



**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח,
דו"ח ניטור אוקטובר 2009**

דו"ח חיא"ל H73/2010

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 2009**

דו"ח חיא"ל H73/2010

נורית גורדון, ברק חרות, נורית קרס

מוגש לרשות נחל הקישון

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

בהיק חרוי

חתימה:

נובמבר 2010

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח, דו"ח ניטור אוקטובר 2009

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

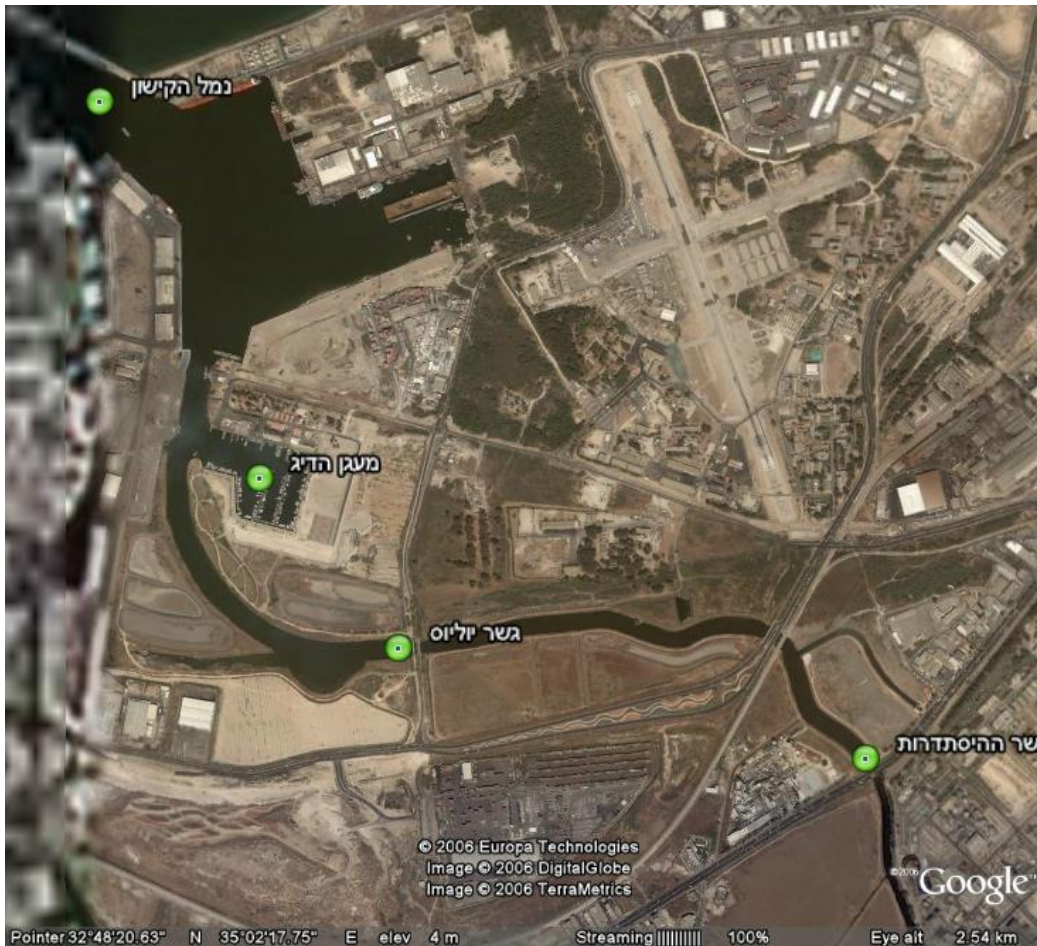
ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-18 באוקטובר 2009 (איור א). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. 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- [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 (Hewes, C.D. and Holmes-Hansen, O. (filter-transfer-freeze) FTF (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

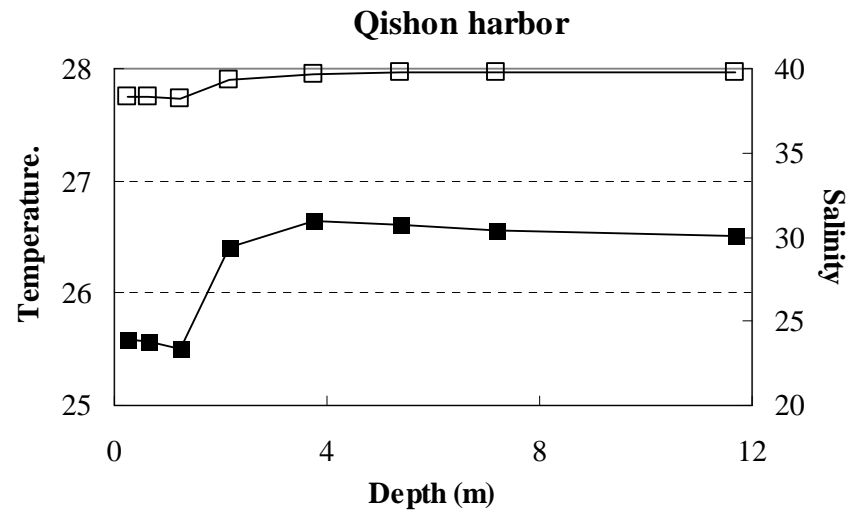
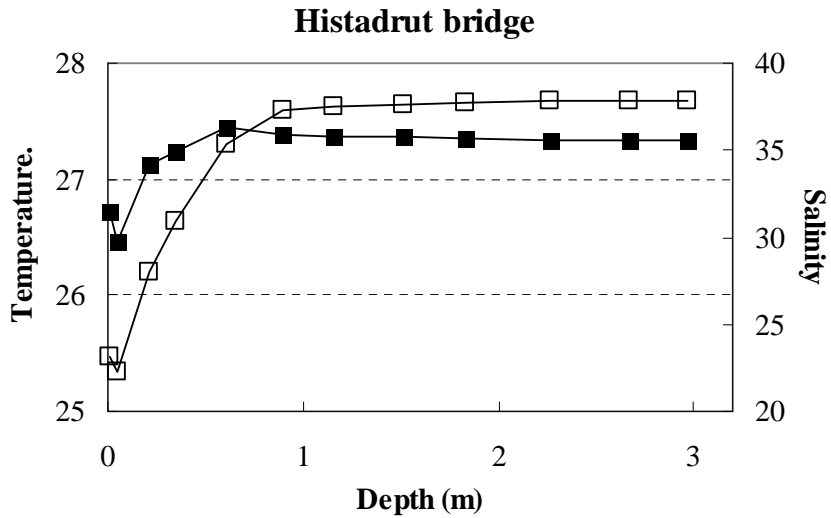
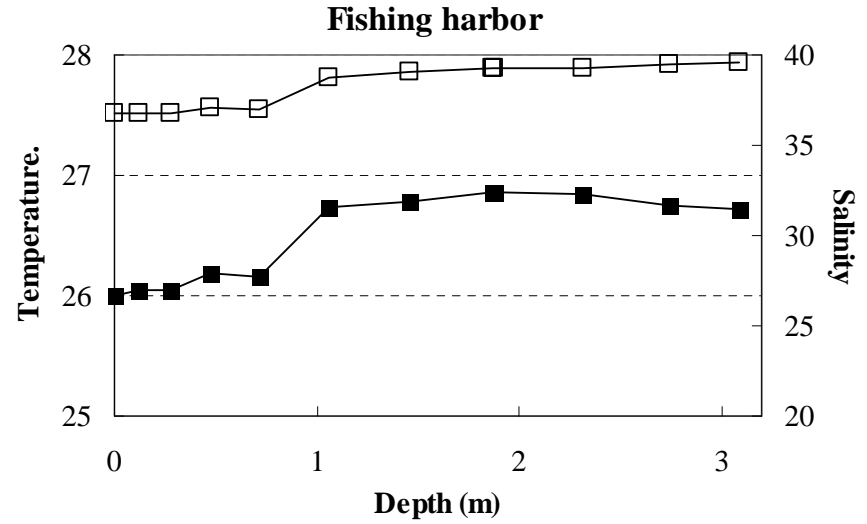
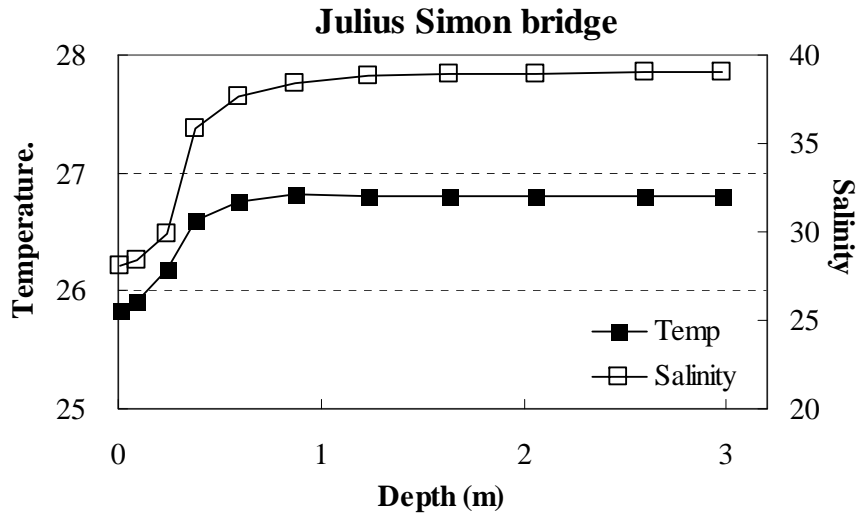
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים ב-ד. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

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.

