העשרת אוכלוסיות דגים בישראל

בחינת יישומיות, כדאיות והשפעה סביבתית פוטנציאלית

סיכום ותובנות של ועדת מומחים
2017

האגודה הישראלית
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

עורכים: ד"ר עדי לוי וד"ר ערן ברוקוביץ'.

חברי ועדת המומחים (על פי סדר אל"ף-בי"ת): פרופ' אביגדור אבלסון[1], ד"ר דור אדליסט[2], ד"ר אייל אופיר[3], ד"ר אסף אריאל[4], ד"ר יובל ארבל[5], תומר בורובסקי[6], ד"ר יוני בלמקר[1], עיינה בנט-פרלברג[6], ד"ר ערן ברוקוביץ'[7], ד"ר דני גולני[8], פרופ' מנחם גורן[1], בועז גינזבורג[9], עמיחי גלר[10], איתי ואן ריין[1], קובי טרב[11], ד"ר רותי יהל[12], יוסי יעיש[10], ד"ר עדי לוי[7], ד"ר איריס מאירי אשכנזי[13], אינג' נעם מוזס[6], ד"ר בעז מייזל[14], ד"ר אורן סונין[6], איתן ססלר[15], איתי עברי[15], גלן פגלסון[11], ניר פרוימן[6], אורי פריד[1], גיא רובינשטיין[6], ד"ר חנה רוזנפלד[13], שבי רוטמן[1], אלון רוטשילד[16], ד"ר גיל רילוב[3], ד"ר ניר שטרן[3], ד"ר יהושע שקדי[12].

שיוך מוסדי של חברי הוועדה: אוניברסיטת תל-אביב[1], אוניברסיטת חיפה[2], חקר ימים ואגמים לישראל (IOLR)[3], אקואושן[4], צלול[5], משרד החקלאות ופיתוח הכפר[6], האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה[7], האוניברסיטה העברית בירושלים[8], דגאון - מעגן מיכאל[9], ארגון מגדלי דגים[10], ערדג[11], רשות הטבע והגנים[12], המרכז הלאומי לחקלאות ימית (חיא"ל-מלח"י)[13], אדם טבע ודין[14], לטימריה[15], החברה להגנת הטבע[16].

עריכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

עיצוב גרפי: Touch

ציטוט מומלץ (כותבי המסמך): איתי ואן ריין, אביגדור אבלסון, תומר בורובסקי, ערן ברוקוביץ', איריס מאירי אשכנזי, אורן סונין, חנה רוזנפלד, גיא רובינשטיין, גיל רילוב ועדי לוי. 2017. העשרת אוכלוסיות דגים בישראל. בחינת יישומיות, כדאיות והשפעה סביבתית פוטנציאלית - סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. עמודים 34

Van Rijn I., Abelson A., Borovski T., Brokovich E., Meiri Ashkenazi I., Sonin O., Rosenfeld H., Rubinstein G., Rilov G. and Levi A. (2017). Fish restocking in Israel. Examining implementation, feasibility and potential environmental impact – Experts' opinion. The Israel Society of Ecology and Environmental Sciences. pp 34

| תוכן עניינים |

על אודות ועדות המומחים של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה 5

סיכום בכותרות 7

עיקרי הדברים 8

[1] מבוא כללי 10

העשרת אוכלוסיות דגים 10

העשרת אוכלוסיות – העלאת שלל הדיג ושימור מינים בסיכון 12

הגישה האחראית לביצוע מיזם העשרה 13

השלכות סביבתיות של מיזם העשרה 14

[2] העשרת אוכלוסיות דגים בישראל – סקירת הידע המקומי והערכת היתכנות 18

סקירת מצב הדגה המקומית 18

ממשק ניהול הים התיכון בישראל בהיבטי דגה 20

זיהוי מינים פוטנציאליים לגידול מסחרי 22

תשתית מחקרית בתחום הגנטיקה והבריאות 25

ניסיון מקומי בביצוע מיזמי העשרת אוכלוסיות 26

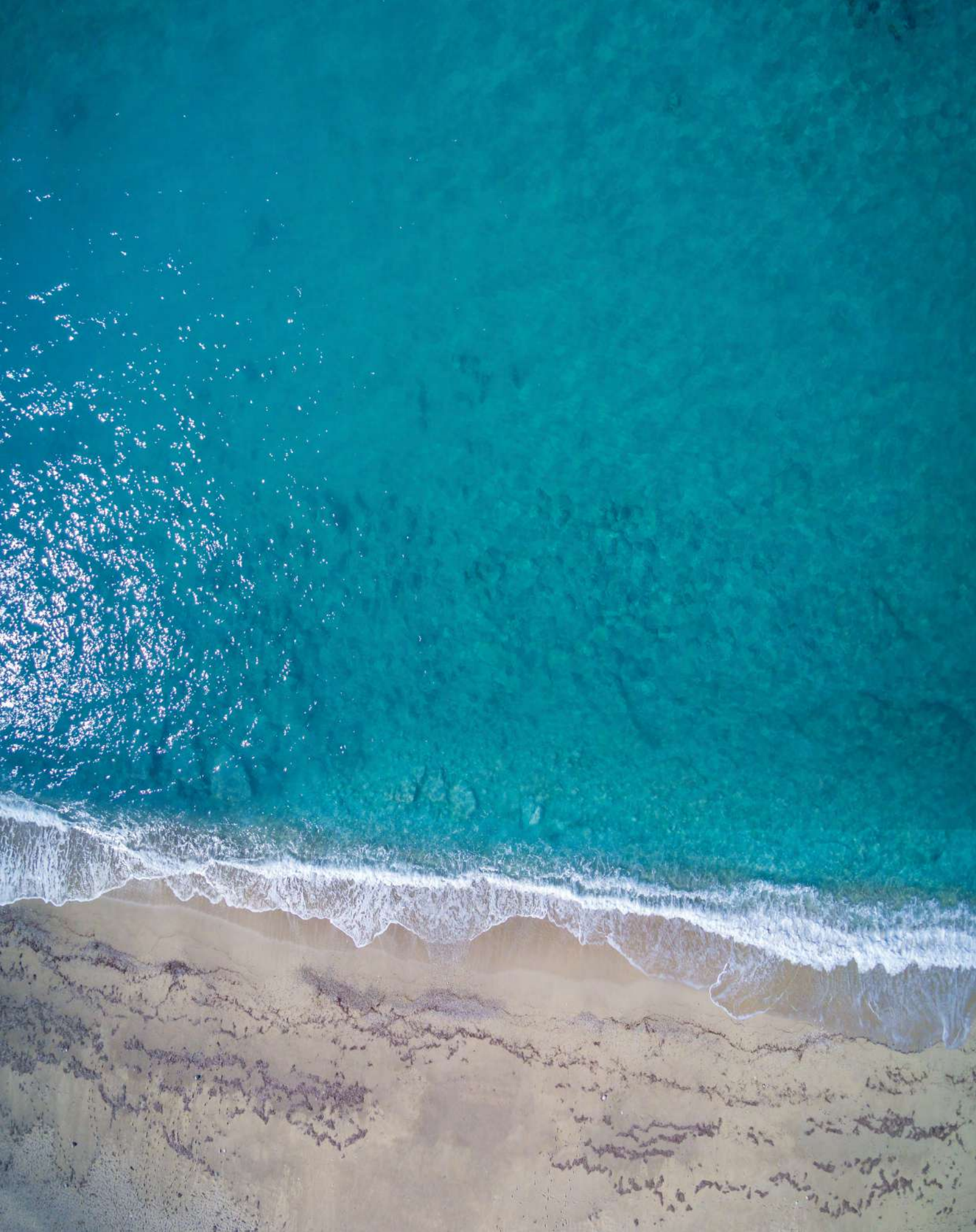
[3] המלצות ועדת המומחים לבחינת מיזם העשרת אוכלוסיות דגה בישראל 29

העשרת אוכלוסיות כצעד מדיניות 29

השפעות סביבתיות של העשרת אוכלוסיות 31

גנטיקה ובריאות 32

ממשק רבייה וגידול מסחרי של דגיגים 34



על אודות ועדות המומחים של האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

.....

שמירה על הסביבה ועל מערכות אקולוגיות מורכבות דורשת ידע מדעי נרחב, מדויק ועדכני. עם זאת, קיומו של גוף ידע כזה המבוזר במוסדות האקדמיה בלבד, אינו מספיק לשם קבלת החלטות מדיניות מושכלות. מצד אחד, יש צורך בחוקרים, מומחים בעלי ידע, שיהיו מעוניינים ומסוגלים להעביר אותו למקבלי ההחלטות בצורה ברורה; מצד שני, מעצבי המדיניות ומקבלי ההחלטות צריכים לקבל את כל המידע שהם זקוקים לו, להבין ולהטמיע אותו בתוך תהליך קבלת ההחלטות. חרף רצון שני הצדדים להיעזר האחד בשני, נוצר לעיתים מצב ששני הקצוות הללו - המשתמש שהוא קובע המדיניות, והמדען שהוא בעל הידע - מתקשים למצוא את הדרך לקיים את מערכת זרימת המידע הנדרשת כדי להבטיח מדיניות סביבה מבוססת מדע.

האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה (ע"ר) פועלת לטיפוח הקהילה המדעית ולשיפור מדיניות הסביבה בישראל באמצעות קידום מעמד השיח המדעי, הנגשתו והטמעתו בקרב מעצבי דעת הקהל וקובעי המדיניות בישראל.

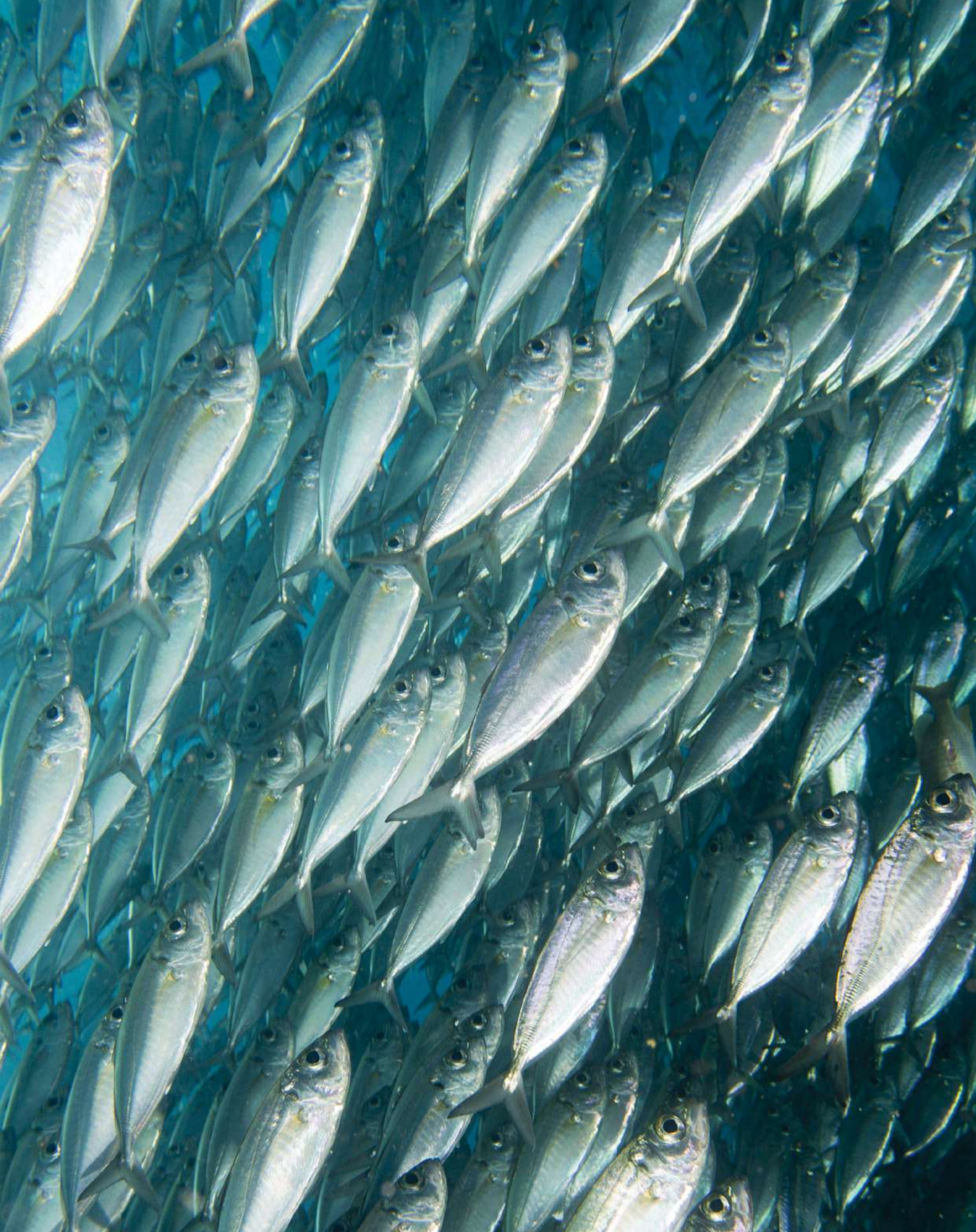
בחזונה של האגודה ידע מדעי בנושאי הסביבה בישראל משמש בסיס איתן לתהליכי קבלת החלטות במישור הלאומי והמקומי. ידע זה צריך להיות זמין ונגיש לעובדי ציבור, לארגוניים אזרחיים ולציבור הרחב ולהשתלב בקידום מדיניות סביבתית מושכלת לשיפור מצב הסביבה בישראל.

כדי להתמודד עם האתגר הרב-ממדי של שמירת הסביבה ושל חיבור בין מדענים לקובעי מדיניות ייסדה האגודה מנגנון של ועדות מומחים, שעוסקות בסוגיות ספציפיות ופועלות באמצעות קידום שיתוף פעולה בין האקדמיה, מכוני המחקר הממשלתיים ואנשי המקצוע במשרדי הממשלה.

לאגודה ניסיון רב-שנים של יצירת שיתוף פעולה בין המאסדר (רגולטור) ובין מדענים למתן מענה מדעי לשאלות ניהול משאבי טבע ולעיצוב מדיניות סביבה שעל הפרק.

הסוגיה הנידונה במסמך זה היא סוגיית העשרת אוכלוסיות הדגים בישראל.

