



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

דו"ח חיא"ל H22/2011

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 מאי 2010**

דו"ח חיא"ל H22/2011

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:

אפריל 2011

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

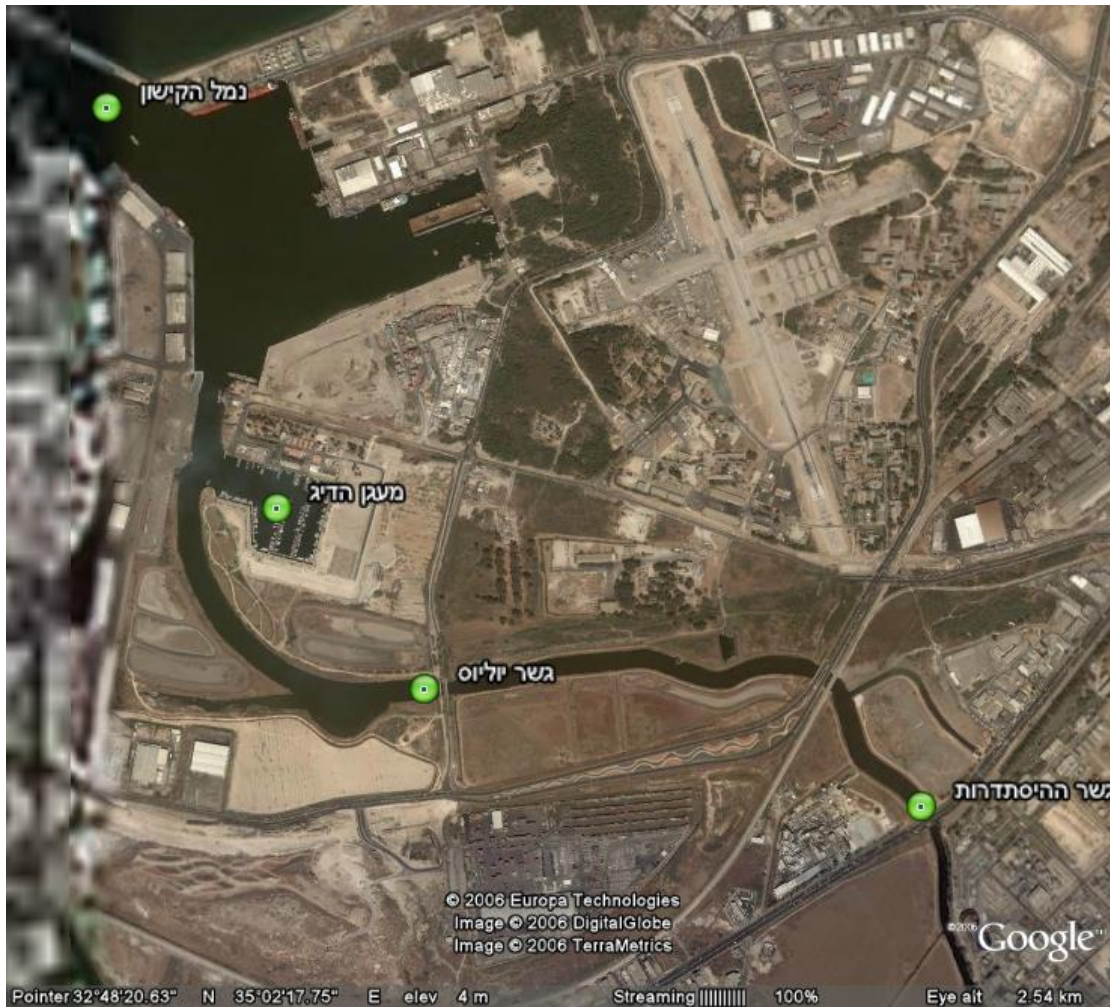
ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-23 המאי 2010 (איור א). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. 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

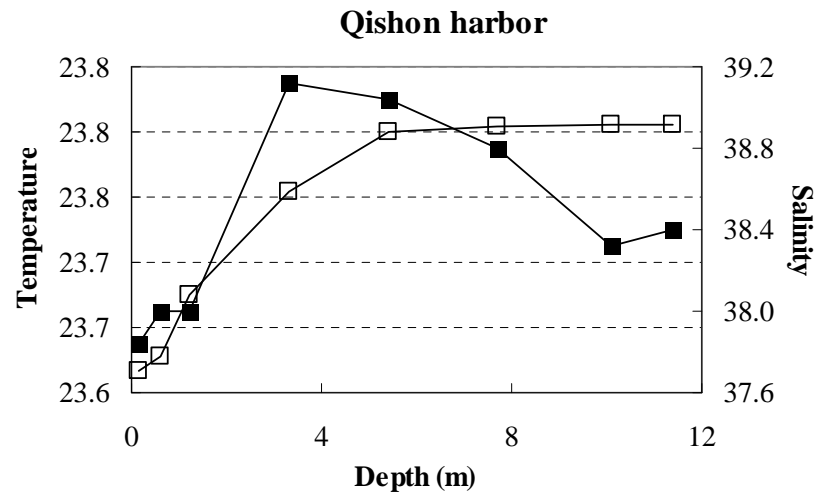
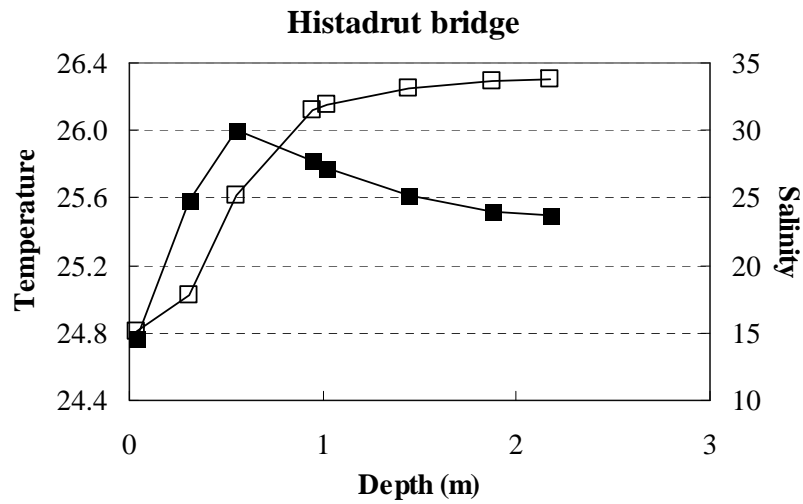
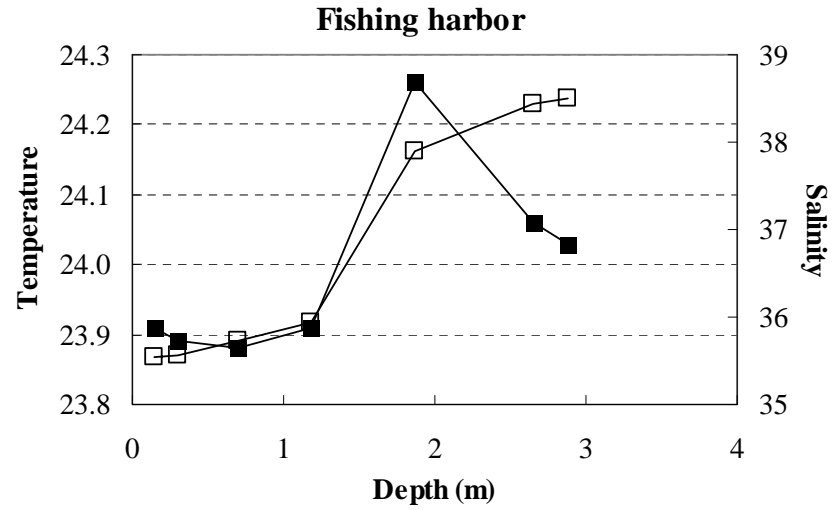
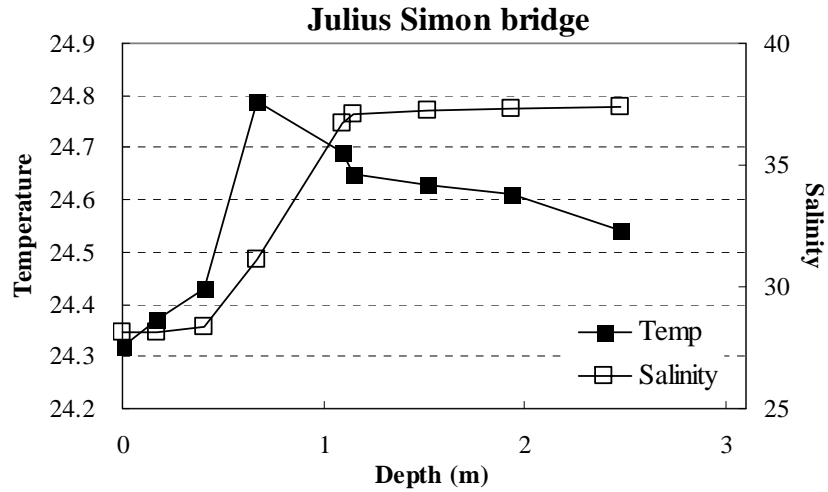
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים ב-ד. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

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 (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).

