



**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח,
דו"ח ניטור אוקטובר 2012**

דו"ח חיא"ל H52/2014

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 2012**

דו"ח חיא"ל H52/2014

נורית גורדון, ברק חרות*, נורית קרס

* מחבר לתכתובת

מוגש לרשות נחל הקישון

עזרו במחקר: ירון גרטנר, עדנה שפר, רחלי גל, אפרת שהם-פרידר

ברק חרות

חתימה:

אוגוסט 2014

אפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח, דו"ח ניטור אוקטובר 2012

1. מטרת הניטור

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

2. דיגום ושיטות

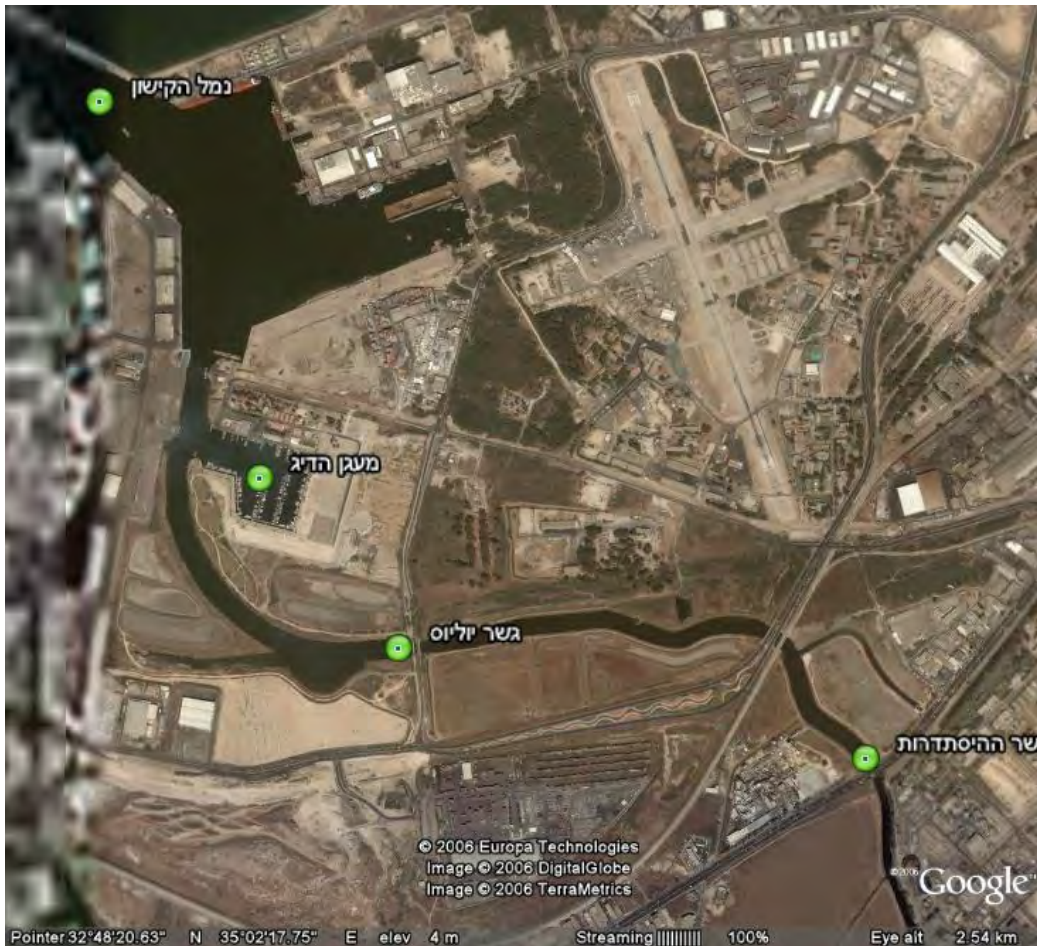
ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-27 באוקטובר 2012 (איור א). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. 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] (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 אימריסה שהונחה על זכוכית נושאת. על הפילטר הונחה טיפה נוספת של שמן אימריסה והפילטר כוסה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה בעזרת מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.
2. סוגים גדולים מ-5 מיקרון - סוננו על גבי פילטרים מפוליקרבונט (3 מיקרון ו-20 מיקרון) ושומרו בשתי שיטות: א. באמצעות שמן אימריסה בדומה למתואר לגבי התאים הקטנים מ-5 מיקרון. ב. בשיטת FTF (filter-transfer-freeze) (Hewes, C.D. and Holmes-Hansen, O. (1983). הפילטר הונח על גבי טיפת מי ים שהונחה על זכוכית נושאת עם פני הפילטר כלפי מטה. זכוכית הנושאת הונחה מיד על גבי קרח יבש ולאחר קפיאת התאים נתלש הפילטר והתאים

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



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

מיקום התחנות נתון להלן:

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

3. תוצאות

3.1 פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

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

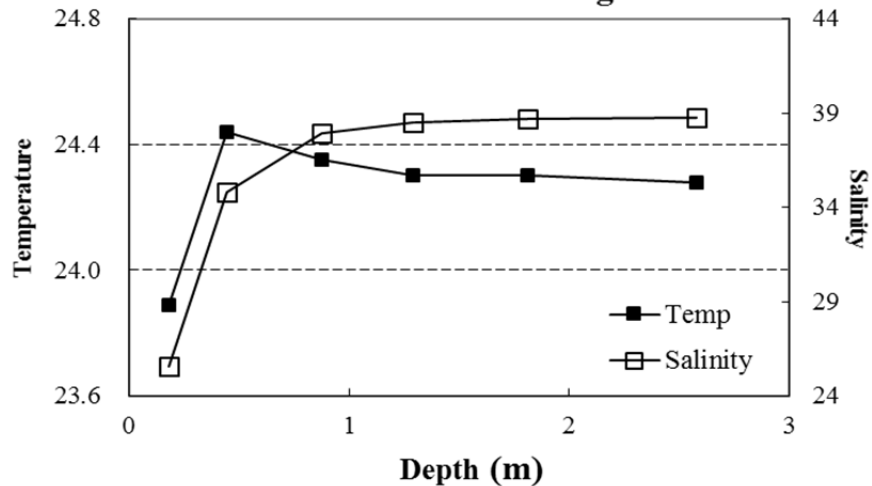
כללית, עמודת המים משכבת בכל תחנות הדיגום וחלקה העליון (עד עומק מים של כ-1 מ') פחות מלוח מחלקה התחתון (איור ב). המליחות עולה לכוון מורד הנחל הן בגוף המים העליון והן בתחתון, כאשר במי השטח הגרדיאנט גדול יותר לעומת הגרדיאנט במים העמוקים (טבלה 1). הטמפרטורות בפני השטח דומות בכל התחנות (הבדלים של כ-2 מעלת צלזיוס) וקטנות בכ-1 מעלת צלזיוס מהטמפרטורות בשכבה העמוקה (איור ב, למעט גשר ההסתדרות שנראה מוזר ויתכן שנובע מבעיית מדידה). 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 בתחנות במעלה הנחל (יוליוס והסתדרות) 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) נמדד רק בתחנת ההסתדרות. 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 לא הראה שינויים משמעותיים (איור ד).

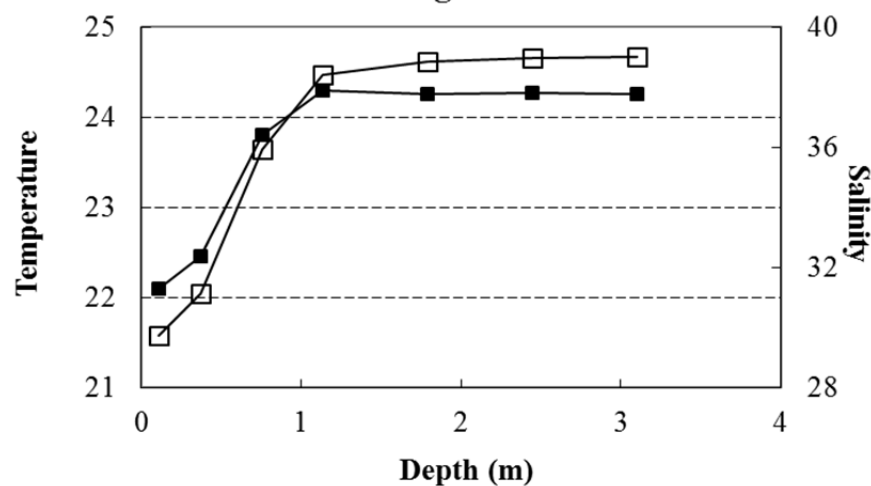
ערכי העכירות היו בתחום 1.6-20.5 NTU, גבוהים יחסית בתחנות גשר ההסתדרות וגשר יוליוס סימון (טבלה 1, איור ד). ריכוזי החומר המרחף הראו מגמה די דומה (טבלה 1). שני המדדים נבדקים בדוגמאות מים שונות, מאחר ומדידת העכירות נעשית בזמן אמת בעמודת המים וריכוזי החומר המרחף נמדד לאחר דיגום מים באמצעות בקבוק (כמו ניסקין) ולכן ייתכנו שינויים ביחסי הגומלין בין השניים.

איור ב: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2012.

