



חֶקֶר יָמִים וָאֲגָמִים לְיִשְׂרָאֵל בֶּע"מ ISRAEL OCEANOGRAPHIC & LIMNOLOGICAL RESEARCH LTD.

תל שִׁכְמוֹנָה, ת"ד 9030, חִסְדָּה 31080 סלִסְוִן: 04-8515202 TEL: 04-8511811 פקס: 04-8511811 FAX: 04-8511811 P.O.B 9030, HAIFA 31080

**הצעה לתכנית ניטור לאומית של  
ישראל בים התיכון – מתכונת  
מורחבת**

**מוגש למשרדי הגנת הסביבה והתשתיות  
הלאומיות, האנרגיה והמים  
אוגוסט 2017**

**דו"חות חיא"ל**  
**I O L R REPORTS**



## תכנית הניטור הלאומית של ישראל בים התיכון הצעה מורחבת

### 1. רקע, חזון, מטרות ויעדים

קיימת מחויבות שלטונית לביצוע תכנית ניטור לאומית משמעותית במרחב הימי של ישראל בים התיכון, המאפשרת הערכה של בריאות המערכת האקולוגית ובחינה של מגמות ושינויים ארוכי טווח כתוצאה מהתערבות האדם וגורמים טבעיים. הערכות אלה משמשות בסיס מדעי חיוני לקבלת החלטות לקביעת מדיניות סביבתית ורגולציה בעת שימוש וניצול משאבי הים. פיתוח בר-קיימא של פעולות כגון הפקת גז טבעי ונפט, התפלת מי ים, תחנות כוח, תעבורה ימית ודייג, נשען על מידע והערכות שמתקבלים במסגרת תכנית ניטור לאומית.

מאז שנת 1978 מתקיימת תכנית ניטור לאומית מצומצמת העונה בין היתר על המחויבויות הראשוניות של אמנת ברצלונה (אומצה ב- 1976 ונכנסה לתוקף ב- 1978) והתמקדה עד לשנים האחרונות בעיקר בנושא זיהום הים. תכנית הניטור עודכנה במהלך השנים בהתאם למידע על מקורות הזיהום של מימי החופין (ובהתאם למגבלות המימון) ובשנים האחרונות, במתכונת מצומצמת, גם להיבטים הקשורים במגוון המינים. מאז החלת חוק מקורות יבשתיים מתבצע גם ניטור אכיפתי (compliance monitoring) בהנחיית המשרד להגנת הסביבה. המכון לחקר ימים ואגמים, המהווה את הזרוע המדעית של המדינה ליצירת בסיס מדעי בכל הקשור לניטור, מחקר ופיתוח בר-קיימא של הים, כפי שנקבע בהחלטת הממשלה (חכ/183), מבצע ומרכז את מרבית פעילות הניטור בים התיכון. בנוסף, במכוני המחקר הממשלתיים ובמערכת האקדמית נעשים מחקרים תומכי ניטור.

בשנים האחרונות קיים צורך לאומי להרחבה משמעותית של תכנית הניטור הלאומית בים התיכון של ישראל, עקב השינויים במשק המים והאנרגיה, לחצי הפיתוח לאורך החופים והגידול במגוון ובהיקף של הפעילויות ותכניות הפיתוח באזור הכלכלי בלעדי של ישראל בים התיכון, ועקב מחויבויות המדינה לאמנות בינלאומיות. על מנת שהתכנית תענה לנדרש ליישום "גישת המערכת האקולוגית" Ecosystem Approach (EcAp), שאומצה על-ידי מוסדות אמנת ברצלונה (ומיושמת ע"י תכנית הפעולה לים התיכון (UNEP-MAP) באמצעות ארגון MEDPOL), על בסיס הדירקטיבה הימית של הקהילה האירופית (Marine Strategy Framework Directive, MSFD), מתחייב להרחיב משמעותית את תכנית הניטור הלאומית. הרחבה זו והסדרת מנגנון המימון הממשלתי של תכנית הניטור הלאומית חיוניים לשיפור התמיכה המדעית לניצול וניהול מושכל של הסביבה הימית של ישראל ומשאביה.

לצורך הפעלת תכנית הניטור הלאומית ובכדי לאפשר את הערכת מצב הסביבה הימית בים התיכון של ישראל ויצירת בסיס מדעי ארוך טווח לקבלת החלטות על שימור, ניצול בר קיימא וניהול הסביבה הימית ומשאביה, יש צורך במנגנון למימון האחזקה וההפעלה של התשתיות הדרושות לאיסוף שוטף של נתונים ימיים, ובמימון ריכוז, תיעוד, שמירה, הפצה והנגשה של נתונים על הסביבה הימית של ישראל באמצעות "מרכז המידע הימי הלאומי". הפעלת המרכז באה לענות על הדרישה הגוברת במדינה לנתונים ומידע לצרכי תכנון, תפעול ובקרה של שימושים בסביבה הימית. מטרת ההצעה הנוכחית היא לבסס את המחויבות הממשלתית לפעילות ניטור, ריכוז, תיעוד, שמירה והפצה של נתונים על הסביבה הימית של ישראל בים התיכון. הגוף המקצועי אשר אחראי

על ריכוז פעילות זו הינו המכון לחקר ימים ואגמים בישראל. הפעילות תעשה בשיתוף פעולה עם גופי מחקר מומחים בתחומים מתאימים. התוכנית תכלול תמיכה לאורך זמן בתשתיות הכרחיות לאיסוף נתונים ימיים ובהפעלת מערכות אופרטיביות לקבלת החלטות בזמן אמת באירועי קיצון כדוגמת זיהום נפט. התוכנית כוללת גם מנגנון לעידכון שנתי של מערכי הניטור בהתאם להתפתחות הטכנולוגיה והמחקר הימי על ידי שיתוף מומחים מן האקדמיה והממשלה. בנוסף תכלול התוכנית תמיכה במחקרים תומכי ניטור על ידי מסגרות התמיכה במו"פ של המדענים הראשיים. תכנית הניטור מושתתת על עקרונות הביצוע הבאים:

- משימה שלטונית – מחויבות של המדינה
- ניטור רב-שנתי; בדיקות חוזרות באותם אתרים
- שיטות בדיקה אחידות/ ברות השוואה
- התאמה למחויבויות באמנות בינלאומיות
- שמירת הנתונים ב"מרכז המידע הימי הלאומי"
- שקיפות, פתיחות ודיווח לציבור

## חזון

שמירה על הסביבה הימית לאור ניצול הפוטנציאל הגלום בה לטובת אזרחי המדינה והדורות הבאים.

## מטרות

1. הערכת מצב הסביבה הימית בים התיכון של ישראל ויצירת בסיס מדעי ארוך טווח לקבלת החלטות בהקשר להגנה על הסביבה הימית, ובכלל זה אכיפת ההוראות של החקיקה הלאומית בעניין מניעת זיהום הים, שמירה על המערכת האקולוגית, יישום האמנות הבינלאומיות הרלוונטיות, ותמיכה בקבלת החלטות על שימור, ניצול בר קיימא וניהול הסביבה הימית של ישראל ומשאביה.
2. שיפור הידע הקיים על הסביבה החופית והימית בישראל בראיה אסטרטגית של מתן מענה למקבלי ההחלטות בנושאים הקשורים בניצולם לצורך פיתוח תשתיות לאומיות תוך הקפדה על ניצול בר-קיימא ושמירת הסביבה הימית
3. ריכוז, תיעוד, שמירה והפצת נתונים על הסביבה הימית של ישראל באמצעות "מרכז המידע הימי הלאומי" כדי להפיק מהנתונים מידע שימושי. הפעלת המרכז באה לענות על הדרישה הגוברת במדינה לנתונים ומידע לצרכי תכנון והקמה של מבנים ימיים חדשים והפעלת הקיימים, תפעול ובקרה של שימושים בסביבה הימית הן בים הרדוד והן בים העמוק.
4. יצירת בסיס מדעי וכלים אופרטיביים לצורך תמיכה בתהליכי קבלת החלטות בזמן אמת באירועי קיצון כדוגמת זיהומים או אירועי צונאמי.

## יעדים

1. אימוץ האינדיקטורים והיעדים למצב סביבתי טוב (Good Environmental Status) ליישום "גישת המערכת האקולוגית" (Ecosystem Approach, EcAp) של מוסדות אמנת ברצלונה (מדינות הים התיכון) שמתבססת על הדירקטיבה הימית של הקהילה האירופית (Marine Strategy Framework Directive, MSFD). אינדיקטורים אלו אומצה גם ע"י ארגון

הסביבה של האו"ם (UNEP) לבניית תכנית הניטור הבין לאומית בים התיכון לה שותפה  
מדינת ישראל.

האינדיקטורים (נספח 1) מפורטים להלן בתרגום חופשי:

תחום	פירוט (יעדים)	פעולות ניטור
1. מגוון ביולוגי	<p>המגוון הביולוגי נשמר. מצב בתי הגידול וקיומם נשמר ותפוצת ושפע המינים השונים נמצאים בקו אחד עם המצב הפיסיוגרפי, הגאוגרפי והאקלימי האופייניים לאזור ולזמן. כמו כן,</p> <p>א. מתן כלים לצורך בחינה ועדכון תקופתי של מדיניות ניהול שימושים במרחב הימי כגון ממשק דיג, שמורות טבע, וחקלאות ימית.</p> <p>ב. תמיכה ועדכון של מדיניות הפיתוח המבוססת על המיפוי הראשוני הקיים של בתי הגידול וערכיותם.</p> <p>עמידה במחויבויות ניטור בינלאומיות במסגרת אמנת ברצלונה לשמירה על המגוון הביולוגי.</p>	<p>מעקב אחר שינויים במגוון המינים ומצב בתי הגידול.</p> <p>ניטור המגוון הביולוגי בבתי גידול מייצגים של קרקעית קשה ובתי גידול של קרקעית רכה.</p>
2. מינים פולשים	<p>מינים זרים שהוכנסו למערכת בשל פעילות אנושית נשמרים ברמה שאינה משנה את תפקוד המערכת האקולוגית</p>	<p>מעקב אחר חדירת והתבססות מינים פולשים ומינים רעילים.</p> <p>מעקב אחר השפעות מינים פולשים על המערכת המקומית.</p>
3. דגים וחסרי חוליות בעלי ערך מסחרי	<p>אוכלוסיות מיני הדגים וחסרי החוליות המסחריים נמצאות ברמה ביולוגית בטוחה, בעלות תפוצת גילאים וגודל המעידה על מאגר מדגה יציב</p> <p>קיום מרכיבי מארג המזון מבטיחים שמירה לטווח ארוך על השפע ויכולת ההתרבות של אוכלוסיות הדגים המסחריים</p>	<p>מעקב אחר פעילות דיג.</p> <p>מצב אוכלוסיית הדגה ויכולת ההתרבות של מאגר המדגה</p>
4. מארגי המזון הימיים	<p>כל האלמנטים הידועים של מארג המזון הימי נמצאים בנפוצות נורמלית ומגוון המינים נשמר ברמה המאפשרת קיום ארוך טווח של המינים השונים ואת יכולתם להתרבות.</p>	<p>מעקב אחר יציבות מארג המזון הימי</p>
5. העתרה בחומרי דשן (אאוטרופיקציה)	<p>האאוטרופיקציה שמקורה בפעילות אנושית מצומצמת לרמה המינימלית שאינה גורמת לאובדן מגוון המינים, להריסה של בתי גידול, פריחת אצות מזיקה או שינויים בריכוז החמצן בקרקעית.</p>	<p>איתור ומעקב אחר מקורות העתרה פוטנציאליים לים ממקורות שונים כגון פתחי נחלים ותשתיות הזרמת שפכים שונות והערכת מידת השפעתם האפשרית על הסביבה הימית.</p> <p>מעקב אחר התפוצה של הנוטריינטים במרחב הים, זיהוי מגמות של שינויים לאורך זמן רב והתרעה על תופעות חריגות.</p> <p>יצירת בסיס להערכת פוטנציאל הסיכון לבריאות הציבור והנוקים האקולוגיים הצפויים כתוצאה העתרת מימי החופין.</p> <p>יצירת בסיס להערכת הממצאים של תכניות הניטור המקומיות באתרים בהם מתאפשרת הזרמה לים.</p>

<p>6. שלמות קרקעית הים</p> <p>שלמות קרקעית הים נמצאת ברמה שמבטיחה שהמבנה והתפקוד של המערכת האקולוגית נשמרים ואין השפעה ניכרת על בתי הגידול, בדגש על הבנתוס.</p> <p>ניטור מאזן הסדימנטים, כולל הסעה וסדימנטציה, וקצבי בליה.</p> <p>השפעות של תשתיות ימיות על שלמות הקרקעית בקנה מידה רחב</p>	<p>7. תנאים הידרוגרפיים</p> <p>שינויים תמידיים בתנאים ההידרוגרפיים אינם משפיעים לרעה על המערכת האקולוגית</p> <p>ניטור ארוך טווח של המערכת ההידרוגרפית למעקב אחר השפעות כגון שינויי אקלים (מפלס ים, טמפ', מליחות, חומציות, נוטריאנטים, יצרנות ראשונית וחידקית).</p>	<p>8. זיהום ים</p> <p>ריכוזי מזהמים נמצאים מתחת לסף המשפיע על המערכת האקולוגית ואינם במגמת עליה.</p> <p>איתור ואיפיון מקורות זיהום פוטנציאליים לים ממקורות שונים כגון חופים, פתחי נחלים ותשתיות שונות.</p> <p>קביעת התפוצה של חומרים מזהמים במרחב הים, זיהוי מגמות של שינויים לאורך זמן רב והתרעה על תופעות חריגות.</p> <p>יצירת בסיס להערכת פוטנציאל הסיכון לבריאות הציבור והנוזקים האקולוגיים הצפויים כתוצאה מזיהום מימי החופין (כימי וחידקי).</p> <p>יצירת בסיס להערכת הממצאים של תכניות הניטור המקומיות באתרים בהם מתאפשרת הזרמה לים.</p> <p>ניטור איכות מי הים כמי גלם להתפלה.</p> <p>עמידה במחויבויות ניטור בינלאומיות במסגרת האמנות השונות למניעת זיהום ים.</p>
<p>9. מזהמים בדגי מאכל ובחשרי חוליות מסחריים</p> <p>ריכוז המזהמים במאכלי הים מתחת לרמה הבטוחה</p> <p>בדיקת ריכוזי מזהמים בדגי המאכל ובחשרי חוליות מסחריים בישראל</p>	<p>10. פסולת ימית</p> <p>תכונות וכמות הפסולת הימית אינן מהוות מטרד ומפגע למערכת האקולוגית החופית והימית</p> <p>ניטור כמויות וסוג הפסולת בים ובחופים</p> <p>ניטור תוצרי וקצב פירוק אשפה בים והשפעתם</p> <p>הגדרת נקודות חמות המהוות מקור לפסולת ימית וחופית ומעקב אחר השפעתן</p>	<p>11. רעש תת ימי וסוגי אנרגיה נוספים</p> <p>הכנסת אנרגיה למים ממקור אנושי, לרבות רעש, נשמרת ברמות שאינן מזיקות למערכת האקולוגית הימית.</p> <p>ניטור רמות הרעש לאורך חופי ישראל</p> <p>ניטור השפעת הזרמת מי קירור ואנרגיית חום ממקורות נוספים על המערכת הימית (תוך הישענות על תכניות הניטור המקומיות השונות)</p>

## 2. פיתוח ותחזוקת של מרכז מידע ימי לאומי (בחיא"ל)

- פיתוח ותחזוקה של מאגר מידע שיאסוף את כל המידע המדעי והנתונים של תוכניות הניטור החדשות וההיסטוריות מן מהניטור הלאומי ומתכניות הניטור המקומיות.
- ביצוע בדיקה שוטפת של איכות ואמינות נתוני הניטור של התוכניות המקומיות.

ג. הנגשת המידע המדעי ונתוני הניטור לציבור ובעלי העניין תוך קביעת מדיניות פרסום שקופה והוגנת ועמידה בסטנדרטים בינלאומיים.

### 3. תמיכה בתשתיות איסוף נתונים (תשתיות ניטור לאומי)

א. תחנות ומערכות למדידה רציפה של פרמטרים פיזיקליים (לדוגמא טמפ', מליחות, גלים, זרמים)

ב. מערכת רדאר למדידות זרמים

ג. אחזקה וכיול מודלים אוקיאנוגרפיים אופרטיביים

ד. הכנת תרחישים ריאליים לצורך התמודדות עם אירועי זיהום.

### מיפוי פעילות קיימת ומצב התקצוב הממשלתי

דסקריפטור/מתארים MSFD	פעילות	שנת התחלה	גוף מבצע	מימון ממשלתי
8 זיהום ים 9 מזהמים בבע"ח ימיים מסחריים (בריאות הציבור)	זיהום מימי החופין במתכות כבדות – סדימנטים, חומר מרף, בעלי חיים ימיים	1978	חיא"ל	רק למתכות כבדות. חסר מימון לבדיקות מזהמים אורגניים
8 זיהום ים 5 אוטרופיקציה	נורטריאנטים ומיקרואצות במימי החופין ושפכי נחלים	1990	חיא"ל	הפלגה אחת בשנה
8 זיהום ים 5 אוטרופיקציה	שטפים אטמוספיריים של מתכות ונורטריאנטים	1996	חיא"ל	+
8 זיהום ים	סמנים ביולוגיים להשפעות מזהמים	2007	חיא"ל	+
5 אוטרופיקציה	ניטור היצרנות הראשונית והחידקית במימי החופין	2014	חיא"ל	חלקי
במסגרת דירקטיבת המים	ניטור חידקי בחופי רחצה מוכרזים	שנות ה-70	משרד הבריאות	+
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	הרכב אוכלוסיית מיקרואצות במימי החופין; מינים בעלי פוטנציאל רעילות	2000	חיא"ל	חלקי
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	הרכב אוכלוסיית חי תוך הקרקעית במימי החופין	2005	חיא"ל	חלקי +
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	חברות אקולוגיות בחוף הסלעי	2009 (סוף)	חיא"ל	החל 2013
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	חברות אקולוגיות ברכסים תת-ימיים עד עומק מים של 20 מטר	2013	חיא"ל + מכון גיאולוגי	-
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	מאקרו-פאונה (דגים וחסרי חוליות) על קרקעיות רכות	2014	חיא"ל	חלקי +
1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים	ברקודינג	2012	חיא"ל	-
7 הידרוגרפיה ושינויי אקלים	תחנות מטא-הידרוגרפיות של מדידה רציפה – חדרה, אשקלון, מפלס ים	חדרה-1992	חיא"ל	-

		אשקלון 2013 -		
חלקי	חיא"ל	2014	הפלגת חתך מול חיפה	7 הידרוגרפיה ושינויי אקלים
-	חיא"ל+מ כון גיאולוגי	סקרי עבר ממוקדי ם	שינויים סדימנטולוגיים בים רדוד (עד 100 מטר עומק מים)	6 שלמות קרקעית/ תהליכים סדימנטולוגיים
-	חיא"ל	2001  ברקודי ג וביו- גיאוגרפי החל ב- 2010 ו- 2013 בהתאם ה.	<ul style="list-style-type: none"> <li>קליטת נתונים ימיים מגורמי האיסוף, בקרת איכותם, תיעודם ושמירתם בארכיון.</li> <li>ארגון הנתונים בבסיסי נתונים המאפשרים גישה נוחה לנתונים ושליפתם, עיבודם והצגתם לפי הצורך.</li> <li>הפעלת מאגר ביו-גיאוגרפי כולל ברקודינג</li> <li>הפעלה שוטפת של מודלים לחיזוי ימי ובנית ארכיון של תוצאותיהן.</li> <li>עיבודים סטטיסטיים של הנתונים והפקת מוצרי מידע בהתאם לצרכי המשתמשים.</li> <li>קביעת סטנדרטים לאיסוף נתונים ימיים, לבקרת איכות נתונים ולדוקומנטציה של מידע.</li> <li>הפצת נתונים ומידע בצורות שונות: תדפיסים, דוחות, תקליטורים, רשת האינטרנט.</li> <li>קיום קשרים עם מרכזי מידע אוקיאנוגרפיים בחו"ל והחלפת נתונים ומידע.</li> <li>ייצוג ישראל ברשת הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי.</li> </ul>	מרכז מידע ימי לאומי

הנתונים הגולמיים של הניטור המצומצם נשמרים ב"מרכז המידע הימי הלאומי" בחיא"ל, אשר מרכז, מתעד ומפיץ נתונים ומידע על הסביבה הימית של ישראל. במרכז המידע פותחו מערכות לטיפול בנתוני הניטור, המאפשרות גישה קלה לנתונים ועיבודם למידע שימושי לצרכי ניהול סביבתי ([www.ocean.org.il](http://www.ocean.org.il)). כמו כן, הוקם מרכז מידע ביו-גאוגרפי והמרכז התשתיתי המדעי לקוד-הקווים של DNA (barcoding molecular) של המגוון הימי בישראל, כחלק מפרויקט ה-barcoding העולמי. חלק מנתוני הניטור מועבר באמצעות המשרד להגנת הסביבה למרכז של "תכנית הפעולה לים התיכון" באתונה (MEDPOL), אשר מנהל את הפעילות הבינלאומית לשמירת איכות הסביבה בים התיכון במסגרת "אמנת ברצלונה".

ההצעה של תכנית הניטור כוללת התייחסות למטרות התכנית ולמתארים (descriptors) שפורטו לעיל, ומוצגת להלן בפרקים הבאים:

I ניטור זיהום ים;

II ניטור המערכת ההידרוגרפית והשפעות שינויי אקלים;

III ניטור המגוון הביולוגי (כולל מינים פולשים) ובתי גידול;

IV ניטור שלמות הקרקעית;

V ניטור דגים ובעלי חוליות בעלי ערך מסחרי;

**VI ניטור פסולת ימית וחופית;**

**פרקים משלימים:**

**VII ניטור רעש ואנרגיות נוספות; (יכתב בהמשך)**

**VIII ניטור חופים – בריאות הציבור. (מיושם בנפרד ע"י משרד הבריאות)**

**חלק ב' – מרכז המידע הימי הלאומי**



## צוות הניטור

צוות הניטור כולל את מדעני חיא"ל, כמפורט להלן, ומדענים מהמכון הגיאולוגי והאקדמיה בהיבטים משלימים נדרשים.

מנהל מדעי של תכנית הניטור – פרופ' ברק חרות

חוקרים :

תחום	חוקר מרכז	חוקרים שותפים
ניטור זיהום הים	ד"ר ג'ק סילברמן	ד"ר יעל סגל, ד"ר גיא סיסמה, ד"ר נורית קרס, ד"ר פלג אסטרסון, ד"ר אפרת שהם-פריד
ניטור המערכת ההידרוגרפית	ד"ר אלי ביטון	ד"ר איסק גרטמן, טל עוזר, ד"ר איה לזר, רון גולדמן
ניטור המגוון הביולוגי	ד"ר אייל רהב – עמודת מים ד"ר הדס לובינסקי – מצע רך (פורמניפרה-ד"ר אורית חיימס) ד"ר גיל רילוב – מצע קשה ד"ר ניר שטרן – דגים	ד"ר משה תום, פרופ' בוקי רינקביץ, ד"ר אלוארז ישראל ד"ר יעקב דואק, גיא פז, ד"ר יאנה יודקובסקי, נורית גורדון, ד"ר אורית חיימס, ד"ר אהובה אלמוגי-לבין
ניטור שלמות הקרקעית וסיכונים גיאולוגיים (Geo-hazards)	ד"ר גדעון טיבור	ד"ר תימור כץ, ד"ר מור כנרי, אריק גולן
ארכיב, בקרת נתונים סביבתיים, GIS – מרכז המידע הימי הלאומי	ד"ר איסק גרטמן	יבגניה קריבנקו, ד"ר מור כנרי, בוריס כצלסון

צוות עוזרי מחקר וים : ירון גרטנר ; אביב שכנאי, מאיה מרמורי, אוה מזרחי, מרוא בולוס, לורה גולן, נרינה לנרט ; לנא אשקר, דר גולומב, יבגניה קריבנקו, לזר רסקין, רוסלן, גדעון עמית, מיכאל אפשטיין, ארז חגי, מור סמואלסון, אלעד ישראלי.

## I ניטור זיהום הים

### רקע

**מדף היבשת הרדוד** - הרמה הנוכחית של חומרי דשן, מתכות כבדות וחומרים אורגניים בחלק משפכי הנחלים, הנמלים והמעגנות לא משביעה רצון, מאחר שעומדת על רמת זיהום אקולוגי בינונית עד חמורה.

מסיכום הממצאים של דוחות הניטור ראוי לציין כי נמצאה מגמת עלייה של ריכוזי הכספית בדגי מאכל מצפון מפרץ חיפה ואזור עכו. בשנת 2014 נמצאה חריגה מהקו המנחה של שירות המזון הארצי (או מתקנים מקובלים במדינות אחרות) לריכוז כספית בכ-16.9% מכלל הדגים החופיים שנבדקו ובכ-26% מהדגים החופיים שנדגמו באזור צפון המפרץ ועכו. מבין מיני הדגים *Diplodus sargus* ו-*Sargocentron rubrum* שנדגמו באזור עכו נמצאה חריגה של כ-55% ביחס לכלל הבדיקות במינים אלה בצפון המפרץ-אזור עכו. בשנת 2015 (דו"ח חיא"ל H46/2016) נמצאו גם חריגות אולם באחוזים קטנים יותר. במחקר שהחל ב-2015 לזיהוי הסיבות לעליית ריכוזי הכספית בדגים מצפון מפרץ חיפה נמצאו ממצאים חריגים של ריכוזי כספית במי תהום רדודים בחוף מול מפעל התעשיות האלקטרוכימיות (צפון מפרץ חיפה). הריכוזים שנמצאו חורגים במעל סדר גודל (פי 13 עד 28) ביחס לתקן מי שתייה בישראל (1 מיקרוגרם לליטר) ובסדר גודל דומה ביחס לערכי סף אקולוגיים (0.94 ו-1.8 מיקרוגרם כספית לליטר סף כרוני ואקוטי, בהתאמה). ככל הנראה קיימת בתת הקרקע דליפה של כספית לים.

בשפכי הנחלים קישון, חדרה, לכיש, אלכסנדר ושורק נמצאו בדו"ח הריכוזים הגבוהים ביותר של מתכות כבדות בסדימנטים, וריכוזי ניקל, נחושת וכרום מייצגים דרגת זיהום בינונית. שפך נחל נעמן מראה רמת זיהום בינונית של כספית.

בסדימנטים בנמלים ובמעגנות נמצאו רמות זיהום בינוניות של רוב המתכות הכבדות. רמות זיהום גבוהות של ניקל נמצאו בנמלים חיפה ואשדוד ושל כספית בנמל חיפה. רמת הזיהום של ריכוזי התרכובת האורגנית של בדיל, Tributyltin (TBT) ו/או תוצרי הפירוק שלה Dibutyltin (DBT) במי נמלים ככל הנראה קטנה במהלך העשור האחרון, אך לא בקרקעית. זיהום משמעותי של TBT ונגזרותיו בסדימנטים (<100 ng/g) נמצא בתחנות בנמלים חיפה, אשדוד ומרינה ת"א. זיהום בינוני של ביפנילים מותמרי כלור (PCBs) נמצא בסדימנטים בנמל חיפה. ריכוזים מעל סף הגילוי נמצאו גם בנמל אשדוד, במעגן חדרה, במרינה הרצליה ובמרינה ת"א, אולם הריכוזים היו קטנים מהקריטריון האקולוגי להשפעות מזיקות שצפויות רק לעיתים נדירות.

בבחינת המדדים המעידים על המצב הסביבתי המושפע מהעשרה בנטריאנטים והגברת היצרנות הראשונית (אאוטרופיקציה או העתרה) נמצא כי מספר שפכי נחלים ומפרץ חיפה מראים את ההעשרה הגבוהה ביותר. באופן אבסולוטי, המצב במפרץ חיפה ולאורך החוף הישראלי טוב יותר מאשר באזורים אחרים בים התיכון בהם קיימת בעיית אאוטרופיקציה. לעומת זאת, בחלק משפכי הנחלים המצב עדיין רחוק מהסביר.

המלצות פרטניות המבוססות על נתונים שנאספו ב-2015 במסגרת דו"ח הניטור האחרון ועל המגמות בזמן ובמרחב שנצפו בשנים האחרונות, הופנו למשרדי הממשלה הרלוונטיים (במיוחד משרדי הגנת הסביבה, החקלאות, הבריאות, התחבורה והביטחון). יישום ההמלצות יביא לצמצום זיהום מימי החופין, מניעת הסכנות הפוטנציאליות לבריאות הציבור ונזקים אקולוגיים כתוצאה מהזיהום ושמירה על המערכת האקולוגית. למרות שנצפתה מגמת שיפור וירידה ברמות הזיהום עד השנים 2000-2003 (בחלק מן המקומות), בשנים האחרונות בדו"ח נעצרה מגמה זו, ובמקרים מסוימים אף נצפתה עלייה ברמות הזיהום. כמו כן, השינויים במשק המים והאנרגיה, לחצי הפיתוח לאורך החופים, הגידול במגוון ובהיקף הפעילויות ותכניות הפיתוח באזור הכלכלי בלעדי של ישראל בים התיכון מחייבים את הרחבת תכנית הניטור.

תכנית הניטור עודכנה במהלך השנים בהתאם למידע על מקורות הזיהום של מימי החופין. מקורות הזיהום העיקריים לאורך החוף מוצגים באיור 1. תחנות הדיגום של תכנית הניטור מוצגות באיור 2. מיקום תחנות הדיגום והפרמטרים הנבדקים בכל תחנה ושיטות הבדיקה מפורטים להלן.

החל משנת 2000 המכון מבצע עבור חיל הים ניטור שנתי של רמות הזיהום בנמלים ובמעגנות לאורך חוף הים התיכון, במסגרת היישום של המלצות ועדת החקירה בעניין פעילות צה"ל באזור נחל הקישון ("ועדת שמגר"). הממצאים העיקריים של הניטור משולבים בתכנית הניטור (באדיבות חיל הים/משרד הביטחון).

ניתוח המגמות של שינויים בזמן ובמרחב באיכות מימי החופין מתבסס על כלל הנתונים הרב-שנתיים שנאספו ויאספו בעתיד במסגרת תכנית הניטור. נתונים אלה כוללים אלפי בדיקות כמפורט בטבלה 1.

ממצאים עיקריים ב- 2015 מראים:

- במיני הדגים *Diplodus sargus* ו- *Sargocentron rubrum* שנדוּגו באזור עכו/צפון מפרץ חיפה נמצא זיהום של כספית המראה חריגה מהקו המנחה של שירות המזון הארצי. מומלץ לשקול הפסקת השיווק של דגים אלה.
- נמצא כי התהפכה מגמת העלייה של ריכוזי הכספית בדגי מאכל מצפון מפרץ חיפה ואזור עכו. במחקר שהחל ב-2015 לזיהוי הסיבות לעליית ריכוזי הכספית בדגים מצפון מפרץ חיפה נמצאו ממצאים חריגים של ריכוזי כספית במי תהום רדודים בחוף מול מפעל התעשיות האלקטרוכימיות (צפון מפרץ חיפה), וככל הנראה קיימת בתת הקרקע דליפה של כספית לים. ייתכן שעצמת הדליפה משתנה, בין היתר כתלות בכמות המשקעים, ופחתה בעקבות מספר חורפים יבשים יחסית.
- ריכוזי הכספית בדגים ורכיכות מצפון מפרץ חיפה גדולים משמעותית מהריכוזים של אותם מינים מאזורים אחרים לאורך החוף.
- מומלץ לפרסם המלצות תזונתיות לכמות מקסימלית מומלצת של צריכת דגים לפי אוכלוסיות (מבוגרים, נשים בהריון, ילדים עפ"י גיל), כמקובל במדינות מפותחות, בעיקר בהקשר לכספית.
- בסדימנטים בנמלים ובמעגנות נמצא זיהום של מתכות כבדות ומזהמים אורגניים (PCBs ו- DDT). זיהום גבוה של כספית נמצא בנמל חיפה. זיהום בינוני של מתכות ומזהמים אורגניים נמצא בנמל חיפה ובמעגן עכו. זיהום בינוני של ניקל, עופרת, נחושת וכרום נמצא בנמל אשדוד, ושל נחושת במעגן חדרה ובמרינות הרצליה, ת"א ואשקלון.
- זיהום גבוה של ניקל נמצא בשפך נחל חדרה וזיהום בינוני של חלק מהמתכות הכבדות (ניקל, נחושת, אבץ וכרום) נמצא בשפכי הנחלים קישון, חדרה, אלכסנדר, בצת ושורק. שפכי נחל נעמן וחדרה מראים רמת זיהום בינונית של כספית.
- רמת הזיהום של ריכוזי התרכובת האורגנית של בדיל, Tributyltin (TBT) ו/או תוצרי הפירוק שלה Dibutyltin (DBT) במי נמלים ובמעגנות קטנה משמעותית במהלך העשור האחרון, אך לא בקרקעית. זיהום משמעותי של TBT ונגזרותיו בסדימנטים ( $100 \text{ ng/g} <$ ) נמצא בתחנות בנמלים חיפה, אשדוד, מעגן עכו, מעגן מכמורת ומרינה ת"א.
- חלק גדול משפכי הנחלים מזוהמים בנוטריאנטים (חומר דשן) ומראים רמת זיהום אקולוגי בינונית עד חמורה. יש להמשיך ולפעול לצמצום סה"כ ההזרמות של חומרי דשן/ביוט לנחלי החוף.
- כבשנים קודמות, גם הממצאים בדו"ח זה מעידים על הזרמת ביוט למימי החופין דרך נחלי החופי רצועת עזה, חוף ומעלים חשש שעם השפכים מוחדרים לים גם חיידקים ונגיפים ממקור צואתי, ובכללם גורמי מחלות.

**ים עמוק** - לחיפוש והפקת אנרגיה השלכות סביבתיות שליליות, מרביתן תולדות התפעול ומיעוטן כתוצאה מתאונות, תקלות או פעולות איבה. בכל שדה מתבצעים קידוחי בדיקה, אומדן, פיתוח והפקה. חומרים רבים משמשים ומופקים בקידוחים – נוזלי קידוח, חומרי מלט, מי ייצור, פסולת קידוח – שחלקם רעילים. הקמת התשתיות התת-ימיות של מערך ההפקה ושינוע התוצר גורמים להפרעת המצע והכנסת מצע זר לסביבה הטבעית, ועל כן הפרעה לחברות המצע והחברות הנסמכות עליהן במארג המזון.

לאור האמור לעיל בוצע סקר רקע סביבתי באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון. מטרת הסקר הייתה מיפוי רקע של איכות הסביבה הימית (מאפיינים פיזיקליים, גיאוכימיים וביולוגיים) באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון לצורך תמיכה ברגולציה סביבתית בהקשר של פעילויות חיפוש וקידוח נפט וגז בים העמוק מול חופי ישראל. כמו כן מבוצע כיום סקר אסטרטגי סביבתי (סא"ס) שנועד בין היתר לאזן, לגשר ולתאם בין הצורך בפיתוח המשאב ובין הצורך בהגנה על הסביבה הימית.

ממצאי סקר הרקע הראו:

- ריכוזי המתכות והמזהמים האורגניים היו נמוכים מערכי הסף שבהם צפוי לראות השפעות ביולוגיות לעיתים נדירות שקשורות לרעילות המזהמים (ERL) בכל מרחב סקר המים העמוקים, למעט כרום וניקל שבהם נמצאו ערכים גבוהים מ-ERL ואף מ-ERM, אך ערכים חריגים אלה הם הריכוזים הטבעיים של מתכות אלו באזור זה.
- התפלגות מרחבית לא קונסיסטנטית של פקטורי העשרה שחושבו עבור כספית, קדמיום ועופרת מעידה על השפעה גדולה של מקור אטמוספרי על ריכוזי מתכות אלו בסדימנטים של אזור המים הכלכליים.
- נמדדו ריכוזים גבוהים יחסית של בריום בתחנות במרחקים יחסית גדולים מסביבת אתרי קידוחי גז בים העמוק. באותן התחנות נמדדה גם העשרה במתכות נוספות כגון עופרת, כספית, קדמיום, כרום ונחושת.
- ניכרים גרדיאנטים ברורים מדרום לצפון לאורך המדרון של פחמן אורגני כללי, יסודות עיקריים כגון אלומיניום וברזל, כרום ובריום המעידים על השפעת שפך הנילוס על תהליכי סדימנטציה והצטברות של מתכות וחומר אורגני לאורך חופי מדינת ישראל.
- נמצאה ירידה משמעותית של 3%-5% בריכוז האלומיניום הממוצע בשכבת הסדימנטים העליונה (הנוכחית) לעומת השכבה העמוקה (הקדומה) באזור המים הכלכליים של מדינת ישראל. ייתכן שירידה זו משקפת את השפעת סכירת הנילוס על מאזן הסדימנטים באזורנו.
- ריכוזי PAHs יורדים מכיוון המדרון אל הים העמוק ונעים בטווח ריכוזים של 10-60 ppb. טווח זה מהווה "רקע" לאזור המים הכלכליים וחריגה ממנו תעיד בהכרח על זיהום.
- יחסים בין תרכובות ה-PAHs מעידים על השפעה מעורבת של מקורות פטרוגניים ופירוגניים על הרכב מיני ה-PAHs בסדימנטים של הים העמוק. ההתפלגות המרחבית של ריכוזי PAHs ו-PCBs מעידה על אזור יחסית מועשר בחתכים מזרח-מערב על המדרון מול אשדוד ואשקלון.

תכנית הניטור מתבססת על מידע שנאסף במסגרת סקר רקע ים עמוק וביצוע הסקר האסטרטגי הנוגע לחיפוש והפקה של נפט וגז טבעי בים. מיקום תחנות הדיגום של סדימנטים מוצגות במסגרת פרק III - ניטור המגוון הביולוגי בקרקעית רכה. הדיגום והבדיקות בים עמוק ייעשו אחת לשנתיים. הפרמטרים הנבדקים בכל תחנה ושיטות הבדיקה מפורטים להלן.

**מספר כולל של בדיקות של מתכות כבדות בדגים,  
רכיכות, סדימנטים וחומר מרחף מאז תחילת הניטור.**

**דגים (1974 – 2015)**

<i>Diplodus sargus</i>	1175
<i>Lithognathus mormyrus</i>	1718
<i>Mullus barbatus</i>	1044
<i>Sargocentron rubrum</i>	715
<i>Upeneus asymmetricus</i>	21
<i>Upeneus moluccensis</i>	643
<i>Siganus rivulatus</i>	564
<i>Mullus surmuletus</i>	305
<i>Oblada melanura</i>	125
<i>Pagellus erythrinus</i>	710
<i>Saurida undosquamis</i>	163
Other	1183
<b>סה"כ דגים</b>	<b>8366</b>

**רכיכות וסרטנים\* (1975 - 2015)**

<i>Macra stultorum</i>	2099
<i>Astropecten bispinosus</i>	55
<i>Rudicardium tuberculatum</i>	321
<i>Neverita josephinia</i>	83
<i>Patella sp.</i>	2595
<i>Diogenes pugilator</i>	538
<i>Donax trunculus</i>	796
<i>Chamela. gallina</i>	105
<i>Arcularia gibbosula</i>	661
<i>Cellana rota</i>	601
<i>Aristeus antennatus</i>	20
<i>Parapenaeus longirois</i>	10
<i>Donax semistriatus</i>	11
<i>Penaeus japonicus</i>	25
other	509
<b>סה"כ רכיכות וסרטנים</b>	<b>8429</b>

**סדימנט וחומר מרחף**

Sea Sediments (1981-2015)	1043
River Sediments (1988-2015)	867
SPM (1994-2015)	2223
<b>סה"כ דוגמאות</b>	<b>4133</b>

## שיטות הדיגום והבדיקה ובקרת איכות התוצאות

למחלקה לכימיה ימית בחיא"ל הסמכה מטעם הרשות הלאומית להסמכת מעבדות, לביצוע בדיקות ודיגום של מים, קרקע ויצורי מים. הבדיקות כוללות: בדיקת נוטריאנטים במי ים, מי נחלים ומי שתייה, ובדיקת מתכות כבדות ביצורי מים ובסדימנטים.

### דיגום מי-ים ומי נחלים

מים וחומר מרחף ידגמו בים מספינות המחקר בעזרת בקבוקי ניסקין או דלי אל-חלד, ובשפכי הנחלים בעזרת בקבוקי פלסטיק.

המליחות או צפיפות המים, ערכי ההגבה וריכוזי החמצן ימדדו במקום באמצעות חיישן מסוג YSI 6600. עבור בדיקות של ריכוזי נוטריאנטים (פוספאט, ניטראט, חומצה סיליצית ואמוניה), BOD, כלורופיל וחומר מרחף ידגמו מים ישירות מהנחל או מהים בעזרת בקבוקים ייעודיים לסוג הבדיקה. דוגמאות מים לבדיקת נוטריאנטים יועברו למעבדה ויוקפאו עד לבדיקתן.

לבדיקות של חומר מרחף, נפח ידוע של מים יסונן דרך פילטרים שקולים מסוג  $0.45 \mu\text{m}$  Millipore Type HA, לאחר סינון מוקדם דרך  $63 \mu\text{m}$ . הפילטרים ייובשו בליאופיליזציה (הקפאה וייבוש בוואקום) במשך 24 שעות, ישקלו ויבדקו לתכולת המתכות הכבדות.

### דיגום סדימנטים

סדימנטים ממפרץ חיפה ידגמו מספינת המחקר "עציונה". מרבית הדיגומים יעשו בצלילה בעזרת שקיות פלסטיק תחומות במסגרת אלומיניום. הדוגמאות מייצגות 2 ס"מ עליונים של הקרקעית בשטח של כ-1 מ"ר. סדימנטים בשפכי נחלים ובמוצאי שפכים לאורך החוף ידגמו בעזרת כף פלסטיק. הדוגמאות מייצגות 3 ס"מ עליונים של הקרקעית. סדימנטים ממדף היבשת וים עמוק ידגמו מספינות המחקר בעזרת מחפר (grab) מפלדת אל-חלד או מחפר קופסא (box corer). הדוגמאות מייצגות 2 ס"מ עליונים של הקרקעית.

הדוגמאות יוקפאו ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) בספינה או מייד עם הגעתן למעבדה וייובשו בליאופיליזציה במשך 48 שעות לפחות. הדוגמאות היבשות ינופו בנפות ניילון. מקטע הגרגרים הקטנים מ-250 מיקרון ילקח לבדיקת הסדימנטים הימיים. מקטע הגרגרים הקטנים מ-1000 מיקרון ילקח לבדיקת הסדימנטים מהנחלים וים עמוק.

### דיגום בע"ח שוכני קרקעית ודגים לבדיקות כימיות

בע"ח שוכני קרקעית ידגמו מספינת המחקר או ע"י צוללנים והן באזור הכרית. הדוגמאות יקובצו לפי מינים, ימדדו, ישקלו, יוקפאו וייובשו בליאופיליזציה במשך 48 שעות. פרטים קטנים של אותו מין יקובצו לדוגמת בדיקה אחת. פרטים גדולים יבדקו בנפרד. ברכיכות יבדקו רק החלקים הרכים.

דגי מכמורת יאספו משלל דיג מסחרי בעומקי מים של 36-50 מטר דגים חופיים יאספו משלל דיג מסחרי ברשתות סבחה שיוצבו לאורך החוף בעומקי מים של 3-20 מטר. הדגים ישקלו, ימדדו וישטפו במים מזוקקים. השריר משני צידי כל דג ידגם וישמר בהקפאה עד לבדיקה. המתכות יבדקו לאחר ייבוש הדוגמאות בליאופיליזציה במשך 48 שעות והומוגניזציה.

### דיגום מי גשם ואבק מרחף

הגשם יאסף ע"י דוגם אוטומטי מסוג TPC 3000 מחברת Yankee Environmental systems Inc, הדיגום יעשה על בסיס אירועי גשם. דוגמאות משנה עבור בדיקות נוטריאנטים וערכי הגבה ילקחו מיד לאחר איסוף הגשם. דוגמאות הנוטריאנטים יוקפאו. דוגמאות עבור בדיקות המרכיבים הראשיים ישמרו במקרר לאחר סינון.

אבק מרחף ידגם על גבי פילטרים מסוג Whatman 41 באמצעות דוגמי אוויר. הדיגום יעשה במשך כ-60 שעות. הפילטרים ישמרו במייבש (desiccator) לפני שקילתם. לאחר הדיגום הם ישמרו בהקפאה עד שקילתם ובדיקתם למתכות כבדות. הפילטרים נוטים לספוח לחות, ולפיכך קיים חוסר דיוק בחישוב משקל האבק. בהנחה שקיים פיזור הומוגני של האבק על גבי הפילטר, יעשה שימוש בכשמינית מהפילטר לבדיקת המתכות הכבדות.

**בדיקות מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס וערכי הגבה (pH)**  
מליחות, טמפרטורה, ערכי הגבה וריכוזי חמצן ימדדו במקום באמצעות חיישן מסוג YSI 66006.  
בדיקות חמצן לחישוב BOD<sub>5</sub> יעשו באמצעות חיישן מסוג YSI 6600.

**בדיקות נוטריאנטים וכלורופיל**  
נוטריינטים (פוספאט, ניטראט+ניטריט, חנקן כללי-TN, זרחן כללי - TP, חומצה סיליצית ואמוניום) ייבדקו בשיטה פוטומטרית (אמוניום בשיטה פלואורימטרית) וזרימה מקוטעת (segmented flow) במכשיר AA-3 מחברת Seal Analytical בשיטה רגישה המותאמת במיוחד למי ים Kress and J (TP ו-TN). גבולות הקביעה של ניטראט, ניטריט, פוספאט, חומצה סיליצית ואמוניום היו 0.08, 0.08, 0.008, 0.03 ו-0.05  $\mu\text{M}$ , בהתאמה. דגימות מים לבדיקת כלורופיל *a* יסוננו דרך פילטרים של GF/F ( $\sim 0.7 \mu\text{m}$ ) לאחר סינון מקדים דרך  $63 \mu\text{m}$ , נעטפו בנייר אלומיניום ויוקפאו. במעבדה הפילטרים יעברו סוניקציה ויושרו בתמיסת אצטון 90% למשך כ-12 שעות. ריכוז הכלורופיל יחושב ממדידת הפליטה הפלואורוצנטית בפלואורומטר מסוג Trilogy תוצרת Turner designs.

**בדיקות מתכות כבדות**  
עבור בדיקות של Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Hg וארסן, הדוגמאות יעוכלו בחומצה חנקתית מרוכזת (65%) בתאי לחץ (Uniseal), במשך 4 שעות, בטמפרטורה של  $140^{\circ}\text{C}$ . עבור בדיקות של Cd, Pb, Cr, Al, Mn, Fe ו-Cu בסדימנטים וחומר מרחף, הדוגמאות יעוכלו בתערובת של חומצה פלואורית ומי מלכים בשיטת ASTM (1983). ייתכן וחלק מהמתכות ייבדקו במעבדת המכון הגיאולוגי, הדגימות יעברו חמצון רטוב עם אשלגן-דיכרומאט וחומצה גופריתנית ושארית הדי-כרומט יעבור טיטרציה פוטנציומטרית עם  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ . וייבדקו במכשיר ICP-MS.

כספית תבדק בספקטרופוטומטריה של בליעה אטומית ללא להבה Coleman Mercury Analyzer MAS-50A עד 2003 ואח"כ עם גלאי פלואורסצנטי במכשיר Merlin Millennium System – PS Analytical. בשנת 2001 שונה מרכיב מסוים בשיטת הבדיקה של כספית בבע"ח, והחל שימוש בשיטה יותר רגישה בריכוזים נמוכים של כספית (פחות מעשירית מהתקן). התוצאות בשיטה החדשה גבוהות יותר. לשינוי אין השפעה משמעותית בריכוזים גבוהים, ולכן אין לו השלכות לגבי איכות הדגים ביחס לתקן. בהמשך ייעשה שימוש רק בשיטה החדשה. שאר המתכות יבדקו בספקטרופוטומטריה של בליעה אטומית עם להבה (Agilent 280FS AA) ובתנורי גרפיט varian 880AA ו-Agilent 240Z AA.

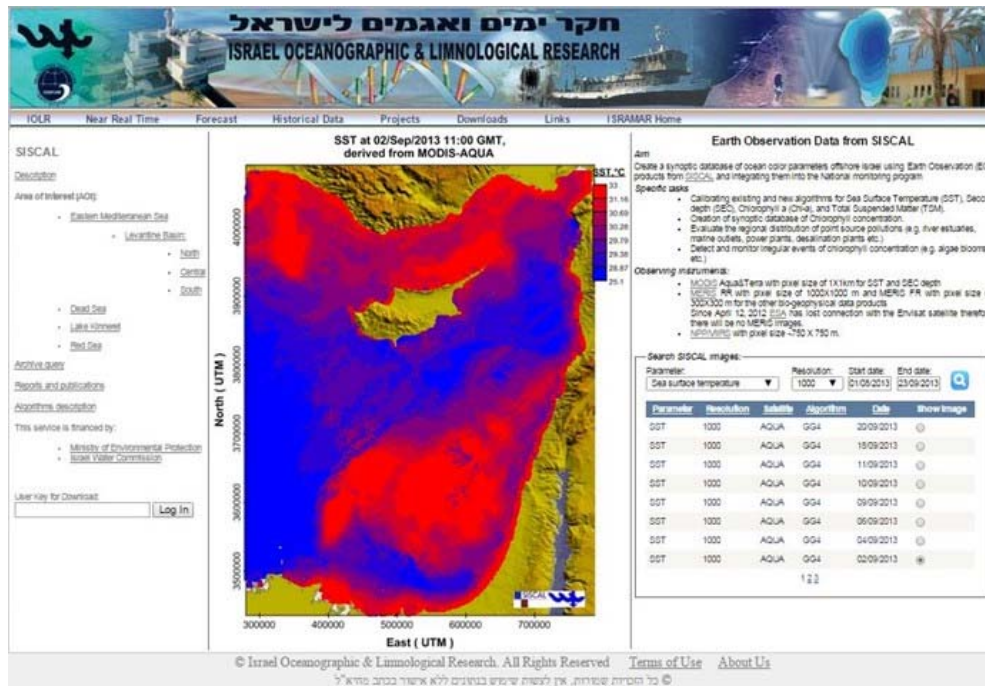
**בדיקת TOC בסדימנט**  
פחמן אורגני בסדימנט יבדק ע"י חמצון עם אשלגן די כרומט בנוכחות חומצה גופריתנית וטיטרציה פוטנציומטרית עם ברזל אמוניום סולפט.

**בדיקות מזהמים אורגניים**  
מזהמים אורגניים יבדקו במעבדות מוסמכות בארה"ב בשיטות סטנדרטיות המאושרות ע"י הסוכנות להגנת הסביבה של ארה"ב (US EPA) ובישראל ע"י מעבדות שונות. מרבית הבדיקות יבוצעו באמצעות GC-MS.

**בקרת איכות בדיקות מתכות כבדות**  
במקביל לכל סדרת בדיקות, יבדקו סטנדרטים בינלאומיים מתאימים שיטופלו באופן זהה לדוגמאות (NIST 2702 ; 4-MESS ועוד). כמו כן, המעבדה הכימית של חיא"ל משתתפת בתרגילי כיול בינלאומיים תקופתיים מאז סוף שנות ה-70.

**מיפוי סביבתי מנתוני לוויינים**  
במסגרת מחקר SISCAL (Satellite Information System on Coastal Areas and Lakes) האחד האירופי, פותחו כלים ייעודיים ונוחים לתפעול עבור משתמשי קצה לצורך מיפוי, מעקב, ניהול ובקרה של הסביבה הימית, המבוססים על פרמטרים הקשורים לאיכות מים אשר מפוענחים מנתוני לוויינים יומיים. מערכת SISCAL מספקת מיפוי של טמפרטורת פני הים (SST), ריכוזי כלורופיל (Chl), עומק סקי ועוד. מוצרים אלו מיוצרים ומועברים למשתמש הקצה דרך האינטרנט

(isramar.ocean.org) קרוב לזמן אמת (Near-Real-Time), תוך שימוש באלגוריתמים המקובלים בעולם ו/או אלגוריתמים שפותחו במיוחד לאזורים מקומיים (איור 3). כיום המיפוי מתבסס על שלושה לוויינים אמריקאים החולפים מעל אזור ישראל מידי יום בין השעות 10:00 – 12:30 (MODIS-Terra, MODIS-Aqua, VIIRS). לשלושת הלוויינים יש רזולוציה (גודל פיקסל) של 1X1 ק"מ בערוצים המשמשים למיפוי סמנים לאיכות מי הים (Ocean color). עד תחילת שנת 2012 (באפריל 2012 אבד הקשר עם הלוויין) נעשה גם שימוש בלוויין האירופאי (MERIS) עם רזולוציה של 300 מטר לפיקסל שחלף מעל אזורנו כל שלושה ימים. כל צילומי הלוויין מורדים בזמן אמת מהארכיונים "המתגלגלים" של NASA ושל ESA.



ממשק מעודכן של SISCAL לחיפוש מוצרי לוויין במרכז המידע הלאומי ISRAMAR.

סיכום הפרמטרים שייבדקו, פירוט השיטות האנליטיות וגבול הגילוי.

פרמטר	תוך	גבול גילוי של השיטה	יחידות	שיטה/מכשיר
מליחות, טמפרטורה, חמצן מומס, עכירות, פלואורסנציה	מי ים			Sea bird CTD SBE 19plusV2
נוטריינטים	מי ים			שיטה פוטומטרית במכשיר אוטואנלייזר AA3 של חב' SEAL Analytical
ניטראט+ניטריט		0.08	µM	
		1.12	µg/L as N	
אמוניום		0.1	µM	



פרמטר	תוֹךְ	גבול גילוי של השיטה	יחידות	שיטה/מכשיר
חנקן כללי  פוספאט  זרחן כללי  חומצה סיליצית		1.4	µg/L as N	אמוניום נבדק עם גלאי פלואורסנציה
		0.6	µM	
		8.4	µg/L as N	
		0.008	µM	
		0.25	µg/L as P	
		0.01	µM	
		0.31	µg/L as P	
		0.03	µM	
כלורופיל	מי ים	0.01	µg/L	SM-10200H-3 עם שינויים קלים
pH	מי ים			Radiometer pHmeter
TOC	מי ים	0.2	mg/L	High temperature catalytic combustion TOC-V במכשיר CPH Shimadzu
חומר מרחף	מי ים	0.5 0.2-	mg/L	סינון דרך פילטר 0.45 מיקרון ייבוש ושקילה
מתכות כבדות- ריכוז כללי (למעט כספית)	מי ים	0.1-50 תלוי במתכת	µg/L	פליטה אטומית ICP-MS במכשיר
כספית- ריכוז כללי	מי ים	3.5	ng/L	בליעה אטומית ללא להבה עם גלאי פלואורסנציה, מכשיר Millennium של חברת PSA
מתכות כבדות	סדימנט	0.001-90 תלוי במתכת	µg/g	פוטומטריה של בליעה אטומית עם להבה ובתנור גרפיט
כספית	סדימנט	(LOQ)1	ng/g	בליעה אטומית ללא להבה עם גלאי פלואורסנציה
TOC	סדימנט	0.02	% weight	טיטרציה פוטנציומטרית
גרנולומטריה	סדימנט			ניפוי יבש דרך סדרת נפות או אחר

פרמטר	מעבדה	שיטת בדיקה
כספית, קדמיום	חיא"ל	GFAAS, Merlin Millenium
מתכות כבדות	חיא"ל או מכון גיאולוגי	ICP-MS/ICP AES
פחמן אורגני (TOC)	חיא"ל	Dichromate digestion & Potentiometric titration

EPA8270	ALS Environmental (former Columbia Analytical Services) USA	(PAHs) SVOC
scan or SIM EI GC-MS OB5Extracted by EPA35	אמינולאב	PCB's TPH
GC/FPD	ALS Environmental, USA	Organotins (TBTs)

#### שיטות הבדיקה וגבולות הגילוי האנליטי

סוג הבדיקה	השיטה	סף גילוי
TOC סדימנט	עיכול עם דיכרומאט וטיטרציה פוטנציומטרית	0.02%
SVOC-PAHs	Based on EPA 8270	<1ppb
PCB's	Preparation EPA 8270 Determination by GC-MS EI scan and/or SIM	<0.1 ppb
TBT	Krone et al 1989	<1 ppb
מתכות כבדות בסדימנט	בליעה אטומית ICP או (גרפיט) או (מכון גיאולוגי)	ראה טבלה מצורפת
		ראה טבלה מצורפת

#### גבולות הגילוי והכימות של מדידות מתכות בסדימנטים

מתכת	שיטה	גבול הגילוי (LOD)	גבול הכימות (LOQ)	גבול הכימות של השיטה* $\mu\text{g g}^{-1}$ dry wt
Hg	Cold vapor AF	1.5ppt	3.8ppt	0.06ppb
Cd	להבה	0.0014	0.0035	0.058
Cd&	תנור גרפיט	0.00004	0.0001	0.05
V, Sr, Se, Ba	ICP	מכון גיאולוגי		<2
U, Mo, Be, Sb, Pb	ICP	"		<0.1
Sn	ICP	"		<0.2
Al, Fe	ICP	"		<1000
Ag, As, Co	ICP	"		<1
Cr, Cd, Mn, Ni	ICP	"		<2
Zn	ICP	"		<5

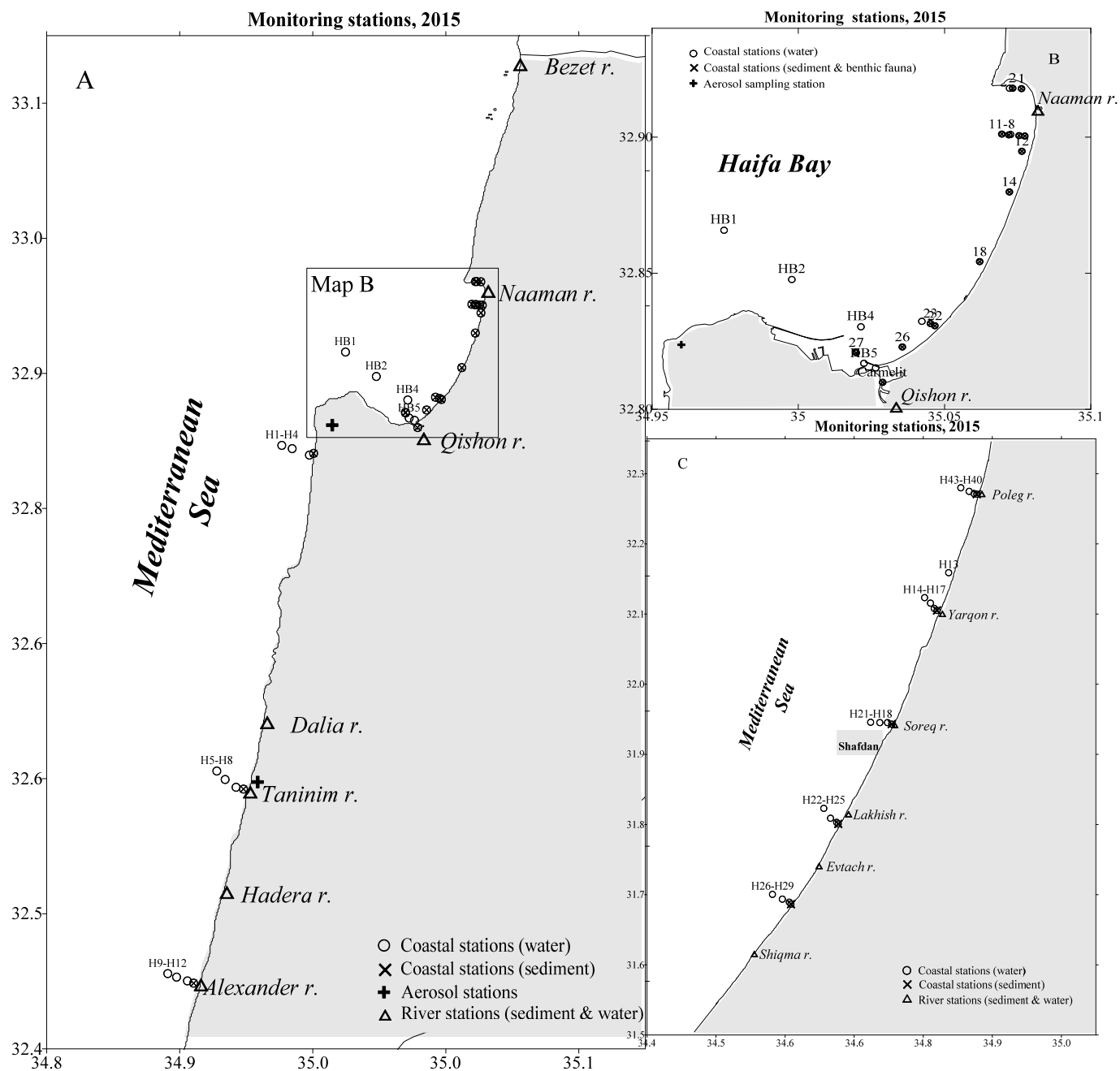
ASTM. (1983). American Society for Testing and Materials Designation -D 3683-78. Standard test method for trace elements in coal and coke ash by atomic absorption, pp. 472-475.

