



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 אוקטובר 2006**

דו"ח חיא"ל H15/2007

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

מרץ 2007

מוגש לרשות נחל הקישון

1. מטרת המחקר

מטרה 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.

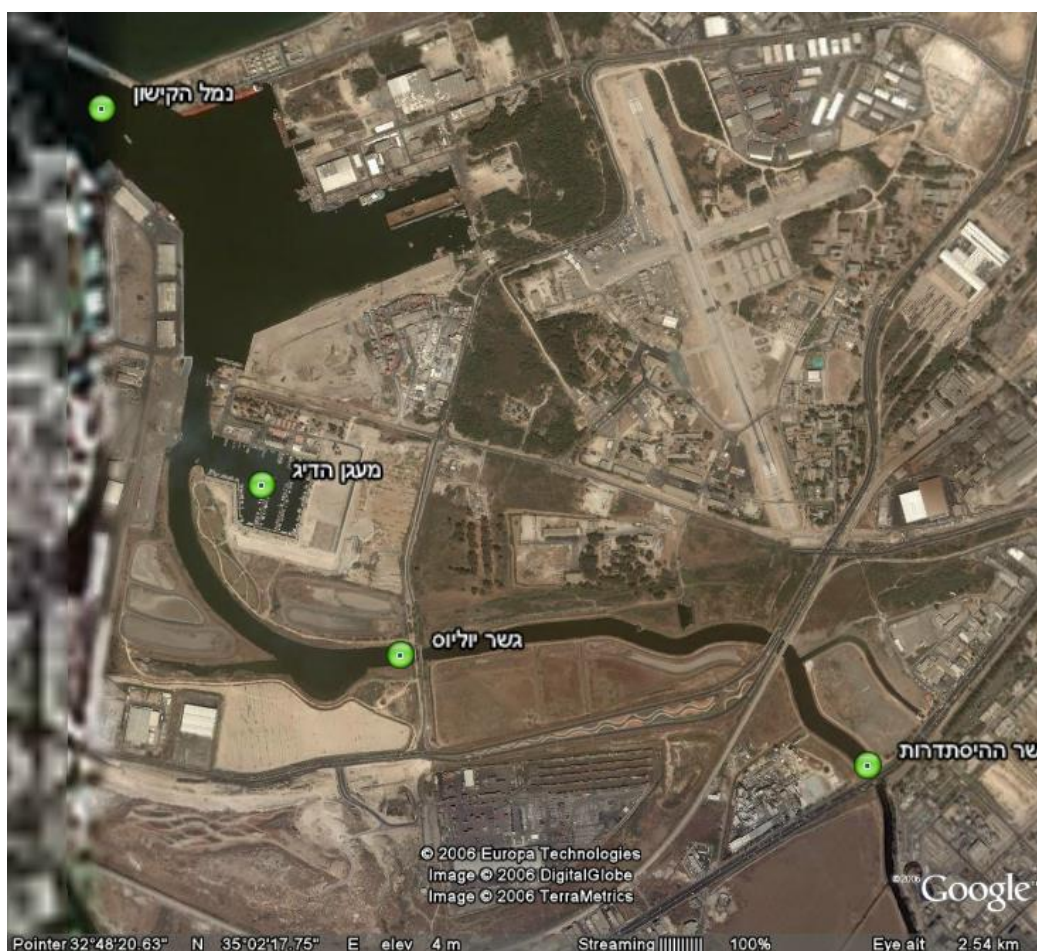
2. דיגום ושיטות

ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-24 באוקטובר 2006 (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 פוטומטרית וזרימה מקוטעת במכשיר Skalar SAN^{plus} systems בשיטות המפורטות ב- [Kress and Herut, 2001]; דגימות מים לקביעת כלורופיל סוננו דרך פילטרים GF/F (0.7µm) [IOC-SCOR-UNESCO, 1994]. 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	32° 48.899'	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

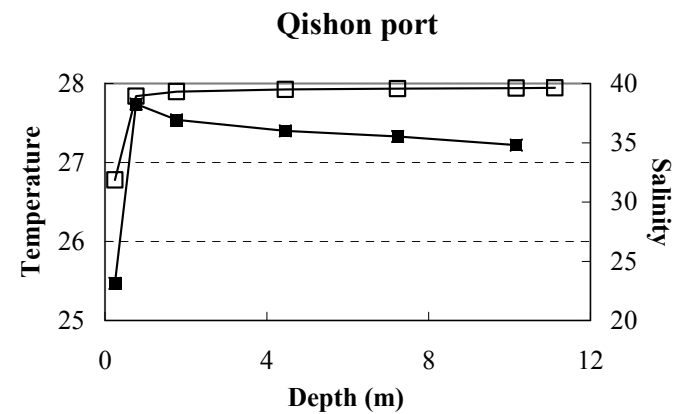
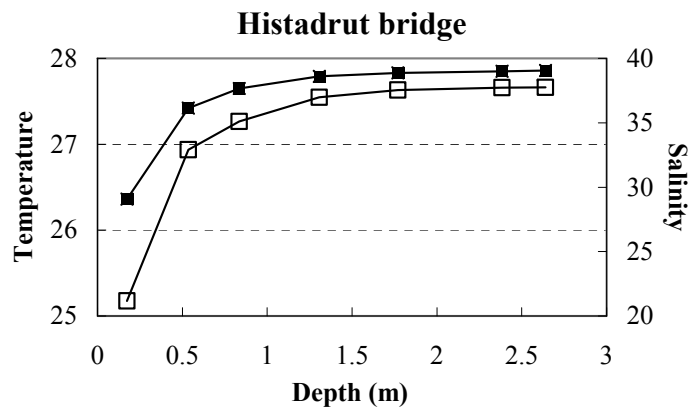
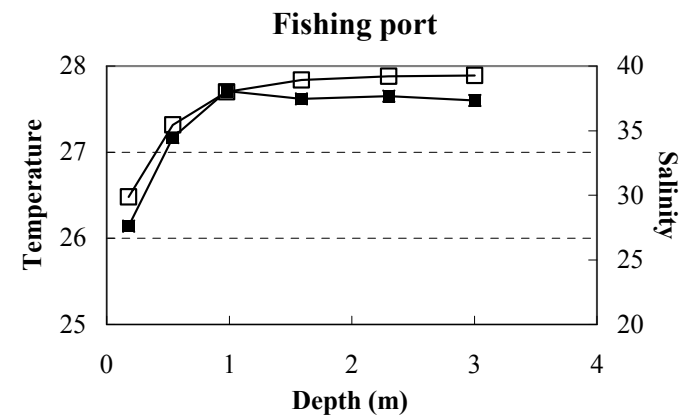
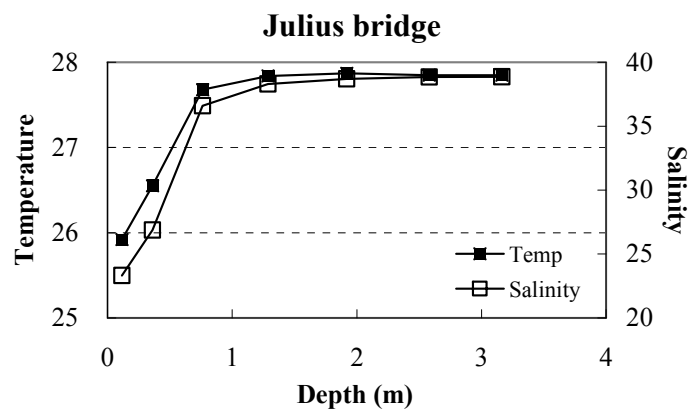
פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים 2-4. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט+ניטריט, ניטריט, אמוניה, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המרחף (suspended particulate matter – SPM) בדגימות מי שטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

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-21.2 עד 31.9 לעומת 37.7 עד 39.6 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 הגדולים יחסית לדיגומים אחרים (ראה להלן). הטמפרטורות בפני השטח דומות בכל התחנות. השכבה העמוקה קרה יותר מהשכבה העליונה בכ-1-2 מעלות צלזיוס ובעלת טמפרטורות דומות (איור 2).

