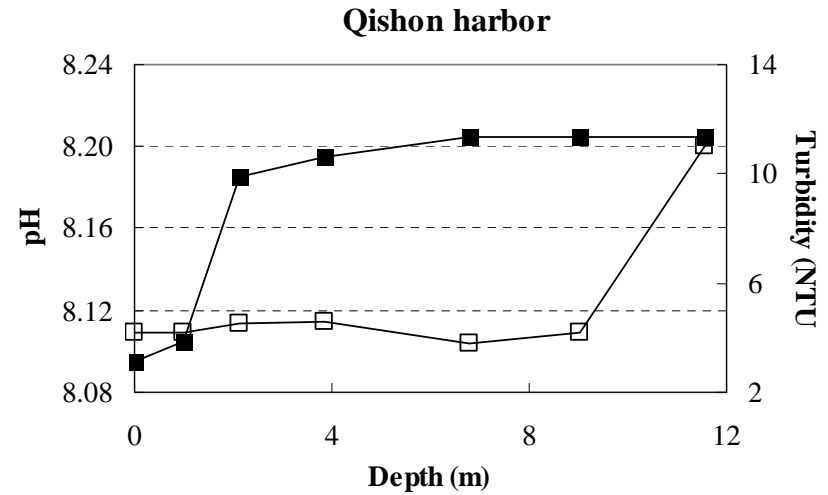
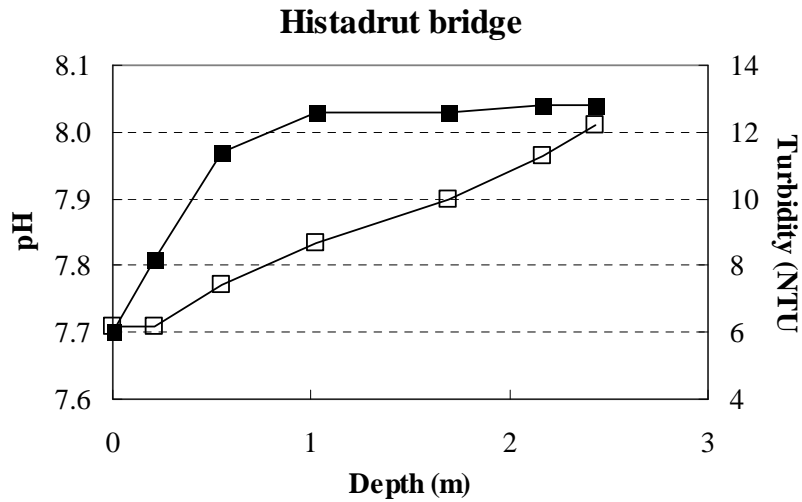
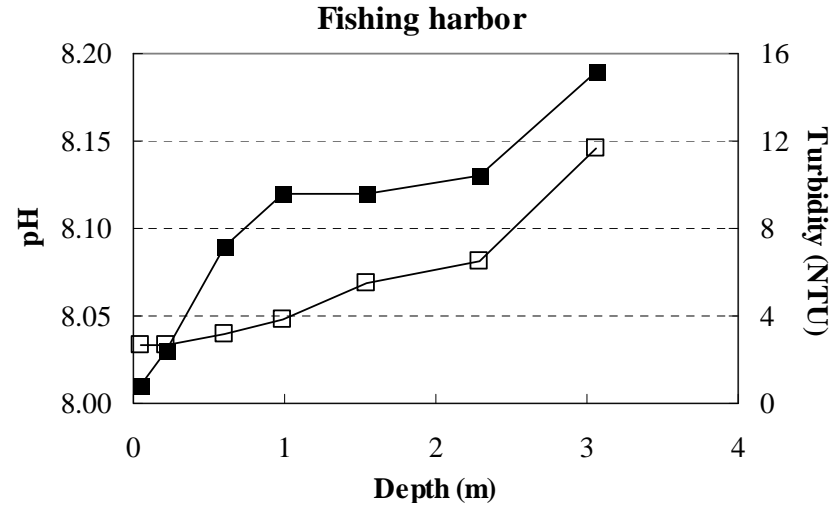
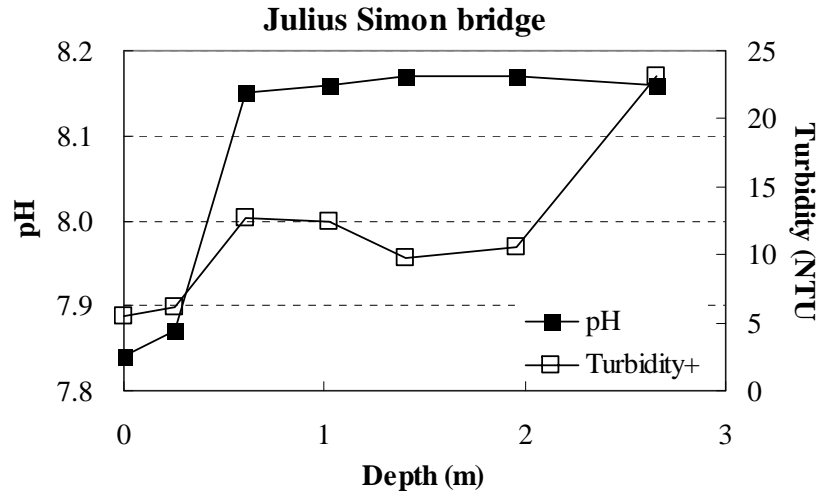
איור ב: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2010.



איור ג: פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רווייה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2010.



איור ד: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2010.

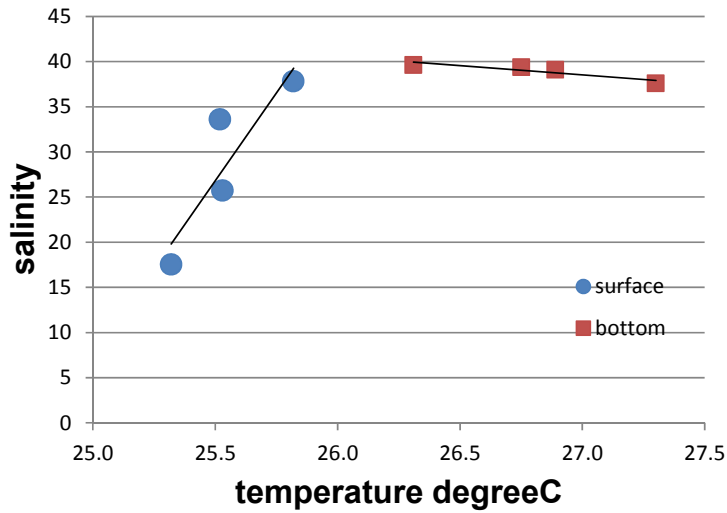
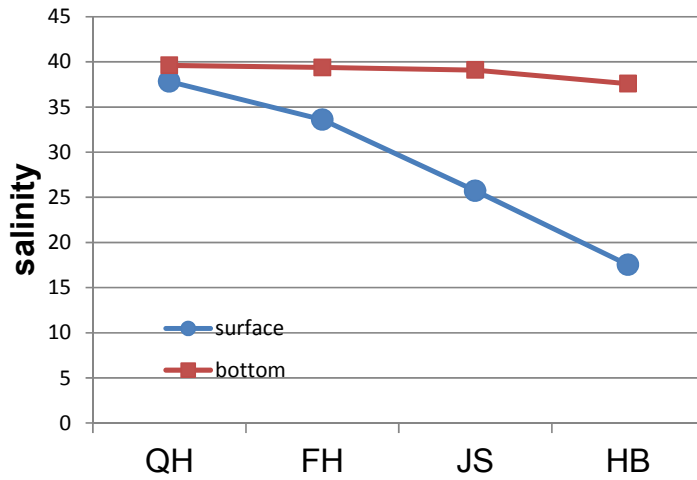


טבלה 1: טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2010.

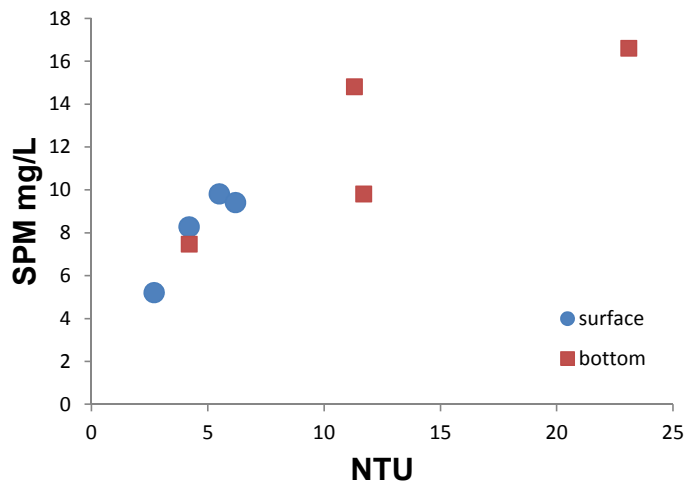
Station	Depth	Temp	Sal	DO		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	<i>m</i>	<i>°C</i>					<i>NTU</i>	<i>mg/l</i>	<i>µg/λ</i>
Harbor Qishon (QHb)	0.00	25.82	37.82	6.03	92	8.10	4.20	8.27	7.43
	9.03	26.31	39.62	6.09	94	8.21	4.20	7.47	3.56
Harbor Fishing (FHb)	0.05	25.52	33.60	6.26	93	8.01	2.70	5.20	29.36
	3.06	26.75	39.38	4.57	71	8.19	11.70	9.80	7.48
Julius Simon (Bridge) (JBr)	0.00	25.53	25.72	5.05	71	7.84	5.50	9.80	32.02
	2.66	26.89	39.09	4.46	70	8.16	23.10	16.60	15.12
Histadrut Bridge (HBr)	0.00	25.32	17.50	4.22	57	7.70	6.20	9.40	34.42
	2.17	27.30	37.58	1.80	28	8.04	11.30	14.80	33.66

Station	Depth	NO ₃	NO ₂	NH ₄	ΣN _{iv}	TON	PO ₄	Si(OH) ₄
	<i>m</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>	<i>µM</i>
QHb	0.17	48.53	12.13	38.00	98.66	10.91	4.79	29.43
	10.08	5.16	1.03	5.60	11.79	9.02	1.27	4.66
FHb	0.15	247.90	33.51	41.91	323.32		12.99	125.32
	2.65	20.94	5.10	33.69	59.73	3.41	2.75	14.55
JBr	0.00	251.53	64.55	150.65	466.73		24.01	271.24
	1.94	25.96	10.63	41.18	77.77	7.41	3.89	22.77
HBr	0.04	258.89	61.32	115.25	435.46	11.97	31.93	393.44
	1.88	59.48	21.79	85.71	166.98		6.45	48.38

