

חקלאות ימית בת-קיימא

קיום ההבטחה | ניהול הסיכונים

דוח כוח המשימה לחקלאות ימית



תרגום: אסתר לחמן

תוספת למהדורה העברית: פרופ' אריאל דיאמנט

עריכת תרגום ועריכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

עיצוב: 2w-design.com

תורגם ונערך במסגרת פרסומי נקודת ח"ן www.nekudat-hen.org.il



Sustainable Marine Aquaculture:

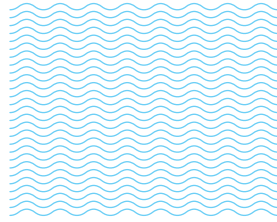
Fulfilling The Promise; Managing The Risks

Report of the Marine Aquaculture Task Force

January 2007



תוכן העניינים



5	תקציר מנהלים
10	פרק 1 מבוא
12	פרק 2 מצב חקלאות המים: פרספקטיבות עולמיות ולאומיות
21	פרק 3 ניהול
39	פרק 4 ההשפעות האקולוגיות של מקרי בריחה בחקלאות הימית
49	פרק 5 קשרי הגומלין בין מחלות הקשורות לחקלאות מים והמערכת האקולוגית
57	פרק 6 זיהום מים
72	פרק 7 הזנה ותזונה בחקלאות מים
86	פרק 8 פעילות בתוך השוק: יוזמות מהמגזר הפרטי, אישור ותיוג אקולוגי
94	פרק 9 סיכום: חזון לעתיד
96	החקלאות הימית והסביבה – מבט מזווית ישראלית
102	References

חברי כוח המשימה לחקלאות ימית:

ריצ'רד פיטנר

ברוס אנדרסון

דניאל בנטי

פול דייטון

ביל דיואי

רבקה גולדבורג

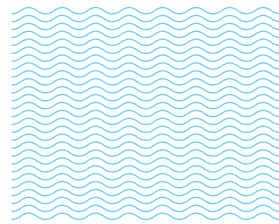
אליסון רייזר

בירון שר

ארליס סטורגולבסקי

הצוות: כריס מן, ג'ודי מקדוול, איימי קני, ברנדן או'ניל, שרי דה-רוזה

תקציר מנהלים



אופי הבעיה

לפי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO – Food and Agriculture Organization) רוב אזורי הדיג בעולם נוצלו במלואם או סובלים מדיג יתר, בעוד הביקוש למאכלי ים הולך וגובר. ממשלות, תעשיית מאכלי הים והצרכנים פונים יותר ויותר לחקלאות מים – גידול אורגניזמים הגדלים במים, כולל דגים, רכיכות, סרטנים וצמחים – כדי למלא את הפער בין כמות מאכלי הים המסופקת על ידי דיג ובין הביקוש למאכלי ים. כתוצאה מכך, חקלאות המים גדלה בקצב עולמי שנתי של כ-9%, ולפי הערכות מסוימות היא מספקת כמעט חצי מכמות הדגים ופרות הים שנצרכים. חקלאות מים ממלאת גם תפקיד הולך וגדל במאמצים לשמר את האוכלוסיות המדולדלות של דגי בר ושל אורגניזמים אחרים הגדלים במים, ולשמור עליהן.

ארה"ב היא יבואנית של מאכלי ים, ויש לה גירעון מסחרי במאכלי ים המגיע לכ-8 מיליארד דולר. כ-40% ממאכלי הים המיובאים לארה"ב הם תוצרי חוות, ומורכבים בעיקר מדגי סלמון ומחסילונים. ארה"ב מייצרת מוצרי חקלאות מים בשווי של כמיליארד דולר בשנה, אך מחלקת המסחר האמריקאית (Department of Commerce) קראה לפיתוח תעשייה מקומית בשווי של 5 מיליארד דולר עד 2025. אף על פי שהגידול הדומינונטי כיום בחקלאות המים בארה"ב הוא של



פיתוח בר-קיימא של חקלאות מים מחייב טיפול יעיל בהשפעות

הסביבתיות שלה, בעיקר מאחר שלדעת מומחים רבים, חלק ניכר

מהגידולים בחקלאות המים ייעשו בתוך הים עצמו.

שפמונים בברכות, טכנולוגיות חדשות בעשורים האחרונים הובילו לגידול דרמטי בתפוקה של דגי סלמון בחוות. במימי ארה"ב מגדלים מספר מיני דגים ימיים אחרים בכמויות קטנות, ומספר מינים נוספים נחקרים. מינים ימיים – בעיקר דגי סלמון, צדפות וחסילונים – הם כיום כ-10% מהתפוקה המקומית, אך תורמים כ-20% לערך השלל.

הגידול בחקלאות מים לווה בהשפעות סביבתיות בעיקר הודות לטכנולוגיות חדשות, שאפשרו פתיחת שטחים חדשים לחקלאות מים ושיטות רבות לחקלאות אינטנסיבית יותר. השפעות סביבתיות של חקלאות המים כוללות: זיהום מים; כניסה (introduction) של מינים זרים; השפעות גנטיות על אוכלוסיות בר של דגים ורכיכות כתוצאה מבריחה של בעלי חיים או מיציאה של תאי המין שלהם אל מחוץ למתחם הגידול; חששות ביחס לשימוש המתרחב בדגי בר רועים כמזון לגידולים בחקלאות המים.

באופן היסטורי מתבצע גידול מינים ימיים בקרבת החוף. עם העלייה הדרמטית בפיתוח אזורי החוף בארה"ב בעשורים האחרונים, מים נקיים ואתרים מתאימים לחקלאות מים לאורך החוף נעשו מבוקשים ביותר ויקרים. כתוצאה מכך, מומחים רבים רואים את מימי הים הפתוח כאתר הסביר ביותר להרחבה משמעותית של החקלאות הימית האמריקאית. מנהלת האוקיינוסים והאטמוספירה (NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration), השייכת למחלקת המסחר האמריקאית, קידמה חקיקה שתזרז הכנסה של חקלאות ימית לשטחי ים הנמצאים תחת סמכות הממשל הפדרלי (לרוב 3–200 מילים ימיים מהחוף). החקיקה הובאה לאישור הסנאט האמריקאי ביוני 2005.

פיתוח בר-קיימא של חקלאות מים מחייב טיפול יעיל בהשפעות הסביבתיות שלה, בעיקר מאחר שלדעת מומחים רבים, חלק ניכר מהגידולים בחקלאות המים ייעשו בתוך הים עצמו. רוב מי הים, בארה"ב ובשאר העולם, כלולים במרחב

הסלמוניים. אף על פי שכוח המשימה מאמין שאותן סכנות – זיהום מים, בריחה, מחלות, וכן הלאה – טמונות בכל חקלאות ימית של דגים בשטח טבעי, יהיה זה מאתגר להעריך את הממד המוחלט והיחסי של סיכונים אלה בסביבה אחרת, שעד כה יש לנו רק מעט ניסיון בה. עד כה נערכו מיזמים מעטים לדוגמה, והם מצביעים על השפעה זניחה עד בינונית על הסביבה הימית. עם זאת, המיזמים נעשו בקנה מידה קטן, בדרך כלל בצפיפות דגים נמוכה, כך שהחלתם על החקלאות הימית בקנה מידה רחב ו/או על דגים בצפיפות היא מוגבלת. יש צורך במחקר נוסף על ההשפעות, כולל השפעות מצטברות ומשניות של חקלאות מים על הסביבה הימית. כמו כן, על סוכנויות הרישוי הממשלתיות לחקלאות ימית לדרוש ממפעילי המתקנים של חקלאות המים לבצע ניטור מדוקדק ולדווח על משתנים סביבתיים.

הקונגרס חייב לחוקק חוקים המוודאים שיש תקנים סביבתיים מחמירים כדי לפקח על מיקום ועל הפעלה של חקלאות מים בים הפתוח (offshore). ללא קשר להשפעותיה הפוטנציאליות, חקלאות ימית היא שימוש חדש בשטחי ים הנמצאים תחת סמכות פדרלית. הסיכונים למערכות אקולוגיות ימיות מחקלאות מים ידועים, כמו גם השימושים החשובים לפנאי ולמסחר שתלויים במרחבי הים ובמשאביו. אי לכך, על הקונגרס לחוקק חוקים שיפרטו את התקנים שנועדו להגן על הבריאות ועל השלמות של מערכות אקולוגיות ימיות, עוד לפני שיהיה רישוי פדרלי למתקנים רבים לחקלאות ימית. הקמת מסגרת ניהולית מקיפה ומבוססת לחקלאות ימית ברמה הפדרלית תגן על האינטרס הציבורי בקיום מערכות אקולוגיות ימיות בריאות, ותדאג לתיאום ממשי בין המדינות שבמיתון מתרחשת רוב החקלאות הימית.

בהחלטות על מיקום ועל מתן היתרים למתקנים של חקלאות ימית יש לתת עדיפות להגנה על בריאות הסביבה הימית, וזאת לנוכח חוסר הוודאות הקיים בעניין ההשפעות על משאב ציבורי זה. בכל הנוגע לפסולת שמיצרת פעילות חקלאית ימית, אך מעט ידוע על יכולות הטמעת הפסולת שיש למערכות ימיות. היות שהאוקיינוסים הם משאב ציבורי בנאמנות, אם יתאפשר קיומם של שימושים פרטיים, כגון חקלאות ימית, במרחב הציבורי, יש הצדקה לחייב אותם בסטנדרטים גבוהים. הדבר נכון בייחוד מכיוון שפעילויות רבות של מסחר ושל פנאי, כולל החקלאות הימית עצמה, תלויות באוקיינוסים נקיים ובריאים. מיקום שייבחר בקפדנות ושיפורים טכנולוגיים יכולים להפחית מקרים של בריחה ולצמצם הצטברות פסולת, ויש לתמוך במחקרים על אמצעים אלה ובפיתוחם. אך גישות אלה מוגבלות במערכת פתוחה, בייחוד אם הממדים, הצפיפות ואינטנסיביות התפוקה של הפעילות החקלאית הימית יתרחבו באופן ניכר. יש צורך בהבנה טובה יותר של יכולת ההטמעה של נוטריינטים, חומר אורגני חלקיקי, תרופות וחומרים כימיים במערכות אקולוגיות ימיות. אותו צורך קיים גם בנושא בריחה של בעלי חיים ממתקני חקלאות

הציבורי. קובעי מדיניות ציבורית מתמודדים עם החלטות קשות הקשורות למציאת האיזון בין התועלת הפוטנציאלית של חקלאות המים מבחינה כלכלית ומבחינת אספקת מזון, לבין ההשפעות הסביבתיות שלה. הדבר נכון בייחוד במקומות שבהם החקלאות הימית עלולה להשפיע על בריאות המערכות האקולוגיות הימיות ועל שימושים אחרים במרחבים ובמשאבים הימיים של המדינה.

תפקידו

היות שארה"ב והעולם כולו עומדים על סף הרחבה משמעותית של החקלאות הימית, כינס המכון האוקיינוגרפי ב-Woods Hole כוח משימה בנושא חקלאות מים, שהורכב ממדענים, משפטנים, אנשי חקלאות מים ומומחי מדיניות. משימתם הייתה לבדוק את המצב ואת המגמות בחקלאות הימית ולהמליץ על תקנים ועל נהלים לחקלאות הימית האמריקאית כדי לשמר את בריאות המערכות האקולוגיות הימיות. הוועדה קיימה פגישות אזוריות במדינות מסצ'וסטס, אלסקה, וושינגטון, הוואי ופלורידה. בפגישות נכחו אנשים העוסקים בחקלאות ימית, אנשי מדעי הים, דייגים, פקידי ציבור ובעלי עניין אחרים בחקלאות המים ובהשפעותיה – החיוביות והשליליות – על יישובי החוף ועל הסביבה הימית. כוח המשימה ביקר גם במספר מתקנים ציבוריים ופרטיים כדי לקבל מושג על האופי של חקלאות המים המודרנית בארה"ב ועל יישומה.

מה מצאנו

החקלאות הימית שנויה במחלוקת. גידול צדפות לאורך חופי ארה"ב מתנהל במשך מאות שנים. עם זאת, לנוכח הגידול הדרמטי בפיתוח אזורי החוף בעשורים האחרונים, אזורים ימיים רבים שהיו פעם פתוחים לגידול צדפות, נסגרו כדי להגן על בריאות הציבור. באזורים הנקיים שנותרו, מתקשים מגדלי הצדפות יותר ויותר להתחרות עם משתמשים אחרים על מקום ועל משאבים בים. העלייה המואצת בגידול דגי סלמון בעולם הגבירה את המודעות להשפעות הסביבתיות, החברתיות והכלכליות של גידול דגים. קשה, אם לא בלתי אפשרי, להפריד בין הדיונים על ההשפעות הסביבתיות וההשפעות הכלכליות בקהילות החופיות המושפעות מהן. הרעיון של חקלאות בתוך הים, שנחשב באופן מסורתי כאזור בר (wilderness) הפתוח לכול, מוסיף ממד מסבך לדיון על חקלאות ימית. כדי להתייחס לחששות אלה, התהליכים הממשלתיים לבחירת מיקום, לרישוי ולניהול חקלאות ימית חייבים להיות שקופים, בעלי אחריות דיווח (accountability) ונגישים לציבור.

הערכת ההשפעות הסביבתיות העתידיות של החקלאות הימית היא מאתגרת. רוב הגידול בחקלאות הימית צפוי לנבוע מהכנסת מיני דגים נוספים לחוות בים הפתוח. עם זאת, רוב הניסיון בגידול דגים בקנה מידה תעשייתי עד כה הוא בכלובי רשת במים הקרובים לחוף ועם דגים ממשפחת

חזקות בין יצרנים, קנייני תאגידים וצרכנים. תוצאות ראשוניות מצביעות על כך שצרכנים יעדיפו לבחור מוצרים בני-קיימא כאשר הם מקבלים מידע טוב, בחירות סבירות ומערכת למתן תווי תקן או למיתוג שהם נותנים בה אמון.

סיכום ההמלצות

כוח המשימה זיהה שישה תחומים עיקריים שיש להתייחס אליהם כדי להבטיח שהחקלאות הימית תסכן כמה שפחות את בריאותן של המערכות האקולוגיות הימיות, ושיעודדו תעשיית חקלאות ימית אמריקאית מקיימת. פירוט התחומים מופיע בפרקים הבאים. להלן מופיע סיכום של סקירתנו בנושאים הקשורים לניהול, בריחה, מחלות וטפילים, זיהום מים, מזון ותמריצים מבוססי שוק, וההמלצות הנובעות מכל אחד מהתחומים הללו.

ניהול

הטיפול בהשפעות חקלאות מים על הסביבה הימית מצריך אמצעים מיוחדים שיתייחסו לבעיות ספציפיות, כגון בריחה, מחלות או זיהום מים. הוא גם מצריך שינויים במסגרת הכללית של חוקים, מוסדות ומדיניות, המכתיבים את מיקום מתקני החקלאות הימית, את דרכי קבלת ההיתרים ואת הפעלת החקלאות הימית במי הים של ארה"ב. הדבר נכון בייחוד אם חקלאות המים בארה"ב תתרחק מהחוף ותחדור למי ים הנמצאים תחת סמכות פדרלית.

במסגרת החוקתית הקיימת עבור החקלאות הימית יש שני חסרונות עיקריים: היעדר מנהיגות פדרלית ברורה והיעדר תקנים להגנה על הסביבה הימית. סוכנויות פדרליות רבות אחראיות על היבטים שונים של אסדרת חקלאות המים, אך אין כרגע אף סוכנות שמטפלת בתיאום התהליך כולו. כתוצאה מכך, נתקלים האנשים המבקשים היתרים לחקלאות ימית בתהליך מבלבל ומסורבל, שמצדו גורם להיעדר אחריות דיווח בין הסוכנויות הפדרליות בנושא פעילות החקלאות הימית והשפעתה על הסביבה הימית. לאור זאת, סמכות רבה יותר מצריכה אחריות רבה יותר מצד הסוכנות המובילה. איתות תקיף מצד הקונגרס שחקלאות ימית לא תקודם על חשבון בריאות הסביבה הימית, יקל על התהליך.

- על הקונגרס להטיל על NOAA תפקיד מוביל בתכנון, במיקום ובאסדרת החקלאות הימית במי ים הנמצאים תחת סמכות פדרלית.

- על הקונגרס להורות ל-NOAA להקים תכנית פדרלית לחקלאות הימית, שנוקטת אמצעי זהירות, מבוססת מדע ומתאימה מבחינה חברתית וכלכלית ליישובים לאורך החוף המושפעים ממנה, שקופה בקבלת החלטות, ומספקת הזדמנות נרחבת להתייחסות מצד הציבור.

- על NOAA להעריך את הסיכונים הסביבתיים בחקלאות הימית לפני תהליך מתן ההיתרים.

ימית. בינתיים, החלטות בנושא מיקום, שיטות גידול, המינים שיגודלו והמספר והצפיפות של מתקני חקלאות ימית בשטח נתון, צריכות להיות שמרניות כדי להבטיח שמירה על בריאות המערכת האקולוגית.

גידול מינים מקומיים בעלי גוטיפי טבעי מקומי מפיג באופן משמעותי שני חששות בנושא החקלאות הימית: הכנסת מינים פולשים והשפעות גנטיות של מקרי בריחה על אוכלוסיות הבר של החי הימי. מינים פולשים הם בעיה סביבתית וכלכלית ברמה העולמית. נוסף על כך, קיימות עדויות הולכות ומתרבות שדגי סלמון שגדלו בחוות וברחו מהן, מתרבים עם אוכלוסיות בר של דגי סלמון אטלנטי (Atlantic salmon), ובצורה כזאת מפזרים את הגנים שלהם בתוך אוכלוסיות הבר המתדלדלות של הסלמון האטלנטי, וכך מכשילים את התאוששותו של מין זה. אוכלוסיותיהם של רוב המינים שנמצאים כעת בשימוש או בפיתוח עבור החקלאות הימית, מדולדלות בשטחים רבים בתחום תפוצתם הטבעי. כדי לצמצם את הסיכון האקולוגי של הכנסת מין שעלול להפוך לפולש או של הכנסת גנים מזיקים לאוכלוסיות בר, יש להגביל את ההיתרים לחקלאות ימית רק למינים מקומיים הנושאים את הגוטיפי הטבעי המקומי. גידולם יתאפשר רק במקרים שבהם ניתוח הנתונים והידע המדעי מראים שהנמק מגידול של מין זר או של מין טבעי בעל גוטיפי לא-מקומי יהיה זניח.

נוסף על אסדרה (regulation) מתאימה, פיתוח החקלאות הימית בת-קיימא בארה"ב ייהנה מיוזמות מהמגזר הפרטי לזיהוי, לפיתוח ולתגמול של נהלים ידידותיים לסביבה. יש הכרה בין-לאומית הולכת וגדלה שרבים מבין נוהלי גידול המזון אינם בני-קיימא מבחינה סביבתית, חברתית וכלכלית. זיהוי ותגמול של נוהלי חקלאות ימית בני-קיימא ומוצריהם, הם צעד חשוב בהבטחה שתעשיית החקלאות הימית המתפתחת תתרום באופן חיובי לאספקת המזון העולמית. לבחירות של הקניין התאגידי והצרכן הפרטי יש תפקיד רב-עוצמה בעיצוב נהלים ומוצרים תעשייתיים, ולכן פיתוח מערכות לזיהוי, לקביעת תווי תקן ולמיתוג של מוצרי חקלאות ימית בני-קיימא הוא צעד חשוב מבחינה זו. הניסיון עם מוצרים אחרים מלמד שהדבר מצריך שותפויות



הטיפול בהשפעות חקלאות מים על הסביבה הימית מצריך

שינויים במסגרת הכללית של חוקים, מוסדות ומדיניות, המכתיבים

את מיקום מתקני החקלאות הימית, את דרכי קבלת ההיתרים

ואת הפעלת החקלאות הימית במי הים של ארה"ב.

מבריחה של בעלי חיים הגדלים במים או משחרור של תאי מין בני-חיות ממתקני חקלאות מים.

- יש לתאם מחקר שמיועד לצמצם את הסיכון לנזק לסביבה הימית כתוצאה ממקרי בריחה שמקורם בחקלאות ימית, ולתמוך בו.

מחלות וטפילים

מדענים מוצאים יותר ויותר הוכחות ל"גלישת" מחלות מהחקלאות אל תוך מערכות אקולוגיות טבעיות, שיש להן השפעות נלוות על חיות בר. החקלאות הימית, גורם חדש יחסית בעולם החקלאות, לא נחקרה באותה מידה בקשר לתפקידה בהעברת מחלות, אך עלינו לצפות שאותם מנגנונים של התפתחות מחלות והעברתן - קיימים, בייחוד לאור האופי הפתוח של מערכות חקלאות ימית רבות. מאחר שהחקלאות הימית מתפשטת מבחינת נפח ומיקום, על אסטרטגיות ניהול ואסדרה לאמץ גישה סולדת סיכון (risk averse) כדי למנוע בעיות לפני שהן הופכות למשברים. בטווח הארוך, מניעה היא האמצעי היעיל יותר בהגנה על הסביבה ועל האינטרסים הכלכליים של התעשייה.

- יש להקים ולקיים בסיס נתונים על תפוצה של מחלות וטפילים במים כדי לספק מידע לאחראים על החלטות הנוגעות למתן היתרים.
- יש להשתמש בבחירת מיקום מושכלת במידת האפשר כדי להסיר או לצמצם את ההיתכנות של מחלות וטפילים ואת ההשפעה האקולוגית שלהם.
- יש לקבוע פרקטיקות ניהול למניעה ולטיפול במחלות באורגניזמים החיים במים והמשמשים לגידול חקלאי כדי לצמצם השפעות על מערכות אקולוגיות ימיות.
- יש לתמוך במחקר של גידול בעלי חיים במים ובפיתוח של אסטרטגיות ניהול מחלות, שייצמצמו את הנזק למערכות אקולוגיות ימיות.

זיהום מים

מתקני חקלאות מים מייצרים מגוון חומרי פסולת שעלולים להזיק לסביבה ושישפכים ללא טיפול לתוך מי החוף והים. פסולת זו כוללת בדרך כלל נוטריינטים מומסים (אי-אורגניים), פסולת חלקיקית (אורגנית - הפרשות, מזון בלתי מעוכל ובעלי חיים מתים) וכימיקלים המשמשים לתחזוקת תשתיות ולשמירה על בריאות בעלי החיים. בארה"ב השפכים מחקלאות ימית מעטים בהשוואה למקורות אחרים של זיהום מים, אך עם זאת, ידוע מעט על היכולת של הסביבה הימית להטמיע את המזהמים הללו. נוסף על כך, פעילות של חקלאות ימית נוטה להיות מקובצת מחינה גאוגרפית, וכך מעלה את הפוטנציאל להשפעות מצטברות.

אם החקלאות הימית תתפשט באופן ניכר בארה"ב, בחירת המינים ושיטות הגידול, המיקום והריכוז של המתקנים, יקבעו את מידת ההשפעה של הזיהום. פליטת מזהמים מרוב מתקני החקלאות הימית נמצאת תחת פיקוח לפי חוק המים

- על NOAA להתייעץ עם מדינות לאורך החוף שעלולות להיות מושפעות מהחקלאות הימית, ועם מועצות אזוריות ובין-מדינתיות לניהול דיג בשלבי התכנון והרישוי.
- על הקונגרס להבטיח שייקבעו תקנים סביבתיים לפני הנפקת היתרים לחקלאות ימית בגופי מים תחת סמכות פדרלית.
- על NOAA ליישם תקנים סביבתיים בעזרת קביעה של דרישות ניהול, ניטור ואכיפה בתוך היתרים.
- מפעלי חקלאות ימית יידרשו לפתח תכנית פעולה שתפרט את האמצעים שנקטו כדי לעמוד בתקנים הסביבתיים, ולציית לה.
- מפעלי מתקנים של חקלאות מים בגופי מים פדרליים יישאו באחריות לנזק שייגרם כתוצאה מפעילותם.
- על NOAA לספק תמריצים לתעשייה עבור מחקר, פיתוח ופריסה של מינים, טכנולוגיות ושיטות לחקלאות ימית בת-קיימא, כולל מזון בר-קיימא לחקלאות ימית.
- על הקונגרס להתייחס לצורך ההולך וגדל בגישה מקיפה לניהול חקלאות המים ופעילויות אחרות בים הפתוח, המשפיעות על המים ועל משאבים פדרליים.

בריחה

חקלאות מים היא גורם משמעותי להכנסה מכוונת ובלתי מכוונת של מינים זרים. הנזק שגורמים מינים פולשים מתועד היטב, ויש הוכחות רבות לפגיעה במכלול הגנטי של אוכלוסיות בר של דגים במקרים שיש בהם אפשרות שדגי חוות יתרבו עם האוכלוסיות המקומיות. בריחה של בעלי חיים מהשבי היא בלתי נמנעת בכל תרחיש של גידול בשטח טבעי. הדבר נכון בייחוד במקרה של כלובי רשת, שדולפים מטבעם, ובמצבים שהאורגניזמים המגודלים משחררים תאי מין (גמטות) בני-חיות (viable) לתוך המים.

תכנון וניהול קפדניים, המכוונים למנוע כניסה של מינים זרים זנים גנטיים לא-מקומיים, יעילים יותר מאשר ניסיונות לתקן את המצב לאחר מעשה. לכן, מדיניות מושכלת המתייחסת לבריחה, חייבת בראש ובראשונה להתמקד במניעה, אך לדאוג גם לצעדי ניהול קפדניים כדי לתקן או לכל הפחות לצמצם נזק אקולוגי לאחר שמתרחשת בריחה. על אמצעים אלה להיות בעלי כדאיות כלכלית, למרות שיש גם להביא בחשבון את התועלת משימור שלמותה של המערכת האקולוגית.

- יש להגביל חקלאות ימית למינים מקומיים, שנושאים את הגנוטיפ האופייני לאוכלוסיית הבר המקומית, אלא אם כן הוכח שהסיכון לסביבה הימית מגידול מינים אחרים הוא זניח.
- יש לגדל מינים מקומיים באופן שיבטיח שמקרי בריחה לא יפגעו בגנטיקה של אוכלוסיות בר מקומיות.
- יש להשתמש בקריטריונים למיקום ולדרוש אמצעי ניהול שייצמצמו סיכונים למערכת האקולוגית הימית כתוצאה

בשלל נלווה (bycatch), דרך שימוש בצמחים יבשתיים ומימיים וכלה בשימוש בתוצרי לוואי של בעלי חיים שנתרים לאחר עיבוד תעשייתי. המחקר בתחום ממשך, אך תעשיית הדגים ניצבת בפני אתגר רציני – להמשיך להתפתח תוך צמצום התלות בדגי בר כמקור מזון. כדי להצליח, החקלאות הימית בארה"ב תצטרך להתמקד בפיתוח תחליפי מזון שיהיו חסכוניים וימלאו את הצרכים התזונתיים של הדגים, וגם לעודד שימוש במרכיבי מזון בני-קיימא.

- יש לתמוך במחקר ובפיתוח של מרכיבים חלופיים במזון לדגים.
- יש להחליף מרכיבים שאינם בני-קיימא במרכיבי מזון בני-קיימא.
- יש לאמץ גישת ניהול אקולוגית מערכתית בנושא דיג להפקת מזון.
- יש לפתח מערכת מעקב עבור קמח דגים ושמן דגים.
- יש לעודד שימוש במזון בר-קיימא לדגים ברמה עולמית.

תמריצים מבוססי-שוק

אפשר לרתום את הכוח העצום של השוק כדי לתגמל התנהגות חיובית כלפי הסביבה. תכניות של צד הביקוש (demand side programs) כגון מערכת לתווי תקן סביבתיים, מדיניות קנייה תאגידית ומיתוג אקולוגי, יכולות לספק תמריצים לשמירה על הסביבה שגורמים ממשלתיים אינם מסוגלים לספק. שיטות אלה יכולות להשלים את היעילות של התקנות הממשלתיות ואת פרקטיקות הניהול של תעשיית הדיג ולשפר אותן. עדיין לא קיימת מערכת מקובלת לתווי תקן למוצרי חקלאות ימית, אף על פי שיש מספר ניסיונות בשלבים שונים שעשוים להוביל לנהלי חקלאות ימית מקיימים יותר.

כדי שהסכמי רכישה ותכניות לתווי תקן סביבתיים יצלחו, עליהן לכלול סטנדרטים גבוהים לקיימות, תהליכי אימות קפדניים כדי להבטיח התאמה לתקנים, שקיפות ונגישות של התהליך לגורמים בעלי עניין, השגה של אמון צרכני גבוה במותג ושמירה עליו. נושאים עיקריים בחקלאות הימית הדורשים פתרון הם עד כמה ניתן ליישם בה בצורה אמינה תקנים של אורגניקה, ואם ניתן לפתח גישה שתהיה מקובלת לקביעת תווי תקן לקיימות של מרכיבי מזון דגים בחקלאות הימית. בינתיים הסכמי רכישה תאגידיים יכולים לתגמל נוהלי תפוקה ידידותיים לסביבה ולספק תובנות לפיתוח של תכניות רחבות יותר.

- יש לעודד חברות לאמץ מדיניות קנייה שונתנת עדיפות לתוצרי חקלאות ימית סביבתיים יותר.
- יש לעודד פיתוח של מערכת תווי תקן למזון דגים ולתוצרי חקלאות ימית.
- מערכת תווי תקן למוצרי החקלאות הימית תכלול קריטריונים שמחייבים שימוש במזון שהופק ממקורות בני-קיימא.

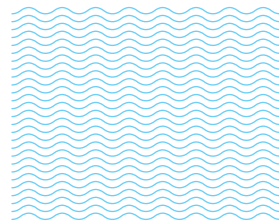
הנקיים (Clean Water Act), המספק מגוון כלים כדי לשמור על איכות מי הים. אם ייעשה שימוש יעיל ויצרתי בכלים אלה, ניתן לשלוט בזיהום מחקלאות ימית.

- יש לבדוק את המגבלות הקיימות לשפכים מחקלאות ימית ולתקנן במידת הצורך, כדי להבטיח התייחסות לחששות הקיימים בקשר להצעה להרחיב את החקלאות הימית אל תוך מי הים שנמצאים תחת סמכות פדרלית.
- הסוכנות להגנת הסביבה האמריקאית (EPA) תוודא שבכל המדינות שלאורך החוף קיימים תקנים לאיכות מי הים, ושתקנים אלה מגנים על בריאות המערכות האקולוגיות הימיות.
- ה-EPA תקבע תקנים לאיכות מים במי ים הנמצאים תחת סמכות פדרלית או לחלופין תתקן את ההנחיות הקיימות לקביעת מצב ההתדרדרות של מי הים כדי להשיג את אותה רמת הגנה.
- יש לבאר את התקנות ליישום תקנים לאיכות מים ואת הקריטריונים לשפכים הזורמים לים כדי לוודא שההיתרים להזרמת מזהמים בחקלאות הימית מתייחסים, בין היתר, להשפעות מצטברות ומשניות ברמה המקומית והאזורית, הנובעות מהתרחבות התעשייה.
- ה-EPA והמדינות יהיו מתואמים עם NOAA כך שפרקטיקות הניהול ואמצעים אחרים הנדרשים בהיתרים להזרמת מזהמים יהיו משולבים, עד כמה שאפשר, בתכניות ההפעלה למתקני החקלאות הימית כפי שהם מפורטים בהמלצות הניהול.

חומרי הזנה בחקלאות ימית

חקלאות ימית נחשבת כתוספת לאספקה הכוללת של דגי הים בעקבות הגעת כמות הדגים המובאים לחוף מאזורי דיג טבעיים לשיא. עם זאת, הדרישות הנוכחיות לחלבון ולאנרגיה עבור מינים טורפים בגידול חקלאי, כגון דגי סלמון ובקלה (cod), מתמלאות בעיקר בעזרת השימוש בקמח דגים ובשמן דגים, שמושגים מדגים קטנים מן הים הפתוח (pelagic). בדגי למטרות הפקה של קמח דגים ושמן דגים (במקור: reduction fishery, להלן – 'דיג להפקת מזון') כבר מנצלים כיום את שלל הדגים המתאים, ואף מגיעים לדיג יתר בכל העולם. קיים חשש הולך וגובר בקרב מדענים באשר להשפעות האקולוגיות של דיג כזה, היות שדגים פלגיים קטנים הם מקור מזון חשוב לטורפים במערכות אקולוגיות ימיות.

ההרכב המדעי של תערובות מזון ונוהלי ההזנה החדשים, שפיתוחם הושפע, לפחות חלקית, ממחירם העולה של קמח הדגים ושמן הדגים, שיפרו משמעותית את יעילות השימוש במזון בחוות דגים. עם זאת, מתגברת ההבנה שאם רוצים להרחיב את היקף הגידול של דגים טורפים, יהיה צורך למצוא תחליפים לקמח דגים ולשמן דגים – ככל הנראה תחליפים צמחיים. תחליפים למרכיבי המזון נמצאים בשלבים שונים של פיתוח ושימוש, החל בשימוש



פ ר ק ו מבוא

כאשר מספקים הגנה מטורפים וממחלות, וכמות מתאימה של נוטריינטים, אפשר לייצר הרבה יותר חלבון מן החי באמצעות חקלאות מאשר הטבע מסוגל לייצר בשטח נתון. זה למעשה ההיגיון העומד בבסיס רעיון החקלאות, בין אם ביבשה או בים. ביבשה מזמן עברנו סף זה, והחקלאות ללא ספק מספקת תועלת רבה לחברה. אך היא גם גרמה נזק משמעותי - ולעתים רבות ללא צורך - למערכות אקולוגיות יבשתיות.

אנו עומדים כעת בפני החלטה דומה עבור האוקיינוסים. הכלכלה השתנתה כך שחקלאות ימית נרחבת - פעם חזון עתידי בלתי סביר - נראית כיום כמציאות פוטנציאלית בעשורים הקרובים. בו בזמן, אנחנו כבר תלויים באוקיינוסים למגוון פעילויות כלכליות, כולל תיירות, פנאי, דיג וייצור אנרגיה. מתוך הדוחות של שתי ועדות ימיות חשובות ומספר מחקרים ודוחות אחרים, כבר ידוע לנו שמצב האוקיינוסים בעייתי. הבריאות והשלמות של מערכות אקולוגיות ימיות נפגעות משימוש יתר - ומשימוש רשלי - בשפע שהן מספקות. המרחבים העצומים של האוקיינוסים גרמו לנו לחשוב שמשאביהם אינן-סופיים. סוף סוף הגענו למסקנה שהאוקיינוסים, כמו המשאבים הטבעיים ביבשה, מצריכים השגחה אם עליהם להמשיך לספק את התועלת הרבה שהחברה כבר רגילה לצפות לה מהם.

הפילוסוף ג'ורג' סנקט'נה אמר שמי שאינו מסוגל לזכור את העבר נידון לחזור עליו. אנחנו לא יכולים להרשות לעצמנו לחזור בחקלאות הימית על השגיאות שעשינו על היבשה. בעזרת שימוש מושכל, טכנולוגיה חדשה זו עשויה לעזור לנו לענות על הדרישות התזונתיות של האוכלוסייה הגדלה, להרחיב הזדמנויות כלכליות בקהילות חוף, ליצור אוכלוסיות לרבייה כדי לאושש מינים ימיים שהתדלדלו ולהקל את

דיג הוא אחד מהמקצועות העתיקים באנושות, ומאכלי ים היו מאז ומתמיד מרכיב בסיסי בתפריט האנושי. אך כיום, ייתכן מאוד שמאכלי הים שאתם אוכלים במסעדה המועדפת עליכם, גודלו בחוות ולא ניצודו בטבע. כבר כיום כמעט מחצית ממאכלי הים שבני האדם ניזונים מהם גדלו בחוות, ואחוז זה צפוי להמשיך לעלות.

בשנים האחרונות התייבבה רמת שלל הדגים העולמי. היכולת שלנו לתפוס דגים פשוט עלתה על יכולת יצירת הדגים של המערכת האקולוגית הימית. עם זאת, הדרישה למאכלי ים ממשיכה לעלות. כדי להשלים את הפערים פונות ממשלות ותעשיית מאכלי הים לחקלאות ימית. תעשיית החקלאות הימית גדלה בכמעט 9% בשנה מאז 1970, וכעת היא אחראית ליותר מ-37% מתוך שלל הדגים העולמי.¹

בארה"ב הגידול אטי יותר, אך בחקלאות מים עדיין גדלים דגי מים מתוקים ומאכלי ים בערך של כמיליארד דולר לשנה. מחלקת המסחר האמריקאית קראה להרחבת חקלאות המים בארה"ב עד שערך התפוקה השנתי שלה יגיע לכדי 5 מיליארד דולר עד שנת 2025. עם גידול כה דרמטי בעולם וכאשר ארה"ב על סף הרחבת התעשייה, הגיע הזמן לבדיקה מדוקדקת של האופן שבו חקלאות מים - גידול דגים ואורגניזמים אחרים החיים במים - משנה את התפריט שלנו ומשפיעה על יישובים לאורך החוף ועל הימים שלנו.

דגים מרכיבים יותר ממחצית הגידולים בחקלאות המים שלנו, שרובה מורכבת מדגי מים מתוקים כגון קרפיונים, שפמנונים ואמנונים. עם זאת, הדלדול של אוכלוסיות ימיות רבות, יחד עם דרישה צרכנית לדגי סלמון ולמינים ימיים יקר-ערך אחרים, גרם גידול מואץ בגידול התרבותי שלהם. מינים ימיים הם עכשיו כשליש מתפוקת חקלאות המים במשקל, ודגי סלמון מחוות תופסים יותר מ-60% מסך שוק דגי הסלמון.

