



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 לניטור מאי 2007**

דו"ח חיא"ל H50/2007

נורית קרס, נורית גורדון וברק חרות

חתימה:

ייעוץ מדעי: פרופ' ברוך קימור

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

אוקטובר 2007

מוגש לרשות נחל הקישון

1. מטרת המחקר

מטרת המחקר היא לאפיין ולנטר את אוכלוסיות המיקרואצות (פיטופלנקטון) בחלקו המלוח של נחל הקישון (בין גשר ההסתדרות למוצא נמל חיפה) ואת התנאים הסביבתיים הנלווים. אפיון אוכלוסיית הפיטופלנקטון נעשה ברמת המערכה והסוג. במידה ונמצאים סוגים שליטים, להם מינים הידועים כמזיקים, נימשך הזיהוי עד לרמת המין.

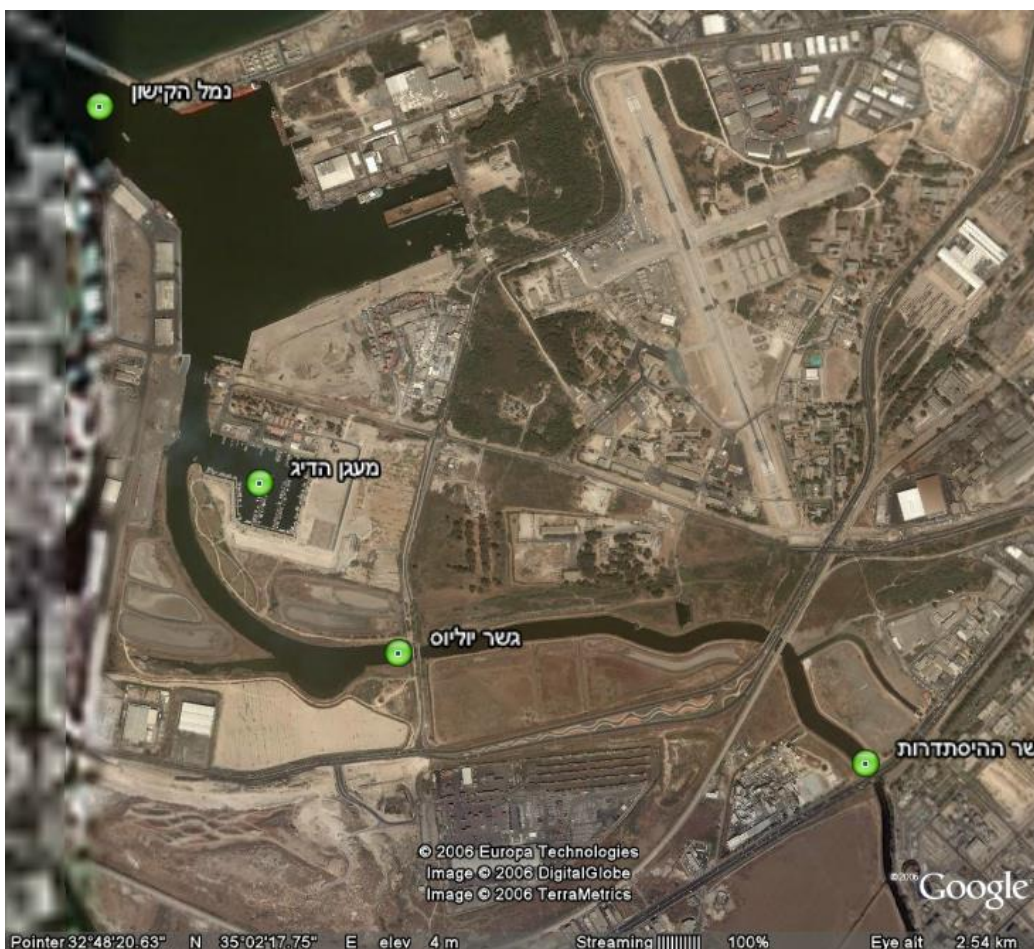
2. דיגום ושיטות

ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-24 במאי 2007 (איור 1). 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 ונוטריאנטים (פוספאט, זרחן מומס, ניטראט, ניטריט, אמוניום, חומצה סיליצית). הדגימות חולקו לכלי דיגום מתאימים והובאו למעבדה תוך מספר שעות מהדיגום. דגימות פני שטח (בנפח ידוע) רוכזו דרך פילטרים של 63 ו-15 מיקרון לצורך הסתכלות על תאים חיים וזיהויים.

במעבדה, דגימות המים לנוטריאנטים הוקפאו ונשמרו קפואות 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 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 אפיפלאורסנטי.
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 אפיפלאורסנטי.



איור 1: 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

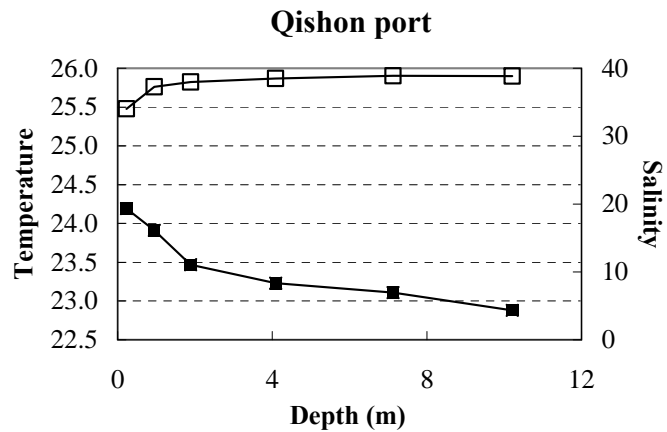
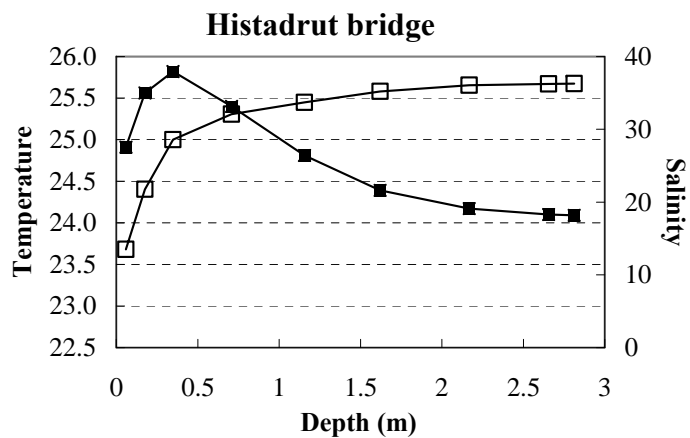
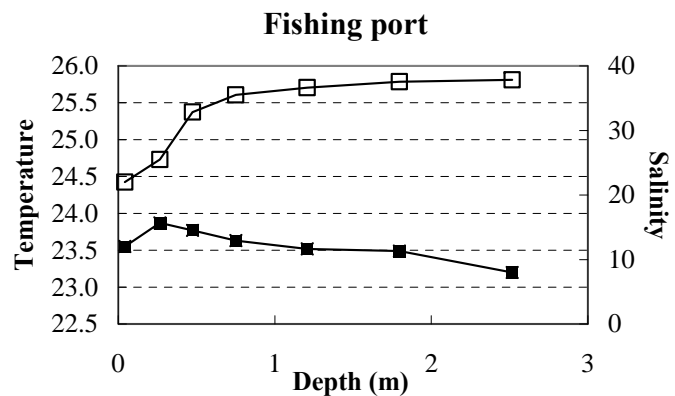
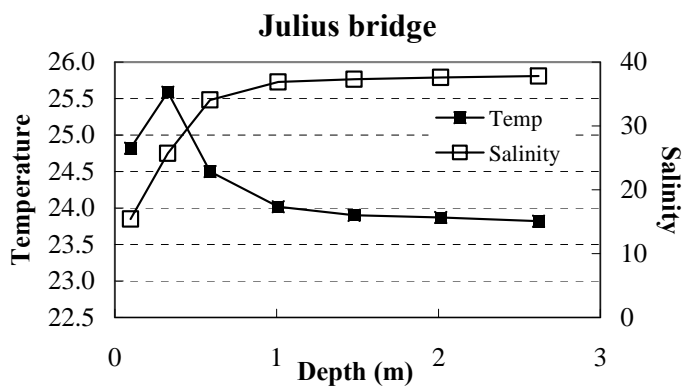
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים 2-4. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות פני השטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

כללית, עמודת המים משוכבת בכל תחנות הדיגום וחלקה העליון (עד עומק מים של כ-1 מ') פחות מלוח מחלקה התחתון (איור 2). המליחות עולה לכוון מורד הנחל הן בגוף המים העליון והן בתחתון, כאשר במים העליונים הגרדיאנט חד יותר, מ-13.5 עד 34.0 לעומת 36.3 עד 38.8 במים העמוקים. גם בפני השטח בפתח נמל הקישון המליחות עדיין נמוכה יחסית למי ים, מה שמראה על השפעת מי הנחל. השפעה זאת מתבטאת גם בריכוזי הנוטריאנטים הגבוהים יחסית לדיגומים קודמים (ראה להלן). הטמפרטורות בפני השטח דומות בכל התחנות. השכבה העמוקה קרה יותר מהשכבה העליונה בכ-1-2 מעלות צלזיוס וטמפרטורות בעומק דומות בכל התחנות (איור 2).