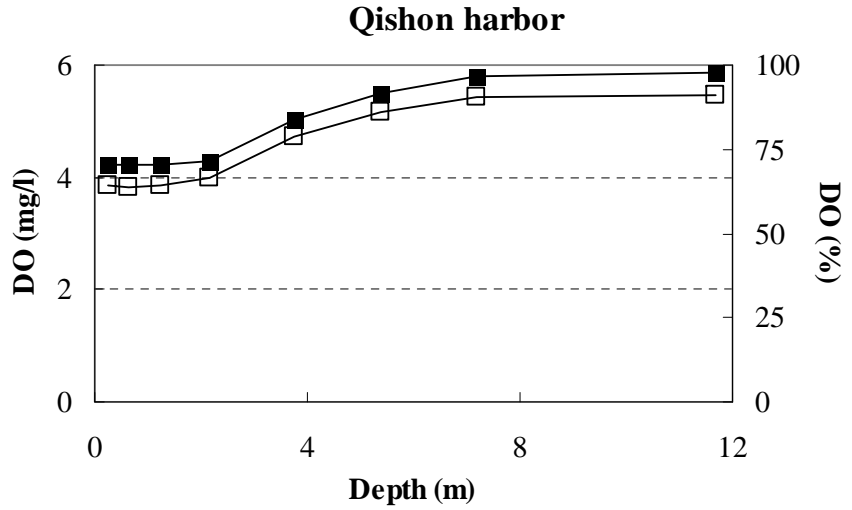
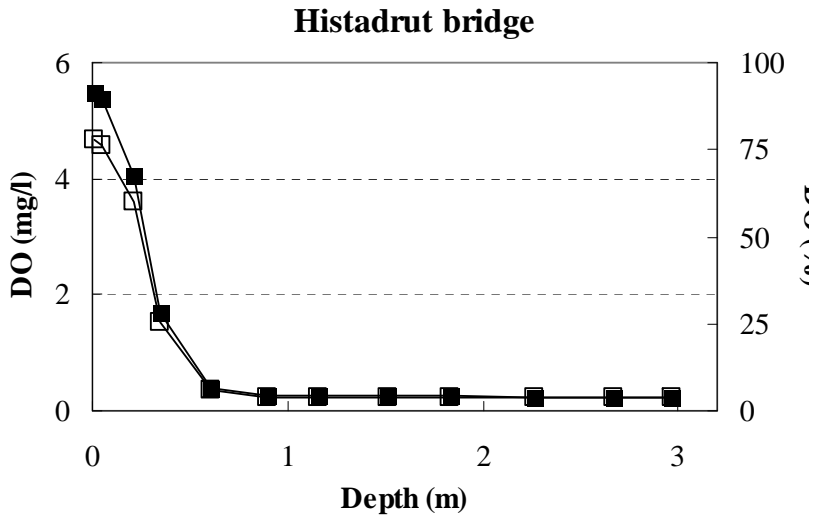
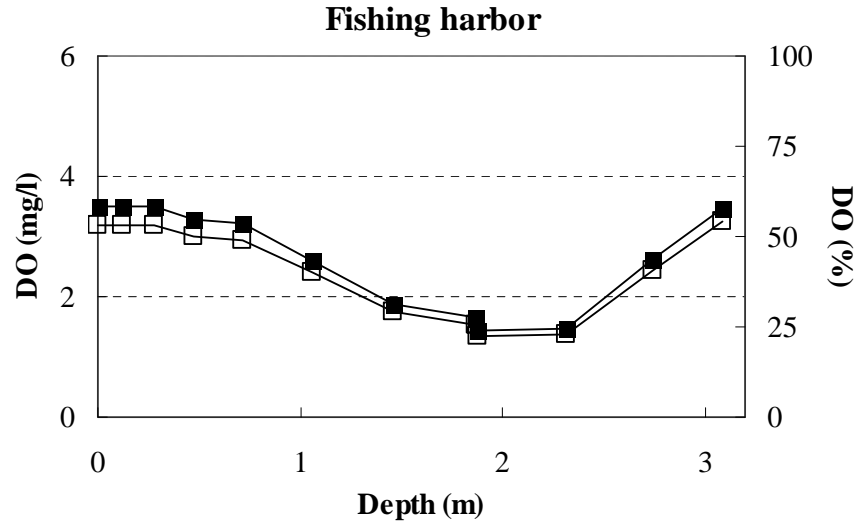
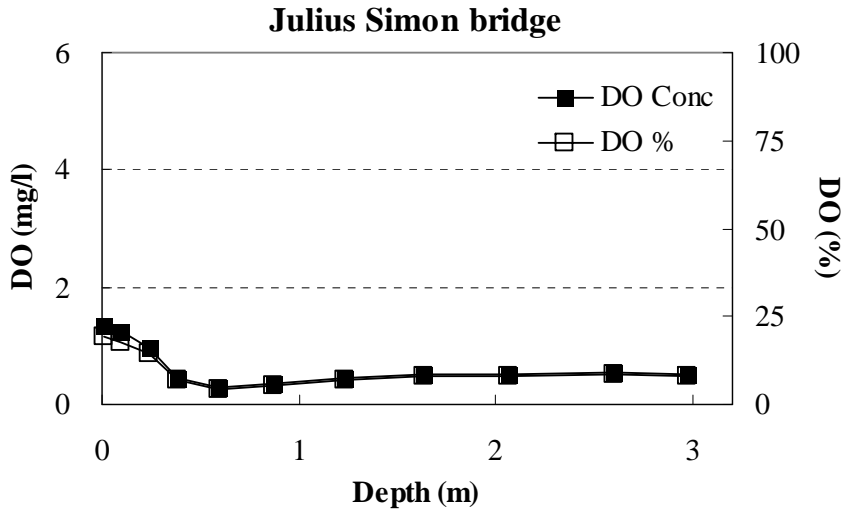
מי השטח בכל התחנות תת-רוויים בחמצן, כאשר אחוז רווית החמצן יורד עם עליה בעומק המים (איור ג). ריכוזי חמצן בתחום המוגדר כגורם לעקה ביולוגית (בין 2 ל-5 מג"ל) נמדדו במי השטח בתחנות גשרי ההסתדרות (בעומק 0.3 מ') ויוליוס סימון ובכל התחנות, פרט לפתח הנמל, במי העומק (בתחנת ההסתדרות וגשר יוליוס קיים מצב היפוקסי בו החמצן קטן מ-2 מג"ל). ריכוזי החמצן במי העומק מוכתב בעיקר ע"י תהליכי נשימה. ריכוזי 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 (איור ד).

ערכי העכירות היו בתחום 2.2-22.3 NTU, גבוהים יחסית בתחנות גשר ההסתדרות וגשר יוליוס סימון (טבלה 1, איור ד). ריכוזי החומר המרחף הראו תמונה דומה (טבלה 1).

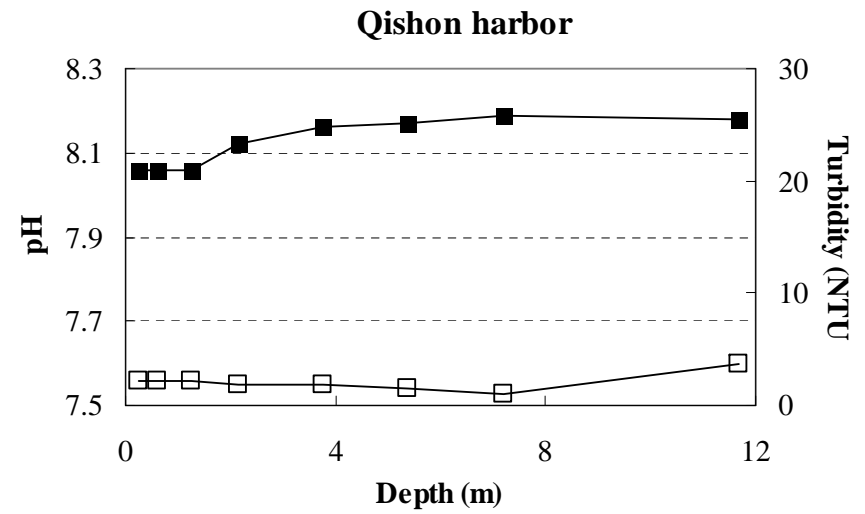
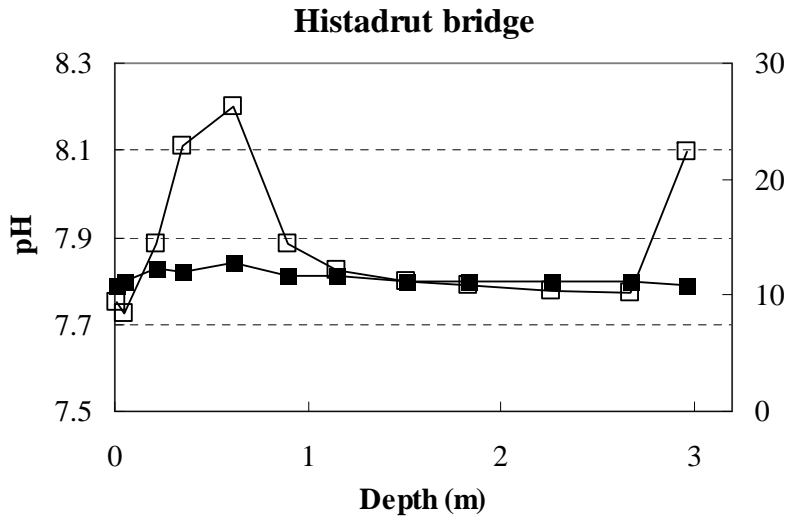
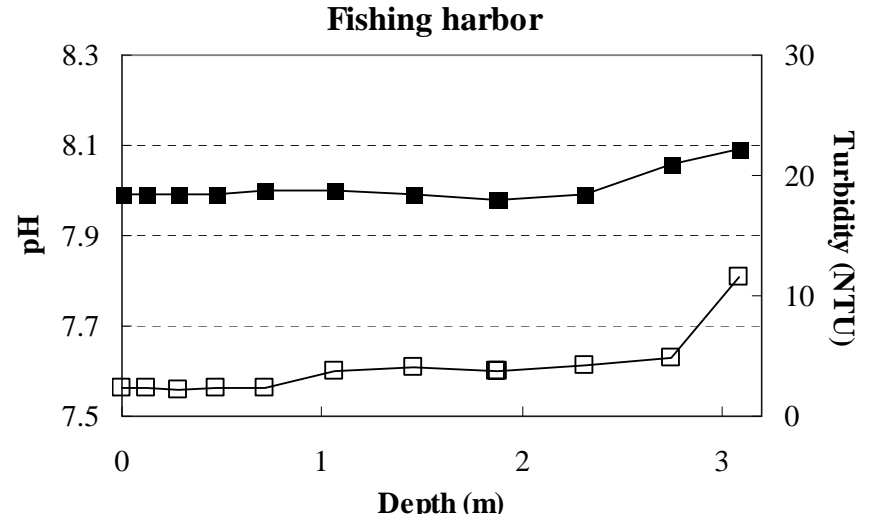
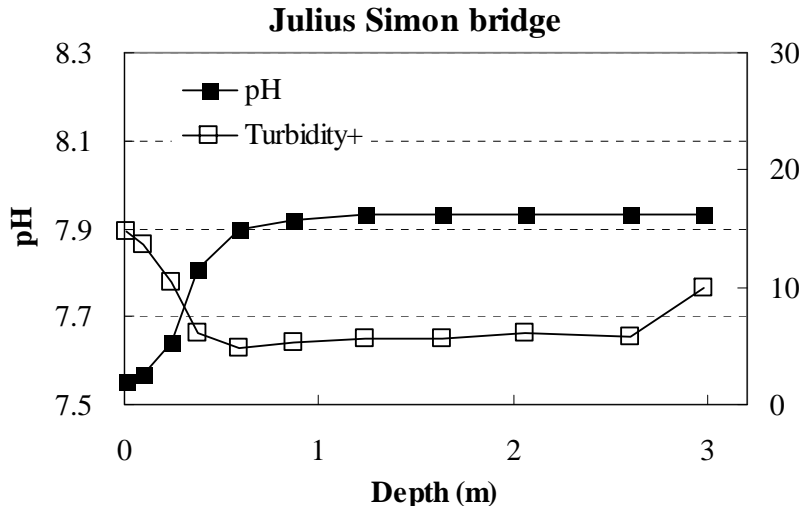
איור ב: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2009.



איור ג: פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רווייה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2009.



איור ד: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2009.



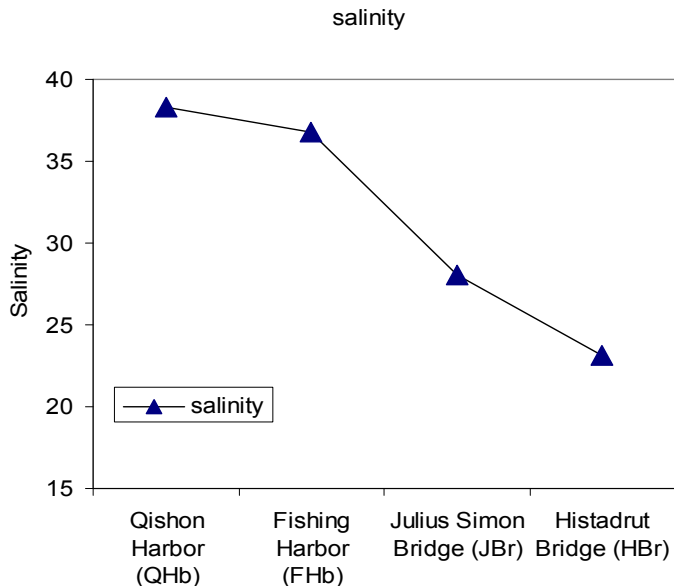
טבלה 1: טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2009.