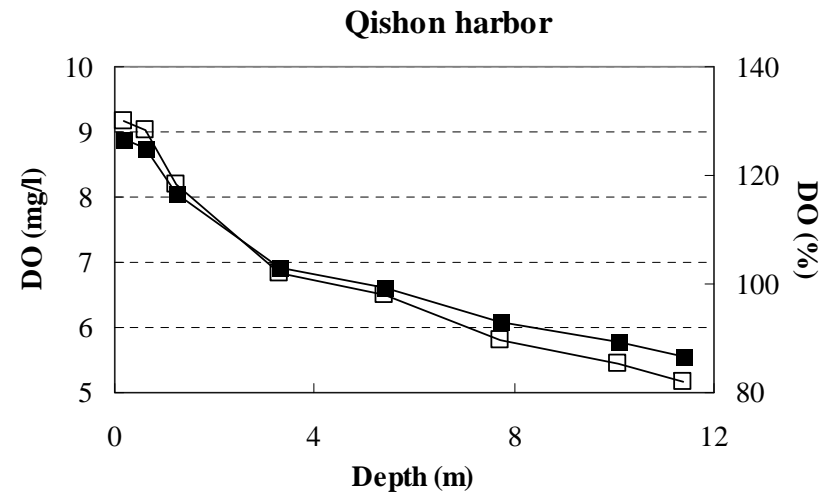
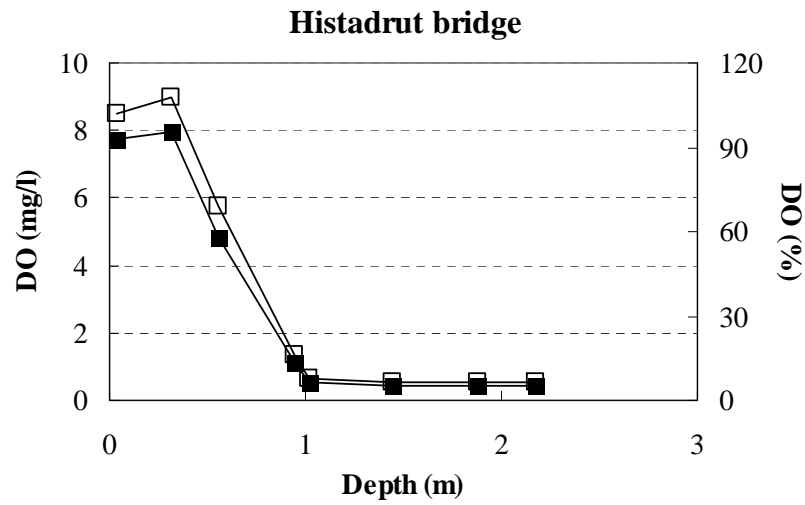
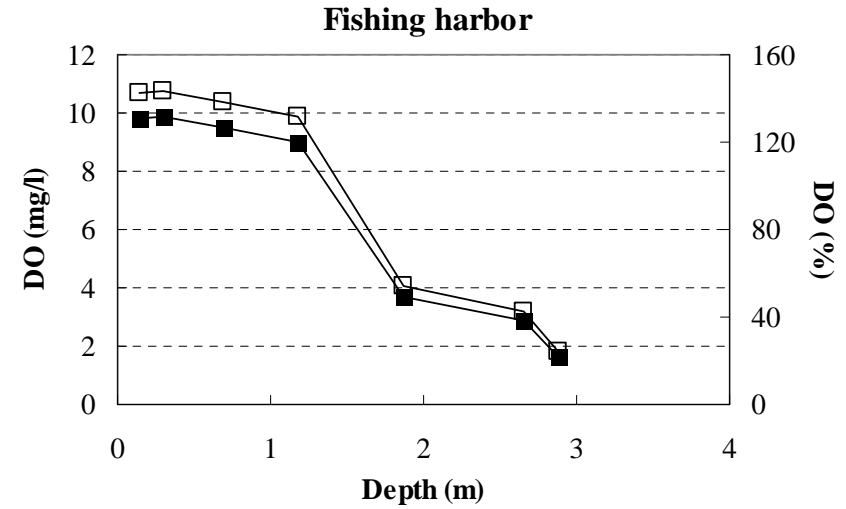
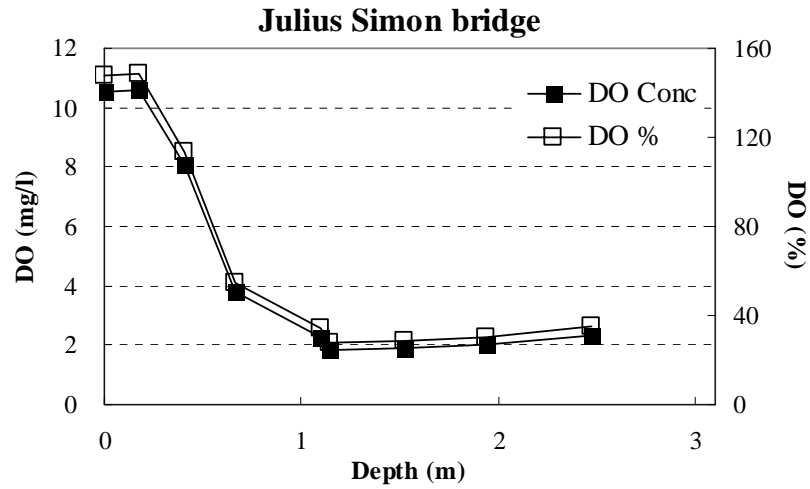
מי השטח בכל התחנות תת-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רווית החמצן יורד עם עליה בעומק המים (איור ג). ריכוזי חמצן בתחום המוגדר כגורם לעקה ביולוגית (בין 2 ל-5 מג"ל) נמדדו בכל התחנות, פרט לפתח הנמל, במי העומק (בתחנת ההסתדרות קיים מצב היפוקסי בו החמצן קטן מ-2 מג"ל). ריכוז החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה. 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 7.6 ל-8.2 ומבנה פרופיל העומק הראה עליה במי העומק בהשפעת מי הים בתחנות גשר ההסתדרות ויוליוס (איור ד).

ערכי העכירות היו בתחום 1.9-19.9 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.

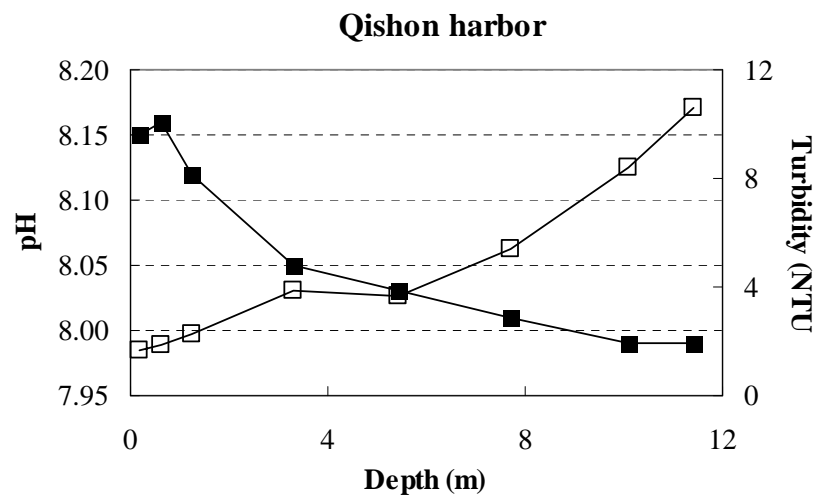
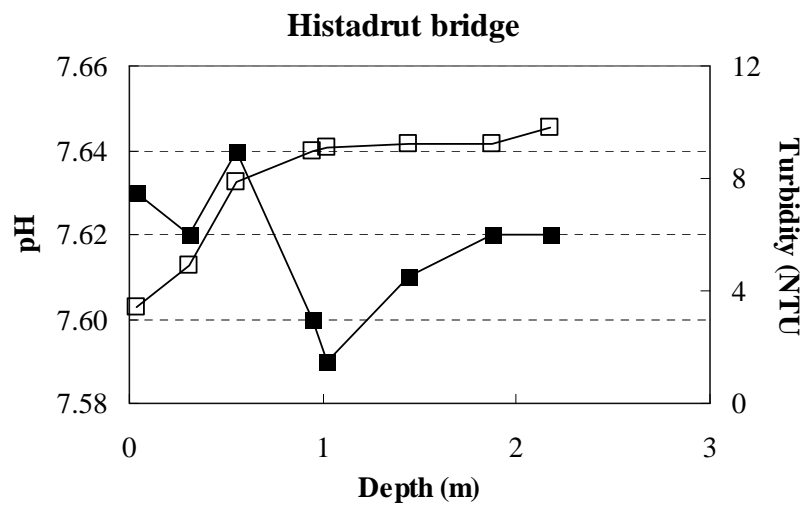
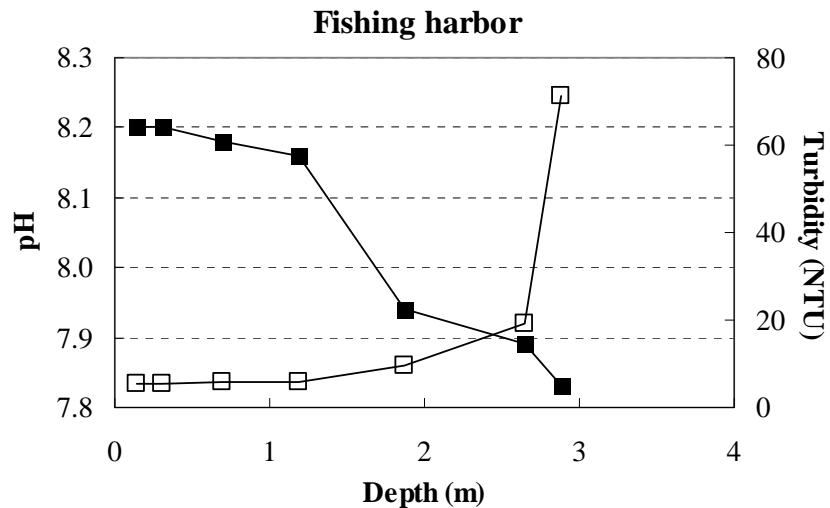
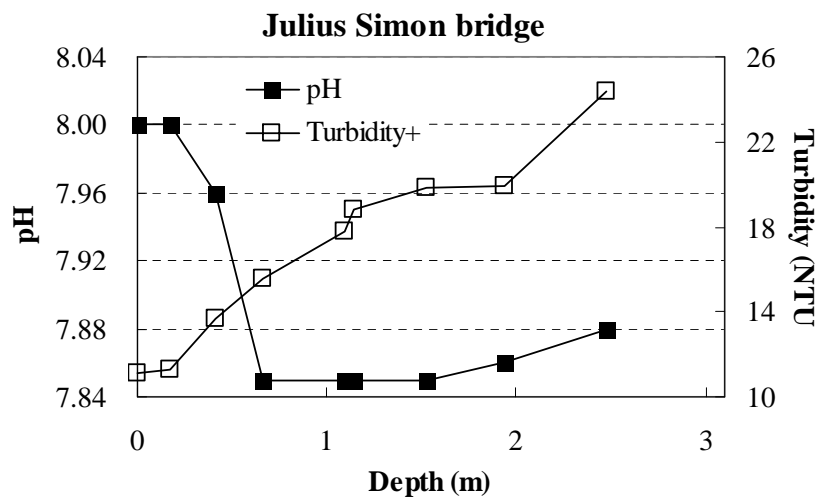
איור ב: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, מאי 2010.



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



איור ד: פרופיל עומה של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישור המלוח. מאי 2010.



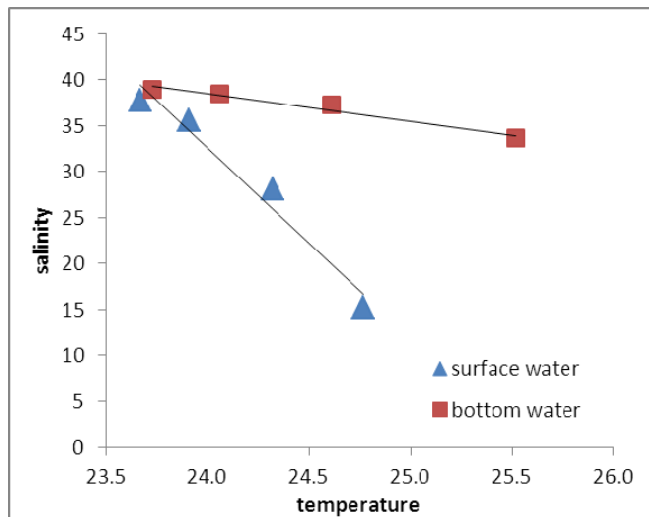
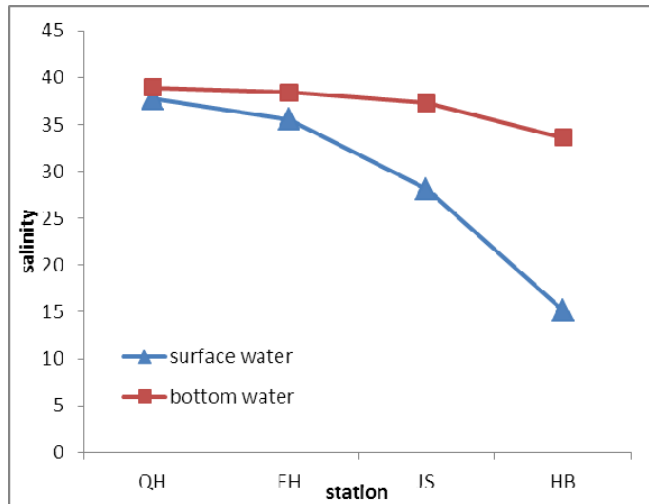
טבלה 1: טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום מאי 2010.