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.

Holm-Hansen, O., C.J. Lorenzen, R.W. Holmes AND J.D.H. Strickland(1965) Fluorometric determination of chlorophyll. J. du Conseil Perm. Int'l. pour l'exploration de la mer, 30, 2-15

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.

# תחנות דיגום ים רדוד ושפכי נחלים



אפיון תחנות הדיגום בשנת 2015

תחנה	תאריך	אזור	מיקום				עומק מים	דיגום
			קו רוחב		קו אורך			
1	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	55.059	35	4.565	3.66	Sediment, Water, Benthic fauna
2	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	55.075	35	4.384	6.23	Sediment, Water, Benthic fauna
8	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	54.055	35	4.174	11.88	Sediment, Water, Benthic fauna
9	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	54.052	35	4.324	9.15	Sediment, Water, Benthic fauna
10	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	54.037	35	4.534	5.74	Sediment, Water, Benthic fauna
11	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	54.014	35	4.613	4.76	Sediment, Water, Benthic fauna
12	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	53.686	35	4.599	3.29	Sediment, Water, Benthic fauna
14	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	52.783	35	4.315	4	Sediment, Water, Benthic fauna
18	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	51.257	35	3.733	3.39	Sediment, Water, Benthic fauna
22	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.876	35	2.725	5.56	Sediment, Water, Benthic fauna
23	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.858	35	2.812	3.56	Sediment, Water, Benthic fauna
26	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.358	35	2.146	6.3	Sediment, Water
27	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.235	35	1.194	11.22	Sediment, Water
Carmelit	21-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	48.499	35	1.706	2	Sediment, Water
H1	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Dado beach	32	47.803	34	55.602	31.27	Water, Phytoplankton
H2	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Dado beach	32	47.658	34	56.071	22.53	Water
H3	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Dado beach	32	47.371	34	56.847	9.46	Water, Sediment, infauna
H4	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Dado beach	32	47.448	34	57.039	7.62	Water, Sediment, Phytoplankton
H5	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Taninim river	32	33.339	34	52.672	32.08	Water, Phytoplankton
H6	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Taninim river	32	32.964	34	53.049	23.74	Water
H7	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Taninim river	32	32.617	34	53.540	12.71	Water, Sediment, infauna
H8	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Taninim river	32	32.537	34	53.876	6.81	Water, Sediment, Phytoplankton
H9	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Alexander river	32	24.342	34	50.460	30.35	Water, Phytoplankton
H10	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Alexander river	32	24.185	34	50.857	22.5	Water
H11	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Alexander river	32	24.018	34	51.345	12.93	Water, Sediment, infauna
H12	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Alexander river	32	23.918	34	51.626	7.28	Water, Sediment, Phytoplankton
H13	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Herzlyya	32	9.541	34	47.208	9.72	Water, Sediment, infauna
H14	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Yarkon river	32	7.406	34	45.118	30.24	Water, Phytoplankton
H15	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Yarkon river	32	6.937	34	45.628	21.44	Water
H16	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Yarkon river	32	6.487	34	45.955	12.52	Water, Sediment, infauna
H17	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Yarkon river	32	6.315	34	46.198	7.41	Water, Sediment
H18	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Soreq river	31	56.588	34	42.260	6.69	Water, Sediment, Phytoplankton
H19	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Soreq river	31	56.717	34	41.893	13.09	Water, Sediment, infauna
H20	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Soreq river	31	56.719	34	41.227	22.26	Water
H21	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Soreq river	31	56.746	34	40.430	32.49	Water, Phytoplankton
H22	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashdod	31	49.383	34	36.360	31.29	Water
H23	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashdod	31	48.537	34	36.945	22.33	Water
H24	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashdod	31	48.187	34	37.475	10.17	Water, Sediment, infauna
H25	4-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashdod	31	48.055	34	37.619	7.14	Water, Sediment
H26	5-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashqelon	31	42.027	34	31.899	32.62	Water, Phytoplankton
H27	5-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashqelon	31	41.617	34	32.760	19.62	Water
H28	5-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashqelon	31	41.355	34	33.363	8.92	Water, Sediment
H29	5-Aug-15	Shallow coastal water-off Ashqelon	31	41.190	34	33.510	6.81	infauna,
H40	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Poleg river	32	16.262	34	49.652	5.61	Water, Sediment, Phytoplankton
H41	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Poleg river	32	16.310	34	49.416	9.95	Water, Sediment
H42	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Poleg river	32	16.496	34	48.985	20.12	Water, Sediment, infauna
H43	3-Aug-15	Shallow coastal water-off Poleg river	32	16.806	34	48.263	30.17	Water
HB1	2-Aug-15	Haifa Bay	32	51.948	34	58.476	25.71	Water, Phytoplankton
HB2	2-Aug-15	Haifa Bay	32	50.862	34	59.866	19.19	Water, Phytoplankton
HB4	2-Aug-15	Haifa Bay	32	49.820	35	1.284	18.31	Water, Phytoplankton
HB5	2-Aug-15	Haifa Bay	32	49.015	35	1.346	13.14	Water, Phytoplankton
Qishon port	2-Aug-15	Haifa Bay	32	48.915	35	1.588	11.97	Water, Phytoplankton
HM2.1	20-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	55.077	35	4.334	8.46	infauna
HM10	20-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	54.059	35	4.355	8.78	infauna
HM23.1	20-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.941	35	2.534	9.95	infauna
HM27	20-Jul-15	Shallow coastal water-Haifa Bay	32	49.266	35	1.177	11.26	infauna

אפיון תחנות הדיגום בשנת 2015 (המשך)

תחנה	תאריך	אזור	מיקום		עומק מים	דיגום
			קור וחב	קו אורך		
R1b	18-Mar-15	Betzet river-50m	33 4.569	35 6.378		Water, Sediment
R1c	18-Mar-15	Betzet river-500m	33 4.550	35 6.592		Water, Sediment
R4a	18-Mar-15	Naaman river-mouth	32 54.547	35 4.899		Water, Sediment
R4b	18-Mar-15	Naaman river-50m	32 54.606	35 4.924		Water, Sediment
R4c	18-Mar-15	Naaman river-bridge	32 54.731	35 5.065		Water, Sediment
R5a	18-Mar-15	Qishon port (Carmelit)	32 48.524	35 1.736		Water, Sediment
R5b	18-Mar-15	Qishon river-Julius bridge	32 48.095	35 2.093		Water, Sediment
R5.5a	16-Mar-15	Dalia river-mouth	32 35.248	34 54.855		Water, Sediment
R5.5b	16-Mar-15	Dalia river-50m	32 35.270	34 54.888		Water, Sediment
R6a	16-Mar-15	Taninim river-mouth	32 32.370	34 54.133		Water, Sediment
R6b	16-Mar-15	Taninim river-50m	32 32.336	34 54.173		Water, Sediment
R6c	16-Mar-15	Taninim river-bridge	32 32.966	34 54.923		Water, Sediment
R7a	16-Mar-15	Hadera river-mouth	32 27.861	34 53.054		Water, Sediment
R7b	16-Mar-15	Hadera river-50m	32 27.879	34 53.306		Water, Sediment
R7c	16-Mar-15	Hadera river-road	32 28.029	34 54.024		Water, Sediment
R8a	16-Mar-15	Alexander river-mouth	32 23.707	34 51.929		Water, Sediment
R8b	16-Mar-15	Alexander river-50m	32 23.741	34 51.993		Water, Sediment
R8c	16-Mar-15	Alexander river-bridge	32 23.631	34 52.175		Water, Sediment
R9a	16-Mar-15	Poleg river-mouth	32 16.292	34 49.965		Water, Sediment
R9b	16-Mar-15	Poleg river-50m	32 16.227	34 50.028		Water, Sediment
R10b	24-Mar-15	Yarkon river-50m	32 6.060	34 46.631		Water, Sediment
R10c	24-Mar-15	Yarkon river-bridge	32 5.947	34 46.660		Water, Sediment
R11a	24-Mar-15	Sorek river-mouth	31 56.477	34 42.479		Water, Sediment
R11b	24-Mar-15	Sorek river-50m	31 56.433	34 42.507		Water, Sediment
R11c	24-Mar-15	Sorek river-bridge	31 56.082	34 43.489		Water, Sediment
R12a	24-Mar-15	Lachish river-mouth	31 48.922	34 38.379		Water, Sediment
R12b	24-Mar-15	Lachish river-50m	31 48.912	34 38.450		Water, Sediment
R12c	24-Mar-15	Lachish river-bridge	31 49.038	34 38.924		Water, Sediment
R13b	24-Mar-15	Evtach river-50m	31 44.490	34 35.951		Water, Sediment
R1b	17-Sep-15	Betzet river-50m	33 4.569	35 6.378		Water
R4a	17-Sep-15	Naaman river-mouth	32 54.547	35 4.899		Water
R4b	17-Sep-15	Naaman river-50m	32 54.606	35 4.924		Water
R4c	17-Sep-15	Naaman river-bridge	32 54.731	35 5.065		Water
R5a	17-Sep-15	Qishon port (Carmelit)	32 48.524	35 1.736		Water
R5b	17-Sep-15	Qishon river-Julius bridge	32 48.095	35 2.093		Water
R5.5a	20-Sep-15	Dalia river-mouth	32 35.248	34 54.855		Water
R5.5b	20-Sep-15	Dalia river-50m	32 35.270	34 54.888		Water
R6a	20-Sep-15	Taninim river-mouth	32 32.370	34 54.133		Water
R6b	20-Sep-15	Taninim river-50m	32 32.336	34 54.173		Water
R6c	20-Sep-15	Taninim river-bridge	32 32.966	34 54.923		Water
R7a	20-Sep-15	Hadera river-mouth	32 27.861	34 53.054		Water
R7b	20-Sep-15	Hadera river-50m	32 27.879	34 53.306		Water
R7c	20-Sep-15	Hadera river-road	32 28.029	34 54.024		Water
R8a	20-Sep-15	Alexander river-mouth	32 23.707	34 51.929		Water
R8b	20-Sep-15	Alexander river-50m	32 23.741	34 51.993		Water
R8c	20-Sep-15	Alexander river-bridge	32 23.631	34 52.175		Water
R9b	20-Sep-15	Poleg river-50m	32 16.227	34 50.028		Water
R10b	24-Sep-15	Yarkon river-50m	32 6.060	34 46.631		Water
R10c	24-Sep-15	Yarkon river-bridge	32 5.947	34 46.660		Water
R11b	24-Sep-15	Sorek river-50m	31 56.433	34 42.507		Water
R11c	24-Sep-15	Sorek river-bridge	31 56.082	34 43.489		Water
R12b	24-Sep-15	Lachish river-50m	31 48.912	34 38.450		Water
R12c	24-Sep-15	Lachish river-bridge	31 49.038	34 38.924		Water
R13b	24-Sep-15	Evtach river-50m	31 44.490	34 35.951		Water
משקעים אטמוספיריים						
TS		Tel Shikmona	32 49.579	34 57.400		Dust, Rain
MM		Magan Michael	32 32.946	34 54.871		Dust

אפיון תחנות הדיגום בשנת 2015 (המשך)

תחנה	תאריך	אזור	מיקום		עומק מים	דיגום
			קור וחב	קו אורך		
ACH	18-Mar-15	Patella - Achziv (near Miluz)	33 3.894	35 6.253	~5 cm	Mollusks
AK-P	18-Mar-15	Patella - Akko marina	32 55.147	35 4.241	~5 cm	Mollusks
QY	18-Mar-15	Patella - Qiryat Yam	32 51.328	35 3.873	~5 cm	Mollusks
AT	16-Mar-15	Patella - Atlit south	32 40.987	34 55.682	~5 cm	Mollusks
MIC	16-Mar-15	Patella - Michmoret	32 24.132	34 51.930	~5 cm	Mollusks
HAD	16-Mar-15	Patella - Givaat Olga	32 26.871	34 52.741	~5 cm	Mollusks
PAL	25-Mar-14	Patella - Palmachim	31 55.808	34 41.906	~5 cm	Mollusks
ASH	25-Mar-14	Patella - Ashdod marina	31 47.794	34 37.535	~5 cm	Mollusks
HS	18-Mar-15	Patella - Hof Shemen	32 48.874	35 0.859	~5 cm	Mollusks
MM	16-Mar-15	Patella - Taninim river	32 32.353	34 54.044	~5 cm	Mollusks
TS	18-Mar-15	Patella - Tel Shikmona rocks	32 49.579	34 57.400	~5 cm	Mollusks
EI	16-Sep-15	Donax - Frutarom	32 54.000	35 4.667	~60 cm	Mollusks
HOT	16-Sep-15	Donax - Hof Hatmarim	32 54.807	35 4.830	~60 cm	Mollusks
QY	16-Sep-15	Donax - Qiryat Yam	32 51.328	35 3.873	~60 cm	Mollusks
QH	16-Sep-15	Donax - Qiryat Haim	32 49.542	35 2.633	~60 cm	Mollusks

תחנות דיגום ים עמוק

Station	Lat. (N)	Lon. (E)	Bottom depth (m)	Category		
				Water	Sediment	
HS25	32.87	34.97	25	2	0.5	NM
HS35	32.89	34.95	35	2	0.5	NM
H01	32.9	34.92	60	2	0.5	NM
HS80	32.91	34.90	80	2	0.5	NM
H02	32.92	34.88	220	2	0.5	NM
H03	32.93	34.85	590	2	0.5	NM
H04 (g01)	32.95	34.75	1100	2	0.5	NM
H05 (g02)	33.00	34.50	1430	2	0.5	NM
H06 (g03)	33.15	34.16	1720	0.2	0.2	NM
TA01	32.63	33.95	45	---	0.5	NM
TA02	32.51	34.22	80	---	0.5	NM
TA03 (g18)	32.38	34.39	120	---	0.5	NM
TA04	32.27	34.55	360	---	0.5	NM
TA05 (g18a)	32.20	34.61	1170	---	0.5	NM
TA06 (g19)	32.17	34.67	1320	---	0.5	NM
TA07 (g20)	32.14	34.72	1480	---	0.5	NM

## תקציב I

493,000	145,000	3.4	כ"א - עוזרי מחקר
85,000		5	ימי הפלגה ספינה בינונית
			(יום מפרץ חיפה ושלושה ימים לאורך החוף)
129,000		3	ימי הפלגה בת גלים (אחת לשנתיים)
3,000	1,500	2	ימי צלילה (4 צוללים)
8,000	500	16	ימי שדה (רכב שטח)
			(דיגום שפכי נחלים ורכיכות לאורך החופים
			איסוף דגים, משקעים אטמוספריים)
76,000			אזילים, אנליזות כימיות (כ- 400 אנליזות)
13,000			מערכת סיסקל: רכישה ועיבוד צילומי לוויין - כיולים
807,000			סה"כ לסעיף זה

## II ניטור המערכת ההידרוגרפית והשפעות שינויי אקלים

הפעילות בתחום האוקיאנוגרפיה הפיזיקלית משתלבת בפעילויות בתחומים אחרים. האוקיאנוגרפיה הפיזיקלית, ובפרט הזרמים, מהווה בסיס למערכת האקולוגית, וקשורה בהסעת לרבות, נוטריאנטים, מזהמים, וכדומה.

להלן ההתייחסות של MSFD בהיבט ההידרוגרפי:

תחום	פירוט (יעדים)	פעולות ניטור	אינדיקטורים
תנאים הידרוגרפיים	שינויים תמידיים בתנאים ההידרוגרפיים אינם משפיעים לרעה על המערכת האקולוגית	ניטור ארוך טווח של המערכת ההידרוגרפית למעקב אחר השפעות כגון שינויי אקלים (מפלס ים, טמפ', מליחות, חומציות, נוטריאנטים, יצרנות ראשונית וחידקית).	פירוט בדוח ניטור לאומי 2015 דו"ח חיא"ל IOLR Report H46/2016

### רקע

אגן הלבנט במזרח הים התיכון מאופיין בערכי טמפרטורה ומליחות קיצוניים ובריכוזים נמוכים במיוחד של נוטריאנטים ומיקרואצות. לפי תחזיות אקלימיות, הטמפרטורה במזרח הים התיכון צפויה לעלות בעשרות השנים הבאות. התחממות זו משפיעה על מידת השיכוב התרמי ועל טמפרטורות פני המים, ובמיוחד בים הרדוד. השינויים הגלובליים משפיעים גם על המליחות והחומציות של מי הים, ובהתאם על המערכת האקולוגית בכלל. בנוסף לשינויים הגלובליים, אגן הלבנט חשוף להשפעות אנטרופוגניות שונות, ובכללן זרימת מי ים במליחות גבוהה יחסית, מהים האדום אל הים התיכון דרך תעלת סואץ, תימלחות ממתקני התפלה, חיפוש והפקת גז ונפט, שינוע נפט, ועוד.

עד כה לא קיים ניטור סדיר למעקב אחר שינויי טמפרטורה ומליחות מי הים באגן הלבנט כמו גם אחר זרמים וגלים. יחד עם זאת, מדידות, שנעשו במסגרת סקרים שונים באגן הלבנט במהלך שלושת העשורים האחרונים, מראות עלייה משמעותית של טמפרטורת ומליחות מי השטח (Ozer et Gertman et al., 2013; al., 2016). בתקופה זו נמצאה עלייה ממוצעת שנתית של 0.1 מעלות צלזיוס ו-0.008 פרמיל.

תהליכים אקלימיים גרמו ככל הנראה לשינויים דרמטיים בזרימה התרמוהלינית העמוקה במזרח הים התיכון.

שינויים אלו ממחישים כי משטר הזרימה בים התיכון יכול להשתנות בצורה משמעותית תוך שנים ספורות. סימנים לכך התגלו לראשונה ב-1995 (Roether et al., 1996), אולם נתונים מוקדמים יותר הצביעו כי השינויים החלו בסוף שנות ה-80 (Malanotte-Rizoli, 1999). עד אז המקור העיקרי למים העמוקים בים התיכון המזרחי היה הים האדריאטי, והחל מסוף שנות ה-80 המקור התחלף לים האגאי. ככל הנראה, תנאים אקלימיים מיוחדים גרמו להיווצרות של מים צפופים אשר עברו דרך המיצרים באזור כרתים ושקעו לעומק, מתחת למים העמוקים שמקורם בים האדריאטי. גוף מים זה, המכונה transient, הוא מלוח וחם יותר מהמים העמוקים שמקורם בים האדריאטי. ה-transient צעיר יותר (ריכוז חמצן גדול יותר וריכוזי



נוטריאנטים קטנים יותר) מהמים העמוקים שמקורם בים האדריאטי, כך שחדירתו מתחתם שינתה את פרופיל העומק של החמצן והנוטריאנטים, כך שנוצר מינימום בחמצן ומקסימום של נוטריאנטים בעומקי מים של כ-1000 מטר (Kress et al., 2014). עליית המים העתיקים כלפי מעלה משפיעה, ככל הנראה, גם על שכבות המים הרדודות, וייתכן שהעלייה של ריכוזי הכלורופיל בים הפתוח קשורה לתהליך זה (Kress et al., 2014). לפי שעה, נראה כי תופעת ה-transient פסקה, והמקור של המים העמוקים למזרח הים התיכון חזר להיות הים האדריאטי, אולם השפעתו של ה-transient עדיין ניכרת באזורנו.

נוסף לשינויים במשטר הזרמים, התחממות מי הים, והחמצתו, קיימת אינטראקציה והסעה של מים חופיים, עשירים יותר בחומרי דשן ומיקרואצות, אל עבר הים הפתוח. תהליך זה יכול לשמש כמנגנון להעברת חומרי דשן ממקור אנטרופוגני אל הים הפתוח (Karabashev et al., 2002). הסעה שכזו הוצגה לאחרונה באזורנו ע"י Efrati et al. 2013 וחשוב לנטר את התהליך ולעקוב אחר השינויים בזמן ובמרחב.

**לאור זאת, יש חשיבות לנטר את המערכת ההידרוגרפית בים התיכון של ישראל ברציפות ותדירות גבוהה על מנת לבחון ההשפעה של שינויים אקלימיים ואנטרופוגניים על המערכת האקולוגית. זאת ע"י מעקב אחר שינויים רב-שנתיים של טמפרטורה, מליחות, חומציות, נוטריאנטים, ביומסת מיקרואצות, יצרנות ראשונית ויצרנות חיידקית.**

## **תכנית הניטור בתחום ההידרוגרפי/פיזיקלי**

להלן פירוט תכנית הניטור הכוללות מגוון מדדים פיזיקליים אותם לדעתנו חיוני לכלול בתכנית הניטור הלאומית. התכנית המוצעת מחולקת לארבעה תתי פרקים המפרטים את הפעילויות המוצעות ובהם (1) איסוף מדדים מטאו-ימיים בתחנות החוף המצויות בקצי מזחי הפחם של תחנות הכח באשקלון ובחדרה, (2) הפלגות דו שנתיות לאורך חתך חיפה, (3) מערכת תשתית חדשה לחקר וניטור גלים וזרמים המבוססת על רשת רדארים, ו- (4) מדידות מטאו ימיות בים העמוק (עומק מים 1500 מ'). שתי האחרונות אינן פעילות ועל כן פירוט בעניינן מתבצע בהרחבה (לרבות המצאת ציודקים להקמתן). הניטור המוצע כעת יאפשר אפיון ומעקב אחר מגמות ארוכות טווח של התנאים ההידרודינמיים בכל תחום מימיה הכלכליים של מדינת ישראל, זאת בראיית מגמות הפיתוח של משאבי הים התיכון במרחב זה ומכלול הסיכונים על הסביבה הימית הנובעים מכך. כמו כן, ניטור זה יאפשר הפעלה טובה יותר של הרצת המודלים האוקיאנוגרפיים האופרטיביים. מודלים אלה של תחזית גלים וזרמים, ומודל פיזור נפט (Medslik) הינם חלק אינטגרלי של תכנית הניטור.

### **II.1 איסוף רציף והנגשה של נתונים א-ביוטיים בים תיכון באמצעות תחנות מדידה רציפה באזור קצה מזחי הפחם בחדרה ואשקלון (2.3 ק"מ מהחוף)**

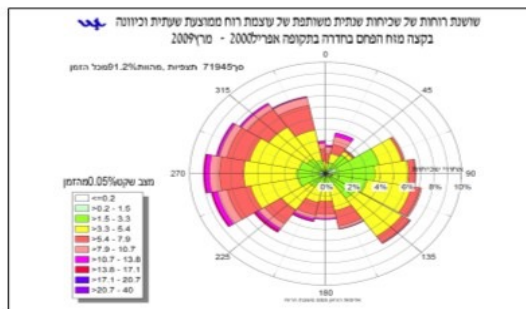
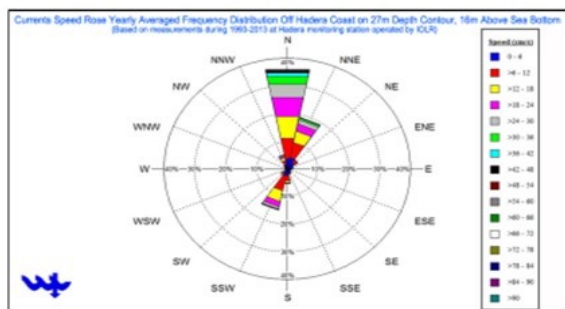
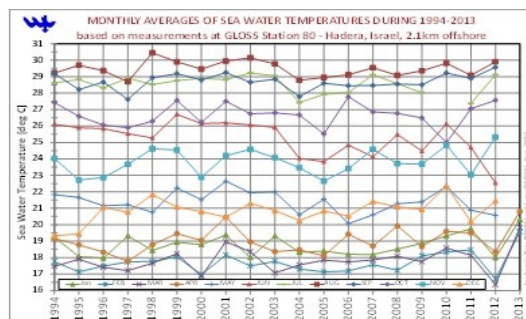
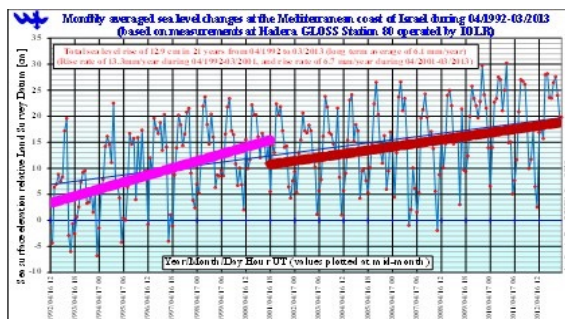
הפעלה רציפה ורב-שנתית של תחנות ניטור מטאו-ימיות חיונית ביותר ליצירת מאגר נתונים סביבתי לאפיון המערכת האקולוגית, תהליכים הידרודינמיים, ולמעקב אחר מגמות בזמן ובמרחב באזור החוף הים תיכוני הישראלי. מאז 1991 מפעיל המכון לחקר ימים ואגמים תחנת ניטור קבועה לאיסוף נתונים מטאו-ימיים בקצה מזח הפחם של תחנת הכוח שבחדרה, ולאחרונה בתקצוב המדען הראשי של משרד התשתיות

הלאומיות, אנרגיה ומים, נוספה תחנה דומה בקצה מזרח הפחם שבאשקלון (ראה תמונה 1). הנתונים מהתחנות מעובדים באופן אוטומטי ומשודרים לחיא"ל לתצוגה באתר המרכז המידע הימי הלאומי וכוללים בין היתר מדידות גלים, פרופיל זרמים, טמפרטורה, מליחות, רוח, כלורופיל, חמצן מומס, ועוד (ראה דוגמאות בתמונה 2). פירוט כלל מאפייני המדידה בתחנות (מכשירי המדידה, הפרמטרים הנמדדים, וכו') מסוכם בטבלה 1. מאז הקמתן, תרמו התחנות ליצירת בסיס נתונים מטאו-ימי משמעותי ששימש כמקור מידע עיקרי לביצוע מחקרים סביבתיים כגון: תסקירי ההשפעה על הסביבה, בדיקות היתכנות של הקמת איים מלאכותיים, פעולות הניטור שנדרשו בעקבות הפעלת מתקן ההתפלה בחדרה, אפיון משטר הזרמים מול חוף דור לצורך תכנון הנחת צינור הגז של חברת נובל אנרג'י באזור זה, ועוד. כמו כן נתונים ממאגר המידע סופקו לצורכי מחקר לפי דרישה (כ- 20 עבודות מסטר ודוקטורט) ובכך תרמו לחקר הים התיכון על כל גווניו. עוד, תחנת ניטור מפלס הים שבחדרה משמשת מאז 1994 גם כתחנה ראשית ברשת המעקב העולמית אחר מפלס הים ומהווה אחת מהתרומות המוערכות של מדינת ישראל למאמץ העולמי לניטור שינויים במפלס הים העולמי ובים התיכון, בהשפעת תופעת החממה ושינוי האקלים. פירוט הממצאים מתחנות החוף מופיעים בדוח הניטור הלאומי 2015 (דו"ח חיא"ל H46/2016).

כשותף בפרויקטים בינלאומיים שונים הכרוכים באיסוף וארגון נתונים אוקיאנוגרפיים, צוות חיא"ל מחויב לעמוד בסטנדרטים עולמיים לבדיקת אמינות, שמירה והחלפת מידע במסגרת IODE (International Oceanographic Data Exchange). שימוש בסטנדרטים בינלאומיים והחלפת המידע במסגרת פרויקטים אלו מאפשר את בחינת הנתונים הנאספים מתחנות הניטור בהיבטן הרחב/האזורי, כגון מעקב אחר מגמות הנובעות משינויים גלובליים. כיום המידע מאוחסן בבסיסי המידע המנוהלים ע"י מרכז המידע, ונעשים פעולות נדרשות להנגשת המידע הנאסף בתחנות לציבור המדענים בישראל בדמות כתיבת פרוטוקול אוטומטי/תוכנה לקליטת הנתונים, עיבודם, והכנסתם למאגר נתונים אינטרנטי העומד באותם סטנדרטים בינלאומיים שתוארו לעיל. סיום פעולות אלו והנגשתם המלאה של הנתונים מתועדים לתחילת שנת 2016.



**תמונה 1:** למעלה – מבט על מיקום תחנות הניטור המטאורימיות בקצה מזרחי הפחם שבחדרה (מימין) ובאשקלון (שמאל). למטה משמאל – יחידת בקרה לכלל מכשירי המדידה המוצבת בתחנת הניטור שבאשקלון. למטה מימין – Sea Bird CTD מוצב בתוך מארז PVC (פתוח). לקראת הצבה בים.



**תמונה 2:** דוגמאות לתוני מדידה רציפים בתחנות הניטור. למעלה – מגמות ארוכות טווח במפלס פני ים (שמאל) וטמפרטורת פני ים (ימין) המבוססות על מדידות שבוצעו בתחנת הניטור בחדרה במהלך 21 השנים האחרונות. למטה – סטטיסטיקת רוחות (ימין) וזרמים ממוצעים בעומק 27 מ' (שמאל) אף הם מתחנת חדרה.

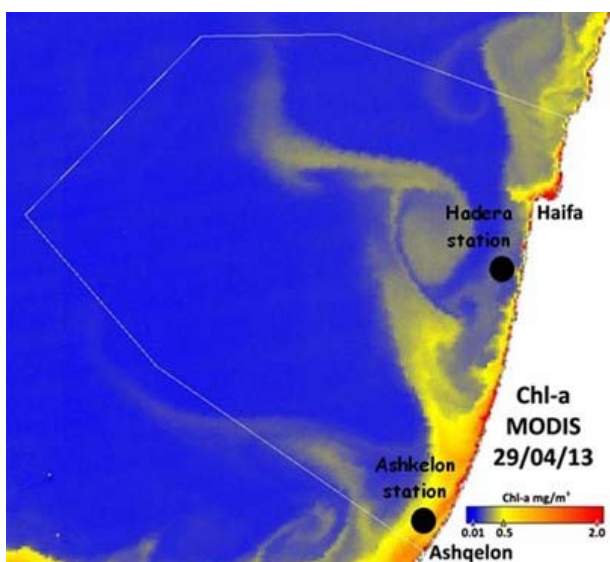
**טבלה 1: תמצית מאפייני המדידה הרציפה בתחנות**

שם ודגם המכשיר ושם היצרן	הפרמטרים הנמדדים	קצב הדיגום במקבץ נתונים	מרווח הזמן בין מקבצים	קצב שידור המידע לחיא"ל	תקופה ממוצעת ללא תחזוקה ימית
מד גלים וזרמים אקוסטי Teledyne RDI Model WHMW600	ספקטרום כיווני מלא של הגלים	2048 דגימות בקצב 2Hz	1 שעה, בכל שעה עגולה	1 לשעה	3 חודשים
	פרופיל כיווני של הזרם בעמודת המים	2 Hz במרווחי גובה של 0.5 מ'	10 דקות	1 לשעה	
מד גלים כיווני PUV VALEPORT Midas DWR 31654	ספקטרום כיווני ממוצע של הגלים	2048 דגימות בקצב 2 Hz	1 שעה, בכל שעה עגולה	1 לשעה	3 חודשים
מד לחץ תת מימי Paroscientific Inc. Model Intelligent Digiquartz 8800	גובה עמודת המים מעל החישן (לחישוב מפלס הים)	300 דגימות בקצב 20 Hz	15 שניות	1 לדקה	1 חודש
	טמפרטורת מי הים בעומק 11 מ'	ממוצע על פני 15 שניות, 0.067Hz	15 דקות		
מד חלץ אטמוספרי SETRA Model 470	לחץ אטמוספרי ברום פני הים	ממוצע על פני 15 שניות, 0.067Hz	15 שניות	1 לדקה	1 חודש
מערכת מד רוח Aanderaa <u>הערה</u> : יש לרכוש מערכות חדשות לשתי התחנות (ראה פירוט תקציבי)	כיוון הרוח, מהירות ממוצעת ומהירות משב	כל 15 שניות כלומר 0.067 Hz	15 שניות	1 לדקה	2 חודשים
מערכת SeaBird SBE16plusV2 משולבת עם חיישנים של WetLabs	מוליכות, טמפרטורה, עומק	אחת ל-10 דקות	10 דקות	1 לשעה	1 חודש
	פלוארסנציה של כלורופיל, עכירות, חמצן מומס				

## לסיכום מטרות תכנית הניטור בתחנות החוף

1) המשך הפעלת תחנות הניטור המטאו-ימיות אשר בחדרה ובאשקלון במסגרת תכנית הניטור הלאומית במתכונת הנוכחית ליצירת בסיס מידע סביבתי ימי לניטור המערכת האקולוגית, התהליכים הימיים ומגמות בזמן ובמרחב באזור החוף הישראלי הרדוד בים התיכון. יש חשיבות בעדכון ושיפור הידע הקיים על הסביבה החופית והימית בישראל, ובראיה אסטרטגית - לסייע בידי מקבלי ההחלטות בנושאים הקשורים בניצול משאבי הים התיכון, פיתוח תשתיות לאומיות, ושמירה על הסביבה הימית. להפעלת שתי תחנות ניטור לפחות חשיבות רבה, כך שבמידת האפשר, ובמגבלות התקציב, המדידות השונות ייצגו את המערכת הימית לאורך החוף. דוגמה טובה לחשיבות זו מתקבלת מתמונה של תפוצת ריכוזי כלורופיל במימי החופין, כפי שהוסקה מאנליזה של צילום לוויין (תמונה 3), המצביעה על קיומו של גרדיאנט עונתי ביצרנות הראשונית בין חלקי הדרומיים והצפוניים של חוף הים התיכון של ישראל (ראה דוחות ניטור לאומי [www.ocean.org.il](http://www.ocean.org.il)). מכאן החשיבות הרבה לבצע מדידות א-ביוטיות באמצעות שתי התחנות שמייצגות גרדיאנט זה.

2) תחזוקת מאגר נתונים הפתוח לציבור לצורכי מחקר. במסגרת זו יש לתקצב כח אדם ייעודי להמשך פיתוח פרוטוקול לקליטת כלל הנתונים הנאספים בתחנות הניטור, עיבודם וקליטתם בשוטף אל תוך מאגר הנתונים האינטרנטי.



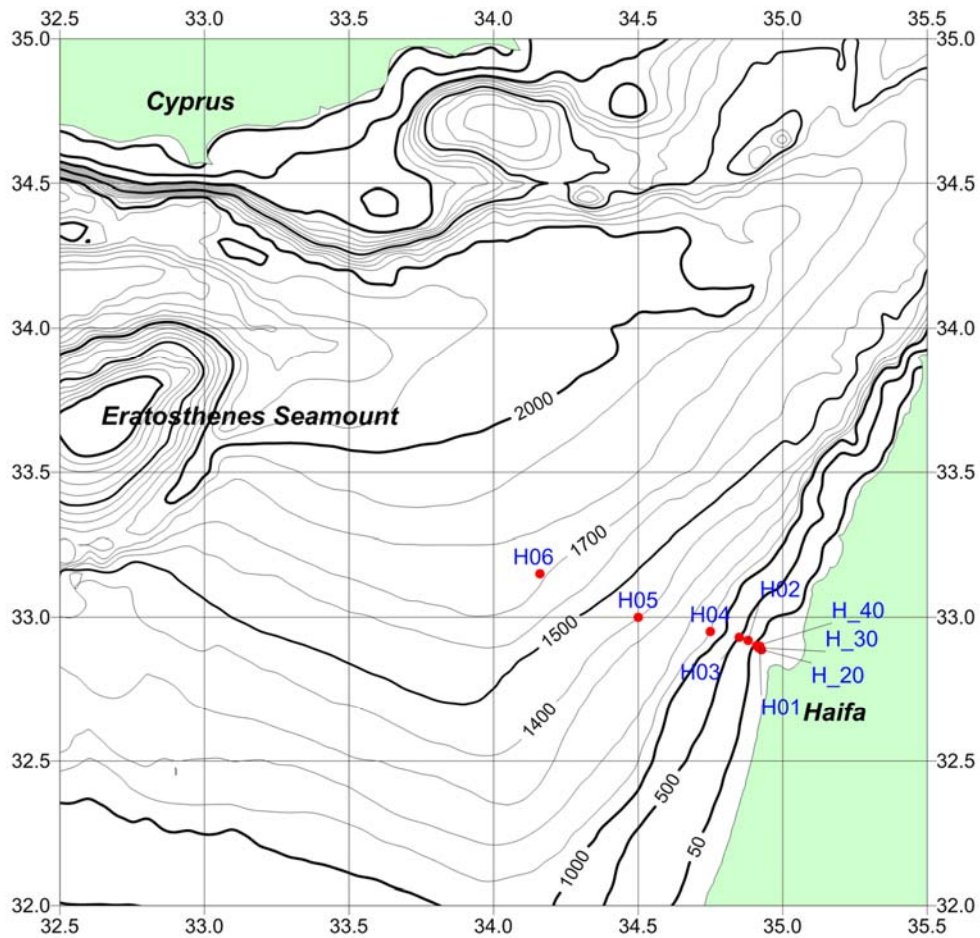
**תמונה 3:** תפוצת ריכוזי כלורופיל (ערכים יחסיים לא מכוילים) במימי החופין, כפי שהתקבלה מאנליזה של צילום לוויין מסוג MODIS (רזולוציה 1X1 ק"מ) מתאריך ה-29 באפריל 2013. תפוצה זו מייצגת גרדיאנט עונתי של יצרנות ראשונית בין חלקי הדרומי לצפוני של חוף הים התיכון של ישראל. הפוליגון המסומן על ידי הקו הלבן מייצג את תחום מימיה הכלכליים של ישראל.

## II.2 הפלגות זו שנתיות לאורך חתך חיפה וחתכי גלייזר

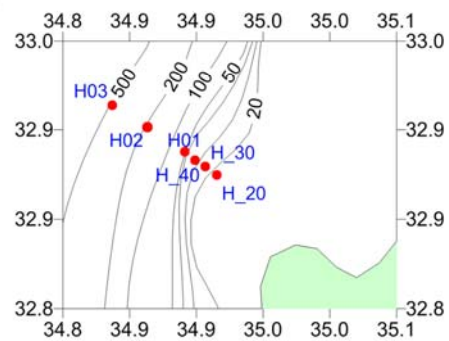
מאז 2002 היא"ל מבצעת הפלגות פעמיים בשנה (בשיא החורף ובשיא הקיץ) לאורך חתך חיפה לניטור מדדים פיזיקליים וביוגאוכימיים בים העמוק והרדוד (איור להלן). המדידות מבוצעות בשמונה תחנות שונות לאורך החתך, כאשר התחנה הראשונה (S15) קרובה ליציאה ממעגן הקישון ועומק הקרקעית בה 15 מ' והאחרונה (HO6) במרחק 45 מיל מהחוף ועומק הקרקעית בה בערך 1600 מ'. בכל תחנה נמדדים פרופילים אנכיים של טמפרטורה, מליחות, לחץ, פלורסנציה (כלורופיל), בליעת אור להערכת עכירות, וחמצן מומס (4 מדידות כל מטר בערך). בנוסף למדידות רציפות אלו נלקחות דגימות מים בעומקים נבחרים במסות המים השונות עליהן מתבצעות אנאליזות לחמצן מומס (משמש לכיול המדידה הרציפה), נטרייטים ( $PO_4$ ,  $SiOH_4$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ),

(NH<sub>4</sub>), פחמן אורגאני כללי, כלורופיל (לכיוול המדידה הרציפה), יצרנות ראשונית, יצרנות חיידקית, ספירה של פיקופיטופלנקטון וחיידקים, אלקליניות כללית ופחמן אנאורגני מומס. הפלגות החתך מאפשרות מעקב אחר התכונות הפיסיקליות והכימיות של מסות המים השונות באגן המזרחי של הים התיכון, הוא האגן הלבנטיני (SLW – מי השטח של האגן, AW – מים אטלנטיים, LIW – מי ביניים של האגן, LDW – מי העומק של האגן) וזיהוי מגמות בתכונות אלו הנובעות משינויים גלובליים (התחממות גלובלית והחמצת מים), אזוריים (סכירת הנילוס ופתיחת תעלת סואץ נוספת), או כתוצאה משונות עונתית ובין שנתית (לדוגמא המעבר ביצירת המים העמוקים במזרח הים התיכון מהים האדריאטי לים האגאי – Eastern Mediterranean Transient). כך למשל, מעקב אחר אוכלוסיות פיטופלנקטון וחיידקים וכן כימות קצבי פעילותם מאפשר הבנה של בסיס מארג המזון הימי, מחזור נוטראנטים, וטיב מים. בגלל זמן השהות הארוך יחסית במסת המים העמוקה (סדר גודל של 100 שנה) גם תהליכי מחזור של חומר אורגאני וחמצון אנארובי של מתאן בקרקעית יכולים להשפיע על המדדים הביוגאוכימיים בעמודת המים אך בסקלות זמן הרבה יותר ארוכות. לאור הרחבת והעמקת הפעילות של חיפוש גז ונפט בים העמוק הן באזור הכלכלי של ישראל והן בזה של קפריסין, מעקב אחר המדדים הביוגאוכימיים יכולים לספק מידע על השפעות סביבתיות אפשריות של פעילות זו (למשל הגברת פעילות חיידקית בעמודת המים במקרה של שחרור פחמימנים מהקרקעית). בממד המרחבי ניתן לבחון גם את האינטראקציה בין מים חופיים המושפעים יותר מפעילות האדם ומים פתוחים באמצעות המדדים הפיסיקליים וכיצד הם באים לידי ביטוי במדדים הביוגאוכימיים. פירוט הממצאים מהפלגות החתך מופיעים בדוח הניטור הלאומי 2015 (דו"ח חיא"ל IOLR Report H46/2016).

בין ההפלגות של חתך חיפה יבוצע בעונות המעבר איסוף נתונים על ידי גליידרים. הגליידרים יאספו נתונים לאורך חתך חיפה ועד גבול המים הכלכליים של ישראל, מפני המים ועד עומק של 700 מ'. נתונים שיאספו כוללים טמפרטורה, מליחות, חמצן, כלורופיל ועכירות.



Plan coordinates for HaSec					
St. name	Depth [m]	Latitude N		Longitude E	
		deg	min	deg	min
H_20	20	32	53.3	34	55.6
H_30	30	32	53.6	34	55.1
H_40	40	32	54.1	34	54.6
H01	50	32	54.0	34	55.2
H02	200	32	55.2	34	52.8
H03	500	32	55.8	34	51.0
H04	1100	32	57.0	34	45.0
H05	1400	33	0.0	34	30.0
H06	1600	33	9.0	34	9.6



**Cast Positions of the Haifa Section  
plus Coastal Station**



### II.3 רשת רדאר לניטור זרמים וגלים בתחום המים הכלכליים של ישראל בים התיכון

רצועת החוף הים תיכונית ותחום מימיה הכלכליים של מדינת ישראל עוברים פיתוח מואץ של תשתיות חדשות, בפרט בתחום המים והאנרגיה (מתקני התפלה, תחנות כוח, נמלים, מעגנות, הנחת צינורות להובלת גז וכו'). בעתיו של פיתוח זה גוברת ההסתברות לפליטת זיהומים/דליפות נפט, אשר בשל ממדיה הקטנים של ישראל, עלולים להתפרס בזמן קצר יחסית על פני חלקים נרחבים לאורך חופיה, ובכך לגרום לפגיעה ממשית במערכות אקולוגיות ולפגיעה אפשרית בתפקודן של תשתיות ליבה, כגון מתקני התפלה, תחנות כוח ונמלים. על כן, ניטור וחקר הזרמים במדף היבשת ובתחום המים הכלכליים של מדינת ישראל בים התיכון חיוניים מבחינות אופרטיביות רבות ולצורך נקיטת אמצעי פיתוח, שימור והגנה יעילים.

נתוני חישה מרחוק של כלורופיל, מדידות זרמים במסגרת הפלגות ומחקרים, וסימולציות מודל מעידים כי הזרימה במדף היבשת הישראלי מורכבת ומערבת תהליכים בטווחי מרחב וזמן שונים. כך למשל, תצפיות שהתבצעו לאחרונה מעידות כי קיימת השפעה הדדית בין משטר הזרימה בקרבת חופי ישראל למשטר הזרימה בים הפתוח. בפרט, הסטה של הסירקולציה האזורית הים תיכונית אל ומאזורי החוף מסתמנת כמנגנון חשוב בתחלופת חומרים בין אזורי החוף והים הפתוח לרבות סדימנטים, נוטריאנטים ומזהמים. בהתאם, אפיון משטר הזרימה לאורך החוף הישראלי ממדידות זרמים ספראאדיות/נקודתיות כפי שנעשה כיום כחלק מתוכניות ניטור ותסקירי רקע אינו מלא מאחר שתבניות הזרימה המרחביות מורכבות, ולפיכך אינן מיוצגות ע"י הזרמים בנקודה זו או אחרת או בפרק זמן ספציפי.

כחלק מתכנית הניטור הלאומית אנו מציעים להקים מערכת תשתיתית משלימה לניטור ומחקר הסביבה החופית והים הפתוח בכלל מימיה הכלכליים של ישראל שתורכב מרשת רדאר מבוססת חוף אשר מודדת את הזרמים והגלים בפני הים (עד 200 ק"מ מקו החוף). המערכת תספק מדידות זרמים וגלים סינפטיות רציפות ובזמן אמת ותשמש ליצירת בסיס מידע זמין ואמין המאפשר ניתוח סטטיסטי לאורך זמן של תבנית הזרימה המרחבית מעל מדף היבשת. בפרט, יש חשיבות מיוחדת להפעלה של אמצעי זה לניהול אירועי זיהום ים, הן בגלל הממדים המצומצמים של המרחב הימי בישראל והן בגלל זמן השהות הארוך יחסית של מזהמים במזרח הים התיכון (עקב היותו אגן חצי סגור). הקמת מערכת הרדאר תתרום, בין היתר, להיבטים הבאים:

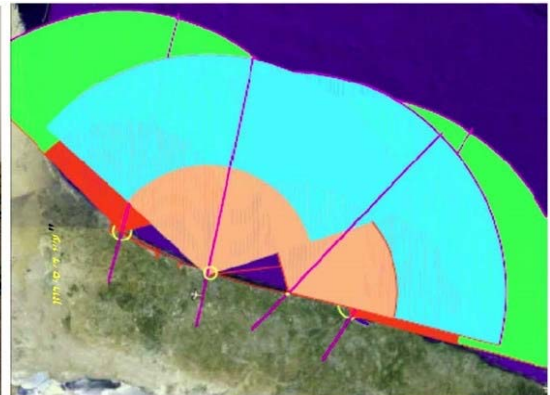
- ניטור וחיזוי התקדמות מזהמים/כתמי נפט בזמן אמת הנדרשים לטיפול מהיר ומיטבי באירועי זיהום ים;
- שיפור חיזוי משטר הזרימה;
- אפיון משטר הזרימה הקיים לאורך מדף היבשת וסביבותיו. בפרט, תתרום המערכת לחקר הזרימה הממוצעת והעונתית בכלל המרחב המכוסה על ידי מערכת הרדאר ולחקר תהליכים מסקאלות מרחב קטנות מתחום הסאב-מזוסקאל (submesoscale) בסביבה החופית. למידע זה תרומה רבה להבנה וכימות מנגנוני שיחלוף מים חופיים עם הים הפתוח (ובכלל זה זיהומים, נוטריינטים, סדימנטים, לרבות/פלנקטון ועוד);
- סיוע במצבי חירום כגון חיפוש והצלה;
- תרומה למחקרים בין-תחומיים אשר יסייעו בהבנת החי בסביבה הימית ושימורו. כך למשל שילובם של מדידות הזרמים עם מפות כלורופיל יספק מידע חשוב על ההקשרים הדו-כיווניים בין הביוטה הימית והדינאמיקה;



- ניטור זרמים לצרכים תשתיתיים קיימים ועתידיים. אספקת בסיס מידע אמין על משטר הזרימה לצרכים עתידיים בכל הקשור לקבלת החלטות על הקמת תשתיות ימיות (תשתיות כגון מתקני התפלה, איים מלאכותיים, הרחבת נמלים ומעגנים, הנחת תשתיות לתעשיות הגז והנפט);
- שילוב ניטור זרמים סינופטיים בתכנון ניטור, ובכלל זה ניטור אכיפתי (compliance monitoring); לדוגמא ניתן להסתייע במערכת לצורך חיזוי/מעקב אחר תפוצה של בע"ח פלנקטוניים (לרבות, מדוזות וכו') ובכך לסייע באיתור מקומות מיטביים להקמת שמורות טבע ימיות ולשיקום הדגה בישראל. באותו הקשר, שילוב הנתונים מהמערכת עם מכלול גורמי הסיכון לזיהום ים (כגון מקום מקשרי אניות ונתיבי שייט בהקשר של זיהום נפט, או מוצאות כגון שפדן ומכתשים אגן) יוכל לשמש לבניית מפות סיכון סטטיסטי לזיהום מי ים או לחלופין ליצירת מפות איכות מי ים לאורך חופי ישראל. גם למפות אלו חשיבות גדולה באיתור מקומות מיטביים להקמת שמורות טבע ימיות ולניהולן העתידי;
- הקמת מערכת אתראה מפני צונאמי;
- מתן מידע לצרכי תעבורה ימית ומתקנים ימיים;

למערכת רדאר זו תרומה מכרעת למגוון רחב של היבטים (ניטור, מחקר, ניהול משאבים, שימור הסביבה הימית, אכיפה, בטחון ועוד). על כן יש לפעול להקמתה כתשתית לאומית במסגרת תכנית הניטור ולמצבה כמוקד/ציר ידע עליו יתבססו הניטורים ומחקרים. בכך תהווה המערכת מכפיל כוח לחקר הים התיכון על כל גווניו, ובכך גם ישכילו הרשויות האמונות על כך לשמר, לנהל, ולהגן על הסביבה הימית בישראל לטובת הציבור בכללותו.

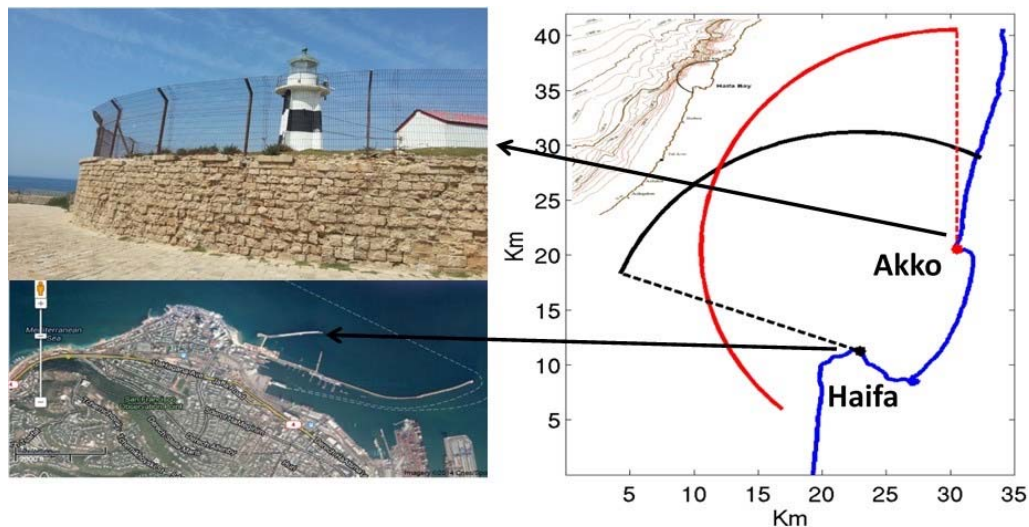
**תמונה 4: מימין** גבולות ותחומי הכיסוי של רשת מכ"ם ארצית במורכבת מארבע תחנות WERA. הצבעים השונים מסמנים את טווחי מרחב הכיסוי ל (1) אתראה מפני גל צונאמי (כל התחומים הצבועים), (2) מדידות זרמי פני הים (ירוק, תכלת, אדום, וורוד), (3) גובה זמן מחזור הגלים (אדום) (4) הספקטרום הכיווני של הגלים (השטח החופף לתחומים האדומים והוורודים). **משמאל** - משמאל דוגמא להצבת מערך אנטנות מכ"ם בתחנה אחת.



**הפעלה ותקציב**

קיימות שתי חברות המייצרות את רוב רשתות רדאר למדידות גלים וזרמים CODAROS המייצרת את ה- Helzel ו- Seasonde המייצרת את רדאר ה- WERA. מבחינה מקדמית שביצענו אנו ממליצים על הקמת רשת רדאר שתוצב בפריסה ארצית לכיסוי נרחב של תחום המים הכלכליים בשילוב מערכת מצומצמת הנותנת כיסוי מקומי להשלמת המיפוי באזור מפרץ חיפה וסביבותיו (אשר לא יהיה ניתן למפותו בעזרת רשת הרדאר הארצית). מבחינה ראשונית שבוצעה על ידי שתי החברות עולה כי נדרשות 4 תחנות רדאר אשר תוצבנה במספר אתרים נבחרים בגב החוף על מנת לקבל כיסוי מיטבי של הזרמים בפני הים בתחום מימיה הכלכליים (ראה דוגמה להצבה אפשרית בתמונה 4). שתי תחנות שיוצבו במפרץ חיפה (תמונה 5) להשלמת התמונה. תקציב הקמת המערכת והפעלתה נחלק לעלויות חד פעמיות בעת רכישת המערכת כגון הוצאות שינוע/שילוח מארץ המוצא, מיסים, הקמת המערכת וכיולה ע"י מהנדסי החברה, הדרכה, ובינוי הכולל הצבת מבנה יביל ממוזג בקרבת כל תחנה בו תמוקם מערכת הבקרה. על הוצאות חד פעמיות אלו, יש להוסיף עלויות לתפעולה השוטף של רשת הרדאר לשנה, הכוללות משרת עוזר מחקר, חשמל, תקשורת אינטרנט, נסיעות לתחנות, ושוניות (כדוגמת בלאי). עוזר המחקר הכלול בתקציב יידרש להתמקצע בתפעולה של רשת הרדאר, עיבוד הנתונים וקליטתם לבסיס נתונים, וביצוע בדיקות שגרתיות בתחנות השונות אחת לחודש. בנוסף, עוזר המחקר יסייע בפיתוח פרויקטים אופרטיביים שיעשו שימוש בנתוני הרשת (כגון הטמעת הנתונים במודלים).

חשוב לציין כי במסגרת פרויקטים מחקריים עתידות לקום לאורך חופי ישראל שתי מערכות רדאר - האחת הקמת מערכת Seasonde במפרץ חיפה בהובלה משותפת של חיא"ל והאוניברסיטה העברית והשנייה הקמת רשת WERA בפריסה ארצית המורכבת משתי תחנות רדאר בהובלת אוניברסיטת תל אביב. קיימים מגעים מצד המוסדות הנ"ל לשלב תחנות אלו ברשת הרדארים שתוקם במסגרת תכנית הניטור הלאומית אך נכון לרגעי כתיבת הצעה זו עדיין לא הושגו הסכמות סופיות בעניין. יש ערך רב באיגום משאבים זה מהאקדמיה ומהממשל משתי סיבות: האחת - צמצום העלויות הגבוהות של רכישת המערכת, וצמצומן לרכישת שתי אנטנות בלבד; השנייה - הטמעת המערכות כציר ידע עליו יתבססו מחקרי הים התיכון, ופיתוח יישומים אפשריים של המערכת. עם זאת, ולמען הסר ספק, חשוב לציין כי בהצעה זו אין התייחסות לפיתוח יכולות עתידיות כפי שפורטו לעיל (מערכת אתראה מפני צונאמי, חיפוש והצלה, מעקב אחר כתמי נפט וכו'), ואלו יצטרכו תקצוב פרטני שמקורו אחר (שיתוף פעולה עם משרדי הממשלה השונים, הגשת הצעות מחקר וכו').



**תמונה 5: מימין** גבולות ותחומי הכיסוי של רשת מכ"ם שתוצב במפרץ חיפה במסגרת מחקר משותף של חיא"ל והאוני' העברית ומורכבת משתי תחנות CODAR הצבעים השונים מסמנים את טווחי מרחב הכיסוי של כל תחנה כאשר מדידות זרמים תתקבלנה בתחום החופף לשתי התחנות. **משמאל** – מיקום התחנות במתחם מגדלור עכו ובקצה שובר הגלים החיצוני של נמל חיל הים בחיפה.



