



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

לישבר התכנית המפורטת
 משרד המים והביטחון
 27.10.2006
 נתקבל

נספח ניטור -

תכנית ניטור לחווה

שתשמש פיילוט לגידול דגים בים התיכון

קרס, בלה גליל, אפרת שהם-פרידר
 חקר ימים ואגמים לישראל

משרד המים והביטחון
 חוק התכנית המפורטת
 25/8/06
 25/9/06
 חתום: [Signature]
 יו"ר המועצה המימית

25/8/06
 חתום: [Signature]
 1. הקדמה

- התבקשנו על ידי עורך דין גבריאל בן צבי, בא כוחה של חברת "קריסטלפיש" להציע תוכנית ניטור לקביעת מצב הרקע באזור המיועד להקמת חווה לגידול דגים בים התיכון. המידע שנמסר לנו טלפונית על ידי עו"ד בן צבי ובפקס על ידי אדריכל יוסי יחיעם כולל את הפרטים :
1. מיקום החווה יהיה צפונית לאשדוד
 2. עומק הקרקעית באזור החווה בין 55-60 מ' עומק
 3. מימדי החווה יהיו כ- 500x500 מ'
 4. יהיו בחווה 2 מערכות (שישה כלובים בכל מערכת) המעוגנות כל אחת בעוגן לקרקעית הים.

הצעה זאת מבוססת על מסמך "כלובי דגים מכמורת- תוכנית ניטור ומעקב בסביבה הימית" אשר התקבל על ידי המזמין מאגף ים וחופים, המשרד לאיכות הסביבה, והועבר אלינו. כמו כל תוכנית ניטור, גם תוכנית זאת גמישה וניתנת לשינויים בהתאם לממצאים בשטח ולממצאים המעבדתיים. שינויים בתוכנית, במידת הצורך, יתבצעו בתיאום עם אגף ים וחופים במשרד לאיכות הסביבה.

נא- 778

2. תכנית הניטור

2.1 מטרת הניטור

מטרת הסקר היא לאפיין את איכות מי הים, איכות הקרקעית ומבנה אוכלוסיות החי על המצע ובתוך המצע באזור בו עתידה לקום חוות הדגים. אפיון זה ישמש קו ייחוס להערכת ההשפעות הסביבתיות של גידול הדגים בחווה על איכות הסביבה הימית באזור.

2.2 נקודות ותדירות הדיגום

חמש נקודות דיגום מים וקרקעית יידגמו בניטור הרקע: באמצע תחום החווה העתידית, 500 מ' דרומית לחווה, 500 מ' מזרחית לחווה ו-500 ו-1000 מ' צפונית לחוות הדגים. אמצע תחום החווה מוגדר כמקום שמתחתיו נמצאים כלובי הדגים במרבית הזמן וזאת בגלל שהכלובים מעוגנים על ידי עוגן אחד והם זזים עם הזרם במקום.. נתוני מיקום כלובי הדגים ימסרו על ידי בנוסף, יידגם גם החי על המצע בשני אזורים: אזור הכלובים ואזור בקרה שייקבע בהתאם למיקום הסופי של החווה. הדיגום יבוצע פעמיים בשנה, פעם באביב ופעם בסתיו על גבי ספינת המחקר "שקמונה" של חיאל.

2.3 ניטור מי הים

2.3.1 דיגום ובדיקות כימיות במי הים

בחמש תחנות הדיגום תבוצע בשטח מדידה של פרופיל רציף (ידווחו ממוצעים כל 1-2 מ') של מליחות, טמפרטורה, וחמצן (ריכוז ואחוז רוויה) לעומק עמודת המים באמצעות מכשיר מסוג YSI 6000 או CTD מחברת SeaBird. בנוסף, בכל תחנה יידגמו מים משלושה עומקים (פני שטח, אמצע העמודה וכמטר מ' מעל הקרקעית) בעזרת בקבוקי ניסקין או משאבה פריסטלית. הפרמטרים שייבדקו בכל הדגימות הם: עכירות, pH, צריכת חמצן ביוכימית (צ"ב, biochemical oxygen demand - BOD), ריכוז חומר מרחף (TSS), TOC, חנקן קלדל כ-N, ניטראט + ניטריט, חומצה סיליצית, אמוניום, פוספאט, זרחן אורגני מומס, כלורופיל ובטה קרוטן.

