



Oceanographic & Limnological Research Ltd. חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ
Tel-Shikmona, P.O.B. 8030, Haifa 31080 חיפה 8030, ת"ד 8030
Tel: 972-4-8515202 : טלפון Fax: 972-4-8511911 : פקס
<http://www.ocean.org.il>

**אפיון קבוצות המיקרואצות
במי נחל הקישון המלוח,
ניטור אוקטובר 2005**

דו"ח חיא"ל H4/2006

נורית קרס, נורית גורדון וברק חרות

ייעוץ מדעי: פרופ' ברוך קימור

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

חתימה:

ינואר 2006

מוגש לרשות נחל הקישון

1. מטרת המחקר

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

דו"ח זה מסכם את ממצאי הניטור שנערך ב- 2 באוקטובר 2005 : אפיון אוכלוסיות המיקרואצות בדגימות פני שטח ועומק ואת התנאים הסביבתיים הנלווים בכל התחנות והדגימות.

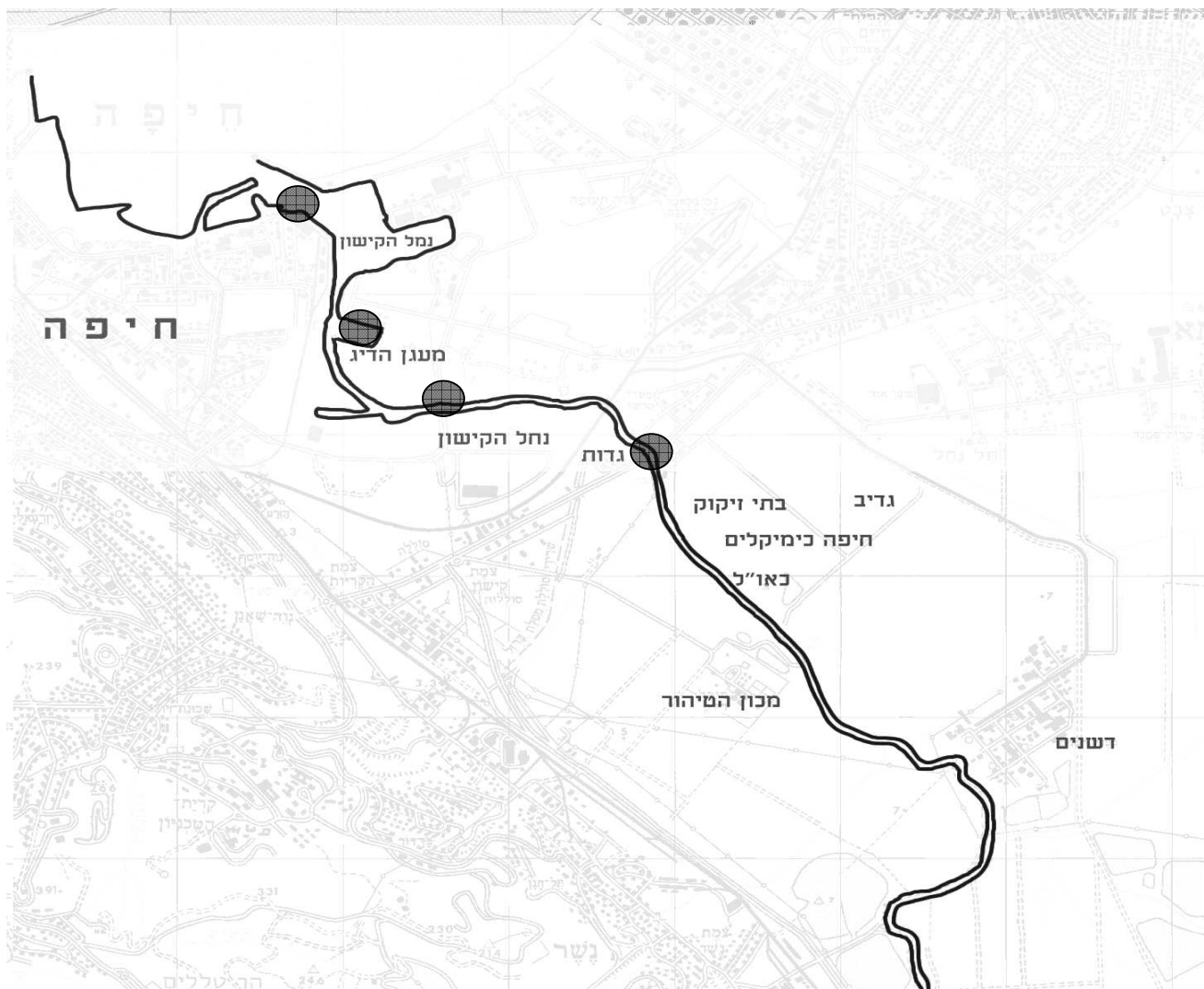
2. דיגום ושיטות

ארבע תחנות במערכת התחתונה של נחל הקישון המלוח (גשר ההסתדרות, גשר יוליוס, מעגן הדיג ופתח נמל הקישון) נדגמו מסירה ב-2 באוקטובר 2005 (איור 1). בכל תחנה נמדד פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס במים, אחוז רווית חמצן, ערך הגבה (pH) באמצעות מכשיר YSI 6600 UPS מחברת Yellow Springs Instruments. בגלל תקלה סנסור העכירות לא תיפקד ולכן אין לנו תוצאות עכירות המים לדיגום זה. כמו כן, מי שטח ומי עומק בכל תחנה נדגמו באמצעות בקבוק ניסקין או ישירות לכלי הדיגום לאפיון אוכלוסיית הפיטופלנקטון, ולקביעת ריכוזי כלורופיל, נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, ניטריט, אמוניום, חומצה סיליצית) וחומר מרחף (SPM). 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 כמפורט ב- [Kress and Herut, 2001], ו- IOC-SCOR-UNESCO, [1994]. דגימות מים לקביעת כלורופיל סוננו דרך פילטרים GF/F (0.7µm) לאחר סינון מקדים דרך 63µm. הפילטרים קופלו, נעטפו בנייר אלומיניום והוקפאו עד לבדיקתם בשיטה פלואורימטרית לפי Standard Methods-10200H-3 עם שינויים קלים. נפח ידוע של הדגימה סונן דרך פילטר 0.45µm אשר נשקל לפני הסינון. לאחר הסינון הפילטר יובש ונשקל שוב וכמות החומר המרחף חושבה מהפרש המשקלים.

דגימות מים לאפיון וספירת אוכלוסיית הפיטופלנקטון הובאו למעבדה וסוננו מייד. סוגים קטנים (עד 5 מיקרון) - דגימות המים 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 אפיפלואורסנטי. סוגים בגודל מעל 5 מיקרון גודל. דגימות המים לספירה וזיהוי הסוגים סוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (3 מיקרון). 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 גיל שהתייבש לאחר זמן מה. לאחר מכן הונחה על הדגימה טיפת גליצרול שכוסתה בזכוכית מכסה. הדגימות נשמרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה הנעשית באור רגיל באמצעות מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.

דגימות פני השטח אשר רוכזו דרך פילטרים של 63 ו-15 מיקרון נבדקו באותו יום כדי להסתכל על התאים החיים ולאחר מכן שומרו בלוגול ו/או גלוטרהלדהיד. המינים הפחות שכיחים נספרו בדגימות אלה.



איור 1: מיקום תחנות הדגום (מסומן בעיגול) בנחל הקישון המלוח: גשר ההסתדרות, גשר יוליוס סימון, מעגן הדיג, פתח נמל הקישון.

3. תוצאות

3.1. פרמטרים כימיים-פיסיקליים בעמודת המים

פרופיל עומק של מליחות, טמפרטורה, חמצן ו- pH בארבעת תחנות הדיגום מוצגים באיורים 2-4. כאמור, בגלל תקלה בסנסור אין לנו ערכים לעכירות לדיגום זה. ריכוזי הנוטריאנטים (פוספאט, ניטראט+ניטריט, ניטריט, אמוניה, וחומצה סיליצית), הכלורופיל והחומר המחרף בדגימות מי שטח ומי עומק בכל תחנות דיגום מוצגים בטבלה 1.

כללית, עמודת המים בכל התחנות משוכבת מבחינת המליחות, עם שכבה עליונה (כ-1 מ') פחות מלוחה מהחלק התחתון של העמודה (איור 2). מליחות המים של השכבה העליונה עלתה עם התקדמות במורד הנחל ואילו עוצמת השיכוב ירדה. עמודת המים משוכבת גם מבחינה תרמית וטמפרטורת המים גבוהה יותר בכ-1.5 מעלות צלזיוס בפני השטח לעומת העומק. כללית, בדיגומי הסתי הטמפרטורות בעומק גדולות יותר מאשר טמפרטורת פני השטח ובדיגומי האביב הטמפרטורות בעומק קטנות יותר מאשר אלה הנמדדות על פני השטח.