מטרתה של הוועדה לכנס תחת קורת גג אחת את מומחי הדיג והדגה, האקולוגיה הימית ושמירת הטבע הימי לצד גורמי ממשלה רלוונטיים, כדי לדון בהיתכנות של אכלוס דגים בים התיכון לחופי ישראל ככלי ממשק להעלאת שלל הדיג ולשימור מינים בסיכון, לאתר את פערי הידע בנושא ולבחון את הצעדים הדרושים לצמצומם.



סיכום בכותרות

- העשרת אוכלוסיות דגה היא כלי שמטרתו העלאת שלל הדיג או עידוד אוכלוסיותיהם של מינים בסיכון או שניהם.
- במסגרת מיזם העשרת אוכלוסיות מושבים דגיגים שגודלו בשבי לבית גידול שהמין קיים בו באופן טבעי.
- יעילותה של העשרת אוכלוסיות ככלי ממשק מוגבלת, ומחייבת טיפול מוקדם בגורמי העקה שהובילו לפגיעה באוכלוסיות הדגה.
- בים התיכון החל תהליך של הפעלת כלֵי ממשק שיעילותם הוכחה, כגון **פיקוח על מאמץ הדיג ואכרזת שמורות טבע**, המיושמים כחלק מממשק דיג כולל. ההשפעה של כלים אלה על משאב הדגה מותנית **באכיפה יעילה** של תקנות הדיג ובהגבלות על דיג בשטח שמורות הטבע.
- תהליך התאוששות הדגה הדרגתי, **וחשוב למצות את השימוש בכלי הממשק שצוינו לעיל בטרם יוסטו משאבים לפיתוח כלי ממשק מורכבים, כדוגמת העשרת אוכלוסיות.**
- במידה ויתוכנן מיזם העשרת אוכלוסיות, יש לבצעו על פי מתווה '**הגישה האחראית**' אשר פותחה תוך הסתכלות על מכלול ההיבטים הכלכליים והסביבתיים שבמיזם מסוג זה.
- כדאיותו הכלכלית של המיזם תלויה באופן ניכר בעלות גידול הדגיגים. מינים שעדיין לא מתרבים ומגודלים במערכת מסחרית יצריכו השקעה ראשונית כבדה. מכאן, שעבור מינים אלה פיתוח מיזם העשרה אינו נראה סביר.
- בישראל פועלים מספר מכוני רבייה המתמחים בריבוי דגי ים. שיתוף פעולה עם מכונים מסחריים ושילוב מינים בעלי עניין כלכלי עשויים להוזיל משמעותית את עלות המיזם.
- היבטי הבטיחות הסביבתית שבמיזם העשרת אוכלוסיות כוללים: **שמירה על המבנה הגנטי של האוכלוסייה, מניעת מעבר מחלות וצמצום הסיכון לפגיעה בכלל המערכת האקולוגית** עקב הכנסת פרטים שגודלו בשבי.
- שיקולי גנטיקה ובריאות מחייבים עבודת מחקר מקדימה ומצריכים התאמות של מגדלי הדגים בבחירת גרעין הרבייה וממשק הגידול עצמו.
- בהנחה שהמין הנבחר קיים באופן טבעי בים התיכון, נראה כי הסיכון לפגיעה באוכלוסיות מקומיות על ידי תחרות או השפעה שלילית על מינים אחרים נמוך יחסית.
- לסיכום, במטרה לשקם את אוכלוסיות הדגה בים התיכון ממליצה הוועדה להקצות משאבים ולמצות את השימוש בכלי ניהול מוכחים טרם פנייה למיזם העשרת אוכלוסיות, שעלותו גבוהה ויעילותו מוגבלת. **הצלחת מיזם העשרת אוכלוסיות תלויה בתכנון מקדים תוך הגדרת יעדים מפורטת, וביצועו מחייב התחשבות במכלול ההשלכות הנובעות מהתערבות פעילה במערכת האקולוגית.**

עיקרי הדברים

אוכלוסיות הדגים לחופי הים התיכון של ישראל מאוימות בשל פעילות דיג, פגיעה בבתי גידול, פלישת מינים זרים והתחממות מי הים. בשנים האחרונות הוגברו המאמצים להגן על אוכלוסיות הדגה על ידי שליטה על מאמץ הדיג, אכרזת שמורות טבע ימיות חדשות ושיפור האכיפה בשמורות קיימות. צעדים אלה הם הבסיס לשמירה על הדגה, והוכחו כיעילים במקומות רבים בעולם. נוסף על צמצום האיומים הפועלים על אוכלוסיות הדגה, קיימות גישות שמטרתן עידוד פעיל של אוכלוסיות דגה שנפגעו. אחת מהגישות הללו היא העשרת אוכלוסיות דגה, המתבצעת באמצעות שחרור לטבע של דגיגים שגודלו בשבי.

יוזמות להעשרת אוכלוסיות דגים מבוצעות במאה האחרונה במדינות רבות ובמגוון בתי גידול. לרוב מתמקדים מיזמים מסוג זה במינים בעלי ערך מסחרי, והמטרה העיקרית שלהם היא הגברת שלל הדיג. מוטיבציה נוספת היא שימור מינים שאוכלוסיותיהם נמצאות בסיכון. אף על פי שתיתכן חפיפה בין שתי המטרות, קיימים הבדלים בבחירת המינים המיועדים להעשרה, במיקום השחרור לטבע ובשיקולי העלות-תועלת שהמיזם נמדד לפיהם. ניסיונות מוקדמים בהעשרת אוכלוסיות דגים בים הפתוח לא הראו ברוב המקרים שיפור משמעותי במצב האוכלוסיות או תרומה לענף הדיג. בו-בזמן הועלו חששות לגבי נזקים אפשריים שנובעים מהכנסת דגי שבי למערכת האקולוגית הטבעית. בעיקר הועלו חששות מפגיעה בהרכב הגנטי של האוכלוסייה הטבעית ומהחדרת גורמי מחלה לסביבה הטבעית.

בעשור האחרון נוסחה 'הגישה האחראית' להעשרת אוכלוסיות, שמגדירה את השלבים הנדרשים לביצוע מיזם העשרה מודרני. 'הגישה האחראית' מתמקדת הן בהיבטים כלכליים והן בהיבטים אקולוגיים של מיזם העשרה, ומטרתה לשמש קו מנחה בבחינת פיתוח מיזם העשרה של מינים חדשים.

ועדת המומחים התכנסה כדי לדון בהיבטים השונים של מיזם העשרת אוכלוסיות בים התיכון סמוך לחופי ישראל. דגש מרכזי ניתן לשאלות מהן המוטיבציות לביצוע מיזם מסוג זה, ומהן המשמעויות המעשיות הנדרשות כדי לבצעו. בוועדה השתתפו נציגים ממשרדי ממשלה האמונים על ממשק הדיג ושמירת הטבע, חוקרים מהאקדמיה מתחום האקולוגיה הימית, מגדלי דגים ובעלי מכוני רבייה מסחריים ונציגים מארגוני סביבה.

הוסכם כי צעדי מדיניות לשמירת הטבע הימי ומשאב הדגה צריכים בשלב זה להתמקד בכלי ממשק שיעילותם הוכחה, כגון ניהול ממשק דיג בר-קיימא ואכרזת שמורות טבע ימיות. מיזם העשרת אוכלוסיות טומן בחובו עלויות גבוהות בעוד סיכויי ההצלחה בו נמוכים, והוא אף עלול לפגוע בהטמעתם של צעדי מדיניות יעילים יותר. אם בשלב עתידי יישקל ביצוע העשרת אוכלוסיות, האתגר המרכזי יהיה העלות הגבוה הנדרשת לרבייה ולגידול הדגיגים. שיתופי פעולה בין רשויות ממשלתיות למגדלים מסחריים והתמקדות במינים בעלי עניין מסחרי הם המפתח להוזלת העלויות. כמו כן, יש צורך בשיתוף גופי מחקר לשם הבטחת הבטיחות הסביבתית בהיבטי גנטיקה ובריאות, ויהיה צריך לבחון את הנושאים הללו באופן פרטני כתלות במין הנבחר ובמיקום השבת הדגיגים לטבע.

מכיוון שקבועי הזמן למימוש תוכנית העשרה ארוכים, וצעדי ניהול מקבילים טרם מוצו או אף החלו, נראה כי יחלפו מספר שנים בטרם יבשילו התנאים לדיון מעשי באפשרות להתחיל במיזם העשרת אוכלוסיות. כדי לקדם

דיון עתידי ולבסס את ההחלטות על ידע מדעי ממליצה ועדת המומחים לקדם ניטור רציף של מצב אוכלוסיות הדגה בכלל ומחקר בסיסי בנושא העשרת אוכלוסיות בפרט, תוך דגש על הבנת מצב האוכלוסיות הנוכחי, תפוצתן והאיומים הקיימים במערכת המקומית.

אם מיזם מסוג זה יישקל בעתיד, הוסכם כי יש לעקוב אחר ההנחיות המנוסחות '**בגישה האחראית**' וליצור שיתופי פעולה בין כלל הגורמים החיוניים לביצוע מושכל ומבוסס ידע מדעי של מיזם ההעשרה. ועדת המומחים ממליצה לערוך סקר גנטי מקדים באוכלוסייה הטבעית בכל מין שייבחר למיזם העשרה. הוועדה ממליצה למקד מחקר מקדים למיזם העשרה בהיבטים הבאים:

א. מצב האוכלוסייה מול כושר הנשיאה הצפוי.
ב. איתור מינים בעלי פעילות אקולוגית חשובה או ייחודית בבתי הגידול.

ועדת המומחים ממליצה לקיים מחקר ומעקב גנטיים בגרעין הרבייה ובדגיגים בכל מיזם השבה. כמו כן, גם בהימצא מכון רבייה שמרבה ומגדל דגיגים מהמין הנבחר באופן מסחרי, יש לוודא כי המבנה הגנטי של הדגיגים עומד ביעדים שהוגדרו מראש בהתאם לעקרונות '**הגישה האחראית**' כדי לצמצם פגיעה אפשרית באוכלוסייה הטבעית.

ועדת המומחים ממליצה להגדיר מדדים בריאותיים להערכת המצב הפיזיולוגי של הדגיגים טרם השחרור כדי להימנע ממצב שהדגיגים המשוחררים יגדילו את הנשאות למחלות באוכלוסייה הטבעית.

לאחר העשרת האוכלוסייה ממליצה ועדת המומחים לעקוב אחר סמנים גנטיים כדי להעריך את תרומת הצעירים שהושבו לדורות ההמשך באוכלוסייה הטבעית.

לסיכום, במטרה לשקם את אוכלוסיות הדגה בים התיכון ממליצה הוועדה להקצות משאבים ולמצות את השימוש בכלי ניהול מוכחים טרם פנייה למיזם העשרת אוכלוסיות, שעלותו גבוהה ויעילותו מוגבלת. הצלחת מיזם העשרת אוכלוסיות תלויה בתכנון מקדים, תוך הגדרת יעדים מפורטת ובניית בסיס ידע נרחב באמצעות ניטור ארוך טווח. **ביצוע מיזם העשרה מחייב התחשבות במכלול ההשלכות הנובעות מהתערבות פעילה במערכת האקולוגית, תוך ניטור ומעקב בריאותי וגנטי צמוד אחר הדגיגים המושבים והאוכלוסיות הטבעיות.**

{1}

מבוא כללי

.....

העשרת אוכלוסיות דגים

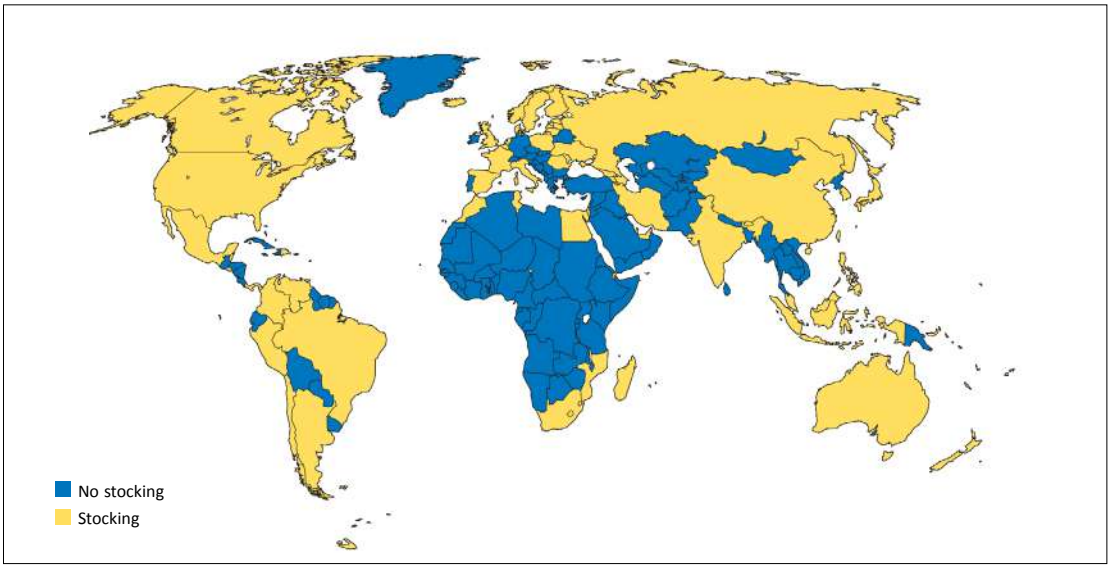
אוכלוסיות דגים רבות ברחבי העולם מאוימות על ידי לחץ דיג ואובדן בתי גידול. תחזיות הבוחנות את פוטנציאל הים כמקור מזון בר-קיימא מצביעות על קריסת אוכלוסיות הדגה ברמה העולמית תחת המשך לחץ הדיג המופעל כיום[1,2]. התמעטות הדגה וקריסה מקומית של אוכלוסיות דגים מסחריים תועדו פעמים רבות, כולל בים התיכון[3].