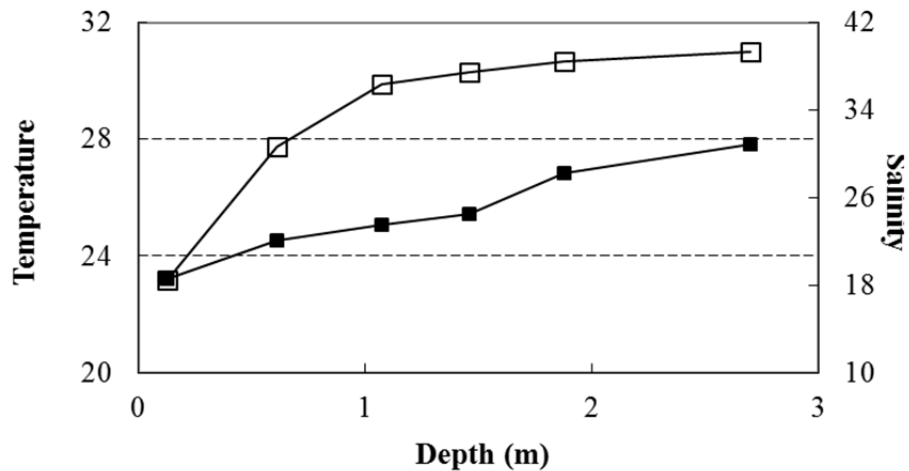
Julius Simon bridge



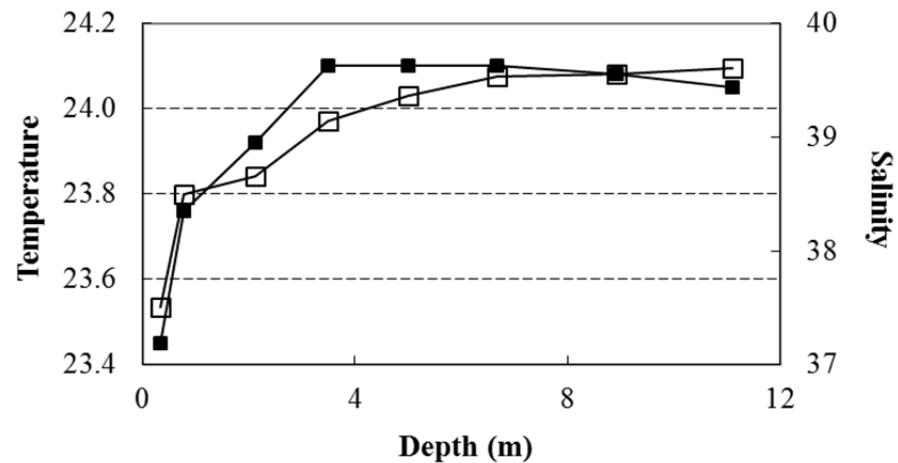
Fishing harbor



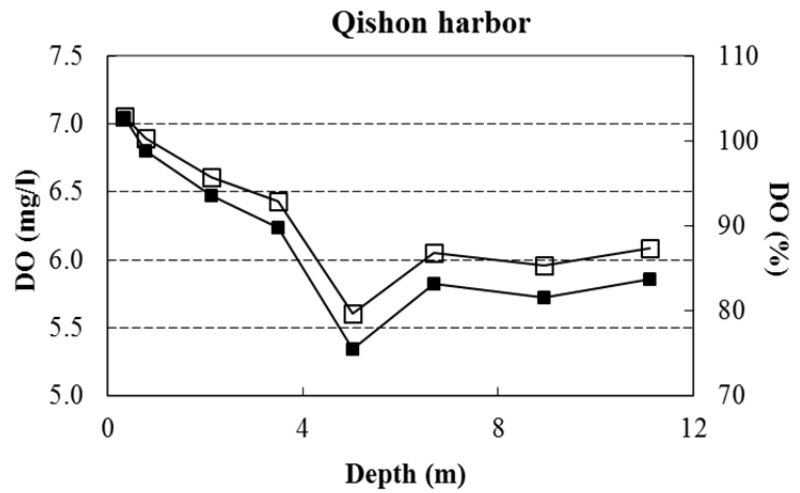
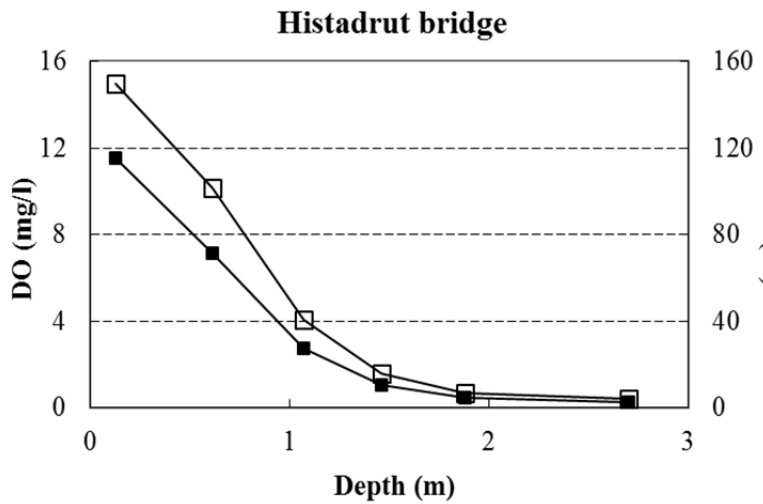
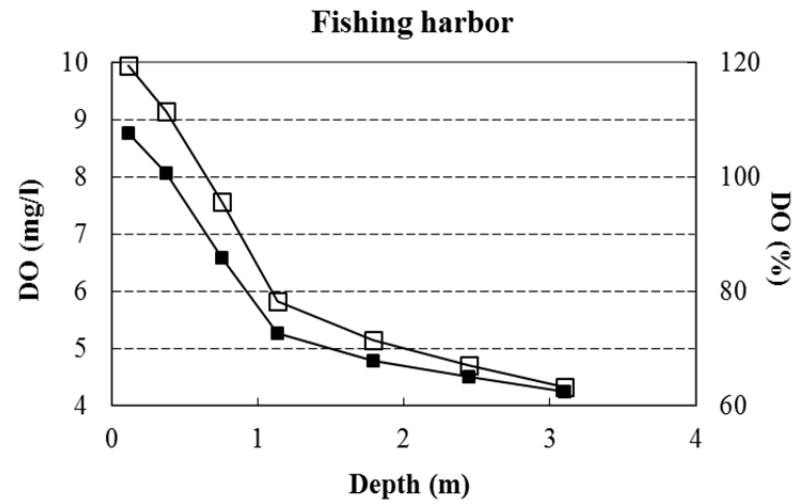
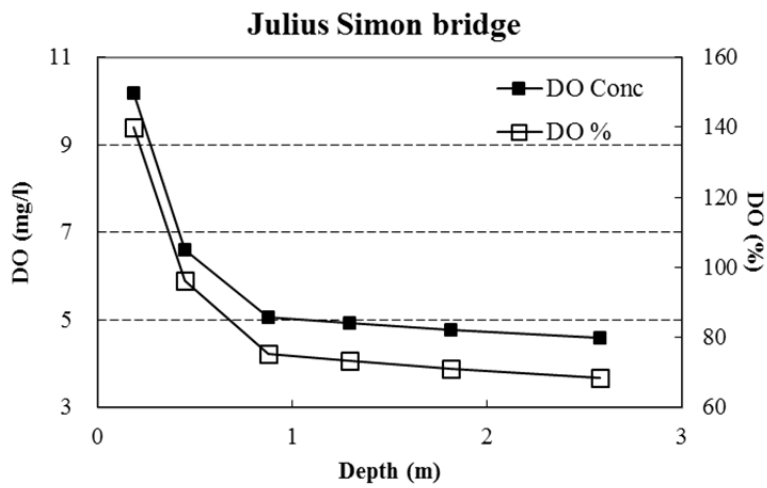
Histadrut bridge



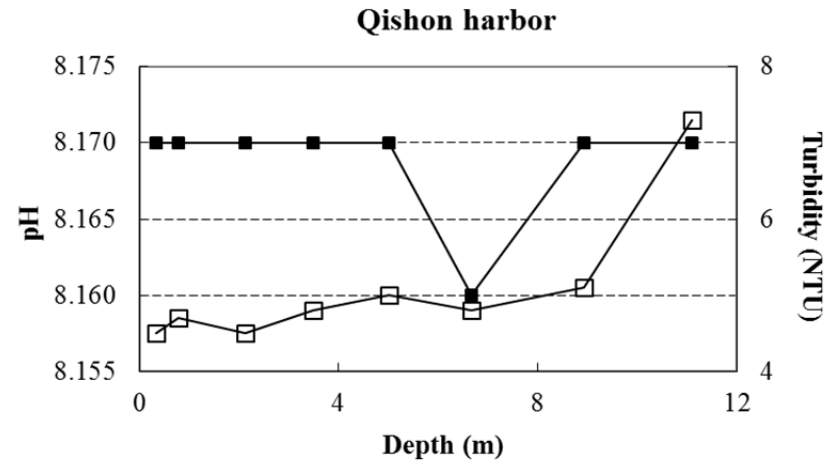
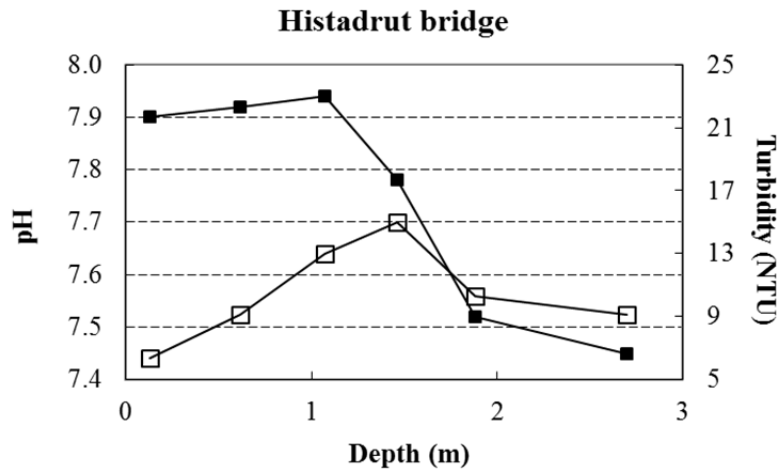
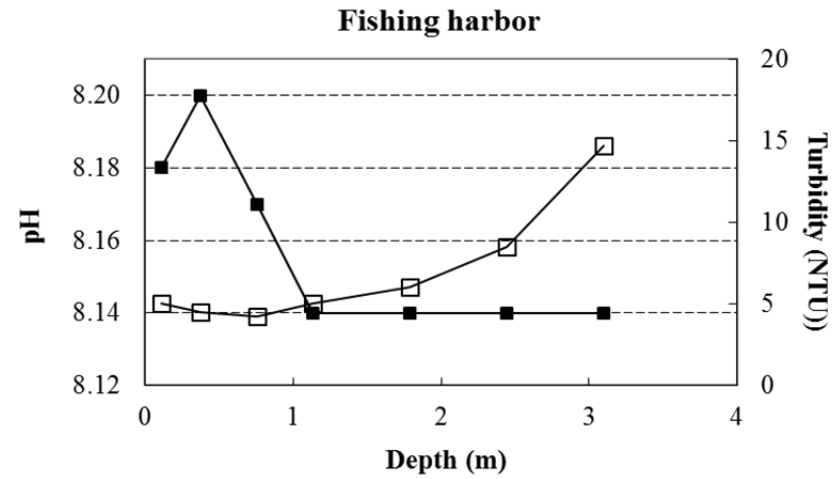
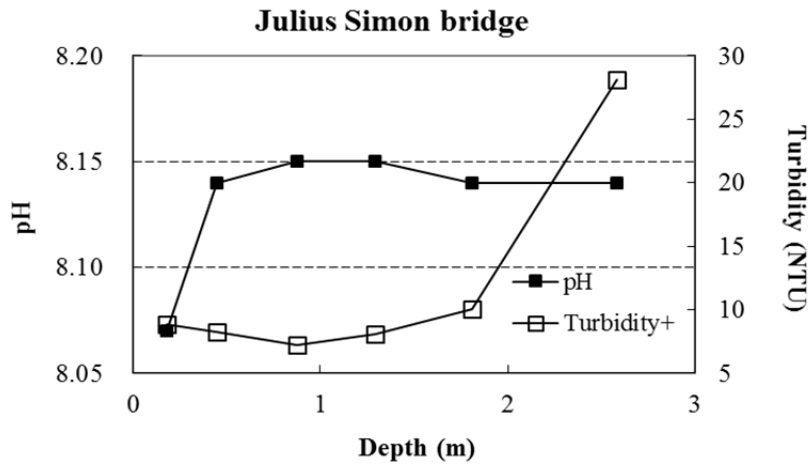
Qishon harbor



איור ג: פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רווייה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2012.



איור ד: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2012.



טבלה 1: טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2012.

