

**מוסד שמואל נאמן**  
למחקר מדיניות לאומית



# פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל



צילום: נעם מחס

**דו"ח מסכם**

**יולי 2015**

**כתבו וערכו:**

פרופ' אופירה אילון

ד"ר תמי טרופ

ד"ר ציפי עשת

עידן ליבס

מעין זרביב

אפרת כרם

יועץ אקולוגיה ימית - ד"ר דן צ'רנוב, מיכל גרוסוביץ, אוניברסיטת חיפה  
יועץ חקלאות ימית - פרופ' עמוס טנדלר, מלח"י, אילת  
מיפוי- דן רוס, הטכניון

*תודתנו נתונה לאינג' נעם מוזס ולד"ר יעל קחל ממשד החקלאות ופיתוח  
הכפר, על סיוע המקצועי והייעוץ בהכנת עבודה זו.*

## עיקרי הממצאים

### הרציונל להכנת מסמך המדיניות

החקלאות הימית היא ענף המתפתח בעולם בקצב שנתי של כ 5-10% עקב הידלדלות הדייג מחד, ועליה בביקוש למזון מהים מאידך. מתוך כ 100,000 טון לשנה של דגים הנצרכים בישראל, רוב צריכת הדגים מסופקת באמצעות יבוא ורק כרבע מצריכה זו באמצעות ייצור מקומי. מתוך סך הכמות המיוצרת בארץ כ 2500 טון דגים מגודלים בכלובים בים התיכון.

להרחבת הייצור בחקלאות ימית יש חשיבות הן בראיה הלאומית והן בראיה מוניציפאלית. גידול של דגים במי-ים מאפשר ייצור מזון מקומי טרי ובריא, ללא שימוש במים מתוקים או קרקע בקרבת הים הנמצאים במחסור. פיתוח הדרגתי ומושכל של הענף יתרום לפיתוח ה"כלכלה הכחולה", תוך שמירה על עקרונות הפיתוח בר הקיימא סביבתית, כלכלית וחברתית.

לישראל יש **מניעים חשובים** רבים לפיתוח חקלאות ימית, ביניהם:

1. הצריכה הישירה בארץ של דגים ופירות ים, ובפרט טריים, נמצאת בעליה מתמדת (הן משום הגידול באוכלוסייה והן מטעמים בריאותיים).
2. דגים מהווים מקור לחלבון איכותי וחומצות שומן חיוניות (אומגה 3).
3. הדייג בארץ איננו יכול לספק את הביקוש - הן הים התיכון והן ים סוף עניים בדגה והשלל השנתי נאמד באלפי טונות בודדים בלבד.
4. חקלאות המים המקומית מספקת רק חלק קטן מהכמות הכוללת הנצרכת בארץ ולמעלה מכ-70% מהכמות הנצרכת מיובאים. המוצרים המיובאים הם ברובם קפואים ולא טריים ובקרת האיכות בעייתית לבדיקה.
5. המחסור העולמי בדגה עתיד להעלות משמעותית את מחיר היבוא, בעוד ששימוש הפוטנציאל המקומי של חקלאות ימית והביקוש למוצרים טריים יאפשרו בעתיד להקטין משמעותית את היקף היבוא ולהגדיל את בטיחות המזון.
6. חקלאות המים הפנימיים נתונה במגבלות חמורות של כדאיות ודרישות סביבתיות מחמירות.
7. באופן היסטורי גידול מינים ימיים התבצע ויכול להתבצע במערכות יבשתיות בקרבת החוף, אולם זמינותם של אתרים מתאימים בחוף הישראלי ובקרבתו המיידית הולכת וקטנה, ומגדילה את הצורך להרחבה משמעותית של הענף במימי הים הפתוח.
8. ענף החקלאות הימית יעיל יותר בשימוש בתשומות (שטח, צריכת מזון, גרעינים), ופליטות שעדין לא מתומחרות (טביעת רגל פחמנית וכו') ביחס לענפי בעלי חיים אחרים בחקלאות.
9. פיתוח חקלאות ימית יכול להציע חלופה להרחבת הייצור הימי המקומי שלא נשען על דייג ובכך יכול לסייע לשמר ולאושש את האוכלוסיות המדולדלות של דגי בר ושל אורגניזמים אחרים הגדלים במי ים.
10. פיתוח חקלאות ימית יכול להציע מקומות תעסוקה חלופיים לדייגים.
11. חקלאות ימית הנה ענף עתיר ידע, שישראל צברה בו יתרון יחסי בשל יכולות גבוהות של מו"פ וטכנולוגיה. יכולות החדשנות בתחומי ביות של דגים ממינים חדשים, ייצור אצות

לצרכים שונים וגידול מוצרי לוואי (רכיכות, ספוגים ועוד) יבואו לידי ביטוי בפיתוח החקלאות הימית.

12. עם הוצאת כלובי הדגים ממפרץ אילת, הושם דגש על מעבר לגידול דגים במערכות כלובים בים התיכון ועל מערכות לגידול אינטנסיבי במתקנים יבשתיים. ואכן, בשנים האחרונות, הוכחה בישראל היתכנות הגידול של דגים ימיים, הן במערכות כלובים בים הפתוח והן במערכות גידול יבשתיים.

מניעים אלו הביאו את ממשלת ישראל להחליט, כבר לפני כ-20 שנה, על הפניית משאבים להאצת פיתוחו של ענפי המדגה המתועש והחקלאות הימית (מדגה הנשען על מי ים), לעידוד יזמות לייצור דגים ופירות ים במתקנים ימיים ויבשתיים, לפיתוח התשתיות ולהגברת המחקר והפיתוח בנושא, ועוד לפני כן על הקמת המרכז הלאומי לחקלאות ימית באילת (מלח"י). כחלק ממהלך זה, הוקמה במשרד החקלאות מחלקה לחקלאות ימית, במסגרת האגף לדייג ולחקלאות מים. עם זאת, חרף החשיבות הגוברת למיצוי פוטנציאל החקלאות הימית בישראל, עד כה טרם הוגדרה מדיניות כוללת, סדורה ובהירה לפיתוח בר קיימא של הענף. לצד המשמעות הנגזרות מהיעדר מדיניות פיתוח מקיימת, עולה החשש שהמשך פיתוחו של הענף בישראל ייתקל בקשיים גוברים והולכים, לנוכח ריבוי היזמות והאינטרסים במרחב הימי.

תכליתו המרכזית של מסמך זה הנה להגדיר ולהתוות קווים מנחים למדיניות כוללת לפיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון הישראלי.

ללא מדיניות שכזו, גובר החשש מפני שתי התפתחויות בלתי רצויות:

- i. הצטמצמות חלון ההזדמנויות לפיתוח הענף בשל התחרות הגוברת על משאבי השטח של מרחב הים התיכון;
- ii. המשך פיתוח הענף ללא מדיניות מכוונת ובת קיימא.

**מסמך זה, המתמקד בחקלאות ימית, הינו אחת מאבני הדרך בהתוויית 'צמיחה כחולה' (Blue Growth) למדינת ישראל.** משמעות המושג הנה הפנמת שיקולים של 'כלכלה ירוקה' ובת קיימא בניצול של משאבים ימיים, תוך שילוב היבטים סביבתיים, כלכליים, תרבותיים וחברתיים.

חשוב לציין כי מסמך זה איננו "תכנית עסקית" ליזמים וגם אינו תחליף להערכות, לתכנון ולתוכניות עבודה מפורטות ובוודאי שאיננו מייתר את הצורך בהכנת מסמך סביבתי בכל מקרה בו תתוכנן חוות כלובים.

## מטרות העבודה

מטרתה העיקרית של העבודה הנוכחית הנה להתוות קווים מנחים למדיניות ממשלתית לפיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון הישראלי, תוך התמקדות בפיתוח ההשפעות הסביבתיות והאקולוגיות הגלומות בענף, איתור השטחים הימיים בהם רצוי לפתח את הענף, וביסוס היבטיו הכלכליים. לעבודה הוגדרו מספר יעדים עיקריים:

1. לנתח ולאפיין את התרומה והחשיבות, לטווח הבינוני והארוך (שנת 2035), של פיתוח מקומי בר-קיימא של חקלאות ימית, תוך התמקדות בחקלאות בים התיכון. האפיון כולל הערכה של פוטנציאל הביקוש, יכולת הייצור וכלכליות הענף למשק הישראלי.



2. לזהות את ההשפעות והסיכונים הסביבתיים והאקולוגיים הטמונים בפיתוח חקלאות בים התיכון הישראלי ולהמליץ על האמצעים למניעתם ומזעורם.
3. לבחון את גישת ה-BAP (Best Aquaculture Practices), תוך התאמתה לכלובים בים פתוח בישראל.
4. להתוות יעדים, מדיניות וכלים להסדרה ולפיתוח בר-קיימא של ענף חקלאי זה מתוך ראייה רחבה של היבטים, כלכליים, סביבתיים-אקולוגיים וחברתיים, הן ברמה המקומית, הן ברמה האזורית והן ברמה הגלובלית.
5. לאתר שטחים פוטנציאליים רצויים למיקום מערכות של חקלאות ימית במרחב הים-תיכוני הישראלי, ובעיקר בתחום מימי החופין, תוך התייחסות למכלול השיקולים, היתרונות, האילוצים והמגבלות בפיתוח של חקלאות ימית מקיימת.
6. לזהות פערי ידע שצמצומם חיוני לקידום הענף בישראל ולהתנהלותו בנתיב בר-קיימא.

### **תפוקות העבודה**

לעבודה זו יש שתי תפוקות מרכזיות:

- i. מסמך מדיניות הכולל המלצות ליעדים, אסטרטגיה וכלים לתכנון ארוך טווח, לפריסה מרחבית, לפיתוח ולממשק בני קיימא של חקלאות ימית בים התיכון הישראלי.
- ii. מיפוי של שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית בים התיכון הישראלי וכן אתרים לוגיסטיים תומכים בחוף, בהתחשב בתכניות, בצרכים ובכוונות של גורמים אחרים במרחבים אלו.

**תפוקות העבודה נועדו לשמש כלי עזר לקבלת החלטות לתכנון, פיתוח וניהול מקיימים ומושכלים של ענף החקלאות הימית בישראל.**

### **עיקרי הממצאים**

להלן עיקרי הממצאים וההמלצות לפיתוח חקלאות ימית מקיימת לטווח הארוך, לפי תחומי הניתוח:

#### **א. התחום הכלכלי**

העבודה בחנה תרחישי פיתוח שונים של ענף החקלאות הימית, הן מבחינת הביקוש והן מבחינת ההיצע, הנשענים על הנחות שונות, בפעילות של 5 שנים עד לשנת היעד - 2035. הממצאים העיקריים הנם:

1. קיימת הצדקה כלכלית לפיתוח משמעותי של ענף החקלאות הימית בישראל.
2. התייעלות, מיצוי יתרונות לגודל ושכלול טכנולוגיות מראים כי הענף יוכל להתמודד עם הפחתה של ההגנה המיכסית, בהגיעו להיקף ייצור שממצה יתרונות לגודל, ולאחר סיוע ממשלתי בתשתיות תומכות (עורף לוגיסטי), הקטנת הסיכון (באמצעות סל ביטוח מתאים) וחיזוק המו"פ היישומי.
3. היקף פוטנציאל הביקוש לדגים מחקלאות ימית על-פי התרחישים השונים לשנת היעד (בחלופה הבינונית לגידול אוכלוסין) ינוע בין 137-30 אלף טון, כתלות בהנחות לגבי היקף היבוא, צריכה לנפש וגידול האוכלוסייה ואף יצוא אפשרי.

4. היקף פוטנציאל ההיצע של הענף, בכפוף להנחות של קצב צמיחה ופיתוח טכנולוגי, יגיע ב-2035 לכ-70,000 טון (כיום- ייצור של 2500 טון), והשטח הימי שיידרש לייצור תפוקה זו הוא כ-90,000 דונם (90 קמ"ר).
5. תוספת ערך התפוקה השנתית בענף יכולה להגיע ללמעלה מ-2 מיליארד ₪ (בשנת היעד 2035).
6. הענף יכול לייצר מעל ל-2,600 משרות בשנת היעד. למשרות אלו יש חשיבות בעיקר ברמה המוניציפאלית בערים ויישובים בסביבתם כמו חיפה ואשדוד.
7. רמת השכר הצפויה בענף גבוהה משמעותית ביחס לשכר הממוצע במשק. המשרות דורשות מיומנות וידע ויציעו מקומות עבודה לבוגרי תכניות אקדמיות בתחום הימי.
8. יש חשיבות כלכלית לייצוא של תשומות לגידול, מערכות וידע שמתפתח בישראל והנשען על ניסיון מצטבר של מגדלים ועל הישגי המו"פ הישראלי.
9. דגים יכולים להחליף חלק מגידול הבקר בישראל. הערכה שמרנית של התועלות החיצוניות במונחים של חיסכון בפליטות גזי חממה, העלתה כי החלפת ייצור של 10,000 טון בשר בקר בכמות זהה של בשר דג תביא לחיסכון של 133,000 טון שווה-ערך פחמן דו-חמצני, אשר במונחי תועלת כלכלית מדובר על כ-16 מיליון ₪ בשנה.

### **ב. התחום האקולוגי- ביולוגי**

1. שני המודלים שבהם נעשה שימוש בעבודה זו, לא הצביעו על שינויים אקולוגיים מהותיים.
2. חומרי ההזנה המופרשים לסביבה (הנוטריינטים) ייצרכו מידית על ידי אוכלוסיית האצות הטבעית (פיטופלנקטון). יחד עם זה, לא צפויה עליה בריכוז האצות בגלל טריפה על ידי רמות טרופיות גבוהות יותר.
3. המודל הסביבתי שיושם בעבודה מצביע על השפעה מקומית- ישירות מתחת ובאזור הכלובים, והגדלה מסוימת של הרמות הטרופיות הגבוהות [גידול בכמות הדגים הפלאגיים (דגי ים פתוח) הקטנים באזור הכלובים]
4. המודלים האקולוגיים לא הראו כי לחוות יש השפעה על ההעתרה (העשרת הים בחומרי הזנה- נוטריאנטים) משום שהים התיכון עני בחומרי הזנה (אוליגוטרופי), ולפיכך, גם בהיקפי ייצור של 100,000 טון לשנה דגים לא צפויה העתרה.
5. לא צפויות השפעה סביבתית שליליות משמעותיות עקב שימוש במינים מקומיים, מיעוט שימוש באנטיביוטיקה ומיקום חוות בעומקים של מעל 30 מ' ומרחקים של מספר קילומטרים מהחוף.

### **ג. התחום המרחבי**

1. כדי לספק את צרכי השוק הישראלי יידרשו, עד שנת 2035, בסה"כ 100 קמ"ר לצורכי חקלאות ימית בים התיכון. היקף השטח הנדרש נשען על תרחיש ביקושים מורחב של התפתחות החקלאות הימית (90 קמ"ר) בישראל, בתוספת שריון של 10 קמ"ר לנוכח תנאי אי הוודאות המאפיינים תכנון ארוך טווח בסביבה משתנה. שטח זה כולל 17.74 קמ"ר של שטחים שכבר קיימים או נמצאים בשלבי תכנון, כך שסך תוספת השטחים הנדרשת לחקלאות ימית עומדת על כ-82 קמ"ר.
2. בהתחשב בשורה ארוכה של שיקולים כלכליים, חברתיים, לוגיסטיים, סביבתיים ואחרים, מומלץ לפזר את שטחי החקלאות בשלושה מקבצים גדולים, לפי החלוקה

- המרחבית הכללית הבאה: 40 קמ"ר באיזור הצפון (מול חיפה), 20 קמ"ר באיזור המרכז (מול חדרה) – מתוכם קיימים ומתוכננים כבר 3.6 קמ"ר, ו-40 קמ"ר נוספים באיזור הדרום (מול אשדוד/אשקלון) – מתוכם קיימים ומאושרים כבר 14.14 קמ"ר. בקיזח שטחי החקלאות הימית הקיימים ו/או מתוכננים, באיזור הצפון נדרשים 40 קמ"ר, באיזור המרכז עוד 16.4 קמ"ר ובאיזור הדרום עוד 25.9 קמ"ר.
3. בהתבסס על שיקולי תפעול לוגיסטיים וכלכליים, וכן על שיקולי סביבה, ביטחון ובטיחות, מומלץ למקם את מקבצי החקלאות הימית במרחק של עד כ 20 ק"מ מנמל שרות, ובעומקים שבין 30 ל-150 מ'.
4. בסה"כ, אותרו בתחום מימי החופין כ-192 קמ"ר של שטחים מועדפים לפיתוח עתידי של חקלאות ימית (כולל שטחים קיימים ומתוכננים). בתהליך האיתור הובאו בחשבון הן אפשרויות השילוב בין חקלאות ימית לבין מגוון הייעודים, השימושים והשטחים הערכיים הקיימים במרחב הימי, הן שיקולי המיקום שנקבעו, והן הקריטריונים שנקבעו לתעדוף של שטחים לפיתוח חקלאות ימית. היקף השטחים המועדפים עולה על כפול מסך תוספת השטח הנדרשת (82 קמ"ר) ומותיר גמישות לשלב התכנון המפורט. עם זאת, ראוי להדגיש, כי חלק מהשטח שאותר נמצא בחפיפה עם ייעודי קרקע אחרים, ובעיקר שטחים שיועדו לתשתית קליטת והולכת גז בים (תמ"א 37/ח' - מתחמים צפוני ודרומי לתחנת קבלה לגז), ולכן שוררת אי וודאות ביחס לפוטנציאל המימוש של חלק זה למטרות חקלאות ימית.
5. מתוך כלל השטחים המועדפים, אותרו 39 קמ"ר בצפון, הנותנים מענה כמעט מלא להיקף השטח הנדרש באיזור זה, ללא מגבלות רגולטוריות; במרכז אותרו 114 קמ"ר - היקף הגדול כמעט פי שבעה מהיקף השטח הנוסף הנדרש באיזור זה (אם כי רובו נמצא בחפיפה עם השטח הימי לפי תמ"א 37/ח'), ואילו בדרום אותרו 39 קמ"ר - היקף הגדול פי אחת וחצי מהיקף השטח הנוסף הנדרש באיזור זה (אם כי רוב השטח המועדף נמצא בחפיפה עם השמורה המוצעת באבטח).
6. מבחינת עדיפות כלל ארצית, ובשל הדרישות לעורף לוגיסטי ומקומות עגינה, הקרבה לנמלים גדולים מקנה, בשלב זה, עדיפות זהה לפיתוח האתרים בצפון ובדרום, ועדיפות נמוכה יותר לפיתוח האתרים באזור המרכז – שבו לא קיים כיום מענה ראוי לצורכי עגינה ולוגיסטיקה. בכל מקרה, הפיתוח צריך להתבצע בשלבים, תוך ניטור והערכה שוטפים של צרכים, השפעות, מגבלות, התפתחויות טכנולוגיות, סדרי עדיפות ועוד.
7. שטחי החקלאות הימית הרצויים נמצאים בחפיפה לאזורי דייג מכמורתנים, המכסים, למעשה את מרבית שטח מימי החופין בטווח העומקים הרלוונטי לחקלאות ימית. קונפליקט פוטנציאלי זה מחדד את הצורך בתכנון והסדרה סטטוטוריים ארוכי טווח של פעילות הדייג במרחב הים התיכון הישראלי.

## עיקרי ההמלצות

1. פיתוח הכלכלה הכחולה ייעשה ע"י הסרת חסמים ממשלתיים מבחינת הקצאת שטחים ימיים, הסדרת מקומות עגינה והסכמים בנושא מכסים וכן תמיכה בחדשנות ובמו"פ תוך שיתוף בעלי העניין.
2. פיתוח החקלאות הימית בים התיכון יבוצע באופן הדרגתי ומנוטר. פיתוח כזה יאפשר בקרה וצמיחה מושכלת של הענף.
3. הפיתוח ההדרגתי יאפשר, בין השאר, גם לטכנולוגיות חדשות ויעילות יותר להתבסס ולהפוך לשימות וכדאיות, ויאפשר הפקת לקחים וביצוע שיפורים תוך כדי התפתחות הענף.
4. על מנת להזיל את מחירים של דגי ים טריים בישראל יש להגדיר תהליך של הורדה הדרגתית של ההגנה המיכסית, במתואם עם עלייה בהיקפי הייצור. עליית היקפי הייצור, אשר תביא להתייעלות והקטנת עלויות הייצור, כתוצאה מיתרונות לגודל, ביחד עם הפעלת כלי סיוע אחרים (תמיכה בהשקעות מערכתיות, סיוע בביטוח לצורך הקטנת סיכונים וקידום המו"פ בנושאי מפתח), אשר ישפרו את כושר התחרות עם היבוא ממדינות ים תיכוניות ואחרות, חזת תוך שמירה על רמת בטיחות, טריות ואיכות מוצר גבוהים.
5. ההגנה המיכסית תתבצע לתקופה קצובה כך שתאפשר פיתוח הענף כענף ינוקא.
6. נושאי המו"פ, אשר יאפשרו את הפיתוח בר הקיימא של החקלאות הימית וישפרו את יכולת המגדל הישראלי להתמודד עם היבוא, כוללים: ביות ופיתוח מינים חדשים (מקומיים) בעלי ערך כלכלי גבוה כדוגמת הדקר, האינטיאס ובעיקר דג הטונה כחולת הסנפיר. נושאי מו"פ מרכזיים נוספים כוללים פיתוח דיאטות, אמצעי ניטור ובקרת תחלואה ובחינת שילוב גידול אצות.
7. תכנון מרחבי של חקלאות ימית יכול לצמצם את חוסר הודאות השורר כיום בענף זה, לסייע ליזמים בבדיקת היתכנותם של פרויקטים של חקלאות ימית ולעודד יזמים להשקיע בענף.
8. תכנון מרחבי של חקלאות ימית יביא להפנמה של שיקולי ערכיות סביבתית של שטחים ימיים ושל השפעות סביבתיות פוטנציאליות, ויתרום למיתון קונפליקטים בין בעלי עניין.
9. הצבת הכלובים במיקום מתאים (בעומק מים העולה על 30 מטר ולא מעל קרקע סלעית) וממשק נכון של הכלובים (למשל, ע"י האכלה מותאמת) יכולים לצמצם בצורה משמעותית את ההשפעות האקולוגיות.
10. בשם עיקרון הזהירות המונעת, הפיתוח של החקלאות הימית יתבצע תוך ניטור רציף של השפעות על הסביבה הימית.
11. גידול מינים מקומיים יקטין את ההשפעות הסביבתיות, במקרה שתתרחש בריחת דגים.
12. מומלץ להקצות שטחים בהיקף של כ-100 קמ"ר בחלוקה לשלושה מוקדים לאורך חופי ישראל, כפי שאותרו בעבודה זו. יש להבטיח שהשטחים שאותרו בעבודה זו ישוריינו וייעודו לחקלאות הימית, מתוך הבנת הצורך הגובר באספקת מזון ומוצרים אחרים מן הים והצורך בשמירת אופציות פתוחות לטווח הארוך.
13. קיים צורך חברתי, כלכלי, סביבתי ורגולטורי לתאם בין ענף הדייג לבין ענף החקלאות הימית תוך בחינת האפשרות להמיר חלק מפעילות הדייג בפעילות ממוקדת בחקלאות ימית תוך תקצוב הפיצוי הנדרש לדייגים למימוש פעולה זו.
14. מוצע לייצר עבודה משלימה לעבודה זו בתחום הדייג, כך, שכלל נושא אספקת דגים טריים בישראל ייבחן בראיה כוללת.

## תוכן עניינים

<b>2</b> .....	<b>עיקרי הממצאים</b>	
<b>14</b> .....	<b>1. מבוא</b>	
15.....	1.1. מטרות ומבנה העבודה	
16.....	1.2. ממצאים עיקריים מסקירת הספרות וראיונות עומק	
16.....	1.2.1. פיתוח חקלאות ימית בת קיימא בים התיכון של ישראל- רציונל	
16.....	1.2.2. הגדרת המושג 'חקלאות ימית'	
16.....	1.2.3. שוק חקלאות המים והדייג בעולם	
19.....	1.2.4. ייצור הדגים ברמה האזורית	
21.....	1.2.5. שוק הדגים והדייג בישראל – היסטוריה ומצב קיים	
24.....	1.2.6. תועלות סביבתיות והשפעות פוטנציאליות בענף החקלאות הימית	
25.....	1.2.7. שיטות גידול בחקלאות ימית	
26.....	1.2.8. סוגי גידולים של חקלאות ימית בישראל	
28.....	1.2.9. כושר נשיאה כמושג מפתח בפיתוח חקלאות ימית מקיימת	
30.....	1.2.10. המלצות מתוך מסמך של ה- OECD	
33.....	1.2.11. ראיונות עומק עם מומחים ובעלי עניין	
<b>34</b> .....	<b>2. ניתוח כלכלי וסביבתי</b>	
34.....	2.1. יחסי גומלין כלכליים – סביבתיים	
35.....	2.2. תועלות (ישירות ועקיפות) של חקלאות ימית	
36.....	2.2.1. טביעת רגל פחמנית	
36.....	2.2.2. חקלאות ימית מקיימת פתרון אפשרי להקטנת לחץ על אוכלוסיות בר	
36.....	2.2.3. צמצום תלות בדייג וביבוא	
37.....	2.2.4. ייעול השימוש בקרקעות	
37.....	2.2.5. גידול בתוצר הלאומי והתווספות משרות במשק	
38.....	2.2.6. יעילות הגידול של דגים לעומת בקר	
38.....	2.2.7. היבטים של בריאות האוכלוסייה	
38.....	2.3. עלויות עקיפות (השפעות חיצוניות שליליות פוטנציאליות)	
42.....	2.3.1. הערכה כלכלית של ההשפעות הסביבתיות הפוטנציאליות	
44.....	2.3.2. פוטנציאל הפיתוח הכלכלי של החקלאות הימית בישראל: תחזיות ביקוש והיצע	
51.....	2.3.3. ניתוח כלכלי – צד ההיצע	
54.....	2.3.4. תחשיב היצע משקי	
58.....	2.3.3. עלויות חיצוניות – תחשיב פליטות גזי חממה	
59.....	2.3.4. סיכום הניתוח הכלכלי	
<b>61</b> .....	<b>3. היבטים אקולוגיים- ביולוגיים</b>	
61.....	3.1. סקירה כללית – ביולוגיה ואקולוגיה של הים התיכון לחופי ישראל	
61.....	3.2. בתי גידול בסביבה הימית של ישראל	
61.....	3.2.1. סביבה חופית רדודה בעלת מצע רך (מעומק 0 עד כ-30 מ')	
62.....	3.2.2. חברת הזואופלנקטון	
62.....	3.2.3. טבלאות גידול	
63.....	3.2.4. מסלע קשה מיוצב ורכסי כורכר תת-ימיים	
63.....	3.2.5. גוף המים (the pelagic zone) – אזור הים הפתוח	
64.....	3.2.6. הים העמוק	
67.....	3.3. מידול השפעת כלובי הדגים על המערכת האקולוגית החופית-פלאגית בישראל	
68.....	3.3.1. אתר המחקר - נתונים נלקחו מאיזור כלובי הדגים ממול אשדוד	
68.....	3.3.2. מודל NPD דינאמי	
70.....	3.3.3. מודל Ecospace – באמצעות תכנת EwE	
72.....	3.3.4. תוצאות השימוש במודל NPD	

74	3.3.5. תוצאות השימוש במודל Ecospace של EwE	
79	3.3.6. שינויים בביומסות	
81	3.3.7. דיון ומסקנות	
82	3.4. מסקנות והמלצות עיקריות	
82	3.4.1. מסקנות העולות מהמודלים שהופעלו	
83	3.4.2. היקף גידול ומיקום הכלובים	
83	3.4.3. סימני אזהרה	
<b>84</b>	<b>4. היבטים מרחביים</b>	
84	4.1. תהליך התכנון המרחבי	
86	4.2. קביעת הפרוגרמה המרחבית ושיקולי מיקום	
	4.3. בחינת אפשרויות השילוב העקרוניות בין חקלאות ימית לבין שימושי ויעודי ים	
87	אחרים ושטחים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה	
	4.4. מיפוי ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, על מגבלותיהם ביחס	
95	לחקלאות ימית	
97	4.5. זיהוי ומיפוי שטחי חקלאות ימית אפשריים, לפי שיקולי מיקום פיסיים	
103	4.6. זיהוי ומיפוי שטחי חקלאות רלוונטיים, לפי מדרג זמינות	
115	4.7. בדיקת קונפליקטים בין שטחים רצויים לחקלאות ימית לבין איזורי דיג	
<b>117</b>	<b>5. סיכום</b>	
<b>118</b>	<b>6. רשימת מקורות</b>	
<b>126</b>	<b>7. נספחים</b>	
126	7.1. סקירת וסיכום ניסיונות לגידול דגים בים פתוח בחופי ישראל	
134	7.2. תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים מחקלאות ימית- נתונים מפורטים	
136	7.3. התייחסות להערות בדיון בסדנת חקלאות ימית 26.5.15	
139	7.4. התייחסות לשאלות שעלו לאחר הפצת עיקרי ממצאי המחקר	

## רשימת תרשימים

17	תרשים 1- ייצור עולמי של דגים מחקלאות מים ודיג
17	תרשים 2- צריכת דגים עולמית ושימושיה
18	תרשים 3- תצרוכת חלבון מן החי לנפש בעולם ומקורותיה
20	תרשים 4 - חזון החקלאות הימית בים התיכון
	תרשים 5 - ייצור של דג הדניס ( <i>Sparus aurata</i> ) ודגי בס ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) מחקלאות ימית, במדינות הים התיכון
20	תרשים 6 - מפת הדרכים לקדום חקלאות ימית בת קיימא
31	תרשים 7- יחסי גומלין כלכליים-סביבתיים
34	תרשים 8- אספקת דגים למאכל בישראל, באלפי טון במונחי דג שלום ובק"ג לנפש
45	בשנה
49	תרשים 9- תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים
50	תרשים 10- תרחישים להתפתחות הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית
50	תרשים 11 - תרחישים לביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית ב-2035

תרשים 12- התפתחות היצע החקלאות ימית, היקף הייצור (טון) וערך התפוקה (מלש"ח לשנה).....	57
תרשים 13- התפתחות היצע החקלאות ימית, טון לעובד וקצב צמיחה.....	57
תרשים 14- תחזית פיתוח רגולטורי - הקצאה וניצול (דונם).....	58
תרשים 15- תרחיש היצע מול תרחישי ביקוש (אלפי טון).....	60
תרשים 16- איור סכמטי של המודל.....	69
תרשים 17- מפה בסיסית של איזור הנלמד, רוחב וגובה כל תא הוא 2.775 Km.....	72
תרשים 18- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים כפול (בטמפרטורה קבועה על 20°C).....	73
תרשים 19- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים כפול (הטמפרטורה נעה בין 15°C בפברואר ל- 30°C באוגוסט).....	73
תרשים 20- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים פי 10 (הטמפרטורה נעה בין 15°C בפברואר ל- 30°C באוגוסט).....	74
תרשים 21- תוצאת החישוב של דיאגרמת רמות טרופיות ע"י שימוש במודל EwE.....	75
תרשים 22 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים.....	76
תרשים 23 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים וכלוב נוסף.....	77
תרשים 24 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים ועוד חוות בשטח כולל של פי חמישה משטח הכלובים היום.....	78
תרשים 25- כמויות אבסולוטיות לפני ואחרי שלוש שנים של גידול דגים (טון\קמ"ר לתקופה של 3 שנים).....	80
תרשים 26- תוספת הביומסה היחסית (בסוף ההרצה לעומת ההתחלה) של כל קבוצה פונקציונאלית.....	80
תרשים 27- תוספת ביומסה אבסולוטית (טון לקמ"ר) לאחר שלוש שנים מהפעלת המודל באיזורים הקרובים לחוות.....	81
תרשים 28- תהליך התכנון המרחבי של שטחים לחקלאות ימית.....	85
תרשים 29- התפלגות שטחים אפשריים לחקלאות ימית לפי שיקולי מיקום.....	98
תרשים 30- התפלגות של שטחי חקלאות ימית רלוונטיים, לפי זמינות.....	103

## רשימת טבלאות

טבלה 1 - תצרוכת דגים לנפש לשנת 2014, תמונת מצב עולמית.....	18
טבלה 2- נתונים קיימים בשוק החקלאות הימית בישראל.....	22
טבלה 3 - תצרוכת מזון מן החי לשנת 2011 (ק"ג לשנה לאדם, במונחי דג חי שלם).....	23
טבלה 4 - תועלות כלליות והשפעות סביבתיות שליליות פוטנציאליות בענף החקלאות הימית.....	24
טבלה 5 - סוגי דגים פוטנציאליים בחקלאות ימית בישראל.....	27
טבלה 6- סוגים של כושר נשיאה ואופן בחינתם במסמך המדיניות לפיתוח חקלאות ימית מקיימת בישראל.....	29
טבלה 7- ארגז כלים לניהול של חקלאות מים מקיימת, לפי תחום קיימות.....	30
טבלה 8 - אתגרי החקלאות הימית.....	32
טבלה 9 - השוואת יעילות המרת מזון בייצור דגים לעומת בקר.....	38
טבלה 10- תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים מחקלאות ימית.....	47
טבלה 11- תחשיב היזמים.....	53

54	טבלה 12- ניתוח רגישות למחיר השוק
56	טבלה 13- תחשיב היצע משקי
59	טבלה 14 - השוואת פליטות בייצור דגים לעומת בקר
69	טבלה 15- תיאור וערכי המשתנים והפרמטרים של המודל
71	טבלה 16- נתוני בסיס למודל Ecospace
74	טבלה 17- נתונים והערכות בסיסיות למודל EWE
3	טבלה 18 - שינויים בביומסה (טון לק"מ רבוע) בין תחילת הרצת המודל לסיומו (לאחר 3 שנים)
79	טבלה 19- היבטים מרחביים של הפרוגרמה לחקלאות ימית
86	טבלה 20- אפשרויות השילוב של חקלאות ימית עם שימושי וייעודי ים אחרים ועם שטחים ערכיים, לפי מידת ההתאמה
89	טבלה 21- שטחים מועדפים למיקום חקלאות ימית, לפי איזור וסדר עדיפות בתוך כל איזור
108	טבלה 22- השוואה בין שטחים מועדפים למיקום חקלאות ימית לבין שטח נדרש, לפי איזור
109	

## רשימת מפות

19	מפה 1- כמויות ייצור מחקלאות מים - תמונה אזורית (טון לשנה)
96	מפה 2- ייעודים, שימושים וערכיות במרחב ימי, כלל ארצי, קנ"מ 1:750,000
99	מפה 3- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, קנ"מ 1:750,000
100	מפה 4- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000
101	מפה 5- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, איזור מרכז, קנ"מ 1:250,000
102	מפה 6- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, איזור דרום, קנ"מ 1:250,000
104	מפה 7- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, כלל ארצי, קנ"מ 1:750,000
105	מפה 8- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000
106	מפה 9- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור מרכז, קנ"מ 1:250,000
107	מפה 10- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור דרום, קנ"מ 1:250,000
110	מפה 11- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, על רקע שימושים, ייעודים וערכיות במרחב הימי, קנ"מ 1:750,000
111	מפה 12- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, ללא רקע שימושים וייעודים במרחב הימי, קנ"מ 1:750,000
112	מפה 13- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000



מפה 14- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור מרכז, קנ"מ	1:250,000
113.....	
מפה 15- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור דרום, קנ"מ	1:250,000
114.....	
מפה 16- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, על רקע איזורי דייג, קנ"מ	1:750,000
116.....	

## רשימת תיבות

תיבה 1: יעדי מו"פ הנגזרים ממסמך המדיניות לפיתוח חקלאות ימית בת קיימא	26.....
תיבה 2: גידול אצות ואורגניזמים אחרים לצד גידול הדגים	27.....
תיבה 3: הזנה מקיימת בחקלאות ימית	40.....
תיבה 4: תיאור נזקי סערות חורף 2015	41.....
תיבה 5: מינים חדשים	43.....
תיבה 6- מילון מושגים	62.....
תיבה 7- הגנה על כרישים ובטאים (חתולי הים) בים התיכון	64.....
תיבה 8- השימוש באנטיביוטיקה בחקלאות ימית	66.....

## רשימת תמונות

תמונה 1- מגוון עשיר של בעלי חיים ברכסי הכורכר	63.....
תמונה 2- בתי גידול בים העמוק	65.....

## 1. מבוא

לפי פרסומי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO, 2014), רוב אזורי הדייג בעולם נוצלו במלואם או סובלים מדייג יתר, בעוד הביקוש למאכלי ים (כולל דגים, רכיכות, סרטנים ואצות) הולך וגובר, בשל היתרונות התזונתיים הרבים הגלומים בהם. על מנת לענות על הפער הגדל בין הכמות המסופקת על ידי דייג לבין הביקוש למאכלי ים, ובכדי להתמודד עם משבר המזון העולמי, ממשלות ותעשיות מזון מפנות משאבים הולכים וגדלים לפיתוח חקלאות מים.

מערכות חקלאות המים יכולות להיות מבוססות על מים שפירים או מי ים, ויכולות להיות יבשתיות (כמו בריכות) או ימיות (כמו כלובים, נשוא מחקר זה). התפתחות הענף התבטאה ב-30 השנים האחרונות בקצב צמיחה גלובלי מסחרר, בעיקר בתחום הימי, בשיעורים שנתיים ממוצעים של כ-10.8% ו-9.5% בשנות ה-80 וה-90 (בהתאמה), שהתמתנו לכ-6.1% בשנות ה-2000. כיום הענף מספק למעלה ממחצית מכמות מאכלי הים הנצרכים בעולם.

ישראל הייתה אחת המדינות הראשונות באזור המזרח התיכון שהחלה לנצל מי ים לגידול מיני דגים ויצורים ימיים אחרים בעלי ערך חקלאי-כלכלי, ופעילות החקלאות הימית בישראל החלה עוד בתקופת שנות השבעים של המאה הקודמת. כיום, לצד השיקולים הגלובליים, יש לישראל מניעים חשובים רבים משלה לפיתוח חקלאות ימית.

ממשלת ישראל החליטה, כבר לפני כ-20 שנה, על הפניית משאבים להאצת פיתוחו של ענפי המדגה המתועש וחקלאות ימית (מדגה הנשען על מי ים), לעידוד יזמות ליצור דגים ופירות ים במתקנים ימיים ויבשתיים, לפיתוח התשתיות ולהגברת המחקר והפיתוח בנושא. כחלק ממהלך זה, הוקמה במשרד החקלאות מחלקה לחקלאות ימית, במסגרת האגף לדייג ולחקלאות מים. עם זאת, חרף החשיבות הגוברת למיצוי פוטנציאל החקלאות הימית בישראל, עד כה טרם הוגדרה מדיניות כוללת, סדורה ובהירה לפיתוח בר קיימא של הענף. לצד המשמעויות הכלכליות והסביבתיות הנגזרות מהיעדר מדיניות פיתוח מקיימת, עולה החשש שהמשך פיתוחו של הענף בישראל ייתקל בקשיים גוברים והולכים, הן לנוכח ריבוי היחזמות והאינטרסים במרחב הימי, הן לאור התגברות המודעות המחקרית והציבורית להשפעות הסביבתיות של מערכות גידול ימיות בלתי מקיימות, והן בשל קידומה והרחבתה של הרגולציה הסביבתית במרחב הימי.

## 1.1. מטרות ומבנה העבודה

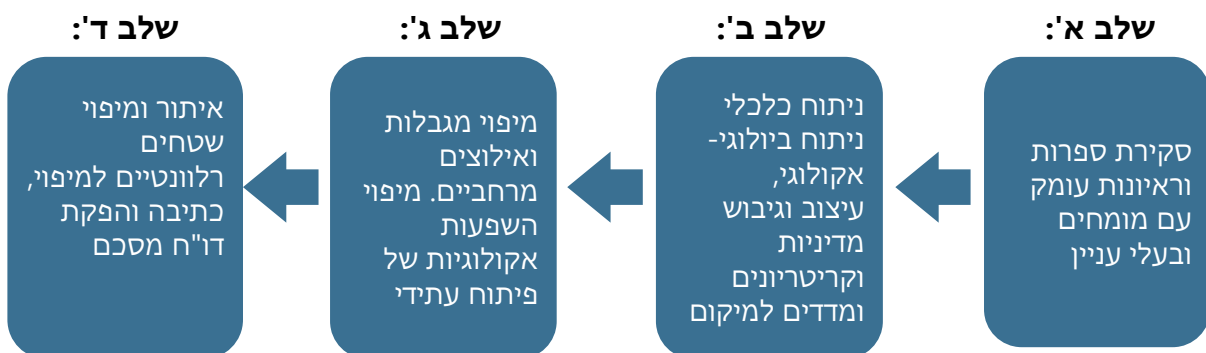
מטרתו העיקרית של מסמך זה הינה להתוות קווים מנחים למדיניות ממשלתית לפיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון הישראלי, תוך התמקדות בניתוח ההשפעות הסביבתיות והאקולוגיות הגלומות בענף, איתור השטחים הימיים בהם רצוי לפתח את הענף, וביסוס היבטיו הכלכליים. תוצרי הפרויקט ישולבו במסמכי מדיניות לאומית בתחום החקלאות ופיתוח הכפר ובמסמכי מדיניות לתכנון המרחב הימי. חשוב לציין כי דו"ח זה הינו מתווה לקראת פיתוח ענף החקלאות הימית בישראל, הוא אינו מייתר את הצורך בתכנון פרטני לכל חווה שתקום, לרבות הכנת תסקיר השפעה על הסביבה ותכנון מפורט של הפעלת החווה. כמו כן, מסמך זה לא עוסק בתחומים המשיקים לגדול דגים, ויכולים להשתלב עם תעשייה תומכת זו- כגון, גדול אצות למאכל או להפקת ביודיזל, גדול פירות ים וכד'.

הדו"ח המוצג להלן מכיל את החלקים הבאים:

- הצגת הרציונל העומד בבסיס הפיתוח של חקלאות ימית
- סקירת ההיבטים הכלכליים (ביקוש לדגים בהתאם לתרחישים שונים והנחות שונות), היצע הדגים שמקורם בחקלאות הימית, תועלות וכד')
- סקירת ההיבטים האקולוגיים והסביבתיים בהקשר של פיתוח חקלאות ימית בת קיימא.
- פירוט השיטות והממצאים שהתקבלו למיפוי השפעות אקולוגיות של פיתוח עתידי של כלובי דגים בים התיכון מול חופי ישראל
- הצגת ארגז הכלים בו נעשה שימוש באיתור השטחים הימיים הפוטנציאליים למיקום המערכות לגידול מאכלי ים, כולל התייחסות לשטחים חופיים פוטנציאליים למיקום אתרי עורף לוגיסטי הנדרש לתמיכה ישירה במערכות אלו.

### תהליך העבודה

הכנת מסמך המדיניות נערכה לפי השלבים הבאים:



## 1.2. ממצאים עיקריים מסקירת הספרות וראיונות עומק

### 1.2.1 פיתוח חקלאות ימית בת קיימא בים התיכון של ישראל- רציונל

מטרת פרק זה היא להגדיר את הרציונל בפיתוח חקלאות ימית בת קיימא בישראל תוך סקירת התפתחות של התעשייה (ברמה עולמית, אזורית ומקומית), לרבות המגמות, התחזיות ותיאור התועלות וההשפעות השליליות הפוטנציאליות מחקלאות ימית.

### 1.2.2 הגדרת המושג 'חקלאות ימית'

נהוג להבחין בין שני סוגי חקלאות מים:

- **חקלאות מים פנימיים** – תחום העוסק בגידול דגים ויצורים מימיים במים מתוקים או מליחים
- **חקלאות ימית (Mariculture)** – גידול של יצורים ימיים במי ים, וכולל דגי מאכל רכיכות, כגון צדפות, צדפות, סלמון, פורל, תחת תנאים מבוקרים (FAO, 2013).

סך הדגה המיוצרת בכל ענף הדייג בעולם בשנת 2012 הינה 158 מיליון טון, מתוכם 66.6 מיליון טון בחקלאות מים, ו- 91.4 מיליון טון מדייג מתפיסה הכולל גידול במים פנימיים שפירים ומדייג בים על ידי מכמורתנים. מתוך חקלאות המים, 41.9 מיליון טון דגים בחקלאות מים פנימיים כדוגמת בריכות דגים, ו- 24.7 מיליון טון דגים בחקלאות ימית הכוללת כלובים בים ומים מסוחררים (SOFIA 2014).

מערכות חקלאות המים יכולות להיות מבוססות על מים שפירים או מי ים, ויכולות להיות יבשתיות (כמו בריכות) או ימיות (כמו כלובים). כיום הענף מספק למעלה ממחצית מכמות מאכלי הים הנצרכים בעולם (משרד החקלאות, 2013).

**עבודה זו תעסוק בתחום החקלאות הימית ובעיקר בגידולים בכלובי דגים בים התיכון (כדוגמת דגי דניס<sup>1</sup> *Sparus aurata*) במים הטריטוריאליים של ישראל.**

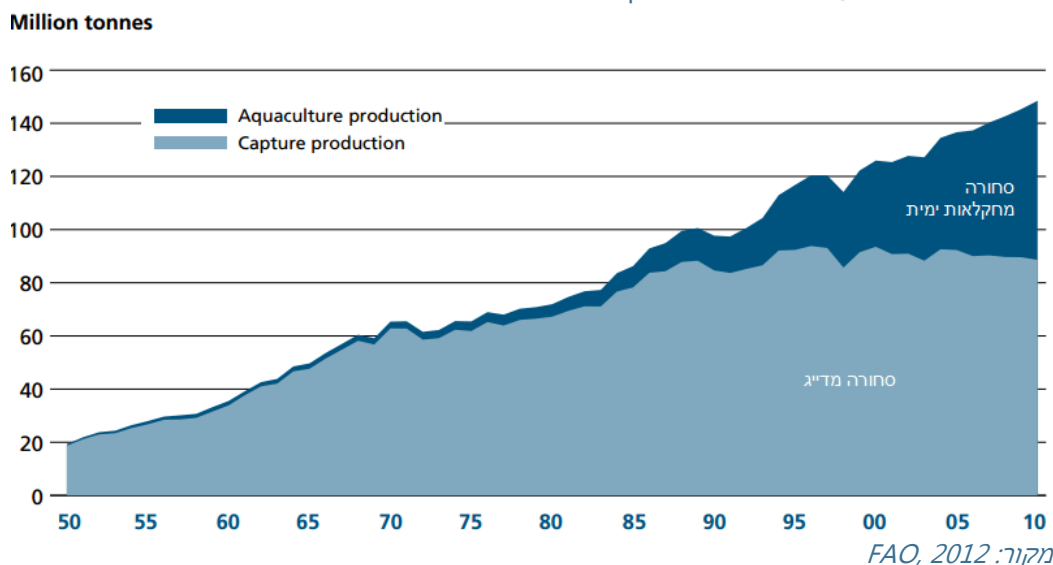
### 1.2.3 שוק חקלאות המים והדייג בעולם

שלל דגי הגרם העולמי עומד מזה שנים אחדות על כ 80 מיליון טון לשנה (תרשים 1). חקלאות המים מייצרת עוד כ 24 מיליון טון אשר רובם מיוצר במים מתוקים וחלקם הקטן במי ים או מים מליחים. במי ים מייצרים כיום בעיקר רכיכות (צדפות למיניהן), אצות רב תאיות דגים וסרטניות. שני האחרונים בכמויות קטנות יחסית. במים מתוקים מיוצרים בעיקר דגי גרם. צריכת הדגים בעולם עמדה בשנות התשעים על כ-19 ק"ג לנפש (כמות זו כוללת גם את השלל המיועד לייצור קמח דגים). אם רוצים לשמור על היצע דומה בשנת 2020 יש להגדיל את הייצור ל 162 מיליוני טון לשנה (צורך הנובע מקצב גידול אוכלוסיית האדם בעולם). ההפרש בין כמות זו לבין הייצור הכולל בהווה (כמאה מיליון טון בשנה) לא יבוא מדייג משום שאוכלוסיות הדגים אינן יכולות לתרום יותר ממה שהן תורמות בהווה. הדרך היחידה להגדיל את הייצור היא באמצעות חקלאות המים ובעיקר בפיתוח החקלאות הימית

<sup>1</sup> סְפָרוּס זְהוּב (שם עממי -דניס או צ'פורה)

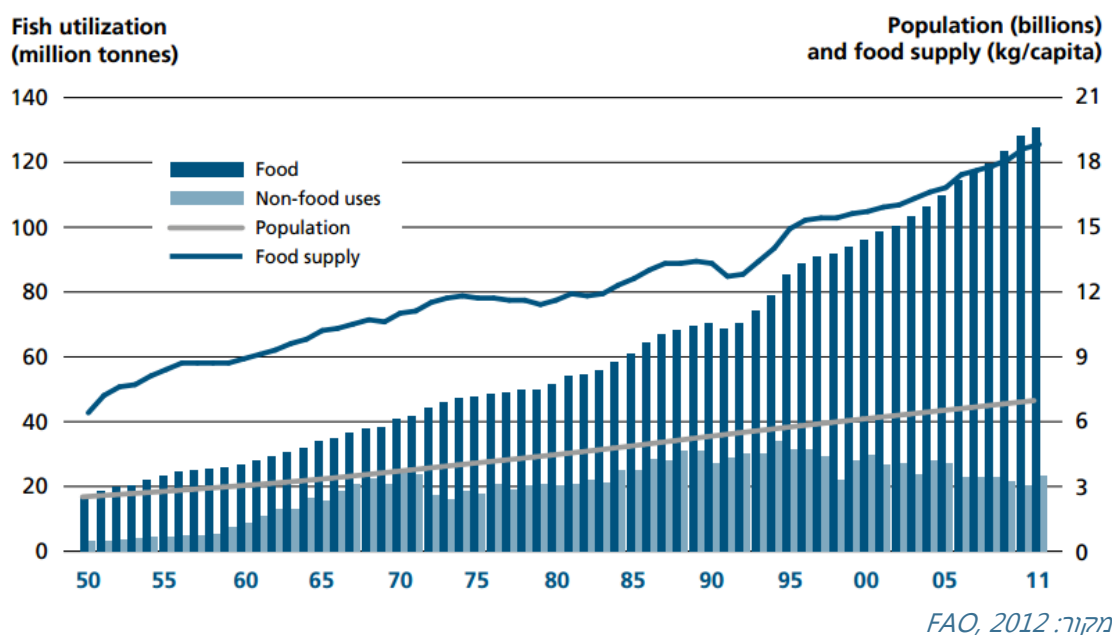
(משום האוניברסליות של בעיית המים השפירים). השוק העתידי מוערך במאות מיליארדי דולרים לשנה (משרד החקלאות, 2014) הייצור השנתי מחקלאות ימית עומד על 36.1 מיליון טון עם ערך של \$37.9 מיליארד דולר לשנת 2010 (FAO, 2013). תרשים 1 מייצג את כמות הדגים העולמית מחקלאות מים ומדייג נכון לשנת 2010.

תרשים 1 - ייצור עולמי של דגים מחקלאות מים ומדייג



דייג וחקלאות מים מספקים לעולם כ-148 מיליון טונות דגים (נכון לשנת 2010 עם רווח כולל של 217.5 מיליארד דולר אמריקאי), מתוכם כ-128 מיליון טונות הם להאכלת בני האדם, ומנתונים משנת 2011 מראים עלייה בייצור ל-154 מיליון טונות, שמתוכם 131 מיליון טונות הם לצורכי מזון (FAO, 2012).

תרשים 2 - צריכת דגים עולמית ושימושיה



ניתן לראות עלייה בייצור הדגים ושיפור בערוצי ההפצה וגידול משמעותי באספקת דגים למזון בעולם בחמשת העשורים האחרונים, עם אחוז גידול ממוצע של 3.2% לשנה בין 1961-2011, בהתאמה לגידול שנתי של האוכלוסייה העולמית ב 1.9% בין השנים הנ"ל.

צריכת דגים לאדם עלתה מ- 9.9 ק"ג ל- 18.9 ק"ג בשנים 1960 ו- 2011 בהתאמה. והתחזיות משקפות עלייה נוספת בצריכת הדגים העולמית (FAO, 2014).

טבלה 1 - תצרוכת דגים לנפש לשנת 2014, תמונת מצב עולמית

Total and per capita food fish supply by continent and economic grouping in 2010<sup>1</sup>

	Total food supply	Per capita food supply
	(million tonnes live weight equivalent)	(kg/year)
World	130.1	18.9
World (excluding China)	85.7	15.4
Africa	9.9	9.7
North America	7.5	21.8
Latin America and the Caribbean	5.7	9.7
Asia	89.8	21.6
Europe	16.2	22.0
Oceania	0.9	25.4
Industrialized countries	26.5	27.4
Other developed countries	5.5	13.5
Least-developed countries	9.6	11.5
Other developing countries	88.5	18.9
LIFDCs <sup>2</sup>	30.9	10.9

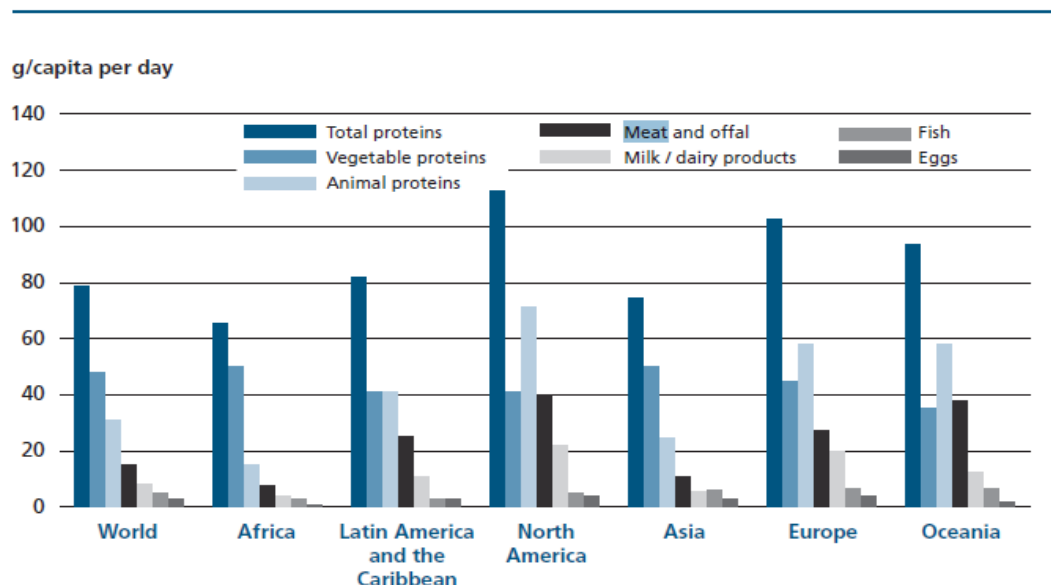
<sup>1</sup> Preliminary data.

<sup>2</sup> Low-income food-deficit countries.

מקור: SOFIA, 2014

תרשים 3 - תצרוכת חלבון מן החי לנפש בעולם ומקורותיה

Total protein supply by continent and major food group (average 2008–2010)



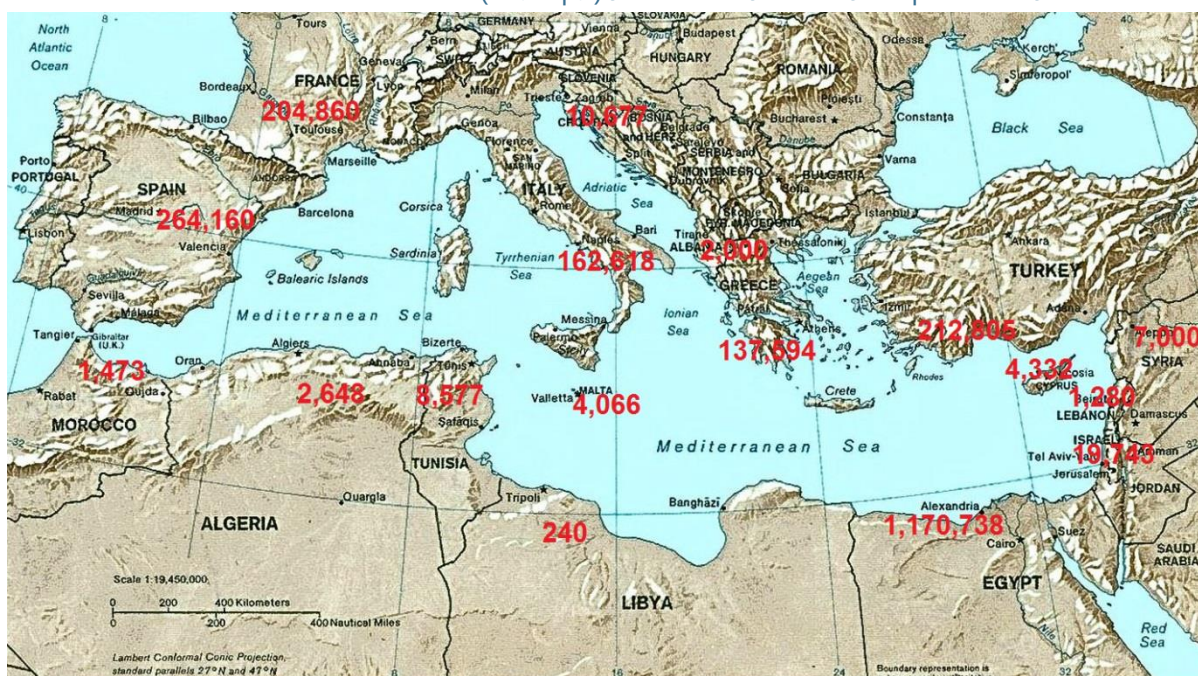
מקור: SOFIA, 2014

## 1.2.4 ייצור הדגים ברמה האזורית

אזורי חקלאות מי ים ומים מליחים באזור ים תיכון (GFCM) נשלטים בעיקר ע"י גידול דגים ורכיכות, בדגש על מינים עם ערך כלכלי גבוה. קבוצת דגי ים היא קבוצה שגדלה באופן יציב במהלך 20 השנים האחרונות, עם ייצור גדול של שני מיני מפתח: דגי בס (Dicentrarchus labrax) ודניס (Sparus aurata).

את המדינות המייצרות חקלאות מי ים ומים מליחים באזור ניתן לסווג לפי היקף הייצור שלהן. מדינות האספקה העיקריות באזור הים התיכון הן טורקיה ויוון, המייצרות בעיקר דגי בס (Dicentrarchus labrax) ודגי דניס (Sparus aurata). מצריים מייצרת אמנונים ובורי (Mugilidae spp), ספרד מייצרת צדפות ובעיקר מולים ים תיכוניים (Mytilus galloprovincialis), צרפת – צדפות (Crassostrea gigas) ואיטליה מייצרת בעיקר קונכיית (Ruditapes philippinarum) (FAO, 2013). התמונה הכוללת של יבולי חקלאות המים בים התיכון מוצגת במפה 1.

מפה 1- כמויות ייצור מחקלאות מים - תמונה אזורית (טון לשנה)



מקור הנתונים: FAO, 2014

במדינות סמוכות לישראל, בעיקר טורקיה, יוון ומצרים יש היקפי ייצור גבוהים במיוחד. בים התיכון היקף הדגים מתפסה הינו 1,282,090 טון דגים שלמים בשנת 2012, נתון זה כולל את הדייג בים על ידי מכמורתנים ודגים במים פנימיים.

**בישראל היקפי ייצור, נכון לשנת 2014, הינם של כ-19,700 טון המיוצרים בחקלאות מים (מפה 1), מהם מיוצרים 2,500 טון לשנה בחקלאות ימית ו-17,200 בחקלאות מים פנימיים לשנת 2012.**

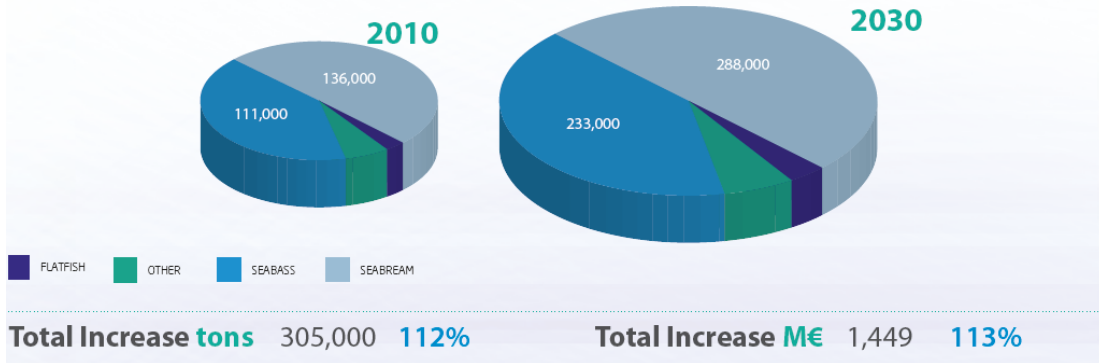
תחזיות של ענף החקלאות הימית בים התיכון (תרשים 4) שנעשו באירופה עבור ארגון מגדלי הדגים האירופאי (FEAP) מצביעות על הכפלה בהיקף ייצור הדגים במשך 20 השנים הבאות (לכ- 600,000 טון לשנה).