Station	Depth	Temp	Sal	O ₂		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	m	°C					NTU	mg/l	µg/l
Qishon Harbor (QHb)	0.24	25.59	38.32	4.22	64	8.06	2.20	16.80	19.15
	11.67	26.51	39.81	5.86	91	8.18	3.70	8.50	2.08
Fishing Harbor (FHb)	0.00	26.00	36.79	3.51	53	7.99	2.30	13.04	54.29
	3.08	26.72	39.57	3.46	54	8.09	11.50	22.57	14.08
Julius Simon Bridge (JBr)	0.01	25.83	28.09	1.34	19	7.55	14.70	72.00	83.68
	2.98	26.81	38.99	0.52	8	7.93	10.00	13.85	21.28
Histadrut Bridge (HBr)	0.01	26.72	23.16	5.47	78	7.79	9.40	27.00	83.52
	2.97	27.34	37.87	0.23	4	7.79	22.30	25.20	64.34

Station	Depth	NO ₃	NO ₂	NH ₄	ΣN _{in} *	PO ₄	Si(OH) ₄
	m	µM	µM	µM	µM	µM	µM
QHb	0.2	7.51	8.76	39.33	55.6	1.06	16.08
	11.7	0.72	0.40	3.87	5.0	0.42	2.35
FHb	0.0	11.40	12.87	67.61	91.9	1.39	25.63
	3.1	2.91	2.61	30.71	36.2	2.24	11.42
JBr	0.0	71.01	36.15	372.55	479.7	3.32	177.72
	3.0	5.20	3.97	44.56	53.7	1.97	20.04
HBr	0.0	315.41	11.68	163.84	490.9	9.93	288.88
	3.0	1.95	0.88	100.09	102.9	5.48	39.50

* in - אי-אורגני.

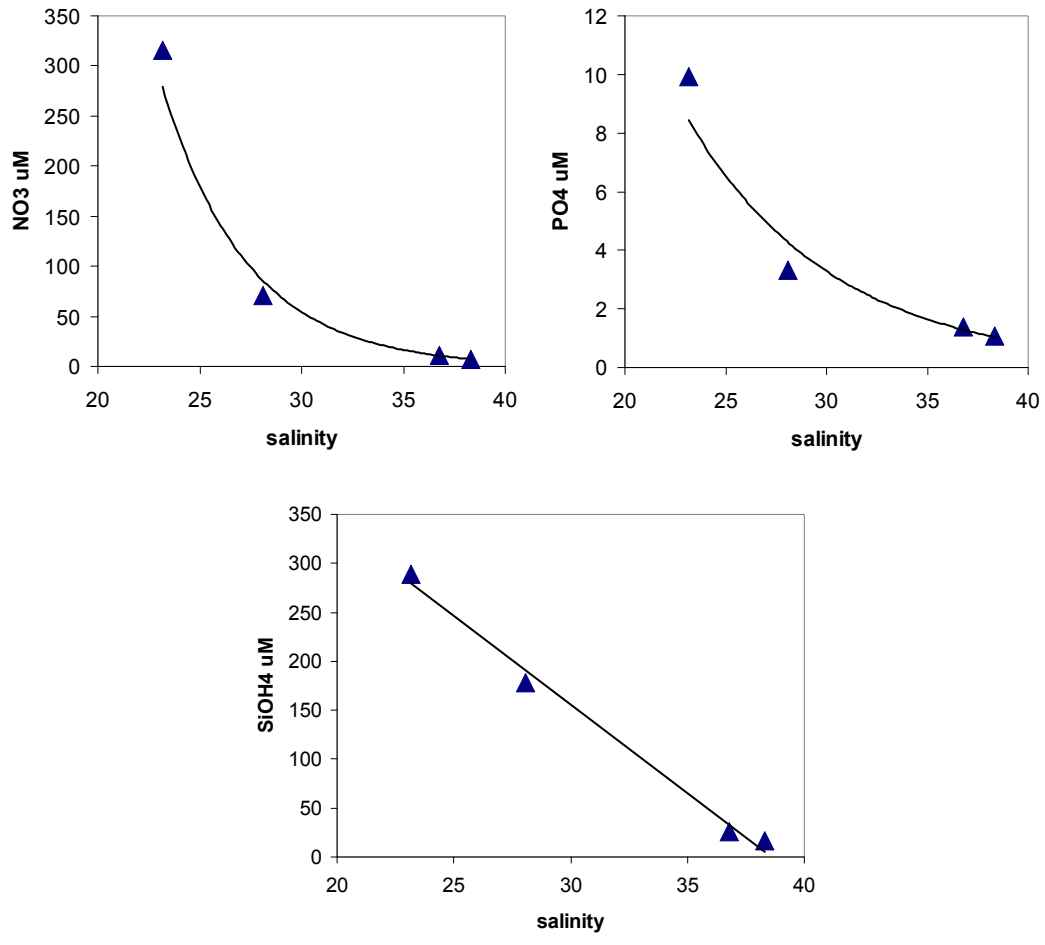
איור ה: ערכי מליחות בתחנות הדיגום (לאורך מורד הנחל), אוקטובר 2009.



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 ו). ריכוזי הסליקה מראים שינויים קונסרבטיביים לאורך קטע הנחל ומוכתבים בעיקר ע"י מידת המיהול בין המים מהמעלה הכוללים את הקולחים ומי ים. לעומת זאת, ריכוזי הניטראט והפוספאט מראים התנהגות לא קונסרבטיבית לאורך קטע האפיק ומושפעים גם מתהליכי פירוק (נשימה) של חומר אורגני וייתכן גם מדניטריפיקציה בחלקים דלי חמצן בנחל (איור ו).

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). מאחר והקריטריונים מתייחסים לכלל החנקן והזרחן המומסים ולא רק לחלק האי-אורגני שנמדד בניטור זה, יש להניח שאיכות המים עוד פחות טובה.

איור 1: יחסי גומלין בין ניטראט, פוספאט וסיליקה למליחות בתחנות הדיגום, אוקטובר 2009.



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 (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

דיגום זה התאפיין בפריחה של אצות מקבוצות הצורניות, המינים העיקריים שפרחו היו *Thalassiosira pseudonana* ו-*Cyclotella sp.*, שני מינים שפרחו גם בדיגומים קודמים. כמו כן הופיעו בריכוז גבוה יחסית בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.*(2). הביומסה הגבוהה ביותר נמצאה בפני השטח במעגן הדיג ובגשר ההסתדרות ואילו ריכוז הכלורופיל היה הגבוה ביותר בפני השטח בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס (איור 1).

ריכוז התאים – ריכוז התאים הגבוה ביותר נמצא בפני השטח במעגן הדיג (4.5×10^8) והוא נבע מריכוז גבוה של אצות צורניות ושל בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus sp.*(2) (איור 2). בקטריות אלה שונות מהמין המצוי והנפוץ במי ים, הן במימדיהן הגדולים במעט ($2\mu\text{m}$) והן בהרכב הפיגמנטים. הן היוו $56\% \pm 8\%$ מריכוז התאים הכללי בפני השטח בכל התחנות, ובגשר ההסתדרות גם במים העמוקים. הבקטריות הכחוליות מהמין הנפוץ במי ים, *Synechococcus sp.* הופיעו בדיגום זה בפתח הקישון, במים העמוקים בריכוז גבוה יחסית, והיוו 77% מריכוז התאים הכללי. ביתר התחנות ריכוזן היה נמוך יחסית והן היוו בממוצע $6\% \pm 3\%$ מריכוז התאים הכללי. יש לציין שהבקטריות הכחוליות מהמין הנפוץ במי ים הופיעו בדיגומים עד כה בדרך כלל, בריכוז גבוה יותר בפתח הקישון בשני העומקים ובמי העומק ביתר התחנות, ובכל מקרה לא הופיעו בקישון בריכוזים גבוהים כמו הבקטריות הפחות נפוצות מהמין *Synechococcus sp.*(2).

הביומסה וריכוז הכלורופיל - ריכוז הכלורופיל עלה בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל, בפני השטח ובעומק, כאשר בעומק גשר ההסתדרות העלייה הייתה ניכרת מאד (איור 1). בפני השטח בגשר יוליוס ובתחנת גשר ההסתדרות ריכוז הכלורופיל היה ברמה היפר איאטרופית. הביומסה בפני השטח במעגן הדייג ובגשר יוליוס נמצאה דומה וגבוהה יחסית לתחנות האחרות כשהאצות הצורניות הרכיבו את עיקר הביומסה בתחנות אלה (איור 3) ושיעור הביומסה שלהן עמד על כ- 75% מהביומסה הכללית (איור 4). גם בתחנות האחרות, להוציא פני שטח פתח הקישון, ביומסת הצורניות הייתה דומיננטית, ושיעור הביומסה הממוצעת באחוזים בתחנות אלה היה $13\% \pm 65\%$. בפני שטח הקישון הביומסה נמצאה נמוכה יחסית לתחנות האחרות, וגבוהה משמעותית (פי 5) יחסית למי העומק בתחנה זו, כפי שנמצא בדיגומים קודמים. בגשר ההסתדרות הביומסה בעומק נמצאה דומה לזו שבפני השטח.

הרכב מיני המיקרופלנקטון

מגוון המינים נמצא נמוך יחסית לסתיו אשתקד בפני השטח בכל התחנות (איור 5), להוציא את תחנת גשר ההסתדרות בה נמצא מגוון גדול יחסית של מיני בקטריות כחוליות חוטיות ושל מיני אצות מקבוצת הירוקיות (טבלה 1). במי העומק בפתח הקישון ובגשר ההסתדרות מגוון המינים נמצא גדול יחסית לסתיו אשתקד.

המגמה של ירידה במספר המינים בפני השטח עם העלייה במעלה הנחל נשמרת בדיגום זה עד גשר יוליוס בלבד, כיוון שבתחנת גשר ההסתדרות מגוון המינים נמצא גבוה יחסית. במי עומק פתח הקישון מגוון המינים גדול פי 2 יחסית לתחנה העמוקה בגשר ההסתדרות.

אינדקס השונות, המתחשב גם בביומסה, יורד יחסית לשנה קודמת בפתח הקישון בשני העומקים בפני השטח במעגן הדייג ובמי העומק בהסתדרות (איור 6) (אינדקס נמוך יותר מצביעה על מגוון קטן יותר). בפני השטח בגשר ההסתדרות נמצאה עליה באינדקס השונות יחסית לשנה קודמת, בגלל העלייה במגוון המינים (איור 4).

אינדקס השונות בפני השטח ירד עם העלייה במעלה הנחל, עד גשר יוליוס. בגשר ההסתדרות הוא נמצא גבוה יחסית למעגן הדייג ולגשר יוליוס. אינדקס השונות היה גבוה יותר במי העומק בפתח הקישון יחסית לפני השטח, אך בגשר ההסתדרות הוא נמצא גבוה יותר בפני השטח.

הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

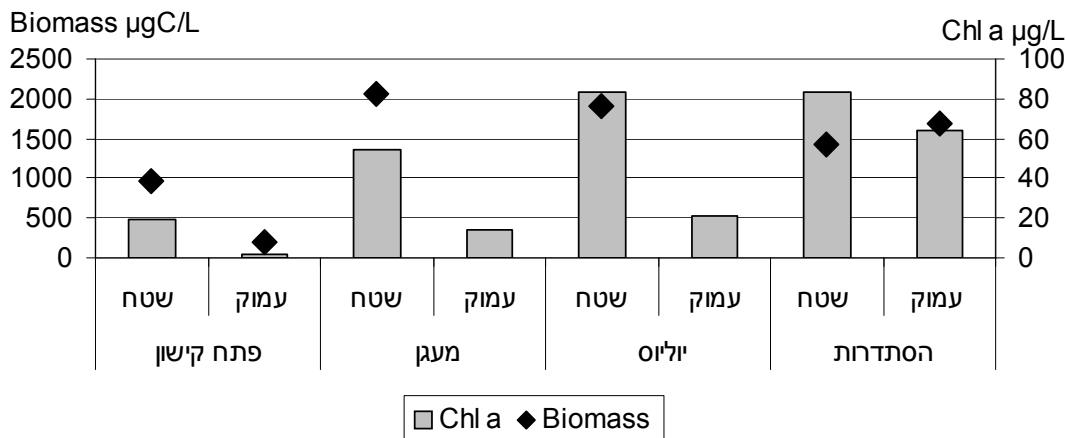
מיני המיקרופלנקטון שהיו השכיחים ביותר בדיגום זה (טבלה 1), ושתרמו לביומסה באופן ניכר היו מקבוצת הצורניות. הצורנית השכיחה ביותר הייתה מהמין הנפוץ בדיגומי הקישון, *Thalassiosira pseudonana* (איור 7). צורנית זו הופיע בריכוז גבוה מאד במי השטח במעגן הדייג ותרמה משמעותית לביומסה הגבוהה בתחנה זו (68% מהביומסה הכללית). צורנית מהמין *Cyclotella sp.* פרחת במי השטח בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות. צורנית זו היוותה כ- 50% מהביומסה הכללית בתחנות אלה. במי העומק בגשר ההסתדרות הופיע ריכוז גבוה של האצה מהמין *Euglena sp.* שמאפיינת תחנה זו גם בדיגומים קודמים. היא היוותה 33% מהביומסה הכללית בעומק גשר ההסתדרות. דינופלגלט הטרו טרופי (חסר פיגמנטים פוטוסינתטיים) מהמין *Gymnodinium sp.* היה נפוץ במי שטח בפתח הקישון, מין זה היווה 38% מהביומסה הכללית בתחנה זו.

הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

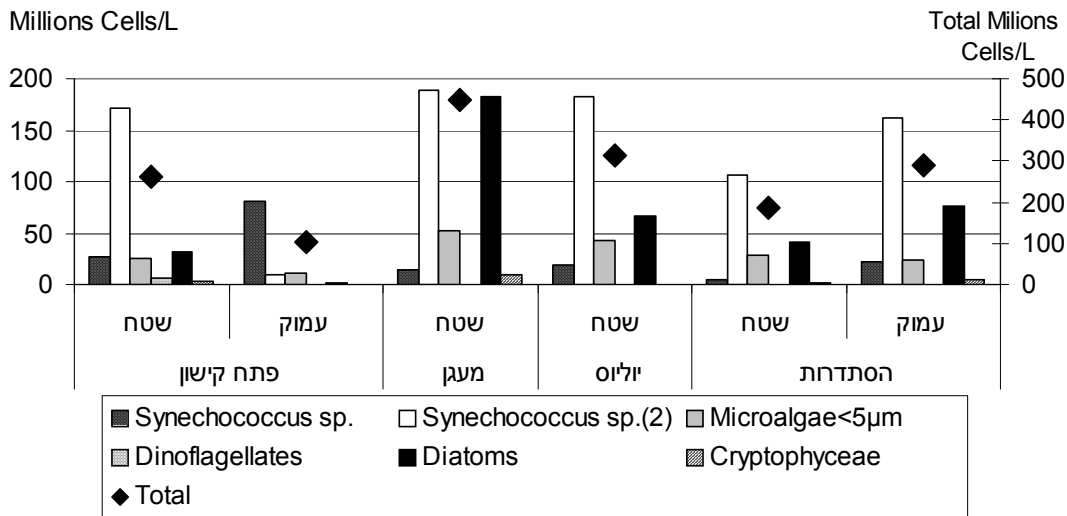
חלק ממיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח (טבלה 2) היו מינים המאפיינים מי ים, והופיעו לכן במגוון גדול יחסית בפתח הקישון בשני העומקים. מיני דינופלגלטים שהם בדרך כלל מינים ימיים, הופיעו במגוון גדול יחסית, בעיקר בפתח הקישון בשני העומקים ובמגוון מצומצם בפני שטח מעגן הדייג ונעדרו מהתחנות האחרות. מבין הדינופלגלטים היו שכיחים מיני דינופלגלטים קטנים מ – 15 מיקרון. ומבין המינים האחרים היה נפוצים יותר מיני *Protoperdinium spp.* המין *Prorocentrum micans*, המאפיין מים חופיים ומיני *Gonyalax spp.*

מספר מיני הצורניות היה דומה לזה של הדינופלגלטים בפתח הקישון. בפני השטח בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות במיוחד, נמצא מגוון גדול של מינים המאפיינים מים בעלי מליחות נמוכה יחסית, כמו בקטריות כחוליות חוטיות מהמין *Osillatoria spp.* או מושבות של בקטריות חד תאיות מהמין *Microcystis sp.* שהן בעלות פוטנציאל טוקסי. מקבוצת ה – *Cryptophyceae* הופיעו במי שטח הקישון ומעגן הדייג המין *Hemiselmis sp.* שהיה נפוץ גם בדיגומים קודמים, ובכל התחנות המין הנפוץ *Cryptomonas sp.*

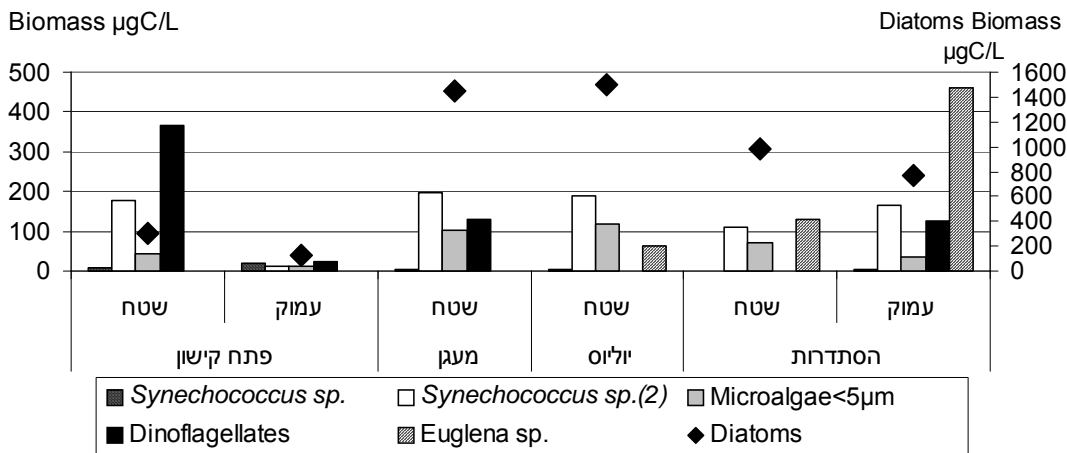
איור 1: התפלגות הביומסה הכללית וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות - אוקטובר 2009



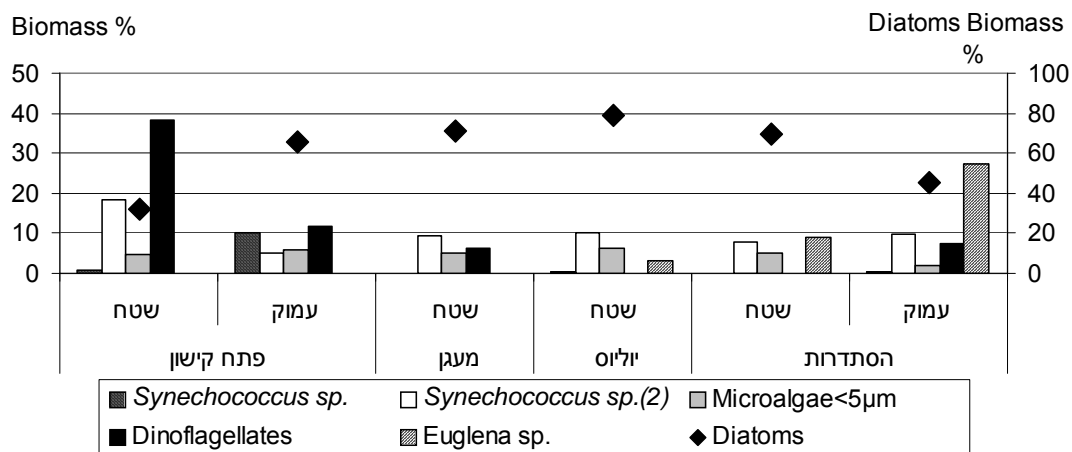
איור 2: התפלגות ריכוז התאים בתחנות השונות - אוקטובר 2009



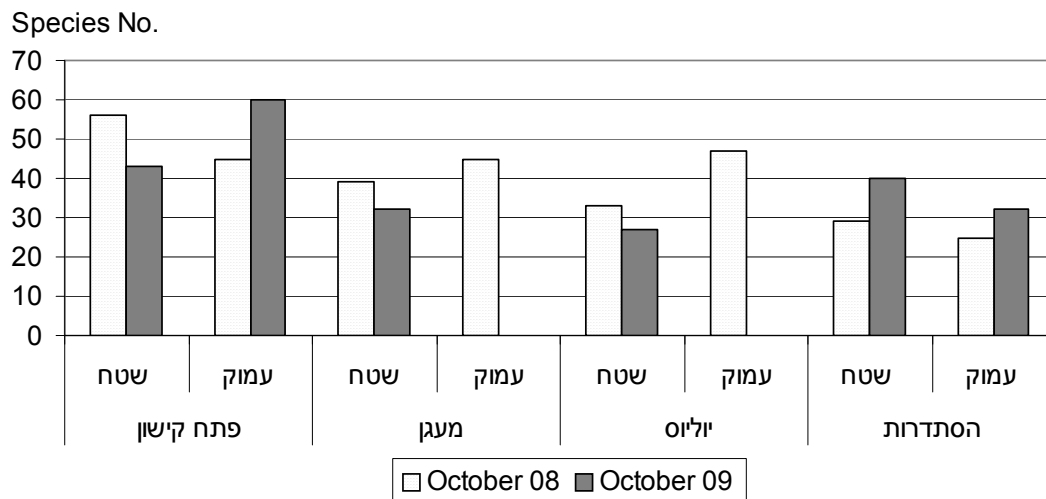
איור 3: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון - אוקטובר 2009