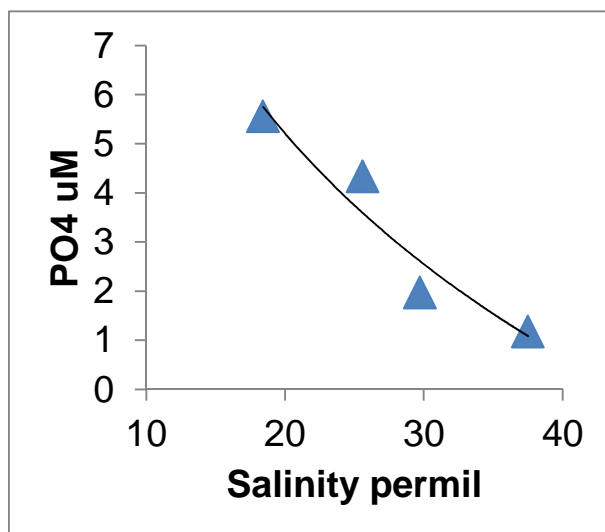
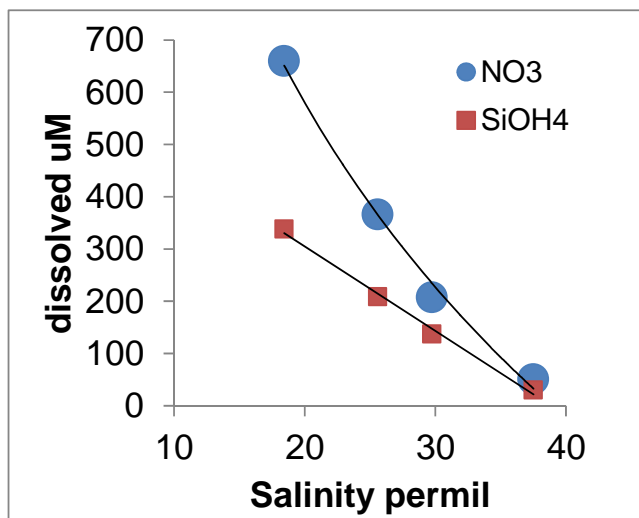
Station	Depth	Temp	Sal	O ₂		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	<i>m</i>	<i>°C</i>					<i>NTU</i>	<i>mg/l</i>	<i>mg/l</i>
Qishon Harbor (QHb)	0.35	23.45	37.50	7.05	103	8.17	4.50	4.70	12.90
	11.11	24.05	39.61	5.86	87	8.17	7.30	3.95	1.68
Harbor Fishing (FHb)	0.11	22.10	29.72	8.77	119	8.18	5.00	4.65	41.10
	3.10	24.26	39.03	4.24	63	8.14	14.70	7.05	6.20
Julius Simon (Bridge) (JBr)	0.18	23.89	25.59	10.19	140	8.07	8.80	9.95	101.00
	2.58	24.28	38.77	4.60	69	8.14	28.10	15.07	16.60
Histadrut (HBr) Bridge	0.13	23.20	18.43	11.51	150	7.90	6.40	20.63	106.50
	2.70	27.82	39.34	0.26	4	7.45	9.10	17.93	77.50

Station	Depth	NO ₃	NO ₂	NH ₄	TDN	DON	PO ₄	DOP	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>	<i>μM</i>
QHb	0.35	51.0	6.64	2.13	89.4	29.6	1.17	BDL	30.4
	11.11	3.92	0.61	3.61	12.2	4.05	0.340	BDL	4.68
FHb	0.11	207.7	29.8	1.60	324.2	85.0	1.97	BDL	137.3
	3.10	13.4	0.25	8.37	41.7	19.6	1.97	BDL	17.1
JBr	0.18	366.3	54.7	0.85	649.4	227.5	4.34	BDL	208.5
	2.58	55.4	8.33	9.50	129.0	55.7	1.33	0.010	35.8
HBr	0.13	659.6	96.7	90.8	1135.2	288.1	5.56	0.776	338.4
	2.70	235.0	281.4	440.5	1385.1	428.1	6.22	1.52	173.7

ריכוזי הנוטריאנטים (למעט ריכוזי הפוספט) במי השטח גבוהים בהרבה מהריכוזים במי העומק בכל תחנות הדיגום, (טבלה 1). הריכוזים קטנו בכוון מורד הנחל עם ההתרחקות מההזרמות מהמעלה וממקור קולחי התעשייה המזרמים לנחל, בהשפעת מידת המיהול עם מי ים (איור ה). ריכוזי הסיליקה, הניטראט ובמידה רבה גם הפוספט מראים שינויים קונסרבטיביים לאורך קטע הנחל ומוכתבים בעיקר ע"י מידת המיהול בין המים מהמעלה הכוללים את הקולחים ומי ים, אבל מושפעים גם מתהליכים ביולוגיים (ניטרופיקציה, נשימה).

בכל התחנות (פתח הנמל גבולי), ריכוזי החנקן והזרחן במי השטח מראים רמת זיהום (איאטרופיקציה) 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 ה: יחסי גומלין בין ניטראט, פוספאט וסיליקה למליחות בתחנות הדיגום, אוקטובר 2012.



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

קבוצות המיקרופלנקטון – דיגום קישון - אוקטובר 2012

דיגום זה התאפיין בפריחה מסיבית של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* בכל התחנות להוציא עומק פתח הקישון. פריחה זו הגיעה לשיא בתחנת גשר ההסתדרות (איור 1), עם ביומסה של $7,524 \mu\text{gC/L}$ וריכוז כלורופיל של $153 \mu\text{gC/L}$ (איור 2). צורניות פרחו במי שטח מעגן הדייג ובמידה פחותה בגשר יוליוס (איור 1), והצורנית *Thalassiosira pseudonana*, השכיחה בדיגומים, הייתה הדומיננטית בפריחה זו (טבלה 1).

ריכוז התאים – ריכוז התאים הגבוה ביותר נמצא בפני שטח מעגן הדייג (8.8×10^8) (איור 3). בתחנה זו נמצאה פריחה מסיבית של הצורנית *Thalassiosira pseudonana* וריכוז גבוה של בקטריות כחוליות חד תאיות מהסוג *Synechococcus* (איור 4). ריכוז תאים גבוה נמצא גם בתחנת גשר ההסתדרות בשני העומקים. בפני שטח גשר ההסתדרות נמצאה פריחה גדולה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, שהיוו 63% מסך כל התאים בתחנה (איור 5). במי עומק תחנה זו, היוו הבקטריות הכחוליות את עיקר האוכלוסיה (64%). הבקטריות הכחוליות היוו מספרית את עיקר האוכלוסיה גם בפתח הקישון ובמעגן הדייג. בכל התחנות אוכלוסיית הבקטריות הכחוליות החד תאיות הייתה מורכבת משני מינים. בפתח הקישון בשני העומקים היה המין *Synechococcus* sp.(1), נפוץ יותר והיווה $86\% \pm 4\%$ מריכוז התאים הכללי. מין זה נפוץ לאורך החוף, ובכלל בים. ביתר התחנות היה נפוץ בשיעור דומה גם המין *Synechococcus* sp.(2). המאפיין בעיקר את מי הקישון ואזור פתח הקישון והנמל, וכמעט שאינו מופיע לאורך החוף.

הביומסה וריכוז הכלורופיל- ריכוז הכלורופיל והביומסה עלו עם העלייה במעלה הנחל, בשני העומקים (איור 2) והם היו גבוהים יותר בפני השטח יחסית לעומק. במי שטח גשר ההסתדרות ערכי הכלורופיל והביומסה שהתקבלו היו גבוהים מהממוצע הרב שנתי (איורים 10,24). בגשר יוליוס בפני שטח ובגשר ההסתדרות בשני העומקים ריכוז הכלורופיל נמצא בתחום ההגדרה של מים היפר-איאוטרופית (לפי קריטריונים של איכות מים בשפכי נחלים). במעגן הדייג במי שטח נמצאה רמת איאוטרופיקציה גבוהה, בפתח הקישון בפני שטח רמה בינונית, ואילו במי עומק תחנה זו נמצאה איאוטרופיקציה נמוכה. נמצאה קורלציה חזקה בין ריכוז הכלורופיל לביומסה הכללית בדיגום זה. הביומסה הגבוהה יחסית בכל התחנות נבעה בעיקרה מפריחה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* (איור 1). בתחנת גשר ההסתדרות, בפני השטח היוותה קבוצה זו 93% מסך כל הביומסה, ובמי שטח תחנות יוליוס, פתח הקישון ועומק גשר ההסתדרות הן היוו $52\% \pm 10\%$ (איור 6). במעגן הדייג היוו האצות הצורניות 59% מהביומסה הכללית, ואילו במי עומק פתח הקישון התפלגה הביומסה בין כל הקבוצות.

הרכב מיני המיקרופלנקטון

מספר המינים ירד עם העלייה במעלה הנחל, מגוון המינים הגבוה ביותר נמצא במים העמוקים בפתח הקישון, כפי שנמצא בדיגומים קודמים, והנמוך ביותר בגשר ההסתדרות, בשני העומקים (איור 7). חלקן של האצות הצורניות במגוון המינים היה הגדול ביותר והן היוו בממוצע $46\% \pm 2$, מסך כל המינים בכל התחנות בדומה לשנים קודמות. מגוון מיני דינופלגלטים הופיע רק במורד פתח הקישון, בחלק המלוח יותר, כפי שנמצא בדיגומים קודמים. במעלה הנחל בתחנות גשר יוליוס וההסתדרות הופיעו מיני אצות ירוקיות

ובקטריות כחוליות, אם כי במספר קטן יחסית לשנה קודמת, מינים אלה מאפיינים מים פחות מליחים (איור 7, טבלאות 1,2).

אינדקס השונות, המתחשב גם בביומסה, יורד בהדרגה, בפני השטח, עם העלייה במעלה הנחל (איור 8). אינדקס השונות במי עומק פתח הקישון גדול כמעט פי 3 מזה שבפני השטח. גם בגשר ההסתדרות אינדקס השונות במי העומק נמצא גדול מעט יחסית לזה שבפני השטח. אינדקס השונות עלה השנה בפתח הקישון יחסית לשנה קודמת, במיוחד במי העומק, ואילו בתחנות האחרות נותר דומה (איור 8).