בכל התחנות, המים בחלק העליון של העמודה רוויים ביתר בחמצן (איור 3). ריכוז החמצן ירד עם העלייה בעומק אולם אחוז הרוויה נשאר גדול מ-100% בעומק להוציא את גשר ההסתדרות שם אחוז רווית החמצן יורד עד ל-70%. הריכוז שם קטן במקצת מ-5 מג"ל הוא הגבול שמתחתיו תתקיים עקה ביולוגית. ממצא זה שונה מאלה בדיגומים האחרים בהם הריכוזים של דגימות העומק בכל התחנות (להוציא מאי 2003) היו קטנים מ-5 מג"ל. אחוזי רווית חמצן גדולים נובעים בעיקר כתוצאה מפריחת אצות (תהליך פוטוסינתזה מוגברת), ריכוזי הכלורופיל בדיגום זה היו בתחום הגבוה בהשוואה לריכוזים שנמצאו בדיגומים קודמים באזור (טבלה 1, איור 5) ונמצאה פריחה מסיבית של מספר מיני אצות בתחנות השונות (סעיף 3.2). נמצא קשר לינארי משמעותי בין ריכוז הכלורופיל לבין אחוז רווית החמצן בדגימות פני השטח ולא בדגימות העומק. זאת ככל הנראה בגלל שבמי עומק קיים, בנוסף לפוטוסינתזה, גם פירוק מוגבר של חומר אורגני הצורך חמצן (איור 6). הירידה בריכוז החמצן לעומק עמודת המים היא בעיקר תוצאה מתהליכי נשימה (צריכת חמצן לפירוק חומר אורגני) (איור 3).

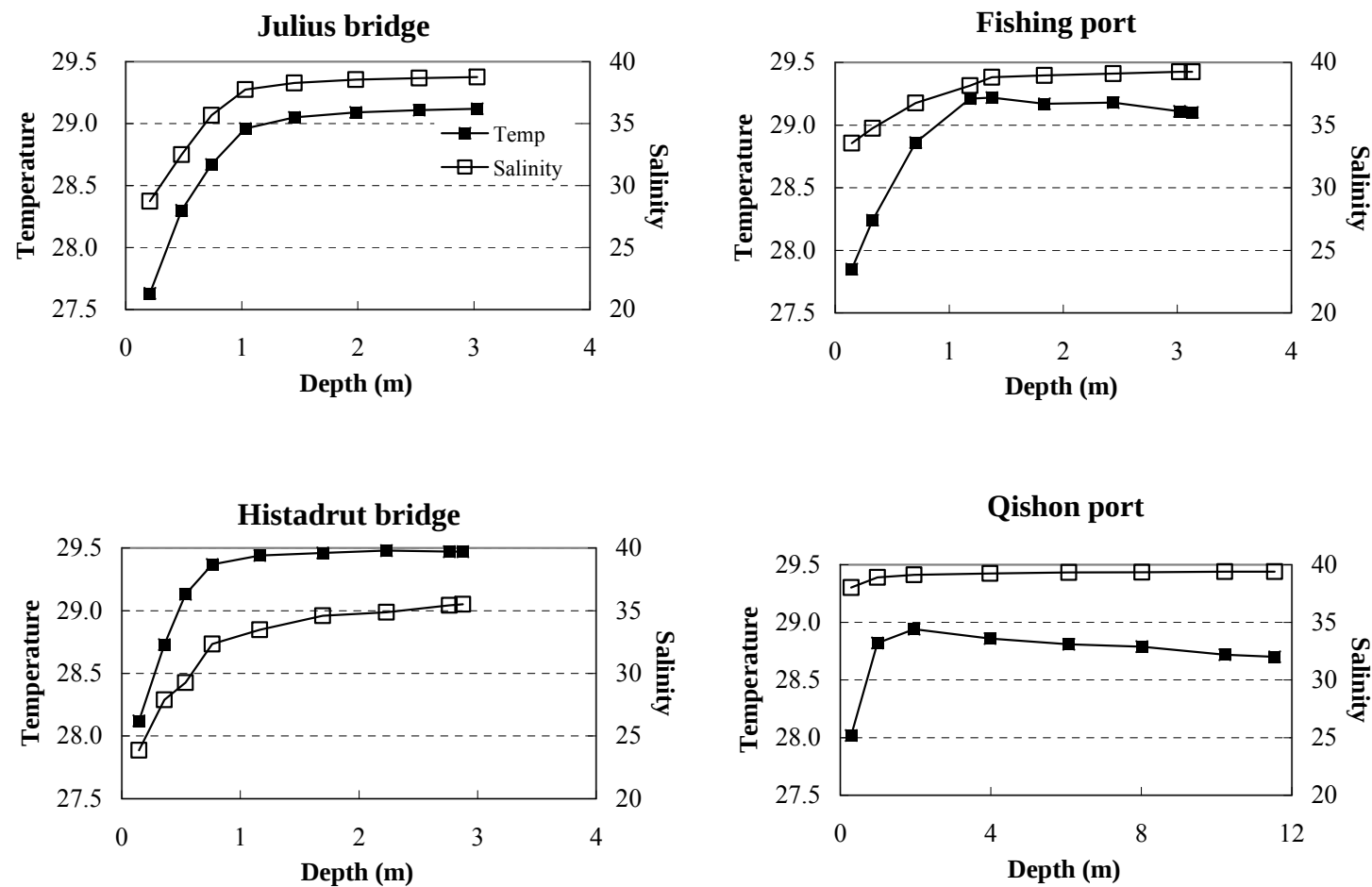
ערכי ההגבה (pH) נמצאו בתחום צר שבין 8.15 ל-8.45 (איור 4). כללית, ה- pH מושפע מהרכב מי הנחל, מערבוב עם מי ים, מפריחת אצות (פוטוסינתזה -גורמת לעליה ב- pH) ומתהליכי חימצון ונשימה (גורמים לירידה ב- pH). ה- pH בגשר ההסתדרות קטן יותר מהערכים שנמדדו בשלושת התחנות האחרות, והוא אחיד לעומק העמודה, ללא תלות באחוז רווית החמצן או במליחות. זאת ככל הנראה בגלל תהליכי נשימה ופירוק מוגברים כי ריכוז הכלורופיל היה גדול בהרבה מהריכוז בתחנות האחרות. גם מליחות המים דומה למליחות בגשר יוליוס ובה ה- pH דומה לתחנות במורד הנחל. בכל התחנות ה- pH בפני השטח ובעומק דומים ורק בגשר יוליוס ה- pH בפני השטח היה קטן יותר מאשר בעומק.

טבלה 1: ריכוזי נוטריאנטים, כלורופיל ופרמטרים נוספים במי שטח ומי עומק בארבע תחנות בקטע המלוח של נחל הקישון, דיגום אוקטובר 2005.