מדיניות שמטרתה שמירה על משאב הדגה כוללת לרוב הגבלות על כמות המורשים לעסוק בדיג, על ציוד הדיג המותר וכן סגירת שטחים ועונות שהדיג אסור בהן. כלים אלה הם המרכזיים והאפקטיביים ביותר למטרת שיקום בתי גידול ואוכלוסיות שנפגעו כתוצאה מפעילות האדם. נוסף על כלים אלה, קיימת גישה המציעה אישוש פעיל של שלל הדיג באמצעים הכוללים שיקום בתי גידול קיימים, יצירת בתי גידול חדשים והעשרת אוכלוסיות מקומיות. במסגרת מיזם העשרת אוכלוסיות משחררים דגים צעירים שגודלו בשבי ומשיבים אותם אל בית הגידול הטבעי. מספר שמות בלעז מתייחסים למאמצים מסוג זה, כגון: Stock enhancement, Restocking, Culture-based fisheries. במסמך הנוכחי נתייחס לגישה זו בשם 'העשרת אוכלוסיות'.

שחרור לטבע של בעלי חיים ימיים שגודלו בשבי אינו רעיון חדש - יוזמות להעשרת אוכלוסיות של יצורים ימיים החלו כבר במאה ה-19. סקירה עולמית של הפעילות בתחום העשרת אוכלוסיות בעלי חיים ימיים העלתה כי בין השנים 1984–1997 דיווחו 64 מדינות לארגון המזון והחקלאות העולמי (FAO) על ביצוע מיזמים מסוג זה[4] (**איור 1**). עם זאת, אומדן היקף הפעילות העולמית קשה להערכה, מכיוון שמיזמי העשרה רבים אינם מתועדים בספרות המדעית.

1. Swartz et al. The spatial expansion and ecological footprint of fisheries (1950 to present). PLoS One **5**, e15143 (2010)
2. Pauly et al. The future for fisheries. Science **302**(5649), 1359-1361. (2003)
3. Vasilakopoulos et al. The alarming decline of Mediterranean fish stocks. Curr. Biol. **24**, 1643–1648 (2014)
4. Born et al. Marine and coastal stocking: global status and information needs. FAO Fish. Tech. Pap. **429**, 1 (2004)

איור 1: מדינות שדווחו לארגון המזון והחקלאות באו"ם כי הן מפעילות תוכניות להעשרת אוכלוסיות ימיות[4]



אף על פי שהעשרת אוכלוסיות דגים נעשתה במשך עשורים רבים במגוון בתי גידול ובמגוון מיני דגים, הדעה הרווחת היא שמידת ההצלחה של יוזמות מסוג זה מוגבלת. ישנן עדויות להצלחת מיזמי העשרת אוכלוסיות ממספר מינים. דוגמה בולטת להעשרת אוכלוסיות בהיקף גדול ובפרק זמן ממושך ניתן למצוא אצל מינים ממשפחת הסלמוניים (Salmonidae). העשרת אוכלוסיות דגי סלמון בארה"ב הביאה לתרומה משמעותית לגודל האוכלוסייה ובמידה רבה שיקמה אוכלוסיות שנפגעו קשה ממגוון לחצים אנתרופוגניים (לחצים הנגרמים כתוצאה מפעילות אנושית)[5] (**איור 2**). אף על פי כן, גם עבור דגי הסלמון מיזמים רבים כשלו בהשגת מטרות התוכנית או שלא לוו בתוכנית ניטור מקיפה שמאפשרת להעריך את תרומת הדגיגים המושבים לאוכלוסיות המקומיות.

הניסיון הרב, והכושל בעיקרו, בהעשרת אוכלוסיות טבעיות, וההבנה כי שחרור נרחב של דגיגים מהשבי עשוי להוביל לפגיעה במערכת הטבעית, הביאו לבחינה מחודשת של תחום העשרת האוכלוסיות. במסגרת ניסוח 'הגישה האחראית'[6] להעשרת אוכלוסיות נבחנו לעומק השלבים השונים הכרוכים במיזם מסוג זה, החל בהגדרת המוטיבציה והכדאיות לביצוע המיזם, דרך אפיון מערכת הגידול ועד לאופן השחרור והמעקב אחר הצלחת המיזם.

5. Lorenzen et al. in The first global integrated marine assessment (United Nations, 2016)
6. Blankenship & Leber. A responsible approach to marine stock enhancement. in American Fisheries Society Symposium **15**, 167–175 (1995)

איור 2: העשרת אוכלוסיות דגים ממשפחת הסלמוניים בארה"ב. מיזמים רבים של העשרת אוכלוסיות נעשו במשפחה זו בשל חשיבותה הכלכלית ובעקבות פגיעה באוכלוסיות הטבעיות. (צילום: Kayt Jonsson, U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS))

העשרת אוכלוסיות – העלאת שלל הדיג ושימור מינים בסיכון

מרבית היוזמות להעשרת אוכלוסיות דגים נעשו במטרה להגדיל את שלל הדגה המקומי, כלומר בוצעו באוריינטציה חקלאית-כלכלית. משום כך, מרבית המינים ששולבו במיזמי העשרת אוכלוסיות הם מינים בעלי ערך לתעשיית הדיג. מוטיבציה נוספת להעשרת אוכלוסיות עשויה להיות עידוד אוכלוסיות הנמצאות בסכנת הכחדה או היעלמות מקומית. אומנם קיימת חפיפה בין שתי המטרות הללו, אך ייתכנו גם הבדלים בקווים המנחים בתכנון מיזם העשרה אם הוא נעשה לשם הגדלת שלל הדיג או למטרת שימור.[7]

- **תרומת הדגים המושבים לרבייה באוכלוסייה המקומית** - בעוד הגעת הפרטים ששוחררו לגודל מסחרי תיחשב הצלחה במסגרת מיזם שמטרתו העלאת השלל, אם הם אינם מגיעים לגודל רבייה, סביר שלא יתרמו לעידוד האוכלוסייה הנמצאת בסיכון. מכאן, שבמיזם שימור יהיה היגיון כלכלי רב יותר להשקיע מאמץ וכסף בגידול צעירים עד לגודל שיעלה משמעותית את סיכוייהם להגיע לגיל רבייה. מנגד, שחרור של פרטים שהגיעו לגודל שוק (גודל המתאים לשיווק ומכירה) נטול היגיון כלכלי,

7. Brown & Day. The future of stock enhancements: lessons for hatchery practice from conservation biology. Fish Fish. **3**, 79–94 (2002)

אך ייתכן כי יסייע להגדלת האוכלוסייה הטבעית.

- **בחירת המין המושב** - תוכנית העשרה למטרת שימור עשויה לערב מינים נטולי ערך מסחרי הנמצאים תחת איום. לדוגמה, המצפה התת-ימי באילת מרבה סוסוני ים ומשחרר אותם למפרץ אילת למטרת שימור המין[8].
- **שיקולי עלות וקיום מערכת גידול** - מרבית המינים הנמצאים תחת סיכון אינם משמשים לגידול חקלאי, ותוכנית להעשרת אוכלוסיותיהם תדרוש השקעת משאבים רבים בפיתוח גרעיני רבייה וממשק גידול מתאים[9]. ייתכן כי בחינת מאמצים אלה אל מול תועלת כלכלית הנובעת מדיג תצביע על אי-כדאיות של המיזם, ומנגד - שיקולים של שימור מינים בסיכון יהפכו אותו לכדאי.
- **בחירת אתר ההעשרה** - השבת הפרטים לאזורים המוגנים מדיג עשויה לסייע לשרידות הפרטים המושבים, אולם סביר שבחירה באזורים אלה תתרום רק מעט להעלאת שלל הדיג. פתרון המשרת את שתי המטרות עשוי להיות שחרור באותו זמן גם באתרים מוגנים וגם באתרים פתוחים לדיג. זליגה (spillover) של פרטים לאחר ביסוס אוכלוסייה באזורים מוגנים מדיג עשויה גם היא להגדיל את שלל הדיג.

חשוב לציין כי השבת בעלי חיים למטרת שיקום אוכלוסיות פגועות או כאלה שנמצאות בסכנת הכחדה, נפוצה יותר בבתי גידול יבשתיים[10]. כאשר מדובר בדגי ים, לרוב אין מדובר באוכלוסיות הנמצאות בסכנת היעלמות, אלא באוכלוסיות פגועות שניתן לאושש על ידי הסרת האיומים הפועלים עליהן. בחירה בהעשרת אוכלוסיות לשם שיקום אוכלוסיות של מינים בסיכון מחייבת מחקר מקדים באשר לגורמים שפגעו באוכלוסייה הטבעית וטיפול בהם. כמו כן, חשוב לציין כי יוזמות מסוג זה נדירות בבתי גידול ימיים, ויעילותן מוטלת בספק.

הגישה האחראית לביצוע מיזם העשרה

לאור הניסיון המצטבר במיזמי העשרת אוכלוסיות דגים ברחבי העולם וההכרה בהשלכות השליליות שעשויות לנבוע משחרור דגי שבי לסביבה הטבעית, נוסחה 'הגישה האחראית' לתכנון ולביצוע מיזם העשרה[6,11]. הגישה האחראית מתייחסת להיבטי התכנון ולהערכת ההצלחה של מיזם ההעשרה אל מול המטרות שהוצבו טרם ביצועו. כמו כן, מפורטים קווים מנחים להתמודדות עם סוגיות גנטיות, בריאותיות וסביבתיות הנגזרות מהעשרת אוכלוסיות. עיקרי הגישה האחראית מפורטים בעשרה סעיפים:

1. פיתוח תוכנית המשלבת בין העשרת האוכלוסיות לפעולות נוספות שנעשות בניהול הדגה. לדוגמה, שילוב תוכנית העשרה עם יישום הגבלות מרחביות של פעילות דיג.
2. הגדרת יעדים כמותיים להצלחה על ידי פיתוח מדדים לבחינת הצלחת התוכנית. מדדי הצלחה עשויים לכלול שינוי בגודל האוכלוסייה ופרמטרים גנטיים.
3. יישום מחקר בתחום הגנטיקה כדי למנוע פגיעה בהרכב הגנטי של אוכלוסיות מקומיות.
4. שימוש בממשק ניהול לבריאות הדגים ולטיפול במחלות. קביעת תקנים ואימוץ שיטות עבודה אחראיות תוך הבטחת ניקיון תוצרי מכוני הרבייה ממחלות, מזיהומים, מטפילים ומווירוסים.
5. אפיון מאפיינים אקולוגיים, ביולוגיים ותכונות מהלך חיים שעשויות להשפיע על הצלחת תוכנית ההעשרה. מטרתם של המאפיינים הללו לשפר את סיכויי הצלחת הדגים המשוחררים, אך גם למנוע פגיעה באוכלוסיות הקיימות.
6. זיהוי הדגיגים המשוחררים והערכת השפעות

8. The underwater observatory marine park Eilat. The project of breeding and the reintroduction of sea horses into the gulf of Eilat. at <http://www.coralworld.co.il/en/projects/sea-horses>
9. La Mesa et al. First release of hatchery juveniles of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Serranidae: Teleostei) at artificial reefs in the Mediterranean: results from a pilot study. Sci. Mar. **72**, 743–756 (2008)
10. Armstrong et al. Directions in reintroduction biology. Trends Ecol. Evol. **23**, 20–25 (2008)
11. Leber. in Sustainable Food Production 1139–1157 (Springer New York, 2013). doi:10.1007/978-1-4614-5797-8_188

התוכנית על האוכלוסייה על ידי אימוץ ופיתוח של שיטות יעילות לסימון הדגים, שמאפשרות להעריך את יחסי הגומלין בין הפרטים ששוחררו, דגי הבר ומינים אחרים.

7. הגדרת תהליכי השחרור המיטביים ושיפור אסטרטגיות השחרור בעזרת ניסויים מדעיים בקנה מידה קטן באתרים בעלי מאפיינים שונים ובמועדים שונים.
8. זיהוי וקביעת קווים מנחים למדיניות ולנושאים הכלכליים, הערכת ערכם של תהליכי ההעשרה במושגים של עלות מול תועלת, בחינת היחס בין עלויות המיזם לעלייה בשלל הדיג ולערכים המוספים המתקבלים. כימות השיפור בשלל מול כמות הדגים ששוחררו לזיהוי ההרכב המיטבי של תהליך השחרור מבחינה כלכלית ובחינת החלופות. כמו כן, שיתוף בעלי העניין והעברת מידע באשר לצורך בגישה אחראית ולמסגרת הזמן הנדרשת לקיומה של תוכנית העשרה מוצלחת.
9. שימוש בניהול גמיש תוך הערכת התקדמות התוכניות, שילוב רעיונות ואסטרטגיות חדשות בתהליכי הניהול לטובת שיפור וכוונון יעיל של תהליכי הריבוי, הגידול המסחרי וההעשרה עם הזמן.

השלכות סביבתיות של מיזם העשרה

במסגרת תוכנית העשרת אוכלוסיות ישנה חשיבות רבה לליווי מדעי של שלבי התוכנית השונים, החל בבניית גרעין הרבייה ועד למעקב אחר הצלחת הרבייה של הפרטים המושבים. עם זאת, מרבית מיזמי ההעשרה שמבוצעים בעולם חסרים מחקר מלווה בהיקף מתאים. לדוגמה, בתוכניות העשרה רבות לא נבחנו היבטים ביולוגיים ואקולוגיים דוגמת המבנה הגנטי של הפרטים המושבים בהשוואה לאוכלוסיית הבר, בריאותם של הדגיגים טרם ההשבה וקביעת מועדים רצויים להשבה ואתרי השבה רצויים[11]. ביצוע תוכנית העשרה ללא מחקר מקדים וניטור מתאים, פוגע בסיכויי ההצלחה של מיזם ההעשרה, ואף עשוי להוביל לפגיעה באוכלוסיות המקומיות. בין ההשפעות השליליות שעשויות לנבוע ממיזם העשרה ניתן למנות: השלכות אקולוגיות על חברת הדגים הטבעית, פגיעה בהרכב הגנטי של אוכלוסיית הבר והפצת מחלות על ידי הדגים המושבים לטבע.