## II.4 מדידות מטאו-ימיות בים העמוק

משטר הזרימה, המבנה ההידרוגרפי של עמודת המים, והתנאים האטמוספריים במזרח הים התיכון עוברים שינויים על פני סקלות זמן שונות, כולל שינויים יממתיים (ואף מהירים יותר), עונתיים, רב-שנתיים, ועוד (חלקם, כגון ה-transient הוזכרו מעלה). חלקם כתוצאה מתהליכים טבעיים וחלקם כתוצאה מפעילות אנתרופוגנית. לפיכך, אפיון התנאים במזרח הים התיכון ממדידות שאינן רציפות, כפי שנעשה כיום בים העמוק (למשל בתחנות חתך חיפה), אינו נותן תמונה מלאה. יתירה מכך, מדידות בתדירות נמוכה יכולות להטעות כיוון שמדידה שמייצגת שינוי טבעי בסקלת זמן מהירה יכולה להצטייר כאירוע קיצון.

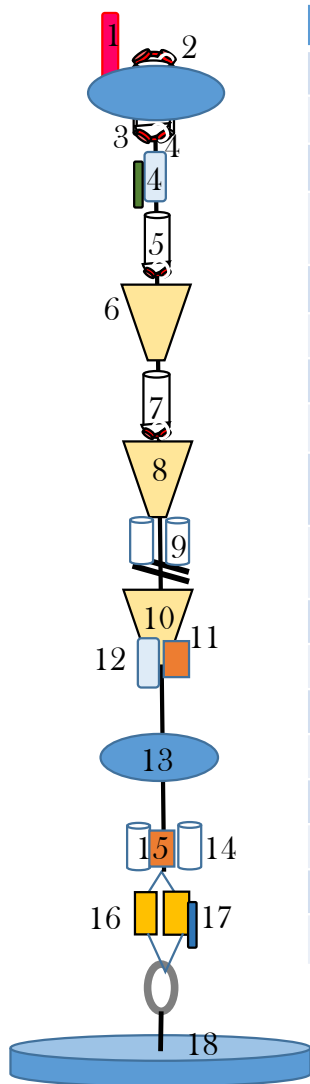
על מנת לנטר ולאפיין את השינויים המתרחשים בסקלות הזמן הקצרות יותר יש להתקין קו עיגון (mooring) עם מכשירי מדידה לאורכו ומצוף מטאורולוגי על פני המים. מכשירי המדידה בעמודת המים יכללו מדי זרם, מדידות גלים, טמפרטורה, מליחות, קרינה, כלורופיל וחמצן. רוב המכשירים ירוכזו במאות המטרים העליונים, שם השונות גבוהה יותר, אך יותקנו מכשירי מדידה בעומקים שונים ואף בסמוך לקרקעית, על מנת לנטר שינויים במסות המים השונות.

המצוף המטאורולוגי ימדוד מהירות וכיוון רוח, טמפרטורת אוויר, לחץ אטמוספרי, ולחות יחסית. מקיום התחנה יהיה במים עמוקים (1500-2000 מ'), הן על מנת להמנע מהשפעת הסביבה החופית והן על מנת לאפשר ניטור מסות מים עמוקות.

למדידות המטאו-ימיות בים העמוק חשיבות רבה לשיפור יכולות החיזוי האוקינוגרפי האופרטיבי. החשיבות של ביצוע מדידות דומות והטמעתן במודלים נומריים (data assimilation) זוהתה לפני עשרות שנים, והיא לידי ביטוי במערכות כמו GOOS – Global Ocean Observing System, EuroGOOS, ועוד. ההתקדמות המשמעותית ביכולת החיזוי של תופעות כמו אל-נינו משויכת לרשת של עשרות מצופים, ה-TAO (Tropical Atmosphere Ocean) array. בתחום זה ישראל מפגרת מאחור, ועד כה לא בוצעו מדידות רציפות בים העמוק.

לבסוף, המדידות בים העמוק תאפשרנה לבצע השוואות וכיול של המדידות המבוצעות בעזרת רשת הראדרים ובעזרת הגלידרים. מוצע למקם את קו העיגון באיזור תחנה H05 של חתך חיפה על מנת לחסוך בהוצאות התפעול והתחזוק, שתוכלנה להעשות במקביל להפלגות חתך חיפה.

**טבלה 2:** תמצית מאפייני המדידה הרציפה בקו העיגון



Instrument		model	depth	mab
1	beacon	XEOS Sable	30	1470
2	ADCP	Nortek Signature 1000	30	1470
3	ADCP	RDI WH300	30	1470
4	CTD	SeaBird sea Cat+Chlorophyll fluorosensor, with or without cage	80	1420
5	ADCP	RDI WH150	100	1400
6	1 <sup>st</sup> Sediment trap	McLane ParFlux 78H-21	180	1320
7	ADCP	RDI WH150	260	1240
8	2 <sup>nd</sup> Sediment trap	McLane ParFlux 78H-21	280	1220
9	Single cylinder sediment trapx2	HydroBios	400	1100
10	3 <sup>rd</sup> Sediment trap	McLane ParFlux 78H-21	1300	200
11	Current Meter	Nortek Aquadop	1300	200
12	CTD	RBR	1300	200
13	Triple Buoy	McLane 7000 m rating	1485	15
14	Symple sediment traps	2x SonarDyne 7409-000-01-K7b	1490	3-5
15	Current meter	Aquadop	1490	3-5
16	Acoustic release	2x SonarDyne 7409-000-01-K7b	1497	3-5
17	OBS	RBR-Solo	1497	
18	Anchor	Train wheels	1500	0

## תקציב פרק II

### סעיף II.1

ד"ר אלי ביטון	חוקר ראשי	ללא תמורה	ללא תמורה
ד"ר איה לזר	חוקרת		
לזר רסקין/מחליף	מהנדס/עוזר מחקר - תחזוקה	60% 16	129,600 13,500
בוריס כצנלסון	תכנת/עוזר מחקר - תחזוקה	8% 16	15,272 11,500
ד"ר איסק גרטמן	מרכז מידע ובקרת נתונים	8% 16	20,480 16,000
תחזוקה חדרה - תחזוקה שוטפת-החלפת מכשיר CTD	חיזוק מותחנים 8-נסיעות, שלושה צוללים, רכב, סירה קטנה ומפעיל סירה סה"כ 3465 ש"ח בכל פעם		27,720
תחזוקה חדרה- החלפת כבלים ל CTD ולמד מפלס	צוות צלילה- 3 צוללים, טנדר עם נגרר, סירה קטנה ומפעיל ליום		3,465
תחזוקה חדרה - נסיעות של טכנאי מחשבים לצורך תמיכה במערכות תקשורת ואוטומציה:	נסיעות-8 סה"כ - אחת לחודשיים (ע"פ 500 ש"ח לנסיעה)		4,000
תחזוקה אשקלון - תחזוקה שוטפת - החלפת מכשיר CTD וחיזוק מותחנים	נסיעות אחת לחודשיים- סה"כ 8 פעמים, בכל פעם 3 צוללים, רכב, ומפעיל סירה ליום + סירה ובסה"כ 3690 ש"ח לכל פעם		29,520
תחזוקה אשקלון- החלפת כבלים ל CTD ולמד מפלס - חד פעמי	צוות 3 צוללים, טנדר עם נגרר, סירה קטנה 3690 ש"ח ונדרש צוות עבודה בגובה 5000 ש"ח		8,690
תחזוקה אשקלון -נסיעות של טכנאי מחשבים לצורך תמיכה במערכות תקשורת ואוטומציה:	נסיעות אחת לחודשיים ובסה"כ שמונה נסיעות (ע"פ 625 ש"ח לנסיעה)		5,000

תקשורת	העברת נתונים דרך מודמים סלולריים (חברת Orange)	8,640
סה"כ לסעיף זה – 327,887 ש"ח.	שרתים חיצוניים/ארכוב	14,000
	תחזוקת שרתים חיצוניים במחברת - NetVision לצורך הפעלת המערך האינטרנטי ואחזקת בסיסי מידע.	
	בדיקות כימיות בחיא"ל	9,000
	בדיקות כימיה תקופתיות בתחנות המדידה לצורך בדיקת אמינות הסנסורים השונים	
סעיף II.2	כיוול שלושה מכשירי CTD	34,500
חוקרים	נעשה ע"י חברת SEABIRD. עלות כיוול למכשיר כ 3500 \$ כולל עליות מיסים ומשלוח לחו"ל.	
	כיוול שני מדי מפלס	18,000
	נעשה ע"י חברת PAROSCIENTIFIC. עלות כיוול למכשיר כ 1850 \$ כולל עליות מיסים ומשלוח לחו"ל (תלוי במצב המכשיר).	

ללא עלות  
עוזר מחקר 0.5 משרה 146,000  
הפלגות חתך פעמיים בשנה - (43,000 ש"ח פר הפלגה)  
בדיקות נוטריאנטים, מערכת קרבונט,

ייצרנות, FACS, CTD/אזילים	₪ 55,000
הפעלת גליידרים	₪ 35,000
סה"כ לסעיף זה	₪ 249,000

### סעיף II.3

חד פעמי, הוצאות רכישה והקמת תחנה אחת – 191160 יורו  
הוצאות לתפעול שוטף של תחנה אחת לשנה – 50,000 ₪.  
כוח אדם לתפעול רשת המכ"ם לשנה – 150,000 ₪.

סה"כ לסעיף זה  
חד פעמי – 822,000 ₪  
שוטף – 200,000 ₪

### סעיף II.4

הפלגות - 3 הפלגות של אניית בת גלים בשנה (43,000 ₪ פר הפלגה) – 129,000 ₪.  
כוח אדם לתפעול התחנה לשנה (0.4 טכנאי) – 60,000 ₪.  
תפעול שוטף ואזילים - שידור לוויני, אזילים (בטריות, משקולות, חבלים) ותחזוקה - 25,000 ₪  
סה"כ לסעיף זה – 214,000 ₪.

**סה"כ כל הסעיפים בפרק זה – 991,000 ₪ שוטף + 822,000 ₪ חד פעמי**

### III ניטור המגוון הביולוגי במסגרת תכנית הניטור הלאומית בים התיכון

#### הקדמה

במהלך מאה ושבעים השנים האחרונות חלו שינויים פיזיקו-כימיים וביוטיים שונים לאורכו של החוף הישראלי של הים התיכון, חלקם בגלל גורמים טבעיים, חלקם אינם מזוהים, ובעיקר מעשה ידי האדם. בין הגורמים האנושיים ניתן למנות את השלכות שינויי האקלים, בנייתו והרחבתו ההדרגתית של סכר אסואן (וסכרים נוספים במערכת הנילוס), פתיחתה והרחבתה ההדרגתית של תעלת סואץ, תהליך הפיתוח והעיוור של שפלת החוף עם התעבורה הימית הנלווית אליו, וכן התפתחות הדיג הישראלי. לכל אלה מצטרפים ניצול אוצרות הטבע הנמצאים לאורך החוף ובים העמוק, התפלת מי ים וקידוחי נפט/גז. כל אלה תורמים לרווחת האדם, אך בה בעת הביאו איתם השפעות על איכות מימי החופין וכן שינויים דרמטיים בהרכב ובמגוון המינים של החברות הביוטיות לאורך החוף.

בשני העשורים האחרונים חיא"ל עוסקת באינטנסיביות גדלה והולכת בניטור הביטה לאורך החוף הישראלי של הים התיכון הן במסגרת הניטור הלאומי והן במסגרות של סקרים ייעודיים הקשורים בפיתוח המים הכלכליים של ישראל. כך נדגמות חברות ביוטיות קרקעיות על מצע רך וקשה וחברות פלנקטוניות. בנוסף, מפתחת חיא"ל משנת 2012 שני כלים מחקרניים ושימושיים כאחד ומטרתם לייעל את הניטור והאנליזה שלו כלחלן:

א) הגדרת מין הפרטים הנדגמים היא מדד מפתח בתיאור הרכב ומגוון המינים. הגדרה זו דורשת מומחיות שאינה זמינה בישראל לגבי כל קבוצת מינים, וודאי שאינה זמינה על בסיס של דיגום שגרתי לאורך זמן. הטקסונומיה המולקולרית או בשמה המוכר ברקודינג היא כלי מחקרי חדש המבוסס על רצפי דנ"א ספציפיים כמדד לזיהוי מינים ואוכלוסיות. חשיבותה המחקרית של השיטה גדולה וחורגת בהרבה מן ההקשר הנוכחי המצומצם של הניטור ולא נדון בה כעת. בהקשר הנוכחי, היא מאפשרת זיהוי מהיר ומדויק של מינים שאינו דורש מיומנות טקסונומית קלאסית ומסייעת להתגבר על הקושי בהגדרה שגרתית של פרטים נדגמים. לכן מתבצע בחיא"ל פרויקט בירקוד מיני החוף הישראלי, ולשם כך הוקם מאגר מידע במסגרת מרכז המידע הימי הלאומי.

ב) מעקב ארוך טווח אחר שינויים בהרכב חברות החי ומגוון המינים בהן, בסביבת חיים נתונה בתחום הגאוגרפי של החוף הישראלי וסביבתו הקרובה, דורשים כלי לריכוז הנתונים, כולל נתוני עבר ואלה שייאספו בעתיד. כלי כזה יאפשר השוואה ארוכת טווח של הרכב ומגוון המינים, ובכך ייתן קנה מידה מגובה זמן לעוצמת השינוי בהרכב ובמגוון ולמהירות היווצרותו. לכן נבנה בחיא"ל מאגר מידע ממוחשב של נתוני הדיגום ההיסטורי והעכשווי שיתעדכן עם כל נתון עתידי (מאגר מידע ביו-גיאוגרפי). למאגר גם יכולות אנליטיות שיאפשרו זיהוי וניתוח מגמות ושינויים.

שלושת המרכיבים של ניטור ביוטי תקופתי, שנתי או אחת לכמה שנים בכל סביבות החיים הימיות-ים תיכוניות של ישראל, מאגר מידע בעל יכולות אנליטיות ושילוב של יכולות הגדרה מולקולרית ומורפולוגית נותנים מענה לסוגיית הניטור הביוטי שהוא מרכיב חיוני בכל ניטור סביבתי.



להלן מיפוי של שיוך פעילות ניטור המגוון הביולוגי במסגרת התכנית הלאומית לדסקריפטורים השונים של הדירקטיבה הימית של הקהילה האירופית (MSFD). על בסיס הדירקטיבה הימית של הקהילה האירופית הוגדרו הדרישות ליישום "גישת המערכת האקולוגית" Ecosystem Approach (EcAp), שאומצה על-ידי מוסדות אמנת ברצלונה (ומיושמת ע"י תכנית הפעולה לים התיכון (UNEP-MAP) באמצעות ארגון (MEDPOL).

שנת התחלה	פעילות במסגרת תכנית הניטור הלאומית	יעד EcAp/MSFD	מספר דסקריפטור MSFD
2000	הרכב אוכלוסיית מיקרואצות במימי החופין; מינים בעלי פוטנציאל רעילות	1 המגוון הביולוגי נשמר. מצב בתי הגידול וקיומם נשמר ותפוצת ושפע המינים השונים נמצאים בקו אחד עם המצב הפיסיוגרפי, הגאוגרפי והאקלימי האופייניים לאזור ולזמן. 2 מינים זרים שהוכנסו למערכת בשל פעילות אנושית נשמרים ברמה שאינה משנה את תפקוד המערכת האקולוגית	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים
2005	הרכב אוכלוסיית חי תוך הקרקעית במימי החופין	כנ"ל	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים
2009 (סוף)	חברות אקולוגיות בחוף הסלעי	כנ"ל	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים
2013	פיילוט חברות אקולוגיות ברכסים תת-ימיים עד עומק מים של 20 מטר	כנ"ל	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים
2014	מאקרו-פאונה (דגים וחסרי חוליות) על קרקעיות רכות	כנ"ל	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים
2012	ברקודינג, מרכז מידע ימי לאומי	כנ"ל	1 מגוון ביולוגי 2 מינים פולשים

## עקרונות תכנון הניטור הביוטי בחוף הישראלי של הים התיכון

בדוח שנכתב ע"י קבוצת חוקרים מחקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) ומן המכון הגאולוגי לישראל במסגרת הסקר הסביבתי לחיפושי נפט וגז טבעי במימון משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים (תום וכנרי, 2015) חולקה הסביבה הים תיכונית של ישראל לבתי גידול אחידים כיחידת בסיס להתייחסות סביבתית, לתכנון ניטור ביוטי וככלי עזר להכנסת שיקולים סביבתיים לפעילות פיתוח בסביבה הימית. מהדורה מעודכנת של מפת בתי הגידול הממוספרים ותיאור בסיסי שלהם יופיעו תוך זמן קצר באתר מאגרי המידע של חיא"ל ברגע שתושלם הקמתו.

**בית גידול אחיד** הוא אזור גאוגרפי שגודלו משתנה וגבולותיו נקבעים ע"י הרכב חברת חי אחיד ו/או פרמטרים א-ביוטיים אחידים. הבחירה ביחידה גאוגרפית בעלת מאפיינים טבעיים דומים בכל שטחה מאפשרת התייחסות בעלת היגיון סביבתי וביולוגי מוצק, הן להפרעות הסביבתיות הפוטנציאליות והן למדיניות סביבתית מונעת אחידה. במים הריבוניים והכלכליים של ישראל הוגדרו 49 בתי גידול בנטליים, מהם 12 המאופיינים ע"י מצע רך ו-37 המאופיינים ע"י מצע קשה (איורים 2-5) ובנוסף חמישה בתי גידול פלגיים. ניתן להגדיר בית גידול ברמות הפרדה שונות של אחידות מאפייניו, ורמת ההפרדה בין בתי הגידול כפי שתוארו בדוח זה מתאימה, לפי מיטב שיפוטנו, למטרות תכנון הניטור הלאומי הביוטי.

מטרת ניטור המגוון הביולוגי היא לבדוק שינויים במאפייני חברות החי בצורה שתזהה שינויים פוטנציאליים בכל טיפוס בתי הגידול הקיימים בחוף הישראלי מחלקו הרדוד של מדף היבשת ועד לבתיאל (0-1900 מטר עומק). השאיפה היא לדגום מגוון גדול של אורגניזמים החיים בכל סוגי בתי הגידול כדי לקבל תמונה מהימנה בהפרדה גבוהה של השינויים במאפיינים אלה.

התכנית מיועדת לתת מענה לרוב מרכיבי המתארים (דסקריפטורים) הסביבתיים שהוצעו בדירקטיבת MSFD של הקהילה האירופית (DIRECTIVE 2008/56/EC) ובגישת המערכת האקולוגית (EcAp) במסגרת אמנת ברצלונה. תכנית ניטור זו עוסקת במתארים 1-4 (ראה טבלה 4) הנוגעים למצב המגוון הביולוגי, למצב בתי הגידול, לשכיחות מינים פולשים והשפעתם על תפקוד המערכת האקולוגית, למצב הדגים וחסרי החוליות המסחריים, ולמארג המזון הימי. לכל מתאר מוצעים אינדיקטורים רלוונטיים.

בהתאם,

**היעד** - אימוץ האינדיקטורים והיעדים למצב סביבתי טוב (Good Environmental Status) ליישום "גישת המערכת האקולוגית" (Ecosystem Approach, EcAp) של מוסדות אמנת ברצלונה (מדינות הים התיכון) שמתבססת על הדירקטיבה הימית של הקהילה האירופית (Marine Strategy Framework Directive, MSFD). אינדיקטורים אלו אומצה גם ע"י ארגון הסביבה של האו"ם (UNEP) לבניית תכנית הניטור הבין לאומית בים התיכון לה שותפה מדינת ישראל.

להלן סיכום של מרכיבי ניטור המגוון הביולוגי

מרכיב	דיגום	מתכונת
חי תוך המצע כמותי+ברקודינג	דיגום עם מחפר קופסא מעל 250 מיקרומטר מעל 125 מיקרומטר פורמניפרה דגימות מייצגות של גלעינים לבדיקות מעל 20 מיקרומטר	לפי בתי גידול
חי על המצע כמותי+ברקודינג	מצע רך – רשת מרינוביץ + פלנקטון (ים רדוד קורה+ מכמורת) מצע קשה – ROV צילום + דגימות	לפי בתי גידול
חי בעמודת המים	דיגום באמצעות בקבוקי ניסקין/משאבות ; רשת מוקנס (גרירה אופקית במספר עומקים פעמיים בשנה)	באתרים מייצגים לאורך החוף + הפלגות חתך חיפה (ים עמוק)

### 1.III מצעים קשים

בתי גידול סלעיים (חופים סלעיים ושוניות סלעיות ברכסים תת-ימיים) הינם בתי גידול מורכבים מבחינה מבנית ועשירים מאוד במגוון ביולוגי שהינו בעל שונות רבה בזמן ובמרחב. בתי גידול עשירים אלה חשופים למגוון השפעות מקומיות, אזוריות וגלובליות העלולות להשפיע על המאזן האקולוגי שלהן, ובשל כך גם על תפקודי ושירותי המערכת האקולוגית. מצע סלעי בקו החוף ומתחת למים מצוי בעיקר בצפון הארץ, אך ישנן גם טבלאות גידול ורכסים טבועים לאורך החוף, ואפילו מספר רכסים קטנים במדרון היבשת ובים העמוק (איור 1). לאור הניסיון שהצטבר בשנים האחרונות בחיא"ל בתכנית הניטור של טבלאות הגידול ובמהלך הסקרים הרבים של הרכסים התת-ימיים במסגרת תכניות שונות, ובהסתמך על פרוטוקולים שונים לדיגום ברחבי העולם, מוצעת תכנית ניטור שהינה מודולרית (מרכיבים שונים ואתרים שונים נדגמים בתדירויות משתנות כתלות במידת השתנותם הצפויה בזמן, במשאבים הנדרשים ובדרישות הלוגיסטיות), וכוללת גם ניטור של הרכסים העמוקים. מוצע גם שזו תהיה תכנית אדפטיבית, המתעדכנת בהתאם לידע המצטבר, לאיומים השונים, למתודולוגיות משתנות ולמגמות בשטח.

#### טבלאות הגידול

בית גידול ייחודי (איור להלן), המנוטר מזה מכבר שנים בתכנית הניטור הלאומית. התוכנית הקיימת הווה בסיס לתכנית החדשה וכוללת שינויים קלים, ביניהם דיגום שני "אתרי ליבה" פעם בעונה (שיקמונה והבוניים) ושני אתרים נוספים רק באביב ובסתיו (אכזיב ופלמחים). שאר האתרים ידגמו בהתאם לצורך במסגרת סקרים ייעודיים כאשר מזהים שינוי מהותי או כאשר מתרחש אירוע חריג (למשל אקלימי או זיהומי) ויש צורך לבחון את היקף השפעתו (דיגום "אדפטיבי" או "מגיב"). דיגום מגיב יכול לכלול גם אתרים אחרים במידת הצורך. הדיגום כולל חתכים באורך 50 מטר ולאורכם ריבועי דיגום בקצה הטבלה, מרכז הטבלה וגב הטבלה. הדיגום בחגורות גב הטבלה (המשתנות פחות) יתבצע רק באתרי הליבה ורק בעונת האביב (טבלה 1, איור 1). הדיגום באתרי הליבה כולל גם מדדים סביבתיים פסיקליים וביו-גאוכימיים בעזרת איסוף דגימות מים על בסיס חודשי, כמו גם נתוני טמפרטורה שעתיים מאוגרי נתונים המוצבים בשטח מתחת למים ועל הטבלאות.

#### הרכסים התת-ימיים הרדודים (עד 25 מטר)

מוצע להסתמך על הניסיון שנרכש בסקרי חיא"ל של השנים האחרונות תוך התמקדות באזור אכזיב שם קיימת שמורת טבע ימית, וכן בשמורות הטבע שקמונה (בה נאסף מידע רב) וחוף הבונים (בו לא נאסף מידע כמותי עד כה). פיקוח משמעותי אחר תפקוד השמורות יתחיל כנראה על ידי רט"ג עם הצבת פקח חדש וסירה. כמו כן יתקיימו פעילויות דיגום משלימות כמו סקרי מיקום וגודל כתמיות אצות (מקומיות ופולשות) בעזרת סקוטרים ואו ROV ומדידת תפקודי המערכת האקולוגית של הבנטוס בעזרת כלים ושיטות המפותחים בחיא"ל בימים אלה. הדיגום יכלול (1) ספירת דגים והערכת גודל מינים מסחריים ופולשים בעלי חשיבות אקולוגית, (2) אפיון וכימות חסרי חוליות בעלי חשיבות אקולוגית ומינים פולשים, (3) הערכת כיסוי של מרכיבי בנטוס עיקריים (אצות וחסרי חוליות מרפדים) בעזרת צילום וניתוח במעבדה, (4) דיגום ביומסה של מיני בנטוס חשובים (לצורך הערכת אופי ומצב מארג מזון), (5) מדידת תפקודי מערכת חשובים (למשל, ביומסה, יצרנות, קצבי השקעת גיר, קצבי קליטת נוטריינטים, קליטת פחמן) בחברות בנטוס הנשלטות על ידי מינים מקומיים לעומת פולשים. ידגמו גם חורירות (פורמניפרה) בשיתוף עם המכון הגאולוגי באתר אחד או שניים. מוצע גם להציב מדי טמפרטורה במספר עומקים באתרי חיפה ואכזיב. אתרים ותדירויות מפורטים בטבלה 1 ובאיור 1.

## הרכסים העמוקים

ברכסים אלו נעשו עד כה רק סקרים בודדים ונקודתיים על ידי רט"ג, חיא"ל, אוניברסיטת חיפה וחברות הנפט והגז. מוצע כי יתבצעו סקרים (צנזוסים) של המגוון הביולוגי כל שלוש/ארבע שנים בתחנות שונות המוצבות לאורך מספר חתכים במקביל לחוף מצפון לדרום. בסקרים אלה, ידגמו אזורים מייצגים ברכסי מדף היבשת בעומקים של כ- 50 ו- 100 מטר, כמו גם ברכסים הקטנים והעמוקים במדרון היבשת באזור גלישת פלמחים. הסקרים יתבצעו בעזרת כלים נשלטים מרחוק או אוטונומיים אשר "ידגמו" את הבנטוס בעזרת צילומי וידאו וסטילס לאורך חתכים באורכים שיקבעו בהמשך על פי יכולות הכלי, הניסיון בשטח ומידע מהספרות המדעית. כמו כן, במידת האפשר, יילקחו גם דגימות לזיהוי וארכוב בעזרת זרועות הכלים. החתכים המוצעים מפורטים בטבלה 1 ובאיור 1. תוצאות שיתקבלו מהסרטים, הצילומים והדיגומים יאפשרו להעריך את המרכיבים העיקריים של החברה הבנטית וכן את שכיחותם היחסית ואולי גם אחוז כיסוי ושכיחות של מינים חשובים או גדולים.

בנוסף, בכל בתי הגידול יאספו דגימות של מינים בולטים שזהותם לא ניתנת לברור בשטח לצורך זיהוי טקסונומי מורפולוגי (על ידי מומחים מן האקדמיה בארץ ובחו"ל) ומולקולרי (ברקודינג ומטה-ברקודינג ראה למטה). כמו כן, יבחרו מיני מפתח (מינים חשובים אקולוגית – מקומיים ופולשים) לבחינת המגוון הגנטי שלהם באוכלוסיות כאינדיקטור למצב האוכלוסייה. לצורך כך יהיה צורך לאסוף פרטים נוספים ממספר אתרים ולבצע את האנליזות המולקולריות הנדרשות על מנת לקבוע את רמת המגוון בגנים נבחרים. בכדי לתת מענה לאינדיקטור 4 העוסק במבנה מארג המזון יפותחו בחיא"ל מודלים אקולוגיים בכלים מקובלים (למשל ECOPATH, ECOSIM, ECOSPACE) שיתבססו על הנתונים הנאספים בדיגומים השונים ועל מידע מן הספרות. בכל ארבע שנים יורצו מודלים אלו על מנת לבחון תרחישים במבנה מארג המזון ובבתי הגידול השונים.

בשלב ראשון, האינדיקטורים הספציפיים המשויכים למתארי ה- MSFD הרלבנטיים (טבלה 4) שישמשו לבחינת מצב המגוון הביולוגי והמערכת האקולוגית ואשר יתבססו על הנתונים הנאספים יהיו:

—	דגים:
—	מדדי מגוון שונים, $\beta$ diversity (שונות במרחב ובזמן) – מתאר 1
—	יחס דגים פולשים לדגים מקומיים (שכיחות וביומסה) – מתאר 2
—	יחס דגים מסחריים לדגים לא מסחריים (שכיחות וביומסה) – מתאר 3
—	אצות:
—	מדדי מגוון שונים, $\beta$ diversity – מתאר 1
—	יחס אצות מקומיות ל- TURF ולאצות פולשות (אחוז כיסוי וביומסה) – מתאר 2
—	חסרי חוליות:
—	מדדי מגוון שונים, $\beta$ diversity – מתאר 1
—	יחס מינים פולשים למקומיים בקבוצות שונות של רכיכות – מתאר 2
—	תפקודי מערכת (בנטוס): – מתאר 2, 4
—	רמת הביומסה
—	רמת היצרנות - net production
—	קצבי השקעה - net calcification
—	קצבי קליטת נוטריינטים - net calcification
—	מבנה מארג המזון: מתאר 4
—	מבנה מארג המזון על סמך ממצאי השטח ומודלים (למשל ECOPATH, ECOSIM, ECOSPACE)

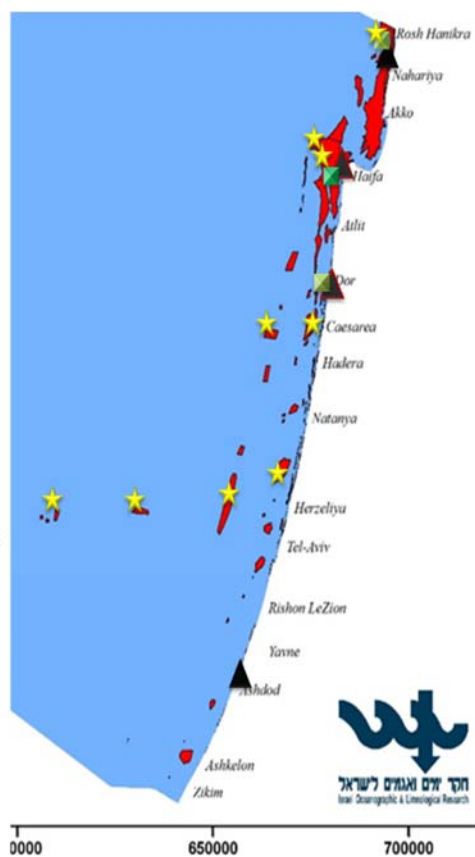
ניתן בהמשך להציע אינדיקטורים נוספים או לשנות אינדיקטורים בהתאם לצורך ולידע המצטבר.

**טבלה 1.** תכנית הדיגום המאפשרת כיסוי מרחבי בשלשת המערכות האקולוגיות העיקריות של מצעים סלעיים בים תיכון וכן בחינת עונתיות במספר אתרים. מפורטים אתרים, סוגי דיגום, ותדירויות דיגום.

טבלאות גידוד				
דיגום סביבה		דיגום ביולוגי		
סוג דיגום	חתכים	חתכים	דגימות מים	טמפ'
אתר / עונות	ארבע עונות	שתי עונות	חודשי	שעתי
אכזיב		X	X	X
שקמונה 1	X		X	X
הבונים 2	X		X	X
פלמחים		X	X	X
רכסים רדודים				
דיגום אקולוגי		סביבה		
סוג דיגום	חתכים	חתכים	טמפ'	
תדירות	כל שנה	כל שנה	כל שנה	
אזור / עונות	עומקים	אביב וסתיו	4 עונות	שעתי
ראש הנקרה-אכזיב	4	X		X
ראש כרמל שיקמונה	3		X	X
הבונים	1	X		X
רכסים עמוקים				
סוג דיגום	תחנות	ROV/AUV		
חתך	תחנות	תלת-שנתי		
רכסי מדף 50 מ'	4	X		
רכסי מדף 100 מ'	3	X		
רכסי מדרון היבשת	2	X		

## מיפוי התכנית במרחב ובזמן

-  טבלאות גידוד – שתי עונות
-  טבלאות גידוד – ארבע עונות
-  רכסים רדודים – שתי עונות
-  רכסים רדודים – ארבע עונות
-  רכסים עמוקים – פעם בשלוש שנים, עם AUV או ROV



איור 1: מיקום כללי של אתרי הדיגום על מפת בתי הגידול הסלעיים של ים תיכון הישראלי. מיפוי בתי גידול אלה מבוסס על מפת בתי הגידול בחופי הים התיכון הישראלי (תום וכנרי, 2015).

## 2.III מצעים רכים

### מטרות הניטור

מעקב רב שנתי אחרי שינויים בהרכב הפאונה במים הריבוניים והכלכליים של ישראל בים התיכון. בבסיס הניטור עומדת הנחת היסוד ששינויים בהרכב חברת החי מעידים על שינויים בתנאי הסביבה כולל אלה הנגרמים ע"י התערבות האדם. כדי להשיג מטרה זו בדיוק גבוה מוצע לדגום מקטעי חי שונים אשר מספקים תמונה רחבה של הרכב חברת החי. החוף הישראלי חולק לאחרונה לבתי גידול אחידים והניטור מתוכנן כך שייצג את כל אחד מהם.

### הקדמה

בתי גידול על המצע הרך חולקו כדלקמן: שלושה בתי גידול במדף היבשת: 1-30 מטר, 30-60 מטר, 60-100 מטר, שולי המדף בין 100-200 מטר, מדרון היבשת - 1000-200 מטר, מישור הבתיל - 1000-2000 מטר עומק. מכשירי הדיגום של חברת חי תוך המצע הם מחפר כפות 0.1 מטר מרובע לדיגום בעומק מים של 10 מטר ומחפר קופסא 0.25 מטר מרובע לדיגום ביתר העומקים. רשת קורה תשמש לדיגום חברת החי הדמרסלית עם ניידות נמוכה ורשת מכמורת לדיגום חברת החי הדמרסלית הניידת. חברת החי שבתוך המצע כוללת את המקרופאונה (< 250 מיקרון), ובנוסף תת-דגימות של גלעינים לדיגום פורמיניפרה (< 125 מיקרון), מיאופאונה (< 20 מיקרון > 250 מיקרון) ופרמטרים א-ביוטיים. המיאופאונה (לא כולל פורמיניפרה) הם מקטע חי שיידגם ניסיונית אך לא יעובד בשלב זה ויישמר לשימוש עתידי במידה ויוחלט להוסיף אותו לניטור הלאומי. חברת החי הדמרסלית עם ניידות נמוכה היא המקטע ה- < מחמישה מ"מ שהוא גודל העין בשק רשת הקורה. חברת החי הדמרסלית הניידת כוללת את כל בע"ח הגדולים והניידים. ההפלגות יתוכננו בהתאם לכלי השייט המתאים, למכשירי הדיגום הנדרשים ולתדירות הדיגום. כדי לדגום מגוון רחב של מינים מחברת החי של המצע הרך, מוצעות מספר שיטות איסוף מקובלות: מחפר כפות ומחפר קופסא (לדיגום חברת החי שבתוך המצע), רשת קורה (חברת החי הדמרסלית עם ניידות נמוכה) ורשת מכמורת (חברת החי הדמרסלית הניידת). כללית, הדיגום יעשה בהתאם לסטנדרטים בינלאומיים – iso 16662-2014; iso 5667-19-2004.

### דיגום מים רדודים (10 מטר עומק)

**דיגום חי תוך המצע** יתבצע פעם בשנה בשש תחנות דיגום לאורך החוף בעומק של כ- 10 מטר (החופות את תחנות דיגום הניטור הלאומי שבוצע עד עתה) בעזרת מחפר כפות. בכל תחנה ידגמו שלוש חזרות. מקטעי החי שידגמו הם המקרופאונה, הפורמיניפרה והמיאופאונה (איורים 1-3). **חברת החי הדמרסלית עם ניידות נמוכה** (רשת קורה) תדגם אחת לשנתיים רק באיזור תחנת ירקון (איור 3).

### דיגום מדף ושולי המדף

**דיגום חי תוך המצע** יתבצע בשני חתכים ניצבים לחוף: צפוני ומרכזי (איורים 1 ו-3) פעם בשנתיים בעזרת מחפר קופסא, שלוש חזרות בכל תחנת דיגום. תחנות הדיגום הן בעומקים של 40, 80 ו- 120 מטר. **חברת החי הדמרסלית עם ניידות נמוכה** תדגם אחת לשנתיים רק בחתך המרכזי בשלוש גרירות בנות 15 דקות בכל תחנה (עומקים: 10, 40, 80, 120 מטרים) (איור 3).

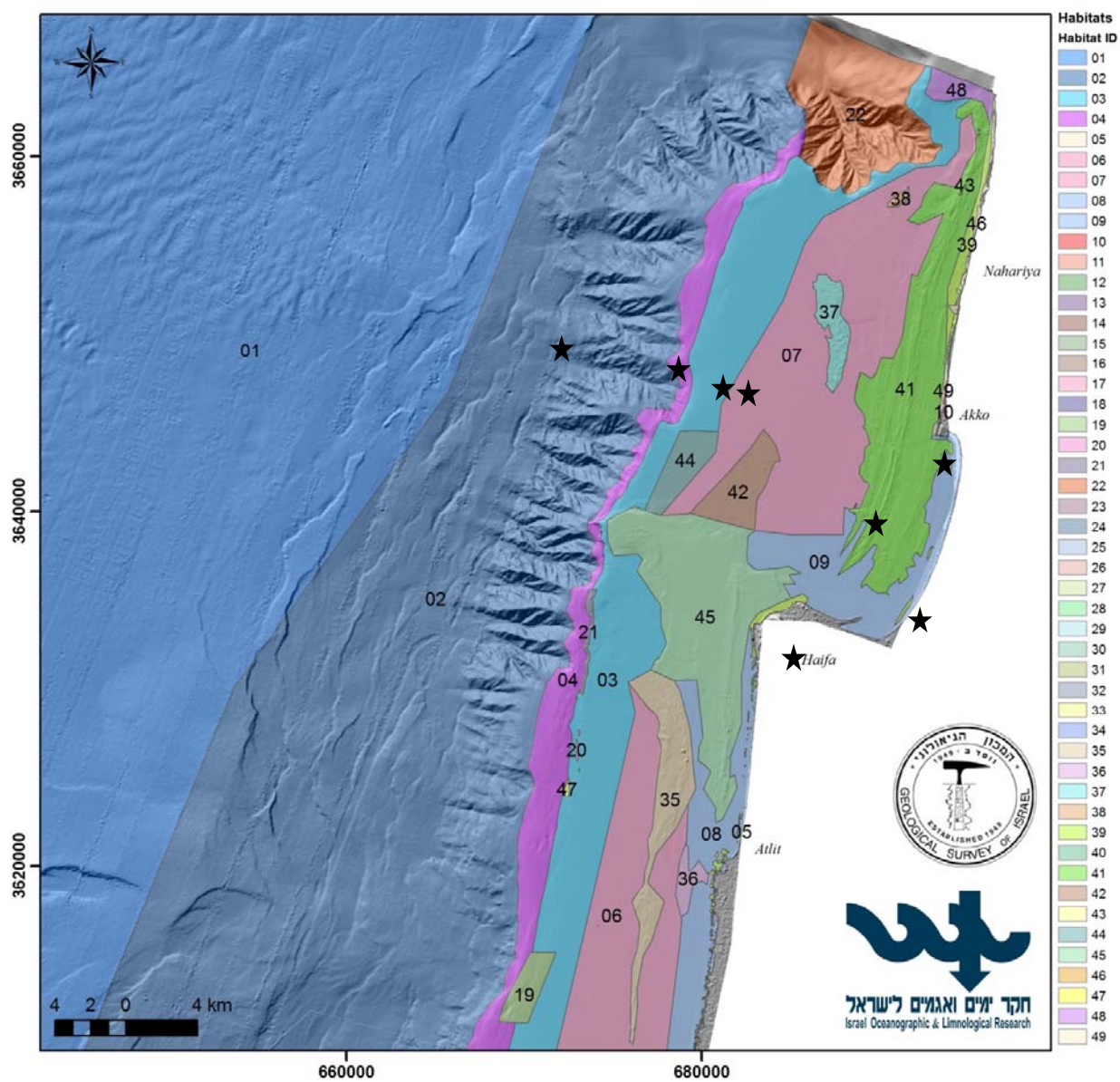


**החי הדמרסלי הנייד** ידגם באמצעות ספינת דיג מסחרית עם הציוד הנהוג לדיג מכמורת. הדיגום יתבצע בחתך אחד מקביל לחוף בדרום ישראל בעומקים של 20, 40, 60, 80 מטרים (איור 3). הדיגום יתבצע כל שנה בשתי עונות (אביב וסתיו), יום ולילה, כאשר בכל תחנת דיגום שתי חזרות של 90 דקות כל אחת בכל עומק.

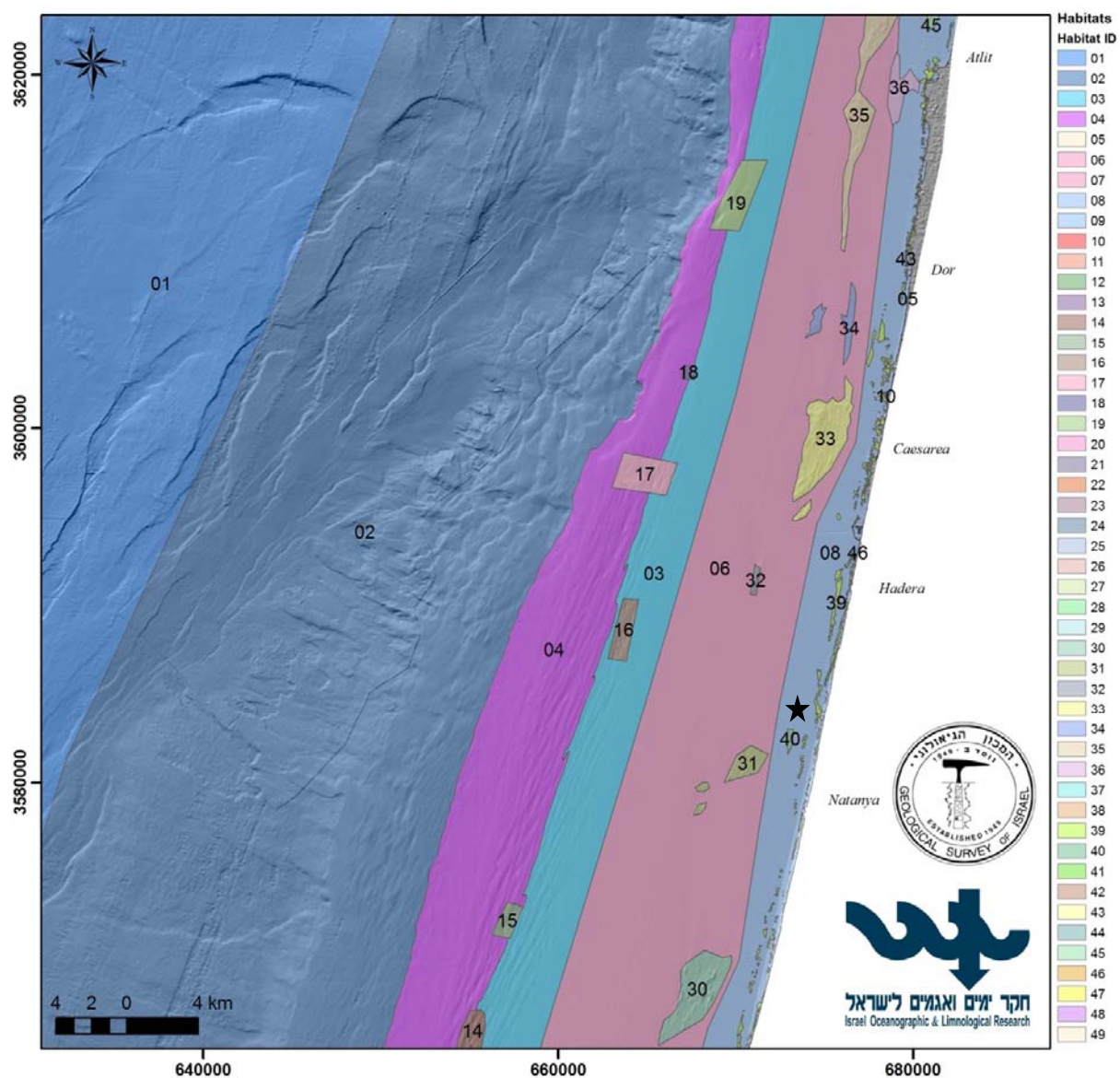
#### **דיגום מדרון היבשת ומישור הבתיל**

**דיגום חי תוך המצע** יתבצע בשני חתכים ניצבים לחוף: צפוני ומרכזי (איור 4) פעם בשנתיים בעזרת מחפר קופסא, תחנות הדיגום הן בעומק של 360 ו- 800 (מדרון), 1400 ו- 1700 מטר (מישור הבתיל). במדרון יבוצעו בכל תחנת דיגום שלוש חזרות ובמישור הבתיל שש חזרות (הכוללות חזרה אחת לדיגום חי שאינו מקרפאונה ופרמטרים א-ביוטיים).

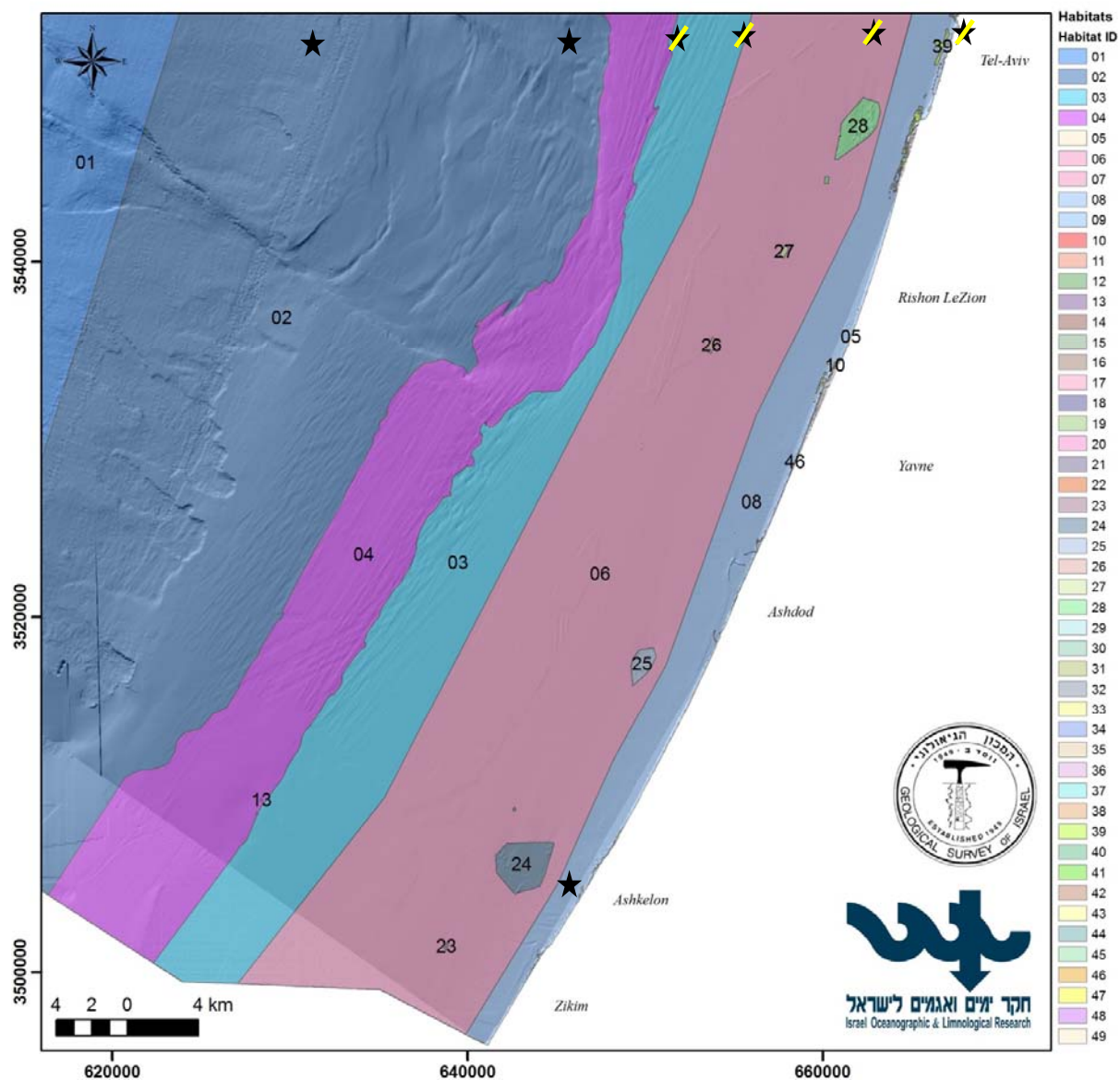
**החי הדמרסלי הנייד** יידגם בעזרת רשת מכמורת המותאמת לים העמוק כשבתוכה **רשת פלנקטון** מלבנית בעלת גודל עין של 500 מיקרון **לדיגום פאונה בתי-פלגית**. פעם בשנתיים, עונה אחת בלבד. תחנות הדיגום הן בחתך מול הרצליה בעומקים של 200 מ', 600 מ', 1,100 מ', 1,400 מ' (איור 5).  
ב- 1400 מטרים יבוצע דיגום נוסף בחתך הצפוני. ב- 1,100 מטרים תורד למים גם רשת עמידה.



איור 1 – מפת בתי הגידול מדף היבשת אזור צפוני. כוכבית – תחנת דיגום חי תוך המצע.

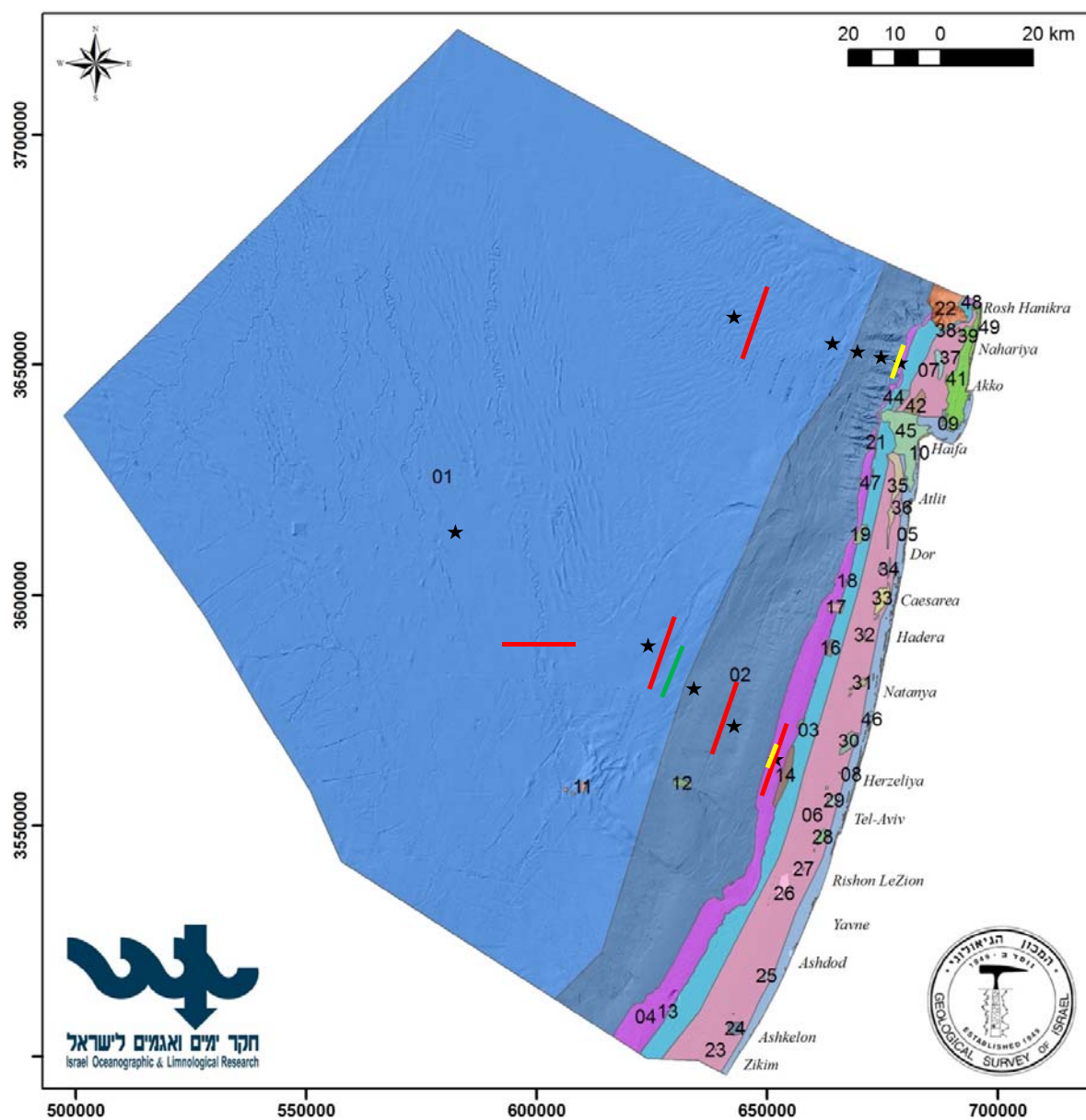


איור 2 – מפת בתי הגידול מדף היבשת אזור מרכזי. כוכבית – תחנת דיגום חי תוך המצע,

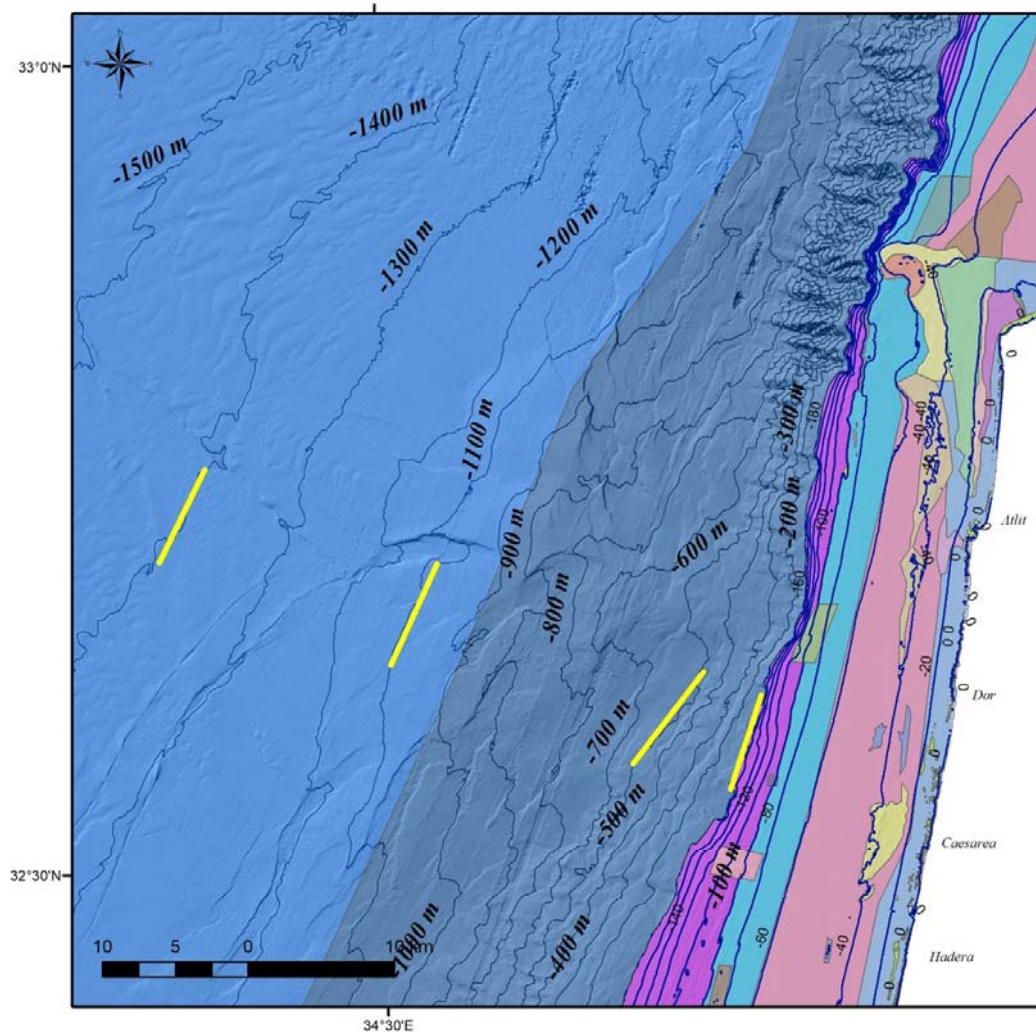


איור 3 – מפת בתי הגידול מדף היבשת אזור מרכזי ודרומי. כוכבית – תחנת דיגום חי תוך המצע, פס צהוב – תחנת דיגום רשת קורה.





איור 4 – מפת בתי הגידול מדרון ובתיאל. כוכבית – תחנת דיגום חי תוך המצע, פס אדום – תחנת דיגום מכמורת מרינוביץ' כולל רשת בתי-פלנקטונית. פס ירוק – רשת עמידה, פס צהוב – רשת קורה.



— NM\_epifauna\_nets

Net_ID	depth	Lat_st	Lon_st	Lat_en	Lon_en
Dor 200	200	32.606	34.775	32.548	34.7514
Dor 600	600	32.620	34.733	32.565	34.6808
Dor 1100	1100	32.69	34.54	32.628	34.505
Dor 1400	1400	32.75	34.371	32.693	34.337

איור 5: קווי דיגום (צהוב) מכמורת מרינוביץ' כולל רשת בתי-פלנקטונית.