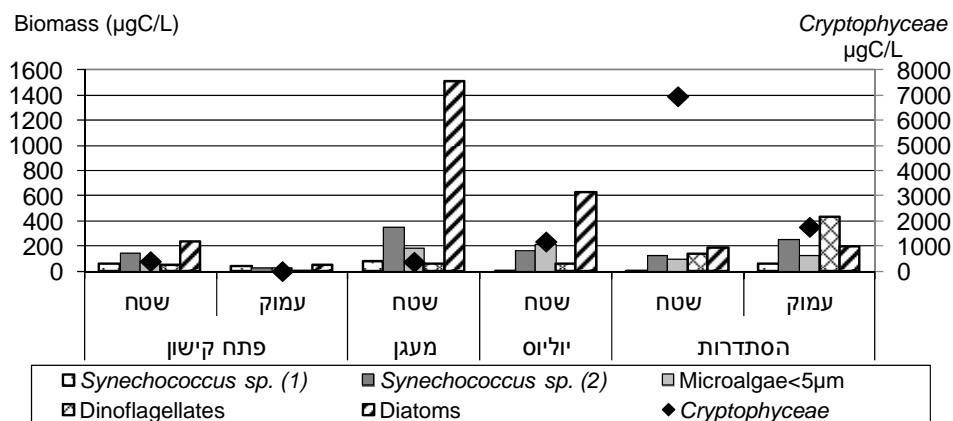
הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מיני פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, שהופיעו גם בדיגומים קודמים, כמו המין *Hemiselmis* sp. (טבלה 1), פרחו בדיגום זה במיוחד בגשר ההסתדרות בפני השטח. מבין האצות הצורניות היה שכיח המין *Thalassiosira pseudonana*, הנפוץ בדיגומי הקישון. צורנית זו הופיעה בפריחה במעגן הדייג, והיוותה כ- 98% מביומסת הצורניות בתחנה זו, וכ- 60% מהביומסה הכללית בתחנה. צורנית קטנה מהמין *Navicula* sp. הייתה שכיחה בעיקר במעלה הנחל ובמיוחד בעומק תחנת גשר ההסתדרות. מיני *Pseudonitzschia* spp. המאפיינים מי ים היו נפוצים במורד הנחל ובעומק גשר ההסתדרות. מיני *Cyclotella* spp. המאפיינים מים פחות מליחים הופיעו בריכוז גדול יותר בפני שטח גשר ההסתדרות. מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ הופיעו בריכוז גבוה בפני שטח גשר יוליוס ועומק גשר ההסתדרות. מבין הדינופלגלטים היו שכיחים דינופלגלטים הקטנים מ- $15\mu\text{m}$ שריכוזם היה הגבוה ביותר בגשר ההסתדרות. דינופלגלטים אלה תרמו לריכוז הגבוה של קבוצה זו בכל התחנות, ריכוז שהיה גבוה באופן ניכר יחסית לשנה קודמת. דינופלגלטים אלה היו ברובם הטרוטרופים ובגשר ההסתדרות וגשר יוליוס נראו בתוכם תאי פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* מהם הם ניזונו. בנוסף היה שכיח בדיגום זה דינופלגלט מהמין *Gonyaulax spinifera* בפני שטח פתח הקישון.

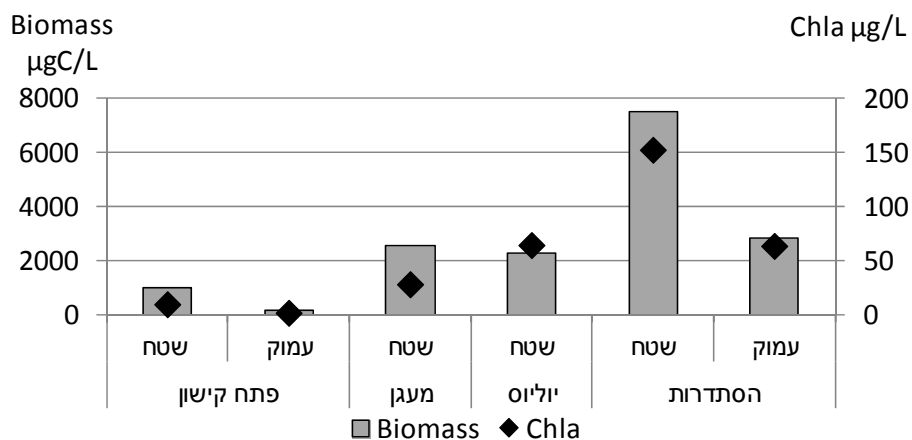
הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

חלק ממיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח הכיל מינים המאפיינים מי ים, ולכן הופיע בעיקר בחלק המלוח של הנחל, כמו מגוון גדול של דינופלגלטים שאיפיון את עומק פתח הקישון (טבלה 2). מגוון מיני הדינופלגלטים היה קטן יותר בפני שטח פתח הקישון יחסית לעומק התחנה והוא ירד באופן ניכר במעגן הדייג, כאשר בתחנות מעלה הנחל הופיע מגוון קטן ביותר. מבין הדינופלגלטים היו שכיחים המינים *Prorocentrum micans* ו- *Protoperdinium bipes*. מבין האצות הצורניות היו שכיחים מיני *Navicula* spp. במורד הנחל הופיעו מספר מיני בקטריות כחוליות ומיני אצות ירוקות, המאפיינים מים בעלי מליחות נמוכה ממי ים, ריכוזם היה נמוך יחסית בדיגום זה (טבלה 2).

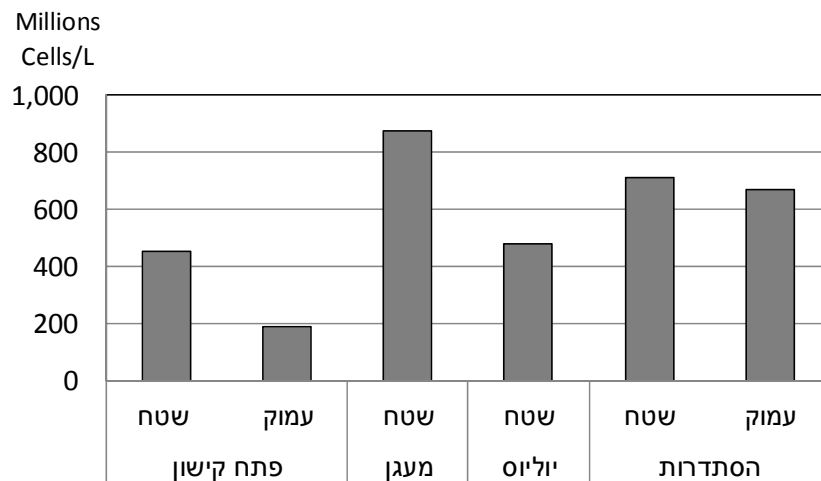
איור 1: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון – אוקטובר 2012



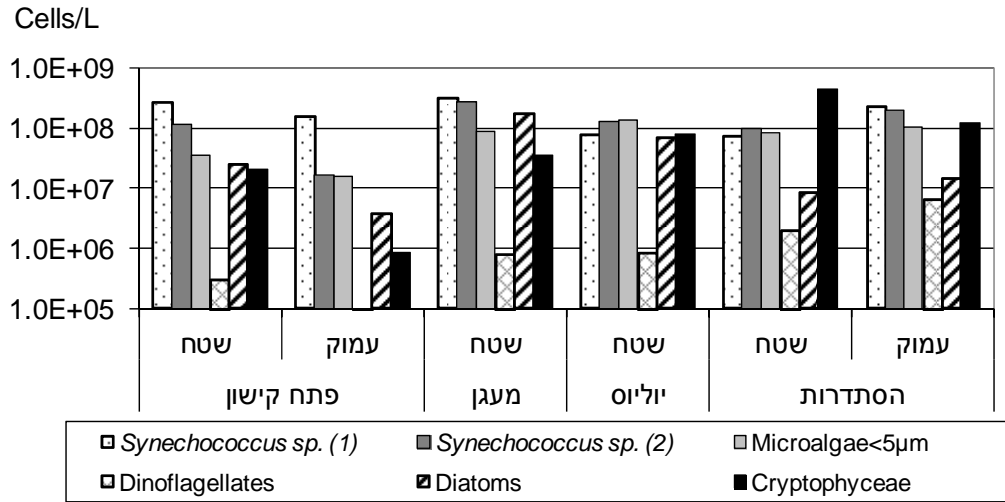
איור 2: התפלגות הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל בדיגום אוקטובר 2012



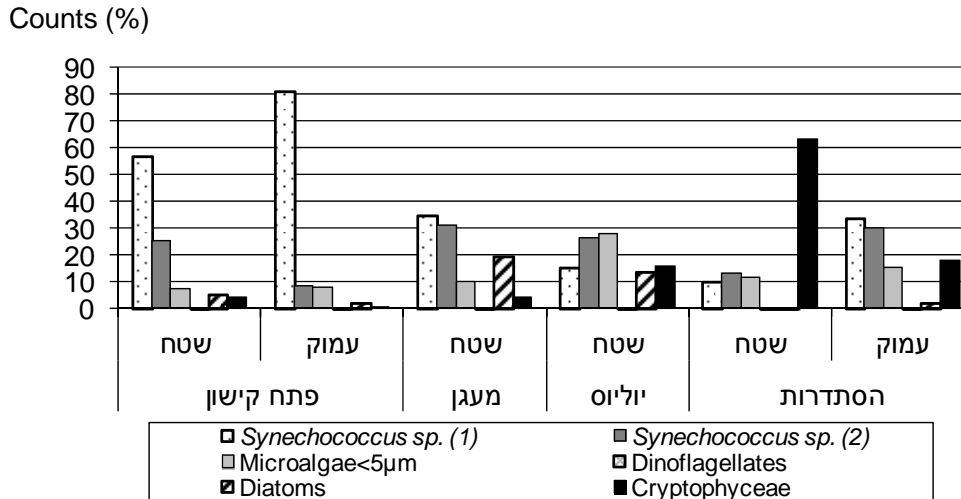
איור 3: התפלגות ריכוז התאים הכללי – אוקטובר 2012



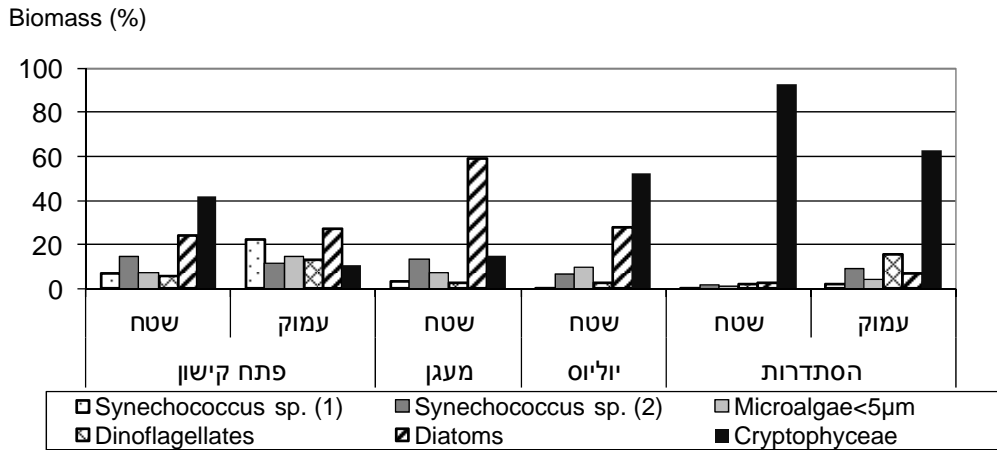
איור 4 : התפלגות ריכוז התאים מהקבוצות השונות – אוקטובר 2012