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



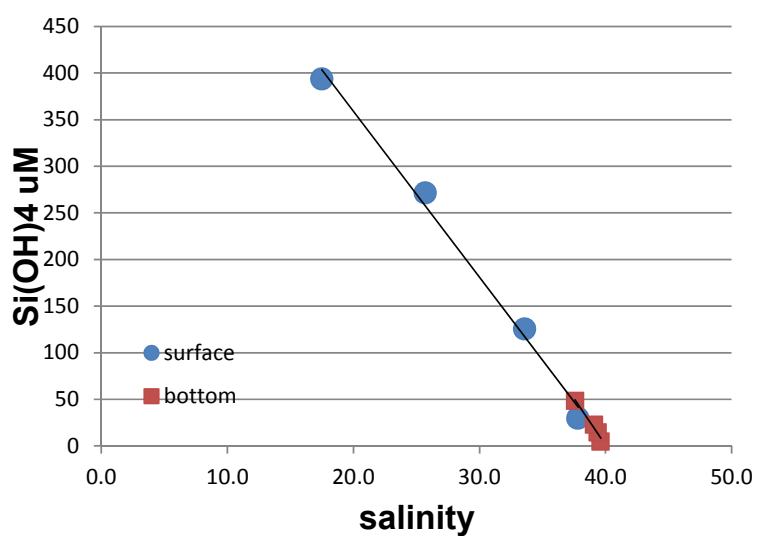
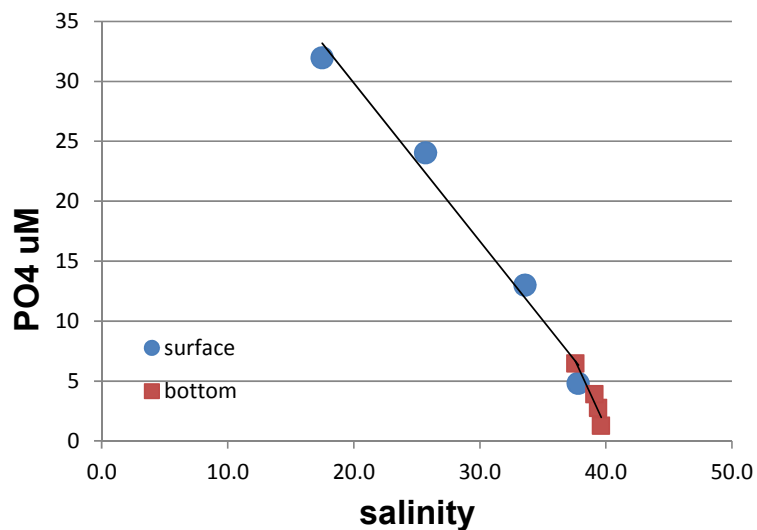
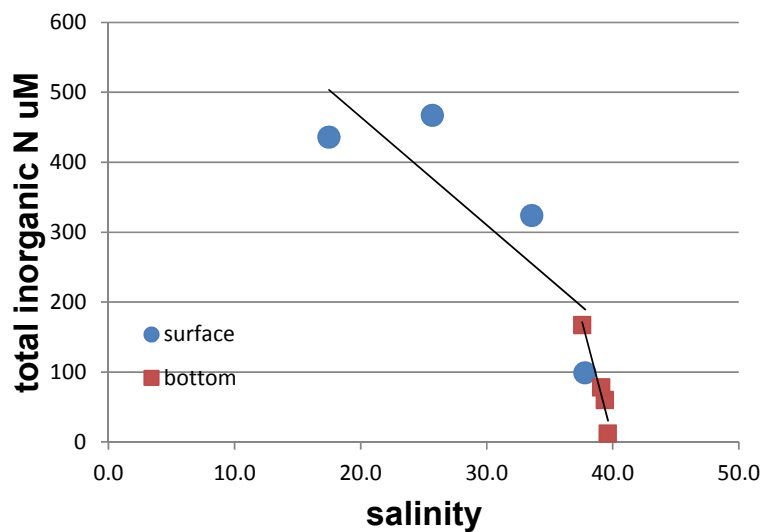
איור ו: יחסי הגומלין בין ערכי NTU וריכוזי חומר מרחף (SPM) לאורך מורד הנחל, אוקטובר 2011.



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, הפוספט ובמידה רבה גם האמוניום+הניטראט מראים שינויים קונסרבטיביים לאורך קטע הנחל ומוכתבים בעיקר ע"י מידת המיהול בין המים מהמעלה הכוללים את הקולחים ומי ים. ההבדלים של ריכוזי החנקן במים העמוקים ומי השטח קשורים להשפעה של תהליכי פירוק (נשימה) של חומר אורגני (איור ז).

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, פוספאט וסיליקה למליחות בתחנות הדיגום, אוקטובר 2011.



ריכוזי הכלורופיל גבוהים יותר בדגימות פני השטח בכל תחנת דיגום וריכוזם יורד בכיוון מורד הנחל. הריכוזים במי השטח בגשר ההסתדרות, בגשר יוליוס סימון ומעגן הדיג מצביעים על רמה איאטרופית גבוהה (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 (μM)		>71	7.1-71	0-7.1
TDP (mg/L)		>0.1	0.01-0.1	0-0.01
TDP (μM)		>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

קבוצות המיקרופלנקטון – דיגום אוקטובר 2010

דיגום זה התאפיין בפריחה עיקרית של אצות מקבוצת ה-Cryptophyceae. מיקרואצות מקבוצה זו מאפיינים את דיגומי הקישון בסתיו. ביומסת קבוצה זו הייתה גבוהה במיוחד בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות (איור 4), ותרומתם הייתה משמעותית לביומסה וריכוז הכלורופיל הגבוהים שנמצאו בשתי תחנות אלה (איור 1).

ריכוז התאים – ריכוז התאים הגבוה ביותר נמצא בפני השטח במעגן הדיג (2.6×10^8), כפי שנמצא אשתקד (איור 2), והוא נבע השנה בעיקר מריכוז גבוה של מיקרואצות קטנות מ- $5 \mu\text{m}$ שהיוו 65% מריכוז התאים הכללי (איור 3). מיקרואצות אלה היו דומיננטיות בכל התחנות (להוציא המים העמוקים בפתח הקישון) והיוו בממוצע $9\% \pm 63\%$ מריכוז התאים הכללי. במים העמוקים בפתח הקישון היו דומיננטיות בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus* sp. (הנפוצות לאורך החוף), שהיוו 71% מריכוז התאים הכללי (איור 3). בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בשני העומקים היו נפוצים יותר מיני אצות מקבוצת ה-Cryptophyceae. **הביומסה וריכוז הכלורופיל**- ריכוז הכלורופיל עלה בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, בשני העומקים (איור 1) ונמצא גבוה יותר בפני השטח יחסית לעומק בכל תחנה להוציא תחנת גשר ההסתדרות, שבה הריכוז היה דומה בשני העומקים. הביומסה עלתה גם היא בהדרגה, בפני השטח, עם העלייה במעלה הנחל. בתחנת גשר

ההסתדרות, בשני העומקים, הביומסה נמצאה דומה וגבוהה יחסית לכל התחנות (איור 1). הביומסה במי עומק פתח הקישון הייתה נמוכה יחסית לפני השטח, כפי שנמצא לגבי ריכוז הכלורופיל. הביומסה הגבוהה יחסית בפני השטח במעגן הדייג ובגשר ההסתדרות בשני העומקים נבעה מביומסה גבוהה של אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae (איור 4), שהיוו 77% מהביומסה הכללית בפני שטח גשר ההסתדרות ו- 57% מהביומסה בגשר יוליוס ובעומק גשר ההסתדרות (איור 5). במעגן הדייג עיקר הביומסה התפלגה בין 3 קבוצות, המיקרואצות הקטנות מ-5µm היוו 37% מהביומסה הכללית, ואילו האצות הצורניות ואצות מקבוצת ה- Cryptophyceae היוו 25% ו-29% בהתאמה. בפתח הקישון היו אצות צורניות ואצות קטנות מ-5µm דומיננטיות בשני העומקים והביומסה הכללית בשני העומקים הייתה נמוכה באופן ניכר יחסית לכל התחנות האחרות. שיעור האצות הצורניות (באחוזים מהביומסה הכללית) היה גבוה בשני העומקים בפתח הקישון והוא הלך וירד עם העלייה במעלה הנחל, לעומת זאת שיעור הביומסה של הפלגטים מקבוצת ה- Cryptophyceae הלך ועלה עם העלייה במעלה הנחל (איור 5).

הרכב מיני המיקרופלנקטון

מגוון המינים הגבוה ביותר נמצא במים העמוקים בפתח הקישון, כפי שנמצא בדיגומים קודמים, והנמוך ביותר במי שטח גשר ההסתדרות (איור 6). במי שטח התחנות האחרות ובמים העמוקים בגשר ההסתדרות מגוון המינים היה דומה. חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר והן היוו בממוצע $54\% \pm 7$, מסך כל המינים בכל התחנות. מספר מיני הצורניות בפני השטח ירד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל (ביחס הפוך לעלייה בביומסה הכללית). מגוון מיני הדינופלגטים היה קטן יחסית בכל התחנות להוציא מי עומק פתח הקישון. בפני השטח בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של אצות ירוקיות, המאפיינות מים בעלי מליחות נמוכה. בכל התחנות הופיעו מספר מיני בקטריות כחוליות. **אינדקס השונות**, המתחשב גם בביומסה, יורד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, בפני השטח (איור 7). אינדקס השונות במי עומק פתח הקישון גדול פי 2 מזה שבפני השטח. גם בגשר ההסתדרות אינדקס השונות במי העומק נמצא גדול יחסית לזה שבפני השטח. אינדקס השונות עולה השנה יחסית לשנה קודמת בכל התחנות להוציא במי שטח גשר ההסתדרות בו הוא נותר כמעט ללא שינוי (איור 7). העלייה באינדקס השונות בפתח הקישון נובעת מירידה בביומסה (מספר המינים נותר ללא שינוי), ובתחנות האחרות משילוב של עלייה במספר המינים וירידה בביומסה יחסית לשנה קודמת.

הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מיני המיקרופלנקטון שתרמו לביומסה באופן ניכר היו פלגטים מקבוצת ה- Cryptophyceae, ובהם המינים *Cryptomonas* spp. והמין *Hemiselmis* sp. (טבלה 1, איור 8). ריכוזם עלה בהדרגה במעלה הנחל, והגיע לריכוז מכסימלי בתחנת גשר ההסתדרות בשני העומקים (איור 2). מיקרואצות קטנות מ-5µm היו אמנם דומיננטיות מספרית בכל התחנות, אך מבחינת ביומסה תרומתן הייתה קטנה, והן היו דומיננטיות בביומסה במעגן הדייג בלבד (איור 4).