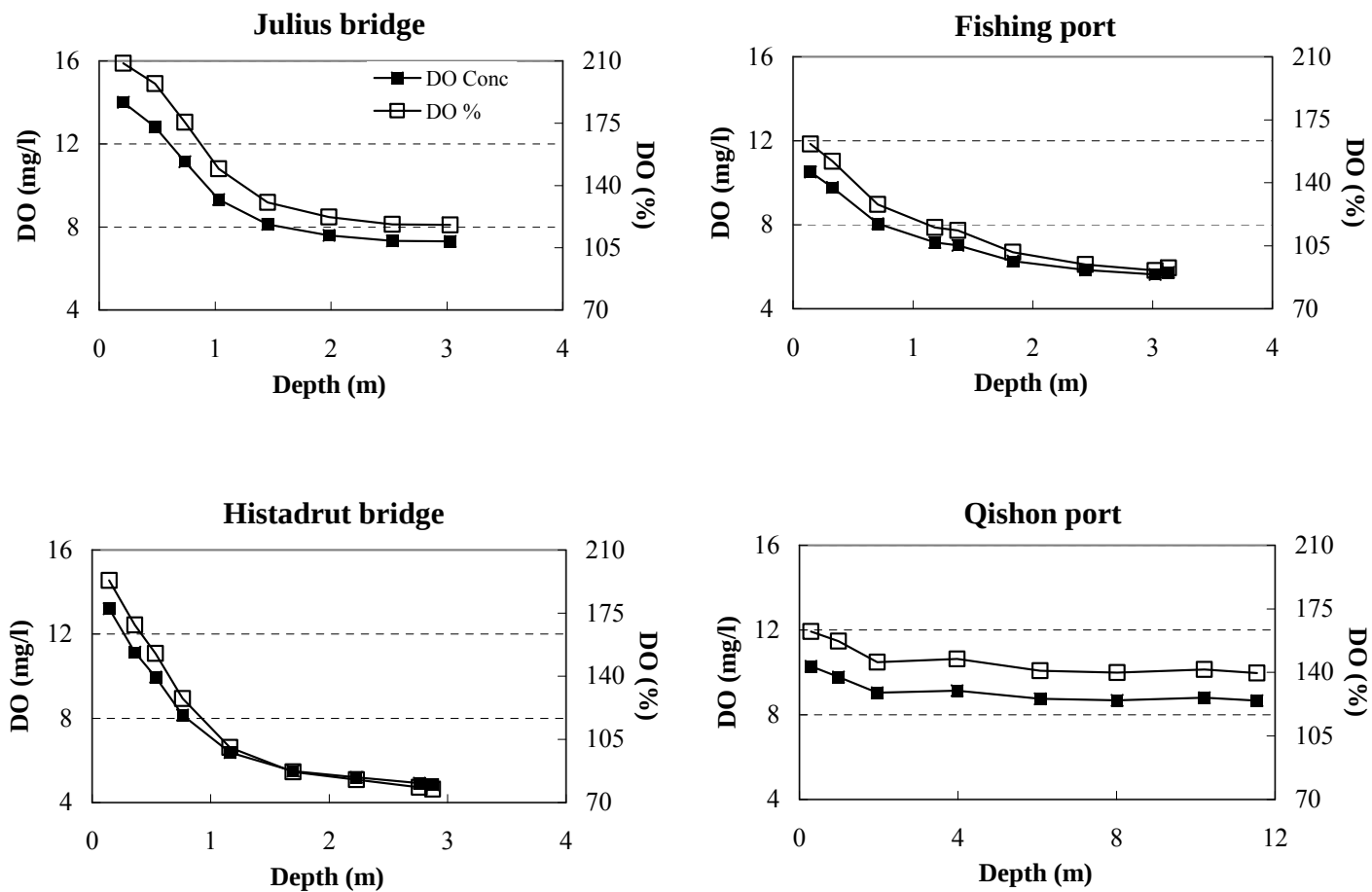
Station	Location		Depth <i>m</i>	Temp <i>°C</i>	Salinity	DO Conc <i>mg/L</i>	DO % <i>%</i>	pH
	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>						
Qishon Harbor	32 48.899	35 1.572	0.3	28.02	38.02	10.29	163	8.39
			10.2	28.72	39.39	8.80	142	8.43
Fishing Harbor	32 48.360	35 1.823	0.1	27.85	33.55	10.51	162	8.39
			2.4	29.18	39.11	5.84	95	8.44
Julius Bridge	32 48.899	35 2.010	0.2	27.63	28.74	14.01	209	8.21
			3.0	29.12	38.76	7.31	118	8.40
Histadrut Bridge	32 47.860	35 2.840	0.1	28.12	23.87	13.21	193	8.18
			2.8	29.47	35.44	4.92	78	8.20

Station	Location		Depth <i>m</i>	NO3+NO2	PO4	Si(OH)4	NO2	NH4	Chla <i>µg/L</i>	SPM <i>mg/L</i>
	<i>Lat.</i>	<i>Long.</i>								
Qishon Harbor	32 48.899	35 1.572	0.3	34.7	0.25	15.2	6.70	3.14	14.2	41.3
			10.2	1.98	0.17	2.16	0.06	1.18	5.80	28.7
Fishing Harbor	32 48.360	35 1.823	0.1	90.3	0.39	40.4	13.2	7.80	38.0	106.0
			2.4	5.48	0.84	6.89	0.88	8.11	13.8	60.0
Julius Bridge	32 48.899	35 2.010	0.2	384	1.86	104	29.2	68.7	52.8	44.8
			3.0	11.1	0.54	6.98	2.13	3.79	18.3	43.3
Histadrut Bridge	32 47.860	35 2.840	0.1	631	3.79	255	247	250	171	70.0
			2.8	40.8	2.57	33.5	18.5	59.3	218	78.5

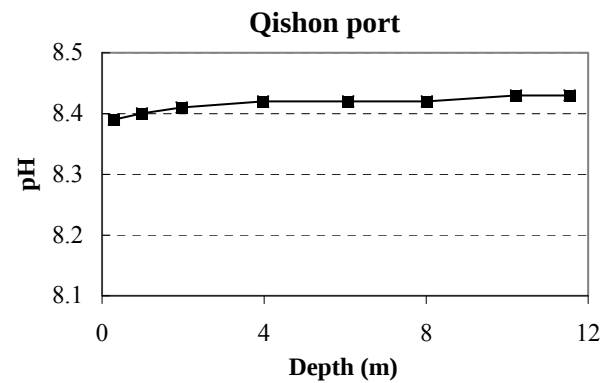
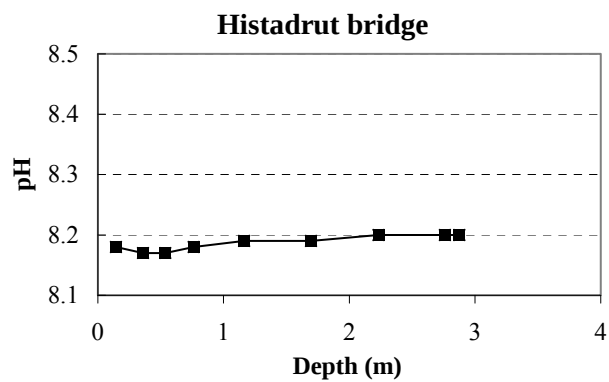
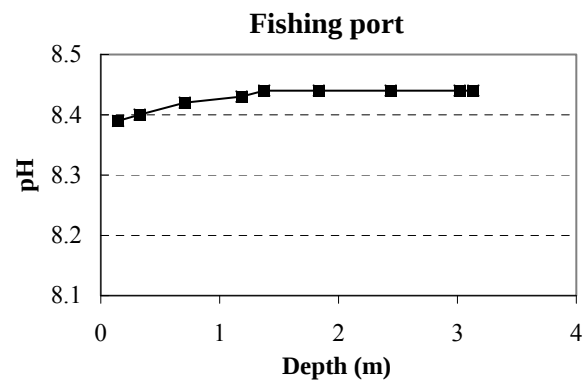
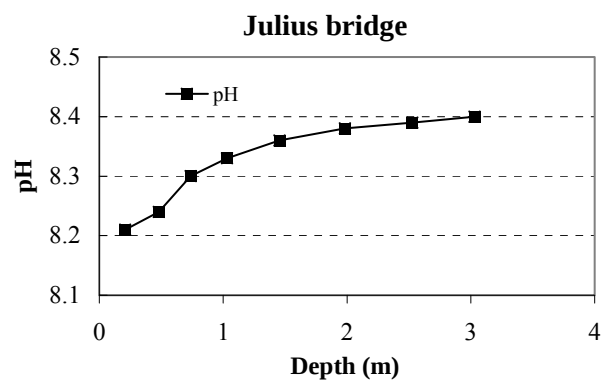
איור 2: פרופיל עומק של מליחות וטמפרטורת (°C) המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2005.



איור 3 : פרופיל עומק של חמצן מומס במים (מ"ג/ליטר) ואחוז רוויה בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2005.



איור 4 : פרופיל עומק של pH המים בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח, אוקטובר 2005.



לראשונה בסקר הקישון המלוח נמדד ריכוז החומר המרחף בתחנות השונות בשני העומקים (טבלה 1). הריכוזים בפני השטח ובעומק היו דומים בגשר ההסתדרות ובגשר יוליוס ואילו במעגן הדייג ונמל הקישון הריכוזים בפני השטח היו גדולים יותר מאשר הריכוזים בעומק. הריכוזים הגדולים ביותר נמדדו במעגן הדייג בשני העומקים. ידוע כי מעגן הדייג מהווה "מכלודת" לסדימנטים המסופקים ממעלה הנחל. 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 ודומים לאלה שנמדדו במסגרת תוכנית הניטור הלאומית בשנים 2003 ו- 2004 (חרות וחובריו, 2005).

