



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>

**איפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח,
דו"ח סופי - דיגום מאי 2003**

דו"ח חיא"ל H42/2003

מאת

ברק חרות, נורית גורדון, נורית קרס

ייעוץ מדעי: פרופ' ברוך קימור

עזרו במחקר: ירון גרטנר, לורה יזראלוב, אפרת שהם פרידל

נובמבר 2003

מוגש לרשות נחל הקישון

איפיון קבוצות המיקרואצות במי נחל הקישון המלוח, דו"ח סופי - דיגום מאי 2003

רקע

העשרה אנתרופוגנית בנוטריאנטים מהווה כיום אחת מבעיות הזיהום החמורות ביותר בסביבה הימית והנחלית בכל רחבי העולם. עודפי נוטריאנטים עלולים לגרום לתהליכי אוטרופיקציה (פריחות מסיביות של אצות והגברת פעילותן) ולשינויים בהרכב אוכלוסיות האצות, כתוצאה מכך להפרת המאזן האקולוגי הכולל. התופעות המדאיות ביותר, העלולות להתפתח כתוצאה מהחדרת עודפי נוטריאנטים לים, הן פריחות של מיני אצות מיקרוסקופיות המייצרות רעלים. אצות כאלה עלולות להופיע באזורים חופיים ושפכי נחלים שיש בהם העשרה כללית ברמת הנוטריאנטים או שינויים ביחסים בין חנקן לזרחן, גם כאשר לא מתפתחים תנאי אוטרופיקציה חמורים.

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. איפיון האוכלוסיה הפיטופלנקטונית נעשה ברמת המערכה והסוג. במידה ונמצאו סוגים שליטים שלהם מינים הידועים כמזיקים נימשך הזיהוי עד לרמת המין.

דיגום ושיטות

בתאריך 13 במאי 2003 נדגמו מי שטח ומי עומק בארבע תחנות (איור 3) במערכת התחתונה של נחל הקישון (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס, מעגן הדייג ופתח נמל הקישון).

דיגום המים נעשה באמצעות בקבוק דיגום אופקי Alpha בנפח 2.2 ליטר, תוצרת Wildco, באמצעות סירה (פתח נמל קישון ומעגן הדייג) או מהחוף (גשרי ההסתדרות ויוליוס). הדגימות לוו במדידה *in-situ* של מליחות, טמפרטורה, חמצן, ערכי הגבה (pH) ועכירות באמצעות מכשיר YSI 6000 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. בדיקות המים כללו איפיון אוכלוסיית הפיטופלנקטון, ריכוזי כלורופיל ונוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניה, חומצה סיליצית).

דגימות המים לנוטריאנטים הוקפאו ונשמרו קפואות עד לבדיקתן בשיטה פוטומטרית וזרימה מקוטעת במכשיר Skalar SAN^{plus} systems. 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.

קביעת אוכלוסיית הפיטופלנקטון ברמת הסוג

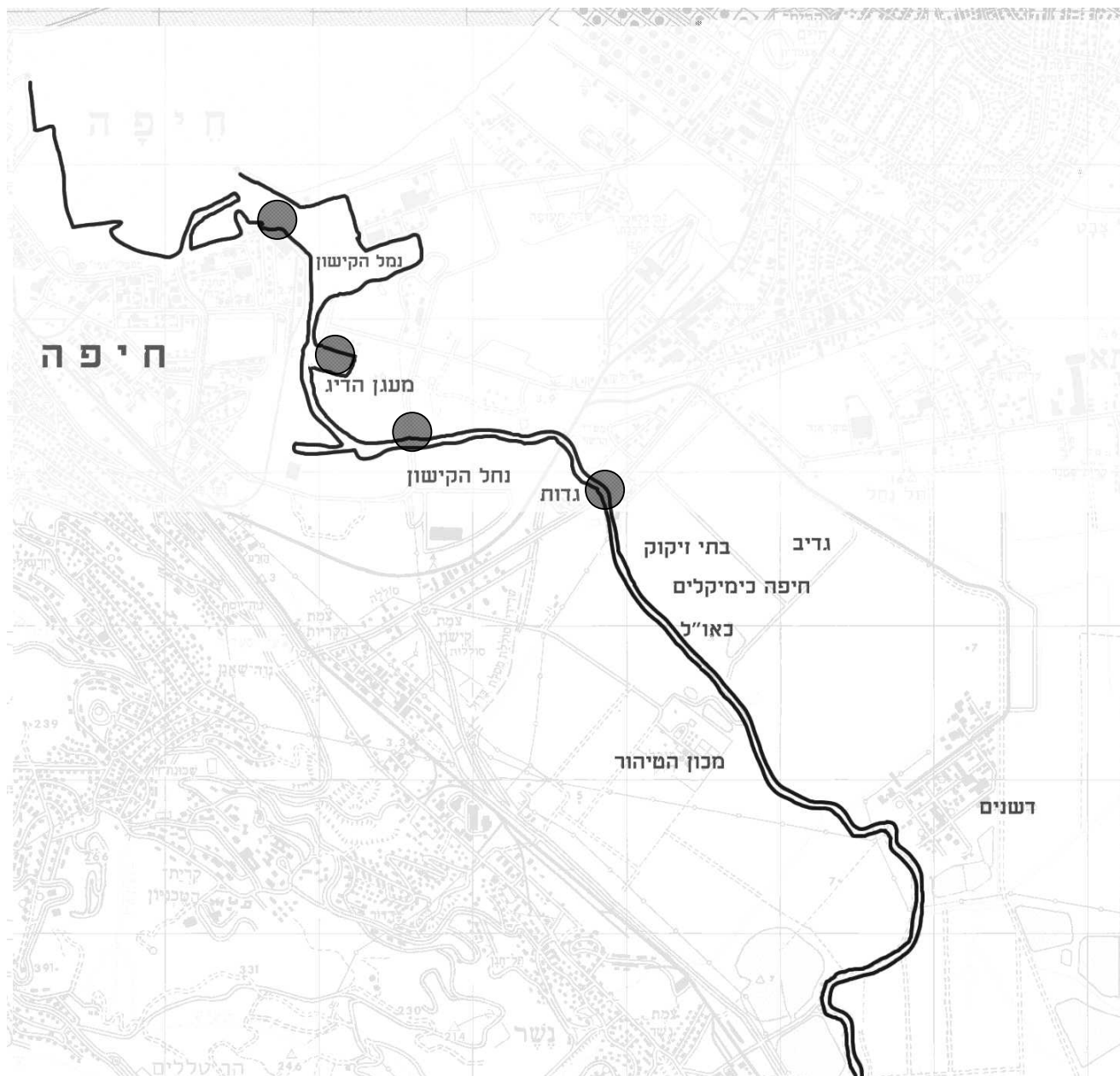
ריכוז תאי המיקרופלנקטון נעשה בשתי שיטות:

1. ריכוז ברשתות של 60μ ו- 15μ .
2. ריכוז על גבי פילטרים 0.4μ ו- 3μ .

סוגים קטנים (עד 5 מיקרון) - דגימות המים סוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (0.45μ מיקרון) ושומרו באמצעות גלוטראלדהיד (טבלה 2). הפילטר עם הדוגמא הונח כל גבי טיפת שמן אימרסיה שהונחה על זכוכית נושאת. על הפילטר הונחה טיפה נוספת של שמן אימרסיה והפילטר כוסה בזכוכית מכסה. הדוגמא נשמרה בהקפאה עד לזיהוי וספירה בעזרת מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.

סוגים מעל 5 מיקרון גודל. דוגמאות המים לספירה וזיהוי הסוגים סוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (3 מיקרון) (טבלה 2). 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 מכוסים בשכבת גליצרין גילי שהתייבש לאחר זמן מה. לאחר מכן הונחה על הדגימה טיפת גליצרול שכוסתה בזכוכית מכסה. הדוגמא נשמרה בהקפאה עד לספירה הנעשית באור רגיל באמצעות מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.

הספירה הכמותית נעשתה עם הדוגמאות המשומרות. פילטרים של 0.4μ נועדו לספירת התאים שגודלם עד 5μ , בפועל, שימשו גם לספירת המינים השכיחים. הפילטרים של 3μ נועדו לספירת התאים הגדולים מ- 5μ . כעזרה בזיהוי הסוגים נלקחו גם דוגמאות פני שטח עם רשת פלנקטון בין 63 ל- 15 מיקרון, אשר שומרו בפורמלדהיד (2%). ריכוז התאים ברשתות נועד לצורך הסתכלות על תאים חיים, ולצורך זיהויים. התאים המרוכזים על גבי הפילטרים שימשו לצורך ספירה.



איור 1: מיקום תחנות הדיגום (מסומן בעיגול, גשר ההסתדרות, גשר יוליוס, מעגן הדיג, פתח נמל הקישון)

תוצאות

1. פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודות המים

ערכי מליחות, טמפרטורה, חמצן, pH ועכירות לעומק עמודות המים בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיור 2. תוצאות של ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניה, וחומצה סיליצית) והכלורופיל במי שטח ומי עומק בכל תחנת דיגום מוצגים בטבלה 1.

כללית, בחלקו העליון של הקטע המלוח של הנחל (גשרי ההסתדרות ויוליוס) ניתן לראות שעמודות המים משכבת וחלקה העליון (כ-0.7 מטר) פחות מלוח (כ-20% ממליחות מי הים) מהחלק התחתון (איור 2). קיימת מגמה של עליה במליחות לאורך מורד הנחל הן בגוף המים העליון והן בתחתון. כללית המליחות בשכבת המים העליונה נמוכה בהשוואה לערכי יוני 2002, ככל הנראה בהשפעת החורף הגשום. השכבה העמוקה קרה יותר מהשכבה העליונה. קיימת מגמה של ירידה בטמפרטורה לאורך מורד הנחל בשכבה העליונה.