Station	Depth	Temp	Sal	O ₂		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	m	°C					NTU	mg/l	µg/λ
Qishon Harbor (QHb)	0.17	23.67	37.71	8.88	130	8.15	1.70	12.77	8.15
	10.08	23.73	38.92	5.77	85	7.99	8.40	21.09	2.73
Fishing Harbor (FHb)	0.15	23.91	35.54	9.81	143	8.20	5.60	24.50	57.41
	2.65	24.06	38.44	2.85	42	7.89	19.00	39.20	7.75
Julius Simon Bridge (JBr)	0.00	24.32	28.10	10.54	148	8.00	11.10	34.80	171.15
	1.94	24.61	37.31	2.02	30	7.86	19.90	45.00	27.82
Histadrut Bridge (HBr)	0.04	24.77	15.17	7.76	102	7.63	3.40	20.80	39.30
	1.88	25.52	33.61	0.45	7	7.62	9.20	50.00	150.19
Moztaeim	0.00	24.68	12.83	4.9	63.4	7.56	4.1	13.89	22.08

Station	Depth	NO ₃	NO ₂	NH ₄	*ΣN _{tw}	TON	PO ₄	Si(OH) ₄
	m	µM	µM	µM	µM	µM	µM	µM
QHb	0.17	57.63	10.43	10.86	78.92	14.51	0.236	12.25
	10.08	6.11	0.79	7.53	14.43	8.94	1.165	8.47
FHb	0.15	141.82	54.37	5.21	201.4	65.43	0.93	39.71
	2.65	25.3	5.34	18.78	49.42	20.22	2.804	17.63
JBr	0.00	672.03	101.77	54.74	828.54	119.32	3.887	127.52
	1.94	72.69	13.83	33.97	120.49	37.42	3.856	33.39
HBr	0.04	1232.37	180.3	163.44	1576.11	243.18	12.767	341.2
	1.88	268.11	90.83	117.05	475.99	59.33	8.154	89.62
Moztaeim	0.00	1480.59	282.16	253.55	2016.3	-	13.539	401.91

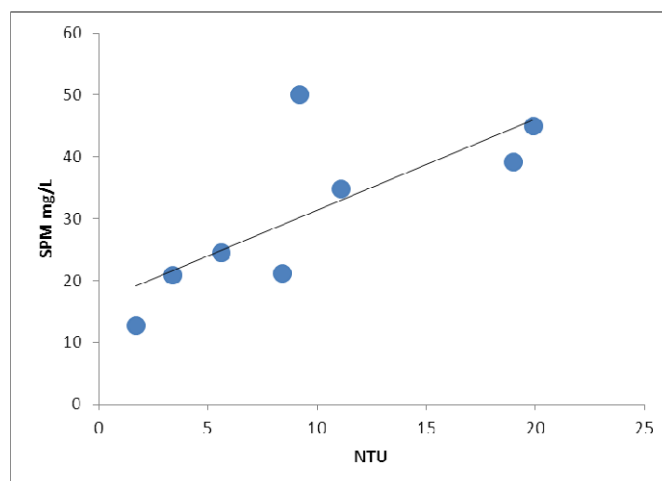
* in - אי-אורגני.

איור ה : ערכי מליחות בתחנות הדיגום (לאורך מורד הנחל), מאי 2010.



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

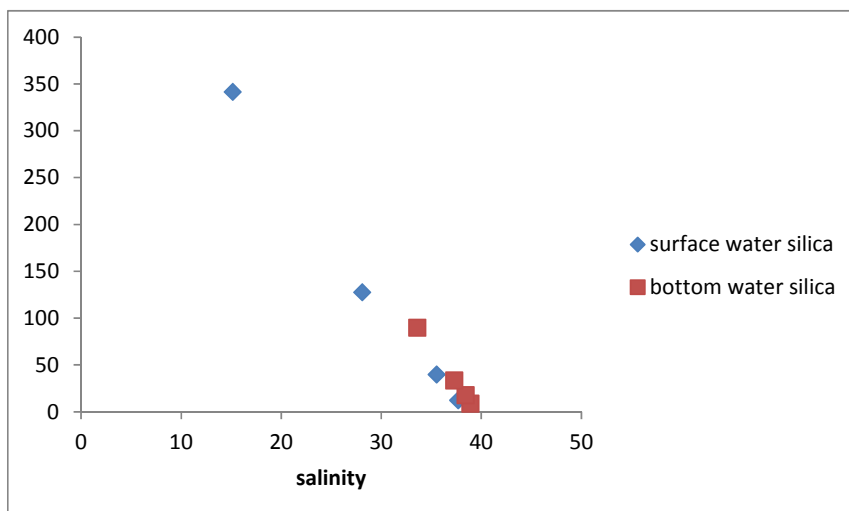
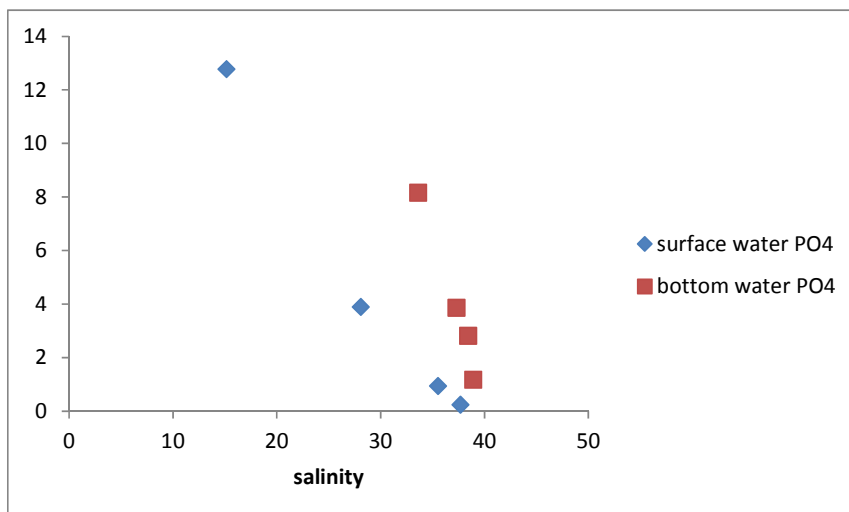
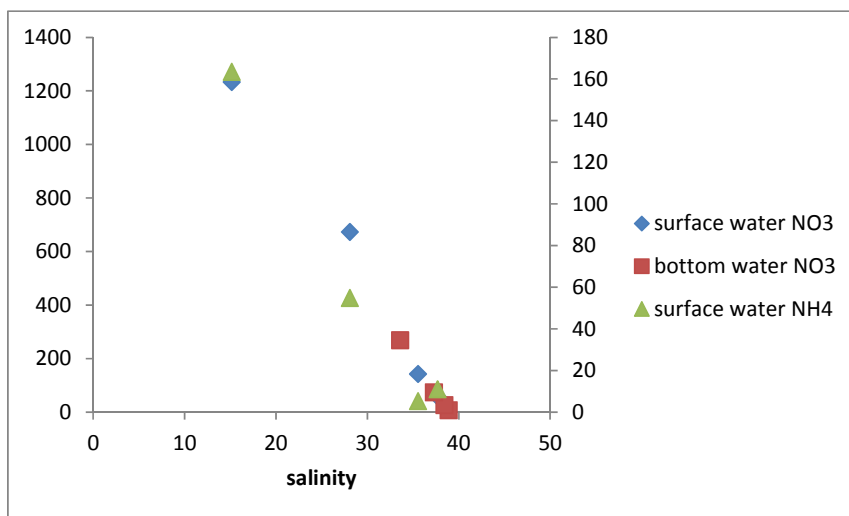
2010.



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 והאמוניום מראים שינויים קונסרבטיביים לאורך קטע הנחל ומוכתבים בעיקר ע"י מידת המיהול בין המים מהמעלה הכוללים את הקולחים ומי ים. ההבדלים של ריכוזי הפוספאט 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, מאי 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 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 (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 קישון מאי 2010

דיגום זה התאפיין בפריחה של אצות מקבוצות ה- Cryptophyceae ומקבוצת הצורניות. בקבוצת ה- Cryptophyceae הופיעה פריחה של המין השכיח *Hemiselmis* sp. ומבין הצורניות בלטה במיוחד פריחת צורנית קטנה מהמין *Nitzschia* sp. הביומסה הגבוהה ביותר נמצאה בפני השטח בתחנת גשר יוליוס ולאחריה במים העמוקים בגשר ההסתדרות. ריכוז הכלורופיל הצביע על רמה היפר-איאטרופית של המים בשתי תחנות אלה. בפתח הקישון בשני העומקים הביומסה וריכוז הכלורופיל היו הנמוכים ביותר. תחנת המוצאים התאפיינה במגוון גדול של מיני אצות ירוקיות אפייניות למים מתוקים והיעדר מיני דינופלגלטים.

דגימות מי השטח

ריכוז התאים – ריכוז התאים הגבוה ביותר נמצא בגשר יוליוס בפני השטח (1.1×10^9) (איור 1). ריכוז התאים הקטן ביותר נמצא בפתח הקישון ובתחנת המוצאים. בפתח הקישון ריכוז המיקרואצות הקטנות מ- $5 \mu\text{m}$ היה גבוה יחסית ועמד על 48% מריכוז התאים הכללי. בתחנות האחרות, להוציא גשר יוליוס, ריכוז הצורניות היה דומיננטי, והן היוו $70\% \pm 7\%$ בממוצע מסך כל התאים. בגשר יוליוס אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae היוו כ- 50% מסך כל התאים והצורניות היוו 38%.