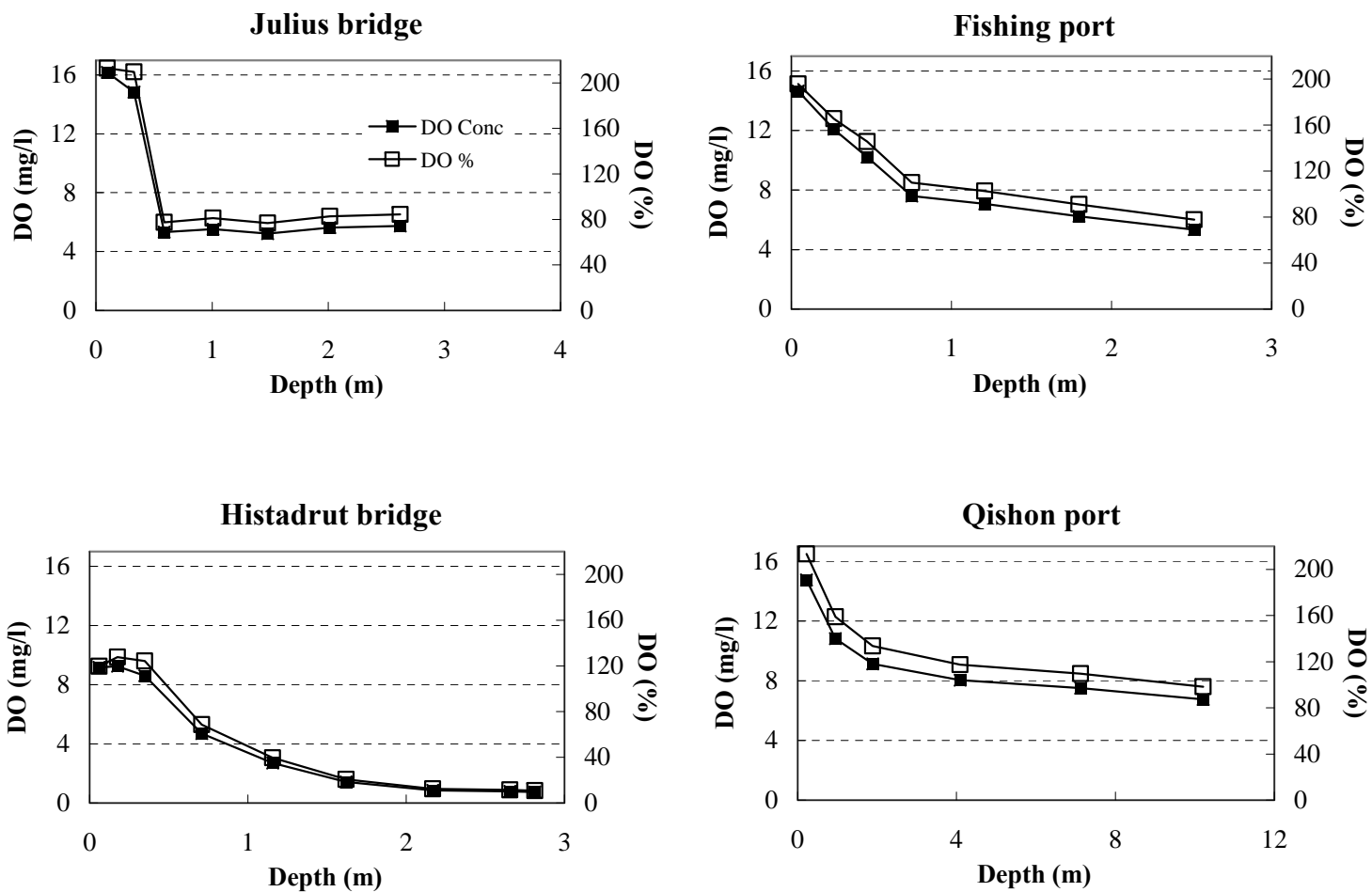
בכל התחנות, המים בחלק העליון של העמודה רוויים ביתר בחמצן, ככל הנראה כתוצאה מפריחת אצות (איור 3). בפתח נמל הקישון רווית היתר נשמרת עד לעומק של כ-4 מ', במעגן הדייג עד כ-1 מ' ואילו בגשרי יוליוס סימון וההסתדרות המים רוויים בחמצן עד כ-0.3 מ'. כבר ב-0.7 מ' עומק אחוז הרוויה יורד ל-80% בגשר יוליוס סימון (ריכוז קצת מעל 5 מג"ל) ואילו בגשר ההסתדרות אחוז הרוויה יורד ל-69% (4.7 מג"ל – ריכוז המסמן עקה ביולוגית). ריכוז החמצן ואחוז הרוויה בפתח נמל הקישון ובמעגן הדייג יורדים בצורה מתונה עם עליה בעומק המים ואילו בגשר יוליוס סימון ריכוז החמצן ואחוז הרוויה היה אחיד מ-0.7 מ' עד הקרקעית. רק בגשר ההסתדרות הערכים ירדו בצורה חדה והגיעו עד 10% רוויה (0.8 מג"ל בלבד) (איור 3). בשלוש התחנות האחרות לא נמדדו ריכוזי חמצן נמוכים מ-5 מג"ל, הוא הגבול שמתחתיו תתקיים עקה ביולוגית. הירידה בריכוז החמצן לעומק עמודת המים נובעת מתהליכי נשימה (צריכת חמצן לפירוק חומר אורגני).

ערכי ההגבה (pH) היו בתחום שבין 7.6 ל-8.4 (איור 4). כללית, ה-pH מושפע מהרכב מי הנחל, מערבוב עם מי ים, מפריחת אצות (פוטוסינתזה - עליה ב-pH) ומתהליכי חימצון ונשימה (ירידה ב-pH). ה-pH בגשר ההסתדרות נמוך יותר מהערכים שנמדדו בשלושת התחנות האחרות ככל הנראה בגלל תהליכי נשימה מוגברים המתבטאים גם בירידה חדה בריכוז החמצן. pH בגשר ההסתדרות, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון היה בעיקרו אחיד לעומק עמודת המים כאשר בפני השטח בפתח נמל הקישון ובמעגן הדייג ה-pH היה נמוך במקצת מאשר ביתר עומקי הדיקה. ה-pH עלה לכוון מורד הנחל עד לערכים דומים לאלה הנמדדים במי ים.

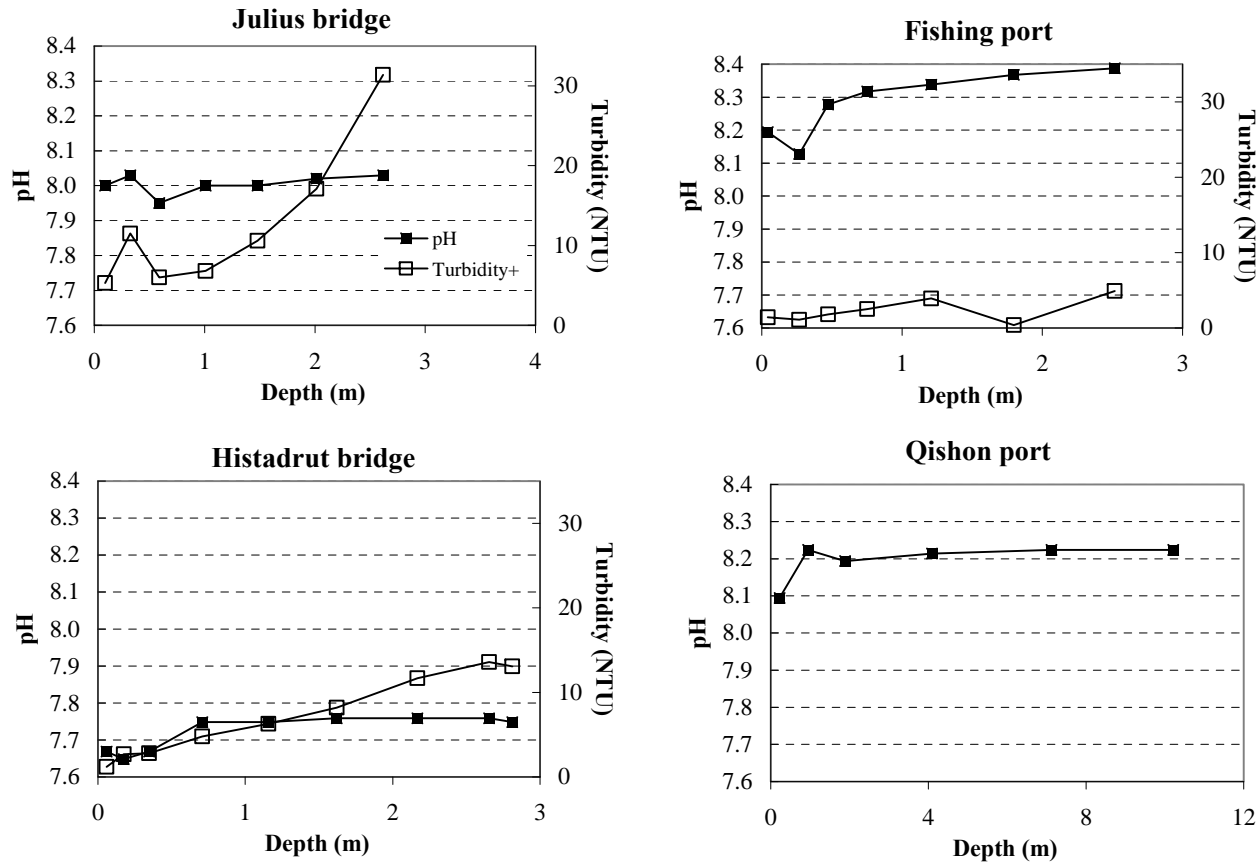
איור 2 : פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, מאי 2007.



איור 3 : פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רוויה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, מאי 2007.



איור 4: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, מאי 2007.



ערכי העכירות היו בתחום 0.4-31.4 NTU. בגלל תקלה בחייושן לא נמדדה עכירות בפתח נמל הקישון. המים העכורים יותר היו בגשר יוליוס סימון (איור 4). בגשר ההסתדרות ובמעגן הדיג העכירות עלתה בצורה מתונה עם עליה בעומק במים. בגשר יוליוס סימון העלייה בעכירות הייתה מתונה עד כ-1.5 מ' עומק אז עלתה בצורה חדה עד לכ-30 NTU קרוב לקרקעית. הריכוזים הגבוהים ביותר של חומר מרחף נמדדו בדגימות עומק בגשרי ההסתדרות ויוליוס סימון. הריכוזים ביתר הדגימות נמוכים במקצת ודומים (טבלה 1). כללית, ריכוזי החומר המרחף בדיגום זה היו גדולים יותר מהריכוזים שנמדדו בדיגומי 2006 וקטנים יותר מאלה שנמדדו בדיגום אוקטובר 2005. השוואת הנתונים לאלה הקיימים במאגר הנתונים של חקר ימים ואגמים אשר חלקם פורסמו בספרות (Herut and Kress, 1997) מראה כי הריכוזים שנמדדו בגשר יוליוס סימון בשנת 1995 (בין 80-120 מג"ל) היו גדולים יותר מאלה שנמדדו בדיגום זה ובדיגומי 2005-2007.

טבלה 1: טמפרטורה, מליחות, עכירות וריכוזי חמצן, נוטריאנטים, כלורופיל וחומר מרחף במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום מאי 2007.