טבלה מסכמת של תחנות דיגום חי על ותוך המצע

Station	Y	X	Y1	X1	Bottom depth m	Box corer	Grab	Beam trawl	Marinovich	Tram mel
Haifa N	32.90028	35.07392			8		1.0			
Haifa S	32.82703	35.02448			15		1.0			
Dado	32.78900	34.94800			10		1.0			
H35	32.93313	34.98260			35	0.5				
HS60	32.94063	34.93179			60	0.5				
HS120	32.94178	34.91393			120	0.5				
HS360	32.94581	34.89059			360	0.5				
HS800	32.95215	34.80888			800	0.5				
H04	32.95964	34.74571			1100	0.5				
H05	32.94600	34.461			1430	0.5				
Alexander	32.40000	34.85600			10		1.0			
TA15	32.12673	34.76804			15		1.0	0.5		
TA45	32.15700	34.69400			45	0.5		0.5		
TA80	32.17400	34.65700			80	0.5		0.5		
TA2140	32.19400	34.60700			140	0.5		0.5		
TA360	32.226	34.53400			360	0.5				
TA800	32.276	34.41500			800	0.5				
TA1100	32.322	34.30900			1100	0.5				
TA1400	32.501	33.89100			1400	0.5				
Ashkelon	31.68900	34.55600			10		1.0			
Dor200	32.606	34.775	32.547	34.745	200				0.5	
Dor600	32.625	34.721	32.563	34.686	600				0.5	
Dor1100	32.69	34.54	32.628	34.505	1100				0.5	0.5
Dor1400	32.75	34.37100	32.693	34.337	1400				0.5	

#### שיטות לאנליזת הנתונים

הפרמטרים האקולוגיים אותם אנו מציעים לבדוק במסגרת הניטור הביוטי הרב שנתי הם- **הרכב חברת החי, מגוון המינים שלה, צפיפותה ההטרוגניות שלה ולגבי דגימות המכמורת גם הביומסה**. משמעות

ההטרוגניות היא עד כמה אחידה תבנית פיזור המינים השונים בתוך בית גידול. פרמטרים אלה (שיקראו להלן "הפרמטרים הנבדקים") הם פועל יוצא של תנאי הסביבה הנבחנת וכשאלה משתנים כתוצאה מאירועים טבעיים או מהתערבות האדם משתנים הפרמטרים הנבדקים. יחידת המדידה בניטור הביוטי היא פרופיל המינים המאפיין נקודת דיגום נבחנת, כלומר רשימת המינים ומספר הפרטים הנדגמים מכל מין. התוצר הגולמי של מאסף הפרופילים הללו בפריסה גאוגרפית של תחנות דיגום או לאורך זמן היא מטריצה של תחנות ניטור X מינים. השוואת פרופילים אלו זה לזה מאפשרת בחינת שינויים בפרמטרים הנבדקים. זיהוי של שינוי באחד או יותר מארבעת הפרמטרים הנבדקים עשוי להעיד על הפרעה סביבתית ולעזור בעיצוב מדיניות סביבתית נכונה.

שיטת האנליזה הן פועל יוצא מהגדרת הפרמטרים הנבדקים:

(1) השוואת הרכבי חברת החי בין בתי גידול ולאורך זמן באותו בית גידול. השוואה זו נעשית בשני שלבים: יצירת מטריצה של השוואת דמיון בין כל זוג פרופילים מתוך המאסף המשווה בעזרת אינדקס השוואה כאשר האינדקס המקובל היום הוא אינדקס קורטיס-בריי. ניתן לבצע את ההשוואה על בסיס העדר ונוכחות מינים ועל בסיס מספרי הפרטים של כל מין עם ובלי התמרה. בשלב השני מקובצות התוצאות בשיטה היררכית לקבוצות הולכות וגדלות של דגימות ברמות הולכות ויורדות של דמיון. ישנן שתי דרכים לקביעת הבדל משמעותי בין פרופילי דגימות: קביעת סף של אחוזי דמיון ומבחן פרמוטציות סטטיסטיות. ההצגה של תוצאות האנליזה ניתנת להיעשות בשתי שיטות: multi cluster analysis scaling ו-dimentional scaling (MDS). קביעת הספים של הבדל משמעותי בין דגימות כפי שמתבטא באנליזה הדמיון אינה אחידה ותלויה בשיטת הדיגום, רמת הכימות של הדגימות וההטרוגניות שלהן. הסברים מפורטים יותר על אנליזה הדמיון ניתן למצוא אצל (Clarke and Gorley, 2006).

(2) השוואת צפיפויות בין בתי גידול ולאורך זמן באותו בית גידול. צפיפות מוחלטת או יחסית (פר יחידת שטח או נפח נדגם) היא מובנת מאליה ולא נפרט. ראוי רק לציין שצפיפות מוחלטת ניתנת לחישוב לגבי חי תוך המצע וצפיפות יחסית לגבי חי על המצע. בחינה סטטיסטית של הבדלים בין צפיפויות תעשה בשיטות סטטיסטיות פרמטריות או לא פרמטריות מקובלות של השוואות בין אוכלוסיות סטטיסטיות.

(3) השוואת מגוון מינים בין בתי גידול ולאורך זמן באותו בית גידול. ישנן מספר שיטות להערכת מגוון מינים: מן השיטה הפשוטה המודדת את מספר המינים שנדגמו ועד לשיטות השוקלות גם את מספר הפרטים של כל מין בהדגשים שונים (Clarke and Gorley, 2006). גם כאן קביעת הספים של הבדל משמעותי במגוון המינים אינה מוחלטת ותלויה בשיטת הדיגום, רמת הכימות של הדגימות וההטרוגניות שלהן.

(4) השוואת הטרוגניות בין בתי גידול ולאורך זמן באותו בית גידול. הטרוגניות או במינוח המדעי Beta diversity היא הממד למידת האחידות בין דגימות באותו בית גידול או במילים אחרות כמה מן המינים בתוך בית גידול יופיעו בכל אחת מן הדגימות. הממד מבטא את מספר הנישואות האקולוגיות בבית גידול נתון ועד כמה פיזורן אקראי או לחילופין מוסבר בהקשר לתנאי הסביבה הא-ביוטיים. גם כאן יש מספר מדדים המביאים בחשבון גם את מספרי הפרטים של המינים הנבדקים. הממד בו אנו משתמשים הוא:

$$\text{Beta diversity} = \frac{\alpha}{\gamma} * 100 \pm \text{SD} [\%]$$



כאשר אלפא הוא מספר המינים בדגימה וגמה הוא מספר המינים הכללי בכל מאסף הדגימות הנבדק. למעשה בודק המדד את אחוז המינים המופיעים בדגימה מתוך מספר המינים הכללי המופיע בכל מאסף הדגימות. מדד של מאה אחוז אומר שבכל דגימה מופיעים כל המינים ותבנית הפיזור של המינים באזור הנבדק אחידה לחלוטין.

ברצוננו להדגיש שני היבטים חשובים של אנליזת הנתונים :

(1) כל זמן שקיימת המטריצה הבסיסית של תחנות ניטור  $X$  מינים ניתן לחזור תמיד על האנליזה בזמן ובמקום כתלות בהתפתחות שיטות האנליזה ולכן צריכות תוצאות הדיגום להישמר במאגר נתונים ממנו ניתן לשלף מטריצות בחיתוכים של זמן ומקום.

(2) הנתון הבסיסי שבעזרתו מוערכת השתנות הפרמטרים הנבדקים היא שיוך כל פרט נדגם למין. זו לא משימה מובנת מאליה שמידת דיוקה משתנה לטובה ולרעה כתלות בהרבה גורמים והיא משפיעה על דיוק ההשוואות. כמסקנה יש לשאוף כל הזמן לרמה גבוהה של הגדרת מינים מצד אחד ולהתאים את רמת הכימות של האנליזות למידת הדיוק של ההגדרה בדגימות המשתתפות באנליזה מסוימת.

#### **מאגר מידע ביו-גאוגרפי וברקודינג**

חוקרים אחראים : אלווארו ישראל, בוקי רינקביץ, הדס לובינסקי, משה תום  
צוות חוקרים : איסק גרטמן, אייל גרנגרס, גיא פז, יעקב דואק

אנליזת נתונים ביוטיים לאורך זמן ובכל רגע נתון, תלויה בפיתוחו של מאגר מידע שיכלול את נתוני הניטור הלאומי הרב שנתיים בצד דיגומים אחרים שבוצעו לאורך השנים לאורך החוף הישראלי של הים התיכון, מונגשים בפורמט שיאפשר אנליזה אחודה שלהם. מאגר כזה יאפשר יצירת **מטריצות מינים  $X$  דגימות** סלקטיביים בכל חיתוך של זמן, מקום וקבוצות מינים שנרצה בהם כל זאת בהקשר לאנליזות שתוארו למעלה. מאגר כזה, עדיין חלקי קיים כבר בחיא"ל ואנו פועלים להנגשתו לציבור ולהשלמת שילוב כל המידע הביו-גאוגרפי הקיים בתוכו.

#### **בירקוד (Barcoding)**

מאז שנת 2011 עוסקת חיא"ל בהקמה ובפיתוח של התשתית לקוד-הקווים של DNA (molecular barcoding) של המגוון הימי בישראל כחלק מפרויקט הברקודינג העולמי. עד כה נערך המחקר על למעלה מ-550 פרטים. המטרה העיקרית של הפעילות הנוכחית היא להקים ולפתח את המרכז התשתיתי המדעי הישראלי לקוד-הקווים המולקולרי של המגוון הימי בישראל, לאור השנויים הנצפים במדעי הימים בארץ בעידן של שינויים גלובליים ופיתוח סביבתי מואץ. ברור לנו שהפעילות הנוכחית מהווה רק נקודת הפתיחה למחקר ארוך שנים שבו יבוסס הבירקוד הימי הישראלי. הקמת המרכז התשתיתי נעזרת בשני האוספים הלאומיים הביולוגיים המצויים באוניברסיטת תל-אביב והאוניברסיטה העברית (בהם מאוכסנות החיות עליהן נעשה המחקר) ועל תשתית ISRAMAR (מרכז המידע הימי הלאומי שבמכון לחקר ימים בחיפה), שבו מאוכסנות, מוצגות ומופצות תוצאות המחקר. מטרה נוספת וחשובה של המחקר היא להביא את מדינת ישראל כחברה שוות ערך במרכז העולמי לקוד-הקווים המולקולרי הימי.

**תיוג ביולוגי**, או **DNA-barcoding**, פועל באופן דומה למתקני הסריקה המשמשים בחנויות המזון ובבתי הכל-בו למיניהם. מכשירים אלו מאפשרים להבחין בין המוצרים השונים על פי רצף של פסים שחורים היוצרים קוד אוניברסלי-UPC- Universal Product Code ייחודי לכל מוצר. טכנולוגיה זו, אשר נמצאת בשימוש בעשרות השנים האחרונות אומצה ע"י הקהילה המדעית הביולוגית לשם **תיוג ביולוגי** רק לאחר שנת 2003 כשחוקרים מאוניברסיטת Guelph שבקנדה הציגו בפני הקהילה המדעית את הנגשת השיטה לאפיון, זהו ותיוג כל מיני היצורים השונים (בעלי חיים, צמחים, פטריות, חיידקים ועוד). רצפי הדנ"א שהוכנסו לשימוש כמאפייני מין הם בעיקר: תת יחידה 1 של האנזים המיתוכונדריאלי ציטוכרום אוקסידז (COI) ורצפים ממקטעים שונים של רנ"א ריבוזומלי (מוסבים לרצפי דנ"א).

ההערכות לגבי המגוון הביולוגי מציגות שמספר המינים באוקיינוסים ובימים בעולם, המייצגים 31 קבוצות של אורגניזמים רב תאיים, עולה על מספר מיליונים. חיזוי העושר והמגוון של בעלי החיים/הצמחים הימיים בעולם הינו קשה ביותר וממדיו המדויקים של המגוון הביולוגי הזה לא יודעו כנראה לעולם בשל המורכבות הרבה ושיעור ההכחדה הגבוה. בנוסף, הכחדת מינים מחד, והעברת מינים לבתי גדול חדשים מאידך, נעשים בקצב מהיר יותר מאשר גילויים, מצב המחזק את הצורך בתיעוד מהיר ויעיל של המגוון הביולוגי. בעוד שקיימת הסכמה כללית שהכלים הטקסונומיים הקלסיים מאפשרים להגדיר שבריר מכלל המינים הקיימים, מינים שאינם מוכרים, תת-מינים וקבוצות טקסונומיות נוספות מקשים על החוקרים לנטר את מגוון היצורים הרב תאיים הימיים, קל וחומר את מגוון היצורים החד-תאיים.

מצג עגום זה מציין גם את האזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון. אזור זה נתון כבר למעלה ממאה וחמישים שנים תחת איומי פלישה ביולוגית. למעלה מ-550 מינים זרים של דגים, חסרי חוליות, ואצות כבר הוגדרו בעזרת הטקסונומיה הקלאסית כמינים פולשים ברוב בתי הגידול לחופי הים התיכון. לצערנו, קיים מידע מועט על השפעתם האקולוגית של מינים אלו על הצמחיה והחי בים התיכון (מלבד מינים בודדים), אם כי ההשערה הרווחת היא כי מינים זרים, עשויים לגרום לשינויים גדולים למגוון הביולוגי. מספרם של המינים הפולשים גדל משמעותית וקיים חשש ששמי' רב של מינים פולשים נוספים לא הוגדרו עדיין. סביר להניח שהשפעת פעילות האדם יחד עם ההשפעות בעקבות שינויים אקלימיים רק יגבירו את קצב הפלישה ובתי גידול וסביבות ימיות המצויים בשלבי הרס מתקדמים יהיו פגיעים עוד יותר למינים הפולשים. בנוסף, הפעילות לאורך חופי ישראל (בים הרדוד והעמוק כאחד), הקמת המתקנים לגילוי והפקת נפט וגז, כולל תפעול תשתיות הנפט והגז, מאיצים שינויים אלו וגורמים לפגיעות נקודתיות עד רחבות בסביבה הטבעית, ללא מעקב מעמיק.

בנוסף, רשימת מאסף מלאה של מינים ימיים ומימיים המייצגת את המגוון הביולוגי הישראלי תשמש ככלי למגוון תחומים רב: לאיתור חומרי-טבע חדשים, כמו גם כבסיס של ידע לתובנה של תהליכים סביבתיים, להבנת פעילותם של מיני מפתח, למעקב אחר שינויים במגוון המינים, לאתגרים רפואיים והנדסיים ועוד. שיפור של יכולת הזיהוי הטקסונומי, הינו רק חלק מההתרומה הפוטנציאלית של תיוג הדנ"א למדע הישראלי והעולמי, לחברה ולכלכלה. יתר על כן, מאגר מידע כזה והשיטות התומכות בו יאפשרו לחוקרים הישראלים לפתח שיטות הגדרת מינים מהירה וישפרו את היכולת לנטר, להגדיר ולנהל את המגוון הביולוגי בישראל עם יתרונות כלכליים וניהול יעיל יותר של חופי ישראל. מאגר שכזה עשוי אף לאפשר מציאת הווקטור של מחלות בבתי גידול ימיים וכן מחלות של האורגניזמים עצמם.

### **מטאברקודינג (Metabarcoding)**

זהו השלב בו משתמשים ברצפים שזוהו בשלב הבירקוד לשם זיהוי הרכב המינים בדגימה סביבתית, בדומה לנעשה כיום בעזרת טקסונומיה מורפולוגית. מערכת המטאברקודינג מוכנסת כעת לשימוש בחי"ל.

להערכתנו תוכנס השיטה לעבודה ב- 2017 אבל כל דגימות חי תוך המצע שיאספו בשנה זו ישומרו כך שיתאימו לעיבוד בצנרת המטאברקודינג. הבחירה בדגימות חי תוך מצע כדיגומי מטרה למטאברקודינג נעשתה כי הם מורכבות ממינים קטנים מאוד הדורשים ברובם מומחיות להגדרתם. בנוסף יאפשר השימוש בשיטה את הרחבת ספקטרום המינים הנדגמים גם למינים קטנים מאוד של מיאופאונה (בעיקר נמטודה) שלא נדגמו עד היום ויש להם חשיבות בהקשר של ניטור סביבתי ימי.

שלבי עיבוד הדגימות הם: (1) מיצוי הדנ"א הכללי מתוך כל דגימה. (2) הגברה של הרצפים מזהיי המין. (3) משלוח הדנ"א המוגבר לקביעת רצף מסיבית. (4) הגדרה כמותית של המינים המופיעים בדגימה עפ"י מגוון הרצפים שמתקבל. מינים שזוהו לגביהם רצף ייחודי שאינו מופיע עדיין במאגרי הברקוד הציבוריים יוגדרו בשלב ראשון כיחידה טקסונומית (Operational Taxonomic Unit, OTU1, OTU2 etc.) ויעשה מאמץ לקשר אותם למין ידוע בעזרת הגדרה טקסונומית רגילה ובירקוד.

ספרות:

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

Crise, A., Kaberi, H., Ruiz, J. et al. 2015. A MSFD complementary approach for the assessment of pressures, knowledge and data gaps in Southern European Seas: The PERSEUS experience. Mar. Pollut. Bull. Posted online. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.03.024>.

DIRECTIVE 2008/56/EC of the European parliament and of the council of 17 June 2008 - establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive).

Lubinevsky, H., Hyams-Kaphazan, O., AlmogiLabin, A., Silverman, Harlavan, Y., Crouvi, O., Herut, B., Kanari, M., Tom, M. (2017). Deep-sea soft bottom infaunal communities of the Levantine Basin (SE Mediterranean) and their shaping factors. Marine Biology, 164: 36. DOI: 10.1007/s00227-016-3061-1.

תום מ., כנרי מ. ושות' 2015. איסוף וניתוח מידע סביבתי קיים, מיפוי בתי גידול והצעה למדדים לפגיעות אקולוגיות בהקשר לפעילות הנדסית של חיפוש והפקת נפט וגז טבעי במרחב הימי של ישראל בים התיכון. דוח חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) H20/2015 ודוח המכון הגיאולוגי לישראל GSI/11/2015. עמודים 103.

[http://energy.gov.il/Subjects/OilSearch/Documents/SEA/IOLR\\_report\\_EEZ\\_territorial\\_Part\\_C\\_190715.pdf](http://energy.gov.il/Subjects/OilSearch/Documents/SEA/IOLR_report_EEZ_territorial_Part_C_190715.pdf)

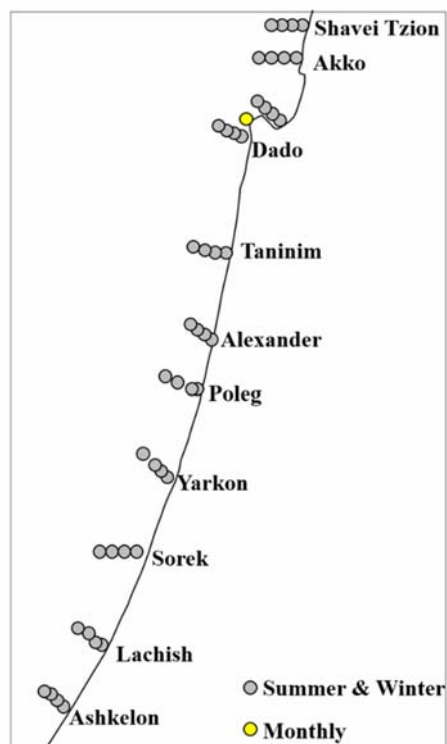
### 3.III עמודת המים

#### מדף היבשת

מי החוף של ישראל חשופים דרך קבע ללחצים תעשייתיים שונים (כגון מתקני התפלה, טיוב בארות וכד'), דייג, תיירות, הזרמות שפכים וכיו"ב- פעילויות שעלולות להשפיע על מגוון וכמות החיידקים, האצות ובע"ח הדרים במים אלה (בין אם באופן חיובי או שלילי). חיא"ל מנטרת את מי החוף בשנים האחרונות מול מוצאי הנחלים, מרינות, מפרץ חיפה, ואזורים אחרים בעלי עניין במסגרת פרויקטים שונים. אולם, תדירות הניטורים והיקפם אינם עונים לפי שעה על הצרכים העתידיים של מדינת ישראל. למשל, לא ברורה השפעת העונתיות על מיני מיקרו-אצות, חיידקים ובעיקר צרכנים שניוניים לאורך החוף, לא ידוע הרכב ומגוון המינים של אותן קבוצות אורגניזמים, ועוד.

**מטרה** - לבחון את מגוון וכמות הפלנקטון (פיטו וזואו) וחיידקים הטרוטרופים וקצב הטמעת פחמן לאורך החוף הישראלי.

מוצעת בזאת תוכנית חדשה לניטור מי החוף של ישראל. התוכנית תתרכז במיני אצות, חיידקים וצרכנים שניוניים (ושלישוניים) ותכלול שימוש בכלים טקסונומים, מולקולרים, שיטות רדיואיזוטופיות, וזאת בנוסף למדידות פיזיקאליות וכימיות (נוטריאנטים אנאורגנים ואורגנים, טמפרטורה, מליחות, חמצן מומס, פלורוסנציה, אלקליניות ו-pH). התוכנית המוצעת מתבססת על תחנות דיגום המנוטרות אחת לשנה במהלך הקיץ (עוד משנת 2002) עם תוספת של תחנות בצפון שאינן מנוטרות לפי שעה, וכן דיגום חורף. כמו כן, ימשיך מעקב ברזולוציה חודשית במי חוף שיקמונה. מעקב אחר פרמטרים אלה מאפשר הבנה עמוקה של הסביבה הימית ובמיוחד השפעת עומסי נוטריאנטים ומזהמים אנטרופוגנים אחרים על אוכלוסיות הנמצאות בבסיס מארג המזון, זאת מאחר והמערכת מגיבה במקרים רבים בהגברת קצבי המחזור והשינוי פחות ניכר בריכוזי הנוטריאנטים או הביומסה. כמו כן, קיים חסר במידע על הרכב החיידקים, הפיקופלנקטון והזואופלנקטון. שינויים רב-שנתיים במדדים אלה עלולים להוביל לשינויים אקולוגיים הקשורים למעלה מארג המזון. התוכנית המוצעת תגדיל את הידע המחייב ניטור הן בזמן והן במרחב ותיתן מענה לדסקריפטורים הסביבתיים הרלוונטיים בדירקטיבת MSFD של הקהיליה האירופית.



**איור** - תחנות המדידה המוצעות לאורך החוף הישראלי. מי השטח (0.5 מטר) יידגמו אל מול שפכי נחלים ובמפרץ חיפה כפי שקיים משנת 2002 (אשקלון-דדו), וכן בשני חתכים נוספים בצפון הארץ (עכו ושבי ציון) כפעמיים בשנה (אפור). כמו כן, מוצעת יימשך דיגום חודשי בחוף שיקמונה (צהוב).

**טבלה** - תיאור המדידות המתוכננות ושיטת האנליזה. הדוגמאות יילקחו בפני השטח משתי תחנות מול החוף, בעומק קרקעית 7 מ' ו-30 מ' (קיץ וחורף) וכן מפני השטח של תחנה חופית רדודה (על בסיס חודשי).

פרמטר נמדד	שיטת מדידה	תחנות דיגום	הערות	בבליוגרפיה
------------	------------	-------------	-------	------------

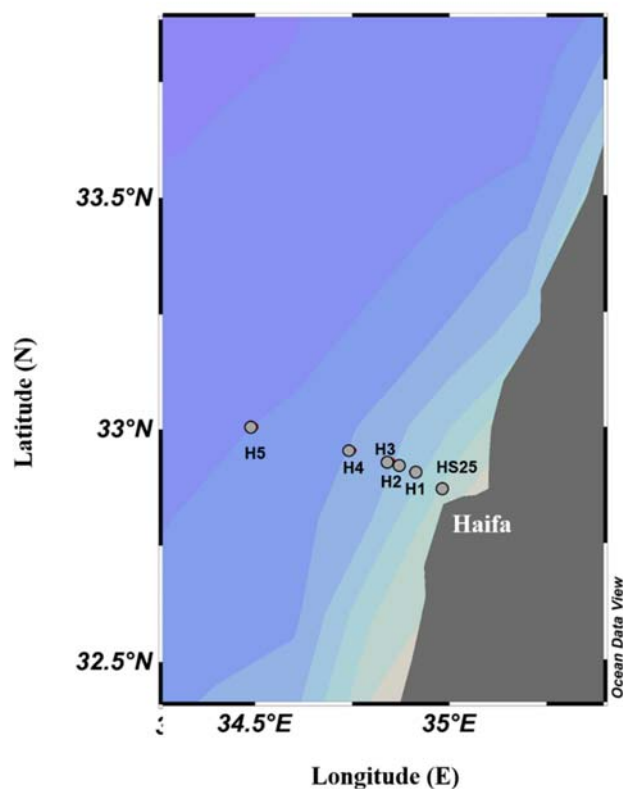
Gordon et al., 2006	אפיון עד רמת המין באם ניתן	חתך אשקלון, חתך דדו, מפרץ חיפה	מיקרוסקופיה	מגוון וכמות אצות וחיידקים אוטורופים
Vaulot and Marie, 1999	ציאנובקטריות ואצות עד 40 מיקרון	כל התחנות	Flow-cytometry	
Yacobi et al., 1996		כל התחנות	HPLC	
Zhu et al., 2005	חוף שיקמונה- אחת לעונה (ולא על בסיס חודשי) הרצפים יופקדו ב- gene bank	חתך אשקלון, חתך דדו, מפרץ חיפה, שיקמונה	18S rRNA	
Kress et al., 2014		כל התחנות	Spectrofluorometry	
Velásquez and Bolaños, 2008 King County. 2015.	גרירת רשת זואופלנקטון (60 ו- 200 מיקרון) אפיון עד רמת המשפחה באם לא ניתן מין	חתך אשקלון, חתך דדו, מפרץ חיפה, שיקמונה	מיקרוסקופיה	מגוון, ביומסה, וכמות זואופלנקטון, פרוטוזואות וצרכנים שניוניים
Guindulain-Rifà et al., 2002	עבור פרוטוזואות דרוש כיוול	כל התחנות	Flow-cytometry	
Flynn et al., 2015	חוף שיקמונה- אחת לעונה (ולא על בסיס חודשי) הרצפים יופקדו ב- gene bank	חתך אשקלון, חתך דדו, מפרץ חיפה, שיקמונה	18S rRNA	
Raveh et al., 2015		כל התחנות	Flow-cytometry	
DeSantis et al., 2006	חוף שיקמונה- אחת לעונה (ולא על בסיס חודשי) הרצפים יופקדו ב- gene bank	חתך אשקלון, חתך דדו, מפרץ חיפה, שיקמונה	16S rRNA	מגוון וכמות חיידקים הטורופים
Steemann Nielsen, 1952	ימתי	כל התחנות	רדיואיזוטופים	
Smith et al., 1992	ימתי	כל התחנות	רדיואיזוטופים	יצרנות חיידקית
Kress and Herut, 2001	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , Si(OH) <sub>4</sub>	כל התחנות	Segmented flow System	נוטריאנטים אנאורגניים
Engel and Passow, 2001	POC, PON, POP DOC, DON, DOP	כל התחנות	CHN analyzer	נוטריאנטים אורגניים
Kress et al., 2014		כל התחנות כולל תחנות ביניים	YSI or equivalent	CTD, DO, Fluorescence, alkalinity, pH

ים עמוק – חתך חיפה

מתכונת ההפלגות בים העמוק ("הפלגות חתך") נעשית על ידי חיאה"ל החל משנת 2002. מוצע בזאת להרחיב את מגוון הפרמטרים שידגמו במהלך ההפלגות כך שיתאימו בצורה מיטבית יותר לצרכים העתידיים של מדינת ישראל ותתייחס לדסקריפטורים הרלוונטיים של דירקטיבת ה MSFD של הקהילייה האירופית.

מטרה- אפיון מגוון וכמות הפלנקטון (פיטו וזואו) וחיידקים הטרוטרופים וקצב הטמעת פחמן במסות המים השונות במים הכלכליים הבלעדיים של ישראל.

תוכנית הדיגום בים העמוק תכלול כ 6 תחנות, החל מהמים החופיים (עומק קרקעית 25 מ'), דרך מדף היבשת ועד לים הפתוח. בכל תחנה יידגמו פני השטח, 1-2 עמקים בשכבה המוארת (פוטית), וכן בכל מסות המים שמתחת. בכל עומק ילקחו מדידות פיזיקאליות וכימיות (נוטריאנטים אנאורגנים ואורגנים, טמפרטורה מליחות, חמצן מומס, פלורוסנציה, אור), ספירות חיידקים, מגוון מיני חיידקים (16S rRNA) ומדידת פעילות חיידקית. נוסף לכך, בעומקים הפוטים יעשה אפיון של האצות והחיידקים האוטוטרופים (ספירות, גרירת רשת מוקנס, פגמנטים) ואפיונם המולקולרי (18S rRNA).



**איור - תחנות הפלגות החתך.** בכל תחנה יידגם פרופיל המים המלא (פני שטח ועד קרקעית), עד 12 עומקים בכל תחנה. הדיגומים יערכו במהלך החורף (ינואר-פברואר) וסוף הקיץ (אוגוסט-ספטמבר).

**טבלה -**

פרמטר נמדד	שיטת מדידה	תחנות דיגום	עמקי דיגום	הערות	ביבליוגרפיה
------------	------------	-------------	------------	-------	-------------

Vaulot and Marie, 1999	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, SM, DCM	כל התחנות	Flow-cytometry	מגוון וכמות אצות וחיידקים אוטוטרופים
Yacobi et al., 1996	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, DCM	כל התחנות	HPLC	
Zhu et al., 2005	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, DCM	כל התחנות	18S rRNA	
Kress et al., 2014	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, SM, DCM	כל התחנות	ריכוז כלורופיל	
Velásquez and Bolaños, 2008	גרירת רשת מוקנס אפיון עד רמת המשפחה/סוג	פ"ש, SM, DCM	כל התחנות	מיקרוסקופיה	זואופלנקטון, פרוטוזואות ויצרניים שניוניים (מגוון, כמות וביומסה)
Guindulain-Rifà et al., 2002	תלוי כיוול	פ"ש, SM, DCM	כל התחנות	Flow-cytometry	
Flynn et al., 2015	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, DCM	כל התחנות	18S rRNA	
DeSantis et al., 2006	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, DCM, LIW Bottom	כל התחנות	16S rRNA	
Raveh et al., 2015	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	כל העמקים (12 מקס')	כל התחנות	Flow-cytometry	מגוון וכמות חיידקים הטרוטרופים
Steemann Nielsen, 1952	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	פ"ש, SM, DCM	כל התחנות	רדיואיזוטופים	
Smith et al., 1992	במידה ועמודת המים מעורבלת יידגמו 2 עומקים במרחקים שווים בשכבה הפוטית	כל העמקים (12 מקס')	כל התחנות	רדיואיזוטופים	יצרנות חיידיקית
Kress and Herut, 2001	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , PO <sub>4</sub> , Si(OH) <sub>4</sub>		כל התחנות		נוטריאנטים אנאורגנים
Engel and Passow, 2001	POC, PON, POP DOC, DON, DOP	פ"ש, DCM, LIW Bottom	כל התחנות		נוטריאנטים אורגנים
Silverman et al., XX		כל העמקים (12 מקס')	כל התחנות	טיטרציה	Alkalinity, pH
Kress et al., 2014		כל העמקים (12 מקס')	כל התחנות	YSI or equivalent	CTD, DO, Fluorescence, light (PAR)

- DeSantis, T. Z., Hugenholtz, P., and Larsen, N. (2006). Greengenes, a chimera-checked 16S rRNA gene database and workbench compatible with ARB. *Applied and environmental microbiology* 72, 5069–5072.
- Engel, a., and Passow, U. (2001). Carbon and nitrogen content of transparent exopolymer particles (TEP) in relation to their Alcian Blue adsorption. *Marine Ecology Progress Series* 219, 1–10. doi:10.3354/meps219001.
- Flynn, J. M., Brown, E. A., Chain, F. J., MacIsaac, H. J., & Cristescu, M. E. (2015). Toward accurate molecular identification of species in complex environmental samples: testing the performance of sequence filtering and clustering methods. *Ecology and evolution*, 5(11), 2252–2266. doi:10.1002/ece3.1497.
- Gordon, N., Neori, A., Shpigel, M., Lee, J., and Harpaz, S. (2006). Effect of diatom diets on growth and survival of the abalone *Haliotis discus hannai* postlarvae. *Aquaculture* 252, 225–233. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.06.034.
- Guindulain Rifà, T., Latatu, A., Ayo, B., Iriberry, J., Comas-Riu, J., and Vives-Rego, J. (2002). Flow cytometric detection and quantification of heterotrophic nanoflagellates in enriched seawater and cultures. *Systematic and applied microbiology* 25, 100–108.
- King County. 2015. Marine Zooplankton Monitoring Program Sampling and Analysis Plan. Prepared by Amelia Kolb, King County Water and Land Resources Division. Seattle, Washington.
- Kress, N., Gertman, I., and Herut, B. (2014). Temporal evolution of physical and chemical characteristics of the water column in the easternmost Levantine Basin (Eastern Mediterranean Sea) from 2002 to 2010. *Journal of Marine Systems* 135, 6–13.
- Kress, N., and Herut, B. (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 N: P ratios. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 48, 2347–2372.
- Raveh, O., David, N., Rilov, G., and Rahav, E. (2015). The temporal dynamics of coastal phytoplankton and bacterioplankton in the Eastern Mediterranean Sea. *Plos One* 10, e0140690. doi:10.1371/journal.pone.0140690.
- Smith, D. C., Smith, D. C., Azam, F., and Azam, F. (1992). A simple, economical method for measuring bacterial protein synthesis rates in seawater using (super) 3H-leucine. *Marine microbial food web* 6, 107–114.
- Steemann-Nielsen, E. (1952). On the determination of the activity for measuring primary production. *J Cons Int Explor Mer* 18, 117–140.
- Vaulot, D., and Marie, D. (1999). Diel variability of photosynthetic picoplankton in the equatorial Pacific. *Applied and environmental microbiology* 104, 3297–3310.
- Velásquez X., Bolaños D.M. (2008). Biología Reproductiva y Desarrollo Embrionario de algunas especies de policládidos (Platyhelminthes: Rhabditophora) asociados al litoral rocoso de Inca-Inca (Bahía de Gaira), Caribe colombiano. 125-127p. En: INVEMAR. 2008. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 380 pág. ISSN 1692-5025.
- Yacobi, Y. Z., Pollinger, U., Gonen, Y., Gerhardt, V., and Sukenik, A. (1996). HPLC analysis of phytoplankton pigments from Lake Kinneret with special reference to the bloom-forming dinoflagellate *Peridinium gatunense* (Dinophyceae) and chlorophyll degradation products. *Journal of Plankton Research* 18, 1781–1796. doi:10.1093/plankt/18.10.1781.
- Zhu, F., Massana, R., Not, F., Marie, D., and Vaulot, D. (2005). Mapping of picoeucaryotes in marine ecosystems with quantitative PCR of the 18S rRNA gene. *FEMS microbiology ecology* 52, 79–92. doi:10.1016/j.femsec.2004.10.006.



### תקציב פרק III

(חוקרים ללא עלות)

#### סעיף III.1 מצעים קשים

362,500	145,000	2.5	עוזרי מחקר
24,000	2,000	12	ימי הפלגה רדוד (דיגום מצעים קשים/רכסים)
15,400	700	22	ימי צלילה (4 ימים לעונה 2/3 צוללים)
10,000	500	20	ימי שדה (רכב שטח)
219,000	73,000	3	ימי הפלגה רכסים עמוקים + ROV
100,000	1,000	100	אנליזות מולקולריות
730,000			סה"כ

#### סעיף III.2 מצעים רכים

290,000	145,000	2	עוזרי מחקר
90,000	15000	6	ימי הפלגה מכמורתן+ צוות נלווה
			ימי הפלגה בת גלים
			חי תוך המצע - יחד עם הכימיה
172,000	43,000	4	חי על המצע (רשתות)
120,000	400	300	אנליזות ביולוגיות ומולקולריות/אזילים
672,000			סה"כ

#### סעיף III.3 עמודות המים

72,500	145,000	0.5	עוזרי מחקר
45,000	300	150	בדיקות ייצרנות ו- FACS/אזילי ם
300,000~		1	קניית רשת מוקנס - חד פעמי
117,500			סה"כ שוטף

סה"כ פרק זה שוטף - 1,519,500 ₪

## פרק IV - שלמות קרקעית הים (ניטור סדימנטולוגי)

שלמות קרקעית הים	שלמות קרקעית הים נמצאת ברמה שמבטיחה שהמבנה והתפקוד של המערכת האקולוגית נשמרים ואין השפעה ניכרת על בתי הגידול, בדגש על הבנתוס.	ג. ניטור מאזן הסדימנטים, כולל הסעה וסדימנטציה, וקצבי בליה.  ד. השפעות של תשתיות ימיות על שלמות הקרקעית בקנה מידה רחב	מפות בתימטריות הפרשיות – ארוזיה/סדימנטציה, מיפוי הפרעות פיזיות, שינויים בהתפלגות גודל גרגר
------------------	---	--	--

### מבוא

תוואי קרקעית הים באזור הרדוד לאורך רוב חופי הים התיכון בישראל שייכים לתא הליטורלי של הנילוס. חול קוורצי מוסע מהדלתא (הנסוגה) של הנילוס על ידי הגלים וזרמים עד לאזור מפרץ חיפה. תוואי הקרקעית מושפע מגורמים טבעיים כגון עוצמת וכיוון הגלים והזרמים (Goldsmith and Golik, 1980). גם חול שמקורו בארוזיה של המצוק החופי מגיע בכמויות משמעותיות אל מדף היבשת ומצטרף אל החול הנילוטי מהדלתא בנסיעתו צפונה (Carmel et al., 1984; Katz and Mushkin, 2013); הערכות חדשות מניחות שכ 50% מהחול המוסע צפונה על מדף היבשת הרדוד מקורו בבלייה של המצוק החופי (Mushkin et al., 2016). סדימנט דק גרגר (סילט וחרסית) מגיע לאזורנו הן מאזור הדלתא (אם כי הרבה פחות מאשר לפני סכירת הנילוס) והן משפכי נחלים לאורך החוף (Stanley et al., 1998; Sandler and Herut, 2000; Goldsmith et al., 2001).

אספקת סדימנט לקרקעית וגריעתו מושפעות גם וממעשי ידי אדם כמו למשל חפירות ומבנים ימיים, בעיקר שוברי גלים וסוללות הגנה של מרינות ונמלים (Frihy and Lotfy, 1997) ובטווח הרחב ולאורך זמן גם מסכירתו של הנילוס, בעיקר ע"י סכר אסואן הגדול בשנות השבעים של המאה הקודמת שהפסיק כמעט לחלוטין את ההסעה של סדימנטים עם נהר הנילוס אל הים התיכון (גוליק, 2000; אלמוגי-לבין ושותפים, 2009; 2012).

להשפעות השונות על תוואי הקרקעית בסמיכות לחוף טווחי זמן אופייניים. אלו נעים משעות עד ימים במקרה של זרמים חזקים, וסערות (Ulses et al., 2008), ועד להשפעות ארוכות טווח של עשרות שנים כמו השינוי של מאזן החול והסילט בדלתא של הנילוס עקב סכירתו (אלמוגי-לבין ושותפים, 2009). בטווחי הביניים של חודשים עד שנים מצויה ההשפעה של מבנים חודרים לים שביכולתם לעצור תנועת סדימנטים במעלה הזרם, על פי רוב מדרום להם (Frihy and Lotfy, 1997; Zviely et al., 2007) או במקרי קיצון להטות חולות לעומק- מעבר לאזור משבר הגלים וכך לנתקם, לפחות חלקית, ממנגנון ההסעה שלהם צפונה. גורמים אילו מווסתים את מאזן החולות שהוא יחס ההיערמות וההסרה של חול עם הזמן. עם זאת, לפי שעה איננו מכירים טוב מספיק את הדינמיקה של תנועת החול וסדימנטים, למשל כתוצאה מסערת חורף משמעותית (Golik et al., 1997), ואת ההשפעה רחוקת הטווח של הפרעות משמעותיות כגון שוברי גלים של נמלים (Bowman et al., 1998) על אזורים ספציפיים שבמורד הזרם ועל כלל התנועה צפונה של החולות לאורך התא הליטורלי של הנילוס.

ליחס ההיערמות וההסרה של חול ישנה גם חשיבות אקולוגית שכן ישנם הבדלים גדולים בין המצע החולי הרך למצע הקשה, המורכב בעיקרו מרכסי כורכר שקועים, בעושר המינים ובביומסה, (תום וכנרי, 2015). המשמעות של ירידה באספקת חול צפויה להיות עלייה ביחסי השטחים של מצע הקשה ביחס למצע הרך ולהפך. יתר על כן, הספקה ומיון של סדימנטים משפיעים גם על גודלי הגרגר, נקבוביות ועוד. שינויים בהרכב גודלי הגרגר ובמרכיבים נוספים בתוך המצע הרך צפויים להשפיע על חברת הבנתוס (Avnaim-Katav et al., 2015). שינויים בבתימטריה של הקרקעית ובהרכב הסדימנט מתרחשים בטווחי זמן קצרים יחסית (שנים) רק בסמיכות לחוף ובמים רדודים יחסית. בדיקות סדימנטולוגיות בעומקי ביניים של כ 40 מ' שנעשו לאורך החוף הישראלי הראו ששינויים משמעותיים חלו בהרכב הקרקעית משנות השישים (אלמוגי-לבין ושותפים 2009; 2012; איור 1). מסקנות מחקר זה היו שגריעה באספקת סילט וחרסיות מהנילוס למערכת הסדימנטרית של מדף היבשת הישראלי מביאה לשינוי דרמטי (למשל עליה חדה ב-1% החול), שאנחנו בעיצומו ושהמערכת הסדימנטרית טרם התייצבה. טווח העומקים בהם מורגשת גריעה זו עדיין אינו ידוע. סקרים גיאופיזיים חדשים מראים עדויות לכך שקיימת דינמיקה קצרת מועד במבנה הקרקעית גם בעומקים שבין 80 ל 130 שמקורה בזרמי סילון תת-ימיים (Schattner et al., 2015). גם לדינמיקה כזו יכולות להיות השפעות על אורגניזמים שונים דרך למשל, חשיפה וכיסוי של מצעים קשים או העדפה למצע עם גדלי גרגר שונים.

למרות שעל פני האזור הרדוד ( $>20$  מ') של המדף חולפים עשרות עד מאות אלפי קוב של חול מדי שנה (Zviely et al., 2007) ושבחלק זה של המדף ישנם שינויים תכופים בבתימטריה המקומית (במיוחד עקב סערות), קצבי הסדימנטציה הממוצעים באזורים אלו הם אטיים יחסית. תיארוך  $^{14}\text{C}$  ו OSL שנעשה בגלעינים ברצועה חולית בעומק שבין 10 ל 20 מ' באזור קיסריה מראים קצב סדימנטציה ממוצע ב 1300 השנים האחרונות של פחות מ 0.3 מ"מ בשנה (Goodman-Tchernov et al., 2009). קצב זה קטן בסדר גודל מזה שדווח על בסיס תיארוך ב  $^{210}\text{Pb}$  בגלעינים מעומק 40 מ' על ידי אלמוגי-לבין ושותפים (2009), היכן שפרקציית החול קטנה יותר (איור 2).

כדי לאסוף ידע משמעותי על הדינמיקה, והשינויים בהיערמות וההסרה של סדימנט ובהרכבה של הקרקעית לאורך חופי הארץ דרוש מעקב לאורך זמן (ניטור) במטרה לזהות מגמות ולייצג תמונת מצב כוללת. בנוסף לתהליכים המושפעים מהקרבה לחוף יש לדעתנו צורך לעקוב גם אחר הדינמיקה של תהליכים סדימנטריים שמעבר לאזורי השפעת הגלים, עד לקצה מדרון היבשת. דבר זה יאפשר לזהות שינויים קצרי מועד (בטווח של שנים ספורות) גם באזורים אלו ויתן כלים להערכת השלכותיהם על הסביבה ועל הגורמים לשינויים כאלו.

לשם כך, מוצע לבדוק באופן חוזר את מבנה הקרקע באמצעים גיאופיזיים (מולטיבים) ואת הרכבה באמצעים סדימנטולוגיים (איסוף ואנליזה של גלעינים קצרים) באזורי הניטור.

באמצעים הגיאופיזיים נשתמש לבדוק שינויים בבתימטריה ובשטחם (שטח חשיפה) של סוגי המצע השונים (מצע סלעי ומצע רך) בין הסקרים. סדימנטולוגית ייבדקו גורמים שהם אינדיקטיביים לאפיון הקרקעית בהקשר למקורות החומר (הרכב כימי ואיזוטופים יציבים), לתהליכי הובלה ולתנאים אביוטיים (התפלגות גודל גרגר, נקבוביות, וריכוזי קלציום-קרבונט) המוכרים כבעלי השפעה או שהם מושפעים מן החי בסדימנט (Wieser, 1959; Avnaim-Katav et al., 2015).

בספינת המחקר בת-גלים מורכב ציוד גיאופיזי חדש ובאיכות מעולה למיפוי הקרקעית וחישת תת הקרקע ומערכת למדידת התפלגות הזרמים (ADCP). אנו מציעים לעשות שימוש באמצעים הטכנולוגיים בשילוב עם איסוף גלעינים קצרים לאנליזות סדימנטולוגיות, כדי לנטר באופן מחזורי מקטעים משמעותיים לאורך מדף היבשת הישראלי.

## פעילות הניטור

בתכנית הניטור המוצעת יערך סקר מולטיביים שנתי לאורך 8 רצועות דיגום (חתכים) בניצב לחוף מ 10 ועד 40 מטר עומק. חתכים אלו יבוצעו מדי שנה כשברוטציה יוארכו שניים מהם עד לעומק 100 מטר כך שכל רצועה תיסקר לכל אורכה (מעומק 10 עד לעומק 100 מטר) אחת לארבע שנים (איור 3). בנוסף לסקר הגיאופיסי, בחתכים הארוכים (שניים מדי שנה) ינוטרו גם פרמטרים סדימנטולוגיים (גודל גרגר, נקבוביות, ריכוזי יסודות, קלציום קרבונט ו  $\delta^{13}C$ ) בגלעיני סדימנט קצרים שיילקחו בעומקים 10, 20, 30, 40, 60, 90 מטר בצלילה ובמחפר קופסא (איור 4). החתכים המוצגים באיור 3, נבחרו כדי לאפשר מעקב אחרי גריעה או היעדרמות סדימנט מדרום לצפון לאורך החלק הישראלי של התא הליטורלי הנילוטי עם התייחסות למבנים ימיים משמעותיים היכולים להשפיע על הסעת החול (מרינות, נמלים). לפיכך נבחרו מיקומי החתכים מדרום ומצפון לאזורים בהם יש מבנים ימיים משמעותיים כגון אלה. בחינה של השינויים באופי הסדימנטולוגי לאורך זמן מדרום לצפון תוכל לזהות שינויים בהרכב הקרקעית ולתת גם הערכות להשפעת המבנים הימיים על גדלי הגרגר ולהשפעות רחוקות על פיזור הסדימנט (ובעיקר החול בעומקי מים של עד 40 מ'). הבחירה להעמיק לסירוגין את החתך מטרתה לאפשר מעקב אחרי תהליכים דינאמיים בקרקעית בחלק המדף שעומקו עד 100 מטר, שטוחי הזמן שלהם עשויים להיות ארוכים יותר מאשר ברצועת החול הרדודה יותר (Almogi-Labin et al., 2012; Schattner et al., 2015). החתכים המוצעים משלבים עבודה מהירה יחסית וכיסוי שטח נרחב: רוחב הסריקה של המולטיביים תלוי ישירות בעומק המים: ככל שמעמיקים כך גדל רוחב הסריקה. החתכים תוכננו כך שבסריקה בודדת (שנמשכת זמן הפלגה קצר יחסית) יסרק כל טווח החתך מעומק 10 מטר עד עומק 40 מטר (או עד 100 מטר אחת ל-4 שנים) ללא צורך לחזור אחורה או לבצע חזרות נוספות. בצורה זו ניתן לסרוק את כל החתכים הדרושים לאורך כל רצועת החוף בזמן קצר יחסית ובעלות נמוכה יחסית. רוחב פס הסריקה ינוע מכ-40 מ' (בעומק מים 10 מ') עד כ-150 מ' (בעומק מים 40 מ').

### החתכים המוצעים מדרום לצפון (המחשה באיור 3).

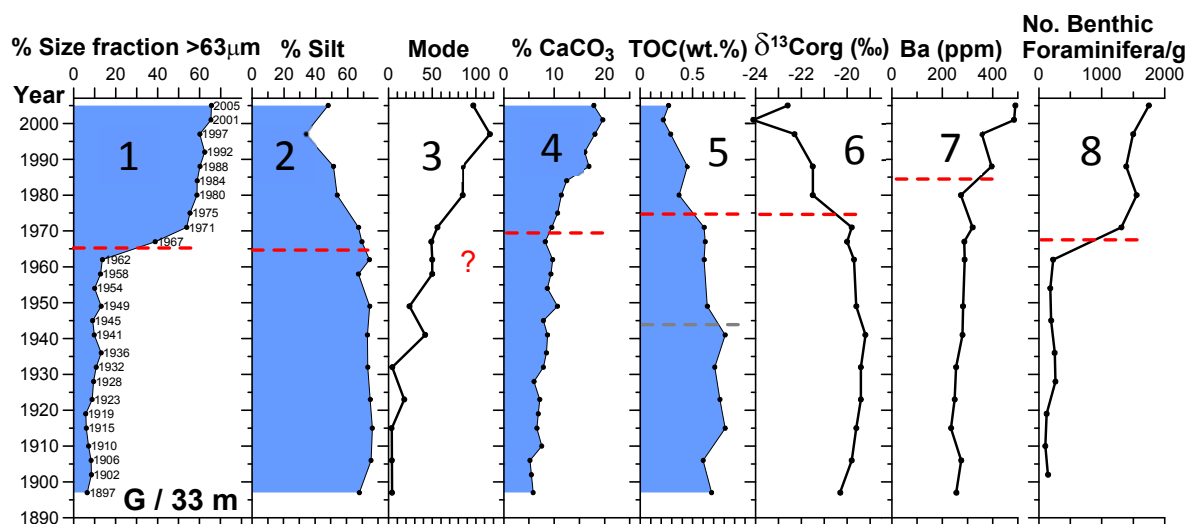
1. אשקלון דרום - מדרום למזח הפחם ונמל קצא"א
2. אשקלון צפון - מצפון למרינה אשקלון
3. מצפון לנמל אשדוד
4. מול תל אביב (חופי הרחצה)
5. מצפון למרינה הרצליה
6. מכמורת
7. דור
8. חיפה דרום - חוף דדו

התוצרים בכל חתך:

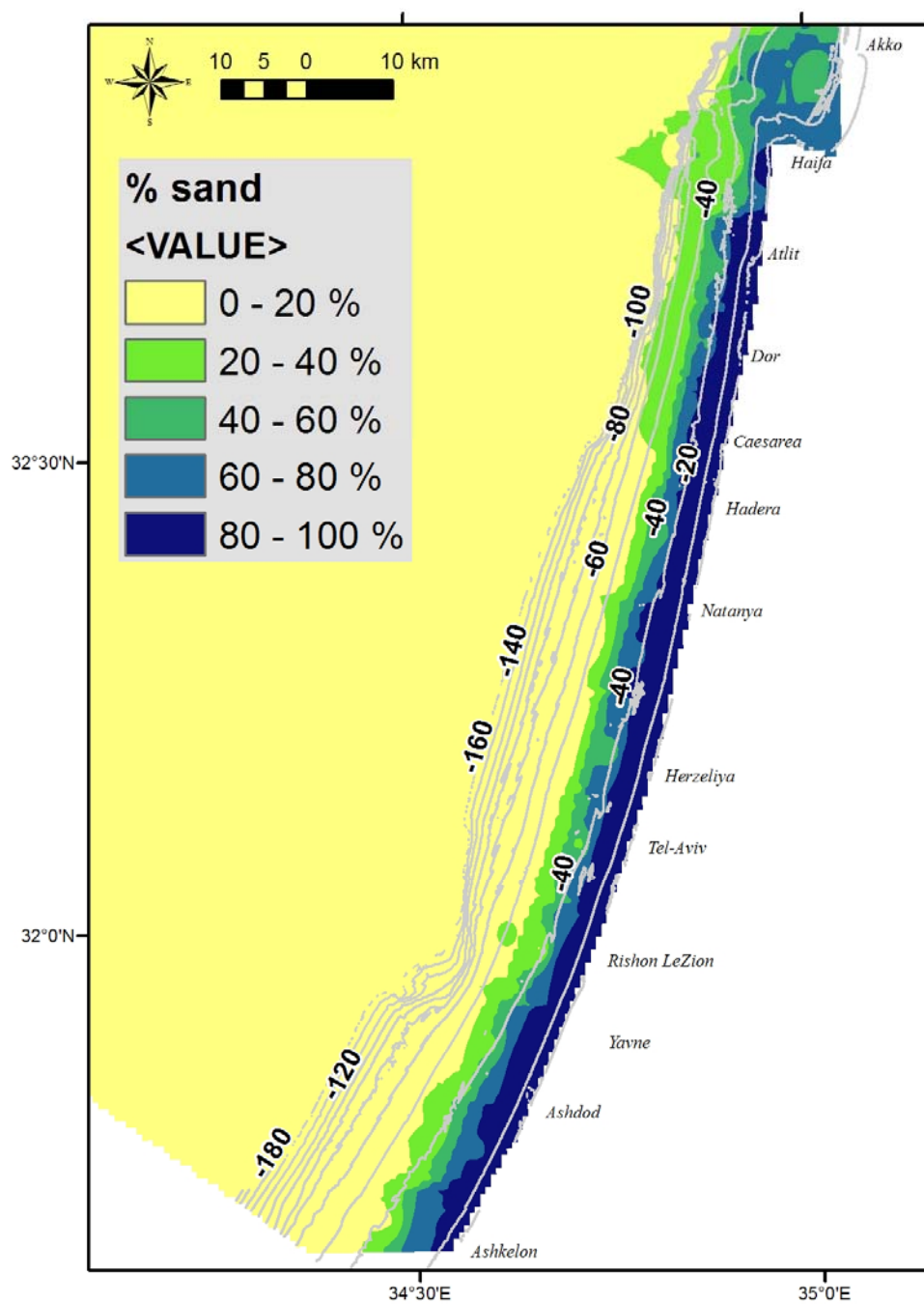
1. מפה בתימטרית עדכנית
2. מפת הפרשים בעומק הקרקעית (כולל פענוח הסרה/תוספת של סדימנט)
3. מפת תכסית (מצע רך, קשה, סוג הסדימנט-בשילוב נתוני קורים)
4. מפה איזופכית (עובי שכבה) של גג הכורכר
5. דוח סדימנטולוגי על הקרקעית בנקודות הדיגום המנוטרות

### ציוד מיפוי/גאופיזי

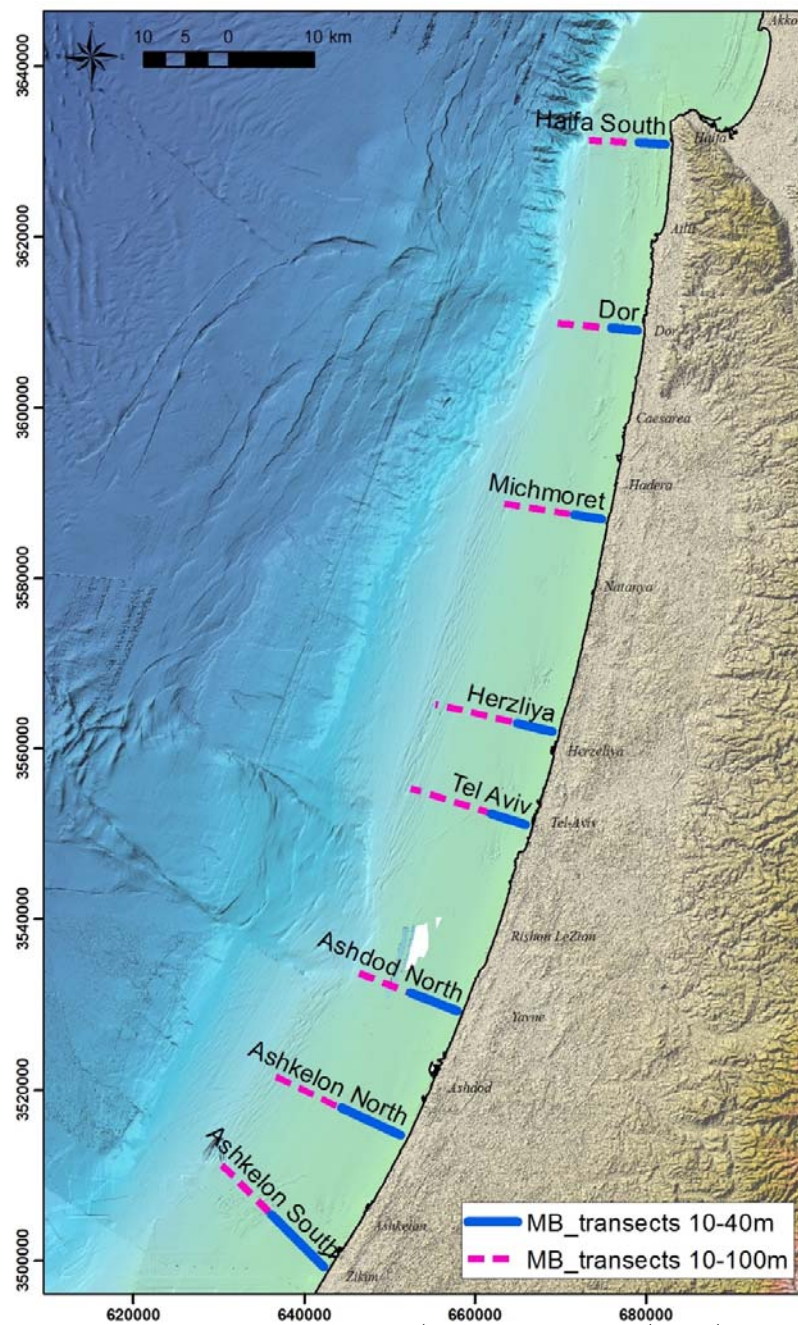
לצורך המיפוי נשתמש בסונאר מיפוי רב-אלומה (Multibeam Echosounder) מדגם Kongsberg EM2040 עם רוחב אלומה  $0.7^{\circ} \times 0.7^{\circ}$  מעלות המותקן על ספינת המחקר בת-גלים. הסונאר פועל בתדרים 200-400 קילוהרץ, בעל אלומות ומודד לעומק מרבי של כ-400 מטר. התוצרים המידיים ממכשיר זה הם בתימטריה ותמונת החזר (Backscatter). ניתן לצפות לרזולוציה מרחבית של 1 מטר בעומק מים של 60 מטר. על מנת להפיק מפות הפרשיות לחתכי הניטור בחזרה רב-שנתית, יש לרכוש מקלט RTK סלולרי עבור הבת-גלים לעבודה מול תחנות GPS מפ"י, לצורך השגת מיפוי בתימטרי בדיוק אנכי של ס"מ. ממפות ההחזרים (backscatter) ניתן להסיק על אופי הקרקעית – באיזו מידה היא מצע רך או קשה. הפקת מפות החזרים לאורך זמן, ויצירת מפות הפרשיות ביניהן יכולה להצביע על שינויים באופי המצע.