בניגוד למצב בדיגום יוני 2002 בו ריכוזי החמצן ואחוז הרוויה של חמצן היו גבוהים בחלקה העליון של עמודות המים הן כתוצאה מאארציה ובמיוחד כתוצאה מפריחת אצות מאסיבית במי השטח, בדיגום מאי ריכוזי החמצן בפני השטח נמוכים יחסית (איור 2). לעומת זאת, אחוז הרוויה של חמצן בגוף המים התחתון גדול יותר בדיגום זה. בניגוד למצב ביוני 2002 לא נמצאו מים חסרי חמצן לחלוטין (אנוקסים). העליה של ריכוזי החמצן במי העומק נובעת ככל הנראה הן מתחלופת מים מהירה יותר והן מפריחה של אצות. בגשר ההסתדרות נמדד ריכוז מינימלי של חמצן בשכבת הגבול בין מי השטח למי העומק ככל הנראה כתוצאה מפירוק חומר אורגני שמצטבר בשכבה זו. בגשר יוליוס ובמעגן הדיג רמות החמצן במי השטח נמוכות יותר מאשר במי העומק כתוצאה מפירוק חומר אורגני וריכוז יחסי נמוך יותר של אצות. במי העומק בגשר ההסתדרות ריכוזי החמצן מתחת ל-1.5 מ' עומק נמוך מ-5 מ"ג/ל, ונכנס לתחום בו תתכן עקה ביולוגית (בין 2-5 מ"ג/ל).

ערכי ההגבה (pH) נמצאו בתחום שבין 7.5 ל-8.3 (איור 2). כללית, הערכים מושפעים הן מפריחת אצות (עליה ב-pH) והן מפירוק חומר אורגני (תהליכי נשימה, ירידה בערכי pH). ערכי ההגבה בגשר ההסתדרות נמוכים יותר מהערכים במורד הנחל כתוצאה מעומס אורגני גדול יותר.

ערכי העכירות גדולים יותר בתחנות המעלה מאשר המעגן ונמל הקישון (איור 2). פרופיל העומק של ערכי העכירות משתנה מתחנה לתחנה כפי שמוצג באיור 2. כללית, ערכי העכירות קטנים יותר במי העומק להוציא את גשר יוליוס.

ריכוזי הנוטריאנטים במי השטח גבוהים משמעותית, בפקטור של עד כסדר גודל, מהריכוזים במי העומק (טבלה 1). השוואה של הריכוזי הנוטריאנטים לקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA) לאיכות המים בשפכי נחלים מראה כי ריכוזי הנוטריאנטים במי השטח בד"כ מדורגים ברמת זיהום גבוהה ואילו במי העומק ברמה בינונית עד גבוהה. בניגוד לסקרים קודמים לא נמצאה מגמת ירידה של ריכוזי הנוטריאנטים לאורך מורד הנחל. ריכוזי הכלורופיל (טבלה 1) נמוכים משמעותית מהריכוזים שנמדדו ביוני 2002. הריכוזים בפני המים נמוכים בהרבה (פקטור של פי 2 לערך) מהריכוזים במי העומק. התנהגות זו הפוכה לשינויים בריכוזי הנוטריאנטים והכלורופיל בין מי העומק למי שטח בדיגום יוני 2002. השוואה לקריטריונים לאיכות מים בשפכי נחלים מראה על מצב מזוטרופי (בינוני) לעומת מצב היפר-אאוטרופי ביוני 2002.

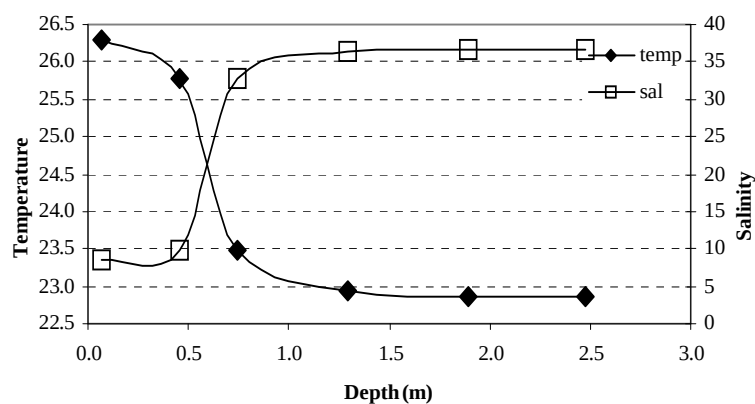
טבלה 1 : ריכוזי נוטריאנטים, כלורופיל ופרמטרים נוספים במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלווה של נחל הקישון, דיגום מאי 2003.

Station May-03	Location		Depth <i>m</i>	Temp <i>C</i>	Salinity <i>ppt</i>	DO Conc <i>mg/L</i>	DO% %	pH	Turbidity <i>NTU</i>
	Lat.	Long.							
Histadrut Bridge	32 47.860	35 02.840	0.1	26.29	8.44	5.90	77	7.71	23.2
			1.9	22.87	36.69	4.75	68	7.92	13.6
Julius Bridge	32 48.899	35 02.010	0.0	25.89	5.02	3.60	46	7.57	19.7
			3.2	21.32	38.62	7.60	108	8.12	20.0
Qishon Harbor	32 48.899	35 01.572	0.1	23.07	30.41	10.79	150	8.16	8.9
			9.7	20.60	39.51	6.89	97	8.17	5.8
Fishing Harbor	32 48.360	35 01.823	0.1	24.25	12.00	5.25	67	7.81	13.2
			2.7	21.04	39.12	7.99	113	8.20	9.6

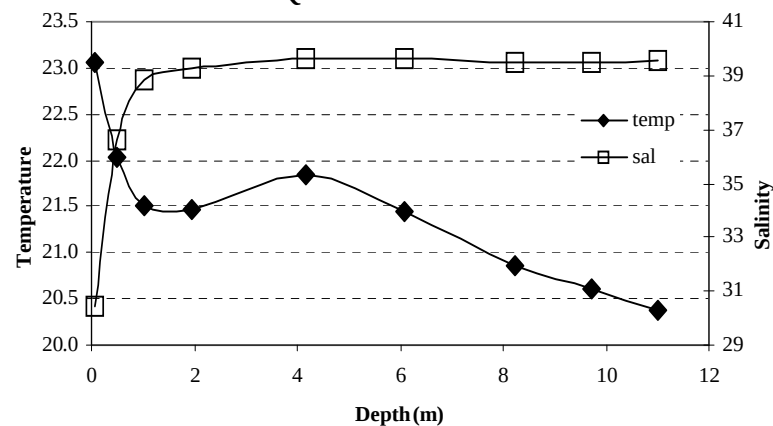
Station May-03	Location		Depth <i>m</i>	NO3 <i>μM</i>	NO2 <i>μM</i>	NH4 <i>μM</i>	PO4 <i>μM</i>	SiO2 <i>μM</i>	Chl a <i>μg/l</i>
	Lat.	Long.							
Histadrut Bridge	32 47.860	35 02.840	0.1	780.1	51.7	523.9	72.0	231.0	5.90
			1.9	58.1	10.4	106.7	22.2	32.9	14.95
Julius Bridge	32 48.899	35 02.010	0.0	92.1	6.1	96.8	27.0	44.1	7.20
			3.2	28.1	2.4	34.7	10.5	16.0	14.98
Qishon Harbor	32 48.899	35 01.572	0.1	316.1	30.3	381.3	58.6	148.4	11.86
			9.7	1.51	0.58	4.26	1.48	1.36	6.41
Fishing Harbor	32 48.360	35 01.823	0.1	475.1	26.3	378.9	79.0	194.5	8.78
			2.7	34.8	3.21	38.7	9.10	15.2	12.96

איור 2: ערכי מליחות, טמפרטורה ($^{\circ}\text{C}$), חמצן (ריכוז-מ"ג/ליטר ואחוז רוויה), pH ועכירות (NTU) לעומק עמודת המים בארבעת תחנות הדיגום, מאי 2003.