Station	Depth	Temp	Sal	O ₂		pH	Tur	SPM	Chl-a
				mg/l	%				
	m	°C					NTU	mg/l	µg/l
Qishon Harbor (QHb)	0.23	24.19	34.04	14.74	213.4	8.09		36.9	28.1
	10.21	22.88	38.84	6.75	98.3	8.22		24.4	2.6
Fishing Harbor (FHb)	0.04	23.55	22.01	14.65	195.8	8.19	1.4	26.8	25.6
	2.52	23.2	37.83	5.34	77.7	8.39	4.9	32.0	16.2
Julius Simon Bridge (JBr)	0.10	24.82	15.43	16.18	213	8.00	5.3	32.4	37.8
	2.62	23.82	37.81	5.74	84.4	8.03	31.4	53.4	29.8
Histadrut Bridge (HBr)	0.06	24.91	13.48	9.18	119.7	7.67	1.2	31.7	53.7
	2.66	24.1	36.25	0.79	11.6	7.76	13.6	50.0	82.4

Station	Depth	NO ₃		NO ₂		NH ₄		ΣN _{in} *		PO ₄		Si(OH) ₄
		µM	mg/L-as N	µM	mg/L-as N	µM	mg/L-as N	µM	mg/L-as N	µM	mg/L-as P	µM
QHb	0.23	290	4.06	33.2	0.46	0.96	0.01	324	4.5	1.01	0.03	93.3
	10.21	0.76	0.01	0.10	0.001	1.25	0.02	2.1	0.03	0.67	0.02	2.1
FHb	0.04	753	10.54	84.6	1.18	12.8	0.18	850	11.9	4.58	0.14	241
	2.52	47.6	0.67	4.8	0.07	7.74	0.11	60	0.8	2.06	0.06	18.5
JBr	0.10	963	13.48	155	2.17	65.1	0.91	1183	16.6	15.8	0.49	310
	2.62	90.3	1.26	8.58	0.12	16.0	0.22	115	1.6	4.61	0.14	23.0
HBr	0.06	1407	19.69	437	6.12	312	4.37	2156	30.2	23.4	0.73	378
	2.66	374	5.23	112	1.56	178	2.49	663	9.3	13.0	0.40	113

* in - אי-אורגני.

ריכוזי הנוטריאנטים במי השטח גבוהים בהרבה מהריכוזים במי העומק בכל תחנות הדיגום (טבלה 1) וקטנים בכוון מורד הנחל בשני עומקי הדיגום. השוואה של ריכוזי הנוטריאנטים לקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1996) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 2) מראה כי המים בארבע תחנות הדיגום מדורגים ברמת זיהום (דרגת איאורופיקציה) גבוהה לגבי N ו-P. רק בדגימת העומק של מעגן הדיג דרגת האיאורופיקציה בינונית לגבי N ובדגימת העומק של פתח נמל הקישון הדרגה נמוכה לגבי N. ריכוז הכלורופיל בדגימת העומק בגשר ההסתדרות מצביע על מצב היפר-איאורופי ואילו ביתר הדגימות מצב הוא של איאורופיקציה גבוהה (טבלאות 1 ו-2). רק בדגימת העומק של מעגן הדיג דרגת האיאורופיקציה בינונית ובדגימת העומק של פתח נמל הקישון הדרגה נמוכה, בדומה לממצא לגבי N. נמצא קשר לינארי בין ריכוז הכלורופיל לבין כמות החומר המרחף המרמז על האפשרות שהפיטופלנקטון מהווה את עיקר החומר המרחף בדיגום זה.

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		

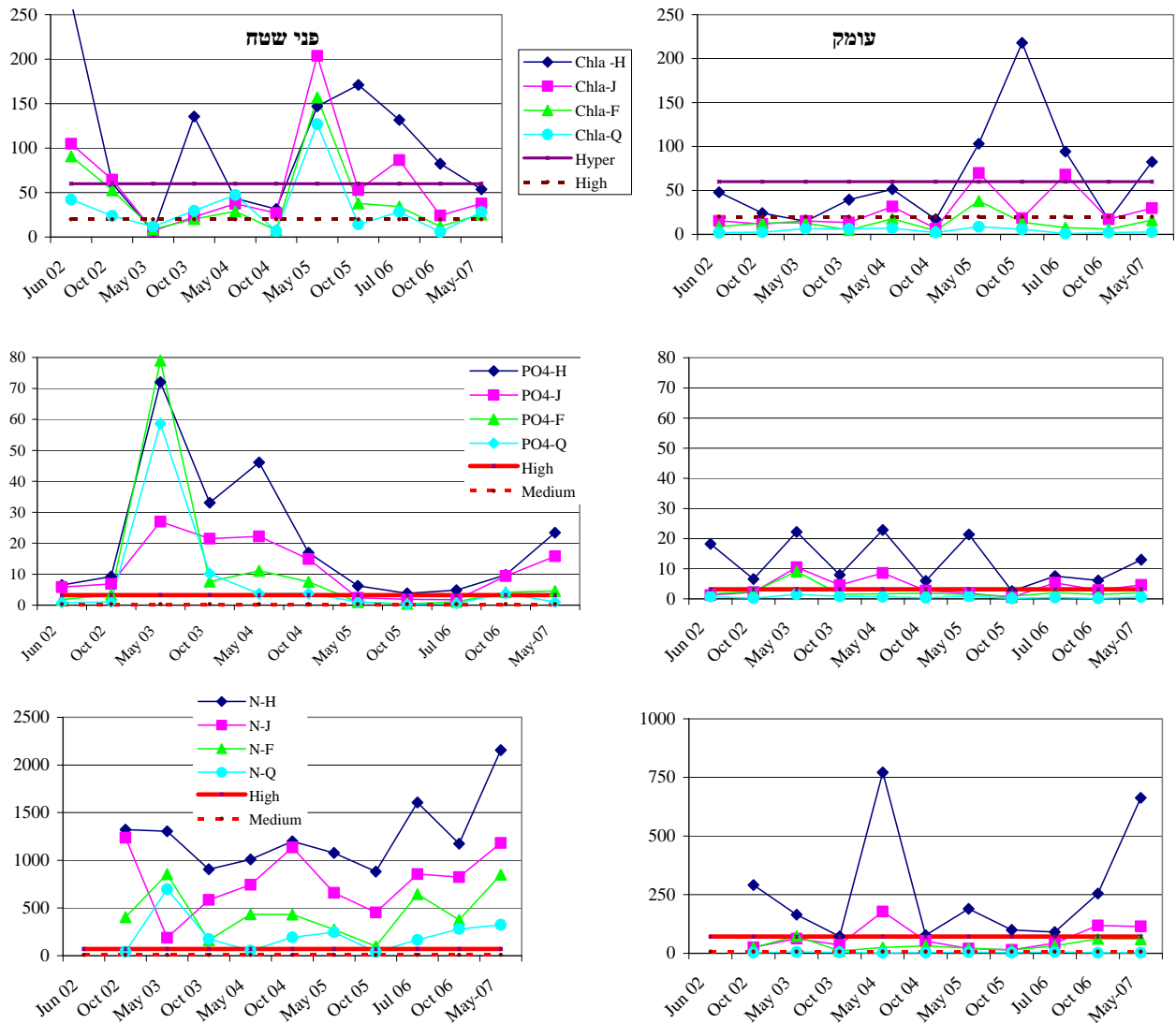
TDN - total dissolved nitrogen; TDP - total dissolved phosphorus; DO - dissolved oxygen; A- anoxia (DO = 0 mg/L); HY - hypoxia (0<DO<2 mg/L); biological stress (2<DO<5 mg/L)

ניתוח רב שנתי

איור 5 מציג את תוצאות ריכוזי הכלורופיל, הפוספאט וחנקן כללי בכל הדיגומים באזור מאז יוני 2002. ריכוז כלורופיל בפני השטח היה בדרגת איאורופיקציה גבוהה או היפר-איאורופית ברוב המקרים, למעט במאי 2003 ו-2007 בכל התחנות, אוקטובר 2004 ו-2006 במעגן הדיג ופתח הקישון ובאוקטובר 2005 בפתח הקישון. לא ניכרת מגמה של שינויים עם הזמן. בדגימות העומק ברוב המקרים הריכוזים הצביעו על רמת איאורופיקציה בינונית או נמוכה עם מספר חריגות, במיוחד בגשר ההסתדרות במאי 2005 ו-2007, אוקטובר 2005 וביוני 2006. ריכוזי הפוספאט בפני השטח ירד בין מאי 2003 למאי 2005 ונשאר נמוך עד יולי 2006. בשני הדיגומים האחרונים, אוקטובר 2006 ומאי 2007 נמדדה עליה בריכוזי הפוספאט. בדגימות העומק לא ניתן להבחין בשינויים בין הדיגומים אך בולטת העונתיות בריכוזים במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות. יתכן והערך הנמוך שנמדד בדיגום יולי 2006 מייצג מצב דומה יותר לסתיו מאשר באביב. בניגוד לפוספאט, ובדומה לריכוז הכלורופיל, לא נראית מגמה של שינוי עם הזמן בריכוז החנקן הכללי, לא

בדיגמות פני השטח ולא בדגימות העומק. ריכוזים של החנקן הכללי גבוהים יותר בדגיגום זה מאשר ברוב הדגיגומים הקודמים להוציא דגימת עומק בפתח נמל הקישון.

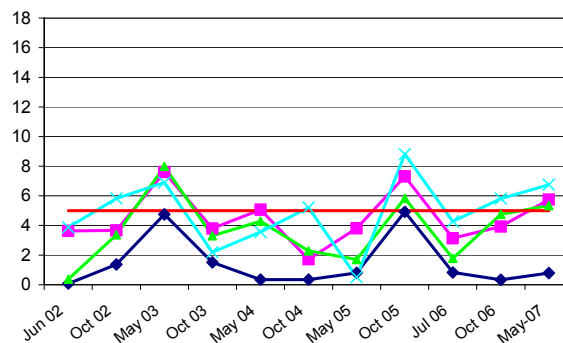
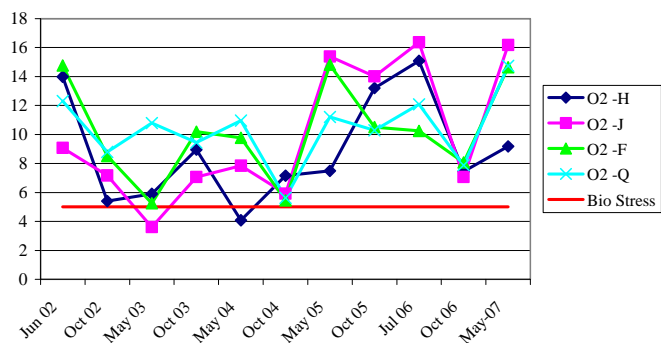
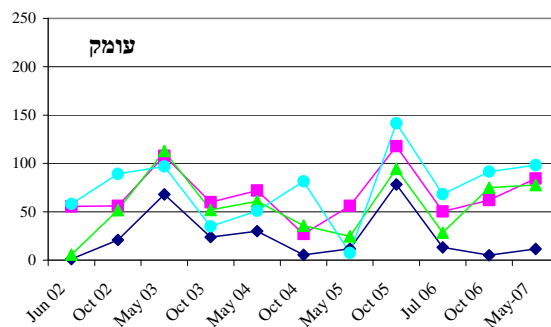
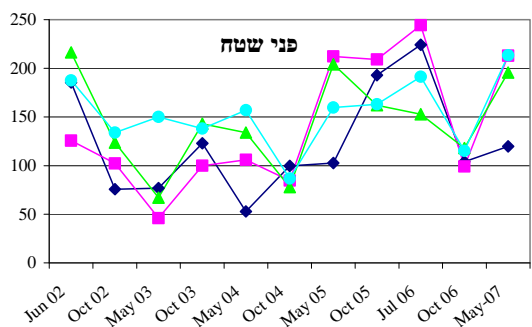
איור 5 : ריכוז כלורופיל (מיקרוגרם לליטר) פוספאט וחנקן (מיקרומולר) במים מפני השטח ועומק בארבע תחנות הדגיגום בנחל הקישון המלוח בעשרה דיגומים. H – גשר ההסתדרות, J – גשר יוליוס סימון, F – מעגן הדייג, Q – פתח נמל הקישון. באיור מסומנים גם הקריטריונים של NOAA לאיכות מים (טבלה 2). הערה: סקלת ציר ה-Y עבור N שונה בפני שטח ועומק.