השלכות אקולוגיות

כדי לצמצם השפעות שליליות של המין המושב על חברת הדגים הטבעית יש לוודא כי המין הנבחר נמצא באופן טבעי במערכת שהוא מוכנס אליה. במקרים שהוכנסו מינים זרים למערכת, נצפתה לא פעם הִתְרבות מהירה של המין החדש תוך פגיעה במינים מקומיים בשל תהליכים כגון תחרות או טריפה. לדוגמה, העשרה במין נסיכת הנילוס (*Lates niloticus*) באגם ויקטוריה הובילה לפגיעה במינים המקומיים[12]. שימוש במין טבעי למערכת מוריד את הסיכון להשפעה בין-מינית חזקה. גודל האוכלוסייה של מין מקומי לרוב אינו מוגבל עקב מחסור בגיוס פרטים חדשים למערכת, אלא בגלל כושר הנשיאה של בית הגידול ואינטראקציות בין מינים. בסקירת הספרות המדעית לא נמצאה דוגמה למיזם העשרה של דגים ממין מקומי שהוביל להפרת האיזון האקולוגי. עם זאת, ניסיון מצטבר בשימוש במודלים המדמים את מצב חברת הדגים, מלמד כי השפעתה של העשרת אוכלוסיות עשויה להתבטא בכלל המערכת[13]. ההשלכות האקולוגיות הנובעות מגידול באוכלוסיית המין המושב עשויות לחרוג מהשפעה על מינים שנמצאים איתו בקשר ישיר. מכאן, שהבנת מורכבות המערכת האקולוגית וקשרי הגומלין המתקיימים בין המינים חשובה כדי לצמצם את הסיכון להשפעה שלילית בעקבות העשרת אוכלוסיות.

12. Goudswaard et al. The invasion of an introduced predator, Nile perch (*Lates niloticus, L.*) in Lake Victoria (East Africa): chronology and causes. Environ. Biol. Fishes **81**, 127–139 (2008)

13. Ofir et al. Detecting changes to the functioning of a lake ecosystem following a regime shift based on static food-web models. Ecol. Modell. **320**, 145–157 (2016)

שיקולים גנטיים

שיקולי גנטיקה במיזם העשרת אוכלוסיות כוללים: **1.** סקירה של המבנה הגנטי של אוכלוסיות הבר; **2.** תכנון גרעין רבייה בעל מגוון גנטי רחב; **3.** מעקב אחר המבנה הגנטי של הדגיגים המיועדים להשבה; **4.** מעקב אחר השפעת ההעשרה על הגנטיקה של האוכלוסייה הטבעית[14].

סקירת המבנה הגנטי של האוכלוסייה הטבעית של המין המיועד להעשרה, היא צעד חיוני להבטחת התאמה גנטית של הדגיגים המגודלים בשבי. בעת תכנון סקר גנטי יש לכלול שיקולים של שיטות העבודה, היקף הסקר מבחינה מרחבית ומשך הזמן שהוא מבוצע[15]. לא קיים מידע לגבי המגוון הגנטי המצוי באוכלוסיות הטבעיות של מרבית מיני הדגים, עובדה שיוצרת אתגר בעת תכנון מיזם העשרת אוכלוסיות.

בדרך כלל, בממשק גידול חקלאי מסחרי של דגי ים המגוון הגנטי אינו מייצג את המגוון המצוי באוכלוסיות הטבעיות. מגדלים מסחריים מעדיפים תכונות שתורמות ליצרנות, כגון קצב גידול מהיר, ולאורך זמן מתרחשת ברירה המעלה את תדירותם של פרטים הנושאים מטען גנטי רצוי[16]. כמו כן, בגרעיני רבייה מסחריים מספר ההורים התורמים בפועל לרבייה קטן מגודל גרעין הרבייה הכולל, והניטור של תרומת כל הורה חסר[17]. בשל כך, כאשר רוצים להסב מערכת גידול מסחרי קיימת למערכת גידול להעשרת אוכלוסיות, צריך להגדיל את המגוון הגנטי ולרענן את גרעין הרבייה בהורים מהאוכלוסיות הטבעיות. הכנסת פרטים חדשים מהטבע למערכת חקלאית עשויה להיתקל בהתנגדות מצד החקלאים עקב חשש מהכנסת גורמי מחלה למערכת הגידול. נוסף על כך, מינים נדירים יחסית בעלי ערך שוק גבוה שמגיעים לרבייה בגודל גוף גדול, כגון מיני דקרים, מקשים על רענון גרעין הרבייה בשל הקושי הטכני והמחיר הגבוה של הוספת פרטים מהטבע. היות שכך, הסתמכות על מכון רבייה קיים לשם ריבוי וגידול מסחרי של דגיגים למטרות העשרה תחייב הקצאת משאבים נוספים למגדלים, כדי שיוכלו לגדל דגיגים המתאימים מבחינה גנטית להעשרה. כמו כן, עדיף להשתמש בתוצרי רבייה של מספר מכונים שונים.

מידת הסיכון להרכב הגנטי בטבע תלויה בפרופורציה שבין כמות הדגים המושבים לגודל האוכלוסייה הטבעית ולמידת השתתפותם של הדגיגים המשוחררים ברבייה בטבע. לאחר העשרת האוכלוסייה ניתן לעקוב אחר השתלבות הדגיגים המושבים במערכת הטבעית על ידי שימוש בסמנים גנטיים. אחד מסוגי הסמנים הנפוצים למטרה זו הוא סמן המבוסס על רצפי די-אן-איי הנקראים 'מיקרוסטליטים' (Microsatellite). הסמנים הללו ספציפיים למין ולגרעין הרבייה המשתתף בתוכנית ההעשרה. טכנולוגיות חדשות מאפשרות פיתוח סמנים מסוג זה, גם למינים שהמידע הגנטי עליהם מוגבל, בפרקי זמן קצרים ובעלות נמוכה יחסית[18]. הערכת התרומה לרבייה תשמש מדד למידת ההצלחה של תוכנית ההעשרה[19] וכן להערכת מידת ההשפעה של הצעירים המושבים לטבע על ההרכב הגנטי של האוכלוסייה הטבעית[20].

14. Bert et al. in Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities 123–174 (Springer, 2007)
15. Hare et al. Understanding and estimating effective population size for practical application in marine species management. Conserv. Biol. **25**, 438–449 (2011)
16. Araki & Schmid. Is hatchery stocking a help or harm?: evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys. Aquaculture **308**, S2–S11 (2010)
17. Gold et al. Spawning frequency of brood dams and sires in a marine fish stock-enhancement hatchery. J. Fish Biol. **77**, 1030–1040 (2010)
18. Abdelkrim et al. Fast, cost-effective development of species-specific microsatellite markers by genomic sequencing. Biotechniques **46**, 185 (2009)
19. Denson et al. Assessing red drum juvenile stocking in a South Carolina estuary using genetic identification. North Am. J. Fish. Manag. **32**, 32–43 (2012)
20. Winkler et al. Hybridization and restricted gene flow between native and introduced stocks of Alpine whitefish (*Coregonus sp.*) across multiple environments. Mol. Ecol. **20**, 456–472 (2011)

שיקולי בריאות

במסגרת ביצוע מיזם העשרת אוכלוסיות קיים חשש למעבר מחלות וטפילים בין פרטים שמקורם בבית הגידול הטבעי לפרטים המגודלים בשבי, ולהפך. על פי רוב, שלב גידול הצעירים נעשה במערכות גידול אינטנסיביות (בצפיפות גבוהה). מניסיון במערכות גידול חקלאיות ידוע כי תנאים אלה מעלים את הסבירות להתפשטות מחלות וטפילים. במסגרת מיזם העשרת אוכלוסיות יש לשקול היבטי בריאות שונים, ובהם: הבטחת הבריאות במערכת הגידול, סקירת גורמי המחלה בבית הגידול הטבעי ומניעת עידוד מחלות המועברות דרך דגיגים המושבים לבית הגידול הטבעי[21].

בריאות מכון הרבייה - מערכות גידול מסחרי של דגיגים רגישות להתפרצות מחלות, עד כדי הפיכת גידול הדגים ללא-כלכלי. בישראל, לדוגמה, נפגעו מספר מגדלים מהתפרצות וירוס ה-VNN (Viral Nervous Necrosis), שהביא לחוסר כדאיות בגידול מסחרי של כמה מיני דגים. בשל כך, קיים חשש בקרב מגדלי דגים מהכנסת פרטים מהטבע, שמצבם הבריאותי אינו ידוע, למערכת הגידול. חשש זה עשוי לפגוע במאמץ לשמור על מגוון גנטי מספק לשם שחרור הדגיגים חזרה לטבע, שמחייב רענון של גרעין הרבייה. חשוב לציין, שבמקרה של וירוס ה-VNN, שחלקים נרחבים באוכלוסיית הבר של דקרים וגם של דגים אחרים הם נשאים שלו, עיקר הסיכון לתחלואה ולהפצת המחלה הוא בשלב הגידול האינטנסיבי במכון הרבייה. לאחר האכלוס בים הדגיגים המושבים אינם צפויים לגדול עוד בתנאים אינטנסיביים. על כן, תדירות המחלות והתמותה בקרבם צפויה להיות דומה לזו של דגי הבר.

סקר מקדים של גורמי מחלה בבית הגידול הטבעי - יש לבצע סקר של כלל הפתוגנים (מחוללי מחלות) שעשויים להופיע אצל המין המגודל. לאחר קביעה מקיפה של כלל הפתוגנים הידועים יש להכין רשימה מצומצמת של פתוגנים שעלולים להוות איום משמעותי. שלב זה חשוב, כיוון שבעקבותיו ניתן להגדיר אילו אמצעים יידרשו כדי לנטר פתוגנים טרם ההשבה לטבע. הגדרת חומרת האיום משקללת את: **א.** יכולת הפתוגן להתפשט בסביבה הטבעית ומגוון המינים שהוא עשוי לפגוע בהם; **ב.** סבירות הדבקת הפתוגן במערכת הגידול. יש לזהות נתיבים שהפתוגן עשוי להגיע בהם. לדוגמה, במיזמי העשרת דגה עשויה האכלה במזון חי טרם השחרור לחשוף את הדגים לפתוגנים שאינם נמצאים במזון יבש; **ג.** הערכת חומרת ההשלכות של מעבר הפתוגן לסביבה.

בריאות דגיגים טרם השבתם לטבע - כדי לצמצם את האפשרות להעברת מחלות וטפילים מומלץ להפעיל תוכנית הכוללת כמה שלבים:

א. טיפול מניעתי בממשק הגידול - אמצעים למניעת התפשטות מחלות מוטמעים במערכות גידול דגים, ואותם האמצעים צריכים להיות משולבים בגידול דגים למטרות השבה לטבע. ניתן לשקול שימוש בחיסונים, אם כי קיימת אפשרות שדגים מחוסנים עדיין יוכלו לשמש נשאים לפתוגן ולהדביק את אוכלוסיית הבר.

ב. בקרה על בריאות הדגים - בעת הגידול וטרם השחרור יש לבצע בחינות באמצעים הנדרשים (בחינה חזותית, בדיקות מעבדה) כדי לנסות לאתר את הפתוגנים שהוגדרו כאיום.

ג. מצבם הפיזיולוגי של הדגיגים - אם מצבם הפיזיולוגי של הצעירים המושבים ירוד, גם אם אינם נשאי מחלות, קיים חשש שיהיו פגיעים יותר ויגדילו את אחוז הנשאות באוכלוסייה הטבעית. כדי להימנע מכך, צריך להגדיר מדדים להערכת המצב הפיזיולוגי טרם השחרור[22].

ניטור ומחקר מלווה

כדי להעריך את מידת השתלבותם של הדגים המושבים באוכלוסייה המקומית, את תרומתם לשלל הדיג ואת השפעתם על החברה האקולוגית יש לשלב תוכנית ניטור

21. Bartley et al. risk analysis framework for aquatic animal health management in marine stock enhancement programmes. Fish. Res. **80**, 28–36 (2006)
22. Le Vay et al. Quality of hatchery-reared juveniles for marine fisheries stock enhancement. Aquaculture **268**, 169–180 (2007)

מקיפה לאחר ההשבה. במקרים שלא בוצע ניטור אחר הדגים המושבים, התגלע קושי בהערכת יעילותו של ממשק ההעשרה[23]. כמו כן, לא היו כלים לבחון סוגיות אקולוגיות וגנטיות שעשויות לנבוע משחרור דגי שבי לאוכלוסיות הבר.

היכולת לזהות באופן ישיר פרטים שהושבו לטבע חיונית לשם הערכת תרומתם לאוכלוסייה הטבעית. הסתמכות על מגמות בשלל הדיג אינה מספקת, מכיוון שגודל האוכלוסיות עשוי להראות תנודתיות טבעית גבוהה. כיום קיימים מספר כלים לתיוג דגים, המבוססים הן על סימונם הפיזי והן על שימוש בסמנים גנטיים. בחירת שיטת התיוג הושפעה מעלויות תהליך הסימון ומיעילותו באיתור פרטים שהושבו. כמו כן, יש להביא בחשבון שיקולי בריאות ובטיחות מזון כאשר מדובר בסימון דגי מאכל[24].

עלותה של תוכנית ניטור מקיפה צפויה להיות גבוהה עקב הצורך בעבודת שדה נרחבת. כדי לייעל את תוכנית הניטור רצוי ליצור שיתוף פעולה בין חוקרים וציבור הדייגים. לשם כך, יש לבחור שיטות תיוג שיאפשרו זיהוי פרטים על ידי דייגים, ולתכנן בקפידה תוכנית ניטור משולבת. במדינת פלורידה, למשל, המעקב אחר הצלחתם של דגיגים מהמין מוסר בריכות (*Sciaenops ocellatus*) הסתמך במידה רבה על דיווחים שהתקבלו מדייגי חכות חובבים[25].

מידע נוסף על השלבים השונים הנדרשים לביצוע מיזם העשרת אוכלוסיות דגים בהתאם לגישה האחראית, ודוגמאות למיזמים שהתבצעו בים התיכון, ניתן למצוא במסמך הרקע לוועדת המומחים "בחינת יישומיות, כדאיות והשפעה סביבתית פוטנציאלית של העשרת אוכלוסיות דגים בים התיכון", המצורף כנספח למסמך זה[26].

23. Lorenzen et al. Responsible approach to marine stock enhancement: an update. Rev. Fish. Sci. **18**, 189–210 (2010)
24. Robinstein. Development of a marking method for *Sarotherodon galilaeus* fingerlings for future mark-recapture surveys in Lake Kinneret, biological and economic aspects. (Haifa University, 2014)
25. Tringali et al. Marine Stock Enhancement in Florida: A Multi-Disciplinary, Stakeholder-Supported, Accountability-Based Approach. Rev. Fish. Sci. **16**, 51–57 (2008)
26. האגודה הישראלית לאקולוגיה וסביבה. ועדות מומחים / העשרת אוכלוסיות דגים בים התיכון <http://www.isees.org.il/committee/at/העשרת-אוכלוסיות-דגים-בים-התיכון/>

{2}

העשרת אוכלוסיות דגים בישראל - סקירת הידע המקומי והערכת היתכנות

.....