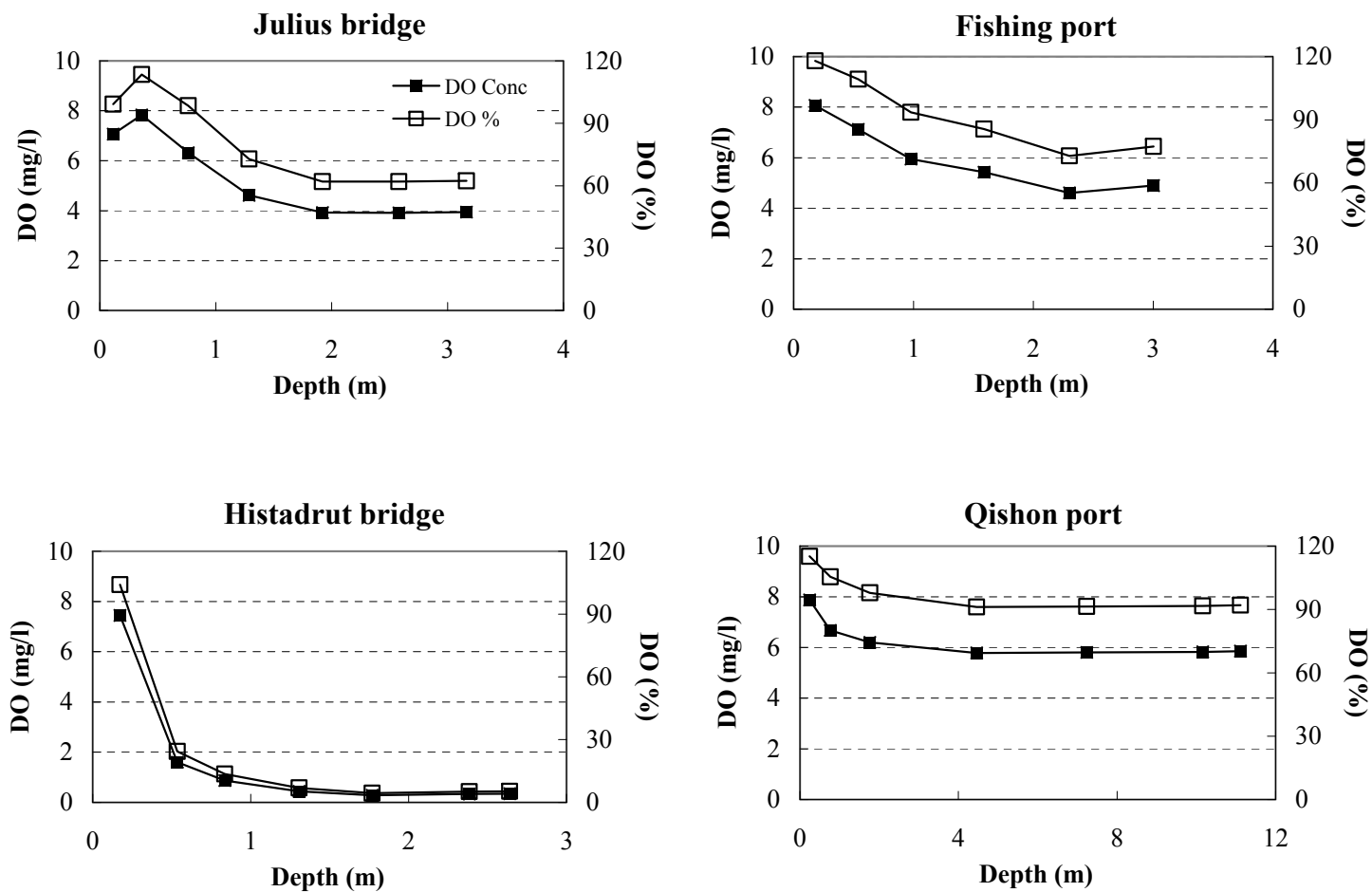
מי השטח רוויים בחמצן, כאשר במעגן הדייג ופתח נמל הקישון הם רוויים ביתר. ריכוזי החמצן ואחוז הרוויה ירדו בצורה חדה עם עליה בעומק המים בגשרי ההסתדרות ויוליוס ובמעגן הדייג לערכים של 5.3, 62 ו-77%, בהתאמה. הריכוזים ירדו מתחת ל-5 מג"ל, הוא הגבול שמתחתיו תתקיים עקה ביולוגית, כבר בעומק מים של כ-0.5 מ' בגשר ההסתדרות, ב-1.5 מ' בגשר יוליוס וב-2 מ' במעגן הדייג (איור 3). בתחנה בפתח נמל הקישון החמצן ירד במתינות מפני השטח עד לעומק של 4 מ' ואחר כך נשאר קבוע עד הקרקעית עם 5.8 מג"ל ו-92% רוויה. בדומה לדיגומים קודמים, התחנה המושפעת ביותר הייתה תחנת גשר ההסתדרות. ריכוזי החמצן ב-0.5 מ' היה קטן מ-2 מג"ל המצביע ומצביע על היפוקסיה. החל מעומק מים של כ-1.5 מ' הריכוז הגיע קרוב ל-0 מג"ל. הירידה בריכוזי החמצן לעומק עמודת המים נובעת מתהליכי נשימה (צריכת חמצן לפירוק חומר אורגני) (איור 3).

ערכי ההגבה (pH) נמצאו בתחום שבין 7.8 ל-8.5 (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 קטן יותר מהערכים שנמדדו בשלושת התחנות האחרות ככל הנראה בגלל תהליכי נשימה מוגברים המתבטאים גם בירידה חדה בריכוזי החמצן. pH בגשר ההסתדרות, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון היה בעיקרו אחיד לעומק עמודת המים כאשר בפני השטח בפתח נמל הקישון ה-pH היה נמוך במקצת מאשר ביתר עומקי הבדיקה. בגשר יוליוס ה-pH עלה עד למקסימום ב-0.8 מ' ולאחר מכן התייצב על ערך גבוה יותר מאשר בפני השטח. ה-pH עלה לכוון מורד הנחל עד לערכים דומים לאלה הנמדדים במי ים.

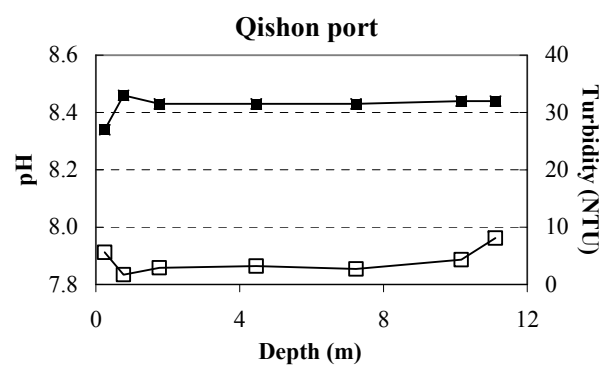
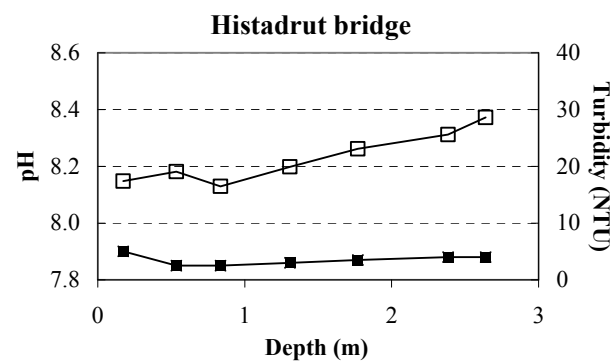
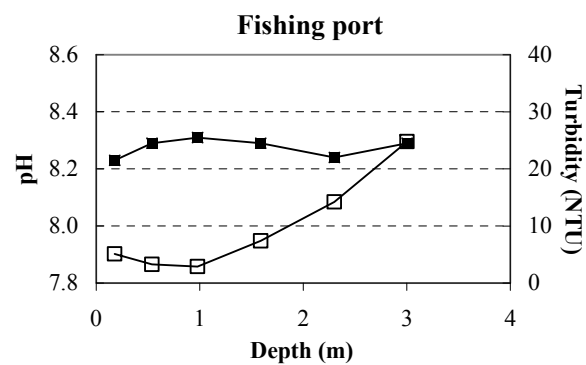
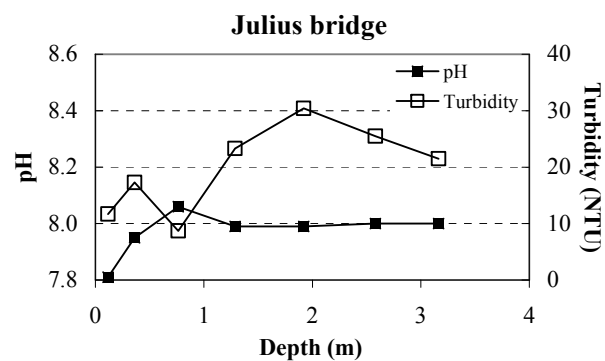
איור 2 : פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2006.



איור 3 : פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רוויה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2006.

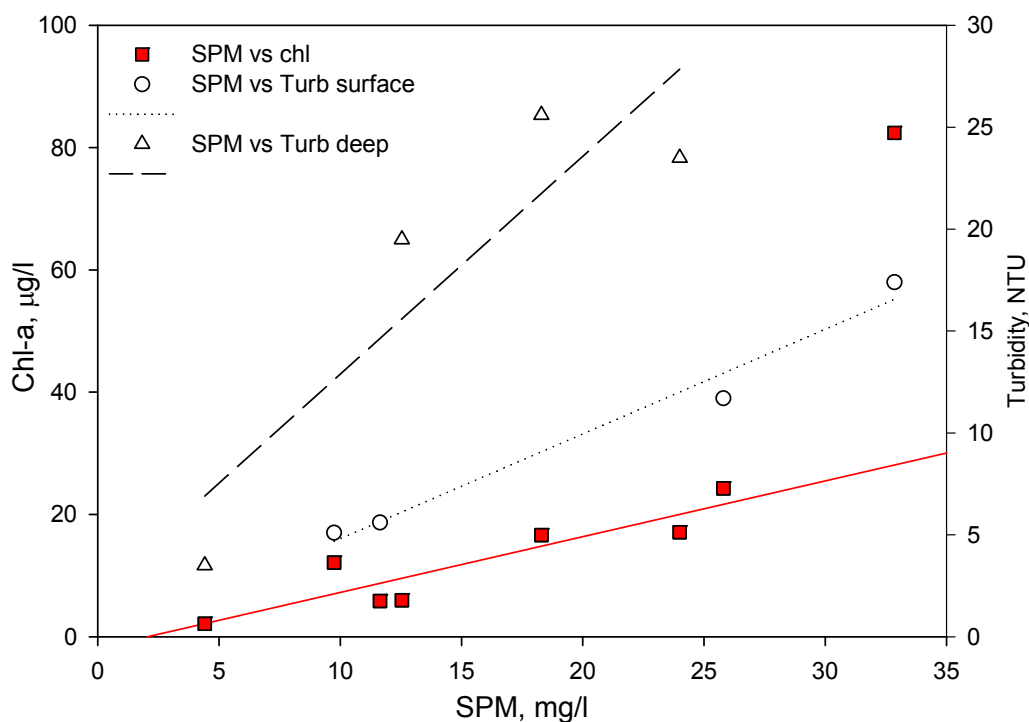


איור 4: פרופיל עומק של pH ועכירות (NTU) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2006.