המים בפני השטח ברוב התחנות בכל הדיגומים היו רוויים עד רוויים ביתר בחמצן (בהתאם לריכוזי כלורופיל גדולים) ואילו בעומק ברוב המקרים המים היו מתחת לרווית החמצן (איור 6). קיים קשר

לינארי ישר בין ריכוז החמצן ואחוז הרוויה לכלורופיל בפני השטח בכל התחנות ובכל הדיגומים. לעומת זאת, בדגימות העומק ריכוזי החמצן ברוב המקרים קטנים מ-5 מ"ג/ל, מה שמראה על מצב של עקה ביולוגית עד אנוקסיה בעומק הקישון המלוח בין 2002 ל-2006. במאי 2007 רק בגשר ההסתדרות המים העמוקים היו כמעט אנוקסים.

איור 6: אחוז רווית החמצן במים מפני השטח ועומק בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח בעשרה דיגומים. H – גשר ההסתדרות, J – גשר יוליוס סימון, F – מעגן הדייג, Q – פתח נמל הקישון. **פנל תחתון:** ריכוז חמצן במיליגרם לליטר.



3.2 איפיון המיקרואצות

קבוצות המיקרופלנקטון

כללית, דיגום זה התאפיין בפריחה של מיני אצות מקבוצת הירוקיות (Chlorophyceae) ומקבוצת הצורניות (Diatoms) בדגימות פני השטח ובעומק (איור 7). מקבוצת הירוקיות עיקר הביומסה הייתה של פלגלט מהמין *Chlamydomonas coccooides*, ומקבוצת הצורניות עיקר הביומסה הייתה של המינים *Cyclotella* spp., *Navicula* sp. ו- *Thalassiosira pseudonana* (איור 8). ריכוז תאי הפיטופלנקטון, הביומסה וריכוז הכלורופיל דומים בפני השטח בפתח הקישון ובמעגן הדייג (איורים 9, 10) והם עלו לכוון מעלה הנחל הן בדגימות פני השטח והן בדגימות העומק. הריכוזים והביומסה בדגימות פני השטח גבוהים יותר מאשר בדגימות העומק להוציא את תחנת גשר ההסתדרות בה המצב היה הפוך: ריכוזים וביומסה גבוהים יותר בדגימת העומק.

דגימות פני השטח

ריכוז התאים לליטר הגבוה ביותר נספר בגשר ההסתדרות (1.8×10^8) והנמוך ביותר במעגן הדייג (1.1×10^8) (איור 9, טבלה 3). הפלגלט מקבוצת הירוקיות *Chlamydomonas coccooides* היווה בממוצע כ- 38% מריכוז התאים הכללי בפני השטח, בעוד הצורניות והמיקרואצות הקטנות מ- $2 \mu\text{m}$ היוו 27% ו- 29% מריכוז התאים הכללי בהתאמה (איור 11). ריכוז התאים עלה במעלה הנחל כאשר במעגן הדייג נמדד מספר התאים הנמוך יותר. עיקר העלייה במספר התאים בגשר יוליוס סימון הייתה באצות הצורניות ובגשר ההסתדרות מעלייה בריכוז הצורניות ומיקרואצות הקטנות מ- $2 \mu\text{m}$ (איור 9). בשתי התחנות במעלה לא זוהו תאים מהכחוליות מהמין *Synechococcus* sp.

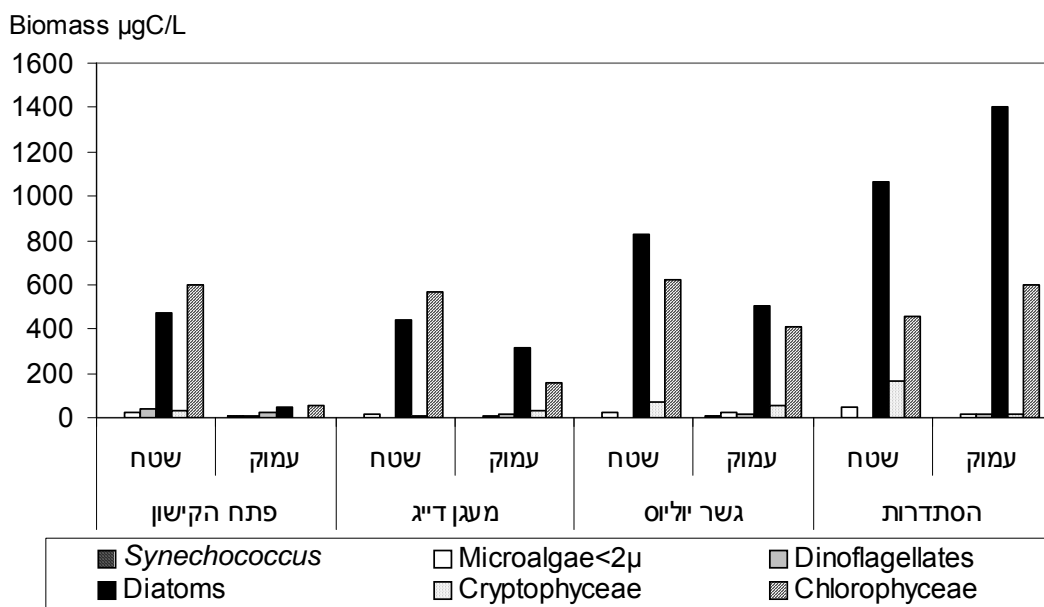
הביומסה הכללית וריכוז הכלורופיל (איור 10) דומים בפתח הקישון ובמעגן הדייג והם עלו לכוון מעלה הנחל בגשר יוליוס סימון ובהסתדרות. עליה זאת נובעת בעיקר מעלייה בביומסת האצות הצורניות (פי 2 – 2.5 יחסית למורד הנחל) (איור 7), שהיוו בממוצע כ- 57% מהביומסה הכללית בשתי תחנות אלה (איור 12). ביומסת הפלגלט מקבוצת הירוקיות גבוהה (55%-26% מהביומסה הכללית) (איור 12). התרומה היחסית של הצורניות לביומסה הכללית עולה לכוון מעלה הנחל ואילו זאת של הירוקיות יורדת.

דגימות עומק

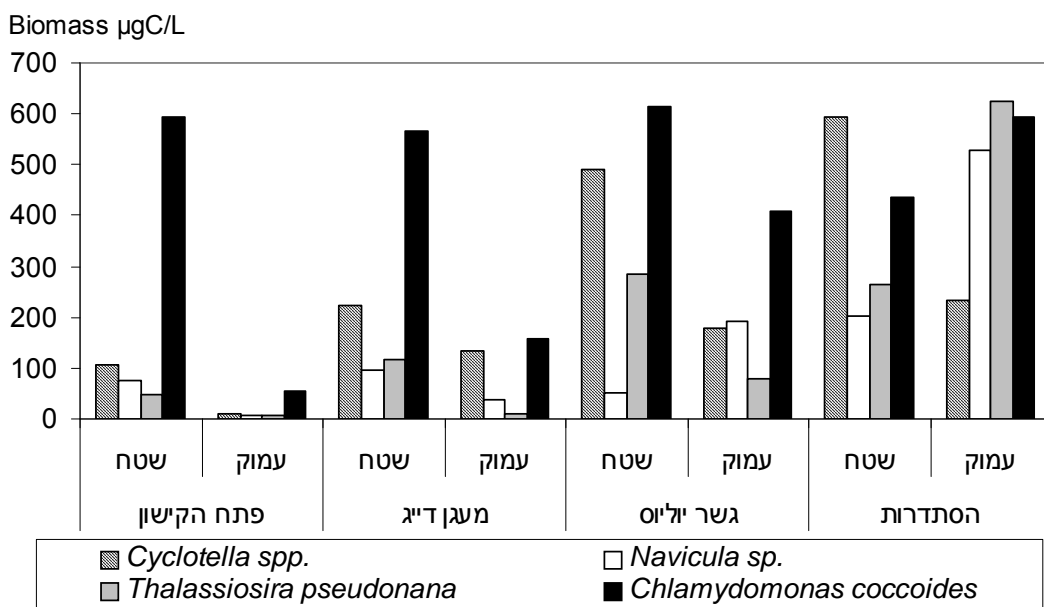
ריכוז התאים בדגימות העומק נמוך יחסית לריכוזים בפני השטח מלבד בתחנת גשר ההסתדרות. הריכוז עלה לכוון מעלה הנחל עד ל- 2.2×10^8 תאים לליטר בגשר ההסתדרות (טבלה 3, איור 9). בכל התחנות נמצאו אצות כחוליות מהמין *Synechococcus* sp. שמספרן ירד לכוון מעלה הנחל: מ- 63% מהריכוז הכללי בפתח הקישון ל- 2% בגשר ההסתדרות (איור 12). ריכוז הצורניות והירוקיות עלה בכוון מעלה הנחל ובתחנת ההסתדרות היוו שתי קבוצות אלה 61% ו- 26% בהתאמה מריכוז התאים הכללי בדגימה.

הביומסה וריכוז הכלורופיל עלו לכוון מעלה הנחל (איור 10). בדומה לפני השטח, האצות הצורניות והפלגלט מקבוצת הירוקיות היוו את עיקר הביומסה (ממוצע של 52%-34% בהתאמה, מהביומסה הכללית).