## Mediterranean - Growth Forecasts

### Vision 2030

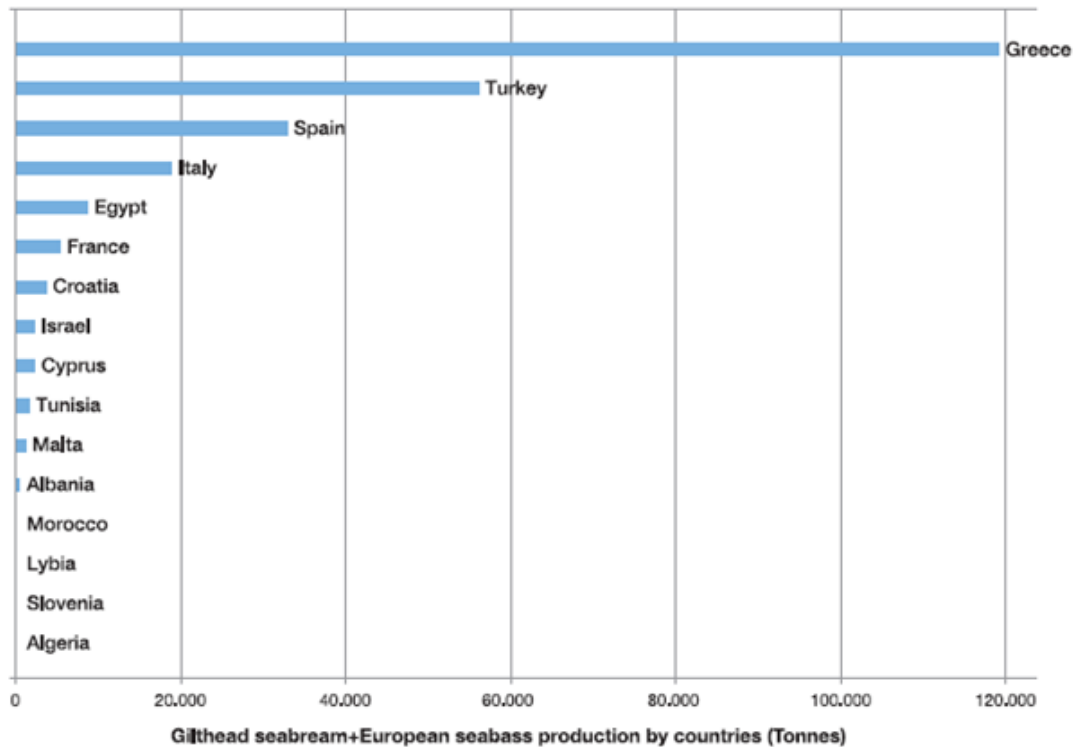
- Production growth >100% = minimum 4%/year
- Higher expansion rates for meagre and sole
- FCR decreases to 1.2 (35% improvement)
- Aquaculture will diversify – functional additives, bio-energy (algae)
- Main species: seabass, seabream, sole, meagre, turbot
- Productivity/employee increases by 20%
- Juvenile survival increases by 20%



מקור: EATIP, 2012

מדינת ישראל ממוקמת במקום השמיני מבחינת כמויות ייצור של דגי דניס ודגי בס מבין מדינות לחופי הים התיכון כפי שניתן לראות בתרשים 5.

תרשים 5 - ייצור של דג הדניס (*Sparus aurata*) ודגי בס (*Dicentrarchus labrax*) מחקלאות ימית, במדינות הים התיכון



מקור: FOESA, 2011



## 1.2.5 שוק הדגים והדייג בישראל – היסטוריה ומצב קיים

על פי נתונים סטטיסטיים של הלמ"ס וה-FAO, צריכת הדגים הטריים בשוק הישראלי עלתה בהדרגה משנות החמישים – מ-5 ק"ג לנפש לשנה והיא מגיעה נכון לשנת 2011 ל-20.3 ק"ג לנפש לשנה בהשוואה לצריכת דגים עולמית שעומדת על 18.9 ק"ג<sup>2</sup> (טנדלר, 2013 ו-FAO, 2012). לעומת זאת היום תצרוכת בשר הבקר השנתית בישראל עומדת על כ-27.7 ק"ג לנפש ותצרוכת העוף הינה 69.70 ק"ג לנפש. לפי נתונים על הייצור המקומי מהלמ"ס, ונתוני היבוא מסחר חוץ במשרד החקלאות (המבוססים על דיווחי מכס), הצריכה הממוצעת לנפש בישראל בשנים 2011-2013 הייתה 15.9 ק"ג. ההבדלים לנתוני ה-FAO יכולים לנבוע מפקטורים מעט שונים לתרגום לדג חי, נושא תכולת המים בדגים קפואים והכללת פירות ים בנוסף לדגים בנתוני ה-FAO.

המרכיב הדגי בתצרוכת החלבון מן החי בישראל מתבסס על מקורות עצמיים של כ-23,000 טונות לשנה ויבוא של כ-6,500 טונות לשנה (נתוני 2010) של דגים טריים ועוד כמה עשרות אלפי טונות של דגים קפואים. הדגים הקפואים מגיעים ממקורות שונים, בעיקר מסין. הדגים המגיעים מסין זולים במיוחד, ביניהם גם אמנונים, המהווים את עיקר הדגים המגודלים במדגה הישראלי. אלה האחרונים מוצעים לשוק טריים על אף מחירם הגבוה לצרכן מהדגים הקפואים. הם מצליחים להתמודד עם היבוא הזול רק בשל הגנה מיכסית המוענקה להם (כ-7 ש"ל לק"ג). דגי מים צוננים ויקרים יותר מגיעים לשווקים הישראליים כמו הסלמון והדניס מגיעים לישראל מאירופה. חלקם (דניס) מתחרים בדגים המיוצרים בארץ. מחירם של האחרונים המיובאים מארצות שכנות נמוך מכדי להפעיל גם עליהם הגנה מיכסית (טנדלר, 2013).

טבלה 2 מציגה נתונים כלכליים בסיסיים של שוק החקלאות הימית בישראל שגם שימשו בחלקם בסיס לתחשיבים הכלכליים, כפי שיוצג בהמשך.

---

<sup>2</sup> במונחים של דג שלם. היחס בין דג שלם לדג פילה (החלק הנאכל) הוא 1:2.5 בהתאמה.

טבלה 2 - נתונים קיימים בשוק החקלאות הימית בישראל

הערות	פרמטר	פרמטר להשוואה
עם הגדלת היקפי הייצור מחקלאות ימית ל-10,000 טון צפויה העסקה של כעוד 200 מועסקים באופן ישיר, ומעגל מועסקים שני של כ-1000 מועסקים (FAO,2012)	כ-100-120 עובדים (מחס, 2014)	מספר מועסקים בחקלאות ימית בישראל
	14,000 דונם (מחס, 2014)	שטח מוקצה כיום
בתעשיית הסלמון בנורבגיה הערכים אף גבוהים יותר, עם הכנסה של כ-2 מלש"ח לעובד בשנה (מחס, 2014).	40-60 טון לשנה, עם הכנסה של 1-2.1 מלש"ח לעובד לשנה (מחס, 2014)	התפוקה לעובד בחקלאות ימית
לגידול של 1 ק"ג של בקר או עוף נדרשים כ-6 ק"ג ו-2.2 ק"ג מזון בהתאמה (מחס, 2014)	היחס של ק"ג מזון ל 1 ק"ג דגים עומד על 1-8.1.1 (מחס, 2014)	מקדם היפוך מזון בחקלאות ימית
בצפיפויות אלו לא סביר שתהיה עקה. בבריכות יבשתיות מדובר על צפיפויות גבוהות פי כמה על מנת לנצל את ההשקעה במ"ק (מחס, 2014)	הצפיפות המקובלת לגידול דניס היא עד כ-20-15 ק"ג למ"ק (הנתונים מתייחסים לדגים במשקל סופי של 400 גרם לדג בודד) (מחס, 2014)	צפיפות דגים אופטימלית בכלובים
קצב צמיחה שנתי ממוצע, בחישוב לינארי, בשנים 2009-2013 (מחס, 2014)	35% (מחס, 2014)	קצב צמיחת הייצור של החקלאות הימית בישראל
	28-32 ש"ח (מחס, 2014)	מחיר שוק משוער למגדל דגי דניס
צפוי לגדול ל-10,000 טון על בסיס שטחים ימיים באזור אשדוד (מחס, 2014) איתור שטחים נוספים יאפשר גידול להיקפים גדולים יותר	2,440 טון (לשנת 2013) (מחס, 2014)	היקף ייצור בחקלאות ימית בישראל
במונחים של דג שלם	126,500 טון (אייכנוולד, 2013) מתוכם, 19,700 עצמי 6,500 יבוא דגים טריים 100,600 יבוא דגים קפואים	צריכת דגים בישראל

לתעשיית הדגים של מים פנימיים בישראל, כספקית דגים לשווקים בישראל, מסורת ארוכת שנים שהחלה כבר בסוף שנות השלושים של המאה הקודמת. תעשייה זו הלכה והשתכללה והגיעה להישגים מרשימים מבחינת יעילות התפוקות לדונם (מתפוקה של 300 ק"ג לדונם ל-2.5 טון לדונם), ביות של מינים חדשים (בורי, ברמונדי ובאס), אימוץ, פיתוח והתאמה של טכנולוגיות מתקדמות של מדגה מתועש המגדיל את התפוקה לדונם במספר סדרי גודל. מאידך, החקלאות הימית התמקדה במינים הפודים מחירים גבוהים ובשנים האחרונות מפאת הצורך להתפנות ממפרץ אילת היא החלה לבחון שימוש במדגה מתועש שפותח בישראל עם תוצאות תפוקה שנתיות מרשימות של 50-100 טונות לדונם. לעומת ההישגים הללו הדייג בים ובכנרת הלך והצטמצם כתוצאה מדייג יתר (טנדלר, 2013).

תצרוכת הדגים בישראל דומה לצריכה באירופה ומהווה כ-17% מכלל צריכת המזון מן החי (טבלה 3).

טבלה 3 - תצרוכת מזון מן החי לשנת 2011 (ק"ג לשנה לאדם, במונחי דג חי שלם)

סה"כ	עוף	חזיר	בשר בקר	דגים	
<b>31.50</b>	10.00	NA	8.90	12.60	צפון אפריקה
<b>093.4</b>	21.70	34.70	15.20	21.80	אירופה
<b>120.2</b>	69.70	2.50	27.70	20.30	ישראל

מקור: <http://faostat3.fao.org/download/FB/FBS/E>

לישראל יש **מניעים חשובים** רבים לפיתוח חקלאות ימית, ביניהם:

1. הצריכה הישירה בארץ של דגים ופירות ים נמצאת בעליה מתמדת (הן משום הגידול באוכלוסייה והן מטעמים בריאותיים).
2. דגים מהווים מקור לחלבון איכותי וחומצות שומן חיוניות (אומגה 3).
3. הדייג בארץ איננו יכול לספק את הביקוש - הן הים התיכון והן ים סוף עניים בדגה והשלל השנתי נאמד באלפי טונות בודדים בלבד.
4. חקלאות המים המקומית מספקת רק חלק קטן מהכמות הכוללת הנצרכת בארץ וכ-80% מהכמות הנצרכת מיובאים. המוצרים המיובאים הם ברובם קפואים ולא טריים ובקרת האיכות בעייתית לבדיקה.
5. המחסור העולמי בדגה עתיד להעלות משמעותית את מחיר היבוא, בעוד ששימוש הפוטנציאל המקומי של חקלאות ימית יאפשר בעתיד להקטין משמעותית את היקף היבוא ולהגדיל את ביטחון ובטיחות המזון.
6. חקלאות המים הפנימיים נתונה במגבלות חמורות של מצאי מים (שפירים ושוליים).
7. באופן היסטורי גידול מינים ימיים התבצע ויכול להתבצע במערכות יבשתיות בקרבת החוף, אולם זמינותם של אתרים מתאימים בחוף הישראלי ובקרבתו המיידית הולכת וקטנה, ומגדילה את הצורך להרחבה משמעותית של הענף במימי הים הפתוח.
8. ענף החקלאות הימית יעיל יותר בשימוש בתשומות (שטח, צריכת מזון, גרעינים, טביעת רגל פחמנית וכו') ביחס לענפי בעלי חיים אחרים בחקלאות.
9. פיתוח חקלאות ימית יכול להציע חלופה לדייג ובכך יכול לסייע לשמר ולאושש את האוכלוסיות המדולדלות של דגי בר ושל אורגניזמים אחרים הגדלים במי ים.
10. פיתוח חקלאות ימית יכול להציע מקומות תעסוקה חלופיים לדייגים.
11. חקלאות ימית הנה ענף עתיר ידע, שישראל צברה בו יתרון יחסי בשל יכולות גבוהות של מו"פ וטכנולוגיה. יכולות החדשנות בתחומי ביות של דגים ממינים חדשים, ייצור אצות לצרכים שונים וגידול מוצרי לוואי (רכיכות, ספוגים ועוד) יבואו לידי ביטוי בפיתוח החקלאות הימית.
12. עם הוצאת כלובי הדגים ממפרץ אילת, הושם דגש על מעבר לגידול דגים במערכות כלובים בים התיכון ועל מערכות לגידול אינטנסיבי במתקנים יבשתיים. ואכן, בשנים האחרונות, הוכחה בישראל היתכנות הגידול של דגים ימיים, הן במערכות כלובים בים הפתוח והן במערכות גידול יבשתיות.

**ישנו צורך בפיתוח ענף החקלאות הימית בישראל על מנת להשלים את ייצור הדגים ביבשה. הפיתוח צריך להיעשות תוך הקפדה ואימוץ עקרונות סביבתיים, כלכליים חברתיים נאותים** - בין השאר, כפי שיוגדר במסמך זה, יש לבצע ניטור שנתי, לשאוף לצריכת אנרגיה מינימלית בייצור תוך שמירה על בריאות הדגים בכלובים וניהול בהתאם לקריטריונים הנהוגים בענף זה בעולם ו\או ברמה האזורית (בדגש על יוון, שם כמויות ייצור הדגים בכלובים גדולות יותר בצורה משמעותית). כיום החקלאות הימית בישראל מתמקדת בגידול של דגים (עם דגש על דניס) בשלוש חוות דגים ימיות באשדוד, שייצורן מגיע לכ 2500 טונות בשנה יחד (מחס, 2013).

לכן, בכדי לספק את הדרישה למוצרי דייג ומדגה בשנת 2035 יש לפתח את ענפי המדגה ככלל וחקלאות ימית בפרט, במתקני גידול בים עצמו (חוות כלובי דגים).

## 1.2.6 תועלות סביבתיות והשפעות פוטנציאליות בענף החקלאות הימית

התועלות וההשפעות הפוטנציאליות השליליות (טבלה 4) ייבחנו ע"פ מידת השפעתם על הסביבה באמצעות מודל לקביעת כושר הנשיאה הסביבתי (מוצג בתת פרק 3).

בטבלה 4 מוצג סיכום של התועלות הסביבתיות הגלומות בפיתוח ענף החקלאות הימית לעומת השפעות סביבתיות פוטנציאליות הכרוכות בו. התועלות וההשפעות המוצגות בטבלה מפורטות בסעיפים בהמשך.

טבלה 4 - תועלות כלליות והשפעות סביבתיות שליליות פוטנציאליות בענף החקלאות הימית

תועלות הגלומות בחקלאות ימית	השפעות סביבתיות שליליות פוטנציאליות של פיתוח חקלאות ימית
תחליף מנוהל ובר קיימא להספקת דגי ים טריים והקטנת לחץ על אוכלוסיות בר אישוש אוכלוסיות הדגים הטבעיות כתוצאה מייצור ואכלוס דגים	פוטנציאל שחרור חומרים למים (הפרשות הדגים, תוספת חנקן ופוספט למים, תרופות)
חקלאות המנצלת משאבי טבע ומשלימה את הייצור בבריכות גידול ביבשה	השפעות אקולוגיות בחקלאות הימית של מקרי בריחת דגים מהכלובים שתגרום לאינטראקציה גנטית עם אוכלוסיות מקומיות
רצון הצרכנים למזון בריא מייצור מקומי מפוקח ביקוש עולה לדגים טריים עם חלבון איכותי. דגי ים מכילים אומגה 3	קשרי גומלין בין מחלות הקשורות לחקלאות מים והמערכת האקולוגית (מוקד פוטנציאלי להפצת מחלות וטפילים)
טביעת רגל פחמנית נמוכה של דגים לעומת בקר ועופות	משיכת טורפי על והשפעה על אוכלוסיות דגי בר
מקדם היפוך מזון (FCR) נמוך בגידול דגים לעומת גידולים חקלאיים אחרים	פוטנציאל פגיעה בבתי גידול ובמינים מקומיים כתוצאה מהעשרה בחומרי מזון ונוטריינטים
חסכון בשימוש באנרגיה בחקלאות הימית לעומת חקלאות בע"ח אחרת	תפיסת שטח/ התנגשות עם שימושי קרקע, חוף וים בהיבטים אקולוגיים ואופרטיביים אחרים כמו תחבורה, בטחון, תשתיות גז ועוד

## 1.2.7 שיטות גידול בחקלאות ימית

שיטות חקלאיות מקיפות, מגוון גדול של מערכות ייצור טכנולוגיות שממשות תנאי סביבה שונים כגון: מים שפירים, מי ים ומים מליחים.

חקלאות ימית יכולה להיות מסווגת באופן כללי ומסורתי לפי שלוש מתודות שונות המבוססות על אינטנסיביות הייצור, הוא כמפורט להלן:

- **חקלאות אקסטנסיבית (Extensive culture)** - הגידול החקלאי מכיל את כל חומרי המזון הדרושים להזנה, באמצעות צריכת מזון טבעי, אשר כולל לדוגמה: אצות וצמחי יבשה.
- **חקלאות סמי אינטנסיבית (Semi-intensive culture)** - הגידול החקלאי מכיל חלק מהתזונה הנדרשת והחלק העיקרי של התזונה הוא בעיקר מהאכלה נוספת.
- **חקלאות אינטנסיבית (Intensive culture)** - כל חומרי ההזנה הדרושים מסופקים חיצונית, גידול אשר בין היתר כולל גידול בכלובים באגמים וכלובים לאורך החופים ובים (FAO,2013).

שיטות הגידול העיקריות שיבחנו לגידולים ימיים יהיו מבוססות על השיטות גידול המקובלות והמתקדמות לגידול בכלובים. כמו גם תשולב סקירת ספרות לגבי שיטת "חוואות מים" - sea-ranching - גידול דגים בים הפתוח ללא כלובים, תוך התניה שלהם להגיע לנקודה מסוימת ולגבי תכניות איכלוס restocking - אכלוס יזום של דגיגים בים לעידוד הדייג.

**חוואות מים (Sea/Lake Ranching)** - שחרור אורגניזמים צעירים לתוך סביבות או מערכות סגורות על מנת לגדלם לפרקי זמן רצויים ולקצור את היבול (put, grow and take). בעלי החיים המשוחררים אינם אמורים להוביל לשינוי במבנה אוכלוסיית הבר או להתרבות (כדוגמת דגי הבורי בכינרת המתקיים מזה עשרות שנים). על אף שתיתכן השפעה סביבתית גנטית, אם מועד הקציר מתרחש לאחר ההגעה לבגרות מינית, או במקרה שלא כל בעלי החיים הוצאו בתום התקופה עקב בריחות.

**ביסוס אוכלוסייה (Restocking)** - שחרור אורגניזמים צעירים לאחר תהליך הייצור לתוך אוכלוסיית הבר לשיקום יכולתה להתרבות שוב לאחר פגיעה אנושה באוכלוסייה הטבעית עקב דייג יתר, פגיעה בבתי הגידול או זיהום, במטרה להביאה לרמה הרצויה לאספקת יבול מספק. טיפול מסוג זה יכול לכלול גם הכנסת מינים שנכחדו על מנת לשחזר את אוכלוסייתם או למטרות שימור מינים המצויים ברמות שונות של סכנת הכחדה.

### **תיבה 1: יעדי מו"פ הנגזרים ממסמך המדיניות לפיתוח חקלאות ימית בת קיימא**

תנופת פיתוח מואצת של ענף החקלאות הימית ברמה העולמית והאזורית – משקלה של החקלאות הימית צפוי לעלות במידה ניכרת הן כבסיס לתזונה העולמית והן למגוון רחב של שימושים נוספים. כדי לגשר על הפער שבין ההיצע לביקוש, מדינות רבות ממקדות מאמץ בפיתוח ענף החקלאות הימית. הצפי הוא שהענף ימשיך בתנופת צמיחה (5-10%) גם בעתיד. המרכז לחקלאות ימית (מלח"י) בישראל- ייעודו של מלח"י היה ונתר לייצר תשתיות לביסוס ענף, שינצל מי ים ומים מליחים לפיתוח חקלאות ימית ותעשיות ביוטכנולוגיות נלוות. ייחודו של מלח"י הוא מבנהו האינטגרטיבי, היוצר סביבה של סינרגיה מחקרית המאפשרת סגירת מעגלי חיים של אורגניזמים ימיים (מעולם הצומח והחיל) במיתקנים חקלאיים, עד לשלב הגמלון במערכות הגידול ויישום פירות המו"פ ע"י גורמים מסחריים. בהתאם למנדט של מלח"י ולהתמחותו המקצועית, מפורטים להלן נושאי מו"פ מרכזיים אותם יוכל להוביל על מנת לתמוך בצמיחה מואצת של חקלאות ימית בת קיימא:

- 1. פתוח מיני דגים חדשים בעלי ערך כלכלי גבוה.** על מנת לגוון את סל המוצרים החקלאות הימית יוגבר המאמץ המחקרי לגשר על פערי ידע בתחום הרבייה, הגידול הדרולוגי והפיטוס, המהווים חסם בפני מסחרם של דגים בעלי ערך כלכלי גבוה במיוחד, דוגמת הדקר, האינטיאס תוך שימת דגש לקידום ביות טונה כחולת הסנפיר.
- 2. הזנה- פתוח דיאטות וממשקי הזנה שיתמכו בגדילה מואצת ורציפה מחד, וצמצום השפעת רכיבי המזון על הסביבה הימית, מאידך.** (א) מציאת חלופות לצמצום השימוש בקמח דגים, העשיר בזרחן, כמרכיב בדיאטת הדגים. (ב) הגדלת ניצולת המזון והפחתת הפליטה לסביבה. (ג) פיתוח מזונות יחודיים שיאפשרו צמצום פגיעה בקצבי הגידול של הדגים ואת התאוששות המהירה בעקבות הזנה לא רציפה, הנובעת מחוסר גישה לכלובי הדגים בעתות סערה.
- 3. שיפור והגדלת כושר הייצור של מיני דגים מבויתים (דוגמת דניס, לברק).** (א) טיפוח קווים גנטים משופרים, בהיבטים של נצולת מזון, קצבי גדילה, עמידות למחלות וכו', לצד עקרות, שתמנע כל יכולת ריבוי במקרה של "ברחנים" (פליטי תרבות). (ב) אופטימיזציה תפעול מדרגות דגיגים מסחריות לשיפור תנובה ואיכות הדגיגים. (ג) אופטימיזציה ממשקי איכול דגיגים במערכות ימיות שונות ובכלל זה שילוב חלופות ל"הקפצת גודל".
- 4. תברואה - פיתוח אמצעי ניטור, ממשקי מניעה וטיפול בגורמי מחלה שכיחים לצמצום פחתים מחד, ולמניעת פגיעה אקולוגית סביבתית מאידך.** (א) פתוח אמצעי ניטור ובכלל זה ביוסנסורים, לזיהוי מוקדם של פתוגנים שכיחים. (ב) שימוש בתוספי מזון פרוביוטיים לחיזוק מערכת החיסון המולדת וצמצום השימוש בחומרים אנטיביוטיים (ג) פיתוח תרכיבי חיסון לבסוס קווים עמידים ונקיים (שאינם נשאים של הפתוגן). (ד) בסוס ממשק ניטור של מערכי הכלובים בים לזיהוי אורגניזמים עם פוטנציאל פתוגני (אצות, חיידקים, וירוסים ופרזיטים).
- 5. פיתוח כלכלי בו קיימא של חקלאות ימית מולטיטרופית המשלבת דגים, אצות וצדפות בסמיכות לאסדות המשמשות כתשתיות באתרי שאיבת גז.** אחת המגבלות בפיתוח חוות בים הפתוח היא עמידותם באתגרים הסביבתיים הימיים. נוכחותם של מבנים הנדסיים (אסדות נפט וגז) בסביבה הימית פותח אפשרות לנצלם כבסיס לוגיסטי לטובת חוות חקלאיות בעומק הים. שילוב מושכל של חקלאות ימית בסמוך לתשתיות האנרגיה יאפשר לתעשיית האנרגיה לשפר את תדמיתה הסביבתית. המו"פ הנדרש לצורך כך: (א) בחינת היתכנות ביולוגית – הנדסית למערכות IMTA (Integrated Multi-trophic Aquaculture) בתנאי הים הפתוח, כאמצעי להרחבת סל המוצרים ולמזעור ההשפעה הסביבתית. (ב) פתוח ממשקי גידול לייצור בקנה מידה גדול של ביומסת אצות למגוון רחב של שימושים – בעיקר מזון ותוספי מזון, דלק ביולוגי, phycocolloids וביו-כימיקלים מיוחדים, וזאת ללא צורך בקרקע חקלאית, במים מתוקים או בדשן.

## **1.2.8 סוגי גידולים של חקלאות ימית בישראל**

מינים רלוונטיים למסמך מדיניות חקלאות ימית בת קיימא בים תיכון הם דגים, רכיכות ואצות. בטבלה 5 מוצגים מיני הגידולים הפוטנציאליים לגידול בחקלאות ימית ובחקלאות מים בישראל. המלצות מגובשות לגבי סוגי הגידולים יינתנו בעת התכנון המפורט.

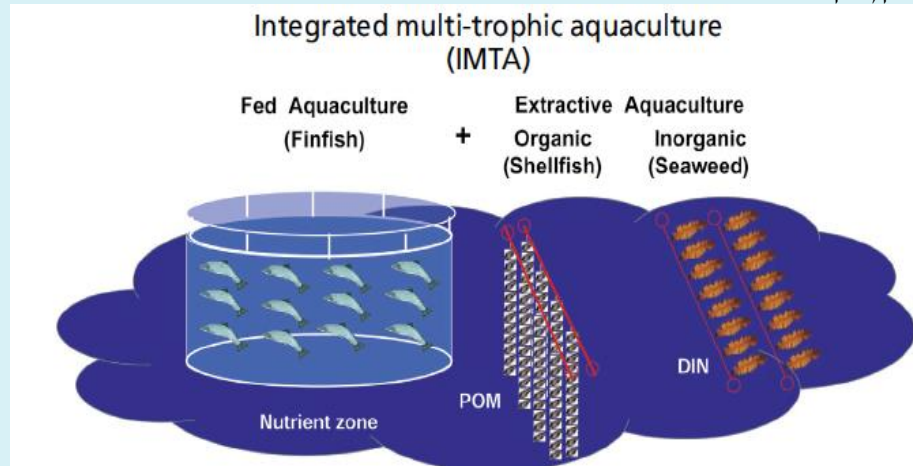
טבלה 5 - סוגי דגים פוטנציאליים בחקלאות ימית בישראל

שם בעברית	שם באנגלית	שם בלטינית
דניס	Sea bream	<i>Sparus aurata</i>
לברק	Sea-Bass	<i>Dicentrarchus labrax</i>
דקר המכמורת (לוקוס)	White Grouper	<i>Epinephelus aeneus</i>
צנינית (אינטיאס)	Amberjack, Yellowtail	<i>Seriola dumerili, Seriola lalandi</i>
מיגר / מוסר מלכותי	meagre	<i>Argyrosomus regius</i>
טונה	Thunfish Bluefin Tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
אמנון	Tilapia, Saint Peter fish	<i>Tilapia Oreochromis mozambicus</i>
בורי	Mullet	<i>Mugil cephalus</i>

כיום מגודלים בישראל בעיקר דניס, וכן דקר, ובמים מתוקים בורי ואמנון. בנוסף, ראה נספח 7.1- סקירה וסיכום ניסיונות לגידול דגים בים פתוח בחופי ישראל.

**תיבה 2: גידול אצות ואורגניזמים אחרים לצד גידול הדגים**

מערכות גידול דגים בכלובים, למרות יעילותן, אינן מטפלות בנוטריינטים המופרשים על ידי הדגים (חנקן פוספט וחומר אורגני מוצק). על מנת לנצל נוטריינטים אלו, מפותחת מזה שנים גישה של גידול משולב של דגים עם אצות ולפעמים אף עם צדפות, בעיקר באזורים רדודים בים, המאפיינים דווקא את המים הטריטוריאליים. האצות סופגות את הדשן (נוטריינטים המופרשים על ידי הדגים) וגדלות היטב תוך מניעת העתרה של הסביבה מאידך אצות אלו מהוות בסיס לתעשיית מזון, שמן, דלק ומוצרים קוסמטיים. הגישה המשולבת הזו הקרויה Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA). והיא מיושמת כבר שנים רבות ביפן, סין ועוד.



הגישה המולטיטרופית בחקלאות ימית. מקור: (Chopin et al. 2012)

פוטנציאל הניצול של עקרונות IMTA לטיהור מי הים בסביבת כלובי דגים מחומרי הדשן באזורים פעילים אוקיאנוגרפית, כמימיה של מדינת ישראל, היא סוגיה מאוד משמעותית הן בהיבט הסביבתי שלה והן בהיבט של תוצרי הלוואי של ייצור אצות (מזון, ביודיזל, פרמצבטיקה ועוד).

הערכה ראשונית בישראל (שבוצעה ע"י גולברג ומוזס, 2015) מצביעה על כך שגידול של 100,000 טון דגים יפריש חנקן, שיכול להיקלט על ידי כ- 405,000 טון אצות. היקף גידול אצות זה יכול לייצר כ- 81,000 טון ביואתנול (המהווים כ- 3% מצריכת הדלק לתחבורה בישראל) אשר ויצרכו כ- 160 קמ"ר של שטח ים (כחצי אחוז משטח המרחב הימי של ישראל).

## 1.2.9 כושר נשיאה כמושג מפתח בפיתוח חקלאות ימית מקיימת

ענף חקלאות המים נמצא בתנופת צמיחה בכל רחבי העולם. לנוכח התפתחותו המואצת, גוברת בשנים האחרונות ההכרה בצורך לתכנן את המשך פיתוחו של הענף באופן זהיר ואחראי, תוך הפנמה של השפעות כלכליות, חברתיות וסביבתיות פוטנציאליות. גישה מקיימת זו מוצאת את ביטויה ברחבי העולם בשורה ארוכה של חוקים, תכניות ומסמכי מדיניות של האו"ם והאיחוד האירופי, ושל מדינות כמו ארה"ב וקנדה, המדגישים את הצורך ביישום של גישות תכנון וניהול של חקלאות מים, שיתאפיינו בשני עקרונות (Byron & Costa- Pierce, 2012): (א) קבלת החלטות מבוססת-ידע ו-(ב) ניהול אינטגרטיבי מבוסס-אקוסיסטמה. כך למשל, אגף הדייג והחקלאות בארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) הכיר ב-2006 בצורך לפתח גישה מבוססת-אקוסיסטמה לניהול חקלאות מים (Soto et al., 2008). ה-FAO הגדיר את הגישה האקולוגית לחקלאות מים (Ecological approach to Aquaculture – EAA) כ"אסטרטגיה לשילוב חקלאות מים בתוך מערכת אקולוגית רחבה יותר, באופן המקדם פיתוח בר-קיימא, צדק וחוסן של מערכות חברתיות-אקולוגיות השלובות זו בזו."

אחד מעקרונות היסוד העומדים בבסיס הניהול של חקלאות מים מקיימת הנו התבססות על כלים המאפשרים חיזוי ומדידה של כושר הנשיאה של אזור נתון לקיום חקלאות מים. במובן זה, כושר נשיאה מהווה מושג מפתח בניהול מבוסס-אקוסיסטמה, המסייע בהגדרת הגבולות העליונים של היצור החקלאי, גבולות 'הספיגה' של המערכת האקולוגית, והמוכנות החברתית לספוג פגיעה בלתי רצויה בתפקוד ובמבנה החברתי והסביבתי, הכרוכה בקיום חקלאות מים. עיקרון כושר הנשיאה עומד גם בבסיס מסמך המדיניות הנוכחי לניהול חקלאות ימית מקיימת בישראל.

Inglis וחובריו (2002), McKindsey וחובריו (2006) ו-GESAMP (2008) מגדירים חמישה סוגים של כושר נשיאה: פיסי, יצרני, אקולוגי, חברתי ורגולטורי, כמוצג בתמציתיות בטבלה 6. בטור השמאלי בלוח מובהר האופן שבו כל אחד מסוגי כושר הנשיאה נבחנים במסגרת פרק 4 של מסמך המדיניות הנוכחי, העוסק בהיתכנות של פיתוח חקלאות ימית מקיימת בישראל.



טבלה 6 - סוגים של כושר נשיאה ואופן בחינתם במסמך המדיניות לפיתוח חקלאות ימית מקיימת בישראל

הביטוי במסמך המדיניות הנוכחי	הגדרה ומאפיינים	כושר הנשיאה
נבחן בסעיף 2.3 – פרוגרמה כמותנית	מתבסס על ההנחיה שכל נפח גוף המים יכול לשמש לחקלאות ימית.	<b>פיסי</b>
	איננו מתייחס לצפיפות הגידול או לביומסה של היצור. מתאים לכימות השטח הפוטנציאלי לחקלאות ימית במערכת האקולוגית, אך איננו מספק את המידע הנחוץ לצורך קביעת הגבול העליון של החקלאות הימית בכלל גוף המים.	
נבחן בפרק 3 - קביעת כושר הנשיאה היצרני המקומי	מוגדר כתנובה המרבית של אורגניזמים מתורבתים שניתן להפיק באורח מקיים מאזור נתון.	<b>יצרני</b>
	יכול להתאים לניהול שטחים מצומצמים בהיקפם מתוך גוף המים, באופן הממזער את הסיכון לחריגה מכושר הנשיאה האקולוגי המערכת.	
נבחן בסעיפים: 3 - השפעות (סביבתיות) פוטנציאליות של פיתוח חקלאות ימית 3 - שיטות ממשק בנות קיימא 3 - שיטות גידול רצויות בישראל 3 - קביעת שיקולים סביבתיים במיקום חקלאות בים	מוגדר כ"יצור של חקלאות ימית בהיקף שאיננו מוביל להשפעות ניכרות על תהליכים אקולוגיים, מינים, אוכלוסיות או קהילות בסביבה".	<b>אקולוגי</b>
	שילוב תשומות מבעלי עניין במידול של כושר נשיאה אקולוגי מגבירה את ישימות הגישה.	
	תלוי בערכים חברתיים המגדירים את מידת השינוי במערכת האקולוגית שבעלי עניין מוכנים לקבל.	
נבחן בסעיף 2.3.2 – היבטים חברתיים וכלכליים	מוגדר כ"יצור של חקלאות ימית בהיקף שאיננו מוביל להשפעות חברתיות בלתי רצויות".	<b>חברתי</b>
	המטרה המרכזית בקביעת כושר נשיאה חברתי הנה לנסות ולאמוד את משקלה של מעורבות בעלי עניין במכלול השיקולים, המדעיים והאחרים, הנבחנים במסגרת ניסיון התאמת היקף החקלאות הימית למאפייניה של קהילה מסוימת.	
	שאיפה להימנע מהטלת מגבלות על שימושים אלטרנטיביים באתר ובסביבתו.	
	בהערכת כושר נשיאה חברתי מיוחס משקל מכריע ל'כושר הנשיאה הכלכלי', שהערכתו מושתתת על אמידת שווים הכספי של שלושה גורמים: (א) התפוקות הסחירות מהמערכת האקולוגית המשמשת לחקלאות ימית; (ב) שירותי המערכת האקולוגית; ו- (ג) שימושים אלטרנטיביים במערכת האקולוגית.	
	תלוי בערכים חברתיים הקובעים מהי מידת השינוי שבעלי העניין מוכנים לקבל במערכת האקולוגית.	
נבחן בפרק 4 – היבטים תכנוניים	מוגדר באמצעות ניתוח סיכונים.	<b>רגולטורי</b>
	מתייחס, בין השאר, לשימושים קיימים ומתוכננים במערכת האקולוגית	

קיימת ספרות ענפה העוסקת בקביעת כושר הנשיאה של מערכות אקולוגיות ימיות לחקלאות ימית, אולם כאן המקום להבהיר שכושר נשיאה הנו רק אחד הכלים להערכת קיימות של חקלאות מים, ושקיימים כלים נוספים, שאינם מיושמים במחקר הנוכחי. בטבלה 7 מוצג בתמציתיות 'ארגז הכלים' לניהול מערכתי של חקלאות מים מקיימת, בהתאם לתחומי הקיימות (Costa-Pierce & Page, 2011).

טבלה 7 - ארגז כלים לניהול של חקלאות מים מקיימת, לפי תחום קיימות

תחום קיימות	שם הכלי	מהות הכלי
חברתית	ניתוח עמדות	ניתוח עמדות של בעלי עניין בראשיתו ובמהלכו של פרויקט חקלאות מים.
	תקן ISO 26000	ניהול לפי הנחיות התקן לאחריות חברתית, שמטרתו לשמור על בריאות ורווחת הקהילה.
	עקרונות ארגון ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives)	מספק לרשויות מקומיות תוכנה וכלים להשגת קיימות.
סביבתית	הערכת ההשפעות הסביבתיות של מוצר במהלך מחזור החיים שלו	הערכה מלאה של השפעות המוצר, משלב ייצור חומרי הגלם, דרך העיבוד, ההפצה, השיווק והשימוש, ועד לסילוק, כולל השינוע בשלבים השונים. כלי דומה הנו ניתוח באמצעות מטריצת MET (Materials, Energy and Toxicity).
	הסמכה לפי תקן (ISO 14001)	מערכת לניהול סביבתי. מספקת כלים לאיסוף, ניתוח, הפצת מידע, טיפול ומניעה של השפעות סביבתיות.
	הערכת השפעה על הסביבה	תהליך הזיהוי, החיזוי, ההערכה והמניעה של השפעות סביבתיות, חברתיות ואחרות של פרויקט מסוים, כתשומה לקבלת החלטות. יכול להתבצע באמצעות תסקיר השפעה על הסביבה, מסמך סביבתי וכיו"ב.
	אינדיקטורים סביבתיים	שימוש בתבחינים להערכת הקיימות של חקלאות מים, לפי יעילות הניצול של משאבים, יעילות הייצור, כמות הפסולת וכיו"ב.
כלכלית	ניתוח עלות-תועלת	הערכת עלות-מועילות של חקלאות מים בהשוואה לשימושים חלופיים.
	חשבונאות סביבתית מלאה	הערכת העלויות של כל ההשפעות הסביבתיות, הכלכליות והחברתיות. העלות נאמדת במונחים של ערך השימוש החלופי הטוב ביותר. עיקרון מנחה הוא זיהוי השווי שמייחסים כל בעלי העניין להשפעות על רווחתם.

### 1.2.10 המלצות מתוך מסמך של ה-OECD

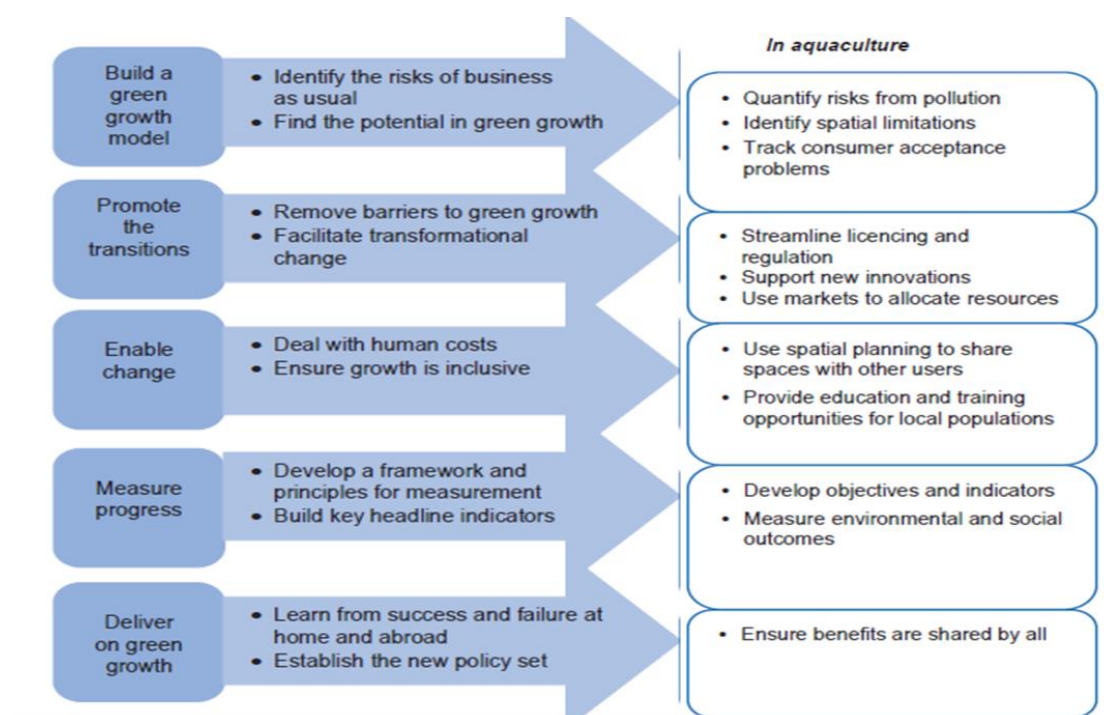
לאחרונה התפרסם מסמך מקיף של ה-OECD (2015) העוסק **בצמיחה ירוקה בדיג ובחקלאות מים**. צמיחה ירוקה הינה תוצאה של טיפוח ופיתוח צמיחה כלכלית, תוך שימור נכסים טבעיים ומתן שירותים סביבתיים לרווחת הציבור כולו. אסטרטגיית צמיחה ירוקה של ה-OECD כוללת מפת דרכים של **5 שלבים** לקיום מדיניות צמיחה בת קיימא עבור דייגים וחקלאות מים, תוך זיהוי סיכונים, שימוש בכלים מבוססי שוק ומיסוד הסקטורים (הן של דייג והן של חקלאות ימית).

1. בניית מודל לצמיחה הירוקה, תוך זיהוי הסיכונים וזיהוי הפוטנציאל לצמיחה. בחקלאות הימית האמצעים כוללים זיהוי וכימות הזיהום האפשרי, זיהוי החסמים הכלכליים והמרחביים.
2. קידום היישום ע"י הסרת חסמים, הנגשת מידע וכד'. בחקלאות הימית האמצעים כוללים רישוי, תמיכה במו"פ ובחדשנות, הפעלת כוחות השוק על מנת להקצות משאבים

3. הבטחת היישום ע"י תאום התכנון המרחבי עם כלל המשמשים, הכשרה והחינוך ליזמים והמועסקים בתחום
4. מדידה עקבית של התפתחות הענף. יש לייצר אינדיקטורים שיאפשרו מדידה של הצמיחה מחד גיסא וההשפעות הסביבתיות והחברתיות מאידך גיסא
5. בסוס הענף כחלק מהצמיחה הירוקה ע"י לימוד מתמיד מהצלחות וכישלונות וקידום מדיניות מוסדרת

בתרשים 6 מוצגים חמשת השלבים של מפת הדרכים ומספר פעולות שניתן ליישם בחקלאות הימית על מנת לשפר את הצמיחה תוך שמירה על קיימות.

תרשים 6 - מפת הדרכים לקדום חקלאות ימית בת קיימא



מקור: OECD, 2015

בנוסף, יש להשקיע באיסוף נתונים ומדע כדי לתמוך בניהול מערכת מורכבת יותר ורישורתה כדי להבטיח את קוהרנטיות המדיניות והכללתה.

שימוש אינטנסיבי, מגוון וריבוי משתמשים של שטח ימי מחייב גישה עקבית וכוללנית לניהול המשאב הימי.

בשנים האחרונות החקלאות הימית הפכה מנישה למקור החשוב ביותר של מוצרי דגים לצרכנים, והאתגר הוא לשמור על צמיחה לנוכח מגבלות סביבתיות, מרחביות ומשפטיות. על כן דרושות טכנולוגיות חדשניות כדי לספק פתרונות למגוון רחב של קבוצות משתמשים במרחב הימי.

במדינות ה-OECD רגולציה חשובה לצמיחה עתידית. תוכניות פיתוח לאומי, חדשנות, תכנון מרחבי, מתן היתרים וגישות מבוססות שוק צפויים לשפר את תחום החקלאות הימית ולמשוך משקיעים.

פיתוח אינדיקטורים טובים חשובים בהמרת מידע מדעי ולהשתמש בו ביעילות לקביעת מדיניות ימית כלכלית וסביבתית.

מרכיבים חיוניים בקדום מדיניות בתחום החקלאות הימית:

1. נדרשת גישה ממשלתית כוללת להגדרת מדיניות רחבה שתביא "לצמיחה ירוקה", יש לוודא קוהרנטיות בין דייג למדיניות חקלאות מים
2. שיקולים אקולוגיים, מדע ונתונים סטטיסטיים רלוונטיים יילקחו בחשבון בניהול בר קיימא
3. במקביל לסטטיסטיקה עיקבית ומשופרת, יש לפתח מסגרות ניטור והערכה יעילות בנוסף להפקת לקחים על מנת ליצור פרקטיקות מיטביות (Best Practice)
4. התייעלות על ידי חדשנות ודינמיות של כלל הסקטור (ממשלה, יזמים, מועסקים) יביאו לגידול מתמשך, למרות משאבים מוגבלים.
5. על הממשלה לקדם צמיחה ירוקה על ידי הסרת חסמים, תמיכה בחדשנות ושימוש בכח השווקים על מנת למקסם רווחיות.
6. תכנון המרחב הימי יפחית חוסר וודאות ויעודד השקעה. הכללת ההיבטים הסביבתיים וניטורם המתמיד יסייע בצמצום התנגשויות בין הגורמים.
7. פרקטיקות מיטביות ורגולציה יעילה ומתמרצת לסקטור, יכולות להביא לצמיחה ירוקה.

חקלאות ימית בת קיימא גורמת למגוון רחב של השפעות חיצוניות, מאחר והיא מתחרה על המרחב הימי עם שימושים אחרים- תשתיות, מסחר, דייג ופנאי ועוד. לפיכך, הדרך לצמיחה ירוקה חייבת לכלול תכנון מרחבי (כולל שלוב או התנגשויות בין שימושים), תברואה ובריאות, רישוי, הקצאת אתרים, וחשוב מכך, שיתוף פעולה בין בעלי העניין השונים בסקטור, כמו – חקלאים, צרכנים, רשויות.

**טבלה 8 - אתגרי החקלאות הימית**

<b>תחום</b>	<b>מדיניות נדרשת</b>	<b>דוגמאות לאמצעים נדרשים ליישום</b>
מזון הדגים	קדום מו"פ וחדשנות	ראה תיבה 3 המתארת הישגי מו"פ בהפחתת השימוש בקמח ובשמן דגים
שחרור נוטריאנטים חהום מהכלובים	רגולציה ברורה יישום פרקטיקה מיטבית קדום מו"פ וחדשנות	האכלה מבוקרת ניקוי כלובים ניטור סביבתי הקמת הכלובים באיזורים מתאימים
הפצת מחלות	רגולציה ברורה יישום פרקטיקה מיטבית קדום מו"פ וחדשנות	האכלה מבוקרת חיסונים מתאימים תוך הגבלת שימוש באנטיביוטיקה ניטור סביבתי
בטיחות מזון	רגולציה ברורה יישום פרקטיקה מיטבית	מיקום כלובים באיזורים מתאימים הקמת מערכת דגום וניטור מסודרת
צריכת אנרגיה	רגולציה ברורה יישום פרקטיקה מיטבית קדום מו"פ וחדשנות	ניתוב מזון הדגים מיקום הכלובים באיזורים מתאימים
ההיבט המרחבי ומיקום הכלובים	תכנון וניהול המרחב הימי	איתור והבטחת שטחים במרחב הימי מיסוד מערכת היתרים מסודרת
פיתוח הסקטור מבחינה כלכלית וחברתית	קידום התחום והמוצרים שלו הכשרות וחינוך של המועסקים	פרסום ע"י הבלטת היתרונות הבריאותיים, הקלות בירוקרטיות ע"י ריכוז הדרישות הרגולטוריות בידי גוף אחד הכשרות לעובדים תאום עם גופים ממשלתיים ולא ממשלתיים

## 1.2.11 ראינות עומק עם מומחים ובעלי עניין

על מנת להציג את העבודה הנוכחית ועל מנת לשתף בעלי עניין שונים, נערכו פגישות וראינות עומק כמפורט להלן

<u>משתתפים מטעם הארגון</u>	<u>ארגון</u>
צביקה כהן, אורי צוק בר, רוני הרשקוביץ, רענן אמויאל, ניר פרוימן, שנאן הרפז.	משרד החקלאות ופיתוח הכפר
דרור צוראל, יהודית מוסרי, מעיין חיים	המשרד להגנת הסביבה
ד"ר רותי יהל, ד"ר יהושע שקדי, ניר אנגרט	רשות הטבע והגנים
אברהם טנא, אורלי זיו, הילה גיל	רשות המים
צביקה קרמן, אלטר לוי, עדנה פרדו, מעין פוני	משרד הביטחון וצה"ל
חוקרי וצוות המרכז	המרכז הלאומי לחקלאות ימית, חיא"ל, אילת
שמואל גנץ, יעל מיטלמן, עמוס זוארץ, אריאל וטרמן אורן סונין (משרד החקלאות)	עיריית חיפה והחברה הכלכלית חיפה
כנס מגדלי דגים ניר צהרי – דגי איכות עידו זבולון - ערדג עודי גולדן – דג סוף איתי לוינגר – לב ים יוסי מלקנר, חיליק שווימר – סאבפלקס רן קפלן, שי ברוש – סיקונטרול	מגדלים ויזמים
דן בילו, איל בילו, לוי שנהר אור-נוי	מכמורתנים
שירה שפירא, ליאור גליק, סיגל ניר, דני עמיר, צאלה קרניאל, אהוד שפנייר, דור אדליסט וצוות הפרויקט	צוות מינהל התכנון וצוות תכנון המרחב הימי (משרד הפנים)
אלון פרלמן, פרופ' יובל כהן, עמוס טנדלר, פרופ' עזרא סדן	צוות התכנית הימית לישראל – הטכניון

כמו כן, נערכה סדנה ב- 26.5.15 במוסד שמואל נאמן בטכניון אשר מטרתה היו:

1. להציג את עבודת הטיטה שנעשתה
2. להציג את התוצאות שהתקבלו בכל אחד מתחומים
3. לנהל דיון ולשמוע הערות של המומחים שהתכנסו
4. לסכם ולהפנים על מנת להגיש מסמך מסכם שמות משתתפי הסדנה, ההערות שהתקבלו בדיון וההתייחסות אליהן מצורפת בנספח 7.2. כמו כן, עיקרי הממצאים נשלחו לכל מחמני הסדנה לקבלת תגובתם (נספח 7.4)

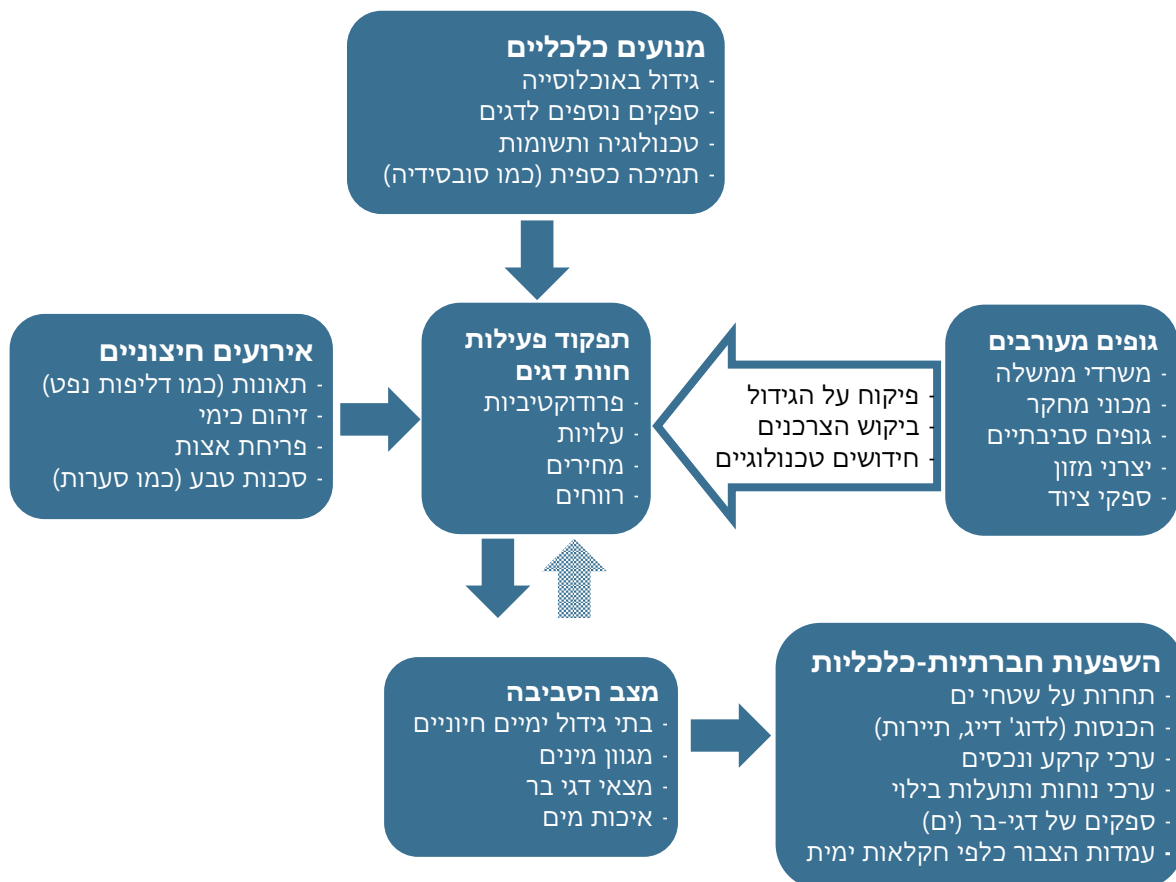
## 2. ניתוח כלכלי וסביבתי

פרק זה כולל היבטים כלכליים של חקלאות ימית בישראל. הראשון בהם מתייחס ליחסי הגומלין בין סביבה וכלכלה ובו יתוארו התועלות והעלויות הכלכליות-סביבתיות הכרוכות בפיתוח חקלאות ימית. בהיבט השני בהמשך מחושב פוטנציאל הפיתוח של חקלאות ימית בישראל ותחזיות בתרחישים שונים מנקודות מבט של ביקוש והיצע דגים מהחקלאות הימית, וכפועל יוצא, התייחסות לשטחים הימיים שיידרשו לפיתוח עד שנת היעד שהיא 2035.

### 2.1 יחסי גומלין כלכליים – סביבתיים

על חקלאות ימית מופעלות השפעות חיצוניות שפעילויות אחרות (בים וביבשה) יוצרות וגם היא לכשעצמה הינה גורם להשפעות חיצוניות. תרשים 7 מציג תפקוד חוות דגים מסחריות במרכז כפונקציה של אינדיקטורים כלכליים סטנדרטיים (פרודוקטיביות, עלויות מחירים ורווחים) שעבור מערכת ייצור נתונה, יוגדר על ידי הטכנולוגיה הנפוצה ותנאי השוק. אם נתונים אלה ישתנו בתלות בשינויים במנועים הכלכליים (למשל שינוי בסובסידיות ליצרנים), הפרודוקטיביות תתאים את עצמה, כמו שפירמות מגיבות להזדמנויות וללחצים חדשים. תפקוד חוות דגים עלול להיות מושפע גם מהפרעות שניתן להתייחס אליהן כאל כוחות הנעה חיצוניים טבעיים (סערות) או ממעשי אדם (זיהומים למיניהם).

תרשים 7- יחסי גומלין כלכליים-סביבתיים



## 2.2. תועלות (ישירות ועקיפות) של חקלאות ימית

תעשיית החקלאות הימית עומדת בפני אתגרים שראויים להתייחסות מהירה ומדויקת. האתגרים קשורים ליחסי הגומלין בין מגוון היבטים סביבתיים, חברתיים וכלכליים (תרשים 7), ועמידה באתגרים אלה תיצור בסיס לקיימות שחייבת להיות תנאי מקדים לעתיד החקלאות הימית. חקר ולמידת הזיקה ההדדית תשלים פערי ידע משמעותיים הקיימים בתחום החקלאות הימית בכלל ובהיבטים הסביבתיים בפרט ותתמוך בעמידה באתגרים. סביר גם להניח שמהלך זה ישפר את התדמית השלילית של החקלאות הימית בעיני הציבור הנובעת בין השאר מהידע החסר (לדוגמא, המחלוקות המתקשרות ביחס לכלובי הדגים באילת).

לחקלאות הימית הן תועלות ועלויות ישירות שקל יחסית להעריך כספית, והן תועלות ועלויות עקיפות (השפעות חיצוניות) שקשה יחסית אך צריך להגדיר, ובמידת האפשר גם לכמת ולהעריך כספית טרם קבלת החלטות לגבי פיתוח הענף בעתיד.

**את התועלות הכלכליות והחברתיות המופקות מהישירותים שהמערכות האקולוגיות הימיות מספקות** (את חלקן, פוטנציאלית, ניתן לספק על ידי חקלאות ימית) נהוג לחלק לארבע קבוצות (תכנית ימית לישראל 2014):

- **שירותי אספקה (provisioning services)** של מוצרים וסחורות המיוצרים או מסופקים על-ידי המערכת האקולוגית, כגון מזון ודייג, מי ים נקיים לחקלאות ימית, אנרגיה, מוצרי רוקחות ורפואה ועוד;
- **שירותי ויסות (regulating services)** תועלות ויתרונות המופקים מתהליכי ויסות והסדרה של המערכות האקולוגיות כגון ויסות אקלימי, מלכודת פחמן, הגנה מסערות, צונאמי ואירועי קיצון, מלכודת פסולת אורגנית וסינון מים;
- **שירותי תרבות (cultural services)** תועלת לא-חומרית המסופקת או מופקת מהמערכות האקולוגיות, כגון ערכים תרבותיים ורוחניים, פעילויות פנאי, ספורט ונופש, ערכים אסתטיים ועוד;
- **שירותים תומכים (supporting services)** כגון יצירת מאגרי משקעים (סדימנטים) חדשים וקרקעות חדשות, פוטוסינתזה של מערכות אקולוגיות ירוקות ופליטת חמצן אטמוספרי, אזורי הטלה ודגירה של דגים וסרטנים למאכל, השתתפות במחזורי נוטריינטים אחרים ועוד.

## 2.2.1 טביעת רגל פחמנית

טביעת רגל פחמנית (Carbon Footprint) מוגדרת כסך הפליטות של גזי חממה על ידי ארגון, אירוע או אדם בתהליך הייצור, השימוש והמסחר של המוצר. טביעת רגל פחמנית הינה כלי המאפשר מדידה כמותית של ההשפעה על הסביבה, במונחי פליטות פחמן דו חמצני.

הדרכים המרכזיות להורדת טביעת הרגל הפחמנית של גדול חלבון מהחי, הן ע"י הורדת צריכת האנרגיה לייצור (גם באנרגיה הנדרשת לגדול וגם לייצור המזון לדגים), גידול שמקדם היפוך המזון שלו יעיל יותר והפחתת הפליטות הנובעות מתהליכי העיכול של בעל החיים המשמש למאכל.

תרומתה של החקלאות הימית לשינויי אקלים ולפליטות גז"ח היא קטנה, אך יש לענף תרומה לפליטת גזי חממה לאורך שרשרת האספקה של הענפים השונים. מחקרים שבוצעו באמצעות הערכת מחזור החיים (LCA) מראים כי טביעת הרגל הפחמנית של רוב הפעילות בענף החקלאות הימית היא נמוכה יותר מאלו של תעשיות חלבון אחרות כגון משקי בקר ועופות, לדוגמא (טנדלר, 2013). טביעת רגל הפחמנית של גידול דגים בחקלאות ימית ייבחן אל מול גידולי בקר, עוף, ודגים (בשיטות גידול אינטנסיביות שונות).

תחשיב של פליטות גזי חממה הנובעות מגידול בקר לעומת דגים ניתן בטבלה 14.

## 2.2.2 חקלאות ימית מקיימת פתרון אפשרי להקטנת לחץ על אוכלוסיות בר

אחת התועלות מחקלאות ימית בת קיימא היא אספקת דגי ים טריים ועל ידי כך הקטנת לחץ על אוכלוסיות הבר מדייג (רוטשילד וחוב', 2014). חקלאות ימית פוגעת פחות באקוסיסטמה הימית (טנדלר, 2013).

פתרונות אפשריים להקטנת הלחץ על אוכלוסיית הבר:

- עידוד המעבר של מכמורתנים מדייג לחקלאות ימית בכלובי דגים בים הפתוח על בסיס של פיצוי. ניתן ללמוד מהניסיון שנצבר בקפריסין בנושא זה.
- "איכלוס" של דגיגים שמייצרים ביבשה ומשחררים לים ישקם את האוכלוסיות ויקטין את הלחץ על האקוסיסטמה (STOCK ENHANCEMENT) תהליך שנעשה במקומות רבים בעולם.
- זירוז תהליכי חקיקה והסדרה של שטחים לחקלאות ימית בים.

## 2.2.3 צמצום תלות בדייג וביבוא

החקלאות הימית מאפשרת הקטנה של התלות של השוק באספקה של תוצרת טרייה מבוססת דיג ובכך מקטינה את הלחץ על שדות הדיג המדולדלים של מדינת ישראל. העדר התלות הזו יאפשר להחליט על רגולציה משמעותית של הדיג שתאפשר התאוששות מהירה יותר שלהם ועמידה בהמלצות הסביבתיות.