סקירת מצב הדגה המקומית

במחקר שפורסם ב-2015 נבחן מצב השימור של הדגים במימי אירופה, כולל הים התיכון, על פי השיטות הנהוגות בארגון ה-IUCN (International Union for Conservation of Nature)[27]. מיפוי המינים העלה כי בים התיכון יש צפיפות גבוהה של מינים אנדמיים (בעלי תפוצה מוגבלת מקומית) ביחס לאזורים אחרים שנבחנו באוקיינוס האטלנטי. כמו כן, באזורים החופיים של הים התיכון נמצאים מינים רבים המוגדרים כמאוימים (**איור 3**). במסגרת המיזם נעשה ניסיון להצביע על הגורמים הפוגעים בחוסנן של אוכלוסיות הדגים. נמצא כי דיג הוא האיום המרכזי על אוכלוסיות אלה. בשטח הימי של אירופה מושפעים 425 מינים מדיג, מתוכם 58 נמצאים תחת איום של ניצול יתר. גורמים נוספים המוזכרים כמאיימים על אוכלוסיות הדגים הם: זיהום, פיתוח חופי, הפקת אנרגיה וכרייה, שינוי האקלים וחקלאות ימית. מפות מרחביות שהוכנו במסגרת העבודה מראות כי חופי ישראל עשירים הן במינים תחת איום (21–28 מינים) והן במינים שכמות המידע לגבי מצב השימור שלהם אינה מספקת (50–71 מינים). נתונים אלה דומים למצב במרבית האזורים החופיים האחרים בים התיכון. במבט על הנעשה בחופי ישראל חשוב לציין שלושה גורמים האחראים לשינויים בהרכב חברת הדגים: לחץ הדיג, מינים פולשים והתחממות מי הים:

לחץ הדיג - פעילות הדיג מורכבת משיטות דיג שונות הפועלות בכל בתי הגידול באזור המים החופיים של ישראל. שיטת הדיג המסחרית העיקרית היא דיג המכמורת, וקיימות עדויות לשלל-לוואי גבוה בשיטת דיג זו, כמו גם עדויות לירידה בשלל הכולל[28]. שיטות דיג הפועלות באזור בתי הגידול הסלעיים, שהם אזור המחייה של דגים מסחריים רבים, כוללות רשתות עמידה, ציד בעזרת חניתות ודיג חכות. השפעתה של פעילות הדיג על בית הגידול הסלעי נחקרה פחות, אולם קיימות עדויות לפגיעה בחברת הדגים ובחסרי החוליות באזורים החשופים לדיג[29]. עדויות מאזורים אחרים בים התיכון שממשק הדיג בהם דומה, מצביעות על פגיעה באוכלוסיות הדגים[30,31]

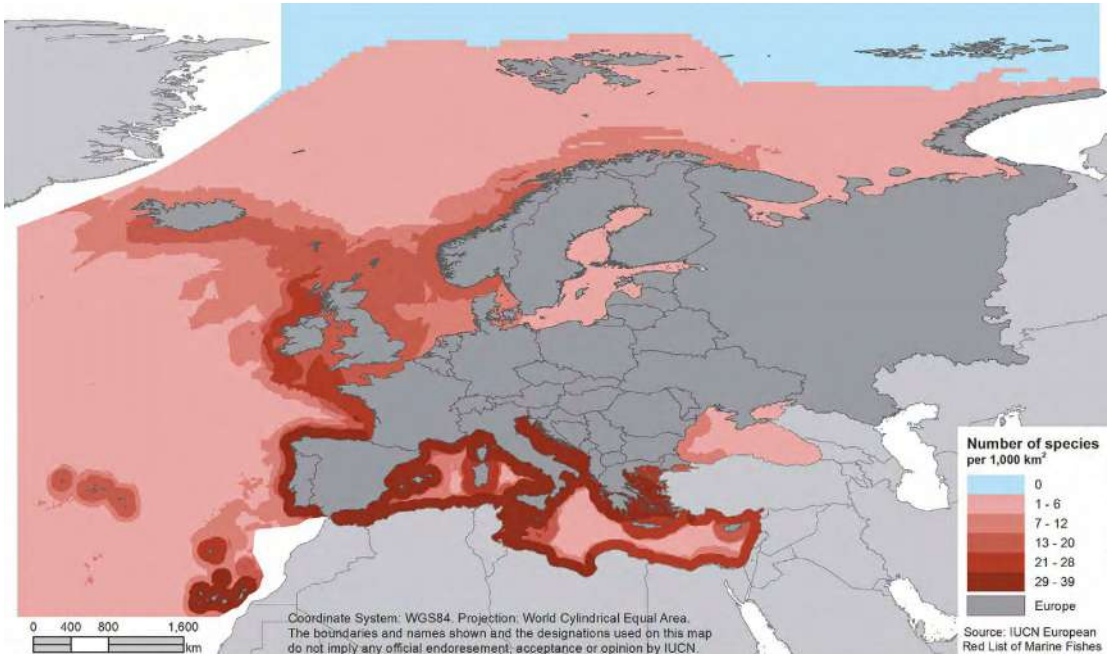
מינים פולשים - הגירת מינים מים סוף דרך תעלת סואץ, שמכונה הגירה לספסית, עיצבה במידה רבה את חברת הדגים בחופי ישראל. מעל 60 מיני דגים שמקורם בים סוף פלשו וביססו אוכלוסיות בים התיכון. חלק מהמינים מראים גידול מהיר בגודל האוכלוסייה. לראיה, 50-91%[32] מהביומסה בשלל הדיג מורכבת ממינים פולשים. חלק מהמינים קרובים בתכונותיהם למינים מקומיים, וייתכן שהם מתחרים איתם על משאבים משותפים[33].

27. Nieto et al. European Red List of marine fishes. (2015)
28. Edelist et al. Spatiotemporal patterns of catch and discards of the Israeli Mediterranean trawl fishery in the early 1990s: ecological and conservation perspectives. Sci. Mar. **75**, 641–652 (2011)
29. רילוב, ג. תמורות אקולוגיות בים התיכון לחופי ישראל. אקולוגיה וסביבה **5** (1), 44–51 (2014).
30. Lloret & Font. comparative analysis between recreational and artisanal fisheries in a Mediterranean coastal area. Fish. Manag. Ecol. **20**, 148–160 (2013)
31. Lloret et al. Spearfishing pressure on fish communities in rocky coastal habitats in a Mediterranean marine protected area. Fish. Res. **94**, 84–91 (2008)
32. Goren & Galil. A review of changes in the fish assemblages of Levantine inland and marine ecosystems following the introduction of non-native fishes. J. Appl. Ichthyol. **21**, 364–370 (2005)
33. Golani. Niche separation between colonizing and indigenous goatfish (Mullidae) along the Mediterranean coast of Israel. J. Fish Biol. **45**, 503–513 (1994)

התחממות פני הים - הים התיכון מתחמם בקצב גבוה, והחלק המזרחי שלו, אגן הלבנט מתחמם בקצב של עד פי שלושה מהממוצע העולמי. אגן הלבנט הוא האזור החם ביותר בים התיכון[34,35,36] והוא תחום התפוצה העליון מבחינת טמפרטורה של מינים ממקור אטלנטי.

המגמה הנמשכת של התחממות מי הים צפויה לתרום להתבססותם ולעלייה בגודל האוכלוסיות של מינים מהגרים מים סוף[37]. בו-בזמן, קיימות עדויות לירידה בחלקם היחסי של מינים הרגישים לטמפרטורות גבוהות מכלל חברת הדגים[38].

איור 3: מינים הנמצאים תחת איום על פי ה- IUCN (International Union for Conservation of Nature) בים התיכון ובאירופה. חופי הים התיכון עשירים במינים אנדמיים ובמינים שאוכלוסיותיהם נפגעו עקב לחצים אנתרופוגניים[25] .



34. Sisma-Ventura et al. Recent unprecedented warming and oligotrophy of the eastern Mediterranean Sea within the last millennium. Geophys. Res. Lett. **41**, 5158–5166 (2014)

35. Rilov G. Multi–species collapses at the warm edge of a warming sea. Sci. Rep. **6**, 36897 (2016)

36. Coll et al. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. PLoS One **5**, e11842 (2010)

37. Raitsos et al. Global climate change amplifies the entry of tropical species into the Eastern Mediterranean Sea. Limnol. Oceanogr. **55**, 1478–1484 (2010)

38. Givan et al. Climatic origin as the dominant factor changing Mediterranean fish abundances. Rev. (2017)

בישראל קיימות עדויות להשפעה שלילית של לחץ הדיג על מיני דגים רבים. שיטות הדיג הנהוגות בישראל כוללות דיג מסחרי באמצעות ספינות מכמורת, דיג רשתות וקרסים מסחרי ופעילות דיג מגוונת של חובבים, הכוללת סוגים שונים של דיג חכות מהחוף או מסירה ושימוש ברובים לדיג בצלילה חופשית. במהלך שנת 2016 אושרה בוועדת הכלכלה של הכנסת רפורמה בענף הדיג, הכוללת תקנות דיג חדשות[39] שניסח האגף לדיג ולחקלאות מים במשרד החקלאות ופיתוח הכפר. רפורמה זו הסתמכה על מידע שנאסף ועל המלצות שגובשו באגף לדיג וחקלאות מים, כמו גם על עבודות שנעשו על ידי החברה להגנת הטבע[40], רשות הטבע והגנים[41] ומומחי דיג וים רבים נוספים. עיקרי הרפורמה כוללים את צמצום צי ספינות המכמורת, הפסקת דיג המכמורת בצפון הארץ ואת ההגבלות הבאות:

א. הגדלת העומק המינימלי לדיג על ידי ספינות מכמורת שיעמוד על 30–40 מטרים (במקום 15 מטרים), כדי למנוע פגיעה ברכסי כורכר ובסלעים שהם בתי גידול חשובים לדגים ולבעלי חיים ימיים נוספים.

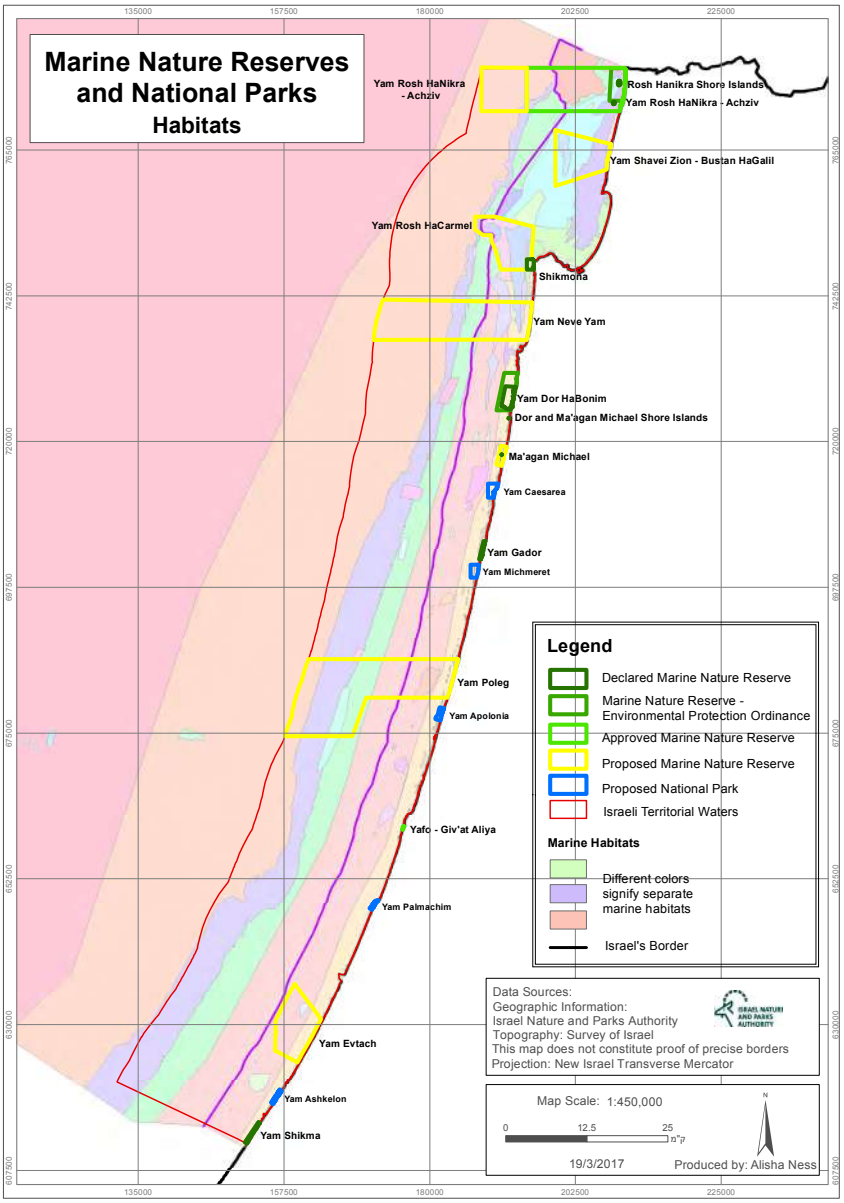
ב. בתקנות החדשות נקבעו תקופות שתיאסר בהן פעילות דיג על פי סוגים, כדי לאפשר את הִתְרבות הדגים בים ואת גדילת הצאצאים הצעירים. הדיג בעונת הרבייה יוגבל בים התיכון לתקופה של עד 90 ימים בין התאריכים 1 במרץ ו-1 ביולי. נוסף על כך, ייאסר הדיג בספינות מכמורת למשך 90 ימים, בתקופה שבין התאריכים 1 במאי ו-31 באוגוסט בכל שנה (עונת הגיוס), כדי להקטין את אחוז הדגים הקטנים הנתפסים ברשתות ומושלכים בחזרה אל הים, ולצמצם משמעותית את הפגיעה בצבי הים ובערכי טבע נוספים.

ג. גודל עיני הרשתות יותאם למקובל במדינות אחרות באגן הים התיכון, כך שיאפשרו רק תפיסת דגים לאחר שהגיעו על פי רוב לבגרות מינית והעמידו צאצאים.