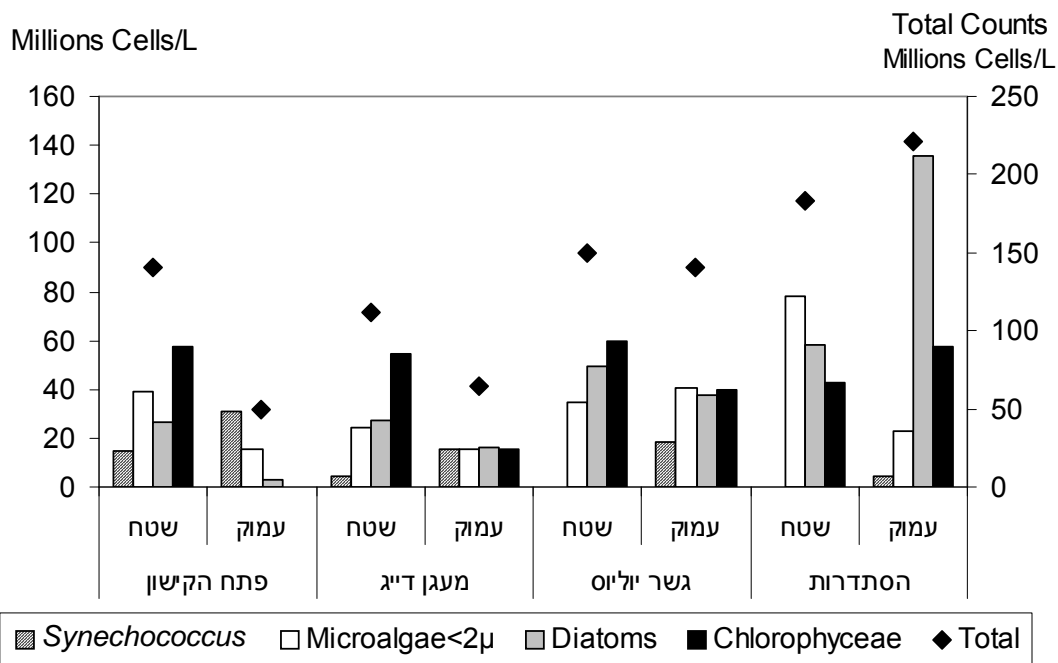
איור 7 : התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



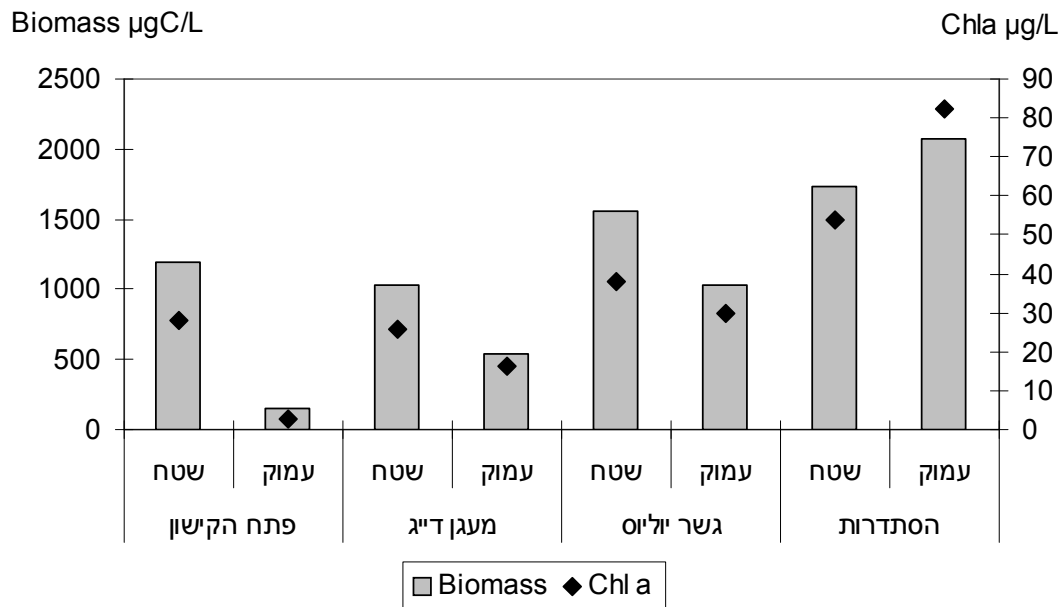
איור 8 : התפלגות הביומסה של מיני המיקרופלנקטון השכיחים בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



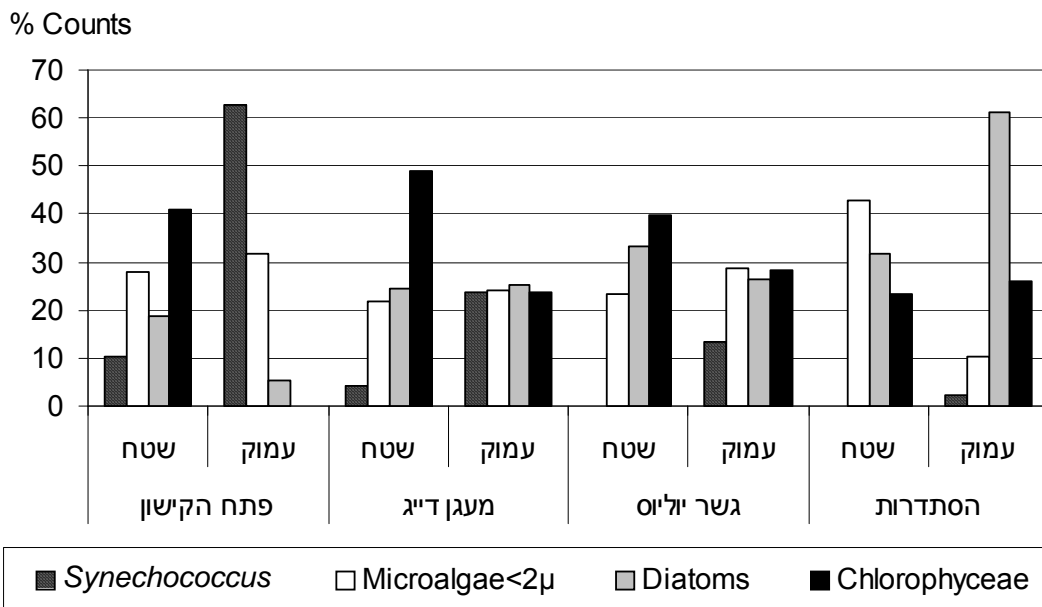
איור 9 : התפלגות ריכוז התאים של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



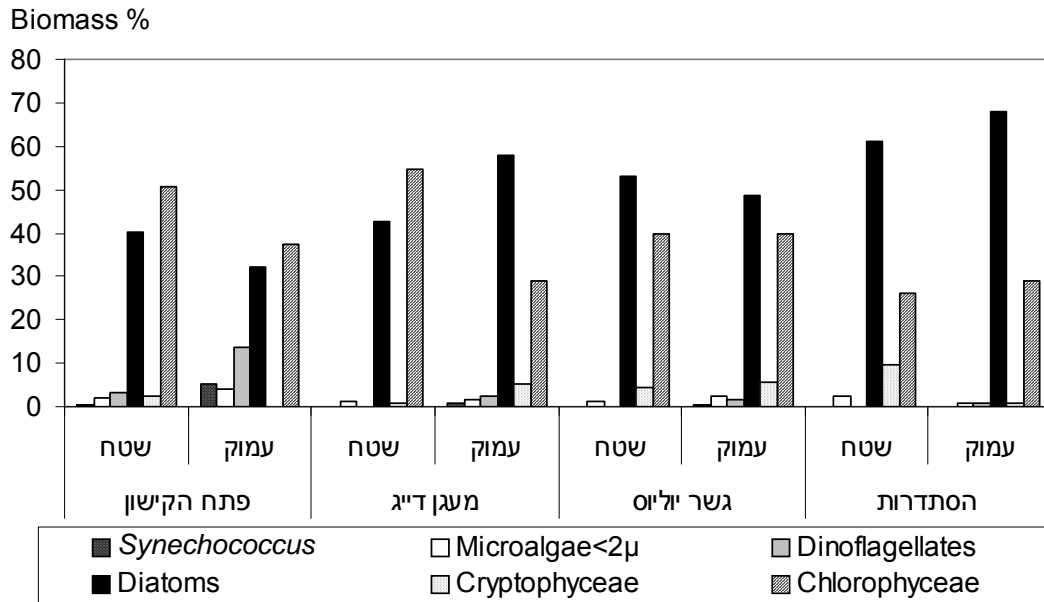
איור 10 : התפלגות הביומסה וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



איור 11 : התפלגות באחוזים של ריכוז התאים של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



איור 12 : התפלגות באחוזים של ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.



הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מבין מיני המיקרופלנקטון השכיחים ביותר בדיגום זה (טבלה 3), ואשר תרומתם לביומסה הייתה המשמעותית ביותר היה הפלגלט מקבוצת הירוקיות *Chlamydomonas coccooides*, שהופיע בכל הדגימות לרוב בריכוז גבוה יותר בפני השטח להוציא בגשר ההסתדרות (איור 9). בקבוצת הצורניות הופיעו בריכוז גבוה המינים: *Cyclotella* spp., *Navicula* sp. ו- *Thalassiosira pseudonana*. הצורנית *Skeletonema costatum*, הופיע בריכוז גבוה יחסית בפני השטח בפתח נמל הקישון וריכוזה ירד בכיוון מעלה הנחל. ריכוז המיקרואצות $> 2\mu\text{m}$ היה בדרך כלל גבוה בדגימות בפני השטח יחסית לעומק. תרומתן של אצות אלה לביומסה הכללית הייתה נמוכה יחסית בגלל גודלם הקטן. אצות מקבוצת ה- Cryptophyceae הופיעו בריכוז גבוה יותר בגשר יוליוס סימון ובפני השטח בהסתדרות אך תרומתן היחסית לביומסה הכללית הייתה גם היא נמוכה. בקבוצת הדינופלגלטים, הדינופלגלטים הקטנים מ- $20\mu\text{m}$ היו השכיחים ביותר בעיקר בפתח נמל הקישון ובדגימות העמוקות יותר במעלה הנחל.

הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

חלק ניכר ממני המיקרופלנקטון הפחות שכיח (טבלה 4) היו מינים המאפיינים מי ים, והופיעו לכן במגוון גדול יותר ובריכוז גדול יותר בדגימות העמוקות, בהן רמת המליחות הייתה דומה לזו של מי ים. מבין הצורניות בלטה הופעתם של שרשראות התאים של מיני *Chaetoceros* spp., של מיני *Pseudonitzschia* spp. שחלקם ידועים כמינים בעלי פוטנציאל טוקסי, מיני *Thalassiosira* spp., המין *Leptocylindrus danicus*, המין *Nitzschia closterium* ועוד מינים שהופיעו גם בדיגומים קודמים (טבלה 4). אולם, ישנם מינים שהופיעו בדיגום זה לראשונה כמו המינים *Bacteriastrum hyalinum* והמין *Biddulphia alternans*. מבין הדינופלגלטים המין השכיח ביותר היה *Prorocentrum triestinum* שהופיע גם בדיגומים קודמים. מיני *Protoperdinium* spp. והמין *Prorocentrum micans* הידוע כיוצר פריחות היו בין המינים השכיחים יותר. מינים בעלי פוטנציאל טוקסי כמו *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis caudata* ו- *Gymnodinium sanguineum* הופיעו, אך בריכוז נמוך יחסית. בגשר ההסתדרות, במיוחד בפני השטח, הופיעו מגוון גדול יחסית של מיני אצות מקבוצת הירוקיות והכחוליות המאפיינות מים בעלי מליחות נמוכה (טבלה 4).

טבלה 3: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח ביותר בדגימות הקישון, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס סימון		הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
כחוליות - Cyanophyceae								
<i>Synechococcus</i> sp.	1.5 x10 ⁷	3.1 x10 ⁷	4.7 x10 ⁶	1.5 x10 ⁷		1.9 x10 ⁷		4.7 x10 ⁶
צורניות - Diatoms								
<i>Cyclotella</i> spp.	4.1 x10 ⁶	4.3 x10 ⁵	3.2 x10 ⁶	5.1 x10 ⁶	5.3 x10 ⁶	4.4 x10 ⁶	4.9 x10 ⁶	4.3 x10 ⁶
<i>Navicula</i> sp.	9.4 x10 ⁶	1.4 x10 ⁶	1.1 x10 ⁷	4.4 x10 ⁶	1.2 x10 ⁷	2.2 x10 ⁷	2.3 x10 ⁷	6.0 x10 ⁷
<i>Skeletonema costatum</i>	6.9 x10 ⁶		1.1 x10 ⁵	5.1 x10 ⁶	6000	2.3 x10 ⁶		4.5 x10 ⁵
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	5.7 x10 ⁶	6.0 x10 ⁵	1.3 x10 ⁷	1.1 x10 ⁶	3.3 x10 ⁷	9.0 x10 ⁶	3.0 x10 ⁷	7.0 x10 ⁷
דינופלגלטים - Dinoflagellates								
Unidentified small dinoflagellates 10-20µm	1.4 x10 ⁵	8.0 x10 ⁴	1267	2800		1.2 x10 ⁵		1.9 x10 ⁵
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas</i> spp.	2.2 x10 ⁶		7.2 x10 ⁵	2.0 x10 ⁶	4.4 x10 ⁶	4.3 x10 ⁶	3.3 x10 ⁶	3.2 x10 ⁵
ירוקיות - Chlorophyceae								
<i>Chlamydomonas coccooides</i>	5.8 x10 ⁷	5.4 x10 ⁷	5.5 x10 ⁷	1.5 x10 ⁷	6.0 x10 ⁷	4.0 x10 ⁷	4.2 x10 ⁷	5.8 x10 ⁷
Euglenophyceae								
<i>Euglena</i> sp.	1.2 x10 ⁵	400	3000	1.0 x10 ⁵	2.5 x10 ⁵	1.1 x10 ⁵		
Microplankton < 2µm	3.9 x10 ⁷	1.0 x10 ⁷	2.4 x10 ⁷	1.5 x10 ⁷	3.5 x10 ⁷	4.1 x10 ⁷	7.8 x10 ⁷	2.3 x10 ⁷
Total Microplankton	1.4 x10 ⁸	5.0 x10 ⁷	1.1 x10 ⁸	6.4 x10 ⁷	1.5 x10 ⁸	1.4 x10 ⁸	1.8 x10 ⁸	2.2 x10 ⁸

טבלה 4: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון, נחל הקישון המלוח – מאי 2007.

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס סימון		הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
צורניות - Diatoms								
<i>Achnanthes</i> sp.		1.6 x10 ⁴	300					40
<i>Amphora</i> sp.			67				200	
<i>Asterionella glacialis</i>	1700			1.0 x10 ⁴		800		
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>		2040						
<i>Bellerochea</i> sp.		200						
<i>Biddulphia</i> sp.		60						
<i>Biddulphia alternans</i>		17		200				
<i>Chaetoceros</i> spp.	7600	2.3 x10 ⁴	300	3.4 x10 ⁴	1760	6029		
<i>Chaetoceros danicus</i>	300	3400	67	800	160	171		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	3533	2480		2300				
<i>Cylindrotheca closterium</i>		1.1 x10 ⁵		7.9 x10 ⁴				400
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	30	200						
<i>Entomoneis gigantea</i> var. <i>sulcata</i>		40				600	100	1520
<i>Entomoneis</i> sp.	10					114	100	300
<i>Eucampia cornuta</i>		700		500		133		
<i>Guinardia delicatula</i>		1920						
<i>Guinardia striata</i>		3960		450				
<i>Hemiaulus hauckii</i>		880						
<i>Hemiaulus sinensis</i>	30			200				
<i>Lauderia annulata</i>	600	3160		2550		1400		40
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5667	4.9 x10 ⁴		1.8 x10 ⁴		600		240
<i>Leptocylindrus minimus</i>		5240	867			143		
<i>Navicula</i> spp.	467	240	9933	300	6.1 x10 ⁴	3048	1200	2160
<i>Nitzschia</i> sp. (1)							5.9 x10 ⁴	4600
<i>Nitzschia</i> sp. (2)							5000	5300
<i>Nitzschia sigma</i>							200	

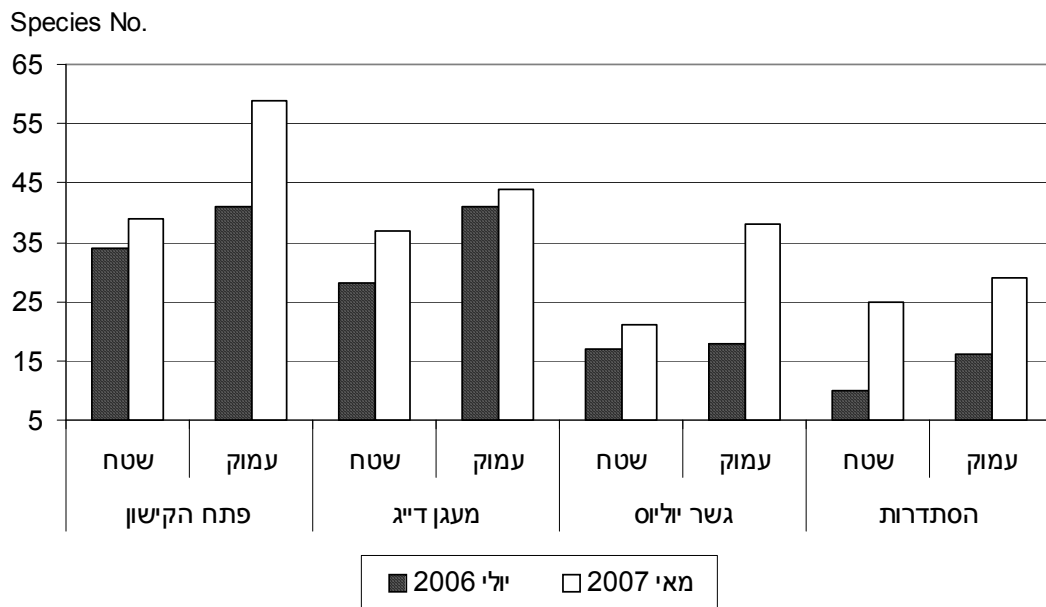
סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס סימון		הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
<i>Nitzschia sigmaidea</i>		40					300	240
<i>Pleurosigma sp. / Gyrosigma sp.</i>		80	133			57	100	160
<i>Pseudonitzschia sp.</i>	3.7 x10 ⁴	2.9 x10 ⁴	3867	6.8 x10 ⁴	320	6333		2000
<i>Rhizosolenia alata</i>	50	5960	67	350				40
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>		800		13				
<i>Rhizosolenia setigera</i>	300	1200		93		57		40
<i>Streptothea tamesis</i>				147		86		
<i>Surirella sp.</i>						67		
<i>Thalassionemma nitzschioidea</i>		320		80				
<i>Thalassiosira spp.</i>	4.0 x10 ⁵	1.6 x10 ⁴		1.2 x10 ⁵				6800
<i>Thalassiothrix sp.</i>		220						
דינופלגטים (Dinoflagellates)								
<i>Ceratium furca</i>	100	117		50	80	29		
<i>Ceratium kofoidii</i>		40				29		
<i>Dinophysis caudata</i>		127	13	13				
<i>Dinophysis rotundata</i>		193		200				
<i>Gymnodinium elongatum</i>	33	1320	33	750		1600		
<i>Gymnodinium sp. (1)</i>		800						
<i>Gymnodinium sp. (2)</i>				1650	560	2133		
<i>Gymnodinium sanguineum</i>				100				
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	133	514	27	550		467		
<i>Oxytoxum variable</i>		360						
<i>Pronoclituca spinifera</i>		3						
<i>Prorocentrum gracile</i>	33	40		27		62		
<i>Prorocentrum micans</i>	367	1500	67	1200	160	62		
<i>Prorocentrum minimum</i>	67							
<i>Prorocentrum triestinum</i>	4.7 x10 ⁴	3000	1467	6750	400	333		
<i>Protoperidinium depressum</i>		20						
<i>Protoperidinium divergens</i>		3						
<i>Protoperidinium sp. (54)</i>	1533	1071	33	850		1057		
<i>Protoperidinium spp.</i>	33	680		500		371		
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		4200						
Chlorophyceae- ירוקיות								
Unidentified flagellates	5.0 x10 ⁴	3000	4933	4500		3133		
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>mirabilis</i>			67				100	
<i>Coelastrum microporum</i>							5000	2200
<i>Crucigenia tetrapedia</i>								400
<i>Monoraphidium caribeum</i>	67		33					
<i>Monoraphidium sp.</i>							300	
<i>Oltmannsiella lineata</i>	5200	400	633	850				
<i>Oocystis sp.</i>							800	
<i>Quadrigula sp.(1)</i>					480		600	
<i>Quadrigula sp. (2)</i>			1333					
<i>Sphaerocystis shroeteri</i>							5000	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	267		1600					
<i>Scenedesmus acutus</i>	40							
<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>alternans</i>			533					
<i>Scenedesmus armatus</i>			267					
<i>Scenedesmus opoliensis</i>			534					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	267		167					
<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>quadricauda</i>			800					
<i>Scenedesmus tibiscensis</i>		160						800
Prasinophyceae								
<i>Pyramimonas sp.</i>					6.7 x10 ⁵			
Cryptophyceae								
<i>Hemiselmis sp.</i>					2.3 x10 ⁵			

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס סימון		הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
Cyanophyceae- כחוליות								
<i>Chroococcus</i> sp.					7200	1333	2.1×10^4	4.7×10^4
<i>Merismopedia tenuissima</i>							8.8×10^5	
<i>Oscillatoria</i> spp.							1.4×10^5	
Dictyochophyceae = Silicoflagellates								
<i>Distephanus speculum</i>		40		50				
Ebriales								
<i>Ebria tripartita</i> .		60						

מגוון מיני המיקרופלנקטון

מספר המינים שזוהו בדיגום זה היה גדול יותר ממספרם בדיגום יולי 2006 בכל התחנות (איור 13). בלטו במיוחד ההבדלים בדגימה העמוקה בגשר יוליוס סימון ובשתי הדגימות בגשר ההסתדרות: מספר המינים היה כפול מזה שביולי 2006. מספר המינים ירד בכוון מעלה הנחל, והוא גבוה יותר בדגימות העמוקות בכל תחנת דיגום (איור 13).