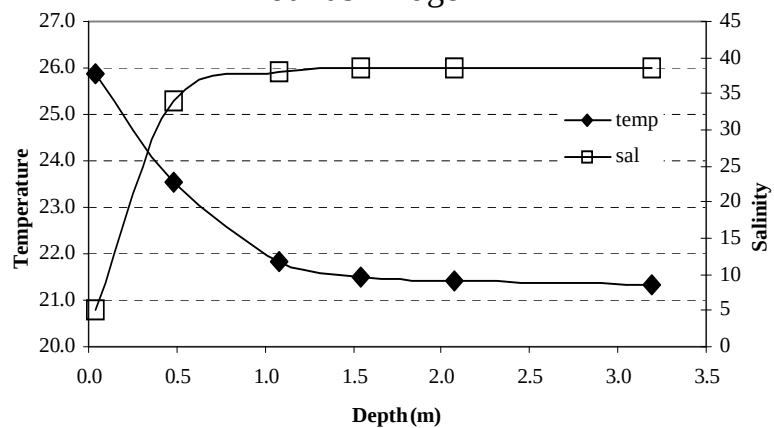
Histadrut Bridge



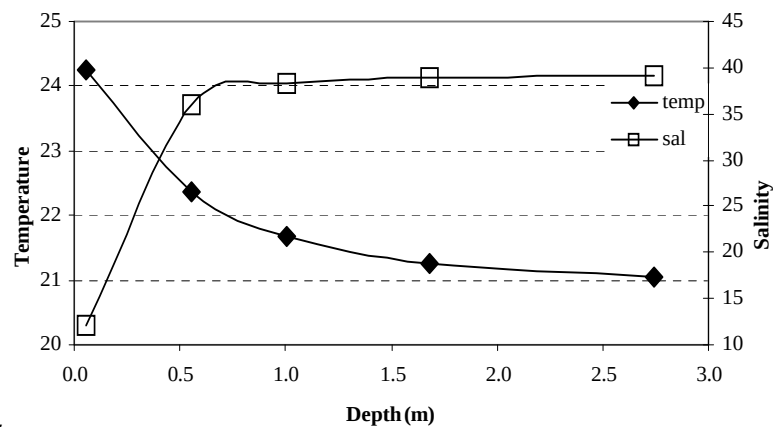
Qishon Harbor

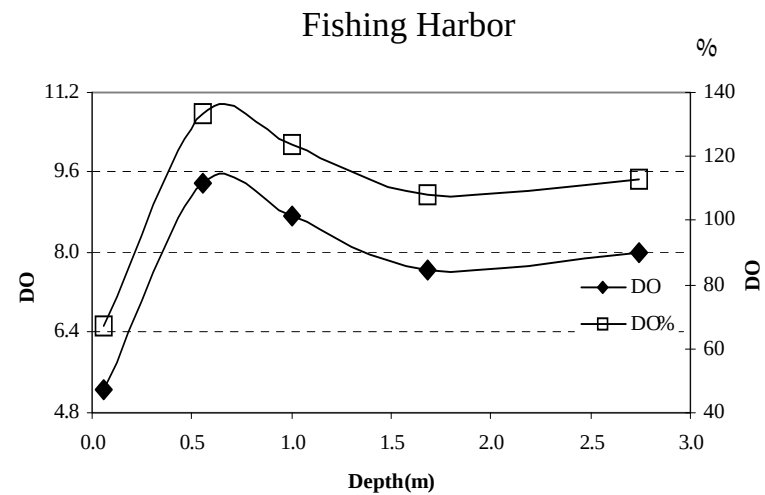
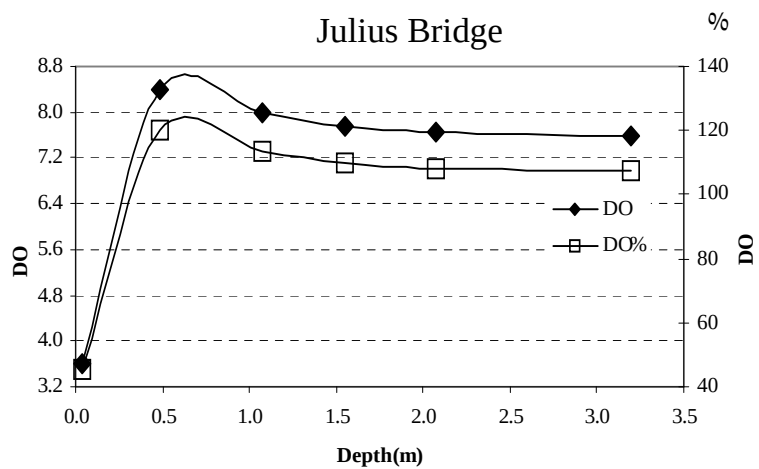
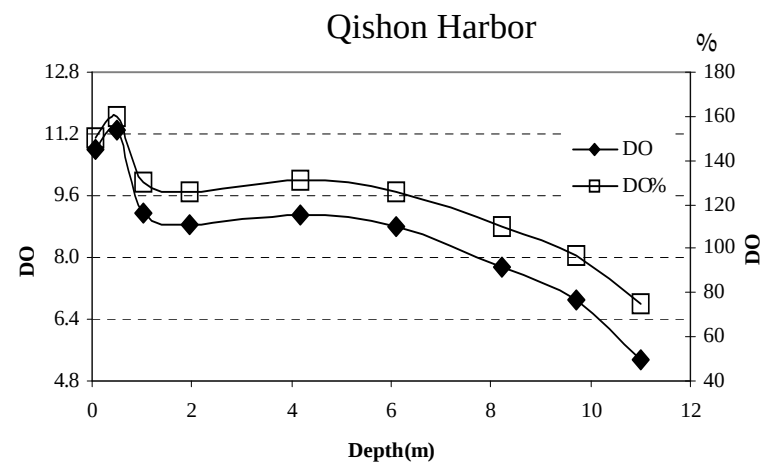
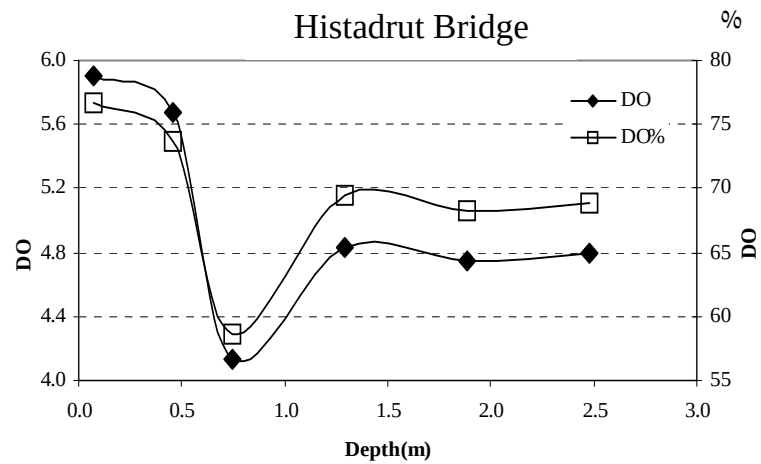


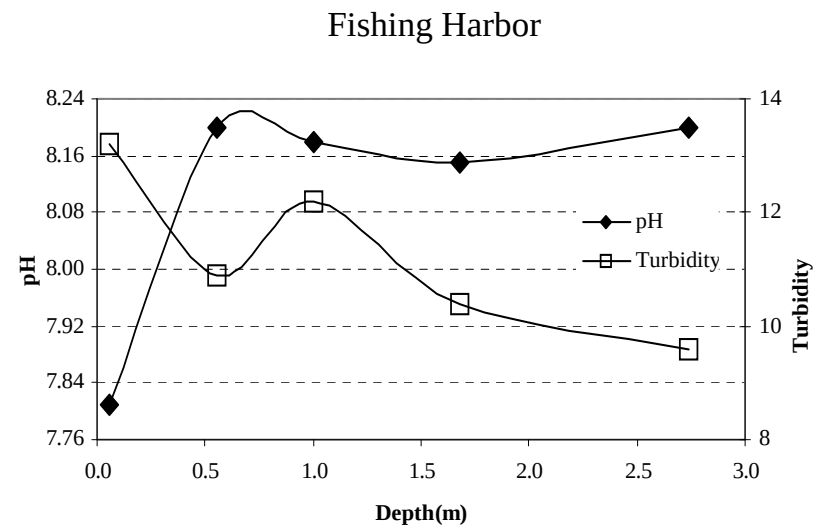
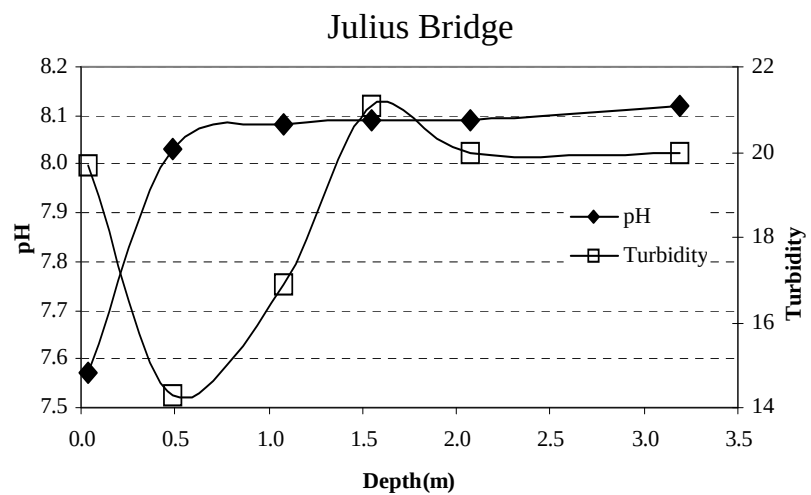
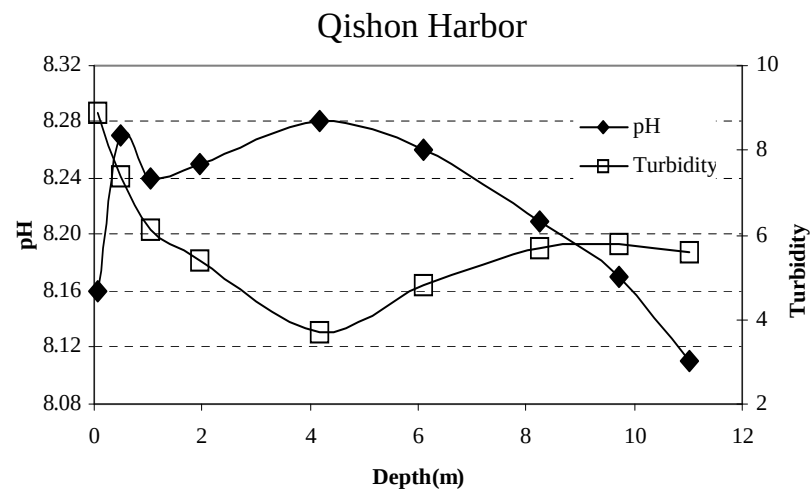
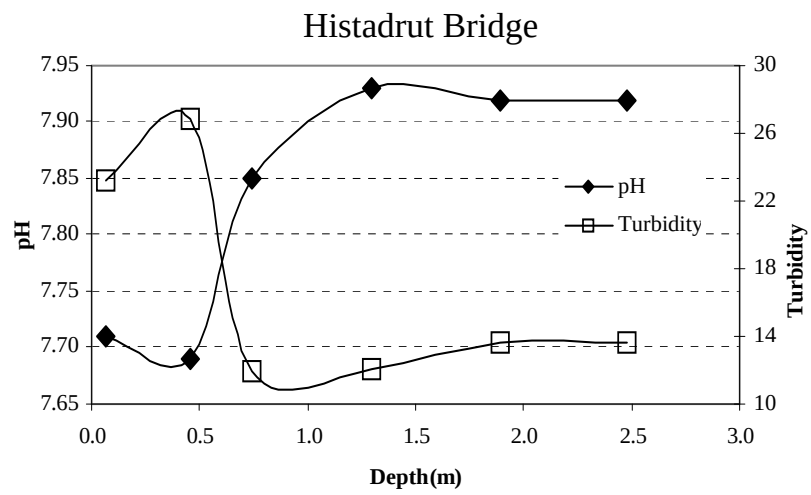
Julius Bridge