1 רוב תוצרי החקלאות הימית הם לצריכה אנושית, בעוד כ-30% מהדגים הנתפסים בטבע משמשים לייצור קמח דגים ושמן דגים למזון לבעלי חיים ולתוצרים שאינם מזון. כתוצאה מכך, חקלאות המים מספקת שיעור גדול יותר של מאכלי ים לצריכה אנושית מאשר הסך הכולל של שלל הדיג.

כוח המשימה קיים חמישה מפגשים אזוריים: ב-Woods Hole במדינת מסצ'וסטס; באנקורג' באלסקה; בסיאטל במדינת וושינגטון; ב-Waimanalo בהוואי ובטמפה שבפלורידה. באנקורג' ובסיאטל קיימו מפגשים ציבוריים כדי לדון ביתרונות ובחששות הקשורים לחקלאות הימית. במפגשים האזוריים קיימו שיחות נרחבות עם דייגים, אנשי מדעי הים, אנשי סביבה, מפעילי חקלאות ימית ומאסדרים של ממשל המדינה ושל הממשל הפדרלי. כמו כן, ביקרנו במספר מתקנים של חקלאות מים, כולל מדרגות לדגי סלמון, רפסודות צדפות ומדרגות רכיכות, במתקני מחקר מתקדמים לחקלאות מים, ואפילו בבֶּרְכַת דגים עתיקה ב-Oahu שבהוואי שנמצאת בתהליכי שיקום.

רמת החשש בעניין ההשפעות הסביבתיות של חקלאות המים הייתה שונה בין האזורים, וחששות שונים קיבלו חשיבות שונה באזורים שונים. עם זאת, חששות הקשורים לזיהום מים, להשפעות גנטיות וסביבתיות של פליטי תרבות, להפצת מחלות וטפילים מתוך החוות לדגי בר ולאורגניזמים אחרים החיים במים, ולהשפעות האקולוגיות של השימוש בדגי בר כמזון בחקלאות ימית, היו משותפים כמעט לכל מקום שביקרנו בו.

כוח המשימה הגיע גם להבנה שמסגרת השליטה הימית הנוכחית אינה מעריכה ומתייחסת מספיק לאיומים שמציבה התרחבות חקלאות המים לסביבה הימית. בו-בזמן, המסגרת המאסדרת הנוכחית היא למעשה מכשול להתפתחות תעשיית חקלאות ימית אחרת. משום כך, נוסף על ההתייחסות לחששות בעניין החקלאות הימית, פיתח כוח המשימה המלצות לשיפור מסגרת השליטה בחקלאות הימית כדי לעודד פיתוח של תעשייה בת-קיימא.

בפרקים הבאים מובאים ניתוח שביצע כוח המשימה, באשר לסיכונים הסביבתיים שמציבה החקלאות הימית, והמלצותיו לאופן ההתייחסות לסיכונים אלה. תפקידו של כוח המשימה אינו לעודד חקלאות מים, וגם לא לעכב את התפתחותה, אלא לספק מתווה אחראי סביבתי ובר-קיימא לפיתוח של חקלאות המים כדי שתוכל לצמוח, בארה"ב ובעולם כולו, ללא פגיעה בבריאות הרופפת של המערכות האקולוגיות הימיות.

לחץ הדיג על אוכלוסיות בר. אך אם נעשה זאת ברשלנות, החקלאות הימית עלולה להוסיף זיהום משמעותי לסביבה הימית, לפגוע בבתי גידול של בעלי חיים, לשבש דיג, להכניס מינים זרים ולהשפיע על השלמות הגנטית של אוכלוסיות בר, שכבר נמצאות במערכות אקולוגיות שמצבן לא טוב.

ההבטחה והסיכון הטמונים בכל טכנולוגיה חדשה היא בכך שהתוצאה תלויה לגמרי באופן שניישם בו את הטכנולוגיה: בזהירות ובאחריות או ברשלנות. במקרה של החקלאות הימית אנו עומדים בפתחו של עידן חדש בחקלאות, ועלינו לבדוק את המצב היטב לפני שנקפוץ למים.

הייעוד שלנו

כוח המשימה לחקלאות הימית מורכב ממדענים, מחקלאי מים וממומחי מדיניות שכינס המכון לאוקיינוגרפיה ב-Woods Hole, בתמיכת שתי קרנות: Lenfest-ו-Pew Charitable Trusts Foundation. על כוח המשימה הוטל לפתח סדרה של תקנים מגנים, מבוססי מדע, שיוודאו שפיתוח החקלאות הימית יהווה סיכון מזערי לסביבה הימית. במשך 18 החודשים האחרונים בדק כוח המשימה את מצב החקלאות הימית בארה"ב ואת המגמות בה. ביחד בדקנו את ההשפעות הפוטנציאליות של החקלאות הימית על הימים שלנו, ופיתחנו המלצות על האופן שבו תוכל תעשיית החקלאות הימית האמריקאית לגדול באופן מקיים מבחינה סביבתית וכלכלית.

חקלאות מים היא תעשייה מגוונת, הפועלת ברחבי העולם. אף על פי שארה"ב היא היבואן השני בגודלו בעולם מבחינת כמות מאכלי הים שהיא מייבאת, היא מייצרת פחות מאחוז אחד מהתוצר העולמי בתחום חקלאות המים. למחקר הנוכחי בחרנו להתמקד בחקלאות מים במי הים של ארה"ב, מאחר שלמגזר זה בתעשייה יש הסיכוי הסביר ביותר להתרחב באופן משמעותי בארה"ב. כמו כן, להרחבה זו יש השפעות פוטנציאליות על הבריאות והחיוניות של מערכות אקולוגיות ימיות, שכבר עכשיו מאיים עליהן מגוון פעילויות מעשה ידי אדם. הצגת החקיקה לעידוד פיתוח החקלאות הימית בשטחי מים פדרליים² מראה בבירור שהממשל והקונגרס צופים שיהיה גידול משמעותי בתחום זה. אי לכך, זהו זמן מתאים מאוד לבדיקה, מטעם כוח המשימה, של הסיכונים מחקלאות מים, שתלווה בהמשך בהמלצות שיאפשרו לתעשייה לגדול ללא פגיעה בסביבה הימית.

2 כוונת כוח המשימה בביטוי "מי ים פדרליים" היא לאותם מי ים וקרקעות תת-ימיות שנמצאים תחת סמכות פדרלית בלעדית מבחינת חוקי ארה"ב (כלומר, מים שהם לא בסמכות המדינה). אזור הים שנמצא תחת שיפוט פדרלי מכונה לעתים קרובות האזור הכלכלי הבלעדי (ראו למשל את חוק Magnuson-Stevens). עם זאת, הואיל והמונח א"כ"ב משמש לעתים לתיאור כל המים שבתחום הסמכות השיפוטית של ארה"ב (גם פדרלית וגם של המדינות, כלומר בתחום 200 מיילים ימיים מהחוף), כוח המשימה נמנע מלהשתמש במונח זה.

מצב חקלאות המים: פרספקטיבות עולמיות ולאומיות

מבוא

לפי ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO), רוב אזורי הדיג נוצלו במלואם או סובלים מדיג יתר, אך הדרישה למאכלי ים צפויה לעלות בעתיד (FAO, 2004). רוב המומחים מאמינים שחקלאות מים היא הדרך היחידה לגדל את מאכלי הים הנוספים שהצרכנים דורשים. כתגובה לדרישה זו גדלה חקלאות המים בקצב שנתי של כמעט 9% בכל העולם, וככל הנראה מגדלים בה כעת כמעט מחצית מהדגים ומפירות הים הנצרכים (FAO, 2006).

ארגון המזון והחקלאות הגדיר חקלאות מים כ"גידול אורגניזמים הגדלים במים, כולל דגים, רכיכות, סרטנים וצמחי מים. המונח גידול מרמז על סוג של התערבות בתהליך גידול הצאצאים כדי לשפר את התפוקה, וכן על בעלות על האוכלוסיות שמגדלים אותן" (FAO, 2000). חקלאות מים היא פעילות שהתחילה לפני אלפי שנים. צורתה המוקדמת הייתה כנראה שיטה פשוטה לגידול בעלי חיים, שהתערבות אנושית בה הובילה לתפוקה מוגברת. כיום היא התפתחה לתעשייה יעילה מאוד ברמה טכנולוגית גבוהה, שצפויה להמשיך להתפתח ולהגדיל את תרומתה לאספקה העולמית של מאכלי הים.



התפוקה העולמית מחקלאות המים (כולל צמחי מים) ב-2004

עמדה על 59.4 מיליון טונות, השווים כ-70.3 מיליארד דולרים

מצבה של תפוקת חקלאות המים העולמית

חקלאות המים בעולם גדלה בממוצע ב-8.8% בשנה מאז 1950. קצב גידול זה גבוה יותר מכל יתר המגזרים שמפיקים מזון מן החי, כולל דיג וגידול בעלי חיים לבשר ממערכות חקלאיות לאורך אותו פרק זמן. התפוקה העולמית מחקלאות המים (כולל צמחי מים) ב-2004, השנה האחרונה שעבורה יש נתונים סטטיסטיים זמינים מה-FAO, עמדה על 59.4 מיליון טונות, השווים כ-70.3 מיליארד דולרים (FAO, 2006). הרוב המוחלט של התפוקה מחקלאות מים מגיע ממדינות אסיה, שב-2004 סיפקו יותר מ-90% מהתפוקה העולמית. סין היא היצרנית הגדולה ביותר בעולם של חקלאות מים ומספר מדינות אסייתיות אחרות מדורגות בעשרת היצרנים הגדולים (טבלה 2.1). מעריכים שב-2004 סיפקה סין יותר מ-69% מסך התפוקה העולמית מחקלאות מים. עם זאת, ה-FAO הזהיר שהנתונים שדווחו על דיג ועל תפוקה מחקלאות מים עשויים להיות מוטעים כלפי מעלה (FAO, 2004).

מידת היצרנות של חקלאות המים התפתחה יותר במדינות מתפתחות מאשר במדינות מפותחות. בעוד סין תרמה את החלק העיקרי של הגידול, תפוקה מחקלאות מים גדלה בצורה משמעותית בעשורים האחרונים במספר מדינות נוספות. לפי ה-FAO, כ-59% מתפוקת חקלאות המים ב-1970 מקורה במדינות מתפתחות. ב-2002 עלה חלקן בתפוקה ליותר מ-90%. במדינות אסיה רוב התפוקה של חקלאות המים היא של קרפיונים ושל אצות ים, שערכם נמוך והם מיועדים לצריכה מקומית, ושל חסילונים ורכיכות ימיות ליצוא.

טבלה 2.1

עשרת יצרני חקלאות

המים הגדולים ביותר

בעולם ב-2004

(מתוך FAO, 2004)

מדינה	תפוקה (במיליוני טונות)	אחוזים מהתוצר העולמי	ערך (במיליארדי דולרים)	אחוזים מהערך העולמי
סין	41.329	69.6	35.997	51.2
הודו	2.472	4.2	2.936	4.2
הפיליפינים	1.717	2.9	0.795	1.1
אינדונזיה	1.469	2.5	2.163	3.1
יפן	1.261	2.1	4.242	6.0
וייטנאם	1.229	2.1	2.459	3.5
תאילנד	1.173	2.0	1.587	2.3
רפובליקת קוריאה	0.953	1.6	1.212	1.7
בנגלדש	0.915	1.5	1.363	1.9
צ'ילה	0.695	1.2	2.815	4.0
סכום ביניים לעשרת הגדולים*	53.212	89.6	55,568	79.0
ארה"ב	0.607	1.0	אין מידע	

* הערכים עוגלו, ולכן סיכום העמודות אינו מדויק

כחלק מדיאטה בריאה. ההערכות הן שעד שנת 2020 ידרוש שוק מאכלי הים בארה"ב תוספת של 1.8 מיליון טונות של מאכלי ים. לחקלאות המים יש פוטנציאל לספק את רוב התפוקה הנדרשת (Johnson, 2003). העלייה במחיר דלקי המחצבים והחששות באשר לבטיחות הביולוגית (העברת מחלות, מינים פולשים וכן הלאה) מגבירים את הדרישה למזון מתוצרת מקומית, כולל מאכלי ים.

מעמדה של חקלאות המים בארה"ב

תפוקה

תעשיית חקלאות המים בארה"ב מפיקה מגוון רחב של אורגניזמים, אף על פי שהיא תורמת פחות מאחוז אחד לתוצר העולמי. נקודה משמעותית עוד יותר היא שחקלאות המים המקומית מפיקה רק חלק קטן מההיצע המקומי של מאכלי ים. לפי נתוני שירות הדיג הימי הלאומי של ארה"ב (National Marine Fisheries Service) סך התוצר מחקלאות מים ב-2003 היה יותר מ-420,000 טונות בשווי של קרוב ל-961 מיליון דולרים (איור 2.1).³ שווי המכירות של תוצרי חקלאות המים בארה"ב ב-2005 נאמד ביותר ממיליארד דולר (USDA, 2006). נתונים אלה מצביעים על גדילה משמעותית במשך 20 השנים האחרונות. ב-2003, היו מינים ימיים פחות מ-10% מסך התפוקה מחקלאות מים, אך כיוון שיש בהם מינים יקרי-ערך, תרומתם לסך כל השווי של החקלאות הימית עמדה על כ-20% (איור 2.2).

בחקלאות המים נעשה שימוש במגוון רחב של מינים. ה-FAO מדווח שב-2004 גודלו 336 מינים שונים של אורגניזמים החיים במים, אף על פי שרוב חקלאות המים מתבססת על מעט מאוד מינים מתוכם. 10 מינים היו כ-69% מסך התפוקה העולמית, ו-25 המינים הנפוצים ביותר היו אחראים ליותר מ-90% ממנה. ב-2004 היו דגים 47.4% של התפוקה העולמית, ואחריהם צמחי מים (23.4%), רכיכות (22.3%) וסרטנים (6.2%). בהתבסס על הנתונים מ-2003, דגי מים מתוקים, בעיקר קרפיונים, היו יותר מ-85% מתפוקת דגי חוות לפי משקל.

היצע וביקוש של מאכלי ים בארצות הברית

ארה"ב תלויה ביבוא מאכלי ים, שכ-40% ממנו הם מינים שגודלו בחוות, בעיקר חסילונים ודגי סלמון (USDOC, 2005). אחת מההצעות לצמצום הגירעון המסחרי המשמעותי במאכלי ים בארה"ב, שנאמד בכ-8 מיליארדי דולרים, היא הגדלת תפוקת מאכלי הים בעזרת חקלאות ימית (USDOC, 1999).

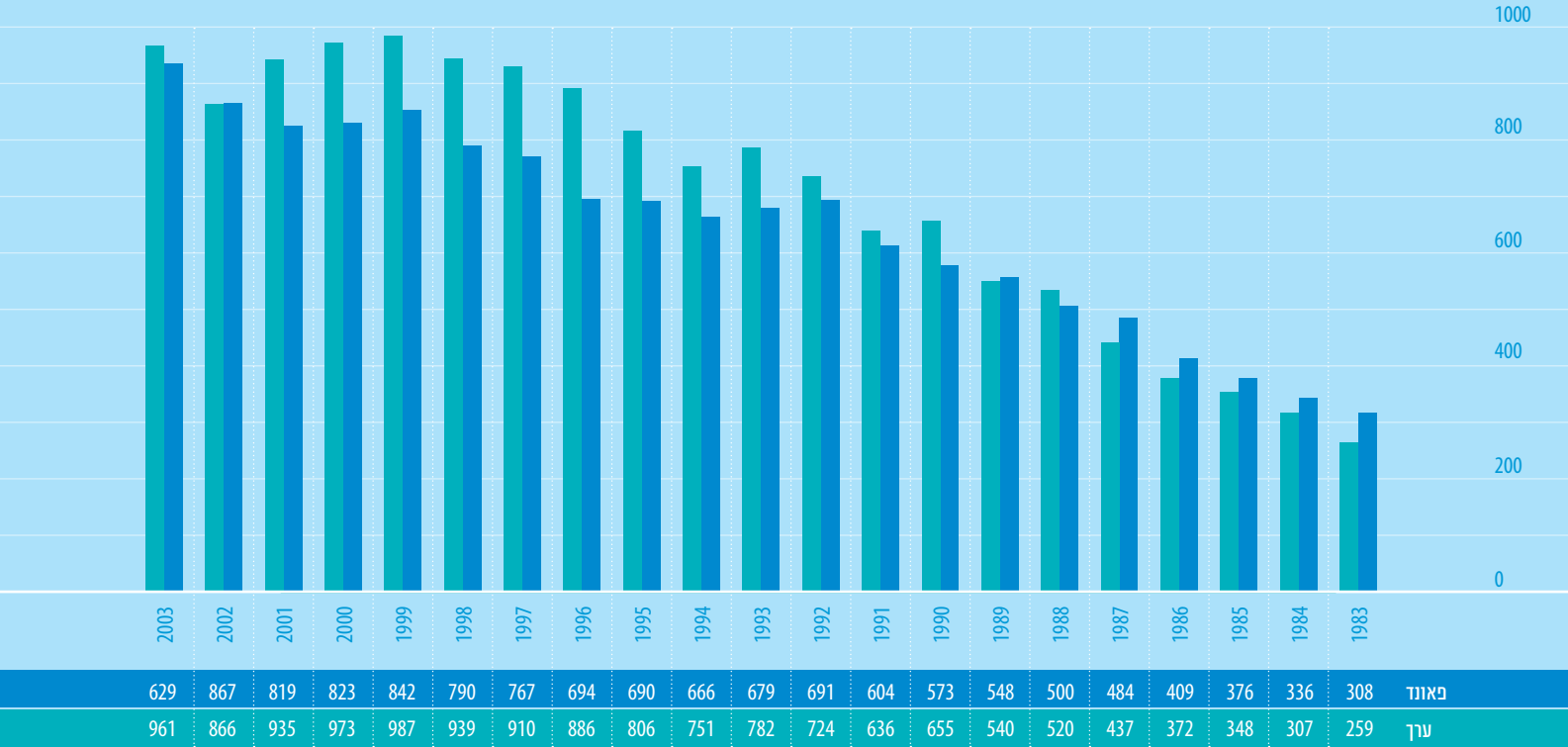
הצריכה השנתית של מאכלי ים בארה"ב נשארה יציבה יחסית בעשור האחרון, ועומדת על כ-6.8 ק"ג לאדם. הצריכה הביתית של מאכלי ים צפויה לגדול בעתיד בעקבות גידול האוכלוסייה, הזדקנות (אנשים מבוגרים יותר נוטים בדרך כלל לצרוך יותר מאכלי ים) והדגש הגובר על צריכת מאכלי ים

3 ה-FAO מדווח על תפוקה אמריקאית של 607,000 טונות בשנת 2004 (FAO, 2006), שנואית לא מתאימה לערכים של ה-NMFS מ-2003. ייתכן שהבדלים במספר המינים שנוכלו ובישיטת רישום משקל התוצר עשויים להסביר את חוסר ההתאמה. בפרק זה הסתמכנו על הנתונים של ה-NMFS, כי הם מספקים לנו סדרה עיתית (time series) עקבית מבחינה פנימית על התפוקה בחקלאות המים בארה"ב.

איור 2.1

תפוקה מחקלאות המים בארה"ב (מיליוני פאונד ומיליוני דולרים) (הנתונים לקוחים מ-NMFS [2005])

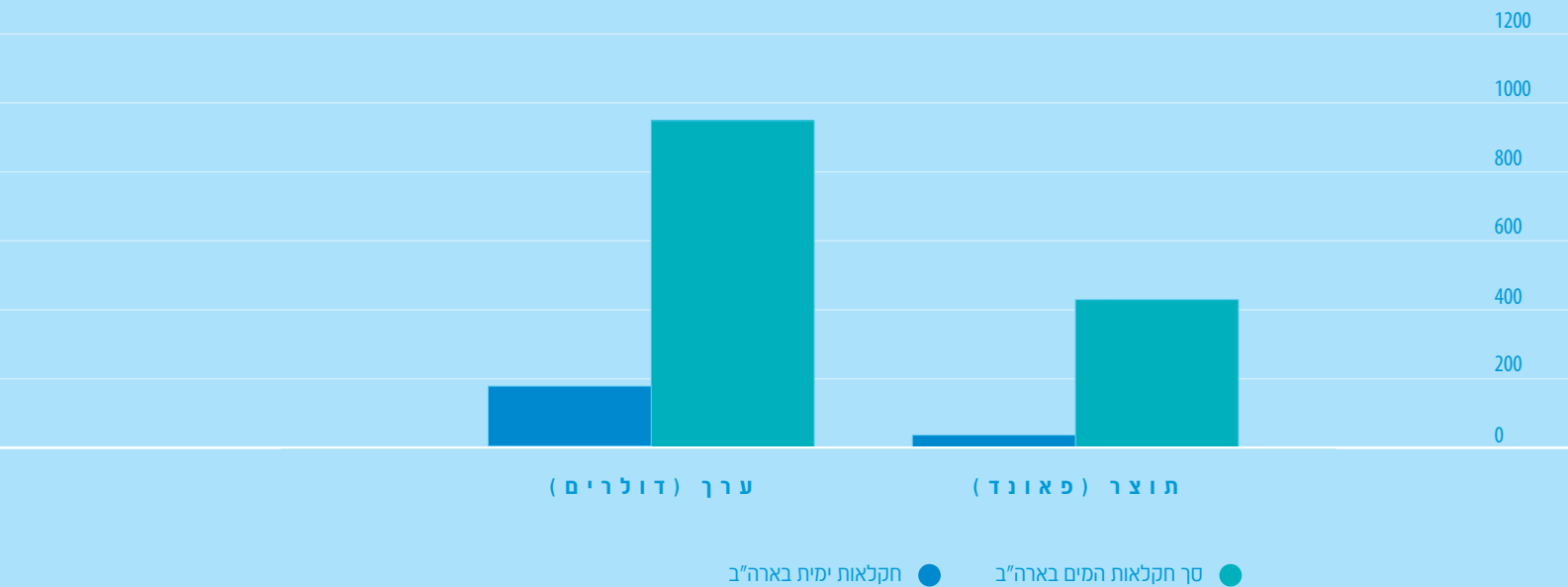
תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: כל המינים



איור 2.2

התרומה של התוצר מהחקלאות הימית וערכו לסך חקלאות המים בארה"ב ב-2003

תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: כל המינים



מדינות דרומיות שיש בהן תעשיית שפמנונים מפותחת, כגון מיסיסיפי, ארקנסו ואלבמה, מובילות בתפוקה מחקלאות מים. עם זאת, מספר מדינות לאורך החוף, שיש בהן תעשיית חקלאות ימית מפותחת, נמצאות במקום גבוה מבחינת שווי מוצרי חקלאות המים. מדינת מיין, המובילה בתפוקת דגי סלמון מחוות, ומדינת וושינגטון, שיש לה תעשיות מפותחות של גידול דגי סלמון וצדפות, מובילות בתפוקת החקלאות הימית (USDA, 1998).

בשלב זה הגידול המוביל בתעשיית חקלאות המים בארה"ב הוא שפמנונים (טבלה 2.2). תפוקתו עלתה על 300,000 טונות, שהן יותר מ-71% מסך התפוקה האמריקאית, ושווי מוערך ב-384 מיליון דולר או בכ-40% מסך כל השווי של תפוקת החקלאות הימית. מספר מיני מים מתוקים אחרים מהווים חלקים גדולים מתפוקת חקלאות המים בארה"ב, ונכללים בהם סרטני מים מתוקים (crayfish, 33,498 טונות), טרוטה (trout, 23,005 טונות) ואמנון (tilapia, 9,000 טונות).

טבלה 2.2

תפוקה מחקלאות המים וערכה מ-2003 (מתוך NMFS [2005])

מין (המינים הימיים מודגשים)	טונות	אלפי דולרים
שפמנון	300,056	384,305
סרטן מים מתוקים (crayfish)	33,498	48,515
טרוטה (trout)	23,005	55,361
סלמון	16,315	54,706
צדפות (oysters)	9,272	63,574
אמנון	9,000	37,699
דגי פיתיון	6,329	45,790
בס	5,192	30,423
צדפות (clams)	4,894	53,966
חסילונים	4,627	19,891
מולים (mussels)	293	3,521
אחרים (כולל דגי נוי ומוצרים אחרים בעלי ערך כספי גבוה)	7,688	163,222
סך הכול	420,169	960,973

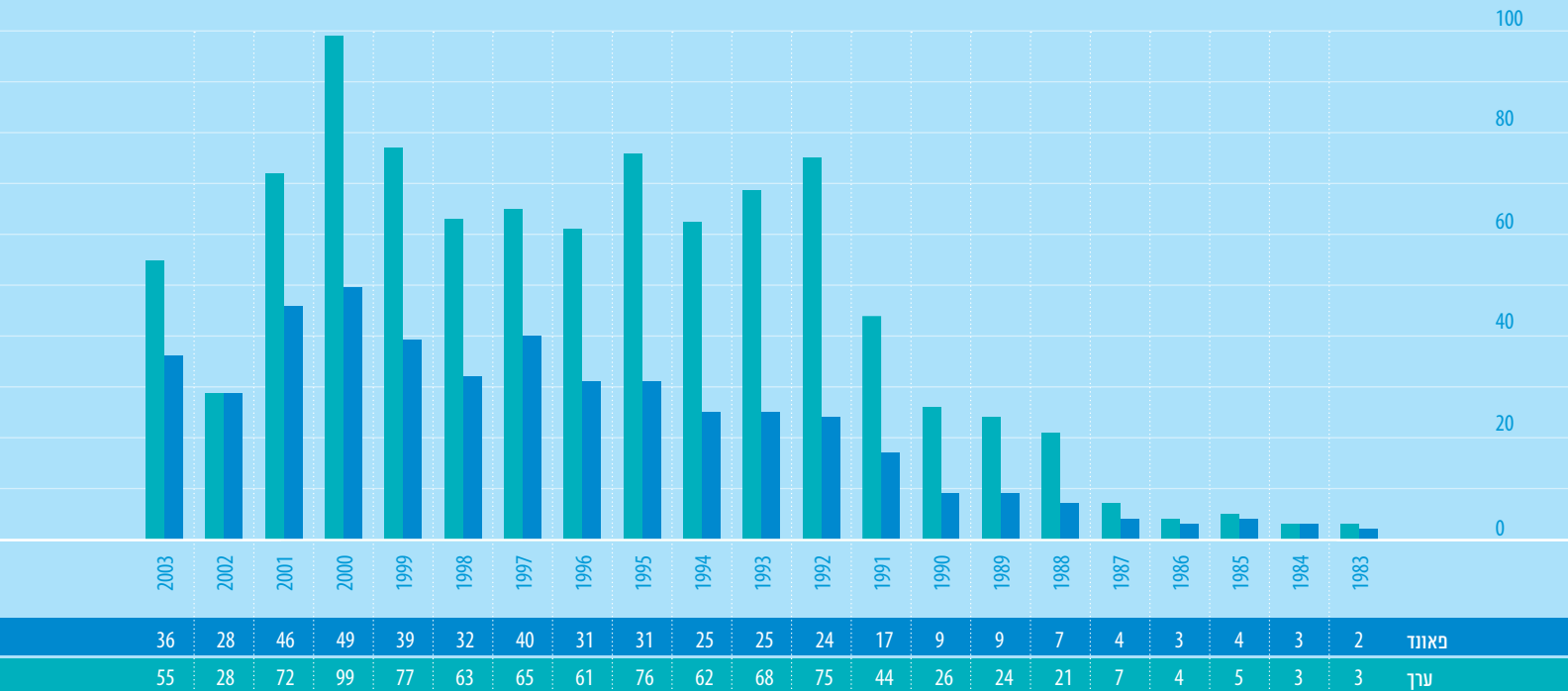
החקלאות הימית בארה"ב מורכבת בעיקר מארבעה מינים:

- סלמון אטלנטי - גידול דגי סלמון בחוות מתקיים רק במדינות מיין וושינגטון. שיעורו גדל במהירות בשנות ה-90 של המאה הקודמת, והגיע לשיא בתפוקה (22,395 טונות) ובערך (99 מיליון דולר) בשנת 2000 (איור 2.3). מאז הצטמצמה התפוקה, ייתכן שבעקבות מספר תקלות שאירעו בתעשייה, כולל פסיקות בית משפט שליליות, מחלות ותחרות מיבוא. לאחר שהתפוקה הגיעה לשפל בשנת 2002, היא שבה והתאוששה ב-2003 והגיעה ל-16,315 טונות של דגי סלמון, השווים יותר מ-54 מיליון דולר. באחרונה פרסם משרד החקלאות האמריקאי (USDA) נתונים מ-2005, המראים על מכירות של 9.4 מיליון ק"ג של דגי סלמון מחוות בשווי של 37.4 מיליון דולר (USDA, 2006).
- צדפות (oysters) - גידול צדפות הוא תעשייה מבוססת כבר זמן רב במדינות השוכנות לאורך החוף בארה"ב. במשך העשור האחרון התייצבה תפוקת הצדפות על כ-8,000-9,000 טונות לשנה לאחר שיא של 12,700 טונות בשנת 1994 (איור 2.4).⁴ ב-2003 נאספו יותר מ-9,200 טונות צדפות בשווי של יותר מ-63 מיליון דולרים. מדינת וושינגטון היא היצרנית הגדולה ביותר של צדפות, ואחריה מדינות אורגון, קליפורניה ומסצ'וסטס. בארה"ב מגדלים כמה מיני צדפות: את ה-Pacific oyster, שהוא מין זר, מגדלים בעיקר לאורך החוף המערבי, ולאורך החוף המזרחי ומפרץ מקסיקו המינים הנפוצים בגידול הם ה-Atlantic oysters המקומיים.

איור 2.3

תפוקת דגי סלמון בחקלאות המים בארה"ב (מיליוני פאונד ומיליוני דולרים) (הנתונים לקוחים מ-NMFS 2005)

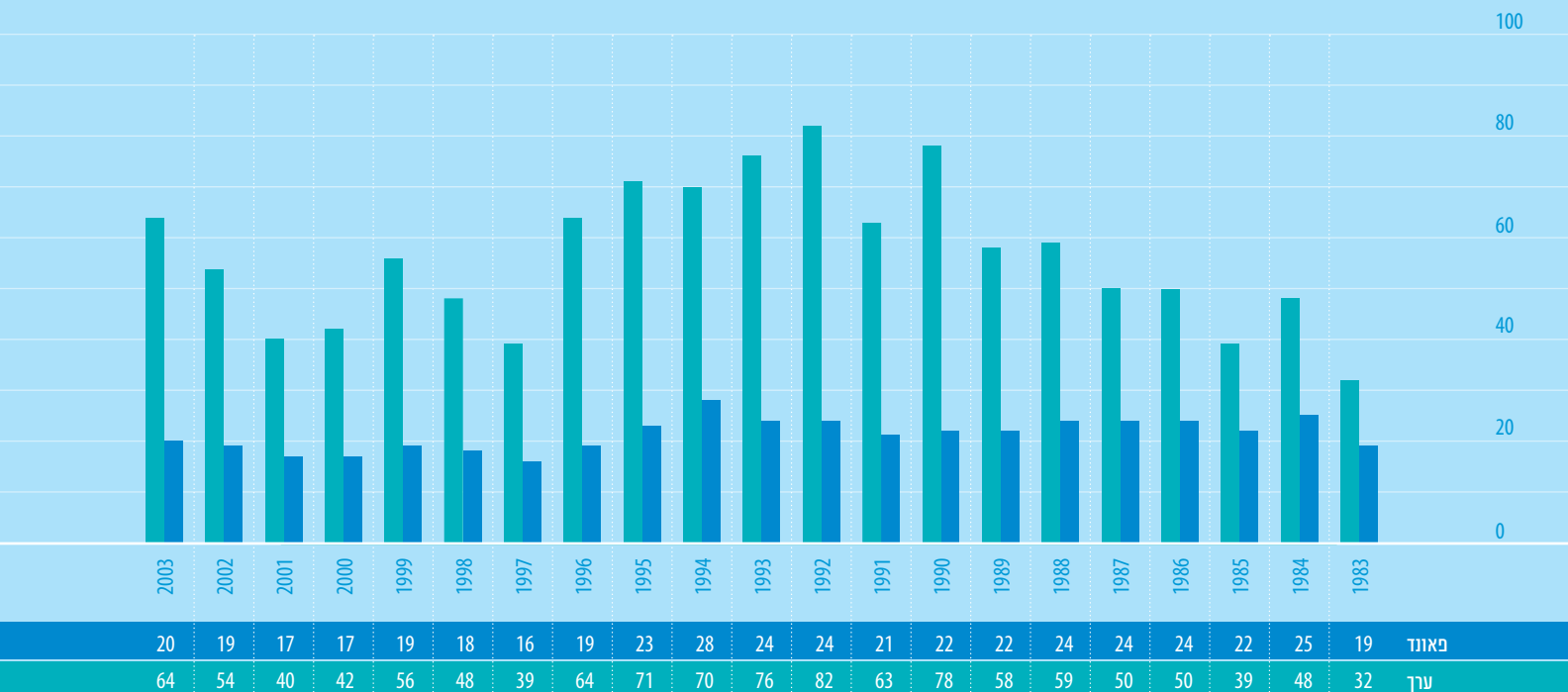
תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: ב: דגי סלמון



איור 2.4

תפוקת צדפות (oysters) בחקלאות המים בארה"ב (משקל הבשר ללא קונכייה, מיליוני פאונד ומיליוני דולרים) (נתונים מ-NMFS 2005)

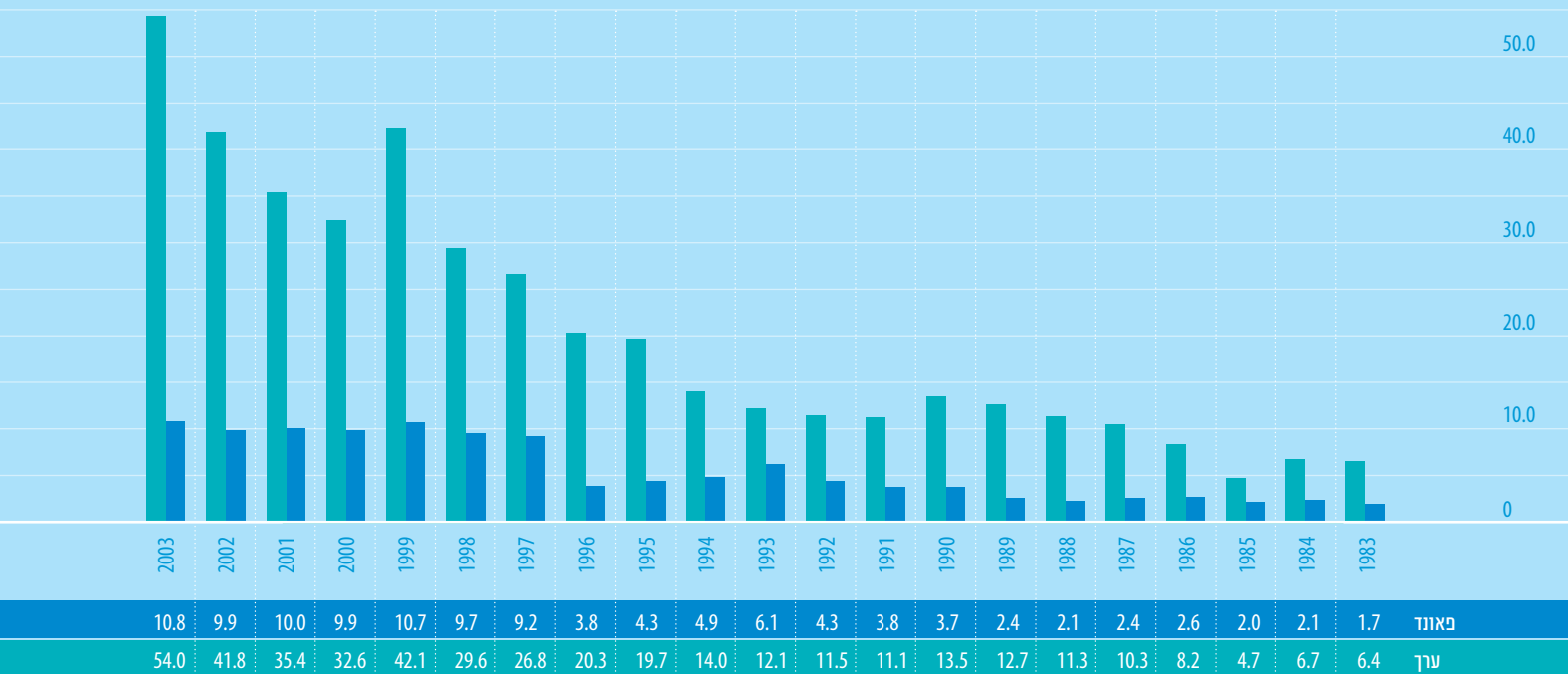
תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: ב: צדפות (oysters)



איור 2.5

תפוקת צדפות (clams) בחקלאות המים בארה"ב (משקל הבשר ללא קונכייה, מיליוני פאונד ומיליוני דולרים) (הנתונים לקוחים מ-NMFS 2005)

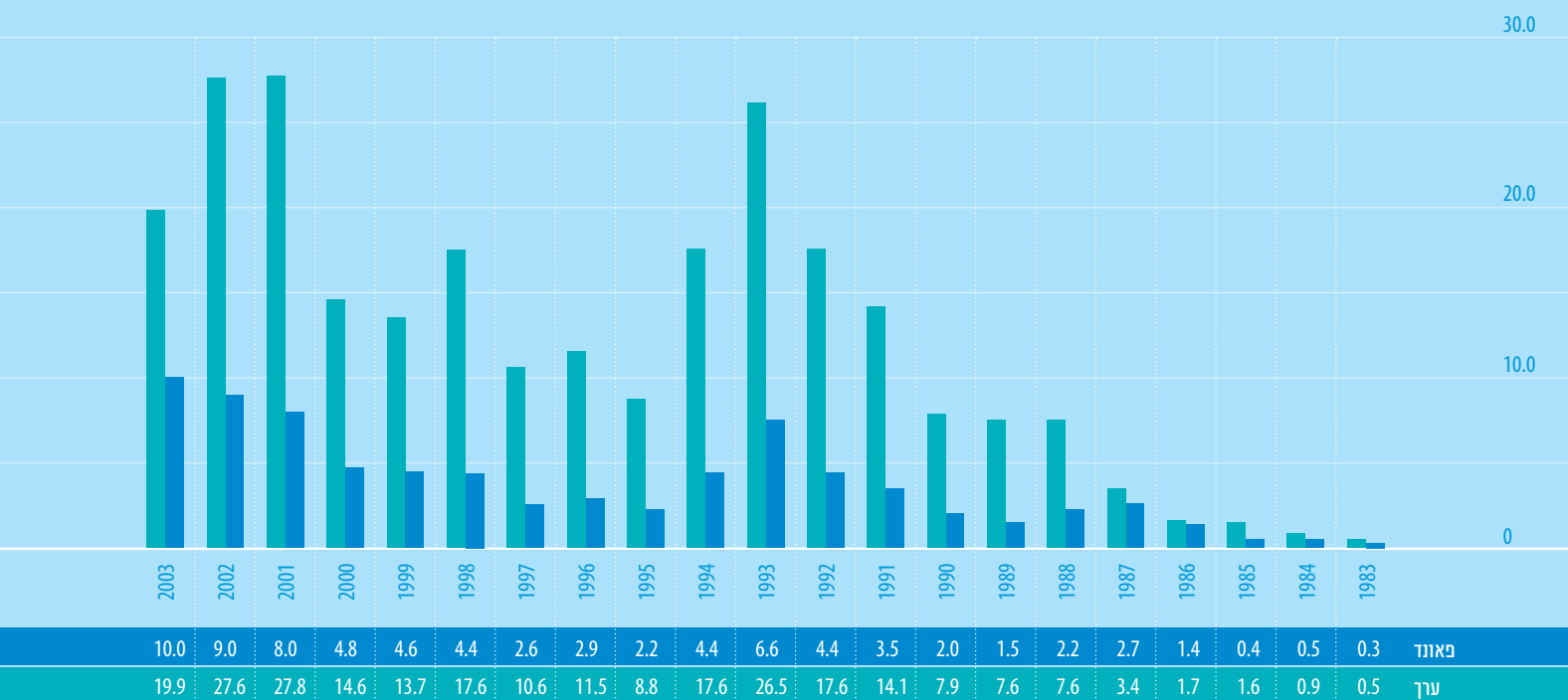
תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: צדפות (clams)



איור 2.6

תפוקת חסילונים בחקלאות המים בארה"ב (מיליוני פאונד ומיליוני דולרים) (נתונים מ-NMFS 2005)

תפוקה מחקלאות המים בארה"ב: חסילונים



שפמנון ובני כלאיים של דגי בס מפוספסים, ובכרות חוף משמשות לגידול חסילונים. נוהלי הגידול בבכרות משתנים ממקום למקום, בעיקר בהתאם למין שמגדלים.