**איור 1:** שינויים קצרי מועד (עשרות שנים) בהרכב הסדימנט בקור מעומק 40 מטר (מבוסס על תוצאות המחקר של אלמוגי לבין ושות'). עליה בגודל הגרגר (1-3) כתגובה לחסך בהגעת סילט החל מעבודות הסכירה בראשית המאה הקודמת עם החמרה עד לכמעט עצירה בהגעת סילט מהנילוס בתחילת שנות השישים, עם הקמתו של סכר אסואן הגדול. עליה בריכוזי ה- $\text{CaCO}_3$  (4) ונפיצות החוריריות הבנטיות (8) משקפים הסרה של חומר דק גרגר ו"אוורור" של הקרקעית. שינויים בריכוזי הפחמן האורגני (5) ודלתא  $^{13}\text{C}$  בחומר האורגני (6) כנראה משקפים ירידה בנוטריינטים ושינויים ביחסי המקורות של החומר האורגני.

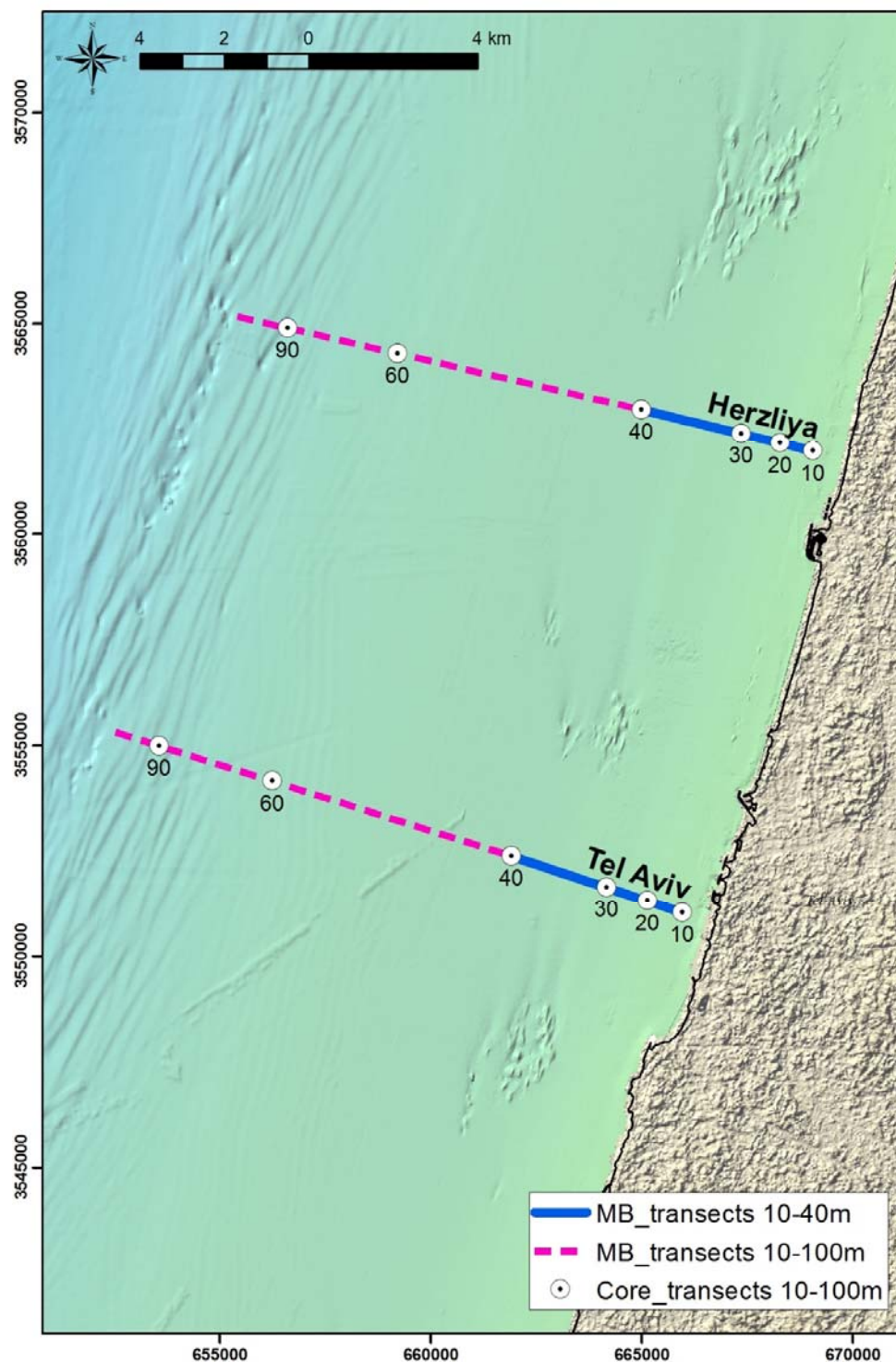


**איור 2 :** התפלגות גדלי גרגר (אחוז חול) בקרקעית על רקע קווי העומק לאורך חופי ישראל בים התיכון. נתוני המפה מתוך תום וכנרי (2015).



**איור 3:** מפת תבליט של מערב מדינת ישראל עם מדף ומדרון היבשת בים התיכון בציון 8 חתכי הדגימה הסדימנטולוגית / גיאופיסית. הקו השחור מורה את קו החוף. בקו כחול רצף החתכים בעומקי מים 10-40 מטר (בחזרה שנתית) ובקו ורוד מקווקו החתכים בעומקי מים 10-100 מ' שיבוצעו אחת ל-4 שנים לסירוגין (בורוד מצוינים ההמשך של החתכים בעומקים 40-100 מ').





**איור 4:** הדגמה בחתכי תל אביב והרצליה למיקומם של דגימות הסדימנט. הדגימות ילקחו משני חתכים (מתוך סה"כ 8 חתכים) מדי שנה כך שדגימות חוזרות לבחינת שינויים סדימנטולוגיים בוצעו אחת ל 4 שנים.

#### רשימת ספרות

אלמוגי-לבין א., חרות ב, סנדלר ע, בר-מטוס מ (2007). שינויים מהירים בחופי ישראל בעקבות סכירת נהר הנילוס והשפעתם על מדף היבשת הים תיכוני הרדוד של ישראל, מוגש למשרד התשתיות. דו"ח , דו"ח חיאה"ל H64/2007 .

- גוליק, א. (2000). דינמיקה ומאזן החול בחוף הישראלי. ים וחופים, מאמרים 2000, המשרד לאיכות הסביבה. 229 – 223.
- גולן, א. (2005). מיפוי בתימטרי וטופוגרפי במדרון יפו דו"ח סופי. דו"ח חיא"ל H37/2005 תום, מ. כנרי, מ., עורכים. (2015). סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים-חלק ג'. דו"ח חיא"ל H 20/2015. למשרד התשתיות הלאומיות האנרגיה והמים.
- Almogi-Labin, A., Calvo, R., Elyashiv, H., Amit, R., Harlavan, Y., and Herut, B., 2012, Sediment characterization of the Israeli Mediterranean shelf (in Hebrew): GSI / IOLR, GSI/27/2012 IOLR/H68/2012.
- Avnaim-Katav S., Hyams-Kaphzan O., Milker Y. and Almogi-Labin A. (2015) Bathymetric zonation of modern shelf benthic foraminifera in the Levantine Basin, eastern Mediterranean Sea. *J. Sea Res.* **99**, 97–106. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2015.02.006>.
- Bowman D., Manor-Samsonov N. and Golik a (1998) Dynamics of litter pollution on Israeli Mediterranean beaches: a budgetary, litter flux approach. *J. Coast. Res.* **14**, 418–432. Available at: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=MarkedList&qid=79&SID=4FapbdA1KOPJgPCK7fB&page=5&doc=95](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=MarkedList&qid=79&SID=4FapbdA1KOPJgPCK7fB&page=5&doc=95).
- Carmel Z., Inman D. L. and Golik A. (1984) TRANSPORT OF NILE SAND ALONG THE SOUTHEASTERN MEDITERRANEAN COAST. In *Coastal Engineering* (ed. B. L. Edge). New York, NY: American Society of Civil Engineers. pp. 1282–1290. Available at: [http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplaybn.cgi?9780872624382\\*](http://cedb.asce.org/cgi/WWWdisplaybn.cgi?9780872624382*).
- Frihy O. E. and Lotfy M. F. (1997) Shoreline changes and beach-sand sorting along the northern Sinai coast of Egypt. *Geo-Marine Lett.* **17**, 140–146.
- Goldsmith, S. L., M.D. Krom, A. Sandler and B. Herut (2001). Spatial trends in the chemical composition of sediments on the continental shelf and slope off the Mediterranean coast of Israel. *Cont. Shelf Res.*, 21: 1879–1900.
- Golik, A., Rosen, D., Golan, A., Shoshany, M., DiCastro, D., Harari P. (1997) Ashdod Port's Effect on the Shoreline, Seabed and Sediment. *Coast. Eng.* 1996, 4376–4389.
- Goodman-Tchernov B. N., Dey H. W., Reinhardt E. G., McCoy F. and Mart Y. (2009) Tsunami waves generated by the Santorini eruption reached Eastern Mediterranean shores. *Geology* **37**, 943–946. Available at: <http://geology.gsapubs.org/cgi/doi/10.1130/G25704A.1> [Accessed April 9, 2014].
- Katz O. and Mushkin A. (2013) Characteristics of sea-cliff erosion induced by a strong winter storm in the eastern Mediterranean. *Quat. Res. (United States)* **80**, 20–32. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2013.04.004>.
- Mushkin A., Katz O., Crouvi O., Alter S. R. and Shemesh R. (2016) Sediment contribution from Israel's coastal cliffs into the Nile's littoral cell and its significance to cliff-retreat mitigation efforts. *Eng. Geol.* **215**, 91–94. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013795216306160>.
- Sandler, A. and Herut, B. (2000). Composition of clays along the continental shelf off Israel: contribution of the Nile versus local sources. *Mar. Geol.*, 167: 339–354.
- Schattner U., Gurevich M., Kanari M. and Lazar M. (2015) Levant jet system — effect of post LGM sea floor currents on Nile sediment transport in the eastern Mediterranean. *Sediment. Geol.* **329**, 28–39. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.09.007>.
- Stanley D. J., Nir Y. and Galili E. (1998) Clay Mineral Distributions to Interpret Nile Cell Provenance and Dispersal: III. Offshore Margin between Nile Delta and Northern Israel. *J. Coast. Res.* **14**, 196–217. Available at: <http://www.jstor.org/stable/4298770>.
- Ulses C., Estournel C., Durrieu de Madron X. and Palanques a. (2008) Suspended sediment transport in the Gulf of Lions (NW Mediterranean): Impact of extreme storms and floods. *Cont. Shelf Res.* **28**, 2048–2070.
- Wieser W. (1959) The Effect of Grain Size on the Distribution of Small Invertebrates Inhabiting the Beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.* **4**, 181–194. Available at:

<http://doi.wiley.com/10.4319/lo.1959.4.2.0181>.  
 Zviely D., Kit E. and Klein M. (2007) Longshore sand transport estimates along the Mediterranean coast of Israel in the Holocene. *Mar. Geol.* **238**, 61–73.

#### תקציב פרק IV

72,500	145,000	0.5	עוזרי מחקר
86,000	43,000	2	ימי הפלגה בת גלים
10,000	500	20	אנליזות גרנולומטריות, תכולת פחמן וקרבונט
168,500			סה"כ

סה"כ לפרק זה – 168,000 ₪

## V ניטור דגים וחסרי חוליות בעלי ערך מסחרי

### הקדמה

לחץ דיג אינטנסיבי ללא ממשק מסודר הביא פעמים רבות להידלדלות משמעותית במשאבי טבע ימיים בעולם, עד לכדי קריסה מוחלטת של אוכלוסיות מסוימות ופגיעה נלווית בפרנסת הדייגים. בנוסף ללחצי הדיג, החי הימי לאורך מדף היבשת הישראלי היה ועודנו נתון להשפעות גלובאליות כגון התחממות מי הים, ולהשפעות מקומיות כגון זיהום אנתרופוגני נקודתי והתבססות מסיבית ומתמשכת של מינים פולשים ממוצא טרופי.

אגף הדיג במשרד החקלאות ופיתוח הכפר ביצע בעבר מספר פעולות שנועדו למנוע מצב של דיג יתר בחופי ישראל, דוגמת הקפאת גודל צי ספינות המכמורת, כשהאחרון ביניהם כולל תיקון תקנות דיג והטלת מגבלות בזמן ובמרחב במסגרת רישיונות הדיג. יחד עם זאת, קיים חוסר אקוטי בניטור שוטף של המינים המסחריים לטובת ניהול ממשק דיג ובחינת יעילותו בזמן ובמרחב.

אינדיקטור מס' 3 בתכנית האסטרטגיה הימית של האיחוד האירופאי (Marine Strategy Framework Directive – MSFD) מתמקד בניטור והגנה על מינים ימיים מסחריים. אינדיקטור זה שואף למצב בו אוכלוסיות המינים המסחריים יימצאו ברמה ביולוגית בטוחה, המתבטאת במדדים תקינים של גיל וגודל המינים.

הצעה לתכנית ניטור זו, אשר תכלול את כלל הדגים וחסרי החוליות בעלי ערך מסחרי, תספק מענה לצרכים אלו בעזרת ניטור דו-שנתי רב-משתנים של מספר שיטות דיג בשני אתרים שונים בישראל.

### מטרות ויעדים

ניטור ארוך טווח של מיני הדגים וחסרי החוליות המסחריים יתמקד בשלוש מטרות –

1. **אמידת הרכב חברת המינים המסחריים הנידוגים בשיטות הדיג העיקריות בישראל.**  
צבירת ידע זה לאורך זמן יספק תמונת מבט מרחבית ועדכנית על שלל הדיג המסחרי ושלל הלוואי. מידע זה אף חשוב במיוחד בחופי הים התיכון אשר מושפעים רבות ממינים פולשים מתפרצים, בין אם בעלי ערך כלכלי או לא. בנוסף, ניתן יהיה להעריך את מידת ההשפעה של הדיג על מינים חסרי ערך מסחרי, קרי ניטור שלל הלוואי בכל שיטת דיג.
2. **איסוף מידע חיוני לניהול ועדכון מדיניות ממשק הדיג**  
ממשק הדיג הינו ממשק דינמי אשר דורש ניטור מתמשך על כלל מרכיביו בכדי להביאו ליעילות מקסימלית. תכנית העבודה המפורטת לעיל תבחן את רלוונטיות ממשק הדיג לאורך השנים בהתייחס להגבלות הדיג השונות כגון זמן, מרחב ומיני המטרה העיקריים.
3. **ניטור מיני מפתח לשיטות הדיג העיקריות**  
בעזרת ניטור מדדים ביולוגיים וגנטיים שונים ניתן יהיה להעריך את מצב אוכלוסיות המינים העיקריים בדיג הישראלי. ניטור של מיני מפתח מיועד לשמירה על שלל דיג בר-קיימא ואיתור מקדים של דיג יתר.

## איסוף הנתונים

### שיטות הדיגום

בתכנית זו מוצע לערוך שני סבבי סקרים בכל שנה אשר יעקבו אחר פעילותן של שלוש שיטות דיג בחופי ישראל, כמפורט מטה. סיכום תכנית הניטור מוצג בטבלה 1.

#### 1. דיג מכמורת (Bottom trawl) – ניטור זה יתבצע בשני אפיקים שונים:

א. חבירה של סוקר מחיא"ל לסקרים שמבצע כיום משרד החקלאות ופיתוח הכפר ע"פ פרוטוקול העבודה המקובל. תת דגימה של השלל יועבר למעבדת הדגים בחיא"ל לבדיקת הפרמטרים השונים המפורטים מטה.

ב. התמקדות בשלל המתקבל במהלך ניטור המצע הרך (אפיפאונה) המוצע במסמך זה הדוגם בעזרת ספינת מכמורת מסחרית את בית הגידול החולי בחופים הדרומיים של ישראל.

2. רשתות עמידה (Gill net) – שיטת דיג זו מתבצעת בעיקר ברחבי בית הגידול הסלעי לאורך רוב קו החוף הישראלי. על מנת לנטר שלל דיג מסוג זה, מוצע להיעזר בדיג מסחרי אשר יפרוס את הרשת ע"פ השיטה המקובלת. לטובת בחינת הרכב הדיג במרחב, מוצע לבחון את שלל הדיג בשני אתרים מרוחקים: בצפון הארץ (אזור מפרץ חיפה וצפונה) ובדרום (בין אשדוד לאשקלון). מאחר ומטרת ניטור זה הינה להבין מגמות בשינוי שלל הדיג המסחרי, אתרי הדיגום המדויקים בכל אחד מהאזורים ייקבעו בכל שנה לאחר התייעצות עם הדייגים המקומיים. בנוסף, על מנת למזער את אפקט האקראיות שבשלל מוצע לערוך חמש חזרות בימים שונים, על פי תנאי הים. בכל יום דיגום, יונחו במים לפחות שתי רשתות עמידה באורך מינימלי של 50 מ' ליחידה.

3. מערך חכות שוקע (Longlines) – שיטת דיג זו מתבצעת בעיקר במים הפתוחים ובקרבת הריף הסלעי. גם במקרה זה, הניטור יתבצע ע"י שימוש בדיג מקצועי בשני אזורי הדיג המוצעים למשך חמישה ימים שונים. כמו כן, גם כאן אתרי הדיגום המדויקים ייקבעו לאחר התייעצות עם הדייגים. לצורך חישוב השלל והיקפו תיבחן החלוקה המרחבית של השלל לאורך מערך הקרסים ויחושב יחס הקרסים המלאים לריקים.

### תאריכי הדיגום

שני תאריכים מוצעים לביצוע ניטור רב-מערכתי זה:

1. ניטור בזמן עונת הרבייה – בעקבות תקנות הדיג החדשות והכרזת עונת רבייה כתקופה אסורה לדיג, ישנו צורך מתמשך להעריך את שלל הדיג המתקבל בעונת הרבייה לאורך ציר הזמן על מנת לבחון את הרלוונטיות של איסור הדיג. בעזרת ניטור בזמן איסור הדיג ניתן יהיה להעריך את שלל הדגים הנמצאים בעונת הרבייה וגיוס הדגיגים הצעירים לאורך ציר הזמן. מתוך ניתוח הנתונים שיתקבל, ניתן יהיה לדון מחדש ברלוונטיות איסור הדיג עבור השיטות השונות, אזורי הדיג השונים ולעדכן את משך וזמן איסור הדיג. חשוב לציין, כי הפעלת איסור הדיג בעונת הרבייה אינה צפויה להניב תוצאות מידיות ורק בעזרת ניטור רב-שנתי ניתן יהיה להעריך נכונה את השפעתה. עונת הרבייה של מרבית הפאונה המסחרית בחופי ישראל נמשכת בין אפריל ליולי ולפיכך מוצע לערוך את הניטור בתחילת עונת הרבייה, קרי בחודשים אפריל-מאי.
2. ניטור סתיו – על מנת לאמוד את שלל הדיג מחוץ לעונת הרבייה, מוצע לערוך סבב דיגומים נוסף בתקופת הסתיו, בין אוקטובר לדצמבר.

### הפרמטרים הנבדקים

להלן שישה פרמטרים המוצעים להיבדק במסגרת ניטור זה, כאשר השלושה הראשונים מתייחסים לכלל שלל הדיג בכל שיטה, בעוד שהשלושה האחרונים מתייחסים רק למספר מיני מפתח המפורטים בטבלה

2. לאלו, מוצע לבדוק כ-30 פרטים מכל מין מפתח ומכל עונה, אשר חלקם ממוצא מקומי וחלקם ומינים פולשים. חשוב לציין כי רשימת המינים המוצעת אינה סופית והיא נתונה לשינויים בהתאם לשלל העיקרי בכל שיטת דיג. בנוסף, תוצרי הניטור של פרק זה יכולים לספק חומר ביולוגי חיוני עבור הבדיקות הכימיות שמתבצעות במסגרת הניטור הלאומי ואילו המידע שייאסף יוכל להיכנס לשקלול הנתונים במודלים האקולוגיים של מזרח ים התיכון מהסוג אקופאט', אקוסים ואקוספייס (EcoPath, EcoSim, EcoSpace), אשר מחושבים במעבדתו של ד"ר גדעון גל בתחנה לחקר הכנרת.

### ניטור כלל שלל הדיג -

1. הרכב המינים - השוואה סטטיסטית של הרכב חברת הדיג הנצפה בין ובתוך כל שיטת הדיג ותאריכי הדיג השונים. בנוסף למדדי מגוון המינים המקובלים בספרות, החישוב יבוצע במספר חתכים שונים ע"פ פרמטרים של מינים מסחריים, שלל לוואי, מינים ממוצא מקומי ומינים פולשים.
2. התפלגות אורכי הדיג - שלל הדיג יימדד במלואו לטובת הערכת התפלגות אורכי הדיג המסחריים לאורך זמן. בעזרת השוואת מדד זה ניתן יהיה לאפיין את גיוס הדיגים והדור הצעיר לשלל הדיג ולהעריך את אחוז השלל הנמצא מתחת לגודל הדיג המינימלי המותר לדיג. איתור תזוזה של עונת הגיוס לאורך השנים עלול להעיד על שינוי בהתאם בעונת הרבייה של המין הנבדק, אשר לשעצמו הינו פועל יוצא אפשרי של זמינות מזון, שינויי טמפרטורה או לחץ דיג נקודתי חריג.
3. שקלול הנתונים במודלים אקולוגיים של מזרח ים התיכון מהסוג אקופאט', אקוסים ואקוספייס - במסגרת מספר פרויקטים פותחה סדרה של מודלים אקולוגיים של אזור מדף היבשת והתחום הכלכלי של ישראל המתארים את יחסי הגומלין בתוך מארג המזון וההשפעה של התאנים הסביבתיים על מארג המזון. בניית המודל אמנם נשענה על המידע הטוב ביותר שהיה קיים במהלך בניית המודלים אבל יחד עם זאת התגלו פערי ידע במספר תחומים אשר פוגעים בדיוק המודל. הנתונים והמידע שיתקבלו מתוך הפעילות שמוצעת בפרק זה יוזנו לתוך המודלים הקיימים לטובת שיפור ביצועי המודל. שיפורים אלו יאפשרו חישוב תחזיות ומגמות של שלל הדיג בזמן ובמרחב וכן בחינת השפעת השינויים הסביבתיים על מרכיבים שונים במארג המזון.

### ניטור ספציפי של מספר מיני מפתח (טבלה 2) -

4. ניטור מארג המזון - מתוך שלל הדיג יילקחו מיני המפתח לטובת ניטור ארוך טווח של הרכב הדיאטה. במהלך ניטור פרמטר זה, יידגמו תכני הקיבות של כ-30 פרטים מכל מין ויחושבו המדדים המקובלים בספרות, כגון הרכב מינים, האחוז המשקלי, אינדקס החשיבות היחסית ואחוז הקיבות הריקות. רכיבים מזוניים אשר לא ניתן יהיה להגדיר באמצעות המורפולוגיה שלהם, יועברו במידת הצורך לבדיקה גנטית, בשיטת הברקודינג המקובלת. בעזרת הערכה מתמשכת של הרכב המזון ניתן יהיה לנטר את איכות ותקינות מארג המזון לאורך זמן. שינוי בדיאטה עלול להעיד על פגיעה כלשהי במדרג הטרופי האחראי בין היתר להבטחת השפע העתידי של אוכלוסיות הדיג המסחריים.
5. ניטור עונת הרבייה - בנוסף לבדיקת מארג המזון, יעברו אותם 30 פרטים מכל מין בבדיקה המיועדת לאפיון עונת הרבייה. בעזרת הערכת המשקל היחסי של הגונדות ממשקל הדג (להלן, Gonadosomatic index – GSI) ניתן לקבוע את עונתיות הרבייה. על אף שהניטור בפרק זה לא ייערך לאורך כל חודשי השנה, ניתן יהיה להעריך את מידת הבשלות היחסית של הגונדות לאותו תאריך דיג למטרת אפיון כללי של המצב הרבייתי במינים המסחריים. על מנת לאפיין במדויק את המצב הרבייתי יבוצעו אנליזות היסטולוגיות ראשוניות של חתכי שחלות ואשכים ממספר מייצג של פרטים מכל מין.

בדיקה כללית זו תתרום לידע המתבקש המלווה את רפורמת הדיג בכך ששינויים במצב בשלות הגונדות במיני המפתח יהיו עלולים להוביל להערכה מחודשת של ממשק הדיג, בין אם בפרספקטיבה רחבה או פרטנית פר מין.

6. ניטור גנטי של אוכלוסיות הדגים – בעזרת שימוש בסמנים המולקולריים מיקרוסטליטים לאורך כל תקופת הניטור, עם מינימום של חמישה סמנים ל-30 פרטים מכל אחד ממיני המפתח, ניתן יהיה לאפיין את המגוון הגנטי בכל נקודת זמן. המידע המתקבל מבדיקת המגוון הגנטי של כל אוכלוסיית דגים, כגון שינוי דרמטי בהטרוגניות ובעושר האללים, עלול להתריע על פגיעה ישירה באוכלוסייה הנידוגה או בפגיעה עקיפה באזור הדיג. ניטור גנטי לאורך ציר הזמן אם כן, הינו כלי חשוב בבואנו לאתר שינוי שכזה בזמן אמת ולהיערך בהתאם.

**טבלה 1** סיכום פעילות הניטור של דיג מסחרי בחופי ים תיכון של ישראל

שיטת הדיג	עונות	מספר סקרים בשנה	אזור גאוגרפי
דיג מכמורת	בהתאם לעבודת הסיקור של אגף הדיג ולניטור המצע הרך של תכנית זו		
סקר רשתות עמידה	1. אביב (אפריל-מאי) 2. סתיו (אוקטובר-דצמבר)	חמישה ימי דיגים בכל עונה	צפון – מפרץ חיפה וצפונה דרום – אזור אשדוד עד אשקלון
מערך חכות שוקע			

**טבלה 2** רשימת מיני המפתח של הדגים המסחריים לכל שיטת דיג המוצעים לטובת ניטור תזונה, רבייה ומגוון גנטי. בכוכבית מסומנים מינים מולשים ממוצא ים סופי-טרופי.

שיטת הדיג	שם המין
דיג מכמורת	גובוס גלילי – <i>Boops boops</i>
	ורדית שושנית – <i>Pagellus erythrinus</i>
	* סמרנון ראסל – <i>Decapterus russelli</i>
	* אופון זהוב פס – <i>Upeneus moluccensis</i>
	* נימי דו ימי – <i>Nemipterus randalli</i>

רשתות עמידה	סרגוס מצוי – <i>Diplodus sargus</i>
	שישן משורטט – <i>Lithognathus mormyrus</i>
	* סיכן משויש – <i>Siganus rivulatus</i>
	* סקומברן זריז – <i>Scomberomorus commerson</i>
מערך חכות שוקע	ספרוס מצוי – <i>Pagrus coeruleostictus</i>
	דקר סלעים – <i>Epinephelus marginatus</i>
	דוקרנית אדומה - <i>Mycteroperca rubra</i>

## V תקציב פרק

### 1. כוח אדם

שם	תפקיד	אחוז משרה (%)	עלות שנתית (ש"ח)
ניר שטרן	חוקר ראשי	10	0
טכנאי ניטור א'	אחראי דיגום	20	28,000
טכנאי ניטור ב'	רבייה ותזונה	20	28,000
טכנאי ניטור ג'	מגוון גנטי	20	28,000
<b>סה"כ</b>			<b>84,000</b>

### 2. דיגום

שיטת דיג	עלות מוערכת ליום (ש"ח)	עלות מוערכת לעונה (ש"ח)	עלות מוערכת לשנה (ש"ח)
דיג מכמורת	0	0	0
רשתות עמידה	2,000	10,000	20,000
מערך חכות שוקע	2,000	10,000	20,000
<b>סה"כ</b>		<b>20,000</b>	<b>40,000</b>



### 3. חומרים וציוד

פרמטר נבדק	עלות מוערכת לעונה (ש"ח)	עלות מוערכת לשנה (ש"ח)
הרכב המינים והתפלגות אורכים - ציוד אזיל, חומר שימור	2,000	4,000
ניטור מארג מזון - חומרי שימור, זיהוי מולקולרי (במידת הצורך)	2,000	4,000
ניטור עונת הרבייה - חומרי שימור, אנליזות היסטולוגיות	6,000	12,000
ניטור מגוון גנטי - ערכות להפקת דנ"א, ריאגנטים ל-PCR, פריימרים פלוארסצנטיים למיקרוסטליטים, שירותי ריצוף	40,000	80,000
<b>סה"כ</b>	<b>50,000</b>	<b>100,000</b>

### 4. סיכום תקציב שנתי

פריט	עלות מוערכת לשנה (ש"ח)
כוח אדם	84,000
דיגום	40,000
חומרים וציוד אזיל	100,000
<b>סה"כ</b>	<b>224,000</b>

### 5. ציוד מעבדה – רכישה חד-פעמית

שם הציוד	עלות מוערכת (ש"ח)
מיקרוסקופ ומצלמה – לביצוע ניטור מארג המזון ועונת הרבייה	60,000
<b>סה"כ</b>	<b>60,000</b>

סה"כ לפרק זה – 224,000 ש"ח + חד פעמי 60,000 ש"ח.

## VI ניטור פסולת ימית וחופית

### הקדמה

תופעת האשפה בים ובחופים (marine litter) מהווה בעיה גלובלית ופוגעת בחופי העולם כולו. לפי הערכות שונות, מדי שנה מושלכים לימים ולאוקיינוסים כ- 20 מיליון טונות של אשפה, שרובה הגדול פלסטיק שכמעט ואינו מתכלה. האשפה בים ובחופים מחוללת נזקים כלכליים, חברתיים, בריאותיים, סביבתיים ואסתטיים כבדים. הים התיכון בכללו וחופי מדינת ישראל בפרט סובלים אף הם מבעיה זו, אולם, היקף הבעיה בארץ עדיין לא נבדק לעומק. צפיפותו הנמוכה של פלסטיק ונטייתו לצוף הופכת את בעיית הפסולת לבעיה חוצת גבולות המושפעת לא רק ממגמות מקומיות, אלא גם מתופעות אזוריות. לכן, זיהוי מקורות הפסולת הימית הוא מורכב, ודורש הירדת מות של כל מדינות האגן בפעילויות ניטור ודיווח. הבנה טובה יותר של מקורות הפסולת מאפשרת פיתוח אמצעי הפחתה ממוקדים ואפקטיביים יותר.

להלן הצעה לתוכנית לניטור הפסולת (פסולת ומיקרו-פסולת) במי הים, הקרקעית והחופים בשטחה הימי של ישראל בים התיכון.

### 1. פסולת חופית

מטרה:

1. הערכת עומסי הזיהום ממקורות חופיים (נחלים, חופי רחצה, מזבלות, נמלים ומעגנות)
2. בחינת מגמות שינוי בכמות הפסולת הנשטפת אל החוף
3. בחינת מגמות שינוי בהרכב הפסולת בחוף

מדדים:

- עומס הנשטף לחוף (יחידת כמות ליחידת שטח ליחידת זמן).
- פוטנציאל עומס מהחוף אל הים (יחידת כמות ליחידת שטח) – מתוך הנחה שמה שנשאר על החוף מהווה מקור פוטנציאלי לפסולת בים.
- הרכב (שכיחות יחסית של מרכיבי פסולת שונים ליחידת שטח)

**בחירת אתרי הדיגום** – לצורך ביצוע הערכה זו ייבחר מדגם מייצג של חופי ישראל. יבוצע סקר מקדים של מספר שבועות (בקיץ ובחורף של השנה הראשונה) במספר גדול של חופים מתאימים לפיו יוגדרו קבוצות חופים בעלות מכנה משותף שניתן לנטר באופן מדגמי בלבד, לדוגמא:

- חופים במרחק של עד 4 קילומטרים מחופים מוכרזים.
- חופים ללא גישה לציבור.
- חופים הרחוקים ב-300 מטר ממקום חניה.
- חופים ברדיוס של 1 קילומטר ממוצא נחל.
- חופים ברדיוס של 500 מטרים מנקז חופי (רלוונטי בעיקר בחורף).
- חופים הסמוכים למזבלות
- חופים הסמוכים לנמלים ומעגנות

יש להעדיף חופים בהם לא מתבצעות פעולות ניקיון תדירות, וכן חופים ללא שוברי גלים או הפרעות אחרות בין הים לחוף.

מוצע לבצע את הניטור בשיטת stratified random sampling, כלומר בחירת 3 אתרים רנדומלים מתוך קבוצה בעלת מכנה משותף (לדוגמא – 3 אתרים מתוך קבוצה של אתרים הקרובים לנקז).

**חישוב עומס:** עומס הפסולת יחושב ע"י כמות ליחידת שטח ליחידת זמן. יחידת הזמן נקבעת לפי הזמן שעבר בין פעולת הניקוי האחרונה לבין מועד ביצוע הסקר. לכן לצורך חישוב עומס ייבחרו חופים לא מוכרזים בהם כן מתבצעות פעולות ניקוי תקופתיות. יש לתאם את מועד הסקר עם מועד הניקוי.

**תדירות הדיגום:** יבצעו ארבעה דיגומים בשנה.  
**שיטות הדיגום:**

אפשרות א - סריקת החוף, תיעוד וניקוי, וחזרה על הפעולה לאחר פרק זמן קבוע אשר בו לא מתבצעות פעילויות ניקיון.

אפשרות ב - סריקת החוף מיד לאחר מועד ניקוי וסריקה חוזרת לאחר פרק זמן קבוע הו לא התבצעה פעולת ניקיון.

רוחב רצועת הדיגום יוגדר על ידי קו המים מצד אחד וגב החוף בצד השני. האורך של יחידות הדיגום יהיה 100 מטרים בחוף עם רמת לכלוך בינונית ומטה, ו-50 מטרים עבור חוף מזוהם מאוד. יש לקבוע את רצועות הדיגום מראש ולפי סימונים קבועים בשטחוגי פי אס, לחזור ולבצע את הדיגום הבא בדיוק באותה רצועה. **פריטי הפסולת הנבדקים** – הפריטים שנספרים בחוף, החל מגודל פקק בקבוק (קוטר מקסימלי כ-2.5 ס"מ) יזוהו ויסומנו על פי הרשימה האחדה (Marine LitterWatch Itemlist) שפרסם האיחוד האירופי (ניתן למקד את הרשימה למצב בישראל). פריטים לא מזוהים ירשמו ויצולמו לצורך זיהוי אפשרי בהמשך. **אפיון מקורות** – פסולת עם כיתוב תיבדק לשפת הכיתוב ככלי לקביעת מקור הפסולת (ישראל או חו"ל). יחושב אחוז הפסולת עם כיתוב מתוך כלל הפסולת ואחוז הפסולת המקומית (לפי הכיתוב) מתוך כלל הפסולת עם הכיתוב.

**בקרת איכות** – השגת מידע איכותי תלויה באיכות הדיגום ועל כן חשיבות רבה ניתנת להכשרה של הדוגמים. הדרכת הדוגמים צריכה לכלול מידע לגבי שיטות הדיגום והמטרות. כמו כן, רצוי לבצע הערכה לגודל השגיאה האופיינית בדיגום. כדי לבצע הערכה זו, בחלק מהדיגומים תתבצע סריקה חוזרת של רצועת הדיגום מיד לאחר שהיא נסרקה, על ידי גורם בלתי תלוי, ופריטים שלא זוהו בסריקה המקורית יספרו ויתווספו לסקר.

## 2. ניטור פסולת ימית צפה

### רקע

מטרות:

1. הערכת שטף הפסולת לים מהמקורות השונים
2. בחינת מגמות שינוי בכמות הפסולת הצפה בים
3. בחינת מגמות שינוי בהרכב הפסולת בים ובחוף ובחינת יעילות פעולות הרגולציה

### שיטות

1. זיהוי חזותי מכלי שיט

ספירת פריטי הפסולת תתבצע לאורך חתך ימי, ובאופן גס יותר מהסקרים החופיים, בעיקר בגלל הקושי בזיהוי פריטים מסיפון סירה ללא איסופם. התצפית תתמקד בפריטים מגודל 2.5 ס"מ ומעלה. רוחב חתך הדיגום יותאם למהירות הסירה כדי לאפשר זיהוי פריטים קטנים בהתאם לטבלה 1:

טבלה 1: רוחב רצועת הדיגום בהתאם לגובה עיני הצופה ומהירות כלי השיט

מהירות גובה צופה	2 קשרים	6 קשרים	10 קשרים
1 מ'	6	4	3
3 מ'	8	6	4
6 מ'	10	8	6
10 מ'	15	10	5

### תדירות ובחירת אתרי הדיגום:

הדיגום יתבצע בשני שלבים – בשלב הראשון סקירות ראשוניות ינסו לזהות אזורים המועדים לזיהום יותר מאחרים, ובשלב השני יתמקדו הדיגומים באזורים שזוהו כמועדפים בסקר הראשוני. לאחר מכן, באמצעות ניתוח המידע, תבוצענה הערכות לגבי מקורות הפסולת, השפעת זרמים, ומנגנוני פיזור.

שטח ימי יוגדר לפי מוקד הזיהום אותו הוא מייצג:

- מול שפך נחל חוף
- מול חוף רחצה מוכרז
- מול חוף לא מוכרז
- מול מזבלה

- מול גבול הדרומי של ישראל – שטף פסולת מדרום
- מול גבולה הצפוני של ישראל – שטף פסולת מצפון

**תזמון:** הדיגום יבוצע לאחר זמן מינימום של 3 ימים עם ים שקט לפני הדיגום, כדי למנוע מהשפעות של ערבוב המים על ידי ים סוער.

**תדירות הדיגום:** תדירות הדיגום תיקבע בהתאם לסוג האתר הנבדק:

שטח ימי מול שפך נחלי החוף- לאחר אירועי גשם משמעותיים.

שטח ימי מול חופי רחצה – בהתאם למועדי חופשות וחגים לפני ואחרי החופשה.

שטח ימי מול גבולי ישראל (צפוני ודרומי) – ייקבע בהתאם למשטר הזרמים בעונה בה מהירות הזרם מצפון או מדרום הינו מקסימלי.

## 2. גרירת רשת בפני המים

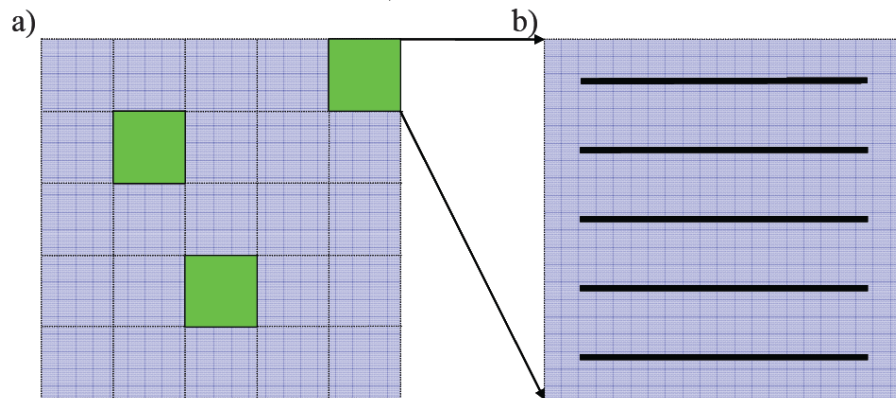
### בחירת אתרי הדיגום:

גרירות הרשת יבוצעו ביחידות שטח המייצגות את הקבוצות הבאות:

- מול ערי חוף
- מול שטח חקלאי או פתוח
- מול שפך נחל חוף
- אתרי ים פתוח בעלי פוטנציאל לזיהום בפסולת – נתיבי שיט, איזורי דיג, זרמים דומיננטיים

יחידת שטח:

יחידות השטח יוגדרו כריבוע של 5X5 ק"מ שיחולק ל-25 תתי-ריבועים של 1X1 ק"מ. יידגמו 3 תתי ריבועים באופן רנדומלי. בכל תתי ריבוע יבוצעו 5 גרירות באורך של 800 מ' כל אחת (איור 1).



איור 1: מבנה סקר פסולת צפה ע"י גרירת רשת בפני הים.

הוראות גרירה:

מהירות הספינה תהיה בין 3-4 קשרים.

לפחות 200 מ' מרחק בין קו לקו

יש לבצע את הגרירות מול הזרם.

גודל עין של הרשת = גודל המאפשר איסוף של פריטים בגודל 2.5 ס"מ ומעלה.

**תדירות:** במקביל לסקר החזותי, רצוי בסמוך למועד דיגום החוף, זאת על מנת לבחון קורלציה ביניהם.

**מזדים:** משקל או מספר פריטים לרוחב רשת למרחק גרירה.

מיון להרכב פסולת, בדיקת שפת כיתוב במידה וקיים להגדרת מקור (ישראל או חו"ל).

## 3. ניטור פסולת בקרקעית הים

מטרות:

1. בחינת מגמות שינוי בכמות הפסולת בקרקעית
2. בחינת מגמות שינוי בהרכב הפסולת בקרקעית
3. בחינת הקורלציה בין הרכב וכמות הפסולת בעמודת המים לבין הפסולת בקרקעית

שיטות:

1. גרירת רשתות מכמורת

א. שימוש בספינה ייעודית לניטור

בחירת אתרים תיעשה בהתאם למגבלות הבאות:

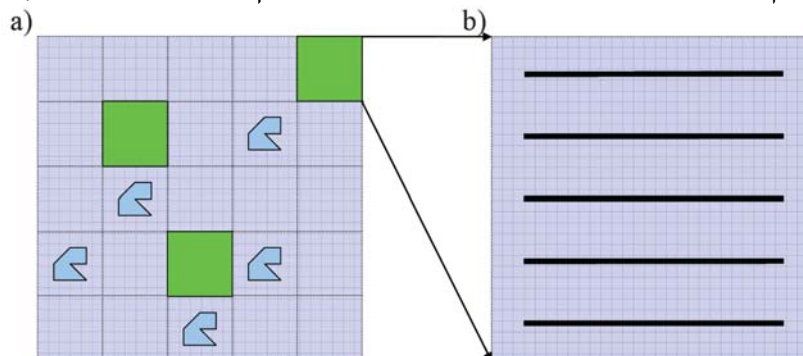
- א. איזורים בעלי מצע אחיד מבחינת גדלי גרגר
- ב. ללא מבנים בנתוניים (רכסי כורכר, גני ספוגים, שוניות מלאכתיות)
- ג. עומק אחיד
- ד. אתרים הידועים כאוגרי פסולת
- ה. הימנעות מאתרים בהם יש חשש לפסולת אמצעי לחימה (כלי נשק, פגזים וכדומה)
- ו. הימנעות מפגיעה באתרים בעלי רגישות אקולוגית
- ז. הימנעות מפגיעה בצבי ים, כרישים ויונקים ימיים

גרירות הרשת יבוצעו ביחידות שטח המייצגות את הקבוצות הבאות:

- מול ערי חוף
- מול שטח חקלאי או פתוח
- מול שפך נחל חוף
- אתרי ים פתוח בעלי פוטנציאל לזיהום בפסולת – נתיבי שיט, איזורי דיג, זרמים דומיננטיים

גרירות הרשת הבנתית יבוצעו באותם אתרים ומועדים בהם יבוצעו גרירות הרשת בעמודת המים, זאת על מנת לבדוק את הקורלציה בין עמודת המים לקרקעית. יחידת שטח:

יחידות השטח יוגדרו כריבוע של 5X5 ק"מ שיחולק ל-25 תת-ריבועים של 1X1 ק"מ. יידגמו 3 תתי ריבועים באופן רנדומלי. בכל תת ריבוע יבוצעו 5 גרירות באורך של 800 מ' כל אחת (איור 2).



איור 2: מבנה סקר גרירת רשתות מכמורת על הקרקעית

#### הוראות גרירה:

- מהירות הספינה תהיה בין 3-4 קשרים.
- לפחות 200 מ' מרחק בין קו לקו
- יש לבצע את הגרירות מול הזרם.
- גודל עין של הרשת = גודל המאפשר איסוף של פסולת בגודל מ-2.5 ס"מ ומעלה
- תדירות:** לפחות אחת לשנה, רצוי בסמוך למועד דיגום החוף, זאת על מנת לבחון קורלציה ביניהם.
- מדדים:** משקל או מספר פריטים לרוחב רשת למרחק גרירה.
- מיון להרכב פסולת, בדיקת שפת כיתוב במידה וקיים להגדרת מקור (ישראל או חו"ל).
- אפשרות ב** – חבירה לספינות מכמורת קיימות – (ישולב עם ניטור מינים מסחריים לפי אינדיקטור 3, ניתן לשלב עם אפשרות א)
- תדירות:** בהתאם לפעילות ספינות המכמורת
- מדדים:** משקל או מספר פריטים לרוחב רשת למרחק גרירה
- מיון להרכב פסולת, בדיקת שפת כיתוב במידה וקיים להגדרת מקור (ישראל או חו"ל).

#### 2. סקרי צילום (מצלמה נגררת או ROV).

מוצע להחליף את סקרי גרירת הרשת על הקרקעית בסקרי צילום ע"י מצלמה נגררת או ROV. יתרון – זול יתר ואין פגיעה סביבתית (פגיעה במצע ו-bycatch). חסרון – מיון הפסולת בעייתי, לא ניתן לבדוק כיתוב, לא ניתן לשקול אלא רק לכמת מספר פרטים. פרוטוקול גרירה – בדומה לגרירת הרשת.

### 3. סקרי צלילה ושנרקול

לפחות 20 יחידות דיגום (טרנסקט חגורה של 100 מ') ייבחרו לכל אזור. בחירת אתרים:

- א. אתרים בעומק קטן מ-20 מ'.
- ב. ייבחרו אתרים הידועים כמרכזי פסולת (בין רכסים, בסמוך למתקנים מלאכותיים)
- ג. אתרים בהם אין סכנה לפעילות הצלילה (נתיבי שיט, מוצאי הזרמת שפכים לים)
- ד. אתרים סמוכים למוקדי פעילות אנושית ואתרים מרוחקים ממקודי פעילות אנושית
- ה. בסמוך למוצאי נחלים ונקזים, מול מזבלות קיימות (חוף נתניה)
- ו. במידת האפשר ישולב ניטור זה עם הניטור הביולוגי

הדיגום: בכל אתר יבוצעו 2 טרנסקטי חגורה באורך 200-20 מ', משתנה בהתאם לאופי המצע וצפיפות הפסולת, ובעובי 4 מ'.

כל טרנסקט ייצג אתר אחד מבחינת סוג המצע והעומק.

**תדירות:** עונתי או כל 3 חודשים, בהתאם למצב הים.

**מדדים:**

- מספר פריטים ליחידת שטח
- הרכב פסולת ככל הניתן
- במידה ויש כיתוב יש לבדוק שפה על מנת לבדוק מה המקור (ישראל או חו"ל) – יש לצלם את הכיתוב.
- 4. איסוף מידע אזורי

איסוף מידע ממבצעי ניקיון בצלילה.

מדד: משקל פסולת לזמן צלילה באתר מסוים (לדוגמא, 100 ק"ג בצלילה של 45 דקות באתר מערות גורדון).

### 4. ניטור פסולת בביטח

**מטרות:**

1. אפיון ההשפעה הסביבתית של הפסולת על החי הימי
2. בחינת מגמות שינוי בהשפעה על החי הימי

מסמכי אמנת ברצלונה ממליצים שניטור פסולת בביטח יתמקד בצב הים החום, המצוי בכל אגן הים התיכון וניזון הן מעמודות המים והן מקרקעית הים. לכן, בניית תכולת הקיבה של צבי ים חומים, ניתן ללמוד על הנזק הנגרם מזיהום בשתי הנישיות הנ"ל. מוצע בשלב ראשון לאסוף נתונים לגבי כל מיני צבי הים העולים לחוף בישראל.

**תדירות:** איסוף נתונים שנתי מהמרכז להצלת צבי הים

### 5. ניטור מיקרו-פסולת

**מטרות:**

1. הערכת שטף המיקרו-פסולת מהמקורות השונים
2. בחינת מגמות שינוי בכמות המיקרו-פסולת במי הים ובקרקעית
3. בחינת מגמות שינוי בהרכב המיקרו-פסולת במי הים ובקרקעית

**אתרי הדיגום:** בשנה הראשונה יבוצע סקר נרחב של חופי ישראל על מנת לאפיין את כמות המיקרו-פסולת בחופים שונים בהתאם למיקומם ביחס למקורות פוטנציאליים, לדוגמא פתחי נחלים, נקזים, נמלים ומעגנות וחופי רחצה.

שיטות:

1. **בדיקת מיקרו-פסולת ברצועת הכרית**

**מדדים:** מספר פריטים ליחידת שטח של  $1 \text{ cm}^3$

## הרכב המיקרו-פסולת

**דיגום:** הדיגום יעשה בחמש חזרות לכל אתר לאורך רצועה של 100 מ', במרחק של מינימום 5 מ' עד 20 מ' (תלוי במבנה הגיאוגרפי של החוף) בין חזרה לחזרה.  
יידגמו 5 ס"מ העליונים של קוואדרט בגודל 50X50 ס"מ.  
כל דגימה תיבדק לשתי קבוצות גודל של מיקרו-פסולת: 1-5 מ"מ, 20 מיקרון-1 מ"מ. הסינון יעשה במסנני מתכת. הדגימה תאוכסן בכלי זכוכית או מתכת, לא כלי פלסטיק.  
הרכב המיקרו-פסולת יוגדר במעבדה תחת בינוקולר. בנוסף 10% מהדגימה תיבדק במכשיר FTIR לצורך בדיקת איכות הזיהוי וכן על מנת לקבוע מקור לפי סוגי פולימרים שונים.  
**תדירות:** פעמיים בשנה בעונות המעבר.

## 2. בדיקת מיקרו-פסולת במים

**מדדים:** מספר פריטים לנפח מים (הנפח ייקבע לפי משך הגרירה, גודל וסוג הרשת)

### הרכב המיקרו-פסולת

**דיגום:** הדיגום יעשה בפני הים ובעומקים של 5, 10 ו-30 מ'.  
הדיגום בפני הים יעשה בעזרת רשת - מאנטה עם גודל עין של (0.333 מ"מ) ובעלת מפתח של 20\*60 ס"מ מטר מרובע ואורך של 3-4.5 מ'.  
הדיגום של עמודת המים יעשה בעזרת רשת זואופלנקטון (רשת circular bongo) בעלת גודל עין דומה, בעלת מפתח של 0.79-1.58 מטר מרובע.  
הדיגום יעשה במהלך 10 דקות עם 3 חזרות בכל אתר, במהירות שתיקבע בהתאם לסוג הרשת.  
הדגימה תאוכסן בכלי זכוכית או מתכת (לא פלסטיק).  
**אתרי הדיגום:** גרירות הרשת יבוצעו ביחידות שטח המייצגות את הקבוצות הבאות:

- מול ערי חוף
- מול שטח חקלאי או פתוח
- מול שפך נחל חוף
- אתרי ים פתוח בעלי פוטנציאל לזיהום בפסולת – נתיבי שיט, איזורי דיג, זרמים דומיננטיים

## 3. בדיקת מיקרו-פסולת בקרקעית

**מדדים:** מספר פריטים ליחידת שטח של  $1 \text{ cm}^3$

### הרכב המיקרו-פסולת

**דיגום:** הדיגום יעשה בחמש חזרות לכל אתר.  
יידגמו 5 ס"מ העליונים בנפח של 250 מ"ל שיאסף בעזרת box core.  
כל דגימה תיבדק לשתי קבוצות גודל של מיקרו-פסולת: 1-5 מ"מ, 20 מיקרון-1 מ"מ. הסינון יעשה במסנני מתכת. הדגימה תאוכסן בכלי זכוכית או מתכת, לא כלי פלסטיק.  
הרכב המיקרו-פסולת יוגדר במעבדה תחת בינוקולר. בנוסף 10% מהדגימה תיבדק במכשיר FTIR לצורך בדיקת איכות הזיהוי וכן על מנת לקבוע מקור לפי סוגי פולימרים שונים.  
**אתרי הדיגום:** הקרקעית תידגם בסמוך לחוף (עד ומק של 2 מ') וכן בעומק המים במקומות בהם ישנה היתכנות לריכוז מיקרופלסטיק (איזור סלעי, קניון), באתרים המייצגים את הקבוצות הבאות:

- מול ערי חוף
- מול שטח חקלאי או פתוח
- מול שפך נחל חוף
- אתרי ים פתוח בעלי פוטנציאל לזיהום בפסולת – נתיבי שיט, איזורי דיג, זרמים דומיננטיים, מול מזבלות
- מול נקזים
- בגבול הדרומי והצפוני של מדינת ישראל
- בנמלים ומעגנות

**תדירות:** פעמיים בשנה בעונות המעבר.

4. מיקרו-פסולת בבעלי חיים - ייקבע בהמשך בהתאם להתפתחות המחקר.  
מוצע – בדיקת מיקרו-פסולת בקיבות של דגי מאכל. ניתן לבצע יחד עם בדיקת הכספית בדגי מאכל.



## תקציב פרק VI



חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ. Israel Oceanographic & Limnological Research Ltd.  
תל-שקמונה, ת"ד 8030, חיפה 31080, P.O.B. 8030, Haifa  
פקס : 972-4-8511911 Fax: טלפון : 972-4-8565200 Tel:  
<http://www.ocean.org.il>

## **מרכז המידע הימי הלאומי**

### **דו"ח פעילות ותקציב**



## **תוכן העניינים**

1. מבוא
2. תפקידי מרכז המידע
3. סוגי הנתונים ומוצרי המידע של מרכז המידע
4. התשתית הטכנית והארגונית של מרכז המידע
5. בסיסי הנתונים ההיסטוריים
  - 5.1 בסיס נתונים אוקיאנוגרפיים של הים התיכון – MEDACC (off-line)
  - 5.2 בסיס נתונים אוקיאנוגרפיים של הפלגות בים התיכון Cast DB – (on-line)
  - 5.3 בסיס נתוני זרמים שנמדדו בים התיכון במכשירי AANDERAA
  - 5.4 בסיס נתוני זרמים שנמדדו בים התיכון במכשירי ADCP
  - 5.5 בסיס נתונים הידרוגרפיים שנמדדו בים המלח
  - 5.6 בסיס נתונים של מתכות כבדות במימי החופין של ישראל בים התיכון
6. בסיסי נתונים לתחנות קבועות שמשדרות נתונים קרוב לזמן אמת
  - 6.1 בסיס נתונים מטאורולוגיים שנמדדו בים המלח
  - 6.2 בסיס נתונים אוקיאנוגרפיים (CTD) שנמדדו בתחנות חדרה ואשקלון
7. מודלים לחיזוי ימי
  - 7.1 מערכת לחיזוי מצב ים
  - 7.2 מערכת לחיזוי זרמים, טמפרטורת הים ומליחות במדף היבשת הישראלי בים התיכון
  - 7.3 מערכת לחיזוי התפשטות כתמי שמן MEDSLIK
  - 7.4 מערכת לחיזוי מועדי ים בחופי ישראל בים התיכון ובים סוף
8. מערכת לתצוגת נתוני חישה מרחוק
9. פעילות בינלאומית
  - 9.1 תשתית כלל אירופית לניהול מידע ימי
  - 9.2 תשתית כלל אירופית לניהול מידע ימי כימי (EMODnet-Chemistry)
  - 9.3 הפעלה ופיתוח מערכת לניהול נתונים ימיים במסגרת פרויקט אירופי PERSEUS
10. סטטיסטיקה כניסות לאתר מרכז הנתונים
11. נספח: מסמך המדיניות הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי שאומץ ע"י הארגון הבינממשלתי לאוקיאנוגרפיה (יוני 2003)
12. מרכז המידע הביו-גאוגרפי והמרכז לתיוג מולקולרי (מרכז הברקודינג)
  - הקדמה
  - מרכז המידע הביו-גאוגרפי
  - מבנה המאגר הביו-גאוגרפי
  - תוצרי המאגר
  - המרכז לתיוג מולקולרי (מרכז הברקודינג)
  - תיוג ביולוגי (ברקודינג) - DNA Barcoding
  - אחסון והפצת המידע
  - מרכז הברקודינג הימי הישראלי של חיא"ל
  - ספרות
13. תקציב

## 1. מבוא

"מרכז המידע הימי הלאומי"<sup>1</sup> הוקם בשנת 2001 במכון הלאומי לאוקיאנוגרפיה של חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל), במטרה לרכז, לתעד, לשמור ולהפיץ נתונים על הסביבה הימית של ישראל ולהפיק מהנתונים מידע שימושי. הקמת המרכז באה לענות על הדרישה הגוברת במדינה לנתונים ומידע לצרכי תכנון, תפעול ובקרה של שימושים בסביבה הימית.

מעצם הגדרתו, מרכז המידע נועד לשרת את כל ציבור המשתמשים והחוקרים של הסביבה הימית. בהתאם, הנתונים ומוצרי המידע הבסיסיים של מרכז המידע יועמדו לרשות הכלל עפ"י העקרונות של חוק חופש המידע.

מרכז המידע פועל בדומה למרכזי מידע ימי אשר קיימים כיום ביותר מ-60 מדינות ברחבי העולם במסגרת מכונים לאומיים למחקר הים. המרכז מייצג את ישראל במערכת הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי (IODC<sup>2</sup> -- <http://www.iode.org>) המנוהלת ע"י הארגון הבינממשלתי לאוקיאנוגרפיה (IOC<sup>3</sup> -- <http://ioc.unesco.org/iocweb/index.php>).

דו"ח זה מציג את בסיסי הנתונים ההיסטוריים (תוכן, פרטים טכניים, שיטות גישה לנתונים), מערכות לחיזוי מצב ים אופרטיביים (חיזוי גלי ים, חיזוי שדות זרמים ומצב המבנה הטרמוהליני, חיזוי גאות ושפל), מערכות תצוגת מדידות מצב ים ואטמוספירה בזמן כמעט אמת (פרמטרים אוקיאנוגרפיים ומטאורולוגיים מתחנות: חיפה חוף הכרמל, חדרה, אשקלון, עין גדי ים המלח), נתוני גישה מרחוק, נתונים ביו-גאוגרפיים ונתוני המרכז לתיוג מולקולרי (barcoding). הדו"ח מציג מצב בסיסי נתונים וכלים לניהול וגישה לנתונים שפותחו עד תחילת 2016.

## 2. תפקידי מרכז המידע

- קליטת נתונים ימיים מגורמי האיסוף, בקרת איכותם, תיעודם ושמירתם בארכיון.
- ארגון הנתונים בבסיסי נתונים המאפשרים גישה נוחה לנתונים ושלפתם, עיבודם והצגתם לפי הצורך.
- הפעלה שוטפת של מודלים לחיזוי ימי ובניית ארכיון של תוצאותיהן.
- עיבודים סטטיסטיים של הנתונים והפקת מוצרי מידע בהתאם לצרכי המשתמשים.
- קביעת סטנדרטים לאיסוף נתונים ימיים, לבקרת איכות נתונים ולתיעוד המידע.
- הפצת נתונים ומידע בצורות שונות: תדפיסים, דו"חות, תקליטורים, רשת האינטרנט.
- קיום קשרים עם מרכזי מידע אוקיאנוגרפיים בחו"ל והחלפת נתונים ומידע.
- ייצוג ישראל ברשת הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי.