ערכי העכירות היו בתחום NTU 1.7-30.4. המים בשתי תחנות המעלה היו עכורים יותר מאשר בתחנות המורד (מעגן הדייג ופתח נמל הקישון) (איור 4). בגשר ההסתדרות מבחינים במקסימום עכירות בכ-2 מ' עומק מים ואילו בגשר יוליוס העכירות משתנה עם העומק. במעגן הדייג נמצאה עלייה בעכירות המים עם העומק לערכים הדומים לאלה שנמדדו בגשרים. בפתח נמל הקישון פרופיל העומק של עכירות המים היה כמעט אחיד, עם ערכים גדולים במקצת בפני השטח וקרוב לקרקעית. הריכוזים הגדולים ביותר של חומר מרחף נמדדו בגשרי ההסתדרות ויוליוס, כאשר במעגן הדייג ובפני השטח של פתח הקישון הריכוזים דומים ונמוכים יותר. הריכוז המינימלי נמדד בדגימת העומק של פתח נמל הקישון (טבלה 1). כללית, ריכוזי החומר המרחף בדיגום זה היו דומים לריכוזים שנמדדו ביולי 2006 וקטנים יותר מאלה שנמדדו בדיגום אוקטובר 2005. הריכוזים דומים לאלה שהתקבלו בתוכנית הניטור הלאומית בשנת 2005 (חרות וחבריו, 2006). נמצא קשר ישר בין ריכוז החומר המרחף לעכירות המים לדגימות פני שטח לחוד לדגימות העומק לחוד (איור 5). השוואת הנתונים לאלה הקיימים במאגר הנתונים של חקר ימים אשר חלקם פורסמו בספרות (Herut and Kress, 1997) מראה כי הריכוזים שנמדדו בגשר יוליוס בשנת 1995 (בין 80-120 מג"ל) היו גדולים יותר מאלה שנמדדו בדיגום זה ובדיגום אוקטובר 2005.

איור 5: הקשר בין ריכוז החומר המרחף לבין כלורופיל ועכירות המים, אוקטובר 2006.



טבלה 1: ריכוזי נוטריאנטים, כלורופיל ופרמטרים נוספים במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2006.

Station	Depth	Temp	Sal	O ₂		pH	Tur	SPM	Chl-a
	m	°C		mg/l	%		NTU	mg/l	µg/l
Qishon Harbor (QHb)	0.24	25.47	31.86	7.88	115.2	8.34	5.6	11.6	5.82
	9.0	27.28	39.6	5.81	91.5	8.43	3.5	4.4	2.14
Fishing Harbor (FHb)	0.18	26.14	29.87	8.07	118	8.23	5.1	9.7	12.1
	2.60	27.63	39.25	4.75	75	8.27	19.5	12.5	5.97
Julius Bridge (JBr)	0.12	25.92	23.31	7.07	99.2	7.81	11.7	25.8	24.3
	2.80	27.85	38.86	3.93	62.1	8	23.5	24.0	17.1
Histadrut Bridge (HBr)	0.17	26.36	21.16	7.45	104.1	7.90	17.4	32.9	82.4
	2.40	27.85	37.73	0.33	5.2	7.88	25.6	18.3	16.6

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	0.24	251	3.51	28.8	0.40	28.8	0.40	309	4.32	3.84	0.12	48.2
	9.0	1.40	0.02	0.1	0.001	0.87	0.01	2.4	0.03	0.17	0.01	3.14
FHb	0.18	327	4.58	31.0	0.43	48.7	0.68	407	5.69	4.15	0.13	85.5
	2.60	52.4	0.73	5.35	0.07	9.48	0.13	67	0.94	1.54	0.05	13.8
JBr	0.12	669	9.37	86.0	1.20	156	2.18	911	12.75	9.38	0.29	130
	2.80	97.5	1.37	11.2	0.16	20.9	0.29	130	1.81	2.91	0.09	23.0
HBr	0.17	931	13.04	133	1.86	244	3.42	1309	18.32	9.72	0.30	150
	2.40	165	2.30	19.4	0.27	90.0	1.26	274	3.84	6.16	0.19	42.0

* 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 מי השטח בדיגום זה מדורגים ברמת זיהום (דרגת איאטרופיקציה) גבוהה לגבי N ו-P ואילו מי העומק ברמה נמוכה עד גבוהה. הרמות הנמוכות נמדדו במי העומק בפתח נמל הקישון. ריכוז הכלורופיל בפני השטח בגשר ההסתדרות מצביע על מצב היפר-איאטרופי ואילו בפני השטח בגשר יוליוס על מצב של איאטרופיקציה גבוהה. בכל יתר הדגימות, להוציא דגימת העומק בפתח נמל הקישון, ריכוז הכלורופיל נמצא ברמת איאטרופיקציה בינונית. רק דגימת העומק בכניסה לנמל הקישון נמצאת בתחום של דרגת איאטרופיקציה נמוכה (טבלה 2). נמצא קשר לינארי בין ריכוז הכלורופיל לבין כמות החומר המרחף (איור 5) 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

	Hyper-eutrophic	Eutrophic state		
		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		

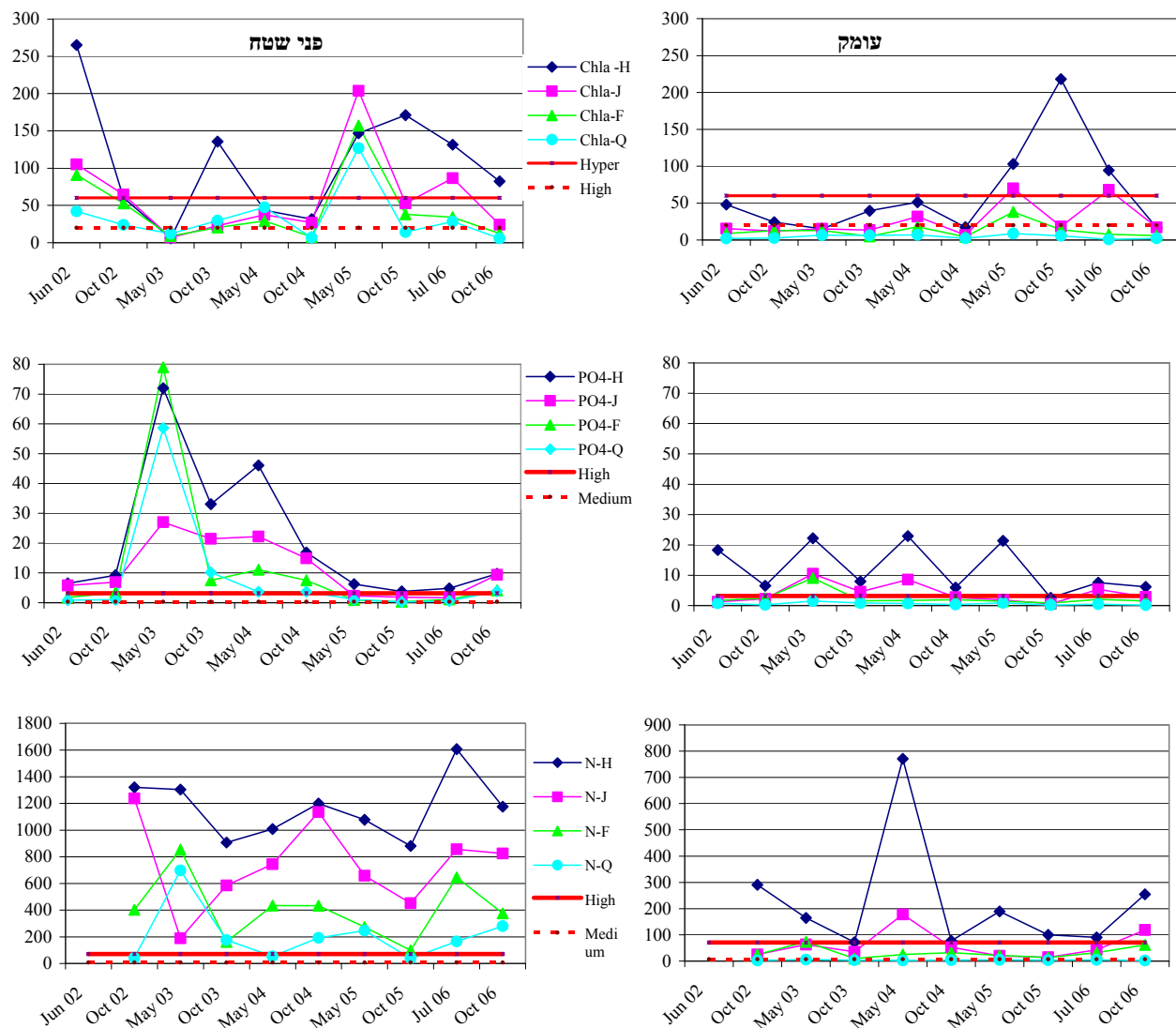
TDN - total dissolved nitrogen; TDP - total dissolved phosphorus; DO - dissolved oxygen; A- anoxia ($\text{DO} = 0 \text{ mg/L}$); HY - hypoxia ($0 < \text{DO} < 2 \text{ mg/L}$); biological stress ($2 < \text{DO} < 5 \text{ mg/L}$)