הרחבת היקף גידול הדגים הטריים בישראל עשויה להביא להקטנת התלות ביבוא דגים קפואים שמהווה 65% מצריכת הדגים בישראל. להקטנת היבוא גם משמעות רבה בצמצום השימוש במטבע חוץ.

## 2.2.4 ייעול השימוש בקרקעות

מתחילת שנות ה-70 של המאה העשרים ישנה ירידה משמעותית בשטחים התפוסים על ידי המדגה בישראל מלמעלה מ-50,000 דונם לכ-23,000 דונם ב-2010 ועם זאת למרות הירידה הזו ובגלל ההתייעלות של הענף תפוקתו הוכפלה ולאמיתו של דבר לולא הצמצום הנ"ל בשטחי המדגה אפשר שהיקפו היה אף מרבע (!) את תפוקותיו ב-2010 ביחס לתחילת שנות השבעים. (טנדלר ואור גבע, 2013)

במידה והחקלאות הימית תחליף לפחות בחלקה מדגה בבריכות יבשתיות, ימירו "שטחי ים" - שטחים יקרים ביבשה שיוכלו לשמש לייעודי קרקע אחרים. אם החוות הימיות רק יתווספו לבריכות היבשתיות, היבט "הרווח היבשתי" לא יתקיים.

## 2.2.5 גידול בתוצר הלאומי והתווספות משרות במשק

חקלאות ימית היא חקלאות עתירת ידע המחייבת העסקה של כוח אדם בעל ידע ימי נרחב הן על פני הים והן בצלילה, תעסוקה ששכר עבודה גבוה בצידה. חקלאות ימית יוצרת ביקוש גם למשרות עקיפות רבות וביניהן אספקת חומרים, ציוד לספינות, דלקים, מוסכים, שרותי האכלה, מתקנים עורפיים ומפעלים לעיבוד דגים. באירופה לדוגמא, החקלאות הימית מספקת תעסוקה לכ-80,000 איש (בעיקר בספרד, יוון, צרפת, סקוטלנד ואירלנד).

בישראל מועסקים היום כ-120 עובדים בחקלאות ימית. הרחבת הענף מכמות של 2,500 טון דגים לכמות של 10,000 טון דגים תוסיף תעסוקה לעוד כ-200 עובדים במעגל ראשוני ולעוד כ-1000 עובדים (טבלה 2 ו-13).

בנוסף, **ההכנסה לדונם** בייצור דגה היא גבוהה: ממוצע ההכנסה לדונם בחקלאות ישראל עומד על 5,860 ש"ח לדונם, המדגה בישראל מייצר 10,740 ש"ח לדונם ואילו המדגה המתועש שהיקפו אמנם קטן מייצר 972,000 ש"ח לדונם. **התפוקה לעובד** בחקלאות ימית בישראל עומדת על 60 טון לשנה. בתעשיית הסלמון בנורבגיה הערכים גבוהים יותר עם תפוקה של 400 טון לעובד בשנה, ומהווה אינדיקציה לפוטנציאל הגלום בתעשייה.

בנוסף, יש לבחון את הערך המוסף של החקלאות הימית- מתן חלופה לתעסוקה חליפית לבעלי מכמורתנים ולהסבתם למפעילי חוות חקלאות ימית. לדייגים יש ניסיון ימי שיכול להועיל מאוד במעבר לחקלאות ימית. הניסיון במדינות אחרות, כמו נורבגיה, מראה שדייגים הם כוח אדם מועדף להשתלבות בחקלאות ימית בכלובים ולכן יש לעודד את דייגי המכמורת להשתלב בחקלאות הימית בים פתוח ואולי אף לתמרץ אותם לעשות כך.

## 2.2.6 יעילות הגידול של דגים לעומת בקר

דרך נוספת לבחון את העלות החיצונית היא בהשוואת יעילות המרת המזון בין דגים ובקר. מקדם היפוך המזון בגידול דגים (Feed conversion ratio, FCR) הינו 2 לערך; מקדם זה בגידול בקר עומד על 5.8. הכפלת מקדם זה ביחס בין ק"ג של בע"ח שלם לק"ג בשר נאכל – 0.4 בדגים, 0.46 בבקר – מתקבל כי היחס בין המזון המשמש להאכלת הבקר לבין הבשר הנאכל הוא 12.6, ובדגים 5.0; כלומר, נדרשת כמות של פי 2.5 מזון ע"מ לספק ק"ג בשר דג לעומת ק"ג בשר בקר.

טבלה 9 - השוואת יעילות המרת מזון בייצור דגים לעומת בקר

5.8*	ק"ג מזון לק"ג בקר שלם	מקדם היפוך מזון בגידול בקר
12.6	ק"ג מזון לק"ג בשר נאכל	יחס מזון האבסת בקר לבשר נאכל
2	ק"ג מזון לק"ג דג שלם	מקדם היפוך מזון בגידול דגים
5.0	ק"ג מזון לק"ג בשר נאכל	יחס מזון האכלת דגים לבשר נאכל
7.6	ק"ג מזון לק"ג בשר נאכל	הפרש במזון הדרוש לק"ג בשר נאכל

\*מקור: טנדלר וגבע, 2013

## 2.2.7 היבטים של בריאות האוכלוסייה

לדגים ודגי ים במיוחד כמרכיב במזון האדם תרומה ברורה לבריאות האוכלוסייה כמומלץ הן על ידי שלטונות הבריאות האמריקאים והן על ידי משרד החקלאות האמריקאי.

**לסיכום**, בחקלאות הימית בישראל מגולם משאב בלתי מנוצל בכמה פרמטרים: אספקה של מזון בריא לתועלת הציבור ומערכת הבריאות בישראל, צמצום היבוא של דגים ובעיקר צמצום של ייבוא של גרעינים המשמשים מרכיב חשוב בתערובת ובמזונם של דגים, כך, 100 ק"ג מזון הניתנים לדגים, עופות או בקר יניבו 20, 64, ו-4.5 ק"ג בשר, בהתאמה. לעובדה זו משמעויות כלכליות המתייחסות לחיסכון ביבוא של מרכיבי מזון, מחיר המזון, הובלה, טביעת-רגל פחמנית שעלותה למשק היא למעלה מ-9 מיליארד ש"ח בשנה וכד' (טנדלר ואור גבע, 2013).

## 2.3 עלויות עקיפות (השפעות חיצוניות שליליות פוטנציאליות)

**השפעות חיצוניות** – השפעות לוואי של פעולות הנעשות על ידי פרטיים ופירמות, שמשפיעות על רווחה של אחרים. השפעה חיצונית שלילית תתרחש כשלהחלטות על ייצור או צריכה של גוף כלכלי יש השפעה מזיקה על התועלת או הרווח של צד שלישי ויוצר הנזק אינו מציע כל פיצוי לצד הניזוק.

הפרדיגמה שכוללת: כוח מניע/גורם – לחץ – מצב – השפעה – תגובה, יכולה לייצג קשת של סוגיות הקשורות לקיימות של משאבים חופיים וימיים שמקורם בחלקו בבעיית ההשפעות החיצוניות שנגרמות לחוות דגים ועל ידי חוות דגים. כמוכּוּן, פתרונות מדיניות נדרשים לסוגיות (Nobre et al, 2010).

ההשפעה של החקלאות הימית על הסביבה משתנה מאתר לאתר, ותלויה בעומק המים, במשטר הזרמים, במרחק מהחווה, בכמות החומר האורגני והטין במשקע, בסוג המשקע, בהיקף החקלאות ובוותק החוות. גם הזמן שלוקח לאזור להתחיל להשתקם משתנה ממקום למקום.

לדעתם של חוקרים ישראלים (ביניהם מוזס, 2014; צהרי, 2014) גידול דגים בלב ים הוא פתרון שאינו פוגע בסביבה ואינו יוצר מפגעים סביבתיים כגון זיהום קרקע, זיהום מקורות מים, מפגעי ריח ומפגעים חזותיים. דעתם מבוססת בין היתר על הדמיות לפיזור הפרשות מגידול דגים בכלובים בלב ים (וגם בנמל אשדוד) שמראות כי ההשפעות הסביבתיות זניחות, דעה הרווחת גם אצל אנשי מקצוע בעולם. יחד עם זאת ראוי להתייחס ולציין את ההשפעות הסביבתיות הפוטנציאליות ואת תג המחיר שלהן על פי הידוע ומפורסם עד כה.

על פי המארג (2013), ההשפעות הסביבתיות של החקלאות הימית מתבטאות בעיקר **בהעשרה של הסביבה בחומרי הזנה כתוצאה ממזון הדגים ומהפרשותיהם**. כמות המזון שאובדת לסביבה נעה בין 2% ל-9%. לחומרי הזנה המומסים השפעה על היצרנות הראשונית בסביבת הכלובים, על סביבת המשקע ועל חברת בעלי החיים שמאכלסת את אזור הקרקעית - בנתוס (- benthos), שגדלה מכיוון שזרמי הים מסיעים את החומר המומס בצורה מוגבלת.

באופן כללי, ישנה הגברה של היצרנות הראשונית למרחק של 150 מטר במורד הזרם, ולשקיעה של חומרי הזנה יש השפעה על התהליכים הביוגאוכימיים במשקע. שינויים אלה עלולים להשפיע על פעילות המיקרואורגניזמים, הצטברות של סולפיד מתחת לכלובים, ירידה במגוון המינים שמאכלסים את אזור הקרקעית ושינוי האוכלוסייה לכזו שמורכבת משטרנגליים, מתולעים שטוחות ומתולעים רב-זיפיות. גם עשב ים לא מצליח להתקיים בסביבה כזו, ועובדה זו רלוונטית עבורנו מאחר שבחוף הישראלי קיים עשב ים ממין גלית גדולה - *Cymodocea nodosa*. השינוי לביטה אינו מסתכם בטווח ההשפעה של השקיעה. ישנם שינויים ברמה, ירידה בשלל הדגים הטורפים ומעבר לדייג שמתבסס על דגים ועל חסרי חוליות קטנים וצמחוניים. תופעה זו מתועדת בדייג העולמי, ומעידה על דייג יתר. בהתייחס לתוספת הריכוז הקטנה של הנוטריינטים לעומת הריכוז המותר לפי תקן החנקן במי הים, **לפליטות חוות הדגים המתוכננות לא צפויה להיות השפעה אקולוגית משמעותית על אזורי החוף ועל המתקנים בו, ואין בה כדי לשנות משמעותית את המצב הקיים של ריכוזי החומרים בים**. אפשרות גידול דגים בים הפתוח, אפשרות המביאה לפיזור יעיל של נוטריינטים בים והפחתת ההשפעות הסביבתיות האפשריות לעומת חלופות גידול דגים ביבשה ובמפרצים בקרבת החוף, מהווה פתרון הולם ואולי מיטבי לגידול דגים המתחשב בסביבתו. הפחתת הסיכון שב"העשרת" הים היא למעשה הסיבה העיקרית שדוחפת לקידום חקלאות ימית בים הפתוח.

**פעילות המדגה בחוות הדגים מייצרת דגים על חשבון דגים אחרים** - דייג יתר של הדגים שמשמשים למזון (קמח דגים) בחקלאות הימית. חצי ממשקל המזון של הדגים בחקלאות הימית מקורו בדגי בר: בשנת 2008 שימשו 20.8 מיליון טונות דגים להכנת מזון דגים ושמן דגים בעולם. מקור דגים אלה בעיקר מחוף האוקיינוס השקט של דרום אמריקה ומצפון-מזרח האוקיינוס (המארג, 2013). חשוב לציין, כי המגמה העולמית כיום היא הקטנה משמעותית של צריכת דגי בר לייצור קמח ושמן דגים עבור הזנה בחקלאות הימית.

### תיבה 3 : הזנה מקיימת בחקלאות ימית

בשנים האחרונה עלתה שאלת ייצור דגים עקב תצרוכת קמח הדגים שלהם, שמקורו בעיקר בדייג. מדובר ביחס בין הביומסה של דג טרי נידוג לביומסה של דגים המיוצרת בחקלאות מים. המושג (Fish in Fish out) FIFO מייצג את התחשיב הזה. בעבר נתונים אלה הצביעו על כך שנדרשו כ 7 ק"ג של דג חי נידוג לייצור של 1 ק"ג דגים בחקלאות ימית ולכן, הטיעון המרכזי כנגד החקלאות הימית הוא שבפיתוחה אין מזור לבעיית אספקת המזון לעולם הרעב. נהפוך הוא- ככל שתגדל כן תגדל הסכנה של דייג יתר.

קמח הדגים לצרכי הכנת מזון לבעלי חיים מגיע משני מקורות: דגים הנידוגים באופן מיוחד לצורך ייצור של קמח דגים, כך למשל דייג האנצ'ובטה בפרו (*Engraulis ringens*) שהגיע ב 2012 ל 4.7 מיליון טון<sup>1</sup>. סך כל הדייג הייעודי הזה הגיע ב 2012 ל 17-18 מיליון טון. מקור לא מבוטל נוסף לייצור של קמח דגים הן שאריות של דגי מאכל מחקלאות מים (מים פנימיים וחקלאות ימית) ודייג שהגיעו באותה שנה לכרבע מביומסת הדגים שנדרשה לייצור קמח דגים (5-6 מיליון טון) (Kaushik, 2012)<sup>2</sup>.

הטיעון המרכזי של פעילי החקלאות הימית, להגנתה, היה כי קמח הדגים המסופק לצרכי החקלאות הימית מקורו בדגים שלא ניתן לשווקם.

יש לציין כי גידול חזירים ועופות מתבסס אף הוא, חלקית, על קמח דגים ובמשותף התצרוכת של שני ענפים אלו ב 2008 היתה כ 40% מסך כל קמח הדגים שהופק ב 2008 (Shepherd and Jackson, 2012)<sup>3</sup>.

חשוב לציין כי גידול של חיות משק, ודגים בכללם, מתבסס על שמן דגים שמקורו המשמעותי ביותר מגיע מדגי ים. בשנת 2011 נצרכו כמיליון טונות שמן דגים לגידול, למעלה מ 80% מהם בחקלאות מים (Shepherd and Jackson, 2012)<sup>4</sup>.

אחד הביטויים לעודף הביקוש לקמח דגים היתה האמרת מחירו שעלה מכ 500 דולר לטון ב 1977 לערכים מירביים של 2400 דולר לטון בשנת 2015! הגידול בשימוש בקמח ושמן דגים בחקלאות המים עומד על למעלה מ 8% בשנה מזה שנים רבות. **התדלדלות משאבי הדגה הביאה להשקעות משאבי מו"פ ניכרים להפחתת שיעור השימוש בקמח ושמן דגים.**

תוצאות המחקרים מציגות ירידה בתלות בשימוש בקמח דגים בתעשיית הסלמון מ 45% מהדיאטה ב 1996 לכדי 12% השנה (Kaushik, 2012). גם שיעור השימוש בשמן דגים ירד מכ 25% ב 1996 לכדי 8% השנה. לשיפור הזה יש גם השלכה על יחס ה FIFO - מערך של 7.5 לכדי 1.5 (ק"ג שלל דגים לייצור של ק"ג סלמון בחקלאות ימית). עם שיפור תהליך המיצוי של שמן מדגים ירד השימוש משיעור של 12% לכדי 0.9 (ק"ג שלל דגים לייצור של ק"ג סלמון בחקלאות ימית) (Kaushik, 2012) ויתכן ובעתיד אף למטה מכך. יחס FIFO של 0.9 שלל דגים לייצור של ק"ג סלמון בחקלאות ימית עם שדרוג טכנולוגית ההפקה של שמן דגים הצפויה לעלות מ 5% ל 12%.

לסיכום, חקלאות המים והחקלאות הימית בפרט הופכות לספקיות מזון משמעותיות. מאמצי המו"פ המושקעים בתחום הזה בהיבט של פיתוח מזונות יעילים יותר והתבססותם על מקורות מזון ממוצא צמחי מבטיחים שחקלאות ימית תהיה מזינה ומקיימת.

$$FIFO = \frac{\text{Level of FM in the feed} + \text{Level of FO in the feed}}{\text{Yield of FM from wild fish} + \text{Yield of FO from wild fish}} \times FGR$$

כאשר FM = קמח דגים

FO = שמן דגים

FGR = היחס בין ביומסת המזון לביומסת הדגים המיוצרת

1. <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/a1e.pdf>

2. [www.feap.info/Docdownload.asp?ID=191ACC480B05090307D8](http://www.feap.info/Docdownload.asp?ID=191ACC480B05090307D8)

3. [http://www.seafish.org/media/594329/wfc\\_shepherd\\_fishmealtrends.pdf](http://www.seafish.org/media/594329/wfc_shepherd_fishmealtrends.pdf)

4. [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010015326.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010015326.pdf)

החקלאות הימית מציבה איום אקולוגי אפשרי על אוכלוסיות דגים טבעיות, דוגמת הדניס. החשש מבריחת דגים מהכלובים שתביא אינטראקציות גנטיות בין דגים מהכלובים לאוכלוסיות המקומיות שעלולות ליצור אוכלוסיות כלאיים שמותאמות פחות מהאוכלוסיות המקוריות או לגרום לירידה בשונות הגנטית של אוכלוסיות-הבר. הסיבות לדלילות אוכלוסיית דגי הדניס בחופי ישראל: אפשרות אחת היא דחיקת האוכלוסייה מסביבתה הטבעית על ידי כמויות של דגים שזלגו מן החקלאות הימית. אפשרות נוספת היא שדגים

שזלגו מן החקלאות הימית התרבו עם אוכלוסייה הטבעית, הורידו את השונות, והחלו את תהליך הערבול הגורם להכחדה. מכל מקום יש לזכור שגם בעבר, לפני פעילות החקלאות הימית, לא היה דג הדניס נפוץ מאוד בחופי ישראל ועל כן - הירידה בנוכחותו אינה דרסטית (פרילינג וחוב' 2013). **לגידול מינים זרים בחוות דגים ימיות** פוטנציאל להשפיע על הסביבה הימית. ההשלכות הסביבתיות של גידול מינים זרים בים התיכון טרם נבדקו, וקיימות מחלוקות לגבי הסיכונים הקיימים למעבר טפילים ומחלות ולגבי השפעתם של "פליטי החוות על מינים מקומיים ועל בתי הגידול שלהם.

מנקודת מבט אחרת על אוכלוסיות הדגים הטבעיות, מתייחסים (Sanchez et. al (2007) **לאינטראקציה סביבתית אחרת בין כלובי דגים לדגי הבר** (wildfish) שסביבם תוך התייחסות ספציפית לים התיכון. הם טוענים בין השאר שהדגים שמתרכזים סביב כלובי הדגים ניזונים משאריות גלולות המזון שזולגות מהכלובים ושתי תוצאות עיקריות לזה. הראשונה, דגי הבר במקבצים אלה אוכלים אוכל עשיר בחלבונים ועוד וגדלים מאוד ובשל גדולם הם אלה שמשריצים בכמויות גדולות את הדור הבא. התוצאה השנייה היא שבזכות אכילת עודפי המזון שנושרים מהכלובים ו"הפניית" החנקן והפחמן לעמוד המים, עודפים אלה לא מגיעים לקרקעית הים על כל המשתמע מההשפעות הפוטנציאליות של חומרים אלה על הקרקעית. (משמעות תכנונית אופרטיבית שכדאי להשאיר מרווחים נאותים בין הכלובים שבהם דגי הבר יוכלו לחיות ולהתרבות ו"למלא תפקידם" בהקשר הנדון).

#### **תיבה 4: תיאור נזקי סערות חורף 2015**

בחורף 2015 חלו שתי סערות אשר פגעו משמעותית ב-3 אתרי כלובים בים התיכון של ישראל. חוות אלו פועלות מספר שנים ברציפות ונזקים שונים שחלו בחורפים קודמים היו בגדר תקלות מקומיות ששופרו ותוקנו.

- א. תאור האירועים - מערכות כלובים שפעלו בים תיכון ב-3 אתרים כללו תנאים וטכנולוגיות שונות:**
- 1) אתר ים פתוח אשדוד, 12 ק"מ מהחוף – 2 מערכות כלובים תוצרת סאבפלס, הניתנות לשיקוע. עומק ים כ 50-60 מ'.
  - 2) אתר ים פתוח מכמורת, 3 ק"מ מהחוף – מספר כלובים מסוג (Tension Leg Cage) TLC בעומק ים של כ 30-40 מ'.
  - 3) אתר מוגן בשובר הגלים של נמל היובל באשדוד – 2 חוות עם כלובים צפים מטיפוס polar circle. בינואר 2015 סערה שהתמשכה מספר ימים גרמה לפגיעות בחוות בים הפתוח באשדוד ובמכמורת. באשדוד ניתק מתקן גידול הכולל מספר כלובים ונסחף צפונה, עד למעבר לגבול הצפוני. במכמורת זרמים הביאו לדחיסה של כלובים ולתמותה חלקית של דגים. בפברואר 2015 סערה נוספת פגעה בחוות בנמל היובל וגרמה לניתוק כבלי העגינה ולדחיסת כלובים כתוצאה מזרם חזק. המערכות בים הפתוח לא נפגעו.

#### **ב. תיאור מצב ים**

על פי מדידות של חקר ימים ואגמים גובה הגלים בסערות אלו היה סיגניפיקנטי (משמעותי, המייצג את הממוצע של שליש הגלים הגבוהים) והגיע ל- 6.1-6.7 מ'. מהירויות זרם שנמדדו היו 1.94-1.97 קשר (כ 1 מ'שניה). גובה גלים אלו בעלי תקופת חזרתיות של 5-10 שנים (רוזן 1999) וזרמים אלו נחשבים זרמים חזקים במיוחד.

#### **ג. הפקת לקחים**

1. הקפדה על תקן של מערכות כבלים על פי סטנדרטים גבוהים המבטיחים עמידות.
2. הקפדה על ביצוע מערכות כלובים לפי התקן ותחזוקה שגרתית.
3. סימון מערכות כלובים על מנת לזהות ניתוקם.
4. לאור קשיים בתקשורת בעת התנתקות – יוגדרו נהלים ביחד עם מנהלת אתר למצבי חירום, תוך שימוש בסיוע של מוקדים וכלי סיוע קיימים (הגנת הסביבה, חקר ימים ואגמים, צה"ל).
5. הסדרי הביטוח של חוות כלובי דגים אינם מספקים הגנה ראויה. משרד החקלאות יבחן דרכים לביטוח המאפשר הקטנת הסיכון הפיננסי, ביחד עם הגברת עמידות המערכות.

במקביל לתועלת בייעול בשימושי קרקע כנ"ל ישנה עלות ישירה ועקיפה בתפישת שטחים בחוף לשימושים עורפיים (מתקנים וכיו"ב) של חוות הדגים במקום שימושים אחרים (בילוי, למשל).

### 2.3.1 הערכה כלכלית של ההשפעות הסביבתיות הפוטנציאליות

השפעות חיצוניות שליליות מציינות שהעלות החברתית של פעילות כלכלית תהיה גדולה יותר מהעלות הפרטית, עובדה שמספקת את הרציונל לאכיפה סביבתית באמצעות מיסים ותשלומים למיניהם במטרה להפנים השפעות חיצוניות כאלה.

הערכה כספית של ההשפעות הסביבתיות היא אמצעי משמעותי למדידת החשיבות החברתית של הסביבה הימית. לדוגמא, בחקלאות ימית, החלטה אם כן או לא להטיל על בעלי חוות דגים "אגרת זיהום מים" כדי להפנים את השפעת שחרור נוטריינטים לים דורשת באופן לוגי ממקבל ההחלטות לדעת מה העלות הכלכלית "שזיהום" כזה גורם לחברה, אם בכלל. אם למשל היו מראים ומוכיחים שניטרט ופוספט שמתחררים מכלובי דגים מייצגים עלות חיצונית משמעותית לחברה, אזי הייתה תמיכה נרחבת בלגיטימיות להטלת תשלום על המזהם. לעומת זאת, אם היה מוכח שהערך הכספי של העלות החיצונית הוא זניח, הרי הלגיטימיות החברתית למסות את ההשפעה הייתה בסימן שאלה. אם כך, הערכה כספית היא כלי שבאמצעותו לוקחים בחשבון את הסביבה בתוך ניתוחי עלות – תועלת, כדי להעריך חלופות שונות למדיניות באופן רציונלי ובגישה עקבית.

את כל התועלות והעלויות, הישירות והעקיפות יש לכמת ולהעריך כלכלית כדי לתמוך בתהליכי קבלת החלטות במדיניות החקלאות הימית. התועלות והעלויות הישירות ניתנות להערכה ביתר קלות בלשון המעטה מהתועלות והעלויות העקיפות.

מחקר שנערך על ידי Costanza et al (1997) אמד את הערך הכספי של מערכות הים (שרותי המערכת וההון הטבעי) ב-20.9 טריליון \$US לשנה ובתוכם כ-50% התרומה של מערכות חופיות. אמנם זו הערכה גסה (גם לדעת המחברים) אבל לפחות ברור מזה שלמשאבי הים ערך כלכלי שיכול להיות מושפע על ידי הסביבה עצמה ועל ידי מעשה אדם.

סקר ספרות מקיף לא העלה ממצאים ממשיים ביחס להערכות כספיות של השפעות סביבתיות פוטנציאליות של חוות דגים. רוב המחקרים שעוסקים בנושא (בדומה להערכות בישראל) מתארים את ההשפעות הפוטנציאליות של החקלאות הימית כבטלות בשישים ולכן כביכול אין טעם בהערכות כספיות.

מחקר על חקלאות ימית בדרום אוסטרליה (De Jong & Tanner, 2004) ביצע הערכת סיכונים פוטנציאלים מכלובי דגים לסביבה (ללא הערכות כספיות). פאנל מומחים יצר רשימה של סיכונים פוטנציאליים לסביבה ודרג אותם לפי שני קריטריונים: פוטנציאל ההשפעה מפעילות ספציפית וההסתברות שההשפעה תתרחש בהתייחס למה שיקרה לנבדק במשך 5 שנים. לעשרים ואחת השפעות מתוך חמישים ניתן ערך של סיכון בינוני (והשאר בסיכון נמוך או שאפשר להתעלם מהן). ההשפעות כללו: השפעות של תחרות על מזון בין דגי הבר ודגים ממין דומה שברחו מכלובים, השפעת חקלאות ימית על שרשרת המזון (כולל טרף ותחרות עם מינים אחרים), השפעה של מחלות בדגי הכלובים על דגי הבר מאותו מין, השפעה של העברת דגים מאזור מחיה אחד לאחר, השפעה של תרכובת ההזנה

כולל המקור והקיימות, השפעות של תשומות תעשייתיות (מזונות ומדבירים), כושר נשיאה אזורי, השפעות על הפיטופלנקטון, שינויים בהתנהגות והשפעות אחרות על מינים נודדים (צפרים, לווייתנים), השפעת הכלובים על דולפינים ועל כרישים, השפעות על צמחיה יבשתית, השפעות תשתיות הכלובים על אתרי מורשת ותיירות. הפאנל הגדיר גם פערי ידע מרובים הקיימים בתחום.

**תיבה 5: מינים חדשים**

מגוון המינים בחקלאות הימית יגדל במשך השנים ועל פי התקדמות המו"פ שלהם שנעשה במרכז הלאומי לחקלאות ימית (מלח"י).  
 המין הראשון שיצא לייצור המוני יהיה דג הבורי (*Mugil cephalus*). הניסיון בגידול דג זה במערכות גידול אינטנסיביות או בכלובים, דל מאוד ועם זאת זהו דג המתאפיין בגידול מאוד יעיל על מזון דל חלבון. השוק הישראלי צורך כיום בורי בהיקף של כ- 3000 טונות בשנה מייצור בבריכות של מים מתוקים. המגדלים לא מצליחים להגדיל את צפיפות הייצור של הבורי והגדלת ההיצע שלו, למרות שיש סימנים ברורים לביקוש מוגבר שלו. גידול דג זה בים, פותח אפשרויות של הגדלת הייצור ההמוני שלו כולל מוצר יוקרה כמו הקארסומי (או בוטרגה), שהן שחלותיו הנקביות, הנמכר לייצוא במחירים גבוהים במיוחד.  
 דג הדקר הלבן (*Epinephelus aeneus*) הינו מין נוסף שהביקוש שלו, הן בארץ והן לצרכי ייצוא מאוד גבוה. הדקר הינו דג שיוכל לגדול היטב, הן במערכות גידול יבשתיות והן בכלובים. זהו דג מהיר גידול שיעילות גידולו (מקדם היפוך המזון) מרשימה והוא יתחיל להגיע לשווקים בארץ כבר ב 2-3 השנים הקרובות.  
 טונה כחולת הסנפיר (*Thunnus thynnus*) מצויה כרגע בשלבי מו"פ בינוניים (בציר הזמן). זהו דג מורכב שמו"פ ארוך שנים ביפן ובאירופה יאפשר הספקה סדירה שלו לשווקים על בסיס ייצור של דגיגיו בשבי. פיטום הדגיגים ייעשה בכלובים בים. ישראל, ביחד עם מספר שותפות אירופיות למחקר, מצויה במקום מתקדם מאוד בפיתוח הגידול של מין זה. תוך 5-7 שנים ניתן יהיה לסגור את מחזור גידולו בהיקף מסחרי, ולספק לשווקים המקומיים את הדרישה לדג מבוקש זה. כאן חשוב לציין שהטונה תהווה בסיס הן לאספקה לשוק המקומי אולם גם לייצוא. שכן הביקוש לדג זה, בעיקר במזרח הרחוק, גדול ולכן מחיריו כנראה יוסיפו להיות מאוד גבוהים.  
 מינים נוספים שעשויים להצטרף לסל הדגים הישראלי הם דג האינטיאס (*Seriola dumerili*), שהוא דג פלאגי מהיר גידול שיש בו עניין הן במדינות הים התיכון והן מחוצה להן. מין זה מצוי בשלבים ראשוניים של פיתוח במסגרת של פרויקט אירופי (Diversify) שישראל (מלח"י) שותפה בו, כך שמתוצאות המו"פ הזה תהנה גם החקלאות הימית המקומית.

שם המין	מצב שליטה - מעגל חיים	ייצור	הערות
דניס <i>Sparus aurata</i>	מבוית לחלוטין	מיוצר בכלובי דגים בישראל ובים תיכון	צפויה הרחבת הגידול להיקפים משמעותיים
בורי / קיפון <i>Mugil cephalus</i>	מבוית, בשלבי הרחבת ייצור דגיגים	מיוצר בבריכות עפר בישראל ובמצרים	לא נבדק גידול בכלובים
לוקוס / דקר לבן <i>Epinephelus aeneus</i>	מבוית, בשלבי הרחבת ייצור דגיגים		עדין לא גודל בהיקפים משמעותיים בישראל
טונה כחולת סנפיר <i>Thunnus thynnus</i>	בשלבי ביות ראשוניים. יש שליטה בהטלה.		מגודל ביפן בשבי בהיקפים קטנים על בסיס מעגל חיים שלם. יתרת הגידול מתבססת על תפיסת דגים בים והמשך גידולם בכלובים בשבי
אינטיאס / אמברג'ק <i>Seriola dumerili</i>	בשלבי ביות מתקדמים בים התיכון. טרם הוחל בבחינתו בישראל	ייצור של דגיגים בשבי ופיטום בכלובים	

בהמשך לתיבה 5 לעיל, נערכה השוואה כלכלית סביבתית של גידול abalone כגידול יחיד בחוות לעומת גידול משולב של abalone עם אצות (Nobre et al. 2010). החוקרים הוכיחו שלחקלאות ימית משולבת-מינים יש יתרונות רבים – אקולוגיים וסוציו אקונומיים – ביחס לגידול מין אחד. מקרה הבוחן היה חוות רכיכות אבולון (*Haliotis sp.*) בדרום אפריקה המגדלת 240 טון בשנה. נבחנו שני תרחישים עם שילוב גידול אצות ומחזור מים. הניתוח מצביע על הפחתה בלחצים האקולוגיים שיוצרים הכלובים בממשק המוצע, בעיקר ירידה

בכמות החנקן המופרש לאקוסיסטמה החופית הסמוכה (ב-5-3.7 טון לשנה), הפחתה ביבול אצות הקרקעית הטבעיות (ב-66-22 דונם לשנה), הפחתה בפליטות גזי חממה (ב-290-350 טון CO<sub>2</sub> לשנה). החקלאות הימית המשולבת הגדילה את רווחי המגדלים ב-1.4% מעבר לגידול ברווחים הישירים, בוצעה הערכה של כוללת של רווחים שנאמדה ב-1.1 3 מיליון \$US לשנה ואלה כללו:  
(ערך כלכלי של החווה) / רווח המגדל + ערך כספי של ההשפעות החיצוניות – עלויות תפעול.

מהניתוח הכלכלי משתמע שערך התועלות לציבור בהפעלת ממשק הגידול המשולב עשוי להיות גדול יותר מאשר הרווח הכלכלי הישיר לחווה.

## 2.3.2. פוטנציאל הפיתוח הכלכלי של החקלאות הימית בישראל: תחזיות ביקוש והיצע

### א. ניתוח כלכלי – צד הביקוש

#### 2.3.2.1 צריכת הדגים בישראל – ייצור מקומי ויבוא

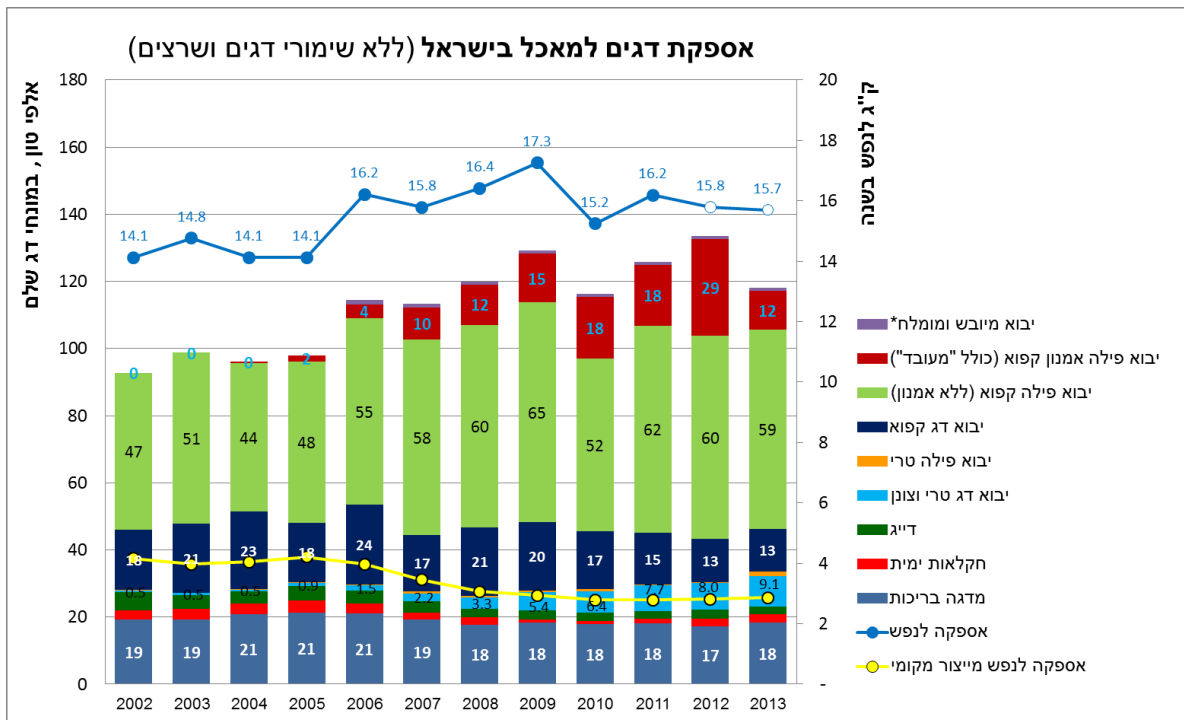
ייצור דגי הבריכות בישראל מספק את רוב הצריכה המקומית של הדגים הטריים, כ-17 אלף טון בשנת 2013. כ-5,000 טון דגים נוספים מגיעים מדייג וחקלאות ימית. בנוסף מיובאים כמעט 60 אלף טון דגים ופילה דגים בשנה (אינו כולל יבוא של שרצים ושימורי דגים), לרוב כמוצר קפוא. בתרגום למונחי דג שלם הגיע יבוא הדגים בממוצע ב-13-2011 לכ-100 אלף טון. נתוני יבוא ל-2014 מצביעים על עלייה נוספת ביבוא לכ-64 אלף טון (כ-115 אלף טון במונחי דג שלם). בשנים האחרונות אנו עדים לעלייה משמעותית ביבוא של דגים ימיים טריים לכ-9,100 טון ב-2013 וכ-12.8 אלף טון ב-2014. עיקר היבוא של דגים טריים: סלמון (כ-7,700 טון ב-2014), דניס (2,250 טון) ולברק (כ-1,080 טון). מכאן שסך צריכת דגים טריים בישראל, הגדלה בשנים האחרונות, עומדת על כ-35 אלף טון (בשנת 2014), ומתוכם כ-18 אלף טון ממקור ימי.

יבוא הדגים גדל בעשור האחרון, לעומת יציבות בכמויות הייצור המקומיים. הצריכה לנפש גדלה ביותר מ-10%, מ-14.1 ק"ג ב-2002 לכ-15.9 ק"ג בממוצע בשנים 2011-13 (במונחי דג שלם). 3 האספקה לנפש של דגים מייצור מקומי ירדה מ-4.2 ק"ג ב-2002 ל-2.9 ק"ג ומהווה היום פחות מ-20% מסך צריכת הדגים (ראה תרשים מס' 8).

<sup>3</sup> נתונים אלה נמוכים מצריכת הנפש לפי נתוני ה-FAO שמגיעה לכ-20 ק"ג (2011). הנתונים לישראל המוצגים בפרק זה אינם כוללים שימורי דגים (כגון טונה) ושרצים, מוצרים אלה כן נכללים בנתוני ה-FAO. בנוסף, נתוני הצריכה של ה-FAO לישראל אינם מעודכנים, יתכן גם שישנים הבדלים במקדמי התרגום מדג פילה לדג שלם.



## תרשים 8 - אספקת דגים למאכל בישראל, באלפי טון במונחי דג שלום ובק"ג לנפש בשנה



הערות: כמויות פילה תורגמו למונחי דג שלום (1 ק"ג פילה = 2.5 ג"ד). הצריכה לנפש ב-2012 ו-2013 חושבה על בסיס נתוני יבוא פילה אמנון ממוצעים בשנתיים אלה, עקב כמויות יבוא חריגות ב-2012 שבחלקם נצרכו ב-2013. גם ב-2002 עד 2005 היו ככל הנראה כמויות קטנות של יבוא "מיובש ומומלח" שסווג בסעיף מכס אחר ולא נכלל בגרף. מקור הנתונים: למ"ס לנתוני הייצור, מרכז לסחר חוץ במשרד החקלאות ופיתוח הכפר לנתוני היבוא

### 2.3.2.2 בחינת פוטנציאל התפתחות הביקוש לדגים מחקלאות הימית מקומית

כדי להעריך את השטח הנדרש לפיתוח החקלאות הימית נבנו מספר תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים מחקלאות ימית. התרחישים מתבססים על הנחות לגבי התפתחות האוכלוסייה, התפתחות הצריכה לנפש בישראל, התפתחות הייצור המקומי והיבוא, ואפשרויות הייצוא (ראה טבלה מס' 10). הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית מחושב כיתרה של סך צריכת הדגים בשוק המקומי (בתוספת יצוא למדינות שכנות בתרחיש 5) פחות אספקת הדגים מיבוא, מדגה בריכות ודייג.

הנחות לתרחישים:

- עליה בצריכת דגים לנפש: בכל התרחישים למעט תרחיש 1 הנחנו המשך של מגמת העלייה בצריכה לנפש בעשור האחרון, בשיעור מעט נמוך יותר: עליה בצריכה לנפש של 10% עד 2025 ו-20% עד 2035 מהצריכה בתקופת הבסיס (2011-13), בהשוואה לעליה של 13% מ-2002 לממוצע הצריכה ב-2011-13. השנים 2011-13 נבחרו כתקופת בסיס בעקבות זמינות הנתונים והם מייצגים את הייצור המקומי ואת הצריכה הנוכחית.

<sup>4</sup> בהשוואה בינלאומית, צריכת הדגים ומאכלי הים בישראל ב-2011 עמדה על 20.3 ק"ג לנפש בשנה, בהשוואה לממוצע עולמי של 18.9 ק"ג, ולממוצע אירופאי של 21.8 ק"ג (FAOStat). נתונים אלה כוללים צריכה של מאכלי ים ושל שימורי דגים. נתוני ה-FAO מצביעים על שונות גדולה מאוד ברמת הצריכה בין מדינות שונות כאשר הצריכה של דגים בישראל (אחרי ניטרול צריכת השרצים) נמוכה יותר מהצריכה במדינות כגון פורטוגל, ספרד, מלטה, צרפת, הולנד ומצרים.

2. ירידה במחירי הדגים מחקלאות ימית מקומית: מחירי הדגים מחקלאות ימית מקומית היום יקרים יחסית (כ-30 עד 40 ₪ למגדל עבור ק"ג דניס, לעומת מחיר יבוא של דניס טרי של כ-25 ₪ לק"ג). הייצור המקומי של דניס ולברק מוגן היום על-ידי מכס יבוא של 7.5 ₪ לק"ג דג טרי. הונח שהייצור המקומי יהיה תחרותי בעתיד גם בהגנה מיכסית נמוכה מהיום, אחרי תקופה של התפתחות הענף שכוללת התאמה ושכלול הטכנולוגיה וניצול יתרונות לגודל. הנתונים הכלכליים המוצגים בהמשך מצביעים על יתרונות לגודל ותחרויות הייצור. עד למימוש פוטנציאל ההתייעלות מומלץ על המשך ההגנה המיכסית כדי לאפשר את התפתחות החקלאות הימית (ענף ינוקא).

3. אספקה של מגוון דגים מחקלאות ימית: היום מייצרים בחקלאות ימית בארץ כאלפיים טון דניס. מגוון המינים בחקלאות הימית יגדל במשך השנים, על בסיס התקדמות המו"פ שנעשה במרכז הלאומי לחקלאות ימית (מלח"י, ראה תיבת טקסט בנושא מינים חדשים). לכן אנו מניחים שעם התפתחות הענף יגדל מגוון הדגים המיוצר ויכלול גם דגים שמאפשרים ייצור של מוצרי דגים טריים נוחים להכנה (כגון פילה דג טרי, סטייק טונה).

4. שינוי בסל הדגים הנצרך: אנו מניחים שבעתיד יגדל הנתח של דגים טריים ואיכותיים בסך צריכת הדגים. שינוי זה צפוי להתרחש כתוצאה מהגדלת המגוון של ההיצע המקומי, ירידת המחירים של הדגים הטריים מחקלאות ימית מקומית (כתוצאה מירידת עלויות בעקבות יתרונות לגודל) ושינוי בהעדפות הצרכנים. שינוי דומה התרחש בצריכת העוף שנרכש בעבר ברובו כעוף קפוא כאשר היום רוב הצריכה היא של עוף טרי. אנו כבר היום עדים לעלייה גדולה ביבוא דגים ימיים טריים בשנים האחרונות, מפחות מאלף טון לפני עשור, לכמעט 13 אלף טון ב-2014.

טבלה מס' 10 מסכמת את ההנחות ל-7 התרחישים שבחנו. שני התרחישים הראשוניים (א' ו-ב') הם תרחישים שמרניים בהם תמהיל סוגי הדגים הנצרכים (דגים טריים זולים / ויקרים יחסית, דגים קפואים מיבוא) לא משתנה באופן מהותי. התרחישים הנוספים (1 עד 5) מבוססים על ההנחה שיהיה שינוי משמעותי בביקוש לסוגי הדגים השונים המתבטא בהגדלת הנתח של דגי ים טריים בסך הצריכה.

טבלה 10 - תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים מחקלאות ימית

תרחישים	הסבר (שינויים בהשוואה לתקופת הבסיס)
<b>תרחישים המבוססים על גידול מאוזן בצריכה של סוגי דגים</b>	
<b>א - גידול באוכלוסייה ובצריכה לנפש, גידול בביקוש לדגים טריים והחלפת חלק מהיבוא של דגים טריים על-ידי חקלאות ימית</b>	גידול בצריכה לנפש (ב-20% עד 2035) ובאוכלוסייה. ייצור מדגה בריכות ודייג ללא שינוי (תוספת הצריכה לדגים מדייג תוחלף ע"י דגים מחקלאות ימית, תוספת הצריכה לדגים מדגה תוחלף בחלקים שווים ע"י חקלאות ימית ויבוא). <b>המשך העלייה בצריכה של דגים טריים המגיעים היום מיבוא</b> (הגדלת כמויות הדגים הטריים המיובאים היום מ-9% מסך היבוא (12% ב-2014) ל-20% ב-2035 והחלפת מחצית מכמויות אלה ע"י חקלאות ימית).
<b>ב - תרחיש א, בתוספת הפחתת המחיר לדגים מחקלאות ימית</b>	החזלה הדרגתית של הדגים מחקלאות ימית ממחיר לצרכן בגובה 58 ש"ק בתקופת הבסיס ל-48 ש"ק ב-2035 כאשר סך ההוצאה ברמת הצרכן לדגים מחקלאות ימית זהה להוצאה בתרחיש הקודם (הנחה של גמישות ביקוש יחידתית). מדובר בהחזלה של 10 ש"ק ג' הנובעים גם מהתייעלות וגם מהורדת הגנה מיכסית.
<b>תרחישים המניחים שמרבית התוספת בצריכה תסופק על-ידי חקלאות ימית מקומית</b>	
<b>1 - גידול באוכלוסייה בלבד</b>	גידול באוכלוסייה בלבד (לפי חלופות למ"ס). ייצור מדגה בריכות, דייג, יבוא וצריכה לנפש ללא שינוי.
<b>2 - גידול בצריכה לנפש ובאוכלוסייה</b>	גידול בצריכה לנפש (ב-20% עד 2035) ובאוכלוסייה. ייצור מדגה בריכות, דייג ויבוא ללא שינוי.
<b>3 - גידול ביבוא ובמדגה בריכות</b>	גידול ביבוא (ב-20% עד 2035) ובמדגה בריכות (מ-18 עד 30 אלף טון). גידול בצריכה לנפש (זהה לתרחיש 2) ובאוכלוסייה. דייג ללא שינוי.
<b>4 - ירידה ביבוא</b>	ירידה ביבוא (ב-20% עד 2035). גידול בצריכה לנפש (זהה לתרחיש 2) ובאוכלוסייה. ייצור מדגה בריכות ודייג ללא שינוי.
<b>5 - יצוא למדינות שכנות</b>	יצוא לירדן ולרשות הפלסטינאית (מבוסס על גידול אוכלוסייה ועל גידול בצריכה לנפש של 20% עד 2035 במדינות השכנות, ועלייה הדרגתית בנתח הצריכה המסופק ע"י יבוא מישראל ל-50%. גידול בצריכה לנפש בישראל (זהה לתרחיש 2) ובאוכלוסייה. ייצור מדגה בריכות, דייג ויבוא ללא שינוי.

הערות: תקופת הבסיס לתרחישים – ממוצע 2011-2013. התרחישים הם לשנים 2020 עד 2035, עם הפרשים של 5 שנים. השינויים בהשוואה לתקופת הבסיס הם בצורה מדורגת – בטבלה מצוינים רק השינויים בשנה 2035 בהשוואה לתקופת הבסיס. לכל תרחיש קיימים 3 חלופות, לפי חלופות הלמ"ס לגידול האוכלוסייה (חלופה גבוהה, בינונית ונמוכה).

**תרחיש א** מניח גידול באוכלוסייה ובצריכה לנפש. באופן עקרוני, תרחיש זה מניח שסל הדגים הנצרך אינו משתנה והביקוש לכל סוגי הדגים עולה באותו אחוז בהתאם לגידול באוכלוסייה ובצריכה לנפש, עם כמה התאמות:

- לא צפויה הגדלת הייצור מדייג ימי ומדגה בריכות, לכן אנו מניחים שכל תוספת הביקוש לדגים ים תסופק על ידי חקלאות ימית, ומחצית מהתוספת בביקוש לדגים בריכה טריים (המחצית השנייה תסופק על ידי יבוא).
- צפוי המשך העלייה בביקוש לדגים ים טריים כפי שמתבטא בעלייה הגדולה ביבוא דגים ים טריים שהתרחשה בשנים האחרונות (ראה תרשים מס' 8). בתקופת הבסיס (2011-2013) דגים ים טריים מיבוא מהווים לכ-9% מסך צריכת הדגים, ונתח זה עלה ל-12% בשנת 2014. אנו מניחים גידול נוסף ל-20% כאשר מחצית מכמות זה תוחלף על ידי דגים מחקלאות ימית (מעט יותר ממחצית מהיבוא היום הוא של סלמון שהתחליפיות שלו עם דגים ים ככל הנראה נמוכה יחסית).

**בתרחיש ב** אנו מניחים בנוסף שהמחיר לצרכן של דגים מחקלאות ימית מקומית ירד מ-58 ש"ק לק"ג בתקופת הבסיס ל-48 ש"ק לק"ג בשנת 2035. לצורך חישוב תוספת הצריכה בעקבות החלה זו הונח שגמישות הביקוש ביחס למחיר היא יחידתית. החלה זו של כ-10 ש"ק במחיר הדג לצרכן, מייצגת, למעשה, גם התייעלות וגם הורדה של הגנה מיכסית, לפחות בחלק ניכר.

גם על-פי התרחישים השמרניים הביקוש לדגים מחקלאות ימית צפוי להגיע לעשרות אלפי טון בשנת 2035, אם כי הכמויות נמוכות באופן משמעותי בהשוואה לתרחישים בהמשך שמניחים מעבר לצריכה של דגים טריים ואיכותיים. לפי תרחיש א הביקוש לדגים מחקלאות ימית בשנת 2035 יגיע ל-25 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הנמוכה, ל-30 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הבינונית ול-35 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הגבוהה. בתרחיש ב, כמויות אלה גדלות ל-30, 36, ו-42 אלף טון בהתאמה.

### **התרחישים בהמשך מניחים שמרבית התוספת בצריכת דגים בעתיד תסופק על-ידי חקלאות ימית מקומית.**

**תרחיש 1** מניח גידול באוכלוסייה בלבד כאשר כל המשתנים האחרים (ייצור מקומי למעט חקלאות ימית, יבוא וצריכה לנפש) אינם משתנים, וכל התוספת בביקוש מסופקת על-ידי הרחבת החקלאות הימית. לפי תרחיש זה הביקוש לדגים מחקלאות ימית בשנת 2035 יגיע ל-36 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הנמוכה, ל-58 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הבינונית ול-80 אלף טון לפי תחזית האוכלוסייה הגבוהה.

נציג בתיאור המילולי בהמשך רק את הנתונים לתחזית האוכלוסייה הבינונית, לנתונים המפורטים ראה טבלה בנספח 7.3.

**תרחיש 2** כולל בנוסף לגידול באוכלוסייה גם גידול בצריכה לנפש. בתרחיש זה הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית בחלופה הבינונית לגידול באוכלוסייה מגיע לכ-94 אלף טון בשנת 2035, בהשוואה ל-58 אלף טון בתרחיש הראשון.

גם התרחישים 3 עד 5 מניחים שצפויה המשך העלייה בצריכה לנפש.

**בתרחיש 3** הגידול בסך הצריכה זהה לתרחיש 2, אולם לא כל הגידול בצריכה מסופק על-ידי החקלאות הימית. ייצור הדגים במדגה בריכות עולה מ-18 ל-30 אלף טון ב-2035 (מבוסס על תרחיש לפיתוח אפשרי של המדגה בריכות המקומי באגף הדייג) והיבוא מתרחב עד שנת 2035 ב-20%. העלייה ביבוא יכולה לנבוע מירידה במכסי המגן הקיימים היום לדגים המיוצרים בישראל ו/או מהעלייה ביבוא של דגים שהתחליפיות שלהם בביקוש לדגים מייצור מחקלאות ימית מקומית נמוכה (כגון יבוא סלמון ויבוא פילה דגים קפוא במחירים זולים יחסית שמהווה היום חלק ניכר מהיבוא). סך פוטנציאל השיווק לדגים מחקלאות ימית בתרחיש זה דומה לתרחיש הראשון, כ-60 אלף טון בשנת 2035 לפי תחזית האוכלוסייה הבינונית.

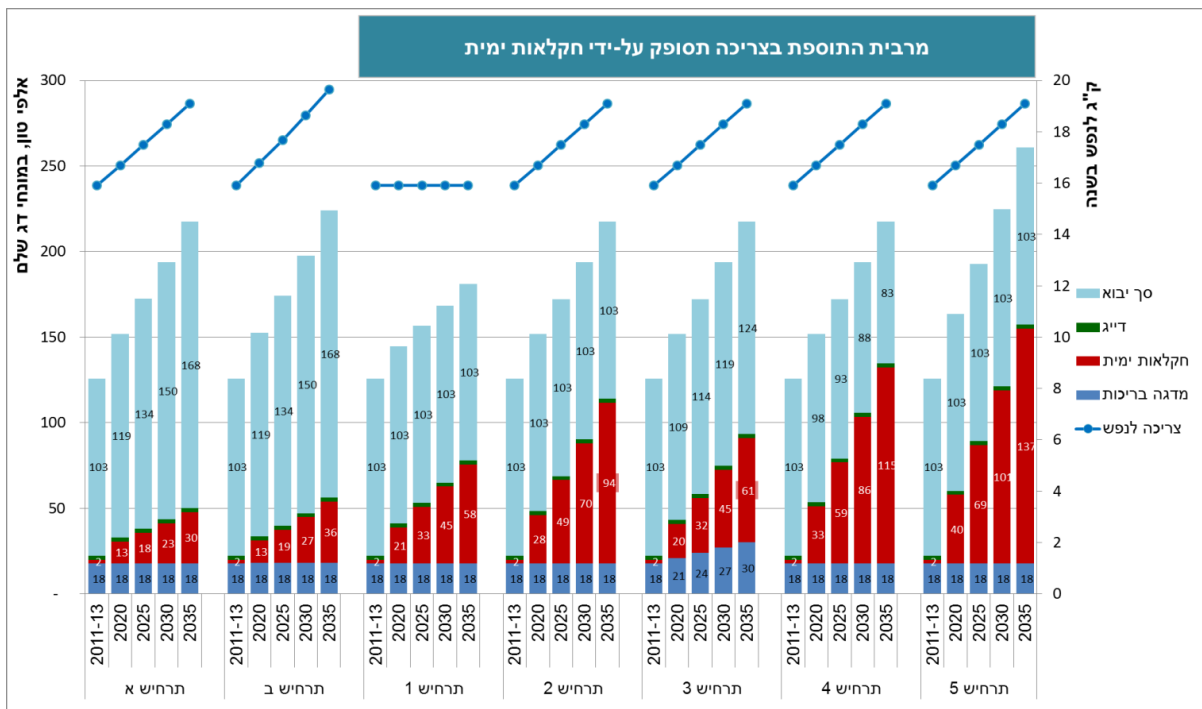
**תרחיש 4** מניח שהתייעלות החקלאות הימית המקומית תאפשר להחליף גם חלק מהיבוא של פילה דגים זול. בתרחיש זה היבוא יורד ב-20% עד 2035, שאר המשתנים זהים לתרחיש 2. לפי תרחיש זה, הביקוש לדגים מחקלאות ימית יכול להגיע ל-115 אלף טון ב-2035 (תחזית אוכלוסייה בינונית).

**בתרחיש 5** לקחנו בחשבון את האפשרות של פיתוח סחר אזורי ויצוא של דגים מישראל לשכנות ירדן והרשות הפלסטינית. לפי נתוני ה-FAO, הצריכה של דגים לנפש בירדן וברשות נמוכה מאוד ומגיעה ל-6.2 ק"ג לנפש בשנה בירדן, ול-1.5 ק"ג ברשות הפלסטינית (נתונים ל-2011). לצורך התרחיש הנחנו שהצריכה לנפש בירדן וברשות תעלה ב-20% עד ל-2035, בדומה להנחה לישראל. יחד עם הגידול באוכלוסייה יעלה כתוצאה מכך סך הצריכה של דגים בירדן וברשות הפלסטינית מ-48 אלף טון ב-2011 (ברובו מיובא) ל-87 אלף טון ב-2035. לפי התרחיש, ישראל תספק חלק משמעותי מצריכת הדגים בירדן וברשות, עד ל-50% ב-2035. כל ההנחות האחרות זהות לתרחיש 2. לפי תרחיש 5, פיתוח סחר אזורי, יחד עם הגידול בצריכה בישראל, יכול ליצור ביקוש לדגים מחקלאות ימית של כ-130 אלף טון ב-2035.

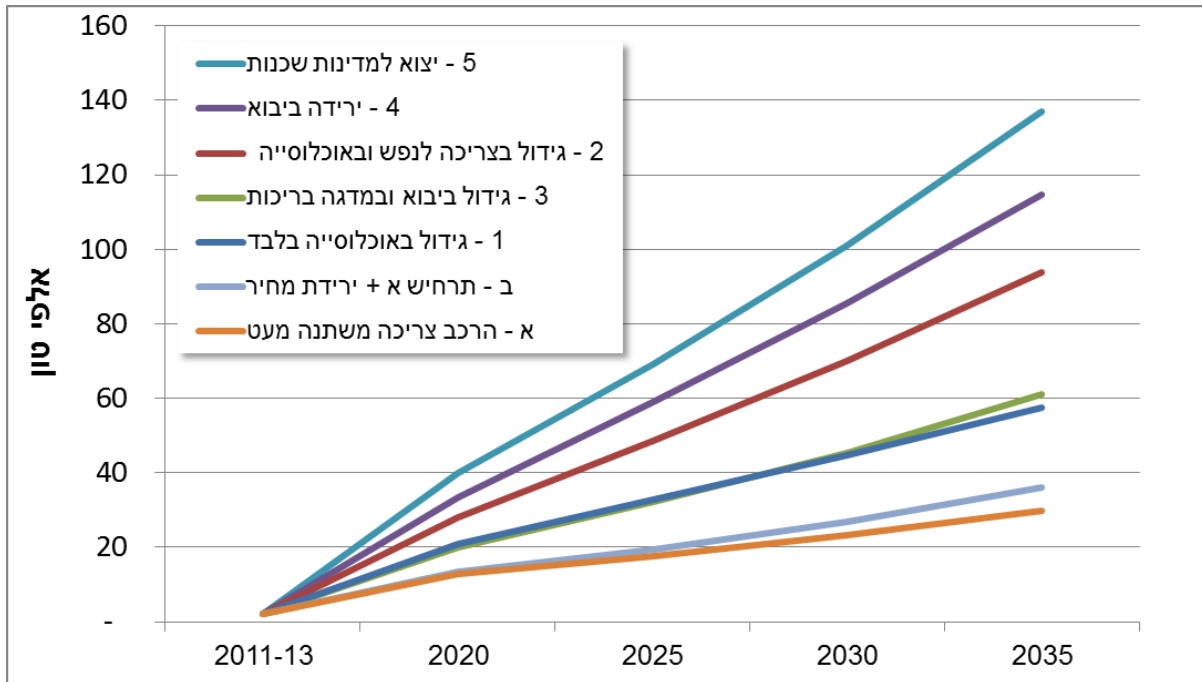
תרשים מס' 9 משווה בין התרחישים להתפתחות הביקוש לדגים. תרשים מס' 10 מציג את התפתחות הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית ישראלית לאורך זמן, על בסיס החלופה הבינונית בתחזית גידול האוכלוסייה. בתרשים 11 השוואה של הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית בכל החלופות, כולל תחזיות שונות של גידול האוכלוסייה.