נוסף על כך, רשות הטבע והגנים מקדמת אכרזה על שמורות טבע ימיות נרחבות (**איור 4**) והידוק הפיקוח בשמורות הקיימות. צעדי מדיניות מסוג זה נהוגים במדינות רבות, והראו יעילות באישוש אוכלוסיות דגה שנפגעו מדיג יתר. חשוב לציין כי צעדי המדיניות שיישומם החל בעת האחרונה, בניגוד להעשרת אוכלוסיות, מתבססים על התאוששות טבעית של אוכלוסיות הדגה המקומיות. בשל כך הם נחשבים לשמרניים יותר משימוש בצעדי שיקום פעילים שהשפעותיהם על המערכת עלולות להיות בלתי צפויות[42].

39. http://www.moag.gov.il/yhidotmisrad/dovrut/publication/2016/Pages/ishur_takanot_dayg_08092016.aspx
40. http://mafish.org.il/fishing-reform/the-problem/
41. http://www.parks.org.il/ParksAndReserves/yamTichon/Documents/mediniyutYamTichon.pdf
42. Holl & Aide. When and where to actively restore ecosystems? For. Ecol. Manage. **261**, 1558–1563 (2011)

איור 4 : תכנון עתידי של שמורות הטבע בים התיכון. ההצעה כוללת מספר שמורות ימיות גדולות שמייצגות את מגוון בתי הגידול לחופי ישראל (תמונה: מיפוי רשות הטבע והגנים).
*המפה מבוססת על מיפוי בתי הגידול בקרקעית הים התיכון שבוצע על ידי חיא"ל, עבור מיזם סא"ס לחיפוש ולהפקה של נפט וגז טבעי בים מטעם משרד האנרגיה.



זיהוי מינים פוטנציאליים לגידול מסחרי

מרכיב העלות המרכזי במיזם העשרת אוכלוסיות נובע מהמורכבות הכרוכה בריבוי ובגידול של דגי ים. תחום חקלאות המים של דגי ים נמצא בתקופה זו בראשיתו, ומספר המינים שקיימת עבורם מערכת גידול מסחרית מצומצם. נכון להיום קיימות מערכות מסחריות למספר מינים של דגי ים הנמצאים בים התיכון, ובהם: דניס (ספרוס זהוב - *Sparus aurata*), לברק חלק (*Dicentrarchus labrax*), בורי (קיפון גדול ראש -*Mugil cephalus*) ומוסר מלכותי (*Argyrosomus regius*)[43] (**איור 5**). כמו כן, גובר העניין העולמי בפיתוח מערכות גידול מסחריות למיני דגי ים נוספים. ניסיונות נעשים עם מינים ממשפחת הסְפָּרוּסיים (Sparidae) כמו הפאריידה (ספרוס מצוי - *Pagrus caeruleostictus*) ומיני סרגוס (*Diplodus spp.*)[44]. כמו כן, נעשים ניסיונות ברביית דקר המכמורת (*Epinephelus aeneus*) ודקר הסלעים (*Epinephelus marginatus*)[45] (**איור 6**). הצפי הוא כי מינים נוספים ייעשו מסחריים בשנים הקרובות בעקבות התעניינות בשוק האירופי.

בישראל פועלים מספר מכוני רבייה שעוסקים בריבוי ובגידול מיני דגי ים מקומיים (**איור 7**). המינים הנפוצים ביותר הם דניס (*Sparus aurata*) ולברק חלק (*Dicentrarchus Labrax*) שגדלים בחוות חקלאות ימית בים התיכון. בשנים האחרונות נעשו מאמצים לגידול מינים ממשפחת הקיפוניים (Mugilidae) שיהיו חלופה לאיסוף דגיגים מהטבע. מערכות הגידול אינן יציבות כיום, בין השאר עקב התפרצות מחלות במכוני הרבייה, אולם להערכת המגדלים יימצא פתרון שיאפשר ריבוי וגידול מסחרי של דגיגים. רבייה וגידול דגיגים בשלב הראשוני של חייהם (larva) של מיני דקרים נבחנו במרכז הלאומי לחקלאות ימית (מלח"י). גידול מסחרי של דקר המכמורת (*Epinephelus aeneus*) התבצע במכון הרבייה דגאון, אולם לאחרונה הביאה התפרצות של נגיף ה-VNN להפסקת הגידול של מין זה.

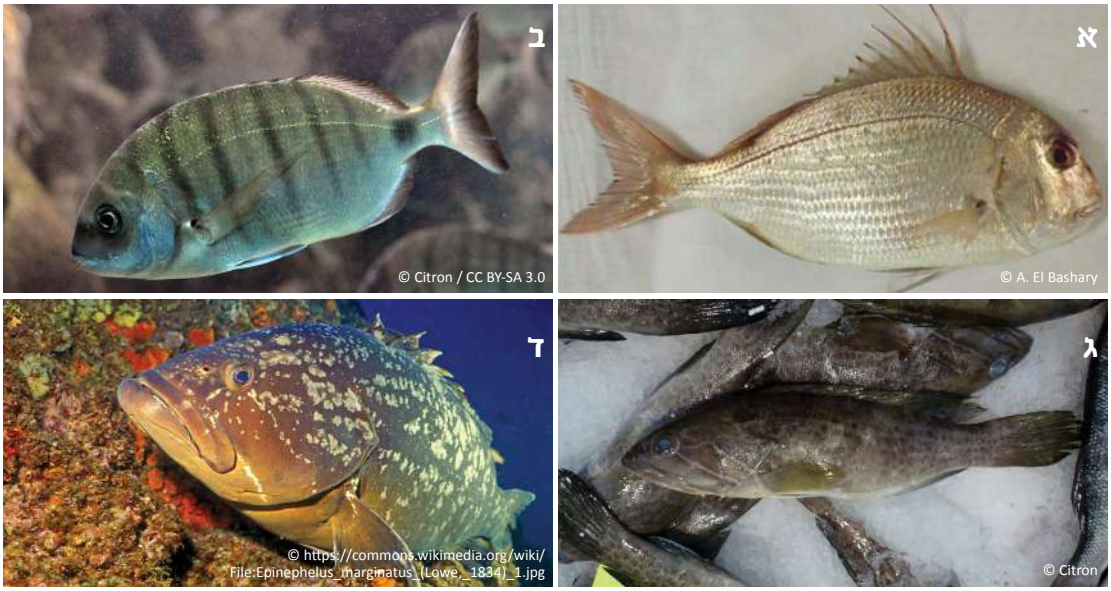
43. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No Title. at <http://www.fao.org/gfcm/activities/aquaculture/sipam/species/en/>

44. Basurco & Lovatelli. Current status of Sparidae aquaculture. Sparidae Biol. Aquac. Gilthead Sea Bream other species 1–50 (2011)

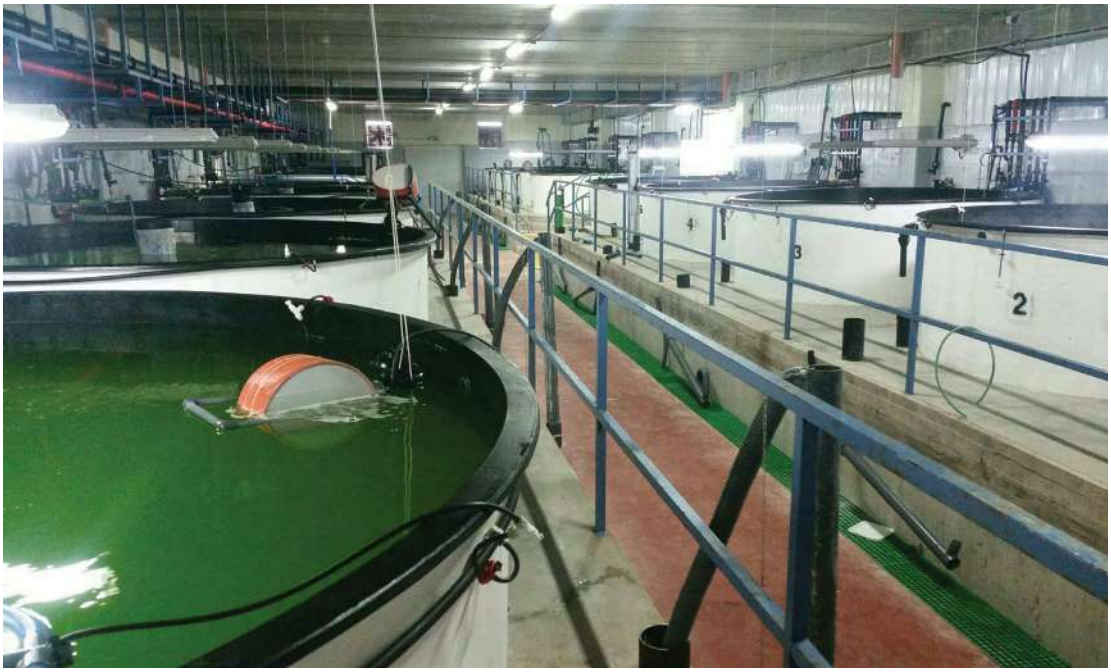
45. Pierre et al. Grouper aquaculture: Asian success and Mediterranean trials. Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst. **18**, 297–308 (2008)

איור 5: מיני דגים ים תיכוניים בעלי ערך מסחרי שקיימת עבורם מערכת גידול מסחרית: **א**. דניס (*Sparus aurata*), **ב**. לברק חלק (*Dicentrarchus labrax*), **ג**. בורי (*Mugil cephalus*), **ד**. מוסר מלכותי (*Argyrosomus regius*).

איור 6: מינים ים תיכוניים שיש בהם עניין מסחרי ושנעשים ניסיונות לפיתוח מערכות גידול מסחריות שלהם: **א**. פארידה (ספרוס מצוי – *Pagrus caeruleostictus*), **ב**. מיני סרגוס (*Diplodus spp.*), **ג**. דקר המכמורת (*Epinephelus aeneus*), **ד**. דקר הסלעים (*Epinephelus marginatus*).



איור 7: מתקן גידול לדגיגים צעירים (larva) במפעל דגאון, מעגן מיכאל. עבודה בשיתוף מכוני רבייה מסחריים תאפשר חיסכון משמעותי בזמן ובמשאבים הנדרשים לביצוע מיזם העשרת אוכלוסיות. (צילום: בועז גינזבורג)



כאשר קיימת מערכת לגידול מסחרי, עלות הריבוי והגידול המסחרי של הדגיגים יורדת באופן משמעותי. עם זאת, קיימים שיקולים נוספים בשילוב בין מערכת לגידול מסחרי למערכת שמטרתה גידול דגיגים למטרת השבה:

גודל הדגיג - במרבית המקרים קיים מתאם חיובי בין גודל הדגיג בשחרור לסיכויי השרידות בטבע. ההשקעה הכספית בדגיג תעלה ככל שמשך הגידול בשבי ארוך יותר. סביר כי מכוני רבייה מסחריים ימכרו דגיגים שלא הגיעו עדיין לגודל המיטבי לשחרור לים.

גנטיקה ובריאות - שיקולים הנוגעים לשמירה על ההרכב הגנטי של אוכלוסיות הבר עשויים לחייב הכנסה של פרטים נוספים מהבר למערכת הגידול המסחרי. תוספת דגים לגרעין הרבייה מתנגשת עם מטרת המגדלים לתת עדיפות לפרטים בעלי תכונות רצויות מסחרית (כגון: קצב גידול מהיר, עיתוי הרבייה וכן הלאה). נוסף על כך, קיים חשש אצל המגדלים מפני זיהום אפשרי של מערכות הגידול בפתוגנים ובטפילים שנמצאים באוכלוסיות הבר.

אימון מקדים לשחרור - תנאי הגידול בבריכות דגים אינם דומים לתנאים הטבעיים בים. יכולתם של דגיגים לשרוד בסביבה הטבעית עולה כאשר מיומנויות בסיסיות של שיחור מזון והימנעות מטורפים מוקנות בשלב האימון בשבי. היות ששיטות האימון הללו אינן נחוצות בגידול מסחרי, ייתכן שיהיה צורך לפתח תשתית לאימון מסוג זה לצד הגידול המסחרי, דבר שצפוי לגרור עלויות נוספות.

בשל הסיבות שהוזכרו לעיל, סביר כי גם אם קיים מכון רבייה למין המיועד להעשרה, הדגיגים המגודלים בו לא יתאימו לצורכי העשרה. זאת ועוד, מפעילי מכוני הרבייה עשויים להירתע מריבוי ומגידול מסחרי של דגיגים שמתאימים להעשרה, עקב חשש מפגיעה בפעילות העיקרית של המכון.

תשתית מחקרית בתחום הגנטיקה והבריאות

הרכבן הגנטי של אוכלוסיות הדגה עבור מרבית מיני הדגים בים התיכון, ובאזור הלבנט בפרט, לא נחקר. קיימות דוגמאות שבהן נערכה סקירה גנטית של אוכלוסיות דגי ים תיכון למטרות של זיהוי הפרדה מרחבית בין אוכלוסיות וניהול דיג. שימוש בסמנים מיקרוסטליטים הצביע על קיומן של אוכלוסיות נפרדות ברחבי הים התיכון, ובים האדריאטי בפרט, של המין מולית אדומה (*Mullus barbatus*)[46]. שילוב של גישות גנטיות, מורפולוגיות וזיהוי טפילים הצביע על אוכלוסיות נפרדות של טרכון רחב-מגינים (*Trachurus trachurus*) בים התיכון ובמזרח האוקיינוס האטלנטי[47]. דוגמאות אלה מהוות דוגמה לאופי המחקר הנדרש כדי להגדיר מבנה גנטי רצוי של אוכלוסייה. השלמת הידע והערכת השונות הגנטית באוכלוסיות הטבעיות של מין מסוים בכלל הים התיכון עשויות לארוך זמן רב. ההיקף הגיאוגרפי של הסקר הגנטי תלוי בתכונות המין ובמצב האוכלוסיות בים התיכון. ככלל, רצוי שסקר גנטי יכלול, לכל הפחות, את אוכלוסיות אגן הלבנט.

ההרכב הגנטי של תוצרי מכוני הרבייה אינו נבחן כחלק ממערך הריבוי והגידול במכוני רבייה מסחריים. עם זאת, נראה כי הידע הדרוש להערכת ההתאמה הגנטית של תוצרי רבייה בשבי לאוכלוסיות הטבעיות קיים במכוני מחקר כגון מלח"י. תחום נוסף הנוגע לגנטיקה הוא פיתוח סמנים המאפשרים מעקב אחר הדגיגים המושבים. במיזם בהובלת מלח"י ובשיתוף יחידת המחקר הגנטית

46. Maggio et al. Microsatellite analysis of red mullet *Mullus barbatus* (Perciformes, Mullidae) reveals the isolation of the Adriatic Basin in the Mediterranean Sea. ICES J. Mar. Sci. J. du Cons. fsp160 (2009)

47. Abaunza et al. Stock identity of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea: Integrating the results from different stock identification approaches. Fish. Res. **89**, 196–209 (2008)

במרכז לבעלי חיים במכון וולקני, שהתבצע לאחרונה בכינרת, נעשה שימוש בסמנים מיקרוסטליטים במין קיפון בורי (*Mugil cephalus*).