הביומסה וריכוז הכלורופיל – בדומה לריכוז התאים, בלטה מאד בדיגום זה הרמה הגבוהה מאד של הביומסה וריכוז הכלורופיל בפני השטח בתחנת גשר יוליוס (איור 2). אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae –

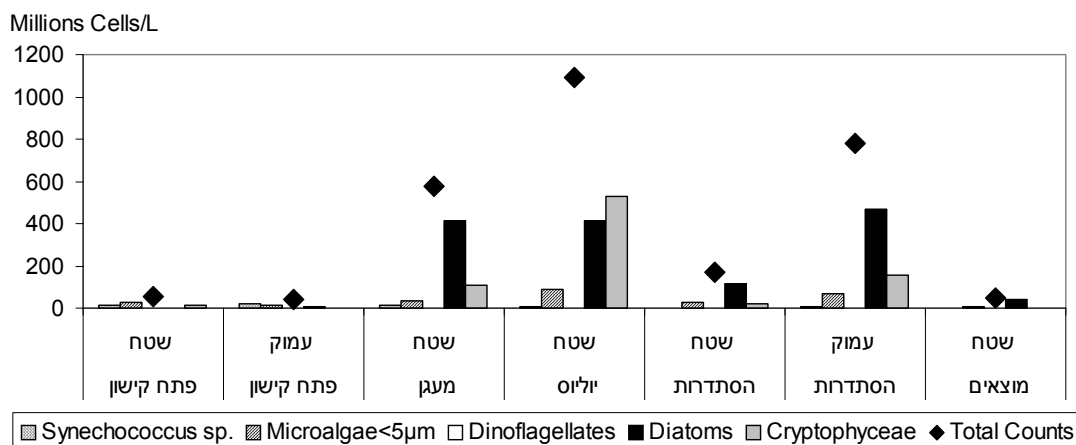
היוו את עיקר הביומסה בתחנה זו (57% מהביומסה הכללית) (איורים 3,4). במעגן הדייג הביומסה וריכוז הכלורופיל היו גבוהים יחסית לאלו שבגשר ההסתדרות ונבעו מביומסה גבוהה של אצות צורניות ואצות מקבוצת ה-Cryptophyceae. בתחנת המוצאים הביומסה וריכוז הכלורופיל היו נמוכים יחסית למי השטח בכל התחנות (להוציא פתח הקישון), אם כי הם היו עדיין בתחום של רמת איאטרופיקציה בינונית-גבוהה. את עיקר הביומסה בתחנת המוצאים היוו האצות הצורניות. בפתח הקישון נמצאה הביומסה הנמוכה ביותר. הביומסה בתחנה זו הייתה מורכבת בעיקרה מאצות מקבוצת ה-Cryptophyceae שהיוו 45% מהביומסה הכללית.

דגימות מי עומק

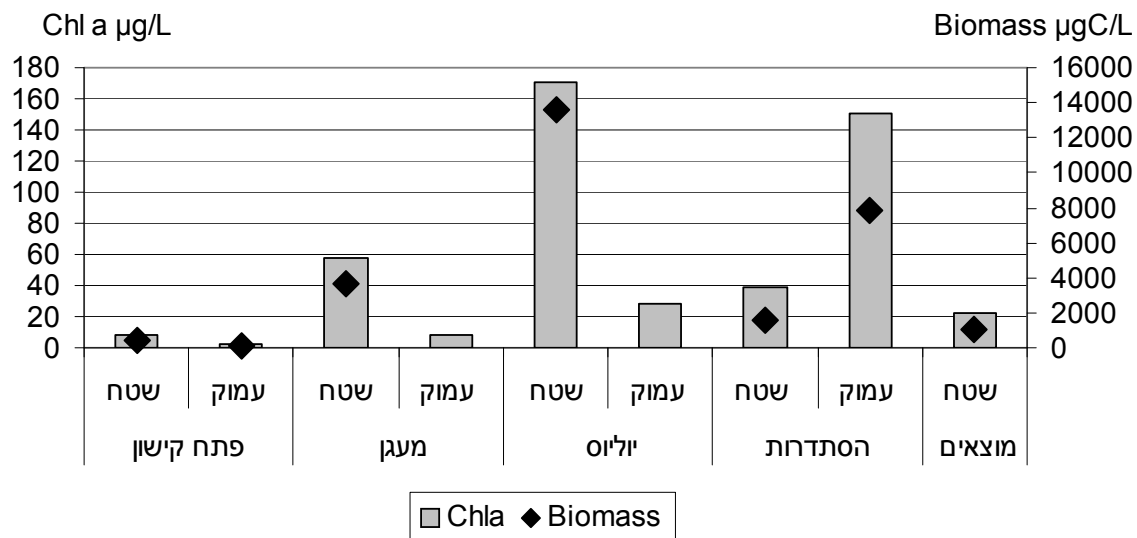
ריכוז התאים – מי עומק למיקרופלנקטון נדגמו מתחנות פתח הקישון וגשר ההסתדרות, ואילו נתוני כלורופיל נלקחו מעומק 4 התחנות במעלה הנחל, פתח הקישון - גשר ההסתדרות. ריכוז התאים בגשר ההסתדרות (7.8×10^8) היה גדול פי 20 יחסית לזה שבפתח הקישון, והיה מורכב בעיקרו מפריחת אצות צורניות שהיוו 60% מריכוז התאים הכללי בדגימה (איור 1). בפתח הקישון לעומת זאת היוו בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus* sp. 54% מריכוז התאים הכללי והמיקרואצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ היוו 30% מריכוז התאים הכללי בתחנה זו.

הביומסה וריכוז הכלורופיל - ריכוז הכלורופיל במי העומק עולה בהדרגה במעלה הנחל, מפתח הקישון לעומק גשר ההסתדרות (איור 2). בגשר ההסתדרות ריכוז הכלורופיל גבוה מאד, גבוה פי 55 יחסית לזו שבמי עומק פתח הקישון. הביומסה הכללית גם היא גבוהה מאד בעומק גשר ההסתדרות ונובעת בעיקר מביומסה גדולה של אצות צורניות (46% מהביומסה הכללית) ואצות מקבוצת ה-Cryptophyceae (כ- 30% מהביומסה הכללית) (איורים 3,4). גם בפתח הקישון מהוות אצות צורניות את עיקר הביומסה (45% מהביומסה הכללית) יחד עם מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ (24% מהביומסה) ואצות מקבוצת ה-Cryptophyceae (19% מהביומסה).

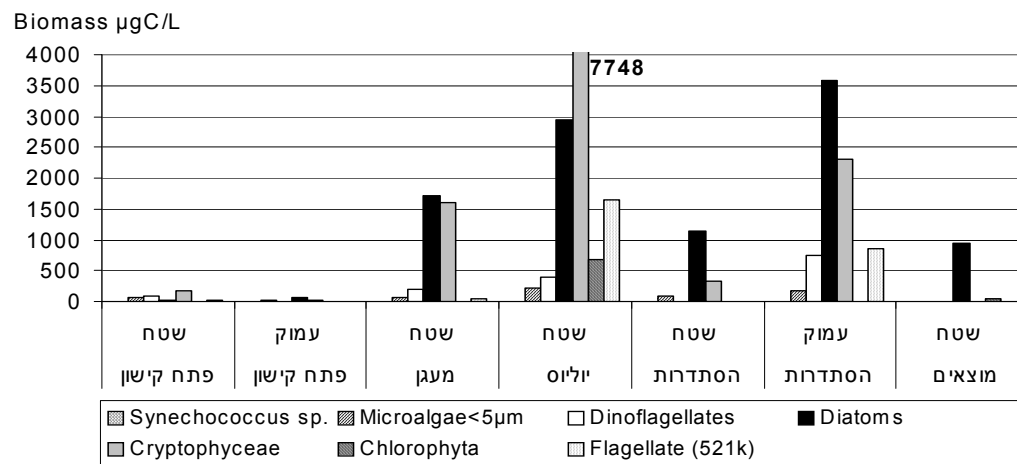
איור 1: ריכוז תאי המיקרופלנקטון והתפלגותם לפי קבוצות בתחנות השונות – מאי 2010



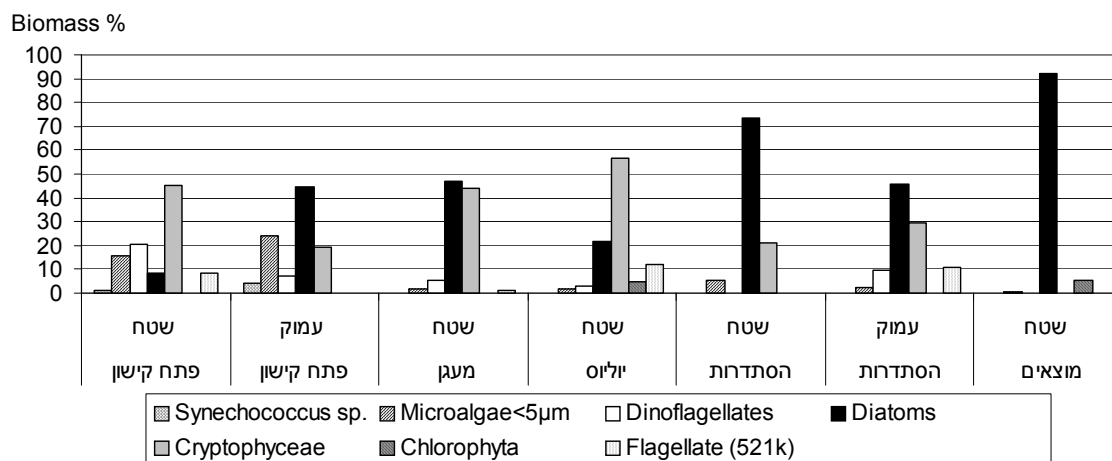
איור 2 : התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בתחנות השונות – מאי 2010



איור 3 : התפלגות הביומסה של תאי המיקרופלנקטון לפי קבוצות בתחנות השונות



איור 4 : התפלגות באחוזים של ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מבין מיני המיקרופלנקטון השכיחים ביותר בדיגום זה (טבלה 1), ואשר תרומתם לביומסה הייתה המשמעותית ביותר היו אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae ומקבוצת הצורניות. המין *Hemiselmis sp.* מקבוצת ה- Cryptophyceae, פרח בריכוזים גבוהים מאד בפני השטח בגשר יוליוס, והיווה 53% מהביומסה הכללית בתחנה זו. הוא הופיע בריכוז גבוה יחסית גם במי העמוק בגשר ההסתדרות ובפני השטח במעגן הדייג. צורנית קטנה מהמין *Nitzschia sp.* פרוחה במי עומק גשר ההסתדרות ובפני השטח בגשר יוליוס והיוותה בהתאמה 94% ו- 87% מביומסת הצורניות בתחנות אלה. צורנית קטנה מהמין *Thalassiosira sp.* הופיעה בריכוז גבוה בפני השטח במעגן הדייג והיוותה 44% מהביומסה הכללית ו- 92% מביומסת הצורניות בתחנה זו. במי שטח גשר ההסתדרות ותחנת המוצאים, הופיעה בריכוז גבוה יחסית הצורנית *Cyclotella meneghiniana*, המאפיינת מים בעלי מליחות נמוכה, והיוותה כ- 20% מביומסת הצורניות בתחנות אלה.

בגשר יוליוס במים העמוקים ובגשר ההסתדרות הופיע ריכוז גבוה יחסית של פלגלט הטרוטרופי (521k), והיווה כ- 10% מהביומסה הכללית בתחנות אלה. מבין הירוקיות היה נפוץ המין *Chlamydomonas sp.* בפני השטח בגשר יוליוס. מבין הדינופלגלטים מינים קטנים מ- 15µm היו הנפוצים ביותר, והם הופיעו בריכוז גבוה יחסית בתחנה העמוקה בהסתדרות (טבלה 1). המין *Prorocentrum triestinum* היה שכיח, והופיע בריכוז גבוה יחסית במעגן הדייג ובמי שטח בפתח הקישון, בהן המליחות קרובה לזו של מי הים.