עכירות ו-pH יימדדו על הספינה מייד עם תום הדיגום באמצעות חיישני מכשיר ה-YSI. דגימות מים לבדיקות נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט+ניטריט, חומצה סיליצית, ואמוניום) יוקפאו וישומרו קפואות עד לבדיקה בשיטה פוטומטרית וזרימה מקוטעת במכשיר Skalar SAN^{plus} Systems, בשיטה רגישה המותאמת במיוחד למי ים (Kress and Herut, 2001). דגימות לבדיקת זרחן אורגני מומס יוקפאו לאחר הקרנתן באור UV ופירוק הזרחן האורגני לפוספאט (Krom et al., 2005). הפוספאט ייבדק כמפורט לעיל. BOD ייבדק לפי שיטת SM5210B. דגימות מים לבדיקת כלורופיל ייסוננו דרך פילטרים של GF/F, ייעטפו בנייר אלומיניום ויוקפאו עד לבדיקה בשיטה פלואורימטרית לפי SM-10200H-3 עם שינויים קלים. מים לבדיקת ריכוז החומר המרחף ייסוננו דרך פילטר Millipore 0.45µm שיישקל לפני הסינון; הפילטר יעבור ייבוש, יישקל, וכמות החומר המרחף תיקבע על ידי הפרש המשקלים. דגימות מים עבור בדיקות TOC וחנקן קלדל יישמרו בבקבוקים ייעודיים ובקירור עד למשלוח למעבדת בדיקה המוסמכת לכך.

2.3.2 דיגום ובדיקת הפלורה בגוף המים

אפיון של אוכלוסיית המיקרואצות יתבצע במי שטח (בעומק של כ- 1 מ') ב- 3 תחנות : במיקום חוות הדגים העתידי, 500 מ' דרומית ו-1000 מ' צפונית לתחנה. הבדיקות יהיו ברמת המערכה והסוג. אם יימצאו סוגים שולטים שלהם מינים הידועים כמוזיקים יימשך הזיהוי עד לרמת המין.

קביעת מיקרואצות ברמת הסוג : סוגים קטנים (עד 5 מיקרון) - דגימות המים יסוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (0.45 מיקרון) וישומרו באמצעות גלוטרלדהיד. הדוגמאות ישומרו בהקפאה עד לזיהוי וספירה בעזרת מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי. סוגים בגדלים מ- 5 מיקרון. דגימות המים יסוננו על גבי פילטר פוליקרבונט (3 מיקרון) וישומרו בהקפאה עד לספירה באור רגיל באמצעות מיקרוסקופ אפיפלואורסנטי.

2.4 ניטור כימי וביוטי של הסדימנטים

דיגום הסדימנטים יתבצע יחד עם דיגום מי הים. הסדימנטים יידגמו בחמש תחנות הדיגום בעזרת מחפר קופסא מחברת Ocean Instruments, דגם BX 700 Al, בעל שטח של 0.062 מ² וחדירה אפקטיבית של 40 ס"מ. בכל תחנת דיגום יילקחו שלוש דגימות בעזרת המחפר. חלק קטן מפני השטח של הסדימנט (כ- 3 ס"מ עליונים) מדגימת המחפר יילקח לבדיקות כימיות והרוב יישמר לבדיקת החי בתוך המצע.

2.4.1 בדיקות כימיות בסדימנט

בפני השטח של הסדימנט של חמש תחנות הדיגום יימדדו מתכות כבדות (Cu, Pb, Cd, Hg, Zn, Fe, Mn, Al, Cr), פחמן אורגני כללי (TOC), חנקן כללי (TN) וזרחן כללי (TP). רגישויות מדידת מתכות כבדות בסדימנטים מפורטות בטבלה הבאה :