ניתוח רב שנתי

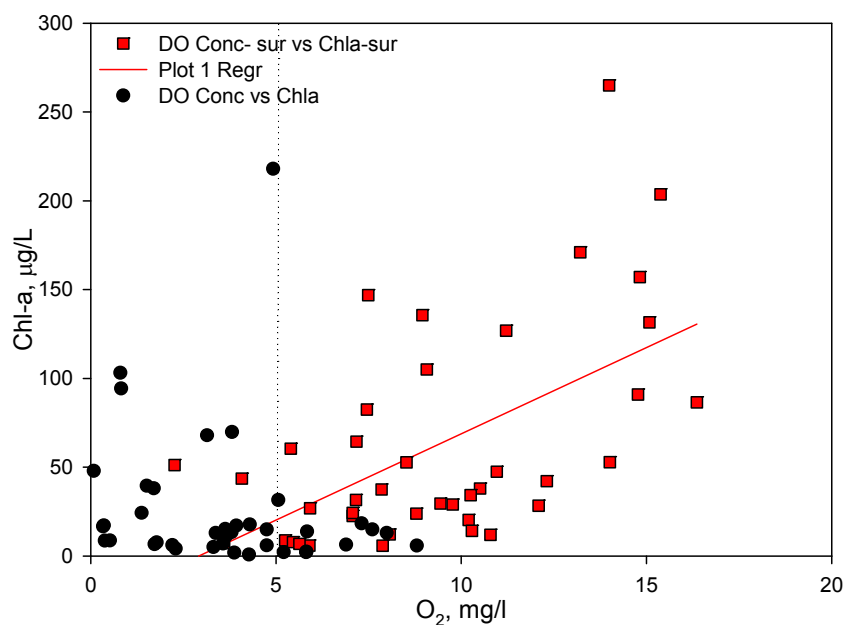
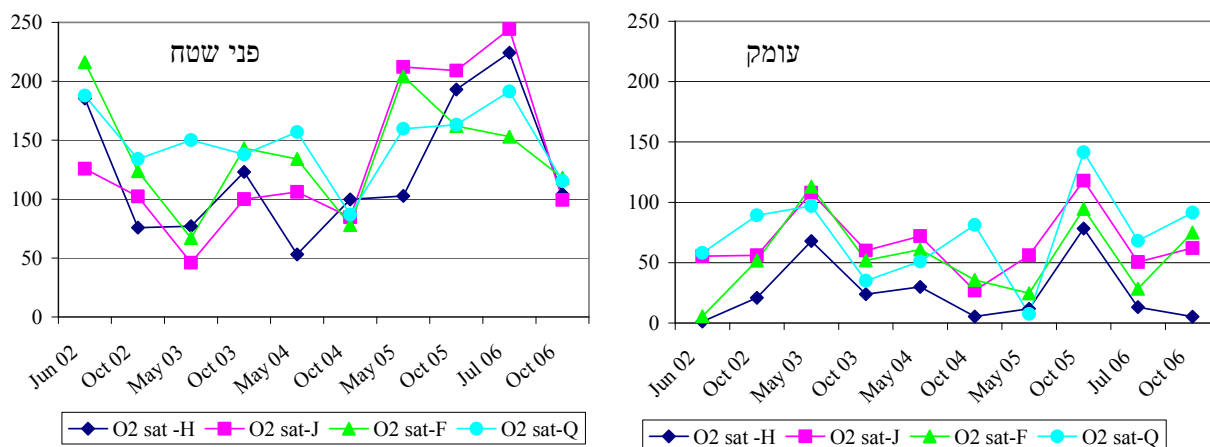
איור 6 מציג את תוצאות ריכוזי הכלורופיל, הפוספאט וחנקן כללי בכל הדיגומים באזור מאז יוני 2002. ריכוז כלורופיל בפני השטח היה בדרגת איטרופיקציה גבוהה או היפר-איטרופית ברוב המקרים, למעט במאי 2003 בכל התחנות, אוקטובר 2004 ו-2006 במעגן הדיגוי ופחת הקישון ובאוקטובר 2005 בפתח הקישון. לא ניכרת מגמה של שינויי עם הזמן. בדגימות העומק ברוב המקרים הריכוזים הצביעו על רמת איטרופיקציה בינונית או נמוכה עם מספר חריגות, במיוחד בגשר ההסתדרות במאי ואוקטובר 2005 וביוני 2006. מריכוזי הפוספאט בפני השטח ניתן לראות כי הריכוזים בארבעת הדיגומים האחרונים קטנים יותר מהריכוזים שנמדדו בדיגומים ממאי 2003 עד אוקטובר 2004. יש לציין כי הריכוזים בדיגום זה, אוקטובר 2006 גדולים במקצת מאלה שנמדדו בשני הדיגומים הקודמים. בדגימות העומק לא ניתן להבחין בשינויים בין הדיגומים אך בולטת העונתיות בריכוזים במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות. יתכן והערך הנמוך שנמדד בדיגום יולי 2006 (ולא במאי) מייצג מצב דומה יותר לסתיו מאשר באביב.

בניגוד לפוספאט, ובדומה לריכוז הכלורופיל, לא נראית מגמה של שינוי עם הזמן בריכוז החנקן הכללי, לא בדגימות פני השטח ולא בדגימות העומק. 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 7). איור 7 מראה גם את הקשר הליאנרי הישר הקיים בין ריכוז החמצן (וגם אחוז הרוויה- לא באיור) לכלורופיל בפני השטח בכל התחנות ובכל הדיגומים. לעומת זאת, בדגימות העומק ריכוזי החמצן ברוב המקרים קטנים מ-5 מג"ל, מה שמראה על מצב של עקה ביולוגית עד אנוקסיה בעומק הקישון המלוח בין 2002 ל-2006.

איור 6 : ריכוז כלורופיל (מיקרוגרם לליטר) פוספאט וחנקן (מיקרומולר) במים מפני השטח ועומק בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח בעשרה דיגומים. H – גשר ההסתדרות, J – גשר יוליוס, 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 ובעומק.



איור 7: אחוז רווית החמצן במים מפני השטח ועומק בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח בעשרה דיגומים. H – גשר ההסתדרות, J – גשר יוליוס, F – מעגן הדיג, Q – פתח נמל הקישון. **פנל תחתון:** הקשר בין ריכוז חמצן לריכוז כלורופיל בדגימות פני השטח (ריבועים) והעומק (עיגולים). קו אנכי מקווקו מסמן את גבול ה-5 מג"ל (תחילה העקה הביולוגית).



3.2 איפיון המיקרואצות

קבוצות המיקרופלנקטון

כללית, דיגום זה התאפיין בפריחה מסיבית של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* במיוחד בתחנת גשר ההסתדרות בפני השטח (איור 8). אצות נוספות שהופיעו בריכוז גבוה היו האצה *Euglena* sp., שפרחה בעיקר בעומק גשר יוליוס, הפלגלט *Pyramimonas* sp. שפרח גם הוא בפני השטח בגשר ההסתדרות ומיני מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$, שפרחו בפני שטח במעגן הדייג. ריכוז הכחוליות החד תאיות הקטנות מהסוג *Synechococcus*, היה גם הוא גבוה בעיקר בפתח הקישון ובמעגן הדייג (איור 9), אך תרומתן היחסית לביומסה הייתה קטנה מאד (איור 1). בגלל המימדים הקטנים של תאיהן. ביומסת האצות הצורניות והדינופלגלטים הייתה בדרך כלל נמוכה יחסית, להוציא את פני השטח בגשר ההסתדרות (איור 8). הביומסה וריכוז הכלורופיל בפני השטח בגשר ההסתדרות היו גבוהים יחסית לממצאים בכל הדגימות האחרות בדיגום זה (איור 10). הביומסה וריכוזי הכלורופיל ירדו בצורה מתונה מגשר יוליוס לכוון מורד הנחל הן בפני השטח והן בעומק. בדגימות פני השטח ריכוזי התאים, הכלורופיל והביומסה גבוהים יותר יחסית לדגימות העמוקות בכל תחנה (איורים 8-9).

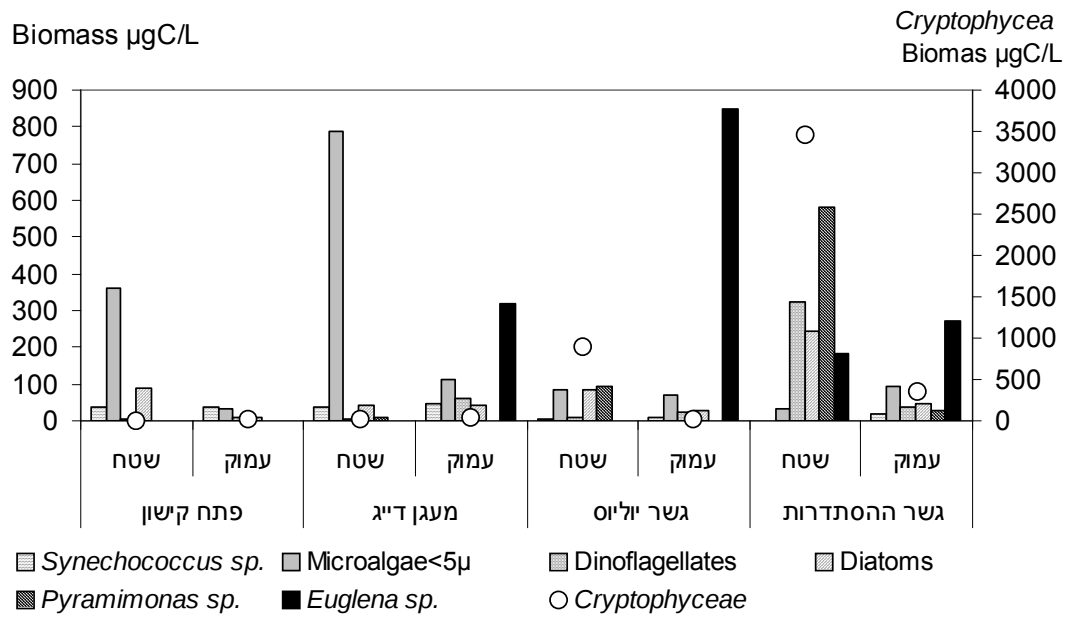
דגימות פני השטח

בתחנות פתח הקישון ומעגן הדייג **ריכוז התאים** הכללי בפני השטח נמצא גבוה יותר (פי 2-3) יחסית לריכוזם בתחנות גשר יוליוס וגשר ההסתדרות (איור 9, טבלה 3). ההבדל נובע מריכוז גבוה של הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. ומריכוז גבוה של מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ (איור 9). לעומת זאת, **הביומסה הכללית** וריכוז הכלורופיל (איור 10) היו גבוהים מאד בגשר ההסתדרות, ירדו בצורה חדה בגשר יוליוס והמשיכו לרדת במתינות במורד הנחל. בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס היו אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* את עיקר הביומסה (איור 11) ואילו בתחנות מעגן הדייג ופתח הקישון היו מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ את עיקר הביומסה.