טבלה 1: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח ביותר בדיגום מאי 2010

מוצאים	גשר הסתדרות		יוליוס	מעגן	פתח קישון		שטח
	שטח	עמוק			שטח	עמוק	
Cyanobacteria							
<i>Synechococcus sp.</i>	1.7×10^7	2.1×10^7	1.4×10^7	9.3×10^6	1.4×10^6	5.5×10^6	
Diatoms							
<i>Cyclotella meneghiniana</i>			7,600	620	4.6×10^6	1.5×10^4	3.2×10^6
<i>Navicula sp.</i> (497k)					2.8×10^4	5,800	2.5×10^5
<i>Nitzschia sp.</i> (8µm)			1.6×10^7	3.2×10^8	7.9×10^7	4.2×10^8	2.0×10^7
<i>Thalassiosira spp.</i>	8,600	1,143	865	4,680	1,000	8,800	9.6×10^6
<i>Thalassiosira sp.</i> (4µm)		3.6×10^6	4.0×10^8	9.5×10^7	3.5×10^7	5.0×10^7	7.1×10^6
דינופלגלטים (Dinoflagellates)							
<i>Prorocentrum triestinum</i>	3.8×10^4	1,029	1.4×10^5	1,400			
Unidentified <15µm	1.5×10^5	3.0×10^4	6.8×10^5	1.2×10^6		2.3×10^6	
Cryptophyceae							
<i>Cryptomonas spp.</i>	3.7×10^6	9.7×10^5	2.6×10^7	3.8×10^7	4.8×10^6	2.4×10^7	3.4×10^4
<i>Hemiselms sp.</i>	7.9×10^6	8.7×10^5	8.6×10^7	4.9×10^8	1.5×10^7	1.3×10^8	
Chlorophyceae							
<i>Chlamydomonas sp.</i>				2.6×10^7			6.9×10^5
Microplankton < 5µm	2.7×10^7	1.2×10^7	3.5×10^7	9.1×10^7	3.0×10^7	6.7×10^7	9.3×10^6
Unidentified flagellate (521k)	3.2×10^5		4.5×10^5	1.6×10^6		8.4×10^6	
Total Microplankton	5.7×10^7	$10^7 \cdot 3.9$	5.7×10^8	1.1×10^9	1.7×10^8	7.8×10^8	5.1×10^7

הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

מינים אופייניים למי ים הופיעו בריכוז גבוה בפתח הקישון בשני העומקים, ובריכוז הולך ויורד במעלה הנחל, כפי שנמצא בדיגומים קודמים (טבלה 2). תחנת המוצאים התאפיינה בהרכב ובמגוון מינים שונה מאד יחסית לתחנות האחרות. מבין הצורניות המין *Skeletonema costatum* הופיע בריכוז הגבוה ביותר בפני השטח בפתח הקישון. מיני *Chaetoceros spp.* שונים כמו *Chaetoceros curvisetus* ו- *Chaetoceros decipiens* היו שכיחים יותר. כמו כן היו שכיחים יותר המין *Entomoneis sp.* (518k), שנראה לראשונה בדיגום זה, והמין *Pseudonitzschia sp.* שהופיע בדיגומים רבים אחרים. מגוון גדול יותר של מיני דינופלגלטים הופיע בעיקר בפתח הקישון ובמעגן הדייג, במעלה הנחל המגוון ירד משמעותית, ובמי שטח גשר ההסתדרות והמוצאים כבר לא נמצאו דינופלגלטים. מיני *Protoperdinium spp.* היו השכיחים ביותר, והופיעו בריכוז גדול יותר במעגן הדייג. אצות ירוקיות המאפיינות מים בעלי מליחות נמוכה הופיעו במגוון גדול יותר ובריכוז גדול יותר בפני השטח בתחנת המוצאים, ובמידה פחותה בפני השטח בגשר ההסתדרות. המינים הנפוצים יותר היו מיני *Coelastrum spp.* מיני *Scenedesmus spp.* ומיני *Oocystis spp.* (טבלה 2).

מינים בעלי פוטנציאל טוקסי – גם בדיגום זה בדומה לדיגום מאי 2009 הופיע דינופלגלט מהמין *Gymnodinium cf. catenatum*, אך בריכוז נמוך יותר ובעיקר בפתח הקישון (טבלה 2). דינופלגלט זה דומה (אך לא ברור אם זהה) לדינופלגלט בעל הפוטנציאל הטוקסי *Gymnodinium catenatum* (ולכן האותיות cf לפני שם המין). דינופלגלט זה הוא פוטוסינתטי והופיע בשרשראות של עד 8 תאים, הזיהוי לא סופי והקושי בזיהוי נובע מכך שהוא חסר דופן קשיחה ולכן קשה לזיהוי מדוגמאות משומרות. המינים *Dinophysis*

Dinophysis rotundata – *caudata* ו-1 הופיעו בריכוז נמוך יחסית, ובעיקר במי עומק פתח הקישון ובפני שטח מעגן הדייג.

מגוון המינים: מספר המינים ירד עם העלייה במעלה הנחל, כאשר בפתח הקישון, בשני העומקים מספר המינים היה הגדול ביותר ואילו בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות מספר המינים נמצא דומה ונמוך יחסית לתחנות האחרות (איור 5). בתחנת המוצאים מספר המינים הגדול יחסית נבע בעיקר ממגוון גדול של אצות ירוקות.

בכל התחנות מספר מיני הצורניות היה הגבוה ביותר, והן היוו בממוצע $46\% \pm 5\%$ מסך כל המינים, להוציא תחנת מוצאים, בה היוו האצות הצורניות 20% בלבד (איור 6). מספר מיני הדינופלגלטים הלך וירד במעלה הנחל ונעדר ממי שטח גשר ההסתדרות והמוצאים. הם היוו כ-30% ממספר המינים בפתח הקישון ומעגן הדייג. בתחנת המוצאים מגוון מיני הירוקיות היה הגדול ביותר והן היוו בה 70% מסך כל המינים. בפני השטח בגשר ההסתדרות נמצא מספר מינים זהה של אצות צורניות וירוקיות.

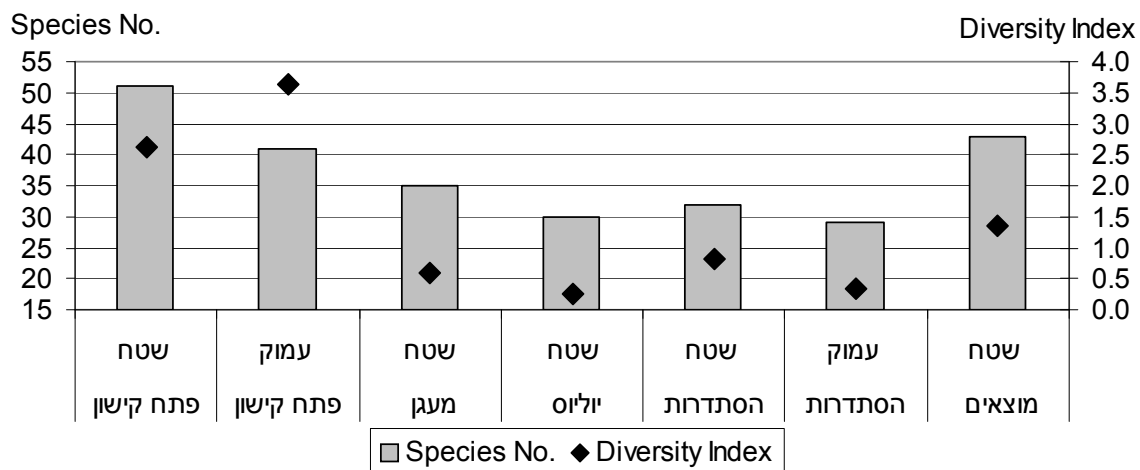
אינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הבימוסה) נמצא הגבוה ביותר בפתח הקישון, במיוחד במים העמוקים. אינדקס השונות הקטן ביותר נמצא במי שטח גשר יוליוס ובמי העומק בגשר ההסתדרות.

טבלה 2: ריכוז (תאים/לליטר) תאי המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדיגום מאי 2010

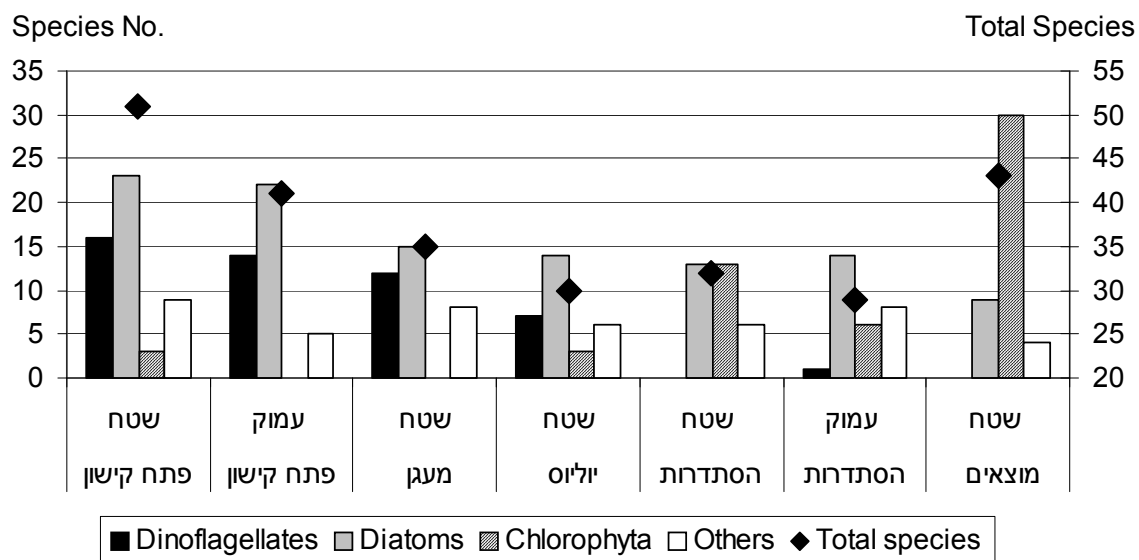
	פתח קישון		מעגן	יוליס	גשר הסתדרות		מוצאים
	שטח	עמוק			שטח	שטח	
Diatoms							
<i>Achnanthes</i> sp.				60	100	400	
<i>Actinoptychus</i> sp.(488k)		57					
<i>Amphora</i> sp.						200	
<i>Asterionellopsis glacialis</i>		2,714					
<i>Bacillaria paradoxa</i>		371					
<i>Bacteriastrium</i> sp.	540	371					
<i>Biddulphia alternans</i>	60	40					
<i>Biddulphia aurita</i>		57					
<i>Biddulphia rhombus</i>		10					
<i>Biddulphia</i> sp. (494k)	40						
<i>Biddulphia</i> sp. (490k)	80						
<i>Cerataulina pelagica</i>	2,460		840	20			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	4.9×10^4	2.1×10^4	3,360	1,160		200	
<i>Chaetoceros danicus</i>	1,250						
<i>Chaetoceros decipiens</i>	7.5×10^4	9,714	2,880	80		420	
<i>Chaetoceros diadema</i>			160				
<i>Chaetoceros didymus</i>	7,580		540				
<i>Chaetoceros rostratus</i>	260						
<i>Coscinodiscus</i> sp.		39	170				
<i>Cylindrotheca closterium</i>				20	40	20	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	4,500	10					
<i>Entomoneis gigantea</i>				50	30	220	
<i>Entomoneis palludosa</i>					55	40	700
<i>Entomoneis</i> sp. (518k)	2.6×10^4	5.8×10^4	1,000	20			
<i>Hemiaulus hauckii</i>	50						
<i>Lauderia annulata</i>	1,300						
<i>Leptocylindrus danicus</i>			20				
<i>Lithodesmium undulatum</i>		70					
<i>Meuniera membranacea</i>	350	29					
<i>Navicula</i> sp. (968)	50	171	10	600			
<i>Navicula</i> sp.	2,100	600		260			
<i>Navicula</i> sp. (495k)	20			160	4,300	3,000	
<i>Navicula</i> sp. (vm15)					10		
<i>Nitzschia</i> sp. (513k)							8
<i>Nitzschia</i> sp. (1301)		29			600		50
<i>Pleurosigma</i> sp.					400		100
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	2.8×10^4	514	6,600			80	
<i>Rhizosolenia alata</i>	40						
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>							
<i>Rhizosolenia setigera</i>	50						
<i>Skeletonema costatum</i>	9.8×10^4	1.2×10^4	4,080				
<i>Surirella</i> sp.		40					
דינופלגלטים (Dinoflagellates)							
<i>Ceratium furca</i>	40	35	65				
<i>Ceratium kofoidii</i>	35	29					
<i>Dinophysis caudata</i>	10	100	293	20			
<i>Dinophysis diegensis</i>			20				
<i>Dinophysis rotundata</i>		80	125				
<i>Gonyaulax</i> spp.	20						
<i>Gymnodinium</i> cf <i>catenatum</i>	1,000	57	427				
<i>Gymnodinium elongatum</i>	100	86		110			
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	250	343					
<i>Oxytoxum gracile</i>	50						
<i>Prorocentrum gracile</i>	190	114	260	90			
<i>Prorocentrum micans</i>	305		80				
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	745	90	550				
<i>Protoperidinium</i> spp.	55	69	1,520	600			
Unidentified sp. (287)	1.0×10^5	86					
	פתח קישון		מעגן	יוליס	גשר הסתדרות		מוצאים