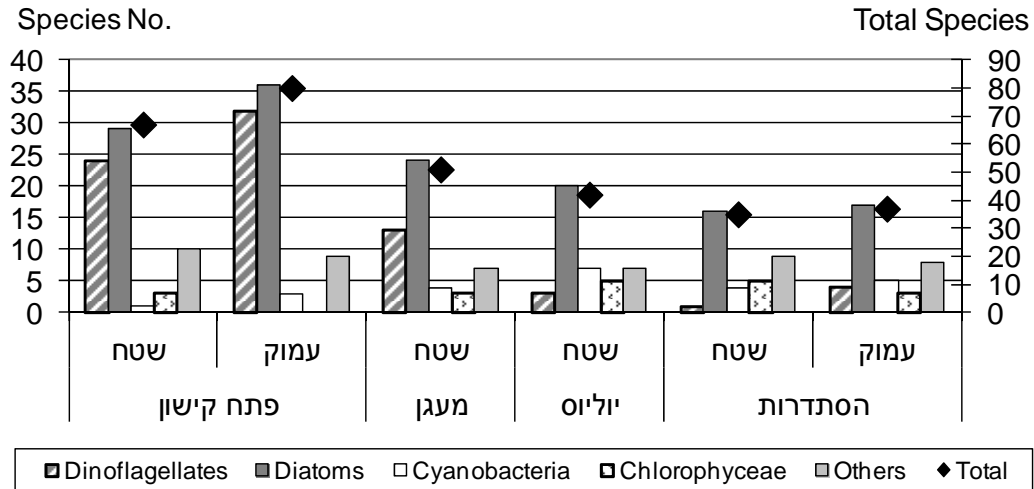
איור 5 : התפלגות ריכוז התאים באחוזים בתחנות השונות – אוקטובר 2012



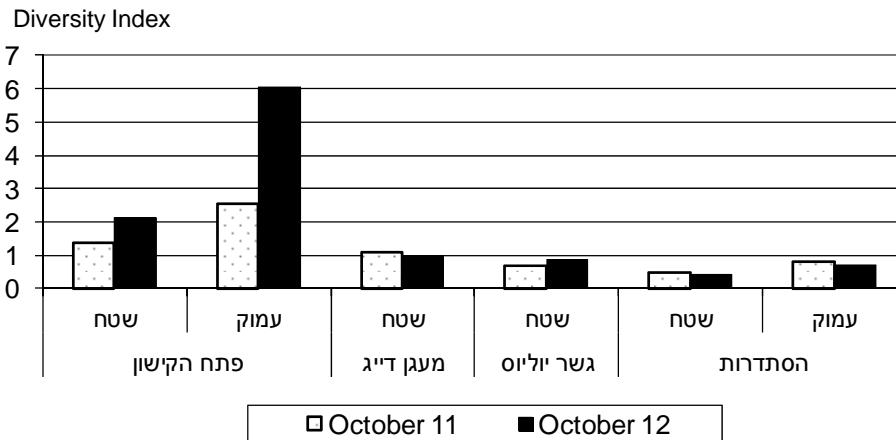
איור 6 : התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון באחוזים – אוקטובר 2012



איור 7 : התפלגות מספר המינים הכללי ולפי הקבוצות השונות באוקטובר 2012



איור 8 : התפלגות אינדקס השונות בתחנות השונות באוקטובר 2011 – 2012



סיכום דיגום אוקטובר 2012

1. **ריכוזי הכלורופיל והביומסה** עלו בהדרגה במי שטח ובמים העמוקים עם העלייה במעלה הנחל, וערכיהם היו מכסימליים וגבוהים יחסית לממוצע הרב שנתי בגשר ההסתדרות. נמצאה קורלציה חזקה בין ריכוז הכלורופיל לביומסה.
2. **פריחת** – הפריחה המרכזית בדיגום זה הייתה של פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, שפרחו בכל התחנות ובמיוחד בפני שטח גשר ההסתדרות בה היוו 93% מהביומסה הכללית. במעגן הדייג נמצאה פריחת אצות צורניות.
3. **מספר המינים** ואינדקס השונות ירדו בהדרגה עם העלייה במעלה הנחל. מספר המינים הגדול ביותר נמצא בעומק פתח הקישון. אינדקס השונות עלה בפתח הקישון, במיוחד במי העומק, בהשוואה לשנה קודמת, אולם נותר דומה לגבי התחנות התחנות.
4. **הרכב המינים** פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* היו הנפוצים ביותר בדיגום זה במיוחד בגשר ההסתדרות. הצורנית *Thalassiosira pseudonana* הייתה נפוצה במיוחד במעגן הדייג. מיני האצות הצורניות היוו 46% מסך כל המינים בכל התחנות. בפתח הקישון ובמעגן הדייג הופיע מגוון מינים גדול יחסית של דינופלגלטים, בפני שטח גשר יוליוס וגשר ההסתדרות הופיע מגוון גדול יותר של מיני אצות ירוקיות ובקטריות כחוליות, המאפיינות מים פחות מלוחים.

טבלה 1: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח בדגימות הקישון - אוקטובר 2012

	פתח קישון		מעגן		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	יוליוס שטח	שטח	עמוק
Cyanobacteria						
<i>Synechococcus</i> sp. (1)	2.6E+08	1.6E+08	3.0E+08	7.4E+07	7.1E+07	2.3E+08
<i>Synechococcus</i> sp. (2)	1.2E+08	1.6E+07	2.8E+08	1.3E+08	9.6E+07	2.0E+08
Diatoms						
<i>Cyclotella</i> spp.	1.2E+04	2280	2.3E+04	4.6E+05	1.0E+06	5.4E+05
<i>Cylindrotheca closterium</i>						5.6E+04
<i>Entomoneis</i> sp. (1622)	160	4.3E+04	520	300	3	133
<i>Navicula</i> sp. (10µm)	8.4E+05		1.2E+06	1.4E+06	1.6E+06	2.9E+06
<i>Pseudonitzschia</i> spp.	5.2E+05	2.2E+05	3.3E+05	6600	320	3.7E+05
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	2.4E+07	3.5E+06	1.7E+08	6.4E+07	5.5E+06	1.1E+07
<i>Thalassiosira</i> spp.	790	520	1240	8107	1.3E+04	4433
Dinoflagellates						
Unidentified <15µm	2.8E+05	7.9E+04	7.7E+05	8.0E+05	1.9E+06	6.2E+06
<i>Gonyaulax spinifera</i>	1.4E+04	4848	2920	150		33
Cryptophyceae						
<i>Hemiselmis</i> sp.	5.5E+06	1.0E+05	2.9E+07	5.2E+07	3.5E+08	8.9E+07
<i>Cryptomonas</i> sp.				3.7E+06	4.1E+07	7.5E+06
<i>Plagioselmis</i> sp.	1.5E+07	7.3E+05	6.8E+06	2.2E+07	5.9E+07	2.3E+07
Microalgae<5µm	3.5E+07	1.6E+07	8.8E+07	1.4E+08	8.2E+07	1.0E+08
Total Microplankton Cells/L	4.6E+08	1.9E+08	8.8E+08	4.8E+08	7.1E+08	6.7E+08

טבלה 2 : ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון – אוקטובר 2012

	פתח קישון	פתח קישון	מעגן	יוליס	הסתדרות	הסתדרות
	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק
Dinoflagellates						
<i>Akashiwo sanguinea</i>	7	9				
<i>Ceratium furca</i>	10					
<i>Ceratium kofoidii</i>	60	106	40			
<i>Ceratium trichoceros</i>	7	5				
<i>Corythodinium</i> sp.	20	13	7			
<i>Dinophysis rotundata</i>	25	60	20			
<i>Diplopsalis</i> spp.	15	20	7			
<i>Gonyaulax polygramma</i>	3					
<i>Gymnodinium elongatum</i>	30	27				
<i>Gymnodinium</i> sp. (1402)		13				
<i>Gymnodinium</i> sp. (599k)	20					
<i>Gymnodinium</i> sp. (605k)		13				
<i>Kofooidinium</i> sp. 122A	40	13				
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>		13				
<i>Pronoctiluca spinifera</i>		13				
<i>Prorocentrum compressum</i>	10					
<i>Prorocentrum gracile</i>	360	147	40			
<i>Prorocentrum micans</i>	1520	707	1180			67
<i>Protoperidinium bipes</i>	2140	7778	420			
<i>Protoperidinium curvipes</i>		13				
<i>Protoperidinium depressum</i>	10	73	20			
<i>Protoperidinium divergens</i>		14				
<i>Protoperidinium leonis</i>	20	3				
<i>Protoperidinium oviforme</i>		3				
<i>Protoperidinium</i> sp. (1194)	10	13				
<i>Protoperidinium</i> sp. (1242)		3				
<i>Protoperidinium</i> sp. (301k)		10				
<i>Protoperidinium</i> sp. (54)	415	260	100			10
<i>Protoperidinium</i> spp.	130	156	80			
<i>Protoperidinium steinii</i>	20	3				
<i>Protoperidinium subinermis</i>	20					
<i>Scrippsiella spinifera</i>		15	65	50		
<i>Torodinium robustum</i>		13				
<i>Warnowia</i> sp.		7				
Dinoflagellates cysts		23				
Diatoms						
<i>Achnanthes</i> sp.	7		20	200		
<i>Amphora</i> spp.	20	13				
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	1037	725	310			
<i>Bacillaria paxillifera</i>		38				
<i>Biddulphia rhombus</i>		5				
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1660	420	343	130		
<i>Chaetoceros</i> spp.		867	207		160	167
<i>Coscinodiscus</i> sp.	10	13				
<i>Diploneis bombus</i>		13				
<i>Entomoneis gigantea</i>					80	147
<i>Entomoneis paludosa</i>	15		20	45	120	142
<i>Entomoneis</i> sp. (BS21)	50	127	40			

טבלה 2 : (המשך) ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון-אוק 2012

	פתח קישון	פתח קישון	מעגן	יוליס	הסתדרות	הסתדרות
	שטח	עמוק	שטח	שטח	שטח	עמוק
<i>Fragilaria</i> sp.		213				
<i>Guinardia striata</i>	170	428				
<i>Hemiaulus hauckii</i>		27				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	123	35	400			
<i>Licmophora</i> sp.	20	5				
<i>Melosira moniliformis</i>	23		20	77		100
<i>Navicula</i> sp. (1530)	40	30				
<i>Navicula</i> sp. (1949)		16	43	600	560	1167
<i>Navicula</i> sp. (320)		27				3
<i>Navicula</i> sp. (497k1)			40	27	280	
<i>Navicula</i> sp. (588k)	30	50			23	100
<i>Navicula</i> sp. (604k)		3				
<i>Navicula</i> sp. (610k)			10			
<i>Navicula</i> sp. (615k)				153		
<i>Navicula</i> spp.	20	213	120	8850	840	1033
<i>Nitzschia incerta</i>				100	177	67
<i>Nitzschia longissima</i>	3	27			120	
<i>Nitzschia lorenziana</i>		13		50		
<i>Nitzschia rectilonga</i>		3				
<i>Nitzschia</i> sp. (351k)	7	3		7	23	67
<i>Odontella mobiliensis</i>		23				
<i>Pleurosigma</i> spp.	50	23	13	3		
<i>Proboscia alata</i>	13	20	13			
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	40	164	7			
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	290	265	37	17		
<i>Helicotheca (Streptothecha) tam</i>	20	35		3		
<i>Surirella</i> sp.	3		40			
<i>Synedra</i> sp. 611k			3			
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>		27				
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	7					
Cyanobacteria						
<i>Anabaena</i> sp.			227			
<i>Arthrospira (Spirulina) platensis</i>						667
<i>Chroococciopsis</i> sp.	20					
<i>Chroococcus</i> sp.				20	160	567
<i>Chroococcus tenax</i>		3				
<i>Leptolyngbya</i> sp.			1493	1000	0	6667
<i>Lyngbya</i> sp.				267		
<i>Oscillatoria formosa</i>					7200	
<i>Oscillatoria nigra</i>		780				
<i>Oscillatoria</i> sp. (333A)					513	933
<i>Oscillatoria</i> sp. (539k)			7200			
<i>Oscillatoria</i> sp. (607k)		938	1000			
<i>Oscillatoria</i> sp. (613k)				1433		
<i>Oscillatoria</i> sp. (942)				147		500
<i>Phormidium</i> sp.				93		
<i>Planktothrix</i> sp.				1540		
Ebriophyceae						
<i>Hermesinium adriaticum</i>	30	53	40			
Raphidophyceae						
<i>Heterosigma</i> cf. <i>akashii</i>	40	53				
Chlorophyceae						
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	20			1200	1080	100
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	80			200	440	
<i>Monoraphidium irregulare</i>			40			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	13			240	23	133
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			7	227	13	133
<i>Selenastrum</i> sp.				50	160	
<i>Percursaria percursora</i>			13			
Euglenophyceae						
<i>Euglena</i> sp.				50	17	200
<i>Leptocinclis tripteris</i>					80	