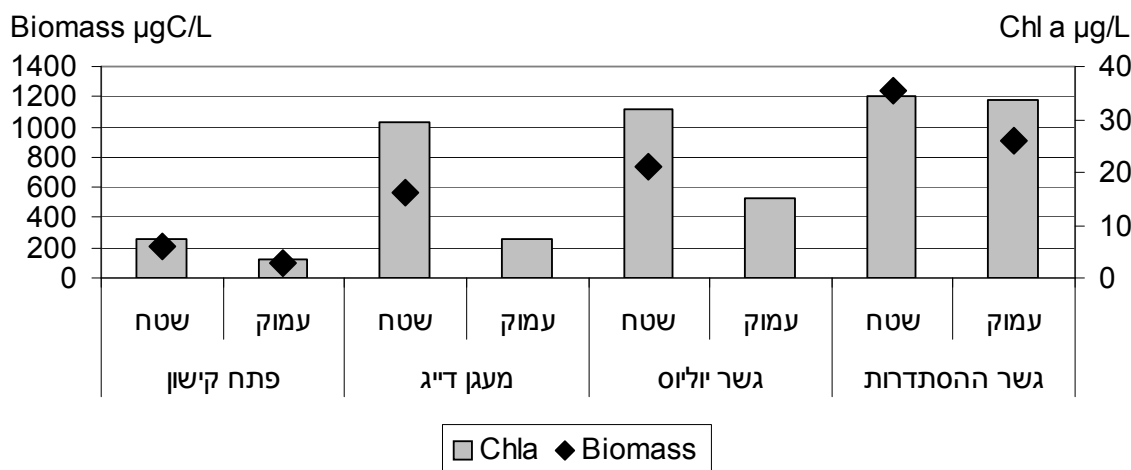
מבין האצות הצורניות היו שכיחים מיני *Thalassiosira* spp. ובמיוחד המין הנפוץ בדיגומי הקישון, *Thalassiosira pseudonana* (איור 8). צורנית זו הופיעה בריכוז גבוה יחסית בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בשני העומקים. המין *Navicula* sp. (10µm) היה גם הוא נפוץ יחסית ותרם משמעותית

לביומסה במיוחד בפני שטח מעגן הדייג. מינים נפוצים נוספים היו מיני *Pseudonitzschia* spp. והמין *Cyclotella* sp. הבקטריה הכחולית החוטית מהמין *Spirulina platensis* הייתה נפוצה בכל התחנות (טבלה 1), ובפני שטח גשר ההסתדרות וגשר יוליוס הביומסה שלה הייתה דומיננטית יחסית לבקטריות הכחוליות האחרות. כמו כן הופיע לראשונה בריכוז גבוה יחסית הבקטריה החד תאית *Synechocystis* sp. בכל התחנות, בגלל מימדיה הקטנים (2.5µm) תרומתה לביומסה הייתה קטנה יחסית.

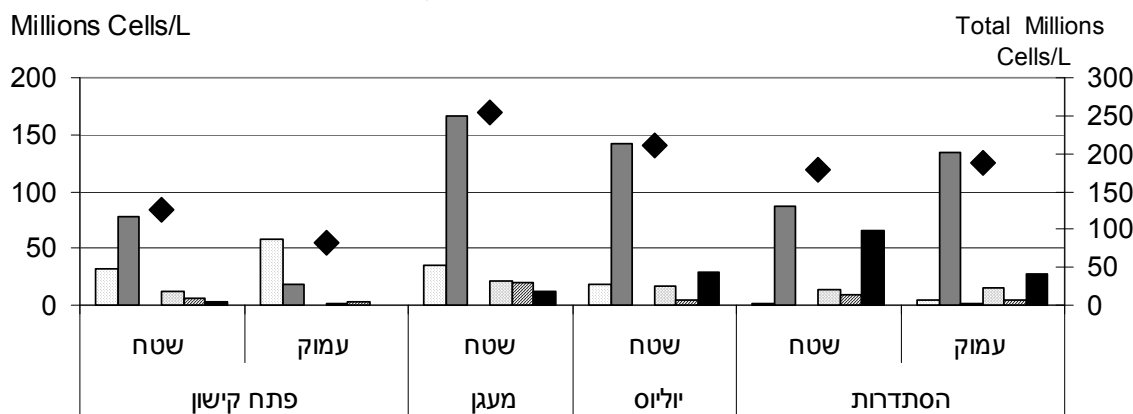
הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

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 מאד ביתר התחנות. המינים השכיחים ביותר היו מיני דינופלגלטים קטנים מ – 15 מיקרון (טבלה 1), והם הופיעו בריכוז גדול יותר בתחנת גשר ההסתדרות. המין *Prorocentrum micans*, שהוא מין ימי, היה הנפוץ ביותר בפתח הקישון בשני העומקים ובמי שטח מעגן הדייג (טבלה 2). מיני הצורניות השכיחות יותר, היו מינים המאפיינים מי ים, ולכן הופיעו בריכוז גדול יותר בפתח הקישון, ובמיוחד במים העמוקים. מינים שכיחים היו המין *Chaetoceros curvisetus*, *Leptocylindrus danicus* ומיני *Rhizosolenia* spp. שהופיעו במרבית הדיגומים. צורנית מהמין *Eucampia cornuta* הופיע לראשונה בריכוז גבוה יחסית. אצות מקבוצת הירוקיות – Chlorophyceae, האופייניות למים בעלי מליחות נמוכה יחסית הופיעו בפני השטח בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות במגוון גדול יחסית לתחנות האחרות, מינים שכיחים יותר היו מיני *Scenedesmus* spp. כמו המין *S. quadricauda* והמין *Ankistrodesmus* sp. (530).

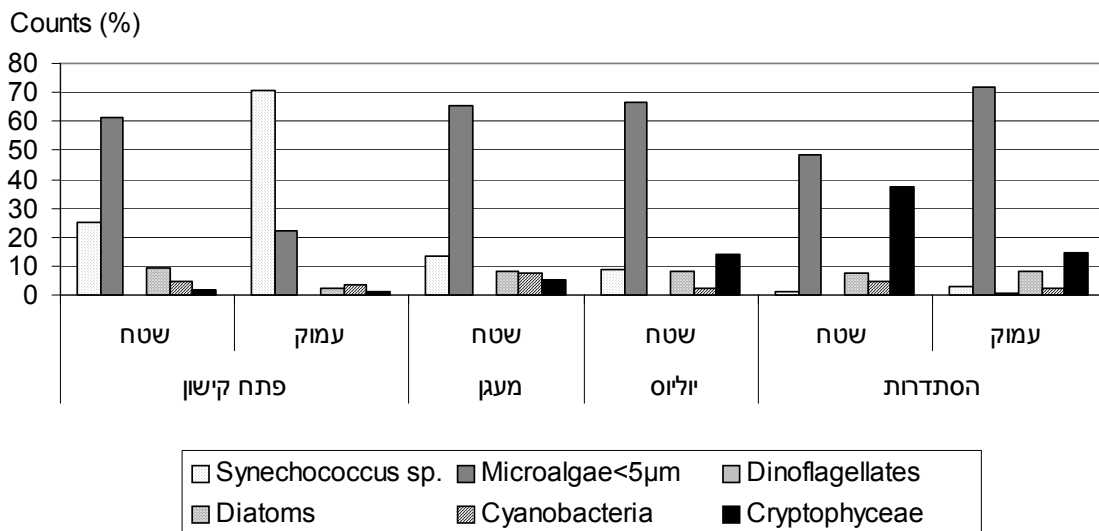
איור 1: התפלגות הביומסה הכללית וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות - אוקטובר 2010



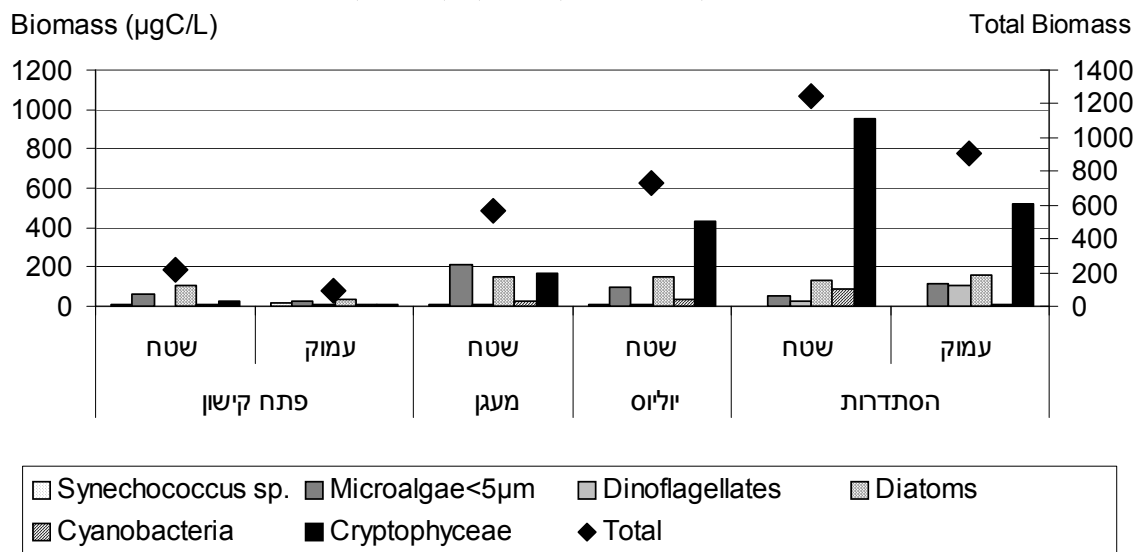
איור 2: התפלגות ריכוזי התאים בתחנות השונות – אוקטובר 2010