Fishing Harbor







2. קבוצות המיקרופלנקטון

בדיגום זה ניתן לראות במרבית התחנות שליטה מספרית של מיני האצות השייכות לפיקופלנקטון (עד 5μ) (איור 3). על קבוצה זו נמנים תאים פרוקריוטיים מקבוצת הכחוליות החד-תאיות, מהסוג *Synechococcus*, ותאים איאוקריוטיים קטנים עגולים ובלתי מזוהים, בעלי כלורופיל ($Monads < 5\mu$). מספר תאי הפיקופלנקטון היה גבוה יותר בתחנות העמוקות. התאים האיאוקריוטיים הקטנים ($>5\mu$) היו מרכיב גדול יותר בביומסה הכללית יחסית לתאי ה-*Synechococcus*, שהם קטנים יותר (עד 1.5μ) (איור 4).

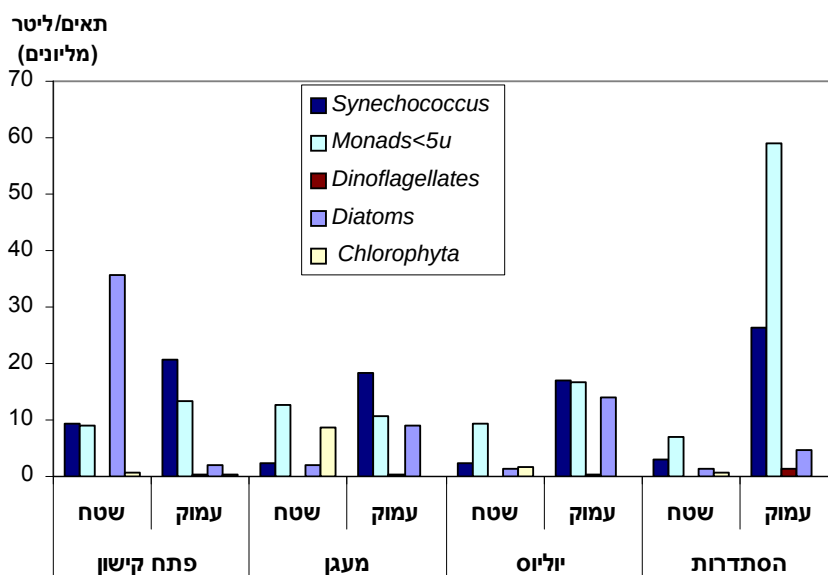
הקבוצה החשובה ביותר בהרכב המיקרופלנקטון היתה קבוצת האצות הצורניות. אצות אלה גם אם ריכוזן היה נמוך בדרך כלל משתי הקבוצות שהוזכרו היו אחוז ניכר מהביומסה בכל התחנות. ב-4 מהתחנות הן אף היו 70% - 80% מהביומסה הכללית (איור 4).

קבוצת הדינופלגלטים הופיעה בעיקר בתחנות העמוקות יותר (מלבד תחנת פתח הקישון (איור 4). ריכוז התאים של קבוצה היה הנמוך ביותר יחסית לקבוצות האחרות, אם כי יחסית לנמצא בים ריכוזים אלה גבוהים.

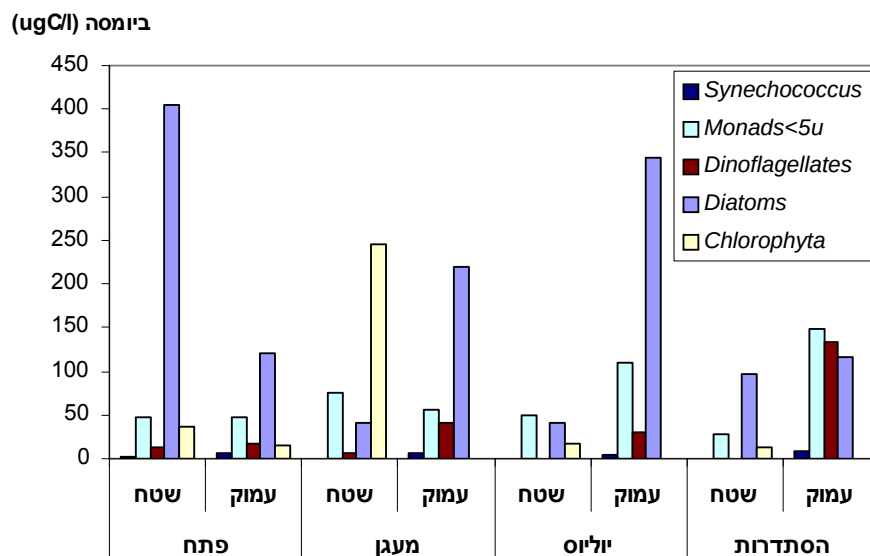
קבוצת האצות הירוקות הופיעה בדרך כלל בפני השטח, ובריכוז הגבוה ביותר במעגן.

תמונות מייצגות של מיקרואצות מוצגות בנספח.

איור 3: התפלגות מספרית של קבוצות המיקרופלנקטון השונות – דיגום מאי 2003



איור 4: התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון השונות – דיגום מאי 2003



2.1 הרכב המינים בקבוצות המיקרופלנקטון

הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

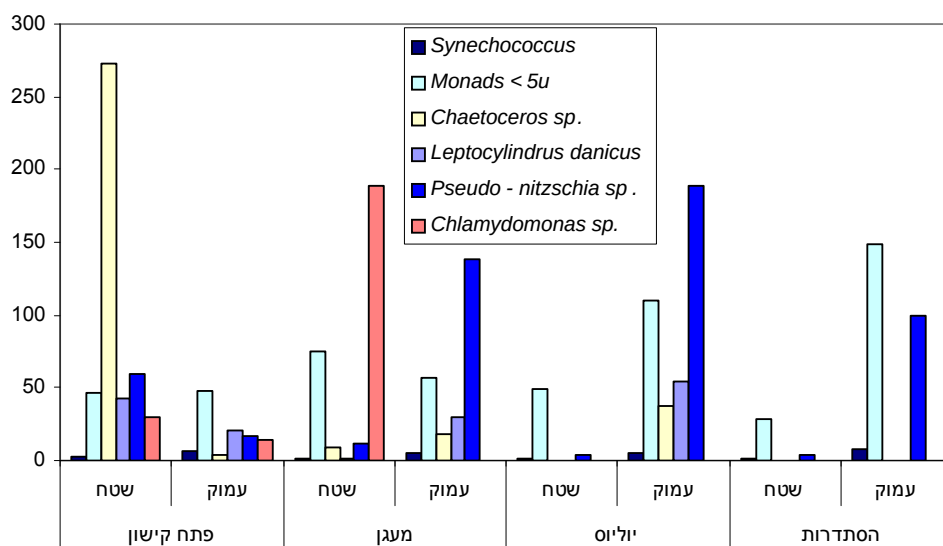
מיני האצות הצורניות היוו חלק גדול בקרב המינים השכיחים ביותר (ריכוז לליטר $< 10^5$). מיני הצורניות השכיחות ביותר: 1. *Chaetoceros sp.* - היוותה מרכיב חשוב במיקרופלנקטון בתחנות השונות, ובפרט בפני השטח בקישון שם הרכיבה 50% מהביומסה הכללית (איור 5). 2. האצה *Pseudo-nitzschia sp.* הופיעה בשכיחות גבוהה יחסית בכל הדוגמאות ובעיקר בתחנות העמוקות יותר ובגלל גודלה חלקה בביומסה הכללית היה גדול בתחנות אלה (איור 5). 3. הצורנית *Leptocylindrus danicus* – הופיעה בעיקר בפתח הקישון ובתחנות העמוקות במעלה הנחל. 4. הצורניות *Nitzschia closterium*, *Cyclotella spp.* ו- *Navicula spp.* הופיעו בעיקר בתחנות פני השטח בעלות המליחות הנמוכה יותר (טבלה 2).