השוואה רב-שנתית - דיגומי אוקטובר 2002-2012

1. ריכוז התאים והביומסה:

ממוצע ריכוז התאים והביומסה במי השטח בדיגומי אוקטובר 2002-2012 היה מכסימלי בגשר ההסתדרות וירד עם ההתקדמות לכיוון פתח הקישון (איורים 9,10). ממוצע ריכוז התאים והביומסה במי השטח היו גבוהים מזה שבמים העמוקים. ההבדלים בממוצע הביומסה בין התחנות נמצאו מובהקים (איור 10). ההבדל בממוצע ריכוז התאים בין התחנות לא נמצא מובהק בגלל התנודות בריכוז בין השנים (איור 11), שנבעו בעיקר מתנודות בריכוז המיקרואצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ (איור 12). בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות ריכוז התאים הכללי בדיגום 2012 ירד, באופן ניכר, יחסית לשנה קודמת, בעיקר משום ירידה בריכוז המיקרואצות שפרחו בדיגום אוקטובר 2011, למרות זאת הביומסה עלתה בגשר ההסתדרות (איור 13), משום פריחת הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae* (איור 14). בפתח הקישון ובמעגן הדייג ריכוז התאים והביומסה עלו ב- 2012. בפתח הקישון עלייה זו נבעה בעיקר מעלייה בריכוז הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. (איור 15) ובמעגן הדייג עקב עלייה בריכוז אצות צורניות (איור 16).

2. הרכב הקבוצות השונות:

א. **בקטריות כחוליות** מהמין *Synechococcus* sp. – בדיגום 2012 נראה המשך עלייה בריכוז הבקטריות הכחוליות מהמין *Synechococcus* sp. (1), הנפוצות במי הים, במרבית התחנות, להוציא פני שטח גשר ההסתדרות (איור 15), בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס ריכוזן בשנתיים האחרונות עדיין גבוה יחסית לשנים קודמות. בפתח הקישון ובמעגן הדייג ממוצע הביומסה וריכוז תאי ה- *Synechococcus* sp. בכל דיגומי אוקטובר גבוה באופן מובהק יחסית למי שטח גשר יוליוס וגשר ההסתדרות (איורים 15,17).

ב. **מיקרואצות הקטנות מ- 5 מיקרון** - ממוצע רב שנתי של הביומסה וריכוז מיקרואצות קטנות אלה מראה ירידה הדרגתית מגשר ההסתדרות לפתח הקישון (איורים 12,18). נראו תנודות גדולות בריכוז התאים של קבוצה זו לאורך השנים במיוחד בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות (איור 12).

ג. **אצות צורניות** – בריכוז הצורניות הייתה תנודתיות גדולה בין השנים, אולם במעגן הדייג ריכוזן היה בדרך כלל גבוה יחסית לתחנות האחרות (איור 16). בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס הייתה פריחה גדולה שלהן ב- 2007 (של המין *Thalassiosira pseudonana*). בגשר ההסתדרות במי השטח, נראית מגמת ירידה בריכוז הצורניות ב- 5 שנים אחרונות (איור 16). בפתח הקישון נמצא ריכוז נמוך יחסית לתחנות האחרות בשני העומקים. ממוצע הביומסה לאורך השנים לא נבדל באופן מובהק בין התחנות (איור 19), משום התנודתיות בריכוזן. בדיגום 2012 חלה עלייה בריכוז הצורניות בפני שטח כל התחנות להוציא גשר ההסתדרות, כאשר במעגן הדייג ריכוזן היה מכסימלי (איור 16).

ד. **אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae** היו שכיחות יחסית בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות והופיעו בהן בפריחות ובריכוז גבוה יחסית לתחנות אחרות, בחלק ניכר מהדיגומים (איור 14). בדיגום האחרון ריכוזן עלה בכל התחנות, להוציא עומק פתח הקישון, והם פרחו מסיבית בפני

שטח גשר ההסתדרות. בתחנת גשר ההסתדרות ממוצע הביומסה משנים 2002-2012 היה גבוה באופן מובהק יחסית לתחנות האחרות (איור 20).

ה. **ריכוז הדינופלגלטים** היה נמוך יחסית לכל הקבוצות האחרות, לאורך כל שנות הדיגום. ריכוזם במי עומק גשר ההסתדרות היה גבוה בדרך כלל יחסית לכל התחנות האחרות (איור 21) ובהתאם הביומסה הממוצעת מכל דיגומי אוקטובר נמצאה גבוהה באופן מובהק, בתחנה זו יחסית לתחנות האחרות (איור 22). בתחנה זו היה שכיח מגוון קטן מאד של דינופלגלטים מהמין *Gymnodinium sp.*, הניזונים מפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. בפתח הקישון, ובמידה פחותה במעגן הדייג, הופיעו הדינופלגלטים במגוון גדול יחסית לתחנות מעלה הנחל.

3. ריכוז הכלורופיל:

א. נראתה עליה בריכוז הכלורופיל בשנתיים אחרונות בכל התחנות בפני השטח, להוציא מעגן הדייג (איור 23).

ב. בדומה לביומסה הכללית, נראית מגמה כללית רב שנתית של עלייה בריכוז הכלורופיל עם העליה במעלה הנחל במים הרדודים והעמוקים (איור 24) וממוצע הביומסה בפני שטח גשר ההסתדרות גבוה באופן מובהק יחסית לתחנות האחרות. ריכוז הכלורופיל גבוה יותר במים הרדודים יחסית לעמוקים, הבדל זה נמצא מובהק בשתי תחנות מעלה הנחל.

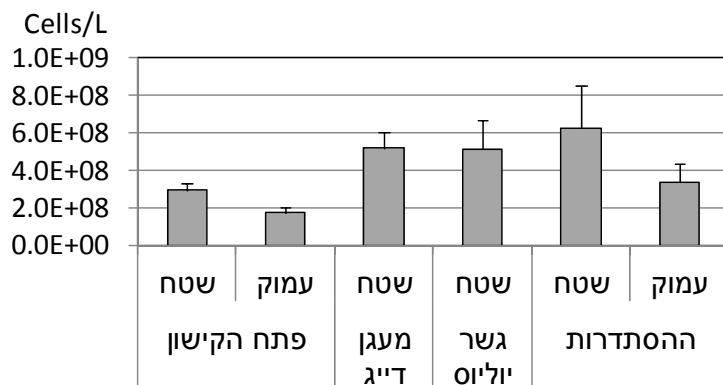
ג. ממוצע ריכוז הכלורופיל לאורך השנים, בפני השטח בפתח הקישון נמצא בתחום ערכי איאורופיקציה המוגדרת כבינונית. במעגן הדייג בתחום הגבוה. בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות בתחום היפר איאורופי. **במי העומק** בפתח הקישון תחום ריכוז הכלורופיל נמוך, ובמי עומק מעגן הדייג וגשר יוליוס בתחום הבינוני ואילו בעומק ההסתדרות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

4. מגוון המינים:

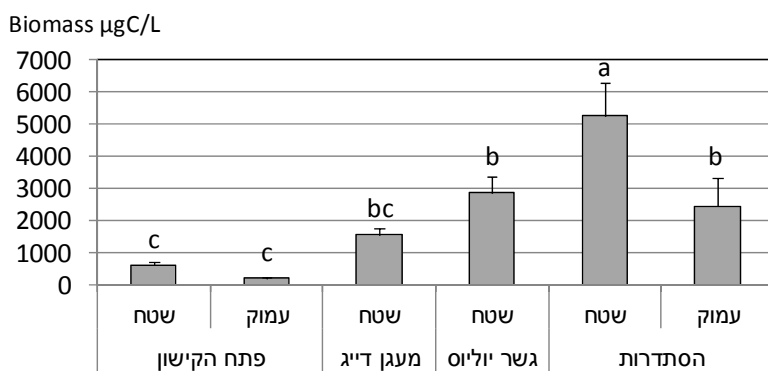
א. ממוצעי מספר המינים ואינדקס השונות (מחושב לפי מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה) יורדים ככל שעולים במעלה הנחל בפני השטח, והם נמוכים במים הרדודים יחסית לעמוקים (איור 25).

ב. אינדקס השונות בפתח הקישון בשני העומקים גבוה באופן מובהק יחסית לתחנות האחרות, ובמי העומק האינדקס האינדקס היה מכסימלי (איור 25). אינדקס השונות בדיגום 2012 עלה בפתח הקישון יחסית לשנה קודמת, במיוחד במים העמוקים, ובתחנות האחרות נשאר דומה (איור 26). לא ניתן להצביע על מגמה ברורה של אינדקס השונות לאורך השנים, להוציא ירידה באינדקס במי שטח גשר ההסתדרות בשלוש שנים אחרונות עקב עלייה בביומסה. במספר המינים לעומת זאת, נראית מגמת עלייה במעגן הדייג ובגשר יוליוס ומגמת התיצבות בגשר ההסתדרות (איור 27).