	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק	שטח
Chlorophyceae							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					400		900
<i>Closterium</i> sp.							10
<i>Coelastrum microporum</i>	100			860	2,900	4,100	4.3×10^5
<i>Coelastrum</i> sp. (519k)							900
<i>Coelastrum sphaericum</i>							5.7×10^4
<i>Crucigenia tetrapedia</i>							400
<i>Oltmannsiella lineata</i>	250						
<i>Oocystis borgei</i>					3,700	240	2.0×10^5
<i>Oocystis naeglii</i>							1.2×10^4
<i>Oocystis</i> sp. (424)					800	40	1.0×10^5
<i>Oocystis</i> sp. (1280)							8,750
<i>Oocystis</i> sp. (687)							6,850
<i>Oocystis tetrapedia</i>					2,400		
<i>Pediastrum tetras</i>							70
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>acuminatus</i>							2,100
<i>Scenedesmus acuminatus</i>					400		2,100
<i>Scenedesmus acuminatus</i> f. <i>maximus</i>							200
<i>Scenedesmus acuminatus</i> f. <i>tortuosus</i>							1,500
<i>Scenedesmus acutus</i> f. <i>alternans</i>							1.2×10^4
<i>Scenedesmus ecornis</i>							1,950
<i>Scenedesmus intermedius</i>					320	880	3,200
<i>Scenedesmus lunatus</i>					7,200		
<i>Scenedesmus opoliensis</i>					80		1,600
<i>Scenedesmus proturberans</i>							200
<i>Scenedesmus quadricauda</i>					80	80	5,800
<i>Scenedesmus</i> sp. (496k)					3,500		6.1×10^4
<i>Scenedesmus</i> sp. (496k)							1,800
<i>Scenedesmus</i> sp. (500k)							200
<i>Scenedesmus</i> sp. (506k)							400
<i>Scenedesmus</i> sp. (512k)							200
<i>Selenastrum</i> sp.					300		1.6×10^4
Euglenophyceae							
<i>Euglena</i> sp.	300	29	2.7×10^4			40	
Ebriales							
<i>Hermesinium adriaticum</i>	20						
<i>Ebria tripartita</i>	60		600				
Cyanobacteria							
<i>Chroococcus</i> sp.				240	8,500	6,600	3.9×10^4
<i>Synechococcus</i> sp. (2)						7.3×10^7	
Flagellates							
<i>Synura</i> sp. (colonies)					1,800		5,800
Ciliates							
<i>Mesodinium rubrum</i>	250		15				

איור 5 : התפלגות מספר המינים ואינדקס השונות בתחנות השונות, מאי 2010



איור 6 : התפלגות מספר המינים לפי קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות – מאי 2010



לסיכום דיגום מאי 2010

1. **ריכוזי הכלורופיל** בדיגום זה גבוהים יחסית במרבית התחנות, ונמצאו גבוהים יותר במי השטח יחסית למים העמוקים (להוציא תחנת גשר ההסתדרות). ריכוז הכלורופיל בתחנה העמוקה בהסתדרות ובפני שטח גשר יוליוס נמצא בתחום הערכים של היפר-איאוטרופיקציה יחסית לקריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים. במי פני שטח של מעגן הדייג, גשר ההסתדרות ותחנת המוצאים ובעומק גשר יוליוס ערכי הכלורופיל בתחום של איאוטרופיקציה גבוהה. במי שטח פתח הקישון ועומק מעגן הדייג הערכים בינוניים ואילו בתחנה העמוקה בפתח הקישון הערכים נמוכים בדומה לדיגומים קודמים.
2. **ריכוז התאים** הגבוה ביותר נמצא בפני שטח גשר יוליוס, ואילו הריכוז הנמוך ביותר נמצא בפתח הקישון ובתחנת המוצאים. אצות צורניות היו דומיננטיות באוכלוסיית הפיטופלנקטון בכל התחנות להוציא תחנת פתח הקישון, שבה מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ ובקטריות כחוליות היוו חלק ניכר מריכוז התאים. אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו שכיחות יחסית במרבית התחנות. אצות ירוקות, אופייניות למים מתוקים, אפיינו את תחנת המוצאים. דינופלגלטים אפיינו בעיקר את שתי התחנות במורד הנחל, פתח הקישון ומעגן הדייג, בהן המליחות דומה לזו של מי הים.
3. **הביומסה**, בדומה לריכוז התאים, הייתה גבוהה מאד במי שטח גשר יוליוס ובמי עומק גשר ההסתדרות, ונבעה מביומסה גבוהה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ואצות צורניות.
4. **פריחות** עיקריות היו של המין *Hemiselmis* sp. שפרח במיוחד בפני השטח בגשר יוליוס ושל צורנית קטנה מהמין *Nitzschia* sp. שפרחה במי עומק גשר ההסתדרות ובפני השטח בגשר יוליוס.
5. **מינים בעלי פוטנציאל טוקסי** – המין *Gymnodinium* cf. *catenatum* שזיהויו עדיין לא סופי, והופיע לראשונה במאי 2009, הופיע גם בדיגום זה בפתח הקישון ובגשר יוליוס, אך בריכוז נמוך יחסית לשנה קודמת. מינים אחרים הופיעו בריכוז נמוך יחסית.
6. **מספר המינים ואינדקס השונות** ירדו במי השטח עם העלייה במעלה הנחל, ובגשר ההסתדרות נבלמה ירידתם, והם עלו מעט בתחנה זו. מיני צורניות היוו כמחצית ממספר המינים בכל התחנות, להוציא תחנת המוצאים בה מיני אצות ירוקות היוו 70% ממספר המינים הכולל. אינדקס השונות הגבוה ביותר נמצא בתחנה העמוקה בפתח הקישון והנמוך ביותר בפני שטח גשר יוליוס ובתחנה העמוקה בגשר ההסתדרות, שתי תחנות שבהן נמצאו פריחות גדולות של אצות.

השוואה רב-שנתית של דיגומי מאי בשנים 2003-2010

1. **ריכוז התאים**: ריכוז התאים הממוצע בתחנות פני השטח היה גדול באופן מובהק מהריכוז בתחנות העמוקות (איורים 7,8). לא נמצא הבדל מובהק בממוצע ריכוז התאים בשנים 2003-2010 בין תחנות פני השטח או תחנות העומק. בדיגום 2010 חלה עלייה משמעותית בריכוז התאים במי שטח מעגן הדייג וגשר יוליוס ובמי עומק גשר ההסתדרות. לא נראית מגמה ברורה לאורך השנים בהתפלגות ריכוז התאים בתחנות השונות (איור 8).
2. **ביומסה וריכוז כלורופיל**: נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בביומסה ובריכוז הכלורופיל בכוון מעלה הנחל בתחנות הרדודות והעמוקות כמו כן הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל גבוהים יותר בתחנות הרדודות יחסית לעמוקות (איור 9).

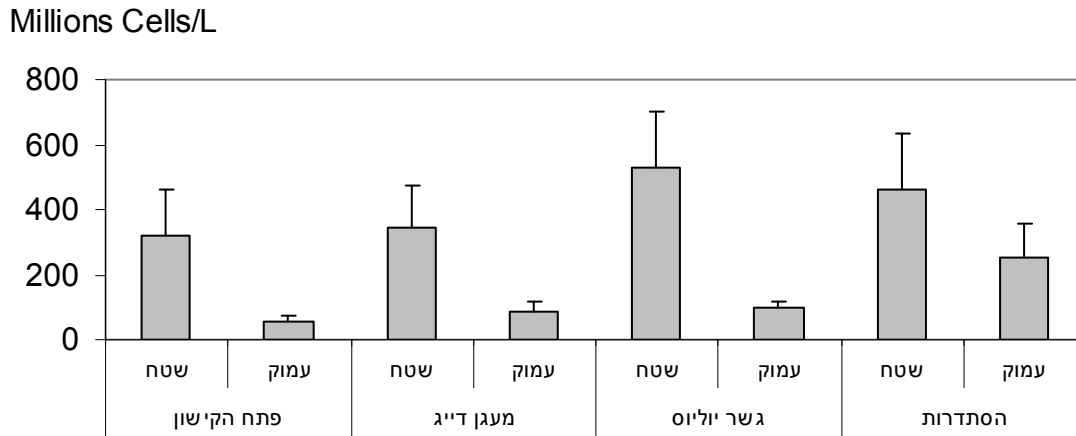
בפני השטח כמו גם במים העמוקים ישנן עליות וירידות בביומסה לאורך השנים ולא ניתן להצביע על מגמות רב שנתית ברורות, להוציא את מי פני השטח בפתח הקישון בהם נראית מגמה כללית של ירידה בביומסה החל משנת 2006 (איור 10).

במי שטח פתח הקישון ומעגן הדייג היה ממוצע ריכוז הכלורופיל לאורך השנים בתחום ערכי איאטרופיקציה המוגדרת כגבוהה (איורים 9, 11), ואילו בתחנות גשר יוליוס וההסתדרות הוא היה בתחום ההיפראיאוטרופי. במים העמוקים ממוצע ריכוז הכלורופיל בפתח הקישון היה בתחום הנמוך, במעגן הדייג בתחום הבינוני, בגשר יוליוס בתחום הגבוה ובגשר ההסתדרות בתחום ההיפראיאוטרופי.