### תרשים 9 - תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים

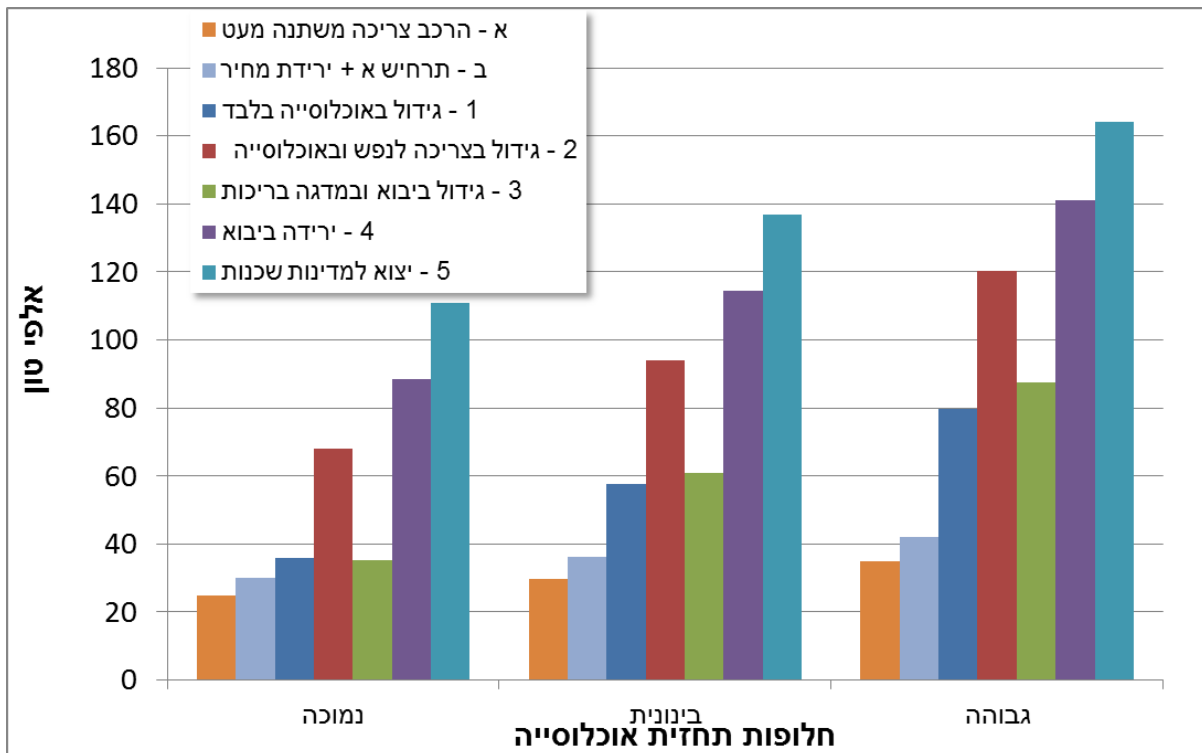
(כולל ייצוא בתרחיש 5, על בסיס החלופה הבינונית בתחזית האוכלוסייה)



תרשים 10- תרחישים להתפתחות הביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית  
(על בסיס החלופה הבינונית בתחזית גידול האוכלוסייה)



תרשים 11 - תרחישים לביקוש הפוטנציאלי לדגים מחקלאות ימית ב-2035



### 2.3.3. ניתוח כלכלי – צד ההיצע

על מנת ליצור תחזית להתפתחות החקלאות הימית בישראל וההשלכות הכלכליות האפשריות, נעשה ניתוח של צד ההיצע. מטרתו של הניתוח הינו בניית מתווה פיתוח אשר מתבסס על נתוני השוק הידועים כיום והנחות סבירות לגבי העתיד הנראה לעין (לשנת היעד, 2035), כך שניתן יהיה להעריך בצורה מיטבית את היקף ההיצע הפוטנציאלי של הענף ולהפגישו אל מול צד הביקוש הפוטנציאלי. הניתוח הינו מחד ברמת המגדל או החווה הבודדת (bottom-up) ומאידך ברמה המשקית (top-down), כך שמתקבלת תמונה מלאה ככל הניתן של מרכיבי התפוקה, עלות, שטח, תעסוקה וכיו"ב על-פיהם ניתן לאמוד את השפעת פיתוח הענף על כלכלת ישראל.

לצורך התחשיב, **היזם** הוא הגורם אשר מקים ומתפעל באופן שוטף את חוות הדיג – בין אם באמצעים שפיתח ובין אם באמצעים מן הקיים – אך על כל פנים מבלי לייחס לפעילות הגידול הישירה פעילויות אחרות כלשהן, כגון אריזה, עיבוד, שיווק, נדל"ן, מו"פ, מכר טכנולוגי, תיירות ועוד – שיתכן והינן פועל יוצא או קשורות לפעילות גידול הדגים. יתרה מכך, התחשיב נערך תוך הקפדה על ערכים שמרניים ככל הניתן, ותוצאותיו אומתו מול גורמים מקצועיים בענף.

#### 2.3.3.1. תצורות חוות חקלאות ימית

בהסתמך על תובנות ונתונים שאסף הצוות, הן מן הספרות והן בראיונות עומק עם גורמים שונים בענף, הוגדרו מספר תצורות מאפיינות של חוות חקלאות ימית בעבורן אופיינו רכיבי העלויות השונים<sup>5</sup>.

תצורות החווה הינן כלהלן:

- **חווה חופית קטנה** – חווה שהינה בעלת גודל וכושר ייצור מוגבלים יחסית, עתירת עבודה ביחס לתפוקה ומצריכה עלויות הקמה נמוכות בהתאם.
- **חווה תפוקה רגילה** – חווה ימית המאופיינת בתפוקה בהיקף ממוצע, בצריכת שטח של חצי טון לדונם, עלויות עבודה ממוצעות ועלות הקמה ממוצעת ביחס לתפוקה.
- **חווה תפוקה גבוהה** – חווה ימית שהינה בעלת כושר תפוקה גבוה במונחי סה"כ טון דג למתקן (מקבילה במידה מסוימת למדגה אינטנסיבי בהתייחס לצריכת השטח ביחס לתפוקה), אך כרוכה בעבודה בשכר גבוה ובעלות הקמה גבוהה מאוד.
- **חווה בטכנולוגיה עתידית** – מייצגת פיתוח עתידי אפשרי בשיטת הגידול, במסגרתו התפוקה גבוהה וצריכת השטח נמוכה יותר, ביחס לחלופות הקיימות. שימוש נרחב באוטומציה מבוטא בעלות הונית גבוהה יחסית ועלות עבודה נמוכה, ומעניק יתרונות ביעילות תפעולית המתבטאים בחיסכון בצריכת המזון, שרידות מוגברת והפחתה בעלויות הנהלה וכלליות.

<sup>5</sup> יצוין כי נתוני התפוקה, התשומות, העלויות וההכנסות הינם בגדר קווים מנחים בלבד לתצורות חווה מייצגות אפשריות, ואין לראותם כנתונים מדויקים של ביצועי המתקנים הקיימים בשטח בפועל

לשם ההשוואה, נבחנו החוות הנ"ל גם ביחס לחלופות הקיימות – גידול בבריכות, גידול בים "מוגן" וייבוא.

נדגיש שוב, כי עבודה זו איננה תכנית עסקית ליזמים בתחום.

### 2.3.3.2 הנחות התחשיב

התחשיב נערך תחת ההנחות להלן:

- **שער חליפין** – 4.00 ש"ח ל-\$.
- **מימון** – ריבית 10%, תקופת החזר של 15 שנה, שיעור מימון של 75%; הערכים נבחרו ע"מ לייצג את התשואה הנדרשת לגוף המממן, מפעילות המאופיינת מבחינתו באי-ודאות וסיכון לא מבוטלים.
- **מיסוי ופחת** – לא נלקחו בחשבון.
- **גידול** – דגיגים בעלות של \$0.30 ליחידה (במשקל 2-3 גרם), שיעור שרידות של 85% מהדגיגים, מזון דגים בעלות של \$5.00 לק"ג מזון ("קמח דגים"), יחס המרת מזון (FCR) בתצורות השונות עפ"י החלוקה הבאה:
  - חווה חופית קטנה – 2.0
  - חוות תפוקה רגילה – 2.0
  - חוות תפוקה גבוהה – 1.8
  - חווה בטכנולוגיה עתידית – 1.62
- **מאפייני הדגים** – כל החישובים על בסיס דג דניס, במשקל 400 גרם בשיווק.
- **מחירים** – מחיר שוק ממוצע לספק/חקלאי (בשיווק סיטונאי) בטווח של 28-32 ש"ח לק"ג.

### 2.3.3.3 רכיבי התחשיב

- **תפוקה** – כושר התפוקה השנתי, צריכת שטח
- **עבודה** – מספר עובדים ישירים לחווה, שכר עבודה שנתי ממוצע לעובד במונחי עלות מעביד (שכר העבודה שונה בתצורות הגידול השונות, בהתאם למיומנויות הנדרשות – ברוב המקרים המדובר הוא ברמות שכר גבוהות משמעותית מרמת השכר הממוצעת במשק)
- **תשומות** – דגיגים, מזון, הוצאות הנהלה וכלליות שוטפות (כולל ביטוח, ביטוח חקלאי, דלק, ספינת אספקה, והוצאות הנהלה שונות)
- **הון** – השקעה הונית בהקמה (CapEx)
- **מימון** – עלויות מימון ההון המושקע וההון החוזר
- **פדיון** – מכר שנתי של התפוקה במחיר שוק ממוצע לחקלאי
- **רווחיות** – פדיון בניכוי ההוצאות השוטפות השונות
  - רווחיות תפעולית – מכר בניכוי עלויות התפעול (השיעור הינו % הרווח התפעולי ביחס למכר)
  - רווחיות (לפני מס) – מכר בניכוי עלויות התפעול והמימון (השיעור הינו % הרווח ביחס למכר)
- **תשואה** – החזר השקעה על ההון
  - הון עצמי נדרש – ההון הדרוש ליזם לשם הקמת החווה ותפעולה למשך שנה, כולל עלות חלקו של ההון העצמי בהקמה, עלות המימון ועלות מסגרת האשראי הנחוץ בגין הון חוזר



- נקודת איזון – היקף הייצור אשר בו ההוצאות (המשתנות והקבועות) בתהליך ייצור – שוות להכנסות (פדיון). כל יחידה המיוצרת מעבר לנקודת האיזון תורמת לרווח.
- תקופת החזר השקעה – משך הזמן בשנים הדרוש להחזרת ההון העצמי הנדרש להקמה, בתוספת שנה אחת נוספת הנדרשת להקמה (בה לא נרשמות הוצאות והכנסות)

### 2.3.3.4 תוצאות תחשיב – צד הזים

טבלה 11 מפרטת מדדים עיקריים בתחשיב הזמים בחלופות השונות:

טבלה 11- תחשיב הזמים

תצורת חווה	חופית קטנה	תפוקה רגילה	תפוקה גבוהה	טכנולוגיה עתידית	
תפוקה	400	1,000	4,000	2,500	כושר תפוקה (טון לשנה)
	40	2,000	500	1,250	צריכת שטח (דונם)
	10	0.5	8	2	תפוקה לדונם (טון לדונם)
עבודה	25	50	200	250	תפוקה לעובד (טון לעובד)
	\$1.52	\$1.20	\$0.63	\$0.50	עבודה לק"ג
תשומות	\$0.88	\$0.88	\$0.88	\$0.83	דגיגים לק"ג
	\$2.50	\$2.50	\$2.25	\$2.03	מזון לק"ג
	\$0.88	\$0.75	\$0.38	\$0.30	שוטף לק"ג
הון	500	83	50	54	תפוקה להון (טון לשנה למלש"ח)
	\$0.50	\$3.00	\$5.00	\$4.60	הון לק"ג (\$ לק"ג לשנה)
תפעול	\$5.77	\$5.33	\$4.13	\$3.66	סה"כ עלות תפעול לק"ג
מימון	\$0.05	\$0.30	\$0.49	\$0.45	עלות מימון לק"ג
<b>סה"כ עלות ייצור לק"ג</b>					
<b>\$7.50 30.00 ₪</b>					
<b>פדיון לק"ג</b>					
רווחיות	23%	29%	45%	51%	% רווחיות תפעולית
	22%	25%	38%	45%	% רווחיות בניכוי מימון
	258	594	1,473	719	נקודת איזון (טון לשנה)
	1.4	1.8	1.8	1.6	תקופת החזר השקעה (שנים)

ניכר כי בהתאם לכושר התפוקה והיעילות התפעולית (כפועל של הרמה הטכנולוגית) כך העלות הכוללת לק"ג דג יורדת והרווחיות עולה, בצד עליה בהשקעה הנדרשת. כאן המקום לציין כי **תחשיב זה אינו לוקח בחשבון נזקי טבע ואחרים, אשר להיקפם ותדירותם עשויות להיות השלכות קריטיות על מידת ההיתכנות הכלכלית של חוות חקלאות ימית**. עם זאת, ניתן להתרשם כי תחת הנחות התחשיב קיים הגיון כלכלי איתן להקמתן של חוות חקלאות ימית; שיעורי הרווחיות הגבוהים יחסית מגלמים את הפרמיה הנדרשת ע"י הזים לשם השקעה בענף שהינו בשלב ינוקא ומאופיין ברמות סיכון ואי-ודאות לא מבוטלות.

### 2.3.3.5 ניתוח רגישות למחיר השוק

היתכנותן הכלכלית של חוות חקלאות ימית נשענת בראש ובראשונה על מחירי השוק של תוצרתן, דהיינו מחירי הדגים. היות ורוב רובו של ההיצע בשוק מקורו ביבוא (לפירוט ראה ניתוח צד ההיצע 2.3.3), מחירי השוק נגזרים ממחירי התוצרת המיובאת – ומכסי המגן

המוטלים עליה. לאור התגברותם של קולות הקוראים לביטול מכסים על תוצרת חקלאית (לרוב ממניעי הגברת תחרותיות והחזלה ביוקר המחייה), על ענף החקלאות הימית להעריך כיצד יושפע ממהלך שכזה ובאיזה שיעור, על-מנת להיערך לכך בהתאם.

בהמשך לתחשיב היזמים שהוצג לעיל, ניתוח הרגישות המוצג להלן בוחן את ביצועיהן הכלכליים של חוות החקלאות הימית בתצורות שנבחרו תחת תרחיש של ירידה במחירי השוק כתוצאה של הורדה של מכסי המגן. נכון להיום, שיעור המכס המוטל על דגים טריים מסוג דניס ולברק עומד על 7.5 לק"ג. שני התרחישים שנבחנו הינם הפחתה של מחצית משיעור המכס וביטולו המלא. להלן התוצאות:

טבלה 12- ניתוח רגישות למחיר השוק

תצורת חווה	חופית קטנה	תפוקה רגילה	תפוקה גבוהה	טכנולוגיה עתידית
תרחיש ייחוס 30 לק"ג	% רווחיות לפני מס	22%	25%	38%
	תשואה על ההון העצמי (%)	223%	119%	133%
	נקודת איזון (טון לשנה)	258	594	1,473
	תקופת החזר השקעה (שנים)	1.4	1.8	1.8
מכס מופחת 26.25 לק"ג	% רווחיות לפני מס	11%	14%	30%
	תשואה על ההון העצמי (%)	98%	59%	90%
	נקודת איזון (טון לשנה)	343	790	1,916
	תקופת החזר השקעה (שנים)	2.0	2.7	2.1
ללא מכס 22.50 לק"ג	% רווחיות לפני מס	-4%	0%	18%
	תשואה על ההון העצמי (%)	-26%	0%	46%
	נקודת איזון (טון לשנה)	513	1,179	2,740
	תקופת החזר השקעה (שנים)	-	-	3.2

ניתן להיווכח כי לירידה במחיר השוק – כתוצאה של הורדת מכס על היבוא – צפויה להיות השפעה משמעותית על רווחיותן של חוות החקלאות הימית, עד כדי חוסר כדאיות כלכלית והפסד לחוות חופיות קטנות וחוות תפוקה רגילה, תחת תרחיש של ביטול מוחלט של מכס המגן; במקרה זה, תידרש תפוקה שהינה מעבר לכושר הייצור הנקוב רק על מנת להביאן לכדי איזון.

### 2.3.4. תחשיב היצע משקי

בהתבסס על תוצאות התחשיב ברמת החווה, נבנה תחשיב ברמה המשקית. בבסיסו של תחשיב זה ניצב תמהיל מייצג של חוות חקלאות ימית, אשר יחד מרכיב את כלל הענף ומספק תחזית של מדדים כלכליים אגרגטיביים צפויים. בהתאם ליתר חלקיה של עבודה זו, אופק הזמן שנבחר הוא 20 השנים הבאות, והתחשיב מוצג במרווחי זמן של 5 שנים כל אחד. התחשיב מציג את הביצועים, ההשפעה הכלכלית על המשק והעלויות החיצוניות של התפתחות הענף על פני התקופה.

יודגש כי כלל התחשיב מבוסס על גידול דג דניס בלבד – דהיינו זן יחיד המהווה כיום חלק קטן מכלל השוק, ומחירו בשוק הינו ברמת ביניים. בחירת הזן אותו מגדלים משפיעה על מגוון של פרמטרים, בהם משך הגידול, צפיפות, יחס המרת מזון, מחיר הדגיגים, מחיר השוק ועוד. עם זאת, דג הדניס נבחר כמייצג את השוק בכללותו בשל הניסיון של המגדלים בגידולו בפועל ומאחר והבחירה לגדלו מייצגת יחס אופטימלי בין התאמתו לצורת הגידול בכלובים, התשומות הנדרשות וערכו בשוק. ניתן להעריך כי במקביל להתפתחות של החקלאות הימית

יגדל מגוון הזנים – הן ע"י שילובים של זנים זולים יותר (דוגמת הדגים הנפוצים במדגה היבשתי), והן בניסיון לשלב גם דגים יקרים יותר שהינם מורכבים יותר לביות ודורשים ידע וטכנולוגיה ברמה גבוהה יותר.

#### 2.3.4.1 תרחיש התפתחות ענף החקלאות הימית

כאמור, נבנה תמהיל של התווספותן של חוות חקלאות ימית על פני התקופה, אשר על-אף אי-הוודאות הקיימת בחיזוי נמצא כמייצג תרחיש סביר והגיוני להתפתחותו של הענף באופק הנראה לעין. להלן ההנחות העיקריות בנקודות הזמן בתרחיש:

- **שנת 2015** – מספר החוות הנוכחי; מכרז השטחים המתוכנן מול אשדוד יצא לפועל.
- **עד 2020** – תוקם חוות תפוקה גבוהה ראשונה.
- **עד 2025** – יוכפל מספר החוות מכל סוג קיים.
- **עד 2030** – תוקם חוות טכנולוגיה עתידית מסחרית ראשונה.
- **עד 2035** – ימוצה הפוטנציאל הקיים בתחומי המים הטריטוריאליים

#### 2.3.4.2 הנחות התחשיב

התחשיב נערך תחת ההנחות להלן:

- **עבודה עקיפה** – יחס עבודה עקיפה לישירה של 3:1 (על כל עובד ישיר בענף ישנם שלושה עובדים עקיפים, יחס זה מוכר בספרות הבינלאומית (FAO,2012) ואומת גם על ידי מומחים בענף בארץ); שכר עבודה עקיפה ממוצע עומד על 9,000 ₪ בחודש (עלות מעביד).
- **מרחקי ביטחון לשטחי החוות** – מקדם מרחק ביטחון בין חוות של 50% משטח החווה; מקדם שטחי מעבר ומרחקי עגינה של 50% משטח החווה.

#### 2.3.4.3 רכיבי התחשיב

- **הנחות עיקריות** – כמצוין לעיל
- **תחזית ייצור** – סך היקף הייצור השנתי הצפוי בתום התקופה בטונות
- **קצב צמיחה** – שיעור הצמיחה השנתי הממוצע (CAGR) על פני התקופה, ביחס לשנת הבסיס (2015)
- **מספר חוות** – סך מספר המתקנים הפעילים המצטבר עד לתום התקופה
- **סה"כ שטח** – סך השטח הנדרש עד תום התקופה בדונם (כולל מרחקי ביטחון)
- **ערך התפוקה** – ערך התפוקה השנתי הכולל של הענף, במיליוני ₪ (תחת רמת המחירים הנוכחית בשוק לספק/חקלאי)
- **תעסוקה ישירה** – סך המשרות של המועסקים ישירות בענף
- **סה"כ תעסוקה** – סך המשרות הישירות והעקיפות המשויכות לענף
- **סה"כ עלות עבודה** – סה"כ שכר עבודה ישירה ועקיפה המשווים לענף, במיליוני ₪ (בערכי עלות מעביד)
- **סה"כ הון נצבר** – סך שווי ההון של המתקנים הפעילים בסוף התקופה, במיליוני ₪ (ללא פחת או בלאי)

### 2.3.4.4 תוצאות התחשיב המשקי

טבלה 13 מפרטת את תוצאות התחשיב המשקי:

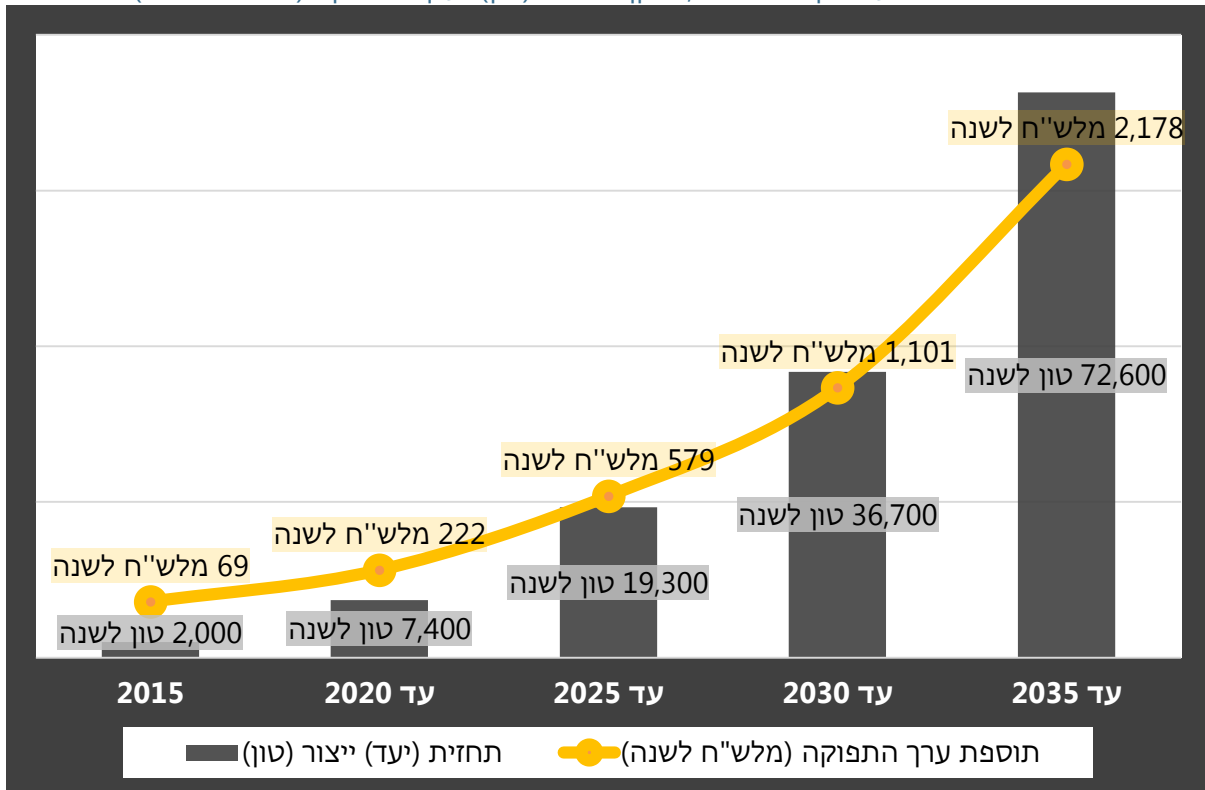
טבלה 13- תחשיב היצע משקי

מסגרת זמן	2015	עד 2020	עד 2025	עד 2030	עד 2035
הנחות עיקריות	מכרז שטחים באשדוד ייצא לפועל	הוקמה חוות תפוקה גבוהה ראשונה	יוכפל מס' החוות מכל סוג קיים	תוקם חוות טכנולוגיה עתידית ראשונה	מיצוי הפוטנציאל במים הטריטוריאליים
<b>תחזית ייצור (טון)</b>	<b>2,000</b>	<b>7,400</b>	<b>19,300</b>	<b>36,700</b>	<b>72,600</b>
קצב צמיחה שנתי ממוצע		30%	25%	21%	20%
מס' חוות	3	5	13	22	36
<b>סה"כ שטח (דונם)</b>	<b>*1,545</b>	<b>13,080</b>	<b>36,660</b>	<b>59,740</b>	<b>89,320</b>
תוספת ערך התפוקה (מלש"ח לשנה)	69 מלש"ח**	222 מלש"ח	579 מלש"ח	1,101 מלש"ח	2,178 מלש"ח
תעסוקה ישירה (סה"כ משרות)	*60	156	302	458	664
סהכ תעסוקה		624	1,208	1,832	2,656
סה"כ עלות עבודה (מלש"ח לשנה)		58	147	249	403
סה"כ הון נצבר (מלש"ח)		117	304	604	1,271

\* הערכה; \*\* על בסיס ערך התפוקה לטון מחקלאות ימית ב-2013 (למ"ס)

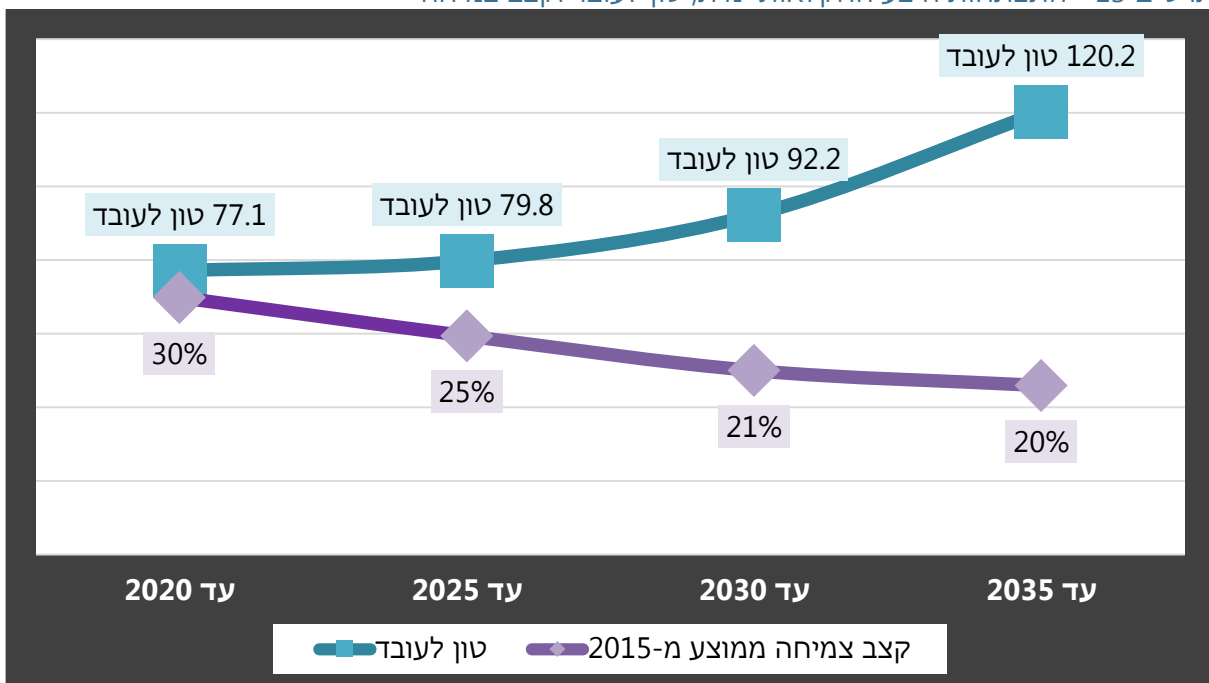
מחישוב ההיצע עולה כי ידרשו כ-89 אלף דונם תוך 20 שנה על מנת לעמוד בהיקף ייצור חזוי של כ-73 אלף טון בשנה. בתרשים 12 ניתן לראות את ערך התפוקה השנתי העולה על פני התקופה, בהתאמה לעליית היקפי הייצור. בנוסף, ענף החקלאות הימית צפוי לספק כ-2,600 מקומות עבודה חדשים במהלך תקופה זו – אמנם לא מספר גבוה ברמה הכללית-משקית, אך בהתחשב כי מדובר בריכוז של הפעילות ב-2-3 מוקדים, ניתן להעריך כי יש לתוספת תעסוקה זו חשיבות ברמה המוניציפלית.

תרשים 12 - התפתחות היצע החקלאות ימית, היקף הייצור (טון) וערך התפוקה (מלש"ח לשנה)

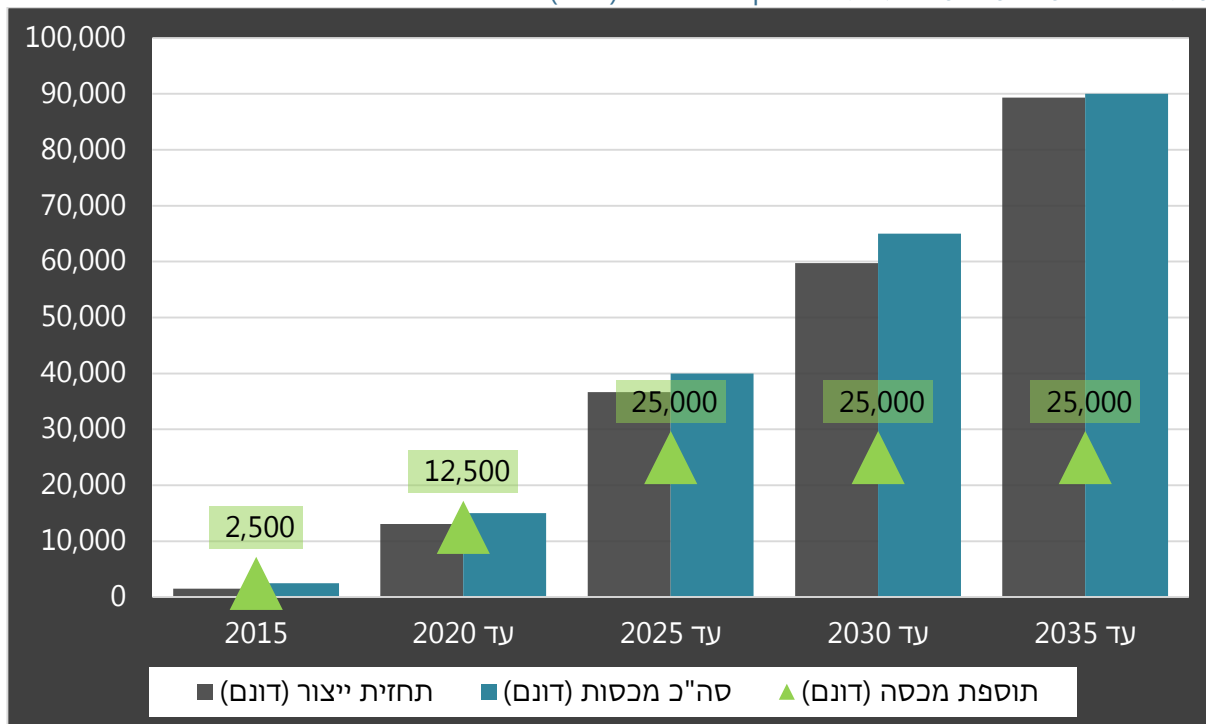


תרשים 13 להלן ממחיש את ההתפתחות הצפויה של הענף בהיבטי הצמיחה – ששיעורה יורד עם השנים, אך נותר דו-ספרתי – ולעומתה העלייה בתפוקה במונחי טון לעובד.

תרשים 13 - התפתחות היצע החקלאות ימית, טון לעובד וקצב צמיחה



תרשים 14 להלן ממחיש את מתווה הקצאת השטחים הנדרש על מנת לעמוד בהיקפי הייצור החזויים, לפיו עד 2020 יהיה צורך להקצות שטח כולל של 15,000 דונם ובהמשך 25,000 דונם נוספים מידי 5 שנים.



### 2.3.3. עלויות חיצוניות – תחשיב פליטות גזי חממה

עלויות נוספות בגידול דגים – כמו בכל גידול חקלאי – הינן העלויות החיצוניות, דהיינו העלות הסביבתית המושתתת על המשק כתוצאה מפעילות זו, אשר אינה מתומחרת באופן ישיר. הגם שעלויות חיצוניות אינן משולמות בפועל בידי מי מהגורמים בשוק (לפחות לא כיום), לא ניתן להמעיט מחשיבותן; זאת, במיוחד לאור השוואה לחלופות האחרות הקיימות לאספקת מזון.

הפליטות בתחשיב זה הינן פליטות של גזי-חממה, אשר מכומתות לכדי ערך משקלי (ק"ג וטון) ביחידות של שווה-ערך (שו"ע) פחמן דו-חמצני (פד"ח). בהמשך, תומחרה כמות הפליטות בהתאם לערכי העלויות החיצוניות המוכרות ע"י המשרד להגנת הסביבה ל-1.1.2015. כמו כן, לשם השוואה לחלופה אחרת נבחנו במקביל גם העלויות החיצוניות של פליטות בגידול בקר.

נתוני הפליטות בגידול דגים מתבססים על ממוצע של 2.16 ק"ג שו"ע פד"ח לק"ג דג שלם (Pelletier, et al., 2009). בגידול בקר לבשר, סך הפליטות הינו 15.53 ק"ג שו"ע פד"ח לק"ג בקר שלם (Cederberg, et al., 2009). **כלומר, ייצורו של ק"ג בשר בקר כרוך בפי 7.2 שו"ע פד"ח מאשר בייצור ק"ג דג (במונחי ברוטו).**

לשם ההמחשה, ייצורם של 10,000 טון דגים לשנה ייצור פליטות של 21.6 אלף טון שו"ע פד"ח, בעוד שייצור אותה הכמות של בקר ייצור פליטות של 155.3 אלף טון שו"ע פד"ח. במונחים כספיים, עלות הפליטות בייצור 10,000 טון דגים הינה כ-2.6 מיליון ₪, לעומת כ-18.5 מיליון ₪ בייצור בקר. בהמשך חושב גם שיעור החיסכון הלאומי בגידול דגים במקום

גידול בקר ביחס לכלל הפליטות במשק<sup>6</sup>, ושיעור החיסכון הכספי ביחס לערך הייצור (לפי מחיר ממוצע של 30 ₪ לק"ג דג). תוצאות התחשיב מובאות בטבלה 14 להלן:

טבלה 14 - השוואת פליטות זי חממה בייצור דגים לעומת בקר

100,000 טון לשנה		10,000 טון לשנה		1 טון לשנה		היקף ייצור
עלות פליטות ב-₪	פליטות בטון שו"ע פד"ח	עלות פליטות ב-₪	פליטות בטון שו"ע פד"ח	עלות פליטות ב-₪	פליטות בטון שו"ע פד"ח	
25,704,000	216,000	2,570,400	21,600	257.0	2.2	פליטות בייצור דגים
184,807,000	1,553,000	18,480,700	155,300	1,848.1	15.5	פליטות בייצור בקר
159,103,000	1,337,000	15,910,300	133,700	1,591.0	13.4	הפרש בסה"כ פליטות בין דגים לבקר
1.6%		0.2%		0.0%		שיעור החיסכון הלאומי מסך הפליטות
5.3%		5.3%		5.3%		% החיסכון בפליטות ביחס לערך הייצור

### 2.3.4. סיכום הניתוח הכלכלי

במטרה לבחון התכונות כלכלית לענף החקלאות הימית בישראל למהלך 20 השנים הבאות, וכדי להעריך את השטח הנדרש לפיתוח הענף, שורטט מתווה פיתוח אשר מתבסס על נתוני השוק הידועים כיום והנחות סבירות לגבי טווח בינוני (שנת היעד 2035), ונערכה תחזית להתפתחות פוטנציאלית של הביקוש (במספר תרחישים) וההיצע (ברמת המגדל וברמה המשקית) לדגים שמקורם בחקלאות הימית בישראל.

היקף פוטנציאל הביקוש על-פי התרחישים השונים לשנת היעד ינוע בין 137-30 אלף טון, כתלות בהנחות לגבי צריכה לנפש, ירידה במחירים, גידול האוכלוסייה (חלופה בינונית), היקף היבוא ואף יצוא אפשרי.

היקף פוטנציאל ההיצע, בכפוף להנחות של קצב צמיחה ופיתוח טכנולוגי, יגיע ב-2035 לכ-73,000 טון, והשטח הימי שידרש לייצור תפוקה זו הוא כ-90,000 דונם (90 קמ"ר).

כאשר משווים את תחזיות התפתחות ההיצע לעומת פוטנציאל התפתחות הביקוש בחלק מתרחישי הביקוש השונים ניתן להבחין (תרחישים 15) שהיצע החקלאות הימית יענה על הדרישה הפוטנציאלית לדגים מחקלאות ימית רק באופן חלקי, להוציא תרחישי הביקוש בהם אין שינוי בפרמטרים למיניהם פרט לגידול צפוי באוכלוסייה (תרחיש ב' ותרחיש 1, חלופה בינונית). במקרה זה, בשנת 2035 אף יעלה ההיצע (72,600 טון) על הביקוש הצפוי (60,000 טון בתרחיש 1). בהתייחס לתרחיש בו מתקיים גם יצוא למדינות שכנות בנוסף לגידול בצריכה לנפש בישראל ובאוכלוסייה (ייצור מדגה בריכות, דייג ויבוא ללא שינוי), מימוש דרישות הביקוש על ידי ההיצע מחקלאות ימית יעלה בהדרגה עם השנים וב-2035

<sup>6</sup> כלל הפליטות בישראל בשנת 2012 מוערך בכ-83 מיליון טון שו"ע פד"ח מקור: למ"ס, שנתון סטטיסטי ישראל 2014

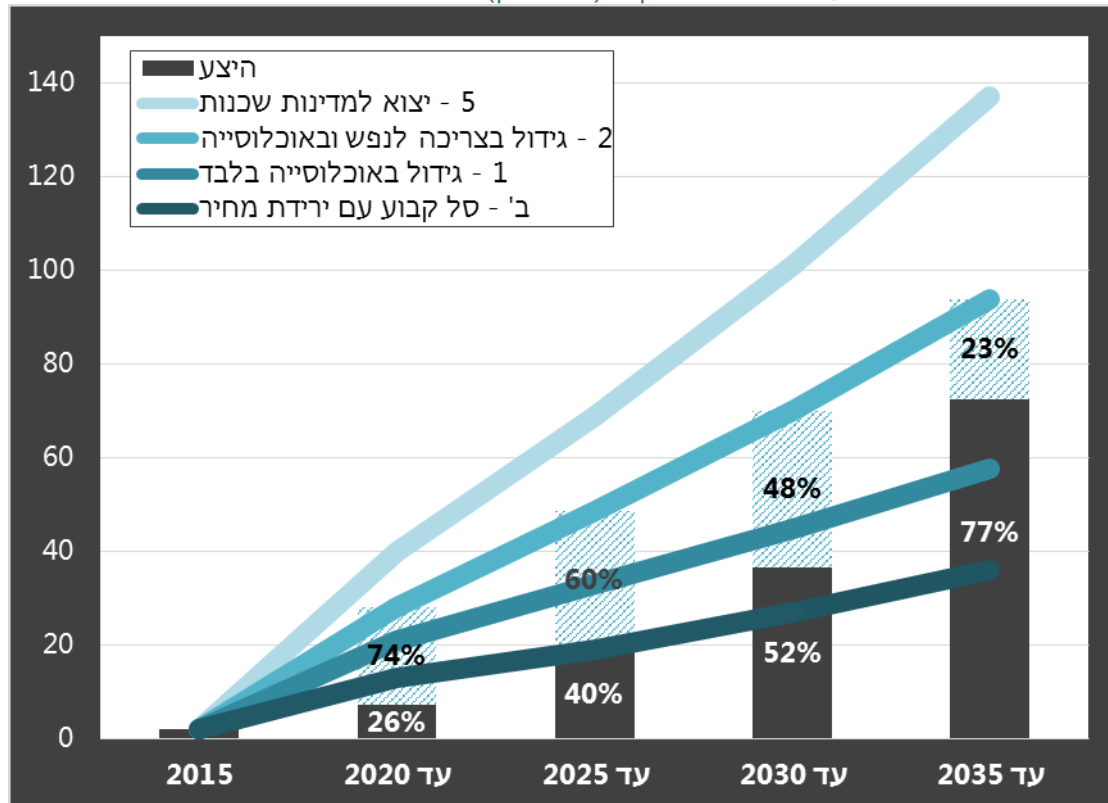
יגיע ל- 77% מהביקוש. משמעות ממצא זה שבהינתן התנאים המתאימים מבחינה כלכלית (כולל התאמת הגנה מיכסית), טכנולוגית ורגולטיבית, יהיה מקום להתרחבות נוספת בפיתוח החקלאות הימית בישראל.

### קיימת התכנות כלכלית לפיתוח משמעותי של ענף החקלאות הימית בישראל.

הניתוח הכלכלי הניב בנוסף ערכים משמעותיים על-פיהם נאמדה השפעת פיתוח הענף על כלכלת ישראל, ביניהם:

- תוספת ערך התפוקה בענף יכולה להגיע מעל ל-2 מיליארד ₪ (בשנת היעד 2035).
- הענף יוכל ליצר מעל ל-2,600 משרות בשנת היעד. למשרות אלו יש חשיבות בעיקר ברמה המוניציפאלית בערים כמו חיפה ואשדוד.
- הערכת התועלות החיצוניות במונחים של חיסכון בפליטות פחמן דו-חמצני (פד"ח), העלתה כי החלפת 10,000 טון בקר ע"י דגים תביא להפחתה של כ- 133.7 אלף טון פד"ח, המהווים 0.2% מכלל פליטות גזי החממה בישראל ושווין עומד על כ-16 מיליון ₪.

תרשים 15- תרחיש היצע מול תרחישי ביקוש (אלפי טון)





## 3 היבטים אקולוגיים- ביולוגיים

### 3.1. סקירה כללית – ביולוגיה ואקולוגיה של הים התיכון לחופי ישראל

מזרח הים התיכון הוא סביבה אקולוגית ייחודית ומורכבת, המשמשת בית גידול למגוון גדול של בעלי חיים ומספקת שירותים רבים, כגון: מזון (דגים) ומים, טיהור פסולת, תיירות, נופש ואנרגיה. ב-50 השנים האחרונות התחוללו שינויים משמעותיים לאורך קו החוף של ישראל כתוצאה מגידול באוכלוסיית ישראל, ועמה עיור אזור החוף, פיתוח תעשיות באזור החוף והקמת מתקני תשתית שונים לאורכו עם הפיתוח המואץ הזה, בעקבות זרימת שפכים מהיבשה, חל גידול בזיהום כימי ואורגני במים הרדודים הסמוכים לחוף.

למרות חשיבותו של הים התיכון עבור ישראל ועל אף השינויים הצפויים במערכת זו כתוצאה מפעילות האדם, המודעות הציבורית והמחקרית למצב הטבע בים התיכון הייתה מועטה, ולכן – נכון להיום הידע עליו דל, והמידע הכמותי חסר (שיינין, 2013).

לאחרונה, עם גילוי עתודות הגז, הפוטנציאל לאיתור עתודות נפט והפיכת הים למקור מים עיקרי בעקבות תכניות ההתפלה בישראל, התפתחו עניין ציבורי ומודעות לחשיבות הבנת מצב הטבע בים התיכון.

עד כה התבצע בים התיכון ניטור חלקי בלבד במספר מסגרות. בעקבות כניסתו לתוקף של 'פרוטוקול מניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים' ( Protocol for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution from Land-Based Sources) של אמנת ברצלונה, נדרשים בעלי היתר הזרמה, כגון תחנות כוח, מרינות, מסופי הזרמה, מתקני התפלה ומוצאי קולחים של התעשייה, לבצע ניטור כימי לניתוח ההשפעות של ההזרמה על הסביבה הימית. החברה לחקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) מבצעת ניטור מתמיד של מספר פרמטרים, אך המידע, הכמותי הזה ברובו איננו זמין לציבור הרחב ולקהילה המדעית. כאן חשוב להוסיף כי גם סיקור מגוון המינים אינו רציף, וישנם תחומים כמו המגוון הביולוגי בים, ניטור סדימנטולוגי (סוגי המשקעים בים) וניטור מיקרוביאלי מוסדר, גם בחופים שאינם חופי רחצה, וכן גם המערכת האקולוגית של הים העמוק שלא נוטרו מעולם בארץ בצורה מסודרת (סטמבלר, 2013).

### 3.2. בתי גידול בסביבה הימית של ישראל

ניתן לחלק את הסביבה הימית לבתי גידול שונים על פי המלצת רשות הטבע והגנים (Yahel & Engert, 2012):

#### 3.2.1. סביבה חופית רדודה בעלת מצע רך (מעומק 0 עד כ-30 מ')

בעקבות פרוטוקול מקורות יבשתיים (LBS) של אמנת ברצלונה ובשל דרישות אסדרה של ה'חוק למניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים, התשמ"ח-1988' מתבצע איסוף ידע מוגבר לניתוח ההשפעות של הזרמת מזהמים פוטנציאליים לים בסביבה החופית. בעלי היתרי הזרמה כגון תחנות כוח, מרינות, מסופי הזרמה, מתקני התפלה ומוצאים של קולחים מהתעשייה נדרשים לבצע ניטור כימי ולהראות שהסביבה הימית לא עוברת שינוי מהותי בעקבות ההזרמה, גם בפן הכימי וגם בפן הביולוגי. ניטור נוסף של החי בקרבת הקרקעית

מתבצע בתדירות נמוכה יותר, אחת לחמש שנים. הניטור מתבצע לאורך כל החוף בישראל ועד לעומק של כ-30 מ'. הוא החל בסוף שנות ה-90, ונעשה חלק מתכנית הניטור הלאומית החל בשנת 2005. תכניות הניטור מבוצעות על-ידי חיא"ל, חברת החשמל וגופים נוספים המנטרים את מוצאי הזרמת השפכים לים במפרץ חיפה, במעגן מיכאל, בהרצליה ועוד. בעקבות הניטור המתמשך הצטבר ידע על פרמטרים כימיים ופיזיקליים של הסביבה החופית, כגון טמפרטורת המים, כמות חומרי ההזנה (נוטריינטים), כימות היצרנות הראשונית (כימות הכלורופיל) ורמת זיהום במתכות כבדות. הפרמטרים הביולוגיים שנאספו במסגרת ניטורים אלה הם מבנה אוכלוסיית הפיטופלנקטון, חסרי חוליות במצע הרך וחיידקים צואתיים.

#### תיבה 6- מילון מושגים

- בנטוס – מגוון בעלי החיים והצמחים שנמצאים על קרקעית הים
- דטריטוס – תוצרי הפעילות הפיסיולוגית של בעלי חיים (לרוב, הפרשות מוצקות
- פוטוסינתזה - תהליך זה הופך אנרגיה אלקטרומגנטית לאנרגיה כימית בתהליך זה מתקיים קיבוע של פחמן דו חמצני ופליטת חמצן
- פיטופלנקטון – אצות וחיידקים בעלי פעילות פוטוסינתטית הנעים עם גוף המים (תלויים בתנועת גוף המים בו הם נמצאים) והם נחשבים ליצרנים ראשוניים בגוף המים
- יצרנות ראשונית- השלב הבסיסי בתחתית פירמידת המזון המתבצע ע"י אורגניזמים פוטו-סינטטיים או כימו-סינטטיים ומספק את כלל האנרגיה למערכת האקולוגית בה הוא מצוי
- זואופלנקטון – בעלי חיים הנעים עם גוף המים (תלויים בתנועת גוף המים בו הם נמצאים)
- רמה טרופית – מיקומו של אורגניזמים מבחינת היררכיה של טורף/ ניטרף בתוך המערכת האקולוגית בה הוא מתקיים
- דגים פלאגיים- דגים הנמצאים בגוף המים

### 3.2.2. חברת הזואופלנקטון

זואופלנקטון הם יצורים פלנקטוניים מיקרוסקופיים והטרופיים (ניזונים מחומר אורגני קיים). יצורים אלה הם הצרכנים הראשונים, ולכן הם חוליה בעלת חשיבות רבה בשרשרת המזון. כמו כן, מבנה חברת הזואופלנקטון הוא מדד לבריאות המערכת האקולוגית (Gannon and Stemberger, 1978). נכון להיום הידע על קבוצה זו מוגבל מאוד במרחב הים התיכון (Pasternak et al., 2005; Siokou-Frangou et al., 2010), ומסתכם באפיון אוכלוסיות הזואופלנקטון באזורים של קפריסין, רודוס ומניפת הנילוס. ניטור קבוע של הזואופלנקטון לא מתבצע בישראל. מקרה יוצא דופן הוא חקר וניטור של זואופלנקטון גלילני, בעיקר מדחות, בשל העניין הציבורי והכלכלי הרב בהן (Benmeir et al., 1990; Brotz and Pauly, 2012; Galil et al., 2009, 2010).

### 3.2.3. טבלאות גידוד

רכסי הכורכר שבשפת הים נתונים לתהליכים של בליה פיזיקלית וביולוגית, המותירה בתחום הפּרִית טבלאות סלע אופקיות המכונות 'טבלאות גידוד' (abrasion platforms). טבלאות הגידוד לאורך החוף המזרחי של הים התיכון יוצרות בית גידול ייחודי, שתשתיתו סלע כורכר מצופה קרום ממקור ביולוגי. החילזון בונה השונית, צינוריר בונה, כנראה נכחד לחלוטין מהחוף הישראלי, ולכן ייתכן שבית גידול זה נמצא בסכנת הכחדה. בד בבד, נצפית השתלטות של מינים זרים פולשים (Galil, 2013; Rilov, 2013).

### 3.2.4. מסלע קשה מיוצב ורכסי כורכר תת-ימיים

בית גידול זה מורכב מרכסי ההרים ש"נוחתים" לסביבה הימית (ראש הכרמל וראש הנקרה) ומרכסי כורכר תת-ימיים. רכסי כורכר אלה נמצאים בטווח עומק קרקעית של 10–130 מ'. אמנם בית גידול זה מכסה פחות מ-10% משטח הקרקעית של המים הטריטוריאליים, אך הוא עשיר בחברת בעלי חיים שמאכלסת את אזור הקרקעית ובמינים המשייטים בים הפתוח (Goren and Galil, 2001). בשל המגוון, המורכבות והערך האסתטי שלהם, רכסי הכורכר בים התיכון משולים לשוניות האלמוגים בימים הטרופיים. במספר נקודות ספציפיות, בעיקר במפרץ חיפה, אופיינו ונספרו בעלי חיים ישיבים בשתי עונות (חורף וקיץ) בשנים האחרונות. נוסף על כך, רכסי הכורכר העמוקים יותר נסקרו במסגרת תמ"א 37/ח' ובמסגרת סקרים שביצעה רשות הטבע והגנים במטרה להגדיר שמורות טבע. הסקרים היו חזותיים בלבד.

יש לציין כי קיימים פערי ידע לגבי בעלי חיים במצע הקשה במים העמוקים מעבר ל-40 מ'.

תמונה 1- מגוון עשיר של בעלי חיים ברכסי הכורכר



(צילום: דן צ'רנוב)

### 3.2.5. גוף המים (the pelagic zone) – אזור הים הפתוח

מכיל את עיקר הביומסה הימית, וחלק משמעותי של התהליכים האקולוגיים מתרחשים בו. עומק בית הגידול הוא אחד המשתנים החשובים ביותר באזור הים הפתוח, והוא משפיע על משתנים מרכזיים כגון עוצמת האור, ריכוז החמצן זמנינות המזון. החלק העליון של המים הוא בית גידול בעל חשיבות גבוהה לעופות הים וכן לבעלי חיים ולצמחים שונים שחיים על פני המים או בקרבתם. חלק גדול מהפרמטרים המאפיינים את גוף המים, כגון אוכלוסיות הפיטופלנקטון, זואופלנקטון וחיידקים החזרו קודם, וגם כאן הידע מוגבל. גוף המים הוא בית גידול לדגים וליונקים ימיים. ניטור היונקים הימיים מתבצע באופן רציף על-ידי מרכז חקר, מידע וסיוע ליונקים בישראל (מחמל") באוניברסיטת חיפה. הארגון מרכז ידע נרחב על תצפיות היונקים הימיים מול חופי ישראל. מבחינת אוכלוסיית הדגים, בשנים האחרונות נאספו נתונים על הדגה בתפיסות של דייגי המכמורת (Edelist et al., 2013; Edelist et al., 2011). קבוצות דגים רבות, בעיקר של דגים שקשורים בשלב מסוים של מחזור החיים למצע קשה, אינן נסקרות באופן רציף. מספר מועט של סקרים בעזרת צוללים נעשו על-ידי חיא"ל. אחד הדגשים העיקריים של עבודות אקדמיות הוא ההגירה של מינים מים סוף לים התיכון (Edelist et al., 2013; Golani, 1998, Golani & Levy, 2005). ידע על קבוצות דגים

מסוימות, כגון כרישים ומחבטנים, התחיל להצטבר בשנה האחרונה בעקבות מחקרים חדשים באוניברסיטת חיפה. עד עתה לא נעשו מחקרים בהיקף רחב הכוללים תיוג ומעקב של אוכלוסיות הדגים במטרה להבין את הביו- גאוגרפיה שלהן (לדוגמא, Azzurro et al., 2013).

#### **תיבה 7- הגנה על כרישים ובטאים (חתולי הים) בים התיכון**

לאחרונה הוגשה **תכנית לאומית להגנה של כרישים ובטאים בים התיכון**, שתוכננה על ידי עמותת אקוואוושן והוכנה בעבודה משותפת עם אנשי אקדמיה, רשות הטבע והגנים (רט"ג) ואגף הדייג במשרד החקלאות.

הכרישים והבטאים הם טורפי-על מרכזיים במערכת האקולוגית והתדלדלות אוכלוסיותיהם בים עלולה לגרום להפרה של האיזון האקולוגי הנשמר במארג המזון הימי ולקריסה של אוכלוסיות בעלי החיים הימיים. הם נחשבים כקבוצה בסכנת ההכחדה הגבוהה ביותר בקרב החולייתנים.

דייג של כרישים ובטאים בישראל אינו חוקי, אך, למרות זאת, דייג מכוון ובלתי מכוון מתקיים. בנוסף, תשתיות ומתקנים פוגעים אף הם בבית הגידול הטבעי של בעלי חיים אלו וחושף אותם למזדמנים אשר בשל מאפייניהם הביולוגיים הם נוטים במיוחד לצבור בגופם.

תכנית הפעולה להגנה על כרישים ובטאים בים התיכון בישראל כוללת שלושה יעדים עיקריים:

-שיפור החקיקה להגנה על כרישים ועל בטאים ותיאומה;

-יצירת אכיפה יעילה בנושא ההגנה לאוכלוסיות הכרישים והבטאים בישראל;

-הגנה על בתי גידול חיוניים לכרישים ולבטאים במסגרת הגנה על בתי גידול ימיים

בעלי חיים אלה נמשכים לכלובי הדגים בגלל ריכוז המזון סביבם ולעיתים, ניתן למצוא עשרות פרטים באזור הכלובים. אולם, התרכזות כרישים סביב כלובי הדגים בים עלולה לגרום לנוזק לענף חקלאות זה, לנוזק לסביבה האקולוגית ואף לפגיעה באדם (בגלל התנייה בין אספקת המזון בכלובים והאדם). באמצעות ממשק גידול ותברואה נכון ניתן להקטין את המשיכה של כרישים לכלובי הדגים ולצמצם את ההשפעות ההדדיות. במסגרת תכנון מפורט של הצבה ותפעול כלובי דגים, יש להתחשב בסוגיה זו.

### **3.2.6. הים העמוק**

חקר הים העמוק מוגבל מאחר שמסיבות טכניות קשה לדגום אותו, ובשל כך חסרים נתונים על סביבה זו - לא רק מול חופי ישראל, אלא גם ברמה העולמית. מצד שני, היקף חקר הים העמוק גדל בשנים האחרונות, וישנה התעניינות רבה של הקהילה המדעית ושל הציבור בסביבה ייחודית זו, שמאופיינת במערכת אקולוגית ייחודית ובמשאבי טבע רבים. לפני מספר עשורים נחשב הים העמוק למדבר חסר חיים, אך התמונה השתנתה עם מציאת מערכות חיים מורכבות שיוצרות ביומסה אדירה ללא אור, כגון נביעות הידרותרמיות (Corliss and Ballard, 1977), נביעות גז (Vanreusel et al., 2009) ושוניות אלמוגים עמוקות (Roberts et al., 2006). ניסיונות ראשונים לאפיין את מגוון בעלי החיים בים העמוק נעשו בין השנים 1998 ל-1999 (Galil, 2004), כאשר בעלי חיים בשתי תחנות בעומקים של 734 ו-1,558 מ' נאספו על-ידי גרירת רשת על הקרקעית. נוסף על כך, צולמו בעלי החיים על הקרקעית הים ליד קפריסין בעומק של 2,900 מ'. הסקר יצר רשימה חלקית של בעלי חיים של קרקעית הים העמוקה, מאחר שהצילום היה מוגבל רק לבעלי חיים גדולים. בשנים 2010-2011 אוניברסיטת חיפה שיתפה פעולה עם Ocean Exploration Trust ועם אוניברסיטת רוד איילנד וביצעה סקרי וידאו באיכות HD בעזרת רובוטים של הספינה נאוטילוס. מלבד סקרי הווידאו נדגמו במהלך ההפלגה גם בעלי חיים, המצע הרך ודגימות של המצע הקשה. בסקרים נתגלו סביבות ייחודיות, כדוגמת נביעות גז ושוניות עמוקות עם אלמוגים שחורים ורכים.

תמונה 2- בתי גידול בים העמוק



(צילום: דן צ'רנוב)

בעקבות ההפלגה פורסמו מחקרים בודדים (Coleman et al., 2011; Rubin-Blum et al., 2014a, 2014b, 2014c, 2014d), שמתארים בעיקר את הסביבות הייחודיות, מגדירים מספר מצומצם של מיני בעלי חיים בשיטות מולקולריות, ובוחנים תהליכים מיקרוביאליים בפני השטח של המצע הרך. הידע שהצטבר עד כה מועט, ויש צורך במחקר נוסף בעל היקף משמעותי בכדי לאפיין בית גידול זה.



## תיבה 8- השימוש באנטיביוטיקה בחקלאות ימית

[תקציר ממסמכים שהוכנו ע"י ד"ר אנג'לו קולורני, חוקר מחלות דגים וד"ר חנה הרשקו, וטרינרית של חברת דגים. רשימת הספרות המצוטטת נמצאת ברשימת הספרות הכללית למסמך]

**אנטיביוטיקה בחקלאות ימית:** יש מספר מוגבל של אנטיביוטיקות מאושרות לשימוש בדגי מאכל במדינות שונות. רק 3 תרופות אנטי-בקטריאליות אושרו בארה"ב על ידי ה-FDA (מינהל התרופות והמזון) לשימוש וטרינרי בחקלאות מים: Florfenicol, Oxytetracycline וכן- Sulfadimethoxine/ ormetoprim. 2. חומרים נוספים, Sarafloxacin ו-Erythromycin מורשים על-ידי (FAO ארגון המזון והחקלאות) (Hernández-Serrano 2005). אנטיביוטיקות לדגים בכלובים ניתנות בד"כ באמצעות מזון יבש (כופתיות), ובפיקוח של רופא וטרינרי מורשה. קצב ההתפרקות והעלמות האנטיביוטיקה מרקמות הדגים משתנה והוא תלוי גם בטמפרטורת מי הגידול. הדרישות של משך פינוי החומרים האנטיביוטיים מרקמות הדגים, טרם שיווקם, משתנות בין המדינות. כלל אצבע לקביעת זמני הפינוי הוא 500 ימי-מעלות. כך שבמים בטמפרטורה של 25°C ידרשו כ-20 ימים. המחמירים בנושא הפינוי של חומרים אנטיביוטיים מרקמות הדגים הראו שבמקרים מסוימים אף 500 ימי-מעלות אינם מספיקים (Treves-Brown 2000).

**הישארות ופירוק אנטיביוטיקה בסביבה:** נוכחותן של שאריות אנטיביוטיקה בסביבה קשורה לבידוד המטופלת, משך השימוש, מינון, חילוף החומרים, דפוס הפרשה וגורמי פיזור. למרות שבשימוש וניהול באמצעות טיפולים מזדמנים ההשפעה הסביבתית של אנטיביוטיקה יכולה להיות זניחה (Coyne et al. 2001), חומרים אנטיביוטיים מסוימים נוטים להתפרק לאט יותר, וזאת במיוחד בטמפרטורה נמוכה, בחושך ו/או בבוץ (Jacobsen and Berglind 1988). תנאים אלו קיימים לעתים קרובות בכלובי דגים בים. לדוגמה, oxytetracycline, oxolinic acid ו-flumequin, ניתנים לזיהוי במשקעים לפחות 6 חודשים לאחר השימוש בטיפול בכלובים בים (Weston 1996) ובנסיבות מסוימות, שאריות של sulfas ו-quinolones יכולות להימדד גם מעל לשנה (Zuccato et al. 2004). ניתן לזהות חומרים אנטיביוטיים גם בשרשרת המזון (למשל, ברכיכות מסוננות-מזון ליד הכלובים, Capone et al. 1996). חומרים תרופתיים במים יכולים להתפרק בתהליכים א-ביוטיים (חימצון ע"י אור או הידרוליזה) או בתהליכים ביוטיים (חיידקים אירובים או אנאירובים). ואולם, חומרים אנטי-בקטריאליים הנוכחים בפסולת דגים מעכבים את הפעילות המיקרוביאלית במשקעים, וגורמים להפחתה בקצב הפירוק האירובי של חומרים אורגניים על ידי המיקרופלורה הסביבתית (Hansen et al. 1992). בכך הם גורמים גם לשיבושים במבנה הפאונה המיקרוביאלית בקרקעית הים בסביבת חוות הדגים (Chelossi et al. 2003).

**התפתחות זני חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה:** שימוש אינטנסיבי או ממושך באנטיביוטיקה, ובעיקר השימוש החוזר באותה האנטיביוטיקה מקדם התפתחות חיידקים עמידים (Tsoumas et al. 1989; Lewin 1992; De Paola et al. 1995). אלו עלולים לגרום לעמידות מלאה של אוכלוסיות חיידקים (Sorum 1998). למשל, במשקעים ליד החוות בהן נעשה שימוש במינון גבוה של אנטיביוטיקה נמצאו באופן משמעותי יותר חיידקים עמידים לאותה אנטיביוטיקה מאשר במשקעים בחוות בהן נעשה פחות שימוש באנטיביוטיקה. יתירה מזאת, דיווחים מראים כי בדגים המטופלים נמצאו חיידקים עם עמידות גבוהה לאנטיביוטיקה (Herwig et al. 1997; Schmidt et al. 2000, Zorrilla et al. 2003).

**היבטים נמותיים:** הפתרון המעשי להפחתת השפעת אנטיביוטיקה הוא דילול החומרים בכמויות מים עצומות. ההנחה היא שהמים המדללים נמצאים באספקה כמעט בלתי מוגבלת וכי האנטיביוטיקה המדוללת איננה מזיקה.