איור 9 : התפלגות ממוצע ריכוז התאים בדיגומי אוקטובר 2002-2012

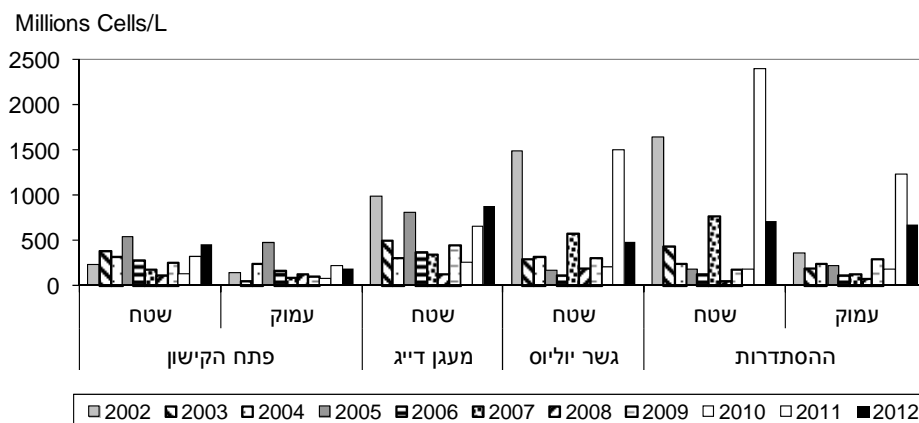


איור 10 : התפלגות ממוצע הביומסה בדיגומי אוקטובר * 2002-2012

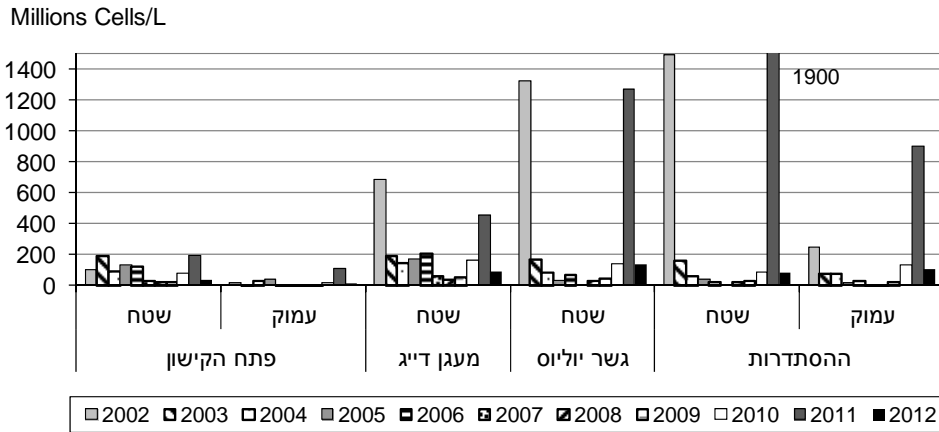


*עמודות בעלות אותה אות אינן נבדלות סטטיסטית ($p < 0.05$)

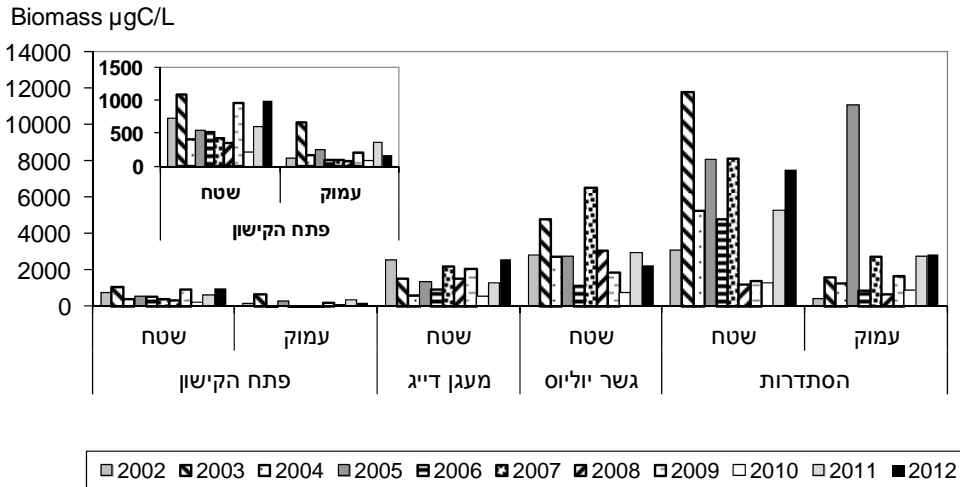
איור 11 : התפלגות ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



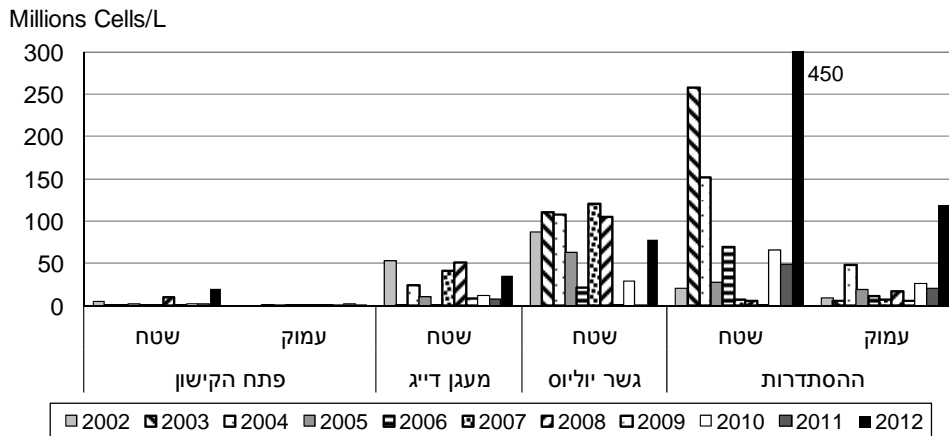
איור 12 : התפלגות ריכוז תאי מיקרואצות $>5\mu m$ בדיגומי אוקטובר 2002-2012



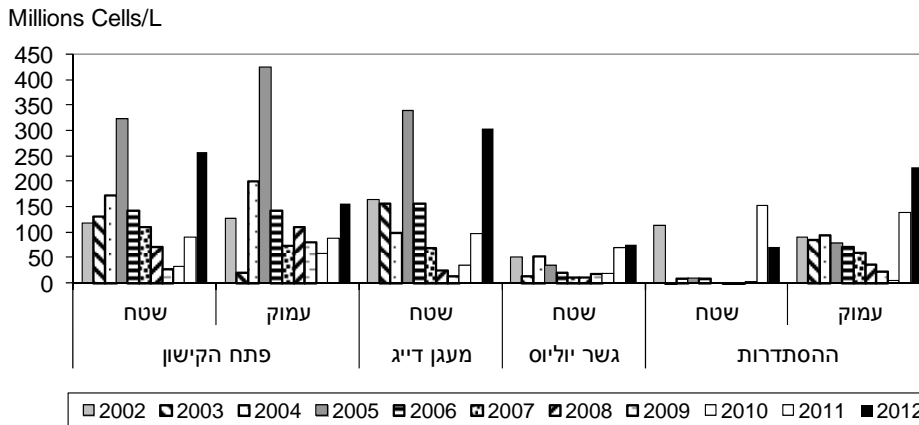
איור 13 : התפלגות הביומסה הכללית בדיגומי אוקטובר



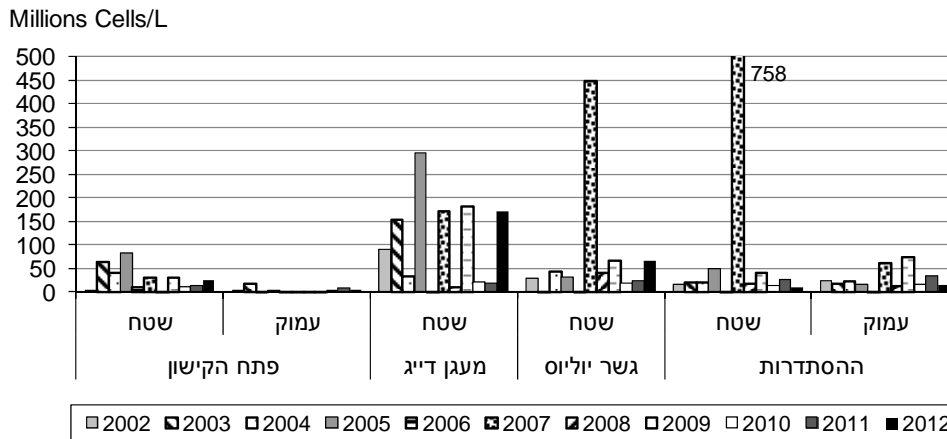
איור 14 : התפלגות ריכוז תאי ה- *Cryptophyceae* בדיגומי אוקטובר



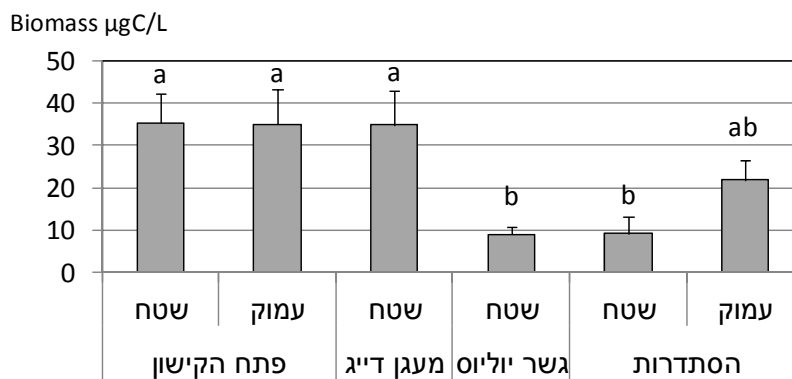
איור 15 : התפלגות ריכוז תאי בקטריות כחוליות מהמין *Synechococcus* sp.(1)



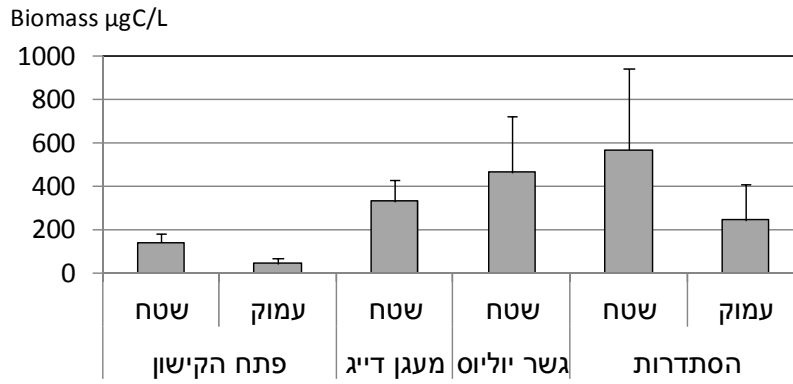
איור 16 : התפלגות ריכוז אצות צורניות בדיגומי אוקטובר



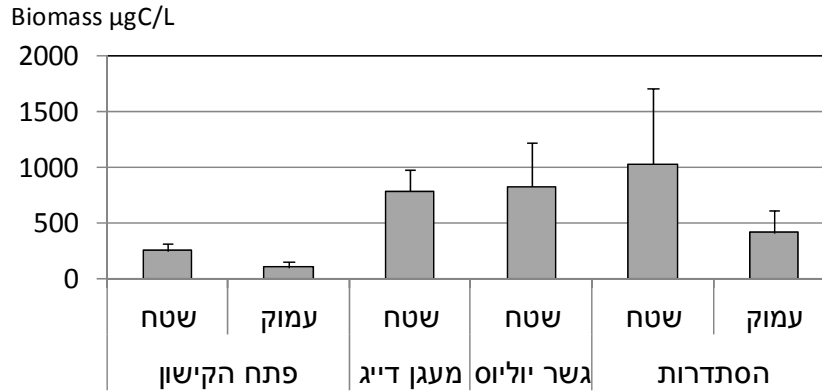
איור 17 : התפלגות ממוצע (2002-2012) ביומסת תאי הבקטריות הכחוליות *Synechococcus* sp. בדיגומי אוקטובר