מערכות סגורות/ממחזרות – מערכות יבשתיות, הנקראות בדרך כלל סגורות או ממחזרות, ומשמשות בעיקר כדי לגדל דגי מים מתוקים כגון אמנון ובני כלאיים של דגי בס מפוספסים. הן משמשות לעתים קרובות לשלב המדרגה של מינים רבים של חקלאות מים. חוקרים מפתחים עכשיו מערכות ממחזרות גם לדגי ים. מערכות אלה מורכבות בדרך כלל ממכלים לדגים ומסדרת מסננים שמנקים ברציפות את המים הזורמים דרך המערכת. במערכות ממחזרות יש מידה רבה של שליטה על פליטת פסולת, וניתן לשלב אותן עם צורות אחרות של חקלאות. כך, למשל, ניתן להשתמש בצמחים כדי לסנן נוטריינטים מתוך המים לפני שהם מוזרמים חזרה למערכת. העלות הגבוהה להעמדה ולהפעלה של מערכות מסוג זה מגבילה את השימוש בהן.

מערכות זרימה flow-through – תעשיית גידול הטרוטות בארה"ב משתמשת כמעט רק במערכות flow-through, מערכות יבשתיות שהמים מוזרמים בהן פעם אחת דרך מערכת הגידול ולאחר מכן מוזרמים חזרה לים. המערכות בנויות מתעלות מים מבטון או מאדמה, ועומדות על היבשה, אך אין שימוש חוזר במים כמו במערכות מסוג אחרות. יש פחות שליטה על שפכים, אך ניתן לטפל בהם בדרגות שונות. מערכות זרימה מסוג זה משמשות בעיקר כדי לגדל דגי מים מתוקים, אך יש להן פוטנציאל לשמש גם לגידול דגי ים. באירופה, למשל, יש מיני דגי ים שמגודלים במערכות יבשתיות, ששואבות מים מהים, מעבירות אותם במכלי הדגים, ואז שופכות אותם חזרה לים.

כלובים וכלובי רשת – בעולם יש מיני דגים רבים שמגדלים אותם בכלובי רשת ובכלובים. בארה"ב משתמשים בכלובי רשת בתעשיית גידול דגי הסלמון. מערכות כלובים שקועות במים משמשות לגידול מספר מינים שהם חדשים בחקלאות המים, כגון קוֹבְּיָה, amberjack (ממשפחת הצנייניים), moi ובקלה מסוג cod. שתי המערכות מורכבות מגוף סגור שבנוי מרשת. הרשת מאפשרת זרימת מים, המסלקת את הפסולת ומספקת זרם מתמיד של מים נקיים, ומצד שני מונעת יציאה של דגים. מכלאות רשת מוגבלות לפני המים, אך כלובים יכולים להיות שקועים במים. חוקרים עובדים על פיתוח של שיטות ושל מערכות לשיפור חקלאות המים בכלובים, כגון מערכות עגינה משופרות ומערכות הזנה ממוכנות. יש גם עניין בפיתוח טכניקות שיאפשרו שימוש באסדות קידוח שאינן בשימוש, כדי לתמוך במערכות כלובים של החקלאות הימית.

גידול רכיכות – נעשה שימוש במגוון רחב של שיטות כדי לגדל רכיכות כגון מולים וצדפות (oysters, clams). הטכניקות מתחלקות לרוב לשתי קבוצות – על הקרקעית ומעליה.

• **צדפות (clams)** – גידול צדפות אלה עדיין מצומצם בהשוואה לאיסוף מיני בר, אך הוא פלח חשוב של תעשיית חקלאות המים בארה"ב. באמצע שנות ה-90 של המאה הקודמת הוכפלה תפוקת הצדפות מסוג זה, מממצע שנתי של כ-2,200 טונות לקרוב ל-4,500 טונות, ונשארה יציבה יחסית ברמה זו (איור 2.5). ב-2003 הופקו קרוב ל-5,000 טונות צדפות מסוג זה מחקלאות מים, בשווי של קרוב ל-54 מיליון דולר. מדינות פלורידה, יורג'יניה וושינגטון הן המובילות בארה"ב בתפוקת צדפות אלה מחקלאות.

• **חסילונים** – תפוקת החסילונים בחקלאות המים בארה"ב עלתה בהתמדה במהלך העשור האחרון, אך ערכה המסחרי אינו יציב (איור 2.6). ב-2003 הפיקו מגדלי החסילונים קצת יותר מ-4,600 טונות חסילונים בשווי של קרוב ל-20 מיליון דולר. כ-75% מגידול החסילונים מתבצע בבכרות לאורך חוף טקסס. הוואי, יצרנית החסילונים השנייה בגודלה, הייתה אחראית לכ-20% מסך התפוקה בארה"ב ב-1998. עם זאת, תפוקת החסילונים בארה"ב מתגמדת בהשוואה ליבוא, שב-2004 עלה על 502,722 טונות בשווי של 3.7 מיליארד דולר.

בארה"ב מגדלים גם מספר מינים ימיים אחרים, הכוללים מולים (mussels), אוזן ים (סוג של חילון – abalone), קוֹבְּיָה ו-moi (מיני דגים), אך ברמות נמוכות יחסית. כמו כן מתבצע מחקר לבדיקת היכולת והכדאיות הכלכלית של גידול מינים אחרים בחקלאות מים. מינים שגידולם המסחרי נשקל בעתיד הקרוב כוללים הליבוט, בקלה (cod, sablefish), סנדלנית (flounder), טונה ודניס. מספר מינים מתוך אלה הוצעו כדגים אפשריים לגידול בחקלאות הימית בים הפתוח.

מתקנים ונוהלי גידול

בארה"ב ישנם יותר מ-4,000 מתקני חקלאות מים, בעיקר חוות לגידול שפמנונים במדינות הדרום (USDA, 1998). בהתאם למגמה הכללית במערכות לגידול בעלי חיים, יש ריכוזיות הולכת וגדלה בתעשיית חקלאות המים בשנים האחרונות (USDA, 2000). ב-1998 היו 5% מהחוות אחראיות ליותר מ-60% מסך המכירות מחקלאות מים בארה"ב, דבר שהצביע על רמה גבוהה של ריכוזיות, בדומה לתעשיות אחרות של בעלי חיים. תופעה זו בולטת במיוחד בתעשיית גידול דגי הסלמון ששולטות בה מספר חברות רב-לאומיות גדולות. סביר שאותן חברות גם יובילו את התעשייה כשהיא תתפתח ותכלול מינים אחרים כגון בקלה, הליבוט וטונה.

מגוון רחב של מתקני גידול נמצאים בשימוש בתעשיית חקלאות המים בארה"ב:

בכרות – בכרות, בין אם טבעיות או מעשה ידי אדם, הן המתקן הנפוץ ביותר במערכות חקלאות מים. בארה"ב, בכרות בפנים הארץ משמשות לגידול דגי מים מתוקים, כגון

עם מבט לעתיד

כיום החקלאות הימית היא רק חלק קטן מסך התפוקה האמריקאית בחקלאות מים, אך יש יוזמות מצד הממשלה ותעשיית חקלאות המים להגדיל את התפוקה הימית בשנים הקרובות. כך למשל, מחלקת המסחר האמריקאית שמה לה למטרה, כחלק ממדיניות חקלאות המים שלה, להגדיל את ערך התפוקה בחקלאות המים האמריקאית מהערך הנוכחי של 900 מיליון דולרים לשנה ל-5 מיליארד דולרים עד 2025. ובכל זאת, נראה שלא הייתה התקדמות רבה ביישום מדיניות זו מאז שאומצה. בעקבות הצעות החוק בזמן האחרון, התברר שהממשלה מעוניינת להרחיב את אזורי הגידול בחקלאות המים כך שיכללו גם מים פדרליים.

עם זאת, לא ברור אם הטכנולוגיה מוצבת ביבשה או אם יהיה זה כלכלי לתעשיית חקלאות המים להסתכן ולהתרחב לים הפתוח. כך למשל, דיוני כוח המשימה עם המנדטים ימיים, מצביעים על כך שעלות ההעמדה והאחזקה של כלובי ים במים בעומק מעל 200 מטר היא יקרה עד מאוד. עם זאת, עדיין ממשיך מחקר בנושאים כגון נקודות עגינה בודדות לכלובים, עיצובים מתקדמים לכלובים הצפים באופן חופשי, וחידושים אחרים שעשויים להתגבר על מכשול העלויות. המחירים המאמירים של הדלק, קמח הדגים ושמן הדגים יוצרים גם הם אתגרים כלכליים ומחקריים לתעשייה. כפי שקרה גם עם פיתוח מקורות אנרגיה בים הפתוח, כנראה יידרשו שיפורים בטכנולוגיה וברוחיות של החקלאות הימית לפני שהפריסה במעמקי הים תניב מודל עסקי איתן.

מגמה אפשרית בחקלאות הימית העתידית, בין אם היא קרובה לחוף או רחוקה ממנו, תהיה גיוון במינים שגודלו בה. דגי הסלמון עשויים עדיין למלא תפקיד מרכזי בתעשיית חקלאות המים, אך יש עניין רב במידע ובפיתוח שיטות הדרושים לגדל מינים אחרים באופן מסחרי, בעיקר מיני דגים. מספר מיני דגי ים, ובהם קוד, הליבוט, קוֹבֵיָה, דניס, כחלון וטונה, כבר נחקרים. גם החברות המצליחות שמגדלות רכיכות הבינו את הערך הטמון בגיוון המינים. בחלק הצפון-מערבי של האוקיינוס השקט הושקעו בשנים האחרונות מאמצים רבים לגדל צדפה מסוג giant geoduck clam.

כפי שאירע גם לסוגי חקלאות אחרים, ככל שהחקלאות הימית תתרחב, היא כנראה תיעשה אחידה וממוכנת יותר. הלחץ הכלכלי לאחידות ולמיכון גדול בייחוד במקרה של החקלאות הימית בים הפתוח, מאחר שעלויות האנרגיה והעבודה הקשורות להאכלה ולתחזוקת המתקן עולות ככל שמתרחקים מהחוף.

בעוד שבסוגי חקלאות מים מסוימים, למשל גידול דגי סלמון, נערכו מיזוגים והשקעות זרות, גידול רכיכות הושפע הרבה פחות ממגמות אלה. רוב תעשיית הרכיכות האמריקאית מורכבת ממפעלים קטנים, משפחתיים, עתירי

חקלאות מים על הקרקעית כוללת זריעת רכיכות, לרוב צדפות, ב"משתלות" ובשטחי גידול שניתן להגן עליהם, כדי שיוכלו להתגבר. כאשר הרכיכות מגיעות לגודל הרצוי ניתן לאסוף אותן. בחקלאות מים מעל לקרקעית נכללת תליית הרכיכות בעמודת המים בתוך מתקנים כגון כלובים, רשתות או שקים, או כאשר הן קשורות לחבלים.

תחומים בחקלאות המים שאינם קשורים להפקת מזון

נוסף על הפקת דגים למאכל שתוארה לעיל, תעשיית חקלאות המים בארה"ב כוללת גורמים נוספים, כגון תכניות השבה וגידול דגי נוי. חקלאות מים עשויה למלא תפקיד חשוב במאמצי ההשבה למיני דגי ים, במיוחד אלה שאוכלוסיותיהם התדלדלו כתוצאה מדיג יתר ומהרס בתי גידול. אף על פי שחקלאות המים אינה מטפלת בשורש הסיבות להתדלדלות אוכלוסיות בר, היא עשויה לעזור במאמצי ההשבה בכך שתספק פרטים שגודלו במדרגות כדי להגדיל אוכלוסיות בר. המאמצים להשבת אוכלוסיות דגי סלמון בסיכון מסתמכות רבות על תכניות הדגרה, וזאת למרות העלות הגבוהה של תכניות אלה, חילוקי הדעות לגביהן והצלחתן החלקית בלבד. חקלאות מים היא גורם חשוב במאמצי השבה למינים אחרים של דגים ורכיכות כגון בס, חדקן וצדפות.

גידול דגי נוי הוא פן חשוב אחר של חקלאות המים בארה"ב. איסוף דגים חיים מהטבע למטרות גידול באקווריום גרם נזק נרחב למערכות האקולוגיות של שוניות האלמוגים, בעיקר בדרום-מזרח אסיה. תעשיית דגי הנוי מספקת חלופות לדגים טרופיים שנאספים בטבע. בפלורידה, שמובילה כעת בתחום בתעשייה האמריקאית, כ-200 יצרנים מגדלים יותר מ-800 מיני דגי מים מתוקים בבִּרְכוֹת ובמערכות פנימיות סגורות (USDA, 1998). יש עניין רב במחקר הקשור לפיתוח חקלאות מים לדגי נוי ימיים. טכניקות לגידול סוסוני ים, חסילוני נוי ומגוון רחב של דגי שוניות נמצאות עכשיו בפיתוח, ועשויות להציע בעתיד הקרוב חלופה, שהיא גם בעלת פוטנציאל לרווח וגם טובה יותר מבחינה סביבתית, לאיסוף מינים מן הטבע לגידול באקווריום.

כפי שקרה גם עם פיתוח מקורות אנרגיה בים הפתוח, כנראה

יידרשו שיפורים בטכנולוגיה וברוחיות של החקלאות הימית לפני

שהפריסה במעמקי הים תניב מודל עסקי איתן.

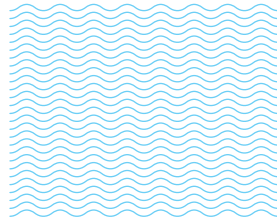
מההתדרדרות בשלל דיג הבר. עם זאת, קהילות אחרות דחו את פיתוח החקלאות הימית בקרבנותן. מטבעה, חקלאות ימית מצריכה מרחב למכלאות, לכלובים, לרפסודות או למכלים. שימושים אלה עלולים להתחרות על המרחב עם שימושים אחרים כגון שיט ודיג למטרות פנאי ודיג מסחרי. יש גם חשש מפגיעה אסתטית כאשר המבנים הצפים ממוקמים בקרבת חופים מפותחים. האופי הסובייקטיבי של ההשפעות האסתטיות הופך מציאת פתרונות לנושא מאתגר. נוסף על כך, הקהילות המדוברות הן אלה שישבילו מכל פגיעה סביבתית שתנבע מהחקלאות הימית. ייתכן שחלק מההשפעות הדרמטיות ביותר של החקלאות הימית על דייגים מסחריים יתבטאו בשווקים, כאשר תפוקת מוצרים מחקלאות מים בקנה מידה רחב, ללא קשר למקום הגידול, תיצור תחרות עם שלל הדיג. תחרות מעין זו בשווקי הסלמון הובילה למחירים נמוכים יותר עבור הצרכנים, אך גם הורידה מחירים סיטונאיים באופן כללי, דבר שהקשה מבחינה כלכלית על דייגים רגילים.

הגשמת ההבטחה של "המהפכה הכחולה" ופיתוח חקלאות ימית שהיא באמת בת-קיימא, יהיו תלויים גם בהתייחסות להשפעות הסביבתיות של החקלאות הימית - הנושאים שבהם דוח זה מתמקד - אך גם בהתייחסות להשפעות החברתיות והכלכליות שלה.

עבודה, המספקים תעסוקה רבה באזורים כפריים. יצרנים קטנים עלולים להתקשות בתחרות עם תאגידים גדולים, והצורך בצמצום עלויות העבודה, שהן בדרך כלל העלות השנייה בגודלה אחרי הזנה, מוביל לרוב להרחבת המיכון. מחקר בנושא המיכון כבר מתבצע במקביל לפיתוח כלובים ומערכות הזנה ממוחשבות. גידול הרכיכות עשה כמה צעדים בכיוון, בעיקר בתחום של מיכון שלב העיבוד. עם זאת, גידול רכיכות נשאר עתיר עבודה, ומספק תעסוקה רבה בקהילות כפריות לאורך החוף. רכיכות מגידול חקלאי, שהיו פעם מוצר מקומי או אזורי, משווקות יותר ויותר ברמה לאומית ובין-לאומית, ומכניסות דולרים מבחוץ הממריצים כלכלות מקומיות.

השינוי שחקלאות ימית עשויה לחולל בקהילות לאורך החוף הוא אחד הנושאים שיש להתמודד איתם כאשר מתחילים להפעיל חקלאות בים. כאשר תעשיית החקלאות הימית תתרחב לאזורים חדשים ותתמודד עם בעלי עניין שונים, האתגר המרכזי שהיא תעמוד בפניו יהיה ההשתלבות בתוך הקהילות לאורך החוף. קהילות אלה, באזורים רבים המתאימים לחקלאות ימית, נסמכו באופן מסורתי על דיג, ובעשורים האחרונים נסמכו יותר ויותר על תיירות. המשרות וההכנסות שהחקלאות הימית מביאה התקבלו בברכה בחלק מהקהילות, כולל בחלק מאלה שנפגעו קשה

פ ר ק 3 ניהול



מבוא

כדי להתייחס להשפעות חקלאות המים על הסביבה ימית יש צורך באמצעים מוגדרים שיתייחסו לחששות הספציפיים כגון בריחה, מחלות או זיהום המים. יהיה גם צורך לבצע שינויים במסגרת הכללית יותר של חוקים, מוסדות ומדיניות, המכתיבים את מיקום המתקנים של חקלאות המים, את דרך קבלת ההיתרים ואת אופן ההפעלה של חקלאות המים במי הים של ארה"ב. כל זה יהיה נכון עוד יותר אם חקלאות המים בארה"ב תועתק למרחקים הולכים וגדלים מהחוף, אל תוך מי ים פדרליים. הצורך במבנה ניהולי שלם לחקלאות הימית כבר צוין במחקרים ובדוחות רבים (NRC, 1992; Pew Oceans Commission, 2003; U.S. Commission on Ocean Policy, 2004; Cicin-Sain et al., 2005).

הוועדה הפדרלית למדיניות ימית (U.S. Commission on Ocean Policy) וגם ועדת האוקיינוסים של פיו (Pew Oceans Commission) המליצו על ניהול האוקיינוסים על פי ניהול אקולוגי מערכתי ועקרון הזהירות המונעת (precautionary principle) בעת קבלת החלטות ניהול וניצול משאבים. אם נרצה שחקלאות ימית תפתח ותתרחב בצורה סביבתית בת-קיימא, עליה להיות משולבת בניהול אקולוגי מערכתי ולפעול בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, הן במים שנמצאים בתחומי שיפוט המדינות הן במים בתחומי שיפוט הממשל הפדרלי. עם ניהול נכון, חקלאות המים יכולה לתרום בצורה חיובית לניהול אקולוגי מערכתי. מאידך גיסא, אם היא מנוהלת רע, חקלאות המים עלולה לגרום נזק לאיכות המים, לאוכלוסיות הדגים ולבעלי חיים אחרים החיים במים.



עם ניהול נכון, חקלאות המים יכולה לתרום בצורה חיובית לניהול

אקולוגי מערכתי. מאידך גיסא, אם היא מנוהלת רע, חקלאות

המים עלולה לגרום נזק לאיכות המים, לאוכלוסיות הדגים ולבעלי

חיים אחרים החיים במים.

הניהול החוקי הקיים בנושא החקלאות הימית אינו דואג למנהיגות פדרלית ברורה. גורמים רבים אחראים על היבטים שונים של אסדרה, אך אין רשות אחת המפקדת על תיאום התהליך כולו. הדבר יוצר תהליך מסורבל ומבלבל עבור מי שמנסה לקבל היתרים לחקלאות ימית. כמו כן מביא הדבר לבעייתיות באחריות הדיווח (accountability) בין הרשויות הפדרליות בנושא של פעילות החקלאות הימית והשפעותיה על הסביבה הימית. כתוצאה מכך, סמכות רבה יותר מצריכה אחריות רבה יותר מצד הסוכנות המובילה. ניתן להשיג זאת בצורה הטובה ביותר דרך מסר תקיף מהקונגרס, המבהיר שהחקלאות הימית לא תקודם על חשבון הסביבה הימית.

בפרק זה נבחן את המסגרת הניהולית הקיימת לחקלאות הימית. נראה איך חקלאות המים מבוקרת ברמה הפדרלית ובמספר מדינות, ונבדוק את מידת ההצלחה הסביבתית של הגישות השונות. כמו כן, נבדוק את החקיקה העומדת בפני הקונגרס כדי לאשר חקלאות ימית במים פדרליים. Cicin-Sain ואחרים (2001, 2005) פרסמו סקירה מקיפה בנושא ניהול חקלאות המים בארה"ב. מטרתנו איננה לבדוק מחדש את עבודתם, אלא להסתמך עליה כדי לטעון בעד רפורמה בחוקים ובמדיניות חקלאות המים ברמה הפדרלית. החקלאות הימית גדלה ומתרחבת במי הים של ארה"ב, והרפורמה תוכל לשמש בסיס להגנה סביבתית יעילה. בעזרת הסמכות החוקית המתאימה, במשאבים הטכניים והכלכליים ובמנדט חוקי ברור, רשויות ממשלתיות האחראיות על החקלאות הימית יהיו מסוגלות לקבל החלטות הנוגעות להתפתחותה העתידית. החלטות אלה ישמרו על שלמות המערכות האקולוגיות הימיות, יצמצמו קונפליקטים עם משתמשים אחרים במשאבים ימיים, ויבטיחו שבטווח הארוך השימוש במרחבים ובמשאבים הימיים ישאר לטובת הציבור.

תפקיד הממשל הפדרלי בחקלאות הימית

מספר חוקים פדרליים מתייחסים לחקלאות ימית, אך אף אחד מהם לא נוסח במכוון לנושא אסדרתה של החקלאות הימית. במקרים מסוימים יצרין חוק יחיד פעולה של יותר מסוכנות פדרלית אחת. התקנות הפדרליות העיקריות הנוגעות להיבטים סביבתיים של החקלאות הימית מסוכמות בטבלה 3.1.

החוקים הפדרליים

העיקריים שמתייחסים

לחקלאות הימית

STATUTE	PRIMARY AGENCY	DESCRIPTION/KEY PROVISIONS
National Aquaculture Act (16 U.S.C. 2801 et seq.)	U.S. Department of Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> Establishes a national aquaculture development plan Requires federal coordination of aquaculture activities.
Clean Water Act (33 U.S.C. 1251 et seq.)	Environmental Protection Agency (EPA)	<ul style="list-style-type: none"> Pollution discharge (NPDES) permits (33. U.S.C. 1342) Ocean discharge criteria (33. U.S.C. 1343)
	U.S. Army Corps of Engineers (COE)	<ul style="list-style-type: none"> Placing fill material in navigable waters of the United States (33 U.S.C. 404)
Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act (7 U.S.C. 136 et seq.)	EPA	Regulates use of pesticides
Rivers and Harbors Act of 1899 (ch. 425, 30 Stat. 1121)	COE	Siting of structures in navigable waters (33 U.S.C. 403)
Marine Protection, Research and Sanctuaries Act (33 U.S.C. 1401 et seq.)	COE	Disposal of dredged material at sea (33. U.S.C. 1431)
The Migratory Bird Treaty Act (16 U.S.C. 703 et seq.)	U.S. Fish and Wildlife Service (FWS)	Protects migratory birds requires permits for take of protected species
Endangered Species Act (16 U.S.C. 1531 et seq.)	National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and FWS	Protects federally listed species and their habitat
Marine Mammal Protection Act (16 U.S.C. 1361 et seq.)	NOAA and FWS	Protects marine mammals
Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act (16 U.S.C. 1801 et seq.)	NOAA	Manages harvest and possession of marine fish in federal waters
Food, Drug and Cosmetic Act (21 U.S.C. 301 et seq.)	Food and Drug Administration	Animal drug approval and regulation (including GMO approval)
Energy Policy Act of 2005	Minerals Management Service, Department of the Interior	Approve use of offshore areas for aquaculture under the procedures of the outer continental shelf lands act
Coastal Zone Management Act of 1972 (16 U.S.C. 1451 et seq.)	NOAA	Requires federal activities (including permits) to be consistent with state coastal management plans

תכנית שתמזער את הנזק למין הנידון. חוק ההגנה על יונקים ימיים קובע ש-NOAA והשירות הפדרלי לדגים ולחיות הבר אחראים לבדיקה ולאישור של כל פעילות שעלולה להרוג, לפצוע או להטריד יונקים ימיים. במקרה של שני החוקים הללו, הגוף שיש להתייעץ איתו נקבע לפי זהות היונק הימי או המין בסיכון. אם הקונגרס יעניק ל-NOAA סמכות נרחבת להתרת חקלאות ימית, כפי שהממשל דרש, המנהלת תעמוד בפני אתגר פוליטי, חוקי וניהולי במילוי תפקידיה החדשים, בעוד היא דואגת לתחומי האחריות שלה בנושא שמירת הטבע במסגרת החוק הקיים. על הקונגרס יהיה לספק הנחיה מדוקדקת ל-NOAA כך שתחומי האחריות החדשים לא יפגעו במנדט עתיק היומין שלה בענייני שמירת טבע.

היות שמכלאות וכלובים עלולים לסכן שיט, הם נכללים גם בתחום האחריות של חיל ההנדסה בצבא ארה"ב, מתוקף תפקידו כאחראי ליישום חוק הנהרות והמעגנות (Rivers and Harbors Act) מ-1899. לפי חוק זה, על חיל ההנדסה לקיים "בדיקה של עניין הציבור" (דרישה להתייחס לנושאים אחרים בעלי עניין ציבורי, כגון אסתטיקה, שמירת טבע, כלכלה ועוד נושאים רלוונטיים למתן היתר) ולהנפיק היתר תחת סעיף 10 של החוק לסיכוי שיט במימי ארה"ב. אף על פי שחיל ההנדסה מתייחס בדרך כלל להשפעות סביבתיות בבדיקתו, ומחויב לציית לחוק המדיניות הסביבתית הלאומית (National Environmental Policy Act) על ידי התייחסות להשפעות הסביבתיות של מתן היתר, יש לו שיקול דעת נרחב ומעט הכוונה ספציפית מהקונגרס באשר לאופן ההתייחסות להשפעות סביבתיות. תחת החוק הקיים, היתר לפי סעיף 10 הוא למעשה היתר מיקום למתקני חקלאות ימית. בחירת מיקום היא גורם מכריע בהשפעה הסביבתית של החקלאות הימית (תיבה 3.1).

אחד מתנאי חוק מדיניות האנרגיה (Energy Policy Act) מ-2005 מסמיך את מזכיר הפנים, לפי חוק אדמות מדף היבשת החיצוני (Outer Continental Shelf Lands Act), להחכיר אזורים ימיים ולהעניק הקלות לשימוש בהם או זכות מעבר בהם, אם הפעילות הננקטת באזורים אלה תומכת במטרות הקשורות לאנרגיה או ב"כל מטרה מאושרת אחרת הקשורה לים". לא ברור בדיוק מה הכוונה במשפט "כל מטרה מאושרת אחרת הקשורה לים", אך ייתכן שהיא כוללת החכרות פדרליות לחקלאות ימית, אם הפעילויות הללו נחשבות למורשות על פי חוק.

החוק לניהול אזורי החוף (Coastal Management Act) מספק כלי שיכול לשמש את המדינות כדי לוודא שפעילויות פדרליות אינן מתנגשות עם מאמצי המדינות לנהל אזורי חוף ומשאבים חופיים. חוק זה דורש שפעילויות פדרליות, כולל הנפקת היתר לפעילות פרטית, שמתבצעת בתוך אזור חוף או משפיעה עליו, תתאים "במידה המרבית האפשרית"

החוק הלאומי לחקלאות מים מ-1980 קבע שעידוד פיתוח חקלאות המים בארה"ב יהיה חלק מהמדיניות הלאומית. בעקבות זאת פותחה התכנית הלאומית לפיתוח חקלאות מים, הוקם גוף בין-משרדי - התת-ועדה לענייני חקלאות מים - כדי להגדיל את היעילות של תכניות חקלאות המים הפדרליות, והוקם מרכז מידע לאומי כדי לאפשר איסוף והפצה של מידע בנושא מחקר ופיתוח של חקלאות מים. החוק הלאומי לחקלאות מים פועל כמכשיר לעידוד ולתיאום, ואינו קובע דרישות מאסדרות עבור התעשייה.

חוק המים הנקיים הוא החוק הפדרלי העיקרי המסדיר את ההיבטים הסביבתיים של החקלאות הימית, אך הוא מוגבל לנושא בקרת זיהום מים. תפקידו בהתייחסות להשפעות חקלאות המים על הסביבה הימית נידון בפירוט בפרק 6. במסגרת חוק זה, רוב הכלובים או מתקני החקלאות הימית זקוקים להיתר כדי לפלוט מזהמים למימי הים בארה"ב. מפעלים המגדלים רכיכות, ושאינים מוסיפים מזון למים, אינם זקוקים להיתר.

חוק Magnuson-Stevens לשימור וניהול הדיג (Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act) הוא החוק הבסיסי המסדיר דיג במי ים פדרליים. החוק מגדיר "דיג" כפעילות הכוללת הבאת דגים לחוף או בעלות על מיני דגים הנתונים לניהול במסגרת התהליך הנקבע בחוק, בין אם הם נלכדו במים או נאספו ממתקן כליאה בים. מכיוון שכך, יש צורך לתקן את תכניות ניהול הדיג כדי לאפשר גידול מסחרי של המינים בניהול. אם כן, מצב החוק הנוכחי (אף שנראה כי מדובר בהשלכה לא מכוונת של ניסוחו) מקנה ל-NOAA ולמועצות האזוריות לניהול דיג המוקמות מכוח החוק, את הסמכות על החקלאות הימית, אלא אם כן תכנית הניהול של הדיג אינה מכסה את המין שמגדלים.

עד כה פעלו המועצות האזוריות לניהול דיג רק באופן מוגבל בעניין החקלאות הימית (GMFMC, 2005). המועצה לניהול דיג במפרץ מקסיקו הנפיקה היתר מיוחד למתקן ניסיוני לחקלאות ימית סמוך לאסדת גז ונפט ב-1997. ב-2005 היא הציעה תיקונים לתכניות ניהול דיג שיאפשרו גידול מסחרי פוטנציאלי של המינים הכלולים בחוק. ב-1996 תיקנה מועצת ניהול הדיג של ניו אינגלנד תכנית לניהול דיג כדי לאפשר סגירה של אזור בשטח 23 קמ"ר מול חופי מסצ'וסטס לגידול מסרקניות (סוג צדפה) בקרקעית הים.

חוק המינים בסיכון (ESA - Endangered Species Act) מחייב רשויות פדרליות להתייעץ עם NOAA או עם השירות הפדרלי לדגים ולחיות הבר (U.S. Fish and Wildlife Service) כתלות במין הנידון, בקשר לפעילות של הרשות שעלולה לפגוע במין בסיכון. אזרחים פרטיים שרוצים לנקוט פעולות שעלולות לפגוע במין בסיכון חייבים לקבל היתר ללכידה מקרית מהרשות הפדרלית המתאימה, ולהציג

המיקום הוא אחד הגורמים החשובים בתחום הנדל"ן, ומסתבר שגם בתחום החקלאות הימית. בכל פעם שכוח המשימה בדק את ההשפעות הסיביות של החקלאות הימית, הסתבר שהמיקום הוא לפחות חלק מהפתרון להשפעות השליליות. מיקומו של מתקן חקלאות ימית יכול להיות הגורם המבחין בין פעולה שהקהילה המקומית מתנגדת לה, שנכשלת כלכלית או שגורמת נזק סביבתי קשה, לבין פעולה שהיא בת-קיימא מבחינה כלכלית, סביבתית וחברתית. אף על פי שמיקום טוב אינו תחליף לניהול נכון ולאסדרה נכונה, הוא ללא ספק רכיב חשוב בחקלאות ימית נכונה מבחינה סביבתית.

כדי שהחקלאות הימית תתפתח בצורה מקיימת, יש צורך בקריטריונים ובהנחיות היכן רצוי להתקדם בפיתוחה, ועוד יותר חשוב – היכן לעצור. פיתוח קריטריונים להנחיית בחירת המיקום של מתקני החקלאות הימית ושל צפיפותם יהיה חיוני כדי להימנע מפגיעה סביבתית ומקונפליקטים בין משתמשים. הקונפליקטים עשויים לנבוע ממאמצים אזוריים רחבים יותר לניהול שימושיים לפי גישת המערכת האקולוגית – כפי שדרשו זאת הוועדה הפדרלית למדיניות ימית וועדת פיו לאוקיינוסים – או מניהול החקלאות הימית עצמה. לכל הפחות, יש להתחשב בנושאים הבאים בקביעת קריטריונים למיקום החקלאות הימית:

- קונפליקטים פוטנציאליים עם שימושי פנאי או עם שימושים מסחריים של האוקיינוסים;
- היכולת של השטח לפזר או להטמיע נטריינטים ופסולת אחרת שנפלטים מחוות בודדות, וגם על בסיס מצטבר;
- הקרבה של בתי גידול רגישים;
- פוטנציאל קשרי הגומלין בין פליטי חוות לאוכלוסיות בר;
- הסיכון להפצת מחלות בין חוות ומהחוות לאוכלוסיות בר;
- קשרי גומלין עם חיות בר.