5. מבין הירוקיות בלטה האצה *Chlamydomonas sp.*, שהופיעה בריכוז גבוה בעיקר בפני שטח המעגן (איור 5).

מבין הדינופלגלטים הופיע בשכיחות גבוהה יחסית המין *Gymnodinium sp.* (טבלה 2).

איור 5: התפלגות ביומסת תאי המיקרופלנקטון השכיח בקישון – דיגום מאי 2003

ביומסה (ugC/l)



טבלה 2: הרכב המיקרופלנקטון השכיח ביותר בתחנות השונות בקישון (מספר תאים / ליטר)

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
<i>Synechococcus</i>	9.4×10^6	2.1×10^7	2.3×10^6	1.8×10^7	2.4×10^6	1.7×10^7	2.9×10^6	2.6×10^7
Monads 2μ	6.0×10^6	1.0×10^7	7.5×10^6	7.1×10^6	6.0×10^6	9.1×10^6	5.3×10^6	5.2×10^7
Monads 5μ	3.0×10^6	2.8×10^6	5.1×10^6	3.7×10^6	3.2×10^6	7.6×10^6	1.7×10^6	6.7×10^6
צורניות (Diatoms)								
<i>Chaetoceros sp.</i>	3.1×10^7	4.4×10^5	1.1×10^6	2.0×10^6		4.3×10^6		
<i>Cyclotella spp.</i>	1.8×10^5				4.6×10^5		6.3×10^5	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1.0×10^6	5.0×10^5	1.8×10^4	7.1×10^5	1.5×10^2	1.3×10^6		
<i>Navicula spp.</i>	5.0×10^5		4.0×10^4		5.7×10^5		3.0×10^5	
<i>Nitzschia closterium</i>			7.5×10^4		1.5×10^5		1.1×10^5	
<i>Nitzschia sp.</i>					1.5×10^5			
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	2.6×10^6	7.5×10^5	4.9×10^5	6.0×10^6	1.6×10^5	8.2×10^6	1.6×10^5	4.4×10^6
<i>Thalassiosira spp.</i>		2.3×10^5	1.5×10^4	9.1×10^4		1.0×10^5		2.0×10^5
דינופלגלטים (Dinoflagellates)								
<i>Gymnodinium sp.</i>				2.2×10^5		9.2×10^4		5.1×10^5
Unidentified small dinoflagellates		1.7×10^5		1.2×10^5		3.8×10^5		8.7×10^5
<i>Cryptomonads</i>					1.6×10^3			4.7×10^5
<i>Chlamydomonas sp.</i>	4.9×10^5	2.3×10^5	3.1×10^6		1.6×10^3			
<i>Ciliates</i>			9.0×10^5		7.9×10^3			

הרכב המיקרופלנקטון הפחות שכיח

מבין המיקרופלנקטון הפחות שכיח יחסית, והגדול יותר, שלטו מספרית מיני הצורניות. חלק מסוגי הצורניות הופיע גם בדיגומים קודמים, כמו *Skeletonema*, *Rhizosolenia* ו-*Entomoneis*. חלקם נצפה רק בדיגום זה כמו מיני *Lauderia* ומיני *Pleurosigma*/*Gyrosigma* (טבלה 2). ישנן מיני צורניות שהופיעו במים בעלי מליחות נמוכה (ראה לעיל), ואחרים כמו מינים מהסוג *Lauderia*, *Rhizosolenia*,

Pleurosigma ו-*Thalassiosira* שהופיעו בעיקר במי ים.

מספר הדינופלגלטים היה גבוה יותר בדיגום זה יחסית לדיגומים קודמים. הופיעו בשכיחות גבוהה יחסית המינים *Prorocentrum micans* ו-*Prorocentrum triestinum* והמין *Oxyphysis oxytoxoides*. מינים אלה הם בעלי טווח תפוצה רחב בעולם. הם לא הופיעו במספרי פריחה בדיגום זה, אך הם ידועים כיוצרי פריחות.

בדיגום זה הופיע המין *Heterosigma akashiwo*, בעל הפוטנציאל הטוקסי לדגים, במספרים נמוכים יחסית בדרך כלל (טבלה 2). מין זה הופיע במספרים גבוהים יותר (2 סדרי גודל), בדיגום יוני אשתקד. דיגום זה מתאפיין גם בהופעה של מגוון מיני אצות מקבוצת הירוקיות הנפוצות במים בעלי מליחות בינונית ונמוכה. אצות אלה הופיעו בעיקר בתחנות פני השטח, בעלות המליחות הנמוכה יותר. המינים השכיחים יותר היו מהסוג *Scenedesmus*, ובעיקר המין *S. quadricauda* (טבלה 2).

טבלה 3 : הרכב המיקרופלנקטון הפחות שכיח בתחנות השונות בקישון (מספר תאים / ליטר)

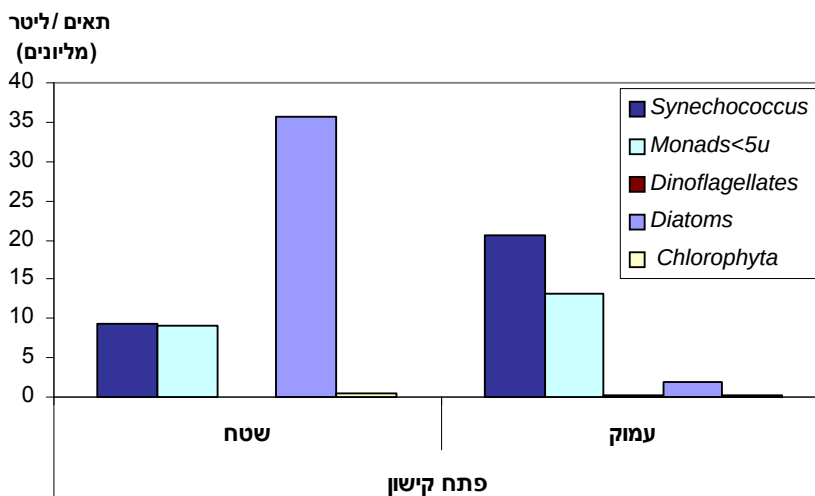
סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליס		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
צורניות (Diatoms)								
<i>Asterionella japonica</i>	267	1,506						
<i>Bacillaria paradoxa</i>							233	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>				950			1,800	
<i>Coscinodiscus spp.</i>	34,507		4,673				133	
<i>Entomoneis sp.</i>	633	10	5,300	125	200	1,667	1,400	
<i>Lauderia spp.</i>	967	5,979	2,650	14,025		11,733		
<i>Leptocylindrus minimus</i>			82,150					
<i>Navicula spp.</i>			9,275				62,938	
<i>Pleurosigma / Gyrosigma sp..</i>		9,360	2,967	11,750	850	14,667	1,500	7,533
<i>Rhizosolenia spp.</i>	100	1,594		1,225		7,467		400
<i>Rhizosolenia setigera</i>	7,583	4,783				11,333		2,600
<i>Skeletonema costatum</i>	89,250	3,011	37,100	16,800		22,733	2,000	5,600
<i>Thalassionema nitzschoides</i>		2,929				600		533
דינופלגלטים (Dinoflagellates)								
<i>Ceratium furca</i>				25		133		
<i>Ceratium lineatum</i>		271	46	350		467	33	10
<i>Dinophysis caudata</i>		710	15	25		200	8	
<i>Ceratium teres</i>		44						
<i>Gymnodinium elongatum(?)</i>		871		2,875		467		
<i>Gymnodinium sanguineum</i>		44						
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	500	3,400	1,221	2,200		4,267	67	800
<i>Prorocentrum micans</i>	1,433	171	1,785	3,750	100	733	8	70
<i>Prorocentrum triestinum</i>	17,700		25	100			8	
<i>Protoperidinium spp.</i>		177	958	775				137
ירוקיות (Chlorophyta)								
<i>Actinastrum hantzschii</i>			160				467	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			7,665		200		700	
<i>Chroococcus</i>					200		600	
<i>Closterium cornu</i>					400		900	
<i>Coleastrum microporum</i>	533							
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	1,600				150		400	
<i>Kircheriella lunaris</i>	433		1,120				600	
<i>Oocystis sp.</i>	167		2,720					
<i>Pediastrum simplex</i>					100			67
<i>Pediastrum duplex</i>								67
<i>Pediastrum tetras</i>	67				100		200	
<i>Qudrigula sp.</i>					1,500			
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	2,333	40	880		450		400	
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	800	310	1920		950		800	
<i>Scenedesmus acutiformis</i>					600			
<i>Scenedesmus acutus</i>	267		6,240		400	267	1,600	
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	2,133						700	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	800		10,240		200	267	2,800	267
<i>Scenedesmus spp.</i>	267	1,240	3,200		6,200		2,400	