<sup>1</sup> Israel Marine Data Center = ISRAMAR

<sup>2</sup> International Oceanographic Data Exchange

<sup>3</sup> Intergovernmental Oceanographic Commission

### 3. סוגי הנתונים ומוצרי המידע של מרכז המידע

מרכז המידע קולט ושומר נתונים על פרמטרים פיסיקליים, כימיים, ביולוגיים וגיאולוגיים מהים התיכון, מים סוף ומים המלח. מקורות הנתונים הם הפלגות של ספינות מחקר, מערכות איסוף אוטומטיות (מצופים) ומערכות חישה מרחוק. יחד עם הנתונים מתועד במרכז המידע גם מידע אודות הנתונים (meta-data) אשר כולל: מיקום וזמן איסוף הנתונים, שיטות הדיגום והמדידה, בקרת איכות ועוד.

מוצרי המידע הבסיסיים של המרכז כוללים:

- גישה לבסיסי נתונים היסטוריים המוחזקים ע"י מרכז המידע.
- מידע על מצב הים המוצג באינטרנט קרוב לזמן אמת.
- תחזיות עדכניות של מצב הים המוצגות באינטרנט.

מוצרי מידע נוספים מופקים לפי דרישה.

### 4. התשתית הטכנית והארגונית של מרכז המידע

מערך המחשוב של מרכז המידע כולל:

- 3 שרתי אינטרנט אשר נמצאים בתשתית חברת אספקת האינטרנט - NetVision. על השרתים פועלים:
  - האתר הראשי של המרכז (<http://isramar.ocean.org.il/isramar2009/>);
  - בסיסי נתונים היסטוריים;
  - מערכת החיזוי.
- מחשב המשמש להורדת קבצי תחזית ממרכזי חיזוי אחרים ותחנת עבודה להרצה מבצעית של מודלים לחיזוי גלי ים ומודלים לחיזוי זרמי ים. המערכת פועלת בכפילות עם השרת ב- NetVision כדי להגביר את אמינות המערכת.
- 2 מחשבים המשמשים לקליטת נתונים מתחנות מדידה קבועות של חיא"ל.
- 3 מחשבים המשמשים לפיתוח.
- 2 מערכות NAS לגיבוי קבצי תחזית ממרכזי חיזוי אחרים.

2 שרתי אינטרנט משתמשים במערכות הפעלה WINDOWS Server ועליהם הותקנו מערכות לניהול נתונים MICROSOFT SQL SERVER ו-MICROSOFT ACCESS. שרת הפעלת מודלים פועל תחת מערכת הפעלה LINUX.

צוות המרכז כולל חוקר אחראי במשרה חלקית (ד"ר איסק גרטמן, מנהל המרכז וראש המחלקה לאוקיאנוגרפיה פיזיקלית), מתכנתת בתחום ניהול אתר אינטרנט וניהול בסיסי נתונים (יבגניה קריבנקו) מתכנתת בתחום ניהול בסיסי נתונים (בוריס כצלנסון), מתכנתת בתחום ניהול אתר אינטרנט וניהול בסיסי נתונים (אייל גרינגרס), מפתח ומתחזק מערכות חיזוי נומרי ותצוגות תוצאתם (רון גולדמן), מתחזק מערכות מדידה (טל עוזר).

המרכז נשען על התשתית המחקרית והטכנית של חיא"ל ונעזר לפי הצורך במחלקות המחקר ובמחלקת המחשב.

## 5. בסיסי הנתונים ההיסטוריים

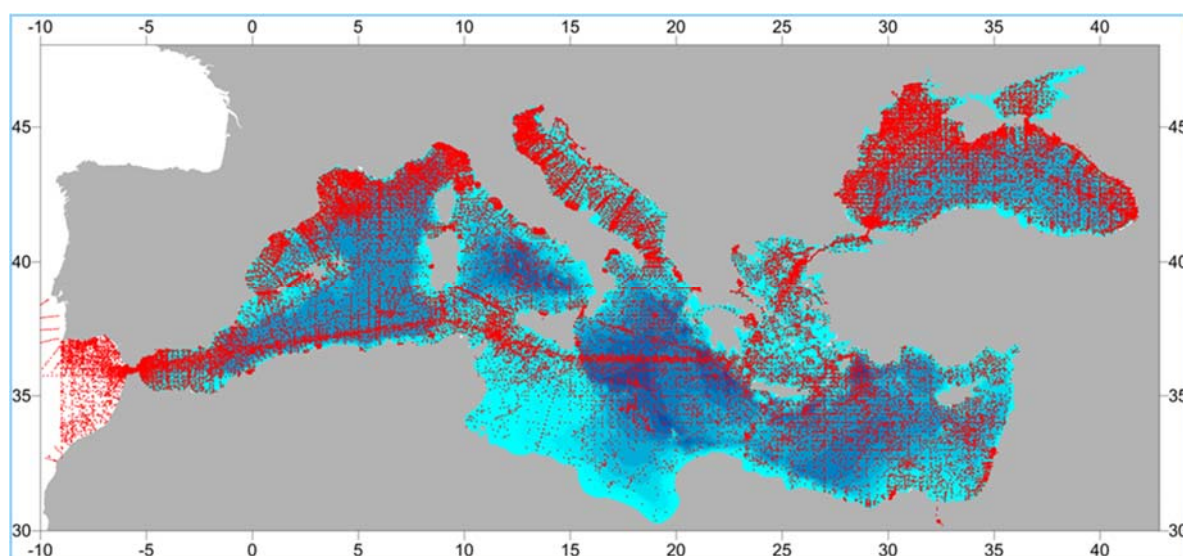
### 5.1 בסיס נתונים אוקיאנוגרפיים של הפלגות בים התיכון (off line) - MEDACC

בסיס הנתונים כולל את כל הנתונים האוקיאנוגרפיים שנאספו בפרופילים אנכיים בהפלגות של ספינות מחקר ישראליות בים התיכון מאז שנת 1947 ועד 2012, ובנוסף לכך אוסף בינלאומי גדול של נתונים שנאספו בהפלגות של ספינות מחקר שונות בים התיכון ובים השחור מאז שנת 1864 ועד 2012 (איורים 5.1.1-5.1.4). רוב הנתונים ההיסטוריים שנאספו לפני 2000 יובאו מאוסף הנתונים [MEDAR/MEDATLAS II](#). נתוני מדידות שנמדדו בעזרת מכשירי XBT לא יובאו בשל איכות הנתונים הירודה. נתונים נוספים יובאו מתוך בסיסי הנתונים הבאים:

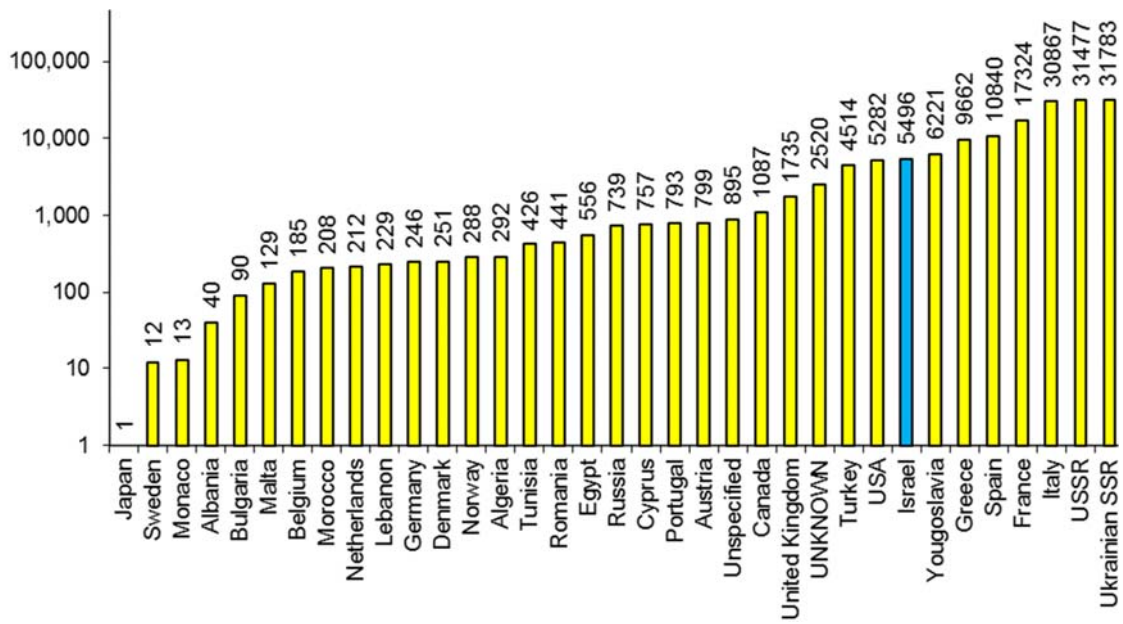
- בסיס הנתונים של פרויקט [MATER](#).
- בסיס נתוני הפלגות סובייטיות (1987-1990) במזרח הים התיכון שפורסמו באתר [CIESM](#).
- בסיס נתונים ([WOD00](#)) World Ocean Database 2009.
- בסיס נתונים [CORIOLIS](#) של מרכז IFREMER (צרפת).
- בסיס נתונים [ICES](#).
- בסיס נתונים רב תחומי של נתונים היסטוריים בים השחור הנתמך ע"י [IMS](#) (טורקיה).
- בסיס נתונים [DYFAMED](#) הנתמך ע"י Observatoire Océanologique de Villefranche sur Mer (צרפת).

בחמש השנים האחרונות בסיס הנתונים ההיסטוריים הורחב משמעותית ע"י הוספה של נתונים שנאספו במסגרת הפרויקטים [PERSEUS](#), [SESAME](#), Open Sea Monitoring, Haifa Section. בסיס הנתונים כולל נכון לסוף 2015:

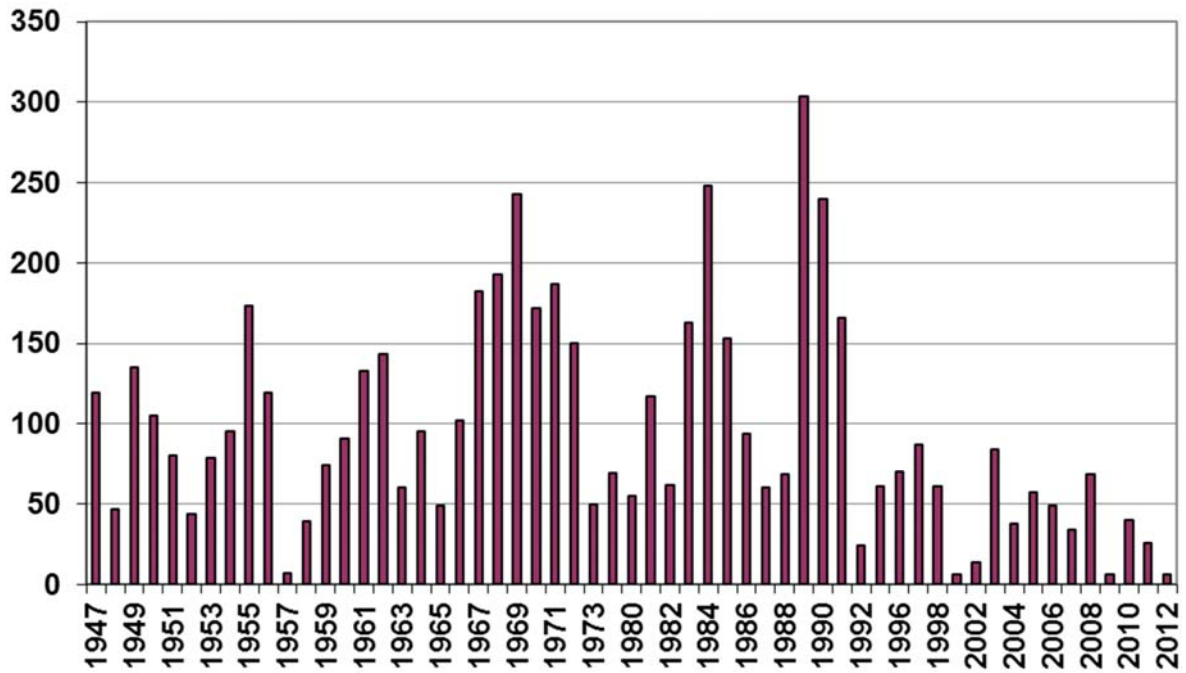
התרומה של נתונים ישראליים		סך הכול בבסיס הנתונים	
מספר תחנות	מספר הפלגות	מספר תחנות	מספר הפלגות
5624	336	166,545	4,232



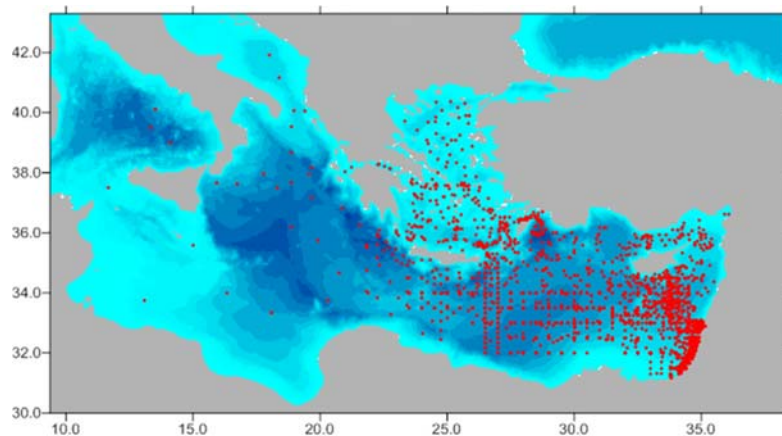
איור 5.1.1. התפלגות מרחבית של תחנות הדיגום בבסיס הנתונים MEDACC.



איור 5.1.2. תרומת המדינות השונות (מספר תחנות דיגום בים התיכון שבהן בוצעו מדידות בכל השנים) לבסיס הנתונים MEDACC.

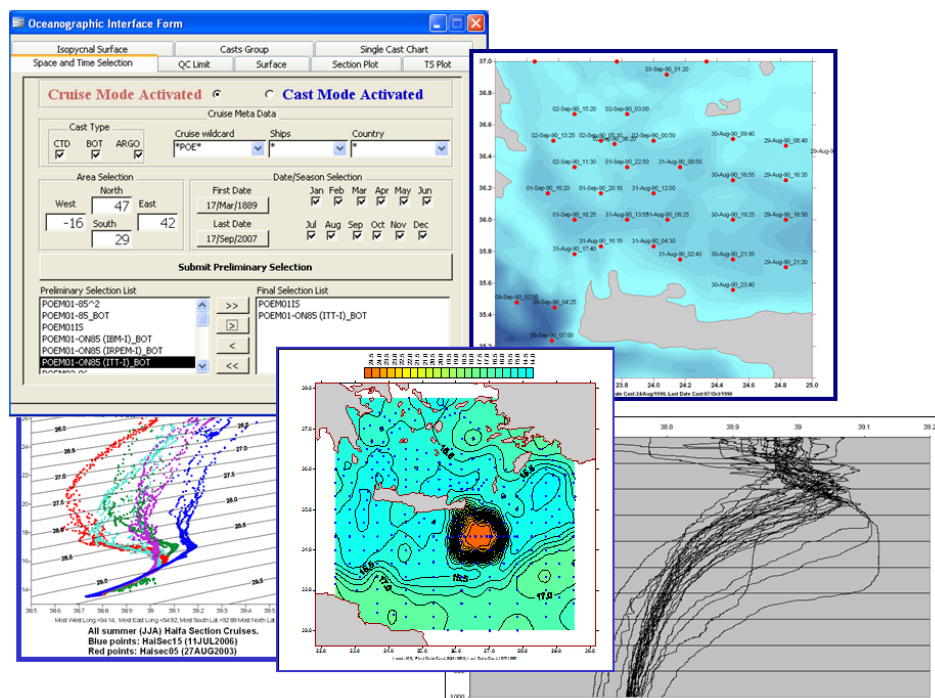


איור 5.1.3. מספר תחנות הדיגום בהפלגות של ספינות מחקר ישראליות אשר כלולות בבסיס הנתונים MEDACC.



איור 5.1.4. התפלגות מרחבית של תחנות הדיגום של ספינות ישראליות בים התיכון בשנים 1947 – 2015, אשר כלולות בבסיס הנתונים MEDACC.

התוכנות הנלוות לבסיס הנתונים מאפשרות קליטת נתונים חדשים בפורמטים שונים: SeaBird CNV, טבלאות EXCEL בצורת Generic ODV ו-MEDATLAS. הבסיס מיועד לניתוח מדעי של נתונים וכולל כלים לבחירת נתונים לפי פרמטרים שונים, לבניית חתכים אופקים ואנכים, לבניית דיאגרמות S/T וכו' (איור 5.1.5). ניתן גם לייצא נתונים נבחרים בפורמט ODV. הבחירה בבסיס נתונים MS-ACCESS מקלה על העברה בסיס הנתונים ממחשב למחשב.



איור 5.1.5. ממשק לבחירת נתונים מבסיס MEDACC מבוסס על MS-ACCESS ודוגמאות תצוגת נתונים.

במהלך פרויקט SESAME, מערכת MEDACC הורכבה משני חלקים: בסיס נתונים נייד של MS-Access כפי שמתואר למעלה, ובסיס נתונים ע"ג שרת MS-SQL, בשם Cast DB, אשר נועד להפצת נתונים אוקיינוגרפיים דרך האינטרנט וכלל העתק של הנתונים. במהלך בפרויקט PERSEUS עבר מוקד הפיתוח



של בסיס הנתונים מ-MS-Access ל-Cast DB. התמיכה בבסיס הנתונים הנייד נמשכת והוא עדיין משמש ככלי פנימי לניתוח נתונים.

## 5.2 בסיס נתונים אוקיאנוגרפיים של הפלגות בים התיכון (on-line) – Cast DB

בסיס הנתונים פותח במסגרת פרויקט PERSEUS על מנת לרכז נתונים אוקיאנוגרפיים פסיקליים, גיאוכימיים וביולוגיים שנאספו בים התיכון ובים השחור במסגרת הפלגות מחקר. ההתקדמות המשמעותית שהושגה במסגרת פרויקט SeaDataNet בפיתוח סטנדרטים סיפקה את הבסיס התשתיתי לארגון מחדש של בסיס הנתונים ובפרט נהלי הקליטה והיצוא של נתונים (Gertman et al. 2010). על אף העובדה שתהליך קליטת נתונים למערכת תומך במגוון רחב של פרמטרים נמדדים, שיטות עבודה ויחידות מדידה, ניתן לבצע הרמוניזציה של הנתונים בעת היצוא למשתמש כך שיקראו בשם סטנדרטי ויופיעו ביחידות תקינות. שיפור נוסף לבסיס הנתונים בא בעקבות הסכמים ופרוטוקולים להחלפת נתונים בין מרכז המידע ופרויקטים אחרים של האיחוד האירופי שעוסקים בין השאר בביצוע או איסוף מדידות אוקיאנוגרפיות בים התיכון ובים השחור (PERSEUS, MyOcean, FixO3, Copernicus).

ממשק האינטרנט של בסיס Cast DB (Gertman et al. 2013) תומך באפשרות לקלוט נתונים אל תוך המערכת מקבצים בפורמט ODV תוך שימוש בכלי בקרת איכות. זיהוי פרמטרים נמדדים במערכת מבוסס אך ורק על מילונים משותפים שנקבעו כסטנדרטים על ידי SeaDataNet :

P01 (parameter usage vocabulary),

P06 (data storage units)

P02 (parameter discovery vocabulary).

הממשק תומך בשני פורמטים להורדה של נתונים שנבחרו ע"י המשתמשים: בפורמט ODV ניתן להוריד נתונים מהפלגה בודדת או אוסף של מספר הפלגות (עד 250) כאשר הנתונים והיחידות בקובץ לא יעברו הרמוניזציה; בפורמט MS-Access תואם MEDACC ניתן להוריד נתונים של עד 100,000 פרופילים אופקיים, הרמוניזציה של נתונים היא אופציונלית בפורמט זה. במסגרת פרויקט PERSEUS פותחה גם תוכנה ייעודית לקריאה והצגה של הנתונים מפורמט MS-Access. תוכנה נוספת שפותחה במסגרת הפרויקט מבצעת בקרת איכות על קבצי ODV. תוכנה זאת משמשת בקליטת נתונים חדשים לבסיס הנתונים וגם ניתנת להפעלה ידנית.

הנתונים ב-Cast DB כוללים בין השאר את כל הנתונים שנאספו עבור פרויקט SESAME. נכון לסוף 2015, בסיס הנתונים כלל 348,897 פרופילים אנכיים ו-375 פרמטרים אוקיאנוגרפיים שונים. מספר הפרופילים גדול ב-49% ממספר הפרופילים בסוף 2009. בסיס הנתונים יכול גם לקלוט נתונים ממערכות מדידה אוטונומיות כמו מכשירי ARGO, מצופים וגלידירים. בעת כתיבת הדו"ח 32,900 פרופילים ממכשירים אלו נמצאים בבסיס הנתונים.

### 5.3 בסיס נתוני זרמים שנמדדו בים התיכון במכשירי AANDERAA

בסיס הנתונים (MS-SQL) כולל את נתוני הזרימה, אשר נמדדו בעזרת מדי זרם AANDERAA (כ- 2,020,014 רשומות שעברו תהליך בקרת איכות). התמיכה בממשק לבסיס הנתונים נפסקה והעברת הנתונים לבסיס הנתונים החדש לסדרות זמן (ר' פרק 6.2) החלה.

### 5.4 בסיס נתוני זרמים שנמדדו בים התיכון במכשירי ADCP

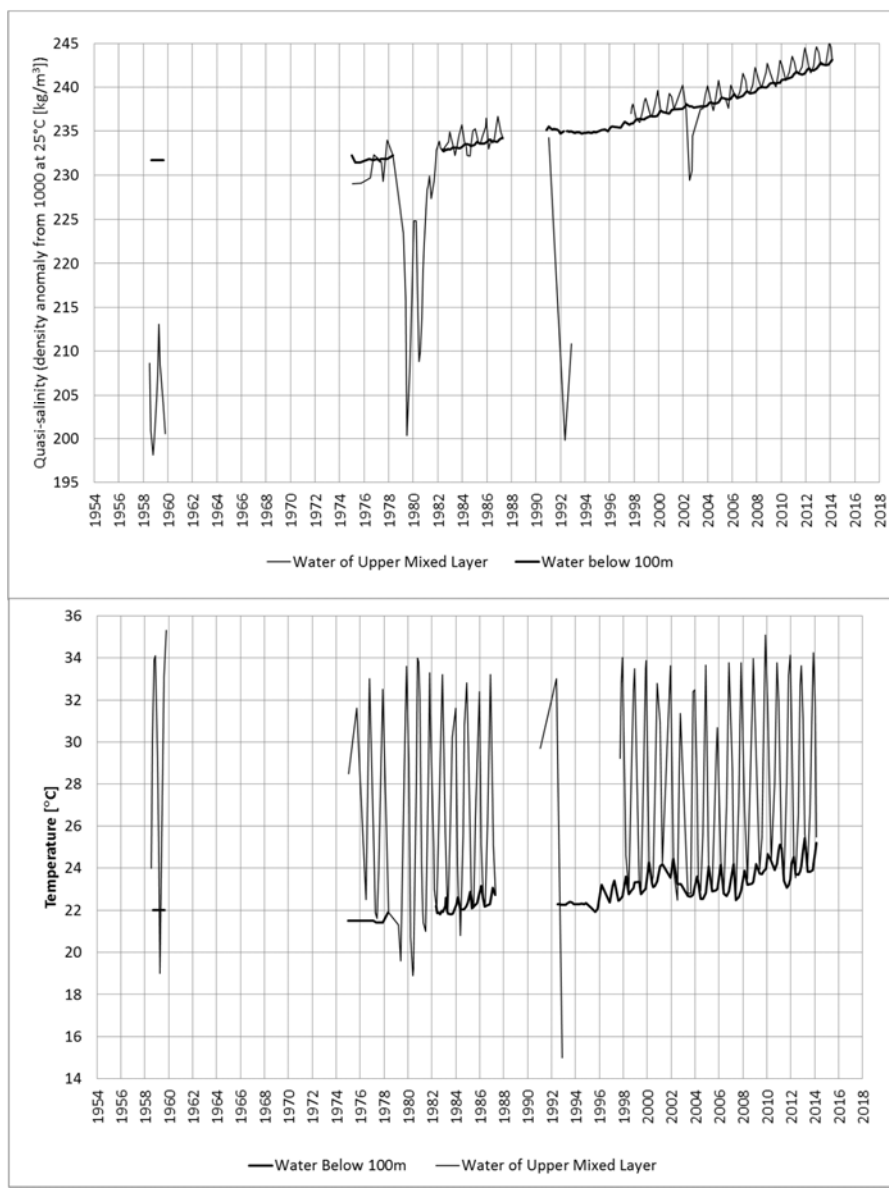
במהלך שנת 2009 פותח בסיס נתונים (MS-SQL) נפרד למדידות זרמים במכשירי ADCP. המדידות מתבצעות באופן אקוסטי ומתקבלות בתצורת פרופיל ממוצע לכל 10 דקות. בסיס הנתונים מכיל 5 תחנות עיקריות (2 בחיפה ו-3 באשדוד) המתוחזקות באופן רציף במסגרת פרויקט הרחבת הנמלים עבור חברת נמלי ישראל (חני"י). בנוסף, מכיל מאגר הנתונים תחנות ספוראדיות בהן נאספו נתוני ADCP לתקופות זמן קצרות יותר במסגרת פרויקטים אחרים. להלן פירוט תקופת המדידות עבור 5 תחנות חני"י :

station	Latitude	Longitude	# files	# levels	Start	End	# Entries
ASA	31° 50.60270' N	34° 37.8501' E	46	20	12-Mar-01	25-May-16	15992640
ASB	31° 46.922' N	34° 36.731' E	7	8	19-Mar-09	03-May-16	2997504
ASC	31° 52.196' N	34° 39.340' E	7	11	19-Mar-09	21-May-16	3598848
HFA	32° 50.3814' N	34° 59.1615' E	19	6	28-Sep-05	01-May-16	3341952
HFB	32° 50.6233' N	35° 03.004' E	7	7	1-Apr-09	15-May-16	2621808

בהמשך בסיס נתוני הזרמים יאוחד עם מאגר המידע החדש שפותח במהלך שנת 2015 (ראה פירוט בפרק 6.2). מאגר מידע זה מכיל כבר היום את הנתונים מתחנות המדידה הממוקמות בקצה מזרחי הפחם של תחנות הכוח בחדרה ואשקלון ובעתיד הקרוב יאגד את הנתונים המטאו-ימיים מכלל תחנות המדידה הקבועות.

### 5.5 בסיס נתונים הידרוגרפיים שנמדדו בים המלח

בסיס הנתונים כולל מדידות של טמפרטורה וצפיפות בעמודת המים בנקודה העמוקה ביותר בים המלח (320-EG) כפי שנמדדו על-ידי חיא"ל משנת 1998. בכל שנה נוספות לבסיס הנתונים לפחות ארבע הפלגות חדשות. בשנת 2011 במסגרת פרויקט "Red Sea – Dead Sea Water Conveyance Study Program" הבסיס הורחב ע"י נתונים היסטוריים שפורסמו בעבר (איור 5.4.1).



איור 5.4.1. שינויים רב-שנתיים של טמפרטורה ומליחות בשכבה עליונה ובשכבה עמוקה בים המלח לפי נתונים הידרוגרפיים ונתונים היסטוריים.

נתונים הידרוגרפיים (פרופילים וסדרות זמן) מוצגים בצורה גרפית באתר האינטרנט של מרכז המידע (<http://isramar.ocean.org.il/isramar2009/DeadSea/>)

## 5.6 בסיס נתונים של מתכות כבדות במימי החופין של ישראל בים התיכון

בסיס הנתונים כולל את התוצאות של בדיקות ריכוזי מתכות כבדות במשקעי קרקעית (סדימנטים) ובבעלי חיים (כולל דגי מאכל) מאזור מימי החופין של ישראל בים התיכון, אשר התבצעו ע"י חיא"ל מאז שנות ה-70.

הנפח הנוכחי של בסיס הנתונים :

מספר תוצאות בדיקות של מתכות כבדות	מספר רקמות שנבדקו	מספר דוגמאות	
79793	16644	12461	בע"ח
16202		1683	סדימנטים

התמיכה בממשק לבסיס הנתונים נפסקה והחל תהליך העברת הנתונים לבסיסי נתונים עדכניים יותר. נתונים על מתכות כבדות בסדימנטים יועברו לבסיס הנתונים האוקיינוגרפיים Cast DB ( ר' סעיף 5.2) ונתונים על מתכות כבדות בבע"ח יועברו לבסיס הנתונים הביו-גיאוגרפי.

## 6. בסיסי נתונים לתחנות קבועות שמשדרות נתונים קרוב לזמן אמת

### 6.1 בסיס נתונים מטאורולוגיים שנמדדו בים המלח

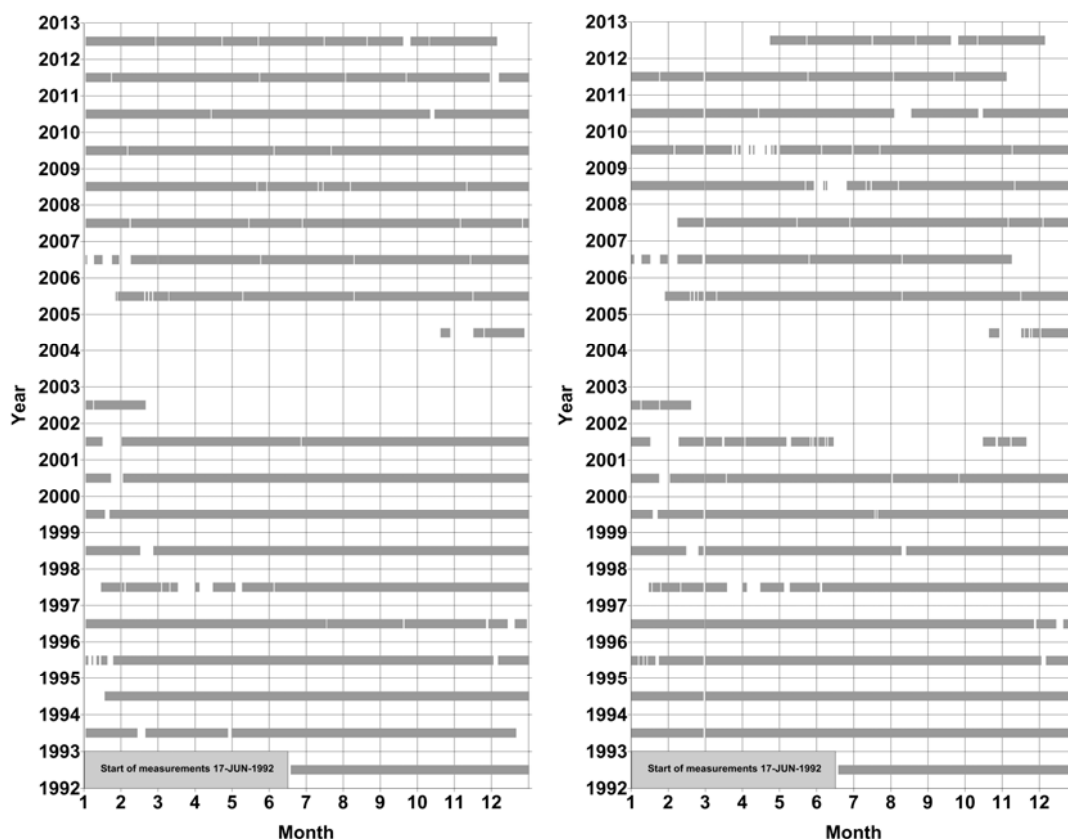
הבסיס (MS-ACCESS) כולל סדרות זמן שנמדדות על גבי מצוף מטאורולוגי (נקודה 100-EG הנמצאת 4 ק"מ לכיוון דרום-מזרח מעין-גדי) ובתחנה מטאורולוגית בחוף עין-גדי. המצוף הוצב בעומק מים של כ-100 מטרים בשנת 1992 ופעל עד פברואר 2002 כאשר נהרס בהתהפכות כתוצאה מהתמלחות. באוקטובר 2004 הוצב מצוף חדש באותו מקום (איור 6.1.1).



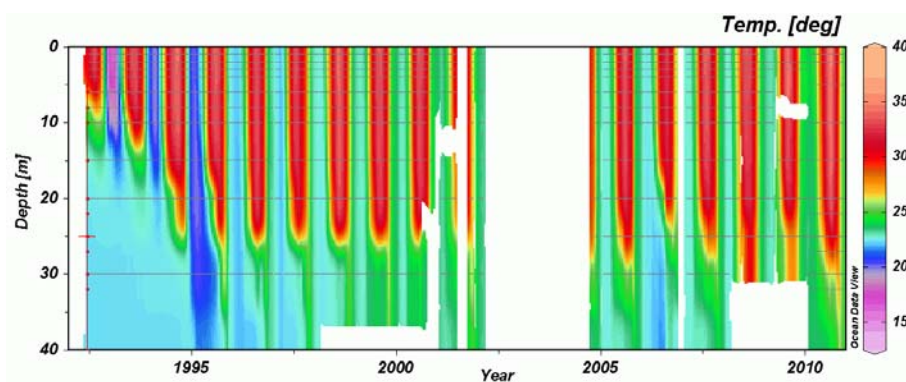
איור 6.1.1. שני דורות של מצופים מטאורולוגיים מעוגנים ב-100-EG (שמאל: דור ראשון בעבודה מיולי 1992 עד לפברואר 2002. ימין: דור שני בעבודה מאוקטובר 2004).

הפרמטרים שנמדדים מהמצוף הם: טמפרטורת אוויר; לחות יחסית של אוויר; קרינת קצרת גל; לחץ אטמוספרי; עוצמת הרוח; כיוון הרוח; טמפרטורה של מי ים ב-12 מפלסים. במסגרת פרויקט "Red Sea – Dead Sea Water Conveyance Study Program" בוצעה בדיקה מדוקדקת של איכות הנתונים שנמדדו מהמצוף. במסגרת הבדיקה נמצאה שגיאה סיסטמטית במדידות לחות וקרינה קצרת גל שבוצעו על-ידי חיישנים ישנים לפני פברואר 2002 (איור 6.1.4 כדוגמה). נתונים אלו תוקנו, ובבסיס הנתונים אוחסנו נתונים לפני ואחרי התיקון (פרטים ניתן למצוא בדו"ח GSI Report Number: GSI/08/2011). בשל תנאים קשים של הצטברות מלח על המצוף, יש צורך לבצע עבודות ניקוי ותחזוקה שגרתיות של המצוף אשר מצריכות הפסקות במדידות (איור 6.1.3). הצטברות המלח גם גורמת לבעיות נוספות בציווד מדידת טמפ' מי ים (בעזרת שרשרת תרמיסטורים) ולפיכך ישנן הפסקות ארוכות יותר ותכופות יותר במדידה (איור 6.1.2).

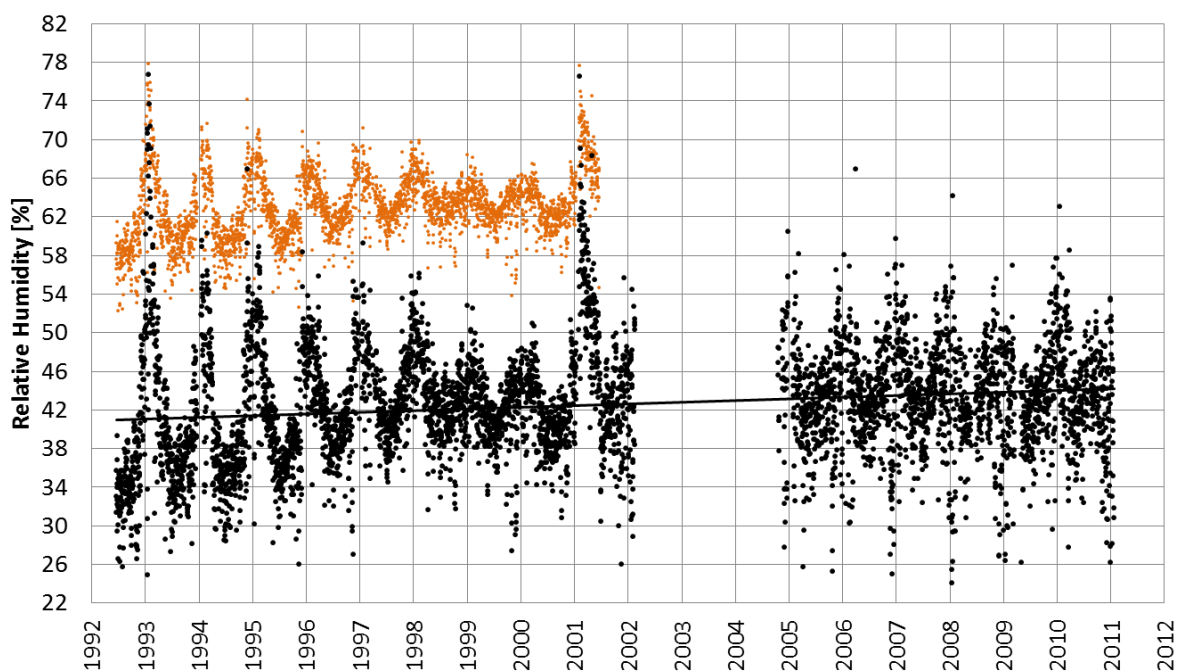
מדידות מטאורולוגיות בתחנה בחוף עין-גדי התחילו במאס 1988 (איור 6.1.5 שמאל). בפברואר 2009 הוקם תורן חדש שמקל על הטיפול בחיישנים שבתחנת החוף (איור 6.1.5 ימין). נתוני תחנות בים פתוח ובחוף ניתן לראות קרוב לזמן אמת באתר מרכז המידע (<http://isramar.ocean.org.il/isramar2009>).



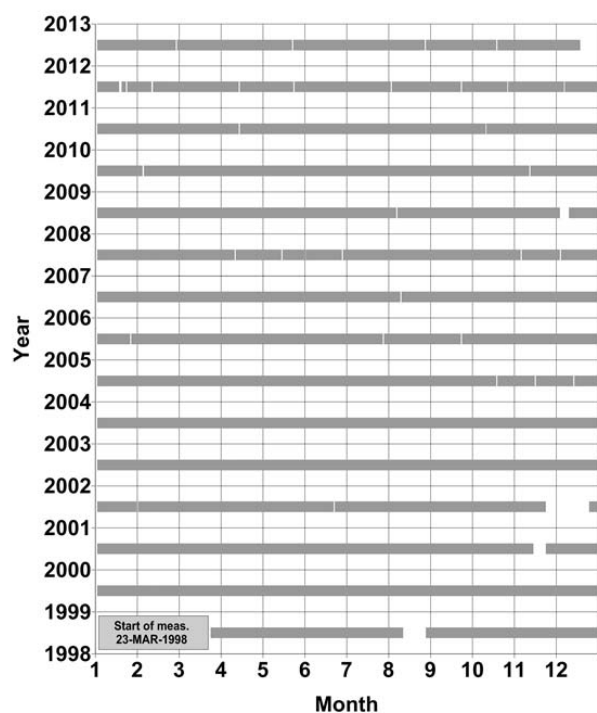
איור 6.1.2. התפלגות המדידות בזמן ממצוף 100-EG (שמאל: פרמטרים מטאורולוגיים; ימין: טמפרטורת מי ים שנמדדו בעזרת שרשרת תרמיסטורים)



איור 6.1.3. שינויים רב-שנתיים בטמפרטורות מי ים המלח שנמדדו בעזרת שרשרת תרמיסטורים ממצוף 100-EG.



איור 6.1.4. מדידות לחות מתחנה 100-EG לפני תיקון (כתום) ואחרי התיקון (שחור).



איור 6.1.5. התפלגות המדידות בזמן (שמאל) בתחנת חוף עין-גדי (ימין).

עדכון נתונים בבסיס מבוצע בשני שלבים: אוטומטית כל שעה, ואחת לחודשיים באופן ידני מהזיכרון הפנימי של המכשיר. העדכון הידני נעשה על מנת להשלים פערים במידע שיתכן ונוצרו עקב בעיות בהעברת הנתונים. משנת 2014 בעיות תשתית בעין גדי מונעות עדכון אוטומטי של

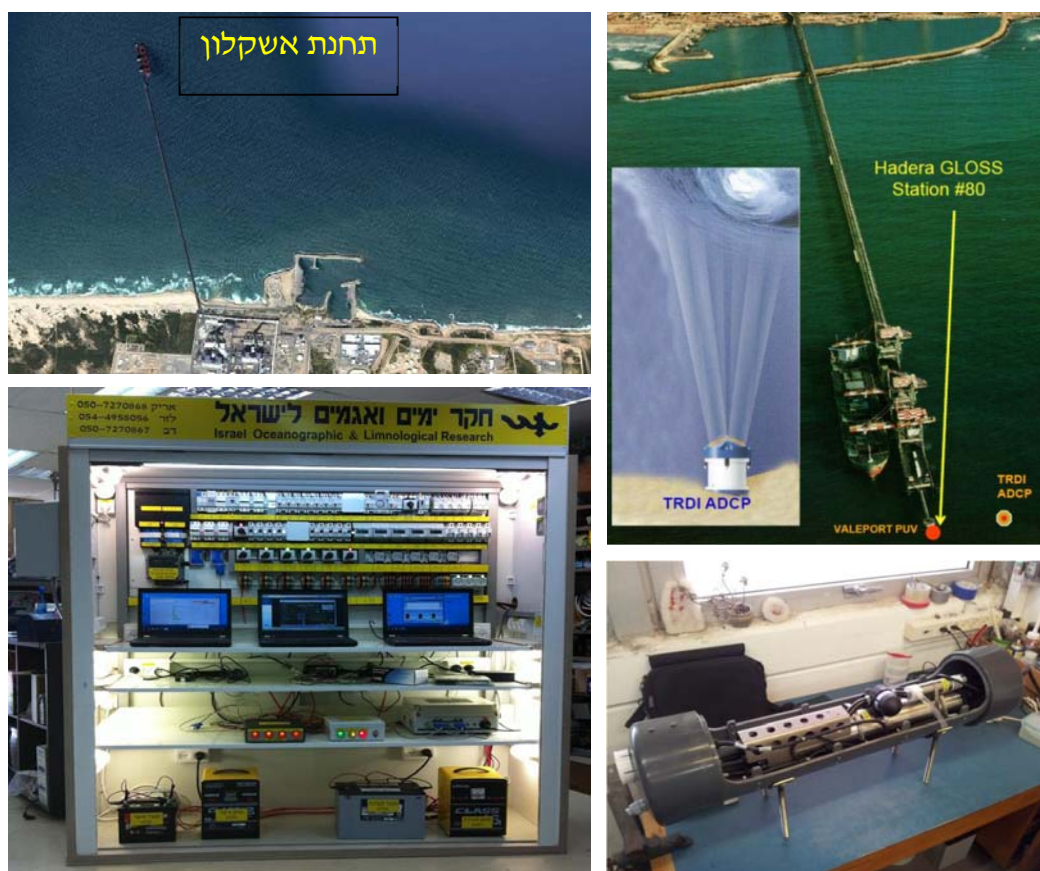


התצפיות מהתחנה על החוף. עקב כך עדכון המדידות נעשה ידנית אחת למספר חודשים. נכון לעת כתיבת הדו"ח בקרת איכות הופעלה על הנתונים שנאספו בתחנה בים ובחוף עד 2014.

## 6.2 בסיס נתונים אוקיינוגרפיים (CTD) שנמדדו בתחנות חדרה ואשקלון

### 6.2.1 הקדמה

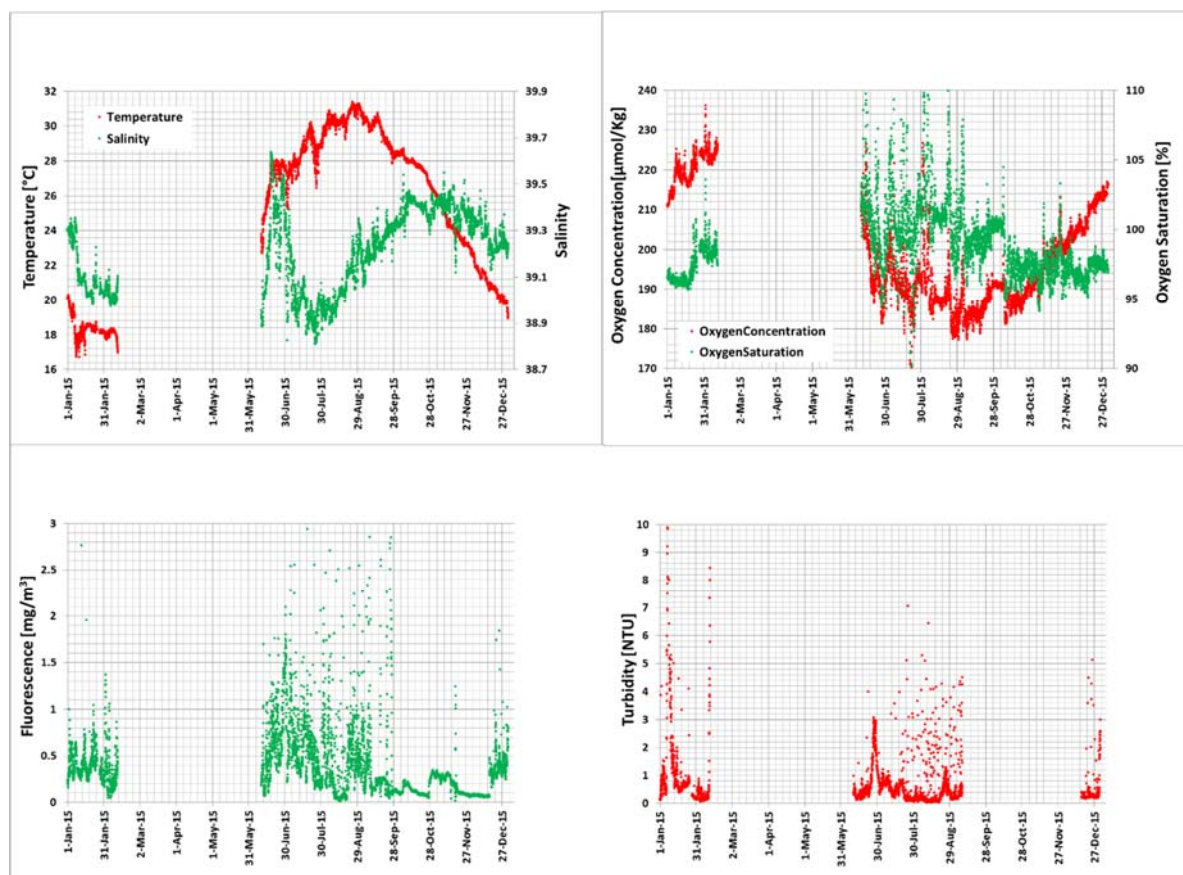
מאז 1991 המכון לחקר ימים ואגמים מפעיל תחנת ניטור קבועה לאיסוף נתונים מטאורימיים בקצה מזרח הפחם של תחנת הכוח בחדרה, ובשנת 2012 נוספה תחנה דומה בקצה מזרח הפחם באשקלון. שתי התחנות ממקמות במרחק 2.3 ק"מ מהחוף בעומק מים של כ-30 מטר (איור 6.2.1). הנתונים מהתחנות מעובדים באופן אוטומטי ומשודרים לחיא"ל לתצוגה באתר של מרכז המידע הימי הלאומי וכוללים בין היתר מדידות גלים, פרופיל זרמים, טמפרטורה, מליחות, רוח, כלורופיל, חמצן מומס ועוד. פירוט כלל מאפייני המדידה בתחנות (מכשירי המדידה, הפרמטרים הנמדדים וכו') מופיע בסיומו של פרק זה בסעיף 6.2.5.



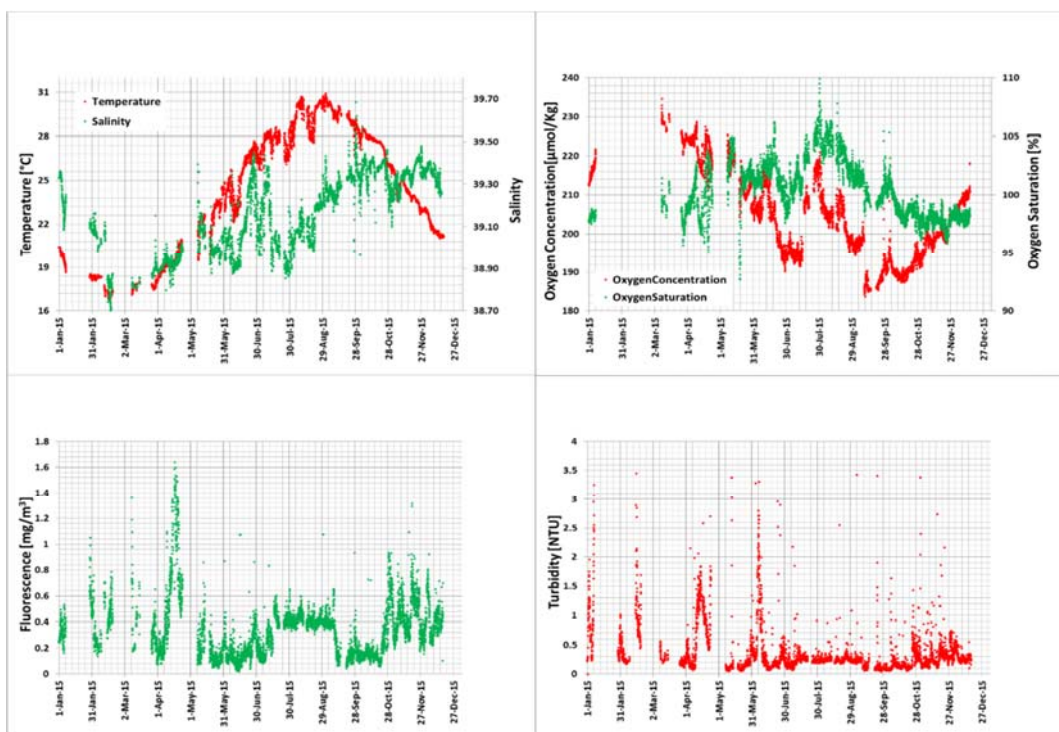
איור 6.2.1 : למעלה – מבט על מיקום תחנות הניטור המטאורימיות בקצה מזרח הפחם שבחדרה (מימין) ובאשקלון (משמאל). למטה משמאל – יחידת בקרה לכלל מכשירי המדידה המוצבת בתחנת הניטור שבאשקלון. למטה מימין – Sea Bird CTD מוצב בתוך מארז PVC (פתוח). לקראת הצבה בים.



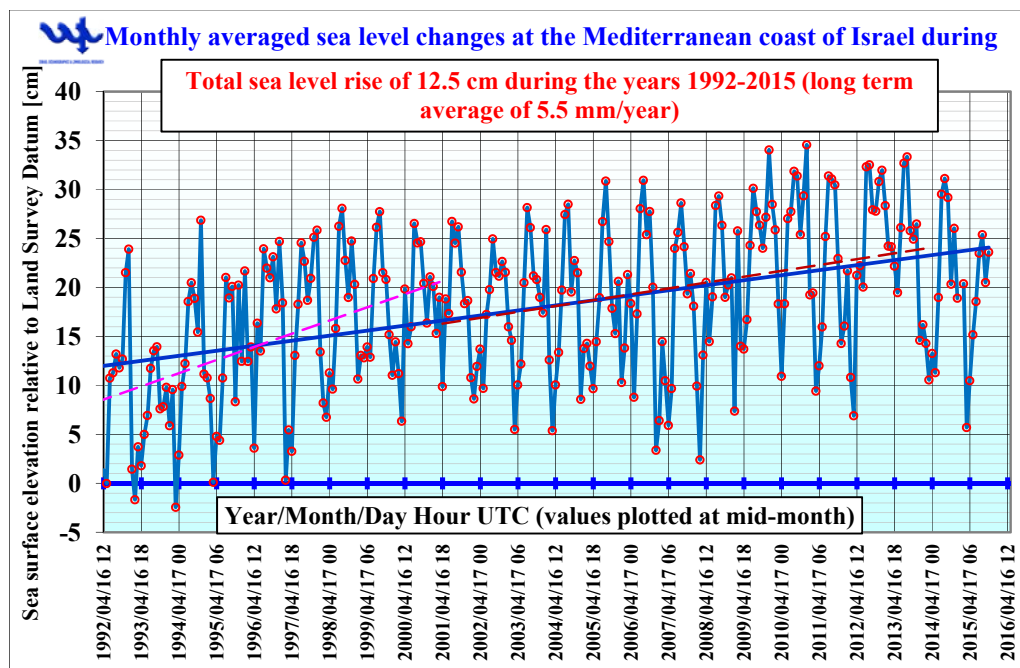
המטרה של הפעלת תחנות הניטור המטאו-ימיות היא יצירת בסיס נתונים סביבתי לאפיון המערכת האקולוגית, תהליכים הידרודינמיים, ולמעקב אחר מגמות בזמן ובמרחב באזור החוף הים תיכוני של ישראל. מטרה אסטרטגית נוספת של הפעלת התחנות היא לסייע בידי מקבלי ההחלטות בנושאים הנוגעים לניצול משאבי הים התיכון, פיתוח תשתיות לאומיות ושמירה על הסביבה הימית. מאז הקמתן, תחנות הניטור החופיות בחדרה ובאשקלון תורמות ליצירת בסיס נתונים מטאו-ימי משמעותי, שמשמש כמקור מידע עיקרי לביצוע מחקרים וסקרים סביבתיים. כמו כן, נתונים ממאגר המידע מסופקים לצורכי מחקר לפי דרישה (מעל 20 עבודות מסטר ודוקטורט עד כה), ובכך תורמים לחקר הים התיכון על כל גווניו. איורים 6.2.2-6.2.3 מציגות שינויים עונתיים עבור נתוני ה-CTD בתחנות חדרה ואשקלון, ואיור 6.2.4 מצביעה על נתונים רב-שנתיים של מדידות מפלס ים בתחנה בחדרה. אלו מראים שבשנים 2015-1993 קצב עליית מפלס הים עמד על כ-5.5 מ"מ לשנה בממוצע ובסה"כ מאז 1991 נרשמה עליה של 12.5 ס"מ במפלס הים.



איור 6.2.2: נתוני CTD של המשתנים הנמדדים בתחנת המדידה בחדרה לאחר מיצוע שעות לתקופה 1 לינואר 2015 ועד ה-17 לדצמבר 2015.



איור 6.2.3: נתוני CTD של המשתנים הנמדדים בתחנת המדידה באשקלון לאחר מיצוע שעת תקופה 1 לינואר 2015 ועד ה-31 לדצמבר 2015.



איור 6.2.4: נתוני מפלס ים כפי שנמדדו בתחנה בחדרה בשנים 1992-2015.

## 6.2.2 פיתוח מאגרי מידע לקליטת נתונים והנגשתם באמצעות ממשק אינטרנטי

מזה זמן רב, אוחסנו הנתונים מתחנות הניטור השונות בחיא"ל בבסיסי המידע המנוהלים ע"י מרכז המידע (לרבות התחנות בחדרה ואשקלון) אך לא התאפשרה גישה ידידותית/נוחה לנתונים על ידי משתמשי קצה, בשל חוסר במאגר מידע מובנה וממשק אינטרנטי מתאים להורדת נתונים. במהלך שנת 2015 פער זה הושלם ופותח פרוטוקול חדש ומתקדם לקליטת הנתונים מהתחנות והנגשתם לקהילייה המדעית באמצעות מאגרי מידע וממשק אינטרנטי. במסגרת זו, הומרו הנתונים לסטנדרטים/פורמטים בינלאומיים לבדיקת אמינות, שמירה והחלפת מידע במסגרת IODE (Oceanographic Data Exchange International) ונשמרו במאגרי המידע החדשים. השימוש בסטנדרטים מוכרים חשוב ומאפשר החלפת מידע במסגרת פרויקטים בינלאומיים שונים הכרוכים באיסוף וארגון נתונים אוקיאנוגרפיים (להם שותפה גם חיא"ל). החלפת המידע במסגרת פרויקטים אלו מאפשרת לבחון את הנתונים הנאספים מתחנות הניטור לאורך חופי ישראל בהיבטן הרחב/האזורי, כגון מעקב אחר מגמות הנובעות משינויים גלובליים.

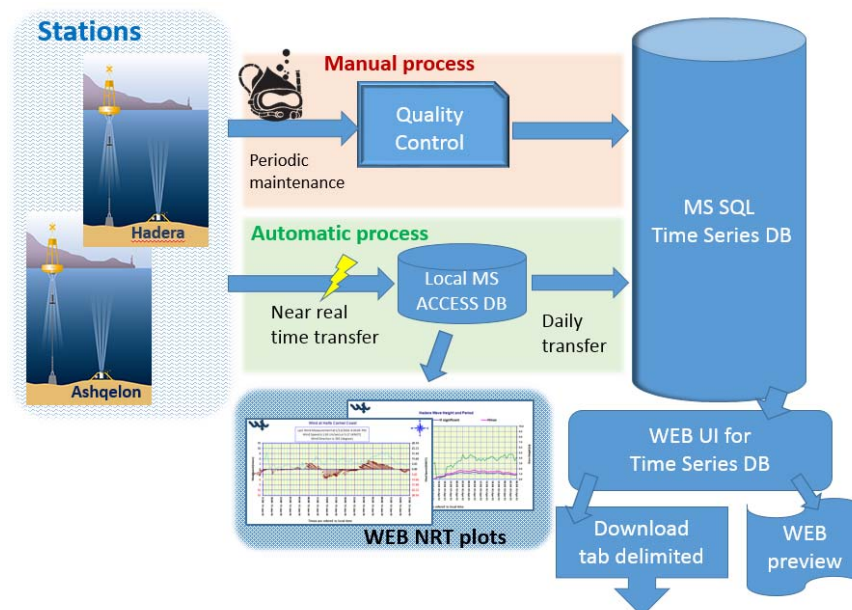
במסגרת הפרוטוקול החדש שהוקם, הזרמת הנתונים למאגר המידע והנגשתם נחלקת לשניים: אחת ליום מוזרמים הנתונים מהתחנות למאגר שמכיל בכל רגע נתון נתונים משישה חודשי המדידה האחרונים. למאגר זה מתאפשרת גישה לנתונים שעברו אך עיבוד ראשוני וללא בקרת איכות מקיפה. בצד מאגר זה פותח מאגר מידע נוסף שנועד לאחסן את כל הנתונים ההיסטוריים לאחר שעברו עיבוד (לא כולל את ששת חודשי המדידה האחרונים). במסגרת זו, כל הנתונים ההיסטוריים מהתחנות מעובדים, עוברים בקרת איכות, ומומרים לפורמט ODV כחלק מהכנתם לקליטה במאגר המידע החדש. גישה למאגר המידע המכיל נתונים מששת חודשי המדידה האחרונים מתאפשרת לאחר הרשמה באתר (פתוח לכלל הציבור וללא כל הרשאה מיוחדת), ואילו גישה לנתונים ההיסטוריים, מעבר לששת חודשי המדידה האחרונים, ניתנת לצורכי מחקר ע"פ דרישה. עם תחילת שנת 2016 פיתוחם של שני מאגרי המידע הושלם, ואף קיים ממשק אינטרנטי מתאים ממנו ניתן להוריד נתונים. עם זאת, בשל כמויות המידע הגדולות שהצטברו עם השנים, עיבוד הנתונים ההיסטוריים והזרמתם למאגר המידע השני טרם הסתיימו ותהליכים אלו נמשכים גם במהלך שנת 2016. במקביל להקמת מאגרי המידע הנ"ל הוקם שרת חדש המאכסן את רוב בסיסי הנתונים במרכז המידע הימי הלאומי (ISRAMAR) ובהם גם מאגרי המידע החדשים שהוקמו לצורך קליטה ועיבוד הנתונים מתחנות המדידה. המשכו של פרק זה מציג מידע טכני יותר על אופן קליטת הנתונים הנאספים בתחנות הניטור, עיבודם, וקליטתם במאגר הנתונים (סעיף 6.2.3) וכן מידע נוסף על האופן בו ניתן להוריד ולצפות בנתונים באמצעות הממשק האינטרנטי החדש שיועד לכך (סעיף 6.2.4).