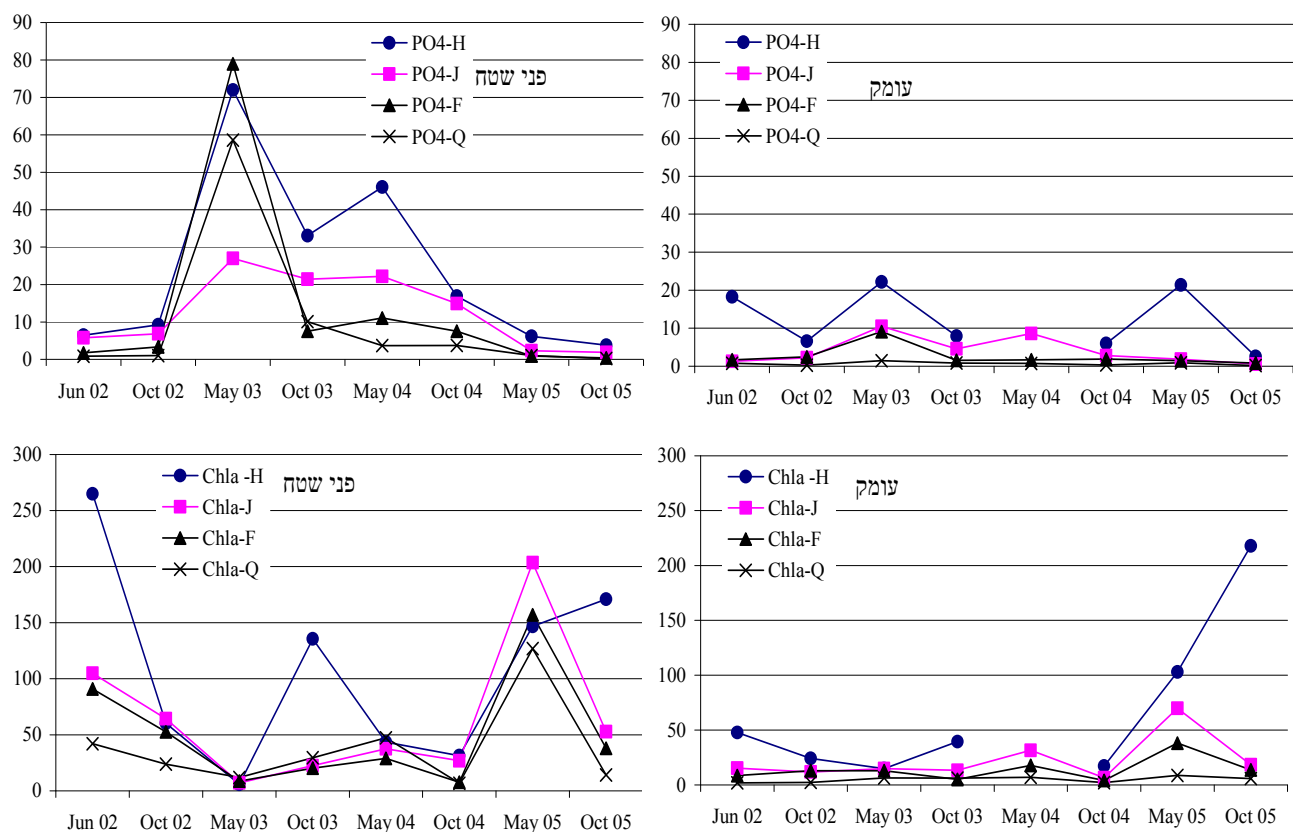
ריכוזי הנוטריאנטים והכלורופיל בדגימות פני השטח גדולים משמעותית מהריכוזים בדגימות העומק (טבלה 1, איור 5), להוציא פוספאט במעגן הדייג וכלורופיל בגשר ההסתדרות. הריכוזים ירדו בכוון מורד הנחל, ירידה המודגשת יותר בפני השטח. השוואה של ריכוזי הנוטריאנטים וכלורופיל לקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA, 1996) לאיכות המים בשפכי נחלים (טבלה 2) מראה כי רמת זיהום (דרגת איאטרופיקציה) יורדת בכוון מורד הנחל. ריכוז הכלורופיל בגשר ההסתדרות מצביע על מצב היפר-איטרופי, על רמת איטרופיקציה גבוהה בפני השטח בגשר יוליוס ובמעגן הדייג ועל רמה בינונית ביתר הדגימות. סווג הדגימות לפי ריכוז החנקן דומה מאוד לסווג לפי הכלורופיל: דרגת איטרופיקציה גבוהה בגשר ההסתדרות ובפני השטח בגשר יוליוס ומעגן הדייג, דרגה בינונית בדגימות העומק בגשר יוליוס ומעגן הדייג ובפני השטח בפתח נמל הקישון ודרגה נמוכה בדגימת העומק בפתח נמל הקישון. קביעת רמת האיטרופיקציה לפי ריכוז הפוספאט מראה כי דגימת פני השטח בגשר ההסתדרות נמצאת בדרגה גבוהה, שתי דגימות בפתח נמל הקישון בדרגה נמוכה וכל היתר בדרגת איטרופיקציה בינונית.

טבלה 2: קריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב לאיכות המים בשפכי נחלים

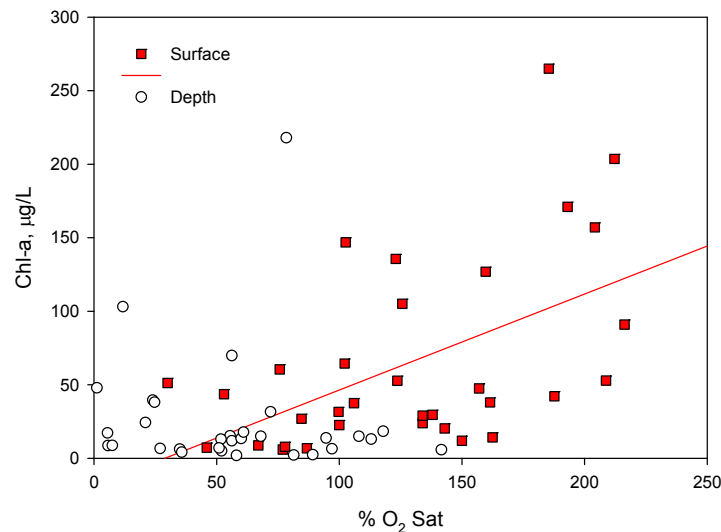
	Eutrophic state			
	Hypereutrophic	High	Medium	Low
Chl-a ($\mu\text{g/L}$)	> 60	20-60	5-20	0-5
Turbidity (Secchi depth – m)		<1	1-3	>3
TDN (mg/L)		>1	0.1-1	0-0.1
TDN (μM)		>71	7.1-71	0-7.1
TDP (mg/L)		>0.1	0.01-0.1	0-0.01
TDP (μM)		>3.2	0.32-3.2	0-0.32
DO	A or HY	A or HY		

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 ($2 < \text{DO} < 5 \text{ mg/L}$)

איור 5 : ריכוז פוספאט (מיקרומולר) וכלורופיל (מיקרוגרם לליטר) בארבע תחנות הדיגום בנחל הקישון המלוח בשמונה דיגומים. H – גשר ההסתדרות, J – גשר יוליוס, F – מעגן הדייג, Q – פתח נמל הקישון



איור 6: הקשר בין ריכוז הכלורופיל לבין אחוז רווית חמצן בדגימות המים מנחל הקישון המלוח. הנתונים לקוחים משמונה דיגומים באזור ($r=0.519$).



3.2 איפיון המיקרופלנקטון

כללית, דיגום זה התאפיין בפריחה מסיבית של האצה *Euglena* sp, אצה ירוקה, בתחנת גשר ההסתדרות (דגימות פני שטח ועומק) וגשר יוליוס, בפריחה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* בפני השטח בגשר יוליוס ובשני העומקים בגשר ההסתדרות ובפריחה של אצות מקבוצת הצורניות במיוחד בפני השטח במעגן הדייג. ריכוז גדול של תאי כחוליות חד תאיות קטנות מהסוג *Synechococcus* נמדד בפתח הקישון ומעגן הדייג (איור 7) אולם בגלל המימדים הקטנים של תאיהן תרומתן לביומסה הייתה משמעותית בדגימות העומק בתחנות אלו. הביומסה הגדולה ביותר נמצאה בגשר ההסתדרות, בשני העומקים ומשם הלכה וירדה בכיוון מורד הנחל (איור 8). נמצאו הבדלים בריכוז התאים, בהרכב המינים, בביומסה ובריכוז הכלורופיל בין תחנות הדיגום השונות ובין דגימות פני שטח ועומק בכל תחנה.

3.2.1 דגימות פני השטח

מספר התאים בדגימות פני השטח היה גדול בפתח הקישון ובמעגן הדייג וקטן בהרבה בגשר יוליוס וגשר ההסתדרות. נמצאו הבדלים גם בהרכב המינים בין התחנות (איור 7). ריכוז תאי הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp היה גבוה ודומה בשתי התחנות במורד וירד לכיוון מעלה הנחל. בפתח הקישון ובמעגן הדייג נמצאו בנוסף לכחוליות ריכוזים גבוהים של תאי מיקרופלנקטון קטן מ- 2μ , ותאי צורניות שריכוזן היה במיוחד גבוה במעגן הדייג. בגשר יוליוס ובגשר ההסתדרות נצפתה עלייה משמעותית בריכוז האצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* וה- *Euglenales* (איור 7), שהגיעו לכדי פריחה מסיבית בתחנות אלה.