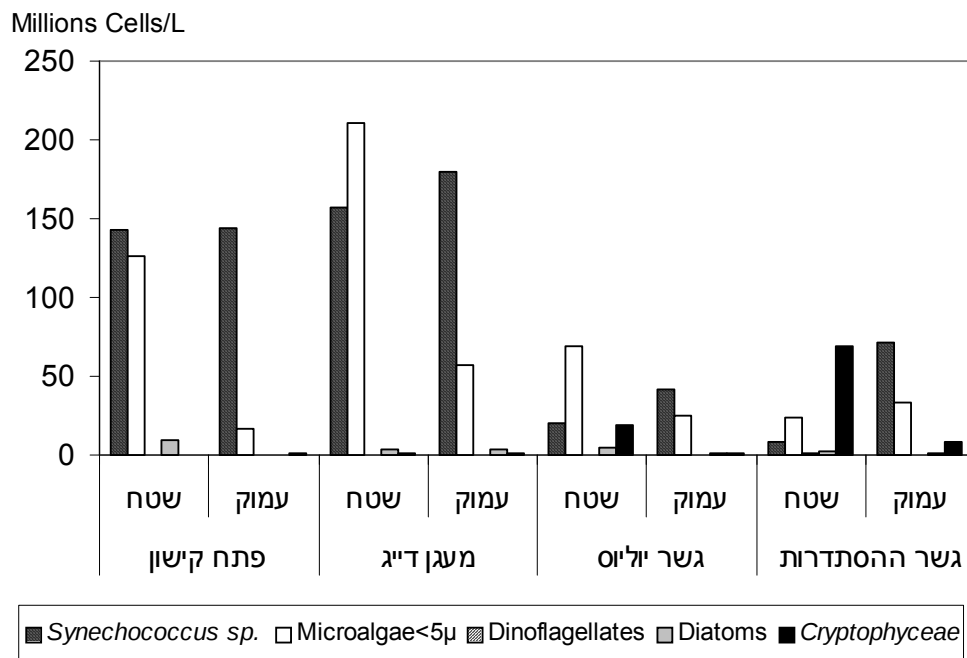
דגימות עומק

ריכוז התאים הכללי הגבוה ביותר בדגימות העומק נמצא במעגן הדייג (2.5×10^8), ואילו הקטן ביותר בגשר יוליוס (7.1×10^7) (איור 9). בכל הדגימות העמוקות היו הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. חלק ניכר מהריכוז הכללי של האצות (איור 12). **הביומסה הכללית** וריכוז הכלורופיל (איור 10) היו דומים בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס, וגבוהים יחסית לשתי התחנות במורד הנחל. בפתח הקישון הביומסה וריכוז הכלורופיל היו הנמוכים ביותר. בפתח הקישון היו הכחוליות החד תאיות והמיקרואצות הקטנות מ- $5\mu\text{m}$ את עיקר הביומסה. בתחנות מעגן הדייג וגשר יוליוס היוותה האצה מהמין *Euglena* sp. את עיקר הביומסה ובגשר ההסתדרות היוותה האצה האחרונה יחד עם אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* את עיקר הביומסה (איור 4).

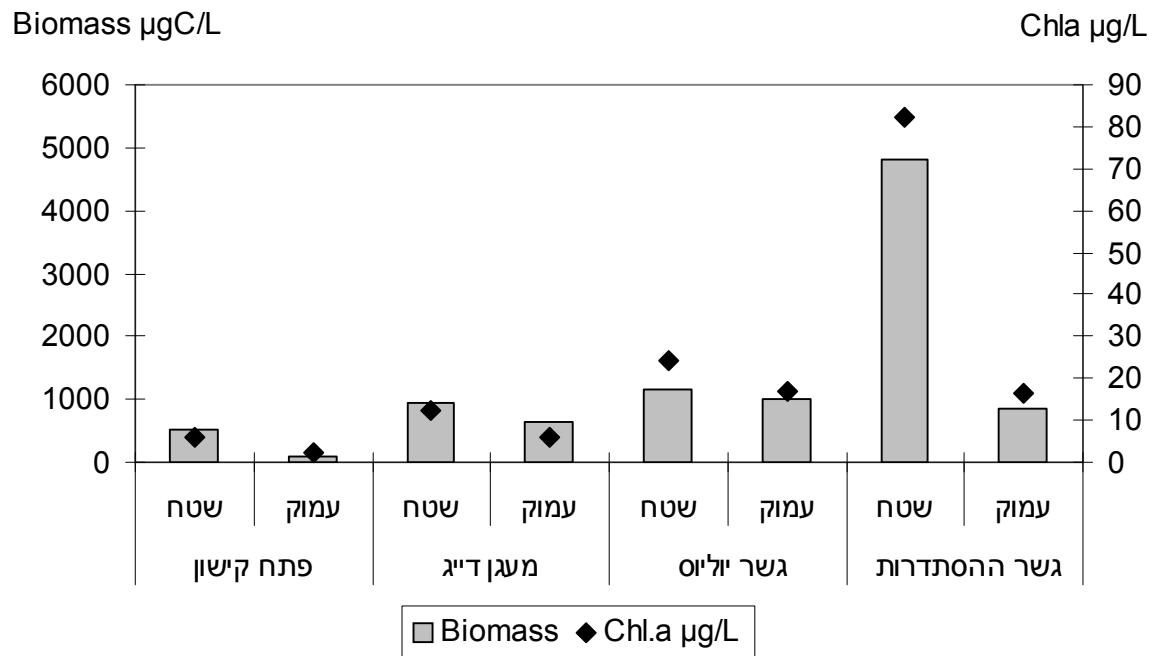
איור 8: התפלגות הביומסה של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



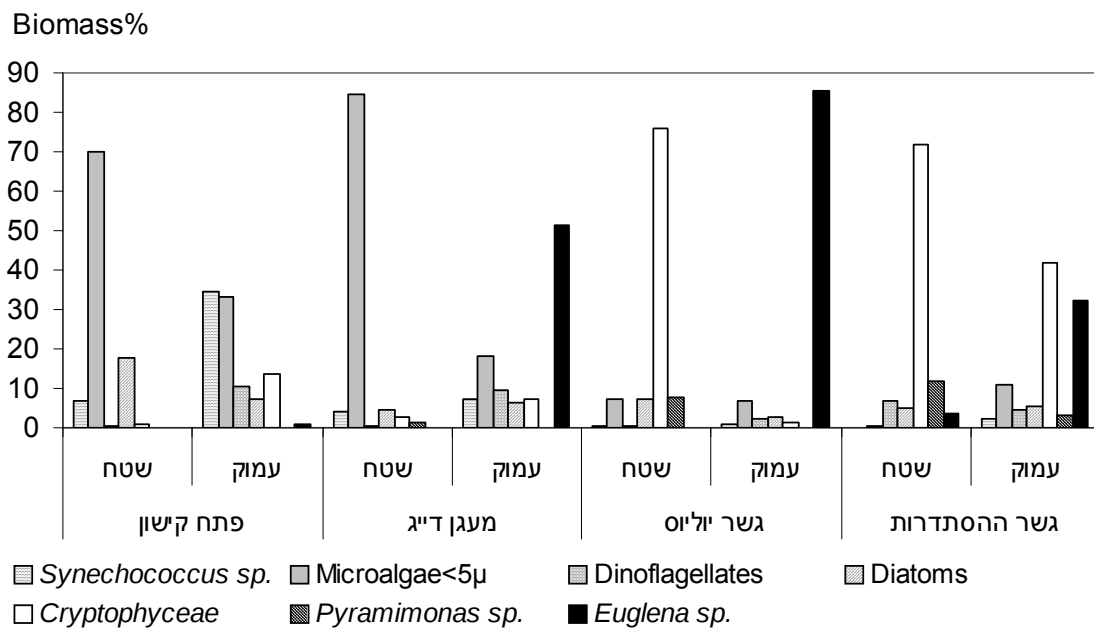
איור 9: התפלגות ריכוז התאים של קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