איור 13: מספר המינים בדיגום מאי 2007 לעומת יולי 2006 בתחנות השונות, נחל הקישון המלוח



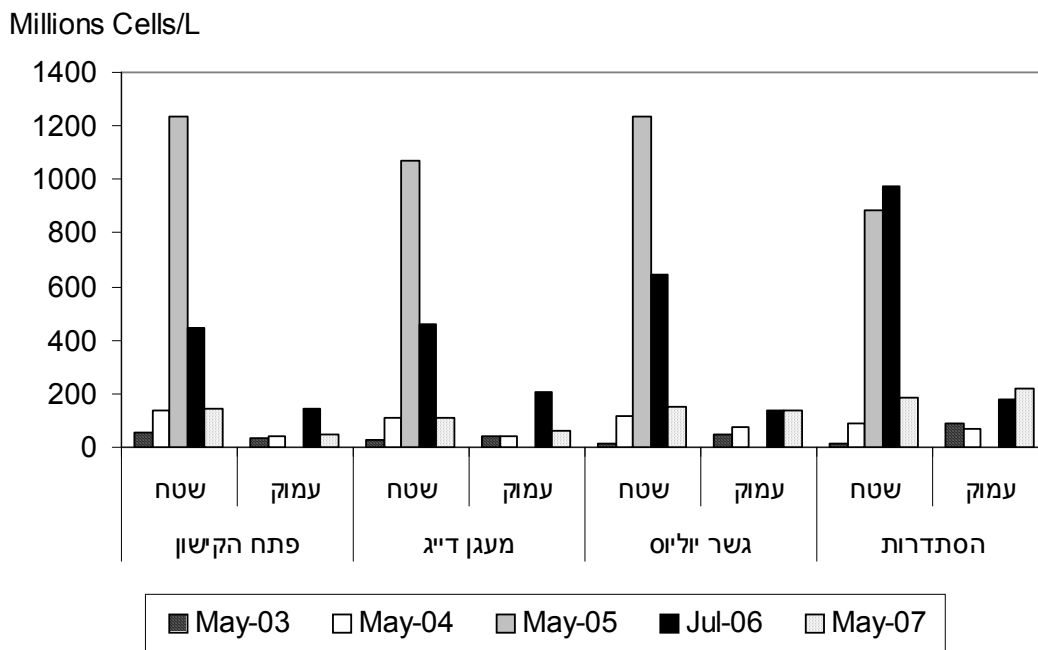
השוואה רב-שנתית של דיגומי מאי

בדיגום זה נרשמה ירידה בריכוז תאי המיקרופלנקטון לעומת שני דיגומים קודמים באביב (יולי 2006 ומאי 2005) בכל דגימות פני השטח ובשתי הדגימות העמוקות במורד הנחל (איור 14). גם הבימוסה ירדה בכל התחנות, במיוחד בגשר יוליוס סימון ובגשר ההסתדרות (איור 15). בחמשת הדיגומים ריכוזי התאים, הבימוסה והכלורופיל גבוהים יותר בדרך כלל בפני השטח יחסית לעומק.

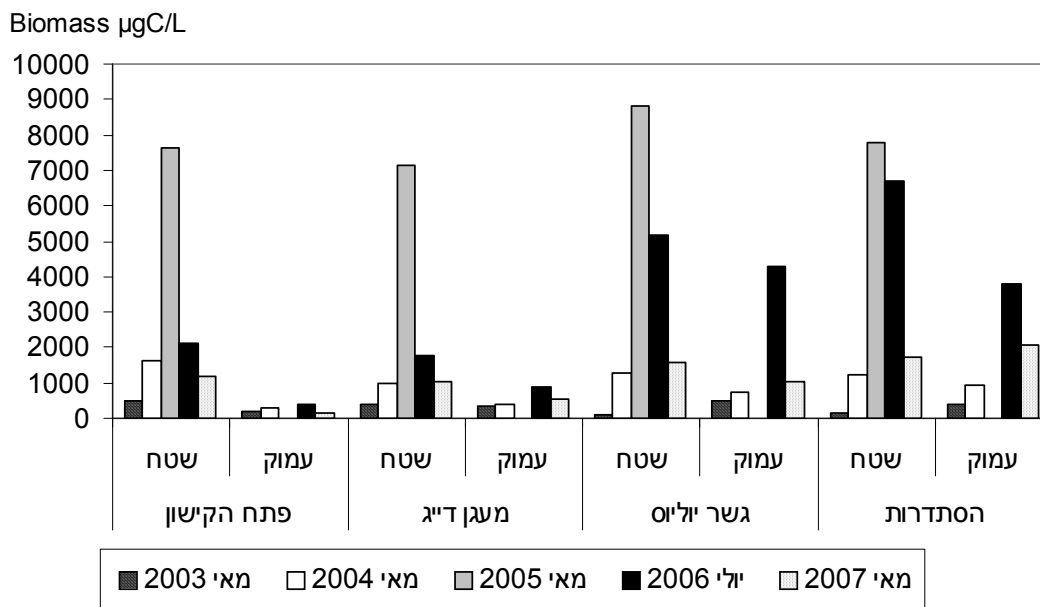
קבוצות האצות והרכב המינים :

1. צורניות - Diatoms - הצורניות מהוות מרכיב מרכזי בביומסה בפני השטח בכל דיגומי מאי. חלה ירידה בשיעור ביומסת הצורניות יחסית לביומסה הכללית בשנתיים האחרונות. במאי 2007 מהוות הצורניות בממוצע כ- 50% מהביומסה הכללית, ביולי 2006 כ- 80% ואילו במאי 2004 ו- 2005 כ- 90%. במאי 2003 כ- 50% מהביומסה הכללית הייתה של צורניות בדומה לדיגום זה (מאי 2007).
2. אצות מקבוצת הצורניות היו גם השכיחות מבין יוצרי הפריחות בדיגומי מאי והמינים שפרחו מקבוצה זו היו משותפים למרבית הדיגומים: *Thalassiosira pseudonana*, מיני *Cyclotella spp.*, מיני *Navicula spp.*
3. Chlorophyceae (ירוקיות): בדיגומי מאי הופיעו בדרך כלל ריכוזים גבוהים של אצות מקבוצת הירוקיות. אצות אלה אופייניות למים מתוקים והופיעו לכן יותר בתחנות מעלה הנחל, בהן המליחות נמוכה יותר. בדיגום זה הופיע לראשונה ובפריחה המין *Chlamydomonas coccooides*. מין אחר מהסוג *Chlamydomonas*, הופיע בדיגום מאי 2003, אם כי בריכוז קטן יותר ורק בפני השטח בפתח הקישון.
4. Cryptophyceae - בחלק ניכר מהדיגומים פרחו אצות מקבוצה זו, בעיקר בשתי התחנות במעלה הנחל. בדיגום זה הן הופיעו בריכוז נמוך בסדר גודל יחסית לשלוש שנים קודמות.

איור 14: השוואת ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי מאי 2003-2007, נחל הקישון המלוח



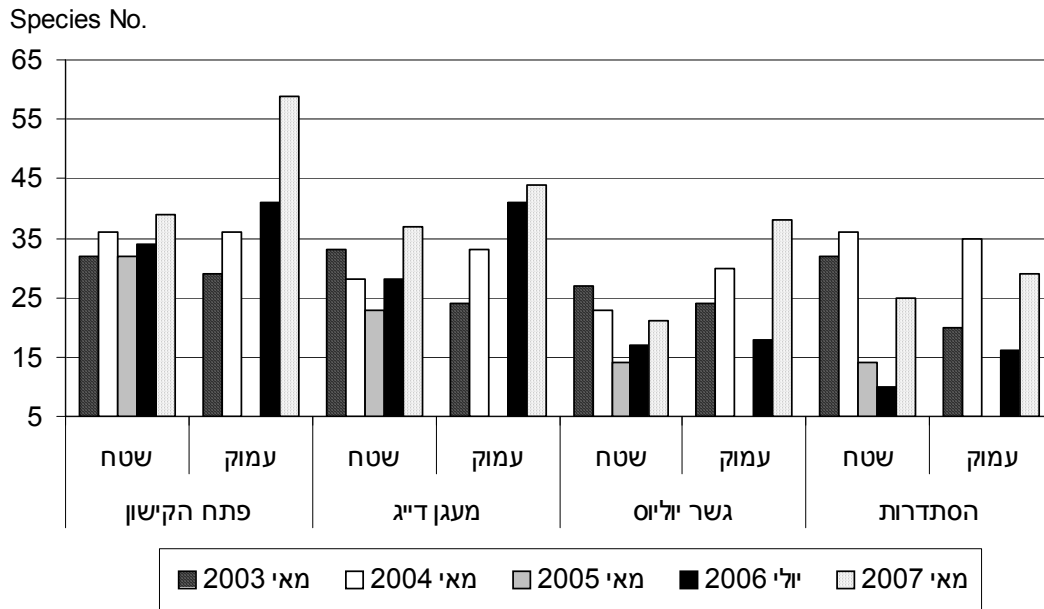
איור 15 : השוואת הביומסה של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי מאי 2003-2007