הביומסה וריכוזי הכלורופיל עלו בכיוון מעלה הנחל, עד ערכים מרביים בגשר ההסתדרות (איור 8). בפתח הקישון ובמעגן הדייג עיקר הביומסה הייתה של אצות מקבוצת הצורניות (איור 9). הן היוו בתחנות אלה

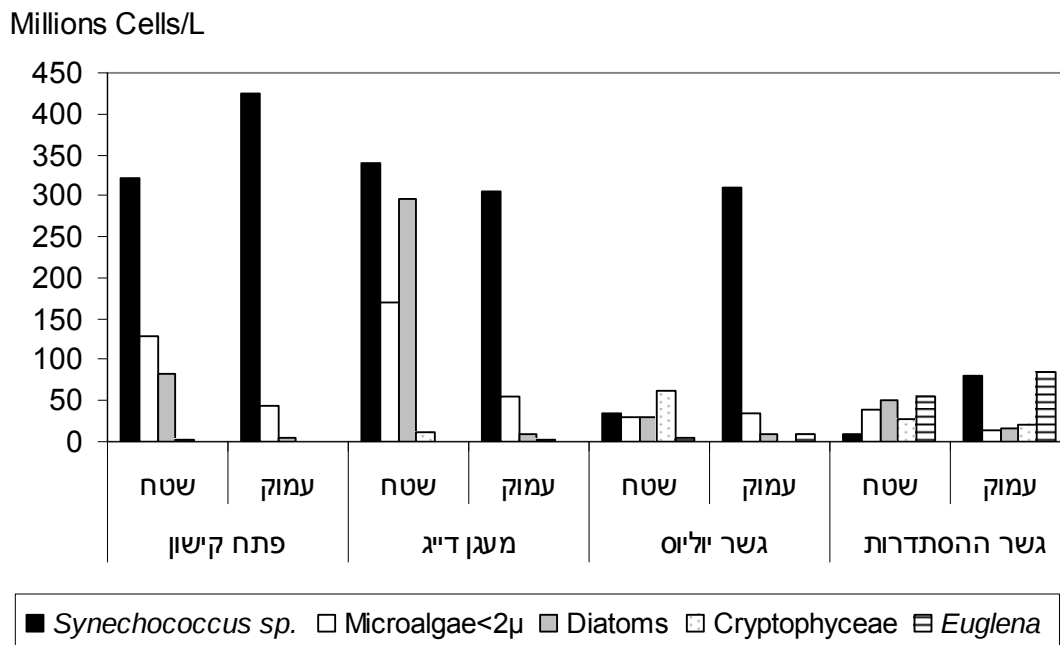
63% ו- 77% בהתאמה, מהביומסה הכללית (איור 10). בגשר יוליוס עיקר הביומסה הייתה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* שהיוו 59% מהביומסה הכללית. יחד איתם פריחה האצה *Euglena* sp. (23% מהביומסה), ואילו תרומת הצורניות ירדה לכדי 15% מהביומסה הכללית בלבד. בגשר ההסתדרות נמצאה פריחה מסיבית של האצה *Euglena* sp., שהיוותה 82% מהביומסה הכללית בתחנה זו.

3.2.2 דגימות עומק

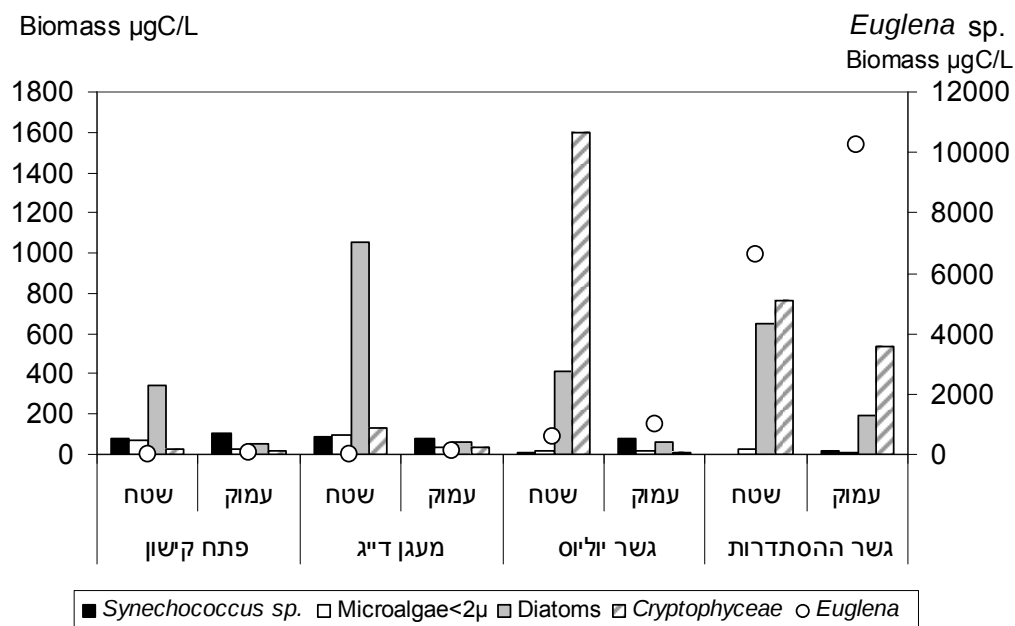
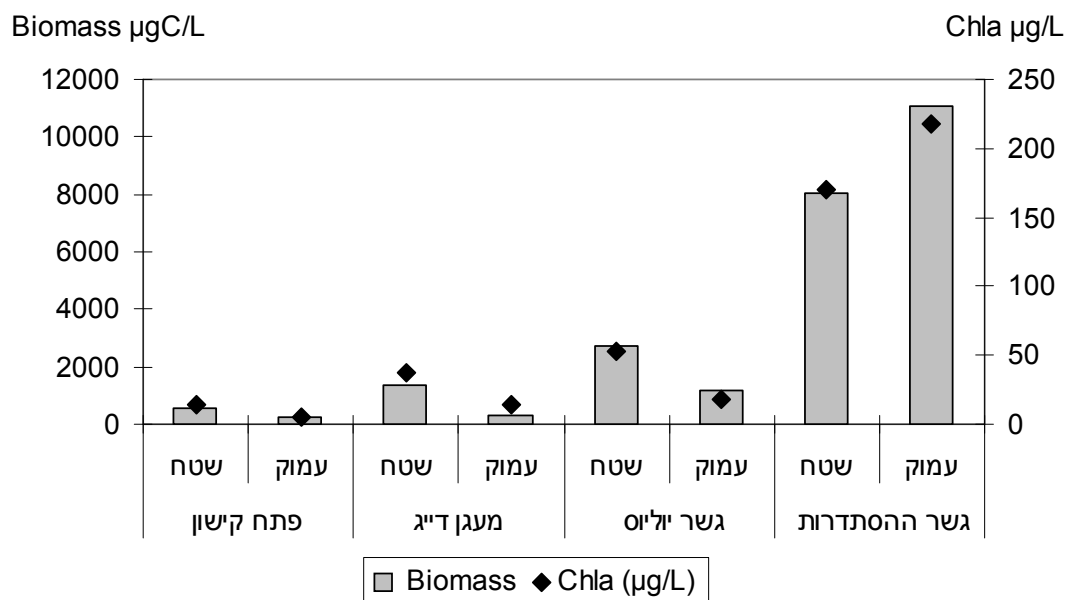
בכל התחנות העמוקות שלטו מספרית תאי הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. והמיקרופלנקטון הקטן מ- 2 μ . בפתח הקישון, במעגן הדייג ובגשר יוליוס ריכוז הכחוליות היה גבוה וירד מאוד בגשר ההסתדרות (איור 7). גם שיעורן היחסי בריכוז הכללי של האצות ירד ל-37% מהריכוז הכללי של התאים בגשר ההסתדרות לעומת 82%-90% בשלוש התחנות במורד הנחל (איור 11). בדגימת העומק בגשר ההסתדרות נמצאה פריחה מסיבית של האצה *Euglena* sp. אשר היוותה 92% מהביומסה הכללית (איור 10), עם למעלה מ- 10 מ"ג פחמן לליטר (איור 9).

בדגימות עומק בפתח הקישון ובמעגן הדייג, שלטו 3 קבוצות עיקריות של אצות (איור 10): הכחוליות החד תאיות, הצורניות ואצות מהסוג *Euglena*. בפתח הקישון ביומסת הכחוליות הייתה הגבוהה ביותר (41% מהביומסה הכללית). במעגן הדייג שיעורן ירד ונמצא דומה לשתי הקבוצות האחרות. בגשר יוליוס פריחה האצה מהמין *Euglena* sp. והיוותה 85% מהביומסה הכללית.