השימוש באנטיביוטיקה בשנים האחרונות בחווה בים פתוח הוא של ק"ג בודדים (חומר פעיל) בשנה ובמספר פעמים בודדות במהלך שנה. לא נעשה שימוש באנטיביוטיקה כטיפול פרופילקטי. מעבר לכך, ישנה מגמה של הפחתת השימוש באנטיביוטיקה בחקלאות מים בעיקר בגלל שימוש מוגבר בחיסונים. למותר לציין כי אין שימוש בהורמונים באף אחד משלבי הגידול בכלובים בים.

**מסקנות והמלצות:** למרות שאין היום חלופה יעילה לטיפול בתחלואה בקטריאלית, יש להעלות את המודעות אצל המגדלים לקשיים ששימוש תכוף באנטיביוטיקה עלול לעודד את הגישות הבאות:

- היגיינה ואמצעים סניטריים הם עדיין "הטיפול" הטוב ביותר בחקלאות מים
- יישום שיטות גידול הממזערות את התעוקה בדגים ואת הסיכוי שזיהומים הדורשים טיפול אנטיביוטי יתרחשו
- הפחתה משמעותית של צפיפות והסרה מיידית מהמערכת של דגי המראים סימנים קליניים של זיהום
- יש להשתמש באנטיביוטיקה אך ורק למטרות טיפוליות ולא מונעות

### 3.3. מידול השפעת כלובי הדגים על המערכת האקולוגית החופית-

#### פלאגית בישראל

הדגה הימית בשנים האחרונות הגיעה למצב ניצול יתר כלל עולמי (Swartz et al. 2010), בעיקר בשל דייג יתר עקב גידול באוכלוסיה וצריכה מוגברת של דגים. בישראל נצרכים מידי שנה כ 100,000 טון דגים בשנה (במונחי דג שלם) כאשר 30% מתוכם מסופקים על ידי תעשיית הדייג, חקלאות המים הפנימיים, החקלאות הימית המקומיות והשאר על יבוא (ראה פרק 1.3.4. בנייתוח הכלכלי). מכלל ההיבטים שצויינו לעיל (לרבות, הקטנת יבוא והגדלת בטחון מזון, הקטנת הלחץ ע"י דייג, פתוח ענף מבוקר ועוד) יש עניין רב להגדיל את התוצרת שמקורה בחקלאות ימית המתבססת על גידול בכלובים לשימוש מקומי (ואולי אף לייצוא). עם זאת, קיים חשש מנזק סביבתי ופגיעה בבתי גידול טבעיים, עקב העתרה הנובעת מעודפי הזנה והפרשות הדגים (Grigorakis and Rigos 2011)

העתרה (אאוטרופיקציה) היא תהליך טבעי או הנובע מפעילות האדם המאופיין בפריחת אצות מסיבית בשל זמינות נוטריינטים גבוהה (Anderson et al. 2002). פריחות אלו בסופו של דבר מתמוטטות ומפורקות על ידי חיידקים, תהליך המפחית את ריכוז החמצן בסביבה ומשפיע על כלל הפאונה (Dortch et al. 2001). עודף נוטריינטים כמו ניטראט (NO<sub>3</sub>) ופוספאט (PO<sub>4</sub>) יוצר הפרעות במערכות מימיות, ולעיתים אף מסכן את המערכת כולה (Bell et al. 1989) ואף גורם לתחלואות האדם (Ferreira et al. 2007). בישראל, מקורות נוטריינטים אנתרופוגניים יכולים להיות יבשתיים (Hyams-Kaphzan et al. 2009) או, כאמור, ימיים שמקורם בחקלאות ימית (Lupatsch and Kissil 1998).

אגן מזרח הים התיכון נחשב לאוליגוטרופי במיוחד (Berman et al. 1984), במיוחד לאחר סכירת הנילוס בשנות השישים של המאה שעברה (Krom et al. 2004; Nixon 2003), שהיווה המקור הטבעי העיקרי לנוטריינטים למזרח הים התיכון (Nixon 2003). ולכן, יש חשיבות בבחינת השאלה מה עלולות להיות ההשפעות של הפרשת נוטריאנטים כתוצאה מגידול דגים בחקלאות ימית בכלובים בים הפתוח של ישראל.

לפי הערכות משרד החקלאות, התפוקה השנתית של אתר כלובי הדגים בים פתוח תהיה בקירוב ובמוצע כ 1,000 טון דגים לשנה לכל קמ"ר של האתר. בהתחשב במקדם ניצולת מזון של 1.8 (טון מזון/טון דגים) ובהפרשת חנקן בשיעור של כ 5% ממשקל המזון היבש שניתן לדגים, מתקבל שטף הפרשה של כ 0.27 טון חנקן לקמ"ר ליום. העבודה שלהלן בחנה תרחיש אפשרי של הגדלת התוצרת ל 100,000 טון לשנה באמצעות הגדלת מספר חוות כלובים, והשפעת ההעשרה בנוטריינטים על הסביבה הימית.

נבנו שני מודלים המתארים את המים החופיים של ישראל:

- **מודל NPD דינאמי** - הראשון הוא מודל ביוגיאוכימי של חברת פיטופלנקטון דינאמי בעל 0-מימדים (nutrient-phytoplankton-detritus - NPD) המתאר את תגובת הפיטופלנקטון המקומי להעשרה בנוטריינטים, היכולה להיגרם מתוספת גידול דגים בחקלאות ימית.

▪ **מודל Ecospace** - המודל השני הוא מודל אקוסיסטמי פלאגי-חופי בשני מימדים באיזורים בהם יש ויהיו כלובי דגים ומראה כיצד תוספת כלובי דגים תשפיע על המערכת הטרוֹפית.

שני המודלים בודקים האם הוספה של גידול דגים בכלובי חקלאות ימית באיזורים המיועדים בחוף הישראלי ישנה את אופי מארג המזון של המערכת. באמצעות תרחישים שונים, אפשר לתכנן את התעשייה הזו בצורה אקולוגית ולצמצם השפעות אפשריות.

### 3.3.1. אתר המחקר - נתונים נלקחו מאיזור כלובי הדגים ממול אשדוד

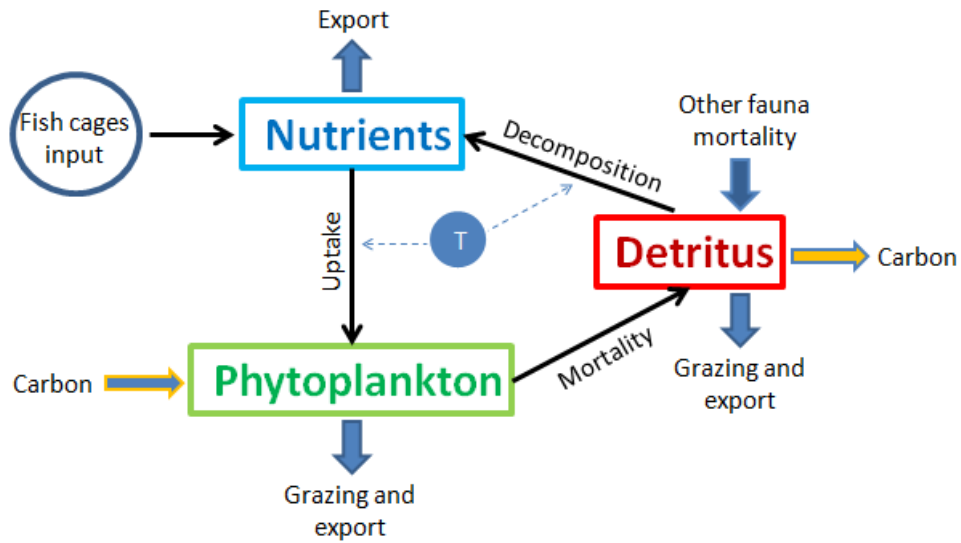
אתר החקלאות הימית בים הפתוח הקיים היום ממוקם כ-12 ק"מ מערבית לאשדוד. באתר פועלים כיום מספר כלובי דגים בהיקף מצומצם של מאות טון/שנה. היקף הייצור המתוכנן באתר זה עומד על כ-10,000 טון/שנה בשטח של 6,000 דונם ועוד כ-2,000 טון בשטח של 8,000 דונם, בסה"כ כ-12,000 טון בשטח כולל של 14,000 דונם ברוטו (כולל שטח למעבר ספינות כ-800 דונם ושטח המיועד למחקר ופיתוח כ-350 דונם). לצורך התחשיב הונח כי היקף הייצור ליחידת שטח הוא 1 טון לדונם לשנה או 1,000 טון לקמ"ר לשנה.

### 3.3.2. מודל NPD דינאמי

על מנת לתאר את השפעת שטפי הנוטריינטים על חברות פייטופלנקטון, יצרנו מודל 0-מימדים דינאמי של נוטריינטים-פייטופלנקטון-דטריטוס (NPD) (תרשים 16). הנוטריינטים מייצגים תרכובות חנקן אנאורגאני ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , וכולי). המודל בנוי משלושה משתנים וחמש משוואות (משוואות 1-5). שלושת המשתנים הם: נוטריאנטים, (Nut) פייטופלנקטון (PP) ודטריטוס (Det). המודל מתאר גדילת הפייטופלנקטון, המורכב מחברת אצות ומיקרואורגניזמים פוטוסינתטיים, על פי תיאוריית מונוד (Monod 1949), בו גדילתם תלויה בריכוז הנוטריינטים בסביבה. הגדילה תלויה גם בטמפרטורה, לה נקבע אופטימום ב- $20^{\circ}\text{C}$ . בנוסף, מחושב משקל הפחמן הנוסף בצורה סטויכיומטרית ביחס לפייטופלנקטון. הביומסה של הפייטופלנקטון מווסתת על ידי מוות טבעי וליחוך על ידי רמות טרופיות גבוהות וגם על ידי הסעה החוצה מן המערכת (למשל על ידי זרמים). שינוי בריכוז הנוטריינטים נתרם על ידי השטף הנגרם מכלובי הדגים, צריכה על ידי פייטופלנקטון, פירוק דטריטוס, התלוי בטמפרטורה והסעה מחוץ למערכת. דינמיקת הדטריטוס נקבעת על ידי קצבי המוות של הפייטופלנקטון ומוות של פאונה אחרת במערכת, קצב פירוק הדטריטוס, הכולל הפסד פחמן סטויכיומטרי, צריכת דטריטוס על ידי אוכלי רקבובית והסעה מחוץ למערכת. תרשים 16 מתאר את מבנה המודל וטבלה 15 מסכמת את כל המשתנים, הפרמטרים וערכם.

<sup>7</sup> דטריטוס – חומר רקב אורגאני.





טבלה 15- תיאור וערכי המשתנים והפרמטרים של המודל

Symbol	Definition	Value	Units
$PP$	Phytoplankton community biomass		tons Km <sup>-2</sup>
$Nut$	Nutrients concentration (without carbon)		tons Km <sup>-2</sup>
$Det$	Detritus		tons Km <sup>-2</sup>
$\mu_{PP}$	Phytoplankton maximum specific growth rate	0.2	d <sup>-1</sup>
$T$	Temperature	Seasonal	°C
$K_m$	Monod constant	0.08	tons Km <sup>-2</sup>
$m$	Phytoplankton mortality rate	0.1	d <sup>-1</sup>
$\epsilon_{PP}$	Phytoplankton export to higher trophic layers	0.4	d <sup>-1</sup>
$FC_{in}$	Fish cages derived nutrient flux	0.27	tons N Km <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>
$\delta$	Detritus decomposition rate	0.2	d <sup>-1</sup>
$\tau_{PP}$	Temperature coefficient of phytoplankton growth rate	0.005, 0.05	°C <sup>-2</sup>
$\tau_{Det}$	Temperature coefficient of detritus decomposition	0.05	°C <sup>-1</sup>
$\epsilon_{Nut}$	Nutrient export out of the system	0.1	d <sup>-1</sup>
$\epsilon_{Det}$	Detritus export by detritivores and out of the system	0.1	d <sup>-1</sup>
$fauna_m$	Detritus originated in other fauna mortality	30	tons Km <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>

$$\frac{dPP}{dt} = (1 + 92/8) \cdot PP \cdot \mu_{PP} \frac{Nut}{Nut + K_m} \cdot f_{PP}(T) - mPP - \varepsilon_{PP} PP \quad (1)$$

$$f_{PP}(T) = e^{-\tau_{PP}(T-20^\circ)^2} \quad (2)$$

$$\frac{dNut}{dt} = FC_{in} + \delta \cdot Det \cdot f_{Det}(T) - PP \cdot \mu_{PP} \frac{Nut}{Nut + K_m} \cdot f_{PP}(T) - \varepsilon_{Nut} Nut \quad (3)$$

$$f_{Det}(T) = e^{\tau_{Det} T} \quad (4)$$

$$\frac{dDet}{dt} = fauna_m + mPP - (1 + 92/8) \cdot \delta \cdot Det \cdot f_{Det}(T) - \varepsilon_{Det} Det \quad (5)$$

המודל הזה איננו מרחבי ולכן אין בו היבטים גיאוגרפיים. המודל נכתב ב- Matlab, רץ למשך שנתיים כאשר שטף הנוטריינטים הנגרם מכלובי הדגים הוכפל לאחר 200 יום. בהרצה נוספת, השטף הוכפל פי 10.

המודל מתאר למעשה את המתרחש בתוך קילומטר מרובע בו מתבצע גידול של דגים בכלובים ואת הדינמיקה של שלושת המשתנים – נוטריאנטים, פיטופלנקטון ודטריטוס.

### 3.3.3 מודל Ecospace – באמצעות תכנת EwE

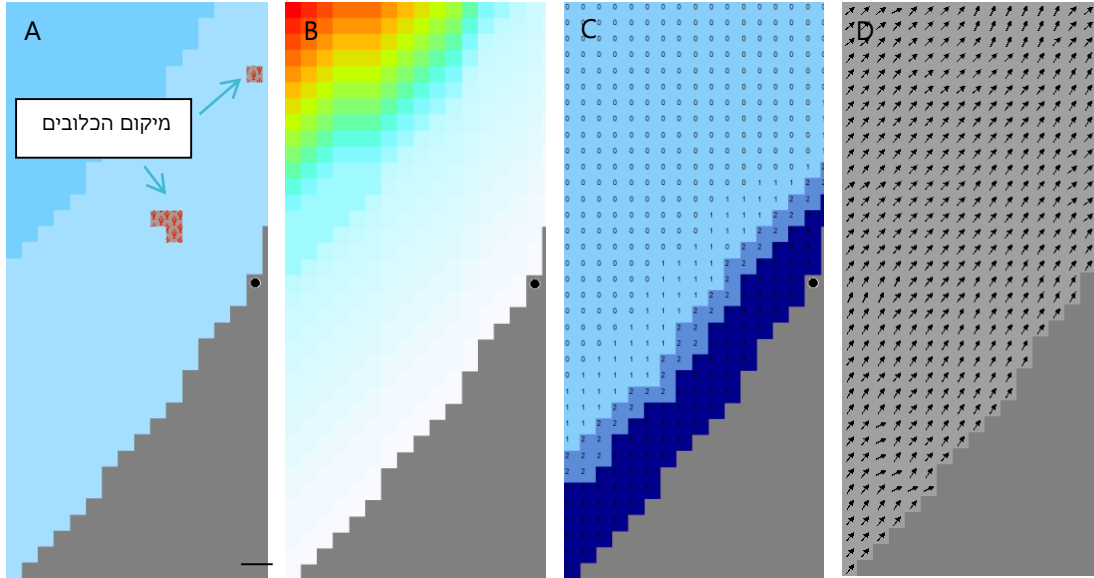
על מנת לתאר מערכת אקולוגית חופית של גוף המים (פלאגית) ואיך היא תושפע מהוספת כלובי דגים, נבנה מודל באמצעות תוכנת Ecospace with Ecosim with Ecopath extension (EwE, [www.ecopath.org](http://www.ecopath.org)) (Walters et al. 1997), version 6.4.3.

יחסי הגומלין בין הקבוצות הפונקציונאליות (קבוצה של מינים בעלי תכונות אקולוגיות משותפות, ראה טבלה 16) מתוארים על ידי סידרה של משוואות לינאריות, כל אחת מתארת את היצרנות P של כל קבוצה. הוגדרו תשע קבוצות פונקציונאליות המייצגות את כל הרמות הקרופיות: דגים בכלובים, דגים פלאגיים גדולים, דגים פלאגיים קטנים, בנתוס, זואופלנקטון, בקטריות, פיטופלנקטון (כללי), דיאטומאות ודטריטוס. נבנה מודל בסיס באמצעות Ecopath (טבלה 16). חלק מהנתונים נאספו מהאי כרתים, יוון. נתונים אלה הותאמו לתנאים בישראל (על ידי חלוקתם כמפורט בטבלה 16) מכיוון שהביומסה שם גבוהה יותר בשל יצרנות גבוהה יותר (גדעון גל, בעל פה).



לבית הגידול "כלובי הדגים". בין תאי הרשת יש הגירה או הסעה על ידי זרמים שהוגרו לפי תרשים D17. המודל הורץ לתקופה של שלוש שנים עם שלושה תרחישים שונים: (1) כלובים מול אשדוד על שטחם הנתון; (2) הכלובים הקיימים היום ובתוספת חווה עתידית-היפותטית; (3) הכלובים הקיימים היום ובתוספת מספר חוות עתידיות עם שטח כולל של פי עשרה מהשטח הנתון היום.

תרשים 17- מפה בסיסית של איזור הנלמד, רוחב וגובה כל תא הוא 2.775 Km

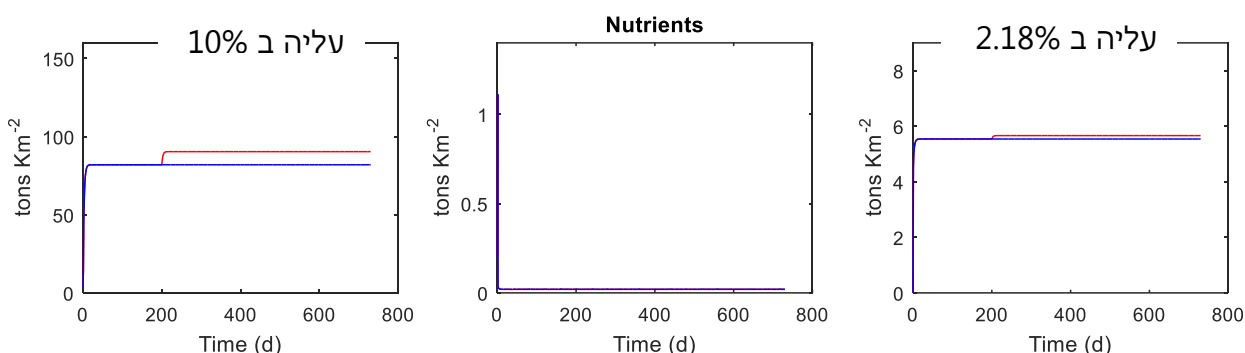


- A- בתי הגידול לפי תרחיש (2);
- B- מפה בתימטרית, הצבעים מתארים עומק יחסי (מגוון בהיר ביותר המייצג עומק של 10 מ' עד לגוון אדום המייצג 800 מ');;
- C- יצרנות ראשונית, הצבעים מתארים יצרנות ראשונית יחסית (0-3);
- D- זרמים.

### 3.3.4 תוצאות השימוש במודל NPD

המצב הראשון שנבחן מתאר מצב בו הטמפרטורה קבועה ל- 20°C. כאשר מכפילים את שטף הנוטריינטים מהכלובים ביום 200 (תוספת של 100%), הנוטריינטים נצרכים מיד על ידי פיטופלנקטון והביומסה של הפיטופלנקטון גדלה ב- 10 אחוזים (תרשים 18). מכיוון שיש יצוא עבור רמות טרופיות גבוהות יותר, אנו מאמינים שהביומסה של הרמות הגבוהות יותר תגדל גם כן. ניתן לראות זאת בביומסה של הדטריטוס, אשר מחזת גם ממוות של פאונה שאיננה פיטופלנקטון, שעולה ב- 2.18 אחוזים.

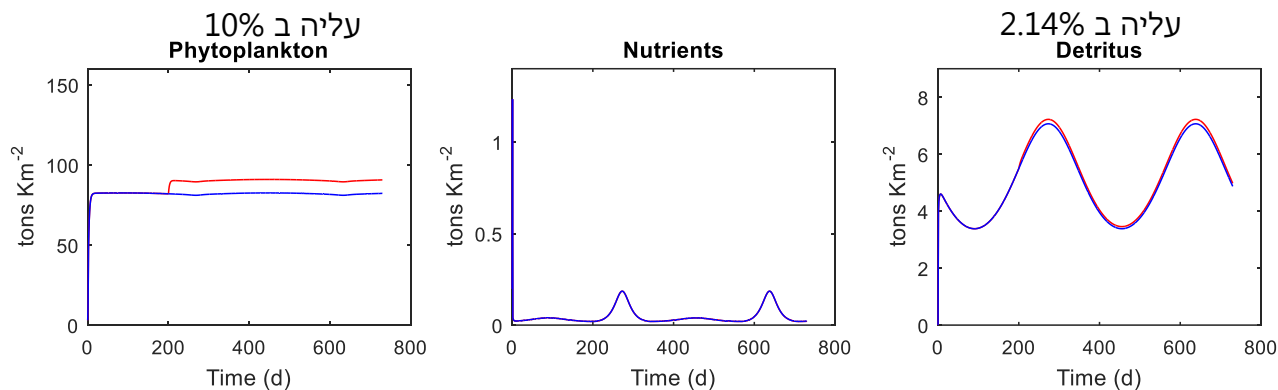
תרשים 18- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים כפול (בטמפרטורה קבועה על 20°C)



העקומה הכחולה מייצגת את המערכת עם שטף נוטריינטים הנובע מכמות כלובי הדגים היום, העקומה האדומה מייצגת הכפלה בכלובי הדגים ביום 200, העקומה הכחולה ללא שינוי בכלובים הקיימים.

המצב השני שנבחן מניח כי ישנה משרעת של טמפרטורה במהלך השנה. קצב פירוק הדטריטוס הוא ביחס ישר לטמפרטורה והפיטופלנקטון מגיב לטמפרטורה אופטימלית בקצב בגדילה שלו בטמפרטורה 20°C, כלומר, בטמפרטורות גבוהות או נמוכות מ- 20°C, קצב הגדילה יהיה נמוך יותר מזה שבטמפרטורת האופטימום. כמו במצב הראשון, כאשר מכפילים את שטף הנוטריינטים שמקורו בכלובים ביום 200, הנוטריינטים נצרכים מיידית על ידי הפיטופלנקטון והביומסה שלו עולה ב- 10 אחוזים חו של הדטריטוס ב- 2.14 (תרשים 19).

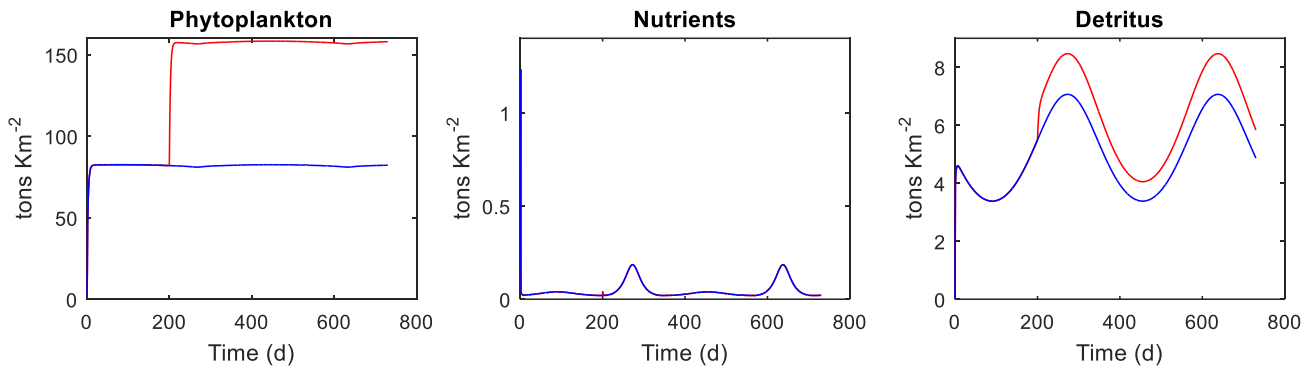
תרשים 19- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים כפול (הטמפרטורה נעה בין 15°C בפברואר ל- 30°C באוגוסט)



העקומה הכחולה מייצגת את המערכת עם שטף נוטריינטים הנובע מכמות כלובי הדגים המתוכננת היום, העקומה האדומה מייצגת הכפלה בכלובי הדגים ביום 200, העקומה הכחולה ללא שינוי בכלובים הקיימים.

בגלל שהאופי של המודל הוא הגעה לשיווי משקל יציב בזמן, גם כאשר שטף הנוטריינטים הנגרם מכלובי הדגים הוכפל פי 10 ביום 200 (תוספת של 1,000%), כייצוג לתפוקת 100,000 t y<sup>-1</sup>, הנוטריינטים נצרכו מיד על ידי הפיטופלנקטון והביומסה שלו עלתה ב- 91.85 אחוזים (כמעט הוכפלה), חו של הדטריטוס ב- 19.8 אחוזים (תרשים 20).

תרשים 20- תוצאות המודל עבור שנתיים, שטף נוטריאנטים פי 10 (הטמפרטורה נעה בין 15°C בפברואר ל- 30°C באוגוסט)



העקומה הכחולה מייצגת את המערכת עם שטף נוטריאנטים הנובע מכמות כלובי הדגים היום, העקומה האדומה מייצגת הכפלה פי 10 בכלובי הדגים ביום 200, העקומה הכחולה ללא שינוי בכלובים הקיימים.

### 3.3.5. תוצאות השימוש במודל Ecospace של EwE

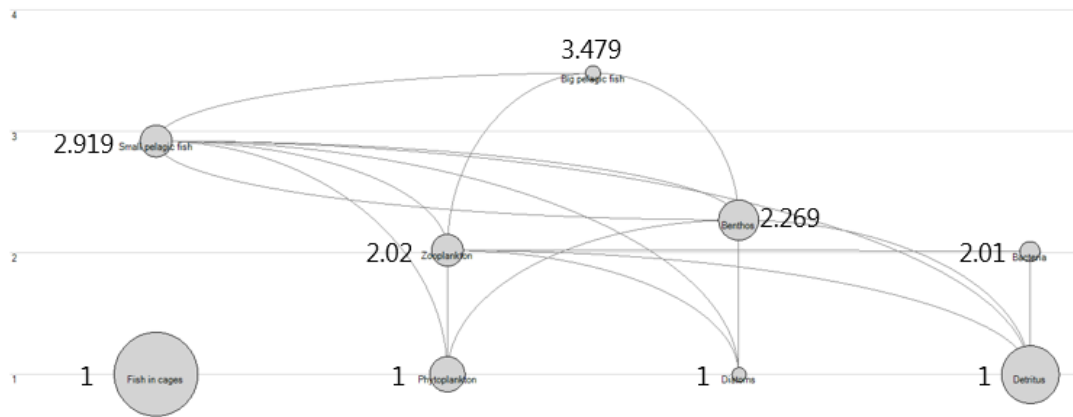
יצרנו מודל בסיס ב- Ecopath המציג מאזן מסות (טבלה 17). תרשים 21 הוא דיאגרמה המציגה את הרמות הטרופיות של הקבוצות הפונקציונאליות, כאשר הדגים הפלאגיים הגדולים בראש מארג המזון, מתחתם דגים פלאגיים קטנים, בנתוס, זואופלנקטון ובקטריות, הפיטופלנקטון (כולל דיאטומאות) והדטריטוס יוצרים את הבסיס. כלובי הדגים אינם קשורים לאף קבוצה פונקציונאלית ולכן אינן חלק מהמארג.

טבלה 17- נתונים והערכות בסיסיות למודל EWE

	Trophic level	Biomass (t Km <sup>-2</sup> )	P/B (y <sup>-1</sup> )	Q/B (y <sup>-1</sup> )	EE	P/Q
Fish in cages	1	400	2.778	4.66	0.9	0.596
Big pelagic fish	3.479	0.343	0.8385	5.6256	0.733	0.213
Small pelagic fish	2.919	2.2	1.3472	8.0237	.652	0.499
Zooplankton	2.02	2.25	28.42	83.8	0.19	0.339
Benthos	2.269	5.47	1.8146	10.0075	0.991	0.181
Phytoplankton	1	3.03	84.12	-	0.719	
Diatoms	1	0.3	80	-	0.921	
Bacteria	2.01	0.603	15	25.29	0.226	0.593
Detritus	1	31.44	-	-	0.064	

P – יצרנות (קצב העלאה בביומסה), Q – צרכנות (קצב המרת מזון, כלומר, כמה מזון נצרך בשנה), EE – יעילות אקוטרופית (החלק מהיצרנות שעובר במערכת לרמות הטרופיות מעל), P/B – יצרנות לביומסה (שקול לקצב תמותה), Q/B – צרכנות לביומסה, P/Q – יצרנות לצרכנות (יעילות המרת מזון גולמית).

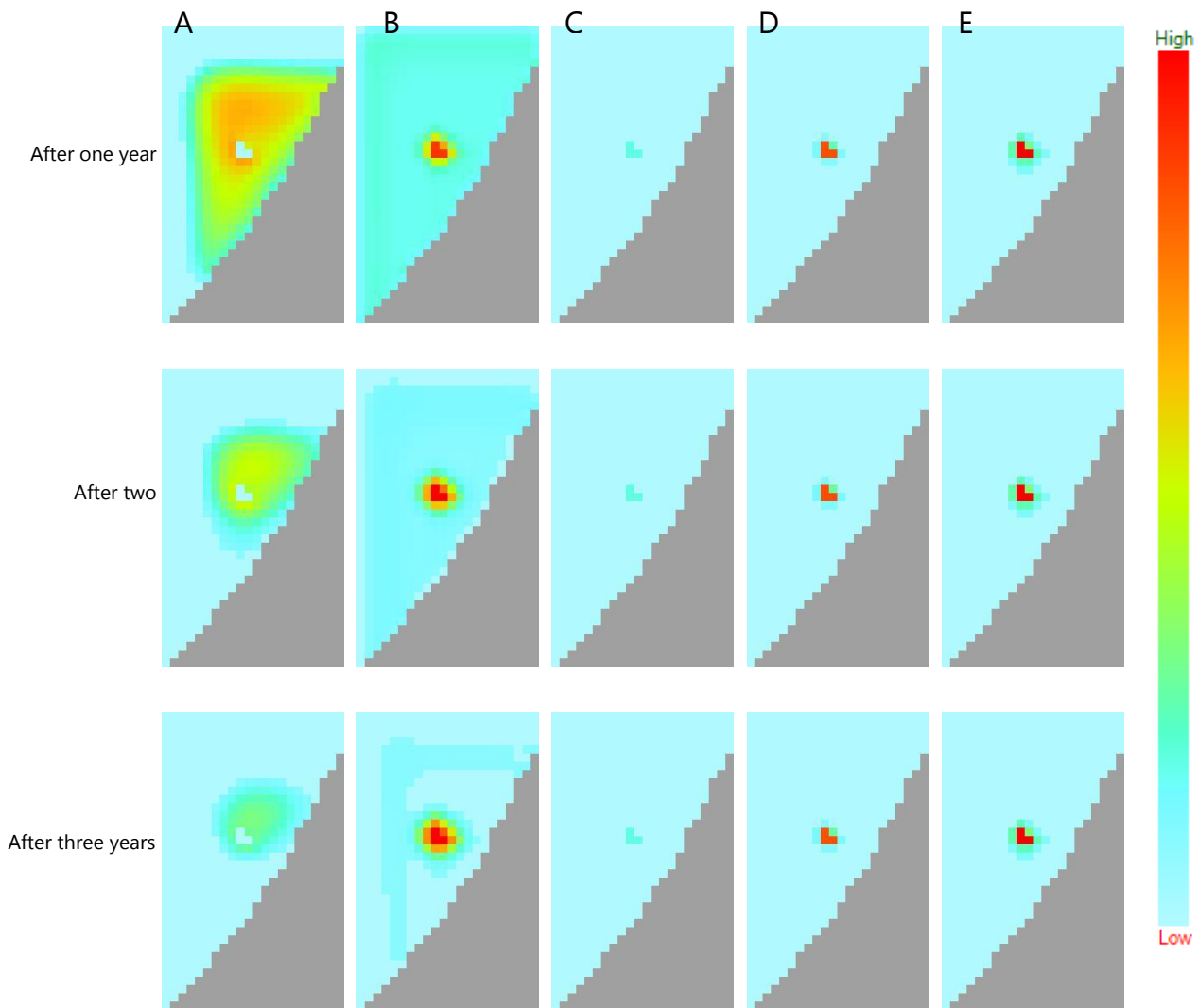
תרשים 21- תוצאת החישוב של דיאגרמת רמות טרופיות ע"י שימוש במודל EwE



דגים בכלובים - 1, דגים פלאגיים גדולים - 3.479, דגים פלאגיים קטנים - 2.919, בנתוס - 2.269, זואופלנקטון - 2.02, בקטריות - 2.01, פיטופלנקטון - 1, דיאטומאות - 1, דטריטוס - 1.

החווה מוקמו בשני איזורים: במיקום הנוכחי ובשטח זהה לשטח החווה הקיימות באשדוד, ועוד חווה עתידית-היפותטית בגודל הקטן פי 3 מזו באשדוד. התוצאות המרחביות מוצגות באופן השוואתי לנתוני הפתיחה שלהם. נראה בתוצאות המרחביות כי ליד החווה יש יותר פאונה מהקבוצות הבאות: דגים פלאגיים (גדולים וקטנים), בנתוס, זואופלנקטון, בקטריות ודטריטוס מסביב ומתחת לחווה. הפיזור של דגים פלאגיים גדולים הוא הרחב ביותר (תרשים 22-24), של דגים פלאגיים קטנים הוא רחב (תרשים B22-24), ושל בנתוס ובקטריות (תרשימים 22C, G בהתאמה) הוא צר יחסית. ריכוז הביומסה של זואופלנקטון ודטריטוס (תרשימים D, H22-24 בהתאמה) הוא גבוה במיוחד מתחת לכלובים, אך לא נצפה פיזור מסביב. נראה שחברות פיטופלנקטון (כולל דיאטומאות) לא מושפעות מהכלובים והביומסה שלהם עוברת מיד לרמות טרופיות גבוהות יותר.

תרשים 22 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים



רוחב וגובה כל תא הוא 2.775 Km

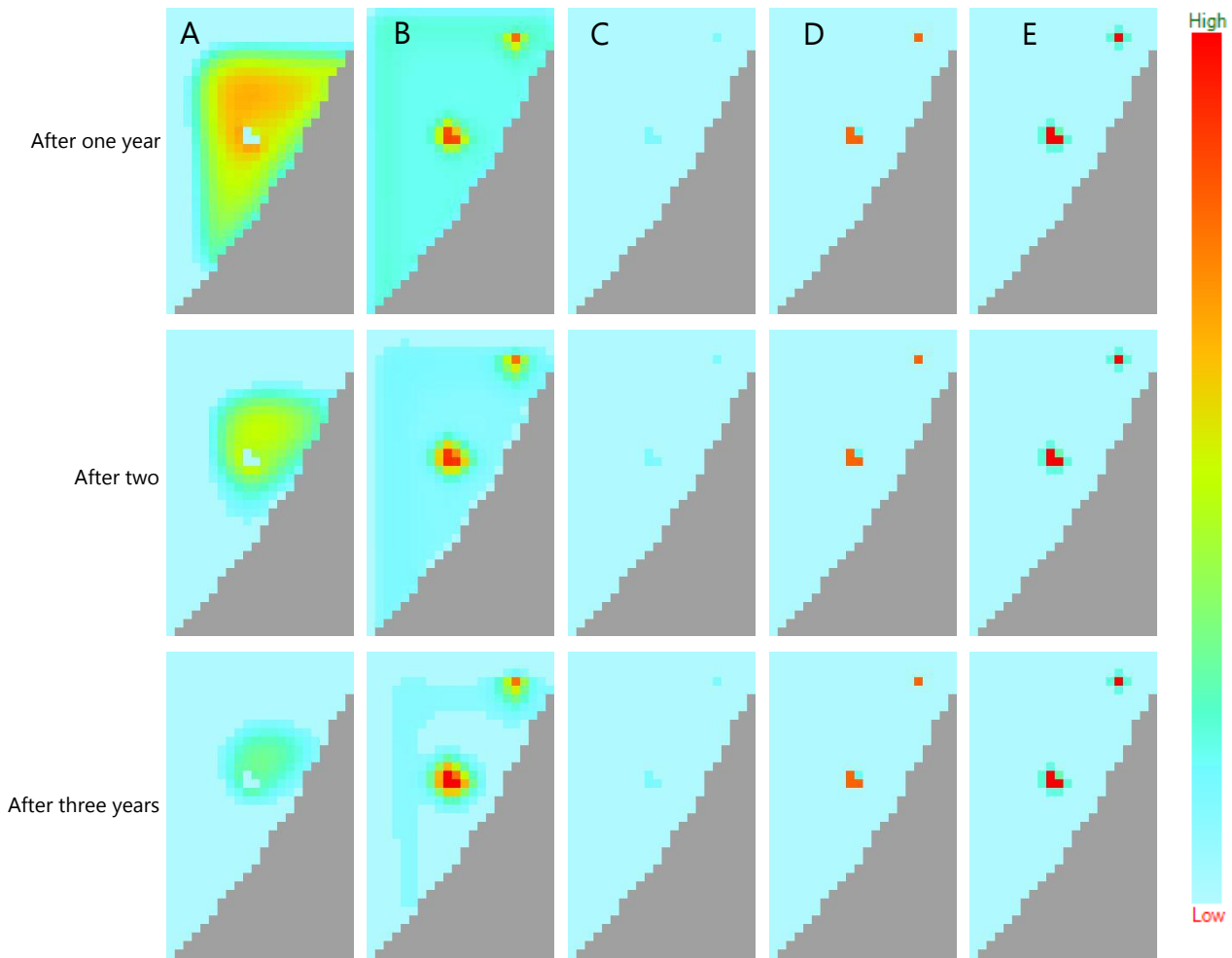
בכל שורה באיור מוצגת הבימוסה בשנה הראשונה, שנייה ושלישית בהתאמה של כל קבוצה פונקציונאלית. A - דגים פלאגיים גדולים,

- B - בנתוס,
- C - זואופלנקטון,
- D - בקטריות,
- E - דטריטוס.

הצבע האדום בסקלה מציג שיעור גדול פי 10 מהבימוסה המקורית וצבע תכלת מציג עשירית מהבימוסה המקורית (טבלה 14).



תרשים 23 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים וכלוב נוסף



רוחב וגובה כל תא הוא 2.775 Km.

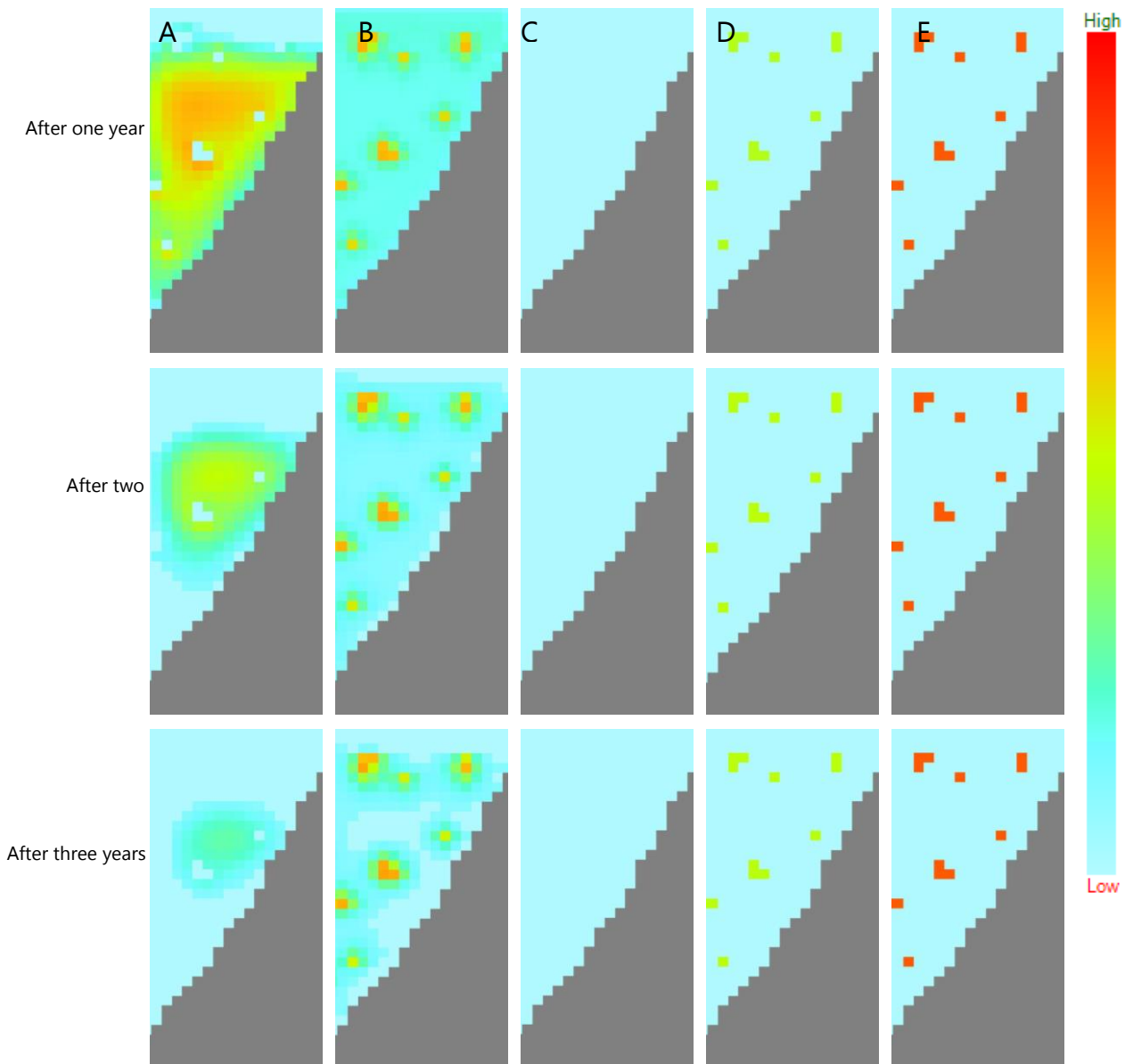
בכל שורה באיור מוצגת הבימוסה בשנה הראשונה, שנייה ושלישית בהתאמה של כל קבוצה פונקציונאלית. A - דגים פלאגיים גדולים,

- B - בנתוס,
- C - זואופלנקטון,
- D - בקטריות,
- E - דטריטוס.

הצבע האדום בסקלה מציג שעור גדול פי 10 מהבימוסה המקורית וצבע תכלת מציג עשירית מהבימוסה המקורית (טבלה 16).

תרשים 24 - תוצאות Ecospace בתרחיש בו קיימים הכלובים הנוכחיים ועוד חוות בשטח כולל של

פי חמישה משטח הכלובים היום



רוחב וגובה כל תא הוא 2.775 Km

בכל שורה באיור מוצגת הבימוסה בשנה הראשונה, שנייה ושלישית בהתאמה של כל קבוצה פונקציונאלית. A - דגים פלאגיים גדולים,

- B - בנתוס,
- C - זואופלנקטון,
- D - בקטריות,
- E - דטריטוס.

הצבע האדום בסקלה מציג שיעור גדול פי 10 מהבימוסה המקורית וצבע תכלת מציג עשירית מהבימוסה המקורית (טבלה 16).

נראה שברמות הטרופיות השונות יש עליה בכמות- אך היא מקומית וקבועה יחסית בזמן, למעט ההשפעה על רמת הדגים הגדולים. קבוצה זו עולה באופן בולט בשנה הראשונה וכן

מתפשטת במרחב, אך כבר בשנה השנייה וגם בשנה השלישית מצטמצמת השפעה זו מאוד בשל העובדה שהכנסת (אכלוס) הדגים בכלובים מתרחש פעם אחת (בתחילת השנה הראשונה) ואז מתרחשת דעיכה טבעית חזרה למצב האפס (אין מקורות להגדלת היצרנות). מכאן ניתן להסיק כי תוספת קבועה (ולכן שמירה על מצב עמיד של אוכלוסיית הכלובים) שנתית של אכלוס הכלובים מחדש ישמרו את המצב כפי שמופיע בתרשים 24 בפנל העליון גם בשנים 2 ו 3

### 3.3.6. שינויים בביומסה

המודל מאפשר חישוב של שינויי בביומסה באינטרוול הזמן. טבלה 18 מראה שאת השינוי של ביומסה בכל קבוצה פונקציונאלית בפרק הזמן של הרצת המודל, בשטח שבו פעילות החוות.

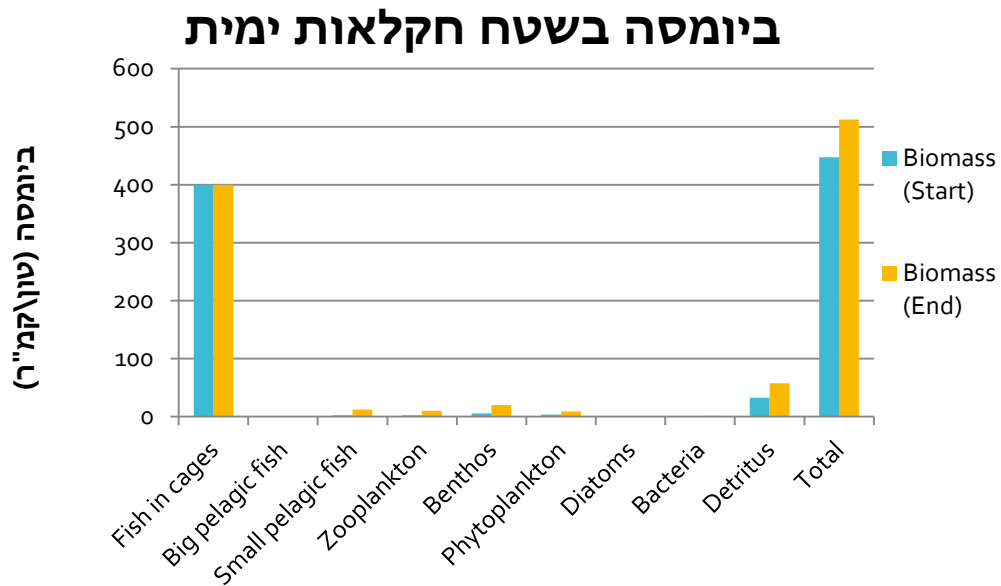
טבלה 18 - שינויים בביומסה (טון לק"מ רבוע) בין תחילת הרצת המודל לסימו (לאחר 3 שנים)

name	Biomass (Start)	Biomass (End)	Biomass (End/Start)
	ton/km <sup>2</sup>	ton/km <sup>2</sup>	
Fish in cages	400	400	1
Big pelagic fish	0.3	0.7	2.1
Small pelagic fish	2.2	12.4	5.7
Zooplankton	2.5	10.2	4.2
Benthos	5.4	20.2	3.7
Phytoplankton	3.1	9.2	2.9
Diatoms	0.3	0.8	2.5
Bacteria	0.6	1.5	2.3
Detritus	32.8	57.5	1.8
<b>Total</b>	<b>447.3</b>	<b>512.5</b>	<b>1.1</b>

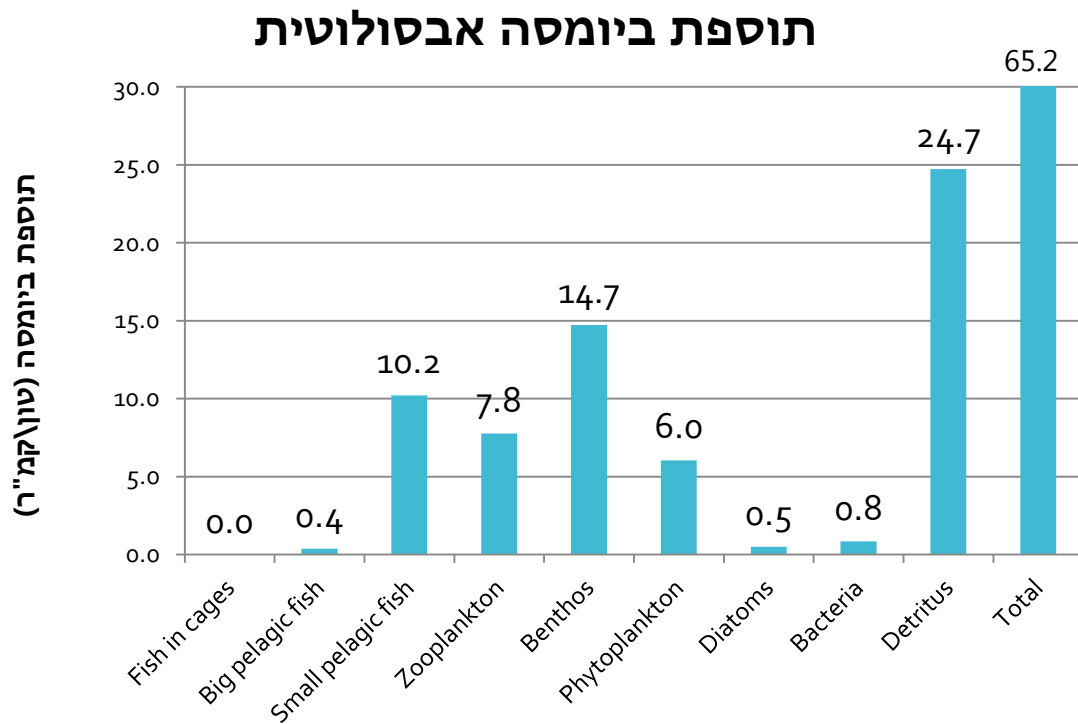
ניתן לראות כי בסיום הרצת המודל מראה כי הייתה עליה של 10% בסך כל הביומסה.

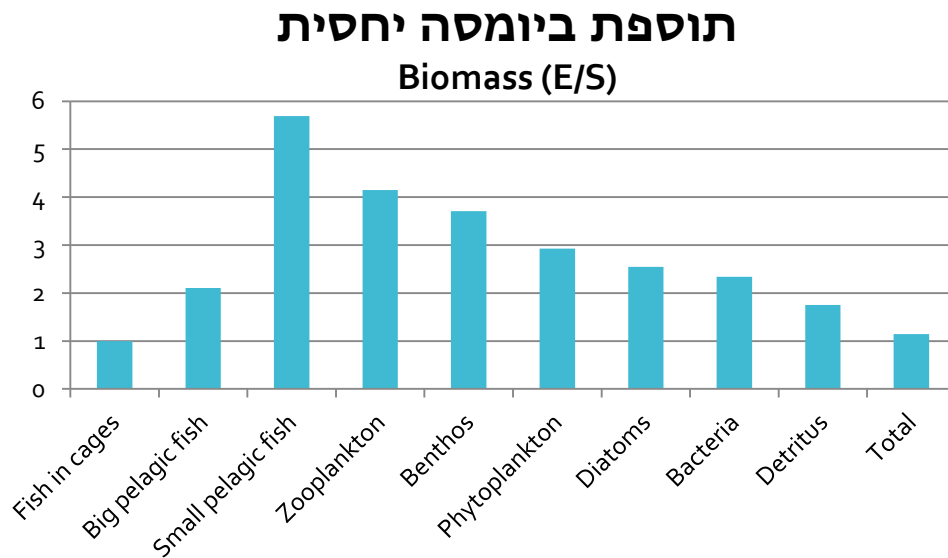
הצגה גרפית של שינויי הביומסה מוצגת בתרשימים הבאים 23,24,25. בתרשים 25 ניתן לראות כי הביומסה העיקרית היא של הדגים בכלובים. המרכיב הבא הוא הביומסה של הדטרטוס. בתרשים 26 ניתן לראות כי הדטרטוס עולה ב 24 טון לקמ"ר (בתקופה של 3 שנים), כך גדל גם הבנטוס וקבוצת הדגים הקטנים ב 15 ו 10 טון לקמ"ר בתקופה זו, בהתאמה. תרשים 27 מראה את השינוי היחסי בכל קבוצה טרופית. נראה כי קבוצת הדגים הקטנים הפלאגים גדלה באופן המשמעותי ביותר ביחס לקבוצות האחרות, בתוך יחידת השטח שבמודל.

תרשים 25- כמויות אבסולוטיות לפני ואחרי שלוש שנים של גידול דגים (טון/קמ"ר לתקופה של 3 שנים)



תרשים 26- תוספת הביומסה היחסית (בסוף ההרצה לעומת ההתחלה) של כל קבוצה פונקציונאלית





### 3.3.7. דיון ומסקנות

שני המודלים מראים שהביומסה המקומית סביב הכלובים גדלה ומתייצבת בזמן. מודל ה-NPD, מודל מקומי בלבד, מראה שבשני תרחישי טמפרטורה הנוטריינטיים ייצרכו מידית על ידי פיטופלנקטון ויובלו לרמות טרופיות גבוהות יותר. המודל המרחבי EwE מציע שישנו אפקט מקומי שמיוצג של ידי ביומסה גבוהה ברמות הטרופיות הגבוהות. הדעיכה בביומסה לאורך זמן מראה כי המערכת חזרת למצב הקיים היום.

אין סתירה בין תוצאות שני המודלים, זאת כיוון שהפילוסופיה שעומדת מאחורי שני המודלים שונה. EwE הוא מודל רמות טרופיות (יצרנות וצרכנות) ואין ייצוג לנוטריינטיים באופן ישיר כמו במודל ה-NPD. לעומת זאת, במודל ה-NPD אין ייצוג רשמי של רמות טרופיות גבוהות יותר מהפיטופלנקטון הניזונות ממנו, ומסיבה זו נראה כי חברת הפיטופלנקטון גדלה במהירות. הוספת חברת צמחונים הניזונים מהפיטופלנקטון וחברת הטורפים, מביאה אכן לכך שהביומסה עולה במעלה מארג המזון, כפי שאכן מוצג במודל ה-EwE.

מודל ה-NPD איננו מרחבי לכן יש להתייחס לתוצאות המוצגות באיור 5 בהקשרן המתאים, המייצג מאזן נוטריאנטיים בשטח הכלובים שבו ישנה חווה ("נפח בקרה"). המודל מראה מאזן שבו ההכפלה פי 10 של שטף הנוטריאנטיים גורמת לעליה של פחות מפי 2 בפיטופלנקטון (אשר ממילא נצרך כאמור על ידי מלחכים). יחד עם זאת, ולצורך הזהירות, בהתחשב בעובדה שההכפלה פי 10 בהיקף הייצור מייצגת מצב עתידי שבו אכן טכנולוגיות כלובים מתקדמות יאפשרו הגעה להיקפים שכאלו, אנו ממליצים להתייחס בשלב זה לתוצאות של הכפלה פי 2 בלבד כמייצגות את הוספת כלובי הדגים המרחבית ללא השפעות סביבתיות משמעותיות. אנו ממליצים ללוות את הגידול בייצור בתכניות ניטור ובהמשך הפעלת מודלים אשר יבחנו את ההשפעות של תוספת הנוטריאנטיים לסביבה הימית.

חיזוק לממצאים אלו מתקבל גם מ Suari and Brenner (2015) המראים כי הנוטריינטים מוסעים וגם נצרכים ביולוגית בצורה כזו שהצריכה הביולוגית כל כך מהירה שההעתרה איננה ניתנת למדידה ישירה, בייחוד בים אולטרה-אוליגוטרופי כמו מזרח הים התיכון.

### 3.4. מסקנות והמלצות עיקריות

כללי "אל תעשה" מבוססי סקר ספרות:

1. יש לעשות מאמץ ולהציב כלובים באזורים עם עומק קרקעית של בין 50 ל- 60 מטר בכדי לצמצם השפעות על הקרקעית (ע"פ סקר ספרות נרחב<sup>9</sup>).
2. יש להימנע מהצבת כלובים מעל קרקע סלעית המהווה בית גידול קיים או בתי גידול צפופי אוכלוסין, שבו השפעת תוספת חומרי המזון עשויה ליצור שינוי מהותי וממוקד במארג המזון המקומי.
3. יש להימנע מגידול מינים לא מקומיים על מנת להקטין את הסיכוי לשינויים אקולוגיים לא נשלטים. יש לקחת בחשבון כי בשנים האחרונות אנו עדים לחדירה המסיבית של מינים פולשים מים סוף דרך תעלת סואץ ולכן ההגדרה למינים מקומיים ראוי שתיבחן אחת למספר שנים.

#### 3.4.1 מסקנות העולות מהמודלים שהופעלו

- יש לקיים תוכניות ניטור המותאמות להרחבות המתוכננות תוך מעקב על המשתנים הבאים:
- אוכלוסייה מיקרוביאלית מתחת לכלובים בכדי לנטר שינויים ביוגיאוכימיים מהירים (pyrosequencing)
  - מעקב אחרי שינויי אוכלוסיית המצע הרך. מומלץ לפתח שיטות מולקולאריות המאפשרות רזולוציית ניטור גבוהה באיכות טובה.
  - מעקב אחרי שינויים במגוון דגים (המשתנה העיקרי על פי תוצאות מודל EwE)
  - מעקב אחר שינויים במרכיב הכימי כמקדם ביטחון מאחר ולא צפוי שינויי דרסטי בריכוז מוחלט של נוטריינטים לאור מעבר מהיר במעלה מארג המזון.
  - ניטור פיזיקאלי קבוע של נתוני CTD<sub>10</sub> ומד זרם – מומלץ להקים תחנת ניטור ימית מלאה (כולל מצוף מטאורולוגי ושדור נתונים רציף).

<sup>9</sup> Karakassis et al. 2000, Delgado et al. 1999, Belias et al. 2003

<sup>10</sup> CTD - instrument used to determine the Conductivity, Temperature, and Depth of the ocean.

### 3.4.2. היקף גידול ומיקום הכלובים

- לא נראית מניעה להגדלת היקף יצור אפילו עד 100 אלף טון לשנה ובתנאי שמתקיימים הכללים וההנחיות לעיל. בשלב ראשון נראה כי הכפלה ל 20,000 טון תהווה צעד בטוח.
- יש להעלות את היקפי הגידול בהדרגה תוך ביצוע מעקב אחר תוצאות הניטור – בהתאם לתוצאות יוחלט על המכסות להמשך – כולל אפשרות לצמצום במקרה של סימני אזהרה (פרוט מטה).
- יש לעשות מאמץ ולהציב כלובים באזורים עם עומק קרקעית של בין 50 ל- 60 מטר בכדי לצמצם נזקים לקרקעית
- יש להימנע מהצבת כלובים מעל קרקע סלעית המהווה בית גידול קיים או בתי גידול צפופי אוכלוסיות
- יש להימנע מגידול מינים לא מקומיים

### 3.4.3. סימני אזהרה

- עליה חדה בריכחי חיידקים אנאירוביים בקרקעית.
- שינויי חד ביחסים בין קבוצות חיידקים פונקציונאליות בקרקעית.
- כל שינויי מובהק בנתוני חנקן \ זרחן זמין במי השטח הנידגמים.
- שינויים חדים במבנה חברת המצע הרך.
- קיטון במארג המזון ובמגוון עם דגש על דגים (מכל רמה טרופית) וטורפים (דגים, דגי סחוס, חסרי חוליות (Cephalopoda וכדומה).

## 4. היבטים מרחביים

תכנון חקלאות ימית מקיימת, מושתת על התאמת הביקוש, הבא לידי ביטוי בהיקף הייצור המרבי החזוי ובשיקולי מיקום, לבין ההיצע, הבא לידי ביטוי בכושר הנשיאה של המערכת בכל המישורים: הפיסי, היצרני, הסביבתי, החברתי-כלכלי והרגולטורי. חלקיו הקודמים של המחקר עסקו בבחינת כושר הנשיאה הסביבתי, היצרני והחברתי-כלכלי של הים התיכון הישראלי, וכן בנייתו וחיזוי של הצרכים והביקושים לחקלאות ימית מרחב זה. בחלק זה של המחקר נבחן גם כושר הנשיאה הרגולטורי של אותו מרחב, ובעיקר בתחום מימי החופין. כושר נשיאה זה מהווה את אחת מתשומות הבסיס בתהליך האיתור והתכנון של שטחים רצויים למיקום מערכות של חקלאות ימית.