הסמכות השיפוטית

על המרחבים והמשאבים הימיים:

שיקולים משפטיים ופוליטיים

הסמכות השיפוטית על מרחבים ומשאבים ימיים מקוטעת, ואינה חופפת לגבולות המערכות האקולוגיות הימיות (Pew Oceans Commission, 2003; U.S. Commission on Ocean Policy, 2004) (איור 3.1). חוק הקרקעות התת-ימיות (Submerged Lands Act) מ-1953 העביר למדינות את האחריות על קרקעות בים ועל מי ים, החל בקו החוף ועד למרחק 3 מיילים ימיים ברוב המקרים.⁵ יוצאים מן הכלל חשובים הם פלורידה וטקסס, שלפי תנאי מעמד המדינה שלהן שמרו על סמכות שיפוטית על מי ים ומשאבים ימיים עד למרחק של 9 מיילים במפרץ מקסיקו. תחום השיפוט של פלורידה לאורך החוף האטלנטי שלה משתרע למרחק הסטנדרטי של 3 מיילים מהחוף. הקטע שבין 3 ל-12 מיילים נמצא בשטח השיפוט של ארה"ב, וארה"ב מפעילה סמכות כלכלית וסביבתית על משאבים ימיים עד למרחק של לפחות 200 מיילים מהחוף. התחום האחרון הזה מכונה

למדיניות האכיפה של תכנית ניהול החוף של כל מדינה. יש להעריך פעילות המשפיעה על אזור החוף במדינה נתונה, ולבדוק אם היא מתאימה לתכנית של אותה מדינה. למדינה ניתנת זכות לערער על קביעת מידת ההתאמה. אם יש צורך, רשאי מזכיר המסחר לפסוק במקרים של חילוקי דעות בין מבקשי היתרים, הגורמים המנפיקים אותם והמדינה או המדינות. עם זאת, באופן מעשי, רוב ענייני ההתאמה נפתרים באמצעות שינויים בהיתר או בפעילות המוצעת.

תכנית ניהול החופים של מדינה היא תכנית מקיפה לניהול של משאבי חוף ושל הפעילות האנושית המשפיעה עליהם, במי הים בתחום המדינה ובשטחי הקרקע הנקבעים על ידי המדינה. הקונגרס תופס את החקלאות הימית כחלק מהתכנית לאזור החוף בשליטת המדינות, ובהתאם לכך הקצה תקציבים מיוחדים כדי לעודד את המדינות לשפר את תכניות החופים שהממשל הפדרלי אישר בתחום אחד או יותר, מתוך תשעה תחומים ספציפיים. אחד מהם הוא "שיפור נהלים והליכי תכנון הנוגעים למיקום מתקנים לחקלאות ימית, במסגרת רמת ההגנה הקיימת של משאבי החוף".

בר של דגים ושל מערכות אקולוגיות ימיות; באופן זה ניתן יהיה להפיק את מרב התועלת מהחקלאות הימית לאישוש אוכלוסיות בר ולשיפור מצבן.

תנאי העקביות בחוק ניהול אזור החוף מספקים למדינות כלי נוסף להבטחת התיאום בין מדיניות החקלאות הימית הפדרלית וזו של המדינות. אך כדי שהמדינות ישתמשו בכלי זה בצורה יעילה, יהיה עליהן לוודא שמדיניות, הקשורה לחקלאות מים, לאיכות מים, לניהול דיג, למינים פולשים ולמדיניות אחרת הקשורה להשפעות הסביבתיות הפוטנציאליות של חקלאות מים ימית, משולבת בתכנית שלהם לניהול אזורי החוף. למדינת פלורידה, למשל, יש תכנית חופית רחבה שכוללת יותר מ-20 חוקי מדינה, שהיא מאמינה שישפכו בסיס חזק להבטחת העקביות של כל מיזם חקלאות ימית שעשוי להיות מפותח במים הפדרליים הסמוכים.

ניהול חקלאות ימית על ידי המדינות

בשלב זה נעשית כל החקלאות הימית בארה"ב בתחום השיפוט העיקרי של המדינות. מחלקת המסחר האמריקאית מעודדת הרחבה ניכרת של חקלאות ימית אל תוך מי ים פדרליים, אך אילוצים כלכליים, הנדסיים ולוגיסטיים משפיעים על הקצב ועל ההיקף של התפתחות זו. ללא סובסידיה משמעותית תמשיך רוב החקלאות הימית האמריקאית בעתיד הנראה לעין להתקיים במים שבסמכות המדינות. כדי להעריך את ההשפעה הסביבתית של החקלאות הימית בארה"ב, חייבים להבין איך היא מוסדרת על ידי המדינות ומה היו התוצאות של האסדרה הזאת. בזמן הפגישות של כוח המשימה השתדלנו ללמוד ככל יכולתנו על אופן הממשק של החקלאות הימית במדינות שביקרנו בהן. פירוט מקוצר של ארבע מתכניות האסדרה הללו מובא בהמשך. סיכום זה אינו אמור להיות סקירה מקיפה, אך אנו מקווים שהוא יספק מבט כללי על חלק מהגישות השונות שנמצאות בשימוש.

אלסקה: חקלאות ימית לשיפור מצב אוכלוסיות הבר ולגידול רכיכות

ב-1990 חוקקה מדינת אלסקה חוק האוסר על גידול דגים במים בתחום שיפוטה. החקיקה באה כדי להגן על דגי הבר ועל המערכות האקולוגיות הימיות מפגיעה מצד חקלאות מים של דגים. עדיין יש מחלוקת אם הגורם המניע העיקרי לאיסור היה כלכלי או סביבתי. ללא קשר למניעים, האיסור מטעם המדינה לא הפסיק את ההתפשטות הדרמטית של החקלאות הימית - בעיקר של דגי סלמון אטלנטי לא-מקומי - בקולומביה הבריטית שמדרום לאלסקה. כמו כן, החוק לא הצליח להגן על הדיג באלסקה מהמכה הכלכלית שבאה בעקבות הגידול הנרחב בתפוקת דגי הסלמון בחוות ברחבי העולם בשנות ה-90 של המאה הקודמת.

האזור הכלכלי הבלעדי (אכ"ב; EEZ – Exclusive Economic Zone) בהתאם לאמנת האו"ם הנוגעת לחוק הים. כדי למנוע בלבול, בדוח זה מתייחס המונח חקלאות ימית לכל חקלאות במים מלוחים ללא קשר לגורם בעל הסמכות במים. כאשר נרצה להבחין בין סמכות פדרלית לזו של המדינה, נפרט תחת איזו סמכות שלטונית נמצאים המים - פדרלית או של מדינה מסוימת.

ההשלכות המעשיות של מפת הסמכויות החוקיות הן שהימים מחולקים מבחינה חוקית לשני אזורים - סמוך לחוף ורחוק מהחוף. האזור המרוחק מהחוף נמצא תחת סמכות פדרלית, והאזור הקרוב אליו נמצא ברובו בסמכות המדינה שהחוף נמצא בתחומה. כדי לפתח מדיניות משולבת לניהול הסיכונים הסביבתיים הנובעים מהחקלאות הימית, יידרש תיאום בין הגורמים הפדרליים השונים המעורבים, כמו גם תיאום בין הממשל הפדרלי, המדינות שלאורך החוף והשבטים הילידים.

החששות בעניין זכויות מדינה (states rights) והאינטרסים שלה הביאו לכך שמספר בעלי עניין הציעו שהמועצות האזוריות לממשק הדיג, שהוקמו בכוח חוק Magnuson-Stevens, ימשיכו להחזיק בסמכות החוקית על חקלאות ימית במי ים פדרליים. ניהול החקלאות הימית במים פדרליים על ידי המועצות האזוריות יבטיח תיאום בין החקלאות הימית למדיניות הדיג, אך יש לזכור כי רבים בקהילת דיג הבר מתנגדים לחקלאות ימית. אם המועצות האזוריות יקבלו את הסמכות בעניין החקלאות הימית, ייתכן שהן פשוט ידאאו את פיתוחה, לפחות לפי שעה. רפורמות נרחבות שנחקקו ב-1996 ורפורמות נוספות שהקונגרס שוקל כעת, מעוררות תקווה שלניהול הדיג בתחום המים הפדרליים יהיה בעתיד בסיס מדעי ואקולוגי איתן יותר. נראה שיהיה זה קצת חסר אחריות להוסיף לתחומי האחריות של המועצות גם את נושא החקלאות הימית, בזמן שהן נאבקות כדי ליישם רפורמות אלה. ובכל זאת, יש צורך לתאם באופן הדוק בין מדיניות החקלאות הימית לניהול הדיג, כדי להבטיח שפעילות החקלאות הימית לא תפגע במאמצי השימור של אוכלוסיות

יש צורך לתאם באופן הדוק בין מדיניות החקלאות הימית לניהול

הדיג, כדי להבטיח שפעילות החקלאות הימית לא תפגע במאמצי

השימור של אוכלוסיות בר של דגים ושל מערכות אקולוגיות ימיות;

באופן זה ניתן יהיה להפיק את מרב התועלת מהחקלאות הימית

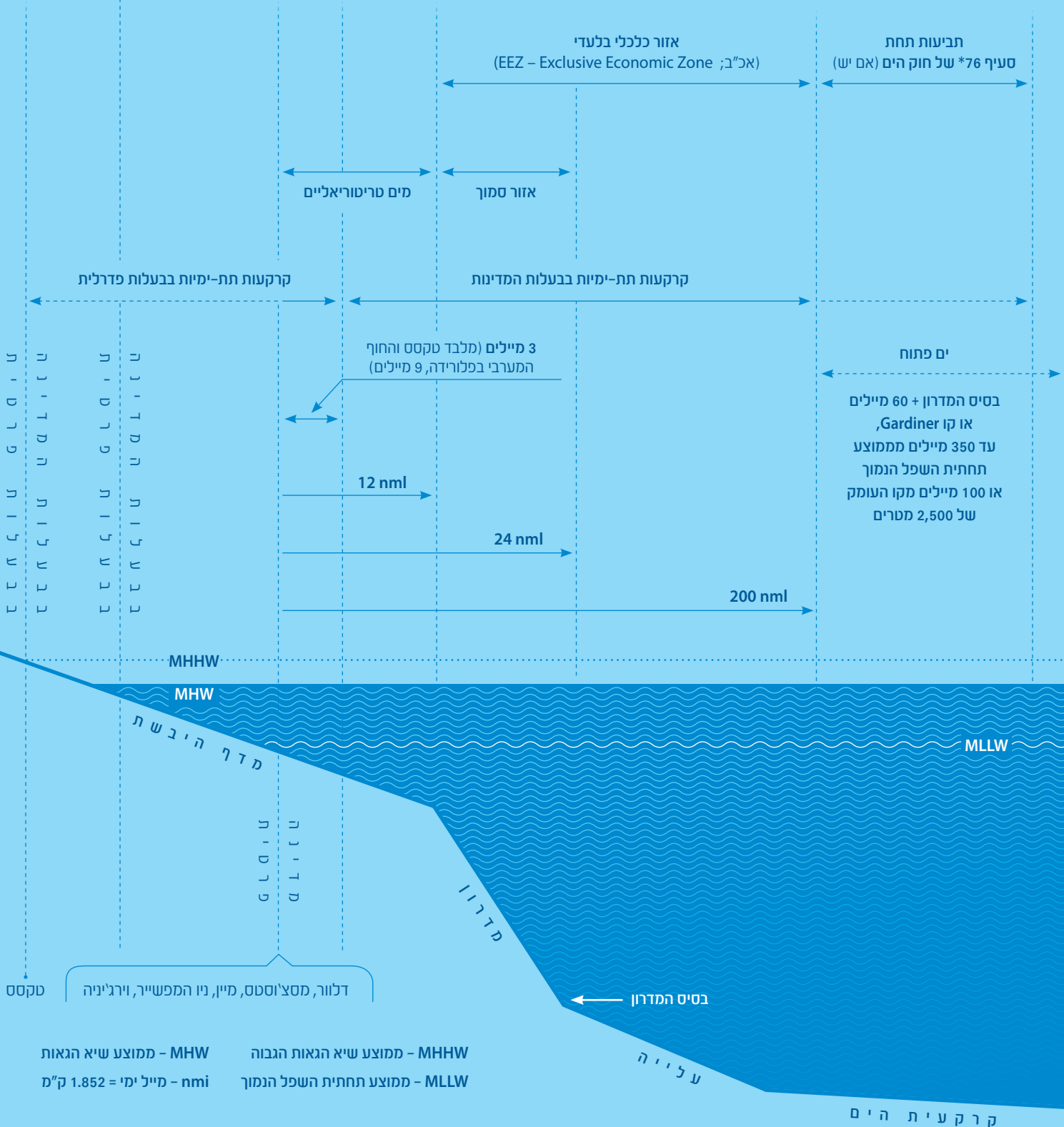
לאישוש אוכלוסיות בר ולשיפור מצבן.

איור 3.4

סמכות שיפוטית על

מרחבים ימיים

אלבמה, אלסקה, קליפורניה, קונטיקט, פלורידה, ג'ורג'יה, לואיזיאנה, מרילנד, מיסיסיפי, ניו ג'רזי, ניו יורק, קרוליינה הצפונית, אורגון, רוד איילנד, קרוליינה הדרומית, מדינת וושינגטון



MHW - ממוצע שיא הגאות
MHHW - ממוצע שיא הגבוה
MLLW - ממוצע תחתית השפל הנמוך
nmi - מייל ימי = 1.852 ק"מ

* אמנת האו"ם לחוק הים מאפשרת למדינות במקרים מסוימים לתבוע סמכות שיפוטית על שטח ימי מעבר ל-200 מיילים מהחוף.

כולל אזורים המוגדרים כשמורות ימיות. שיטה זו שמה דגש חזק בהערכה פרטנית של כל מקרה של חקלאות ימית בעניין היתרים וקביעת מיקום.

כעת יש שלושה אזורים מוכרים בים הפתוח, הכוללים 78 הקטרים של קרקעות תת-ימיות, שמתקיימת בהן חקלאות ימית בשלבים התחלתיים. כתוצאה מהמאפיינים האוקיינוגרפיים של המדינה, מתקנים שממוקמים במרחק של כמה מאות מטרים מהחוף, עלולים לפעול בתנאים של זרמים, חשיפה לגלים, עומק מים רב ומשתנים אחרים שדומים יותר לתנאים של ים פתוח מאשר לתנאים שסמוכים יחסית לחוף. עד כה גידל מפעיל אחד, Cates International, 136.4 טונות של moi (סוג דג) בכלובים תת-ימיים מול חוף Oahu. התחזית היא שתפוקת ה-moi תגדל ל-227.3 טונות ב-2006. מפעיל נוסף, Kona Blue Farms, מגדל סוג אחר של דג, amberjack, בכלובים תת-ימיים במרחק 800 מטר מחופי האי הוואי. אין נתוני תפוקה זמינים, אך עד כה נאספו 140,000 דגים שגודלו ב-2005, ומשקלם הממוצע עמד על 3.5 ק"ג.

מבקש היתר אחראי לבחירת האתר, למרות שהתאמת האתר ונושאים סביבתיים אחרים נבחנים על ידי המדינה במסגרת תהליך ההערכה הסביבתית. ההערכה מתבצעת על בקשת היתר, ונקבע אם יש צורך בהכנת תסקיר השפעה על הסביבה. עד כה לא נדרש תסקיר כזה למיזמים הפועלים כעת. כדי לפעול במדינת הוואי המבקש זקוק לשטר חכירה לקרקעות תת-ימיות ולהיתר לשימוש באזור שימור, שניהם ניתנים מטעם הנהלת מחלקת הקרקעות והמשאבים טבעיים. לפי חוקי מדינת הוואי, חקלאות ימית מוגבלת למינים מקומיים. על העותר להגיש תכנית לתגובת חירום, תכנית עסקית ותכנית לניהול המתקן כחלק מהגשת הבקשה. לפני שמופק היתר השימוש, יש לבצע שימוע ציבורי באתר ליד השטח המוצע לחכירה.

למדינה יש שיקול דעת נרחב בעניין התנאים בשטר החכירה של קרקעות תת-ימיות. אף על פי שמותר לה להעמיד למכרז פומבי אדמות פנויות לחכירה, היתרי החכירה הנוכחיים הוענקו באופן ישיר לפי שיקול דעתה של המדינה. מתוך השטחים החכורים כעת, רק שני מקרים הוגבלו בזמן: אחד ל-15 שנים עם אופציית הארכה ל-10 שנים נוספות, והשני ל-20 שנה. המדינה גובה תעריף שנתי קבוע תמורת ההחכרה, ורשאית לקבוע תשלום של אחוז מההכנסה, אף על פי שהדבר לא נעשה בחכירות הנוכחיות. ההכנסה מהחכירות מועברת לקרן מיוחדת לניהול קרקעות תת-ימיות. תנאי חכירה נוספים כוללים:

- דרישה לערבות בנקאית שתבטיח את הסרת המתקן בסוף תקופת החכירה;

למרות העיונות כלפי גידול מסחרי של דגים, מדינת אלסקה אינה מתנגדת לחקלאות ימית. יתר על כן, היא קידמה תכנית חקלאות ימית, אולי הגדולה בעולם, לגידול דגי סלמון צעירים כדי לאושש אוכלוסיות בר. חזרתם של דגי הסלמון להטיל בנהרות שבקעו בהם הצטמצמה מאוד בסוף שנות ה-60 של המאה הקודמת, והחל בשנות ה-70 המוקדמות בנתה המדינה סדרת מדגרות דגים שרוכזו בדרום-מזרח המדינה ובמרכזה, כדי לגדל דגים ממינים שונים של סלמון, אך בעיקר מהזנים chum וקרוד.

בשנים הראשונות של התכנית היו בעיות עם מיקום וגם עם נוהלי גידול וגנטיקה. עם זאת, בתכנית העכשווית יש ניטור מדוקדק של הגנטיקה של דגי המדגרות, והמדגרות מוקמו כדי למנוע תחרות עם מסלולי חזרה קיימים. כל דגי המדגרה מסומנים, וחזרות מנוטרות כדי להעריך את בריאותם ואת תרומתם היחסית לשלל של דגי בר ודגי מדגרות. תרומת דגי המדגרות משתנה משנה לשנה, אך כשליש מתפוקת דגי הסלמון מסוג chum, מקורה בדגים ששוחררו ממדגרות. לאור זאת, מדגרות אלה תורמות באופן משמעותי לכלכלת אזור החוף באלסקה. מדגרות מסוימות - אלה המגדלות בעיקר דגים למטרות ספורט - ממומנות על ידי המדינה, אך רוב המדגרות מצליחות לעמוד בהוצאות בעזרת מס עצמי שמוטל על הדייגים בגין הדגים שמובאים ליבשה, וממכירת דגים שמצליחים לחזור למדגרות. בשנים האחרונות קשה יותר למדגרות לשרוד, כיוון שמחיר השוק הנמוך עבור דגי הסלמון - שנובע מהתחרות מצד חוות הדגים - גרם לירידה בהכנסות משני המקורות הללו. המחירים הגבוהים של דגי הסלמון השנה עשויים להאט או להפוך מגמה זו, לפחות לטווח הזמן קצר.

לאלסקה יש גם תעשייה קטנה אך מתפתחת של גידול רכיכות, שמסתייעת במדגרות ממשלתיות המספקות "זרע" למגדלים מסחריים. יש למדינה גם תכנית אסדרה מפותחת, מבוססת-קהילה, לגידול רכיכות, שהדיון עליה יורחב בפרק 4.

הוואי: החכרה במרחק מהחוף

מדינת הוואי מחכירה קרקעות תת-ימיות ואת המים שמעליהן למטרות חקלאות ימית, בשיטה שצורתה העכשווית מבוססת על חקיקה מ-1999. בניגוד לרוב המדינות בארה"ב, בהוואי מנוהל תכנון שימושי הקרקע בעיקר ברמת המדינה, ותכנית החכירה הימית נובעת מסמכות זו. למדינה ארבע הגדרות אזור לפי שימושי קרקע: עירוני, חקלאי, כפרי ולשימור. לאזור 4, אדמות לשימור, יש ארבעה תתי-אזורים: מוגן, מוגבל, משאב וכללי. כל 11,330 הקמ"ר של הים השייכים למדינה מוגדרים "משאב", והחקלאות הימית מותרת בהם אם מקבלים שטר חכירה והיתר. נראה שהוואי לא אסרה על קיום חקלאות ימית מלכתחילה, בכל חלק ששייך למימיה,

- היתר לפליטת מזהמים במקרה שבמתקן יגודלו יותר מ-45 טונות דגים (משקל חי) לשנה.

תנאי הסף לקבלת היתר פליטת מזהמים מותאמים לקריטריונים שקבעה הסוכנות האמריקאית להגנת הסביבה (EPA) עבור מתקני חקלאות ימית, כפי שמתואר בפירוט בפרק 6. צדפות לצריכה אנושית מותרות לגידול רק בתוך אזורים שקבעה המדינה לגידול צדפות. מפעילי כלובי רשת שאינם נשמעים לתנאי החכירה ולנוהלי הממשק המיטבי שנקבעו, מסתכנים בביטול של שטר החכירה או היתר ההפעלה ובקנס על העבירות שבוצעו. הנהלים המיטביים עבור חקלאות ימית בכלובי רשת יהיו באחריות המחלקה לחקלאות ולשירותי הצרכן של מדינת פלורידה. הם יכללו קריטריונים והליכים לבחירת אתרים, לממשק מזון, לממשק לפסולת מוצקה ולסילוקה, לממשק למניעת בריחה, להפעלה ולתחזוקה של מתקנים, לבריאות הדגים ולניהול רשומות.

אף על פי שהנהלים המוצעים מכסים באופן כללי את התחומים הסביבתיים הרגילים, ייתכן שחסר בהם פירוט מספיק שיוכל לספק ממשק משמעותי אם תקום חקלאות ימית של דגים בפלורידה. כך, למשל, נוהלי המיקום אינם אוסרים על מיקום החקלאות הימית באזורים ימיים מוגנים או בבתי גידול רגישים אחרים, אינם קובעים אזורי חיץ כדי להגן על שטחים רגישים, ואינם דורשים מיקום מושכל כדי למתן קונפליקטים בין משתמשים. אף על פי שדגים לגרעיני רבייה אמורים להיאסף באותו אזור שבו ימצא המתקן המוצע, אין חיוב לסימון כלשהו של דגים מגידול חקלאי. אין מגבלות על גידול אורגניזמים שהם תוצר של הנדסה גנטית. עם זאת, סביר להניח שכל מי שירצה לגדל דגים במי פלורידה יזדקק להיתר לפעילות מיוחדת מטעם הוועדה לשימור הדגים וחיות הבר של מדינת פלורידה, ובצורה כזאת תהפוך החלטת הוועדה לאסור על שימוש באורגניזמים מהונדסים לשימיה גם במקרה של החקלאות הימית. הוועדה לשימור הדגים וחיות הבר של פלורידה יכולה להטיל דרישות נוספות על גידול דגים בכלובי רשת בתוקף סמכותה להגן על הדגים ועל חיות הבר של פלורידה.

מדינת מיין: הלקחים שהופקו

מיין היא המדינה המובילה בתחום החקלאות הימית בארה"ב. ב-2004 הניבה החקלאות הימית במדינה 8,620 טונות שלמון אטלנטי, מעל 450 טונות מולים כחולים (blue mussels) ובין 130 ל-230 טונות צדפות (DMR, oysters) (2006). שלל זה התקבל מכ-5.2 קמ"ר של קרקעות תת-ימיות חכורות. גידול דגי הסלמון במיין התחיל בצורה רצינית בשנות ה-80 של המאה הקודמת, והגיע לשיא בשנת 2000 עם תפוקה של 16,300 טונות. אך בשנת 2003, שילוב של גורמי שוק, תביעות משפטיות ומחלות הורידו את התפוקה ל-6,000 טונות. אין נתוני תעסוקה לכלל המגזרים בחקלאות הימית, אך ב-1997 סיפקו מדרגות סלמון מסחריות ותהליכי עיבוד כ-800 מקומות עבודה במיין (Alden, 1997).

- תנאי הקובע שדגים שנמלטים מהמתקן הופכים לרכוש הציבור;
- אמצעים שיינקטו כדי למגר אפשרות של בריחה;
- הצהרה בעניין מידת הבלעדיות של החכירה (למשל - מידת הגישה הציבורית, אם בכלל, לשטח החכור);
- הגבלות על העברות החכירה.

נראה שהדאגה הציבורית בהוואי בעניין החקלאות הימית קשורה פחות להשפעות הסביבתיות ויותר לזכויות גישה מסורתיות וחוקיות לשטחי דיג. הוספת ניהול מודרני של זכויות קניין - חכירה של שטח ימי - על שטח שהוכר לפני כן כרכוש ציבורי או על שטח שיש בו זכות דיג המבוססת על המסורת של תרבות הילידים בהוואי, העלתה נושאים רגישים הקשורים לגישה ולזכויות. עם זאת, נראה שהחוכרים הנוכחיים הצליחו להתייחס לרוב החששות הללו בעזרת משא ומתן ודיאלוג עם בעלי העניין (Suryanata and Umemoto, 2003).

נתוני ניטור שלא פורסמו מצביעים על כך שלפעילות הנוכחית של החקלאות הימית בהוואי אין השפעה משמעותית על איכות המים. מחקרים שפורסמו באחרונה (פרטים בפרק 6), מתעדים שינויים משמעותיים בביולוגיה של קרקעית הים באזור של אחד המתקנים. אם החקלאות הימית תתרחב בהוואי באופן משמעותי, יהיה עלינו לחכות ולראות אם הרמה הנוכחית של ההשפעה הסביבתית והרמה הנוכחית של הכבוד ההדדי והאדיבות בתהליך החכירה יישמרו.

פלורידה: דגש על נוהלי ממשק מיטביים

תעשיית החקלאות הימית בפלורידה מורכבת בעיקר מגידול צדפות, ונמצאת במקום השלישי בארה"ב מבחינת ערכה. בשלב זה אין מתקני גידול לדגים בשטחים הימיים השייכים למדינה. אמנם הוגשו מספר בקשות בעבר, אך הן נדחו מסיבות שונות. היות שמדף היבשת רדוד מאוד לאורך חוף מפרץ מקסיקו, ובגלל הקיום המתמיד של סכנת הוריקנים, ייתכן שהתנאים לגידול דגים בכלובים במי הים של המפרץ בשטח פלורידה אינם מיטביים. עם זאת, פלורידה נקטה גישה יוזמה בהכנות לאפשרות של גידול דגים במי הים שבשליטתה. כתגובה לבקשות מבעלי עניין שונים כינסה המדינה קבוצת עבודה ב-2005 כדי לפתח נוהלי ממשק מיטבי (BMP, Best Management Practice) עבור החקלאות הימית בכלובי רשת במי המדינה. אף על פי שהנהלים שהוצעו אינם סופיים עדיין, הכיוון של ההמלצות ברור.

מפעילים של כלובי רשת לדגים הפועלים במימי מדינת פלורידה חייבים ב:

- היתר הפעלה מטעם המדינה;
- שטר חכירה מהמדינה על השטח שהחקלאות הימית תתקיים בו;

מפרט הגבלות שפכים מספריות. הוא קובע תנאים כלליים כגון מהירות זרם מזערית לאתר החווה, דרישה שלא תהיה "הרעה משמעותית באיכות המים" ודרישה שפליטות לא יגרמו להפרה של תקני איכות המים במרחק של יותר מ-30 מטר מקצה כלובי הרשת.

ב-1991 ייסד בית המחקרים של מיין תכנית ניטור חובה לחקלאות ימית של דגים כדי לדאוג לניטור עקבי ומקיף של חוות לגידול סלמון וטרטות. לאור האופי הכללי של תהליך הרישוי לחקלאות ימית במדינת מיין, נושא הניטור נעשה חשוב במיוחד. לאחר סקירה ובחינה של התכנית ב-2003 הוצעו שינויים כדי לשפר את יכולתה להעריך השפעות של חקלאות ימית על הסביבה (DMR, 2003). הומלץ שתהיה הגדרה ברורה יותר של משך הזמן ושל המרחב שתקני איכות המים ייושמו בהם, ושיפוטחו שיטות לקביעת כושר הנשיאה של גוף מים נתון לחקלאות מים. הסקירה גם יעצה לבחון השפעות של זיהום במרחקים גדולים ולאפיין בצורה טובה יותר את הנוטריינטים והחומרים האורגניים הנפלטים ממתקני חקלאות ימית. היא גם המליצה לכמת את ההשפעות על הֶבְנֶתוּס (benthos - האורגניזמים השוכנים בקרקעית הים) ואת ההערכות של תקנים מספריים.

ההקשר לרפורמה הפדרלית

מספר מחקרים מצאו שלרשויות פדרליות יש "סמכות סטטוטורית מוגבלת, ולעתים קרובות לא ברורה, לחקלאות ימית בים הפתוח (Cicin-Sain et al., 2001). ללא סמכות ברורה ומקיפה, לרשויות הפדרליות הפרטניות נותר רק לפקח על היבטים מסוימים של החקלאות הימית, כגון פליטת מזהמים, סיכונים לשיט וההשפעה על דגים ועל בעלי חיים אחרים החיים במים. כתוצאה מכך, לפי NOAA, נוצרת "אי-ודאות באסדרה", שיוצרת מכשול משמעותי לפיתוח התעשייה. מאידך גיסא, היתר אחד בלבד תמיד דרוש למתקני חקלאות ימית בים הפתוח - היתר מיקום מחיל ההנדסה האמריקאי. נראה כי היתר זה, וחוקים אחרים ישימים, לא יסיפיקו כדי לטפל בצורה מקיפה בסיכונים שנלווים לחקלאות הימית בים הפתוח (Hopkins et al., 1997).

ב-1992 ביצעה המועצה הלאומית למחקר בארה"ב מחקר שהעריך את הטכנולוגיה וההזדמנויות לחקלאות ימית. כבר באותו זמן היה ברור שדיג בים מגיע לגבולות היצרנות שלו. ההמלצות העיקריות של מחקר זה כללו ביצוע שינויים בתפקידי הרשויות הפדרליות והרשויות של המדינות כדי "לספק מסגרת מאסדרת ותקציבית המעודדת את גידול התעשייה תוך וידוא שיש התייחסות לחששות סביבתיים" (NRC, 1992). מועצת המחקר המליצה במיוחד שהקונגרס ייצור מסגרת חוקית:

- לטפח פיתוח מתאים של חקלאות ימית;
- לחזות קונפליקטים פוטנציאליים בעניין ניצול המשאבים הימיים;

רוב המחלוקת סביב נושא חקלאות המים במיין התייחסה לחוות הסלמון שהן 58% מכל שטחי החכירה לחקלאות מים, ומרוכזות בשני המחוזות הצפוניים ביותר במדינת מיין. מבקרי התעשייה מונים את זיהום המים, את האסתטיקה ואת ההשפעה של גידול דגי הסלמון בחוות על הסלמון האטלנטי הנתון בסכנת הכחדה, כחששות העיקריים שלהם.

מאז המאה ה-19 פוחתת החזרה הטבעית של דגי הסלמון לשטחי ההטלה שלהם בצפון-מזרח ארה"ב. כבר בשנות ה-70 של המאה ה-19 החלו מאמצים להשלים את הרבייה הטבעית בעזרת מדגרות (NRC, 2004a). בנובמבר 2000 נרשם סלמון אטלנטי בר בחוק המינים בסכנת הכחדה כמין בסכנת הכחדה לאומית, מהחלק התחתון של נהר ה-Kennebec ועד הגבול עם קנדה (ללא נהר ה-Penobscot). ב-2002 ההערכות הן שפחות מ-900 דגי סלמון חזרו להטיל בנהרות מיין. נהר ה-Dennys נשפך למפרץ Cobscook, אזור שיש בו אחד מהריכוזים הגדולים של חוות לגידול דגי סלמון במיין. מ-1993 ועד 2001 נע אחוז דגי החוות שנפלטו ונמצאו במסלולי החזרה הטבעיים של הסלמון בין 44% ל-100% (NRC, 2004a). בעקבות התפרצות של מחלה המכונה מחלת אנמיית הסלמון הזיהומית (ISA) אצל דגי הסלמון במפרץ Cobscook, נכחדו כל דגי הסלמון בחוות במפרץ בתחילת 2002.

התדיינות משפטית בין קבוצות ציבוריות ומפעילי חוות לגידול דגי סלמון הביאה לשינויים משמעותיים בתעשייה ובפיקוח עליה. ההיסטוריה של המשפטים הללו והשלכותיהם בתחום הממשק הסביבתי של חקלאות המים נידונות בפרק 6. שינוי מרכזי שנכפה בעקבות התביעות המשפטיות הוא האיסור החל על גידול הזן האירופי של דג הסלמון בחוות, בניגוד למצב שהיה נהוג בעבר. חוות לגידול דגי סלמון במיין עדיין מרוכזות בקרבה לנתיבי חזרה טבעיים בסיכון. יש טענות שהתפתחות החקלאות הימית הביאה גם לקשרי גומלין עם יונקים ימיים, בעיקר כלבי ים, אך אוכלוסיות כלבי הים ממשיכות לגדול (DMR, 2003). שיפורים בחומרי הזנה ובשיטות הזנה צמצמו את כמות המזון המשמשת לכל טונה של תפוקת דגים.

המחלוקה למשאבים ימיים של מדינת מיין מפקחת על החכירה והניטור, וגם אחראית באופן כללי על ניהול דיג ימי ומשאבים ימיים אחרים. המחלוקה מדגישה תקנים מבוססי תוצאות במקום להסתמך על "אילוצים" מספריים במאמץ לאפשר גמישות למפעילים, כדי שיחליטו בעצמם איך להגיע לתוצאות הרצויות. זיהום מים מחוות לגידול דגי סלמון מטופל ברוב האזורים בעזרת היתר כללי לפליטות מזהמות, שמנפיקה המחלוקה להגנת הסביבה של מדינת מיין. המחלוקה מאמינה שגישה זו מתאימה למים שיש להם יכולת הטמעת מזהמים גבוהה יחסית לרמת הפליטות הצפויה (DEP, 2002). חוות באזורים שנמצאו מתאימים לשימוש במערכת הללו אינן חייבות בהיתר אישי לפליטות מזהמים, אך חייבות לציית לתנאים בהיתר הכללי. ההיתר הכללי אינו

- להעריך השפעות סביבתיות פוטנציאליות של החקלאות הימית;
 - לפתח אמצעים לצמצום של השפעות בלתי נמנעות;
 - להקצות זכויות קניין ותשואות הוגנות מפעילויות של חקלאות ימית.
- NOAA הביעה דעה ברורה בעניין ניהול החקלאות הימית כאשר הפיקה את **תקנון ההתנהגות לחקלאות ימית אחראית באזור הכלכלי הבלעדי של ארה"ב** (Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development (NOAA, 2003) (in the U.S. Exclusive Economic Zone מסמך זה פותח בעזרת שיתוף פעולה נרחב מצד מדענים מתחום החקלאות הימית, מאסדרים ממשלתיים, תעשיית החקלאות הימית וקהילת שומרי הטבע. התקנון שואב רבות מתקנון ההתנהגות לדיג אחראי של ארגון המזון והחקלאות של האו"ם, שבעצמו כולל פרק על חקלאות ימית. בשני המקרים הציות לתקנונים הוא מרצון, ואינו מחייב.
- התקנון של NOAA קורא לחקלאות הימית "לאמץ את העיקרון המנחה של גישת הזהירות המונעת בשילוב עם ממשק מסתגל (adaptive) כדי להשיג פיתוח בר-קיימא במי הים". הוא גם קורא לקביעת רשות אחת שתהיה בעלת "הסמכות הכללית" לתיאום, לתמיכה, לאסדרה ולקידום של כל פעילות של חקלאות ימית במי הים שנמצאים תחת סמכות הממשל הפדרלי. התקנון ממליץ על פיתוח תכנית ממשק לחקלאות ימית במים פדרליים אשר:
- תפרט בצורה ברורה את מטרות הממשק, הערכת ההשפעות, דרישות הניטור וצמצום ההשפעות השליליות;
 - תכלול תקנים שנקבעו מראש או תקבע גבולות מותרים להשפעה;
 - תפתח קריטריונים לבחירת מיקום כדי "לעודד בהירות, עקביות וזהירות מונעת בתהליך ההיתר";
 - תזהר אזורים שמתאימים לחקלאות ימית לאחר סקירה סביבתית מקיפה;
 - תדאג להשתתפות בעלי עניין בקבלת החלטות הנוגעות לתכנון ולרישוי.
- בעניין תהליך הרישוי לחקלאות ימית בים הפתוח, התקנון ברור ביותר. הוא ממליץ:
- ליצור היתר יחיד ומאוחד עבור מתקני חקלאות ימית באזור הכלכלי הבלעדי;
 - להפיק מדרך להערכת אתרים לשימוש מבקשי ההיתרים;
 - להקים שטחי חכירה ארוכי טווח לחקלאות ימית בים הפתוח;
 - לפתח נוהלי ממשק מיטבי לחקלאות ימית בים הפתוח ולכלול אותם כתנאים לקבלת היתרים;
- ליצור תכניות ממשק מבוססות-ביצוע לפעילות חקלאות ימית, כדי לספק בסיס אובייקטיבי לניטור ולאכיפה;
 - להגדיר תקנים למסורות תרבותיות ספציפיות שיכולים לשמש תנאים להיתרים ונקודות ייחוס לפיקוח על עמידה בתנאים אלה;
 - ליצור היתרי שימוש כדי להמליץ על אמצעי ממשק זמניים עד הפעלת התקנות;
 - ליצור תהליכים שקופים המעריכים את הציבור בהחלטות של תכנון ומתן היתרים.
- בעוד שהדוח של המועצה הלאומית למחקר ב-1992 המליץ על חיזוק התפקידים הקיימים של הרשויות כדי לקדם את נושא החקלאות הימית, Cicin-Sain ואחרים (2005) המליצו על שינוי יסודי יותר של מערכת הניהול הפדרלית לחקלאות הימית. מבין מקורות שונים של מידע, סקרו המחברים את ניסיון של מדינות אחרות בממשק של חקלאות ימית (תיבה 3.2). Cicin-Sain ואחרים המליצו להעניק ל-NOAA את הסמכות הראשית על חקלאות ימית במים פדרליים. הם הציעו שהקונגרס יקים רשות חכירה לשטחים ימיים עבור חקלאות ימית, ו-NOAA תנהל את התכנית וגם תמלא תפקיד מוביל בתיאום בין הרשויות הפדרליות השונות האחראיות להערכת ההשפעות הסביבתיות של החקלאות הימית.
- ההמלצות הסביבתיות העיקריות של Cicin-Sain ואחרים (2005) כללו בין היתר:
- עריכת מיפוי מקיף של אזורים ימיים כדי לזהות אזורים מתאימים לחקלאות ימית בים הפתוח;
 - אישור הקונגרס לכך שחוק המדיניות הסביבתית הלאומית חל על מים פדרליים;
 - הערכה של ההשפעה הסביבתית של החקלאות הימית בים הפתוח שתונחה על ידי זיהוי מחויבות ל:
 - קיימות;
 - עקרון הזהירות המונעת;
 - דאגה לכושר הנשיאה של הסביבה;
 - הערכה וניטור מקיפים;
 - ממשק אקולוגי מערכתי ומסתגל;
 - שיתוף נרחב של הציבור ושקיפות;
 - ניטור ואסדרה של חקלאות ימית בים הפתוח -
 - יודאו שהיא לא תחרוג מהתקנים הסביבתיים או מכושר הנשיאה של הסביבה;
 - יהיו גמישים ומסתגלים, כדי שגיבו לשינויים בנוהלי הפעלה או בתנאים סביבתיים;
 - מפעילי מתקנים של החקלאות הימית בים הפתוח יהיו אחראים לתיקון נזקים, לשיקום או לפיצוי כספי.