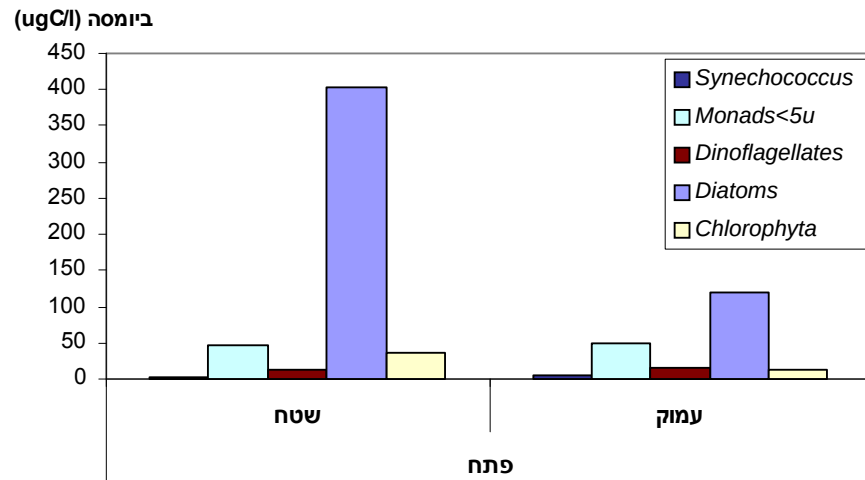
<i>Euglena sp.</i>	29,417							
Others								
<i>Heterosigma akashiwo.</i>	35,245	25,175	150	75,525				
<i>Ciliate – Mesodinium rubrum</i>	933	200		900		67		

פתח נמל הקישון

1. בפני השטח הצורניות שלטו הן מספרית (איור 6) והן מבחינת ביומסה (איור 7). הצורנית הקטנה (5μ) *Chaetoceros sp.* היוותה כמחצית מהביומסה הכללית בתחנה זו (איור 5). ריכוזן של מיני הכחולית מהסוג *Synechococcus* ואצות איאוקריוטיות קטנות ($<5\mu$) מהפיקופלנקטון, היה נמוך יותר משל הצורנית, והביומסה שלהם היתה נמוכה יותר יחסית למספרן, וזאת משום גודלן.
2. בתחנה העמוקה ריכוז התאים והביומסה נמוכים יותר (איור 6, 7), והיא מאופיינת כמו שאר התחנות בריכוז תאים גבוה של מיני *Synechococcus* (אם כי מבחינת ביומסה הם פחות משמעותיים כמו בכל שאר התחנות) ואצות איאוקריוטיות קטנות ($>5\mu$). ביומסת הצורניות בעומק הגבוהה ביותר יחסית לקבוצות האחרות, כפי שנמצא בפני השטח.
3. צורניות נוספות שהיו מרכיב חשוב בביומסה בשני העומקים היו *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia sp.* ו- *Thalassiosira spp.* (טבלה 2).

איור 6: התפלגות מספרית של קבוצות המיקרופלנקטון בפתח הקישון

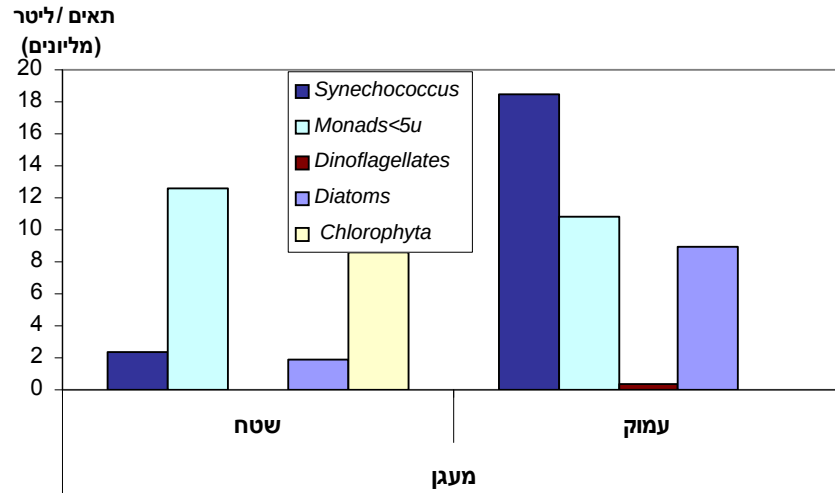




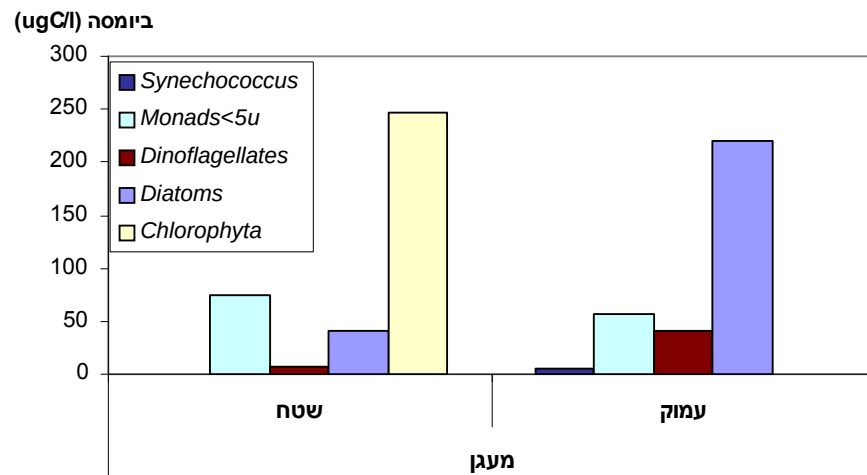
מעגן הדייג

1. בפני השטח שליטה מספרית של אצות איאוקריוטיות קטנות ($>5\mu$), ושל אצות מקבוצת הירוקיות (איור 8). האצה הירוקית *Chlamidomonas sp.* מהווה חלק ניכר (50%) מהביומסה בתחנה זו (איור 5). אצה זו נמצאה גם בתחנות פתח הקישון אך בריכוז נמוך יותר. ריכוז הכחוליות החד תאיות יורד בתחנה זו יחסית לתחנת פתח הקישון, כך גם ריכוז הצורניות מהסוג *Chaetoceros sp.*
2. בפני השטח במעגן נמצאו ריכוז גבוה וביומסה גבוהה מאד של מיני ריסניות (טבלה 2), שידוע כי הן ניזונות ממיקרואורגניזמים קטנים כמו חיידקים ואצות. סביר מאד לכן שאוכלוסיית האצות בפני השטח היתה בתהליך של התמוטטות.
3. בעומק ריכוז התאים והביומסה (איור 9) די דומים לפני השטח. בעומק נמצא ריכוז גבוה של תאי כחוליות מהסוג *Synechococcus*, נמצאו אצות איאוקריוטיות קטנות ($>5\mu$), וצורניות. האצות הצורניות היוו את מרבית הביומסה בתחנה זו, כאשר עיקר הביומסה נבע ממצואותה של האצה הצורנית *Pseudo-nitzschia sp.* (איור 5, טבלה 2).

איור 8 : התפלגות מספרית של קבוצות המיקרופלנקטון במעגן הדייג



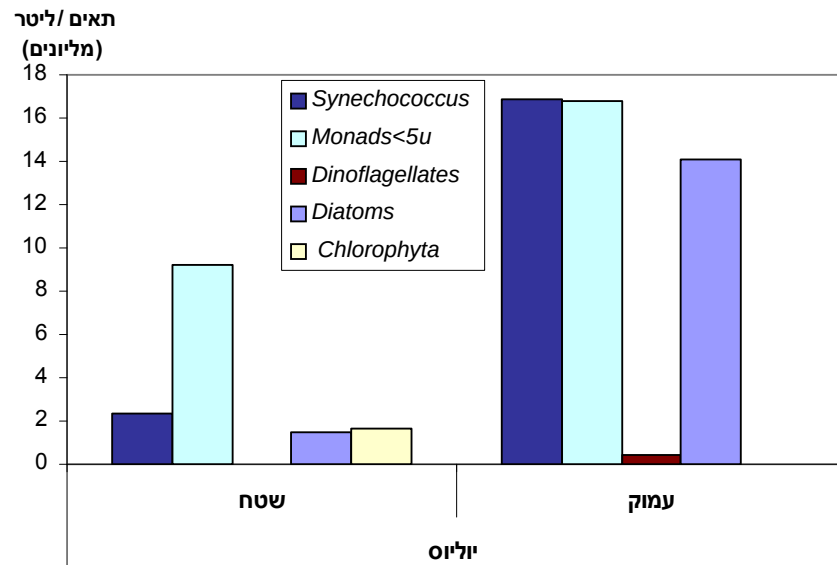
איור 9 : התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון במעגן הדייג



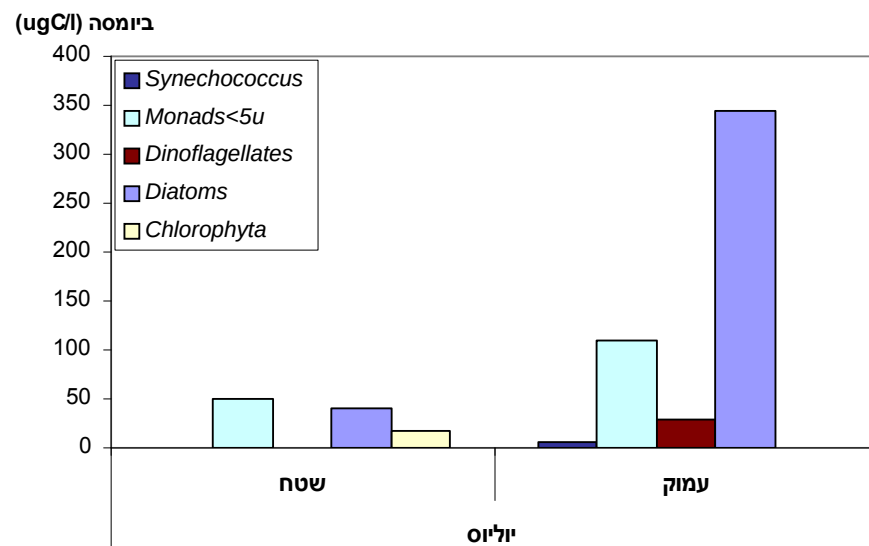
גשר יוליוס

1. בפני השטח שלטו הן מבחינה מספרית והן מבחינת הביומסה מיני האצות האיאווקריוטיות ($<5\mu$). ריכוז התאים והביומסה נמוכים יחסית (איורים 10, 11). מגוון מיני הצורניות והדינופלגלטים קטן מאוד (טבלה 3). לעומת זאת נמצא מגוון גדול יותר של אצות מהירוקיות.
2. בעומק ניכרת עלייה בריכוז התאים (איור 10), בביומסה (איור 11) ובמגוון התאים (טבלאות 1, 2). נמצאו ריכוזים גבוהים ודומים יחסית של מיני ה- *Synechococcus* והאצות האיאווקריוטיות הקטנות ($>5\mu$). נצפתה עלייה במספר תאי הצורניות, ובעיקר הצורניות מהסוג *Pseudo-nitzschia*, שהיוותה חלק ניכר מהביומסה (איור 5) בדומה לתחנת העומק במעגן.