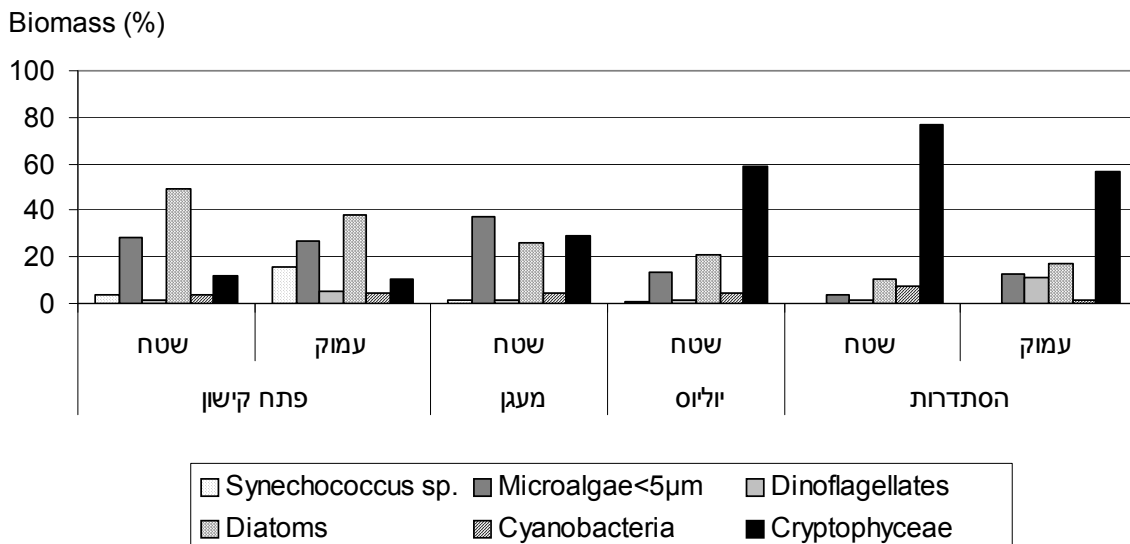
איור 3 : התפלגות ריכוז התאים באחוזים בתחנות השונות – אוקטובר 2010



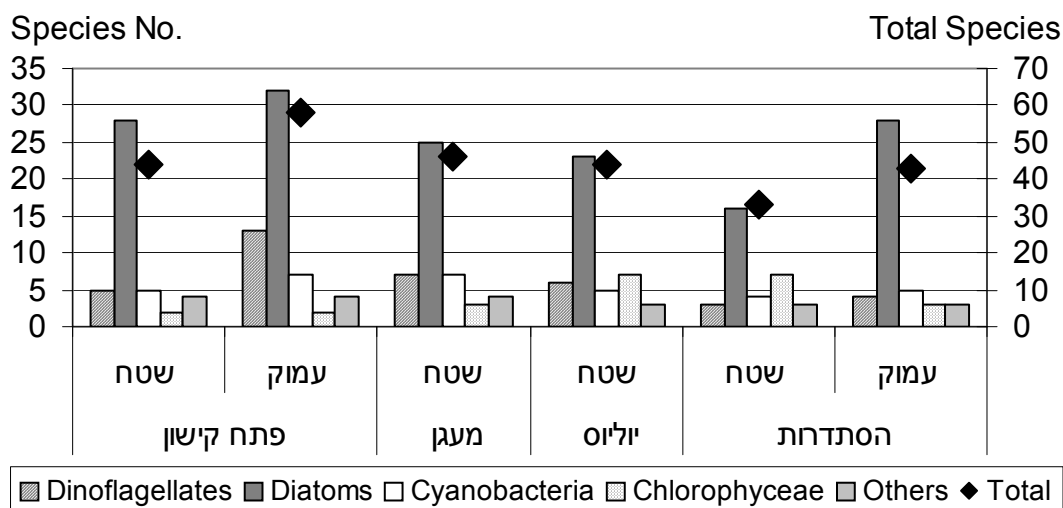
איור 4 : התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון – אוקטובר 2010



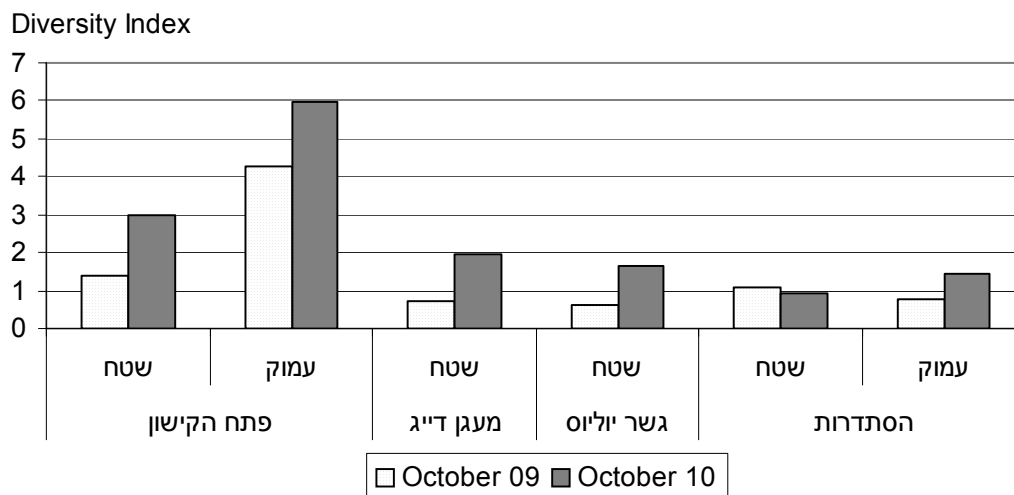
איור 5 : התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון באחוזים – אוקטובר 2010



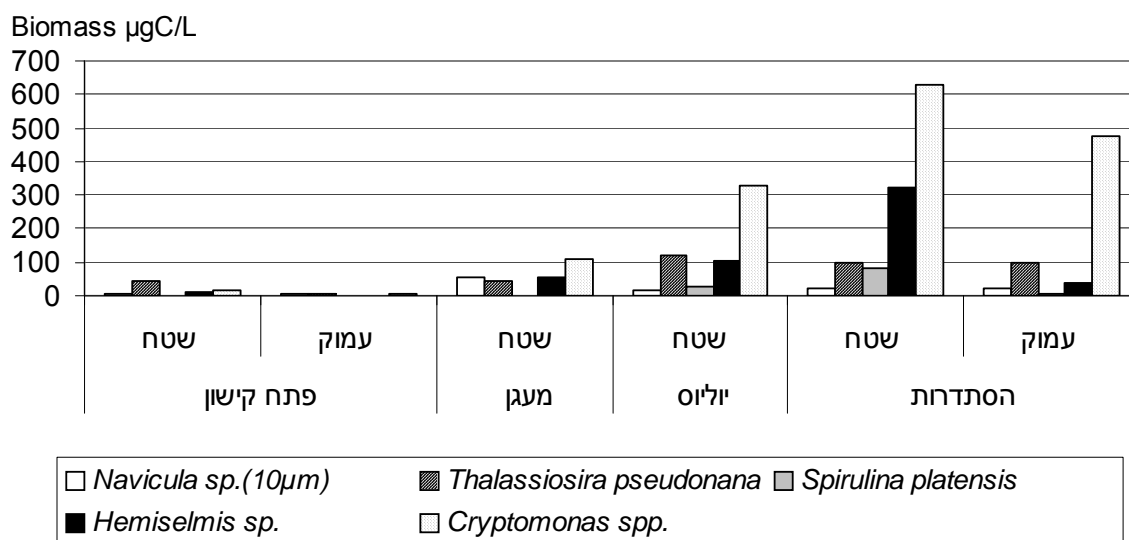
איור 6 : התפלגות מספר המינים הכללי ולפי הקבוצות השונות באוקטובר 2010



איור 7 : התפלגות אינדקס השונות בתחנות השונות באוקטובר 2009 - 2010



איור 8 : התפלגות ביומסת המינים השכיחים – אוקטובר 2010



1. **ריכוזי הכלורופיל והביומסה** עלו בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, וערכיהם היו מכסימליים בגשר ההסתדרות בשני העומקים. ריכוז הכלורופיל נמצא בתחום ההגדרה של מים ברמה איאוטרופית גבוהה (לפי קריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים) בפני השטח בכל התחנות להוציא פתח הקישון שם ערכו היה בתחום הבינוני בפני השטח ובתחום הנמוך במים העמוקים.
2. **פריחות** – הפריחה המרכזית בדיגום זה הייתה של מינים מקבוצת ה - Cryptophyceae, שתרמו לביומסה גבוהה יחסית בתחנת גשר יוליוס וגשר ההסתדרות. מיני מיקרואצות קטנות מ - 5µm, הופיעו בריכוז גבוה יחסית בכל התחנות, ובמיוחד פרחו במעגן הדייג. צורנית מהמין *Thalassiosira pseudonana* פרחו בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות. צורנית מהמין (*Navicula* sp. (10µm) הופיע בריכוז גבוה יחסית במעגן הדייג. בקטריה כחולית חוטית מהמין *Spirulina platensis* הופיעה בריכוז גבוה יחסית במי השטח בגשר ההסתדרות.
3. **מספר המינים** נמצא הגדול ביותר בעומק פתח הקישון, והקטן ביותר בפני השטח בגשר ההסתדרות. במי שטח התחנות האחרות ובעומק גשר ההסתדרות מספר המינים היה דומה. **אינדקס השונות** ירד בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, ונמצא גבוה יותר במים העמוקים יחסית לרדודים, בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות. אינדקס השונות עלה בהשוואה לשנה קודמת, בכל התחנות, להוציא מי שטח גשר ההסתדרות בו הוא נותר ללא שינוי.
4. **הרכב המינים** - מיקרואצות קטנות מ - 5µm היו דומיננטיות מספרית בכל התחנות, להוציא מי עומק פתח הקישון בהם היו הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. דומיננטיות מספרית. מיני האצות הצורניות היו למעלה מ - 50% מסך כל המינים בכל התחנות. שיעור הצורניות בביומסה הכללית הלך וירד במעלה הנחל, בעוד שיעור הביומסה של הפלגלטים מקבוצת ה - Cryptophyceae הלך ועלה. בפתח הקישון ובעיקר במי העומק הופיע מגוון מינים גדול יחסית של דינופלגלטים ואצות צורניות אופייניות למי ים. בפני שטח גשר יוליוס וגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של מיני אצות ירוקות, המאפיינות מים פחות מלוחים. הבקטריה החוטית מהמין *Spirulina platensis* הייתה דומיננטית בביומסה מבין הבקטריות הכחוליות, והופיעה בריכוז מכסימלי בפני שטח גשר ההסתדרות.