יש מספר מדינות בעולם שהחקלאות הימית בהן גדלה הרבה יותר מהר מאשר בארה"ב. כתוצאה מכך, יש להן הרבה יותר ניסיון בהתייחסות לפיתוח חקלאות ימית כתעשייה ובהתייחסות להשלכות הסביבתיות, החברתיות והכלכליות של אותו פיתוח. Cicin-Sain ואחרים (2001) בחנו את הניסיון של נורווגיה, בריטניה, אירלנד, קנדה, צילה, אוסטרליה, ניו זילנד ויפן בניהול חקלאות ימית בשטחן. נוסף על כך, הם בחנו את ההנחיות של ארגון המזון והחקלאות של האו"ם ושל המועצה הבין-לאומית לחקר הימים (ICES) לחקלאות ימית. הם מציינים מספר מסקנות כלליות שניתן להפיק מהניסיון הבין-לאומי בחקלאות ימית:

- חקלאות ימית נוטה להיכלל בתחום האחריות של מספר סוכנויות פדרליות. קביעת סוכנות ממשלתית מובילה שתתאם תהליך בין-משרדי מוגדר היטב, היא צעד שנמצא יעיל בחלק מהמדינות.
- סוכנויות ממשלתיות זקוקות לצוותי עובדים שקיבלו הכשרה טובה ושמימונים מבחינה טכנולוגית לפיקוח על החקלאות הימית, כדי שיוכלו לנהל תהליך אסדרה גמיש ולעמוד בקצב של טכנולוגיה שמשתנה במהירות, ובדינמיקות של התעשייה.
- גישה נפוצה, וככל הנראה מוצלחת, היא תהליך רישוי דו-שלבי. בשלב ראשון מונפק היתר לחכירה של שטח ימי או של קרקעית הים, ואחריו היתר לפעול בתוך השטח החכור.
- קונפליקטים הקשורים למיקום חוות דגים ולשימושים אחרים במרחבים ובמשאבים ימיים היו בעיות משמעותיות בכל המדינות שנסקרו. נראה שחשוב לפתח קריטריונים לקביעת מיקום לחקלאות ימית כדי לצמצם את הקונפליקטים הללו. מספר מדינות קבעו תהליך רשמי לקביעת אזורים ימיים המתאימים לחקלאות ימית.
- יש מחלוקת סביב נושא "כושר הנשיאה" של אזורים ימיים לחקלאות ימית, גם בעניין מספר הכלובים וגם בעניין צפיפות הדגים בתוך המתקנים. כך לדוגמה, נורווגיה פיתחה תהליכים שמאפשרים לאמוד את ההעמסה האורגנית המותרת בשטחים ימיים, את זמינותם של אתרים מתאימים, את צפיפות חוות הדגים ואת מרחק החוות מבתי גידול רגישים.
- רצוי שהרשויות יפתחו מראש תכניות ממשק נרחבות לחקלאות ימית, לפני דיון בבקשות פרטניות להיתרים.
- ארגון המזון והחקלאות והמועצה הבין-לאומית לחקר הימים מדגישים את החשיבות של גישת הזהירות המונעת בפיתוח חקלאות ימית. הם ממליצים להטיל את האחריות לאספקת המידע הנוגע להשפעות הפוטנציאליות של החקלאות הימית, על הגורמים שמציעים את הפיתוח ועל הסוכנויות הממשלתיות המנהלות את הפיתוח.

באחרונה התקבלה הצעת חוק המסדירה חקלאות ימית של דגים במי ים שנמצאים תחת סמכותה של מדינת קליפורניה. חוק האוקיינוסים בני-הקיימא קובע תקנים לבחינה סביבתית ולרישוי של מתקני דגים במים בסמכות מדינת קליפורניה. תנאים אלה יתווספו לאיסור קיים על גידול של דגי סלמון, מיני דגים לא-מקומיים ואורגניזמים מהונדסים גנטית במי הים של מדינת קליפורניה.

S.1195

הסנטורים Daniel Inouye ו-Ted Stevens (דמוקרטי מהוואי) הציגו את החוק שהציעה NOAA בעניין החקלאות הימית ב-8 ביוני 2005.

חקיקה חדשה, תלויה ועומדת, המשפיעה על החקלאות הימית

ביוני 2000 הציעה NOAA חקיקה שתסמיך את מזכיר המסחר האמריקאי להנפיק היתרים למיקום מתקני חקלאות ימית במים פדרליים ולהפעלתם, ולשפר את התיאום בין הסוכנויות הפדרליות האחראיות על היתרים אחרים הדרושים לכך. הסנטור Ted Stevens (רפובליקני מארקנסו) הציע את החקיקה (S.1195) ביוני 2005. בעקבות חששות בעניין השפעתה של החקלאות הימית על אוכלוסיות בר של דגים ועל מערכות אקולוגיות ימיות התקבלו החלטות בבתי המחוקקים של מדינות אורגון ואלסקה, שדחפו לשינויים בחקיקה הפדרלית ולכך שהסנטורית Lisa Murkowski (רפובליקנית מארקנסו) הציעה חקיקה פדרלית.

הצעת החוק:

- מסמיכה את מזכיר המסחר להנפיק היתרים למיקום ולהפעלה של מתקני חקלאות ימית במים פדרליים.
- מסמיכה את המזכיר לקבוע דרישות סביבתיות לחקלאות ימית בים במקומות שהמזכיר מוצא שאמצעי הבקרה הסביבתית הקיימים אינם מספיקים.
- פוטרת חקלאות ימית מותרת מבקרה תחת חוק Magnuson-Stevens לשימור ולממשק דיג.
- דורשת הסכמה של מזכיר הפנים למתקני חקלאות ימית באסדות ימיות של גז ונפט או לידן.
- יוזמת הקמתה של תכנית מחקר ופיתוח לתמיכה בחקלאות הימית.
- דורשת מהמזכיר לעבוד עם סוכנויות פדרליות אחרות כדי לפתח תהליך רישוי יעיל ומתואם לחקלאות הימית.
- מסמיכה את המזכיר לקבוע מפרט תעריפים להיתרים, ודורשת ממבקשי היתרים להפקיד ערבות כדי לכסות תעריפים שלא שולמו, הוצאות להסרת המתקן וסיכונים פיננסיים אחרים שהמזכיר יקבע.
- דואגת לאכיפת החוק.

הצעת החוק, כפי שהוצגה, אינה מתייחסת מספיק לעניינים הסביבתיים הקשורים לחקלאות הימית. קודם כול, סמכות המזכיר להתנות היתרים בציות לחוקים סביבתיים ובהתנהגות מעבר לנדרש בחוקים הקיימים ניתנת לשיקול דעתו. שנית, עידוד החקלאות הימית בהצעת החוק אינו מאוזן על ידי תהליכים ממשיים להגנת הסביבה הימית. לאור החשיבות של סביבה ימית בריאה לדיג מסחרי ופרטי ולמספר פעולות כלכליות אחרות, לא נראה שהחקיקה, כפי שהוצגה, תעודד את סוג המדיניות המאוזנת והזהירה שנדרשת על ידי ועדת האוקיינוסים של פיו, הוועדה הפדרלית למדיניות ימית ותקנון ההתנהגות לחקלאות ימית אחראית של NOAA.

למציעי החקיקה יש כנראה חששות דומים. בזמן שהוצגה הצעת החוק S.1195, הציעו הסנטורים Inouye ו-Stevens שני תיקונים משמעותיים לחוק. אחד יאסור על הנפקת היתרים הדרושים לחקלאות ימית במים פדרליים שגובלים במים של מדינה נתונה, אם מושל אותה מדינה הודיע בכתב שהמדינה מתנגדת לנושא. התיקון השני דורש ממזכיר המסחר – ולא רק מסמיר אותו – לפתח את הדרישות הנוספות לרישוי, שמתייחסות לנושאים סביבתיים הקשורים לחקלאות ימית.

הצעת החוק S.1195 מציינת בפירוש שהסמכות החדשה שמוענקת למזכיר המסחר אינה גוברת על הסמכות של סוכנויות אחרות להסדיר היבטים נוספים של חקלאות ימית. מהבחינה הזאת, החקיקה אינה קובעת תהליך רישוי המתקיים במקום אחד (one-stop) כפי שהתעשייה דורשת מזה זמן. היתרי המיקום וההפעלה שהצעת החוק מתארת

מעניקים את הסמכות החוקית לבנייה ולהפעלת מתקן, אך אין זה ברור כלל אם ההיתרים הללו מקנים סדרת זכויות קניין באותו מובן שמקנים שטרי חכירה לקידוחים ימיים של נפט וגז. נראה שקביעת זכויות קניין ברורות היא אחת הדרישות הבסיסיות לקיום כלכלי של חקלאות ימית במים פדרליים (Rieser, 1966). ודבר אחרון, הצעת החוק מורה למזכיר להתייעץ עם סוכנויות רישוי פדרליות אחרות כדי לפתח תהליך רישוי יעיל ומתואם, אך אינה מעניקה למזכיר המסחר את הסמכות לבצע תיקון יסודי של התהליך.

S.796

מתוך ידיעה שהממשל עובד על חקיקה לעידוד חקלאות ימית, ושבמדינה שהיא מייצגת יש עניין גדול מצד התעשייה החזקה של הדיג המסחרי, הציגה הסנטורית Lisa Murkowski את הצעת החוק S.796 ב-14 באפריל 2005. הצעה זו דומה לחקיקה שהציגה בקונגרס הקודם. ההצעה אוסרת למעשה על חקלאות מים בהיתר פדרלי, עד אשר הקונגרס יחוקק חקיקה המפרטת איך יראה תהליך הרישוי ואילו דרישות ספציפיות ייכללו בחוק.

הצעת החוק אוסרת על סוכנויות פדרליות להנפיק היתרים למתקני חקלאות ימית במים פדרליים עד שהקונגרס יחוקק חוק המפרט את סוגי הבדיקות שיש לבצע לפני הנפקת ההיתר האמור, כולל מחקרים בנושאים הבאים:

- בקרת מחלות;
- הנדסה;
- זיהום;
- השפעות ביולוגיות וגנטיות (כנראה על דגים ועל חיות בר אחרות החיות במים);
- נגישות ותחבורה;
- מידת הבטיחות שבאכילת המזון;
- השפעות חברתיות וכלכליות של חקלאות ימית על דיג ופעילויות ימיות אחרות.

הצעת החוק גם דורשת מסוכנויות פדרליות להתייעץ עם המושל של כל מדינה הנמצאת בתחום של 200 מייל מהמתקן המוצע, ושכל היתר או רישיון יאושרו על ידי המועצה האזורית הרלוונטית לממשק דיג.

אם חוק זה יעבור, הוא עשוי לשמש מכשול משמעותי להתרת החקלאות הימית. לנוכח הקושי בחקיקה במקרה הראשון, לדרישה מהקונגרס לחוקק חוק אחר לפני שסוכנות מבצעת תפעול יש פוטנציאל לשמש מכשול יעיל ביותר. מאידך גיסא, המחקרים הדרושים לפי חקיקה זו יבטיחו ניתוח מקיף של ההשלכות הכלכליות, הסביבתיות והחברתיות של החקלאות הימית לפני שהיא תקבל היתר מהסוכנויות הפדרליות.

חוק האוקיינוסים בני-הקיימא (SOA – SUSTAINABLE OCEANS ACT) של קליפורניה

את החוק הציג לראשונה הסנטור Joe Simitian מקליפורניה ב-22 בפברואר 2005. החוק הקיים בקליפורניה מאפשר חכירה של אזורים ימיים השייכים למדינה, למטרות חקלאות ימית, כל עוד הוועדה לדיג ולצייד של מדינת קליפורניה קובעת שהחכירה היא לטובת הציבור. הוועדה מורכבת מחמישה אנשים הממונים על ידי מושל קליפורניה ומאשרים על ידי הסנאט של מדינת קליפורניה. היא מטפלת באסדרה, בהיתר, ברישוי ובממשק הקשורים לשמירה על דגים ועל חיות בר בקליפורניה. חוק המדינה בקליפורניה כבר אושר על גידול דגי סלמון ואורגניזמים מהונדסים גנטית במי הים של קליפורניה. ה-SOA מחייב מגדלי דגים לקבל שטר חכירה מהוועדה כדי לפעול במי הים שבסמכות המדינה, וידרוש ששטרי החכירה והתקנות לקיום חקלאות ימית של דגים יתאימו לתקנים מסוימים.

סביר להניח שיוכן תסקיר השפעה רחב-היקף (programmatic) על הסביבה בהתאם לחוק איכות הסביבה של קליפורניה (שדומה לחוק הפדרלי: החוק למדיניות סביבתית לאומית - NEPA), לפני שתהיה חכירה משמעותית כלשהי של שטחי ים השייכים לקליפורניה למטרות חקלאות ימית של דגים. למרות ש-SOA אינו דורש הכנה של תסקיר השפעה רחב-היקף על הסביבה, החוק מצוין שאם תסקיר כזה יוכן, הוא חייב לוודא שהחקלאות "מנוהלת בצורה מקיימת" ושיש התייחסות למגוון תנאים סביבתיים. החוק גם דורש ששטרי החכירה והתקנות המסדירות את החכירות יעמדו בתקנים שנקבעו כדי להגן על משאבים ימיים ועל המשתמשים בהם, כולל:

- וידוא התאמת המיקום;
- צמצום השפעות על דגי ים, חיות בר ואיכות הסביבה;
- צמצום ההפרעות לשימושים אחרים במרחבים ובמשאבים הימיים;
- צמצום שימוש בקמח דגים ובשמן דגים להזנה;
- דאגה לניטור ההשפעות הסביבתיות;
- קביעת אחריות כספית לנזקים שנגרמים מפעילות של חקלאות ימית;
- קביעת כושר הנשיאה הסביבתי, מבחינת המספר הכולל של הדגים שמגדלים בחקלאות ימית והצפיפות שלהם.

נוסף על התנאים הללו, הצעת החוק מחייבת את הוועדה לדיג ולצייד לפעול כדי למנוע נזק משמעותי לסביבה הימית, כולל – במידת הצורך – סגירת מתקן חקלאות ימית או ביטול שטר החכירה שלו. ראו תיבה 3.2 לפרטים נוספים באשר לדרישות הסביבתיות של ה-SOA.

דיון ומסקנות

מספר מחקרים בחנו את החקלאות הימית והגיעו למסקנות דומות מאוד. אף על פי שחקלאות ימית עשויה לתרום לאספקת מאכלי ים, וממלאת תפקיד במאמצי השיקום של אוכלוסיות בר ושל הגדלתן, דרוש ממשק מדוקדק כדי להבטיח שהפעילות מתבצעת באופן שאינו פוגע בחי הימי או במערכות האקולוגיות שהוא נסמך עליהן. חשיבותן של תכונות מרכזיות במשטר ניהול כזה – כגון גישת הזהירות המונעת, הקפדה על מיקום מושכל ותקנים מחמירים להתנהגות סביבתית שמושמים בעזרת מנגנונים גמישים ומסתגלים – הודגשה פעמים רבות לאחר בדיקה מדוקדקת של הנושאים.

חקלאות מים היא סוג של חקלאות, ובתור שכזאת תהיה חייבת להשפיע בצורה כלשהי על סביבתה. נשאלת השאלה – מה הם האופי וקנה המידה של ההשפעות הללו, והאם ניתן לנהל אותן ברמה כזאת שהחברה תינה ממאכלי ים שמקורם בחקלאות ימית, ללא נזק משמעותי למשאבים ימיים ולשימושים אחרים של הים? אנו מאמינים שהתשובה לשאלה זו היא חיובית, ובהמשך אנו מנסחים המלצות על הדרכים להשגת איזון זה, שעולות בקנה אחד עם הרוח של המחקרים והדוחות שהוזכרו לעיל.

העובדה שהאוקיינוסים הם שטח ציבורי, מוסיפה ממד נוסף לדיון. רוב החקלאות בארה"ב מתקיימת על אדמה פרטית. פעילות חקלאית, כגון כריתת עצים ורעייה, שמתרחשת על אדמות ציבוריות, נבדקת בקפדנות, ובצדק. זה גם המצב עם רוב החקלאות הימית: מלבד מקרים מסוימים של גידול צדפות בקרבת החוף, שמתבצע בחופים פרטיים, מדובר בפעילות פרטית המתרחשת ב"מרחב" ציבורי. אי לכך, יהיה זה לגיטימי לדרוש שפעילות זו תעמוד בתקנים מחמירים מבחינה סביבתית. לבסוף, מוצדק גם לטעות לטובת הגנת הסביבה במקרים שיש בהם חוסר ודאות בעניין השפעתה של החקלאות הימית על החיים בים ועל מערכות אקולוגיות ימיות.

תיבה 3.2

חוק האוקיינוסים

בני-הקיימא

(SOA – SUSTAINABLE

:OCEANS ACT

הערכה ותקנים

סביבתיים

SOA נחקק ב-26 במאי 2006. החוק מאפשר החכרה של חלק משטחי הים של מדינת קליפורניה למטרות גידול דגים, בתנאים מסוימים. ההגנות הסביבתיות בהצעת החוק פועלות באמצעות שני מנגנונים עיקריים. קודם כול, החוק מחייב הערכה משופרת של ההשפעות הסביבתיות הפוטנציאליות של החקלאות הימית, באמצעות דרישה שתסקיר ההשפעה על הסביבה עבור תכנית החכירה יביא בחשבון את הגורמים הבאים:

- מיקום מתאים, שימנע פגיעות במשאבים ימיים ובמשתמשים במשאבים ימיים – או יצמצם אותן;
- השפעות על בתי גידול רגישים;
- השפעות על בריאות אנושית, החי בים, דיג ושימושים אחרים בים;
- השפעות מצטברות של חוות דגים מרובות על מערכות אקולוגיות ימיות;
- השפעות של השימוש בקמח דגים ובשמן דגים על מערכות אקולוגיות ימיות;
- השפעות של דגים פליטי כלובים על דגי בר ועל הסביבה הימית;
- עיצוב המתקנים בצורה שתצמצם פגיעות סביבתיות.

שנית, חכירות ותקנות לחקלאות ימית של דגים חייבות לעמוד בתקנים הבאים:

- האתר נמצא מתאים בתסקיר השפעה רחב-היקף על הסביבה;
- החכירה –
 - לא תפריע בצורה שמעבר לסביר, לדיג או לשימושים אחרים בים,
 - לא תפגע בבתי גידול ימיים או בחיות בר,
 - לא תזיק ליכולת של הסביבה הימית לשאת "צומח וחי משמעותיים מבחינה אקולוגית";
- לחכירה לא יהיו "השפעות מצטברות שליליות משמעותיות";
- השימוש בקמח דגים ובשמן דגים יצמצם, וייעשה שימוש בתחליפים למרכיבי מזון אלה במידת האפשר;
- על החוכרים לפתח נוהלי ממשק מיטביים וליישם כדי להבטיח הגנה על הסביבה וציות לחוק;
- ועדת הדיג והציד של מדינת קליפורניה רשאית לפעול כדי למנוע או לעצור נזק לסביבה הימית, ומחויבת לנקוט "פעולות מתקנות מְיָדוּת כדי למנוע או לתקן נזק משמעותי או את הסיכון לנזק משמעותי לסביבה הימית".
- האמצעים האפשריים לצמצום נזקים סביבתיים כוללים –
 - הרחקת אוכלוסיות של דגי חווה,
 - סגירת מתקנים,
 - ביטול החכירה.
- מספר הדגים וצפיפותם יוגבלו לערך שניתן לגדלו ללא סיכון של פגיעה בסביבה הימית;
- השימוש בתרופות או בכימיקלים יצמצם, וייעשה בהם שימוש רק כפי שאישרה רשות המזון והתרופות הפדרלית למטרות חקלאות ימית;
- כל דגי החוות חייבים להיות מסומנים בתוויות או בכל אמצעי זיהוי אחר, אלא אם כן ועדת הדיג והציד תקבע שהסיכון אינו נחוץ כדי לשמור על אוכלוסיות הבר;
- יתכננו מתקנים ופעולות שימנעו בריחה של דגי חווה, והחוכרים אחראים לכל נזק שייגרם לסביבה הימית מכל בריחה שהיא מעבר לרמה המזערית ביותר;
- על החוכרים לעמוד בכל הדרישות הרלוונטיות בחוקי איכות המים של המדינות ושל הממשל המרכזי.

סיכום ההמלצות

- הקונגרס יקנה ל-NOAA תפקיד מוביל בתכנון, במיקום ובבקרה של חקלאות מים במי ים פדרליים, כולל הכנת תסקיר השפעה רחב-היקף על הסביבה.
- הקונגרס יורה ל-NOAA להקים תכנית פדרלית לחקלאות ימית, שתהיה מבוססת על עקרונות הזהירות המונעת, מבוססת מדע, מתאימה מבחינה כלכלית וחברתית ליישובים הנוגעים בדבר ושנמצאים לאורך החוף, שקופה בקבלת החלטות, ושתספק הזדמנות נרחבת לציבור להביע את דעתו בנושא.
- על NOAA להעריך את הסיכונים הסביבתיים מהחקלאות הימית לפני הנפקת היתרים.
- על NOAA להתייעץ עם מדינות לאורך החוף ועם מועצות דיג אזורית ובין-מדיניות הנוגעות בדבר, גם בשלב התכנון וגם בשלב הרישוי.
- על הקונגרס לוודא שהתקנים הסביבתיים מופעלים לפני שמונקים ההיתרים הדרושים לחקלאות ימית במים פדרליים.
- על NOAA ליישם תקנים סביבתיים בעזרת דרישות של ממשק, ניטור ואכיפה בהיתרים.
- מפעילי החקלאות הימית יחויבו לפתח תכנית פעולה המפרטת את האמצעים שנקטו כדי לעמוד בתקנים הסביבתיים ולציית לה.
- מפעילי המתקנים לחקלאות הימית במים פדרליים יישאו באחריות לכל נזק שייגרם כתוצאה מפעילותם.
- NOAA תספק תמריצים לתעשייה על מחקר, על פיתוח ופריסה של מינים, על טכנולוגיות ועל טכניקות לחקלאות ימית בת-קיימא, כולל הזנת דגים בת-קיימא.
- על הקונגרס להתייחס לצורך הגדל במערכת מקיפה לממשק של החקלאות הימית ושל פעילות אחרת בלב ים, המשפיעה על המים ועל המשאבים הימיים שנמצאים תחת סמכות פדרלית.

המלצות מפורטות

1

הקונגרס יסמך את NOAA לפתח תכנית לאומית לחקלאות ימית, שתכלול גם הגנות סביבתיות משמעותיות וגם תנאים לאיזון החקלאות הימית עם שימושים אחרים בים.

- 1.1 הקונגרס יסמך את NOAA לפרסם תקנות יישום והיתרים למיקום ולהפעלה של חקלאות ימית במי ים פדרליים.
- 1.2 לאחר ביצוע שינויים מוסדיים כדי להבטיח את השלמות והתקינות של תהליך קבלת ההחלטות שלה, על NOAA למלא תפקיד מוביל בתכנון, ברישוי ובבקרה של החקלאות הימית במים פדרליים ובתיאום החקלאות הימית בכל השטח הימי עם סוכנויות פדרליות אחרות, עם המדינות, עם שבטי הילידים ועם המועצות האזוריות והבין-מדינתיות של ממשק הדיג.
- 1.3 על הקונגרס להורות ל-NOAA להקים תכנית לחקלאות ימית ש:
- תשתמש בצורה זהירה במידע מדעי וטכני רלוונטי ומעודכן, כדי להגן על בריאותן של המערכות האקולוגיות הימיות;
 - תתאים מבחינה חברתית וכלכלית ליישובי החוף ושימושים קיימים של הסביבה הימית;
 - תועיל כלכלית ליישובי החוף.
- 1.4 על הקונגרס להורות לתת-הוועדה המשולבת בנושא חקלאות המים לעדכן את התכנית הלאומית לפיתוח חקלאות המים, כדי שתכלול את התכנית הלאומית לחקלאות ימית.

2

על הקונגרס להכין את הבסיס לפיתוח מסודר, מתוכנן היטב ובר-קיימא מבחינה סביבתית של חקלאות ימית על ידי דרישה ש-NOAA:

- 2.1 תדאג שתהיה הפרדה בסוכנות מבחינה ארגונית בין הפונקציות הקשורות לבקרה, לרישוי, לניטור ולאיכפה של פעילות המחקר והפיתוח;
- 2.2 תקבע תהליך שקוף לקבלת החלטות בעניין מיקום ורישוי של חקלאות ימית אשר –
- יספק הזדמנות לבעלי עניין להביע את דעתם בהרחבה, כולל שימועים ציבוריים,
 - ידרוש שכל המידע הנוגע להשפעות הסביבתיות של ההיתרים יפורסם ויהיה זמין לציבור,
 - יודאג שההשפעות הסביבתיות, החברתיות, הכלכליות והתרבותיות הפוטנציאליות של החקלאות הימית מובאות בחשבון בתהליך הרישוי;
- 2.3 תכין תסקיר השפעה רחב-היקף על הסביבה;
- 2.4 תעריך את הסיכונים הסביבתיים מחקלאות ימית לפני הנפקת היתר למיקום ולהפעלה. הערכת הסיכונים עבור החקלאות הימית –
- תתבצע לפי ההנחיות הרשמיות שפיתחה NOAA,
 - תתבצע על ידי NOAA או על ידי מבקשי ההיתרים,
 - תחויב לכלול תרחיש של המקרה הגרוע ביותר ולהעריך את הסיכונים ברמות שונות של תכנון ומוכנות למצבי חירום ואת אפקטיביות התגובה,
 - תכלול ביקורת ציבורית ותגובות מהציבור,
 - תהיה חלק מהרשומות הציבוריות בתהליך הרישוי לחקלאות ימית.

- 2.5 **תתייעץ עם מדינות לאורך החוף ועם מועצות אזוריות ובין-מדיניות לממשק דיג הנוגעות לעניין, בזמן פיתוח התכנית ובהחלטות פרטניות הנוגעות לרישוי.** התייעצות זו אמורה לוודא שהתכנית הלאומית לחקלאות ימית וכל ההיתרים המונפקים להפעלתה –
- משולבים עם כל תכנון ימי אזורי המכוון לניהול מי הים של ארה"ב על בסיס אקולוגי מערכת, מתאימים, במידת האפשר, למדיניות האכיפה של מדינות שכנות,
 - אינם מערערים את היעילות של אמצעי השימור, הנתונים לסמכות המדינות או לזו של מועצות ממשק הדיג;
- 2.6 **תספק עזרה טכנית וכספית למדינות כדי שיוכלו לבחון – ואם יש צורך, גם לשנות – את תכנית הממשק החופיות שלהן ולהתייחס לפעילות של חקלאות ימית במי הימים של המדינות והממשל המרכזי.**

- 3.1 על הקונגרס לקבוע תקנים כלליים ולדרוש שהסוכנויות המתאימות יפרסמו תקנים מפורטים המתייחסים ל:
- קשרי גומלין גנטיים וביולוגיים עם אורגניזמים שברחו מגידול חקלאי ימי;
 - מחלות וטפילים שעלולים להיות נוכחים במתקני חקלאות ימית;
 - זיהום מים, שימוש בתרופות ובכימיקלים ושינויים בבית הגידול הימי;
 - קשרי גומלין בין אורגניזמים טבעיים שחיים במים.
- 3.2 על הקונגרס לדרוש ש-NOAA וסוכנויות אחרות רלוונטיות יאמצו את התקנים הללו לפני שיונפקו היתרי מיקום והפעלה לחקלאות הימית.
- 3.3 על הקונגרס לדרוש שהסוכנויות שמנפיקות את ההיתרים הדרושים לחקלאות הימית יודאו ציות לתקנים הללו כתנאי לקבלת ההיתרים.

על הקונגרס לדרוש שתקנים להגנה על החי הימי ועל המערכת האקולוגית הימית יהיו קיימים לפני שיונפקו היתרים לחקלאות ימית.

- 4.1 על NOAA לקבוע תקנים לביצועים סביבתיים שיכולים לשמש תנאים להיתרי המיקום וההפעלה ולספק נקודות ייחוס לניטור (המלצות כוח המשימה בעניין תקנים סביבתיים נידונות בפירוט רב יותר בפרקים המתייחסים לבריחה, לזיהום מים ולפתוגנים).
- במצבים שבהם סביר להשתמש בתקנים מספריים או מילוליים לביצועים סביבתיים, NOAA תקבע תקנים כאלה, ותדרוש ציות להם כתנאי לקבלת היתרים למיקום ולהפעלה של חקלאות ימית.
 - במצבים שבהם אין זה אפשרי להשתמש בתקנים מספריים או מילוליים, על NOAA לדרוש יישום של נוהלי ממשק ו/או שימוש בטכנולוגיות מסוימות כתנאי לקבלת היתרים למיקום ולהפעלה של חקלאות ימית.
 - אם NOAA מנפיקה היתרים לחקלאות ימית לפני שיופעלו התקנות ליישום תקנים סביבתיים, על ההיתרים לפרט אמצעי ממשק זמניים הדרושים כדי לשמור על התקנים הסביבתיים.
- 4.2 NOAA תדרוש שכתנאי לקבלת היתרי המיקום וההפעלה, מתקני החקלאות הימית יופעלו לפי תכנית הפעלה מאושרת, שתוכנה כדי להבטיח ציות לתקנים סביבתיים.
- מבקשי היתרים למיקום ולהפעלה של חקלאות ימית יחויבו לפתח ולהגיש ל-NOAA תכנית הפעלה לכל מתקן חקלאות ימית שעבורו נדרש ההיתר. על תכנית הביצוע לתאר נהלים לממשק, לניטור ולדיווח ואמצעים אחרים הדרושים כדי שיתאפשר ציות לתקנים הסביבתיים לחקלאות הימית.
 - ההנחיות יכללו הוראות להכנה, להגשה ולבחינה של תכניות הפעלה, ויסיבירו איך ניתן לערער על החלטות הקשורות לאישור של תכניות אלה.

NOAA בשיתוף עם סוכנויות אחרות שיש להן סמכות חוקית בתחום החקלאות הימית, תעמיד דרישות לממשק, לניטור ולאכיפה כדי להשיג תקנים סביבתיים (כפי שמתואר בהמלצה 3), ועליה לדרוש את הכללתם כתנאים בני-אכיפה בהיתרי המיקום וההפעלה.

- לפני הנפקת היתר להפעלה של חקלאות ימית, על NOAA לסקור את תכנית ההפעלה שיגיש מבקש ההיתר ולקבוע אם הפעלת מתקן החקלאות הימית לפי התכנית תגרום מק זניח לסביבה הימית.
- אם NOAA קובעת שפעילות תגרום מק זניח לסביבה הימית אם תתבצע לפי תכנית ההפעלה המוצעת, היא תאשר את התכנית, ותדרוש ציית לתכנית כתנאי לקבלת היתר הפעלה.
- אם NOAA תמצא ליקויים בתכנית ההפעלה שהוגשה, עליה להודיע מיד למגיש בקשת ההיתר על הליקויים ולהציע שינויים בתכנית ההפעלה, שנדרשים כדי לאפשר ציית לתקנים הסביבתיים שנקבעו לחקלאות הימית.

- 5.1 בעלי ההיתרים יידרשו להפקיד ערבות כדי לכסות את המחיר של אגרות שלא ישולמו ושל הסרת מתקני החקלאות הימית בתום השימוש בהם לפעילות שהותרה.
- 5.2 על הקונגרס לוודא שבעלי ההיתרים אחראים לצמצום פגיעות סביבתיות שנבעו ממתקני החקלאות הימית ומפעילותה. החקיקה:
- תקבע אחריות כספית של בעלי ההיתרים לכל ההוצאות הקשורות לצמצום נזקים סביבתיים, כולל הוצאות סבירות להערכת הנזק;
 - תוודא שכספים שהוחזרו ישמשו קודם כל לשיקום המשאבים שנפגעו. אם יישארו כספים לאחר כל המאמצים הסבירים לשיקום המשאבים הפגועים, הם יוקדשו לפעילות שימור ימית אחרת באזור.

על הקונגרס לכלול תנאים בחקיקה הקשורה לחקלאות הימית כדי להבטיח את צמצום הנזק למשאבים ימיים, הנובע מהשימוש הפרטי במרחב הימי ובשירותי המערכת האקולוגית הימית.

5

- כדי לתמוך במטרה זו על הקונגרס להנחות את NOAA:
- 6.1 לפתח קריטריונים לחקלאות ימית בת-קיימא, כולל פיתוח של חומרי הזנה בני-קיימא.
- 6.2 לספק תמיכה טכנית וכספית למחקר, לפיתוח ולמיזמים לדוגמה, המתאימים לקריטריונים הללו;
- 6.3 להעדיף מיזמים המתאימים לקריטריונים הללו בעת מתן היתרים
- העדפות עשויות לכלול מיקום שאושר מראש ו/או זירוז קבלת היתרי הפעלה עבור מיזמים הכוללים טכנולוגיות, שיטות גידול ומינים חדשים, שנראים בעלי פוטנציאל לחקלאות ימית בת-קיימא;
- 6.4 להשתמש בסרגל גמיש לקביעת אגרות רישוי כדי לעודד מיזמים מסוג זה.

על הקונגרס לספק תמריצים לפעילויות ולמיזמים השומרים על הסביבה הימית ומקדמים חקלאות ימית בת-קיימא.

6

- גם ועדת האוקיינוסים של פיו (Pew Oceans Commission) וגם הוועדה הפדרלית למדיניות ימית (U.S. Commission on Ocean Policy) קראו לניהול מקיף של מי הים על בסיס אקולוגי מערכתי. אפילו גישה מתוכננת היטב לנושא החקלאות הימית אינה יכולה לספק תכנון וניהול מושכלים של מגוון השימושים החדשים במי הים, וגם איננה יכולה להתמודד עם ההשפעות המצטברות והשניוניות של כל הנושאים הללו. חקלאות ימית נסמכת על איכות הסביבה הימית, וגם פוגעת בה. כדי לשקם את הבריאות של מערכות אקולוגיות ימיות ולשמור עליה יש צורך בניהול אינטגרטיבי של הימים.

בטווח הארוך על הקונגרס להתייחס לצורך ההולך וגדל במשטר ניהול מקיף עבור מי הים של ארה"ב, שבו חקלאות ימית ושימושים אחרים יוכלו להיות מנוהלים בצורה שמגנה על הבריאות, על השלמות ועל היצרנות של מערכות אקולוגיות ימיות.

7

ההשפעות האקולוגיות של חקרי בריחה בחקלאות הימית

מבוא

כניסה של מינים זרים למערכות אקולוגיות היא נושא מעורר דאגה ברמה עולמית, ויש לה השפעות אקולוגיות שליליות ביותר במקרים רבים. לעתים קרובות ההשפעות הן בלתי ניתנות לחיזוי. הסיכונים הקשורים לכניסה של מינים זרים כוללים פגיעה בסביבה המקומית, הפרעה לחברה המקומית, פגיעה גנטית באוכלוסיות המקומיות, הכנסת מחלות והשפעות חברתיות-כלכליות (Welcome, 1988). המסחר וההובלה העולמיים של בעלי חיים החיים במים, שהחקלאות הימית היא רק אחד מהרכיבים שבהם, הביאו להכנסה ולהתבססות של מינים זרים רבים החיים במים. דיווחים אחרונים זיהו את האיום הגדל על משאבים חופיים, ותיעדו השפעות של כניסת מינים החיים במים על הרכיבים של מינים מקומיים (Pementel et al., 2000; Carlton, 2001; Simberloff et al., 2005). מינים חדשים מגיעים למים של ארה"ב באופן קבוע, ויש להם פוטנציאל עצום לנזק למערכות האקולוגיות ולכלכלה. קיימות דרכים שונות להכנסה של מין חדש למי החוף, ובהן מי נטל של אניות, צמדת אניות (hull fouling), פעילות דיג, חקלאות מים ופעילות אנושית אחרת (טבלה 4.1).