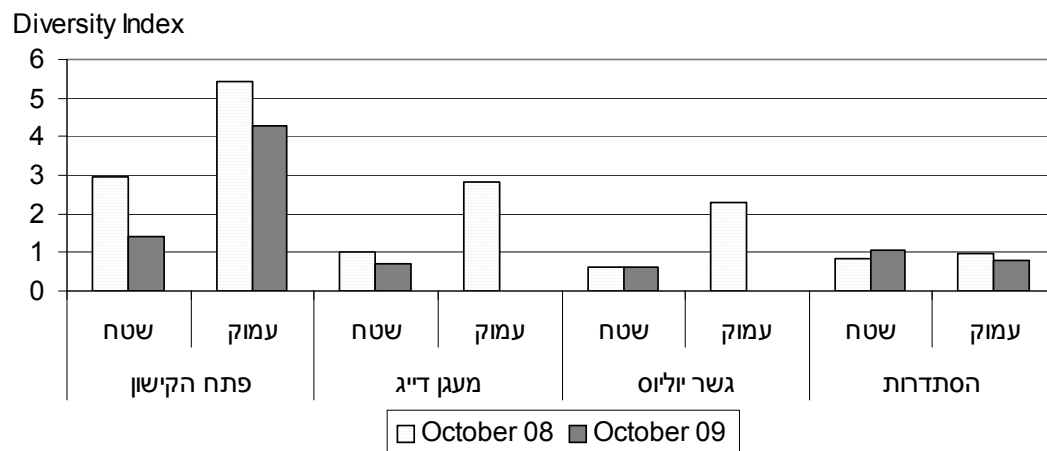
איור 4: התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון באחוזים – אוקטובר 2009



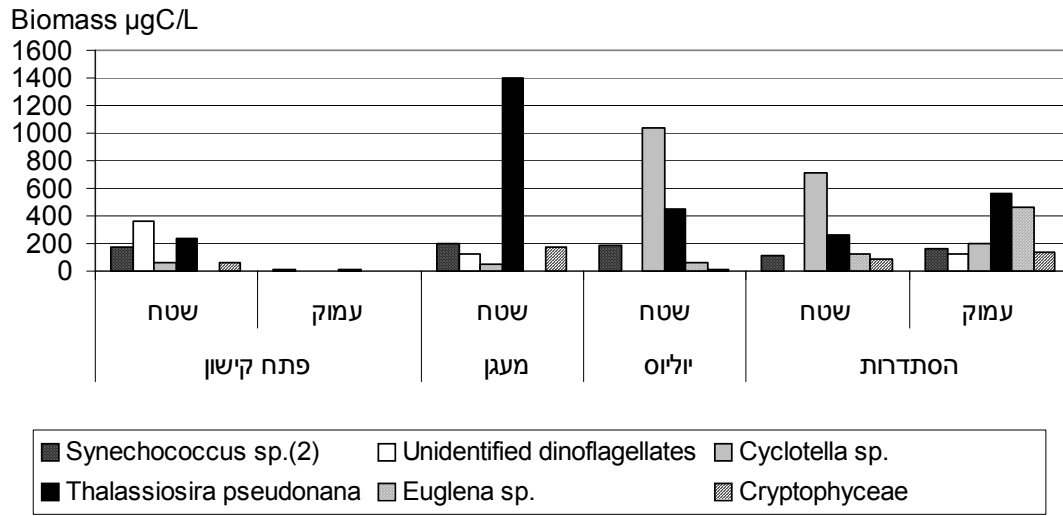
איור 5: התפלגות מספר המינים בתחנות השונות באוקטובר 2008 - 2009



איור 6: התפלגות אינדקס השונות בתחנות השונות באוקטובר 2008 - 2009



איור 7 : התפלגות ביומסת המינים השכיחים ביותר בתחנות השונות בדיגום אוקטובר 2009



1. ריכוז הכלורופיל היה גבוה מאד בפני השטח בגשר יוליוס ובשני העומקים בתחנת גשר ההסתדרות, ונמצא בתחום ההגדרה של מים היפראאאוטרופיים (לפי קריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים). במעגן הדייג ריכוז הכלורופיל היה גבוה ואילו בכל התחנות האחרות, להוציא מי העומק בפתח הקישון בהם הריכוז היה נמוך, ריכוז הכלורופיל היה בטווח ההגדרה של רמת איאוטרופיקציה בינונית.
2. הביומסה הגבוהה ביותר נמצאה בפני השטח במעגן הדייג ובגשר יוליוס. גם בגשר ההסתדרות בשני העומקים נמצאה ביומסה גבוהה יחסית. הביומסה הנמוכה ביותר נמצאה בעומק פתח הקישון.
3. פריחות – הפריחות העיקריות היו של מינים מקבוצת האצות הצורניות. צורנית מהמין *Thalassiosira pseudonana* פרחת מסיבית במי שטח מעגן הדייג. צורנית מהמין *Cyclotella* sp. פרחת בפני השטח בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות. בכל התחנות הופיע ריכוז גבוה של בקטריה כחולית מהמין הפחות נפוץ עד כה (*Synechococcus* sp.(2).
4. נמצאה ירידה במספר המינים יחסית לשנה קודמת, במי השטח בכל התחנות, להוציא תחנת גשר ההסתדרות שבה הייתה עלייה במספר המינים בשני העומקים. אינדקס השונות ירד בהתאם בפתח הקישון בשני העומקים במי שטח מעגן הדייג ובמים העמוקים בגשר ההסתדרות, ועלה בפני שטח גשר ההסתדרות.
5. מספר המינים ואינדקס השונות בפני השטח הלכו וקטנו עם העלייה במעלה הנחל עד גשר יוליוס, במי שטח ההסתדרות מספר המינים היה דומה לזה שבפתח הקישון משום הופעת מיני אצות ירוקיות ובקטריות כחוליות המאפיינים מים בעלי מליחות נמוכה. בעומק פתח הקישון מספר המינים ואינדקס השונות נמצאו הגבוהים ביותר.
6. נמצאו הבדלים בהרכב מיני האצות בין התחנות השונות והעומקים השונים. בפתח הקישון בשני העומקים נמצא מגוון גדול של דינופלגלטים יחסית לתחנות האחרות. במעגן הדייג ובגשר יוליוס הופיעו בעיקר מיני צורניות, כאשר בכל תחנה נמצאה פריחה של מין שונה (סעיף 2). תחנת גשר ההסתדרות מאופיינת בהופעת מיני אצות ירוקיות ובקטריות כחוליות. מי השטח שונים ממי העומק, במגוון המינים ובריכוזם; בעומק פתח הקישון הופיע מגוון גדול יותר של דינופלגלטים וצורניות יחסית למי השטח, ואילו בעומק ההסתדרות נמצא ריכוז גדול יחסית של *Euglena* sp. ודינופלגלטים, יחסית למי השטח.

טבלה 1: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח ביותר בדגימות הקישון - אוקטובר 2009

	פתח הקישון		מעגן הדייג	גשר יוליוס	גשר ההסתדרות	
	שטח	עמוק			שטח	שטח
Cyanobacteria						
<i>Synechococcus sp.</i>	2.7×10^7	8.0×10^7	1.5×10^7	1.9×10^7	4.3×10^6	2.3×10^7
<i>Synechococcus sp.(2)</i>	1.7×10^8	9.7×10^6	1.9×10^8	1.8×10^8	1.1×10^8	1.6×10^8
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1600			6.4×10^5	2.6×10^6	5000
Diatoms						
<i>Cyclotella sp.</i>	5.5×10^5	6613	3.0×10^5	6.8×10^6	6.5×10^6	1.6×10^6
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	3.0×10^7	2.1×10^6	1.8×10^8	5.9×10^7	3.5×10^7	7.4×10^7
דינופלגלטים (Dinoflagellates)						
Unidentified <15µm	6.0×10^6	1.8×10^4	5.9×10^5	1600	50	5.8×10^5
Cryptophyceae						
<i>Cryptomonas spp.</i>	1.5×10^6	2.2×10^5	3.2×10^6	6.0×10^5	1.4×10^6	5.0×10^6
<i>Hemiselmis sp.</i>	1.9×10^6		5.6×10^6			
Euglenophyceae						
<i>Euglena sp.</i>			200	5.1×10^4	1.1×10^5	3.8×10^5
Microplankton < 5µm	2.5×10^7	1.2×10^7	5.3×10^7	4.3×10^7	2.9×10^7	2.4×10^7
Total Microplankton	2.6×10^8	1.0×10^8	4.5×10^8	3.1×10^8	1.9×10^8	2.9×10^8

טבלה 2: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון – אוקטובר 2009

	פתיח קישון		מעגן שטח	גשר שטח	גשר ההסתדרות	
	שטח	עמוק			שטח	עמוק
צורניות (Diatoms)						
<i>Achnanthes</i> sp.					100	
<i>Amphora</i> sp.		192	2050		4700	400
<i>Asterionella glacialis</i>	3500	5.2				267
<i>Bacteriastrium</i> sp.		96				
<i>Biddulphia mobiliensis</i>		32				
<i>Ceratalina bicornis</i>		512				
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	9520	1.2	4250			
<i>Chaetoceros</i> spp.		5296	1310			
<i>Coscinodiscus</i> sp.		16				
<i>Cylindrotheca closterium</i>	2.9	1.2	533	1400	150	933
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	3560	3.6	267			
<i>Entomoneis gigantea</i> var <i>sulcata</i>					50	67
<i>Entomoneis</i> sp.(1)	3067		10	800	600	333
<i>Entomoneis</i> sp.(2)	40	64	67			
<i>Guinardia flaccida</i>	50	2112				
<i>Guinardia striata</i>	1800	2.6	600			267
<i>Hemiaulus hauckii</i>		224				40
<i>Hemiaulus sinensis</i>		96	1200			
<i>Lauderia annulata</i>	1640					
<i>Leptocylindrus danicus</i>	320					
<i>Meuniera membranacea</i>		69				
<i>Navicula</i> sp.(1)	1.1	32	467	1.0×10^4	3.1	8600
<i>Navicula</i> sp.(2)	80	16		400	1500	867
<i>Navicula</i> sp.(10µm)				2000	5.2	3733
<i>Navicula</i> sp.(320)		48				
<i>Navicula</i> sp.(475)			67			
<i>Navicula</i> sp.(968)		48				
<i>Nitzschia longissima</i>					50	133
<i>Nitzschia</i> sp.(1706)		16		200		
<i>Pleurosigma</i> sp. / <i>Gyrosigma</i> sp.		16	1800	20		
<i>Pleurosigma</i> sp. / <i>Gyrosigma</i> sp.(479k)				400	300	67
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	2.7					1333
<i>Rhizosolenia alata</i>	640	1024	200	400		140
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	20					
<i>Streptothea tamesis</i>	520	8656	267			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		48				
<i>Triceratium dubium</i>		32				
דינופלגלטים (Dinoflagellates)						
<i>Ceratium furca</i>	10					
<i>Ceratium kofoidii</i>	120	256	10			
<i>Corythodinium</i> sp.	40	112				
<i>Dinophysis caudata</i>		11				
<i>Dinophysis diegensis</i>		16				
<i>Diplosalis</i> sp.	10					
<i>Gonyaulax</i> sp. (468k)		48				
<i>Gonyaulax</i> sp. (470k)		528				
<i>Gonyaulax</i> sp. (471k)		32				
<i>Gonyaulax</i> sp. (186)	560	400				
<i>Gonyaulax</i> spp.	10	768	10			
<i>Gymnodinium</i> spp.	120					
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	40					20
<i>Pronoctiluca spinifera</i>	10	16				
<i>Prorocentrum gracile</i>		64				
<i>Prorocentrum micans</i>	880	512	67			
<i>Protoperidinium brochii</i>		16				