## 6.2.3 פיתוח בסיס נתונים לאגירה והפצה של נתונים מתחנות אוקיינוגרפיות קבועות (בסיס נתונים לסדרות זמן)

בסיס הנתונים לסדרות זמן מבוסס MS-SQL פותח על מנת להוות ארכיב לנתונים מכלל התחנות ההידרו-מטאורולוגיות הקבועות אותן מפעילה חיא"ל וכן לנתונים מתחנות מדידה זמניות, שמיקומן קבוע בעת המדידה כגון מצופי מדידה וכו'. בסיס הנתונים תוכנן כך שניתן יהיה להוסיף תחנות חדשות או נתונים היסטוריים מתחנות ישנות לפי הצורך. נכון לסוף שנת 2015, בסיס

הנתונים קולט אוטומטית נתונים משתי תחנות החוף בחדרה ובאשקלון על בסיס יומי. תהליך ידני של בדיקת איכות נתונים מוודא שנתונים מעודכנים ומבוקרים יהיו זמינים לכל היותר כחצי שנה לאחר המדידה. התהליך כולל השלמת פערים הנובעים מתקלות תקשורת ותיקון הטיות הנובעות מיציאת מכשירי המדידה מכיול. בסיס הנתונים כולל מדידות ממרץ 2011 עבור תחנת חדרה ומדידות מיולי 2012 עבור תחנת אשקלון. הנתונים הללו עברו בדיקת מצאי והרמוניזציה של הפורמט (קבצי ODV) כך שיתאימו לקליטה לבסיס הנתונים לסדרות זמן. עם זאת, היות וכמות הנתונים ההיסטוריים גדולה למדי (כ-75 GB) תהליך הקליטה של נתונים מתחנות נוספות וכן של נתונים היסטוריים נמשך גם במהלך שנת 2016.

איור 6.2.5 מציג את תזרים הנתונים במערכת על עיבודם בשלבים השונים של התהליך. צוות מרכז המידע מתחזק את מערכות הטלקומוניקציה ומפקח על העברת הנתונים האוטומטית לבסיס נתונים מקומי מסוג MS-ACCESS (בסיס נתונים מקומי אחד מתוחזק לכל תחנה). הנתונים בבסיס הנתונים המקומי מוצגים בצורה גרפית באתר ISRAMAR וגם מועברים פעם ביום לבסיס הנתונים לסדרות זמן, עם סימון שעדיין לא עברו בקרת איכות. עקב בעיות תקשורת יתכנו "חורים" באוסף הנתונים שנמצא בבסיס הנתונים המקומי. תהליך בקרת האיכות מתרחש לאחר החלפת מכשירי המדידה בתחנות במכשירים מכוילים. התהליך מתרחש אחת לחודשיים ועד לשישה חודשים, וזאת כתלות בזמינות הצוות ותנאי מז"א. לאחר ההחלפה, כרטיס הזיכרון נשלף מהמכשירים ונתונים שלא הועברו נקלטים וממלאים חוסרים במדידות. בעת ההחלפה של מכשירי CTD בחדרה ואשקלון נערכת גם מדידת ביקורת (נקודת CalVal) באמצעות מכשיר CTD מכיול. מדידת הביקורת נועדה לאתר ולתקן הטיות במדידה שנובעות מיציאת מכשירים מכיול עם הזמן. נתונים שעברו בקרת איכות ע"י המדענים האחראים לכך נקלטים לבסיס הנתונים לסדרות זמן ומחליפים את הנתונים הקיימים בו.



איור 6.2.5 : סכמה המתארת את העברת הנתונים לבסיס סדרות זמן.

## 6.2.4 בחירת נתונים והורדתם מבסיס הנתונים לסדרות זמן

באיור 6.2.6 ניתן לראות את הממשק האינטרנטי החדש המשמש להורדה ולצפייה בנתונים מתחנות המדידה הרציפות השונות (ימין) ואת האופן בו מוצגות סדרות הזמן של הנתונים הנבחרים (שמאל). את הממשק לבסיס הנתונים ניתן למצוא בכתובת:

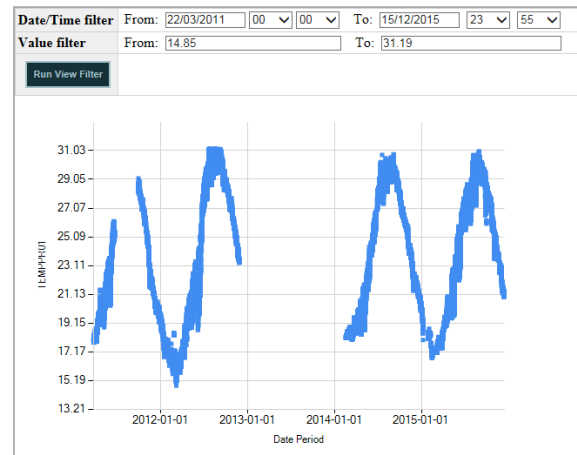
[http://isramar.ocean.org.il/isramar\\_data/TimeSeries.aspx](http://isramar.ocean.org.il/isramar_data/TimeSeries.aspx) ותנאי השימוש בנתונים

מופיעים באתר.

משתמש לא רשום יכול לבחור תחנה ולצפות ברשימה של פרמטרים הכוללת סטטיסטיקה של הנתונים. שמות הפרמטרים מופיעים בשפה פשוטה וגם על פי הקוד הסטנדרטי של SeaDataNet parameter usage vocabulary P01. קוד זה מוצג כ-tooltip כאשר משאירים את הסמן מעל שם הפרמטר. הורדת הנתונים עבור מחצית שנת המדידות האחרונה מתאפשרת לאחר הרשמה באתר. לאחר ההרשמה מתקבל שם משתמש וסיסמה אותם יש להזין בדף האתר על מנת לאפשר בחירה של פרמטרים להורדה, או צפייה מקדימה בנתונים (באמצעות לחיצה על אחד מהכפתורים בצורת הגרף). התצוגה הגרפית גם כוללת אפשרויות לצפות בנתונים בטווחי תאריכים שונים (ראה דוגמא באיור 6.2.6). את הנתונים/פרמטרים הנבחרים ניתן להוריד עבור תחנה בודדת כסדרת נתונים בקובץ ODV. קובץ זה הינו קובץ ASCII המופרד בטאבים הניתן לקריאה במגוון תוכנות כולל Excel ו-ODV.

### HaderaCTD Station Data

Parameter: Temperature of the water body



#### Time Series Data Selection

Station:	HaderaCTD
Location:	34.863070°E 32.470530°N
First Record:	22/03/2011 12:01:32
Last Record:	15/12/2015 02:41:04
Selected Date period:	From: 22/03/2011 To: 15/12/2015
Selected Observation Depth:	12 [m]
Number Of Records:	[153453 records]

#### Select all parameters: ☐

Parameter	Units	Depth	Records	Min	Max	St. Dev.	Download	Chart
Oxygen	umol/kg	12	151435	47.90	288.09	41.56	<input type="checkbox"/>	
Fluor [DO1042200] Concentration of oxygen (O2) per unit mass of the water body [dissolved plus reactive]				0.12	40.17	0.32	<input type="checkbox"/>	
Wai [particulate phase]				1.44	25.67	0.20	<input type="checkbox"/>	
Salinity	ppt	12	153453	12.69	40.32	1.67	<input type="checkbox"/>	
WaterTemp	degC	12	153453	14.85	31.19	4.38	<input type="checkbox"/>	
Turbidity	NTU	12	153453	0.01	24.37	0.81	<input type="checkbox"/>	

[Download to ODV file](#)

איור 6.2.6: מימין - דף הממשק לבסיס הנתונים. שמאל - ממשק לצפייה מקדימה בנתונים הנבחרים.

### 6.2.5 תמצית מאפייני המדידה הרציפה בתחנות הניטור בחדרה ובאשקלון

הרכב החיישנים בתחנת הניטור באשקלון זהה בעיקרו לזה של תחנת הניטור בחדרה. מזחי הפחם נבחרו כאתרים המתאימים ביותר מבחינת הסביבה הימית ובזכות קרבתם למתקנים קבועים וקשיחים בעומק מים של 27 מ' בקרוב. בטבלה להלן מסוכמת תמצית מאפייני המדידה בתחנות.



## 6.3 מודלים לחיזוי ימי

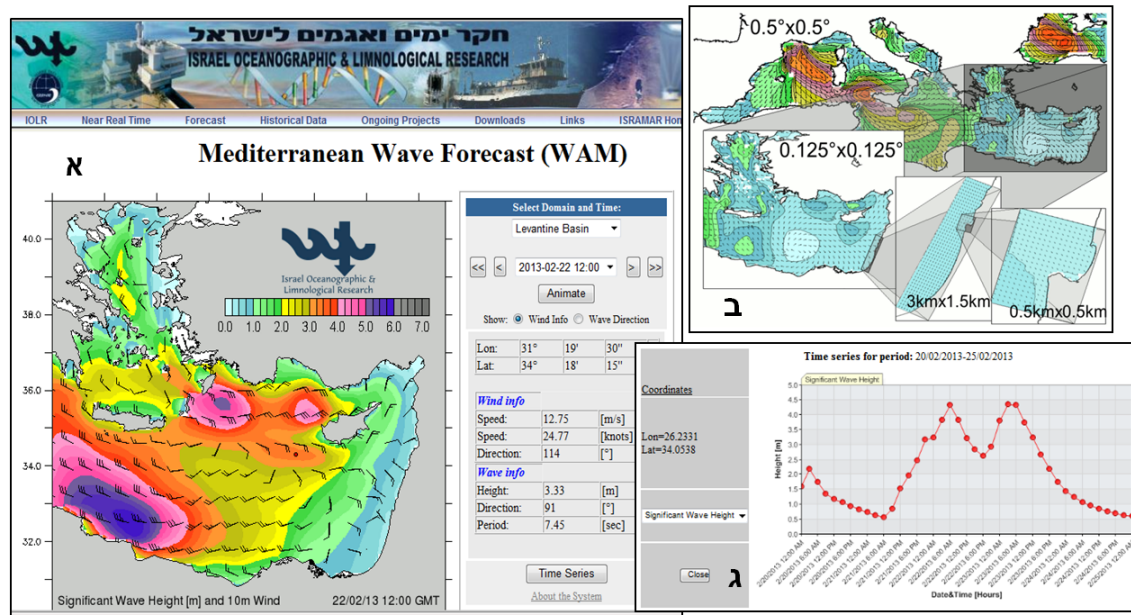
### 7.1 מערכת לחיזוי מצב ים

מערכת לחיזוי מצב ים מופעלת מבצעית מדי יום במרכז הנתונים וכוללת חיזוי גובה גל משמעותי (סיגניפיקנטי). המערכת מתבססת על שני מודלים:

מודל WAM מספק תחזיות לים עמוק. התחזית ניתנת עבור כל הים התיכון בסריג גס יחסית של חצי מעלה (כ-50 ק"מ), ובסריג עדין של שמינית מעלה (כ-14 ק"מ) עבור כל האזור מזרחה מ-22°E כולל הים האגאי. טווח התחזית הוא 120 שעות ומוצג במרווחים של שלוש שעות באתר האינטרנט של מרכז המידע. תחזיות הגלים מבוססות על תחזיות המודל האטמוספרי SKIRON (ברזולוציה 0.1°). שמורץ באוניברסיטת אתונה.

מודל SWAN מספק תחזיות באזורים קרובים לחופי ישראל. התחזית של המודל מחושבת על ארבעה סריגים מקוננים זה בזה (איור 7.1.1 ב). המודל משתמש בתחזיות המודל האטמוספרי SKIRON ברזולוציה גבוהה (0.05°). בשל אורך הזמן הדרוש להורדת נתונים ולחישוב התחזית, המודל מפיק תחזיות יומיות של 72 שעות בלבד.

תחזיות הגלים מוצגות באתר האינטרנט של מרכז המידע כמפות (איור 7.1.2 א). ממשק אינטראקטיבי מאפשר להציג סדרות זמן של גובה הגלים ועוצמת הרוח במיקום נבחר (איור 7.1.2 ג).

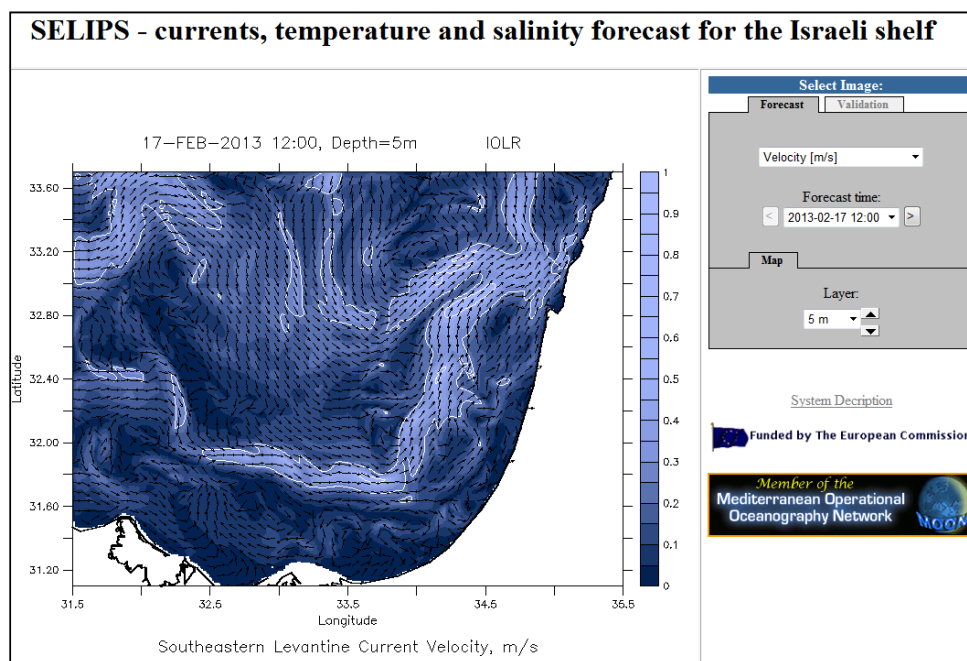


איור 7.1.1: קינון שריגים של מודלים לחיזוי מצב ים (ב) ותצוגת תחזית מצב ים באתר אינטרנט של מרכז המידע הימי (א, ג).

## 7.2 מערכת לחיזוי זרמים, טמפרטורת הים ומליחות במדף היבשת הישראלי בים

### התיכון

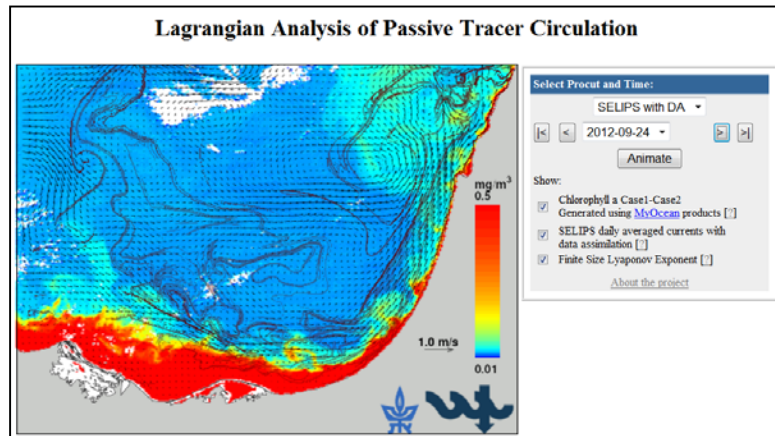
מערכת לחיזוי פרמטרים אוקיאנוגרפיים (זרמים, טמפרטורת הים ומליחות) מופעלת מבצעת מדי יום באמצעות שרת של מרכז המידע הימי הלאומי. המערכת מתבססת על מודל POM עבור דרום מזרח הים התיכון מזרחה מקו אורך  $31.5^{\circ}\text{E}$  ודרומה מקו רוחב  $33.7^{\circ}\text{N}$  עם סריג ברזולוציה 0.95 ק"מ. המודל מורץ אוטומטית מדי יום לטווח של כ-96 שעות. המודל משובץ במערך חיזוי כלל ים תיכוני MONGOOS. תנאי התחלה ותנאי שפה של טמפ' מליחות וזרם מוזנים ממערכת חיזוי הזרמים ALERMO של אוניברסיטת אתונה ותחזיות אטמוספריות ממודל SKIRON. שטף החום האטמוספרי מתוקן ע"י הטמעת נתוני טמפ' בפני השטח. תוצאות המודל מוצגות גרפית באתר האינטרנט של מרכז המידע.



איור 7.2.1: תצוגת תחזית של פרמטרים אוקיאנוגרפיים באתר אינטרנט של מרכז המידע הימי הלאומי.

במסגרת פרויקט COSEM פותח כלי המאפשר לאמת את תוצאות תחזית הזרמים של המודל מול נתוני חישה מרחוק של כלורופיל בפני הים. כלי זה מאפשר לראות הפרדה בין אזורי סירקולציה שונים בים.

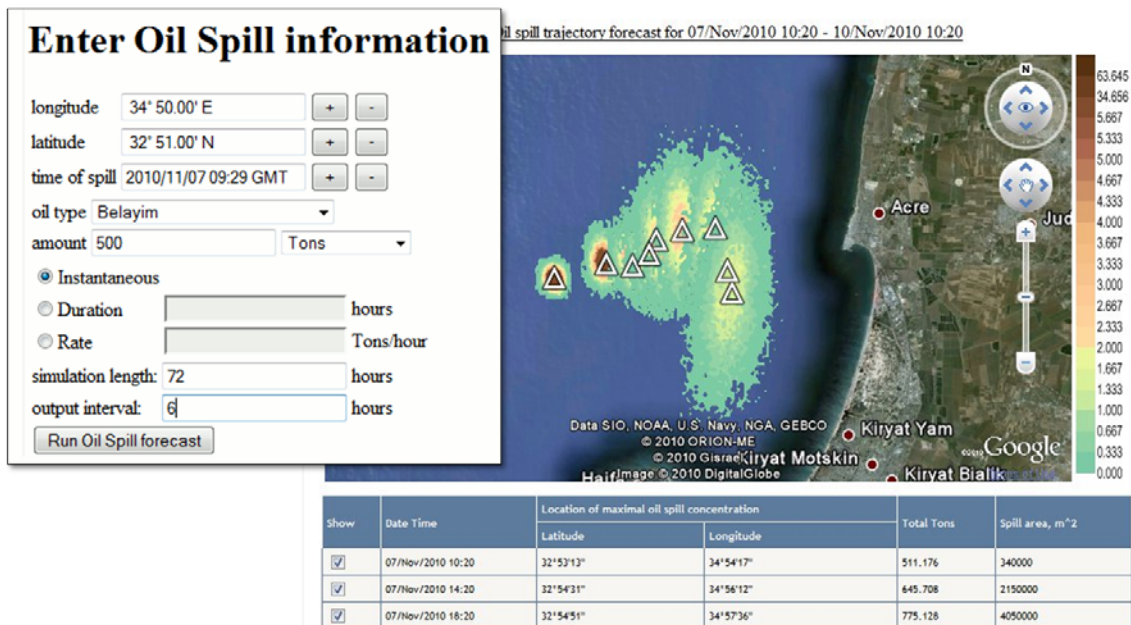




איור 7.2.2. אימות שדות כלורופיל עם תחזית הזרמים על-ידי מערכת SELIPS.

### 7.3 מערכת לחיזוי התפשטות כתמי שמן MEDSLIK

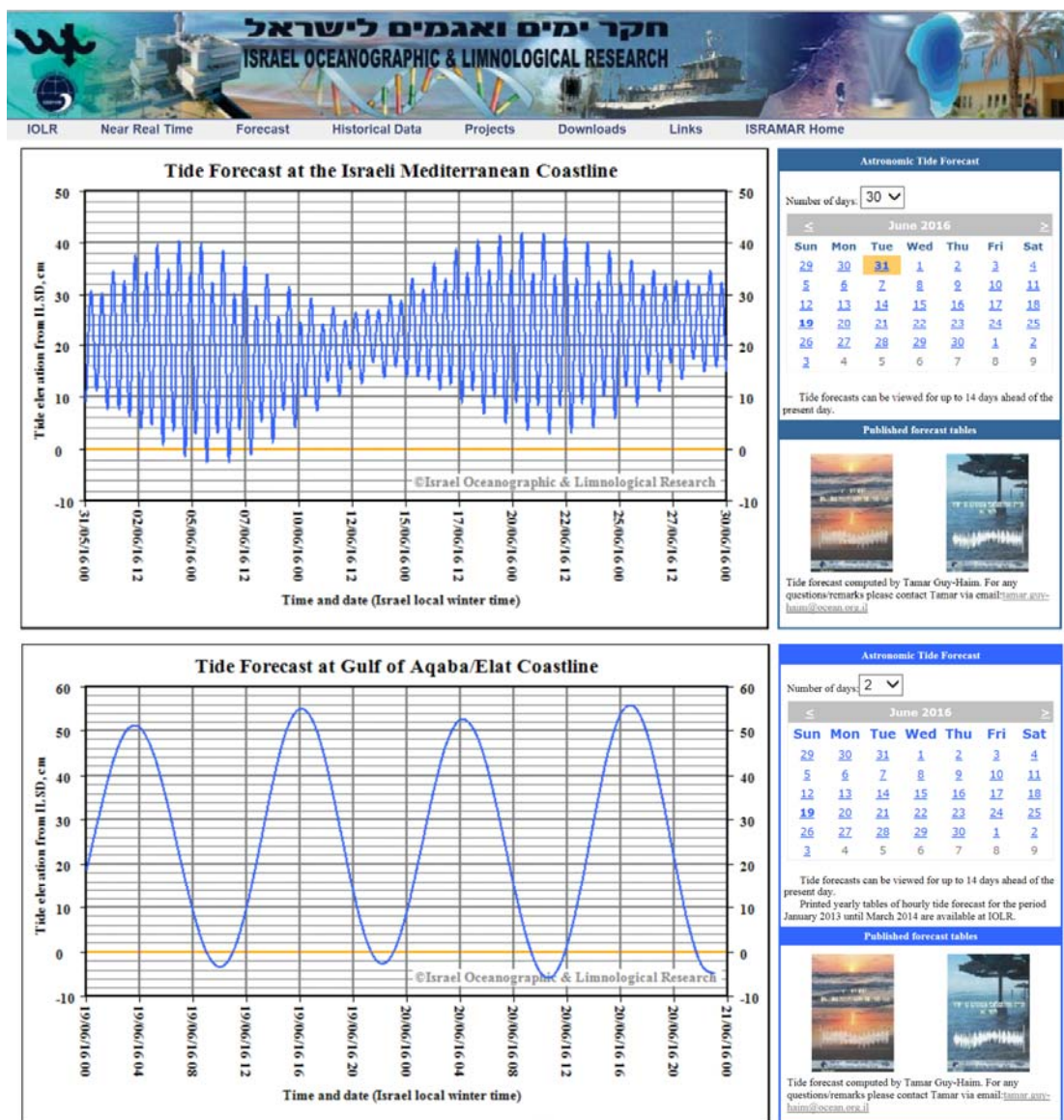
מערכת לחיזוי התפשטות של כתמי שמן מתבססת על תוכנת MEDSLIK. המערכת נועדה לשימוש חדר המצב של המשרד להגנת הסביבה בעת אירוע של דליפת שמן לים. המערכת כוללת טופס אינטרנטי לקליטת פרטי אירוע דליפה והפעלה מרחוק של תוכנת החיזוי על שרתי מרכז המידע. עם סיום התחזית המערכת מאפשרת להציג את תוצאות ההרצה על גבי מפה אינטראקטיבית או להוריד את התוצאות לניתוח בתוכנות GIS (איור 7.3.1). חיזוי ההתפשטות של כתמי השמן עושה שימוש בתחזיות מודל SKIRON של מהירות הרוח ובתחזיות מהירות הזרם על פי המודל שמורץ במרכז המידע.



איור 7.3.1: ממשק להגדרת פרטי האירוע וחיזוי התפשטות כתמי שמן.

## 7.4 מערכת לחיזוי מועדי ים בחופי ישראל בים התיכון ובים סוף

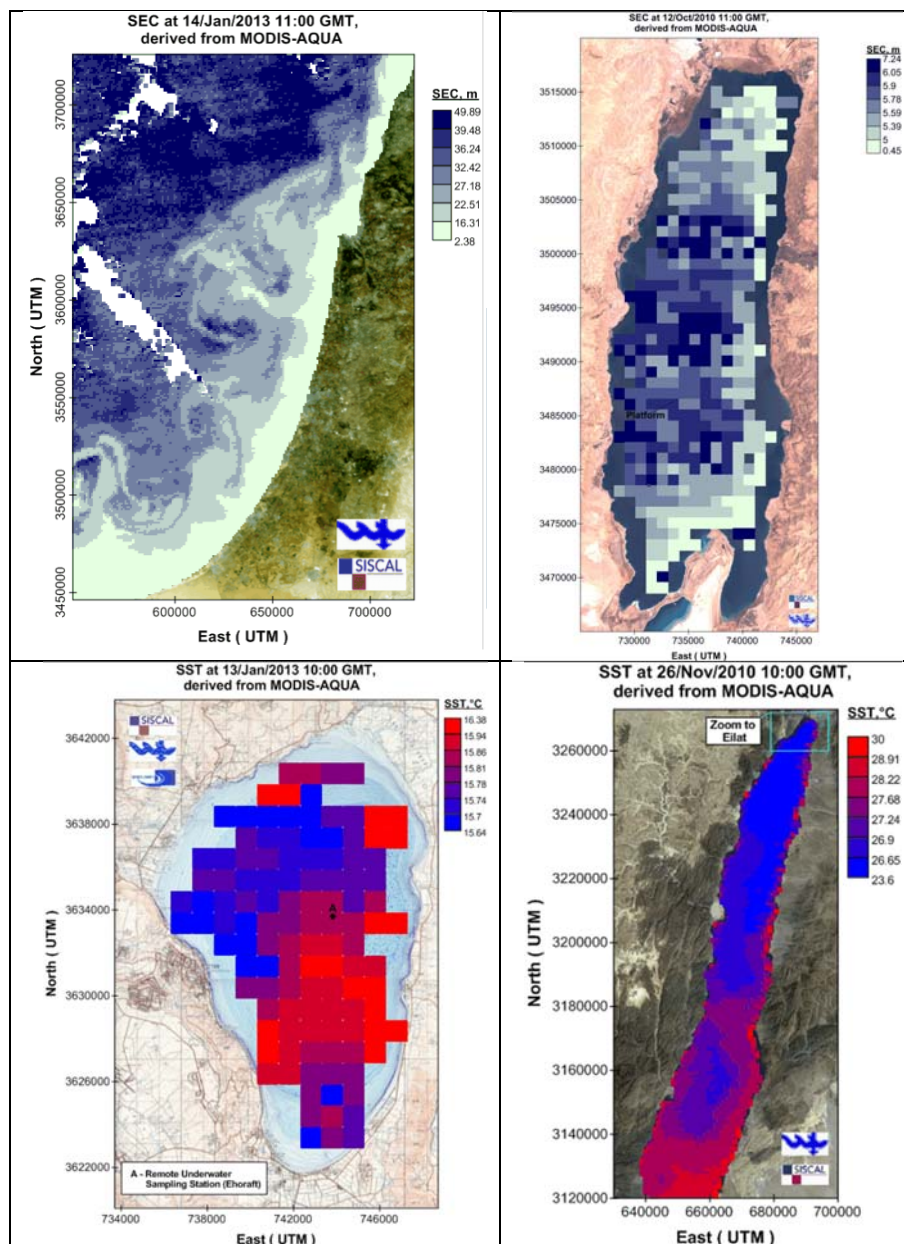
מרכז המידע מסייע להפצה של תחזיות לשינויי מפלס ים הקשורים למועדי ים באזור חופי ישראל של ים תיכון וים סוף. התחזית, אשר מופקת ע"י המעבדה לחברות אקולוגיות, מתעדכנת על בסיס שנתי. דרך אתר מרכז המידע ניתן לראות את התחזית בצורה גרפית ל-14 יום קדימה מהתאריך הנוכחי (איור 7.4.1). התחזית מיוחסת לרום אפס האיזון הארצי ברשת ישראל הישנה.



איור 7.4.1: תצוגה גרפית של תחזית רום מפלס בים תיכון (למעלה) ובים הסוף (למטה).

## 7. מערכת לתצוגת נתוני חישה מרחוק

מרכז המידע מסייע להצגת תוצאות מערכת מידע ימי מלווינים SISCAL. המערכת מעבדת נתוני חישה מרחוק קרוב לזמן אמת עבור דרום מזרח הים התיכון והכנרת. נתוני טמפרטורה פני ים (SST), ריכוז Chlorophyll-a, כמות חומר מרחף ועומק Secchi מוערכים על סמך מדידות מחיישני MODIS ו-AVHRR ומוצגים באתר מרכז המידע בצורה גרפית.



איור 8.1 : דוגמאות למפות SISCAL מאתר מרכז המידע.

## 8. פעילות בינלאומית

מרכז המידע מייצג את ישראל במערכת הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי (IODE), המנוהלת ע"י הארגון הבינממשלתי לאוקיאנוגרפיה (IOC). מנהל מרכז המידע השתתף במושב ה-17 של ועדת IODE (מרץ 2003), אשר גיבשה טיוטת מסמך מדיניות לחילופי מידע אוקיאנוגרפי, בוועידת המליאה ה-18 של IODE (אפריל 2005), ובוועידת המליאה ה-19 של IODE (מרץ 2007), טריסטה, איטליה).

מרכז המידע משתתף כיום בשלושה פרויקטים של האיחוד האירופי:

### 9.1 תשתית כלל אירופאית לניהול מידע ימי

**Pan-European infrastructure for Ocean & Marine Data Management – SEADATANET**  
פרויקט SEADATANET החל באפריל 2006 ונמשך עד 2011. פרויקט המשך SEADATANET2 החל ב-2011 ונמשך עד 2015. מטרת הפרויקט היא בניית קשר בין מרכזי מידע ימיים במדינות הסובבות את אזור הצפון אטלנטי וימים קרובים לו, ושיפור היכולות לניהול מידע בכל אחד מהמרכזים הלאומיים, תוך הבאתם לבסיס נתונים משותף. הפרויקט מאחד מרכזי מידע ימי מובילים בכל הקהילה האירופית. במסגרת הפרויקט הוגדרו סטנדרטים לארגון, אכסון ותחלופה של נתונים ימיים, כולל סטנדרטים של "מטא-דטה" ובקרת איכות. מרכז המידע התקין על שרתיו תוכנות המאפשרות לחלוק את הנתונים הישראליים שבבסיס הנתונים ההיסטוריים עם קהל המשתמשים של הפרויקט.

### 9.2 תשתית כלל אירופית לניהול מידע ימי כימי (EMODnet-Chemistry)

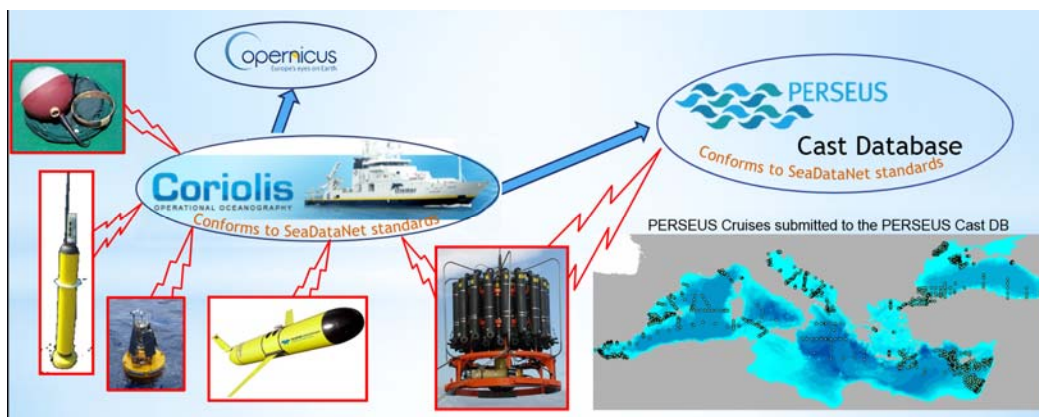
הפרויקט מתמקד בבניית בסיס נתונים כימיים ימיים משותף בין מרכזי מידע ימיים אירופאיים. בפרויקט ייעשה שימוש ביכולות ניהול מידע שפותחו במסגרת הפרויקטים SeaDataNet. הפרויקט התחיל ביוני 2013 ונמשך 36 חודשים עד יוני 2016. הפרויקט ממומן על-ידי הקהילה האירופית. בסוף מאי 2016 החל פרויקט נוסף פרויקט EMODnet בשם EMODnet-Ingestion. הפרויקט ימשך עד מאי 2019. רוב המשתתפים הם מרכזי מידע אוקיאנוגרפיים לאומיים המוכרים על ידי IODE. מטרת הפרויקט היא להניע ולשפר את התהליך שבו מידע אוקיאנוגרפי (שנאסף בתוכניות ניטור לאומיות, פרויקטי מחקר, ע"י חברות פרטיות וכו') מופקד על בסיס התנדבותי במאגר נתונים ממנו ניתן יהיה להפיץ אותו בחינם.

### 9.3 הפעלה ופיתוח מערכת לניהול נתונים ימיים במסגרת פרויקט אירופי

#### PERSEUS

(Policy-oriented marine Environmental Research for the Southern EUropean Seas)  
הפרויקט החל בשנת 2012 והסתיים בשנת 2015. מטרת הפרויקט הייתה לזהות תבניות של לחצים טבעיים או אנתרופוגניים על הסביבה של הים התיכון והים השחור, להעריך את ההשפעה על מערכות אקולוגיות ימיות ותוך שימוש בעקרונות ומטרות ההנחיה Marine Strategy Framework, לתכנן מסגרת לביצוע מחקר אפקטיבי וחדשני. מרכז המידע ריכז במהלך הפרויקט את ניהול מאגרי המידע האוקיאנוגרפיים של הפרויקט. ומחויב לתחזק את מאגרי המידע עד לשנת 2018.





איור 9.3.1: סכמה העברת נתונים במסגרת הפרויקט PERSEUS.

במסגרת הפרויקט בוצעו עבודות לבנייה מחדש של בסיס נתונים MEDACC. מילון פרמטרים שפותח עבור פרויקט SESAME הוחלף במספר מילונים של BODC, כפי שהומלץ על-ידי SEADATANET2. פותח ממשק on-line חדש לבסיס נתונים של פרופילים אוקיאנוגרפיים באתר של PERSEUS. הממשק מבוסס על טכנולוגיה חדשה.

### Interactive Cast Map

Map showing cruise tracks in the North Atlantic region. A red circle highlights a specific area.

Radius: 312953 m  
Latitude: 42° 17' 8" N  
Longitude: 4° 17' 8" E

### Add to Query<sup>?</sup>

Parameters

type text to filter list...

- Air pressure
- Alkalinity, acidity and pH of the water column
- Ammonium concentration parameters in the water column
- Bacteria generic abundance in water bodies
- Bacteria non taxonomy-related biomass expression
- Bacteria taxonomic abundance in water bodies
- Bacterial production in the water column
- Carbon concentrations in sediment
- Carbon monoxide and dioxide concentrations
- Carotenoid pigment concentrations in the water column
- Chlorofluorocarbon concentrations in the water column
- Chlorophyll pigment concentrations in the water column
- Concentration of carbohydrates, phenols, alcohols

### Dates (dd/mm/yyyy)

From: 11/01/1994

To: 03/04/2012

### Query\*

Parameters: Air pressure  
Instrument types: CTD stations  
Countries: Belgium  
Dates from: 11/01/1994  
Latitude from: 40° 00' 00" N

Run Query

Clear Query

Get Cruises List

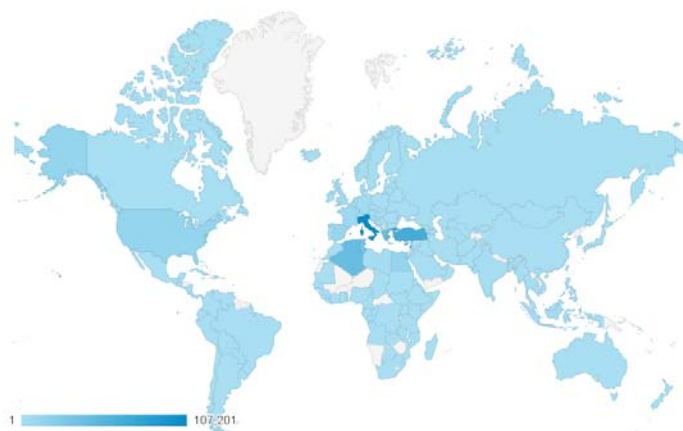
Download

איור 9.3.1 : ממשק חדש שפותח לבסיס נתונים הפלגות במסגרת פרויקט PERSEUS.

## 9. סטטיסטיקה כניסות לאתר מרכז הנתונים

במשך 2015 נספרו כ-1,672,842 מבקרים באתר מרכז המידע. רוב המבקרים הם מישראל

Country (top 10)	Visits
Israel	1,163,505
Italy	107,201
Lebanon	79,737
Turkey	63,891
Cyprus	57,154
Algeria	42,851
Greece	40,932
Tunisia	34,596
United States	12,679
Egypt	12,608



איור 10.1 : חלוקת מבקרים באתר מרכז המידע לפי מדינה (2015).

רוב המבקרים מעוניינים בתחזיות גלים

Forecast	Page views
<b>Total for Wave Model Pages (83% of total website views)</b>	<b>1,652,177</b>
Mediterranean Wave Forecast (WAM)	1,224,079
Levantine Basin	66,833
Israeli Coast	345,663
Haifa	15,602
Currents, temperature and salinity forecast for the Israeli shelf	15,196
Israeli Mediterranean coast tide forecast	21,999
Aqaba/Elat gulf tide forecast	1,860
<b>Near Real Time</b>	<b>Page-views</b>
Shikmona Weather station	24,542
Central Israeli Mediterranean coast sea-state data	115,206
Ashkelon Oceanographic data	7,528
Aqaba/Elat gulf meteoceanographic data	564
SISCAL	3,378
Dead Sea Data	6,375
<b>Historical Data</b>	<b>Page views</b>
Mediterranean cruises (including PERSEUS)	10,534
Heavy Metals in Organisms	126
Gulf of Eilat	140

איור 10.2 : חלוקת מבקרים באתר מרכז המידע לפי דפי האינטרנט (2015).

10. נספח: מסמך המדיניות הבינלאומית לחילופי מידע אוקיאנוגרפי שאומץ ע"י הארגון הבינממשלתי לאוקיאנוגרפיה (יוני 2003).

Annex to Resolution XXII-6

**IOC OCEANOGRAPHIC DATA EXCHANGE POLICY**

**Preamble**

The timely, free and unrestricted international exchange of oceanographic data is essential for the efficient acquisition, integration and use of ocean observations gathered by the countries of the world for a wide variety of purposes including the prediction of weather and climate, the operational forecasting of the marine environment, the preservation of life, the mitigation of human-induced changes in the marine and coastal environment, as well as for the advancement of scientific understanding that makes this possible.

**Recognising** the vital importance of these purposes to all humankind and the role of IOC and its programmes in this regard, the Member States of the Intergovernmental Oceanographic Commission agree that the following clauses shall frame the IOC policy for the international exchange of oceanographic data and its associated metadata.

**Clause 1**

Member States shall provide timely, free and unrestricted access to all data, associated metadata and products generated under the auspices of IOC programmes.

**Clause 2**

Member States are encouraged to provide timely, free and unrestricted access to relevant data and associated metadata from non-IOC programmes that are essential for application to the preservation of life, beneficial public use and protection of the ocean environment, the forecasting of weather, the operational forecasting of the marine environment, the monitoring and modelling of climate and sustainable development in the marine environment.

**Clause 3**

Member States are encouraged to provide timely, free and unrestricted access to oceanographic data and associated metadata, as referred to in Clauses 1 and 2 above, for non-commercial use by the research and education communities, provided that any products or results of such use shall be published in the open literature without delay or restriction.

**Clause 4**

With the objective of encouraging the participation of governmental and non-governmental marine data-gathering bodies in international oceanographic data exchange and maximising the contribution of oceanographic data from all sources, this Policy acknowledges the right of Member States and data originators to determine the terms of such exchange, in a manner consistent with international conventions, where applicable.

**Clause 5**

Member States shall, to the best practicable degree, use data centres linked to IODE's NODC and WDC network as long-term repositories for oceanographic data and associated metadata. IOC programmes will co-operate with data contributors to ensure that data can be accepted into the appropriate systems and can meet quality requirements.

**Clause 6**

Member States shall enhance the capacity in developing countries to obtain and manage oceanographic data and information and assist them to benefit fully from the exchange of oceanographic data, associated metadata and products. This shall be achieved through the non-discriminatory transfer of technology and knowledge using appropriate means, including IOC's Training Education and Mutual Assistance (TEMA) programme and through other relevant IOC programmes.

**Definitions**

**"Free and unrestricted"** means non-discriminatory and without charge. "Without charge", in the context of this resolution means at no more than the cost of reproduction and delivery, without charge for the data and products themselves.

**"Data"** consists of oceanographic observation data, derived data and gridded fields.

**"Metadata"** is "data about data" describing the content, quality, condition, and other characteristics of data.

**"Non-commercial"** means not conducted for profit, cost-recovery or re-sale.

**"Timely"** in this context means the distribution of data and/or products sufficiently rapidly to be of value for a given application.

**"Product"** means a value-added enhancement of data applied to a particular application.



## **11. מרכז המידע הביו-גאוגרפי והמרכז לתיוג מולקולרי (מרכז הברקודינג)**

### **הקדמה**

מאגר המידע הביו-גאוגרפי המנוהל ע"י חיא"ל הוא מאגר האמור לכלול בתוכו את כל המידע שנאסף בעבר ויאסף בעתיד והקשור בתפוצת ביוטה (בעלי חיים וצמחים) במים הריבוניים והכלכליים של ישראל. התפקיד העיקרי של המאגר הוא לאפשר ניתוח השוואתי בטווחי זמן ומקום רחבים של הרכב חברות החי בבתי הגידול השונים בסביבה ימית זו. שינויים בחברת החי הם תופעה המתרחשת על פני שנים רבות ונבדקת במסגרת מחקרים וניטורים סביבתיים בשיטות דיגום המשתנות עם הזמן כתוצאה של ההתפתחות המדעית והטכנולוגית. הפורמט האחד בו מופקדים הנתונים במאגר מאפשר בדיקה מהירה של הרכב חברות החי בחיתוכי זמן ומקום רחבים שבוצעו במסגרת מחקרים ופרויקטים שונים, וכן את צפיפותן ומגוון המינים המאפיין אותן. ניתוח כזה מהווה כלי בסיסי הן במחקר אקולוגי ארוך טווח בסיסי ויישומי, כלומר כזה הקשור למעקב אחרי הצלחה של מדיניות סביבתית.

מיני אורגניזמים מהווים יחידת מדידה בסיסית במחקר אקולוגי ארוך טווח ובניטור ביולוגי והם גם יחידת הבסיס של המרכז המידע הביו-גאוגרפי שתואר למעלה. תיוג מולקולרי היא שיטה גנרית וקלה ליישום להגדרת מיני אורגניזמים ובאה לענות על צורך אקוטי הנובע מחסר הולך ומחריף במומחים להגדרה לגבי קבוצות חי רבות. המרכז לתיוג מולקולרי (מרכז הברקודינג) של חיא"ל מתרכז בזיהוי ותיעוד התיוג המולקולרי של המינים החיים בחופי ישראל, מזרז ע"י כך את השלמת ספריית התיוג של החי המקומי ומאפשר מחקר וניטור אקולוגי ארוך טווח מדויק בישראל, מחקר שיש לו השלכות בסיסיות ויישומיות כאחד בהקשר לעיצוב מדיניות סביבתית יעילה.

### **מרכז המידע הביו-גאוגרפי**

#### **מבנה המאגר הביו-גאוגרפי**

יחידת המידע הבסיסית במאגר היא אירוע דגימה של מין מסוים בזמן ומקום ספציפיים. כל אירוע דגימה מאופיין ב- 40 נתונים: נתונים טקסונומיים, נתוני מיקום הדגימה, תאריך וזמן דיגום, נתונים כמותיים של הדגימה, ציטוט מסמך מקור המידע ונתונים טכניים נוספים. הנתונים נמצאים בפורמט של SQL במאגר המידע הראשי של חיא"ל, ISRAMAR ומקושרים לשרת של Geographic Information System; (ArcGIS) המאפשר את הצגת הנתונים בפרסה מרחבית. דוגמא של אירוע דגימה ומאפייניו מוצגים בטבלה 1. במקרה זה מדובר במין Axinulus croulinensis שנדגמו ממנו 3 פרטים בשטח של 0.1225 מ"ר ע"י מחפר קופסא במסגרת ניטור אכיפתי של חברה לסקרים סביבתיים שדגמה בתאריך מסוים בשנת 2013 בסביבת אסדות הטיפול בגז טבעי הממוקמות בנקודות ציון גאוגרפיות מסוימות בעומק של סביבות ה- 200 מטר. הקישור למאגר המידע הבינלאומי נותן את המיקום הטקסונומי של המין ואת התפוצה שלו. במאגר כרגע מעל 100,000 אירועי דגימה שמורים באתר והצפי הוא להגיע למיליון אירועים ומעלה. תהליך ההנגשה של המאגר לציבור נמצא בשלבים מתקדמים.

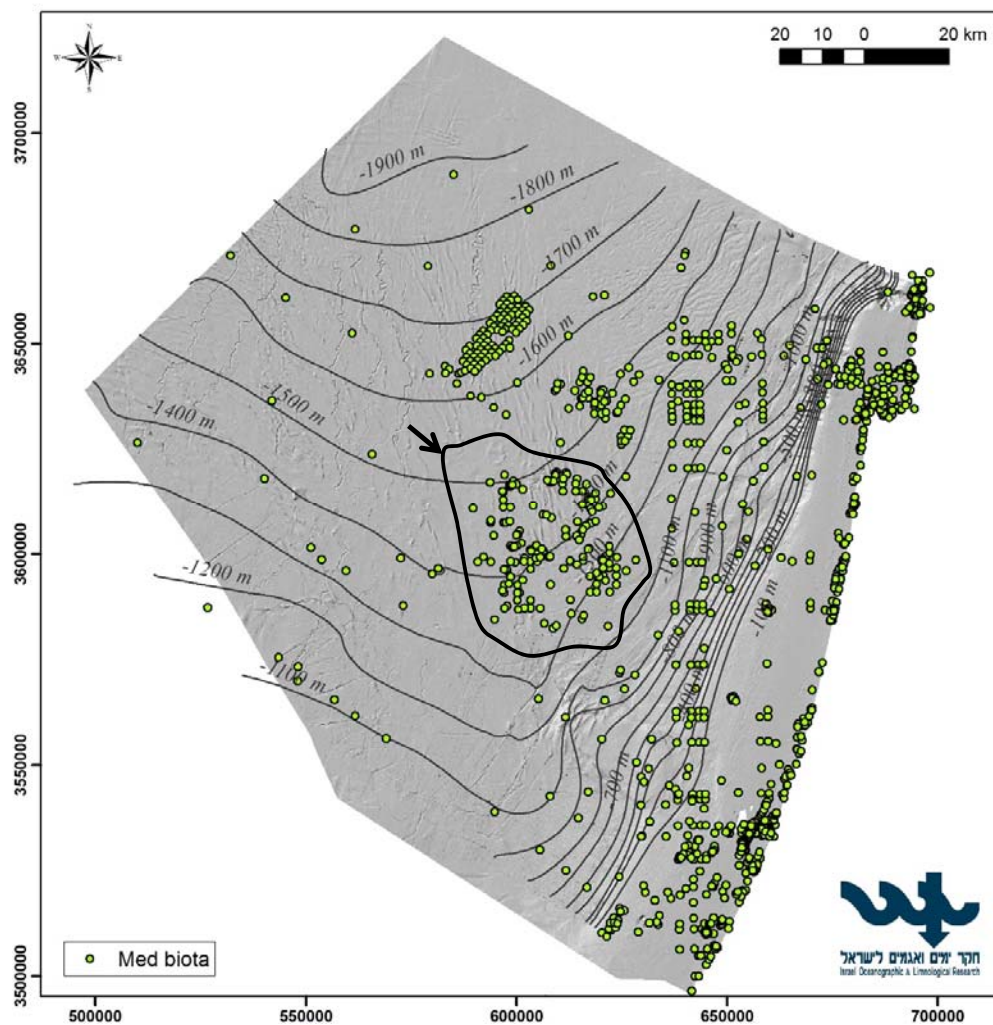
## תוצרי המאגר

התוצר העיקרי של המאגר הוא טבלת אירועי דגימה נבחרים, במתכונת טבלה 1 המספקת נתונים של אירועי דגימה בחיתוכים מגוונים, למשל חיתוך בזמן ובמקום ספציפיים וגם חיתוכים אחרים של דגימות מפרויקט או ממחקר מסוים ועוד. את הבחירה בנתונים הנבחרים ניתן לבצע הן בצורה טבלאית ע"י בחירת פרמטרים מסוימים מטבלה 1 או ע"י הצגת הנתונים על מפת GIS (איור 12.1) או ע"י שילוב של שתי השיטות. הנתונים הנבחרים זמינים בפורמט של טבלה וכן בפורמט של מפה מודפסת וקובץ GIS.

בפיתוח (כתיבת סקריפט) נמצאים כלים של התאמת טבלה מטיפוס טבלה 1 למטריצת נתונים הדרושה להמשך ניתוח הטבלה הנבחרת בתוכנות אקולוגיות, וזאת כדי לייצר חוות דעת נדרשות לצורך עידכון מדיניות סביבתית בחופה הים תיכוני של ישראל (איור 12.2). מטריצת ההמשך היא טבלה שבציר Y שלה רשימת מינים ובציר X שלה עמודות של דגימות ספציפיות. מטבלה כזו ניתן לבצע ניתוח דמיון בין דגימות, חישובי צפיפות, חישובי מגוון מינים, הצגת עליית מספר המינים הנדגמים כתלות בגודל הדגימה ועוד ולבחון את המשמעות הסטטיסטית שלהם. דוגמת תהליך ניתוח מתואר באיור 12.2.

תוצר שני חשוב של המאגר הם קבצי GIS עדכניים המתארים גאוגרפית את החוף הישראלי בנוסף למפות תפוצה של מינים או חברות חי שתוארו למעלה (איור 12.1). דוגמאות אחדות הן קובץ GIS בתימטרי, קובץ מתעדכן של מפת בתי גידול כהגדרתם במפת בתי הגידול שייצרנו בשנים האחרונות. קבצי מפות ייעודיות אחרות המאפיינות פעילות אנושית בסביבה הימית של ישראל כמו מפות של קידוחי גז טבעי ונפט, מפות של אתרים בעבר ובהווה של סילוק והזרמת פסולת, מפות של חישה מרחוק, מפות רמות מזהמים ועוד. מפות כאלו המוכנסות זו מעל זו לתכנת ה-GIS ומלוות ב"תקיעת סיכה" וירטואלית חוצה מפות מאפשרות הפקה של טבלת אירועי דגימה המחוברים גם לתנאי סביבה אחרים כמו עומק, סוג מצע, סוג בית גידול ועוד. מספר דוגמאות של מפות כאלו מוצגות באיורים 12.3-12.7. שכבת GIS מיוחדת היא שכבת תמונות מסקרים ויזואליים מוצמדות למיקומן הגאוגרפי ומספקות פן נוסף של תיעוד הסביבה הטבעית בעיקר בעומקים שהגישה קשה אליהם. דוגמא באיור 12.8.

תוצרים נוספים של המאגר הם מסמכי איפיון של מיכשור הדיגום, מסמכי מקורות מידע (מאמרים, עבודות גמר ודוחות) בפורמט PDF במגבלות זכויות יוצרים כמו גם תמונות של מיני ביוטה. הצורך שדחף אותנו להקמת המאגר היה סקר אסטרטגי סביבתי שנעשה ביוזמת משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה ומקורות המים, שחיא"ל הייתה מעורבת בביצועו בין השנים 2013-2016. כל האיורים בתיאור זה נלקחו מן הדוח המסכם את חלקה של חיא"ל בסקר (תום וכנרי, 2015).



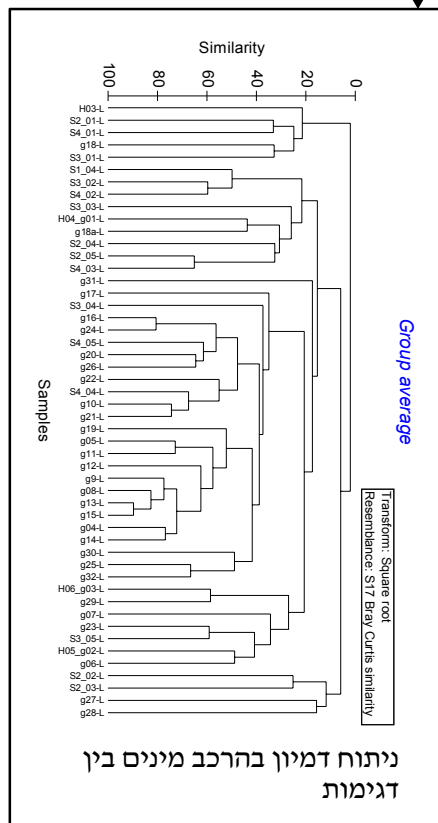
איור 12.1: מפת תפוצת מיני חי המיוצרת ע"י תכנת ה-GIS. הנקודות הירוקות מייצגות אירועי דיגום במרחב ובזמן. המפה מייצגת כ-100,000 אירועי דיגום של מינים שונים והנקודות הירוקות מייצגות בד"כ מספר רב של אירועי דיגום שבוצעו כולם באותה נקודה. מתחת לכל נקודה מסתתרת טבלת אירועי דיגום פורמט של טבלה 1 שניתן להגיע אליה ע"י הנחת הסמן על הנקודה. הקו הסגור השחור (חץ) מייצג את האפשרות של בחירה מרחבית של דגימות והעברת הדגימות הנבחרות לפורמט טבלאי.