מינים הוכנסו על ידי חקלאות מים במכוון, בשחרורים לא מכוונים או כתוצאה ממקרי בריחה. רבות מן ההשפעות השליליות המתועדות נובעות מכניסה הקשורה לחקלאות מים, שהתרחשה עוד לפני שהמדע האיר את עינינו באשר להשלכות השליליות שלה. בעקבות זאת שופרו חוקים ותקנות, כך שהכנסות מכוונות נבדקות ביסודיות רבה יותר מאשר בשנים עברו. מערכות לגידול דגים במי ים מורכבות מכלובים ומכלובי רשת, הפגיעים לנזק מסערות, מטורפים, מטעויות אנוש או מסיבות אחרות. ברגע שהנזק נעשה, בין אם מדובר בחור קטן שעשה כריש שחיפש ארוחה קלה להשגה, או בנזק שנגרם מהתנגשות עם ספינה, הדגים בתוך הכלובים הללו מסוגלים להימלט לסביבה. לבריחה מסוג זה עלול להיות מחיר כבד למפעיל החווה ולסביבה, ולרוב יהיה זה לטובת בעל החווה לנקוט, במידת האפשר, אמצעים למניעת בריחה. סוג נוסף של "בריחה" היא זו שבה תאי מין בני-חיות משוחררים אל תוך הסביבה. סוג זה של שחרור קשור למערכות של כלובי הרשת שמגדלים בהם מינים ימיים, כמו גם למערכות אחרות שאין בהן סגירה עמידה, כגון חוות צדפות שהמים בהן זורמים בחופשיות בין החווה והשטח שמסביב לה.

כתוצאה משני סוגי בריחה אלה, חקלאות המים נעשתה נתיב משמעותי לכניסה של מינים זרים ולכניסה של זנים גנטיים זרים, לרוב זנים גנטיים לא-מקומיים ו/או זנים גנטיים חצי-מבויתים, המסוגלים להתרבות עם אוכלוסיות הבר המקומיות. מבחינות מסוימות, לכניסת חומר גנטי זר עלולות להיות השפעות קשות יותר על אוכלוסיות בר, מאחר שלגנים הללו יש פוטנציאל להתפשט בתוך האוכלוסייה המקומית ולהחליש את המבנה הגנטי שלה. הדבר נכון בייחוד כאשר אוכלוסיית הבר מדוכאת מלכתחילה בגלל מגוון סיבות אחרות, וכאשר כמות מקרי הבריחה מהחווה גבוהה בהשוואה לגודל אוכלוסיית הבר.



חקלאות המים נעשתה נתיב משמעותי לכניסה של מינים זרים

ולכניסה של זנים גנטיים זרים

טבלה 4.1:

השפעות מכניסות

ומהעברות של מינים

ימיים

השפעות מתועדות וחשודות	אמצעי הכניסה	מקומי או זר	המין ואזור הכניסה או ההעברה
איבוד יצרנות, צמצום המגוון הגנטי כתוצאה מהעברת מידע גנטי של גנים שאינם קיימים באוכלוסיות בר מקומיות בעקבות יצירת בני כלאיים (genetic introgression), תחרות על משאבים, דחיקה של צאצאי אוכלוסיות בר וכשירות גנטית מופחתת אצל אוכלוסיות בר. (Fleming et al., 2000; McGinnity, 2003)	חקלאות מים (וגם מדגרות)	מקומי	סלמון אטלנטי (Atlantic salmon) בצפון האוקיינוס האטלנטי
רבייה בטבע עם פוטנציאל לקשרי גומלין תחרותיים עם מינים מקומיים (Volpe et al., 2000; Volpe et al., 2001).	חקלאות מים (בתקופות היסטוריות גם מדגרות)	זר	סלמון אטלנטי (Atlantic salmon) באוקיינוס השקט
שינויים גנטיים וכשירות מופחתת באוכלוסיות מקומיות. (Reisenbichler and Rubin, 1999)	מדגרות	מקומי	סלמון פסיפי (Pacific salmon) באוקיינוס השקט
השפעות על מערכות אקולוגיות, תחרות עם מינים מקומיים, השפעות על חברות מקומיות של צמחים ובעלי חיים. נחשבים למטרד בעיקר כתוצאה מִצְמַדָה ביולוגית (biofouling), עלולים לגרום נזק כלכלי משמעותי (Benson and Raikow, 2005).	מי נטל מאניות	זר	מולים מסוג זברה (zebra mussels) בצפון אמריקה
תחרות, דחיקה ופלישה גנטית למינים מקומיים והעברת מחלות (Behnke, 2002).	הגדלת אוכלוסיות למטרות דיג פנאי	זר	טרוטות (מספר מינים) באזורים רבים בצפון אמריקה
נחשב למטרד, משנה בתי גידול ויכול להתחרות עם מינים מקומיים ולפגוע בהם (Nico and Maynard, 2005).	הגדלת אוכלוסיות מכוונת וחקלאות מים	זר	קרפיון בצפון אמריקה
העברה של מחלות ספציפיות לצדפות ושל מזיקים, הגורמים לתמותה נרחבת באוכלוסיות בר של צדפות ופוגעים בתעשיית חקלאות המים (Farley, 1992).	גידול צדפות בחקלאות מים, כניסות והעברות	זר	צדפות (oysters) בכל העולם
תמותה נרחבת אצל הסרדינים המקומיים (Gaughan, 2002).	מזון בחקלאות מים (כנראה)	זר	יורוס ההרפס (פתוגן) של סרדינים (pilchard) באוסטרליה
הדבקת אוזני ים ושבלולים והשפעה שלילית על תעשיית חקלאות המים המסחרית (הטפיל כנראה חוסל בשנים האחרונות) (Cohen, 2002)	חקלאות מים	זר	תולעת נרתיקנית (ממשפחת Sabellidae) לאורך חוף האוקיינוס השקט (טפילה על אוזני ים [משפחת Haliotidae])
הפסדים משמעותיים (מאות מיליוני דולרים) לתעשיית חקלאות המים, השפעות לא ידועות על אוכלוסיות בר (Lightner et al., 1992)	חקלאות מים ומסחר במאכלי ים	מקומיות וזרות	מחלות חסילונים (מספר מחלות ברחבי העולם)
טריפה של מינים מקומיים ותחרות איתם. (Perry, 2005).	מי נטל והובלה במצב חי בתוך חומרי אריזה של מאכלי ים	זר	סרטן ירוק (green crab) לאורך חופי האוקיינוסים האטלנטי והשקט
תחרות עם מינים מקומיים ושינוי בתי גידול. (Nico, 2005).	חקלאות מים והגדלת אוכלוסיות מכוונת	זר	אמנון (tilapia) (אזורים רבים בכל העולם)

מדיניות המדינות

בעניין הכנסת מינים זרים

זרים

חסרה מדיניות פדרלית ברורה בעניין כניסת מינים. המדיניות הנוכחית במדינות בנושא זה מבוססת בעיקר על גישה "הרשימה השחורה". גישה זו מטילה את האחריות להוכחה שמין מוכנס יזיק, על הממשל ולא על התעשייה המייבאת, במקום שהתעשייה תצטרך להוכיח שהמין לא מסוכן. לפי גישה זו, מיני הדגים המוצעים ליבוא או להכנסה הם בגדר "חפים מפשע עד שיוכח אחרת". המאסדרים צריכים לזהות מינים הידועים כמזיקים, ולמנוע את היבוא שלהם (Van Driesche and Van Driesche, 2001; Simberloff, 2005). הבעיה הבסיסית בגישה "הרשימה השחורה" היא שגישה זו איננה מתחשבת מספיק בסיכון הטמון בכך שמין שלא שוחרר קודם עלול להזיק. היא מאפשרת לייבא אורגניזמים שהידע המדעי בעניין פוטנציאל הפלישה שלהם מועט, ולכן גישה זו מוגבלת ביכולתה למנוע יבוא של מינים פולשים (Driesche and Van Driesche, 2001). לעתים קרובות, עד שלממשלות יש מספיק מידע כדי להכליל מין מסוים ברשימה כדי למנוע את כניסתו, אותו אורגניזם כבר הוכנס, והמק כבר נגרם. עד כה הייתה הצלחה מוגבלת בלבד בחיסול מינים פולשים לאחר שהתבססו.

גישה מסוכנת פחות היא השימוש ב"רשימה נקייה", שבה רק המינים הידועים כבעלי סיכון נמוך מאוד לפלישה, מותרים ליבוא או להכנסה. את הגישה הזו אימצו כמה מדינות, כמו אוסטרליה וניו זילנד ומדינות מסוימות בארה"ב, כגון מסצ'וסטס. אנשים שרוצים לגדל דגים במסצ'וסטס יכולים לעשות זאת רק אם המין כלול ברשימת פטור מיוחדת, שנוצרה מתוך מחשבה לספק לסביבה הגנה, וכוללת תנאי שלפיו השחרור המקרי של האורגניזם לא יגרום פגיעה באקולוגיה של המדינה (Mass. G.L. Ch. 131 s. 23). מדינות אחרות פיתחו גישה מעורבת, שמשלבת שימוש ברשימות אסורות וברשימות מותרות (Simberloff, 2005). במדינת מינסוטה למשל, יהיה צורך בבחינת כל מין שיוצע להכנסה ולא נמצא ברשימה, וכן יהיה עליו לעבור הערכת סיכונים מקיפה לפני אישור ההכנסה. תוצאות הערכת הסיכונים יקבעו באיזו רשימה יופיע המין, ואז גם תתקבל החלטה בעניין הפעילות המוצעת.

הכנסת מינים זרים למטרות חקלאות ימית

חקלאות מים מילאה תפקיד בהכנסת מינים זרים באמצעות בריחה של אורגניזמים ושחרור של תאי מין בני-חיות ממתקנים. למעשה, כבר ב-1988 צוין שמאז שנות ה-70 של המאה הקודמת, חקלאות מים הייתה הגורם המוביל להכנסת מינים החיים במים לגופי מים פנימיים בכל העולם, וכי הרוב הגדול של המקרים בוצעו למטרות חקלאות מים (Welcome, 1988). הכנסות של מינים זרים רבים לגופי מים מתוקים, מכוונות ולא מכוונות, התרחשו באמצעות חקלאות מים. למשל אמנונים וקרפיונים הוכנסו לאזורים רבים מחוץ לתחום תפוצתם הטבעי. חקלאות מים מילאה גם תפקיד חשוב בהכנסת מינים למי ים, אף על פי שקיימים יחסית מעט מחקרים מדעיים המתעדים את ההשפעות מאותן הכנסות (Carlton, 1992; Carlton, 2001).

מגזרים מסוימים בתעשיית החקלאות הימית מתבססים על השימוש במינים אקזוטיים. כך למשל, בגידול דגי סלמון באזור הצפון-מזרחי של האוקיינוס השקט השתמשו כמעט אך ורק בסלמון אטלנטי, ויש מינים אקזוטיים של צדפות (oysters), clams ומולים שמגודלים במגוון מקומות מחוץ לאזור תפוצה הטבעי שלהם. מעניין לציין את חוסר העניין כביכול בגידול מיני דגים מלבד סלמון, מחוץ לאזורי התפוצה הטבעיים שלהם. עד כה, מיזמים לדוגמה וחוות קטנות מסחריות במי הים של ארה"ב משתמשים במיני דגים מקומיים.

תכנון וממשק קפדניים שמכוונים למנוע כניסות של מינים זרים, כולל מקרי בריחה ושחרור תאי מין ממתקני חקלאות ימית, יעילים יותר מניסיונות לפתור בעיות לאחר שהמינים הללו התבססו או לאחר שנכנס חומר גנטי זר. אמנם מניעת הכניסות דרך החקלאות הימית היא חשובה מאוד, אך נראה כי אי אפשר למנוע התרחשות של מקרי בריחה כאשר מדובר בגידול שמתבצע באתר בטבע. הדבר נכון בייחוד בשימוש בכלובים או במכלאות רשת מאחר שהם "דולפים" מטבעם, וכן כאשר האורגניזמים שמגדלים משחררים תאי מין בני-חיות לסביבה. לכן, כל מדיניות מושכלת לטיפול במקרי בריחה צריכה להתמקד בראש ובראשונה במניעה, אך להמשיך לנקוט אמצעי ממשק קפדניים כדי לתקן, או לפחות לצמצם, נזק אקולוגי כאשר מתרחשת בריחה. אמצעים אלה חייבים להיות כדאיים כלכלית, אך יש להביא בחשבון גם את התועלת משמירה על שלמות המערכת האקולוגית.

כל מדיניות מושכלת לטיפול במקרי בריחה צריכה להתמקד בראש

ובראשונה במניעה, אך להמשיך לנקוט אמצעי ממשק קפדניים כדי

לתקן, או לפחות לצמצם, נזק אקולוגי כאשר מתרחשת בריחה.

קשרי גומלין אלה עלולים ליצור עקה נוספת על אוכלוסיות בר, במיוחד על אלה שכבר נפגעו מהפרעות אחרות, כגון דיג ושינויים בבית הגידול.

Gross (1998) סקר את קשרי הגומלין הפוטנציאליים בין פליטי סלמון מחוות ודגי סלמון בר, ומצא כמה ממציאים חשובים: בתחרות על מזון ועל בית גידול, דגי סלמון מחוות מנצחים את דגי סלמון הבר, ויכולים לדחוק אותם; דגי סלמון מחוות גדלים מהר יותר מדגי סלמון בר, והדבר מעניק להם יתרון תחרותי על דגי בר; דגי סלמון מחוות נכנסים לנהרות ומטילים מאוחר יותר מדגי סלמון בר, והדבר עלול להביא לכך שדגי סלמון מהחוות מוציאים את הביצים של דגי סלמון הבר ומחליפים אותן בביצים שלהם. מחקרים נוספים מצאו שקיימת אפשרות שפליטי סלמון אטלנטי יבססו אוכלוסיות לאורך החוף המערבי של צפון אמריקה, ויתחרו על מזון ועל בית גידול עם דגים מקומיים ממשפחת הסלמוניים. הצלחה ברבייה של מספרים קטנים של דגי סלמון אטלנטי, שברחו מחוות לאורך החוף המערבי של צפון אמריקה, תועדה (Volpe et al., 2000), והדבר העלה את החשש בנושא התבססות אפשרית של המין הזר.

מעריכים כי מספר מקרי הבריחה ממתקני חקלאות ימית צומצמו באופן משמעותי בשנים האחרונות, אף על פי שיש כל הזמן שאלות בעניין "זליגה" כרונית מכלובים, וקיים חשש שמקרי בריחה רבים אינם מדווחים (Naylor, 2005). אף על פי שבריחה בקנה מידה גדול יחסית היא אירוע נדיר, היא מתרחשת כתוצאה מנוקי סופות, מטעויות אנוש או מתקלות אחרות. ב-Puget Sound שבמדינת וושינגטון נרשמו בריחות של יותר מ-100,000 דגי סלמון אטלנטי ב-1996 ויותר מ-360,000 ב-1997 (Gross, 1998). נוסף על כך, מאז תחילת שנות ה-90 המוקדמות במאה הקודמת נתפסו דגי סלמון אטלנטי פליטים בדיג מסחרי באלסקה, כולל באזורים צפוניים מאוד, כגון ימת ברינג (Broeder and Busby, 1998). מכאן אנו לומדים שדגים פליטים מסוגלים לשרוד תקופות ארוכות מאוד בטבע ולנדוד מרחקים ארוכים מאוד לאחר בריחתם ממתקני חקלאות ימית שנמצאים בקולומביה הבריטית או במדינת וושינגטון. הסיכון הגבוה ביותר לבריחה הוא כנראה כאשר האוכלוסייה המקומית היא במצב הפגיע ביותר, למשל בסכנת הכחדה. ככל הנראה, פגיעות באוכלוסיות הבר גדלות, ככל שמספר הפליטים עולה ביחס לגודלה של אוכלוסיית הבר.

קיימים חוקרים שחולקים על המסקנות הנוגעות ליכולת של דגים פליטים להפיץ את עצמם ולשרוד מחוץ לחוות הגידול. ממחקר אחד עלה כי דגי טרוטת עין-הקשת מחוות, ששוחררו בניסוי, נוטים להישאר בסביבת החווה (Bridger et al., 2001). במחקר זה, 75% מדגי החוות ששוחררו נשארו בתחום של 500 מטר מהחווה במשך 32 יום. כמו כן, נמצא שקיבתם של דגי סלמון שנלכדו ושהיו פליטים מחוות, הייתה

הסיכונים הקשורים לשימוש במינים מקומיים בחקלאות הימית

גם כאשר מגדלים מיני דגים מקומיים בחקלאות הימית יש סיכונים פוטנציאליים עקב בריחה. כדי לשפר את התפוקה עלולים חקלאי מים להשתמש בזנים שגודלו באופן בֶּרְרתי (סלקטיבי) או בזנים גנטיים לא-מקומיים של מינים מקומיים. כך ייווצרו אורגניזמים, שאף על פי שהם עדיין מוגדרים כמין מקומי, הם אינם כשירים מבחינה אקולוגית באותה מידה כמו אוכלוסיות הבר המקומיות. מן הנתונים מסתמן שכאשר אורגניזמים אלה בורחים מחוות, הם מסוגלים להתרבות עם האוכלוסייה המקומית, ובצורה כזאת להפחית את השלמות הגנטית של האוכלוסייה המקומית. רוב המידע בנושא זה מגיע מגידול דג הסלמון האטלנטי. בריחה של אורגניזמים שעברו גידול סלקטיבי או שהתפתחו מזנים גנטיים לא-מקומיים, היא סיכון משמעותי לשלמות הגנטית של אוכלוסיות סלמון טבעיות המשויכות לנהרות ספציפיים. היות שרוב ההרחבה של החקלאות הימית כנראה תתרחש בגידול של מינים שהם בלעדיים לים, מקרה הסלמון מדליק נורה אדומה. אף על פי שרוב דגי הים אינם מראים את מידת האנדמיות הגנטית שמראה דג הסלמון, יש ראיות לבידול גנטי בין תתי-האוכלוסיות של מינים מסוימים. בשלב זה בגידול שלהם, המינים הימיים יהיו כנראה קרובים מאוד מבחינה גנטית למקבליהם בטבע, אך הדבר עשוי להשתנות במהירות עם המסחור וכתוצאה מלחצי סלקציה מכוונים או לא-מכוונים.

סיכונים בחקלאות הימית כתוצאה ממקרי בריחה

הסיכונים הסביבתיים הקשורים לבריחה ממתקני חקלאות ימית משתנים בהתאם לסוג מערכת החקלאות הימית שבשימוש, למינים המגודלים, לקנה המידה והאינטנסיביות של המפעל ולנוהלי הממשק המופעלים (Myrick, 2002). המידע המדעי על היבטים רבים של מינים זרים שגונסו חסר, וזה גם המצב בנושא כניסות בעקבות חקלאות מים. עדיין יש גורמים רבים לא ידועים, בעיקר בכל הקשור למינים שרק באחרונה התחילו בגידולם, ולמערכות גידול חדשות. רוב הדיווחים מסיקים שקיימים סיכונים משמעותיים למערכות אקולוגיות כתוצאה ממקרי בריחה ממתקני חקלאות ימית, ושיש צורך באמצעי ממשק כדי לצמצם או למנוע את הסיכונים הללו. עם זאת, יש מספר חוקרים החולקים על עניין הסיכונים הקשורים לבריחה של דגי סלמון אטלנטי באזור הצפון-מערבי של האוקיינוס השקט.

קשרי גומלין אקולוגיים

בריחה של אורגניזמים מחוות אל תוך המערכת האקולוגית יכולה להביא לקשרי גומלין אקולוגיים, כגון תחרות על מזון ומרחב או טריפה של מינים מקומיים על ידי דגים פליטים.

שבריהה של דגי סלמון מחוות בתחום תפוצתם הטבעי גרמה סיכונים, כולל הפחתת יצרנות, אבדן התאמות מקומיות וצמצום במגוון גנטי. המחברים מצאו זרימת גנים חד-כיוונית משמעותית (מדגי החוות לדגי הבר), וציינו שסוג זה של קשרי גומלין גנטיים עלול בסופו של דבר להוביל לאוכלוסיית בר שמוצא כל הפרטים בה הוא מדגים פליטי חוות. כמו כן, המחברים צפו גם בראיות לכך שקיימת תחרות משמעותית על משאבים בין צאצאי דגי חוות ודגי בר, כולל חפיפה ניכרת בהרכב המזון (82%), שהממדים של צאצאי דגי חוות גדולים יותר, וכי יש אפשרות לדחיקה של צאצאי דגי הבר. בהתחשב בכך שמחקרים קודמים בנוווגיה מצאו שיותר מ-80% מדגי הסלמון בנהרות מסוימים בנוווגיה הם ממוצא של דגי חוות (Fleming, 2000), קשרי גומלין כגון אלה הם איום על ההמשכיות של אוכלוסיות בר.

במחקר אחר שתוכנן למדוד את קשרי הגומלין הגנטיים בין דגי סלמון מחוות ומהטבע, השתמש McGinnity (2003) בקטע נהר לניסוי שבו עקב אחרי דורות מרובים של דגי סלמון מחוות ומהטבע. הניסוי חיקה מקרי בריחה חוזרים ונשנים מחוות לגידול סלמון ואת קשרי הגומלין עם אוכלוסייה מקומית של דגי סלמון. התוצאות מצביעות על כך שהשרידות של דגי סלמון מחוות נמוכה מזו של סלמון בר, ושלדגים בני-כלאיים (של דגי חוות ודגי בר) יש רמת שרידות ביניים. הדבר חשוב, כי בסביבה הטבעית שדגי הסלמון מהחוות פלשו אליה, סביר להניח שנוצרו הכלאות עם סלמון בר. בני כלאיים אלה, כמו גם צאצאים עתידיים מדגים מוכלאים עם סלמון בר, יהיו בעלי שרידות נמוכה יותר, ויתרמו לצמצום הכשירות באוכלוסיית הבר. המחקר מספק תמיכה ניסויית לתחזיות הקשורות להפחתת הכשירות באוכלוסיות בר לאחר פלישה מצד זנים גנטיים זרים מפליטי חוות לגידול סלמון.

קשרי גומלין גנטיים עם אוכלוסיות מקומיות הם נושא לדאגה גם בתחום גידול הצדפות, כי תאי מין בני-חיות יכולים להשתחרר מחוות. אבל גם כאן, כמו במקרה של דגי הסלמון, הושלם אך מעט מחקר מקיף בנושא. רכיכות ימיות מפיצות את תאי המין שלהן למים, ויש להן פגיות (larva) ששוחות חופשי במשך שבועות. אוכלוסיות הרכיכות נוטות להיות אחידות בשטחים נרחבים, וזאת בניגוד לאוכלוסיות בר של דגי סלמון, שבהן יש אוכלוסיות שונות בנהרות שונים.

עם זאת, באזור אחד של גידול צדפות (clams) בפלורידה, נרשמו קשרי גומלין גנטיים, וייתכן שהם פגעו במבנה הגנטי של אוכלוסיית בר קרובה של צדפות. במקרה כזה, מין הצדפה שנבחר לגידול באזור Cedar Key עלול ליצור בני כלאיים עם האוכלוסייה המקומית הנפוצה. הרכב אוכלוסיות הצדפות באזור שמסביב לחוות השתנה מאז שהחלה לפעול תעשיית גידול הצדפות, ומיני החווה ובני הכלאיים נעשים נפוצים (Arnold et al., 2004).

לעתים קרובות ריקה. ייתכן שהדבר מצביע על כך שלדגי החוות חסר ידע הנוגע לדרכי חיפוש מזון, וכתוצאה מכך – גם ידע כיצד לשרוד בטבע (McKinnell and Thomson, 1997).

בסקירת ספרות שהעריכה את הסיכון בקיום קשרי גומלין בין דגי סלמון אטלנטי לאוכלוסיות מקומיות של דגי סלמון ב-Puget Sound שבמדינת וושינגטון, תיארו Wanknitz ואחרים (2003) השפעות אפשריות רבות של בריחה ממתקני חקלאות מים. המחברים טוענים שבריחה של דגי סלמון אטלנטי ממתקנים מסחריים של חקלאות ימית נושאת בחובה כנראה סיכון נמוך לפגיעה במערכת האקולוגית, בייחוד בהשוואה לכניסות הרבות של מינים אחרים, כולל הכנסות מכוונות של מינים זרים ואכלוס של סלמון פסיפי ממדגרות. הם גם מציינים שבמשך המאה האחרונה הובילו הממשלות באזור הצפון-מערבי של אוקיינוס השקט תכניות לאכלוס הסלמון האטלנטי באזור ללא הצלחה (Wanknitz et al., 2003). חוקרים אחרים, לעומתם, מטילים ספק ביכולתן של הכנסות שאירעו בעבר לשמש דוגמה תקפה להווה. הנוף האקולוגי כיום בנהרות של האזור הצפון מערבי של האוקיינוס השקט שונה מאוד, ואוכלוסיות הסלמון הפסיפי נמצאות בו בשפל שלא היה כמותו, וייתכן שכתוצאה מכך הן פְּנֹתוּ בתי גידול שדגי הסלמון האטלנטי יכולים לפלוש אליהם (Volpe et al., 2001).

קשרי גומלין גנטיים

העובדה שחקלאות מים מאפשרת הכנסה של זנים גנטיים זרים של אורגניזמים החיים במים, היא מקור לדאגה מזה זמן רב (Hutchings, 1991), אך לא נערכו מחקרים רבים בנושא. עד כה הושלמו בעיקר בדיקות לגבי ההשפעה של בריחה מחוות לגידול דגי סלמון באזורים שיש בהם אוכלוסיות טבעיות של דגי סלמון אטלנטי. המחקר שלעיל הראה שמקרי בריחה מחוות לגידול דגי סלמון יוצרים סיכון ניכר לאוכלוסיות בר. דגי סלמון שגודלו בחוות, אף על פי שאינם מבוייתים לגמרי, עברו בְּרָה לתכונות שעדיפות בסביבה של חוות גידול, והבסיס לאוכלוסיות דגי סלמון בחוות כולל לעתים קרובות זנים גנטיים זרים. כך למשל, בעבר היה גידול זנים נורווגיים של סלמון אטלנטי נפוץ מאוד במדינת מיין. כתוצאה מכך, האוכלוסיות מהחוות היו שונות גנטית מאוכלוסיות הבר המקומיות. מחקרים מדעיים ומודלים הראו שכאשר גנים של דגי חוות חודרים לאוכלוסיית הבר דרך הכלאות, הדבר עלול להפחית את היכולת של דגי הבר לשרוד ולהסתגל, ובסופו של דבר אף להביא להכחדת אוכלוסיות הבר.

חוקרים זיהו, וניסו למדוד, פגיעות כתוצאה מבריחת דגי סלמון אטלנטי מחוות בתוך תחום התפוצה הטבעי שלהם. כך למשל, במחקר נורווגי מצאו Fleming ואחרים (2000)

קליטת העיצוב במגזרים מסוימים של התעשייה הפנים-אמריקאית, הוא גם מיוצא למקומות אחרים בעולם.

היות שפתרונות טכנולוגיים, מלבד מערכות קרקעיות סגורות לחלוטין, אינם יכולים למנוע בריחה באופן מוחלט, יש צורך בתקנות ובנהלי ממשק, שיגבילו את ההשפעה של מקרי הבריחה. תקנות ונהלי ממשק משתנים בין המדינות, והמים הפדרליים אינם מכוסים על ידי מסגרת מקיפה בעניין זה. עם זאת, יש מספר דוגמאות מתוך תעשיית חקלאות המים בארה"ב שעשויות לשמש מודלים שימושיים לטיפול במקרי בריחה עם התרחבות התעשייה.

תעשיית חקלאות הדגים הימית המתפתחת

תעשיית חקלאות הדגים הימית נמצאת בתחילת דרכה, במיוחד זו של דגי קוֹפֵיָה בים הקריבי סמוך לחופי פורטו ריקו, ושל דגי moi ודגי kahala סמוך לחופי הוואי. היא מבוססת על השימוש באוכלוסיות בר ילידות, ונראה שהיא מתפתחת באופן שמהווה סיכון מזערי לאוכלוסיות דגי בר כתוצאה מבריחה. בים הקריבי התרחשו מקרי בריחה כתוצאה מחורים שכרישים קרעו ברשתות כאשר ניסו להשיג לעצמם ארוחה בלי להתאמץ. אמנם גידול מינים מקומיים מקטין בצורה משמעותית את הסיכונים האקולוגיים, אך אינו תורם לצמצום הסיכון הכלכלי של היצרן כתוצאה ממקרי בריחה. אי לכך, אסטרטגיות ממשק של טורפים וכן טכנולוגיה מתקדמת – כגון רשתות טורפים, מחסומים מוצקים, שדות אלקטרומגנטיים וחומרי דוחים – נמצאות בפיתוח או כבר בשימוש (Benetti et al., 2006). במקרה של חוות דגי moi בהוואי, הדגים שמשמשים את המפעל המסחרי, מושגים מאותה מדגרה המגדלת דגים עבור התכנית לאישוש אוכלוסיות בר, כך שבמקרה הזה, ניתן להסתכל על מקרי הבריחה כאמצעי שמוסיף יותר דגים למאמצי האישוש, אף שהוא יקר למגדל. עם זאת, ככל שהתעשייה מתרחבת, עלול נושא הניהול של אוכלוסיות הרבייה להיעשות עניין בעייתי יותר. הלחץ לגדל יותר דגיגים עלול לדרוש דיג משמעותי של דגי בר, שישמשו כאוכלוסיות רבייה, ובו-בזמן עלול להיות לחץ כלכלי לצמצם את התחלופה של אוכלוסיות הרבייה במדגרות כדי לשפר את הכמות והיעילות של תפוקת הדגיגים.

גידול צדפות בחקלאות ימית באלסקה

אלסקה אמנם אסרה על גידול דגים במי הים שלה בקרבת החוף, אך גידול צדפות כבר נעשה תעשייה משמעותית, שיש בה תקנות קפדניות ביותר שתוכננו להגן על הסביבה ועל משאבי דגי הבר. התקנות באלסקה מגבילות את תעשיית חקלאות המים של צדפות רק למינים מקומיים כגון מולים, מסרקניות clam-i, ואת אוכלוסיית המקור חייבים ללכוד מאוכלוסיות בר (RaLonde, 1993). רק גידול צדפות פסיפיות, שהן מין זר, לא מחויב בתקנה זו, אך הצדפות הצעירות חייבות להגיע ממדגרות מורשות, שאין בהן מחלות. אמנם התרת

באופן כללי ידוע רק מעט על ההשפעות הגנטיות הפוטנציאליות על אוכלוסיות בר מצד המינים הרבים האחרים המגודלים או הנמצאים בפיתוח לשימוש בחקלאות הימית, כולל חקלאות ימית בים הפתוח. עם זאת, סביר לצפות, שכאשר אוכלוסיות בחוות מפותחות מגנוטיפים זרים, או שהן נבררו לתכונות המועדפות במסגרת הגידול בחוות, התוצאה תהיה זנים גנטיים השונים מאוכלוסיות הבר המקומיות. הבדלים אלה עלולים להביא להשפעות אקולוגיות שליליות אם פרטים מאוכלוסיות החווה בורחים ומתרבים עם מקביליהם בטבע.

יצורים מהונדסים גנטית

נוסף על השפעות של מינים זנים של אורגניזמים החיים במים, נשאות שאלות רבות על השימוש במינים טרנסגניים או מהונדסים גנטית בחקלאות המים (Hedrick, 2001; NRC, 2002). אורגניזמים מהונדסים גנטית, שמוכנסים אליהם גנים מאורגניזמים אחרים כדי להשביח תכונות כגון קצב גידול ועמידות לתנאי גידול קשים, מפותחים במקומות רבים בעולם, כולל בארה"ב. נכון לעכשיו מינים טרנסגניים לא נמצאים בשימוש בחקלאות מים מסחרית בארה"ב, אך יש בקשה תלויה ועומדת לאישור דגי סלמון מהונדסים גנטית. בריחה של יצורים מהונדסים גנטית ממתקני חקלאות מים יוצרת סיכון לקשרי גומלין גנטיים ואקולוגיים עם אוכלוסיות בר, כולל תרחיש שבו ההכלאה של פליטים טרנסגניים עם אורגניזמים בטבע עלולה למוטט את אוכלוסיית הבר (Muir and Howard, 1999). במקרה של אורגניזמים מחקלאות ימית שהונדסו גנטית כדי להגיע לממדים גדולים יותר, מדענים חוששים שלפליטי חוות הדגים יהיה יתרון רבייתי, כי הודות לגודלם הם ימשכו יותר בני זוג, אך ייתכן שלצאצאיהם יהיה סיכוי קטן יותר לשרוד עד לבגרות. לפי תרחיש המקרה הגרוע ביותר, המוכר בשם "אפקט הגן הטרויאני" (trojan gene effect), האוכלוסייה עלולה להיכחד תוך דורות מעטים בלבד.

התקדמות בהגבלת ההשפעה של בריחות

בריחות הן בלתי נמנעות בחקלאות הימית, אלא אם כן יבוצע מעבָר למערכות סגורות לחלוטין. קטסטרוכות (כגון הוריקנים או סופות אחרות), טעויות אנוש ואפילו ונדליזם, ימשיכו להיות גורמים שמאפשרים בריחה של דגי חוות אל הטבע. התקדמות טכנולוגית עשויה להמשיך להפחית את התדירות ואת החומרה של מקרי הבריחה, אך אין זה סביר שהאיום האקולוגי והכלכלי ייעלם לגמרי. עיצוב של כלובים תת-ימיים במקום כלובי רשת על פני המים, מבנה חזק יותר של כלובים ושל החומר שהרשתות עשויות ממנו, ומערכות לטיפול בטורפים – הם כולם שיפורים שתעשיית החקלאות הימית מתחילה לאמץ כאמצעי לצמצם את רמת מקרי הבריחה. מעניין שרוב המחקר והפיתוח, שנעשים במטרה ליצור עיצוב מערכות משופר, מתרחש בארה"ב. נוסף על

דיון ומסקנות

כניסת מינים זרים היא בעיה עולמית ויש לה השפעות אקולוגיות פוטנציאליות חמורות, אם כי לעתים הן בלתי ניתנות לחיזוי. יחד עם תעשיות אחרות, כגון הובלות ימיות והסחר בדגי אקווריום, החקלאות הימית שימשה מסלול מרכזי לכניסת מינים זנים גנטיים זרים. ההשפעות הסביבתיות הקשורות לבריחה מכלובים עשויות להשתנות בהתאם לסוג מערכת החקלאות הימית שנמצאת בשימוש. השפעות אלה מחולקות בדרך כלל לקשרי גומלין אקולוגיים ולקשרי גומלין גנטיים. קשרי גומלין אקולוגיים, כגון תחרות על מזון ועל בתי גידול וטריפה של מיני בר מקומיים, עלולים לגרום להצטמצמות אוכלוסיות הבר של בעלי חיים החיים במים, בעיקר של אלה שכבר הושפעו ממגוון הפרעות אחרות, כגון דיג ושינויים בבתי גידול. קשרי גומלין גנטיים מתרחשים כאשר אורגניזמים החיים במים, ושגודלו בחוות, בורחים ומתרבים עם פרטים מאותו מין או ממינים קרובים מאוד בטבע. מינים רבים שנמצאים בשימוש בחקלאות המים עברו מידה מסוימת של ביות ובכך לתכונות המועדפות במסגרת החווה. במקרים מסוימים נעשה שימוש בזנים גנטיים זרים בחוות, דבר שמשמעותו שהאורגניזמים בחוות שונים מבחינה גנטית ממקביליהם בטבע, השייכים לאותו מין. תכונות אלה, שרצויות במסגרת הגידול בחווה, עלולות להזיק לאוכלוסיית הבר, ובריחת אורגניזמים מחוות והתרבות שלהם עם אוכלוסיות בר עלולות לצמצם את היכולת של אוכלוסיית הבר לשרוד ולהסתגל לשינויים. ברור שעם הגידול הצפוי של החקלאות הימית בעתיד, יהיה צורך בצעדים למניעת כניסה של מינים פולשים ולמניעת פגיעה בבריאות – האקולוגית והגנטית – של אוכלוסיות הבר של האורגניזמים החיים במים.

סיכום ההמלצות

- להגביל חקלאות ימית למינים מקומיים שנושאים אותו גנוטיפ כמו אוכלוסיות הבר, אלא אם כן ניתן להוכיח שהסיכון למק לסביבה הימית מגידול מינים אחרים זניח.
- לגדל מינים מקומיים באפן שיבטיח שבריחה לא תסכן את ההרכב הגנטי של אוכלוסיות הבר המקומיות.
- להשתמש בקריטריונים למיקום ולחייב אמצעי ממשק כדי לצמצם סיכונים למערכות אקולוגיות ימיות, שנובעים מבריחה של בעלי חיים או משחרור של תאי מין בני-חיות ממתקני חקלאות ימית.
- לתמוך במחקר שיצמצם את הסיכון למק לסביבה הימית, שנובע ממקרי בריחה ממתקני חקלאות ימית, ולדאוג לתאם אותו.

גידול צדפות פסיפיות פירושה החדרת מין זר למי אלסקה, אבל הסיכון להתבססות ולפגיעות במינים מקומיים נמוך מאוד. מי הים של אלסקה, שהם אינדיאליים לגידול צדפות פסיפיות, קרים מדי מכדי שהמין יתרבה בהצלחה. נוסף על המגבלות המוטלות על מינים זרים, באלסקה קיימים אמצעי בקרה נוספים שמטרתם למנוע קשרי גומלין בין אורגניזמים מחוות ובין אוכלוסיות בר. אחד מהם, ההיתר להובלת צדפות, דרוש לכל מי שרוצה להוביל או לגדל צדפות. בעת בחינת ההיתר, הממולא על ידי מחלקת ממשק הדיג והצייד של מדינת אלסקה, יש לוודא ש"הצדפות לא נושאות מחלות, אינן מזיקות מבחינה גנטית לאוכלוסיות הבר הקיימות של אותם מינים, ושאיוטנטיביות הגידול לא תפגע באופן משמעותי במגוון הביולוגי של החי הימי באזור" (RaLonde, 1993).