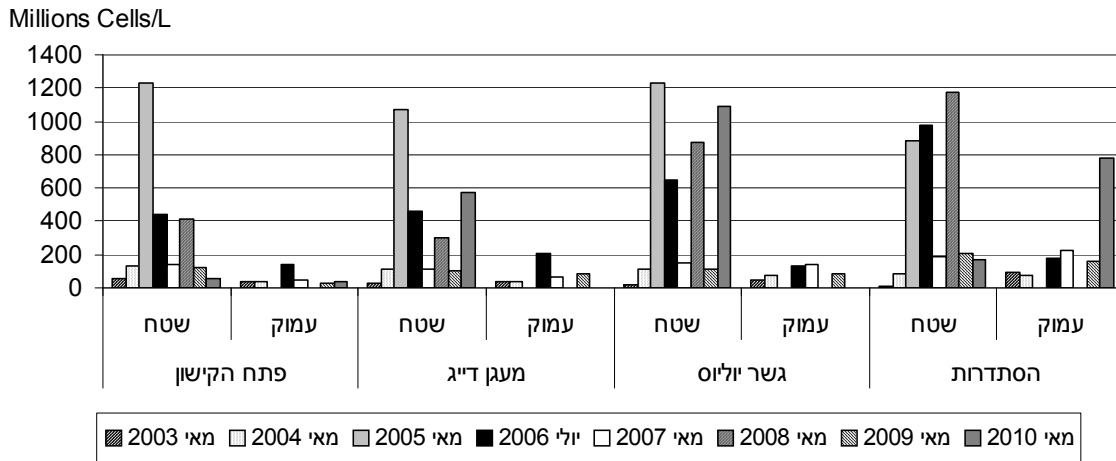
3. **קבוצות המיקרו פלנקטון והופעת פריחות** – קבוצת הצורניות היוותה מרכיב מרכזי בביומסה בדיגומי מאי בכל התחנות ולאורך השנים (איורים 12-13). אולם ב – 2010 הופיעה פריחה של אצות מקבוצת ה – Cryptophyceae, קבוצה שהייתה שכיחה עד כה בעיקר בדיגומי הסתיו. המין *Hemiselmis* sp. מקבוצה זו, נמצא בפריחה מסיבית במיוחד בפני השטח בגשר יוליוס. מבין מיני האצות הצורניות שהיו שכיחים בפריחות היו המינים הבאים: 1. המין *Chaetoceros* sp. - פרח בצורה מתונה במאי 2003 ובאופן מסיבי יותר במאי 2006. 2. המין *Thalassiosira pseudonana* - פרח בשלושה דיגומים בשנים 2004, 2005 ו- 2008. הביומסה של מין זה הלכה ועלתה משמעותית עם השנים בכל פריחה וגרמה לביומסה הכללית הגבוהה מאד בדיגום מאי 2008 במיוחד בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות (איור 12). 3. צורנית קטנה מהמין *Navicula* sp. - פריחה ב- 2009 במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות בשני העומקים. 4. צורנית מהמין *Nitzschia* sp. - פריחה מסיבית ב – 2010 במיוחד בעומק גשר ההסתדרות ובמי שטח גשר יוליוס. אצות נוספות שפרחו בדיגומי מאי היו האצה הירוקית מהמין *Chlamydomonas coccooides* שפרחה בצורה משמעותית בדיגום מאי 2005, במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות, היא הופיעה בריכוזים גבוהים גם מאי 2006 ומאי 2009. האצה *Euglena* sp. פריחה בדיגום מאי 2006 במיוחד בתחנות העמוקות של גשר יוליוס וההסתדרות.

4. **מגוון המינים ואינדקס השונות** – מספר המינים ואינדקס השונות הממוצעים בתחנות פני השטח ובעומק הלכו וירדו בהדרגה, במעלה הנחל, מפתח הקישון לתחנת גשר ההסתדרות, בה הם נמצאו הנמוכים ביותר (איור 14). אינדקס השונות נמצא נמוך באופן מובהק בתחנות פני השטח יחסית לעומק. כמו כן נראית מגמה כללית של עלייה מתונה במספר המינים ובאינדקס השונות בפני שטח פתח הקישון (איורים 15, 16), מגמה הנמצאת בהתאמה עם מגמת הירידה בביומסה בתחנה זו משנת 2006.

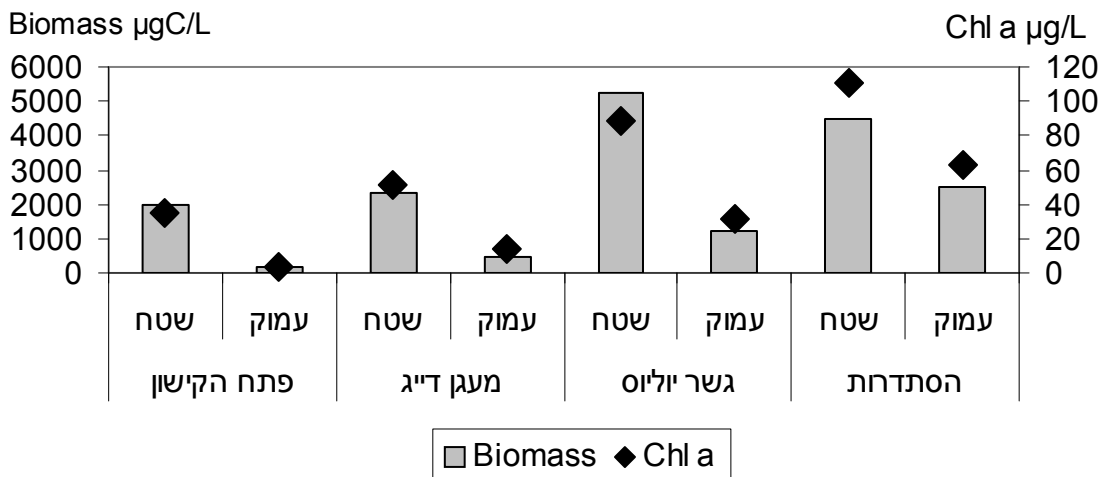
איור 7 : התפלגות ממוצעת של ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי מאי 2003-2010



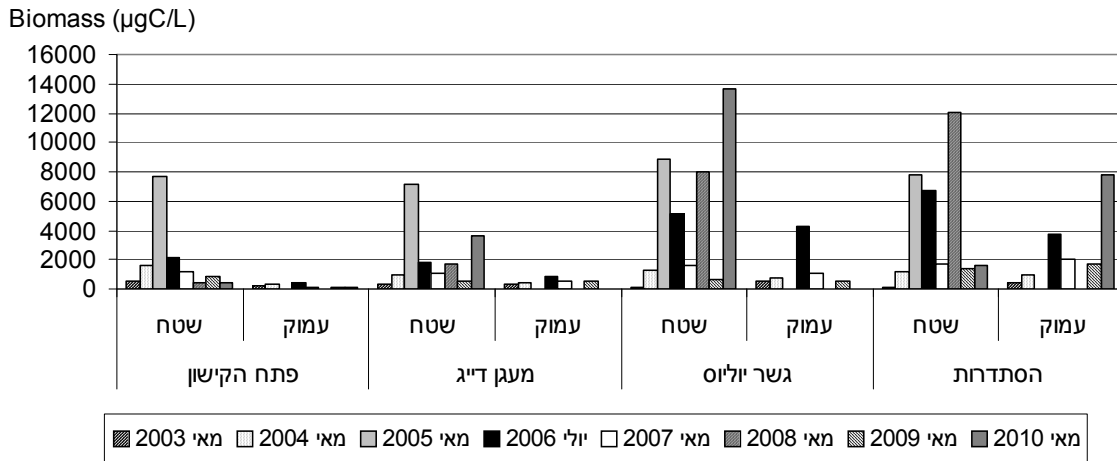
איור 8 : התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי מאי 2003-2010



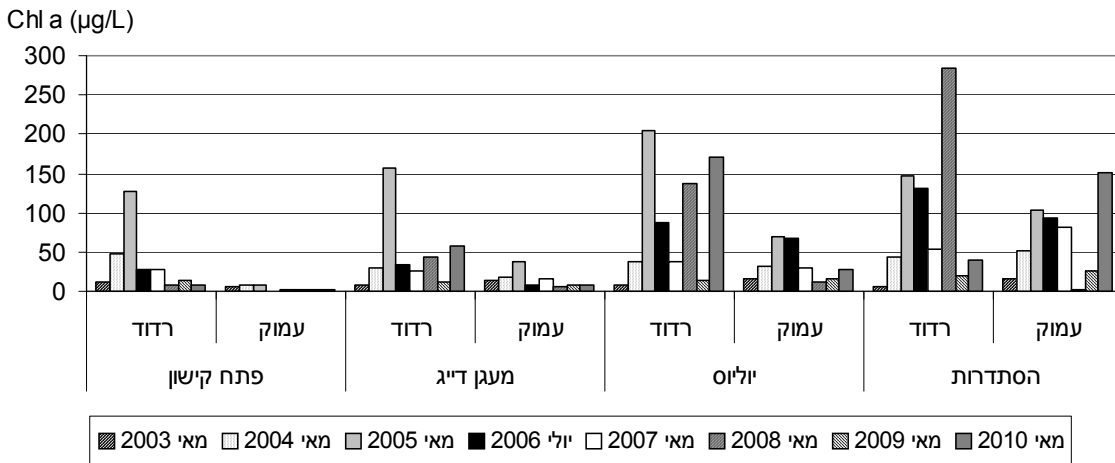
איור 9 : התפלגות ממוצעת (2003-2010) של הביומסה וריכוזי הכלורופיל בדיגומי מאי



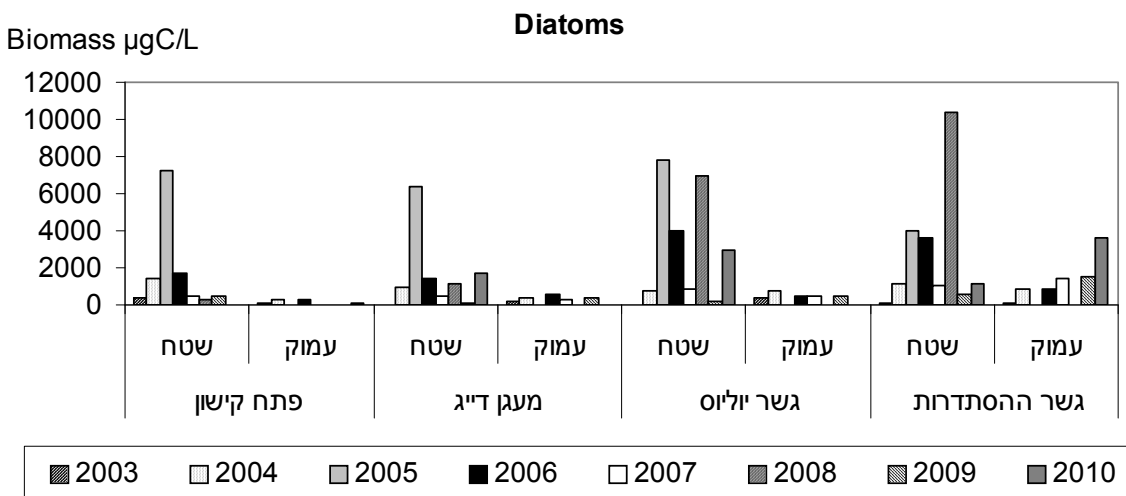
איור 10 : התפלגות הביומסה של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי מאי