טבלה 1 – דוגמא של אירוע דגימה ומאפייניו		
AphiaID_Accepted	234161	נתונים טקסונומיים כולל מספר המין במאגר מידע בינלאומי : World register of marine species
Scientific_Name_Accepted	Axinulus croulinensis	
AphiaID_in_Citation		
Scientific_Name_In_Citation		
Value per sampling effort	3	נתונים כמותיים של הדגימה (מספר פרטים נדגמים, שטח הדיגום והיחידה שלו)
Sampling_Effort	0.1225	
Sampling_Effort_unit	Square meter	
Project_Name	Environmental survey for oil drilling company	נתוני מקור המידע
Citation	Kelly CJ 2013. Mari-b/tamar production platforms environmental monitoring program offshore Israel, March 2013 platform Survey. Report prepared for Noble Energy Mediterranean Ltd by CSA Ocean Sciences Inc. 190 pp.	
Institution_Name	CSA Ocean Sciences Inc.	
Marine_Region	Mediterranean Sea - Eastern basin	
Country	Israel	
Responsible_Scientist	Christopher J. Kelly	
Availability	Public	
Lat,Long	34.30720 31.7452,	
Day_Start	19	נתוני מיקום וזמן הדיגום
Month_Start	3	
Year_Start	2013	
Hour_Start		
Minute_Start		
Day_End	19	
Month_End	3	
Year_End	2013	
Hour_End		
Minute_End		
Device	0.5 x 0.5 m box corer (modified Gray-O'Hara type)	נתוני מכשיר הדיגום ומאפייני הדגימה
Min_Depth	217	
Max_Depth	245	
Station_Name	NF1	
Bottom_depth	245	
Min_SubDepth		
Max_SubDepth		
Above_Fraction_Size	250	
Under_Fraction_Size		נתוני שיטת ושם המגדיר
Identified_By		
Identification_Method	Morphology	נתונים ביולוגיים של המין
Life_Stage		
Sex		
Origin of species		
Comment		

טבלת נתונים נבחרת בנוסח טבלה 1

סקריפט בפיתוח

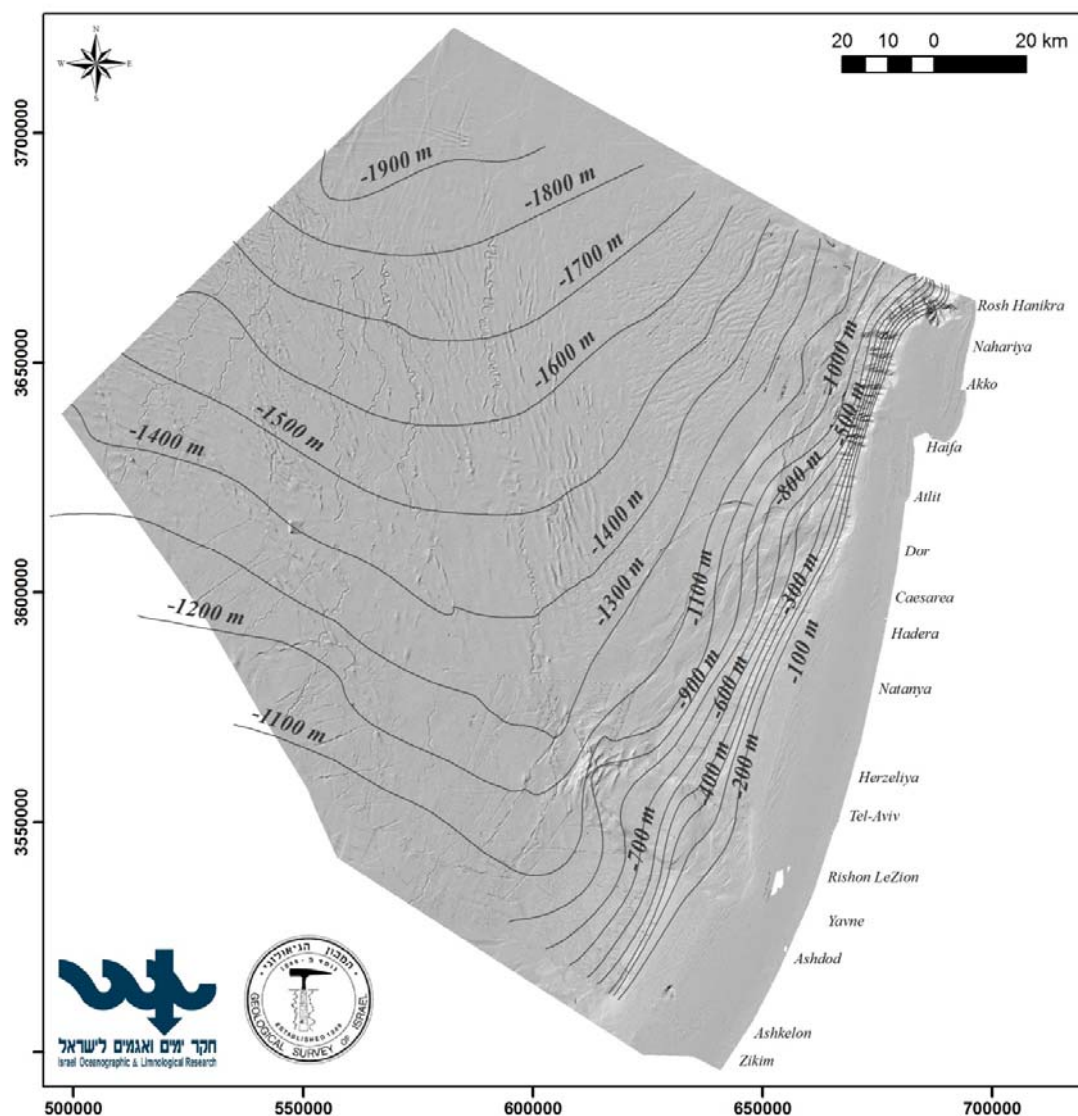
		דגימות		
		דגימה א	דגימה ב	דגימה ג
	מינים			
	מין א	3	0	21
	מין ב	7	2	100
	מין ג	10	0	0
	מין ד	1	31	4



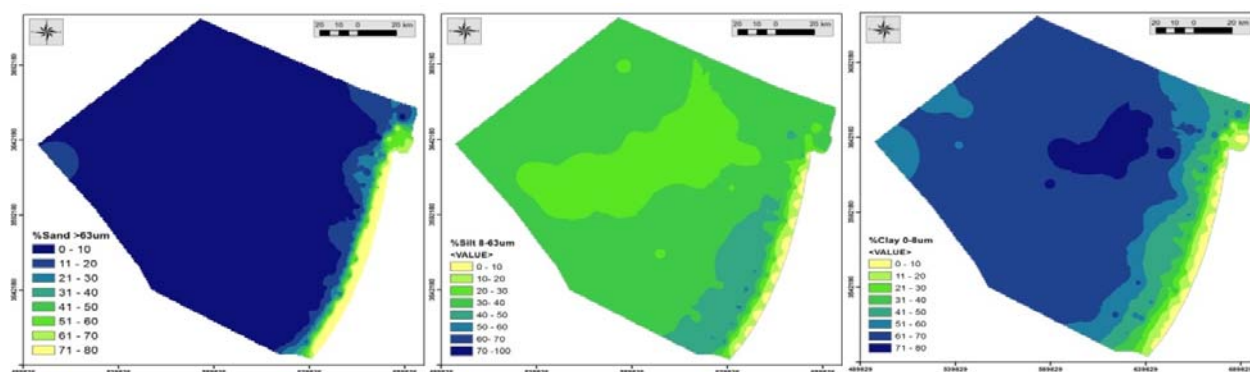
שם דגימה	מספר מינים	מספר פרטים בדגימה	מדד עושר מינים	מדד נוכחות יחסית של מינים	מדד מגוון מינים משולב
A15	96	3115	11.81	0.8765	4.001
A27	66	2674	8.237	0.8479	3.552
A33	44	3164	5.335	0.8338	3.155
A43	54	2555	6.755	0.8454	3.372
A28	39	1036	5.473	0.8295	3.039
A16	21	581	3.142	0.7654	2.33
A1	48	2821	5.916	0.6722	2.602
A2	39	1330	5.283	0.8281	3.034
A4	26	455	4.085	0.7797	2.54
A18	29	406	4.662	0.936	3.152
A35	31	336	5.157	0.9492	3.259
A45	34	490	5.327	0.9425	3.324

חישוב מדדי מגוון מינים בדגימות שונות. מתוך מספר הפרטים בדגימה ניתן לחשב גם את צפיפות הפרטים ליחידת שטח או נפח.

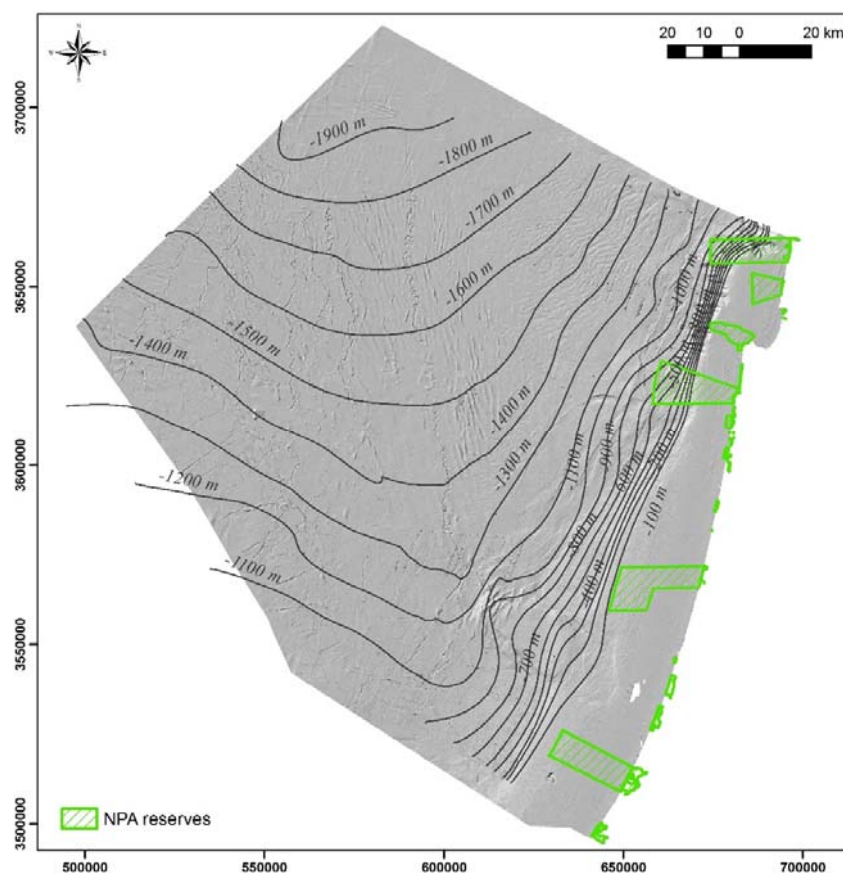
איור 12.2: הדגמת אפשרויות לניתוח נתונים אקולוגיים תוך שימוש בנתוני המאגר הביו-גאוגרפי.



איור 12.3: מפת הצללה בתימטריה מייצגת של אזור המים הריבוניים והכלכליים של ישראל ברמת הפרדה אופקית של 10 מטר/פיקסל וקווים שווי עומק במרווחים של 100 מטר. ניתן לייצר מפות בהפרדה טובה יותר מזו לגבי חלק משטח המים הריבוניים והכלכליים. נתוני העומקים מסתתרים בקובץ ה-GIS של המפה.

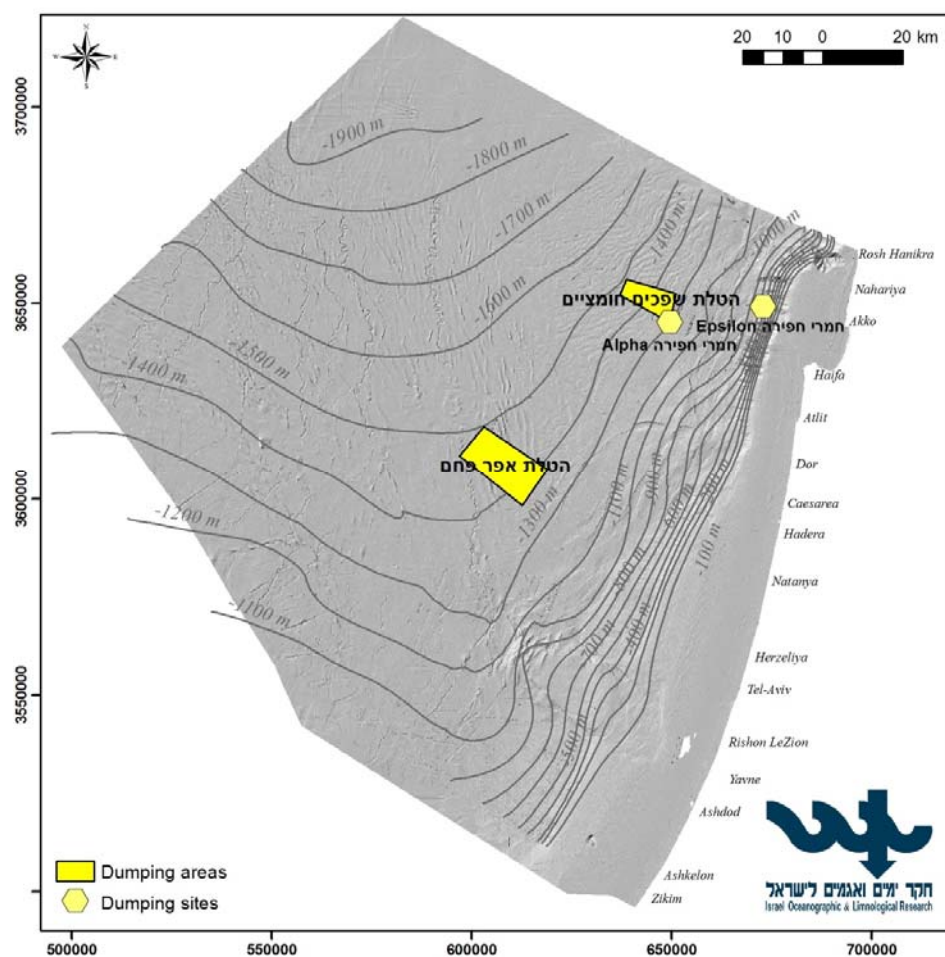


איור 12.4 : מפת מקטעי גודל גרגר במצע הרך של המים הכלכליים של ישראל. החלוקה היא לחול, סילט וחרסיות



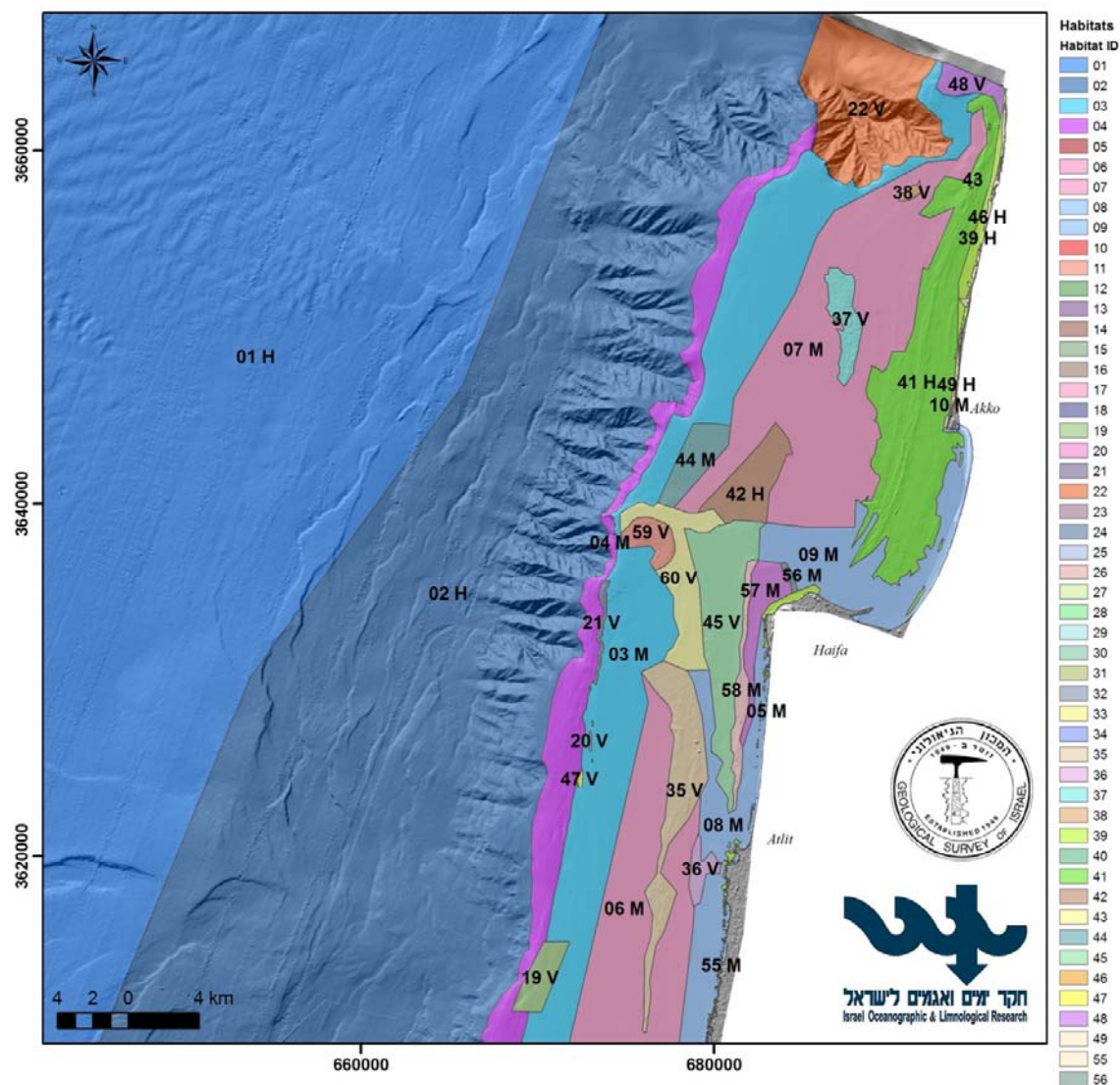
איור 12.5 : מפת שמורות טבע ימיות קיימות ומתוכננות (מקור – רשות הטבע והגנים).





איור 12.6: מיקום אתרי הטלה (התערבות אדם) בים עמוק (אתר להטלת אפר הפחם מול חדרה, אתר הטלת שפכים חומציים מול חיפה ואתרים להטלת חומרי חפירה: אפסילון ואלפא).





איור 12.7 : דוגמא לחלוקה לבתי גידול בצפון החוף הישראלי. בקבצי ה-GIS של המפה מוסתר מידע רב הניתן להצלבה עם טבלאות אירועי הדיגום כלומר עם תבניות תפוצה של מינים בהקשר לכל בית גידול לפי מספרו הסידורי במפה.



איור 12.8 : תמונות שצולמו מרכב מונחה מרחוק בעומק של 150 מטר בקניון אכזיב בשנת 1991, כולן באותו אתר גאוגרפי ונמצאות בשכבת ה-GIS של התמונות במאגר (בית גידול 22 ראה איור 12.7). A – תמונת יום, B – תמונת לילה, C – סרטנים נמשכים בלילה למלכודת.

## המרכז לתיוג מולקולרי (מרכז הברקודינג)

### תיוג ביולוגי (ברקודינג) - DNA Barcoding

תיוג ביולוגי- DNA barcoding, פועל באופן דומה למתקני הסריקה המשמשים בחנויות המזון ובבתי הכל-בו למיניהם. מכשירים אלו מאפשרים להבחין בין המוצרים השונים על פי רצף של פסים שחורים היוצרים קוד אוניברסלי-UPC-Universal Product Code ייחודי לכל מוצר. טכנולוגיה זו, אשר נמצאת בשימוש בעשרות השנים האחרונות, אומצה ע"י הקהילה המדעית לפני כתריסר שנים ובה נעשה שימוש ברצף דנ"א קצר מאוד בגנום של יצור, באופן המאפשר להבחין בין מינים הקרובים זה לזה ועל פני טווח רחב מאוד בין ממלכות יצורים מגוונות. הגן הראשון שנבחר למטרה זו שייך לממלכת בעלי החיים ונקרא ציטוכרום C אוקסידאז תת-יחידה 1, ומכונה COI והינו גן ממקור מיטוכונדריאלי באורך של 648 בסיסים. באצות נבחרו שני אזורי גנים ממקור כלורופלסטידי, Ribulose-5-bisphosphate-carboxylase-oxygenase, Rubisco ומכונה rbcL, וכן הגן mat-K Maturase, שנמצאו יעילים בתיוג הדנ"א בצמחים.

### אחסון והפצת המידע

לשיטת התיוג מולקולרי, או בשמה המקוצר שיטת הברקודינג, יש כללי זיהוי מוגדרים. במוזיאונים מופקדים היצורים שעברו תיוג בתור ואוצר, פריט ייחוס - למטרות שמירה, השוואה מורפולוגית ועוד, ובמקביל, הוקם מאגר מידע בינלאומי לתיוג מולקולרי (Barcode of Life Data Base- BoLD) הכולל רצפי DNA מתויגי מין (Ratnasingham & Hebert, 2007). מאגר מידע בינלאומי זה רשם בשנת 2016 יותר מ-20,000 משתמשים בעלי תיוגים עבור כ-5 מיליון דגימות המייצגות למעלה מ-250,000 מיני בעלי חיים, צמחים, פטריות ועוד. האורגניזמים השונים מצויים באוספי מוזיאונים וה-DNA שלהם נשמר במאגר מאובטח לשימוש מחקר עתידי. המידע הנאגר ב-BoLD מכיל פירוט דגימות עם קואורדינטות GPS, תמונות, מידע טקסונומי, רצפי DNA, רצפים, תחלים (Primers), Electropherogram trace files, ופירוט פעולות מעבדה (הכולל פרוטוקולים של כל שלב ותמונות ג'ל), ומידע רב ערך אודות צורות האיסוף, האספנים הטקסונומיים, ואתרי השמירה של דוגמאות ה-DNA והמוזיאונים עבור הדגימות השונות. המידע מאוחסן ברשת העולמית של מכון המחקר בקנדה (Biodiversity Institute of Ontario (<http://www.biodiversity.uoguelph.ca>), עובדה ההופכת את BoLD ככלי מועדף עבור מליוני ברקודים.

### מרכז הברקודינג הימי הישראלי של חי"ל

כדי לענות על הצורך, שהוזכר כבר בהקדמה, לשיטה מהירה ונוחה ליישום של הגדרת מיני אורגניזמים עוסקת חי"ל מאז שנת 2011 בפיתוח מיזם התיוג המולקולרי Molecular Barcoding של המגוון הימי בישראל כחלק ממיזם הברקודינג העולמי. חי"ל הינה מרכז המחקר הישראלי הראשון בקרב כל גופי המחקר בישראל שהחל בביצוע ברקודינג בישראל, והקימה מערך מידע בעל זמינות מלאה במסגרת מרכז המידע הכללי שלה. מרכז המידע של הברקודינג הימי הישראלי זמין לכלל גופי המחקר (אוניברסיטאות, מרכזי מכוני מחקר, חוקרים, סטודנטים, מוזיאונים וכן לציבור) ובשלב הבא יאחסן אף מידע של תיוג מולקולרי אשר יבוצע בגופי מחקר אחרים ויאוחסן במרכז המידע של חי"ל (תוך שמירה על נתוני זכויות יוצרים כנדרש). כתובת המרשתת של אתר המרכז הישראלי לברקודינג של חי"ל הינו

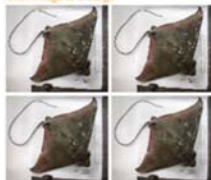
<http://isramar.ocean.org.il/IsraelBarcoding/BarcodingDef.aspx>. עד כה נערך הפרויקט בחיא"ל על למעלה מ-570 פרטים (טבלה 2; איור 12.9). פעילות זו מהווה בסיס איתן למחקר ארוך שנים שבו יבוסס הברקודינג הימי והימי הישראלי. מירב פעילות מחקר התיוג ואגירת המידע של המרכז נעזרת בדיגום (מספנות מחקר של המכון, ספינות דיג, צלילות ואיסופים נוספים) וכן, באוספים הלאומיים הביולוגים המצויים באוניברסיטת תל-אביב ובאוניברסיטה העברית (בהם מאוכסנים בעלי החיים עליהם נעשה המחקר) באוספי האצות שבחקר ימים ואגמים ובמרכז המידע הימי הלאומי שבמכון לחקר ימים ואגמים בחיפה (ISRAMAR), שבו מאוכסנות, מוצגות ומופצות תוצאות המחקר. מטרה נוספת וחשובה של המחקר והקמת המרכז לתיוג מולקולרי הינה להביא את מדינת ישראל כחברה שוות ערך במרכז העולמי לתיוג מולקולרי.

[Home](#)[About](#)[Search Records](#)[Links](#)[IOLR](#)[Contact](#)

## Specimen - Marine Biota of the Israel-Mediterranean [BIM]

### Taxonomy & Photographs

Identification: *Pteromylaeus bovinus*  
Rank:  
Identifier: Nir Stern  
Identification Method: Morphology  
Institution: Tel-Aviv University  
Identifier Email: nirstern@outlook.com  
Phylum: Chordata  
Class: Elasmobranchii  
Family: Rajiformes  
Sub-Family: Myliobatidae  
Genus: *Pteromylaeus*  
Species: *Pteromylaeus bovinus*

[Click image to enlarge](#)

### Sample Identifiers

Sample ID: BIM S79  
Process ID: BIM025-13  
Institution Storing: Tel-Aviv University  
Field ID: BIM S79  
Museum ID: P. 14948  
Collection Code: S79

### Geography

Country: Israel  
Region: Mediterranean  
Sector: Nitzanim  
Lat/Lon: 31.7922/34.5784

### Collection Details

Collectors: Nir Stern  
Date Collected: 26-Nov-2012  
Time Collected: Day  
Depth Collected: 33  
Habitat: Sandy bottom  
Sampling Protocol: Trawling

### Sequence Data

#### Sequence:

```
ACITGATCTTTGGTGTCATGAGCAGGTATAGTGGGCACTGGTCTTAGCTTACTTATTCGAACAGAAATTAAGCCAACCTGGGGC  
TTTACTCGGTGACGATCAAAATTTACAATGTTATTTGTTACTGCCACGCTTTGTAATAATTTCTTCATGGTCATGCCAATTAT  
AATTGGTGGGTTCCGCAATTGACTAGTCCACTAATAATCGGTGCTCCAGACATAGCCTTTCCGCGTATGAATAATATAAGCT  
TTTGACTTCTACCTCCATCTTTCTTCTTATTAGCTTCAGCAGGGGTAGAAGCTGGGGCCGGAAGCTGGCTGAAGTGTTCAT  
CCTCCTCGGCTGGCAATTTAGCCCATGCCGGGGCCTCTGTAGACTTAGCTATCTTCTCCTTACATTTAGCGGGGGTTTCCTC  
CATCTAGCATCCATTAACCTTTATCACCACGATTATTAATATAAAACCCCGCAATTTCTCAATACCAAACACCTCTCTTTGT  
GTGATCGATTCTCGTTACAACCTGTTCTTCTACTGCTCTCCTTACCAGTACTAGCAGCAGGCATTACCATGCTCCTTACCGACCG  
TAATCTCAACACAACCTTTTTCGACCCGCGCAGGCGGTGGTGATCCATCCTT-----
```

Sequence  
Composition: A  
(146), G (118), C  
(163), T (208)

איור 12.9 : דוגמת דף מידע מתוך מרכז הברקודניג הימי הישראלי של חיא"ל, המייצג ברקודינג מולקולרי של מין דג קרקע- *Pteromylaeus bovinus* שנדגם במסגרת מחקר של חיא"ל באזור חדרה בקרקע חולית בעומק 33 מטרים. דפי המידע מכילים תמונות של האורגניזם, מיקום איסוף (GPS), תאריך ושעת דיגום, צורת איסוף (מכמורת/ גרירת רשת/ צלילה ועוד), מידע טקסונומי ומוזאוני, מידע גנטי אודות הגן שרוצף ונתוני איכות הריצוף.

טבלה 2 : סיכום (שנת 2015) של סה"כ דגימות דגים וחסרי חוליות שהועלו על ידי חיא"ל לאתר-  
BoLD העולמי ומצויים במרכז המידע הימי הלאומי שבמכון לחקר ימים ואגמים בחיפה

מס' דוגמאות באתר BoLD העולמי	קבוצה טקסונומית
35	Sponges
25	Annelida
10	Bryozoa
10	Cnidaria
75	Crustacea
22	Echinodermata
21	Gastropoda
12	Tunicata
306	Fishes

#### ספרות

**תום מ, כנרי, מ. (2015).** סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים - חלק  
ג'. בוצע ע"י חקר ימים ואגמים לישראל והמכון הגאולוגי עבור משרד התשתיות הלאומיות  
האנרגיה והמים. 103 עמודים.

Ratnasingham, S. & Hebert, P. D. N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System  
([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)). Molecular Ecology Notes 7, 355-364.

### 13. תקציב

ריכוז כח אדם - עלויות

אלפי ₪

כ"א				
שעות/ כוננויות	תקנים נדרשים	משרות	עלות	
מרכז מידע ימי לאומי - ניהול מרכז מידע, טכנולוגיות פיתוח, ניהול יישומים, אבטחת מידע, מומחה GIS, קישורים בינלאומיים, בקרת נתונים, עדכונים, מודלים אופרטיביים, חירום – מדסליק, סיכונים סביבתיים.				
175	2	2	420,000	כוננויות (כמות כוננויות)
17,000				
437,000				סה"כ מימון ממשלתי

#### אחזקת שרתים

Title	Price for Unit in NIS	quantity	Duration (years)	next replacement	quantity to replace
החזקה בנטויזן	819	1	1	2016	1
החזקה בנטויזן	819	1	1	2016	1
החזקה בנטויזן	819	1	1	2016	1
שם דומיין	234	1	1	2016	1
יעוץ בהתקנת שרת SQL	7,020	1	7	2023	1
סה"כ 2017	2,691				

#### חומרה

itle	Price for Unit in NIS	quantity	Duration (years)	next replacement	quantity to replace
NAS backup	9,933	2	6	2018	1
DB server	27,822	1	7	2023	1
web server	27,255	1	7	2023	1
models server	32,175	1	7	2018	1
developer station	2,925	6	5	2017	2
Model workstation	35,100	1	5	2019	1

## רישיונות תוכנה

Title	Price for Unit in NIS	quantity	Duration (years)	next replacement	quantity to replace
ANTIVIRUS For Server (5 users)	354	1	7	2023	1
MS SQL Server (per CPU)	15,281	2	7	2023	2
MS OFFICE for server	341	1	7	2023	1
WinSvrStd 2012R2 SNGL OLP NL Acdmc 2Proc	1,011	1	7	2023	1
WinSvrCAL 2012 SNGL OLP NL Acdmc					
UsrCAL 5 Licence	204	1	7	2023	1
WinSvrStd 2012R2 SNGL OLP NL Acdmc 2Proc	988	1	7	2023	1
WinSvrCAL 2012 SNGL OLP NL Acdmc					
UsrCAL 1 Licence	40	1	7	2023	1
Surfer 12 - GoldenSoftware	1,238	1	1	2017	1
			at least		
aspmmap professional Edition	7,020	1	7	After 2023	1
WinSvrCAL 2012 SNGL OLP NL Acdmc					
UsrCAL 1 Licence	40	1		2018	1
			at most		
MS Office	351	5	2	Before 2018	
			Within 5		
Visual Studio . NET	5,850	2	years	Before 2021	
			Within 5		
MS SQL server	15,281	2	years	Before 2021	
Surfer 12 - GoldenSoftware	1,238	2	1	2017	
Grapher 11 - GoldenSoftware	750	2	1	2017	

סה"כ תקציב לתפעול שוטף (ללא פיתוח) של מרכז המידע הימי הלאומי – 450,000 ₪.





## נספח

### ניטור בעלי חיים נודדים

פרק זה בא לענות על אינדיקטור של ניטור בעלי חיים נודדים (migratory species) כחלק מהמחויבות לניטור במסגרת אמנת ברצלונה הבוחן השפעה חוצה גבולות של פעילות האדם על הסביבה הימית. כאשר מינים נודדים מוגדרים כמינים להם מסלול נדידה קבוע העובר במספר מדינות. בישראל מוכרת נדידת העופות בעונות המעבר מעל שמי ישראל, המהווים גשר יבשתי בין יבשות אסיה, אירופה ואפריקה.

במסגרת הניטור הלאומי של הים התיכון, נדרשת מדינת ישראל לנטר את מצבן של שלוש חברות בעלי חיים נודדים:

1. צבי ים
2. עופות ימיים
3. יונקים ימיים (דולפינים, כלבי ים ולווייתנים)

הגנה על צבי ים ועופות נודדים הינם באחריותה של רשות הטבע והגנים אשר אוספת נתונים חלקיים לגבי מינים נודדים. יש צורך להרחיב מידע זה ולשלב במסגרת תכנית הניטור הלאומי.

החלק של ניטור יונקים ימיים נעשה לאורך השנים ע"י עמותת המרכז לחקר, מידע וסיוע ליונקים ימיים בישראל (מחמל"י). העמותה הפעילה מאז 1994, מעסיקה חוקרים ומומחים בתחום היונקים הימיים. חלק משמעותי מהמידע אותו נדרשת מדינת ישראל לאסוף בתכנית הניטור נאסף במסגרת עבודת העמותה בהצלת יונקים ימיים שמגיעים אל החוף.

1. צבי ים

### מבוא

בים התיכון מצויים שלושה מיני צבי-ים משתי משפחות. צב הים החום *Caretta caretta* וצב הים הירוק *Chelonia mydas* ממשפחת *Cheloniidae* וצב ים גלדי *Dermochelys coriacea* ממשפחת *Dermochelyidae*.

צבי ים מטילים בישראל בחופים חוליים. הגורמים הפוגעים בצבי הים הם דריסת קינים על ידי כלי רכב, טריפת צעירים עם ההגחה, סינוור המגיחים והסתתם למקור אור במקום למי הים, שיטות דיג הפוגעות בבוגרים, עבודות חפירה והטלת חול, סקרים סייסמים ופסולת ימית.

מעמד מיני צבי הים

- רוב שמונת מיני צבי-הים בעולם הוכרזו ע"י ארגון שמירת הטבע הבינלאומי (IUCN) כמינים בסכנת הכחדה.
- מרבית מדינות הים-התיכון, כולל ישראל, שותפות בתכנית בינלאומית לשמירה על צבי-הים. התכנית מתואמת ע"י מרכז הפעילות האזורי לשטחים מוגנים במיוחד (RAC/SPA) מטעם ארגון האומות המאוחדות לסביבה (UNEP).
- צבי-הים הם חית בר מוגנת (חוק הגנת חיית הבר).





## מדינת ישראל

משרד האנרגיה

צבי הים זקוקים לים פתוח ועשיר במזון, וכן לחופים להטלה. מצב אוכלוסיותיהם מהווה סמן ביולוגי חשוב לבריאות הים והחופים.

### תכנית הניטור

במסגרת פעילות הרט"ג נעשות פעולות רבות לשמירה על צבי הים, לרבות איסוף קינים וריכוזם בחופים מוגנים ושמירה על הקינים בימי הבקיעה. כמו כן מפעילה הרט"ג את המרכז להצלת צבי הים, בו מטופלים צבי ים שנפגעו ונפלטו אל החוף. במרכז נבדקות גם הסיבות למותם של צבי ים הנפלטים אל החוף. תכנית הניטור תתבסס על המידע שיאסף במסגרת פעילויות אלה.

### ניטור קינים

כל חופי ישראל נסקרים מדי בוקר במהלך של כ-80 ימים. כל הקינים נספרים, ומועתיקים או ממוגנים במקום. ההעתיקות הן לשש חוות המפוזרות לאורך החוף המגינות עליהם מפני דריסת כלי רכב.

### ניטור בקיעה והצלחה

ספירה של מספר הקינים הבוקעים.

השגחה בחוות במהלך ימי הבקיעה ורישום נתונים וניטור קינים שלא הועתקו

### ניטור פגיעות

איסוף נתונים מהציבור, רישום, איסוף צבים פגועים ואיסוף נתונים על אופי הפגיעות. הניטור חשוב כדי לזהות גורמי תמותה.

### ניטור תנועת צבים בים

בדיקת שינויים בדגמי התנועה. חשיבות להבנת שינויים בים, כמו הוספת תשתיות ודילול מקורות מזון. 10 משדרים לווייניים בשנה המאפשרים מעקב אחרי צבים במים, כולל איתור נקבות מטילות.

תקציב נדרש:

רישום נתונים וניטור קינים במהלך ימי הבקיעה: 20,000 ש"ח

10 משדרים לווייניים בשנה: 140,000 ש"ח

איסוף נתונים וכתובת דו"ח שנתי: 50,000 ₪

סה"כ: 210,000 ₪

### 2. עופות ימיים

בשל מיקומה בחוף המזרחי של הים התיכון, ישראל מהווה ציר נדידה מרכזי לכ-500 מיליון עופות החולפים דרכה פעמיים בשנה - בסתיו ובאביב, מאירופה ומערב אסיה לאפריקה.

מדי שנה עורכת רשות הטבע והגנים מפקד עופות מים - ספירה של עופות המים השוהים בישראל בתקופת החורף. תוצאות המפקד משמשים לקביעת החלטות ונקיטת צעדים ממשקיים להגנה על עופות המים החורפים בישראל, כגון העלאה או הפחתה של מכסות הציד או הכרזה על אזורים מוגנים שחורפים בהם מינים בסיכון.

## מדינת ישראל משרד האנרגיה

המפקד נעשה בגופי מים מתוקים. על מנת להשלים את המידע לגבי חופי הים התיכון, נבחרו 4 מינים של עופות ימיים עליהם יאספו נתונים במסגרת הניטור הלאומי: שחף ארמני Armenian gull, יסעור סקופולי Scopoli's shearwater, יסעור ים תיכוני Mediterranean shearwater ושחפית גמדית Little tern.

### תקציב נדרש:

ימי עבודת תצפית צפרים מומחים: סה"כ 76  
ימי עבודה על כתיבת הדו"ח ע"י מומחה: 16  
סה"כ תקציב לפני מע"מ (לפי מחירון מומחים של חטיבת מדע ברט"ג): 115,000 ₪.

### 3. יונקים ימיים

בשל עמדתם הגבוהה במארג המזון הימי וזמינותם לזיהוי על פני המים, נחשבים היונקים הימיים כאינדיקטורים שימושיים לבריאותה של המערכת האקולוגית הימית ולשינויים החלים בה. בשל כך יש לבצע מעקב שוטף על מצב שימורם באמצעות הערכות של מגוון, שפע ותפוצה, כמו גם זיהוי של הלחצים המאיימים עליהם והערכת מצבם הבריאותי.

בקיץ 1993 החלו מתנדבי עמותת מחמל"י (מרכז חקר מידע וסיוע ליונקים ימיים בישראל) לקבץ נתונים על יונקים ימיים לאורך החוף הישראלי הים-תיכוני, בסמכות מואצלת וברישוי שנתי מתחדש של רשות הטבע והגנים. בתחילה נדלו הנתונים מפרטים שנשטפו אל החוף או הסתבכו בציד דייג ומדיווחים אנקדוטליים של מפגשים בים ובשנת 1998, עם קבלת סירת מחקר והצלה, החלו אף סקרים ייעודיים במים החופיים, אשר עוגנו בפרוטוקול מסודר בשנת 2003.

תכנית הניטור המוצעת תתייחס הן לרצועות מרחביות ולציר זמן מתמשך והן לסקרים נקודתיים בזמן ובמרחב שאמורים להיעשות בהקשר להחדרה פרטנית של רעש (או סיכון אחר), במסגרת הערכת השלכות סביבתיות - environmental impact assessment ייעודית.

### הצעה לתכנית ניטור יונקים ימיים במימי ישראל.

להלן הצעה למינים שיש לנטר בשלוש רצועות במרחב הימי של ישראל להן מאפיינים אוקיינוגרפיים ואיומים פוטנציאליים שונים על היונקים הימיים (טבלה 3) ובהמשך סקירה של שיטות הניטור בכל רצועה:

טבלה 3: רצועות ניטור מומלצות, מאפיינים וסיכונים

רצועה	מיקום	מינים רלוונטיים	סיכונים
המרחב החופי הקרוב*	עד 6 מייל ימי מקו החוף	דולפין מצוי; דולפין מצוי	דייג, בניית תשתיות, זיהום כימי, רעש ספנות
המדף הרחוק	ממרחק של 6 מייל ימי ועד	דולפין מצוי; סטנלה	דייג, זיהום כימי, רעש



## מדינת ישראל

משרד האנרגיה

ספנות, תעשיית גז טבעי	פסוסה; גרמפוס אפור	לקו עומק 1,200 מ' או 30 מייל ימי מקו החוף	והמדרון
רעש ספנות, תעשיית הגז הטבעי. בעיקר סביב סקרים סייסמיים.	סטנלה פסוסה, דולפין תלום שן, עבשן, ראשתן.	מ-1,200 מ' או 30 מייל ימי ועד לגבול המים הכלכליים של ישראל.	הים העמוק

\* - כולל קו החוף

### i. ניטור המרחב החופי הקרוב – ניטור שוטף

המרחב החופי הקרוב (עד למרחק של 6 מייל מהחוף) ינוטר בשלוש שיטות עיקריות:

#### 1. סקרים חופיים חצי-יומיים לצילום מזהה, מעל גבי סירות/יאכטות

**מטרות:** זיהוי מגמות שינוי בצפיפות האוכלוסיות החופיות של הדולפין המצוי והדולפין המצוי (אינדיקטור 4), הגדרת טווח התפוצה ושינויים בו (עונתיים ורב-שנתיים), ניצול סביבת המחיה ודגמי הפיזור שלהם (אינדיקטור אחיד 3), מדדי רבייה (אינדיקטור 5) והערכת יחסי גומלין עם ספינות דייג.

**תדירות מומלצת:** פעמיים בחודש בכל אחד מתאי השטח המצוינים בהמשך. בתאי שטח בהם יש מחסור בכלי שייט זמינים למחמל"י, ההמלצה היא לשיתוף פעולה עם רט"ג או למימון ממשלתי אחר להשכרת כלי שייט.

ראש הנקרה-עכו, מפרץ חיפה, ראש כרמל-נתניה (בשיתוף פעולה עם רט"ג), נתניה-ת"א (מדע אזרחי - בשיתוף פעולה עם מועדוני שייט), פלמחים-ניצנים (מדע אזרחי - בשיתוף פעולה עם מועדוני שייט ובי"ס אורט ימי אשדוד), ניצנים-זיקים (בשיתוף פעולה עם רט"ג).

מה קורה בין תל אביב לפלמחים?

2. **ניטור אקוסטי סטטי חופי** - נערך כהשלמה לסקרים ע"ג כלי שייט, לניטור ארוך טווח בכל שעות היממה וימות השנה. הגלאי האקוסטי מוצב בנקודות נבחרות למשך שנה לפחות.

**מטרות:** זיהוי מגמות בשפע/צפיפות אוכלוסיות חופיות של שני המינים (אינדיקטור אחיד 4), התנהגות לאורך היום. הערכת תגובה לפעילות אנתרופוגנית חולפת.

**מיקומים מומלצים:** 6 נקודות דיגום נבחרו במוקדי פעילות אנתרופוגנית או בעלי מאפיינים ייחודיים: נמלי חיפה ואשדוד (עבודות תשתית), מוצא השפד"ן (זיהום), בסמיכות לכלובי הדגים במכמורת ובאשדוד (מוקדי משיכה), ובנקודת כניסה לערוץ המזרחי של קניון אכזיב, באזור בו התרכזו בעבר תצפיות הדולפינים.

**שיטה:** ישנם גלאים שונים הנמצאים היום בשימוש לניטור יונקים ימים. טווח הזיהוי של המכשירים השונים נע בין כמה מאות מטרים ועד שלושה ק"מ, בתלות בתנאים הגיאוגרפיים ורמת רעשי הרקע.

הגלאים מקליטים אותות בטווח תדרים של 20-200 kHz, הכולל את השריקות והנקישות שמשמיעים מיני לווייתנאי שיניים, למעט ליוויתן ראשתן, ויודעים לבדוד את



## מדינת ישראל משרד האנרגיה

אותות המטרה מרעשי הרקע. עפ"י נתוני היצרן, מסוגלים חלק מהמכשירים להבדיל בין מיני ליוויטנאים שונים עפ"י התדרים השונים של השריקות המאפיינים אותם. הכימות מבוסס ביחידות זמן של נוכחות ולא במספר פרטים. לאחרונה נעשה שימוש בגלאי מסוג C-POD גם בישראל במחקר ניטור ארוך טווח של נוכחות דולפיניים מצויים באזור מפרץ חיפה על ידי עמותת מחמל"י, בשילוב חברת נמלי ישראל.

פרטים טכניים נוספים ניתן למצוא באתרים הבאים:

C-POD – Cetacean Porpoise Detector, Chelonia Ltd. - [www.chelonia.demon.ac.uk](http://www.chelonia.demon.ac.uk)

SoundTrap - <http://www.oceaninstruments.co.nz/>

icListen HF with Reson Sensors - <http://oceansonics.com/iclisten-smart-hydrophones/>

Song meter SM4M - <https://www.wildlifeacoustics.com/products/song-meter-sm4m>

### 3. החפות

**מטרות:** אפיון דמוגרפי של אוכלוסיות היונקים הימיים לאורך החוף הישראלי (גודל פרטים, גילאים, זוויגים, שיעורי רבייה ותמותה) (אינדיקטור אחיד 5); הערכת מצב תזונתי; הערכת סיכון כתוצאה מזיהום, מחלות וציוד דיג; איתור סטיות מובהקות מנתוני בסיס על דפוסי תמותה מצטברים, כמדד לשינויים בגודל האוכלוסייה (אינדיקטור אחיד 4).

**תדירות:** שוטף פר דיווח, כפי שמבוצע היום.

בשנתיים האחרונות (2015-2016) נדגמו רק 10 דולפינים מתוך 25 פרטים מוחפים בשל מחסור בתקציב וכ"א. יש לוודא כי דוגם יגיע לכל פרט מוחף או כזה שהסתבר בציוד דיג.

- במקרה של **דולפין חולה**, פועלים על פי פרוטוקול הטיפול ביונק ימי שנכתב בשיתוף עם רשות הטבע והגנים.
- במקרה של פרט **מת**, יפעל הדוגם עפ"י פרוטוקול החפה של ליוויטנאים.
- פרט **מת טרי** יובל לנתיחה בבית"ס לרפואה וטרינרית ברחובות.
- פרט **מת רקוב** יידגם בשטח: מידות, שיניים (לקביעת גיל), עור או שריר ל DNA, תכולת קיבה וגולגולת בפרטים נדירים.

### 4. ניטור המרחב החופי הקרוב – ניטור צמוד אירוע

**מטרה:** הבטחת חזרתיות של שינויי תפוצה קצרי מועד בעקבות התערבות אנתרופוגנית.

**תדירות:** פר אירוע.



## מדינת ישראל משרד האנרגיה

**שיטה:** כל אימת שמתוכננת פעילות רועשת או אחרת הנחשדת בהטרדה של יונקים ימיים, יבוצע ניטור ויזואלי ו/או אקוסטי-פאסיבי-סטטי. הניטור יחל בשלב של טרום ההפעלה, במסגרת סקר סביבתי על ידי המבצע, במהלך ההפעלה, ובמידה ויזוהה שינוי תפוצה (דחיקה), בגמר ההפעלה עד לחזרת המצב המקורי.

### 5. ניטור המדף הרחוק והמדורן – ניטור שוטף

קרבתו אל קו החוף של קו עומק 1,200 מ', המסמל את קצה המדורן, גדלה מדרום לצפון. בדרום הוצב טווח 30 המייל, גם במידה והעומק אינו מושג, בהיותו המרחק המרבי שאינו חורג פורמלית מגבולות הארץ (אינו דורש דרכון). ניתן לנטר מרחב זה במספר שיטות:

א. **סקר ייעודי ויזואלי ע"ג ספינה:** סקר רב-יומי לניטור שיטתי של אוכלוסיות לווייתנאים. **מטרות:** הערכת טווח תפוצת המינים ברצועת הניטור (אינדיקטור 3) והערכת שפע או מגמות שפע (אינדיקטור 4).

**תדירות מומלצת:** 12 ימי סקר בתוך 3 שבועות רצופים, פעם בשלוש עד חמש שנים. **שיטה:** בסקרים אלו שטה הספינה מערבה, במסלול קבוע מראש בצורת זיג-זג עד לקצה המדורן או עד למרחק 30 מייל ימי. המרחק בין כל נקודת יציאה וחזרה לחוף הוא כ-14 ק"מ, כך שבמהלך כל יום נסקר 'משולש' אחד ומתועדים כל מיני היונקים הימיים במסלול בפרוטוקול 'דיגום מרחק'. שיטת סקר זו רווחת ברוב מדינות הים התיכון ומבוצעת בצורה שוטפת להערכת שפע אוכלוסיות היונקים הימיים.

ב. **סקר ייעודי ויזואלי אווירי:** סקר רב יומי לניטור שיטתי של אוכלוסיות לווייתנאים. **מטרות:** הערכה עונתית של טווח תפוצת המינים ברצועת הניטור (אינדיקטור 3) במרחב הימי הים תיכוני של ישראל והערכת שפע או מגמות שפע (אינדיקטור 4).

**תדירות מומלצת:** 1-2 ימי דיגום, פעמיים בשנה, בשיאי העונה הקרה והחמה. שיטה: שיטות הסקר המוצעות בתכנית זו מבוססות על פרוטוקולים של סקרים אוויריים באמצעות מטוס קל בצפון האטלנטי והים הצפוני (SCANS II) ומהים האדריאטי (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA) - Blue World Institution of Marine Research and Conservation. מכיוון שבישראל אין כלי טייס אשר יודע לעבוד בשיטות הסקר המפורטות בפרוטוקול, או סוקרים מוסמכים וכדי להוזיל עלויות, יבוצע הסקר בעזרת מל"ט.

הסקר האווירי מבוסס על דיגום מצולם מגובה נתון וקבוע, בחתכי אורך מלבניים, מקבילים וקבועים מראש, על מנת להימנע מספירה חוזרת של אותם פרטים. המרחק המוצע בין שני חתכים מקבילים הוא 5 מייל ימי, כך שיבוצעו כ-17 חתכים בין ראש הנקרה לאשקלון. כיוון החתך יהיה ניצב לכיוון הנדידה הפוטנציאלי של הלהקה במקביל



## מדינת ישראל משרד האנרגיה

לחוף ומקביל למפלי צפיפות פוטנציאליים ולפיזור מרחבי של מינים המותנים במרחק מהחוף ו/או בעומק מים. אורך (מזרח-מערב) כל חתך: 24 מייל ימי. עיבוד נתוני הצילום יעשה ביבשה, בהנחה שעל הלהקות שהיו על פני המים או בקרבתם ברצועה המצולמת יזוהו וייספרו. השיטה מייצרת את 'דיגום המרחק', אך דורשת תיקון לסיכוי 'לתפוס' את הפרט כשהוא עולה לנשום, השונה בהתאם לדגם הצלילה של כל מין.

### 6. ניטור המדף הרחוק והמדרון – ניטור צמוד-אירוע

**מטרה:** הבטחת חזרתיות של שינויי תפוצה קצרי מועד בעקבות התערבות אנתרופוגנית.

**תדירות מומלצת:** פר אירוע.

**שיטה:** כל אימת שמתוכננת פעילות רועשת או אחרת הנחשדת בהטרדה של יונקים ימיים, יבוצע ניטור ויזואלי ו/או אקוסטי-פאסיבי-סטטי. הניטור יחל בשלב של טרום ההפעלה, במסגרת סקר סביבתי על ידי המבצע, במהלך ההפעלה, ובמידה ויזוהו שינוי תפוצה (דחיקה), בגמר ההפעלה עד לחזרת המצב המקורי. היות ובמרבית המרחב, עומק הקרקעית אינו מאפשר צלילת עגינה כפי שנדרשת להצבת ה-C-POD, הניטור האקוסטי יעשה על ידי גלאי ניתק (Pop-Up) המותאם למים עמוקים, כמו למשל ה-AMAR G3 (JASCO Applied Sciences; ) [www.jasco.com](http://www.jasco.com).

### 7. ניטור הים העמוק – צמוד אירוע בלבד

האיום העיקרי ליונקים ימיים באזור הים העמוק הישראלי הוא הפרעות רעש. משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים הישראלי פרסם לאחרונה, להערות הציבור, מסמך הנחיות סביבתיות לביצוע סקר סיסמי בים, אשר אומצו מפרוטוקולים בינלאומיים ושנועדו לצמצם פגיעה אפשרית ביונקים ימיים וצבי ים במרחב הימי הקרוב למקור הרעש, במהלך הסקרים.

נושא סקרי ניטור טרום, במשך ובתר הפעילות הרועשת, אשר יספקו נתוני בסיס וכן של מהלך הזמן של שינויים בכוח בתפוצתם, דוגמת אלו שפרסם לאחרונה משרד הסביבה האיטלקי (MATTM). הצבת גלאי אקוסטי סטטי, אחד או יותר, במהלך האירוע ובמשך 30 יום לפניו ואחריו היא מעתה אחת מהמחויבויות של מפעילי סקרים באיטליה.

**מטרות:** הבטחת חזרתיות של שינויי תפוצה קצרי מועד בעקבות החדרת רעש.

**תדירות מומלצת:** פר אירוע.

**שיטה:** עם גלאי ניתק, בדומה לניטור ברצועת המדף הרחוק והמדרון.

### 8. ניטור מינים בסכנת הכחדה

#### 1. דולפין מצוי



## מדינת ישראל משרד האנרגיה

עד היום נצפו פרטים ממין זה מאזור הרצליה ועד אשקלון. גודל הקבוצה הממוצע חשוב בכימות צפיפות. להקות הדולפין המצוי יכולות להגיע לעשרות פרטים, ככל הנראה התלהקות זמנית של מספר קבוצות עקב זמינות מזון, מה שעלול להקשות על הספירה וגם לשבש את הכימות. גם מאפיינים דמוגרפיים קשים להשגה בלהקות גדולות באמצעים של סקר חופי על גבי כלי שיט קטנים. מאידך, סקר אווירי מצולם מתאים ללהקות גדולות ועשוי 'ללכוד' את כלל האוכלוסייה בסקר בודד. מסיבה זו מומלץ לנטר מין זה גם באמצעים של סקר מל"ט, כפי שתואר מעלה. במקרה של הדולפין המצוי, חתכי הדיגום יהיו עד למרחק של כ 3 מייל מהחוף ובמרווח של 2 ק"מ בין החתכים, כדי למנוע ספירה כפולה של להקה. במידה וסקרי מל"ט יוכחו כמתאימים, ניתוח נתוני הצילום יספק, בנוסף למספר הפרטים בלהקה, גם גודל ממוצע של הפרטים וביומסה ממוצעת.

**מטרות:** אפיון תפוצה כללית ועונתית.

**תדירות מומלצת:** יום דיגום, אחת לחודשיים.

### 2. כלב ים נזירי ים-תיכוני

כלב הים הנזירי נצפה לאורך החוף הים תיכוני של ישראל לאחר שנים רבות של היעדרות. התצפיות החוזרות של פרט מזוהה ודיווחים על תצפיות בארצות השכנות לישראל, מצביעות על אפשרות התאוששות האוכלוסייה ועל חזרה אפשרית של 'מין הדגל' הזה לאזורנו, תרחיש עם השפעה מכרעת על מארג המזון האזורי ועל חשיבות שימורו.

**מטרות:** מעקב אחר נוכחות פרטים ממין זה לאורך החוף הישראלי, זיהוי פרטי שלהם והערכת אפשרויות השימור וההגנה על פרטים אלו במטרה לעודד את חזרתו של מין זה לאזורנו.

### שיטות:

- במקרים של דיווחי תצפית בזמן אמת, נדרש תצפיתן מנוסה אשר יגיע למקום, יעקב אחר מיקום כלב הים והתנהגותו ויצלם תמונות לזיהוי הפרט, כל זה עד שכלב הים יעזוב את המקום או עד רדת החשיכה.
- בסקר היתכנות בתי גידול אשר נערך בקיץ 2015 בהדרכתו של ד"ר לואיג'י בונדונה (Bundone et al., 2016), נקבע כי אזור ראש הנקרה הוא האזור עם מספר התצפיות הגבוה ביותר של כלב הים הנזירי לאורך החוף הישראלי והומלץ על הצבת מצלמות אינפרא אדומות בלפחות שלושה אתרים (שתי מערות במצוק ראש הנקרה עם פתח תת-ימי והאי נחילאלי), למעקב ארוך טווח.
- המשך סקר מערות מנוחה/שהייה: בשילוב של נתוני הסקר הראשוני המוזכר מעלה, עם דיווחי התצפיות מהשנים האחרונות ובעבר, סומנו מספר אזורים בעלי סבירות גבוהה

## מדינת ישראל משרד האנרגיה

לשהיית כלב הים בהם: ראש הנקרה, חוף דור-הבונים, נמל אשדוד ושמורת ניצנים.  
מיפוי שטחי המנוחה/שהייה נדרש במקומות אלו.

### 9. דו"ח שנתי מסכם

דוח שנתי לסיכום נתוני הניטור יועבר לידי רט"ג וחיא"ל עד שלושה חודשים לאחר סיום השנה הקלנדארית.

#### תקציב מפורט לקיום תכנית הניטור המוצעת

ייעול תקציבי של התכנית עדיין נבחן, לרבות האפשרות לבצע חלק מהסקרים במסגרת הפלגות שכבר מתוכננות לנושאים אחרים במסגרת הניטור הלאומי.

הערכת התקציב (שנתית) לתכנית הניטור המוצעת, עפ"י הסעיפים המפורטים בחלק ה' היא כדלקמן:

סעיף	מרכיב ניטור	פירוט	תקציב כולל
i. מרחב חופי קרוב	1. סקר ויזואלי על גבי סירות חצי קשיחות / יאכטות	סוקר וסירה X 2 ימים בחודש X 6 תאי שטח	100,000 ש"ח
	2. סקר אקוסטי חופי	6 גלאים אקוסטיים	91,000 ₪ קניה חד פעמית
	3א. החפת פרט מת טרי	<ul style="list-style-type: none"> <li>הוצאת דוגם לשטח: 300 ₪</li> <li>הובלה: 800 ₪</li> <li>עלות חומרים בנתיחה ושמירת דגימות בבנק רקמות: 100 ₪</li> <li>עלות בדיקות היסטופתולוגיות: 300 ₪</li> <li>עלות בדיקות מולקולאריות לגורמי תחלואה: 500 ₪</li> <li>עלות בדיקות מזהמים: 300 ₪</li> </ul>	6 X 2300 = 13,800 ₪





מדינת ישראל  
משרד האנרגיה

9 X 600 ₪ = 5,400 ₪	<ul style="list-style-type: none"> <li>הוצאת דוגם לשטח: 500 ₪ + נסיעות</li> <li>עלות כלי דיגום אזילים: 100 ₪</li> </ul>	3.ב. החפת פרט מת רקוב	
תקציב כולל	פירוט	מרכיב ניטור	סעיף
35,000 ₪	12 ימי סקר ע"ג מכלי שייט (אורך מינימום 12 מ')	1. סקר ויזואלי ע"ג ספינה	iii. מדף החוף והמדרון
4 ימים X 32,000 ₪ ליום + 15,000 ₪ = 143,000 ₪	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 ימי סקר בשנה.</li> <li>עיבוד המידע שנאסף ע"י המל"ט: 15,000 ₪ לשנה</li> </ul>	2. סקר אווירי	
304,000 ₪	1 גלאי אקוסטי ניתק AMAR G3 לכל אירוע ייתכן וניתן יהיה לבצע קניה חד פעמית ולהעביר בין האסדות השונות	ניטור אקוסטי	v. ים עמוק
6 ימים X 32,000 ₪ ליום + 15,000 ₪ = 207,000 ₪	<ul style="list-style-type: none"> <li>6 ימי סקר בשנה.</li> <li>עיבוד המידע שנאסף ע"י המל"ט: 15,000 ₪ לשנה</li> </ul>	1. ניטור דולפין מצוי	vi. ניטור מינים בסכנת הכחדה
1000 ₪	יום תצפית בזמן דיווח אמת. הערכה של 1-2 ימים בשנה	2.א. ניטור כלב ים נזירי	
11,700 ₪ + 15,000 ₪ = 26,700 ₪	3 מצלמות מעקב מדגם ATC 785- 3G-12M, תקן IP67 (כולל ציוד נלווה) +	2.ב. הצבת מצלמות א"א	



## מדינת ישראל

משרד האנרגיה

	3 מארזים		
7000 ₪		דוח שנתי מסכם (בעברית)	vii. דוח שנתי
	חד פעמי בתחילת הניטור: 421,700	שוטף שנתי: 512,200 (הערכה)	סיכום

### 6. סיכום כללי

צבי ים: תקציב שנתי – 210,000 ₪  
 עופות: תקציב שנתי - 115,000 ₪  
 יונקים: תקציב שנתי: 512,200 ₪  
 תקציב חד פעמי – 421,700 ₪

סה"כ מינים נודדים: שנתי – 837,200 ₪  
 חד פעמי: 421,700 ₪