<i>Protoperidinium depressum</i>		64				
<i>Protoperidinium divergens</i>	80	128	67			
<i>Protoperidinium steinii</i>	40	32				
<i>Protoperidinium</i> spp.	240	2704	30			
<i>Protoperidinium</i> (465k)		95				
<i>Protoperidinium</i> (467k)		16				
<i>Protoperidinium</i> (469k)		128				
<i>Protoperidinium</i> (472k)		2736				
<i>Protoperidinium</i> (473k)		32				
<i>Protoperidinium</i> (474k)		48				
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	10	96	267			
<i>Protoperidinium</i> (469k)		128				
<i>Spiraulax joliffei</i>		11				
Chlorophyceae						
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			133	200	1.6	600
<i>Crucigenia rectangularis</i>					700	
<i>Oocystis</i> sp. (1312)				1600		
<i>Oocystis</i> sp. (480k)				2400	6500	
<i>Oocystis</i> sp. (837)				5400	3450	1867
<i>Pediastrum tetras</i>	10					
<i>Scenedesmus acutus</i> f. <i>alternans</i>					400	533
<i>Scenedesmus acuminatus</i>					400	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> var <i>acuminatus</i>				800	3550	
<i>Scenedesmus arcuatus</i>					800	
<i>Scenedesmus ecornis</i>					400	
<i>Scenedesmus ovalternus</i>					200	
<i>Scenedesmus protuberans</i>					400	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var <i>maximus</i>					200	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>					200	
<i>Selenastrum</i> sp.				7800	6.4	800
Ebriales						
<i>Hermesinium adriaticum</i>		6				
Cyanobacteria						
<i>Oscillatoria</i> sp. (482k)					1000	
<i>Oscillatoria</i> sp. (463k)	3720					
<i>Oscillatoria</i> sp. (476k)			2700	5.8×10^4	5.8	3.7
<i>Oscillatoria</i> sp. (477k)				9.8×10^4	3.8	5200
<i>Oscillatoria</i> sp. (478k)				6.0×10^4	650	
<i>Oscillatoria</i> sp. (481k)						1667
<i>Oscillatoria</i> sp. (483k)					1.3	
<i>Oscillatoria</i> sp. (1696)	5.1		1600		7500	2.9
<i>Spirulina platensis</i>					1.4	

השוואה רב-שנתית של דיגומי אוקטובר (מספור איורים חדש)

1. ריכוז התאים:

א. מגמת הירידה בריכוז התאים בפני השטח, בשלוש השנים האחרונות, בפתח הקישון ובמעגן הדיג נעצרה ובדיגום הנוכחי נראתה עלייה בריכוז התאים במי פני השטח בכל התחנות וגם בעומק גשר ההסתדרות (איור 8), בעיקר משום הופעה לא שגרתית של ריכוז גבוה של בקטריה כחולית מהמין *Synechococcus sp.*(2).

ב. הרכב הקבוצות השונות – המשיכה מגמת הירידה בריכוז הבקטריות הכחוליות הנפוצות מהמין *Synechococcus sp.* במרבית התחנות (איור 9) והתייצבות של ריכוז המיקרואצות הקטנות מ – 5 מיקרון בערכים נמוכים יחסית ב – 3-4 שנים אחרונות (איור 10). בריכוז הצורניות נראתה עלייה בדיגום האחרון בכל התחנות, אך לא ניתן לראות מגמה כלשהי לאורך השנים, להוציא העובדה שריכוזם גבוה יחסית בדרך כלל בפני שטח מעגן הדיג (איור 11). אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו שכיחות מאד בשנים עברו בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות, בדיגום האחרון ריכוזם היה נמוך מאד בכל התחנות ובתחנת גשר ההסתדרות בשני העומקים נמשכת מגמת הירידה בריכוזן גם השנה (איור 12).

2. ביומסה –

א. הביומסה ב-2009 עולה יחסית לדיגום 2008 בכל התחנות להוציא מי שטח בגשר יוליוס בהם הביומסה יורדת בהשוואה לשנה קודמת (איור 13).

ב. בפני השטח ובעומק ישנן תנודות בביומסה לאורך השנים, אך בשנתיים האחרונות הביומסה בפני השטח בגשר יוליוס יורדת, ובגשר ההסתדרות נשארת על רמה נמוכה יחסית לשנים קודמות (איור 13).

ג. 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 13,14).

ד. הרכב הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות – בתחנות פתח הקישון ומעגן הדיג אצות מקבוצת הצורניות היו דומיננטיות בחלק ניכר מהדיגומים (איורים 15,16). אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו דומיננטיות בגשר יוליוס ובמעגן הדיג (איורים 17,18). אולם, בגשר ההסתדרות נראית מגמה של ירידה ניכרת בביומסת האצות מקבוצה זו, לאורך השנים, ובמקביל עלייה בביומסת אצות צורניות שהופכות לדומיננטיות בשלוש השנים האחרונות גם בגשר יוליוס. ביומסת הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus sp.* הייתה הנמוכה ביותר ואפיינה בעיקר את תחנות פתח הקישון ובמעגן הדיג (איור 19). נראית מגמה ברורה של ירידה בביומסה שלהן החל משנת 2006. ביומסת הדינופלגלטים הייתה בדרך כלל נמוכה יחסית לקבוצות האחרות (להוציא בקטריות כחוליות), ונראו תנודות בהתפלגותם לאורך השנים. בגשר ההסתדרות ביומסת הדינופלגלטים נמצאה גבוהה יחסית לתחנות האחרות, בעיקר בגלל מיני *Gymnodinium* שניזונו מאצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae*. בשנת 2009 נמצאה ביומסה מקסימלית של דינופלגלטים בפתח הקישון ובמעגן הדיג.

a. כלורופיל –

א. ריכוז הכלורופיל ב-2009 עלה בצורה ניכרת במרבית התחנות יחסית לשנה קודמת (איור 20).

ב. נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בריכוז הכלורופיל עם העליה במעלה הנחל בתחנות הרדודות והעמוקות (איורים 14,20) בדומה לביומסה. ריכוז הכלורופיל גבוה יותר בתחנות הרדודות יחסית לעמוקות.

ג. ריכוזי הכלורופיל בפני השטח בפתח הקישון נמצאו לאורך השנים 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 היפר אואטרופית בדומה לפני השטח.

ד. לאורך השנים נראו תנודות בריכוז הכלורופיל בתחנות פני השטח ובעומק ולא ניתן לראות מגמתיות רב שנתית מסויימת.

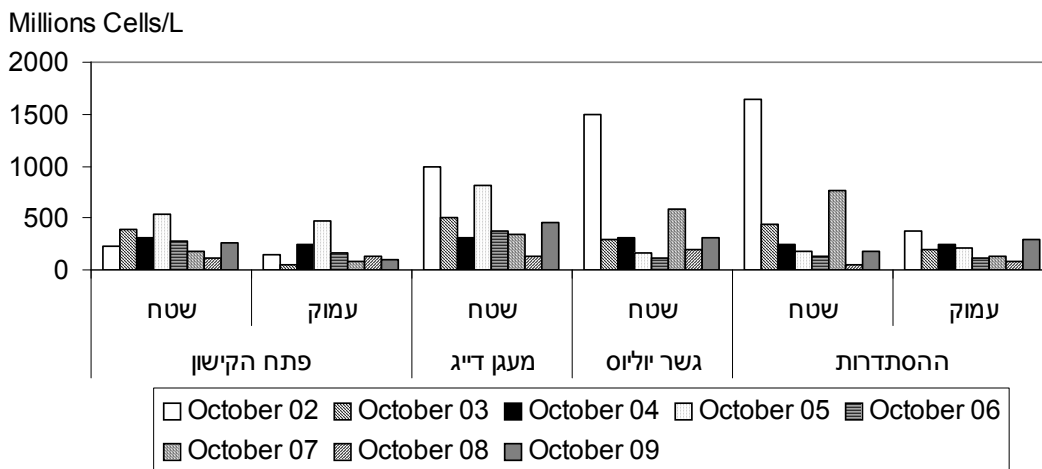
4. מגוון המינים –

א. ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) מכל הדיגומים, נמוכים במים הרדודים יחסית לעמוקים בכל התחנות (איור 21).

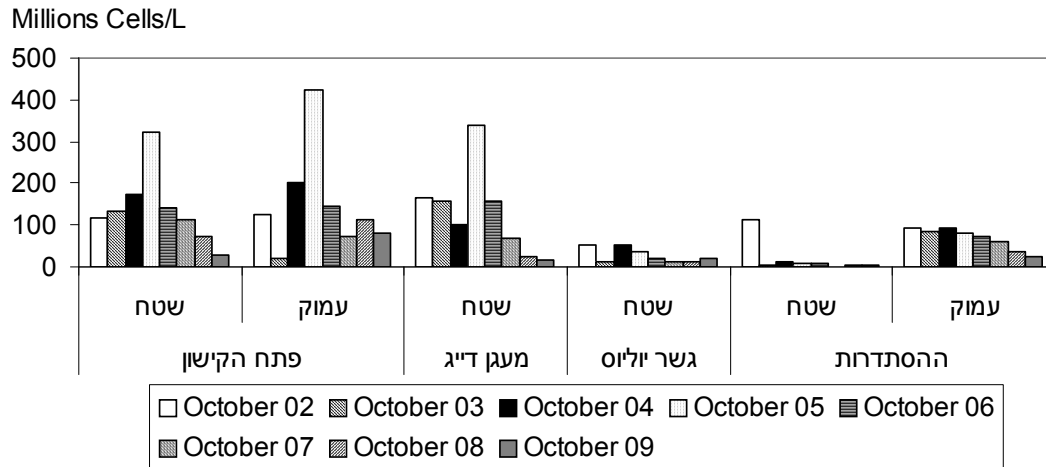
ב. מספר המינים ואינדקס השונות יורדים ככל שעולים במעלה הנחל בפני השטח ובעומק (איור 22).

ג. אינדקס השונות במי פני השטח בכל התחנות להוציא גשר ההסתדרות שומר על רמה קבועה יחסית לאורך השנים. בגשר ההסתדרות נראתה בשנתיים האחרונות עלייה במספר המינים ובאינדקס השונות (איורים 22,23). **במי העומק בתחנות פתח הקישון קיימת מגמת עלייה בזמן (2002-2009) של מספר המינים ואינדקס השונות (עם שינויים). המגמה הכללית בזמן של עלייה בשונות מלמדת על שיפור מסוים באיכות המים שנובע ככל הנראה משינויים בעומסי/הרכב הזרמות הנוטריאנטים ו/או קצב שחרור הנוטריאנטים מהסדימנטים בקרקעית הנחל.**

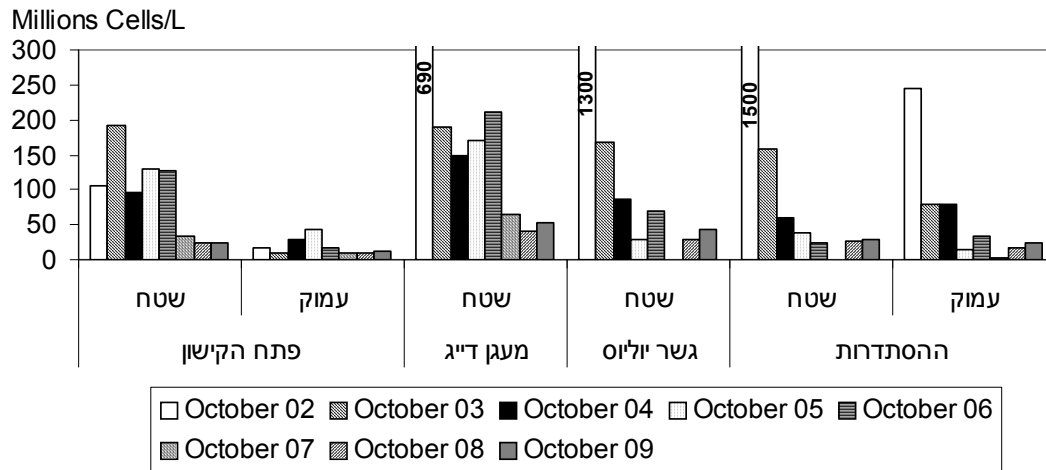
איור 8 : התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