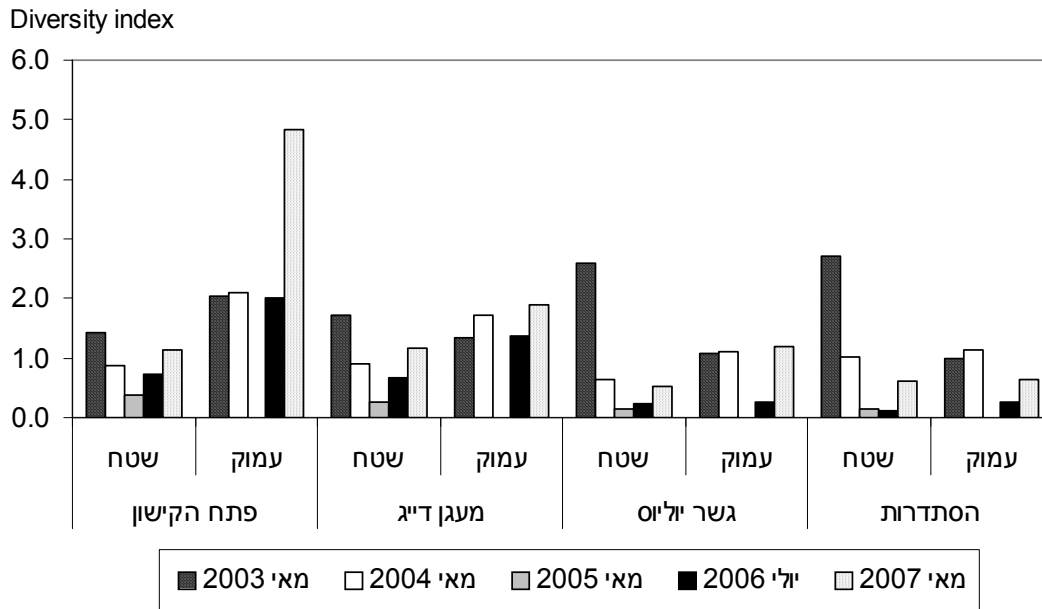
מגוון המינים

מספר המינים ואינדקס השונות (המחושב כמספר המינים/שורש ריבועי של הביומסה) היה גדול ברוב הדגימות בדיגום זה במאי 2007 יחסית ליולי 2006. (איורים 16,17). ככל שמספר המינים ואינדקס השונות גבוהים יותר כן המצב הסביבתי טוב יותר. אינדקס השונות עולה כבר מ- 2005 בדגימות פני השטח בשלוש תחנות : גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון

איור 16 : השוואת מספר מיני המיקרופלנקטון בדיגומי מאי 2003-2007



איור 17 : אינדקס השונות בדיגומי מאי 2003-2007, נחל הקישון המלוח



4. סיכום

1. עמודת המים בכל התחנות משוכבת מבחינת מליחות וטמפרטורה. כללית, המליחות עולה לכוון מורד הנחל. הטמפרטורות בפני השטח דומות בכל התחנות. השכבה העמוקה קרה יותר מהשכבה העליונה בכ-1-2 מעלות צלזיוס וטמפרטורות בעומק דומות בכל התחנות.
2. בכל התחנות, המים בחלק העליון של העמודה רוויים ביתר בחמצן, ככל הנראה כתוצאה מפריחת אצות. בפתח נמל הקישון רווית היתר נשמרת עד לעומק של כ-4 מ', במעגן הדייג עד כ-1 מ' ואילו בגשרי יוליוס סימון וההסתדרות המים רוויים בחמצן עד כ-0.3 מ'. כבר ב-0.7 מ' עומק אחוז הרוויה יורד ל-80% בגשר יוליוס סימון (ריכוז קצת מעל 5 מג"ל) ואילו בגשר ההסתדרות אחוז הרוויה יורד ל-69% (4.7 מג"ל – ריכוז המסמן עקה ביולוגית). ריכוז החמצן ואחוז הרוויה בפתח נמל הקישון ובמעגן הדייג יורדים בצורה מתונה עם עליה בעומק המים ואילו בגשר יוליוס סימון ריכוז החמצן ואחוז הרוויה היה אחיד מ-0.7 מ' עד הקרקעית. רק בגשר ההסתדרות הערכים ירדו בצורה חדה והגיעו עד 10% רוויה (0.8 מג"ל בלבד). בשלוש התחנות האחרות לא נמדדו ריכוזי חמצן נמוכים מ-5 מג"ל, הוא הגבול שמתחתיו תתקיים עקה ביולוגית.
3. ה-pH בגשר ההסתדרות קטן יותר מהערכים שנמדדו בשלוש התחנות האחרות ככל הנראה בגלל תהליכי נשימה מוגברים המתבטאים גם בירידה חדה בריכוז החמצן. ה-pH עלה לכוון מורד הנחל עד לערכים דומים לאלה הנמדדים במי ים. pH בגשר ההסתדרות, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון היה בעיקרו אחיד לעומק עמודת המים כאשר בפני השטח בפתח נמל הקישון ובמעגן הדייג ה-pH היה נמוך במקצת מאשר ביתר עומקי הבדיקה. ה-pH עלה לכוון מורד הנחל עד לערכים דומים לאלה הנמדדים במי ים.
4. המים בגשר יוליוס סימון היו העכורים ביותר. בגשר ההסתדרות ובמעגן הדייג העכירות עלתה בצורה מתונה עם עליה בעומק במים. בגשר יוליוס סימון העלייה בעכירות הייתה מתונה עד כ-1.5 מ' עומק אז עלתה בצורה חדה עד לכ-30 NTU קרוב לקרקעית.
5. הריכוזים הגבוהים ביותר של חומר מרחף נמדדו בדגימות עומק בגשרי ההסתדרות ויוליוס סימון. הריכוזים ביתר הדגימות נמוכים במקצת ודומים. כללית, ריכוזי החומר המרחף בדיגום זה היו גדולים יותר מהריכוזים שנמדדו בדיגומי 2006 וקטנים יותר מאלה שנמדדו בדיגום אוקטובר 2005, אך עדיין גבוהים אבסולוטית.
6. ריכוזי הנוטריאנטים והכלורופיל בדגימות פני השטח גדולים בהרבה מהריכוזים בדגימות העומק, בכל תחנות הדיגום. יוצא מהכלל הוא ריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות שהיה גבוה יותר בדגימת העומק. הריכוזים יורדים בכוון מורד הנחל, במיוחד בפני השטח.
7. המים בארבע תחנות הדיגום מדורגים ברמת זיהום (דרגת איאורופיקציה) גבוהה לגבי N ו-P. רק בדגימת העומק של מעגן הדייג דרגת האיאורופיקציה בינונית לגבי N ובדגימת העומק של פתח נמל הקישון הדרגה נמוכה לגבי N.
8. ריכוז הכלורופיל בדגימת העומק בגשר ההסתדרות מצביע על מצב היפר-איאורופי ואילו ביתר הדגימות מצב הוא של איאורופיקציה גבוהה. רק בדגימת העומק של מעגן הדייג דרגת האיאורופיקציה בינונית ובדגימת העומק של פתח נמל הקישון הדרגה נמוכה, בדומה לממצא לגבי N.

9. ניתוח רב שנתי מראה כי ריכוז כלורופיל בפני השטח היה בדרגת איאורופיקציה גבוהה או היפר-איאורופית ללא מגמה ברורה בזמן. בדגימות העומק ברוב המקרים הריכוזים הצביעו על רמת איאורופיקציה בינונית או נמוכה עם מספר חריגות, במיוחד בגשר ההסתדרות
10. ריכוזי הפוספאט בפני השטח ירד בין מאי 2003 למאי 2005 ונשאר נמוך עד יולי 2006. בשני הדיגומים האחרונים, אוקטובר 2006 ומאי 2007 נמדדה עליה בריכוזי הפוספאט. בדגימות העומק לא ניתן להבחין בשינויים בין הדיגומים אך בולטת העונתיות בריכוזים במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות.
11. בניגוד לפוספאט, ובדומה לריכוז הכלורופיל, לא נראית מגמה של שינוי עם הזמן בריכוז החנקן הכללי, לא בדגימות פני השטח ולא בדגימות העומק. ריכוזים של החנקן הכללי גבוהים יותר בדיגום זה מאשר ברוב הדיגומים הקודמים להוציא דגימת עומק בפתח נמל הקישון.
12. לא נראית מגמה של שינוי עם הזמן בריכוזי החמצן. דגימות פני השטח רוויות עד רוויות יתר בחמצן ואילו בעומק הריכוזים בדרך כלל קטנים מ-5 מג"ל, במצב של עקה ביולוגית עד אנוקסיה. בדיגום מאי 2007 רק בגשר ההסתדרות המים העמוקים היו כמעט אנוקסים ולא ביתר התחנות.
13. ריכוז התאים הביומסה וריכוז הכלורופיל גבוהים יותר בפני השטח יחסית לעומק בכל התחנות מלבד בגשר ההסתדרות. הביומסה וריכוז הכלורופיל דומים בפתח הקישון ובמעגן הדייג, והם עולים בכיוון מעלה הנחל בשני העומקים.
14. נמצאו הבדלים בהרכב מיני האצות בין התחנות השונות ובין שני עומקי הדיגום, ככל הנראה בעיקר בגלל שוני במליחות המים. בדגימות העמוקות ובפני השטח בתחנת פתח הקישון המליחות דומה לזו של מי הים ולכן נמצאו בהן בריכוז גבוה יותר מגוון מינים המאפיינים מי ים, כמו הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. ומיני צורניות ודינופלגלטים ימיים, שבחלקם מהווים אינדיקטורים למים איאורופיים. במים בעלי המליחות הנמוכה יחסית שבפני שטח נמצאו בריכוז גבוה יותר מיני ירוקיות, במיוחד הפלגלט מקבוצת הירוקיות *Chlamydomonas coccooides*, ומיני צורניות כמו המין *Cyclotella* sp. המאפיינות גופי מים מתוקים יותר. גם הפלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, המאפיינים את הקישון ומאפיינים מים בעלי מליחות נמוכה יחסית למי ים, הופיעו כבעבר בריכוז גבוה יותר בשתי התחנות במעלה הנחל.
15. בדיגום זה בלטה פריחה של הפלגלט מקבוצת הירוקיות מהמין *Chlamydomonas coccooides*. בנוסף נצפתה פריחה של המינים *Thalassiosira* ו- *Navicula* sp., *Cyclotella* spp. ו- *pseudonana* מקבוצת הצורניות.
16. מספר המינים גדול יותר בדיגום זה לעומת יולי 2006 בכל התחנות. נמצאה ירידה הדרגתית במגוון המינים לכיוון מעלה הנחל. בדגימות פני השטח מספר מינים קטן יותר מאשר בדגימות העמוקות בכל תחנה.
17. ביומסת האצות וריכוז הכלורופיל מצביעים על איאורופיקציה בדרגה גבוהה בכל דגימות פני השטח ובשתי התחנות העמוקות במעלה הנחל ב- 4 השנים האחרונות. בכל זאת ניתן לראות מגמה של ירידה מסוימת בפרמטרים אלה בשנתיים האחרונות, במיוחד בפני השטח בתחנות גשר יוליוס סימון וגשר ההסתדרות יחד עם עלייה במגוון המינים ובאינדקס 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.