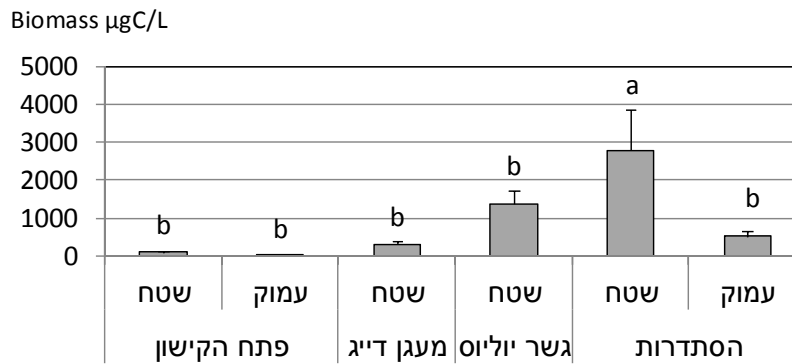
איור 18 : התפלגות ממוצע (2002-2012) ביומסת תאי מיקרואצות > 5µm בדיגומי אוקטובר



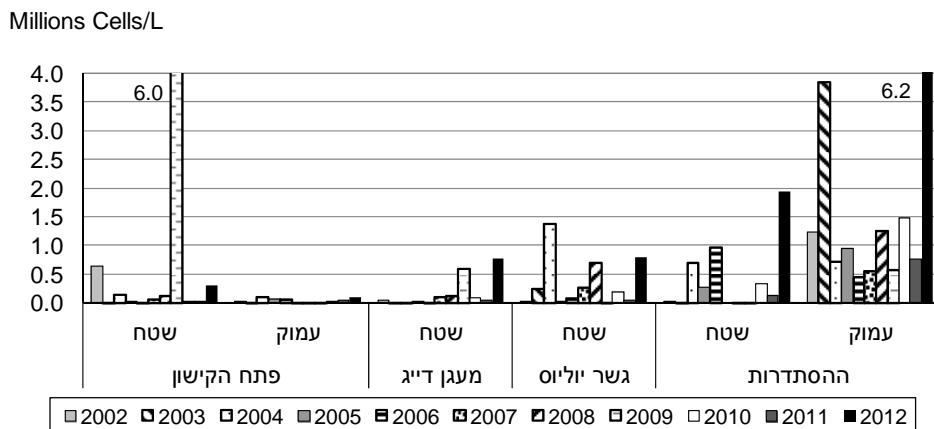
איור 19 : התפלגות ממוצע (2002-2012) ביומסת אצות צורניות בדיגומי אוקטובר



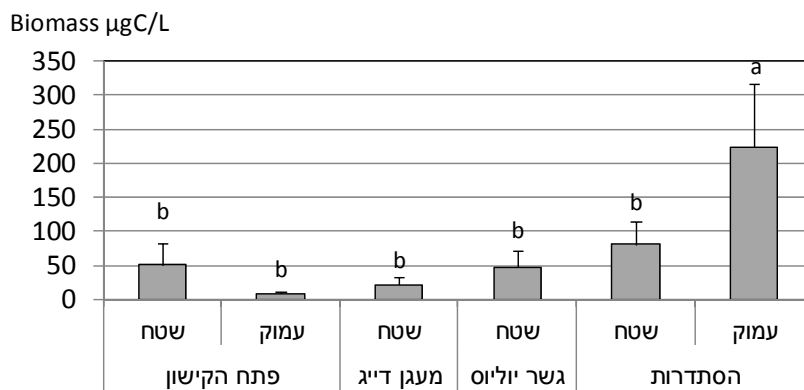
איור 20 : התפלגות ממוצע (2002-2012) ביומסת הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*



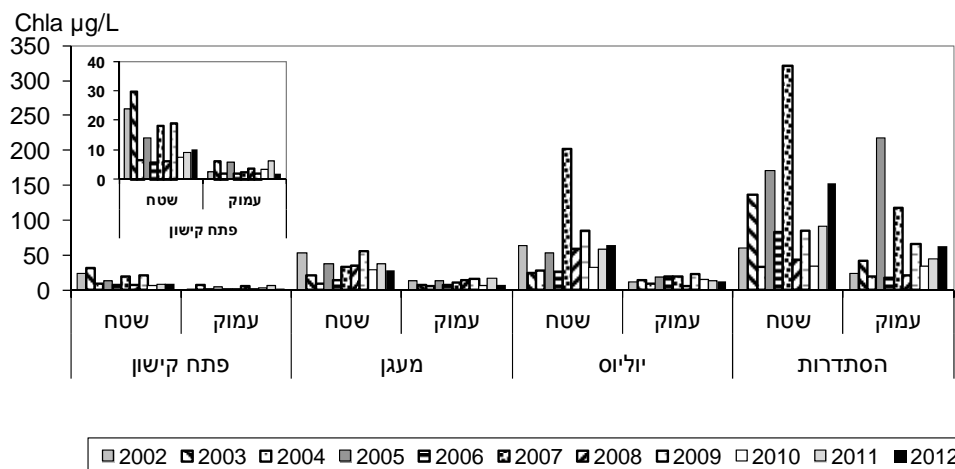
איור 21 : התפלגות ריכוז הדינופלגלטים בדיגומי אוקטובר



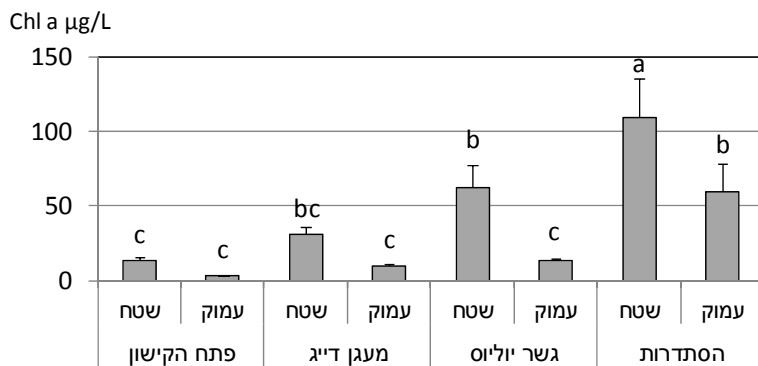
איור 22 : התפלגות ממוצע (2002-2012) ביומסת הדינופלגלטים בדיגומי אוקטובר



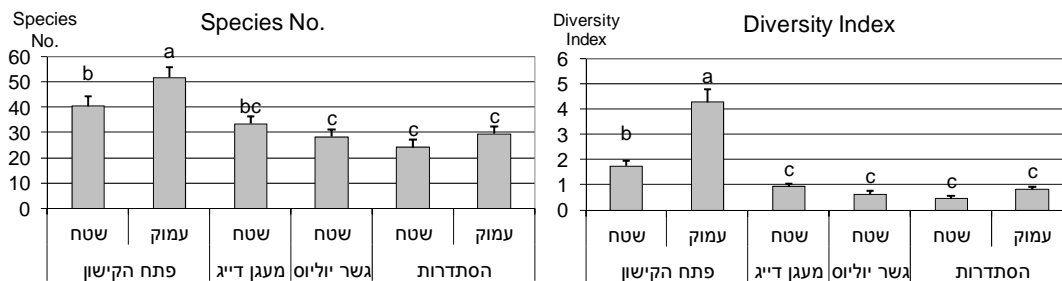
איור 23 : התפלגות ריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר



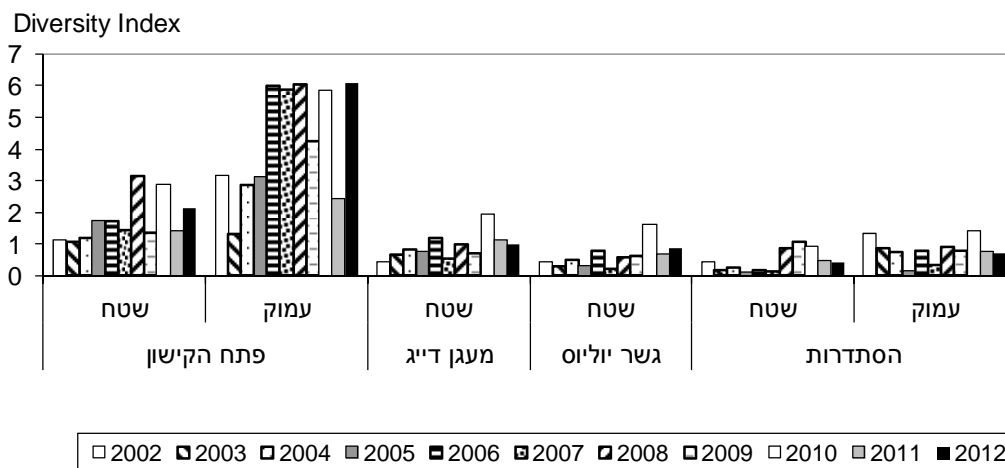
איור 24 : התפלגות ממוצע ריכוזי הכלורופיל בדיגומי אוקטובר 2002-2012



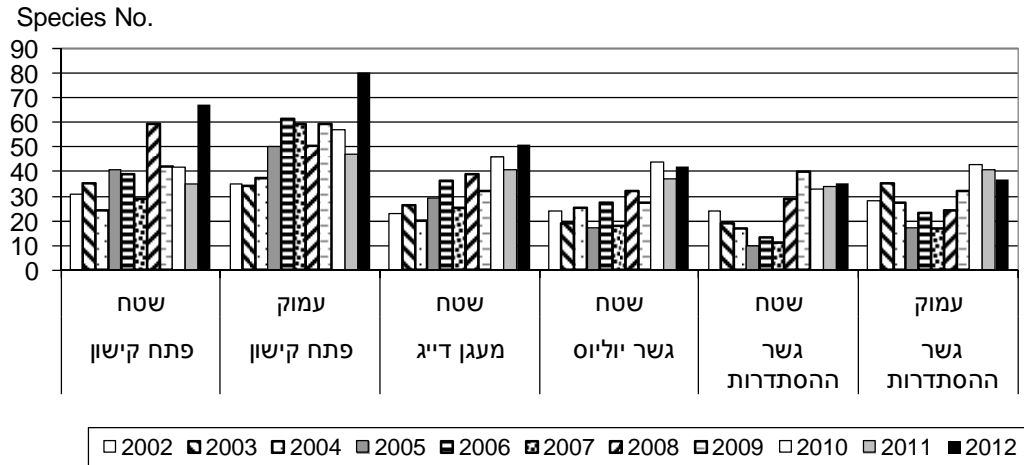
איור 25 : ממוצעי מספר המינים הכללי ואינדקס השונות מדיגומי אוקטובר



איור 26 : התפלגות אינדקס השונות בדיגומי אוקטובר



איור 27 : 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.