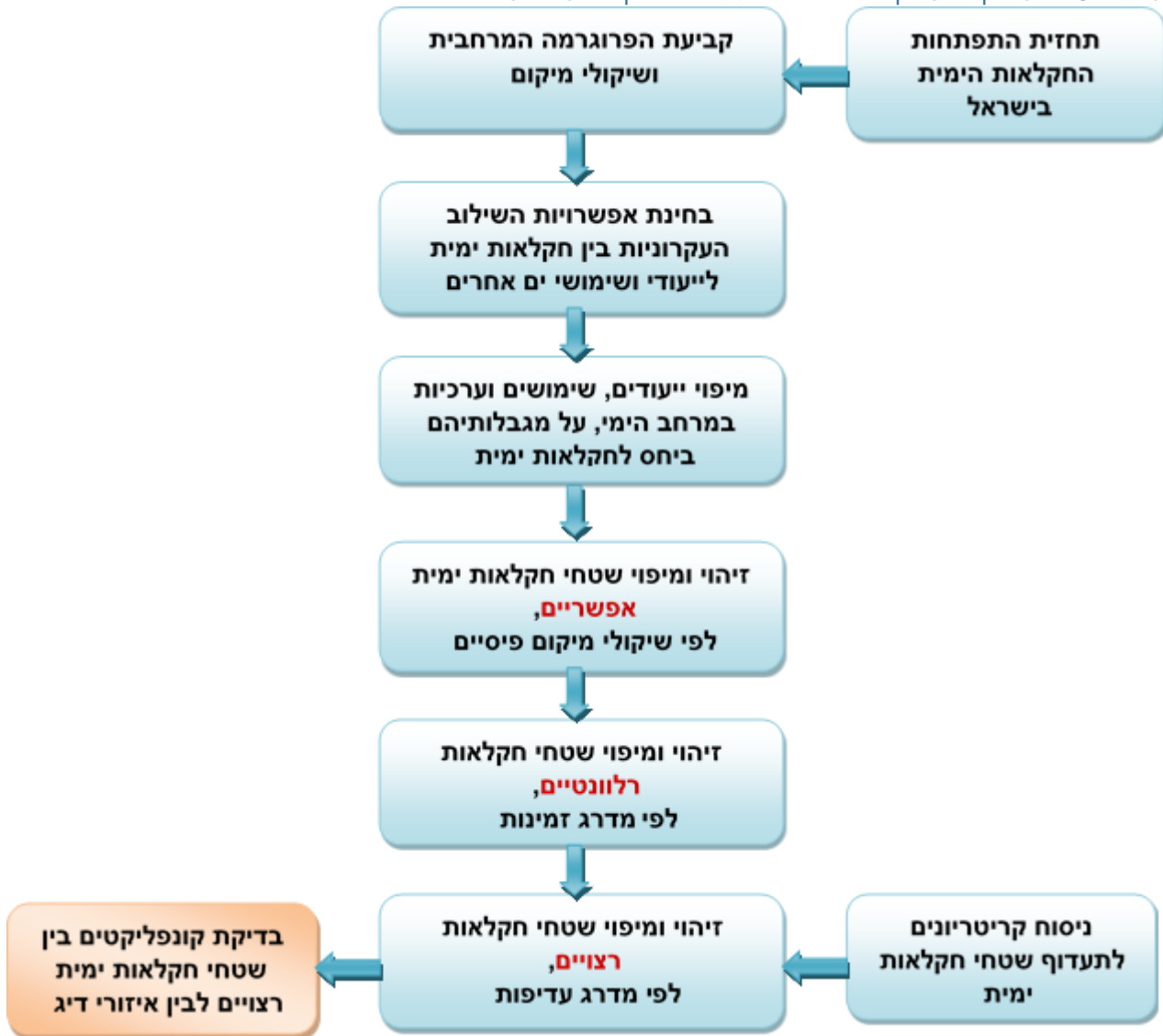
על בסיס הפרמטרים המרחביים של הביקוש החזוי לחקלאות ימית מצד אחד, ועל בסיס כושרי הנשיאה המוערכים של המרחב הימי במישורים השונים, נערך תכנון מרחבי עקרוני של אתרים ימיים רצויים למיקום של כלובי דגים, תוך התייחסות כללית לאתרים חופיים היכולים לשמש למיקום עורף לוגיסטי למערכות הימיות.

### 4.1 תהליך התכנון המרחבי

התכנון המרחבי מביא לידי ביטוי, במונחים של שטח, פריסה ומיקום, את מכלול השיקולים, היתרונות, האילוצים והמגבלות בפיתוח של חקלאות ימית מקיימת במרחב הים-תיכוני הישראלי. תהליך התכנון המרחבי נערך לפי השלבים המוצגים בתרשים מס' 28, ומתוארים בהמשך הפרק.



תרשים 28- תהליך התכנון המרחבי של שטחים לחקלאות ימית



## 4.2 קביעת הפרוגרמה המרחבית ושיקולי מיקום

חלק זה עוסק בביטוי הפרוגרמטי-מרחבי של הצרכים והשיקולים הפיסיים/ לוגיסטיים/ מרחביים העומדים ביסוד התכנון המרחבי העקרוני של מערכות לחקלאות ימית בים התיכון הישראלי. שיקולי המיקום המפורטים להלן מתייחסים הן לכלובי הדגים והן לעורף הלוגיסטי הנדרש. בהתייחס לכלובי הדגים, שיקולי המיקום כוללים את ההיבטים הבאים: היקף השטח הנדרש, מספר האתרים הרצוי ופיזורם המרחבי, ממדיהם, מרחקם מהחוף והנגישות אליהם, עומקם, וכן אפשרויות השילוב ביניהם לבין שימושים וייעודים ימיים אחרים ולבין שטחים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה. בהתייחס לעורף לוגיסטי, מוצג רק אפיון כללי של המיקומים הנדרשים. בהקשר זה יצוין, שסה"כ השטח הנדרש לעורף לוגיסטי לכל מקבץ של אתרים מסתכם בעשרות בודדות של דונמים בלבד, ולכן ברמה של איתור ארצי כללי, ניתן להסתפק בציון מיקומם העקרוני הרצוי. ההיבטים השונים וביטויים המרחבי מפורטים בטבלה מס' 19, תוך נימוק השיקולים המנחים בכל היבט.

טבלה 19- היבטים מרחביים של הפרוגרמה לחקלאות ימית

היבט	ביטוי מרחבי	שיקולים מנחים
<b>שטח כולל</b>	100 קמ"ר (כולל 17.74 קמ"ר של שטחים קיימים ומתוכננים) עד שנת 2035	90 קמ"ר לפי תרחיש ביקושים מורחב של התפתחות החקלאות הימית בישראל (ראה סעיף 2.3.2) + שריון של 10 קמ"ר נוספים כ'מקדם אי מימוש' לנוכח תנאי אי הוודאות
<b>מספר אתרים רצוי ופיזורם המרחבי</b>	3 אתרים (מקבצים) גדולים – בצפון, במרכז ובדרום	<ul style="list-style-type: none"> <li>פיזור סיכונים הגלומים הן בהשפעות אפשריות של הסביבה הימית (על שימושיה השונים) על החקלאות הימית, הן מהשפעות החקלאות הימית על הסביבה הימית והן בסיכונים לדגה בעת התפרצות מחלות;</li> <li>נגישות לנמלים שונים;</li> <li>גיוון של תנאי הגידול;</li> <li>הרחבת האפשרות לשילוב מגוון מגדלים ודייגים;</li> <li>פוטנציאל תרומה לבסיס הכלכלי של יישובים שונים;</li> <li>הרחבת הנגישות לשווקים;</li> <li>ריכח תנועת כלי שיט תומכים למספר מצומצם של אתרים.</li> </ul>
<b>ממדי האתרים</b>	כ-40 קמ"ר בצפון (באזור חיפה); כ-20 קמ"ר במרכז (באזור חדרה); כ-40 קמ"ר בדרום (באזור אשדוד)	<ul style="list-style-type: none"> <li>עדיפות לסמיכות לאתרים קיימים/מתוכננים;</li> <li>יתרונות כלכליים, לוגיסטיים ובטיחותיים לגודל;</li> <li>צמצום המרחב החשוף להשפעות סביבתיות אפשריות;</li> <li>צמצום הביתור של שטחי ים בלתי מופרים;</li> <li>הקטנת 'אפקט השוליים';</li> <li>יכולת ניטור טובה יותר.</li> </ul>
<b>מרחק מחוף ונגישות</b>	עד 20 ק"מ מנמל (מכאן - בתחום מימי החופין): חיפה, אשדוד וחדרה (נמל השירות של ת"כ אורות רבין או מעגן עתידי בתחום חדרה)	<ul style="list-style-type: none"> <li>שיקולי תפעול כלכליים – עד כשעה של שיט בכלים המשמשים כיום את המגדלים (במהירות של כ-10-12 קשר);</li> <li>צורך במיקום עורף לוגיסטי קרוב ונגיש למקום העגינה;</li> <li>שיקולי ביטחון ובטיחות הגלומים בקרבת כלובי דגים לנמל ומיקום עורף לוגיסטי בתוכו.</li> </ul>
<b>עומק</b>	חלוקה לשתי קטגוריות: • בין 30 מ' ל-100 מ' • בין 100 מ' ל-150 מ'	ראה עבודתו של דב רחן, 1999. בחינת מיקום מיטבי להצבת כלובי דגים במימי החופין של ישראל בים התיכון. דו"ח חיא"ל מס' H37/98. חקר ימיים ואגמים לישראל בע"מ.
<b>אפשרויות השילוב עם שימושים וייעודים ימיים אחרים ועם שטחים ערכיים</b>	ראה פירוט בטבלה מס' 20 בסעיף הבא	

כאן המקום להבהיר, שהיקף השטח הכולל לתכנון במרחב הימי, העומד על 100 קמ"ר (כולל שטחים קיימים ומתוכננים) נגזר מתוך הפרוגרמה הכמותנית שהוצגה בפירוט בסעיף 2.3 בחלקו הקודם של המחקר, והוא מבטא את מכלול הצרכים והביקושים שנחזו לטווח הארוך. יצוין, ששטח זה מהווה כ-2.3% מכלל שטח מימי החופין וכ-3 פרומיל משטח המרחב הימי של ישראל.

### **4.3 בחינת אפשרויות השילוב העקרוניות בין חקלאות ימית לבין שימושי ויעודי ים אחרים ושטחים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה**

שלב חשוב נוסף בתהליך התכנון המרחבי הנו זיהוי והגדרת אפשרויות השילוב העקרוניות בין שטחי חקלאות ימית לבין שימושים ויעודים אחרים, קיימים ומתוכננים, בסביבה הימית. בחינת אפשרויות השילוב מביאה בחשבון גם את ערכיותם של אזורים בעלי רגישות סביבתית גבוהה, כמו שטחים בהם קיים ריף עמוק ו/או מצע קשה לסוגיו. אפשרויות השילוב מוצגות בטבלה 20, לפי מדרג של מגבלות מיקום. ההתאמה לשילוב של כלובי דגים נבחנה הן במישור האופקי (אפשרות הצמדה או קרבה אופקית בין שימושים) והן במישור האנכי (אפשרות לשימוש שכבתי בעמודת המים).

במסגרת בחינת אפשרויות השילוב, נקבעו גם מרחקי ההפרדה המינימליים (המגבלות) בין שימושים, ייעודים ושטחים רגישים לבין שטחי חקלאות ימית, כמקדם ביטחון למניעת השפעות הדדיות. המרחקים נקבעו לפי גישת 'זהירות מונעת' מחמירה, ובעתיד, בשלב התכנון המפורט, הם יצטרכו להיבחן מחדש על בסיס מידע פרטני, ו/או על בסיס מודלים שונים לפיזור, ו/או על בסיס ידע מצטבר – לרבות מממצאי ניטור (הן של כלובי הדגים והן של השימושים שיכולים להשפיע עליהם). כמו כן סביר להניח, שעם הזמן יימצאו פתרונות טכנולוגיים ואחרים שימצערו השפעות הדדיות. לפיכך, סביר גם להניח, שבחלק מהמקרים, בשלב התכנון המפורט ניתן יהיה להסתפק במרחקי הפרדה מצומצמים יותר מאלה המומלצים בלוח.

כאן המקום גם להדגיש, שבמסגרת גישת הזהירות המונעת המחמירה, הוחלט להתייחס באופן גורף לכל הקטגוריות שבשכבת בתי גידול הימיים (כפי שהתקבלה מרט"ג) כשטחים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה. שכבה זו כוללת רכסי כורכר, רכסי כורכר עמוקים, קניונים גדולים, סלעים בקרבת החוף, נחיתת רכסים יבשתיים, ומדרון היבשת וקניונים. גישה זו מחמירה יותר מזו שבאה לידי ביטוי במפת הערכיות הסביבתית האינטגרטיבית, כפי שהוכנה ע"י משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, בשיתוף עם חקר ימים ואגמים לישראל והמכון הגיאולוגי (ראה: סקר אסטרטגי סביבתי – מידע וקריטריונים לערכיות סביבתית, 2015), הואיל ובמפת הערכיות הסביבתית, חלק מבתי הגידול הנ"ל הוגדרו בדרגת ערכיות בינונית.

הייעודים, השימושים והשטחים הערכיים מסווגים בטבלה 20 לארבע קטגוריות:

- שטחים שמתאימים למיקום של מערכות לחקלאות ימית, ללא מגבלות (ללא קונפליקט) – כמו למשל שטחי חקלאות ימית מתוכננים, או בצמידות להם, ובתנאי שלא קיימות מגבלות אחרות.
- שטחים שמתאימים למיקום של מערכות לחקלאות ימית, במגבלות מסוימות, אופקיות או אנכיות (קיים קונפליקט מסוים), שהן בנות תיאום – כמו למשל, המתחמים הנרחבים ששוריינו עבור תחנות ימיות לקבלה וטיפול בגז והצנרת הנלווית אליהם, אשר מיקומן המדויק טרם נקבע. הוראות תמ"א 37/ח אינן מונעות אפשרות לחקלאות ימית במתחמים אלו, אלא מתנות אותה בתיאום עם הגורמים המתאימים. כמו כן, תידרש שמירת מרחקי הפרדה אופקיים.
- שטחים שאינם מתאימים למיקום מערכות לחקלאות ימית – כמו למשל, שטחים בעלי ערכיות סביבתית גבוהה, נתיבי שייט ושטחי אש, אשר לא ניתן לקיים בהם חקלאות ימית ואף רצוי להתרחק מעט מהם.
- שימושים הנמצאים בשלב רעיוני אשר יכולים להתאים או שלא להתאים למיקום מערכות לחקלאות ימית – בקטגוריה זו נכללו הן שטחים שעשויים להתאים, כמו שטחי ייבוש ים לשימושים שונים (שיכולים לשמש לעורף לוגיסטי ולעיגון כלובי דגים), והן שטחים שלא יתאימו, כמו שטחי כרית מחצבים.

טבלה 20- אפשרויות השילוב של חקלאות ימית עם שימושי וייעודי ים אחרים ועם שטחים ערכיים, לפי מידת ההתאמה

שימוש / ייעוד / ערכיות	תכנית/מדיניות מסדירה	מידת התאמה לשילוב כלובי דגים / עורף לוגיסטי	מגבלות	הערות
<b>אפשרות לשילוב בתחומי תכנית/היתר/רישיון/שטח ערכי ללא מגבלות מיוחדות</b>				
אתרים קיימים / מתוכננים לכלובי דגים	253/02/11; 1/253/02/1; מח/300 (מול חופי אשדוד)	מתאים לשילוב אופקי	ככל שישנן מגבלות הנובעות משימושים/ייעודים אחרים	<ul style="list-style-type: none"> <li>אתרים קיימים – לפי תכניות;</li> <li>עדיפות ליצירה של לפחות 3 מקבצים גדולים</li> </ul>
<b>אפשרות לשילוב בתחומי תכנית/היתר/רישיון/שטח ערכי במגבלות מסוימות</b>				
נמלי חיפה ואשדוד	תמ"א 13/ב; תמ"א 13/ב/1; תמ"א 13/ב/1/א; תמ"א 13/ב/1/ב; תמ"א 13/ב/1/ד; תמ"א 13/ב/1/2; תמ"א 13/ב/2; תמ"א 13/ב/1/2; תמ"א 13/ב/1/2/א; תמ"א 30	מתאים לעורף לוגיסטי	מרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי שייט, פרחדורי כניסה לנמלים, שוברי גלים, אזורי כריית חול	לפי גבולות סטטוטוריים מדויקים וגבולות פרחדורים.
מעגנות	תמ"א 13/ב; תקנות הנמלים (מעגנות), התשע"א 2010	מתאים לעורף לוגיסטי בהיקף מצומצם	במרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי שייט	
אסדות חיפוש של גז ונפט	חוק הנפט התשי"ב 1952; היתרים ורישיונות להפקת גז ונפט בים ממשרד התשתיות, האנרגיה והמים וממועצת הנפט	מתאים לשילוב אופקי	במרחק אופקי מינימלי של 3 ק"מ מגבולות אסדת חיפוש	<ul style="list-style-type: none"> <li>התוויה כללית במפה לפי רישיונות חיפוש;</li> <li>מרחק ביטחון בהתאם לממצאים ולהמלצות של תכנית הניטור הווטרינרית לקידוח חיפוש ים 3.</li> </ul>
מתקני הפקת גז ונפט (קידוח)	חוק הנפט התשי"ב 1952;	מתאים לשילוב אופקי	במרחק אופקי מינימלי של 10 ק"מ ממתקן הפקה;	<ul style="list-style-type: none"> <li>התוויה כללית במפה לפי רישיונות הפקה;</li> </ul>

שימוש / ייעוד / ערכיות	תכנית/מדיניות מסדירה	מידת התאמה לשילוב כלובי דגים / עורף לוגיסטי	מגבלות	הערות
	היתרים ורישיונות להפקת גז ונפט בים ממשדד התשתיות, האנרגיה והמים וממועצת הנפט		במרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי שייט לתחזוקה ואבטחה אל המתקן, ממנו וסביבו	<ul style="list-style-type: none"> <li>בשל תקופות הפעולה הארוכות של מתקני הפקה וחשש מחשיפה כרונית, נקבע טווח ביטחון גבוה יותר מאשר מקידוחי חיפוש;</li> <li>ס' 6.10(יד) בהוראות תמ"א ח/37: "תכנית מפורטת לתשתיות בים, לרבות למתקנים לחקלאות ימית (כלובי דגים), לא תהווה שינוי לתכנית זו, ובלבד שהתקבל אישור המועצה הארצית ובתיאום עם רשות הגז הטבעי."</li> </ul>
תחנות ימיות לקבלה וטיפול בגז	תמ"א ח/37 – מתחמים צפוני ודרומי לתחנת קבלה	מתאים לשילוב אופקי	במרחק אופקי מינימלי של 10 ק"מ מגבולות תחנת טיפול	<ul style="list-style-type: none"> <li>התוויה כללית במפה לפי מתחמים. מיקום מדויק ייקבע בעתיד;</li> <li>בשל תקופות הפעולה הארוכות של תחנות טיפול וחשש מחשיפה כרונית, נקבע טווח ביטחון גבוה יותר מאשר מקידוחי חיפוש;</li> <li>ס' 6.10(יד) בהוראות תמ"א ח/37: "תכנית מפורטת לתשתיות בים, לרבות למתקנים לחקלאות ימית (כלובי דגים), לא תהווה שינוי לתכנית זו, ובלבד שהתקבל אישור המועצה הארצית ובתיאום עם רשות הגז הטבעי."</li> </ul>
צנרת הולכת גז, צנרת אספקה וצנרות נלוות (לרבות צנרת גמישה); מתקנים נלווים מתחת לפני המים, המשרתים את מערכת האספקה וההולכה (לרבות מגופים); קווי תקשורת נלווים	תמ"א ח/37/2; תמ"א ח/37/1/2; תמ"א ח/37/3/2; תמ"א ח/37/4/2; תמ"א ח/37/5/2; תמ"א ח/37/6/2; תמ"א ח/37/1/ה; תמ"א ח/37	מתאים לשילוב אופקי ואנכי	איסור עגינת כלובי דגים לקרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-500 מ' מציר תוואי הצנרת	<ul style="list-style-type: none"> <li>ס' 6.10(יד) בהוראות תמ"א ח/37: "תכנית מפורטת לתשתיות בים, לרבות למתקנים לחקלאות ימית (כלובי דגים), לא תהווה שינוי לתכנית זו, ובלבד שהתקבל אישור המועצה הארצית ובתיאום עם רשות הגז הטבעי."</li> <li>ס' 4.2.10(ד) בהוראות תמ"א ח/37: "נתיבי שייט – לא יורשו פעולות עגינה ודייג מכמורתנים לאורך תוואי הצנרת ובמרחק של עד 500 מ' מהצנרת הימית."</li> <li>התוויה כללית. מרחק מדויק ייקבע בשלב התכנון המפורט, כתלות בסוג הצנרת, עומק המים ועומק הטמנת הצנרת בקרקעית.</li> </ul>

שימוש / ייעוד / ערכיות	תכנית/מדיניות מסדירה	מידת התאמה לשילוב כלובי דגים / עורף לוגיסטי	מגבלות	הערות
צנרת של מתקני התפלת מי ים (צנרת מי הזנה וצנרת מי רכז)	תמ"א 2/2/34; תמ"א 3/2/34; תמ"א 1/34 (אשקלון) תת"ל 36 (שורק); מח/233 א (פלמחים); מח/277 (אשדוד); תמ"א 5/13 ותמ"א 13/א5	מתאים לשילוב אופקי ואנכי לאורך צנרת מי רכז (עד מרחק מסוים מפתח הצינור)	במרחק אופקי מינימלי של 2 ק"מ מראשי ההזנה; במרחק אופקי מינימלי של 1 ק"מ ממוצא מי הרכז; איסור שייט באזור ראשי היניקה ופיזור מי רכז; איסור עגינת כלובי דגים לקרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-500 מ' מציר תוואי הצנרת	התוויה כללית. מיקום מדויק ייקבע בהתייעצות עם רשות המים ובאישור הוועדה למימי חופין והוועדה לשמירה על הסביבה החופית.
צינורות ימיים של שפכים סניטריים ותעשייתיים	חוק מניעת זיהום ים ממקורות יבשתיים התשמ"ח – 1988; היתרים מועדה בינמשרדית	מתאים לשילוב אופקי ואנכי לאורך הצינור	מחוץ לגבולות אזור המיהול של המוצא; איסור עגינת כלובי דגים לקרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-200 מ' מתוואי הצנרת	<ul style="list-style-type: none"> <li>ראה הערה ביחס למרחק מנקודת המוצא הימי והתייחסות בהמשך למוצא;</li> <li>מיקום מדויק ייקבע בשלב התכנון המפורט.</li> </ul>
תחנות כוח חופיות – אורות רבין ואשקלון	תמ"א 10	מתאים למיקום כלובים	במרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי שיט ומסוף הפריקה של ספינות פחם; מחוץ לאזור השפיעה של מי הקירור בו תנאים תרמיים וכימיים מיוחדים	לא רלוונטי בשל ריחוק שטחי החיפוש לכלובי דגים
הגנה על מצוקי החוף	תמ"א 9/13 א	מתאים לשילוב אופקי ואנכי	מגבלות בסביבה הימית הרדודה מול אזורי מצוק בשל הקמת מבנים הנדסיים להגנה חופית	לא רלוונטי בשל ריחוק שטחי החיפוש לכלובי דגים
אתרים היסטוריים וארכיאולוגיים	חוק העתיקות 5738 (1978); פקודה ביחס למטענים טרופים ואגרות הצלה, מס' 6/1926; מפת אתרי עתיקות מוכרזים	מתאים לשילוב אופקי ואנכי	ובתנאי שאינו פוגע ואינו מונע גישה לאתר לצורכי מחקר / ביקור	מיקום מדויק ייבחן בשלב התכנון המפורט

לא מתאים לשלב חקלאות ימית בתחומי תכנית/היתר/רישיון/שטח ערכי				
מצוף ימי ואניה מגזת לג טבעי נחלי (גט"ן)	תמ"א 6/2/א/37	לא מתאים	במרחק אופקי מינימלי 3 ק"מ מהמצוף הימי ואונית הגט"ן; במרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי השיט של אונית הגט"ן	מרחק הביטחון כולל את המגבלות הסטטוטוריות
הגנה על החוף	תמ"א 13 לחוף הים התיכון, על שינויה; תמ"א 35; מסמך מדיניות מימי החופין של ישראל; חוק השמירה על הסביבה החופית (2004)	הגבלה עקרונית של עורף לוגיסטי לשטחי נמל/מעגנה	מניעת פגיעה בחופים פתוחים, בעורף חופי-כפרי וברצועות חוף לאורך מרקמים עירוניים; מרחק אופקי מינימלי של 2 ק"מ מחופים פתוחים או מוסדרים	לא רלוונטי בשל ריחוק שטחי החיפוש לכלובי דגים
חופי רחצה	תמ"א 13; תכניות בניין עיר	מתאים לכלובי דגים; לא מתאים לעורף לוגיסטי	מרחק אופקי מינימלי של 2 ק"מ מקו החוף	לא רלוונטי בשל ריחוק שטחי החיפוש לכלובי דגים
נתיבי שייט		לא מתאים	מרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי שייט	
כבלי תקשורת קיימים ומתוכננים	רישיונות ממשד התקשורת לבזק (לב ו-C.I.O.S), מד נאוטילוס, טמרס טלקום, בזק בינלאומי (NGN-EMED)	לא מתאים	איסור עגינת כלובי דגים לקרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-500 מ' מציר תוואי הצנרת	<ul style="list-style-type: none"> <li>התוויה כללית של קווי התקשורת;</li> <li>מיקום מדויק של הכלובים ייבחן בשלב התכנון המפורט, כתלות בסוג הצנרת, עומק המים ועומק הטמנת הצנרת בקרקעית.</li> </ul>
אזורי דייג	אין תכנית/מדיניות מרחבית מוסדרת	לא מתאים	ייקבע תחום מגבלות דייג של 300 מ' מגבולות שטחי חקלאות ימית	<ul style="list-style-type: none"> <li>ראה מפת אזורי דייג בהמשך – אזורי הדייג מכסים, למעשה, כמעט את כל המרחב באופן סטוכסטי;</li> <li>איסור דייג בצמידות לכלובי דגים מנימוקים של בטיחות (הסתבכות עוגנים ברשתות, סיכון צוללנים וכו'), הפרעה לגידול הדגים (רעש, ויברציות, זיהום אור, הפחדה) זיהום מי הים בשמנים, דלקים ופסולת מסירות/ספינות דייג</li> </ul>
נתיבי דייג מכמורת	מפות מסלולי גרירה של ספינות מכמורת	לא מתאים	מרחק אופקי מינימלי של 100 מ' מנתיבי השיט	ראה הערות לעיל לאזורי דייג
שטחי אש ושטחים סגורים	צו 100	לא מתאים	מרחק אופקי מינימלי של 50 מ' מגבולות שטח האש	



<ul style="list-style-type: none"> <li>• המרחק ייקבע במדויק בהתאם לממצאי מודל הפיזור של נוטריינטים וחומר חלקיקי;</li> <li>• אפשרויות השילוב נבחנו ביחס לגבולות המוצעים של שמורות טבע בסביבה הימית. טרם נקבעו ואושרו הגבולות המדויקים.</li> <li>• קיים קונפליקט באזור השמורה המוצעת באבטח, קיום בסמיכות ייתכן במיקום נכון ביחס לכיווני זרם אופייניים.</li> </ul>	מרחק אופקי מינימלי של 500 – 1,000 מ' מגבולות השמורה	לא מתאים	חכ/13 (דור ומעגן מיכאל); ג/322 (איים מול אכזיב); חכ/408 (תל דור); חד/1420 (חוף גדור); הצעות של רט"ג	שמורות טבע וגנים לאומיים בסביבה הימית והחופית
המרחק ייקבע במדויק בהתאם לממצאי מודל הפיזור של נוטריינטים וחומר חלקיקי;	מרחק אופקי מינימלי של 500 – 1,000 מ' מגבולות אזורי מצע קשה וריף עמוק – ללא אבחנה לפי דרגת הערכיות (היחס לכל בתי הגידול הממופים הנו כבעלי ערכיות גבוהה)	לא מתאים	מפות של המכון לחקר ימים ואגמים ורשות הטבע והגנים; הצעת חוק לתיקון פקודת הדיג תשע"ד – 2014	אזורי ריף עמוק ומצע קשה לסוגיו בים ולאורך החוף
	מרחק אופקי מינימלי של 3 ק"מ מנקודת המוצא	לא מתאים	חוק מניעת זיהום ים ממקורות יבשתיים התשמ"ח – 1988; קבלת היתרים מועדה בינמשרדית	מוצאים 11 ימיים של מתקני טיפול בשפכים סניטריים ותעשייתיים
	מרחק אופקי מינימלי של 1 ק"מ מאזור השפך; מרחק אופקי מינימלי של 3 ק"מ מאזור השפך של נחלים מזוהמים בכבדות (כגון הנעמן, הקישון, חדרה והירקון)	לא מתאים		שפכי נחלים ומוצאי צנרת ניקוז
לא רלוונטי בשלב זה. נמצא במרחק של 45 ק"מ מהחוף ובעומק של 1,300 מ'.		לא מתאים	אתר "אלפא"; הוועדה למתן היתרים להטלת פסולת לים	אזורי הטלה של פסולת בים

<sup>11</sup> אבחנה בין תוואי הצינור לבין נקודת המוצא.

התאמה לשילוב עם שימושים הנמצאים בשלב רעיוני			
	מחוז לנתיבי שייט אל ומהפארק	מתאים לעורף לוגיסטי ולעיגון כלובי דגים	פארק תעשייה על פלטפורמה ימית
	מחוז לנתיבי שייט אל ומהאתרים	מתאים לעורף לוגיסטי ולעגינת כלובי דגים	ייבוש ים / איים מלאכותיים לתשתיות (לרבות שדה תעופה)
	איסור עגינת כלובי דגים אל קרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-500 מ' מציר הקו	מתאים לשילוב אופקי ואנכי	קווי חשמל ימיים
	איסור עגינת כלובי דגים אל קרקעית הים במרחק אופקי הקטן מ-50 מ' מבסיס הטרבינה	מתאים לשילוב אופקי	טורבינות רוח
קיימת כריית חול ימי במים הרדודים למטרות שונות - לא רלוונטי בשל ריחוק שטחי החיפוש לכלובי דגים		לא מתאים	כריית מחצבים בים עמוק
עלות פינוי אסדות גבוהה מאוד ולא תוכל להיות מושתתת על חקלאות ימית		מתאים כבסיס ועורף לוגיסטי לשטחי חקלאות ימית באתרים מרוחקים ובמים הכלכליים	אסדות להפקה/טיפול בגז/נפט שסיימו את פעולתם

## 4.4 מיפוי ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, על מגבלותיהם ביחס לחקלאות ימית

בסעיפים קודמים הוצגו השיקולים המרחביים למיקום מערכות של חקלאות ימית ועורף לוגיסטי. בסעיף זה נבחן כושר הנשיאה הרגולטורי של המרחב הים תיכוני של ישראל באמצעות מיפוי הן של הייעודים והשימושים הימיים<sup>12</sup> והן של שטחים בערכיות סביבתית גבוהה, על מגבלותיהם ביחס למיקום חקלאות ימית.

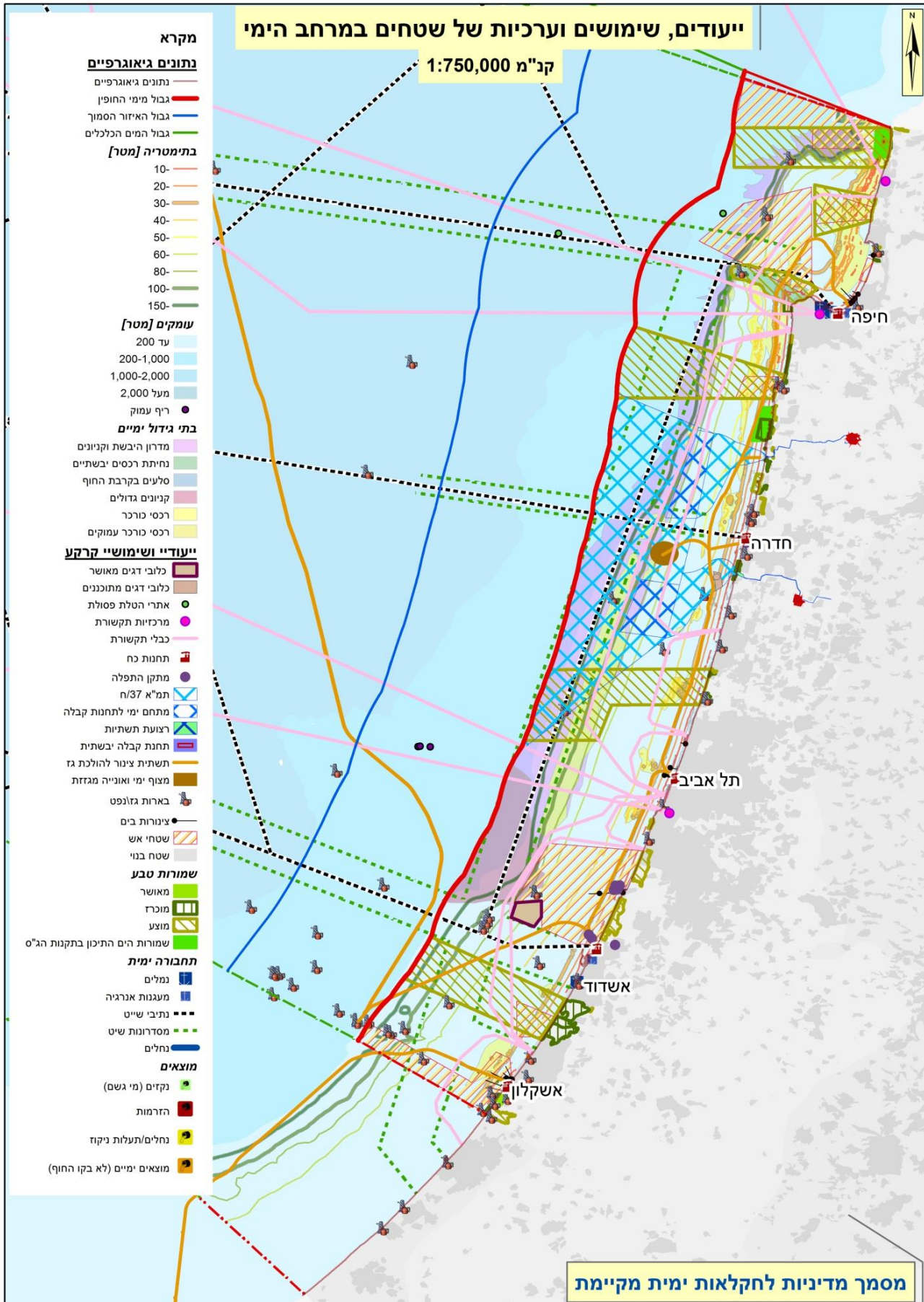
יודגש, שלצורך איתור ראשוני של שטחים פוטנציאליים שאותם ראוי לשריין לטווח הארוך, הובאו בחשבון המגבלות (מרחקי הפרדה) המרביות ביחס לכל שימוש / ייעוד / שטח ערכי.

מיפוי ארצי של ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי מוצג במפה מס' 2.

---

<sup>12</sup> מיפוי אזורי הדייג מוצג בנפרד בסעיף 4.7 בהמשך.

מפה 2 - ייעודים, שימושים וערכיות במרחב ימי, כלל ארצי, קנ"מ 1:750,000



## 4.5 זיהוי ומיפוי שטחי חקלאות ימית אפשריים, לפי שיקולי מיקום פיסיים

בשלב הבא, נערכה גזירה של שטחי חקלאות ימית אפשריים בהתחשב בייעודים, השימושים והשטחים הערכיים הקיימים במרחב הימי. הגזירה נערכה על-פי שני שיקולי מיקום בעלי ממד מרחבי, כמפורט להלן:

מרחק מחוף ונגישות - עד 20 ק"מ מנמל (מכאן - בתחום מימי החופין): חיפה, אשדוד וחדרה (נמל השירות של ת"כ אורות רבין);

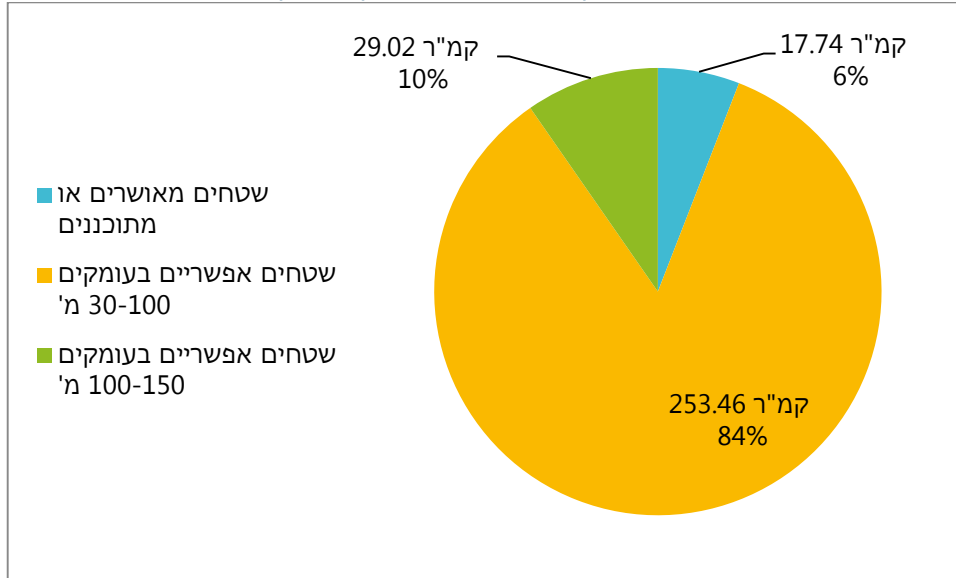
עומק – בחלוקה לשני טווחי עומק: בין 30 מ' ל-100 מ' (טווח העומקים הרדוד) ובין 100 מ' ל-150 מ' (טווח העומקים העמוק).

באמצעות גזירה זו, התקבלה מפה של שטחים אפשריים, דהיינו, שטחים שבאופן עקרוני מתאימים למיקום כלובי דגים מבחינת מרחק מנמל ועומק מים, ואשר מיקום כלובי דגים בהם לא צפוי, בעיקרון, ליצור קונפליקט כלשהו או שצפוי ליצור קונפליקט מסוים (בר-תיאום), עם ייעודים ו/או שימושים ימיים ו/או שטחים ערכיים.

תוצאות הגזירה מוצגות בקנ"מ ארצי ואיזורי במפות מס' 3-6 תוך אבחנה בין שטחים בטווח העומקים שבין 30 מ' ל-100 מ' לבין שטחים בטווח העומקים שבין 100 מ' ל-150 מ'. על גבי המפות מוצגת גם טבלה המפרטת נתונים שונים ביחס לתאי השטח המתקבלים, תוך אבחנה בין תאי שטח קיימים או מתוכננים לכלובי דגים לבין תאי שטח אחרים, ותוך סיווג לשתי קטגוריות לפי טווח עומקים: 100-30 מ' ו-100-150 מ'.

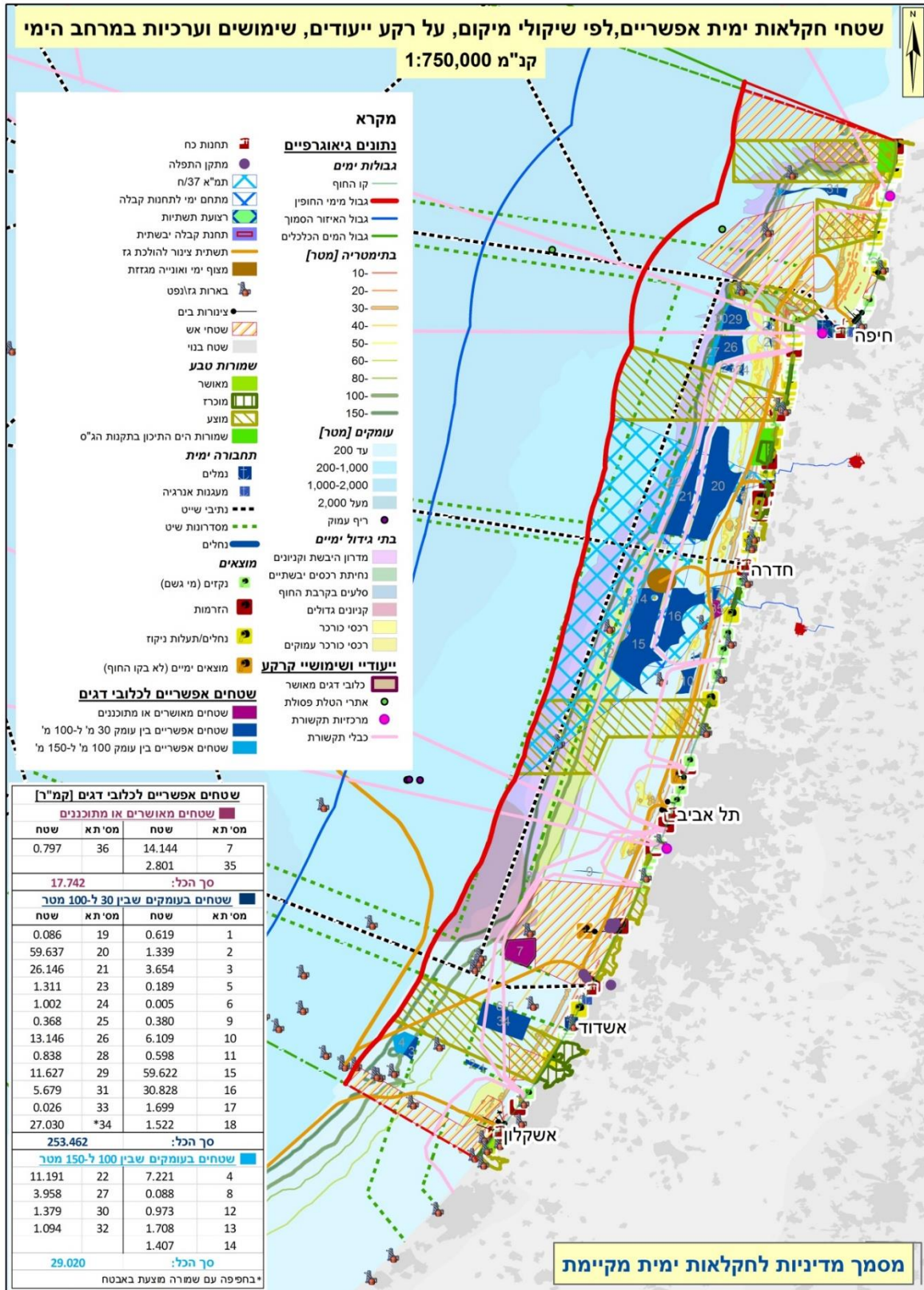
בסה"כ התקבלו באמצעות החיתוך 36 תאי שטח, כולל שטחים קיימים ומתוכננים לחקלאות ימית, בהיקף כולל של כ-300 קמ"ר. מתוכם, כ-5.9% הנם שטחים קיימים ומתוכננים, כ-84.5% שטחים אפשריים בטווח העומקים 100-30 מ' ועוד כ-9.6% שטחים אפשריים בטווח העומקים 100-150 מ'. התפלגות השטחים מוצגת בתרשים 29.

תרשים 29- התפלגות שטחים אפשריים לחקלאות ימית לפי שיקולי מיקום





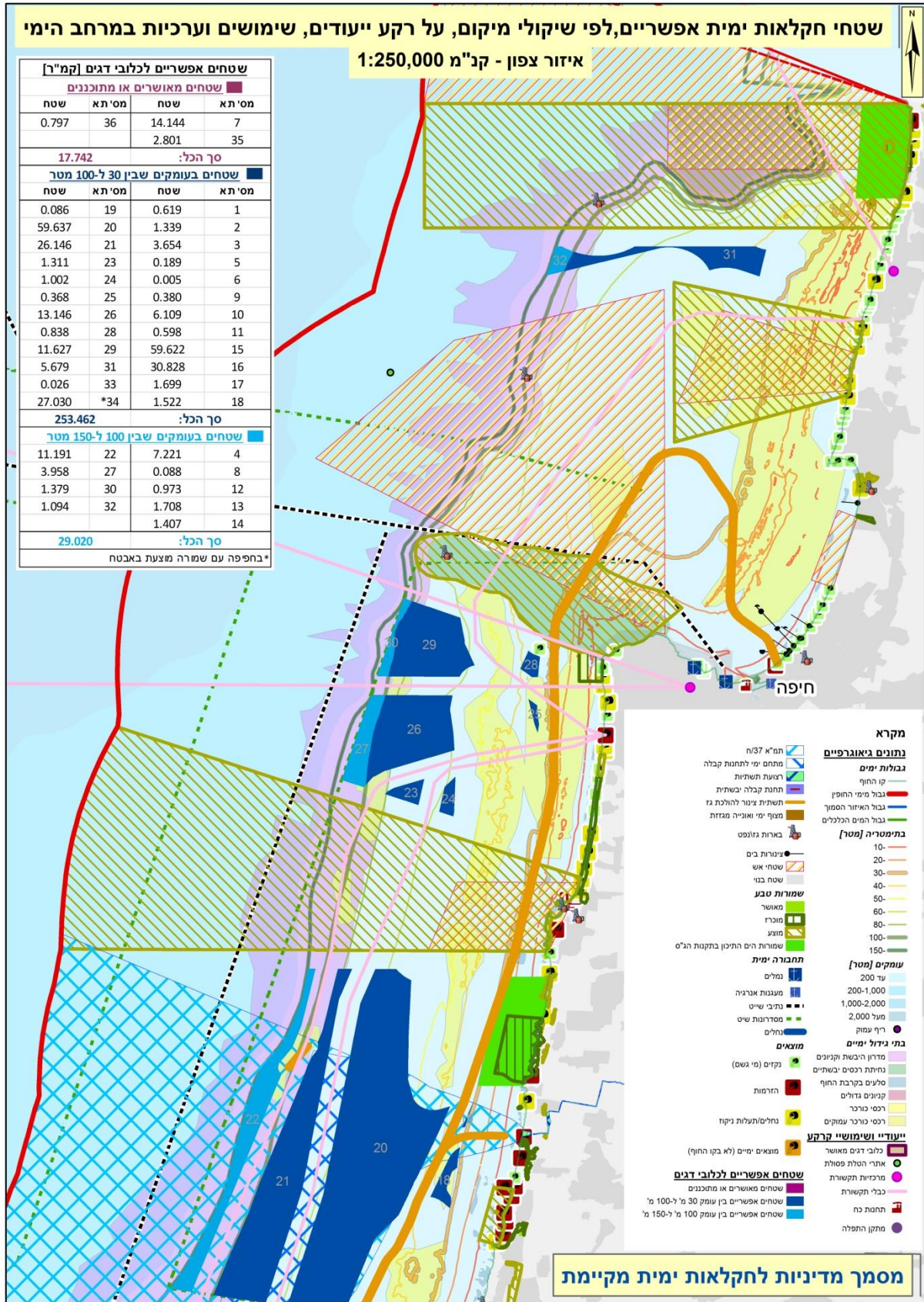
מפה 3- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות  
 רחב הימי, קנ"מ 1:750,000





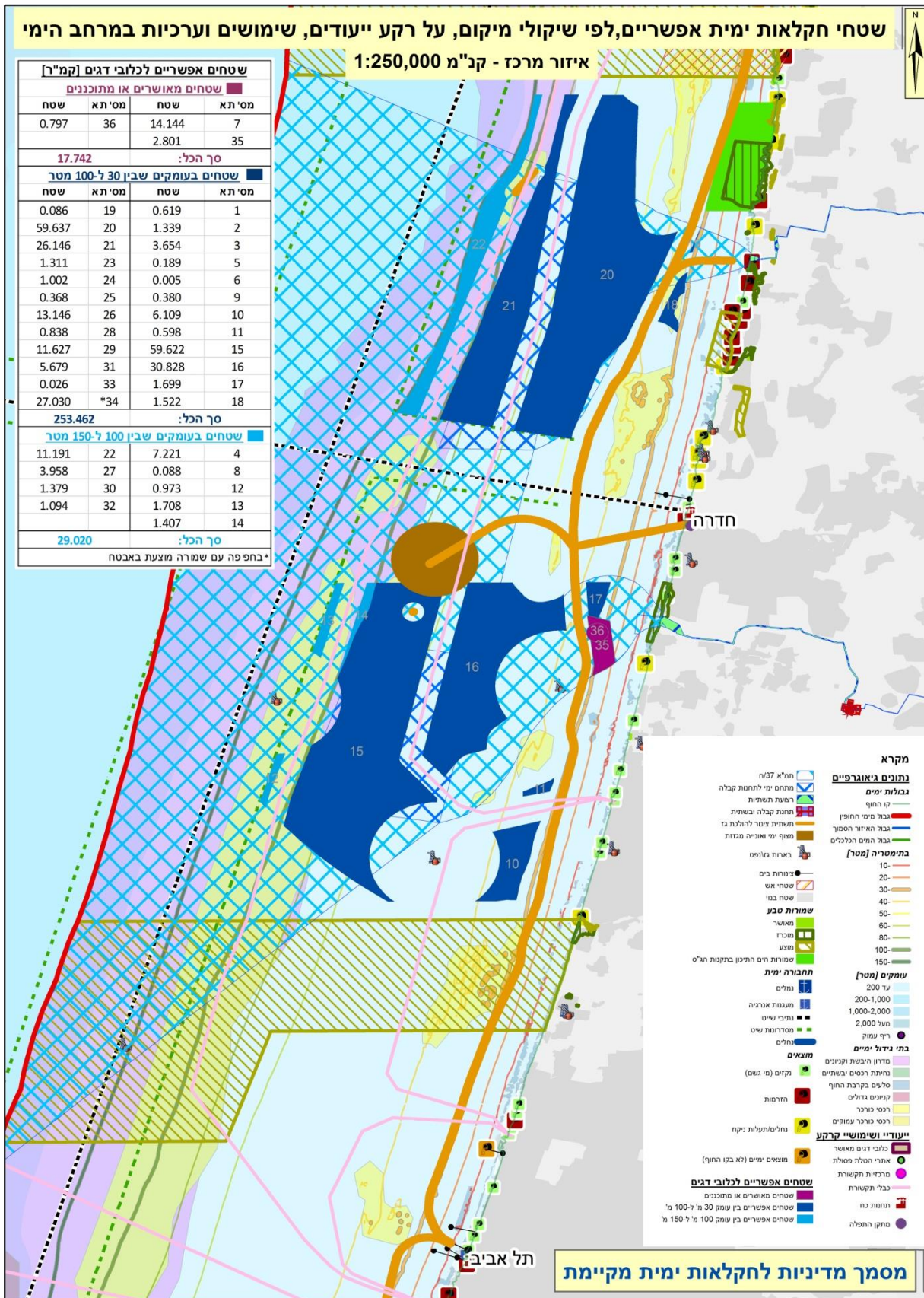
פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

מפה 4- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000





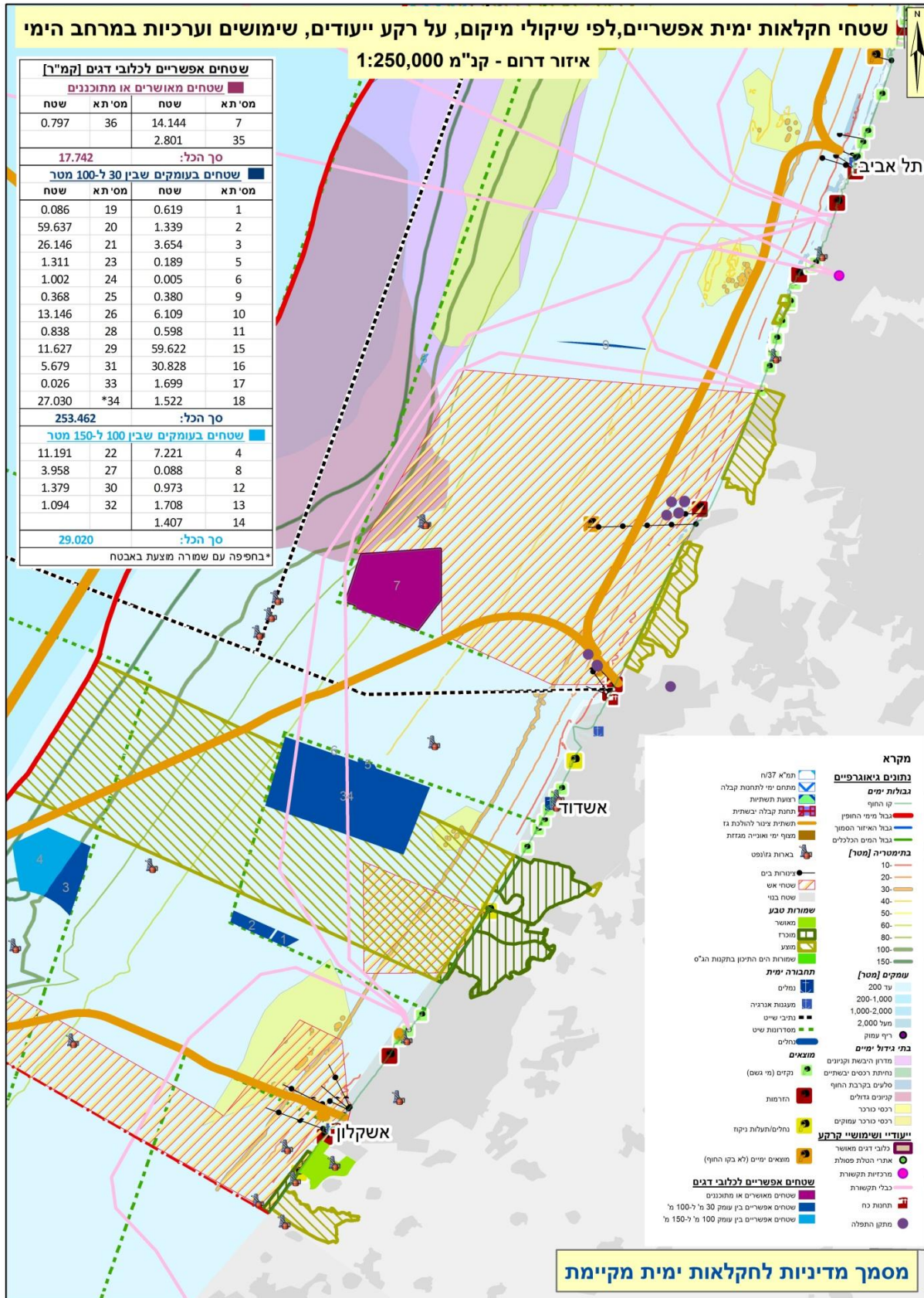
מפה 5- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי, איזור מרכז, קנ"מ 1:250,000





פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

מפה 6- שטחים אפשריים למיקום חקלאות ימית, לפי שיקולי מיקום, על רקע ייעודים, שימושים וערכיות במרחב הימי במרחב הימי, איזור דרום, קנ"מ 1:250,000



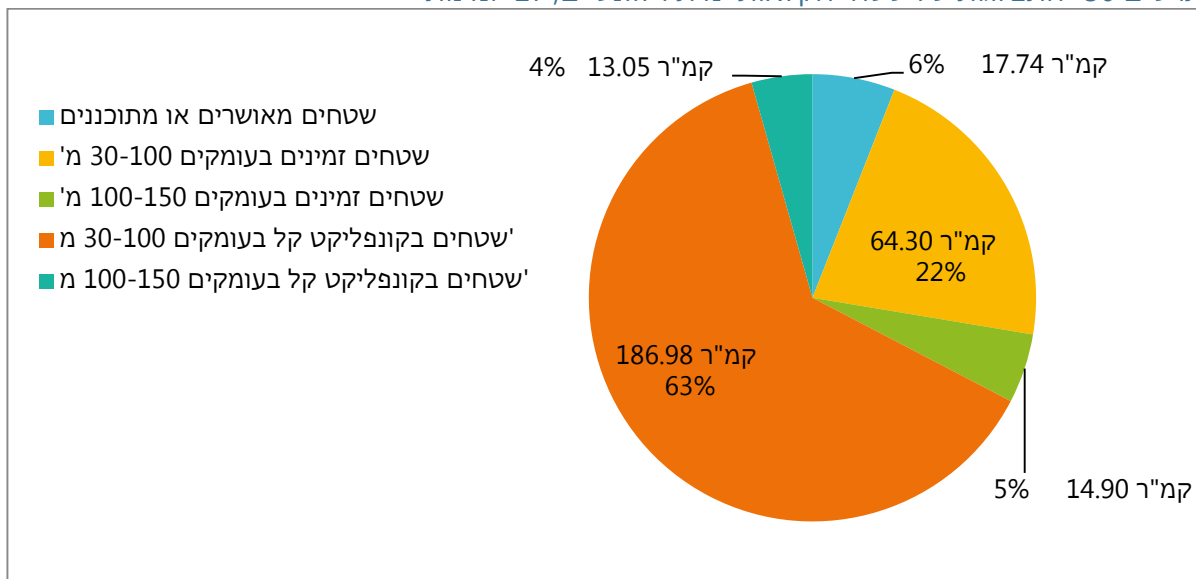
## 4.6 זיהוי ומיפוי שטחי חקלאות רלוונטיים, לפי מדרג זמינות<sup>13</sup>

מיפוי שטחים אפשריים לחקלאות ימית העלה שקיימים שטחים בהיקף הגדול כמעט פי שלושה מהנדרש לפי הפרוגרמה הכמותנית. לפיכך, הוחלט להמשיך ולטייב את איתור השטחים, בניסיון לזהות את השטחים הרלוונטיים והרצויים ביותר לתכנון, בהתאם לגודלם ולמידת זמינותם. השטחים הרלוונטיים לתכנון מוצגים בקנ"מ ארצי ובקנ"מ איזורי במפות מס' 7-10.

בשלב ראשון, הושמטו מהמפה שטחים אפשריים קטנים ושאריתיים, בהיקף כולל של כ-3 קמ"ר. בשלב שני, סווגו 297 הקמ"ר הנותרים של שטחים אפשריים לפי עומקם ולפי מידת זמינותם (הנובעת מקיומן או אי קיומן של מגבלות כלשהן). באופן זה התקבלו חמש קטגוריות של שטחים, כמוצג בתרשים 28: שטחים מאושרים ומתוכננים (5.9%), שטחים זמינים (ללא מגבלות/קונפליקט) בטווח העומקים הרדוד (21.7%), שטחים זמינים בטווח העומקים העמוק (5.0%), שטחים בקונפליקט קל בטווח העומקים הרדוד (63.0%) ושטחים בקונפליקט קל בטווח העומקים העמוק (4.4%).

מהמיפוי עולה, שבמרבית השטחים הרלוונטיים למיקום כלובי דגים קיים קונפליקט קל כלשהו, שאותו יהיה צורך ליישב בשלב התכנון המפורט.

תרשים 30- התפלגות של שטחי חקלאות ימית רלוונטיים, לפי זמינות



<sup>13</sup> מיפוי שטחי חקלאות ימית רצויים על רקע אזורי הדייג, והדיון בממצאים, מוצגים בנפרד בסעיף 4.7.