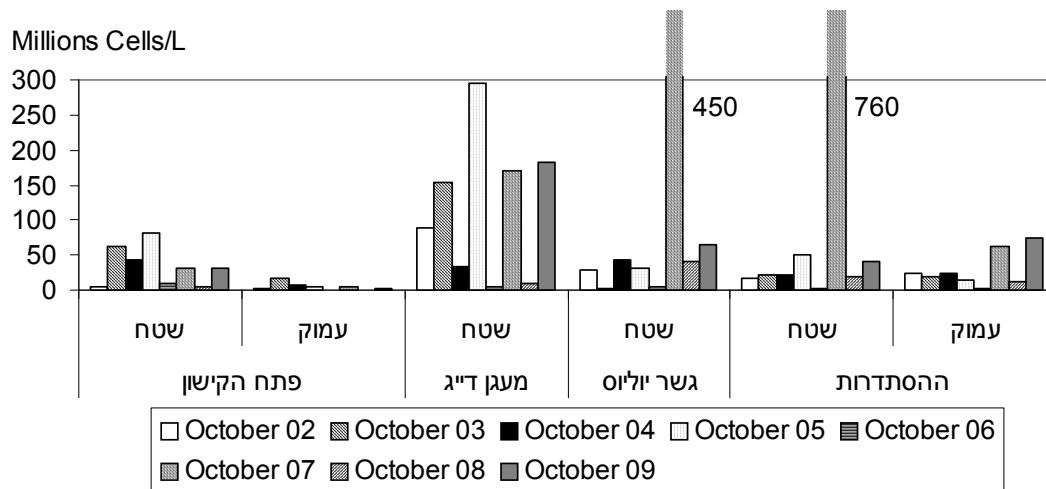
איור 9 : התפלגות ריכוז תאי הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. בדיגומי אוקטובר



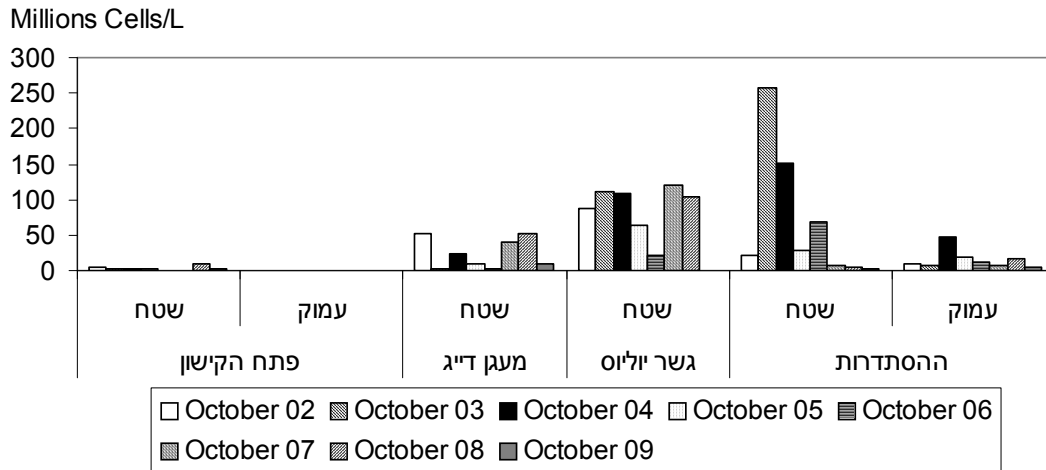
איור 10 : התפלגות ריכוז תאי המיקרואצות הקטנות מ-5 מיקרון בדיגומי אוקטובר



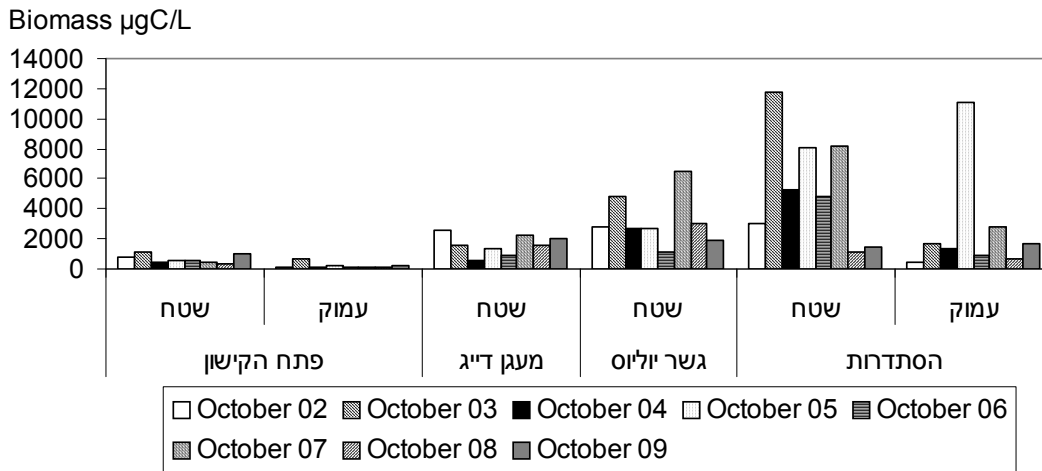
איור 11 : התפלגות ריכוז תאי האצות הצורניות בדיגומי אוקטובר



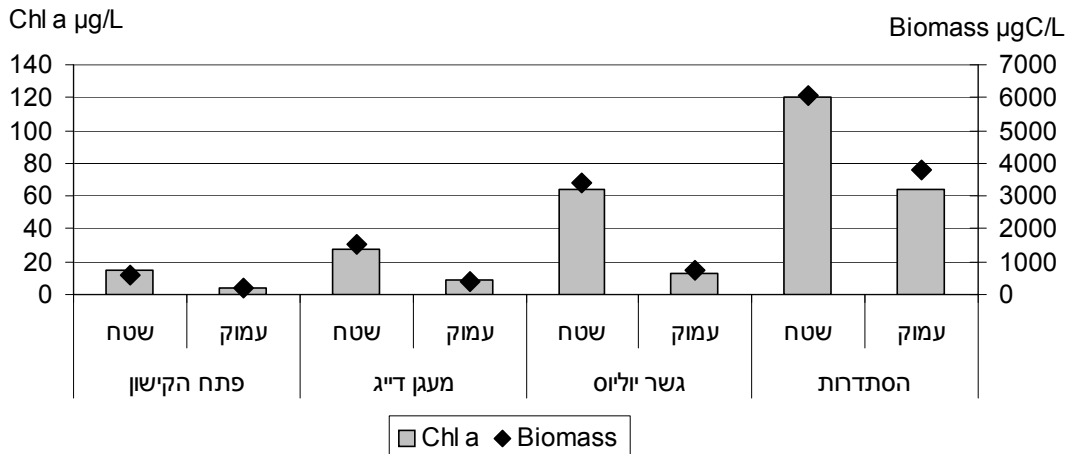
איור 12 : התפלגות ריכוז תאי ה- *Cryptophyceae* בדיגומי אוקטובר



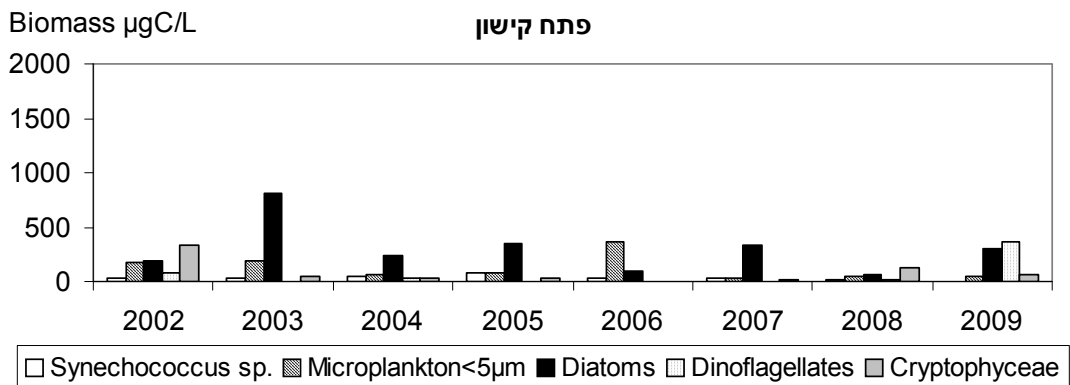
איור 13 : התפלגות הביומסה בדיגומי אוקטובר



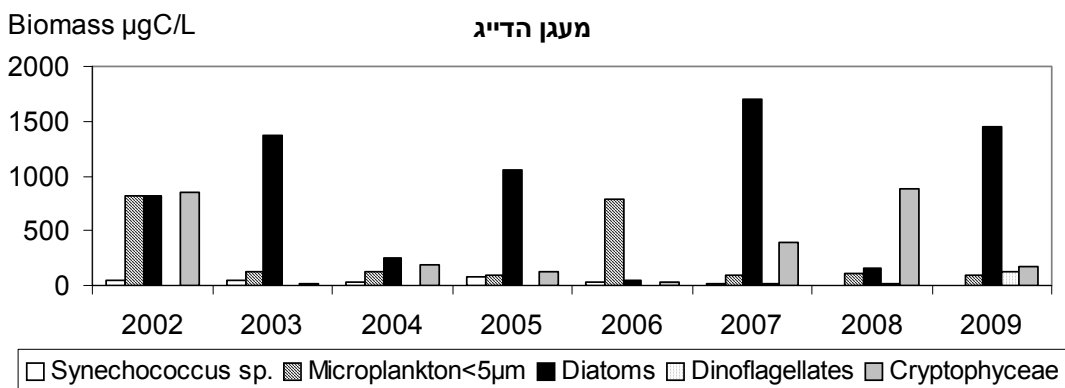
איור 14 : התפלגות ממוצעת (2002-2008) של הביומסה וריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



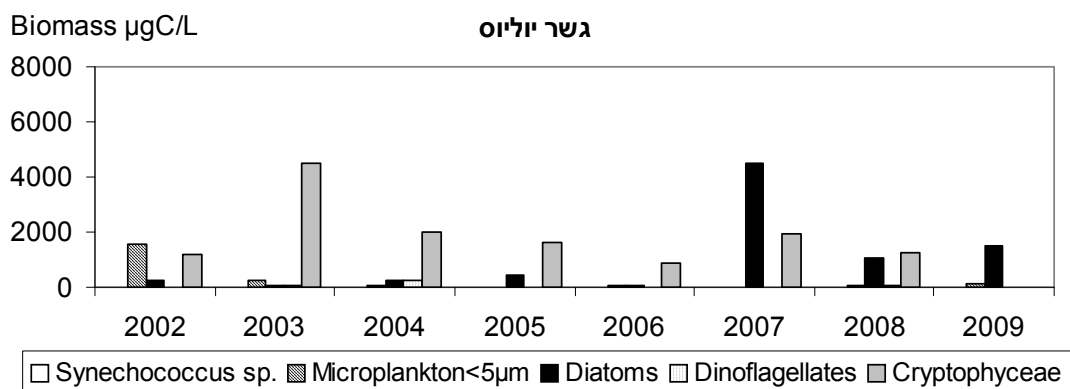
איור 15 : התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח פתח קישון לאורך השנים