מתכת	שיטה	גבול קביעה של המכשיר	קביעה של השיטה* μg g ⁻¹ dry wt	תחום ריכוזי סטנדרטים לכיול המכשיר	תוספת modifier	אורך גל nm
Hg	Cold vapor AF	0.4 ppt	0.0007	0-1 ppb	NaH ₂ PO ₄	254
Cd	להבה	0.004	0.07	0.025-0.1		228.8
Cd	תנור גרפיט	0.00008	0.001	0.0005-0.002		228.8
Cu	להבה	0.008	0.1	0.25-2		324.8
Pb	להבה	0.05	0.8	1-3		283.3
Pb	תנור גרפיט	0.0034	0.06	0.0025-0.01		283.3
Zn	להבה	0.003	0.05	0.25-1		213.9
Cr ^{&}	תנור גרפיט	0.005	2.5	0.01-0.04		357.9
Mn ^{&}	להבה	0.004	2	0.05-0.5		279.5
Fe ^{&}	להבה	0.02	10	0.25-2.0		248.3
Al ^{&}	להבה	0.18	90	2-20		309.3

*בהנחה שבעיכול מלא (מתכות מסומנות עם &) משקל הדגימה שנלקח לעיכול הוא 0.2 גר' ונמהל לאחר העיכול ל- 100 מ"ל ואילו לעיכול עם חומצה חזקה נלקחו 1.5 גר' דגימה אשר נמהלו ל- 25 מ"ל. גבולות אלו נכונים בתהליך של העבודה הסטנדרטית. ניתן לקבוע ריכוזים נמוכים יותר מאלה במידה ומוהלים את תוצר העיכול לנפח קטן יותר או אם מעכלים דגימה פעמיים ומאחדים את תוצר העיכולים לדגימה אחת.

הדגימות יוקפאו (-20°C) בספינה וישמרו קפואות עד לייבוש בליאופיליזציה במשך 48 שעות. לאחר הייבוש הדגימות ינופו בנפות ניילון. מקטע הגרגירים הקטנים מ-1000 מיקרון יילקח לבדיקות הכימיות. עבור בדיקות של Cd, Hg ו-Pb, הדגימות יעוכלו בחומצה חנקתית מרוכזת (65%) בתאי לחץ (Uniseal), במשך 3 שעות, בטמפרטורה של 140°C (Homung et al., 1989). עבור בדיקות של Zn, Cu, Mn, Al ו-Fe הדגימות יעוכלו בתערובת של חומצה פלואורית ומי מלכים בשיטת ASTM (1983). כספית תיבדק בספקטרופוטומטריה של בליעה אטומית ללא להבה עם גלאי פלואורסצנטי במכשיר Merlin Millennium System – PS Analytical. שאר המתכות ייבדקו בספקטרופוטומטריה של בליעה אטומית (Perkin Elmer 1100B - FAAS,) (Varian Spectra AA220) עם להבה או בתנור גרפיט (GFAAS). בקרת איכות תיערך באמצעות סטנדרטים בינלאומיים של סדימנטים שיטופלו באופן זהה לדגימות. תכולת פחמן אורגני תקבע לאחר עיכול עם דיכרומאט לפי השיטה המפורטת ב-Gaudette et al. (1974).

2.4.2 החי בתוך המצע

רוב שכבת הסדימנט העליונה (כ-15 ס"מ עומק) תישמר ב-10% פורמלין לבדיקת החי תוך המצע לאחר ניפוי רטוב על הסיפון דרך נפה של 500 מיקרון. כל תחנה תידגם ותיבדק בטריפלקט כדי לקבל מדגם סטטיסטי. במעבדה החי בתוך המצע ייצבע באמצעות Rose Bengal, ימוין יזוהה יוגדר וייספר. הנתונים ייבחנו כדי לייחד קיבוצי חי וזיהוי מדגמים (תחנות) שתכולתם הפאוניסטית דומה. שיטות המיון הן אגד היררכיאלי (clustering) ופסיקה (ordination). קיבוץ היררכיאלי של הנתונים יעשה בנתונים שיעברו טרנספורמציה של פעמיים שורש מרובע באמצעות מקדם דמיון Bray-Curtis, היעיל לסקירת חברות ימיות בהיותו חסר רגישות לערכים גבוהים. Multi Dimensional Scaling - MDS היא השיטה המועדפת בשיטות הפסיקה במחקרים העוסקים בהפרעות סביבתיות (FAO, 1992). התוכנה היא Primer 5, Plymouth Routine In Multivariate Ecological Research.