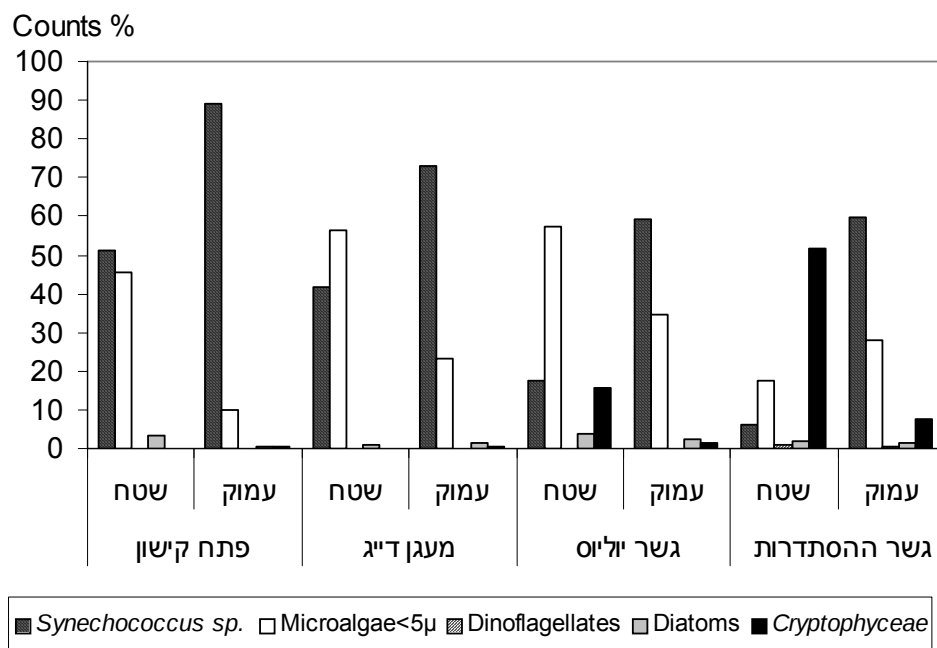
איור 10: התפלגות הביומסה וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות



איור 11: התפלגות באחוזים של ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



איור 12: התפלגות באחוזים של ריכוז קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



הרכב מיני המיקרופלנקטון

מגוון המינים נמצא גדול יותר באופן יחסי לדיגומים קודמים, בעיקר בפתח הקישון ובמעגן, ובדגימת העומק בגשר יליוס. מגוון המינים היה גבוה יותר בדגימות העמוקות לעומת דגימות פני השטח אשר המגוון הנמוך ביותר נמצא בפני השטח בתחנת גשר ההסתדרות (טבלה 4).

הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מבין מיני המיקרופלנקטון השכיחים ביותר בדיגום זה (טבלה 3), ואשר תרומתם לביומסה הייתה המשמעותית ביותר היו אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* ובהם בעיקר המין *Cryptomonas* sp., שפרח בצורה מסיבית בפני השטח בתחנת גשר ההסתדרות והופיע בריכוז גבוה גם בפני השטח בגשר יליוס. בשתי תחנות אלה היוותה קבוצה זו למעלה מ- 70% מהביומסה הכללית (איור 11). קבוצת ה- *Cryptophyceae* היוותה חלק חשוב מהביומסה גם בדגימת העומק של גשר ההסתדרות (42% מהביומסה הכללית).

האצה הירוקה *Euglena* sp. שהחלה להופיע בקישון בפריחות החל מאוקטובר 2005 הופיע גם בדיגום זה בריכוזים גבוהים בכל הדגימות העמוקות, מלבד פתח הקישון. הריכוז הגבוה ביותר נצפה בתחנת גשר יליוס, שם היא היוותה 85% מהביומסה הכללית (איור 11).

מיקרואצות קטנות מ- 5µm, וכוללים בתוכם בעיקר פלגלטים קטנים, אפיינו את המים בפתח הקישון ובמעגן הדיג. הם היוו בתחנות אלה 70% ו- 80% מהביומסה הכללית בהתאמה.

פריחה של האצה *Pyramimonas* sp. מקבוצת ה- *Prasinophyceae* נצפתה בגשר ההסתדרות.

מבין הצורניות השכיחים ביותר היו מיני *Cyclotella* בעיקר בפני שטח תחנת ההסתדרות, מיני *Navicula* sp. קטנים ו המין *Thalassiosira pseudonana* שהופיעו גם בדיגומים קודמים.

מבין הדינופלגטים בלטה הופעה של המין *Gymnodinium* sp. שכנראה ניזון מתאי אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae*, שנצפו לרוב בתוכו. מין זה הופיע בריכוז גבוה ביותר בפני השטח בתחנת ההסתדרות, בה נמצא גם ריכוז גבוה מאד של האצה *Cryptomonas* sp. מין זה כבר נצפה בעבר בדיגומי אוקטובר 2004 ו – 2003.

טבלה 3: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון השכיח ביותר בדגימות הקישון

סוג האצה	פתח נמל הקישון		מעגן הדיג		גשר יוליוס		גשר הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
Cyanobacteria								
<i>Synechococcus</i> sp.	1.4	1.4	1.6	1.8	2.1	4.2	8.5	7.1
(Diatoms) צורניות								
<i>Navicula</i> sp. (10µm)		80	4.1	1.2	1.3	1.5	4.3	1.2
<i>Cyclotella</i> spp.	3.5	180	1560	260	5.4	3900	2.4	3.6
<i>Thalassiosira</i>	9.8	4.3		2.3	2.9			
(Dinoflagellates)								
Unidentified small dinoflagellates 10-20µm	2.5 x10 ⁴	7.3 x10 ⁴	2.5 x10 ⁴	3.3 x10 ⁵	9.0 x10 ⁴	8.4 x10 ⁴	4.5 x10 ⁵	4.5 x10 ⁵
<i>Gymnodinium</i> sp.			1480	2.9		2.2	5.1	
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas</i> spp.	6.6	9.0	7.8	1.8	1.9	8.7	7.0	8.9
<i>Hemiselmis</i> sp.			6.2	2.2	2.3	1.8		1.8
Euglenales								
<i>Euglena</i> sp.	2080	1650	3960	6.6	3050	1.8	7.3	5.7
Prasinophyceae								
<i>Pyramimonas</i> sp.			5.7		4.6		2.9	1.3
Microplankton < 5µm	1.3	1.6	2.1	5.8	6.9	2.5	2.4	3.3
Unidentified small flagellates (<10µm)	3.4 x10 ⁵		3.8 x10 ⁵					
Total Microplankton	2.8	1.6	3.7	2.5	1.2	7.1	1.4	1.2

הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות שכיח

חלק ניכר ממני המיקרופלנקטון הפחות שכיח היו מינים המאפיינים מי ים, והופיעו לכן בריכוזים גבוהים יותר בדגימות העמוקות, בהן המליחות הייתה דומה לזו של מי ים.

מבין הצורניות בלטה הופעתם של שרשראות התאים של מיני *Chaetoceros curvisetus*, והצורנית הגדולה *Streptotheca thamensis*. הופיע מגוון (בעיקר בדגימת העומק בפתח הקישון) מיני *Rhizosolenia*, שהמין השכיח בהם היה *Rhizosolenia setigera*. מין זה הופיע גם בדיגומים קודמים והוא הופיע בריכוז גבוה יותר בכל הדגימות העמוקות. מיני צורניות נוספות שכיחות יותר בקבוצה זו היו *Pseudonitzschia* sp., אשר מינים ממנה ידועים כיצרי פריחות רעילות, ומיני *Thalassiosira* spp.

מבין הדינופלגטים בלטה הופעת מיני *Gymnodinium* שניזונו מתאי אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae*, כמו המינים *Gymnodinium* sp.(1&2). בדגימה העמוקה במעגן הדיג הופיעו מספר

מיני דינופלגלטים בריכוז גבוה יותר משאר התחנות, כמו המין *Prorocentrum micans*, הידוע כיוצר פריחות, כמו מיני *Proto-peridinium* spp. שונים וכמו המין בעל הפוטנציאל הטוקסי *Dinophysis rotundata*.

טבלה 4: ריכוז (תאים/לליטר) המיקרופלנקטון הפחות שכיח בדגימות הקישון

סוג האצה	פתח נמל הקישון		מעגן הדייג		גשר יוליוס		גשר הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
צורניות (Diatoms)								
<i>Achnanthes</i> sp.			1183					
<i>Amphora</i> sp.	20	27		100	125	40		
<i>Asterionella glacialis</i>	1040	1882	43	2740		1295		
<i>Bacillaria paradoxa</i>		20						
<i>Biddulphia</i> sp.		10		7				
<i>Cerataulina pelagica</i>	900	50	240	540		80		
<i>Chaetoceros</i> spp.	740	170	1920	693	25	1540		
<i>Chaetoceros</i> sp. (5um)	2990	350		3600		1740		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	2840	3030	680	1.2x10 ⁴	215	2.2x10 ⁴		1800
<i>Coscinodiscus</i> spp.	160	30		13				
<i>Dactyliosolen</i>		130		33				
<i>Dactyliosolen</i>			10	460				
<i>Diploneis</i> sp.		10						
<i>Entomoneis</i> sp. (1)	120	200			80	220		7
<i>Entomoneis</i> sp.(2)				20		303		98
<i>Guinardia flaccida</i>	15	3				5		
<i>Guinardia delicatula</i>		77				35		
<i>Guinardia striata</i>		27		100		245		
<i>Hemiaulus sinensis</i>								27
<i>Leptocylindrus danicus</i>	200	110	400	460		640		27
<i>Licmophora</i> sp.		7						
<i>Meuniera membranacea</i>		127				45		
<i>Microsolenia simplex</i>	660		1040					
<i>Navicula</i> spp.	220	600	282	180	975	585		156
<i>Nitzschia</i> spp.		33			200			
<i>Nitzschia insignis</i> var. <i>mediterranea</i>		100		40	15	90		
<i>Pleurosigma</i> sp. / <i>Gyrosigma</i> sp		53	3	120		45		
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	1.0 x10 ⁴	1640	3880	1.1 x10 ⁴	210	4.0x10 ⁴		3100
<i>Rhizosolenia alata</i>		80		20				
<i>Rhizosolenia alata</i> var. <i>indica</i>		40						
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>		27				15		
<i>Rhizosolenia imbricata</i>		190	5	40		120		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	560	2398	118	1560	38	670		300
<i>Skeletonema costatum</i>	680							
<i>Streptotheca tamesis</i>		385	120	1580	25	1895		350
<i>Surirella</i> sp.		20						
<i>Surirella fastuosa</i>		10						
<i>Thalassiosira</i> spp.	670	140	90	337	1.1	480	9.9 x10 ⁴	393
<i>Thalassiosira mala</i>		4790		1360		900		
(Dinoflagellates) דינופלגלטים								
<i>Ceratium kofoidii</i>	18	80	13	167		60		
<i>Corythodinium</i> sp.		20						
<i>Dinophysis</i> sp. (1)	10							
<i>Dinophysis</i> sp. (2)	5							
<i>Dinophysis rotundata</i>	5	40		200	5	55		7
<i>Gonyaulax</i> sp. (1)	15	1070	240	1300		140	14	