טבלה 1: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח בדגימות הקישון - אוקטובר 2010

	פתח הקישון		מעגן דייג	גשר יוליוס	גשר ההסתדרות	
	שטח	עמוק			שטח	עמוק
Cyanobacteria						
<i>Synechococcus</i> sp.	3.2 x10 ⁷	5.8 x10 ⁷	3.5 x10 ⁷	1.8 x10 ⁷	2.0 x10 ⁶	5.2 x10 ⁶
<i>Synechococcus</i> sp.(2)	5.6 x10 ⁶	2.9 x10 ⁶	1.9x10 ⁷			
<i>Synechocystis</i> sp.	2.4 x10 ⁵	5.6 x10 ⁴	6.3 x10 ⁵	4.0x10 ⁶	4.9x10 ⁶	3.7 x10 ⁶
<i>Spirulina platensis</i>	6.0x10 ⁴	3.9x10 ⁴	3.6x10 ⁴	1.2x10 ⁶	3.7x10 ⁶	1.3x10 ⁵
<i>Oscillatoria</i> sp. (1696)	1.2x10 ⁵	6.6x10 ⁴	1.1x10 ⁵	5333	1.0x10 ⁴	6.1x10 ⁴
Diatoms						
<i>Cyclotella</i> sp.	1.1x10 ⁶	5.0x10 ⁵	5.5x10 ³	3.5x10 ⁴	2.1x10 ⁴	6.6x10 ⁵
<i>Cylindrotheca closterium</i>	2.1x10 ⁴	5.7x10 ⁴	5333	1400	171	3.7x10 ⁴
<i>Navicula</i> sp. (10µm)	8.4x10 ⁵	5.6x10 ⁵	6.4x10 ⁶	1.8x10 ⁶	2.5x10 ⁶	2.4x10 ⁶
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	3.0x10 ⁵	2.5x10 ⁴	2.8x10 ⁵	7.3x10 ⁴	5.0x10 ⁴	3.2x10 ⁵
<i>Thalassiosira</i> sp. (3µm)	4.3x10 ⁶		8.7x10 ⁶	1.6x10 ⁶		
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	5.1x10 ⁶	7.7x10 ⁵	5.3x10 ⁶	1.4x10 ⁷	1.1x10 ⁷	1.2x10 ⁷
דינופלגלטים (Dinoflagellates)						
Unidentified <15µm	2.0x10 ⁴	3.1x10 ⁴	7.6x10 ⁴	1.9x10 ⁵	3.2x10 ⁵	1.5x10 ⁶
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas</i> spp.	1.0x10 ⁶	5.0x10 ⁵	6.5x10 ⁶	1.7x10 ⁷	2.7x10 ⁷	2.2x10 ⁷
<i>Hemiselmis</i> sp.	1.3x10 ⁶	2.4x10 ⁵	6.5x10 ⁶	1.3x10 ⁷	3.9x10 ⁷	4.9x10 ⁶
Microplankton < 5µm	7.7x10 ⁷	1.8x10 ⁷	1.7x10 ⁸	1.4x10 ⁸	8.7x10 ⁷	1.3x10 ⁸
Total Microplankton	1.3x10 ⁸	8.3x10 ⁷	2.5x10 ⁸	2.1x10 ⁸	1.8x10 ⁸	1.9x10 ⁸

טבלה 2: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון - אוקטובר 2010

	פתח קישון		מעגן דייג	גשר יוליוס	גשר ההסתדרות	
	שטח	עמוק			שטח	עמוק
צורניות (Diatoms)						
<i>Achnanthes</i> sp.			760			
<i>Actinocyclus</i> sp.	40					
<i>Amphora</i> sp. (741)	680	550	120	13		133
<i>Amphora</i> spp.			120		114	67
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	3480	4463	467	283		140
<i>Aulacodiscus</i> sp.		20				
<i>Cerataulina</i> sp.	2560	3425	80	400		107
<i>Cerataulina pelagica</i>	133					
<i>Cerataulus radiatus</i>						67
<i>Chaetoceros</i> spp.	2840	3300	367	213		240
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	4760	2.7x10 ⁴	693	333		560
<i>Chaetoceros didymus</i>	320	725				
<i>Coscinodiscus</i> sp.			80			
<i>Entomoneis</i> sp. (BS21)	47	50				13
<i>Entomoneis</i> sp. (1622)	1.4x10 ⁴	800	1320	600		667
<i>Entomoneis gigantea</i>					40	853
<i>Eucampia cornuta</i>	2160	9800	160	133	27	213
<i>Eucampia zodiacus</i>	67					
<i>Fragilaria</i> sp.					7857	
<i>Guinardia flaccida</i>		150				
<i>Guinardia striata</i>		50				
<i>Leptocylindrus minimus</i>	680	5225	400	267		
<i>Leptocylindrus danicus</i>	6760	2.7x10 ⁴	2800	933		1000
<i>Melosira moniliformis</i>						93
<i>Meuniera membranacea</i>	300	238				
<i>Navicula</i> sp.(527k)	80	50	400	800	457	
<i>Navicula</i> spp.			440	467	686	2733
<i>Navicula</i> sp.(523k)		25				
	פתח קישון		מעגן דייג	גשר יוליוס	גשר ההסתדרות	

	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק
<i>Navicula</i> sp.(347k)				27	229	667
<i>Nitzschia sigma</i>		50	40	133	114	
<i>Nitzschia</i> sp.(1301)		25		67	57	133
<i>Odontella mobiliensis</i>	40	25				
<i>Pleurosigma</i> sp. / <i>Gyrosigma</i> sp.	40	13	13			67
<i>Rhizosolenia alata</i>	320	950	20			20
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>		25				
<i>Rhizosolenia setigera</i>	320	400	160	200		200
<i>Skeletonema costatum</i>						333
<i>Streptotheca tamesis</i>	380	200		20	171	200
<i>Thalassiosira</i> spp.	1553	2750	6820	6200	3909	3227
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		40				
<i>Thalassiothrix</i> sp.						27
(Dinoflagellates) דינופלגלטים						
<i>Ceratium kofoidii</i>	60	450	30	33		
<i>Ceratium teres</i>		13				
<i>Ceratium trichoceros</i>		20				
<i>Citharistes regius</i>		13				
<i>Dinophysis exigua</i>		13				
<i>Dinophysis</i> sp.		25				
<i>Gonyaulax spinifera</i>		50	13			
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>		25		27		167
<i>Prorocentrum micans</i>	1600	1125	1480			
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	120	150	80	33	35	67
<i>Protoperidinium</i> spp.		100	147	27		
Chlorophyceae						
<i>Actinastrum hantzschii</i>			40			
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					57	67
<i>Ankistrodesmus</i> sp. (530)				2000	1257	133
<i>Monoraphidium griffithii</i>	53	25	13			
<i>Oocystis borgei</i>				133	686	
<i>Oocystis</i> sp. (424)				333		
<i>Scenedesmus acuminatus</i>					229	
<i>Scenedesmus acutus</i> f. <i>alternans</i>				333		
<i>Scenedesmus bernardii</i>				533		
<i>Scenedesmus opoliensis</i>					457	267
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				147	1314	
<i>Unidentified</i> sp. (396k)				4067	686	
Unidentified flagellates	560	175	200			
Euglenales						
<i>Euglena</i> sp.			40			
Cyanobacteria						
<i>Lyngbya</i> sp. (528k)			1.5×10^4			
<i>Lyngbya</i> sp. (529k)				1.5×10^4		
<i>Microcystis</i> sp.		1500				
Unidentified sp. (1830)		1250				2133
Ciliates						
<i>Mesodinium rubrum</i>	80	100	20			

1. ריכוז התאים

א. חלה ירידה בריכוז התאים הכללי בדיגום 2010 בכל התחנות. בפתח הקישון בשני העומקים נראית מגמה כללית של ירידה בריכוז התאים (גם אם לא רציפה) לאורך השנים החל מאוקטובר 2006 (איור 9).

ב. הרכב הקבוצות השונות – בדיגום זה נעצרה מגמת הירידה בריכוז ה**בקטריות הכחוליות** הנפוצות מהמין *Synechococcus sp.* במי פני שטח תחנות פתח הקישו ומעגן הדייג, אך ריכוזן היה עדיין נמוך יחסית לממוצע הריכוז לאורך השנים (איור 10). ביתר התחנות חלה ירידה בריכוז בקטריות אלה, ובמי עומק פתח הקישון ובגשר ההסתדרות נראית מגמה של ירידה בריכוזן לאורך השנים. בריכוז תאי ה**מיקרוואצות הקטנות מ** – 5 מיקרון חלה השנה עלייה ניכרת בפני השטח ובעומק כל התחנות שנדגמו, וזאת לאחר מספר שנים בהם הייתה התייצבות יחסית בריכוז התאים מקבוצה זו (איור 11). **בריכוז הצורניות**, לעומת זאת, חלה ירידה השנה בכל התחנות (איור 12) וריכוזן מתאפיין בתנודות לאורך השנים. ריכוזן היה לרוב גבוה יותר בפני שטח מעגן הדייג. **אצות מקבוצת ה** – *Cryptophyceae* היו שכיחות יחסית בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות והופיעו בריכוז גבוה יותר יחסית לתחנות אחרות, בחלק ניכר מהדיגומים (איור 13). בדיגום האחרון ריכוזם עלה בכל התחנות, להוציא עומק פתח הקישון, והיה הגבוה ביותר בגשר ההסתדרות. **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. בפני שטח פתח הקישון ומעגן הדייג נבלמה מגמת העלייה בריכוז הדינופלגלטים השנה וריכוזם ירד באופן ניכר, במיוחד בפתח הקישון. בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות לעומת זאת חלה עלייה ניכרת בריכוז הדינופלגלטים יחסית לשנה קודמת, ואילו בעומק גשר ההסתדרות ריכוז תאי הדינופלגלטים שומר על יציבות מסויימת עם תנודות קטנות בריכוז.

2. ביומסה

א. הביומסה הכללית ב- 2010 יורדת יחסית לדיגום 2009 בכל התחנות (איור 15). בפתח הקישון הירידה בביומסה הייתה הגדולה ביותר ושיעורה הלך ופחת עם העלייה במעלה הנחל.

ב. נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בביומסה עם העלייה 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. בפני השטח ובעומק ישנן תנודות בביומסה לאורך השנים. בשלוש שנים אחרונות ישנה מגמה של ירידה בביומסה בפני השטח בגשר יוליוס, ואילו במי שטח גשר ההסתדרות התייצבות על רמה נמוכה יחסית במהלך שנים אלה (איור 15). בפתח הקישון, הייתה אמנם עלייה בביומסה בשנה קודמת אך להוציא עלייה זו, נראית מגמה כללית של ירידה בביומסה לאורך השנים.

ד. 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 (איור 17). ביומסת הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. הייתה נמוכה יחסית לקבוצות האחרות ואפינה בעיקר את תחנות פתח הקישון ומעגן הדייג (איור 18). נראית מגמה ברורה של ירידה בביומסה שלהן החל משנת 2006, אמנם בדיגום הנוכחי הייתה עלייה קטנה בביומסה שלהן, אך הביומסה נשארה עדיין נמוכה יחסית לממוצע שנים קודמות. ביומסת הדינופלגלטים הייתה בדרך כלל נמוכה יחסית לקבוצות 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, ואילו בשנת 2009 הופיע פריחה שלהם בפתח הקישון.