2.5 ניטור החי על המצע

דיגום חי על המצע יבוצע באמצעות רשת קורה (מפתח 120 ס"מ, עינית רשת 5 מ"מ), לאורך שני קוים, אחד באזור חוות הדגים העתידית ואחד באזור בקרה. ייאספו שלוש דגימות בכל קו. החומר ישומר באלכוהול 70%, ויעבור למיון והגדרה במעבדה. הנתונים ייבחנו סטטיסטית בדומה לחי בתוך המצע.

3. דו"ח מסכם

דו"ח מסכם יוגש בחמישה עותקים ובמדיה מגנטית, בסיום כל שנה ולא יאוחר מסוף הרבעון הראשון בשנה העוקבת. דו"ח ביניים לניטור הראשון, ללא התוצאות של הניטור הביולוגי, יוגש לא יאוחר מ- 90 יום לאחר דיגום השדה.

הדו"ח המסכם יכלול:

- א. תוכן עניינים
- ב. תקציר (בעברית ובאנגלית) שיכלול סיכום ממצאים, דיון והמלצות.
- ג. רקע שיכלול סקירה של שלבי התפתחות הפרוייקט: בניה, הצבת כלובים, מצופים, סינקרים וכל פעולה שיש לה השפעה ישירה או עקיפה על הסביבה הימית והחופית. כמו כן, תאור מצב אכלוס הכלובים בשלבים השונים וכמות הדגים הנמצאים בעת הדיגום.
- ד. פירוט כל פעולות הדיגום בשטח, הטיפול ושימור הדוגמאות ושיטות המדידה (כולל מס' שיטה ורגישות) שבוצעו בפועל.
- ה. הצגת כל הנתונים שנאספו בתוכנית הניטור; במלל, בטבלאות ובצורה גראפית, תוך קישור ביניהם.
- ו. ניתוח הנתונים שהתקבלו במהלך הניטור, אשר יכלול: התייחסות לנתונים עצמם ולמגמות הכלליות המסתמנות בכל פרמטר מההיבט הסביבתי (ביולוגי, אקולוגי ופיזיקוכימי).
- ז. ניתוח הנתונים בהתייחס לנתונים קיימים באזור.
- ח. ניתוח נתוני איכות מי הים ביחס לתקני הסביבה למי הים של ישראל ושל תקנים אחרים במידת המורד.
- ט. ניתוח הנתונים ורמת הזיהום במתכות כבדות בסדימנט ביחס לקריטריונים של מינהל האוקיינוסים והאטמוספירה של ארה"ב (NOAA).
- י. כל הנתונים הגולמיים יופיעו גם בטבלאות ויצורפו לדו"ח.
- יא. נתוני נקודות הדיגום יופיעו בנספח מצורף לדו"ח.
- יב. ממצאים הדו"ח יוצגו בפני אגף ים וחופים במשרד לאיכות הסביבה.

ASTM. (1983). American Society for Testing and Materials Designation -D 3683-78. Standard test method for trace elements in coal and coke ash by atomic absorption, pp. 472-475.

FAO, 1992. Lecture notes prepared for the training workshop on the statistical treatment and interpretation of marine community data. FIR/MEDPOL/ISR/2, 148 pp.

GAUDETTE, H.E., FLIGHT, W.R., TONER, L. and D.W. FOLGER (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. J. Sed. Pet. 44, 249:253.

HORNUNG, H., M.D. KROM and Y. COHEN.(1989) Trace metal distribution in sediments and benthic fauna of Haifa Bay, Israel. Estuar.Coastal & Shelf Sci. 29, 43-56.

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.

KROM, M.D., WOODWARD, E.M.S., HERUT, B., KRESS, N., CARBO, P., MANTOURA, R.F.C., SPYRES, G., THINGSTED, T.F., WASSMANN, P., WEXELS-RISER, C., KITIDIS, V., LAW, C., ZODIATIS, G. (2005) . Nutrient cycling in the south east Levantine basin of the eastern Mediterranean: results from a phosphorus starved system. Deep Sea Research, 22-23, 2879-2896.