סוג האצה	פתח נמל הקישון		מעגן הדייג		גשר יוליוס		גשר הסתדרות	
	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק	שטח	עומק
<i>Gonyaulax</i> sp. (2)			120	240				
<i>Gonyaulax</i> spp.	1085	80						
<i>Gonyaulax polygramma</i>	5							
<i>Gymnodinium</i> sp. (1)		690	160	1.4×10^4		9600		
<i>Gymnodinium</i> sp. (2)		300		340				
<i>Gymnodinium elongatum</i>	40							
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>		218	3	380	40	580	14	393
<i>Podolampas palmipes</i>	20							
<i>Prorocentrum balticum</i>			40					
<i>Prorocentrum gracile</i>		7						
<i>Prorocentrum micans</i>	240	1680	720	4080	15	420		
<i>Protoperidinium</i> spp.	60	100	53	1900	55	550		187
Chlorophyceae								
<i>Ankistrodesmus</i> sp.					125		1.0×10^4	
Ebriales								
<i>Hermesinium adriaticum</i>		70	3	73		18		

ניתוח רב שנתי של דיגומי אוקטובר (סתיו)

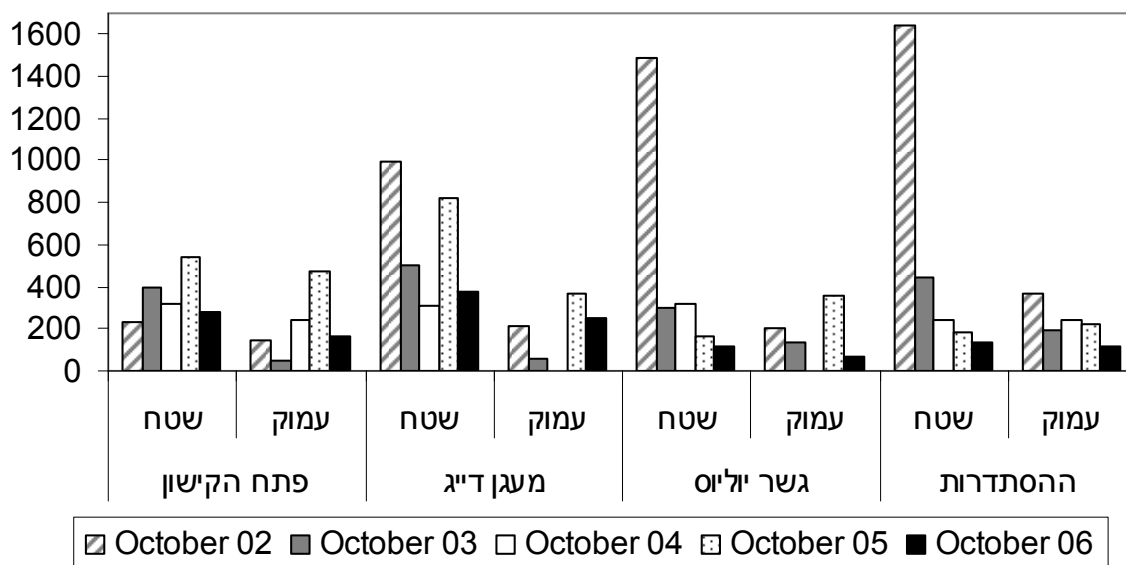
השוואה רב שנתית של חמשת הדיגומים שנערכו באוקטובר מראה על ירידה בריכוז תאי המיקרופלנקטון בדגימות פני השטח בגשרי ההסתדרות ויוליוס ובמידה פחותה גם בדגימות העומק. לא ניכרת ירידה במספר התאים במעגן הדייג ובפתח נמל הקישון (איור 13). כאשר מסתכלים על הביומסה הכללית לא ניתן להצביע על מגמה כל שהיא עם הזמן בכל תחנות הדיגום (איור 14). אולם, בחמשת הדיגומים הביומסה הגדולה יותר הייתה בגשר ההסתדרות והיא ירדה בכוון מורד הנחל.

בחמשת הדיגומים שנערכו באוקטובר נצפו מיני אצות שונים בפריחה כאשר אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו השכיחות מבין יוצרי הפריחות. הן פרחו בדרך כלל בתחנות יוליוס וההסתדרות או באחת מהן בכל הדיגומים. בפתח הקישון ובמעגן הדייג (להוציא 2006) הופיע בדרך כלל פריחה של צורניות: מיני *Chaetoceros* spp. ומיני *Thalassiosira* במיוחד המין *Thalassiosira pseudonana*. ב – 2002 נצפתה פריחה יוצאת דופן של אצות קטנות (2μ) בתחנת ההסתדרות ואילו ב – 2005 נצפתה פריחה גדולה מאד של האצה *Euglena* sp. גם היא בתחנת ההסתדרות. גם ב – 2006 אצה זו פריחה אם כי באופן פחות אינטנסיבי ובעיקר בתחנה העמוקה בגשר יוליוס.

מגוון המינים נבדק באמצעות אינדקס שונות המחושב לפי: מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה (ככל שהאינדקס גבוה יותר עושר המינים רב יותר). מגוון המינים היה גדול יותר בתחנה בפתח נמל הקישון וירד לכוון מעלה הנחל בכל הדיגומים. בדרך כלל מגוון המינים גדול יותר בדגימות העומק בכל תחנת דיגום (איור 15). מגוון המינים באוקטובר 2006 היה הגדול ביותר מבין 5 הדיגומים בכל התחנות, להוציא את גשר ההסתדרות. בגשר ההסתדרות, הן בפני השטח והן בעומק ניכרת ירידה במגוון המינים בין 2002 ל-2005 ועליה באוקטובר 2006 אך לערכים קטנים מאלה של 2002.

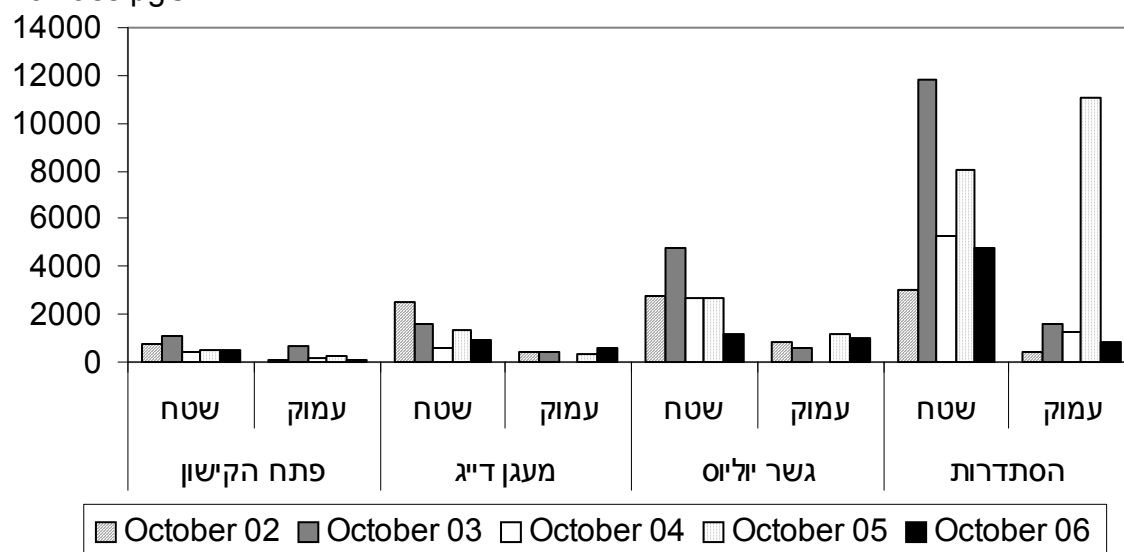
איור 13: השוואת ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר

Millions Cells/L

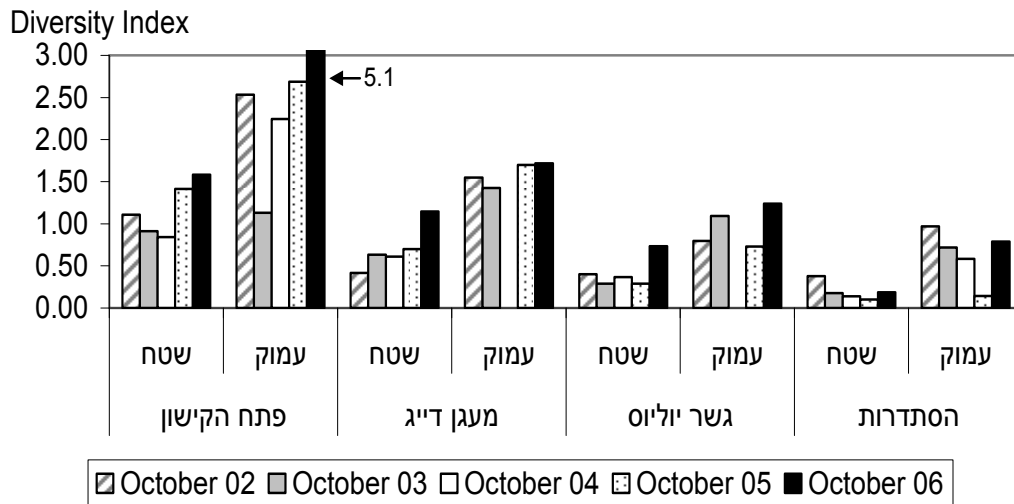


איור 14: השוואת הביומסה של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר

Biomass $\mu\text{gC/L}$



איור 15: מגוון המינים (מבוטא ע"י אינדקס השונות = מס' המינים / שורש ריבועי של הבימוסה) בדיגומי אוקטובר.