איור 10 : התפלגות מספרית של קבוצות המיקרופלנקטון בגשר יוליוס



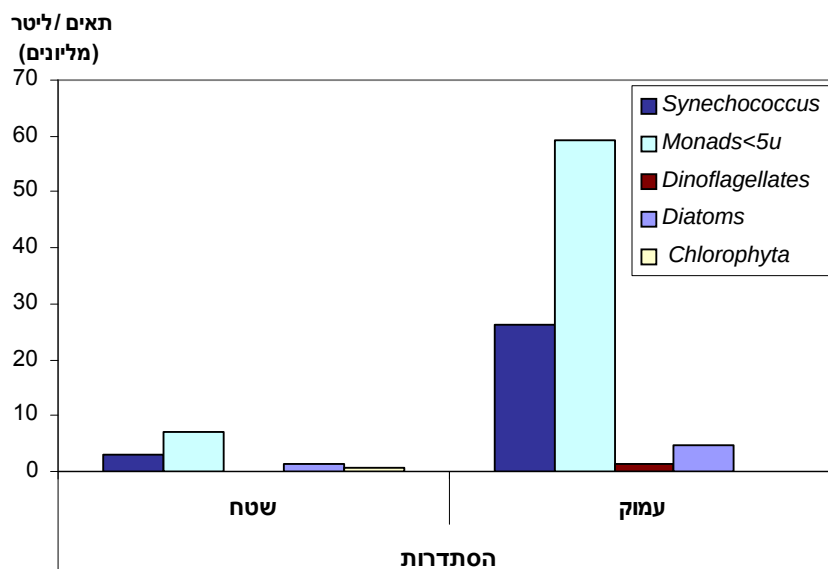
איור 11 : התפלגות ביומסת המיקרופלנקטון בגשר יוליוס



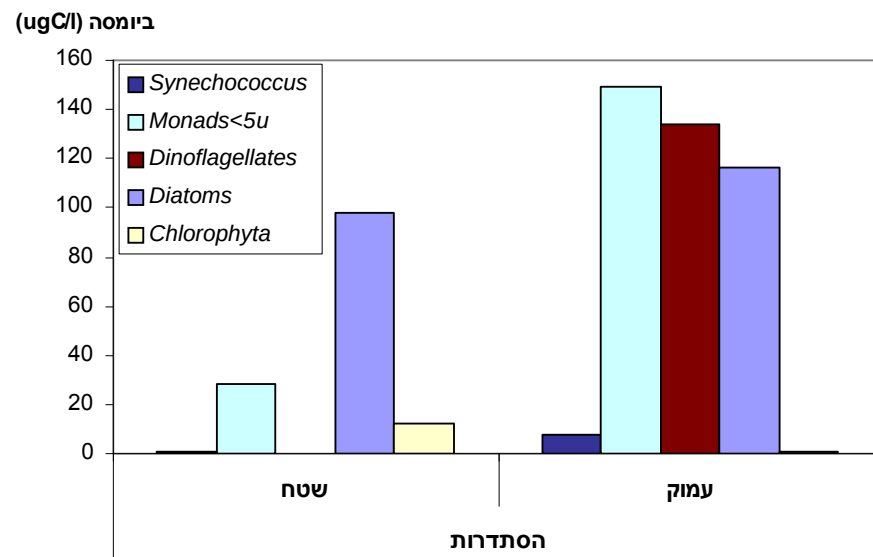
גשר ההסתדרות

1. בדומה לנמצא בגשר יוליוס בפני השטח ריכוז התאים והביומסה קטנים יחסית לשתי התחנות האחרות (איורים 12, 13). מיני האצות האיאווקריוטיות ($>5\mu$) היו בעלות ריכוז יחסי גבוה. גם כאן מגוון האצות הצורניות והדינופלגלטים קטן יחסית בפני השטח (טבלה 3), לעומת זאת נמצא מגוון גדול יותר של מיני אצות ירוקיות.
2. בעומק ניכרת עלייה בריכוז התאים בביומסה (איורים 12, 13) ובמגוון התאים. האצות האיאווקריוטיות ($>5\mu$) הן בעלות הריכוז הגבוה ביותר ואחריהן הכחוליות. מבחינת ביומסה לשלושת קבוצות האצות (צורניות, דינופלגלטים, ואצות איאווקריוטיות קטנות) חלק דומה בביומסה הכללית. מבין הצורניות שלט המין *Pseudo-nitzschia sp.* שהיווה חלק ניכר מהביומסה בדומה לתחנת העומק ביוליוס ובמעגן (איור 5). הדינופלגלטים בתחנה זו היו קטנים ($<15\mu$), ומביניהם שלט *Gymnodinium sp.* (טבלה 2).

איור 12: התפלגות מספרית של קבוצות המיקרופלנקטון בגשר ההסתדרות



איור 13 : התפלגות ביומסת המיקרופלנקטון בגשר ההסתדרות

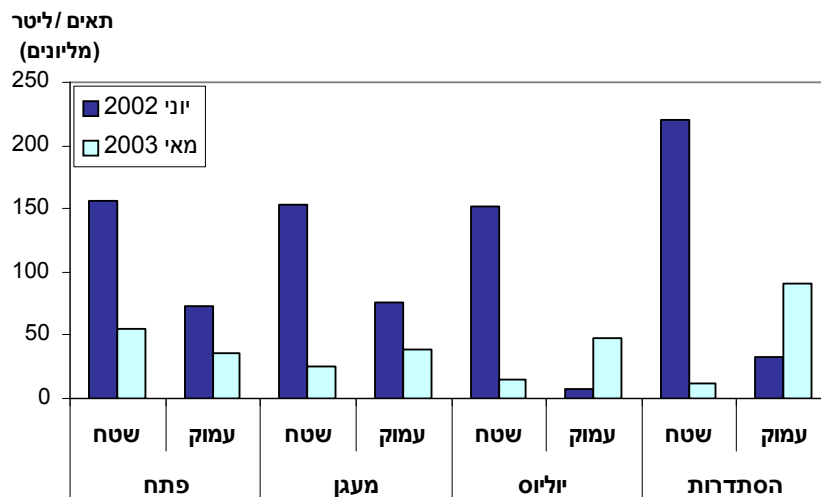


3. השוואה עם דיגום יוני 2002

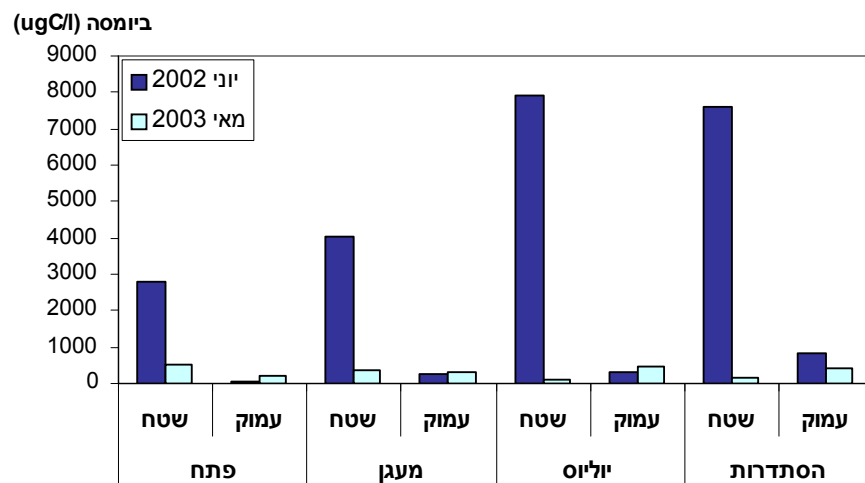
ריכוז תאים, ביומסה, כלורופיל והרכב מינים