שיקולי בריאות הנוגעים לקשר בין אוכלוסיות בר ושבי של דגי ים, נבחנו בישראל בעיקר בהקשר של כלובי דגים. בתקופת הפעילות של כלובי הדגים באילת הועלה חשש למעבר גורמי מחלה מדגי השבי לאוכלוסיות הטבעיות במפרץ אילת. גורמי מחלה וטפילים חופפים נמצאו בשתי האוכלוסיות, אולם לא נמצאה עדות ישירה למעבר מחלות מדגי הכלובים לאוכלוסיות הטבעיות[48]. באופן דומה זוהו בים התיכון גורמי מחלה רבים שעלולים להיות מועברים בין דגי כלובים לאוכלוסיות הטבעיות[49]. חשוב להדגיש כי מעבר גורמי מחלה יכול להיות דו-סטרי בין אוכלוסיות דגי הבר לאוכלוסיית הכלובים ולהפך. ביצוע בדיקה וטרינרית מקיפה בטרם אכלוס הדגיגים בים יסייע למנוע הפצת גורמי מחלות אל הסביבה הטבעית.

מכוני הרבייה בישראל סבלו בשנים האחרונות מהתפרצויות של וירוסים גורמי מחלה מקבוצת ה-VNN. לרוב מקור ההדבקה הראשוני אינו ידוע, ובין האפשרויות: מזון נגוע, מי ים הנשאבים למערכת ודגים נגועים בלהקות הרבייה. וירוס ה-VNN תוקף מינים רבים, ולעיתים מועבר בתוך מכוני רבייה בין מינים שונים. הנגיעות בווירוס מאפיינת את כלל האגן המזרחי של הים התיכון[50]. מכוני הרבייה של דגי הים בישראל מתבססים בעיקר על שיווק דגיגים לשוק המקומי והבין-לאומי. בענף זה קיימים כללים ברורים לגבי בריאות הדגים הנסחרים. מכאן, שהבטחת הבריאות של תוצרי הרבייה וקיום הביקורות הנדרשות למטרה זו, הם חלק מהפעילות השוטפת במכוני הרבייה.

ניסיון מקומי בביצוע מיזמי העשרת אוכלוסיות

בישראל טרם יושמה תוכנית העשרת אוכלוסיות לסביבה הימית. מיזם יחיד, בהיקף קטן, מתבצע בים סוף, ובמסגרתו מושבים סוסוני ים שהורבו במצפה התת-ימי אל מפרץ אילת. העשרת אוכלוסיות בקנה מידה רחב נערכת באגם הכינרת החל בשנות ה-50 של המאה ה-20. העשרת אוכלוסיות בכינרת מונעת בעיקרה מהרצון להגדיל את שלל הדיג של מינים מסחריים. בין המינים שאוכלסו בכינרת ניתן למנות את אמנון הגליל (*Sarotherodon galilaeus*) שקיים באגם באופן טבעי, כסיף שפל-עין (*Hypophthalmichthys molitrix*) שיובא לכינרת בעשורים האחרונים, ומיני בורי ימיים (קיפון טובר - *Liza ramada* וקיפון גדול ראש – *Mugil cephalus*) שמאוכלסים בכינרת מדי שנה כבר כיובל, אך אינם מסוגלים להתרבות בה (**איור 8**).

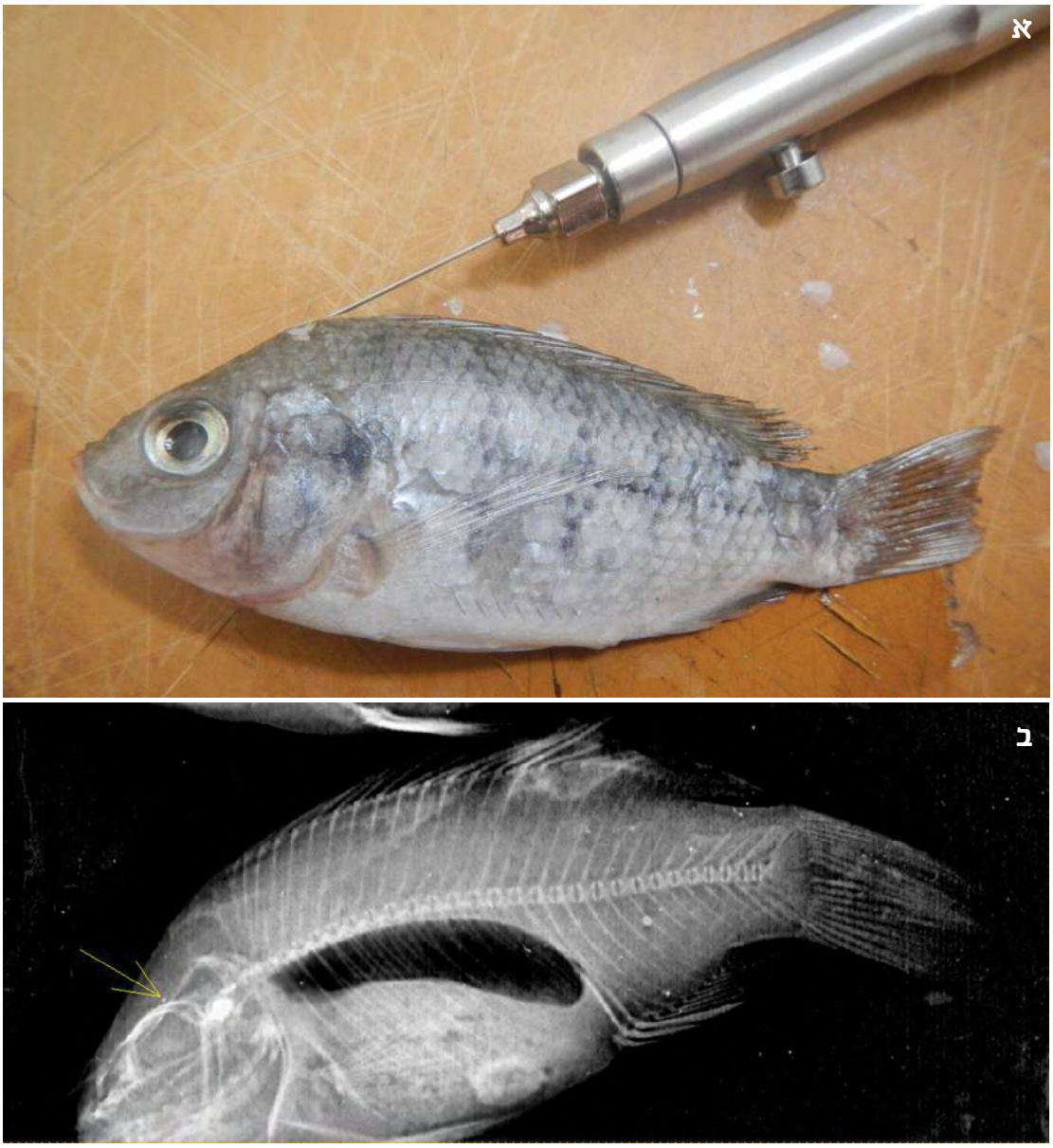
הערכת ההצלחה של מיזמי העשרת האוכלוסיות בכינרת הסתמכה לרוב על מגמות בשלל הדיג. שיטת מעקב זו הצביעה על הצלחה ביצירת אוכלוסיית דגי בורי ותרומה לענף הדיג המקומי. היות שמין זה אינו מתרבה באגם, שלל הדיג הוא מדד טוב להצלחתם של הדגיגים ולקצב גדילתם. במין אמנון הגליל, שאוכלוסייה טבעית שלו קיימת באגם, הערכת ההצלחה של העשרת האוכלוסיות הייתה מוגבלת עקב הקושי להפריד בין פרטים שמקורם ברבייה טבעית לפרטים שרובו במכון רבייה. בשנים האחרונות נערך מחקר שמטרתו לבחון חלופות שונות לסימון דגי אמנון טרם שחרורם כדי להעריך באופן ישיר את שרידותם ותרומתם לשלל הדיג. השיטה המועדפת כללה שימוש בתגים תת-עוריים קטנים שניתנים לזיהוי באמצעות סורק ייעודי ומספקים מידע על זהות הפרט המסומן[24] (**איור 9**).

48. Diamant et al. Parasite and disease transfer between cultured and wild coastal marine fish. in CIESM Workshop Monograph **32**, 49–54 (2007)
49. Arechavala-Lopez et al. Reared fish, farmed escapees and wild fish stocks—a triangle of pathogen transmission of concern to Mediterranean aquaculture management. (2013)
50. Vendramin et al. Fish health in Mediterranean Aquaculture, past mistakes and future challenges. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. **36**, 38–45 (2016)

איור 8 : אכלוס דגים ממשפחת הקיפוניים בכינרת. מינים אלה אינם מסוגלים להתרבות באגם, ואוכלוסיותיהם מתוחזקות על ידי תוספת סדירה של דגיגים למטרות דיג (צילום: גיא רובינשטיין, משרד החקלאות ופיתוח הכפר).

חשוב לציין כי קיימים הבדלים משמעותיים בין העשרת אוכלוסיות באגם מים מתוקים בעל שטח מצומצם ומספר מינים קטן לבין העשרת אוכלוסיות בים הפתוח העשיר במינים. עם זאת, הצטברות ידע מקומי בנושאי חקלאות מים של דגים המיועדים להשבה, סימונם, אופן השחרור והמעקב אחרי שרידותם, יכולה לתרום רבות למיזם עתידי של העשרת אוכלוסיות בים התיכון.

איור 9: סימון דגי אמנון בתגים מסוג CWT (Coded Wire Tag). **א.** החדרת התג למיקום הרצוי. **ב.** צילום רנטגן שניתן לראות בו את התג באזור החוטם (צילום: גיא רובינשטיין, משרד החקלאות ופיתוח הכפר).



{3}

המלצות ועדת המומחים לבחינת מיזם העשרת אוכלוסיות דגה בישראל

במסגרת פעילות ועדת המומחים בנושא העשרת אוכלוסיות דגה בים התיכון נערך מפגש בעלי עניין. במפגש הוצגו היבטים שונים של ביצוע מיזם העשרת אוכלוסיות, ונערכו דיונים בשולחנות עגולים. הדיון בשולחנות העגולים התמקד בארבעה היבטים הנוגעים למיזם העשרת אוכלוסיות:

1. העשרת אוכלוסיות כצעד מדיניות להעשרת הדגה ולשימור מינים בסיכון.
2. השפעות סביבתיות של העשרת אוכלוסיות.
3. גנטיקה ובריאות.
4. ממשק רבייה וגידול מסחרי של דגיגים.

העשרת אוכלוסיות כצעד מדיניות

העשרת אוכלוסיות היא כלי ממשקי שיעילותו עדיין מוטלת בספק, וזאת על אף הניסיון המצטבר ממגוון מינים ובתי גידול ימיים ברחבי העולם הן בהיבטים של שימור טבע והן בהיבטי דיג. נראה כי יש חלופות שהדגימו יעילות גבוהה, כדוגמת ויסות לחץ הדיג והקצאת שטחים לטובת שמורות טבע ימיות. נוסף על כך, פתרונות אלה מתבססים, בעיקרם, על התאוששות טבעית של המערכת, ולכן מצמצמים את האיומים הכרוכים בהתערבות ישירה במערכת האקולוגית. בישראל החל לאחרונה תהליך של הגדרה ויישום של כלי מדיניות הנוגעים ללחץ הדיג ולאכרזת שמורות טבע ימיות. לנוכח העובדה כי התהליך עדיין בראשיתו, חשוב למקד את תשומת הלב והמשאבים בהטמעה ובאכיפה של כלים אלה וללוותם בניטור רציף של אוכלוסיות הדגה. בהיבט זה הועלה חשש מהקצאת משאבים לכלי מדיניות שיעילותו אינה מוכחת. נוסף על כך, הועלה החשש כי ממשק העשרת אוכלוסיות עשוי ליצור סכנה תודעתית הנובעת ממראית עין של הסרת האיום על אוכלוסיות הדגה, ושיוביל לפגיעה בהפעלתם של כלי מדיניות אחרים בעלי היתכנות גבוהה יותר.

לפיכך, ועדת המומחים ממליצה לשקול העשרת אוכלוסיות רק ככלי משלים. שיתבצע לאחר בחינת הצלחת ניהול ממשק דיג בר-קיימא ואכרזת שמורות טבע ימיות נרחבות. בחינה עתידית של מיזם העשרה, צריכה לכלול שיקולי עלות-תועלת, אל מול הרחבתם של צעדי מדיניות קיימים וצעדי ממשק נוספים שטרם יושמו (כגון שיקום בתי גידול).

העשרת אוכלוסיות אינה צפויה להראות תועלת אם לא תלווה בהסרת האיומים שהובילו לפגיעה באוכלוסיות. איומים על אוכלוסיות הדגה המקומיות כוללים: לחץ דיג, פגיעה בבתי גידול, פלישה מואצת של מינים זרים, שינוי משטרי הזרימה באגן הלבנט ושינוי האקלים. בהתאם, ניתן לחלק אותם לאיומים שההתמודדות עמם ישירה (לדוגמה: הורדת לחץ דיג ומניעת זיהום) ולאיומים שקשה להסירם (לדוגמה: הגירה לספסית ושינוי האקלים). היות שמרבית האיומים מקושרים לפעילות אדם, המערכת הימית היא במידה רבה מערכת מנוהלת (בניגוד למערכת טבעית). בשל כך, ייתכן כי ממשק עתידי ישלב בין כלים המתבססים על שיקום טבעי וכלים שמבוססים על צעדי שיקום פעילים, כדוגמת העשרת אוכלוסיות ויצירת בתי גידול מלאכותיים.