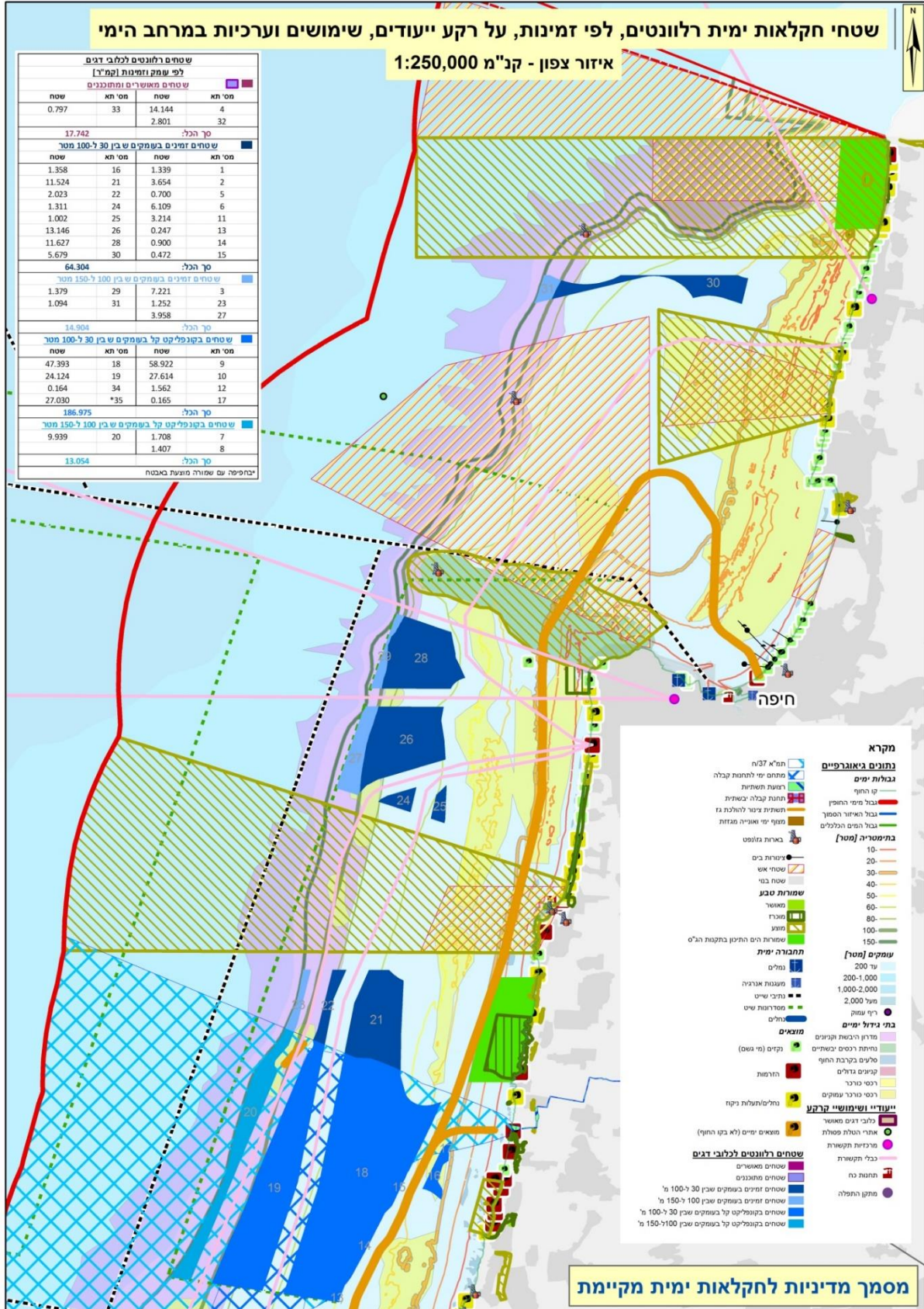






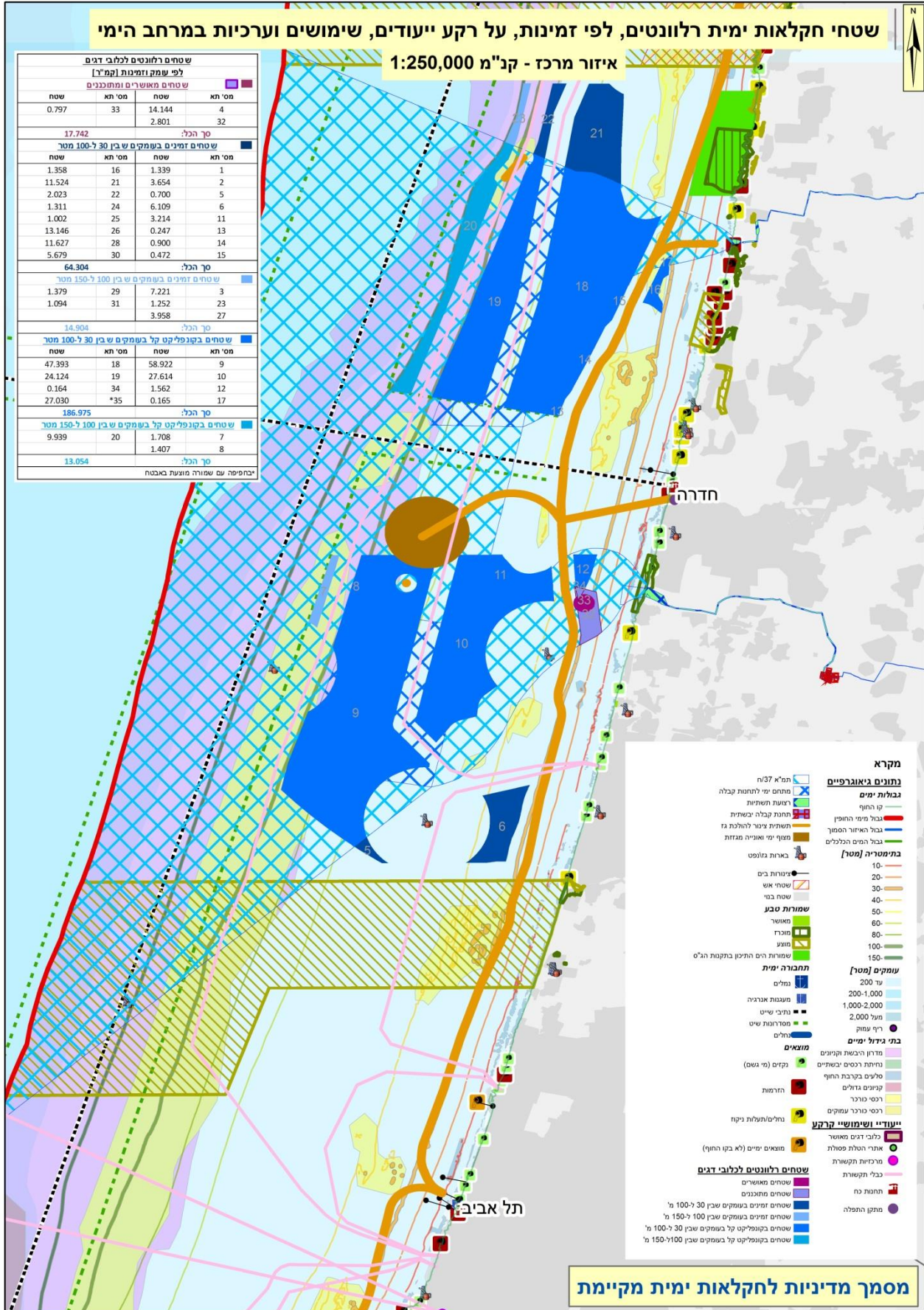
פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל - דו"ח מסכם

מפה 8- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000



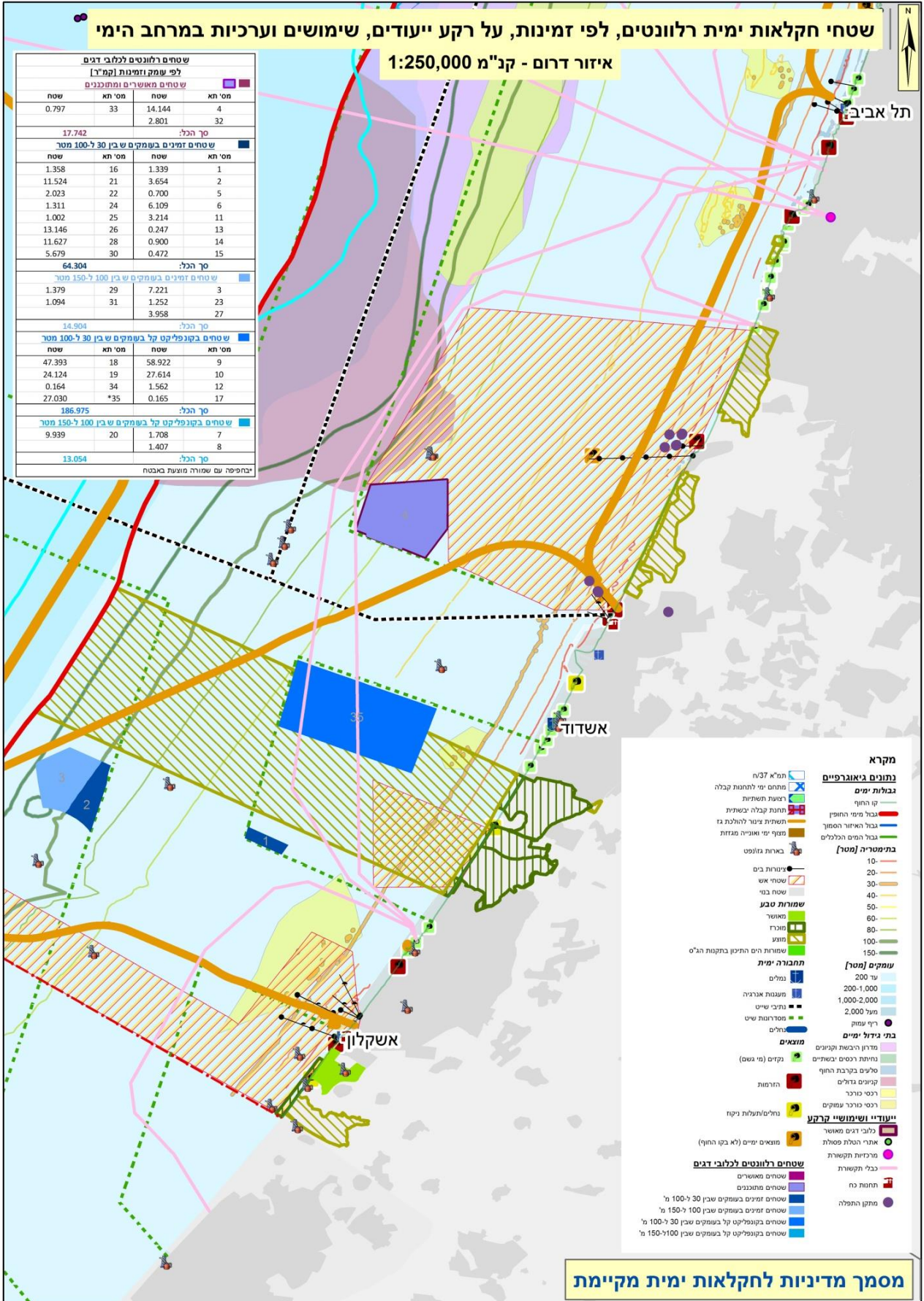


מפה 9 - שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור מרכז, קנ"מ 1:250,000





מפה 10- שטחים רלוונטיים למיקום חקלאות ימית, לפי זמינות, איזור דרום, קנ"מ 1:250,000



**מסמך מדיניות לחקלאות ימית מקיימת**

איתור שטחים רלוונטיים שנערך בשלב קודם העלה שבטווח העומקים הרדוד ישנם כ-64.3 קמ"ר של שטחים זמינים, הנוספים ל-17.74 קמ"ר הקיימים והמתוכננים. אולם, הפיזור המרחבי של שטחים אלו איננו תואם את שיקולי הפיזור וגודל האתרים כמפורט בטבלה מס' 19. מרבית השטחים הזמינים נמצאים מול חיפה ועוד חטיבת שטח משמעותית נמצאת מצפון לחדרה (שמהווה בשלב זה נמל בסדר עדיפות משני), בעוד שבאיזור אשדוד נותרו פיסות שטח זמינות קטנות ומקוטעות. יתר השטחים הזמינים הנם קטנים יחסית ומפוזרים במרחב החיפוש.

בשלב קודם נמצא גם, שמרבית השטחים הרלוונטיים נמצאים באיזורים בהם שורר קונפליקט קל כלשהו, שכפי הנראה ניתן יהיה לישבו בעתיד בשלב התכנון המפורט.

לנוכח ממצאים אלה, ולאור היקפם הנרחב יחסית של השטחים הרלוונטיים ביחס לצרכים החזויים של חקלאות ימית, הוחלט לסווג את השטחים הרלוונטיים לפי מדרג עדיפות המבטא את מכלול שיקולי המיקום. יובהר, שמדרג העדיפות, המוצג על סולם שבין 1 (העדיפות הגבוהה ביותר) לבין 3 (העדיפות הנמוכה ביותר), מתייחס לדרוג פנימי של תאי השטח בתוך כל איזור ולא בראיה כלל-ארצית. כמו כן, במדרג העדיפות הובאו בחשבון רק תאי שטח בעלי גודל משמעותי. באופן זה נקבעו סדרי העדיפות הבאים המוצגים בטבלה מס' 21 שלהלן:

טבלה 21- שטחים מועדפים למיקום חקלאות ימית, לפי איזור וסדר עדיפות בתוך כל איזור

מס' תא שטח	גודל (קמ"ר)	סדר עדיפות	הערות
סה"כ	192.02		בכל דרגות העדיפות
<b>מתוך זה: באיזור צפון (חיפה)</b>			
24-29	32.42	1	מתחם חיפוש אחד שנחתך ע"י קווי תקשורת
30-31	6.77	3	מתחם חיפוש אחד
<b>מתוך זה: באיזור מרכז (חדרה)</b>			
6+11+12	10.89	1	מתחם חיפוש אחד שנחתך ע"י קווי תקשורת
8+9+10	87.94	2	מתחם חיפוש אחד שנחתך ע"י קווי תקשורת
21+22+23	14.80	2	מתחם חיפוש אחד שנחתך ע"י קווי תקשורת
<b>מתוך זה: באיזור דרום (אשדוד)</b>			
35	27.03	1	
2+3	10.87	2	מתחם חיפוש אחד בטווחי עומק שונים
1	1.34	3	

מטבלה 21 עולה, ששטחים בעדיפות גבוהה אותרו באיזור הצפון בהיקף של כ-32 קמ"ר, באיזור המרכז בהיקף של כ-11 קמ"ר ובאיזור הדרום בהיקף של כ-27 קמ"ר. בנוסף, אותרו שטחים בעדיפות בינונית באיזור המרכז בהיקף של כ-103 קמ"ר ובאיזור הדרום בהיקף של כ-11 קמ"ר. כלומר, בראיה ארצית קיימים כ-70 קמ"ר בעדיפות גבוהה ועוד כ-114 קמ"ר בעדיפות בינונית, זאת בנוסף ל-17.74 קמ"ר קיימים ומתוכננים. שטחים רצויים אלה מושווים לפרוגרמה הכמותנית בטבלה מס' 22 שלהלן.



פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

טבלה 22- השוואה בין שטחים מועדפים למיקום חקלאות ימית לבין שטח נדרש, לפי איזור

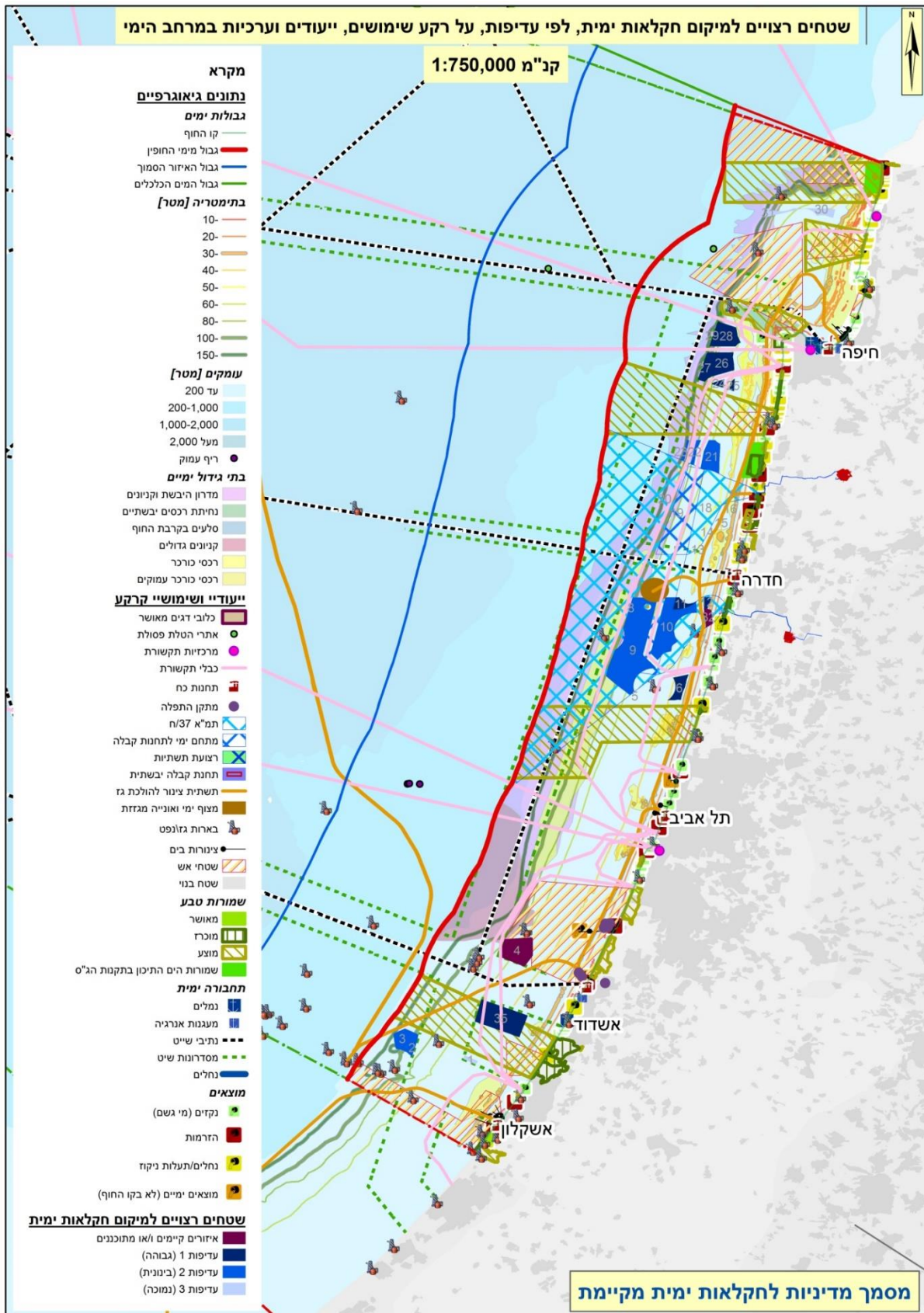
איזור	מס' תא שטח	ס"כ שטח אפשרי ורצוי (קמ"ר)	גודל שטח נדרש לפי הפרוגרמה (כולל שטח קיים) קמ"ר	תוספת שטח נדרשת (קמ"ר)	שיעור שטח נוסף נדרש ביחס בין אפשרי ורצוי
צפון	24-29, 30-31	39.19	40	40	102%
מרכז	6+11+12, 8+9+10, 21+22+23	113.63	20 (מזה 3.60 קיים ומתוכנן)	16.4	14.4%
דרום	35, 2+3, 1	39.24	40 (מזה 14.14 קיים)	25.86	65.9%
<b>סה"כ</b>		<b>192.02</b>	<b>100</b>	<b>82.26</b>	<b>42.84%</b>

מהנתונים המוצגים בטבלה 22 ניתן לראות, שבאזור הצפון תוספת השטח הנדרשת כמוגדר בפרוגרמה (טבלה 19) קרובה בגודלה לזו האפשרית; באזור הדרום תוספת השטח מהווה כ-66% מזו האפשרית; ואילו באזור המרכז תוספת השטח הנדרשת מהווה כ-14% בלבד מזו אפשרית, זאת אף מבלי להביא בחשבון שבאזור זה קיימים שטחים רלוונטיים נוספים בהיקף נרחב של כ-81.5 קמ"ר (תאי שטחי 18+19+20), החופפים את חלקו הצפוני של השטח הימי שכלול בתמ"א 37. בעיקרון, ניתן היה להגדיר גם את השטח הצפוני בעדיפות שנייה, בדומה לשטח החופף את חלקו הדרומי של השטח הימי לפי תמ"א 37/ח' (תאי שטח 8+9+10), אולם הוחלט להתמקד בשטחים הקרובים יותר לאלה הקיימים והמתוכננים. בסך הכל, השטח הנדרש על-פי הפרוגרמה מהווה כ-43% מכלל השטח שאותר בדרגות עדיפות 1-3.

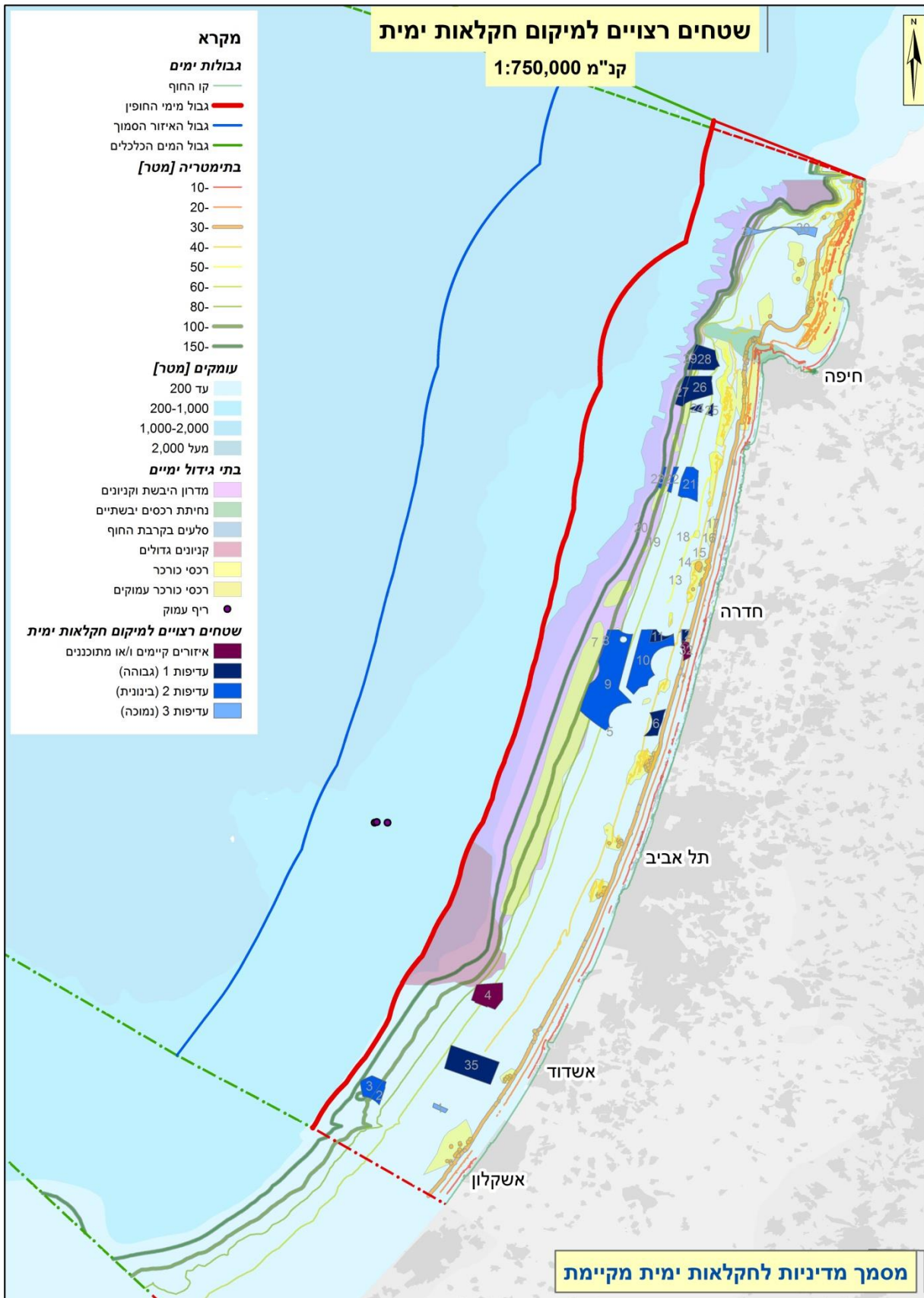
מיפוי האתרים לפי סדר העדיפות בקנ"מ ארצי ואיזורי מוצג במפות מס' 11-15.

מבחינת עדיפות בראיה כלל ארצית, ובשל מגבלות של עורף לוגיסטי ומקומות עגינה, הקרבה לנמלי ים גדולים מקנה, בשלב זה, עדיפות זהה לפיתוח האתרים בצפון ובדרום ועדיפות נמוכה יותר לפיתוח האתרים באזור המרכז – שבו קיים מענה חלקי ומוגבל לצורכי עגינה ולוגיסטיקה. בכל מקרה, הפיתוח צריך להתבצע בשלבים, תוך ניטור והערכה שוטפים של צרכים, השפעות, מגבלות, התפתחויות טכנולוגיות, סדרי עדיפות ועוד.

מפה 11 - שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, על רקע שימושים, ייעודים וערכיות במרחב הימי במרחב הימי, קנ"מ 1:750,000



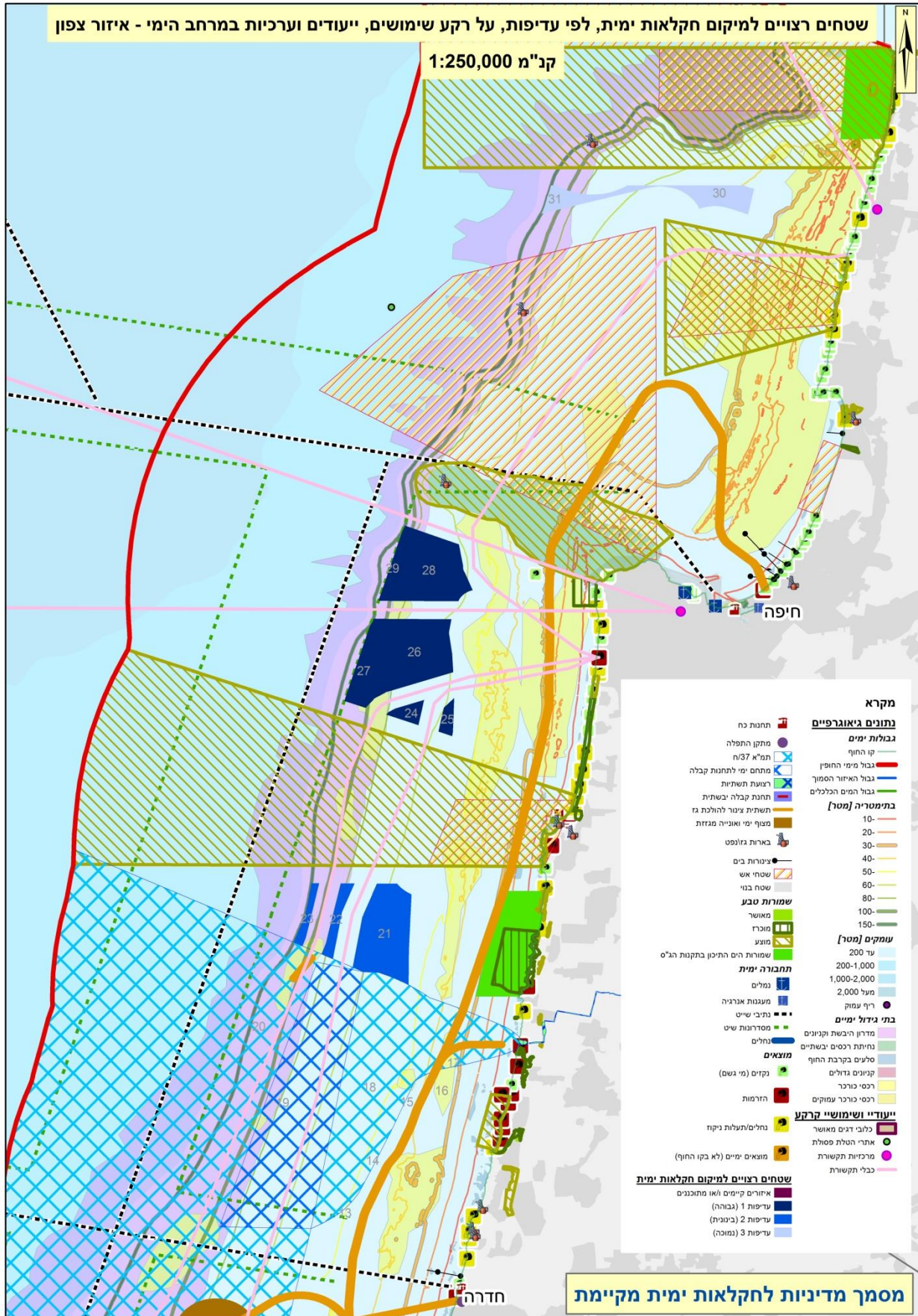
מפה 12 - שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, ללא רקע שימושים וייעודים במרחב הימי, קב"מ 1:750,000





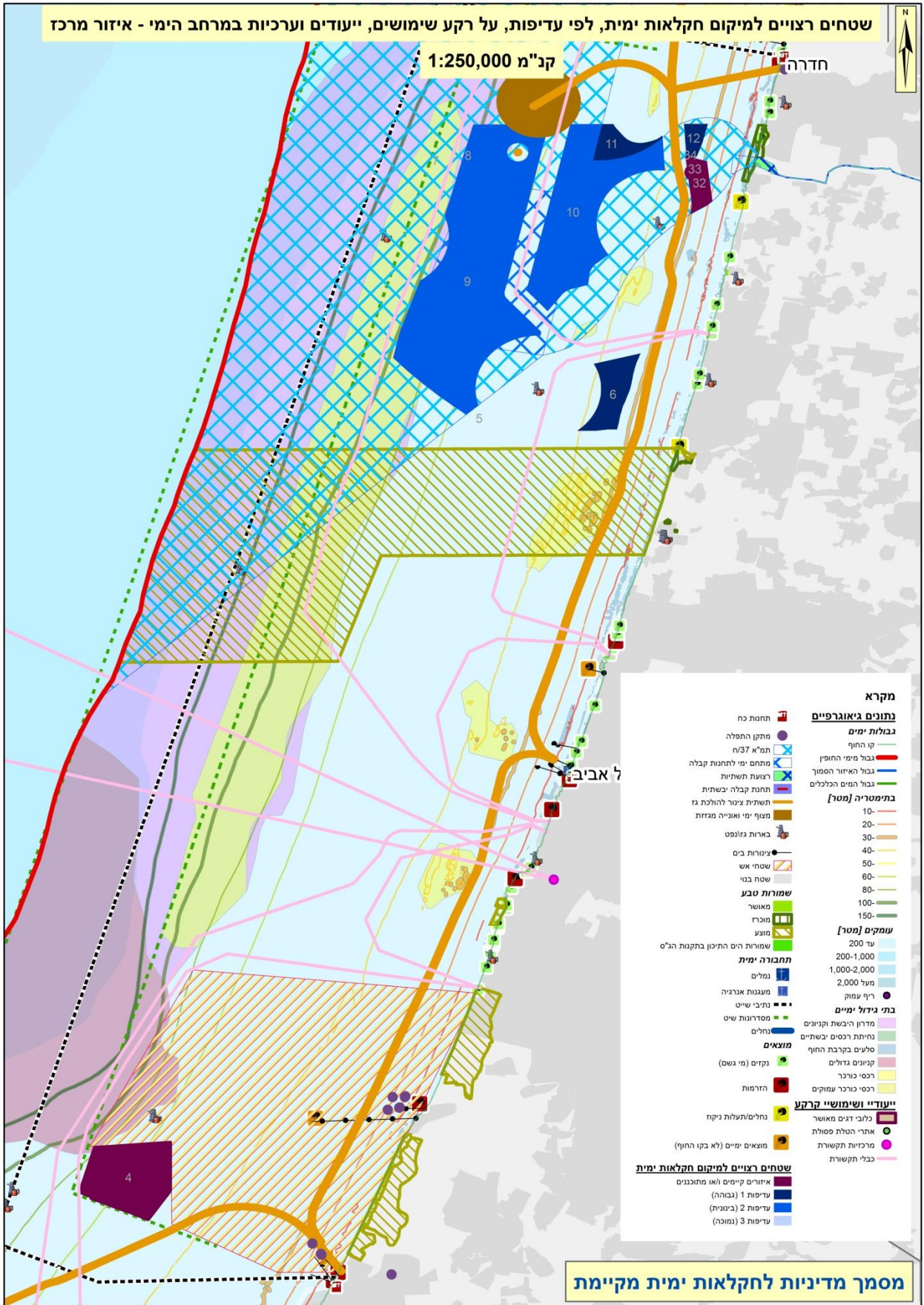
פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

מפה 13 - שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור צפון, קנ"מ 1:250,000





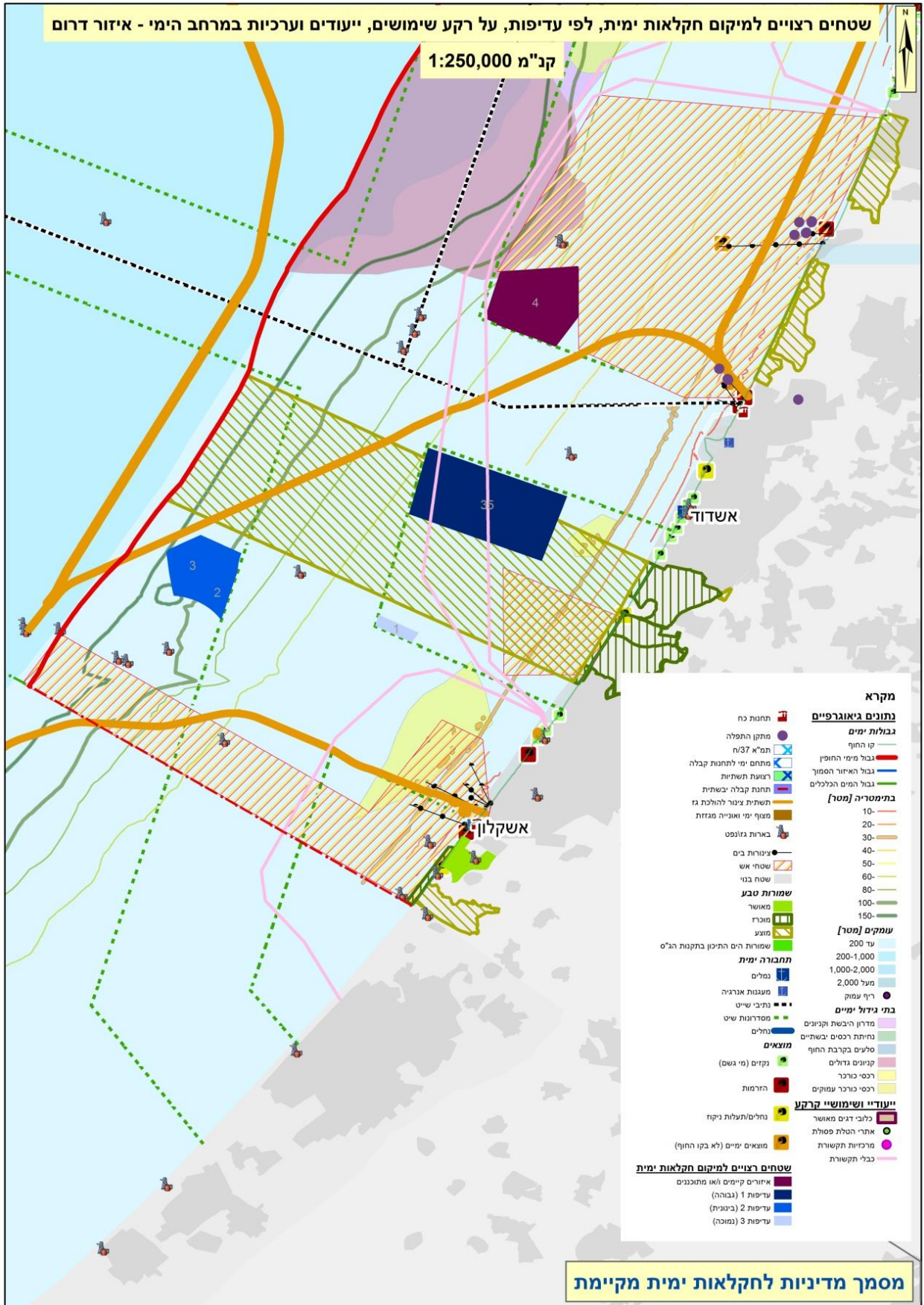
מפה 14- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור מרכז, קנ"מ 1:250,000





פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

מפה 15- שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, איזור דרום, קנ"מ 1:250,000



## 4.7 בדיקת קונפליקטים בין שטחים רצויים לחקלאות ימית לבין איזורי דייג

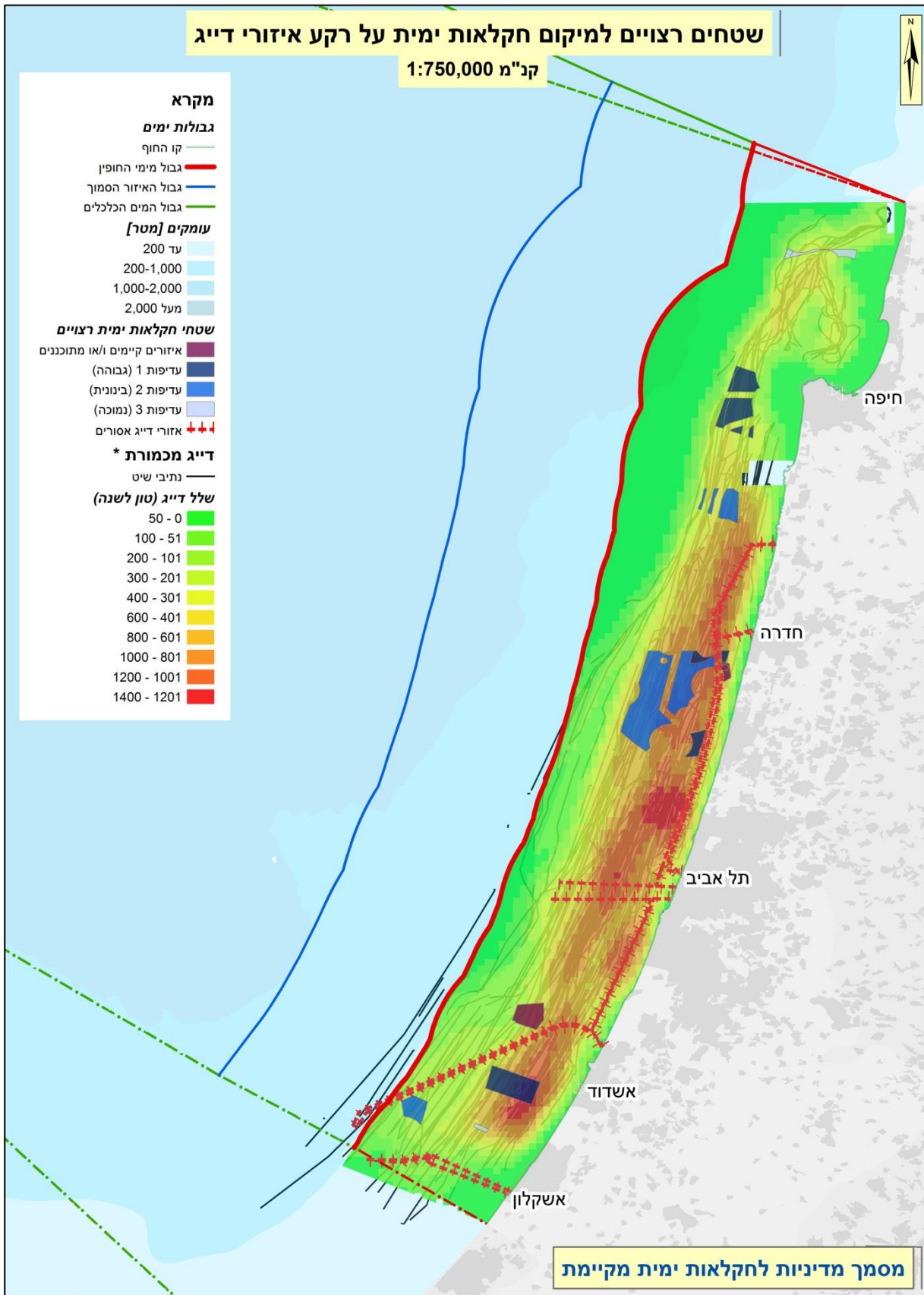
בשלב האחרון של התכנון המרחבי העקרוני נבחנו השטחים הרצויים, לפי מדרג העדיפות, אל מול מפת נתיבי דייג מכמורתנים ושלל הדייג השנתי. יובהר, שלא קיימת תכנית המסדירה באופן סטטוטורי את נתיבי הדייג ואת אזורי הדייג, והמידע המוצג במפה מס' 16 משקף את המצב הקיים בפועל, כפי שהתקבל ממקורות שונים. לפי תמונת המצב, מתקיימת תנועה של מכמורתנים ומתקיים דייג לאורך מרבית מימי החופין בטווח העומקים הרלוונטי לחקלאות ימית, כשפעילות דייג זו הנה אינטנסיבית במיוחד בתחום הימי שבין עתלית לאשדוד.

הצגת שטחי החקלאות הימית הרצויים על רקע מפת איזורי הדייג, מצביעה על חפיפה בין השטחים הרצויים לשטחי הדייג בפועל. הנחת המוצא לזיהוי רמת הקונפליקט הצפויה הנה, שככל שאינטנסיביות התנועה של המכמורתנים הנה גבוהה יותר וככל שהיקף שלל הדייג השנתי באזור מסוים הנו גבוה יותר, רמת הקונפליקט הצפויה עם הצעות לשטחי חקלאות ימית תהיה גבוהה יותר.

ממפה 16 ניתן ללמוד שרמת הקונפליקט הצפויה בין שטחי חקלאות ימית רצויים לבין איזורי דייג בתחום שמול חיפה, מדרום לעתלית ומול אשקלון (תאי שטח 19-24, 23-21 ו-3-2, שהם בעדיפות גבוהה ובינונית לחקלאות ימית), וכן באיזורים שמול נהריה ומול אשקלון (תאי שטח 31-30 ו-1, שהם בעדיפות נמוכה לחקלאות ימית) תהיה נמוכה יחסית. לעומת זאת, בתחום שמדרום לחדרה (תאי שטח 6, 11, 12 ו-10-8, שהם בעדיפות גבוהה ובינונית לחקלאות ימית), וכן בתחום שמול אשדוד (תא שטח 35, החופף ברובו את שמורות הטבע המוצעת באבטח ודורג בעדיפות גבוהה לחקלאות ימית), רמת הקונפליקט צפויה להיות בינונית עד גבוהה.

**פעילות הדייג המתקיימת ללא תיחום והסדרה סטטוטורית במרבית המרחב שנמצא כמתאים לחקלאות ימית מחד, והקונפליקטים הצפויים בין פעילות זו לבין מימוש החקלאות הימית באותם השטחים, מאידך, מחדדים את הצורך בהתווית מדיניות ובהכנת תכנית אשר יגדירו לטווח הארוך את מאפייניה הכמותניים, העתיים, הטכניים והמרחביים הרצויים של פעילות הדייג במימי החופין של ישראל.**

מפה 16 - שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית, לפי סדר עדיפות, על רקע איזורי דייג, קנ"מ 1:750,000



\*מקור הנתונים: מסמך מדיניות למרחב הימי של ישראל - ים תיכון



## 5. סיכום

בשנה האחרונה עסק צוות מוסד שמואל נאמן, בשיתוף פעולה הדוק עם משרד החקלאות בפיתוח מסמך מדיניות בנושא פיתוח בר קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל.

חברו לצוות זה גם מומחים בתחום האקולוגיה והביולוגיה וכן מתחום החקלאות הימית.

תכליתו של מסמך זה להגדיר ולהתוות קווים מנחים למדיניות כוללת לפיתוח בר קיימא של החקלאות הימית בישראל. מסמך זה הינו אבן דרך בזיהוי ההיבטים הסביבתיים והכלכליים של החקלאות הימית אשר תאפשר שמירה על הסביבה הטבעית, מחד גיסא, והתווייה של צמיחה כחולה (Blue Growth) למדינת ישראל, מאידך גיסא. **הצמיחה הכחולה היא הפוטנציאל הגלום בים מכלל הפוטנציאל של הצמיחה הירוקה.** (צמיחה ירוקה הוגדרה על ידי ארגון ה-OECD- כגידול בתוצר הלאומי הגולמי, תוך מניעת פגיעה באיכותם ובכמותם של משאבי הטבע, ומיצוי פוטנציאל הצמיחה מתהליך השינוי עצמו).

מסמך מדיניות זה כולל המלצות לאסטרטגיה, יעדים, כלים לתכנון, המלצות לכיווני מו"פ וניהול ודרכי פעולה לפיתוח החקלאות הימית וענף הדגה בישראל בראיה רב שנתית. המסמך איננו "תוכנית עיסקית" ליזמים וגם אינו תחליף להערכות, לתוכניות עבודה מפורטות ובוודאי שאיננו מייתר את הצורך בהכנת מסמך סביבתי בכל מקרה בו תתוכנן חוות כלובים.

לעבודה זו יש שתי תפוקות מרכזיות:

1. מסמך מדיניות הכולל המלצות ליעדים, אסטרטגיה וכלים לתכנון ארוך טווח, לפריסה מרחבית, לפיתוח ולמשק בני קיימא של חקלאות ימית בים התיכון הישראלי.
2. מיפוי של שטחים רצויים למיקום חקלאות ימית בים התיכון הישראלי וכן אתרים לוגיסטיים תומכים בחוף, בהתחשב בתכניות, בצרכים ובכוונות של גורמים אחרים במרחבים אלו.

### **תפוקות העבודה נועדו לשמש כלי עזר לקבלת החלטות לתכנון, פיתוח וניהול מקיימים ומושכלים של ענף החקלאות הימית בישראל.**

העבודה הוכיחה כי קיימת הצדקה כלכלית לפיתוח של ענף החקלאות הימית בישראל, אולם, בגלל שיקולים שונים (השפעות סביבתיות שליליות פוטנציאליות, שיקולים כלכליים ומסחריים ועוד), מוצע לפתח את הענף בצורה הדרגתית, תוך בקרה מושכלת (סביבתית וכלכלית). הפיתוח ההדרגתי יאפשר, בין השאר, גם לטכנולוגיות חדשות, יעילות יותר, להתבסס ולהפוך לשימות וכדאיות יותר, ויאפשר הפקת לקחים, ביצוע שיפורים וחיזוק היכולת להתחרות ביבוא תוך צמצום הגנות מכסיות. תכנון מרחבי של חקלאות ימית יכול לצמצם את חוסר הודאות השורר כיום בענף זה, לסייע ליזמים בבדיקת היתכנותם של פרויקטים של חקלאות ימית ולעודד יזמים להשקיע בענף. כמו כן, תכנון כזה יביא להפנמה של שיקולי ערכיות סביבתית של שטחים ימיים ושל השפעות סביבתיות פוטנציאליות, ויתרום למיתון קונפליקטים בין בעלי עניין.

מומלץ להקצות שטחים בהיקף של כ-100 קמ"ר בחלוקה לשלושה מוקדים לאורך חופי ישראל, כפי שאותרו בעבודה זו. יש להבטיח שהשטחים שאותרו בעבודה זו ישוריינו וייעדו לחקלאות הימית, מתוך הבנת הצורך הגובר באספקת מזון ומוצרים אחרים מן הים והצורך בשמירת אופציות פתוחות לטווח הארוך.

## 6. רשימת מקורות

- זיידנר ג., קרס נ., דיאמנט א., גליל ב., (2013). היערכות לניטור ההשפעות הסביבתיות של חוות לגידול דגים בים הפתוח מול חופי הים התיכון בישראל. אקולוגיה וסביבה 1:4, 5-8.
- טנדלר ואור גבע (2013). פרוגרמת הדגה במשרד החקלאות. 146 עמ'.
- טנדלר, ע. (2013). דייג וחקלאות ימית במים הכלכליים של ישראל. אילת: משרד החקלאות.
- סטמלר נ. 2013. הוד הים יציבות ושינוי במערכות הימיות של ישראל. <http://www.israelaquatic.org.il/files/Sea.pdf>
- סקר אסטרטגי סביבתי – מידע וקריטריונים לערכיות סביבתית, (2015). מפת הערכיות הסביבתית האינטגרטיבית. משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, בשיתוף עם חקר ימים ואגמים לישראל והמכון הגיאולוגי.
- פרילינג מ., זוהר י., גולני ד., טיקוצ'ינסקי י., (2013). השפעת החקלאות הימית על השונות הגנטית של אוכלוסיות טבעיות – דגי דניס בים התיכון ובים סוף כמודל. אקולוגיה וסביבה 1:4, 92-96.
- רזן, ד. (1999). בחינת מיקום מיטבי להצבת כלובי דגים במימי החופין של ישראל בים התיכון. דו"ח חיא"ל מס' H37/98. חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ.
- רוטשילד א., שולץ ד., זס ר., הר לב א., יאיון נ., אלחסיד א., זילברשטיין ר., רחנצוויג ג., גפני ע., גורן מ., (2014). מפסיקים לכרות את הענף שאנו יושבים עליו- הרפורמה הנחוצה בניהול הדייג בים התיכון. אקולוגיה וסביבה 5 (1): 98-105.
- שיינין א. פ, צמל ע., ברנע א. 'אדליסט ד.' קלס ק., גפן-גלזר ע., היאמס ל., פרלמן י. יהל ר., ואנגרט נ. (2013) דוח מצב הטבע בים התיכון 2013. ירושלים: המארג, בחסות האקדמיה הישראלית למדעים.
- תכנית ימית לישראל [/http://msp-israel.net.technion.ac.il](http://msp-israel.net.technion.ac.il)
- Anderson, D., P. Glibert, and J. Burkholder. (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries* 25: 704-726
- Azzurro, E., La Mesa, G., & Fanelli, E. (2013). The rocky-reef fish assemblages of Malta and Lampedusa islands (Strait of Sicily, Mediterranean Sea): a visual census study in a changing biogeographical sector. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(08), 2015-2026.
- Belias, Christos V., Vassilis G. Bikas, Manos J. Dassenakis, and Michael J. Scoullou. "Environmental impacts of coastal aquaculture in eastern Mediterranean bays the case of Astakos Gulf, Greece." *Environmental Science and Pollution Research* 10, no. 5 (2003): 287-295.

Bell, K. L., Ballard, R. D., Brennan, M. L., Raineault, N. A., Shank, T. M., Mayer, L. A., ... & Coleman, D. F. (2012, December). Exploration of the Black, Aegean, and Mediterranean Seas Aboard E/V Nautilus. In *AGU Fall Meeting Abstracts* (Vol. 1, p. 1911).

Bell, P., P. Greenfield, D. Hawker, and D. Connell. (1989). THE IMPACT OF WASTE DISCHARGES ON CORAL-REEF REGIONS. *Water Science and Technology* 21: 121-130.

Benmeir P, Rosenberg L, Sagi A, Vardi D, Eldad A (1990) Jellyfish envenomation: a summer epidemic. *Burns* 16: 471-472,

Berman, T., D. Townsend, S. Elsayed, C. Trees, and Y. Azov. (1984). OPTICAL TRANSPARENCY, CHLOROPHYLL AND PRIMARY PRODUCTIVITY IN THE EASTERN MEDITERRANEAN NEAR THE ISRAELI COAST. *Oceanologica Acta* 7: 367-372.

BROTZ, L., W.W.L. CHEUNG, K. KLEISNER, E. PAKHOMOV & D. PAULY. 2012. Increasing jellyfish populations: trends in Large Marine Ecosystems. *Hydrobiologia*, 690: 3-20.

Byron, C.J. and Costa-Pierce, B.A. (2012). Carrying capacity tools for use in the implementation of an ecosystem approach to aquaculture. *In*: L.G. Ross, T.C. Telfer, D. Soto, J. Aguilar-Manjarrez and L. Falconer (Eds.). *Site selection and carrying capacity for inland and coastal aquaculture*. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings no. 21.

Capone DG, Weston DP, Miller V, Shoemaker C (1996) Antibacterial residues in marine sediments and invertebrates following chemotherapy in aquaculture. *Aquaculture* 145:55-75.

Cederberg, C', Sonesson, U', Henriksson, M', Sund, V & , 'Davis, J .(2009) .'Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005.

Chelossi E, Vezzulli L, Milano A, Branzoni M, Fabiano M, Riccardi G, Banat IM (2003) Antibiotic resistance of benthic bacteria in fish-farm and control sediments of the Western Mediterranean. *Aquaculture* 219:83-97.

Chopin, T., Cooper, J. A., Reid, G., Cross, S., Moore, C. (2012). *Open-water integrated multi-trophic aquaculture: environmental biomitigation and economic diversification of fed aquaculture by extractive aquaculture*. Canada

Coleman, D. F., Austin, J. A., Ben-Avraham, Z., & Ballard, R. D. (2011). Exploring the continental margin of Israel: "Telepresence" at work. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 92(10), 81-82.

Corliss, J. B., and Ballard, R. D., 1977, Oases of life in the cold abyss, *Nat. Geogr.* 152(4):441–453.

Costa-Pierce, B.A. and Page G.G. (2011). Sustainability science in aquaculture. In: *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. N.Y.: Springer Science.

Costanza, R., Folke, C. (1997). *Valuing ecosystem services with efficiency, fairness and sustainability as goals*. In: Daily, G. (Ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC, pp. 49–70.

Coyne R, Smith P, Moriarty C (2001). The fate of oxytetracycline in the marine environment of a salmon cage farm. *Marine Environment and Health Series*, 3: i-iv and 1-24 pp.

De Jonge, V., M. Elliott, and E. Orive. 2002. Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. *Hydrobiologia* **475**: 1-19.

De Paola A, Peeler JT, Rodrick G (1995) Effect of oxytetracycline-medicated feed on antibiotic resistance of Gram-negative bacteria in catfish ponds. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 2335–2340.

Delgado, O., Ruiz, J., Pérez, M., Romero, J., & Ballesteros, E. (1999). Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica Acta*, 22(1), 109-117.

Dortch, Q., N. N. Rabalais, R. E. Turner, and N. A. Qureshi. 2001. Impacts of changing Si/N ratios and phytoplankton species composition. In N. N. Rabalais and R. E. Turner [eds.], *Coastal Hypoxia: Consequences for Living Resources and Ecosystems*. Coastal and Estuarine Studies Series.

Edelist, D., Sonin, O., Golani, D., Rilov, G., & Spanier, E. (2011). Spatiotemporal patterns of catch and discards of the Israeli Mediterranean trawl fishery in the early 1990s: ecological and conservation perspectives. *Scientia Marina*, 75(4), 641-652

EATIP. (2012). *The European Aquaculture Technology and Innovation Platform: The Future of European Aquaculture*

Edelist D., Rilov G., Golani D., et al. 2013. Restructuring the sea: Profound shifts in the world's most invaded marine ecosystem. *Divers. Distrib.* 19: 69-77

FAO. (2014). *SOFIA- The state of the world fisheries and aquaculture 2014*. Rome.

FAOSTAT. (2014). <http://faostat.fao.org/site/629/default.aspx> 10.12.14

Ferreira, J., S. Bricker, and T. Simas.(2007). Application and sensitivity testing of a eutrophication assessment method on coastal systems in the United States and European Union. *Journal of Environmental Management* **82**: 433-445.

Fezzard, D., Massa, F., Àvila-Zaragoza, P., Rad, F., Yücel-Gier, G., Deniz, H., Ali Salem, M., Hamza,H., Ben Salem, S. (2013). *Indicators for Sustainable Aquaculture in Mediterranean and Black Sea Countries - Guide for the use of indicators to monitor sustainable development of aquaculture*. Italy: FAO.

FOESA. (2011). Sustainability indicators for aquaculture sea cages in the Mediterranean. FOESA, Madrid, Spain. 116 pp.

Galil B.S. (2004). The limit of the sea: the bathyal fauna of the Levantine Sea. *Scientia Marina* 68, Suppl. 3, 63–72.

Galil B. S. (2009) Taking stock: inventory of alien species in the Mediterranean sea. *Biological Invasions* Volume 11, Issue 2, pp 359-372

Galil, B. S. (2013). Going going gone: the loss of a reef building gastropod (Mollusca: Caenogastropoda: Vermetidae) in the southeast Mediterranean Sea. *Zoology in the Middle East*, 59(2), 179-182.

Gannon J. E. and Stemberger R. S. (1978) Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality. *Transactions of the American Microscopical Society*. Vol. 97, No. 1 (Jan., 1978), pp. 16-35

Grigorakis, K., and G. Rigos. (2011). Aquaculture effects on environmental and public welfare - The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere* 85: 899-919.

GEASAMP. (2008). Joint group of experts on scientific aspects of marine environment protection. *Assessment and communication of environmental risks in coastal aquaculture*. Rome, FAO Reports and Studies GESAMP no. 76.

Golani, D. 1998. Distribution of Lessepsian migrants fish in the Mediterranean. *Ital. J. Zool.* 65 (suppl.): 95-99.

GOLANI, D. & LEVY, Y., 2005. New records and rare occurrences of fish species from the Mediterranean coast of Israel. *Zoology in the Middle East*, 36: 27-32.

GOREN M. & B.S. GALIL, 2001. - Fish biodiversity in the vermetid reef of Shiqmona (Israel). *Mar. Ecol.*, 22(4): 369-378.

Hansen PK, Lunestad BT, Samuelsen O (1992) Effects of oxytetracycline, oxolinic acid and flumequine on bacteria in an artificial fish farm sediment. *Canadian Journal of Microbiology* 38:1307-1312.

Hernández-Serrano, P (2005) Responsible use of antibiotics in aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 469. Rome, FAO. 2005. 97p.

Herwig R, Gray J, Weston D (1997) Antibacterial resistant bacteria in surficial sediments near salmon net-cage farms in Puget Sound, Washington. *Aquaculture* 149:263-283.

Hyams-Kaphzan, O., A. Almogi-Labin, C. Benjamini, and B. Herut. (2009). Natural oligotrophy vs. pollution-induced eutrophy on the SE Mediterranean shallow shelf (Israel): Environmental parameters and benthic foraminifera. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 1888-1902.

Inglis, G.J., Hayden B.J. and Ross A.H. (2002). *An overview of factors effecting the carrying capacity of coastal embayment for mussel culture*. Christchurch, NIWA.

Jacobsen F, Berglind L (1988). Persistence of tetracycline in sediments from fish farms. *Aquaculture* 70:375-380.

Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K. N., & Plaiti, W. (2000). <sup>1</sup> Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 57(5), 1462-1471.

Krom, M., B. Herut, and R. Mantoura. (2004). Nutrient budget for the Eastern Mediterranean: Implications for phosphorus limitation. *Limnology and Oceanography* 49: 1582-1592.

Lewin CS (1992) Mechanisms of resistance development in aquatic microorganisms. In: Michel C and DJ Alderman (eds.), *Chemotherapy in Aquaculture: from Theory to Reality*. Office International des Epizooties, Paris, pp. 288-301.

Lupatsch, I., and G. Kissil. (1998). Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach. *Aquatic Living Resources* 11: 265-268.

McKindsey, C.W. Thetmeyer, H., Landry, T. and Silvert, W. (2006). *Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management*. *Aquaculture*, 295(1-2): 44-51.

Monod, J. (1949). GROWTH OF BACTERIAL CULTURES. Annual Reviews in Microbiology 3: 371-394.

Nixon, S. (2003). Replacing the Nile: Are anthropogenic nutrients providing the fertility once brought to the Mediterranean by a great river? *Ambio* 32: 30-39.

Nobre A., Robertson-Andersson D., Neori A., Sankar K., (2010). *Ecological-economic assessment of aquaculture options: Comparison between abalone monoculture and integrated multi-trophic aquaculture of abalone and seaweeds*. *Aquaculture* 306, pp. 116-126

OECD. (2015). *Green Growth in Fisheries and Aquaculture*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264232143-en>

Pasternak, A., Wassmann, P., & Riser, C. W. (2005). Does mesozooplankton respond to episodic P inputs in the Eastern Mediterranean? *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 52(22), 2975-2989.

Pelletier, N', Tyedmers, P', Sonesson, U', Scholz, A', Ziegler, F', Flysjo, A', Silverman, H'. (2009). Not All Salmon Are Created Equal: Life Cycle Assessment (LCA) of Global Salmon Farming Systems. *Environmental Science & Technology*, 43(23), 8730-8736. doi: 10.1021/es9010114

Rilov G (2013) Regional extinctions and invaders' domination: an ecosystem phase-shift of Levant reefs. In: Briand F (ed) 40th CIESM congress, Marseille (in press)

Robarts, R., T. Zohary, M. Waiser, and Y. Yacobi. (1996). Bacterial abundance, biomass, and production in relation to phytoplankton biomass in the Levantine Basin of the southeastern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* 137: 273-281

Roberts, J. M., Wheeler, A. J., & Freiwald, A. (2006). Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312(5773), 543-547.

Rubin-Blum, M., Antler, G., Tsadok, R., Shemesh, E., Austin, J. A., Coleman, D. F., ... & Tchernov, D. (2014a). First evidence for the presence of iron oxidizing Zetaproteobacteria at the Levantine continental margins. *PloS one*, 9(3), e91456.

Rubin-Blum, M., Antler, G., Turchyn, A. V., Tsadok, R., Goodman-Tchernov, B. N., Shemesh, E., ... & Tchernov, D. (2014b). Hydrocarbon-related microbial processes in the deep sediments of the Eastern Mediterranean Levantine Basin. *FEMS microbiology ecology*, 87(3), 780-796.



Rubin-Blum, M., Tsadok, R., Shemesh, E., Goodman-Tchernov, B. N., Austin Jr, J. A., Coleman, D. F., ... & Tchernov, D. (2014c). Distribution of the Lamellibrachia spp.(Siboglinidae, Annelida) and their trophosome endosymbiont phylotypes in the Mediterranean Sea. *Marine biology*, 161(6), 1229-1239.

Rubin-Blum, M., Shemesh, E., Goodman-Tchernov, B., Coleman, D. F., Ben-Avraham, Z., & Tchernov, D. (2014d). Cold seep biogenic carbonate crust in the Levantine basin is inhabited by burrowing Phascolosoma aff. turnerae, a sipunculan worm hosting a distinctive microbiota. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 90, 17-26.

Sanchez J. P., Bayle-Sempere J., Fernandez-Jover D., Valle, C. and Dempster, T., (2007). *Ecological relationship between wild fish populations and Mediterranean aquaculture in floating fish cages. CIESM Workshop, Impact of mariculture on coastal ecosystems*. Lisboa, February 2007.

Schmidt A, Bruun M, Dalsgaard I, Pedersen K, Larsen J (2000) Occurrence of antimicrobial resistance in fish pathogenic and environmental bacteria associated with four Danish rainbow trout farms. *Applied and Environmental Microbiology* 66:4908-4915.

Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M. G., Montresor, M., Ribera d'Alcalá, M., Vaqué, D., and Zingone, A. (2010) Plankton in the open Mediterranean Sea: a review, *Biogeosciences*, 7, 1543-1586

Sorum H (1998) Mobile drug resistance genes among fish bacteria. *APMIS Supplementum* 84:74-76.

Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J. Burgere, C., Angel D., Bailey, C., Black, K., Edwards, P., Costa-Pierce, B., Chopin, T., Duedero, S., Freeman, S., Hambrey, J., Hishamunda, N., Knowler, D., Silvert, W., Marba, N., Mathe, S., Norambuena, R., Simard, F., Tett, P. Troell, M. and Wianberg, A. (2008). *Applying and ecosystem-based approach to aquaculture: Principles, scales and some management measures*. In: Soto, D, Aguilar-Manjarrez, J. and Hishamunda, N. (eds.). (2007). *Building and ecosystem approach to aquaculture*. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings no. 14.

Suari, Y., & Brenner, S. (2015). Decadal biogeochemical history of the south east Levantine basin: Simulations of the river Nile regimes. *Journal of Marine Systems*, 148, 112-121

Swartz, W., Sala, E., Tracey, S., Watson, R., & Pauly, D. (2010). The spatial expansion and ecological footprint of fisheries (1950 to present). *PloS one*, 5(12), e15143.