איור 7: התפלגות ריכוז קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות

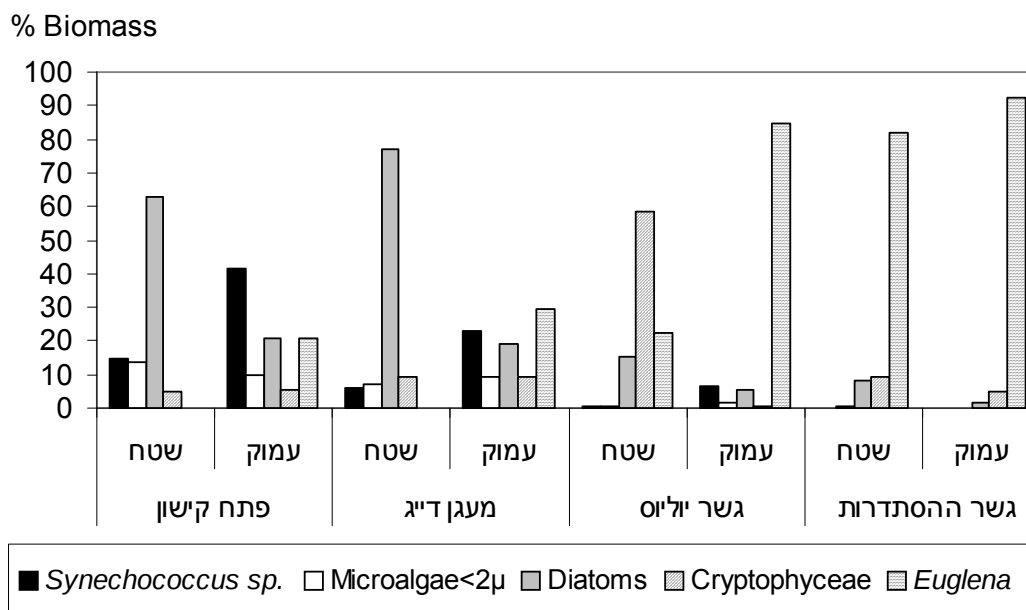


איור 8: התפלגות הביומסה וריכוזי הכלורופיל בתחנות השונות

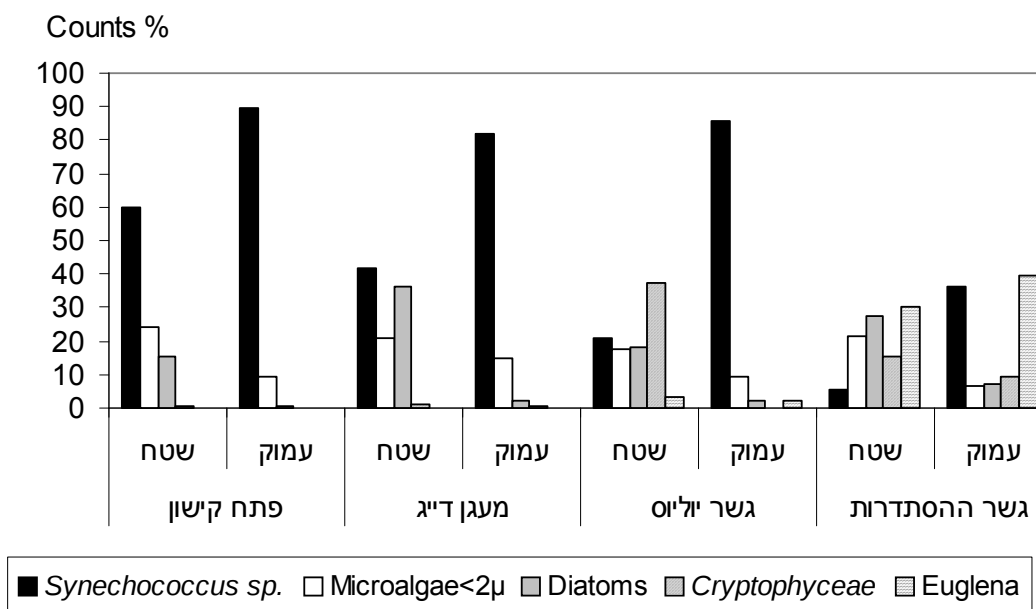


איור 9: התפלגות ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות

איור 10: התפלגות באחוזים של ביומסת קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



איור 11: התפלגות באחוזים של ריכוז קבוצות המיקרופלנקטון בתחנות השונות



3.2.3 הרכב מיני המיקרופלנקטון השכיח

מבין מיני המיקרופלנקטון השכיחים ביותר בדיגום זה (טבלה 3), ואשר תרומתם לביומסה הייתה המשמעותית ביותר הייתה האצה מהמין *Euglena* sp., שכאמור פרוחה בצורה מסיבית בפני השטח ובעומק בגשר ההסתדרות. היא נמצאה בפרחה גם בגשר יוליוס בשני העומקים, אך בריכוז הנמוך בסדר גודל מזה שבגשר ההסתדרות. זהו הדיגום הראשון בו נמצאה פריחה משמעותית כזו של אצה מקבוצה זו. היא אמנם הופיעה גם בדיגומים קודמים, אך בריכוזים נמוכים בהרבה. בדיגום יוני 2002 נמצאה פריחה של אצה זו בפני השטח ביוליוס ובמעגן הדייג, אך בריכוז נמוך בסדר גודל אחד יחסית לריכוז המרבי בדיגום זה. אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae*, מהמין *Cryptomonas* spp., פרחו במיוחד בפני השטח בגשר יוליוס ובשני העומקים בגשר ההסתדרות. הקבוצה השלישית בחשיבותה, מבחינת ביומסה הייתה קבוצת הצורניות. המינים הבולטים בקבוצה זו היו בדרך כלל מינים מהסוג *Thalassiosira* שכללו בתוכם גם את המין הנפוץ בדיגומי הקישון *Thalassiosira pseudonana*. המין *Skeletonema costatum* המהווה אינדיקטור למים איאורופיים, היה שכיח בפני השטח בפתח הקישון. צורנית שכיחה נוספת הייתה מהמין *Navicula* sp., זוהי צורנית קטנה (10μ), שהופיעה במרבית התחנות בריכוז גבוה.

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

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
Cyanobacteria								
<i>Synechococcus</i> sp.	3.2×10^8	4.2×10^8	3.4×10^8	3.0×10^7	3.5×10^7	3.1×10^8	1.0×10^7	7.9×10^7
צורניות (Diatoms)								
<i>Navicula</i> sp.(1)	2.0×10^6	4.6×10^5	2.6×10^6	2.6×10^6	3.2×10^6	2.4×10^6		5.1×10^6
<i>Skeletonema costatum</i>	1.4×10^6							
<i>Thalassiosira</i> spp.	1.8×10^4	1923	2.1×10^4	7400	7.3×10^5	6320	1.3×10^6	2.3×10^5
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	5.0×10^6		6.1×10^6	1.4×10^6	2.1×10^7	1.6×10^6	4.9×10^7	3.6×10^6
<i>Thalassiosira</i> sp. (1)	7.4×10^7	1.1×10^6	2.9×10^8	4.4×10^6	5.7×10^6	4.5×10^6		5.3×10^6
<i>Thalassiosira</i> sp. (2)	1.0×10^5	2.0×10^6			5.5×10^5			
Cryptophyceae								
<i>Cryptomonas</i> spp.	2.1×10^6	6.6×10^5	1.0×10^7	1.4×10^6	6.3×10^7	5.4×10^5	2.8×10^7	2.0×10^7
Euglenales								
<i>Euglena</i> sp.	400	4.4×10^5	1.2×10^4	8.3×10^5	5.2×10^6	8.4×10^6	5.6×10^7	8.6×10^7
Prasinophyceae								
<i>Pyramimonas</i> sp.	5.5×10^5		3.1×10^5		4.6×10^6			6.7×10^5
Unidentified small flagellates	1.2×10^6			1.5×10^6				1.7×10^6
Monads 2μ	1.3×10^8	4.3×10^7	1.7×10^8	5.4×10^7	2.9×10^7	3.4×10^7	3.9×10^7	1.4×10^7
Total Microplankton	5.4×10^8	4.7×10^8	8.2×10^8	3.7×10^8	1.7×10^8	3.6×10^8	1.8×10^8	2.2×10^8

תאי הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. והמיקרופלנקטון הקטן מ - 2μ תרמו משמעותית לביומסה בעיקר בפתח הקישון ובתחנה העמוקה במעגן הדייג (50%-30% מהביומסה הכללית) (איור 10).

3.2.4 הרכב מיני המיקרופלנקטון הפחות השכיח

חלק ניכר מהמינים הפחות שכיחים בדיגום זה (טבלה 4) הם מינים אופייניים למי ים ולכן הופיעו בריכוזים גבוהים יותר בפתח הקישון בשני העומקים או במים העמוקים בתחנות השונות, שהמליחות בהן קרובה למליחות מי הים. מרבית המינים הופיעו גם בדיגומים קודמים.