לפיכך, ועדת המומחים ממליצה לבחון העשרת אוכלוסיות ככלי עתידי בעל מטרות מגוונות, הכוללות שימור מינים, תרומה למשק הדיג וחיזוק אוכלוסיות של מינים בעלי השפעה רצויה על הסביבה האקולוגית.

מכיוון שקבועי הזמן למימוש תוכנית העשרה ארוכים, וצעדי ניהול מקבילים טרם מוצו וחלק מהם אף לא החלו, נראה כי יחלפו מספר שנים בטרם יבשילו התנאים לדיון מעשי באפשרות להתחיל במיזם העשרת אוכלוסיות.

כדי לקדם דיון עתידי ולבסס את ההחלטות על ידע מדעי ממליצה ועדת המומחים לקדם ניטור רציף של מצב אוכלוסיות הדגה בכלל, ומחקר בסיסי בנושא העשרת אוכלוסיות בפרט, תוך דגש על הבנת מצב האוכלוסיות הנוכחי, תפוצתן והאיומים הקיימים במערכת המקומית.

במסגרת זו ניתן לשלב במחקר המערכת האקולוגית נושאים מהותיים להעשרת אוכלוסיות, כגון כושר הנשיאה של בתי הגידול ומגבלות הרבייה והגיוס של מינים מקומיים. נושאים אלה ישמשו בסיס הכרחי לבחינה עתידית של העשרת אוכלוסיות. בשלב זה מוקדם לתכנן מחקרים שיבחנו העשרת אוכלוסיות באופן ישיר בטרם תגובש הבנה טובה יותר של מצב אוכלוסיות הדגים, האיומים עליהן ויעילות צעדי המדיניות הכוללים הגבלות דיג והקמת שמורות.

העשרת אוכלוסיות של מינים הנמצאים באופן טבעי במערכת תשפיע ישירות על האוכלוסייה הטבעית. נוסף על כך, תיתכן השפעה על כלל המערכת האקולוגית, הכוללת את חברת הדגים ובעלי חיים מקבוצות אחרות.

הערכת התרומה לאוכלוסייה הטבעית של המין

תרומתה של העשרת האוכלוסיות צפויה להיות תלויה במאפיינים אקולוגיים של המין הנבחר ובמצב האוכלוסיות ובתי הגידול. במצב טבעי, אוכלוסיות מוגבלות בגודלן על פי כושר הנשיאה של בית הגידול, שתלוי בין השאר בזמינות מזון, במחסה וביחסים בין-מיניים, כגון טריפה ותחרות. ככלל, אם זמינות המשאבים מגבילה את גודל האוכלוסיות, העשרת בית הגידול בפרטים נוספים לא תגדיל אותן. מינים שנמצאים בבתי גידול סלעיים, שנדירים יחסית בים התיכון הישראלי, ומינים טריטוריאליים, צפויים להיות מוגבלים יותר מבחינת כושר הנשיאה של השטח. מנגד, מינים בעלי טווח מחיה רחב יהיו חשופים ללחץ דיג באזורים שאינם שמורים ולא יתרמו לאוכלוסיות המקומיות.

בבחירת המין ישנה עדיפות למינים שממלאים תפקיד אקולוגי ייחודי בחברת הדגים. לדוגמה, טורפים כגון דגי דקר, מייצבים את החברה על ידי ויסות אוכלוסיות נטרפים וסילוק פרטים חלשים. נוסף על כך, ישנו יתרון בבחירת מין שמאכלס נישה אקולוגית ריקה יחסית (כלומר שאין מינים דומים לו בחברה הטבעית). מינים נדירים ומינים הנמצאים תחת איום אנושי, שייכים במקרים רבים לקבוצות המינים שהוזכרו לעיל, ומכאן מוטיבציה נוספת להעשרת אוכלוסיותיהם. סייג לרעיון זה הוא שמינים עשויים לגלות גמישות בתפקודם האקולוגי (כגון שינוי בהעדפות המזון), דבר שיאתגר הערכה מוקדמת של התפקיד האקולוגי שממלא מין ספציפי.

הוועדה ממליצה למקד מחקר מקדים למיזם העשרה בהיבטים הבאים:

א. מצב אוכלוסייה מול כושר נשיאה צפוי.

ב. איתור מינים בעלי פעילות אקולוגית חשובה או ייחודית בבתי הגידול.

הערכת ההשפעה של העשרת אוכלוסיות על כלל חברת הדגים והמערכת האקולוגית הטבעית

הדעה הרווחת היא שלא צפויה השפעה בין-מינית חזקה כתוצאה מתהליכי תחרות או טריפה, אם המין המושב הוא מין טבעי למערכת. עם זאת, ניסיון מצטבר בשימוש במודלים המדמים את מצב חברת הדגים, מלמד כי השפעתה של העשרת אוכלוסיות עשויה להתבטא בכלל המערכת[13]. כלומר, תיתכן השפעה על מינים שאינם מקיימים קשר ישיר עם המין המושב.

כמו כן, הדגישו חברי הוועדה כי **מיזם ההעשרה חייב להיות מלווה בניטור האוכלוסיות** כדי לזהות השפעה על המין המקומי, השפעות אקולוגיות לא רצויות על מינים אחרים ומעקב אחר האוכלוסייה המשוחררת להערכת הצלחת המיזם. לשם כך, **יש לפתח יכולת מעקב טובה אחר הפרטים המושבים** שתאפשר את הערכת שרידותם ומידת השתלבותם בחברת הדגים המקומית. קיום מערכת ניטור מפותחת חיוני, מכיוון שגודל האוכלוסיות מראה תנודתיות טבעית, דבר שצפוי להקשות על הערכת מידת ההצלחה של העשרת האוכלוסיות. כדי להעריך את השפעת ההעשרה על חברת הדגים, **יש לערוך מיזם בקנה מידה קטן (פיילוט) בטרם יתבצע שחרור נרחב של דגים לים.**

שיקולים גנטיים

שיקולי גנטיקה במיזם העשרת אוכלוסיות כוללים: **1.** סקירה של המבנה הגנטי של אוכלוסיות הבר; **2.** תכנון גרעין רבייה בעל מגוון גנטי רחב; **3.** מעקב אחר המבנה הגנטי של הדגיגים המיועדים להשבה; **4.** מעקב אחר השפעת ההעשרה על הגנטיקה של האוכלוסייה הטבעית.

סקירה של המבנה הגנטי של אוכלוסיות הבר - מחקר מקדים של השונות הגנטית באוכלוסיות הטבעיות של מין מסוים בכלל הים התיכון עשוי לערוך זמן רב. ההיקף הגיאוגרפי של הסקר הגנטי תלוי בתכונות המין ובמצב האוכלוסיות בים התיכון. ככלל, רצוי שסקר גנטי יכלול לכל הפחות את אוכלוסיות אגן הלבנט. ניתן להעריך את מידת השונות הקיימת תוך שימוש בעקומות רוויה שמאפשרות להעריך כמה פרטים דרושים כדי לייצג את מרבית השונות הגנטית. **ועדת המומחים ממליצה לערוך סקר גנטי מקדים באוכלוסייה הטבעית בכל מין שייבחר למיזם העשרה.**

תכנון גרעין רבייה בעל מגוון גנטי רחב ומעקב אחר המבנה הגנטי של הדגיגים המיועדים להשבה - גם במקרים שקיימת מערכת לגידול מסחרי, ונרצה לנצלה כמערכת גידול להעשרת אוכלוסיות, יהיה צורך לבחון את התאמתם הגנטית של הצעירים למטרות ביצוע מיזם העשרה. ככל הנראה, יהיה צורך להגדיל את המגוון הגנטי ולרענן את גרעין הרבייה בהורים מאוכלוסיות הבר.

ועדת המומחים ממליצה לקיים מחקר ומעקב גנטיים בגרעין הרבייה ובדגיגים בכל מיזם השבה. כמו כן, גם בהימצא מכון רבייה שמרבה ומגדל דגיגים מהמין הנבחר, יש לוודא כי המבנה הגנטי של הדגיגים עומד ביעדים שהוגדרו מראש בהתאם לעקרונות 'הגישה האחראית' כדי לצמצם פגיעה אפשרית לאוכלוסייה הטבעית.

מעקב אחר השפעת ההעשרה על הגנטיקה של האוכלוסייה הטבעית - מידת הסיכון להרכב הגנטי בטבע תלויה בפרופורציה שבין כמות הדגים המושבים לגודל האוכלוסייה הטבעית.

לאחר העשרת האוכלוסייה ממליצה ועדת המומחים לעקוב אחר סמנים גנטיים כדי להעריך את תרומת הצעירים שהושבו לדורות ההמשך באוכלוסייה הטבעית.

שיקולי בריאות

ממשק בריאות מתייחס הן לבריאות גרעיני הרבייה והדגיגים והן להשפעה הבריאותית של הדגיגים המשוחררים על האוכלוסיות הטבעיות בים. ממשק הבריאות של מיזם העשרת אוכלוסיות מתחיל בזיהוי גורמי המחלה והטפילים הנמצאים באוכלוסיות טבעיות. סקר מסוג זה צריך לכלול מחקר של שכיחות ותנודתיות של הופעת גורמי מחלה במין המטרה.

בריאות מכון הרבייה - מבחינת ממשק הגידול קיימים שיקולים בריאותיים בהבאת פרטים חדשים לגרעין הרבייה וגם מבחינת בריאות הדגיגים. פרטים שמובאים מהטבע למכוני רבייה נגועים לעיתים קרובות בפתוגנים. כשיש צורך להעשיר את גרעיני הרבייה בפרטים מהבר יש להכניס שיקולי עלות של התמודדות עם פתוגנים בשל חשש לזיהום מערכת הגידול המסחרית.

ההשפעה על האוכלוסיות בים - צעירים שגודלו במכוני רבייה ומקורם בגרעיני רבייה מקומיים, לרוב לא יהיו נשאים של פתוגנים שאינם קיימים באופן טבעי באוכלוסיות הבר. עם זאת, שחרור נרחב של צעירים נגועים עשוי לערער את שיווי המשקל הטבעי של הנגיעות בפתוגן. אם מצבם הפיזיולוגי של הצעירים המושבים ירוד, גם אם אינם נשאי מחלות, יש חשש שיהיו פגיעים יותר ויגדילו את הנשאות באוכלוסייה הטבעית. כדי להימנע מכך יש להגדיר מדדים להערכת המצב הפיזיולוגי טרם השחרור. יש להיזהר במיוחד במקרים שפרטים מאותו המין מובאים מאזורים גיאוגרפיים שונים, שעשויים להכיל פתוגנים שזרים למערכת.

כדי להעריך את העלויות לביצוע מיזמי השבה יש לשקול עלויות טכניות, עלויות מחקר ופיתוח ועלויות תפעוליות. לצורך ביצוע ההערכה שכזו אפשר לחלק את המינים של דגי הים בהתאם לממשק הגידול המסחרי הקיים עבורם (מהיקר לזול):

1. מינים שאין מידע עליהם או ניסיון בריבוי שלהם בשבי.
2. מינים שלא קיים עליהם מידע, אולם ישנו ניסיון ברבייה ובגידול מסחרי של מינים דומים (לדוגמה מינים מאותה משפחה או סוג).
3. מינים שיש איתם ניסיון ברבייה, אולם אין מערכת מסחרית לריבוי ולגידול שלהם.
4. מינים המתרבים בשבי וגדלים במערכות מסחריות.

עלות ההקמה ההתחלתית של מכון לרבייה ולגידול דגיגים עבור מינים ללא ניסיון מוקדם ברבייתם מוערכת בכ-5 מיליון ש"ח, והעלות השנתית השוטפת נעה בין 1.5 ל-2 מיליון ש"ח. טווח הזמנים עשוי להגיע ל-10 שנים עבור מין חדש לגמרי, וצפוי להתקצר ככל שקיים יותר ידע בסיסי עבור אותו המין או מינים קרובים. אם קיים עניין מסחרי, ייתכנו שיתופי פעולה במימון המיזם בין מגדלים מסחריים לבין רשויות המעוניינות לקדם את הנושא. יש לציין כי גם לאחר 10 שנות מחקר ופיתוח לא מובטחת תוצאה.

כשקיימת מערכת גידול מסחרית, עלות הריבוי והגידול המסחרי של דגיגים יורדת משמעותית. במקרים אלה העלות לדגיג תלויה במידה רבה בגודל המטרה לשחרור. יהיה צורך למצוא את האיזון בין שרידות טובה, שעולה עם העלייה בגודל הדג, לבין עלות הריבוי והגידול. שיקולי גנטיקה עשויים לחייב הכנסה של פרטים נוספים מן הבר אל מערכת הגידול, דבר שעשוי להיות חסם מצד המגדלים עקב חשש לזיהום מערכת הגידול הקיימת, או להצריך השקעה נוספת בהקמת מערכת גידול נפרדת. כדי להרבות ולגדל דגיגים שמסוגלים לשרוד לאחר השחרור לטבע, יש לבחון שיטות אימון מקדים שלא מיושמות בממשק הגידול החקלאי וצפויות לגרור עלויות נוספות, במיוחד אם תידרש עבורן הקמת מערכת של בריכות אימון.

סוגיית המימון של מיזם העשרת האוכלוסיות תחייב, ככל הנראה, שיתוף פעולה בין בעלי עניין מהמגזר הציבורי, הפרטי והאקדמיה. כאמור, מרבית מיזמי ההעשרה מכוונים למינים מסחריים שייתכן עניין בגידול מסחרי שלהם. פיתוח מערכות רבייה למינים ימיים זוכה לתמיכה של גופים בין-לאומיים כגון תוכנית הפעולה בנושא רביית דגים וממשק דיג (Fish reproduction and fisheries) במסגרת תוכנית COST של האיחוד האירופי[51]. דוגמה לשיתוף פעולה מסוג זה ניתן למצוא במיזם בין-לאומי בנושא רביית טונה כחולת סנפיר (*Thunnus thynnus*), ששותפים בו חוקרים מהמכון לחקר ימים ואגמים לישראל[52]. אם המוטיבציה המרכזית תהיה העשרת אוכלוסייה של מין הנמצא בסיכון, ייתכן שגופים בעלי זיקה סביבתית יהיו שותפים במימון המיזם ובהפעלתו.

51. Fresh-COST. at <http://www.fresh-cost.org/>
52. Anon. Reproduction of the Bluefin Tuna in Captivity - feasibility study for the domestication of *Thunnus thynnus*. (2007)

האגודה הישראלית
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה
מחברים מדע לסביבה

www.isees.org.il