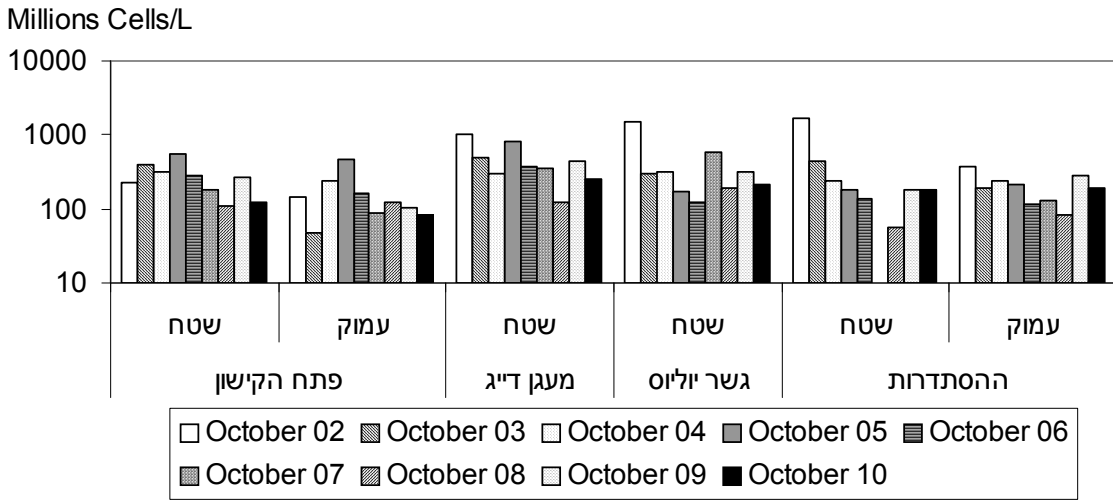
3. כלורופיל

- א. ריכוז הכלורופיל ב-2010 פחת כבמחצית בהשוואה לשנה קודמת בכל התחנות (להוציא עומק פתח הקישון, שם חלה עלייה) (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 איאוטרופיקציה המוגדרת כבינונית. במעגן הדייג בתחום הגבוה. בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בתחום היפר איאוטרופי. במי עומק פתח הקישון תחום ריכוז הכלורופיל נמוך, ובמי עומק מעגן הדייג וגשר יוליוס בתחום הבינוני ואילו בעומק ההסתדרות ברמה היפר איאוטרופית בדומה לפני השטח.
- ד. לאורך השנים נראו תנודות בריכוז הכלורופיל בתחנות פני השטח ובעומק ולא ניתן לראות מגמתיות רב שנתית ברורה, אולם בגשר ההסתדרות בפני השטח ניתן לראות ירדה בממוצע ריכוז הכלורופיל בשלוש שנים אחרונות, יחסית לשלוש שנים קודמות, כפי שניתן לראות גם בביומסה הכללית (איורים 15, 20).

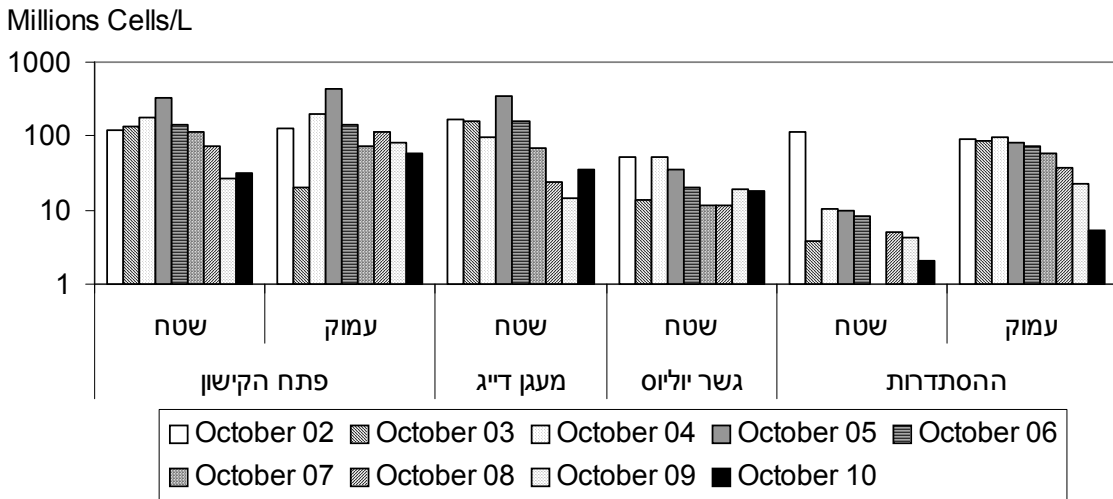
4. מגוון המינים

- 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 2010 עלה באופן ניכר יחסית לשנה קודמת בכל התחנות להוציא את פני שטח גשר ההסתדרות (איור 22). עלייה זו בולטת במיוחד בפני שטח מעגן הדייג וגשר יוליוס, שאינדקס השונות בהן היה נמוך מאד לאורך השנים. מספר המינים בשתי תחנות אלה מראה מגמה כללית של עלייה (אם כי לא רציפה) משנת 2006 עד 2010 (איור 23). בפני שטח גשר ההסתדרות ממוצע אינדקס השונות ומספר המינים בשלוש השנים האחרונות גבוה באופן ניכר יחסית לשנים קודמות. בעומק פתח הקישון נראית מגמה כללית של עלייה באינדקס השונות ובמספר המינים לאורך השנים.

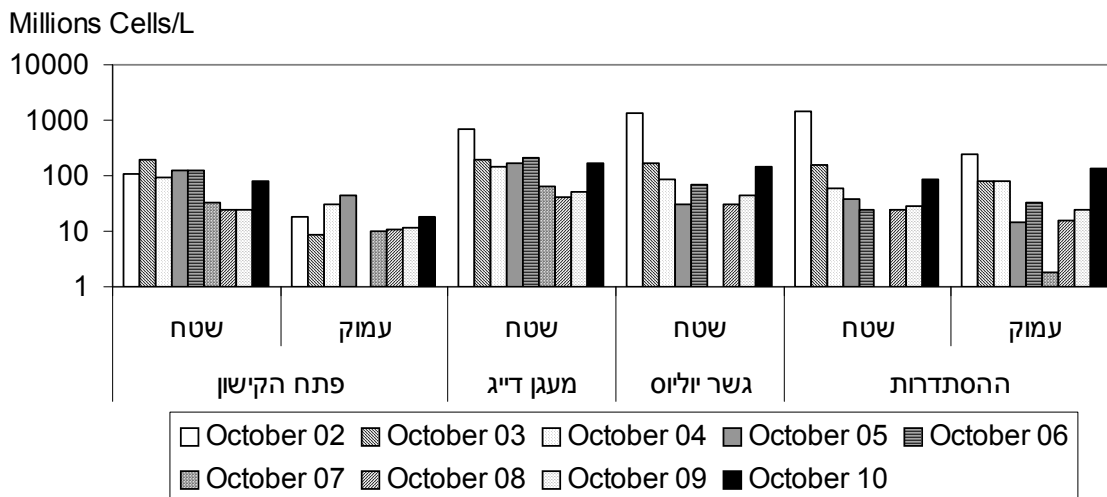
איור 9 : התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



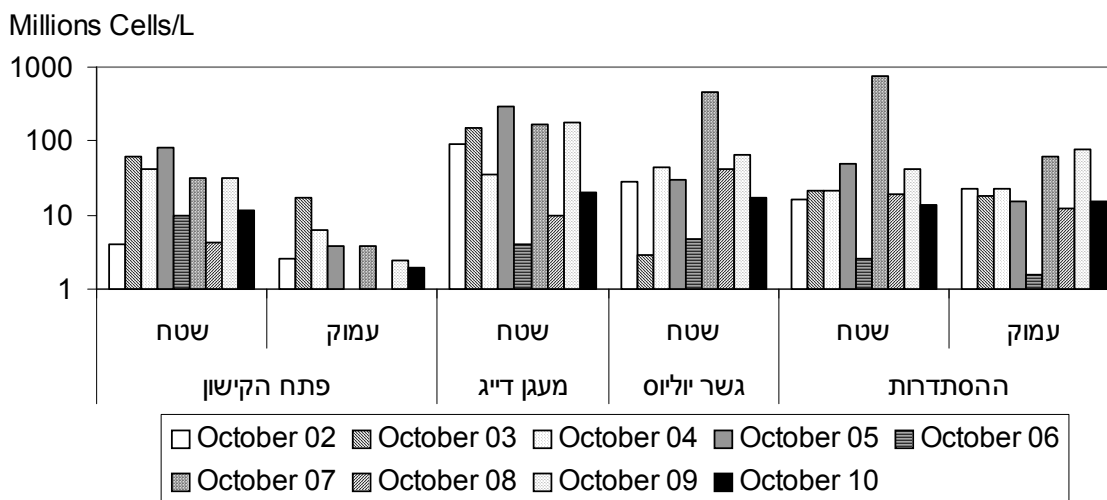
איור 10 : התפלגות ריכוז תאי בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.* בדיגומי אוקטובר



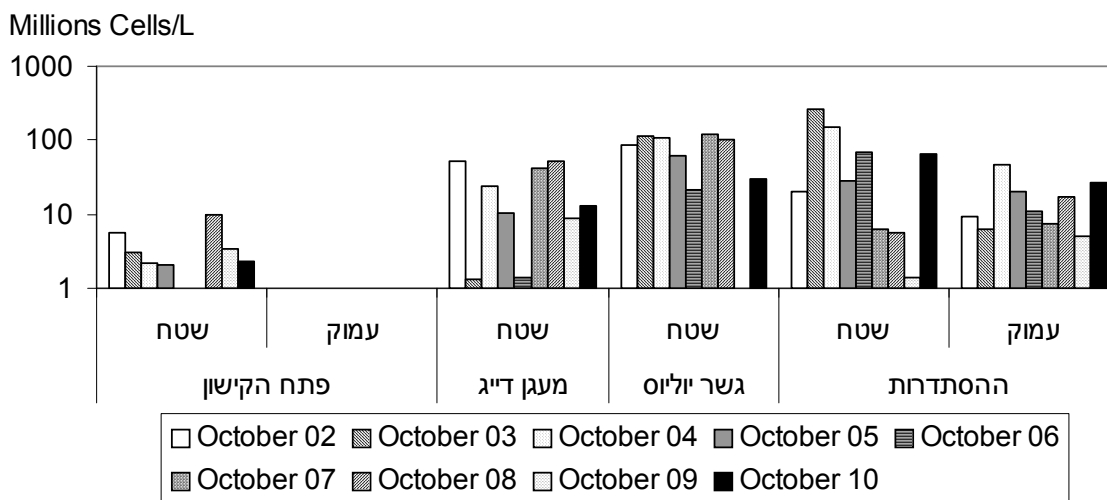
איור 11 : התפלגות ריכוז תאי המיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון בדיגומי אוקטובר