גידול דגי סלמון במדינת מיין

בשנת 2000 הגיעה אוכלוסיית דגי הסלמון האטלנטי לשיא שלילי במדינת מיין, והדג הוכרז בה כמין בסיכון. התמעטות אוכלוסיות דגי הסלמון האטלנטי לאורך חופי מיין גרמה חשש באשר לגידול המין בכלובי רשת בקרבת החוף (NRC, 2004). הגידול של דג הסלמון האטלנטי במדינת מיין החל בסוף שנות ה-80 של המאה הקודמת, ולמרות מאמצי המגדלים להגביל את מספר מקרי הבריחה, ידוע שמתרחשים שחרורים בלתי מכוונים. כתוצאה מהם נוצר לפעמים מצב שכאשר הדגים שוחים במעלה הנהר כדי להטיל, יש יותר דגים שמקורם בחוות מאשר דגי בר (Baum, 2001). לנוכח מצב האוכלוסיות, פקידים בכירים וגנטיקאים הודאגו במיוחד מכך שהחוות השתמשו בזנים זרים (אירופיים) של סלמון אטלנטי. הדבר יצר סיכון חמור לבריאות האוכלוסיות הילידות של דג הסלמון האטלנטי.

בשנים האחרונות חלו שינויים משמעותיים בבקרה של חוות דגי הסלמון במיין. קודם כול, בשנת 2003 פסק בית משפט מחוזי אמריקאי בנושא, ואסר את השימוש בסלמון אירופי. הוא אילץ את התעשייה לעבור לזנים אמריקאיים (Firestone and Barber, 2003). נוסף על פסיקת בית המשפט, אומץ היתר כללי לחיסול פליטת מזהמים (Pollutant Discharge Elimination System General Permit). היתר זה שינה את האופן שבו תעשיית החקלאות הימית של הסלמון האטלנטי מנוהלת, מבחינת זנים גנטיים מותרים בשימוש ונהלים שחובה להפעילם. נראה כי בשל כך צומצמו הסיכונים הגנטיים הקשורים לבריחת דגי סלמון מהחוות. ההיתר הכללי אוסר שימוש בזני סלמון שאינם ממוצא אמריקאי בחוות, דורש סימון של הדגים כדי שיוכלו להיות מזוהים עם חוות המוצא שברחו ממנה, ודורש מהחוות לנקוט אמצעים שימנעו בריחה מכל סוג שהוא לים הפתוח. ההיתר הכללי החדש גם אוסר על גידול דגי סלמון מהונדסים גנטית.

המלצות מפורטות

8

היתרים לחקלאות הימית יוגבלו למינים מקומיים, שנושאים את הגנוטיפ האופייני לאזור הגאוגרפי, אלא אם כן NOAA או סוכנות הרישוי הראשית במדינה קובעת שמידע וניתוח מדעי מראים שהסיכון לנזק לסביבה הימית מהפעולה שהותרה הוא זניח.⁶

היות שמקרי בריחה מחקלאות ימית הם בלתי נמנעים, גידול ימי של מין זר חייב להיחשב כהכנסה מכוונת. לבעלי חיים שמסוגלים לשגשג בגידול באתר כבר יש תכונות משמעותיות, כגון סיבולת לתנאי הטמפרטורה ולהרכב הכימי של המים, התורמות לשרידותם בטבע. למרות הבעיות שגורמים מינים פולשים, עדיין יש לנו יכולת מצומצמת בלבד לחזות אם מין זר יעשה מין פולש במקרה שיוכנס לסביבה ימית חדשה.

8.1 חקיקה פדרלית, המאפשרת חקלאות ימית, תאסור על NOAA להנפיק היתר לחקלאות ימית במים פדרליים למינים שאינם מקומיים לאזור הגאוגרפי ושלא גודלו בעבר באזור המוצע, אלא אם כן:

- הסוכנות עורכת שימוע ציבורי בעניין ההיתר;
- הסוכנות קובעת שמידע וניתוח מדעי מראים שהסיכון לפגיעה בסביבה הימית בעקבות גידול כזה הוא זניח.

8.2 NOAA תפתח ותיישם, בתיאום עם המדינות, פרוטוקול להערכת סיכונים, שיקבע את הפוטנציאל לפגיעה במערכות האקולוגיות הימיות כתוצאה מגידול מינים זרים. מומלץ להשתמש בנהלים בנושא הכנסה והעברה של אורגניזמים החיים במים (Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms) של ICES מ-2004 כנקודת מוצא.

8.3 נוסף על הדרישות שפורטו בנושא הניהול, יכללו הערכות הסיכונים, שיוצרים מינים זנים גנטיים זרים לחקלאות הימית, גם התייחסות לסיכונים נוספים למערכות האקולוגיות הימיות ממקורות שונים:

- התבססות אוכלוסיות פליטות תרביות;
- תחרות עם מינים אחרים על מרחב, על טרף ועל משאבים אחרים;
- הכלאות וצמצום המגוון הגנטי;
- העברת פתוגנים וטפילים.

8.4 הטלה, הדגרה או גידול של אורגניזמים מהונדסים גנטית (GMOs) יאסרו בכלובי רשת, בכלובים או בכל מערכת אחרת הפתוחה למי הים של ארה"ב, אלא אם כן סוכנות הרישוי:

- עורכת שימוע ציבורי על הפעילות המוצעת;
- קובעת שהמידע והניתוח המדעי מראים שהסיכון לפגיעה בסביבה הימית בעקבות הפעילות המוצעת הוא זניח.

9

מינים מקומיים יגודלו באופן שיבטיח שמקרי בריחה לא ישנו באופן משמעותי את הפרופיל הגנטי של אוכלוסיות הבר הטבעיות.

גידול של מינים מקומיים הנושאים גנוטיפ כמו זה של אוכלוסיות הבר המקומיות (במרחק של לא יותר משני דורות מהטבע), עדיף מבחינה סביבתית על גידול של אוכלוסיות הנושאות גנוטיפים שאינם מקומיים, אינם בר ואינם ילידים. כאשר מגדלים מינים הנושאים גנוטיפ אופייני לאוכלוסיות הבר המקומיות בתחום תפוצתם הטבעי, יש לנקוט צעדים שיוודאו שהפרופיל הגנטי של האוכלוסיות המגודלות לא יסטה מזה של אוכלוסיות הבר.

9.1 מקבל ההיתר לחקלאות הימית ידרש, כתנאי להיתר, לאפשר לסוכנויות הממשלתיות האחראיות לכך, גישה לדגים בחווה לפי הצורך, כדי שהן יוכלו לנטר את הפרופיל הגנטי של האוכלוסיות שמגדלים בחווה.

9.2 מדרגות שמגדלות דגיגים לחקלאות ימית יידרשו לחדש מהטבע את האוכלוסיות המתרבות לעתים קרובות. הדבר יעשה בהתאם לתכנית הממשק והאישוש לאוכלוסיית הבר.

6 כוח המשימה אינו מכוון טענה זו למינים שכבר נמצאים בתהליך גידול מסחרי בחקלאות ימית באזור נתון. ניהול הסיכונים הסביבתיים הקשורים לגידול מינים זרים שכבר קיימים במתקני חקלאות ימית באזור נתון יעשה על בסיס הערכת סיכונים ותהליכים אחרים שתוארו בדוח זה.

תוקם מסגרת ממשקית כדי להעריך ולצמצם סיכונים לחי ולמערכת האקולוגית הימית מבריחה של בעלי חיים בעלי תנועה ומשחרור של תאי מין בני-חיות ממתקני חקלאות ימית אל תוך מי הים.

בריחה של מיני חוות או שחרור של תאי המין שלהם עלולים לחשוף את החי בים ואת המערכות האקולוגיות הימיות להתיישבות של מינים פולשים, להעברת מידע גנטי של גנים שאינם קיימים באוכלוסיות בר מקומיות (בעקבות יצירת בני כלאיים, תהליך שנקרא introgression) ומחלות. כמו כן, לבריחה של בעלי חיים מחוות יש פוטנציאל לפגוע בשימיות הכלכלית ארוכת הטווח של מפעלי חקלאות ימית מסחריים. עם זאת, אין אפשרות מעשית למנוע בריחה כאשר נעשה שימוש במערכות של כלובים או כלובי רשת. לכן, מטרת המדיניות לטיפול במקרי בריחה צריכה להיות לתקן או לצמצם את הנזק למערכות אקולוגיות ימיות.

10.1 NOAA וסוכנות אחת של המדינה (עבור כל מדינה שיש לה סמכות על מי ים) יהיו אחראיות ובעלות סמכות לדרוש ממתקני החקלאות הימית לשלוט במקרי בריחה ולצמצם או למזער את הסיכון של פגיעה במערכת האקולוגית הימית. מינים מקומיים וזרים עלולים להוות סיכון לחי בים ולמערכות אקולוגיות ימיות כאשר הם בורחים מגידול. סיכונים יוערכו על בסיס התכונות של האתר, המערכת האקולוגית, והמין שמגדלים. כדי ששיטות בקרה, כולל נוהלי ממשק וטכנולוגיות שליטה, יהיו יעילות, הן יתוכננו על בסיס הסיכונים הספציפיים הללו. NOAA והסוכנויות הראשיות להתרת חקלאות ימית במדינה יהיו בעלות סמכות ברורה לדרוש את הנהלים והטכנולוגיות הללו, ובעלות מנדט להשתמש בסמכות זו כדי להגן על מערכות אקולוגיות ימיות.

10.2 בהתאם להנחיות של הערכת הסיכונים שנקבעו בהמלצות הניהול, NOAA או סוכנות הרישוי הראשית במדינה יידרשו לוודא שהסיכונים כתוצאה מבריחה מוערכים לפני הנפקת היתרי מיקום והפעלה. הסיכונים שיש להעריך כוללים את הגורמים הבאים: מידת החיות של האורגניזם במערכת האקולוגית מסביב, כגון יכולתו ליישב בית גידול, להעמיד אוכלוסיית פרא (feral) ולהתחרות עם אוכלוסיות בר; הסבירות להעברת מחלות או טפילים לאוכלוסיות הבר; יכולת צמצום הכשירות של אוכלוסיות הבר בעקבות הכלאות של פליטים עם פרטי בר. יש להעריך סיכונים אלה בשיתוף פעולה עם סוכנויות פדרליות נוספות ועם סוכנויות של המדינות, שנושאות באחריות ניהול לדגים ולחיות הבר.

- ניתן לייעל הערכות סיכון או לוותר עליהן עבור מתקנים שיכילו רק אוכלוסיות של מינים מקומיים שנושאים את הגנוטיפ הטבעי באזור הגאוגרפי המדובר, ושעברו לא יותר משני דורות מאז איסופם.

- אין לוותר על הערכות סיכון אם המין המוצע לגידול נמצא בסיכון או מאיים באזור הגאוגרפי שהגידול יתבצע בו.

10.3 NOAA או סוכנות הרישוי הראשית במדינה, כל אחת בהתאם לתחום סמכותה - ובהתייעצות עם סוכנויות פדרליות אחרות ועם סוכנויות של המדינות, עם תעשיית החקלאות המים, עם מדענים, עם מהנדסים ועם הציבור - תפתח קריטריונים למיקום והנחיות לנוהלי ממשק מיטביים, שמטרתם לצמצם את כמות מקרי הבריחה, את תדירותם ואת הסיכונים האקולוגיים הנובעים מהם.

- קריטריונים למיקום יכולים לכלול: הפרדת החוות מבית גידול שמתאים להתבססות כדי לצמצם את הסיכויים להתיישבות; הימנעות ממיקום חוות באזורים ימיים מוגנים ובבתי גידול רגישים; החרגת אזורים שהם קריטיים למין שיש לגביו דאגות ממשקיות, בייחוד מינים בסיכון; איתור מתקנים שעלולים לפלוט תאי מין בוגרים של אורגניזמים מגידול, כך שהסיכון הגנטי והאקולוגי למין המקומי יהיה זניח.

- ייתכן שנוהלי ממשק מיטביים עבור דגים ידרשו שימוש בכלובים מחומרים העמידים בפני טורפים, אכלוס בדגים עקרים או באוכלוסיות חד-מיניות, וכן שיטות מדויקות לספירת הדגים שמאכלסים את כלובי הרשת ונאספים מהם.

- ייתכן שנוהלי ממשק מיטביים עבור צדפות ידרשו שימוש בבעלי חיים עקרים.

10.4 NOAA וסוכנות הרישוי הראשית במדינה יידרשו לוודא יישום של אמצעים למניעה או לצמצום של סיכונים הקשורים למקרי בריחה ברמת החווה. אמצעים אלה יידרשו כתנאי לקבלת היתר מיקום ו/או הפעלה, ויתאימו לרמת הסיכון. ייתכן שסוכנות הרישוי הראשית תוותר על חלק מהאמצעים הללו או על כולם, אם המתקן המסוים יכיל, כתנאי להיתר ההפעלה שלו, רק מינים שנושאים את הגנוטיפ האופייני לאוכלוסיות הבר באזור, ושעברו לכל היותר שני דורות

מאז איסופם מהטבע. NOAA או סוכנות הרישוי הראשית במדינה יהיו חייבות לנקוט, לכל הפחות, את אמצעי הזהירות הבאים כדי למנוע או לצמצם סיכונים הקשורים למקרי בריחה:

- לדרוש מחוות לגידול דגים או בעלי חיים אחרים בעלי תנועה החיים במים, לכלול בתכנית ההפעלה הדרושות לקבלת היתר הפעלה, אמצעים למנוע, לצמצם ולמתן את השפעת מקרי הבריחה. אמצעים אלה יכולים לכלול נוהלי ממשק מיטביים שיש להקפיד עליהם, טכנולוגיות בלימה שיש להפעיל ותכניות חירום למתן את הנזק ממקרי בריחה.
- בזמן הנפקת היתרי הפעלה למתקני חקלאות ימית יש להשתמש בקריטריונים של מיקום במידת האפשר, כדי למנוע או לצמצם את היתכנות הבריחה ואת ההשפעה האקולוגית של מקרי בריחה.
- לדרוש ניטור למקרי בריחה ודיווח עליהם, כדי שסוכנות הרישוי תוכל לוודא ציות לתכנית ההפעלה.
- לפרט קנסות משמעותיים שיוטלו על המפרים את תנאי ההיתר, כולל אפשרות של ביטול ההיתר, ולדאוג לקבלת שיפוי לנזקים אקולוגיים וכלכליים הנובעים מבריחה, על ידי שימוש בשיטות של הערכת נזקים למשאבים טבעיים בעת הצורך.
- לדרוש מחוות לגידול דגים או בעלי חיים אחרים בעלי תנועה החיים במים, לנקוט אמצעים שיאפשרו זיהוי של בעלי החיים מהחוות אם יברחו.
- אמצעים אלה יכולים לכלול סימון או תיוג, ויכלולו לפחות איסוף ושמירה של חומר גנטי שיספיק לזיהוי פליטים עד לרמת החווה. איסוף ושמירה של חומר גנטי אינם נחוצים אם הוכח, לשביעות רצונה של NOAA או של סוכנות הרישוי הראשית במדינה, שלא ניתן להבדיל מבחינה גנטית בין הדגים בחווה לבין אוכלוסיות בר מקומיות.

מחקר על הגנטיקה של אוכלוסיות בר של המין שמפותח למטרות חקלאות ימית, הוא חיוני להבנת הסיכונים מהכלאות בין אוכלוסיות חוות ואוכלוסיות בר. אם הדגים הפליטים אינם מסוגלים לשרוד או להתרבות בטבע, הם מהווים איום קטן יותר למערכות אקולוגיות ימיות. קידום תכונות אלה רצוי מבחינת ההגנה הסביבתית, אך עלול להיות קשה לקבוע באיזו נקודה הזנים ה"מבויתים" כבר לא מהווים סיכון משמעותי. בינתיים יינקטו כל האמצעים הדרושים כדי למתן את השפעת מקרי הבריחה.

11.1 NOAA תתמוך ותתאם מחקר על:

- המבנה הגנטי של אוכלוסיות בר שמועמדות לגידול בחקלאות הימית;
- תכונות גנטיות, התנהגותיות ורבייתיות (למשל כאשר יש שלוש מערכות של כרומוזומים במקום שתיים - triploidy) שיצמצמו את הסיכון למערכות אקולוגיות ימיות כתוצאה ממקרי בריחה;
- זיהוי פערים בידע ובמידע על הגורמים שמשפיעים על היתכנות ההתבססות של מינים זרים (introduced) במערכות אקולוגיות חדשות.

יש להבטיח הובלה פדרלית לתמיכה ולתיאום של מחקר שיפחית את הסיכון לפגיעה במערכות אקולוגיות ימיות כתוצאה ממקרי בריחה.

קשרי הגומלין בין מחלות הקשורות לחקלאות מים והמערכת האקולוגית

מבוא

במחקר שנערך לא מזמן בנושא הגדלת השכיחות או הרחבת התפוצה של מחלות אצל אורגניזמים ימיים, טוענים Harvell ואחרים (2004), שחקלאות מים היא קרוב לוודאי המקור לפתוגן חדש החודר לאוכלוסיות בר בים. עם זאת, קשה להעריך את משקלם של חקלאות המים ושל אמצעים אחרים בכניסת פתוגנים לים, כתוצאה מדלות המידע על הנוכחות ועל התפוצה של פתוגנים במערכות אקולוגיות מימיות. כך למשל, ידוע מעט מאוד על התפוצה והתפקיד של פתוגנים באוכלוסיות בר של דגים (Blazer and LaPatra, 2002). לעומת מערכות חקלאות מים, שניתן לאתר בהן בקלות דגים חולים ולאבחן אותם, נדיר מאוד לצפות בדגים חולים בטבע. כמו כן, היות שידוע כל כך מעט על מחלות באוכלוסיות בר, לעתים קרובות קשה לקבוע אם מחלות אכן הוכנסו לאוכלוסיות בר של אורגניזמים שונים, בין אם דרך חקלאות מים או באמצעים אחרים.

העברת מחלות בין חיות בר לחיות משק היא תופעה מוכרת. ואף על פי שהעברת מחלות, מאורגניזמים החיים במים בטבע לאורגניזמים בחקלאות מים, היא תופעה חדשה יותר - גם היא מוכרת. עד כה, מנגוני ההעברה, עוצמת הפגיעות או אופי הפתוגנים בסביבה הימית ושכיחותם, נחקרו רק מעט, אך קיימות מספר דוגמאות של העברת פתוגנים מאורגניזמים בחקלאות הימית לחיות בר ימיות. לאור התרחבותה של החקלאות הימית מבחינת היקף ומיקום, כדאי לנקוט גישה של הימנעות מסיכון (risk-averse) וליישם אסטרטגיות ניהול ואסדרה כדי להימנע מבעיות לפני שהן הופכות למשברים. אמצעים כאלה, שמטרתם מניעה, יעילים יותר בטווח הארוך בהגנה על הסביבה ועל האינטרסים הכלכליים של התעשייה.

מאז ומתמיד חוששים חקלאים מהעברת מחלות, טפילים ומזיקים מחיות בר למקנה ובין בעלי חיים שונים בגידול חקלאי. אבל רק באחרונה החל להתפתח עניין בתפקיד שממלאים בעלי חיים מבויתים בהחדרה ובהפצה של מחלות בקרב חיות בר. מדענים מוצאים יותר ויותר ראיות ל"גלישת" מחלות מהמערכת החקלאית אל תוך המערכת האקולוגית ולהשפעות הנלוות לכך על חיות בר ועל צמחים בטבע (Power and Mitchell, 2004). בזמן האחרון דווח על מספר מקרים חשובים, המדגישים את התפקיד שיש לפרקטיקות של החקלאות היבשתית בהופעה של מחלות חדשות או בהגדלת השכיחות או בהרחבת התפוצה של מחלות קיימות, ובהעברתן החוזרת לחיות בר ולצמחים בטבע, כולל למינים בסיכון ובסכנת הכחדה.

החקלאות הימית, גורם חדש יחסית בעולם החקלאות, לא נחקרה באותה מידה מבחינת תפקידה בהפצת מחלות, אך סביר להניח שקיימים אותם מנגונים להגדלת השכיחות, להרחבת התפוצה ולהפצה של מחלות, בייחוד לאור האופי הפתוח של רבות ממערכות החקלאות הימית. סוגים מסוימים של חקלאות במים מתוקים יוצרים בעיה מבחינת העברת מחלות. כך למשל, מחלת ה-whirling עברה ממתקנים לגידול דגים ולאישוש אוכלוסיות - לאוכלוסיות טבעיות של דגי טרוטה בכלל צפון-אמריקה (Nickum, 1999). ישנם סימנים לבעיות הקשורות להעברת מחלות מהחקלאות הימית, כולל מחלות של חסילונים וצדפות, ובאחרונה התקבלו ראיות לכך שחוות לגידול דגי סלמון יכולות לתפקד כמאגרים לכיני ים טפיליות, שעלולות להדביק דגי בר שנודדים בסמיכות לחוות.

צדפות ממקום למקום הייתה בעיה בעבר. אין הרבה דיווחים על תופעה זו מהזמן האחרון, כנראה בעקבות שיפורים בפרקטיקות הניהול. מסקנותיו של Farley (1992) מסקירה שערך בנושא כניסת מחלות של צדפות כתוצאה מהעברות גאוגרפיות, היו שמחלות יכולות להיות מוכנסות, והוכנסו בעבר, על ידי העברה גאוגרפית של רכיכות, בעיקר צדפות, ושהן גורמות לתמותה נרחבת באוכלוסיות בר. כך לדוגמה, הטפיל הגורם למחלה MSX בצדפות הגיע שלא במתכוון לחוף המזרחי של ארה"ב מאסיה, באמצעות הכנסה של כמויות קטנות של הצדפה הפסיפית (NRC, 2004b). הטפיל, שהוא קטלני לצדפה המזרחית הילידה, ועכשיו נפוץ לאורך כל החוף המזרחי של ארה"ב, החל לגרום לתמותת צדפות (oysters) במפרצים Delaware Chesapeake-1 בשנות ה-50 של המאה הקודמת. הטפיל שנכנס גרם לדלדול קשה של אוכלוסיות הצדפות הטבעיות ולפגיעה קשה ביותר בתעשיית הצדפות.

Cohen (2002) סקר את כניסתה של תולעת טפילה זרה בעקבות פעילות של תעשיית חקלאות המים של אוזני הים בחופי קליפורניה בשנות ה-80 המוקדמות. התולעת הוכנסה בטעות עם אוזני ים אפריקאיות מיובאות, והתפשטה במהירות לתוך אוכלוסיות ילדות של אוזני ים. היא פגעה בהן על ידי החלשה ועיוות של קטניותיהן (valves), דבר שהשאיר אותן חשופות לטריפה, וגרם להפחתה בשיעורי הגדילה והרבייה. לאחר מספר שנים של ניטור ושל ניהול מדוקדק, המדענים מקווים שהצליחו לחסל את הטפיל.

גידול חסילונים סובל מבעיות רבות בעקבות מחלות, המתפשטות בין אזורי הגידול השונים עם התרחבות התעשייה. המחלות היו הרסניות לאוכלוסיות החסילונים בחקלאות הימית, ולעיתים פגעו קשות בתעשייה באזורים שונים של העולם. עם זאת, ידוע אך מעט על השפעתן של מחלות אלה על אוכלוסיות בר של חסילונים באזורים שבהם הופיעו המחלות.

המזון שמסופק לדגי חוות מסימים הואשם בהיותו מסלול אפשרי אחר להכנסת מחלות. מחקר של Gaughan (2002) מרמז שייתכן שחקלאות ימית אחראית להתפרצות מחלה אצל סרדינים במי הים של אוסטרליה בסוף שנות ה-90 של המאה הקודמת. התפרצות המחלה אצל הסרדינים בטבע התרחשה באזור האכלה של דגי טונה, שסרדינים מיובאים שימשו להם מזון. חושבים שהדגים המיובאים היו המקור לפתוגן הזר שהתפשט במהירות באוכלוסיית הבר של הסרדינים, וגרם לתמותה נרחבת. במחקר הובע חשש מעניין העברת אורגניזמים החיים במים ומשמשים מזון לא מעובד, ומהבטיחות הביולוגית של מתקני החקלאות הימית, בעיקר של מערכות פתוחות כגון כלובים וכלובי רשת.

סיכונים אקולוגיים ממחלות הקשורות לחקלאות מים

לפי LaPatra & Blazer (2002), "חקלאות דגים אינטנסיבית, בייחוד של מינים זרים, יכולה להיות מעורבת, והייתה מעורבת בעבר, בכניסה או בהגדלת השכיחות או בהרחבת התפוצה של פתוגנים ומחלות באוכלוסיות בר או בשילוב של התופעות הללו". ההשפעות הסביבתיות הקשורות לקשרי הגומלין ברמת המחלה, בין אוכלוסיות של אורגניזמים בחקלאות מים ואוכלוסיות בר, יכולות להשתנות בהתאם למערכת חקלאות המים שבשימוש, למין בגידול, לקנה המידה ולאינטנסיביות של המפעל ולפרקטיקות הניהול המיושמות. בדרך כלל מוכרים שלושה סוגים של קשרי גומלין ברמת המחלה (Blazer and LaPatra, 2002):

- כניסה של פתוגנים חדשים לאזור באמצעות יבוא אורגניזמים אקזוטיים לגידול;
- העברת פתוגנים בין אזורים על ידי שינוע של אורגניזמים מגידולי חקלאות מים;
- הגדלת השכיחות או הרחבת התפוצה של פתוגנים שכבר קיימים באזור, והעברתם מאוכלוסיות בגידול חקלאי לאוכלוסיות בר.

קשרי גומלין של מחלות וטפילים בין חקלאות מים לאורגניזמים הגדלים-בר

התפקיד שממלאות חוות מסחריות לגידול דגי סלמון בהעברת כיני ים טפיליות לדגי סלמון בטבע, נעשה מוקד מחקר בצפון-אמריקה ובאירופה. באחרונה פורסם מחקר (Krkošek et al., 2005) שבדק את ההשפעה של חווה אחת לגידול דגי סלמון לאורך מסלול הנדידה של דגי סלמון בטבע בקולומביה הבריטית, והעריך את היקף העברת הטפילים בין דגי החווה לדגי הבר. במחקר נבדקה מידת הניגוע (contamination) בכיני ים אצל דגי סלמון צעירים תוך נדידתם בקרבת החווה. נעשה שימוש במודלים מתמטיים כדי לאמוד את לחץ ההדבקה על אוכלוסיות בר של דגי סלמון מטפילים שנפלטו מהחווה. על סמך חישובי המודל הגיעו החוקרים למסקנה שלחץ הטריפה בקרבת החווה היה גדול בערך פי 70 מהרמה הטבעית ברקע. כמו כן, ככל שדגי הסלמון התקדמו במורד הנהר, רמות הזיהום היו גבוהות מרמות הרקע עד למרחק 30 ק"מ מהחווה לאורך מסלול הנדידה. חוקרים אחרים מצאו מתאם בין רמות כיני ים באוכלוסיות בר של דגים וקרבה לחוות לגידול דגי סלמון באוקיינוסים האטלנטי והשקט (Butler, 2002; Morton et al., 2004; Penston et al., 2004).

כניסה או העברה של מחלות מתרחשת גם בחקלאות מים של צדפות. ישנן ראיות שכניסת מחלות כתוצאה מהעברת

תרופות בשימוש בחקלאות מים

המחסור בטיפולים למחלות הקשורות לחקלאות מים הוזכר כאחד האילוצים המופעלים על התעשייה (NRC, 1992; Duff et al, 2003). אף על פי שיש עניין רב בהגדלת מגוון סוגי התרופות הזמינים לשימוש בחקלאות מים, נכון לעכשיו יש רק מספר מוגבל של תרופות הזמינות לשימוש בארה"ב. העוסקים בחקלאות מים מוגבלים בעיקר לעשר תרופות שאישר לשימוש מנהל המזון והתרופות האמריקאי (FDA), למינים שחיים במים ומשמשים למאכל (JSA, 2004). כל אחת מהתרופות מאושרת למינים ספציפיים, למחלות ספציפיות ובמינונים ספציפיים. חוק שהועבר ב-2004, Minor Use Minor Species Act, יצר מנגנונים חדשים כדי להקל על השגת תרופות עבור מינים המכונים "זוטרים", כגון דגים. תרופה אחת, האנטיביוטיקה florfenicol, אושרה לשימוש לשפמונים לפי חוק זה. כמו כן, ניתן עכשיו להשיג תרופות ניסיוניות לבעלי חיים, שאפשר להשתמש בהן כדי לאסוף נתונים בקשר ליעילות התרופה ולבטיחותה, וכן בתרופות אחרות לבעלי חיים או לבני אדם, שווטרינר יכול לרשום למטרות שונות מהשימוש שהתרופה נועדה לו (extra-label). חקלאי מים יכולים להשתמש גם במגוון חומרים פשוטים, כגון קרח, מלח וכחמן דו-חמצני, הנחשבים לתרופות בלתי מאושרות לבעלי חיים, ויש להם עדיפות אסדרה נמוכה.

Meyer (1991) הציע ששימוש בתרופות או בכימיקלים אחרים לטיפול במחלות הקשורות לחקלאות מים, צריך להיות פתרון חירום או אמצעי אחרון. ברור שיש סיכונים סביבתיים המיוחסים לשימוש בתרופות במסגרת חקלאות המים, בייחוד במערכות פתוחות. Cabello (2006) ערך סקירה של הבעיות לבריאות האנושית, לבריאות בעלי החיים ולבריאות הסביבה, שנגרמות מהשימוש באנטיביוטיקה בחקלאות מים. מן הסקירה עולה כי השימוש בכמויות גדולות של חומרים אנטיביוטיים בחקלאות מים, שנעשה לעתים קרובות באופן מוגע - "גרם להופעה של זני חיידקים עמידים לאנטיביוטיקה בחקלאות מים, לגידול בעמידות לאנטיביוטיקה אצל פתוגנים של דגים, להעברת גורמי העמידות לחיידקים הפוגעים בבעלי חיים יבשתיים ולפתוגנים של בני אדם, ולשינויים בפלורה החיידקית במשקעים ובעמודת המים" (Cabello, 2006). בעיות אלה נראות חמורות בייחוד במדינות מתפתחות, שם אין כמעט פיקוח על השימוש באנטיביוטיקה. מלבד אנטיביוטיקה, התרופות המשמשות בחקלאות הימית לטיפול בטיפולים כגון כיני ים, עלולות ליצור בעיה אקולוגית כאשר הן משוחררות אל הסביבה. כתלות בהרכב הכימי, טיפולי טפילים ניתנים כתוסף מזון או כאמבט, אך בכל מקרה יהיו להן השפעות רעילות על הסביבה הקרובה. סקירה מקיפה בעניין ההשפעות של שימוש בכימיקלים בחקלאות הימית מופיעה בפרק 6.

מחלות הקשורות לחקלאות ימית וניהול בריאותי של בעלי חיים

בעיות הנובעות ממחלות גורמות הפסדים כלכליים משמעותיים בחקלאות המים (Lee, 2003). מחלות הנגרמות מווירוסים, מחיידקים ומפטריות, כמו גם הידבקות בטיפולים, נפוצות אצל אורגניזמים בחקלאות הימית, ויש חשיבות רבה לאמצעי ניהול שישלטו בהן. בדומה לנושאים אחרים בניהול בריאות בעלי חיים, אמצעי מניעה הם היעילים ביותר, בעלי הכדאיות הכלכלית הגבוהה ביותר והשפעתם ארוכת טווח יותר מזו של אמצעים אחרים. Meyer (1991) הציע את אמצעי המניעה הבאים כחשובים ביותר: מניעת החדרת פתוגנים, שמירה על איכות מים טובה, הימנעות מגורמי עקה סביבתיים או צמצומם, הזנה נאותה, חיסון אוכלוסיות בגידול חקלאי ובידוד מאוכלוסיות שהתפראו. אפשר לבדוד אוכלוסיות בגידול חקלאי מאוכלוסיות בר רק במערכות סגורות. אין אפשרות להשיג מטרה זו במתקני חקלאות ימית שהמים זורמים בהם בחופשיות בין החווה והסביבה. עם זאת, מיקום נכון של מערכות פתוחות עשוי להיות אמצעי שיגביל מבחינה גאוגרפית יחסי גומלין בין דגים מחוות ואוכלוסיות בר.

בטיחות ביולוגית

הכלים המשמשים למניעה, לבקרה ולחיסול של מחלות מידבקות, והשמירה על הבריאות של בני האדם, בעלי החיים והסביבה מכונים בטיחות ביולוגית (O'Bryen and Lee, 2003, מצוטט בתוך Lee, 2003). בטיחות ביולוגית היא חלק חשוב בפעולות יום-יומיות, כמו גם בתכנון ובאסדרה אזורים וארציים. המושג נעשה נפוץ במגזרים שונים בתעשייה החקלאית, ומתחיל להיות מקובל גם בתחום חקלאות המים. נעשה שימוש במגוון אסטרטגיות ניהול כדי להבטיח את הבטיחות הביולוגית במתקני חקלאות המים. כך למשל, מגדלי דגים משתמשים בדרך כלל באסטרטגיות כגון ניקוי וחיטוי, חיסונים וביקורות בריאותיות שמוודאות שהאוכלוסיות בגידול נקיות מפתוגנים (Lee, 2003). אמנם ההתמקדות העיקרית של בטיחות ביולוגית היא במניעת כניסה של מחלות, אך יש חשיבות גם להכנת תכניות לבקרה ולניהול של מחלות.

ב-1961 פיתח מוסד הצדפות הפסיפי (PSI - Pacific Shellfish Institute) מדריך בריאות לתעשיית הצדפות בחוף האוקיינוס השקט, שמישם בעיקר במדגרות. רוב המדינות בארה"ב והמדינות הזרות דורשות היתרי יבוא, המאשרים את מצב הבריאות של בעלי חיים שחוצים את גבולותיהן. מתקני הדגה וגידול צעירים השולחים סחורות בין מדינות בארה"ב או במשלוחים בין-לאומיים, עובדים לפי פרוטוקולי High Health של ה-PSI ושל הארגון הבין-לאומי לבריאות בעלי החיים (Office International des Epizooties - OIE) לסיון ולדיווח על מחלות.

הנחיות בין-לאומיות לבריאות בעלי חיים החיים במים

ה-OIE, שהוזכר קודם לכן ומוכר גם בשם ארגון הבריאות הבין-לאומי לבעלי החיים, הוקם ב-1924 כדי להגביר את המודעות למחלות הקשורות בסחר הבין-לאומי בבעלי חיים ולעזור בבקרה ובמניעה שלהן. ה-OIE ממליץ על תהליכים ועל אמצעים המשמשים לניהול הבריאות של בעלי החיים בכל העולם. הדבר כולל גם את תקנון בריאות בעלי החיים שחיים במים של OIE, שמספק המלצות למדינות החברות בארגון, כולל ארה"ב, על אמצעים לפיקוח על הכניסה וההתפשטות של מחלות אצל בעלי חיים אלה. המדינות החברות בארגון מסכימות לציית לתקנים הבין-לאומיים שקבע ה-OIE כדי לצמצם את הסיכונים להפצת מחלות של בעלי חיים החיים במים באמצעות סחר. אמצעים אלה כוללים:

- הערכת הבריאות של בעלי חיים החיים במים באתר הגידול, על סמך ביקורת ותהליכי דגימה מתוקנים המלווים בבדיקות מעבדה שמבוצעות לפי הנחיות ה-OIE;
- אישוס אוכלוסיות בים הפתוח ובחוות בעזרת בעלי חיים, שמצבם הבריאותי זהה לזה של בעלי החיים שנמצאים בשטח הנידון או טוב יותר ממנו;
- חיסול מחלות בעלות חשיבות חברתית-כלכלית במידת האפשר;
- הודעה מצד כל מדינה שחברה בארגון על התווספות של דרישות לאומיות, מעבר לאלה שמופיעות בתקנון, בעניין יבוא בעלי חיים החיים במים ומוצריהם (OIE, 2001).

התכנית הלאומית לבריאות בעלי חיים החיים במים

התכנית הלאומית לפיתוח חקלאות מים, שהוקמה על ידי תת-הוועדה המשותפת לחקלאות מים (JSA) של הקונגרס האמריקאי, זיהתה מספר אתגרים בנושא הבריאות של בעלי חיים החיים במים. התכנית זיהתה את הצרכים הבאים: להגן על בריאותם של בעלי חיים החיים במים בגידול חקלאי ועל בריאותן של אוכלוסיות בר מהכנסה של מחלות; לצמצם את ההתפשטות וההשפעה של מחלות שכבר קיימות בארה"ב; להיות פעילים בפיתוח וביישום של תכניות לרפואה מונעת. לאור הצרכים הללו והעובדה שאין

תכנית ניהול מתואמת עבור גופי מים פדרליים, מינה ה-JSA כוח משימה לאומי למטרת פיתוח תכנית בריאות עבור בעלי חיים החיים במים. לחלק מהמדינות לאורך החוף בארה"ב יש תכנית בריאות פעילה לבעלי חיים החיים במים בגופי המים שבשליטתן, אך תכנית לאומית יכולה לתאם ביניהן וכן לספק הגנה לגופי מים פדרליים.