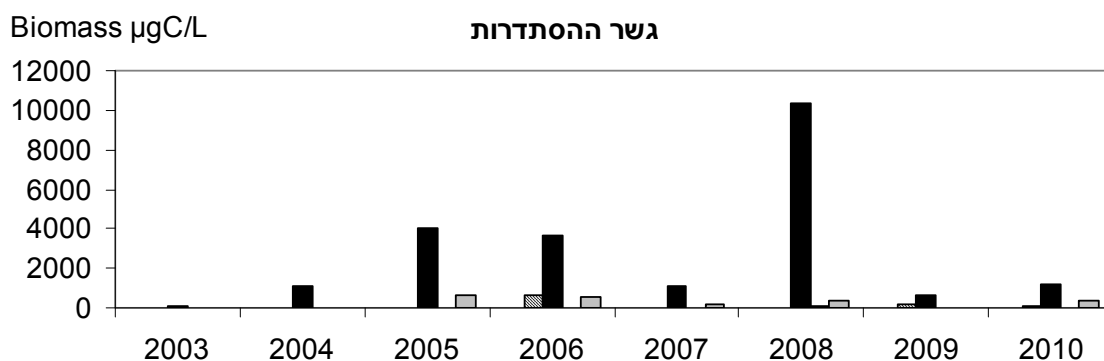
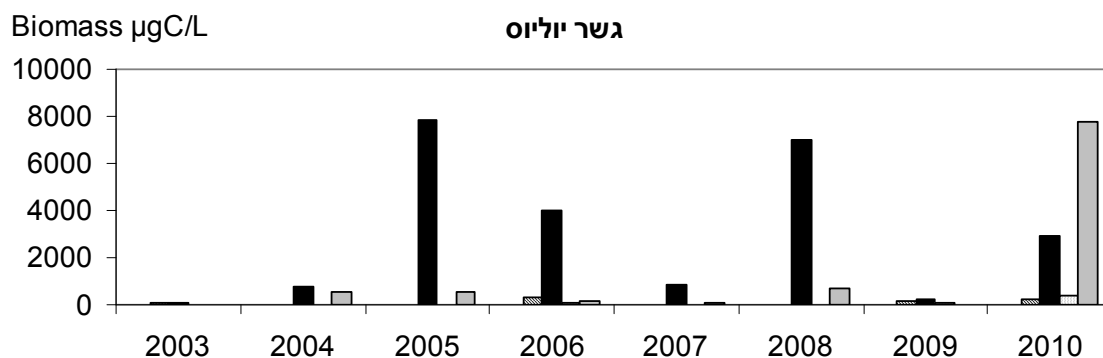
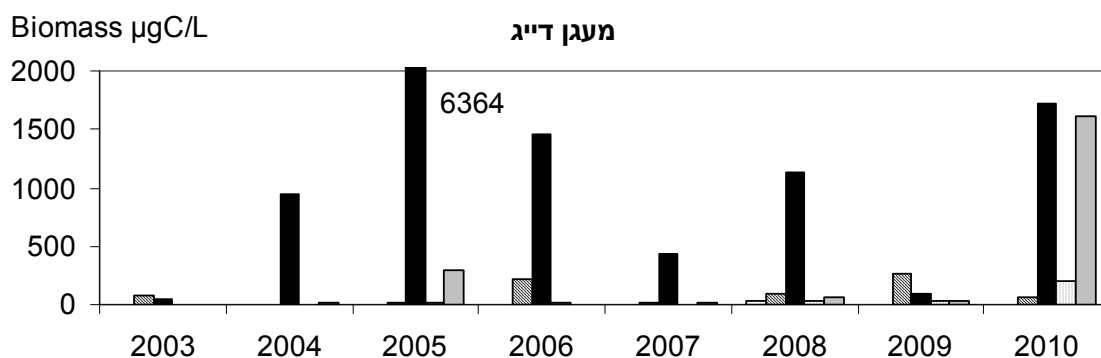
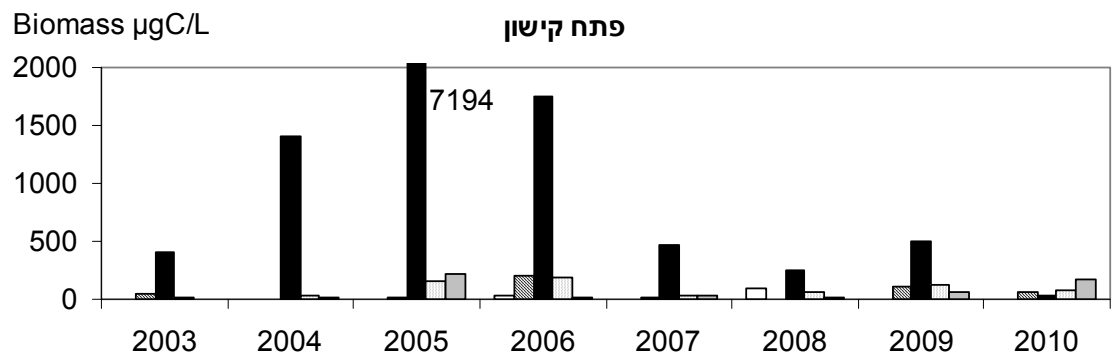
איור 11 : התפלגות ריכוז הכלורופיל בדיגומי מאי 2003-2010



איור 12 : התפלגות הביומסה של תאי הצורניות בדיגומי מאי

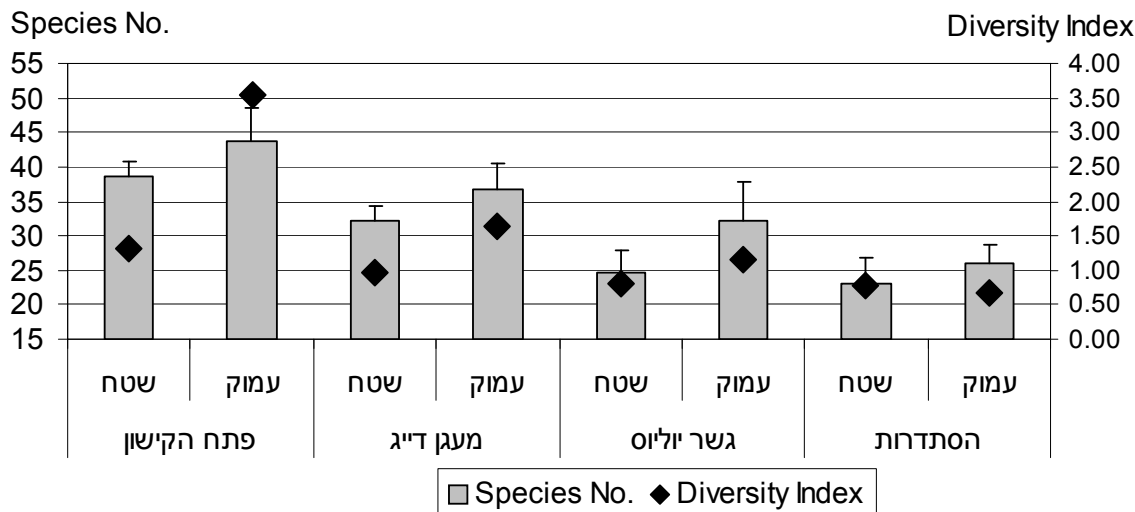


איור 13 : התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות לאורך השנים

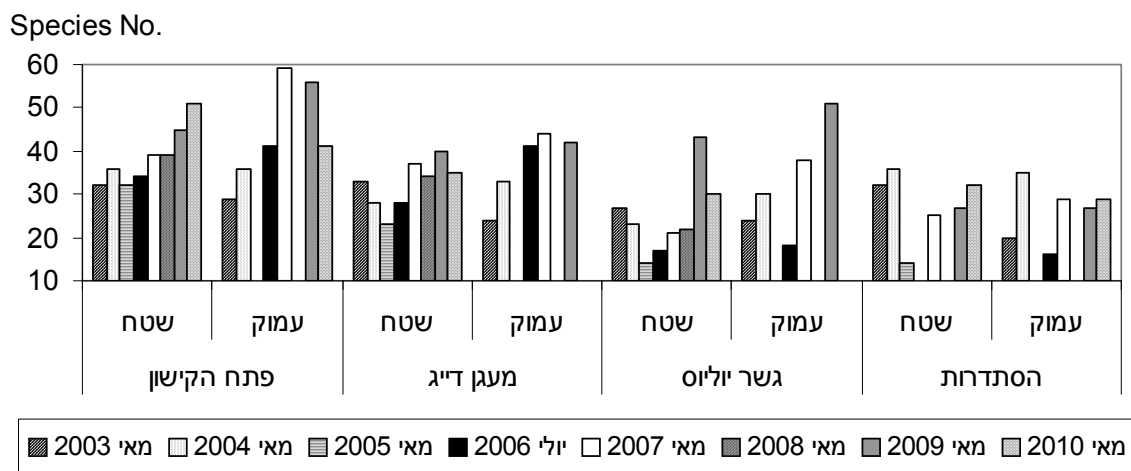


□ Synechococcus sp. ▨ Microplankton <5µm ■ Diatoms □ Dinoflagellates ▩ Cryptophyceae

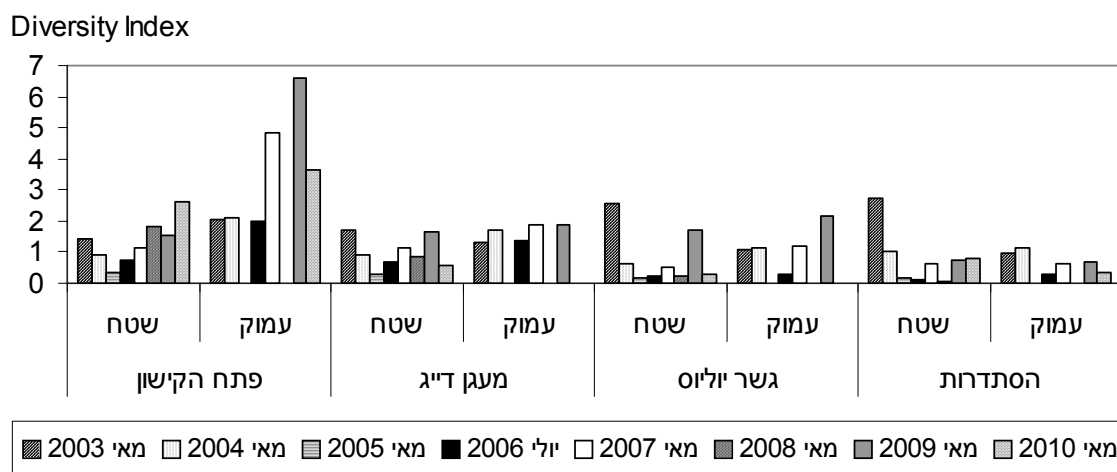
איור 14 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי מאי



איור 15 : התפלגות מספר המינים בדיגומי מאי בתחנות השונות



איור 16 : התפלגות אינדקס השונות בדיגומי מאי בתחנות השונות



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.