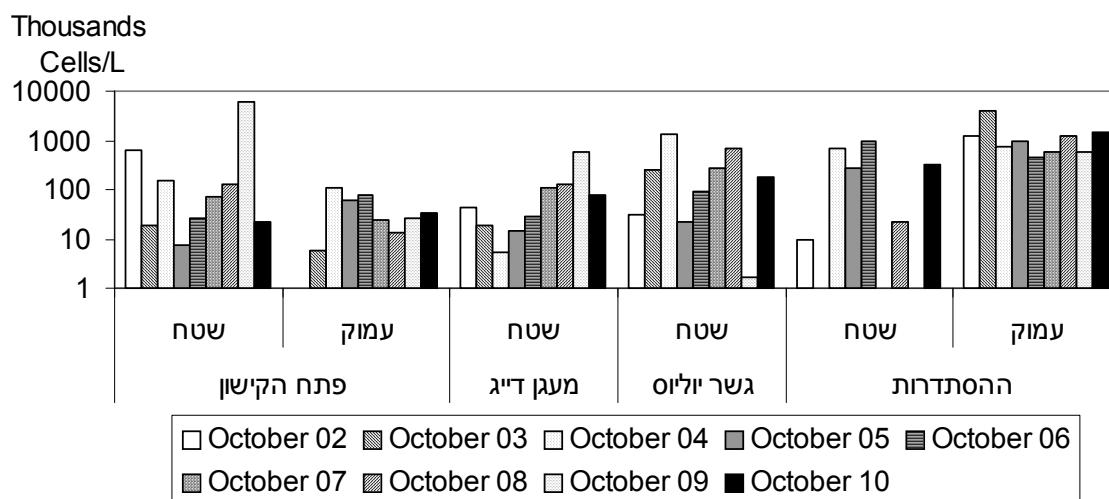
איור 12 : התפלגות ריכוז תאי האצות הצורניות בדיגומי אוקטובר



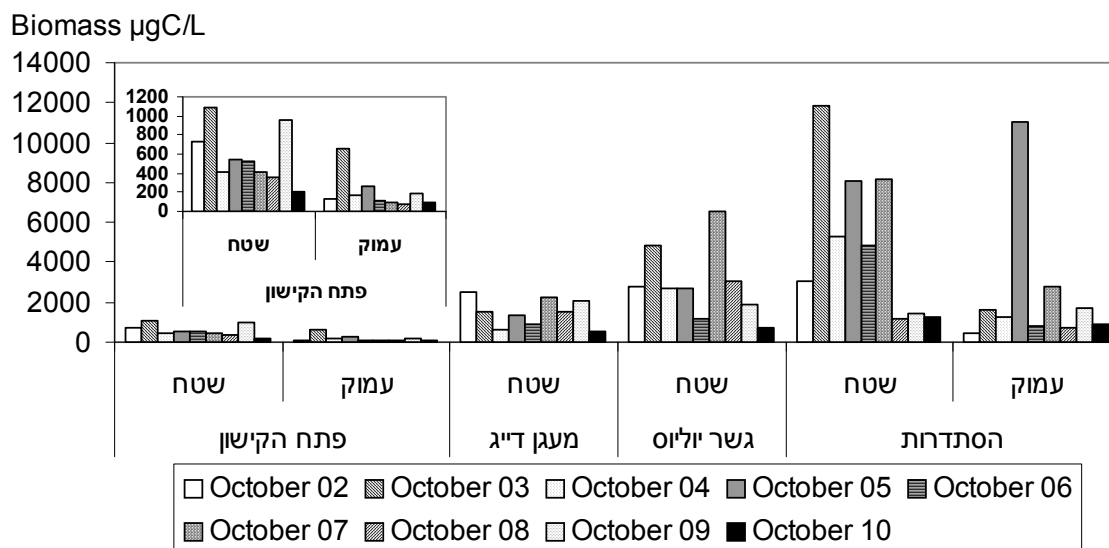
איור 13 : התפלגות ריכוז תאי ה - *Cryptophyceae* בדיגומי אוקטובר



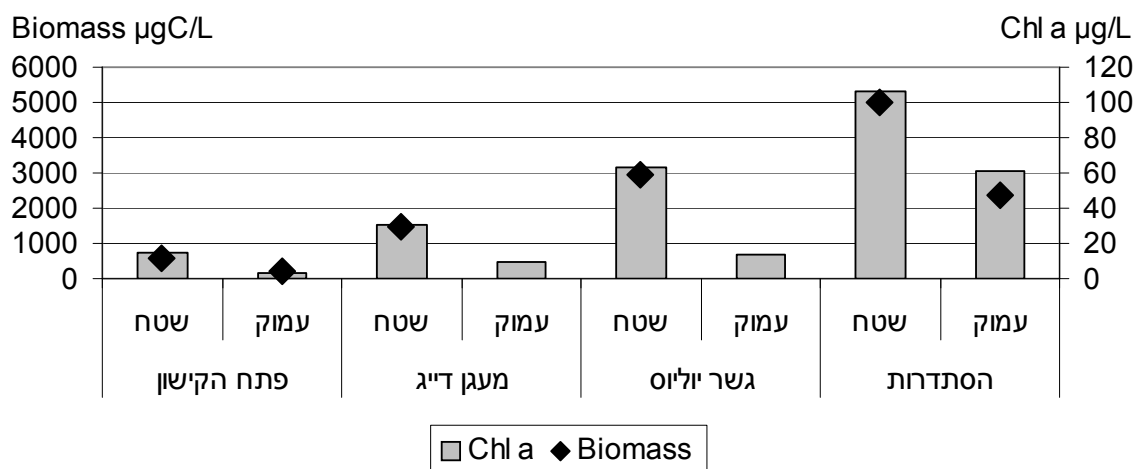
איור 14 : התפלגות ריכוז הדינופלגלטים בדיגומי אוקטובר



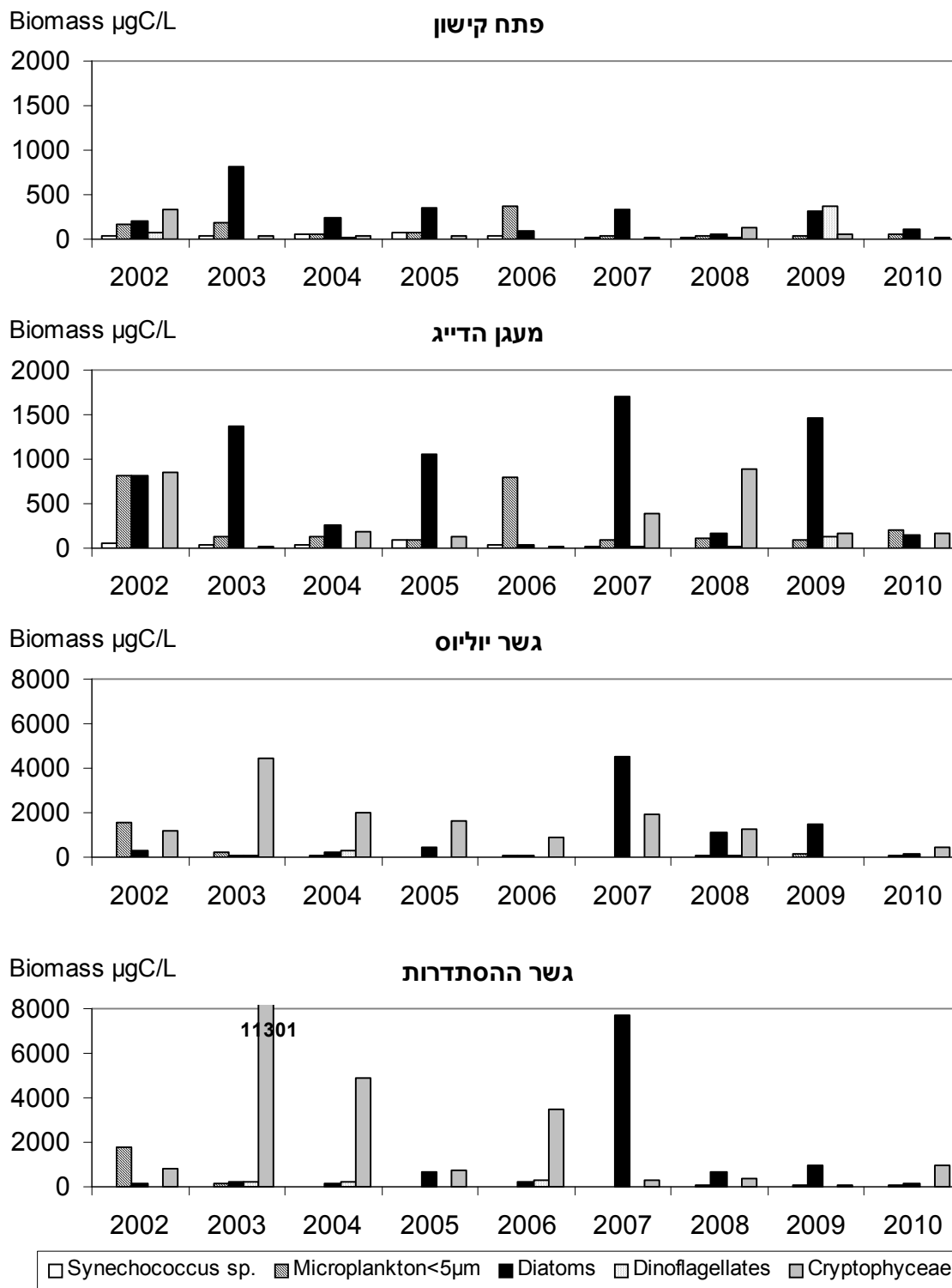
איור 15 : התפלגות הביומסה בדיגומי אוקטובר