מבין הצורניות המינים שהופיעו בשכיחות גבוהה יחסית הם: *Chaetoceros curvisetus* שהופיע בשכיחות גבוהה יחסית לדיגומים קודמים, המין *Leptocylindrus danicus*, מיני *Pseudonitzschia* spp., המין *Entomoneis* sp. ומיני *Navicula* spp. שונים.

מבין הדינופלגטים הופיעו בשכיחות גבוהה מינים קטנים שלא זוהו, ואשר כללו בתוכם בעיקר מיני *Gymnodinium* spp. הטרוטרופיים. מבין הדינופלגטים הגדולים יותר, נמצא ריכוז נמוך מאד של תאים מהמינים השונים. הם הופיעו בעיקר בפתח הקישון ובדיגומים העמוקות. המינים השכיחים יותר היו: *Prorocentrum micans*, המין *Protoperdinium* sp. והמין *Oxyphysis oxitoides*, שלושתם מינים שהופיעו גם בדיגומים קודמים.

מקבוצת הכחוליות הופיעו שני מינים בעיקר בתחנה העמוקה בגשר יוליוס, הכחולית החוטית מהמין *Oscillatoria* sp. והכחולית החד תאית מהמין *Chroococcus* sp. בדיגום זה נמצא ריכוז גבוה (יחסית לדיגומים קודמים) של ריסניות בעיקר בדיגומים פני השטח.

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

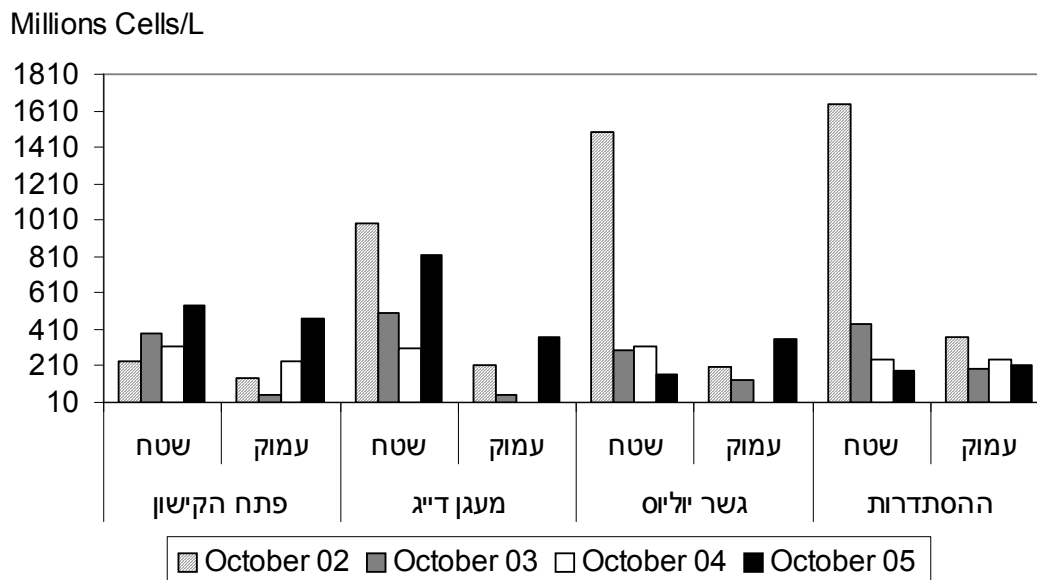
סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליוס		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
צורניות (Diatoms)								
<i>Achnanthes</i> sp.			200					
<i>Amphora</i> spp.		40		80				
<i>Asterionella glacialis</i>	188	273	78					
<i>Biddulphia</i> spp.	12	167		2				
<i>Cerataulina pelagica</i>		800	10	240		240		
<i>Chaetoceros</i> sp.	646	2150				560		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	1.4 x10 ⁴	1.4x10 ⁴	3000	2.2x10 ⁴		1.2x10 ⁴		1630
<i>Coscinodiscus</i> spp.	24	202		43				
<i>Cyclotella</i> spp.			133					7.6x10 ⁵
<i>Cylindrotheca closterium</i>			933	9.3x10 ⁴				
<i>Diploneis</i> sp.		20						
<i>Entomoneis</i> spp.	16		467	62	50	543		30
<i>Entomoneis</i> sp.		2.7x10 ⁴		3.3x10 ⁴				
<i>Leptocylindrus danicus</i>	736	2450	533	1640		3560		
<i>Leptocylindrus minimus</i>	2080							

סוג האצה	פתח קישון		מעגן		יוליס		הסתדרות	
	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק	שטח	עמוק
<i>Licmophora</i> sp.				40				
<i>Navicula</i> sp.(2)		1.6×10^5						
<i>Navicula</i> spp.	160	717	1133	680	2825	4600	400	
<i>Nitzschia</i> sp.(1)		400		40				
<i>Nitzschia</i> sp.(2)						140		
<i>Pleurosigma</i> sp. / <i>Gyrosigma</i> sp	60	250		80				
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	2.2×10^4	5.4×10^4	8133		200	1.4×10^4		
<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>	4	13		10		17		
<i>Rhizosolenia alata</i>	14			10		17		
<i>Rhizosolenia hebetata</i> + <i>Richelia intracellularis</i>		50						
<i>Streptotheca tamesis</i>	72	47	48	130		20		
<i>Surirella</i> spp.		32		40				
<i>Thalassiosira subtilis</i>	360							
<i>Triceratium dubium</i>		20						
(Dinoflagellates) דינופלגלטים								
Unidentified small dinoflagellates 10-20μ	6880	5.8×10^4	1.4×10^4	4.4×10^5	2.2×10^4	1.2×10^5	2.6×10^5	9.5×10^5
<i>Ceratium</i> sp.	4							
<i>Ceratium kofoidii</i>	8	10	3	40				
<i>Ceratium fusus</i>	4	7	3			3		
<i>Gonyaulax</i> sp.		7						
<i>Gymnodinium elongatum</i>		20						
<i>Oxyphysis oxitoxoides</i>		7		160		80		5
<i>Pronoctiluca</i> sp.		20						
<i>Prorocentrum compressum</i>		20						
<i>Prorocentrum mexicanum</i>		50						
<i>Prorocentrum micans</i>	120	180	77	40				
<i>Protoperdinium</i> sp.	16	80	113	120		640		
Chlorophyceae								
<i>Ankistrodesmus</i> sp.		20					400	
<i>Phacus</i> sp.		46			5			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		80						
Cyanobacteria								
<i>Oscillatoria</i> sp.			1933			2.2×10^4		
<i>Chroococcus</i> sp.		220				6467		
Ciliates	1.3×10^4	2.1×10^4	1.1×10^4	5.4×10^3	6.3×10^4	2.0×10^3	2.6×10^5	4.4×10^4