חקר ימים ואגמים לישראל – מומחיות, ניסיון ומוניטין בניטור ימי

חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) היא חברה ממשלתית (מלכ"ר, נוסדה 1967) העוסקת במחקר ופיתוח במדעי הים והמים. חיא"ל היא הגורם הלאומי המרכזי למחקר הים ויש לה ניסיון של עשרות שנים ומוניטין בינלאומי בתכנון וביצוע של ניטור ימי סביבתי.

חיא"ל מעסיקה חוקרים, מהנדסים וטכנאים בכל התחומים של מדעי הסביבה הימית (פיסיקה ימית, מטאורולוגיה, כימיה ימית, ביולוגיה ימית, מיקרוביולוגיה, גיאולוגיה וגיאופיסיקה ימית, ותהליכים חופיים) ויש לה יכולות מקצועיות מתקדמות לביצוע ניטור ימי הכוללות ספינות מחקר, אמצעי דיגום ומדידה מגוונים ומעבדות אנליטיות.

חיא"ל היא גוף מאושר ע"י אגף ים וחופים במשרד לאיכות הסביבה לביצוע ניטור ימי. המחלקה לכימיה ימית של חיא"ל היא מעבדה מוסמכת ע"י הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.

חיא"ל מבצעת את "תכנית הניטור הלאומית של ישראל" בים התיכון ומשתתפת בתכניות ניטור בינלאומיות. כמו כן חיא"ל מבצעת ניטורים ימיים ובדיקות סביבתיות בנמלים ובמעגנות, במוצאי שפכים ובאתרים של סילוק פסולת בים עבור הממשלה, המגזר הציבורי והמגזר העסקי. לכל תכנית ניטור ימי מוקם צוות מקצועי מתאים המנוהל ע"י חוקר מנוסה. חיא"ל פועלת בשיתוף פעולה עם מוסדות מחקר ומעבדות מתמחות בישראל ובחו"ל, ולפי הצורך הביצוע של חלק מהבדיקות של תכניות ניטור המנוהלות על ידה מופנה למעבדות חיצוניות מוסמכות.

חיא"ל מפעילה את "מרכז המידע הימי הלאומי" אשר מרכז נתונים ומפיק מוצרי מידע על הסביבה הימית של ישראל. הנתונים הרב-שנתיים שבמרכז המידע משמשים בין היתר כבסיס להערכת התוצאות של תכניות ניטור ספציפיות.

להלן רשימה חלקית של תכניות ניטור ימי ובדיקות סביבתיות שבוצעו ע"י חיא"ל בשנים האחרונות:

- תכנית הניטור הלאומית של איכות מימי החופין של ישראל בים התיכון. מתבצעת ברציפות מאז 1979 ומונחת ע"י המשרד לאיכות הסביבה.
- ניטור סביבתי באזור המוצא הימי לבוצה של המפעל לטיהור שפכי גוש דן. מתבצע ברציפות מאז 1987.
- ניטור מזהמים בנמלים ובמעגנות לאורך חופי ישראל בים התיכון ובמפרץ אילת. מתבצע ברציפות מאז שנת 2000 עבור משרד הביטחון/חיל הים.
- בדיקות של חומרים מזהמים במשקעי קרקעית המיועדים לחפירה בנמלי חיפה והקישון. עבור רשות הנמלים.
- ניטור אוכלוסיות האצות בנחל הקישון. מתבצע מאז 2002 עבור רשות נחל הקישון.
- בדיקות במודל ספרתי של ההשפעות הסביבתיות של מוצא ימי לשפכי תעשייה מטופלים במפרץ חיפה. עבור המשרד לאיכות הסביבה.
- ניטור רקע סביבתי (כימיה ואוכלוסיות החי הימי) באתר ההפקה של גז טבעי מול אשקלון. עבור חברת "סמידן".
- בדיקות של איכות מי הים באתרים המיועדים לשאיבת מים למפעלי התפלה. עבור חברות התפלה.
- סקר אוכלוסיות החי הימי באתרים המיועדים להקמת אי מלאכותי ולכריית חומר מילוי. עבור הממשלה.
- סקרים של החי הימי בחופי חיפה ועתלית. עבור רשות הטבע והגנים.