4. סיכום

1. עמודת המים בכל התחנות משוכבת מבחינת מליחות וטמפרטורה. כללית, המליחות עולה לכוון מורד הנחל. טמפרטורת פני השטח יורדת במקצת במורד הנחל ובכל התחנות השכבה העמוקה קרה יותר מהשכבה העליונה בכ-1-2 מעלות.
2. בכל התחנות, מי השטח רוויים בחמצן, כאשר במעגן הדייג ופתח נמל הקישון הם רוויים ביתר. ריכוז החמצן ואחוז הרוויה ירדו בצורה חדה עם עליה בעומק המים לערכים של 5.3, 62 ו-77%, בהתאמה, בגשרי ההסתדרות ויוליוס ובמעגן הדייג. הריכוזים ירדו מתחת ל-5 מג"ל, הגבול שמתחתיו תתקיים עקה ביולוגית, בעומק מים של כ-0.5 מ' בגשר ההסתדרות, כ-1.5 מ' בגשר יוליוס וכ-2 מ' במעגן הדייג.
3. ה-pH בגשר ההסתדרות קטן יותר מהערכים שנמדדו בשלושת 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. בגשר ההסתדרות, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון ה-pH היה בעיקרו אחיד לעומק עמודת המים.
4. המים בשתי תחנות המעלה (גשרי ההסתדרות ויוליוס) היו עכורים יותר מאשר בתחנות המורד (מעגן הדייג ופתח נמל הקישון). בגשר ההסתדרות נמצא מקסימום עכירות בכ-2 מ' עומק ואילו בגשר יוליוס העכירות השתנתה בעומקים שונים. במעגן הדייג העכירות עלתה עם עליה בעומק המים על לערכים דומים לאלה שנמדדו בגשרים ואילו בפתח נמל הקישון פרופיל עומק של העכירות היה כמעט אחיד.
5. הריכוזים הגדולים ביותר של חומר מרחף נמדדו בגשרי ההסתדרות ויוליוס, כאשר במעגן הדייג ובפני השטח של פתח הקישון הריכוזים דומים ונמוכים יותר מאשר במעלה. הריכוז המינימלי נמדד

- בדגימות העומק של פתח נמל הקישון. כללית, ריכוזי החומר המרחף בדיגום זה היו דומים לאלה שנמדדו ביולי 2006 וקטנים יותר מאלה שנמדדו בדיגום אוקטובר 2005, אך עדיין גדולים אבסולוטית.
6. ריכוזי הנוטריאנטים והכלורופיל בדגימות פני השטח גדולים בהרבה מהריכוזים בדגימות העומק, בכל תחנות הדיגום. הריכוזים יורדים בכוון מורד הנחל, במיוחד בפני השטח.
7. מי השטח בד"כ מדורגים ברמת זיהום (דרגת איאטרופיקציה) גבוהה לגבי N ו-P ואילו דגימות העומק ברמה נמוכה עד גבוהה.
8. ריכוז הכלורופיל בפני השטח בגשר ההסתדרות מצביע על מצב היפר-איטרופי ואילו בפני השטח בגשר יוליוס על מצב של איטרופיקציה גבוהה. בכל יתר הדגימות, להוציא דגימת העומק בפתח נמל הקישון, ריכוז הכלורופיל נמצא ברמת איטרופיקציה בינונית. רק דגימת העומק בכניסה לנמל הקישון נמצאת בתחום של דרגת איטרופיקציה נמוכה. בדגימות העומק ברוב המקרים הריכוזים הצביעו על רמת איטרופיקציה בינונית או נמוכה עם מספר חריגות, במיוחד בגשר ההסתדרות במאי ואוקטובר 2005 וביולי 2006.
9. ניתוח רב שנתי מראה כי ריכוז כלורופיל בפני השטח היה בדרגת איטרופיקציה גבוהה או היפר-איטרופית ללא מגמה ברורה בזמן.
10. ניכרת ירידה בריכוז הפוספאט בפני השטח בדיגומים האחרונים לעומת דיגומי מאי 2003 עד אוקטובר 2004. 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 וגם לא בריכוזי החמצן. דגימות פני השטח רוויות חמצן ואילו בעומק הריכוזים בדרך כלל קטנים מ-5 מ"ל, במצב של עקה ביולוגית עד אנוקסיה בשנים 2002 ל-2006.
12. הבידומה וריכוז הכלורופיל בפני השטח בגשר ההסתדרות היו גבוהים יחסית לממצאים בכל הדגימות האחרות והם ירדו בצורה מתונה מגשר יוליוס לכוון מורד הנחל הן בפני השטח והן בעומק.
13. ריכוז התאים והבידומה גבוהים יותר בפני השטח יחסית לעומק בכל התחנות.
14. ריכוז המיקרופלנקטון נמצא גבוה יותר בפתח הקישון ובמעגן הדייג יחסית לשתי התחנות במעלה הנחל, כתוצאה מריכוז גבוה של הכחוליות החד תאיות ומנוכחותן של מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$.
15. נמצאו הבדלים בהרכב מיני האצות בין התחנות השונות והעומקים השונים, אשר חלקם יכולים להיות מוסברים על ידי הבדלי מליחיות. במים בעלי מליחות נמוכה יחסית בפני השטח בגשרי ההסתדרות יוליוס נמצאו בריכוז גבוה פלגלטים מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, המאפיינים מים בעלי מליחות נמוכה ממי ים. בדגימות העמוקות בהן המליחות דומה לזו של מי הים, נמצאו בריכוז גבוה יותר מגוון מינים המאפיינים מי ים, כמו הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. ומיני צורניות ודינופלגלטים ימיים, שבחלקם הגדול מהווים אינדיקטורים למים איאטרופיים.
16. בפני שטח תחנת ההסתדרות וגשר יוליוס נמצאה פריחה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. הפלגלט מהמין *Pyramimonas* sp. פרח גם הוא בפני השטח בהסתדרות. מיקרואצות קטנות מ- $5\mu\text{m}$ פרחו במיוחד בפני שטח במעגן הדייג. האצה *Euglena* sp. פרחת בעומק גשר יוליוס.

17. מגוון המינים הגדול ביותר הופיע בדגימה העמוקה בפתח הקישון ומגוון המינים הקטן ביותר הופיע בתחנת פני השטח בגשר ההסתדרות .
18. הופיעו מספר מינים בעלי פוטנציאל טוקסי מקבוצת הדינופלגטים ומקבוצת הצורניות, אך במספרים קטנים.
19. השוואה רב שנתית של חמשת הדיגומים שנערכו באוקטובר מראה על ירידה בריכוז תאי המיקרופלנקטון בדגימות פני השטח בגשרי ההסתדרות ויליוס ובמידה פחותה גם בדגימות העומק. לא ניכרת ירידה במספר התאים במעגן הדייג ובפתח נמל הקישון .
20. לא ניתן להצביע על מגמה כל שהיא עם הזמן בבימסה הכללית. אולם, בחמשת הדיגומים הבימסה גדולה מאוד בגשר ההסתדרות ויורדת בכוון מורד הנחל.
21. בחמשת הדיגומים שנערכו באוקטובר נצפו מיני אצות שונים בפריחה כאשר אצות מקבוצת ה – *Cryptophyceae* היו השכיחות מבין יוצרי הפריחות. הן פרחו בדרך כלל בתחנות יוליוס וההסתדרות או באחת מהן בכל הדיגומים. בפתח הקישון ובמעגן הדייג (להוציא 2006) הופיע בדרך כלל פריחה של צורניות: מיני *Chaetoceros spp.* ומיני *Thalassiosira spp.* במיוחד המין *Thalassiosira pseudonana*. ב – 2002 נצפתה פריחה יוצאת דופן של אצות קטנות (2µ) בתחנת ההסתדרות ואילו ב – 2005 נצפתה פריחה גדולה מאד של האצה *Euglena sp.* גם היא בתחנת ההסתדרות. גם ב – 2006 אצה זו פריחה אם כי באופן פחות אינטנסיבי ובעיקר בתחנה העמוקה בגשר יוליוס.
22. מגוון המינים היה גדול יותר בתחנה בפתח נמל הקישון וירד לכוון מעלה הנחל בכל דיגומי אוקטובר . בדרך כלל מגוון המינים גדול יותר בדגימות העומק בכל תחנת דיגום. מגוון המינים באוקטובר 2006 היה הגדול ביותר מבין 5 הדיגומים בכל התחנות, להוציא את גשר ההסתדרות. בגשר ההסתדרות, הן בפני השטח והן בעומק ניכרת ירידה במגוון המינים בין 2002 ל-2005 ועליה באוקטובר 2006 אך לערכים קטנים מאלה של 2002.

5. 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.

חרות, ב., כהן, י., שפר, ע., גורדון, נ., גליל, ב., טיבור, ג., תום, מ. (2006). איכות מימי החופין של ישראל בים התיכון בשנת 2005. דו"ח חיא"ל H25/2006