1. ריכוז תאים וביומסה - ריכוז התאים בפני השטח בדיגום זה קטן מאוד (עד פי 5) יחסית לריכוז שנמצא ביוני אשתקד (איור 14). ההבדל בביומסה בתחנות פני השטח גדול יותר (עד פי 80) (איור 15) יחסית להבדל המספרי, משום שחלק ניכר מהתאים שהופיעו בדיגום ביוני היה גדול יותר מאשר בדיגום הנוכחי. במים העמוקים הביומסה בשני הדיגומים דומה.
2. בדיגום מאי מספר התאים, הביומסה וריכוזי הכלורופיל (איור 16) גבוהים יותר בעומק יחסית לפני השטח בשלושת התחנות במעלה הנחל. בדיגום יוני לעומת זאת פרמטרים אלה גבוהים יותר בכל תחנות פני השטח, יחסית לעומק.
3. כלורופיל - ההבדל בביומסה התבטא גם בריכוזי הכלורופיל (איור 16) הגבוהים מאוד בפני השטח בדיגום יוני.
4. פריחות - בדיגום מאי האצות הצורניות היוו חלק גדול מהביומסה במרבית התחנות, אך לא הגיעו למספרי פריחה (ריכוז לליטר $< 10^7$) והדבר נכון גם לגבי המין *Chaetoceros sp.* שהופיע במספרים גבוהים אך לא יצר פריחה בגלל גודלו (5μ). בדיגום יוני לעומת זאת, הופיעה פריחה מסיבית של מספר מיני אצות מקבוצות שונות.
5. הרכב המינים – לא נמצא הבדל גדול במגוון מיני הצורניות והדינופלגלטים ובהרכב המינים של שתי קבוצות אלה. הצורנית *Skeletonema costatum* והפלגלט *Heterosigma akashiwo* הופיעו בשני הדיגומים, אך ביוני אשתקד הם פרחו. בדיגום יוני פרח *Cryptomonas sp.* כמו גם בדיגומים אחרים, אך בדיגום זה הופיעה רק בשתי תחנות ובריכוזים נמוכים יחסית. בדיגום זה נמצא מגוון מינים גדול יחסית של מיני אצות ירוקיות, שכמעט לא הופיעו בדיגום יוני 2002. בדיגום זה נמצאו כחוליות מהסוג *Synechococcus* בכל התחנות, וביוני 2002 הופיעו רק בשתי התחנות העמוקות במורד הנחל.

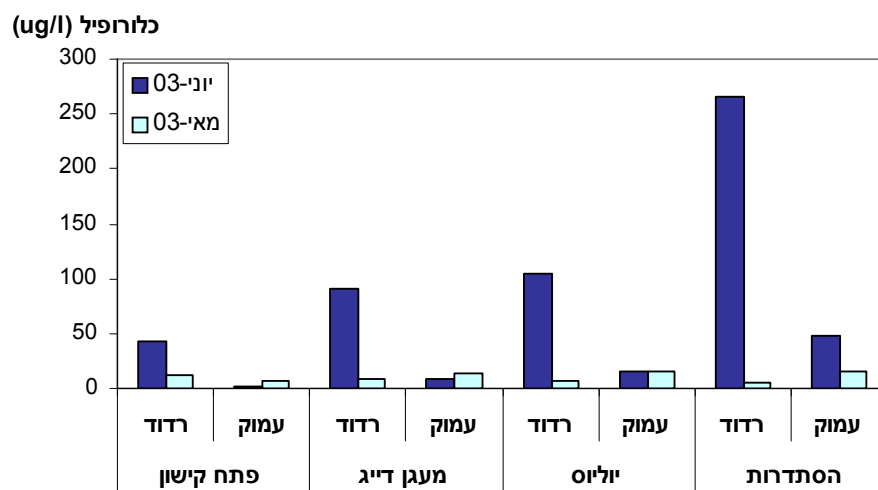
איור 14 : השוואת הריכוז הכללי של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי יוני 2002 ומאי 2003



איור 15 : השוואת הבימוסה של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי יוני 2002 ומאי 2003



איור 16 : השוואת ריכוזי הכלורופיל בדיגומי יוני 2002 ומאי 2003

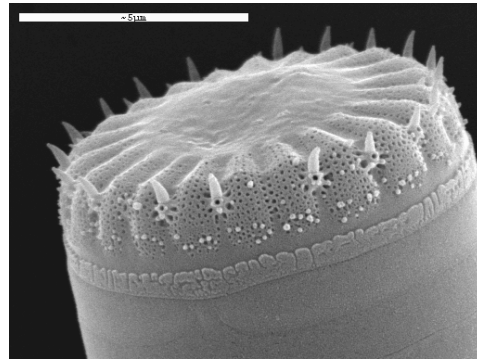
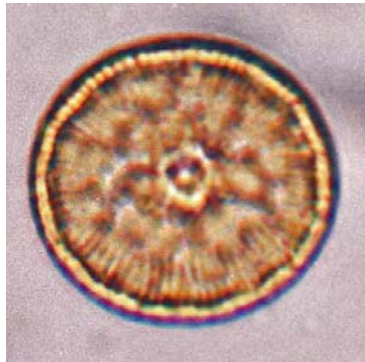


4. סיכום הממצאים של דיגום מאי 2003

1. ריכוזי האצות הביומסה והכלורופיל נמוכים מאד יחסית לדיגומים קודמים, אך הם עדיין בתחום הערכים של מים איאוטרופיים.
2. ריכוז האצות והביומסה גבוהים יותר בעומק בכל התחנות מלבד פתח הקישון.
3. נמצאה שליטה מספרית של מיני אצות המשתייכות לפיקופלנקטון בגודל של עד 5μ .
4. הצורניות מהוות אחוז ניכר מהביומסה (מכס. 70% - 80%) בכל התחנות.
5. הצורניות השכיחות בדיגום זה – *Pseudo-nitzschia sp.*, *Chaetoceros sp.* ו- *Leptocylindrus danicus*.
6. מבין הדינופלגלטים הופיעו בשכיחות גבוהה יותר *Prorocentrum micans*, *Gymnodinium sp.* ו- *Prorocentrum triestinum*, *Oxyphysis oxytoxoides* והמין *Heterosigma akashiwo*, בעל הפוטנציאל הטוקסי לדגים, שפרח בדיגום יוני 2002 הופיע במספרים נמוכים יחסית בדרך כלל (טבלה 3).
8. נמצאו הבדלים בהרכב מיני האצות בין התחנות השונות ובין העומקים השונים.
 - א. למליחות המים השפעה על הרכב מיני המיקרופלנקטון. במים המלוחים יותר המאפיינים את פתח הקישון ואת מי העומק בתחנות במעלה הנחל נמצאו מינים אפייניים למים אלה. מיני האצות מקבוצת הדינופלגלטים נמצאו בעיקר בתחנות אלה. מבין הצורניות הופיעו במים אלה מינים הסבילים למליחות מי הים בלבד, כמו מיני *Rhizosolenia* ו- *Thalassiosira*. לעומת זאת במים הפחות מלוחים הופיעו מינים הסבילים למליחויות נמוכות יותר כמו מיני *Cyclotella spp.*, *Navicula spp.* ו- *Nitzschia spp.* האצות הירוקות הופיעו בעיקר בפני השטח, במים בעלי המליחות הנמוכה יותר.
 - ב. מיני הכחוליות מהסוג *Synechococcus* הופיעו בעיקר בתחנות העמוקות.
 - ג. בפתח הקישון נמצא ריכוז גבוה של הצורנית *Chaetoceros sp.*, במעגן ריכוז גבוה של הירוקית *Chlamydomonas sp.* ובשלושת התחנות העמוקות במעלה הנחל ריכוז גבוה של מיני *Pseudo-nitzschia sp.* השייכת לקבוצת הצורניות.
9. העליה בריכוז אצות ירוקיות לעומת דיגום יוני 2002 נובעת ככל הנראה מהשפעת החורף הגשום. במהלך החורף סופקו כמויות גדולות יחסית של מים מתוקים לחלקו המלוח של הנחל והזרימה השיטפונית הסיעה ככל הנראה אצות כאלה מן המעלה.

אצות צורניות - Diatoms

Cyclotella sp.



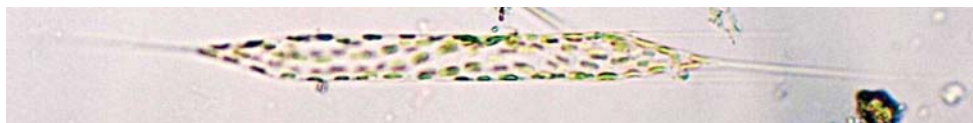
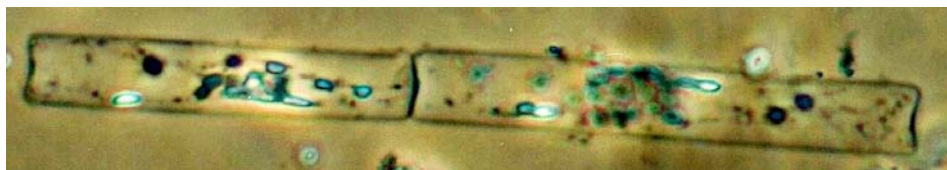
Pleurosigma sp./ *Gyrosigma* sp.



Nitzschia closterium



Leptocylindrus danicus



דינופלגלטים - Dinoflagellates

*Oxyphysis
oxytoxoides*



*Prorocentrum
micans*



*Prorocentrum
triestinum*

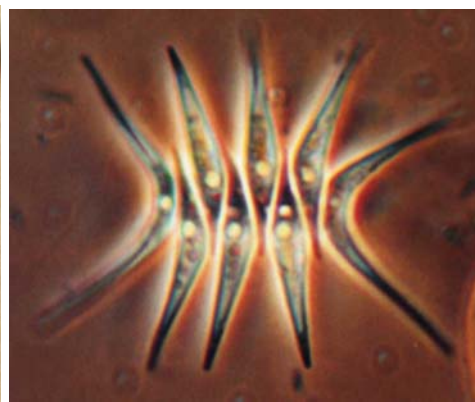


ירוקיות - Chlorophyta

Scenedesmus quadricaudata



Scenedesmus acuminatus



פיקופלנקטון

Monads <5μ

Synechococcus