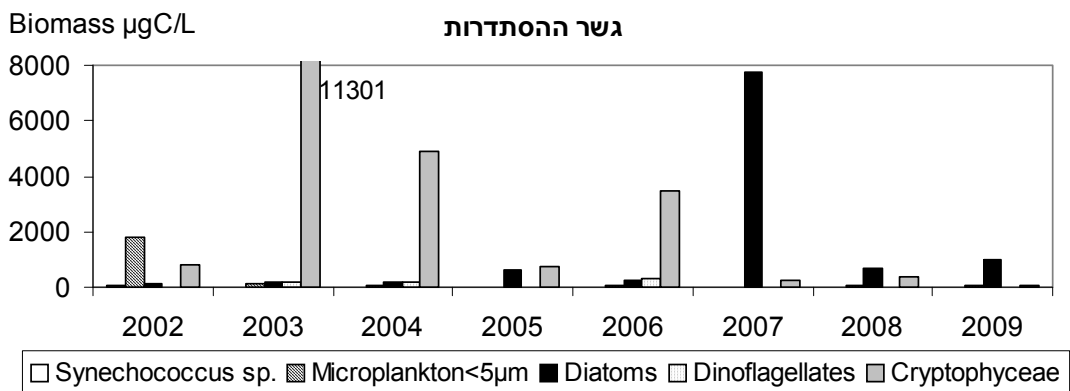
איור 16 : התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח מעגן הדייג לאורך השנים



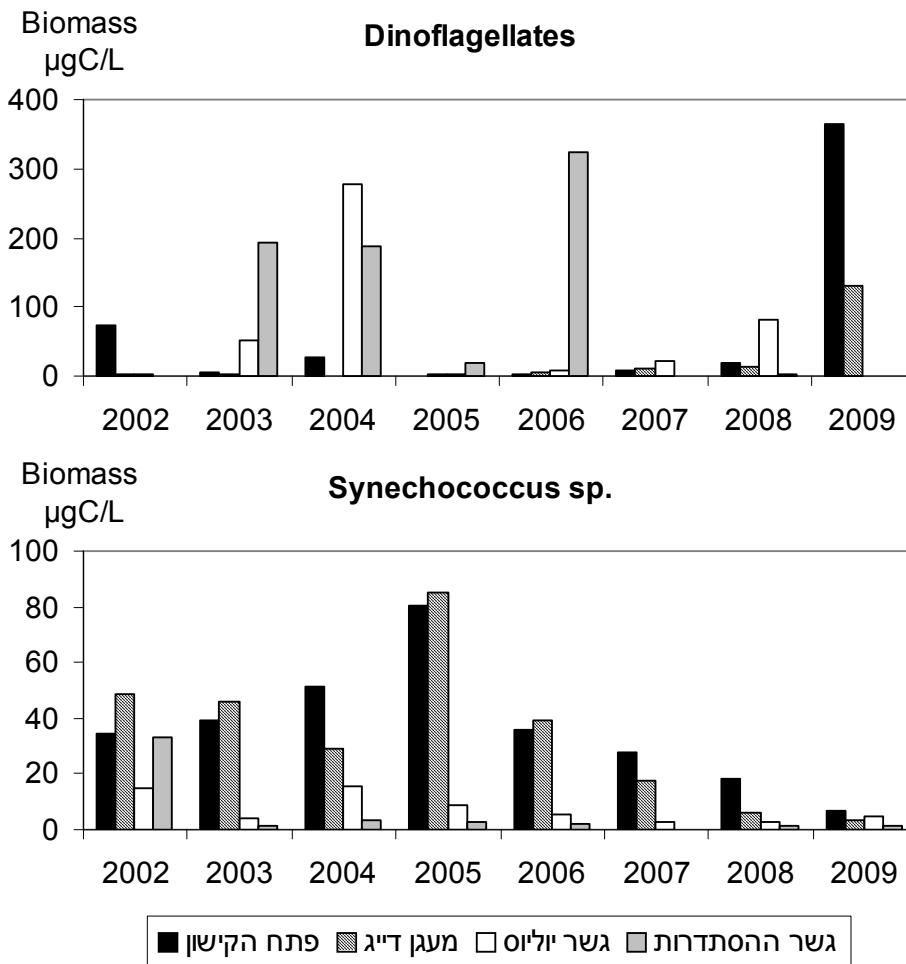
איור 17 : התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח גשר יוליוס לאורך השנים



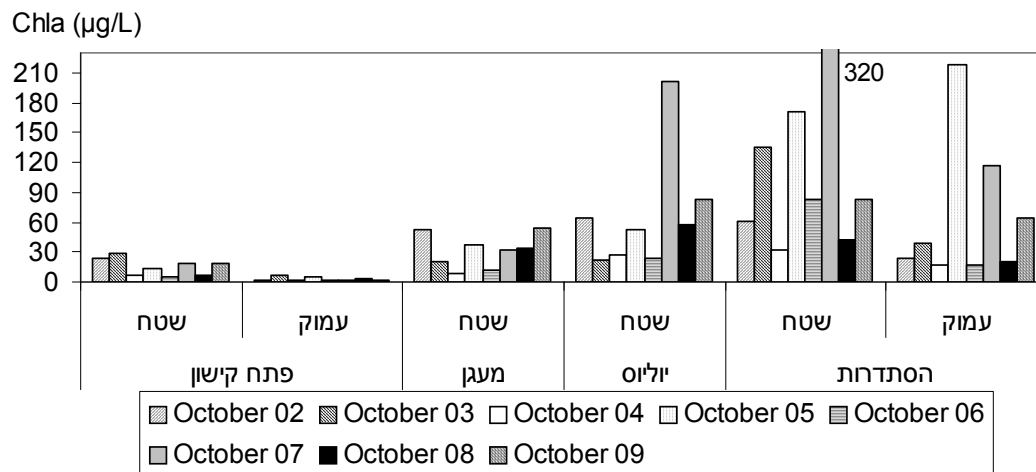
איור 18 : התפלגות ביומסת קבוצת האצות בפני שטח גשר ההסתדרות לאורך השנים



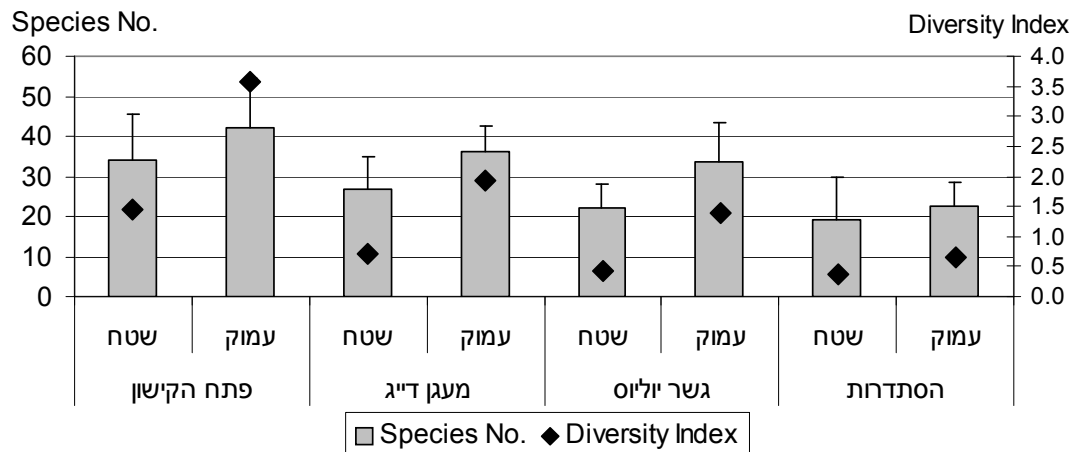
איור 19 : התפלגות ביומסת הדינופלגלטים והבקטריות הכחוליות בפני השטח בדיגומי אוקטובר



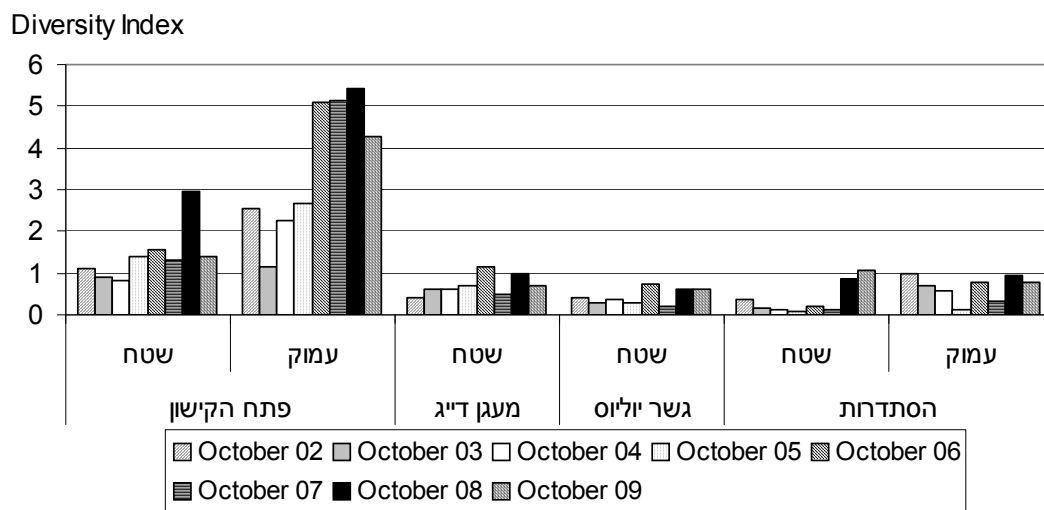
איור 20 : התפלגות ריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



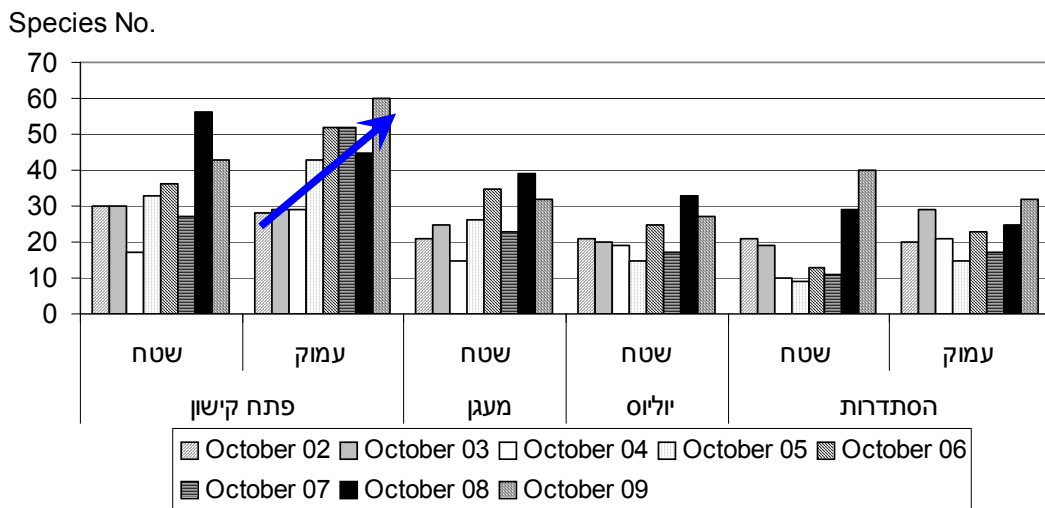
איור 21 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי אוקטובר



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.