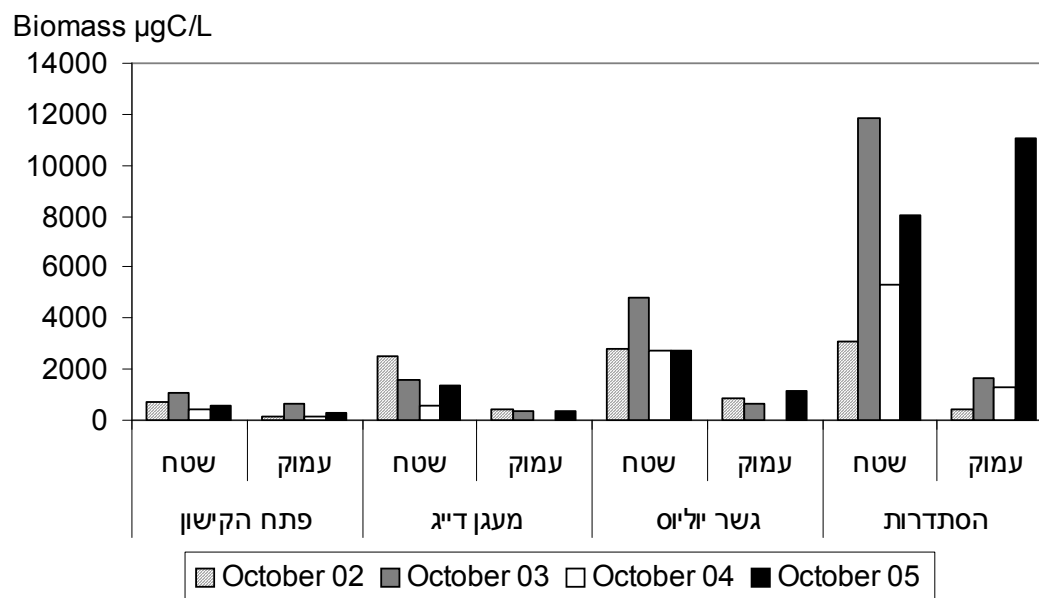
3.2.5 השוואה רב-שנתית של דיגומי אוקטובר

1. ריכוז התאים - נמצאה עלייה בריכוז תאי המיקרופלנקטון בפתח הקישון ב-2005 לעומת שנים קודמות (איור 12), ובמעגן הדיג לעומת שנתיים קודמות. עלייה זו נובעת מריכוז גבוה של תאי כחוליות חד תאיות מהמין *Synechococcus* sp. ובמעגן הדיג גם מריכוז גבוה של צורניות. בשתי התחנות במעלה הנחל, גשר יוליוס וגשר ההסתדרות, נמצאה ירידה מסויימת בריכוז התאים יחסית לשנים קודמות.
2. הביומסה - באוקטובר 2005 נמצאה עלייה בריכוזי הביומסה (איור 13) בכל התחנות ובכל העומקים יחסית לאוקטובר 2004. השוואה רב שנתית מראה כי הביומסה שנמדדה באוקטובר 2005 היא בתחום הממוצע בדיגומי אוקטובר, להוציא בעומק בגשר ההסתדרות בו הביומסה הגדולה ביותר שנמדדה הייתה בדיגום זה (אוקטובר 2005).
3. התפלגות אנכית (הבדלים בין העומקים) – בארבעת הדיגומים ריכוזי התאים, הביומסה והכלורופיל גבוהים יותר ברוב המקרים בפני השטח יחסית לעומק (איורים 5,12,13).
4. פריחות – בארבע השנים נצפו מיני אצות בפריחה. אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae* פרחו בדרך כלל בתחנות יוליוס וההסתדרות או באחת מהן בכל הדיגומים. מיני צורניות הופיעו בדרך כלל בפריחה בפתח הקישון ובמעגן הדיג. מיני הצורניות שפרחו במרבית הדיגומים היו מיני *Chaetoceros* spp. ומיני *Thalassiosira* spp. ב-2002 נצפתה פריחה יוצאת דופן של אצות קטנות (2μ) בתחנת ההסתדרות, ב-2005 נצפתה פריחה יוצאת דופן של האצה *Euglena* sp. בתחנת ההסתדרות.
5. מגוון המינים בגשר יוליוס ובהסתדרות היה קטן יותר באוקטובר 2005 יחסית לשנים קודמות. השוני בין התחנות נבדק גם באמצעות אינדקס שונות המחושב לפי: מס' המינים / שורש ריבועי של הביומסה (ככל שהאינדקס גבוה יותר המצב האקולוגי טוב יותר). ניתן לראות (איור 14) שבד"כ אינדקס השונות יורד ככל שעולים במעלה הנחל הן בפני השטח והן בעומק בכל הדיגומים. השוואה בין הדיגומים השונים מראה כי אינדקס השונות דומה בדיגומים השונים בשלוש תחנות: פתח הקישון, מעגן הדיג וגשר יוליוס. בתחנת גשר ההסתדרות נצפית ירידה של אינדקס השונות בין 2002 ל-2005 בכל דיגומי הסתיו.

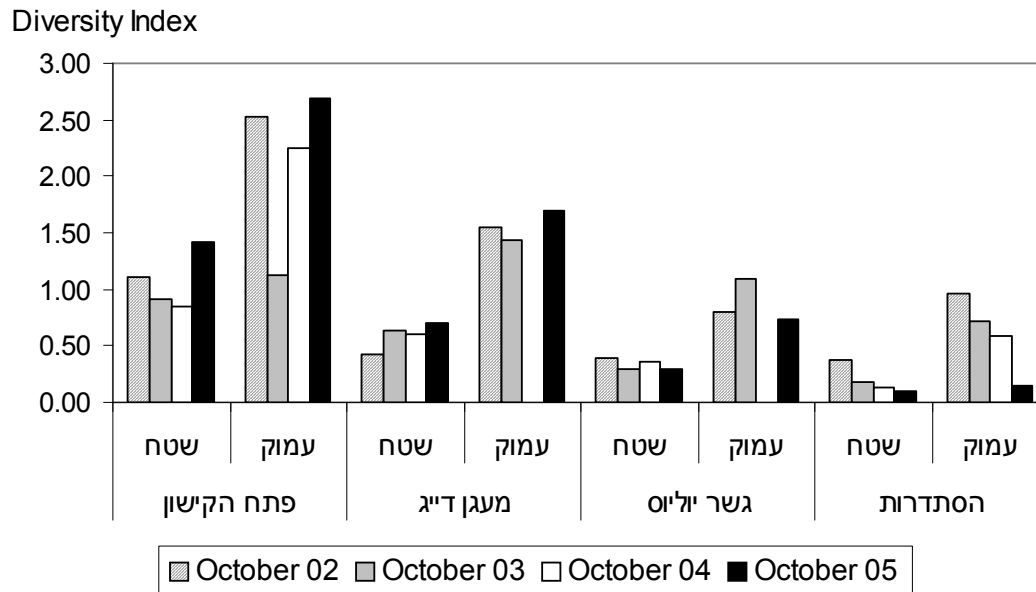
איור 12: השוואת ריכוז תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



איור 13: השוואת הבידוד של תאי המיקרופלנקטון בדיגומי אוקטובר



איור 14: אינדקס השונות בדיגומי אוקטובר



4. סיכום

1. עמודת המים בכל התחנות משוכבת מבחינת מליחות וטמפרטורה. מליחות המים בשכבה העליונה עלתה מגשר ההסתדרות לכוון פתח נמל הקישון.
2. הטמפרטורות דומות בכל התחנות, והן גבוהות ב-1.5-1 מעלות צלזיוס בפני השטח לעומת העומק.
3. בכל התחנות, המים בחלק העליון של העמודה רוויים ביתר בחמצן. ריכוז החמצן ירד עם העלייה בעומק אולם אחוז הרוויה נשאר גדול מ-100% בעומק להוציא את גשר ההסתדרות שם אחוז רוויה החמצן ירד עד ל-70%.
4. ריכוזי הנוטריאנטים והכלורופיל בדגימות פני השטח גדולים משמעותית מהריכוזים בדגימות העומק, להוציא פוספאט במעגן הדייג וכלורופיל בגשר ההסתדרות. הריכוזים יורדים בכוון מורד הנחל, ירידה המודגשת יותר בפני השטח.
5. ביומסה וריכוזי הכלורופיל גדולים מאד בגשר ההסתדרות מצביעים על מצב היפר איאוטרופי.
6. הביומסה גדולה יותר בפני השטח יחסית לעומק בכל התחנות מלבד גשר ההסתדרות, וקטנה לכוון שפך הנחל. ריכוז המיקרופלנקטון גבוה בפני השטח יחסית לעומק בתחנות פתח הקישון ומעגן הדייג, כתוצאה מריכוז גבוה יחסית של כחוליות חד תאיות וצורניות.
7. בתחנת ההסתדרות נמצאה פריחה מסיבית של האצה *Euglena sp.* בפני השטח ובעומק, ואילו בפני השטח בגשר יוליוס הפריחה עיקרית הייתה של אצות מקבוצת ה- *Cryptophyceae*. במעגן הדייג בפני השטח נמצאה פריחה גדולה של צורניות מהמין *Thalassiosira spp.* שפרחו במידה פחותה בכל תחנות פני השטח. הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus sp.* הופיעו אמנם בריכוזים גבוהים אך היוו שיעור נמוך מהביומסה הכללית למעט בדגימת העומק בפתח נמל הקישון.
8. נמצאו הבדלים בהרכב מיני האצות בין התחנות השונות והעומקים השונים. בולטת השפעת מליחות המים על הרכב המינים. בפתח הקישון ובתחנות העמוקות במעלה הנחל מליחות המים דומה למי הים. בתחנות אלה (במיוחד בפתח הקישון) נמצא בהתאם ריכוז גבוה יותר של הכחוליות החד תאיות מהמין *Synechococcus sp.* ומגוון צורניות ודינופלגלטים המאפיינים מי ים. בתחנות פני השטח הרכב המינים שונה. בגשר יוליוס המליחות יורדת כמעט ב-30% לעומת פתח הקישון מה שגורם לירידה של סדר גודל בריכוז הכחוליות ועלייה בריכוז ה- *Cyptomonas spp.* בגשר ההסתדרות המליחות ממשיכה לרדת ובהתאמה עולה ריכוז של פלגלט אחר *Euglena sp.*
9. מגוון המינים ואינדקס השונות הגדולים ביותר הופיעו בתחנת פתח הקישון והקטנים ביותר בתחנת גשר ההסתדרות.

5. מראי מקום

- Herut, B. and Kress, N. (1997). Particulate metals contamination in the Kishon river estuary, Israel. *Marine Pollution Bulletin*, 34, 706-711
- 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., שפר, ע. וכהן, י. (2005). איכות מימי החופין של ישראל בים התיכון בשנת 2004. דו"ח חיא"ל H34/2005.