- The State Of World Fisheries and Aquaculture (2012). Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome: FAO
- Treves-Brown KM (2000) Applied Fish Pharmacology (Aquaculture Series 3), Kluwer Academic Publishers, Boston, 309 p.
- Tsagarakis, K., M. Coll, M. Giannoulaki, S. Somarakis, C. Papaconstantinou, and A. Machias. (2010). Food-web traits of the North Aegean Sea ecosystem (Eastern Mediterranean) and comparison with other Mediterranean ecosystems. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 88: 233-248.
- Tsoumas A, Alderman DJ Rogers CJ (1989) *Aeromonas salmonicida*: development of resistance to 4-quinolone antimicrobials. *Journal of Fish Diseases* 12:492-507.
- Vanreusel, A., Andersen, A.C., Boetius, A., Connelly, D., Cunha, M.R., et al., 2009. Biodiversity of Cold seep ecosystems along the European margins. *Oceanography*,22 (1): 118-135.
- Walters, C., V. Christensen, and D. Pauly. (1997). Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7: 139-172.
- Weikert, H., and S. Trinkaus. (1990). VERTICAL MESOZOOPLANKTON ABUNDANCE AND DISTRIBUTION IN THE DEEP EASTERN MEDITERRANEAN-SEA SE OF CRETE. *Journal of Plankton Research* 12: 601-628.
- Weston DP (1996) Environmental considerations in the use of antibacterial drugs in aquaculture. In: *Aquaculture and Water Resource Management* (DJ Baird, ed.), Blackwell, Oxford, pp. 140-165.
- Yahel R, Engert N (2012) Marine protected areas as a means to protect the environment and biodiversity in the Mediterranean Sea. Environmental protection policy in the Mediterranean Sea. National Parks Service Publication, Jerusalem, p 36, in Hebrew
- Zorrilla I, Chabrilion M, Arijó S, Díaz-Rosales P, Martínez-Manzanares E, Balebona MC, Morinigo MA (2003) Bacteria recovered from diseased cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) in southwestern Spain. *Aquaculture* 218:11-20.
- Zuccato E, Castiglioni S, Fanelli R, Bagnati R, Reitano G Calamari D (2004) Risks related to the discharge of pharmaceuticals in the environment: Further research is needed. In: K Kümmerer (Ed.), *Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks*. Springer, New York, pp. 431-437.

## 7. נספחים

### 7.1. סקירת וסיכום ניסיונות לגידול דגים בים פתוח בחופי ישראל

אינג' נעם מחס<sup>14</sup>, תחום חקלאות ימית, אגף הדיג וחקלאות המים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

#### א. הקדמה

החקלאות הימית היא ענף המתפתח בעולם בקצב שנתי של כ 5-10% עקב הידלדלות הדיג מחד ועליה בביקוש למזון מהים מאידך. ישראל מייבאת את רוב צריכת הדגים ומספקת רק כרבע מצריכה זו באמצעות ייצור מקומי. בראיה לאומית יש חשיבות להרחבת הייצור בחקלאות ימית. גידול של דגים במי-ים מאפשר ייצור מזון מקומי טרי ובריא, ללא שימוש במים מתוקים, המנצל את משאב מי הים שאינם בחסר, ובכך עונה על עקרונות הפיתוח בר הקיימא.

עם הוצאת כלובי הדגים ממפרץ אילת נותר הים התיכון כגוף המים הימי היחיד המאפשר פיתוח ענף הגידול בכלובים. אולם הסביבה הימית של חופי הים התיכון בישראל היא מהאזורים הקשים ביותר באגן הים התיכון. בשני העשורים האחרונים נעשו בישראל מספר ניסיונות לגידול דגים בכלובים הים פתוח אשר לרוב לא צלחו. מטרת סקירה זו היא לתאר את הניסיונות השונים הללו, ולצד זה לסקור בתמציתיות מערכות כלובים אחרות בעולם. בתחילת הסקירה ניתן תיאור התנאים הסביבתיים של חוף הים התיכון בישראל.

הרחבה ניתנת על תוצאות בחינת כלובי סאבפלקס אשר הוכיחו הייתכנות של גידול דגי ים בים תיכון בישראל. לאחרונה נבחנו בהצלחה כלובים מסוג (Tension Leg Cage) TLC.

#### ב. תנאים סביבתיים

האגן המזרחי של ים תיכון הינו מהסביבות הקשות הימיות יותר בים התיכון. בסקר לבחירת מיקום של חוות כלובי דגים אשר נעשה על ידי ד. רחן (1999)<sup>15</sup> ניתנה סקירה על תנאי הים התיכון בחופי ישראל. להלן עיקרי הממצאים מדוח זה. יש להדגיש כי הערכים שלהלן הן מקורבים לצרכי הסבר כללי ולא לצרכי תכן כלשהו.

**גובה גלים** – גובה גלים לתכנון הוא גודל סטטיסטי הנקבע בהתאם לתקופת חזרה ולרמת סיכון מוסכמת להופעתו. בטבלה 1 שלהלן פירוט של הקשר בין רמת סיכון, אורך חיים של המתקן ותקופת חזרה ממוצעת, אשר לפיה נקבע גובה הגל לתכנון. טבלה 2 מציגה את גובה הגל המשמעותי בהתאם לתקופת חזרה. גובל גל משמעותי (או משמעי, Hs) הוא הממוצע של גובה של השליש העליון של הגלים והוא משמש לתכנון חוזק המבנה הימי. גובה גל מירבי מחושב בדרך כלל על ידי הכפלת הגל המשמעותי ב 1.8.

טבלה 1 – בחירת תקופת חזרתיות על פי רמת סיכון ואורך חיים כלכלי של המתקן (מתוך רחן 1999)

תקופת חזרה (שנים)	אורך חיים כלכלי (שנים)	רמת סיכון
78	4	5%
117	6	5%
156	10	5%
38	4	10%
57	6	10%
95	10	10%

<sup>14</sup> כל התמונות בנספח זה צולמו ע"י כותב הפרק

<sup>15</sup> <http://www.ocean.org.il/heb/documents/20.pdf>

טבלה 2 – גובה גל משמעותי כתלות בתקופת חזרתיות (מתוך רחן 1999)

תקופת חזרתיות ממוצעת (שנים)	גובה גל משמעותי במים עמוקים (מ')
5	6.15
10	6.8
15	7.15
20	7.4
50	8.2
100	8.7

לדוגמה – במבנה בעל אורך חיים כלכלי של 6 שנים וברמת סיכו מוסכמת של 10% תקופת החזרתיות תהיה 57 שנים. עבור תקופת חזרתיות זו גובה גל משמעותי הוא בקירוב 8.3 מ'.

**משטר זרמים** – זרמים במים העמוקים במי החופין של ישראל בים התיכון בדרך כלל הינם במהירויות נמוכות של 5-10 ס"מ\שניה (0.2 קשר) אולם במקרים מסוימים נצפו זרמים של מעל ל 2 קשר(כ 1 מ'שניה).

**עומקים** – על מנת לבחון מיקום רצוי לכלובים בוצעו חישובים המראים את דעיכת מהירויות ותאוצות של הגלים, המביאים להקטנת הכוחות המופעלים על הכלובים בעת סערה. חישובים הראו כי חלה ירידה משמעותית של מהירות ותאוצת המים עם הירידה של הכלובים לעומק. זרימה זו היא מושרית גלים ולא מושרית ממשטר הזרמים. עומקים מומלצים למיקום חוות כלובים הם בעומקים של 60 מ'. עומקים אלו מופיעים במרחק של כ 12 ק"מ באזור זיקים ובמרחק של כ 8 ק"מ באזור נהריה, וכ 10 ק"מ בממוצע.

**סביבה מומלצת** – הסביבה המומלצת בעבודה זו להצבת כלובים בחופי הים התיכון של ישראל היא בעומק של כ 60 מ' ומעלה, במרחק ממוצע של כ 10 ק"מ מהחוף. כלובי TLC שנבחנו לאחרונה מתאימים לעומקים רדודים יותר יחסית.

**היבט סביבתי** – במרחקים אלו לא סביר שתהיה השפעה שלילית של הגעת זיהום מהחופים לאזור הכלובים ומאידך לא סביר שתהיה השפעה של הפרשת חומרי מזון מהכלובים על איזורי שחיה הנמצאים במרחק של עד 300' מקו החוף או על פעילות אחרת המצויה בקרבת החוף (כגון שאיבת מים למתקן התפלה). כמו כן בעומקים אלו לא צפויה כל השפעה נכרת על קרקעית הים, בגלל פיזור רחב של חומרי המזון.

### ג. סקירת סוגי מערכות כלובים בעולם- תמצית

קיימים מספר סוגים של כלובים לגידול דגים, אך רק חלק מהם יכולים תוכננו לתנאי ימיים שאינם במפרצים סגורים ומוגנים. כלובים אלו מתחלקים לשלוש קטגוריות עיקריות: (1) כלובים צפים, (2) כלובים שוקעים למחצה, (3) כלובים השוקעים לחלוטין. בנוסף, קיימת חלוקה לכלובים קשיחים (בעלי מסגרת קשיחה) וכלובים גמישים. הטבלה שלהלן מתארת את הקטגוריות השונות וסוגי הכלובים השונים העיקריים. בכל קטגוריה מצוין כלוב המייצג קטגוריה וסוג וכן מצוינים הכלובים שנבחנו בישראל בחוף ים תיכון, בכל קטגוריה:

טבלה 3 – חלוקה לקטגוריות של כלובים בעולם וכלובים שנבחנו בישראל

קטגוריה	סוג	כלובים בעולם	כלובים שנבדקו בישראל
כלובים צפים	קשיח <sup>1</sup>	Aquasystems	ירדן, ברדה
	גמיש	Dunlop, Bridgston	Dunlop
כלובים חצי שוקעים	קשיח	Farm-ocean	נכלל <sup>2</sup>
	גמיש	Refa-TLC	TLC
כלובים שוקעים	קשיח	Sadco, Ocean-spar	מפעלים ימיים, Aquavar
	גמיש	Subflex	Subflex

הערות <sup>1</sup> – קשיח משמעו כלוב עם מרכיב של מסגרת קשיחה  
<sup>2</sup> – יכול להיכלל בקטגוריה של כלוב שוקע קשיח

ניתן לראות כי למעשה בכל הקטגוריות השונות נבחן כלוב בתנאי הים התיכון של ישראל. את הכלובים החצי שוקעים ניתן לכלול בקטגוריה של כלוב שוקע קשיח וכלוב שוקע גמיש. ניסיון העבר שנצבר בישראל (יתואר סעיף הבא) מראה כי גידול דגים בכלובים צפים לא צלח עד כה בסביבה הימית של הים התיכון, מסיבות שונות. בחלק האחרון של סקירה זו יינתנו פרטים נוספים על חלק מהכלובים.

#### ד. ניסיונות של כלובים בישראל

בשנת 1990 נעשה סקר בעולם של כלובים בים פתוח על ידי צוות חוקרים מהטכניון בהשתתפות פרופ' דני וולף, דר' אדריאן בירן, דר' גדליה מנור ואינג' נעם מחס, במימון המדען הראשי של משרד החקלאות. הסקר היה כרוך בביקור במפעלים לייצור כלובים ובאתרי גידול באירופה. מסקנת הסקר הייתה כי לא נמצאה מערכת כלובים המתאימה באופן מוכח לתנאי הים התיכון בישראל. יחד עם זאת, בעקבות סקר זה הובאו לישראל שתי מערכות שונות שנבחנו באתר מול בית הספר הימי במכמורת: כלוב Auavar וכלוב תוצרת חברת Danlop. להלן סקירת כלובים שונים שנבחנו בישראל:

##### 1. כלוב מפעלים ימיים, כלוב שוקע – 1993-1995

היחמה הראשונה בישראל לבחון גידול דגים בים הפתוח בישראל נזקפת לזכות קבוצת דייגי מכמורת שתכננו ובנו יחידה של 3 כלובים הניתנים לשיקוע. הכלובים נבנו מקונסטרוקציית פלדה בצורת קובייה שבתוכה נקשר כלוב רשת גמיש. יחידת הכלובים ניתנת לשיקוע באמצעות משקולת המורמת על ידי כננת היושבת בתוך מצוף על פני המים. תיפעול הכלובים נעשה מכלי שייט שעגן בקרבת האתר. היחידה הייתה עגונה בשיטת ה one point mooring (עגינה על עוגן אחד בלבד).

פרויקט זה זכה לאישור מרכז ההשקעות של התמ"ס כמפעל מאושר וקיבל ערבות מדינה. בשנת 1994 אוכלסו הכלובים במחזור אחד של דגיני דניס ונעשה גידול ניסיוני במחזור אחד. תוצאות הגידול שהתקבלו הראו ככל הנראה על גדילה טובה ואף ייצר כ 20 טון במחזור אחד בודד. פרויקט מפעלים ימיים נקלע לחובות כתוצאה מעלויות תפעול גבוהות וקריסת כלכלית.

##### 2. כלוב AquaVar – כלוב שוקע

בשנת 1995 יובאו שני כלובי Aquavar, תוצרת חברה צרפתית, פרי פיתוח מכון המחקר הימי הצרפתי Iframer, לצורך בדיקתו בחופי ישראל. הכלובים הובאו ביחמת חלק ממהנדסי הטכניון שהיו שותפים בסקר כלובים בים פתוח. הכלוב בנוי ממסגרת מתכת ועליו תלוי כלוב רשת בנפח של 350 מ"ק. הכלוב ניתן להורדה והעלאה באמצעות מערך של כבלים וגלגלות. הכלוב הוצב מול חוף מכמורת והפעלתו נעשתה על ידי צוות בית הספר מבואות ים. הכלוב אוכלס בדגים והפעלתו הייתה כרוכה בתחזוקה רבה. לאחר כשנתיים התפרק כלוב אחד עקב בעיה בריתוכי הפינות ולאחר שנה נגנב ופורק הכלוב השני.

##### 3. כלוב Dunlop – כלוב צף

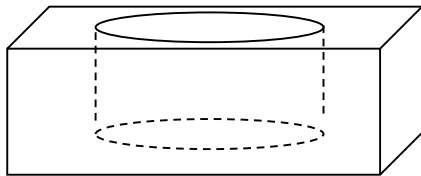
כלוב תוצרת דנלופ דגם tempest2 נרכש בשנת 1996 על ידי ביי"ס מבואות ים כחלק מפרויקט בחינת טכנולוגיות של כלובי גידול דגים, בסיוע משרד החינוך. הכלוב מרובע באורך צלע 8 מטר ועומק הרשתות

8 עד 10 מטר, מוקם באתר ביה"ס בעומק מים של 30 מטר במרחק 1 מייל ימי מהחוף. הכלוב בנוי מצינורות גומי בקוטר גדול יחסית (המשמשים להובלת נפט מקידוחים ימיים). בפינות הכלוב קיימים מחברים המשמשים גם כנקודות הצפה. מערכת העגינה תוכננה וסופקה ע"י החברה שהומלצה ע"י דנלופ והותקנה ע"י צוות ביה"ס.

המסקנות הטכניות מהפעלת הכלוב (על פי דיווח של רפי יעבץ, בי"ס מבואות ים) היו: כיוון שאין לכלוב מדרג נוח העבודה עליו קשה יחסית ומותאמת יותר לעבודה מכלי השייט. הכלוב גמיש ולכן יש קושי בהליכה על הצינורות ובביצוע עבודת פשוטות יחסית של שקילה או האכלה. יחד עם זאת שיטת אחזת הרשת לכלוב וההגבהה של הרשת לגובה של בערך מטר מעל פני המים משפרת את העבודה בהשוואה לכלוב שגובה הרשת מעל פני הים קטן מאד. עקב הגלים הקצרים צינורות הגומי נמתחו נפחם עלה והלחץ בתוכם ירד כך שלא החזיקו את המעקה (רלינג).

נפילת המעקה על הרשת גרמה בעיקר לקרעים במכסה ובחלק העליון של הכלוב. מערכת העגינה החזיקה בכל הסערות. לאחר יותר משנה הייתה בריחה מסיבית של דגים עקב חתך שכפי הנראה בוצע על ידי צוללנים בצרה מכוונת. לאחר תקופה נוספת אחת מפינות ההצפה נשברה והתמלאה במים מה שגרם לעיוות ובהמשך לשקיעה של הכלוב.

#### 4. כלוב חברת ירדן – כלוב צף מבטון



איור 4- איור סכמתי כלוב בטון

כלוב זה נבנה על ידי חברה ישראלית - ירדן תעשיות ימיות והוכנס למים בשנת 1998. הכלוב נבנה מבטון עם חלל פנימי בקוטר של 7 מ' ומסגרת ברוחב של כ- 2.5 מ'. כלוב רשת היה תלוי בחלק הפנימי. עקב התנגדותו הגבוהה לזרם שרשראות בעובי של 2" נקרעו לאחר תקופה קצרה. בנוסף, הרשת שמתחת לחלק התחתון של מבנה הבטון נקרעה, כתוצאה מקריעת שרשראות העגינה ניתק הכלוב ממקום עגינתו, נסחף באחת הסערות והתרסק על החוף.

#### 5. כלוב חברת ברדה-ארדן – כלוב צף

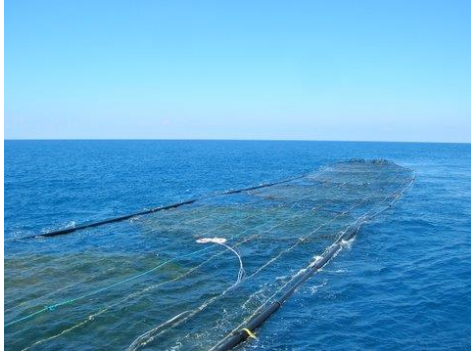
כלוב בבניה עצמית במבנה דומה לכלוב Aquavar נבנה על ידי חברת ברדה, בפרויקט משותף עם חברת ארדן אשר מימנה את הפרויקט. על גבי מסגרת המתכת נתלה כלוב רשת בנפח של כ- 1,000 מ"ק. הכלוב אוכלס בדגים אך נעשה בו גידול חלקי בלבד. בשלב מסוים החליד הכלוב, החל מתפרק והפרויקט נסגר.

#### 6. מערכת כלובי סאבפלוקס – כלוב שוקע - אב טיפוס

מערכת כלובים זו פותחה בישראל על ידי קבוצה שכללה יזמים וימאים ומהנדס ימי. בשנת 2003 החל תכנון ראשוני של כלובים צפים הניתנים לשיקוע. עקרונות התכנון של מערכת זו כללו: (א) שיקוע כלובים בעת סערה על מנת להתחמק מאנרגיות גלים גבוהות, (ב) עגינה בשיטת ה single point mooring (עגינה בנקודה אחת) המביאה להקטנת כוחות של זרמים על המבנה כתוצאה מריסון תנועת כוחות לאורך שורת הכלובים, (ג) שימוש במסגרת אנכית השומרת על מבנה כלוב הרשת ומפחיתה השפעת זרמים על דחיסת הכלוב, (ד) שימור גובה בעת שיקוע מעל פני הקרקעית באמצעות שרשראות ומצופים.

בשנת 2004 נשלחו חישובים לאנליזה במכון Aqua-structure בנוורווגיה על מנת לקבל אישור לתכנון המבנה. בסיוע של מענק תנופה של משרד התמ"ס הוקמה מערכת אב טיפוס ראשונית הכוללת 5 כלובים בקנה מידה של 1:2 מהגודל המסחרי המתוכנן. המערכת הוכנסה לים בשנת 2004 באתר מול ביה"ס מבואות ים במכמורת ועברה את 2004-5 ללא דגים. בשנת 2005 אוכלסו דגים ויוצרו כ- 5 טון של דגי דניס. שלב בחינת האב טיפוס הוכתר כהצלחה.

### 7. כלוב סאבפלקס - פיילוט



תמונה 2 – מערכת כלובי Subflex

(צילום:נועם מהס)

בעקבות ההצלחה של שלב האב טיפוס ושיווק דגים התקינה חברת רויאלפיש מערכת ראשונה בגודל מסחרי של כלובי סאבפלקס באתר שהוגדר לשימוש לחקלאות ימית בים הפתוח במרחק של כ 12 ק"מ מערבית לנמל אשדוד. חברת רויאלפיש פעלה בנחישות על מנת לקבל את כל האישורים הנדרשים מגופים הממשלתיים הרלוונטיים: משרדי הגנת הסביבה, הבריאות, רשות שמורות טבע וגנים, צה"ל ומשרד הבטחון, משרד התחבורה, גופי תכנון כולל ועדה מחזית והולחו"פ.



תמונה 3 – שליית דגים מכלוב שיווק

(צילום:נועם מהס)

מערכת ראשונה הוכנסה באביב 2006 ועברה את חורף 2006-7 בהצלחה. מערכת הכלובים כללה שורה של 6 כלובים בנפח של כ 2,400 מ"ק כל כלוב. עומק מי הים הוא כ 60-70 מ', קוטר מעגל הסיבוב של הכלובים הוא כ 1,000 מ'. מערכת שניה הוכנסה באביב 2007. למרות תקלות חלקיות מערכות אלו עברו מספר חורפים נוספים והוכיחו ייתכנות לגידול דגים בים הפתוח של ישראל. בשנת 2007 שוקו 152 טון ובשנת 2008 התפוקה הגיעה ל 370 טון.

למרות הצלחת הוכחת הייתכנות של גידול דגים בכלובים בים הפתוח, חברת רויאלפיש נקלעה לקשיים ניהוליים וכלכליים והגיע לכדי פשיטת רגל. מסיבה זו ירד הייצור

בשנת 2009 ל 24 טון בלבד. עם כניסת חברה מסחרית אחרת להפעלת הכלובים ועם ביצוע שינויים ושיפורים טכניים וניהוליים עלתה התפוקה בשנת 2010 להיקפים גבוהים יותר והתייצבה על היקפי ייצור מתוכננים.

טבלה 4- ריכח נתוני מערכות כלובים שנבחנו בים תיכון בישראל

שם היצרן	דגם	שנה	מיקום	תיאור טכני של הכלוב	תוצאות טכניות	תוצאות גידול	
1	מפעלים ימיים – ישראל	קונסטרוקצי ה בניה עצמית	1994	10 ק"מ מול יפו	קונסטרוקצי פלדה של מסגרת ל 3 כלובים קובייתיים, one-point mooring ניתן לשיקוע טרם סערה	פרויקט נסגר על רקע של אי כדאיות כלכלית בקנה המידה שנבחן ולא הגיע לבשלות מסחרית	יצרו 20 טון דגי דניס
2	Aquavar צרפת	דגם lfremere	1995	מול מכמורת	כלוב מתכת, הניתן לשיקוע באמצעות משקולות וגלגלות	התפרקות הכלוב	שני כלובים ייצרו כמות מוגבלת (כ 15 טון דגים)
3	Dunlope אנגליה	Tempest 2	1996	מכמורת, מרחק 1 מייל, עומד 30 מ'	כלוב צף מצינורות גומי רחבי קוטר	קריעת רשתות, שבירה ושקיעת הכלוב	אוכלסו דגים, ייצרו כ 20 טון,
4	כלוב בטון - חברת ירדן תעשיות ימיות- ישראל	משטח בטון בניה עצמית	1998	מול מכמורת	קונסטרוקצי ממתכת ומערכת שיקוע עם גלגלות ומשקולות	כלוב התפרק לאחר תקופה של פעילות וגידול דגים.	לא אוכלס
5	ברדה- חברת ארדן – ישראל	קונסטרוקצי ה בניה עצמית	1999	מול הרצליה	כלוב צף, בנוי מצנרת הובלת נפט, multipoint mooring	התפרקות מעקה, שבירת חיבור צנרת לאחר שנה, קריעת רשתות	גידול חלקי
6	סאבפלקס ישראל - א'	כלובי צנרת פלסטיק – אב טיפוס	2004 עד 2005	מכמורת, מרחק 1 מייל עומק 30 מ'	אצווה של 5 כלובי צנרת פלסטית ניתנת לשיקוע, עגונה ב single-point mooring	תקלות טכניות חלקיות, הצלחה במעבר 2 חורפים	שיווק 5 טון דגי דניס
7	סאבפלקס ישראל – ב'	כלובי צנרת פלסטיק – פיילוט מתקן מסחרי	2006 עד 2015	12 ק"מ מול אשדוד, עומק 60 מ'	אצווה של 6 כלובי צנרת פלסטית ניתנת לשיקוע, עגונה ב single-point mooring	תקלות טכניות חלקיות, הצלחה במעבר מספר חורפים	שיווק מאות טונות דגי דניס

**ה – סקירת טכנולוגיות כלובים בעולם (חלקי)**

סקירה של כלובים נעשתה על ידי Scott & Muir (2000) לפני למעלה מעשור נתנה מבט רחב על סוגי הכלובים השונים לתנאים שונים של ים פתוח. הטבלה שלהלן מבוססת על סקירה זו.

טבלה 5 – כלובים בעולם (מתוך Scott & Muir, 2000)

מבנה קשיח	מבנה גמיש	
Pisbaca, Cruive	Dunlop, Bridgestone, OceanSpar Net Pen, כלובי פלסטיק עגולים (Corelsa, Aqualine), Aquasystems	צפים
FarmOcean, Ocean Spar Sea Station,	Refa	חצי-שוקעים
Sadco, Trident, Sea Trek, ימיים,	סאבפלקס (לא מופיע במקור)	שוקעים באופן מלא

מבוסס על:

**Scott, D.C.B. & Muir, J.F.** 2000. Offshore cage systems: A practical overview. In J. Muir, & B. Basurco (eds). *Mediterranean offshore mariculture*, pp. 79–89. Zaragoza, Spain, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2000. Serie B: Etudes et Recherches, No. 30, Options Méditerranéennes.

עבודה זו, אך שנערכה לפני למעלה מעשר שנים מסכמת בכך שאף כלוב מהכלובים שנסקרו איננו מציע פתרון סגור לגידול דגים בים פתוח. מספר כלובים נמצאו אז בשלבי בדיקות וניסיונות והראו הצלחות בתנאי ים שונים, אך עדין דרשו שיפורים ומציאת פתרונות נוספים הן למערכות עצמן והן לממשקי העבודה וגידול הדגים. מבין הכלובים אשר תוארו בעבודה זו ראוי לפרט על מספר כלובים שוקעים או חצי שוקעים.

**FarmOcean כלוב**

כלוב זה פותח בשוודיה בשנות התשעים. הכלוב ניתן לשיקוע חלקי עד כדי 2/3 מעומקו. הכלוב בנוי ממסגרת מתכת ומבנה חרוטי היכול לשאת בראשו מתקן הזנה. כלוב זה נבחן במספר אתרים בים תיכון, ככל הנראה עם גבהי גלים הנמוכים מהתנאים בישראל. מחירו גבוה ועמד לפני מספר שנים על למעלה מ 80 דולר\מ"ק.

**Ocean-Spar כלוב**

כלוב זה פותח בארה"ב. הכלוב בנוי מטבעת מתכת ובמרכזו צינור אנכי המאפשר שיקוע מלא וציפה של הכלוב. כבלים מתוחים מקצות הצינור אל עבר הטבעת ההיקפית יוצרים צורה של שני קונוסים המחוברים בבסיסם. הכלוב עגון בנקודה אחת או במספר נקודות עיגון. הקונוס התחתון של הרשת יכול להתרומם ובכך לקרב את הדגים בעת שלייתם. מחירו על פי Scott & Muir הוא כ 73 דולר\מ"ק.

כלוב זה הותקן במקומות שונים בעולם (ארה"ב, דרום אמריקה, הוואי, ספרד, פורטוגל, קוריאה, אירלנד) ובו נעשו גידול של מספר מיני דגים (סלמון, קוביה, בקלה, דניס, לברק, הליבוט, פלאונדר, סריולה).

**Sadco כלוב**

כלוב אשר פותח ברוסיה. הכלוב בנוי מקונסטרוקציה כיפתית וטבעת בתחתית וביניהם מתוח כלוב רשת. בראש הכיפה מתקן הזנה הבנוי לתת מזון מתחת למים. הכלוב נבחן בים הכספי והים השחור, והותקן אף האיטליה. מדווח כי עמד בהצלחה בגובה גלים של 12 מ'.

**Refa- TLC כלוב**

כלוב זה פותח בנורווגיה והוא כלוב גמיש הניתן לשיקוע חלקי. הכלוב בנוי מטבעת ציפה עליונה ומכבלים מתוחים היוודים למשקולות בקרקעית הים. המתח של הכבלים שומר על צורתו של הכלוב, התלוי מטבעת



הציפה כלפי מטה, ונמתח עם משקולות בתחתיתו. הכלוב בנוי כך שזרמים חזקים גורמים להטייה של הכלוב ולירידה ושקיעה אל מתחת למים. השקיעה היא חלקית כיוון שלא ניתן להוריד כלוב זה לעומק רב. קיים חשש שבמצב בו יש גלים גבוהים חרמים חלשים (מצב שיתכן בחופי ישראל) הכלוב לא ישקע דיו ויהיה בסיכון בפני המים.

כלובים אלו נבחנו בנורבגיה והותקנו בסיציליה, סרדיניה ואף הותקנו בטיוואן, ובהם נעשה גידול של דגי דניס ולברק. מחירים של כלובי TLC על פי נתונים קודמים יחסית נמוך, כ 20 דולר\מ"ק.

לאחרונה הותקנו מספר כלובים ניסיוניים מסוג זה באתר מכמורת, במרחק של כ 3 ק"מ מהחוף ובעומק מים של 30 עד 40 מ'. באתר זה נבחנת טכנולוגית כלובים זו ונעשים בה שיפורים שונים הקשורים למבנה הכלוב, יכולת ציפה ועמידות בזרמים, שיטות לטיפול והזנה, התמודדות עם טורפים ועוד.

## 7.2. תרחישים להתפתחות הביקוש לדגים מחקלאות ימית- נתונים

### מפורטים

שנה	חלופת אוכלוסייה	יזור מקומי של דגים (אלפי טון)	ד"יג ימית ואגמים	אלפי טון	יבוא	אלפי טון	סך צריכה	אלפי טון	ק"ג בשנה	אספקה לנפש	אלפים	אוקלוסייה
<b>תקופת הבסיס:</b>												
2011-13	ממוצע	18	2	22	103	126	15.9	7,912				
<b>תרחישים המבוססים על גידול מאוזן בצריכה של סוגי דגים</b>												
<b>תרחיש א: המשך מגמות נוכחיות: החלפת יבוא של דגים איכותיים, גידול ביבוא, בצריכה לנפש ובאוקלוסייה, י"צור</b>												
2020	גבוהה:	18	2	34	124	158	16.7	9,461				
2025	גבוהה:	18	2	40	144	184	17.5	10,477				
2030	גבוהה:	18	2	47	165	212	18.3	11,573				
2035	גבוהה:	18	2	55	189	244	19.1	12,784				
2020	בינונית:	18	2	33	119	152	16.7	9,088				
2025	בינונית:	18	2	38	134	172	17.5	9,845				
2030	בינונית:	18	2	44	150	194	18.3	10,592				
2035	בינונית:	18	2	50	168	218	19.1	11,396				
2020	נמוכה:	18	2	32	113	146	16.7	8,705				
2025	נמוכה:	18	2	36	125	161	17.5	9,203				
2030	נמוכה:	18	2	40	136	176	18.3	9,612				
2035	נמוכה:	18	2	45	147	192	19.1	10,039				
<b>תרחיש ב: כמו תרחיש א, בנוסף ירדת מחיר לדגים מחקלאות ימית</b>												
2020	גבוהה:	18	2	35	124	159	16.8	9,461				
2025	גבוהה:	18	2	42	144	185	17.7	10,477				
2030	גבוהה:	18	2	51	165	216	18.7	11,573				
2035	גבוהה:	18	2	62	189	252	19.7	12,784				
2020	בינונית:	18	2	34	119	153	16.8	9,088				
2025	בינונית:	18	2	40	134	174	17.7	9,845				
2030	בינונית:	18	2	47	150	197	18.6	10,592				
2035	בינונית:	18	2	56	168	224	19.7	11,396				
2020	נמוכה:	18	2	33	113	146	16.8	8,705				
2025	נמוכה:	18	2	38	125	163	17.7	9,203				
2030	נמוכה:	18	2	43	136	179	18.6	10,039				
2035	נמוכה:	18	2	50	147	197	19.6	10,039				
<b>תרחישים המניחים שמרבית התוספת בצריכה תסופק על-ידי חקלאות ימית מקומית</b>												
<b>תרחיש 1: גידול באוקלוסייה בלבד - י"צור מדגה בריכות, ד"יג, יבוא וצריכה לנפש ללא שינוי</b>												
2020	גבוהה:	18	2	47	103	150	15.9	9,461				
2025	גבוהה:	18	2	63	103	167	15.9	10,477				
2030	גבוהה:	18	2	81	103	184	15.9	11,573				
2035	גבוהה:	18	2	100	103	203	15.9	12,784				
2020	בינונית:	18	2	41	103	145	15.9	9,088				
2025	בינונית:	18	2	53	103	157	15.9	9,845				
2030	בינונית:	18	2	65	103	168	15.9	10,592				
2035	בינונית:	18	2	78	103	181	15.9	11,396				
2020	נמוכה:	18	2	35	103	138	15.9	8,705				
2025	נמוכה:	18	2	43	103	146	15.9	9,203				
2030	נמוכה:	18	2	49	103	153	15.9	9,612				
2035	נמוכה:	18	2	56	103	160	15.9	10,039				
<b>תרחיש 2: גידול בצריכה לנפש ובאוקלוסייה - י"צור מדגה בריכות, ד"יג ויבוא ללא שינוי</b>												
2020	גבוהה:	18	2	34	103	158	16.7	9,461				
2025	גבוהה:	18	2	60	103	183	17.5	10,477				
2030	גבוהה:	18	2	88	103	212	18.3	11,573				
2035	גבוהה:	18	2	120	103	244	19.1	12,784				
2020	בינונית:	18	2	28	103	152	16.7	9,088				
2025	בינונית:	18	2	49	103	172	17.5	9,845				
2030	בינונית:	18	2	70	103	194	18.3	10,592				
2035	בינונית:	18	2	94	103	218	19.1	11,396				
2020	נמוכה:	18	2	22	103	145	16.7	8,705				
2025	נמוכה:	18	2	37	103	161	17.5	9,203				
2030	נמוכה:	18	2	52	103	176	18.3	9,612				
2035	נמוכה:	18	2	68	103	192	19.1	10,039				

פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

שנה	חלופות אוכלוסייה	יצור מקומי של דגים (אלפי טון)	סך ייצור מקומי	יבוא אלפי טון	סך צריכה אלפי טון	אספקה לנפש ק"ג בשנה	אוכלוסייה אלפים
<b>המשך: תרחישים המניחים שמרבית התוספת בצריכה תסופק על-ידי חקלאות ימית מקומית</b>							
<b>תרחיש 3: גידול ביבוא ובמדגה בריכות, בצריכה לנפש ובאוכלוסייה - דייג ללא שינוי</b>							
2020	גבוהה:	21	26	2	49	109	158
2025	גבוהה:	24	43	2	70	114	183
2030	גבוהה:	27	63	2	93	119	212
2035	גבוהה:	30	87	2	120	124	244
2020	בינונית:	21	20	2	43	109	152
2025	בינונית:	24	32	2	58	114	172
2030	בינונית:	27	45	2	75	119	194
2035	בינונית:	30	61	2	93	124	218
2020	נמוכה:	21	14	2	37	109	145
2025	נמוכה:	24	21	2	47	114	161
2030	נמוכה:	27	28	2	57	119	176
2035	נמוכה:	30	35	2	67	124	192
<b>תרחיש 4: ירידה ביבוא, גידול בצריכה לנפש ובאוכלוסייה - יצור מדגה בריכות ודייג ללא שינוי</b>							
2020	גבוהה:	18	40	2	60	98	158
2025	גבוהה:	18	70	2	90	93	183
2030	גבוהה:	18	104	2	124	88	212
2035	גבוהה:	18	141	2	161	83	244
2020	בינונית:	18	33	2	54	98	152
2025	בינונית:	18	59	2	79	93	172
2030	בינונית:	18	86	2	106	88	194
2035	בינונית:	18	115	2	135	83	218
2020	נמוכה:	18	27	2	47	98	145
2025	נמוכה:	18	48	2	68	93	161
2030	נמוכה:	18	68	2	88	88	176
2035	נמוכה:	18	89	2	109	83	192
<b>תרחיש 5: יצוא למדינות שכנות, גידול בצריכה לנפש ובאוכלוסייה - יצור מדגה בריכות, דייג יבוא ללא שינוי</b>							
2020	גבוהה:	18	46	2	67	103	158
2025	גבוהה:	18	80	2	101	103	183
2030	גבוהה:	18	119	2	139	103	212
2035	גבוהה:	18	164	2	184	103	244
2020	בינונית:	18	40	2	60	103	152
2025	בינונית:	18	69	2	90	103	172
2030	בינונית:	18	101	2	121	103	194
2035	בינונית:	18	137	2	157	103	218
2020	נמוכה:	18	34	2	54	103	145
2025	נמוכה:	18	58	2	78	103	161
2030	נמוכה:	18	83	2	103	103	176
2035	נמוכה:	18	111	2	132	103	192

### 7.3. התייחסות להערות בדיון בסדנת חקלאות ימית 26.5.15

#### הערות כלליות

שם	ההערה	תשובה להערה
	מהו היקף הייצור של חקלאות ימית בארה"ב?	טנדלר: לא גדול
מעין חיים	האם מטרת העבודה היא תוכנית אב?	התוכנית מתווה עקרונות בני קיימא לפיתוח הענף. יועברו המלצות למ. החקלאות ויוגש מסמך מדיניות בשלבי השלמת תיאום
	האם משתלב עם מדיניות הדייג הרגיל?	
	האם כל הייבוא הוא ממקורות דיג?	חלק מדיג וחלק מחקלאות ימית (סלמון מנורוגיה או אמנון מסין למשל), וגם לא כל כך רלוונטי
	מהו אחוז הדיג מכלל הצריכה בארץ?	כ 2%
חנה רזנפלד	האם יש התייחסות לסקטורים באוכלוסייה שצרכת דגים?	לא, זה מעבר להיקף המחקר הנוכחי

#### הערות לחלק הכלכלי

שם	ההערה	התייחסות להערה
	האם יש דרך לחזות קטסטרופות ולכמת אותן בהסתמך על מדינות כמו יוון ותורכיה?	במדינות כמו יוון וטורקיה תנאי הים נוחים יותר. מדובר על טכנולוגיה בהתווה. גורמי הסיכון לא הוכנסו לחשבון, אלא צוינו כרקע לתחשיבים.
אליק אדלר	אין התייחסות לעלויות מרחביות וכלכליות. עלות הקרקע- המדינה גובה דמי שימוש בים.	עלות השטח הימי לא נלקחה בתחשיב וסביר שמרכיב זה יהיה קטן בחשיבותו.
עודד גולדן	סעודיה וכווית משקיעות מאוד בחקלאות ימית, האם יש להם מסמך מדיניות לפיתוח בר קיימא?	יש התייחסות לנושאים אלה במסמכים זמינים ברשת. לא נסקר בעבודה זו
אהוד שפניר	האם ייצוא טכנולוגיות לא יפגע בנו? מחקר שנערך בכרתים, סיציליה ומיורקה הראה שחקלאות ימית העלתה דיג במים פתוחים	ייצוא טכנולוגיה ותשומות ייצור הוא אינטרס מסחרי של חברות ישראליות ושל המדינה, ומהווה חלק מהחזקות של ענף זה. יש לבחון השלכות על המגדל הישראלי, אך נראה שהשוק לתוצרים חדשים ותשומות הוא גדול מאוד ולא יפגע המקרים רבים בייצור המקומי.
נר אנגרט	הבטים כלכליים של חקלאות המים בישראל, נקודת המבט של הצרכן והמדינה ולאו דווקא של היזמים למה יש יתרון לגודל? שטחי עורף- איך הנמלים משתלבים עם ח"י?	לא בדקנו מספרית את המכמורתנים. על פי שיחות עם יזמים, יש התעניינות רבה של מגדלים בבריכות ושל מכמורתנים לעשות הסבה. לוגיסטיקה, מיקסום ניצול כלי שייט (שמירה), בדיקת כלובים, האכלה) לפי התחזית ולפי דוגמאות מארצות ים תיכוניות- יתרון לגודל עשוי להביא לירידה בעלות הייצור בכ 15 עד 20%. מאחר והתוכנית מציגה מתווה ולא תוכנית מפורטת, העבודה הנוכחית איננה עוסקת בעורף הלוגיסטי. יחד עם זאת ברור כי נדרש מענה בנמלים לתחזית הפיתוח של הענף.
אלכס גולברג	לפי מה ראינו יתרון לגודל בחוות הגידול?	תשומות עיקריות- מזון ועבודה. הערת דודו גדה: יתרון לגודל על רכישת כלים ושירותים מנוצלים טוב יותר ככל שגודל החוות עולה
דרור צוראל	נמלי ישראל- לא נלקח בחשבון עלייה בתעשיית ח"י	ייצור עורף לוגיסטי נמצא בתכנון בעתיד אך לא נלקח בעבודה זו

**פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם**

ג'די ברסלר	איך להתייחס לעזה מבחינה סביבתית וכלכלית? מרינות ומעגנות יבשתיות, חיבור החלקים היבשתיים לתיירות	עזה היא צרכנית דגים. במידה ותפתח חקלאות ימית בעזה היא תהווה מוקד של רכישת תשומות ייצור מישראל (דגיגים, מזון, ידע). מבחינה סביבתית נראה שאין השפעות הדדיות.
	על פי איזה מודל הניתוח הכלכלי הראה רווחים?	התבססו על ראיונות עומק עם שחקנים בענף (יזמים ומגדלים), תמחור ותחשיבים של המשקיעים בענף, ניתוח נתונים אזוריים. החסם הוא הקצאת שטחים. התרחיש האופטימי נלקח בחשבון (לא התייחסו לאסונות טבע). הורדת סיכונים ברמה טכנית וסביבתית תביא לרווחים
חנה רוזנפלד	מדוע רק דניס נלקח בחשבון? מינים כמו דקר או טונה מכניסים יותר כסף	העבודה התייחסה לדניס כמודל וישנה בוקסה על מיני דגים. בהחלט צפוי ומומלץ להרחיב את סל הדגים למינים נוספים וחדשים. פה יבוא לידי ביטוי חלקה של מלח"י בסגירת פערי ידע
	מדוע לא הוצג מתווה לגבי משקים קיבוציים?	לא רלוונטי
	הכנסת פחת לתחשיב כתוצאה מסערות, טורפים וכו- ניתוח רגישות האם נכלל ביטוח במחיר של הייצור	יש שיעורי שרידות של דגים בהתאם ריבית גבוהה המייצגת סיכון גבוה
	האם המחר הוא לצרכן?	כן, נכלל בשוטף
		לא. המחיר הוא לספק (למגדל)

**הערות לחלק האקולוגי- ביולוגי**

שם	ההערה	התייחסות להערה
רותי יהל	הבעיות ברמות הטרופיות הגבוהות ולא מחסור בנוטריאנטים. מעקב אחר הבקטריות יסייע למע' הניטור	המלצה למעקב וניטור על מנת לעקוב אחר גדילת הענף בעליה מתונה ומבוקרת
אהוד שפניר	מה לגבי כלובים ריקים?	המודל לא עוסק בזה
אלון רוטשילד	בדיקה לגבי אבני קפיצה למינים פולשים, משיכה מרחבית של דגים לאתר אחד.	יש לעקוב בזהירות על מיני הדגים והחיידיקים ולערוך ניטור של המערכת על מנת שגדילת הענף תהיה מתונה ומבוקרת
יהושע שקדי	יש לעשות מודל מרחבי GIS בו לוקחים בחשבון את החוות בים התיכון עם זרמי הים	המלצה להרחבת המודל כמחקר המשך
	ישנם פערי ידע חוסר ידע מבחינת קפיצת המדרגה של גידול בח"י	המודל נעשה על סמך אתרים קיימים באשדוד. יש לערוך מחקר המשך ולצאת מגבולות המודל שנעשה. חשוב לציין שהעבודה לא מייצגת תסקיר השפעה על הסביבה ולא מחליפה תוכנית עסקית ליזמים.
אהוד שפניר	ים התיכון סוער ומביא לבריחת כלובים, מה קורה לבתי הגידול ולרכסי הכורכר בדרך כשהכלוב נסחף? בקרבה לחוף מאוד צפוף ויש הרבה בעלי עניין ולכן צריך לצאת לים הפתוח שם פחות תחרות. אנטיביוטיקה- במשך הזמן החיידיקים מפתחים עמידות. כלובים שמתפרקים ומשפיעים על הסביבה.	אלו אירועים לא שגרתיים שילכו וימעטו עם צבירת הניסיון והתקדמות בעקומת הלמידה. יש בעבודה בוקסה על אירועי חורף 2015 השימוש באנטיביוטיקה בגידול בים הפתוח הוא מצומצם ביותר, אם בכלל.
רותי יהל	משיכת כרישים, דולפינים וטונה מגבירי לחץ על הדיג.	ראה תיבה 7
עודד גולדן	FIFO בעיה אקולוגית- ח"י גדלה ב- 20 השנים האחרונות פי 10 וייצור קמח דגים לא השתנה	יש הפחתה משמעותית בשימוש בקמח דגים ותהליך זה עוד יתקדם. יש בעבודה בוקסה בנושא
חנה רוזנפלד	נושא ההזנה- קמח דגים ייקר גם את הסויה	יש בעבודה בוקסה על קמח דגים ועל אתגרי מו"פ

**פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם**

	יש לשפר את נצילות המזון- להפיק יותר ממנת חלבון מסוימת	
דרור צוראל	באשדוד על כל 1 טון לשיווק- 14 קג' דגי בר שנלכדו. בהנחיות לכלובי דגים באשדוד התייחסו לניטור כרישים. איסור דיג ברדיוס מסוים סביב הכלובים או היתר מכסה מסוימת	יש קושי משפטי בהטלת מגבלות על דיג מחוץ לתחומי חוות כלובי דגים. איסור דיג בר מוגנים כגון כרישים חייב להשמר. ראה תיבה 7

**הערות לחלק התכנוני**

שם	ההערה	התייחסות להערה
אהוד + ניר	מהו ההבדל בין בתי גידול ימיים לערכיות?	שניהם נלקחו בחשבון בשיטה מחמירה: 1. בתי גידול ימיים- לפי סקר אסטרטגי 2. מפת הערכיות היא מנקודת מבט של קידוחים.
גידי ברסלר	האם נלקחה בחשבון אופציית הזזת הכלובים כל כמה זמן? (כמו בסקוטלנד)	נראה כי העומק הרב לא ידרוש הזזה. יחד עם זרת בהחלט יש לשקול זאת.
אלון רוטשילד	במקום תוכנית סטטוטורית למכמורתנים יש לסגור את הדיג לחלוטין משום שמזיק אקולוגית ולא משתלם כלכלית	הפרויקט הנוכחי איננו עוסק בדיג. אולם נערכה פגישה עם מכמורתנים על המחקר והוצגה בפניהם אפשרות ההסבה
אליק אדלר	מתגבשות כיום 2 תוכניות בנוגע למרחב הימי: תוכנית מ. הפנים ותכנון ימי לישראל. יש לבדוק שאין התנגשויות איתן	יש קשר לצוותים האחרים ותיאום מלא. תוצאות מסמך התוכנית יהוו בסיס נתונים עבור התוכניות האחרות.
ליאור גליק	האם שטח הפוליגונים נטו או ברוטו?	השטחים של הפוליגונים הם ברוטו. הבאפרים נלקחו מנק' הגבול המאושרים/ מוסדרים. השטחים המוצעים ביחס לחלופות- תרחיש ביניים מאומץ, אחת לכמה שנים מנגנון הערכה שיבחן את השטחים מחדש.
ניר אנגרט	טכנולוגיה שלא מנצלת את השטח ביעילות אינה רצויה. רוצה לקבל את שכבות האתרים המוצעים לפני פרסום המסמך	המפות הוצגו ונערך דיון. לא מדובר בתוכנית אלא במתווה למסמך מדיניות אשר זיהה שטחים יותר מכפולים מהצפוי התוויה מדויקת של מתחם כזה או אחר, יבוצע במסגרת תכנון מפורט. לאור העובדה שהלוז שלנו להגשת הדוח הסופי קצר, קשה יהיה לנו להתמודד עם הערות או השגות, אם יוצאו בעבודת מחקר כפי שבוצעה, המפה היא קניין רוחני של המממן. המידע יוצג כשהדוח יצא לאור
יהושע שקדי	הוספת חוות דגים על הדיג הקיים גורם לפגיעה בדגה הטבעית- תוכנית אב ברורה לדיג יכולה לפתור את הבעיה הגדלת המודל הביולוגי- אקולוגי למרחבי ויחד עם השטחים המוצעים יביאו לרמה תכנונית טובה	התייחסות בהמלצות הדוח לנושא תוכנית אב לדיג
גידי ברסלר	על מנהל התכנון לקבל החלטות בניהול הסביבה החופית בנוגע למכמורתנים התייחסות לכך שלא יוקצו שטחים שלא ינוצלו- שיטת החכרת שטח	התייחסות בהמלצות הדוח לנושא תוכנית אב לדיג
עודד גולדן	יש להקצות שטחים בים לחוות דגים לפני שלא יהיו שטחים	
	מה לגבי שריון המרינה בהרצליה כשטח עורף?	הייעוד הינו תיירותי ויכול לשרת עורף מוגבל מאוד



## 7.4. התייחסות לשאלות שעלו לאחר הפצת עיקרי ממצאי המחקר

שם	שאלה	תשובת צוות המחקר
אלון רוטשילד-החל"ט	<p>חישוב הביקושים וגזירת השטח הימי הנדרש כתוצאה מכך נראה מוגזם: לא מצוי בידינו המסמך המפרט את חישוב הביקושים הצפוי, אולם ניכר כי הערכת הביקוש אינה לוקחת בחשבון שינויים מחויבי מציאות <b>בהרגלי הצריכה</b>. כדור הארץ לא יוכל לשאת עליו את האוכלוסייה האנושית אם זו תמשיך לגדול, ולצורך באותו דפוס צריכה.</p> <p>ילפיכך, אנו סבורים שיש להתאים את היקף הביקושים לכוסר הנשיאה של השטח הימי בישראל, וכנגזרת של כך גם להקטין בצורה דרמטית את היקף השטח המבוקש לחקלאות ימית.</p> <p><b>ייצור משרות</b>- אנו תומכים בהגדלת מספר המועסקים בתחום הים, אולם יהיה צורך להסביר כיצד צופים עורכי המסמך יתפלגו משרות אלה בין תעסוקה מקומית לעובדים זרים? כבר כיום, במקצועות החקלאות בכלל, ובתחום הדיג המסחרי (מכמורת) בפרט, קיים אחוז גבוה במיוחד של עובדים זרים מועסקים, ולכן התועלת החברתית הצפויה היא נגזרת של היכולת להבטיח תעסוקה מקומית בענף החקלאות הימית.</p>	<p>העבודה ממליצה על "שיריון" שטחים אך צמיחה מבוקרת של הענף. בנוסף, חלק משימושי- הים המוצעים יכולים להתבצע יחד עם שימושים אחרים.</p> <p>אכן העבודה ממליצה להתאים את פיתוח הענף לביקושים, לכלכליות ולהשפעות הסביבתיות שיהיו מנוטרות. התייעלות, מיצוי יתרונות לגודל ושכלול טכנולוגיות יתרמו לפיתוח ההדרגתי.</p> <p><b>הרגלי צריכה</b> – ישנה התייחסות למספר תרחישים הנוגעים גם לנושא הרגלי הצריכה. לאור היותו של ענף החקלאות ימית יעיל יותר בכל פרמטר סביבתי לעומת חלופות אחרות של חלבון מן החי, ראוי להכיר בו כאלטרנטיבה מועדפת לצריכת מזון שהינה בעלת השפעות סביבתיות מופחתות ביחס למצב הקיים. ההצעה "להתאים" את היקף הביקושים איננה סבירה, בוודאי שלא במסגרת עבודה זו, מאחר ולשם כך נדרשת יכולת להשפיע על הרגלי הצריכה בשוק. אם ענייננו הוא בהשפעה הגלובלית, בל נשכח את ההשפעה של המדגה ותעשיית העיבוד בסין ובמקומות אחרים מהם מיובאים רוב הדגים הנצרכים בישראל, כמו גם במקרה של הבקר שכ-50% ממנו מיובא; אם לחליפין אנו מעוניינים בהשפעה המקומית בישראל, קשה להאמין כי ערכי שטחי הים עולים על ערכי השטחים המנוצלים לגידול בקר ועוף. בהשוואה של טביעת הרגל של ענף זה לענפי הבקר והעוף כל הממצאים מראים כי מדובר בצריכת המשאבים הנמוכה ביותר – ככל הנראה הדבר נכון גם לגבי השטח הנדרש.</p> <p><b>תעסוקה</b> – בוודאי שהעדיפות היא לתעסוקה מקומית, ולא נראה על פניו כי יעלה קושי באיוש משרות אלו ע"י כ"א מקומי. רובן של המשרות הצפויות בענף הינו בשכר גבוה ומעל לממוצע במשק, ובחלקן אף משרות בשכר גבוה מאוד הצפויות לאיוש ע"י אנשי מקצוע במיומנויות גבוהה (בתחומי ביולוגיה, שייט, אבטחה, מיכון ואף רובוטיקה ואוטומציה). בעוד שיתכן שישנו שיעור לא מבוטל של עובדים זרים בענף דייג המכמורת, מדובר בשה"כ תעסוקה של מספר עשרות בודדות של עובדים, אשר בשל אופי הענף רובן אינן משרות הדורשות מיומנויות גבוהות באופן ניכר. לאור התפתחות התחום הימי כפי שהיא ניכרת גם בפתיחתם של עוד ועוד מסלולי לימודים והכשרה בתחומי הים, ניתן להעריך כי ענף החקלאות הימית יענה בהיצע עובדים משכילים ומיומנים לאיוש המשרות החדשות שיתווספו למשק.</p>
	<p>בהמשך להערות שהעליתי בעל פה בסדנה שנערכה ב 26.5.15, ניכר כי ההשפעה האקולוגית המשמעותית של כלובי דגים היא בפן המרחבי. לעמדתנו, נדרשת עבודה נוספת, אשר תצביע על ההשפעה של "איים" מועשרים בחומרי הזנה על הדינמיקה המרחבית של חיות בר – משיכת דגי בר לאזור, הפיכת האזור למלכודת אקולוגית פוטנציאלית בגלל קיום דיג, שינוי דפוסי תנועה, שיחור ורבייה של דגים, התפשטות מינים פולשים תוך שימוש בכלובים כ"אבני קפיצה", ועוד.</p> <p><b>יחס החלבון</b>- למרות התפתחויות בתחום זה, טרם השתכנענו כי הענף הוא בר קיימה ביחס החלבון שבין המזון (ואחוז קמח הדגים בו, שמקורו בדיג בים) לבין התוצר</p>	<p>העבודה המוצגת כאן הצביעה על כיוונים נוספים למחקר ולהעמקה.</p> <p>נשמח להעמיק את העבודה לתחומים אלה (במגבלות המודל) – אך לצורך כך יש להציג מימון מתאים</p> <p><b>מרכיב החלבון</b> במזון הפיטום (שהוא הביומסה העיקרית הנצרכת על ידי התעשייה) של דג הדניס הוא 45% ממנת המזון. עד לפני כעשר שנים מקורו של כל המרכיב הזה היה מקמח דגים. ואולם מחקר אינטנסיבי במימון הקהילה האירופית הוריד</p>

פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

<p>את המרכיב הזה ל 5% בלבד וכפי שראיתי רק כ 75% מהחלק הזה מגיע מדגים הנידוגים במיוחד כמקור לקמח דגים. מכאן שבדיאטות העדכניות לגידול דניס יש 3.75% קמח דגים שהם פחות מעשירית משיעורו רק לפני כעשור. יתרת מרכיב החלבון מגיעה ממקור צמחי. ובה ר"ת אגב כדאי לציין שהשוואה בין דגים קרניבוריים (כדוגמת הדניס, לוקוס ואחרים) לדגים צמחוניים (בורי למשל) מחקר<sup>16</sup> הראה שדגים קרניבוריים יעילים מדגים צמחוניים בהטמעת החלבון במזון לגופם. קיימת תיבה בדו"ח אשר דנה בנושא הברחנים. הבעיה המרכזית עם <b>ברחנים</b> היא רבייה שלהם והקטנת המגוון הגנטי של האוכלוסיות הטבעיות. בתיבה שהתייחסה לנושא הזה הצענו לממן מחקר שיבטיח שדגים מאוכלסים בים יהיו סטרילית מינית. לצד זה אפשר רק לציין שלצד מעצמות ענק המגדלות את המינים שאנחנו מתייחסים אליהם כרגע כמו טורקיה ויוון החשש מהשפעה סביבתית של ברחנים ישראלים הוא קטן מאוד. בנוסף, הנסיון המעשי מראה שדגי דניס הבורחים מהכלובים נמשכים לחוף ושם נתפסים ללא קושי על ידי דייגים, כך שהסיכוי להימצאותם והישרדותם בים יחסית נמוך.</p>	<p>לא נותחו אירועי קיצון אקולוגיים, כמו <b>אירועי בריחה</b> המוניים מחוות גידול, דוגמת אירועי החורף האחרונים.</p>	
<p>מאוד השתדלנו שלא להציב כלובים בתחומי שמורות מוצעות פרט לאבטח אכן אחת ההמלצות של הדו"ח מזהה את הצורך החברתי, הכלכלי, הסביבתי והרגולטורי לתאם בין ענף הדייג לבין ענף החקלאות הימית תוך בחינת האפשרות להמיר חלק מפעילות הדייג בפעילות ממוקדת בחקלאות ימית תוך תקצוב הפיזי הנדרש לדייגים למימוש פעולה זו.</p>	<p><b>מיקום</b> – אנו מתנגדים להצעת חוות דגים באזורי שמורות טבע מוצעות <b>חפיפה עם דיג מכמורת</b> – אנו סבורים שהקונפליקט הפוטנציאלי שהצביעה עליו העבודה, מחדד את החשיבות של תכנית buy back לסגירת ענף המכמורת בישראל, הנדרשת גם משיקולים של ממשק דיג, שמירת טבע, וביטחון תשתיות. אנו סבורים כי הצעת המסמך להסבת דייג מכמורת וספינות מכמורת לתחום החקלאות הימית היא כיוון חיובי, שראוי ליישמו, אך לא להתנות את המהלך להשבתת צי המכמורת בהסבת הצי לחקלאות ימית</p>	
<p>אכן <b>הנושא הלוגיסטי</b> לא מטופל בפרוט יתר בעבודה זו, המכוונת בעיקר לשטחים הימיים. עבודה זו מציעה היקפים ואתרים פוטנציאליים ומתוכנן ניתן יהיה בשלב הבא לגזור את ההיערכות היבשתית הנדרשת. איתור שטחים יבשתיים לעורף לוגיסטי יטופל במסגרת אחרת על ידי משרד החקלאות. באופן ספציפי לגבי האתר הימי מול אשדוד – כבר היום נעשים מהלכים בנושא זה מול הגורמים הפעילים בנמל אשדוד במטרה לייצר פתרון עבור הפעילות הצפויה בשטח הימי הקיים.</p> <p>גם נושא זה של <b>תכנון ההנדסי</b> של המערכות איננו במסגרת העבודה שבוצעה. בעקבות אירועי החורף האחרון חודדו הדרישות לתכנון הנדסי אשר יופיעו במכרזים על השטחים</p>	<p>נושא <b>העורף הלוגיסטי</b> אינו מקבל את הנפח הראוי לו הן מבחינת הדין וכמובן מבחינת הפתרון לבעיה. הגם שבכנס צוין שלא ייכנסו לדיון סביב נקודה זו אין זה אומר שנכון לקבור את הראש בחול. צריך להבין חד משמעית - ללא גישה נוחה, חופשית ובלתי תלויה לנמל עם מזח עבודה מצויד כמו שצריך - קריא מנופים, שטחי איכסון והתארגנות לא ניתן לקיים את נפח הפעילות עליו מדובר. די להתבונן במסכות הייסורים שעוברות החברות שכבר עובדות, בנמל אשדוד, בכדי להבין שהמכפלות רק יגדילו את האבסורדיות של המצב הנתון.</p> <p>בחורף האחרון לדאבוננו ניזוקו שלוש מערכות. זו עובדה. איני בא לבקר מפני שאני מכיר עבודה ימית ואין שום</p>	<p>רפול בן זאב יזם חברת פנגיאה</p>

Lupatsch, I., 2007. Carnivores vs. herbivores: Comparing feed efficiency between species. Aqua <sup>16</sup>

Feeds: Formulation & Beyond 4(1), p. 13-16.

פיתוח בר-קיימא של חקלאות ימית בים התיכון של ישראל – דו"ח מסכם

<p>הימיים. בנוסף, בקרוב ישלים משרד החקלאות הכנת דו"ח להפקת לקחים מאירועים אלו. קיימת בדו"ח תיבה המתארת את אירועי החורף האחרון ומפיקה לקחים ראשוניים.</p>	<p>דבר בטוח בים. גם זו עובדה. אבל. אם כבר נידונים כל כך הרבה נושאים ובקורות יכול להיות שמהראוי יהיה להעביר את המתקנים שיורדים לים איזושהי <b>ביקורת הנדסית</b>. חס וחלילה מלהשית בירוקרטיה נוספת על היזמים שאני אחד מהם ואני מקווה שלא יריתי לעצמי ברגל אך נראה לי בהחלט נכון להציג את מערכת העגינה לאינסטנציה מתאימה. (לפני כ- 17 שנה התנתק כלוב בטון מול מכמורת בסערת חורף ורק במזל גדול לא נסחף על מזח הפחם בחדרה. עם היה מגיע לשם היה נגרם אסון מאוד מאוד גדול.) וכאן גם המקום לציין שמהסדנא הזו בלט בהיעדרו פרופ' ניתאי דרימר.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------