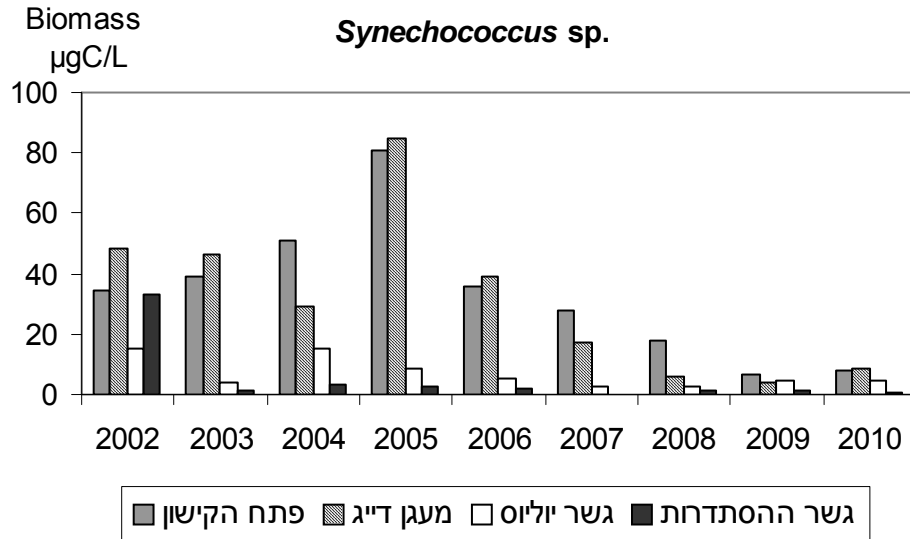
איור 16 : התפלגות ממוצעת (2002-2010) של הביומסה וריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



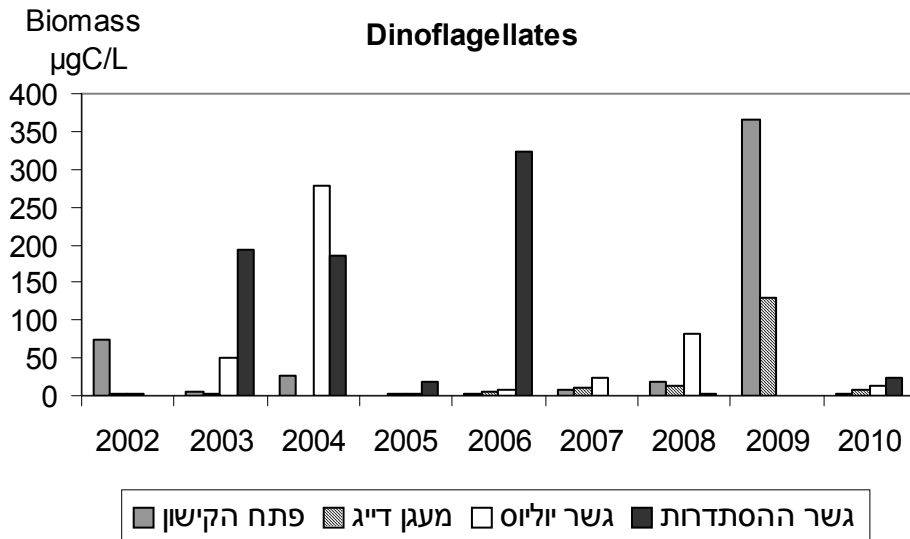
איור 17: התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח לאורך השנים - בתחנות השונות



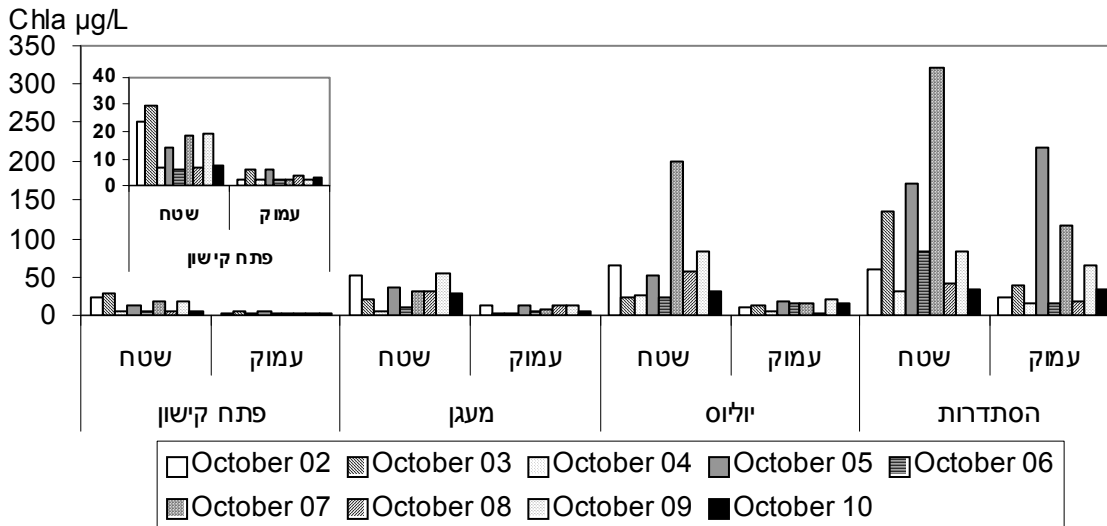
איור 18 : התפלגות ביומסת הבקטריות הכחוליות בפני השטח בדיגומי אוקטובר



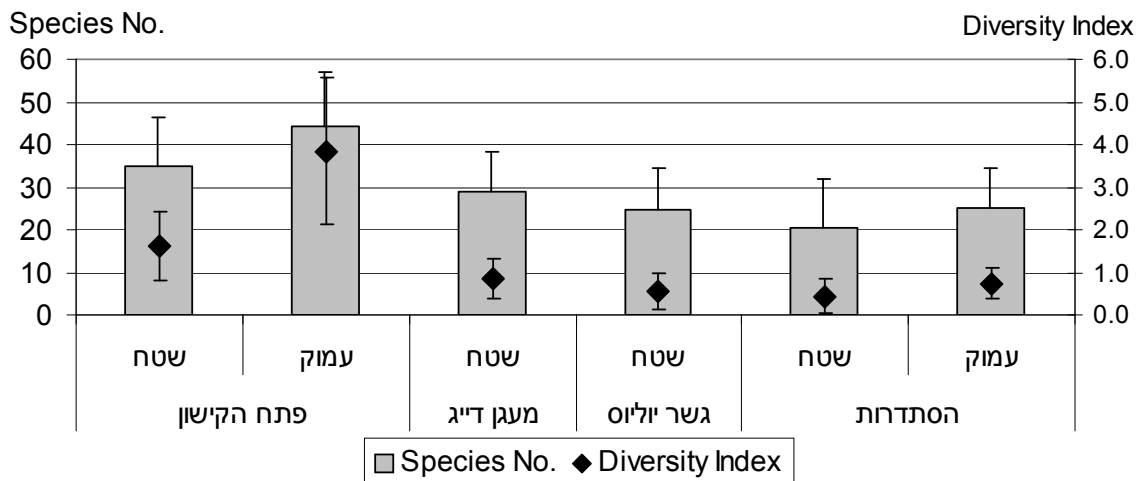
איור 19 : התפלגות ביומסת הדינופלגלטים בפני השטח בדיגומי אוקטובר



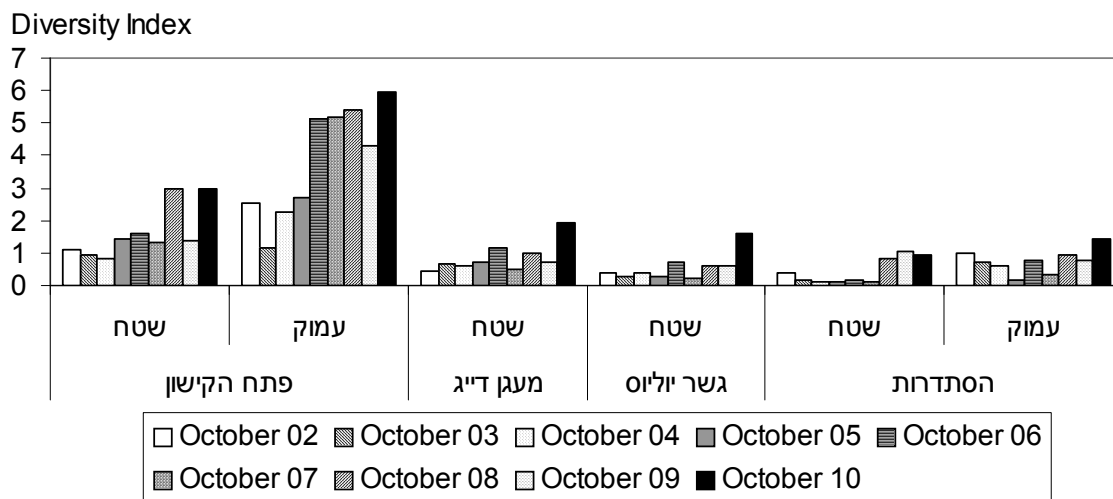
איור 20 : התפלגות ריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



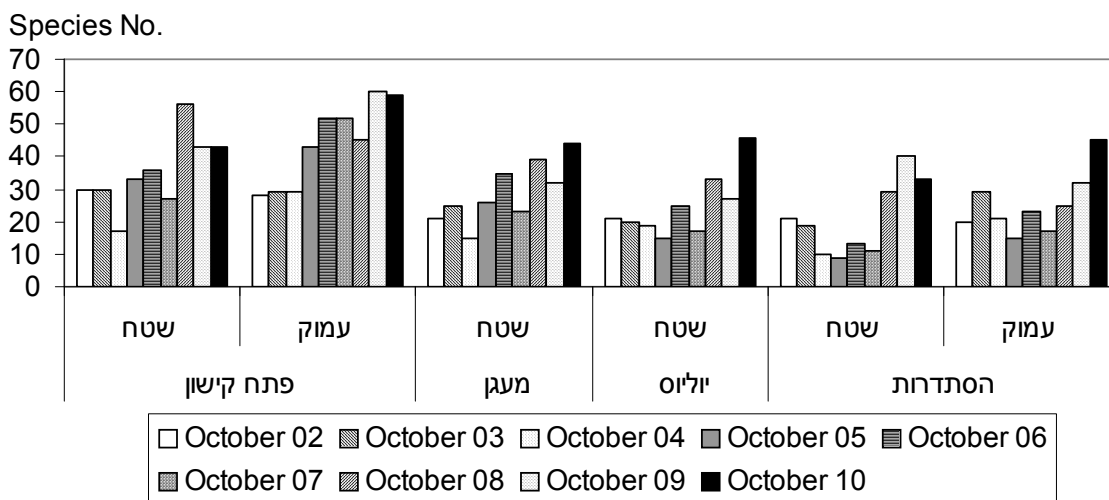
איור 21 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי אוקטובר



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.