כוח המשימה לבריאות בעלי חיים החיים במים (NAAHTF) נפגש לראשונה ב-2001. בראשו עומדות שלוש הסוכנויות הפדרליות שיש להן אחריות ראשונית לבריאות בעלי החיים: מחלקת החקלאות, מחלקת המסחר ומחלקת הפנים. המטרה של ה-NAAHTF היא לפתח וליישם תכנית לאומית לבריאות בעלי חיים החיים במים (NAAHP) לחקלאות מים בשיתוף ובתיאום עם התעשייה, עם ארגונים אזוריים, עם גופים ממשלתיים ברמת המדינה וברמה האזורית, עם גופי ממשל של השבטים הילידים ועם בעלי עניין אחרים. היעדים של ה-NAAHP הם:

- להקל על התנועה החוקית של כל בעלי החיים שחיים במים, של הביצים שלהם ושל המוצרים שלהם במסחר הבין-מדינתי והבין-לאומי;
- להגן על בריאותם של בעלי חיים החיים במים, ובצורה זאת לשפר את האיכות והיצרנות שלהם בחוות ובטבע;
- להבטיח את זמינותם של שירותי ביקורת, אבחון ואישור;
- לצמצם את השפעותיהן של מחלות כאשר הן מופיעות אצל בעלי חיים החיים במים בחוות ובטבע.

הצפי הוא שהתכנית הלאומית תהיה מוכנה עד יוני 2007. ההמלצות הצפויות מתמקדות בפרוטוקולים ליבוא, בשיפו ובתכניות בקרה/ניהול. עם זאת, ה-NAAHP הוא מסמך מנחה, וכל התכניות והתקנות המומלצות חייבות לעבור את תהליך החקיקה הפדרלית לפני יישומן.

השפעה של מחלות וטפילים הקשורים לחקלאות הימית על אוכלוסיות בר: המצב והתקדמות בטיפול

כמו בכל תחום של גידול בעלי חיים, התפרצויות של מחלות בחקלאות מים הן איום מתמיד שעלול להשפיע על הקיום הכלכלי של הענף וליצור סיכונים פוטנציאליים בסביבה הקרובה. השימוש במערכות פתוחות בחקלאות הימית, שיש בהן מגע קרוב בין אורגניזמים בגידול חקלאי לאוכלוסיות בר, יוצר דרכים להעברת מחלות מהחוות אל בעלי החיים שבים ולהפך. גם בעתיד לא סביר שהסיכונים הללו יוסרו לחלוטין. עם זאת, ניהול נכון וחדושים טכנולוגיים עשויים לצמצם את רמת הסיכון. הדוגמאות שלהלן ממחישות את רמת הידע הנוכחית שיש לנו לגבי תופעות אלה, ואיפה חלה התקדמות בטיפול בהן.



כמו בכל תחום של גידול בעלי חיים, התפרצויות של מחלות

בחקלאות מים הן איום מתמיד שעלול להשפיע על הקיום הכלכלי

של הענף וליצור סיכונים פוטנציאליים בסביבה הקרובה.

מטון אחד לשנה (Norwegian Directorate of Fisheries, 2001). חלק גדול מהשיפור משויך לזמינות המוגדלת של חיסונים ולשימוש בהם, יחד עם נוהלי חקלאות טובים יותר.

הדברה משולבת

אסטרטגיות לטיפול בכיני ים בחוות לגידול דגי סלמון כרוכות בטיפול בכימיקלים במקרים שהזיהום נעשה בעייתי. בשנים האחרונות החלה התעשייה לבדוק טכניקות אחרות, כולל הדברה משולבת, המשלבות אסטרטגיות של ניהול מונע, ניטור וטיפול בעת הצורך. בעוד שאסטרטגיות מניעה עשויות להשתנות בהתאם למין, למיקום ולמשתנים אחרים, יש מספר אסטרטגיות שנראות יעילות במיוחד בגידול חקלאי של דגי סלמון, ועשויות לשמש מודל שימושי למגזרים אחרים בתעשייה. כך למשל, חשוב למקם מתקנים בשטחים שהתנאים האוקיינוגרפיים בהם מקטינים את הסיכויים למחלות זיהומיות, וגם להימנע משטחים כגון שפכי נהרות המשמשים דגי סלמון להטלה או מאזורים הסמוכים למסלולי נדידה שלהם, שהעברת מחלות אל אוכלוסיות בר וממנה סבירה בהם יותר. אסטרטגיות חשובות אחרות כוללות: הפרדה בין שנתונים - אי-הוספת דגים חדשים למתקן שיש בו דגים ותיקים, כי יש סיכוי להעברת מחלות או טפילים מדור אחד לשני; הפסקה - ריקון המתקנים למשך מספר שבועות או חודשים כדי לשבור את מחזור החיים של פתוגנים או של טפילים; אסטרטגיות ניהול אחרות - כגון שמירה על צפיפויות דגים מתאימות (Health Canada, 2003). הדברה משולבת, עם הסתמכותה ההולכת וגדלה על אמצעי מניעה והסתמכות הולכת וקטנה בטיפולים כימיים, עשויה לספק דרך מקיימת יותר מבחינה כלכלית וסביבתית לבקרת מחלות בחקלאות הימית.

פרוביוטיקה

פרוביוטיקה מתייחסת לשימוש במיקרואורגניזמים באופן חיובי, כדי להיטיב עם הבריאות. בחקלאות דגים נעשה שימוש בפרוביוטיקה כדי למנוע תקיפה מצד חיידקים גורמי מחלות על האוכלוסיות שמגדלים. כדי למנוע מחלות חיידקיות במדגרות אמריקאיות תמך PSI במחקר בנושא השימוש בחומרים פרוביוטיים לשיפור יעילות הגידול ולהגברת התפוקה של צדפות (מסוג oysters, בוציות וצדפות אחרות) שקטנות מדי לשיווק, ומשמשות בסיס לגידול. מניעת המחלות מושגת על ידי החלפת החיידקים הגורמים למחלות בחיידקים בטוחים ומועילים (פרוביוטיים).

דיון ומסקנות

אף על פי שיש בידנו מעט מאוד מידע בעניין התפוצה של פתוגנים וטפילים באוכלוסיות בר של דגי ים, קיימים סיכונים משמעותיים לאוכלוסיות אלה כתוצאה מכניסה, מהגדלת השכיחות או מהרחבת התפוצה של מחלות שמגיעות מחקלאות מים. על סמך הניסיון הקיים בחקלאות

תכניות של מדינות ארה"ב לניהול מחלות

כפי שצוין לעיל, תכנית לאומית לבריאות בעלי חיים החיים במים, לניהול מחלות הקשורות לחקלאות מים ולניהול סיכונים ליצורי בר החיים במים בעקבות מחלות אלה - נמצאת כעת בשלבי פיתוח. תכנית זו עשויה להיות חשובה בייחוד בפיתוח מדיניות ותקנות, אם מתקני חקלאות המים יעברו למים פדרליים, וגם בתיאום תכניות קיימות לניהול בעיות אלה במים שבסמכות המדינות. כך למשל, לכל המדינות שלאורך החוף האטלנטי יש מדיניות לניהול מחלות של צדפות, שמטרתן לצמצם את הסיכון ליבוא מחלות ולמנוע התפשטות של מחלות לצדפות בגידול חקלאי ולאוכלוסיות בר (Anderson, 2002). עם זאת, בשלב זה, יש חוסר תיאום במדיניות בין המדינות השונות.

בשנת 2001 התפרצה מחלה בשם אנמיית הסלמון הזיהומית (ISA) בחוות לגידול דגי סלמון במדינת מיין. חוות אלה נמצאות בקרבה לאוכלוסיות בסיכון של סלמון אטלנטי, ונוצר סיכון להעברת המחלה, שהיא מידבקת ולעתים קרובות קטלנית לאוכלוסיות הבר (NMFS, 2005). כאמצעי זהירות יישמה מחלקת משאבי הים של מדינת מיין תקנות חדשות לבריאות דגים. התקנות החדשות כללו: חובת פיקוח ודיווח על תוצאות של בדיקות לקיום ISA במתקנים לגידול דגי סלמון; פעילות מתקנת באתרים שיש בהם נוכחות ודאית של המחלה; הגבלות על תנועת אניות וציוד; תקני גידול חקלאיים, כגון איסור ערבוב אוכלוסיות בגילים שונים, תקופות הפסקה מינימליות בין מחזורי גידול וביקורת בטיחות ביולוגית על ידי צד שלישי (NMFS, 2005). למרות השיטות המשופרות, התגלה וירוס ה-ISA בחוות לגידול דגי סלמון במיין גם ב-2003 ו-2004. עד כה לא התגלה הווירוס באוכלוסיות של סלמון בר בארה"ב.

חיסון בעלי חיים החיים במים

החיסון כמובן אינו תחליף לפרקטיקות ניהול ולפרוטוקולים של בטיחות ביולוגית במתקני חקלאות מים. ועם זאת, הוא מציע דרך לתעשיית חקלאות המים, שאפשר למנוע בעזרתה מחלות אצל בעלי חיים החיים במים, ללא שימוש בכימיקלים שבסופו של דבר מגיעים לסביבה הימית. חיסונים נראים מבטיחים בעיקר עבור דגים - בניגוד לסרטנים או לרכיכות - ומשתמשים בהם כדי לספק הגנה ארוכת טווח נגד פתוגנים ספציפיים. כיום יש מספר מוגבל של חיסונים זמינים למינים החיים במים (JSA, 2004), אך יש מחקר בנושא ופיתוח של חיסונים נוספים (Haskell et al., 2004) ושל דרכים יעילות יותר לנתינתם. נוסף על חשיבותם במניעת התפרצות של מחלות בחוות ובמניעת ההתפשטות הפוטנציאלית של מחלות, השימוש בחיסונים בחקלאות מים עשוי להביא לשימוש מופחת בכימיקלים רפואיים. כך למשל, תעשיית חקלאות דגי הסלמון בנורווגיה צמצמה מאוד את השימוש באנטיביוטיקה, מרמה גבוהה של כמעט 50 טונות ב-1987 לרמות הנוכחיות של פחות

בתחום המחלות בין חקלאות המים למערכת האקולוגית. דרוש מחקר נוסף כדי להבין טוב יותר את האופי והמסלולים של העברת מחלות בסביבה הימית וכדי לאמוד בצורה טובה יותר את הסיכונים, שפתוגנים הקשורים לחקלאות המים מעמידים למערכות אקולוגיות ימיות.

סיכום ההמלצות

- להקים ולקיים בסיס נתונים על תפוצה של מחלות וטפילים במי הים כדי לספק מידע להחלטות רישוי;
- להשתמש במידת האפשר בבחירת מיקום מושכלת כדי למזער או לצמצם את האפשרות למחלות ולטפילים ולהשפעה האקולוגית שלהם;
- לקבוע פרקטיקות ניהול למניעה ולטיפול במחלות אצל אורגניזמים בגידול חקלאי החיים במים, כדי לצמצם השפעות על המערכת האקולוגית הימית;
- לתמוך במחקר ובפיתוח של חקלאות של בעלי חיים החיים במים ושל אסטרטגיות לניהול מחלות, שיקטינו את הסיכון לפגיעה במערכות אקולוגיות ימיות.

ביבשה ובחקלאות מים, יכולה להיות - וגם הייתה - כניסה של מחלות לאזורים חדשים בעקבות פעילות חקלאית. במקרים מסוימים היו למחלות אלה השפעות דרמטיות על אוכלוסיות בר. אפקט ה"גלישה" של מחלות מחקלאות מים, שבו חוות מסוגלות להגדיל שכיחות של מחלה ולהפיצה לסביבה הקרובה, זוהה באחרונה כאיום לאוכלוסיות בר של אורגניזמים החיים במים. כמו כן, אוכלוסיות בר עלולות לתפקד כמאגרים למחוללי מחלות ולהדביק כל פעם מחדש אוכלוסיות בחוות, ובאופן כזה ליצור מחזוריות מסוכנת שבה המערכת האקולוגית והאוכלוסיות בחוות חקלאות המים - וכתוצאה מכך גם הרווח הכלכלי של החוות - נתונים בסכנה.

עם התרחבות החקלאות הימית מבחינת נפח ומיקום, סביר להניח שיהיו קשרי גומלין בין מחלות למערכת האקולוגית. כדאי להשתמש בגישה של הימנעות מסיכון וליישם אסטרטגיות ניהול ופיקוח כדי למנוע בעיות לפני שהן הופכות למשברים. הניסיון מלמד שאמצעי מניעה הם היעילים ביותר בהגנה על הסביבה ועל תעשיית חקלאות המים בטווח הארוך. יש צורך בניהול זהיר ובניטור כדי לטפל בקשרי גומלין

המלצות מפורטות

12

להקים ולקיים בסיס נתונים על מחלות ועל טפילים במי ים.

יש לאסוף מידע כדי לזהות פתוגנים וטפילים שעלולים להדביק את המין שיוגדל בשטחים שנועדו לחקלאות מיים, וכדי שיוכל לשמש נקודת מוצא לייחוס. אמנם השירות הפדרלי לדגים ולחיות הבר עורך סקר ארצי לבריאות דגי בר כדי לאסוף מידע על תפוצה של פתוגנים וטפילים במים מתוקים, ובמידה פחותה גם בשפכי נחלים, אך עד כה הייתה התמקדות מעטה בלבד במי ים.

12.1 יש להרחיב את הסקר הארצי לבריאות דגי הבר (או להקים תכנית דומה) כדי שיוכלו פיתוח של אמצעי אבחנה וייזום זיהוי של נוכחות ותפוצה של פתוגנים באזורים המיועדים לחקלאות ימית ובמינים הרלוונטיים.

12.2 NOAA או הסוכנות המובילה לרישוי במדינה ישתמשו במידע מבסיס הנתונים בהחלטות הרישוי, בייחוד בנושא של בחירת מיקום או מין לגידול.

13

להשתמש במידת האפשר בבחירת מקום מושכלת כדי למזער או לצמצם את האפשרות למחלות ולטפילים ולהשפעה האקולוגית שלהם.

13.1 NOAA או הסוכנות המובילה לרישוי במדינה יפתחו קריטריונים למיקום כדי למזער או לצמצם את האפשרות לפתוגנים ולטפילים ואת ההשפעה האקולוגית שלהם. הקריטריונים יכללו:

- הימנעות משטחים שיש בהם אוכלוסיות צפופות או התקבצויות עונתיות של דגי בר או של חי ימי אחר, שעלולים להיות רגישים למחלות או לטפילים שניתן למוצאם במתקני חקלאות ימית. כך למשל, חוות הממוקמות לאורך מסלולי נדידה של אוכלוסיות בר של דגים עלולות להפוך את אוכלוסיות הבר לפגיעות למחלות או לטפילים המועברים מהחוות או להפך.
- הימנעות מבתי גידול שנמצאים בהם מינים בסיכון, שעשויים להיות פגיעים למחלות או לטפילים שעלולים להימצא במתקני חקלאות ימית.

14

לקבוע פרקטיקות ניהול למחלות ולטפילים, שמקטינות את התרחשות ההתפרצויות ומצמצמות את השימוש בתרופות.

NOAA, השירות לביקורת של בריאות החי והצומח (APHIS – Animal and Plant Health Inspection Service) של משרד החקלאות האמריקאי, סוכנויות פדרליות אחרות וסוכנויות של המדינות, יפתחו הנחיות למניעת מחלות ולטיפול בהן אצל אורגניזמים החיים במים בגידול חקלאי כדי לצמצם את ההשפעות על המערכת האקולוגית הימית. התכנית הלאומית לבריאות בעלי חיים החיים במים (NAAHP), שהקימה התת-ועדה המשותפת לחקלאות מים (JSA) של הקונגרס האמריקאי, צפויה להיות מוכנה ב-2007, ועשויה לספק הנחיה מועילה לסוכנויות בניסוח תקנות בנושא זה.

14.1 ההנחיות ישתנו לפי המין, מערכת הגידול, משתני המקום וסוג המחלה, הטפיל או המזיק, ויכללו:

- אמצעים שיש לנקוט כדי להקטין את הסיכון להתפרצות מחלות בחוות, כולל נהלים חקלאיים, צפיפות אוכלוסיות, איכות מים ותנאי מחיה אחרים.
- אמצעים להבטיח בטיחות ביולוגית ולמנוע התפשטות של מחלות, טפילים ומזיקים בין חוות סמוכות או בין אוכלוסיות או בין שנתונים באותה חווה. אמצעים להשיג זאת יכולים לכלול אכלוס חוות רק בבעלי חיים שיש להם אישור שאינם נושאים מחלות, וכן שימוש באוכלוסיות משנתון יחיד.
- מגבלות על השימוש במוצרים או בחומרים שמגיעים מחוץ לאזור הגאוגרפי שהחווה נמצאת בו, ושעלולים לשאת מחלות, טפילים או מזיקים.

- ייאסר השימוש במזונות לא מעובדים (כולל דגים או חלקי דגים לא מבושלים, בין אם טריים או קפואים) שמגיעים מחוץ לאזור הגאוגרפי שהחווה נמצאת בו.
- אמצעים לשימוש בטוח ויעיל בתרופות, בחיסונים ובמוצרים אחרים שמשתמשים בהם כדי למנוע מחלות וטפילים ולטפל בהם, כולל:
 - שימוש בחיסון, אם פיתח, כדי לשמור על בריאות הדגים ולמנוע התפרצות מחלות.
 - כאשר יש צורך בתרופות כדי לטפל במחלות, יש להשתמש בהן תחת פיקוח וטרינרי. אין להשתמש בתרופות בהיעדר סימנים קליניים של המחלה.
 - יש להעריך את ההשפעה של התרופות על המערכת האקולוגית הימית לפני שנעשה בהן שימוש, ויש לבחור בתרופה בעלת ההשפעה הקטנה ביותר.
 - רצוי לאסור שימוש בתרופות למטרות שונות מהשימוש שנועדו לו עבור בעלי חיים החיים במים בכלובי רשת או במבנים דומים, אלא אם כן התרופה אושרה באופן ספציפי לשימוש עבור דגים המגודלים בסביבה ימית דומה.

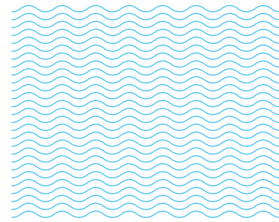
14.2 ציות להנחיות יהיה תנאי לקבלת היתר כלשהו. זכאות לעזרה ממשלתית, כולל פיצוי, תהיה מותנית בהיצמדות להנחיות.

15.1 NOAA תרכז ותתמוך במחקר בנושאים הבאים:

- חיסונים ואבחון;
- אמצעים למניעת מחלות;
- פרוטוקולים לבטיחות ביולוגית.

לתמוך במחקר ובפיתוח של חקלאות של בעלי חיים החיים במים ושל אסטרטגיות לניהול מחלות, שיקטינו את הסיכון לפגיעה במערכות אקולוגיות ימיות.

פ ר ק 6 זיהום מים



מבוא

מספר רב של מחקרים ודוחות (Howarth et al., 2000; NRC, 2000; Boesch et al., 2001; U.S. Commission on Ocean Policy, 2004) תיעדו את הפגיעות הנגרמות מזיהום נוטריינטים במימי החופין ובשפכי נחלים. נכון לעכשיו, פליטות הנוטריינטים האי-אורגניים מחקלאות ימית נמוכות בהשוואה לעומסי פסולת אחרים, כגון חקלאות יבשתית ושפכים תברואתיים. עם זאת, מכיוון שחומרי פסולת מחקלאות ימית מוזרמים ללא טיפול לתוך מימי החופין והים, הם עלולים לתרום כמויות משמעותיות של נוטריינטים בשטחים נקיים יחסית או מועשרים באופן לא מיטבי. ההשפעה של העשרה אורגנית של המשקעים (sediments) מתחת לכלובים ולכלובי רשת מתועדת היטב, אך כעת נראה שהיא מקומית וזמנית.

אם החקלאות הימית בארה"ב תגדל באופן דרמטי, כפי שדורשים מחלקת המסחר ואחרים, הזיהום מתעשייה מוגדלת מאוד עלול להשפיע באופן משמעותי ברמה המקומית וברמה האזורית. מאידך גיסא, הגדלת הגידול של רכיכות הניזונות בסימון - למטרות מסחריות ובתכניות אישוש אוכלוסיות בר - הוצע כדרך למתן את הפגיעות הנגרמות מאיטרופיקציה (העשרה בחומרים אורגניים, לרוב משפכים - eutrophication) (NRC, 2004).

אף על פי שמתקני חקלאות ימית של כלובי ים או כלובי רשת הם מקורות זיהום נקודתיים שקל יחסית לנטר אותם, יש מגוון רחב של פירושים ביחס לחומרת ההשפעות הסביבתיות, ברמה המקומית והאזורית. היבט אחד הוא שהשפעות תעשיית החקלאות הימית, גם אם היא תתרחב מאוד, יהיו קטנות, בייחוד בהתחשב בעובדה שפסולת מחקלאות ימית היא רק חלק קטן מהמזהמים המגיעים למימי החופין. אחרים טענו שברמה המקומית, הזיהום מחקלאות ימית יכול להיות משמעותי, והוא איום רציני על מערכות אקולוגיות ימיות.

ההתפשטות הדרמטית של גידול דגי סלמון וחסילונים בעשורים האחרונים הגבירה את החששות בעניין זיהום הנגרם מחקלאות ימית. כמו בכל פעילות מרוכזת של גידול בעלי חיים, מתקני החקלאות הימית מייצרים מגוון סוגי פסולת שעלולים לפגוע בסביבה. שלא כמו בגידול בעלי חיים יבשתיים, מתקני החקלאות הימית מזרימים את הפסולת הלא-מטופלת ישירות לתוך מימי החופין והים. נכון לעכשיו, השפכים ממתקני החקלאות הימית קטנים בהשוואה למקורות אחרים של זיהום מים בארה"ב, אך מעט מאוד ידוע על היכולת של הסביבה הימית להטמיע את המזהמים הללו. כמו כן, פעילות חקלאות ימית נוטה להתקבץ מחינה גאוגרפית, דבר שמגדיל את הפוטנציאל להשפעה מצטברת. פסולת מחקלאות ימית כוללת בדרך כלל נוטריינטים מומסים (אי-אורגניים), פסולת חלקיקית (אורגנית - הפרשות, מזון שלא נאכל ופגרים של בעלי חיים) וכימיקלים.

המידה שבה הסביבה מושפעת מזיהום מפסולת שמקורה בחקלאות הימית, תלויה במגוון גורמים, כולל המין בגידול, שיטת הגידול ונהליה והאופי האוקיינוגרפי של אתר הגידול. כך למשל, גידול דגים בכלובים או בכלובי רשת מצריך כמויות גדולות של מזון, ועלול לגרום לפליטת כמות ניכרת של פסולת. מאידך גיסא, גידול רכיכות הניזונות בסימון, שבו אין הוספת מזון למערכת, מעודד מחזור נוטריינטים בתוך המערכת האקולוגית הימית.



נכון לעכשיו, השפכים ממתקני החקלאות הימית קטנים בהשוואה

למקורות אחרים של זיהום מים בארה"ב, אך מעט מאוד ידוע על

היכולת של הסביבה הימית להטמיע את המזהמים הללו

מערכי הפליטות לטונה דג מהימים הראשונים של תעשיית גידול הדגים. ובכל זאת, הכמות הכוללת של הנוטריינטים שנפלטו, עלתה באופן דרמטי כתוצאה מהרחבה גדולה של התעשייה. החוקר הסיק שעומס הנוטריינטים מחוות דגים עלול להשפיע באזורים ספציפיים, וכי יש להתחשב בו בהערכות סביבתיות. עם זאת, סך עומס הזיהום מחוות דגים בהשוואה למקורות אחרים באזור, נחשב זניח.

בסקירה אחרת הציג Wu (1995) שכ-85% מכמויות הזרחן, 80-88% מכמויות הפחמן ו-95%-52% מכמויות החנקן במערכות חקלאות דגים ימיות עלולות להשתחרר אל הסביבה באמצעות בזוז מזון, הפרשות דגים ונשימה. Wu הציג שכמות גדולה של מזהמים מצטברת במשקעים שמתחת לחוות דגים. ההשפעה של שפכים על האורגניזמים שוכני הקרקעית כוללת צריכת חמצן גבוהה של משקעים, משקעים חסרי חמצן, ייצור גזים רעילים וירידה במגוון הביולוגי בקרקעית הים, אף על פי שהשפעות משמעותיות קיימות כנראה רק בסביבה הכללית של החווה. השפעות על עמודת המים בים מסביב לחוות כוללות ברוב המקרים הקטנת תכולת החמצן, הגברת הדרישה הביולוגית לחמצן וכמות מוגדלת של נוטריינטים. עם זאת, נמצא שכמויות הזיהום והשפכים והשפעותיהם היו תלויות במין בגידול, בנהלים חקלאיים ובמשתני מקום. כך למשל, Wu דיווח על השפעות נרחבות על עמודת המים ועל הקרקעית מחוות דגים אסייניות, שהשתמשו בהן ב"דגי זבל" למטרות האכלה. הסיבה הייתה קשורה כנראה לעלייה בשיעור הפחת של מזון הדגים וליעילות נמוכה יותר של המרת מזון, כאשר נעשה שימוש בדגים מעובדים פחות כמזון לדגים.

Hardy (2000) חישב את כמות הפסולת שמייצרת חווה בודדת ממוצעת לגידול דגי סלמון, והשווה אותה לנוטריינטים המומסים בפסולת אנושית. הוא העריך שחווה לגידול דגי סלמון המייצרת 200,000 דגים במשקל 5 ק"ג כל אחד, מפרישה כ-396 ק"ג חנקן ליום או כמות שוות ערך להפרשות של כ-20,000 אנשים; 40 ק"ג זרחן ליום, שהם כמות שוות ערך להפרשות של כ-27,000 אנשים, ו-2,500 ק"ג מוצקי צואה שהם כמות שוות ערך להפרשות של כ-62,500 אנשים.

Islam (2005) פרסם סקירה על הנושאים הקשורים בהזרמת שפכים ממתקני חקלאות ימית בחופים באסיה, והעריך את סך כל הפליטות של חנקן וזרחן לסביבה כתוצאה מחקלאות ימית. הוא מסיק שהשפעת הנוטריינטים מחקלאות דגים היא פונקציה של המרת מזון ופחת, הרכב המזון ותהליכי חילוף חומרים אצל דגים. על סמך קבוצת

בהתחשב בכך שמי ים נקיים הם תנאי מוקדם להצלחה כלכלית לתעשיית החקלאות הימית, וכמו כן גם מוערכים מאוד על ידי הציבור, יהיה זה אינטרס של התעשייה ושל החברה בכלל להקטין את מידת הזיהום ממתקני החקלאות הימית. אם התעשייה האמריקאית תתרחב באופן ניכר, הבחירות שייעשו ביחס למינים שיגודלו ולשיטות הגידול, כמו גם ביחס למיקום ולריכוז של המתקנים, יקבעו אם השפעות של זיהום מחקלאות ימית יהיו ניכרות או מזעריות. בהמשך נבדוק מחקרים שעסקו בזיהום מחקלאות ימית ובהשפעתו על הסביבה הימית. באמצעות סקירה זו וגם באמצעות הדיונים הנרחבים של כוח המשימה עם מדעני ים, חקלאי מים, מאסדרים ממשלתיים וגורמים בעלי עניין מהציבור, נשתדל להגיע למספר מסקנות ביחס לאופי ולחומרה של זיהום זה, ולגישות המיטביות לבקרתו.

הזרמת פסולת והשפעתה על הסביבה הימית

קיימים מספר דוחות שניסו לכמת את פליטות הנוטריינטים מחקלאות ימית. למרבה הצער, הדוחות השונים אינם משתמשים במידות אחידות. יש חוקרים האומדים את הפליטות לפי תפוקה של משקל הדגים בטונות, אחרים אומדים את הכמות ליום, בחוות בגדלים שונים, ויש גם המנסים להשוות את הזרמת המזהמים מחוות דגים לשווה ערך בהפרשות אנושיות. הנתונים מסוכמים בטבלה 6.1; כאשר התאפשר, הומרו הערכים לק"ג נוטריינטים לתפוקה של טונה דגים. Folke ואחרים (1994) בחנו את נושא האינטרופיקציה מגידול דגי סלמון באזור סקנדינוויה, והסיקו שחוות לגידול דגי סלמון מייצרות ופולטות כמויות גדולות של חנקן וזרחן. בעזרת אומדנים מקובלים באותו זמן של 78 ק"ג חנקן ו-9.5 ק"ג זרחן לתפוקה של טונה דגים (Ackefors and Enell, 1994), הם העריכו שחווה לגידול דגי סלמון, המייצרת 100 טונות דגי סלמון בכלובים, משחררת חנקן וזרחן כמו יישוב של 1,950 ו-850 אנשים בהתאמה. Folke ואחרים (1994) הסיקו שאם תיעשה אקסטרפולציה של שווה הערך של הפליטות האנושיות עבור כל תעשיית חקלאות דגי הסלמון בסקנדינוויה, כמות הנוטריינטים הנפלטים תהיה ניכרת, אולי בסדר גודל של עיר גדולה או אף של מדינה קטנה.

Enell (1995) מצא בעזרת חישובים המבוססים על ערכי תפוקה, על כמויות מזון ועל המרות מזון, שכמויות גדולות של חנקן (1,375 טונות) ושל זרחן (1,200 טונות) הוזרמו אל תוך הים הבלטי ממפעלים לגידול דגי סלמון בקנה מידה רחב. הוא קבע, שב-1994 נפלטו כ-55 ק"ג חנקן וכ-4.8 ק"ג זרחן עבור תפוקה של כל טונה דגים, וציין שערך זה נמוך בהרבה

7 המרת מזון היא מדד ליעילות ההמרה של מסת מזון למסת גוף בבעלי חיים. יחס המרת המזון (feed conversion ratio) הוא היחס בין משקל המזון שניתן לדגי החווה למשקל דגי החווה שנאספו. הוא מהווה מדד יחסי של היעילות הכלכלית של מיני דגים ושל נהלים בחקלאות מים. פרטים על החישובים והפירוט של יחסי המרת המזון נידונים בפרק 7.

טבלה 6.1

אומדנים של חנקן וזרחן

(ק"ג לטונה תפוקת

דגים) שמוזרמים מסוגים

שונים של חקלאות מים

בכלובים

(מעובד לפי Islam, 2005).

מקור	סוג המזון	מין בגידול חקלאי	זרחן	חנקן
Ackefors and Enell, 1994	כופתיות	סלמון אטלנטי	9.5	78
Enell, 1995	כופתיות	סלמון אטלנטי	4.8	55
Ices, 1996	כופתיות	סלמון אטלנטי	7.0	35
Lupatsch and Kissil, 1998	כופתיות	דניס	18	104
Leung et al., 1999	"דגי זבל"	דקר ברד	—	321
Bureau et al., 2003	כופתיות שונות	טרוטת עין-הקשת	15-8	71-47
Brooks and Mahnken, 2003	כופתיות	סלמון אטלנטי	6.7	30-20
Dept. of Fisheries, Western Australia, 2003*	כופתיות	ברמונדי	8	76
Guo and Li, 2003	דגים ותפריט ממותקן (formulated menu)	מנדרין, דניס ושפמון	35	160
Islam, 2005**	משתנה	דגי ים ממינים שונים	80-25	463-133

* מצוטט ב-Islam (2005).

** מבוסס על תוצאות של שני מודלים, שאמורים להציג את טווח המינים והשיטות לגידול ימי של דגים

בסקירה של נושאים הקשורים להתפתחות החקלאות הימית, מספקות Naylor ו-Goldburg (2005) אומדנים לכמות זיהום הנוטריינטים שעלולה להשתחרר מהתעשייה המתרחבת. בעזרת אומדנים מ-Brooks ו-Mahnken (2003) עבור כמות החנקן המשוחררת לק"ג של דגי סלמון מחוות, הן העריכו את כמות החנקן שפולטת תעשיית גידול דגי הסלמון בקולומביה הבריטית. על ידי אקסטרפולציה מהערך הכלכלי הידוע של תעשיית גידול דגי הסלמון בקולומביה הבריטית והאומדנים שלהן של ייצור חנקן באותה תעשייה, העריכו החוקרות את פליטת החנקן הצפויה מתעשיית החקלאות הימית בהיקף של 5 מיליארד דולר, במצב ששיעור ייצור החנקן דומה לזה שבגידול דגי סלמון. הן הסיקו שפליטות החנקן ממפעל בסדר גודל כזה עלולות להגיע ל-108,000 ועד 158,000 טונות בשנה. החוקרות מציינות שהכמות שוות ערך לכמות החנקן בביוב לא מטוהר בשימוש של 1.7 מיליון איש או בשפכים מתעשיית החזירים בצפון קרוליינה באותו פרק זמן. לפי החוקרות, ההשפעה של פסולת מהחקלאות הימית אמנם נמוכה בהשוואה למקורות אחרים של קיבוע חנקן, כגון קיבוע חנקן ביולוגי, אך עדיין יש חשש גדול מאוד כאשר מתקני חקלאות ימית מקובצים מבחינה גאוגרפית וממוקמים באזורים המועשרים בנוטריינטים רק ברמה בינונית.

חישובים המבוססים על מודל אחד, מעריך החוקר שעבור כל טונה של דגים ימיים שמפיקים, זורמים אל מי החוף כ-132.5 ק"ג חנקן וכ-25 ק"ג זרחן. כאשר השתמש במודל אחר, העריך החוקר שערכי הפליטות יכולים לעלות עד כדי 462.5 ק"ג חנקן ו-80 ק"ג זרחן. חישובים אלה גבוהים באופן משמעותי מהערכים שמצא Enell (1995). עם זאת, Enell הביא בחשבון רק את התעשייה המפותחת של גידול דגי הסלמון, שבה כבר הושקעו מאמצים ניכרים לזקק את מתקן (formulation) התזונה ולשפר את המרות המזון. חישובים של Islam (2005) הם בעלי אופי כללי מאוד, ומכוונים להכללת תעשיית חקלאות הכלובים העולמית, שכוללת מגוון רחב של טכנולוגיות ומינים בחקלאות הימית, שנמצאים בשלבים שונים של פיתוח.

ההשפעה של פסולת מהחקלאות הימית אמנם נמוכה בהשוואה

למקורות אחרים של קיבוע חנקן, כגון קיבוע חנקן ביולוגי, אך עדיין

יש חשש גדול מאוד כאשר מתקני חקלאות ימית מקובצים מבחינה

גאוגרפית וממוקמים באזורים המועשרים בנוטריינטים רק ברמה בינונית

בזמן האחרון נעשו מספר מחקרים שמצאו שנגרם נזק לקרקעית הים כתוצאה מפעילות גידול דגים חקלאי. Loya ואחרים (2004) דיווחו על השפעה של חקלאות ימית בכלובים על האלמוגים בים סוף. החקלאות פגעה בהתרבות האלמוגים בקרבת כלובי הדגים בהשוואה לשטח רחוק יותר. רמות גבוהות של נוטריינטים שזרמו מכלובי הדגים היו כנראה המקור לאיטרופיקציה, שמצדה הקטינה את יכולת האלמוגים ליצור פגיות (larva) בהצלחה, ובצורה כזאת תרמה להתדרדרות השוניות. כמו כן נמצא שאלמוגים באתר האיטרופי היו גם בעלי רמת שומנים נמוכה יותר בעונת הריבייה, דבר שמצביע אולי על הזנה לקויה.

Boyra ואחרים (2004) חקרו את ההשפעה של חוות כלובים על חברות יצורי קרקעית הים באיים הקנריים באמצעות השוואת ההרכב והכיסוי של אוסף יצורי קרקע-בנתוס (אורגניזמים שוכני קרקעית שגדולים מ-1 מ"מ - macrobenthos) ליד שתי חוות כלובים חדשות לאלה שבאתרי ביקורת. הם מצאו שהזיהום מהחווה השפיע על חברות יצורי הקרקעית מבחינת הרכב המינים והכיסוי. בשני אתרים ליד חוות הדגים שנבדקו במחקר נרשמה נוכחות של מינים עמידים לזיהום ושל מינים מסננים, דבר שכנראה מצביע על השפעה מפסולת שמקורה בפעילות של חקלאות דגים.

מספר מחקרים מצאו מתאם בין נוכחות חוות של כלובים לגידול דגי בס ודניס בים התיכון ופגיעה במרבדי עשב-ים מסביב לחוות (Pergent et al., 1999; Ruiz et al., 2001). הפגיעה במרבדי עשב-ים מדאיגה לאור חשיבותם למבנה ולתפקוד של מערכות אקולוגיות חופיות. החוקרים צפו בעלייה בעכירות בעמודת המים ובהעשרה של המשקעים בחומר אורגני ובנוטריינטים בשטחים מסביב לחוות הדגים. במקרים מסוימים נצפתה היעלמות מוחלטת של עשב-ים, ובאזורים סמוכים פחתו ביומסת הנצרים וגדילת העלים. מסקנת החוקרים הייתה שאפשר להסביר את הפגיעה שנצפתה בעשב-ים במחקרים באמצעות הפליטות מחוות הדגים הסמוכות.

פעולות ניסיוניות בחקלאות ימית בארה"ב ובאיי בהאמה סיפקו תובנות על אופי הפליטות מכלובי ים ועל גורלן בתנאים ימיים או קרוב לימיים. Alston ואחרים (2005), בדוח מיזם שלא פורסם, הביאו תוצאות מגידול המין לוטין ודגי קוֹבֵּה בצפיפויות נמוכות יחסית (כ-1.3 ו-4 דגים למ"ק, בהתאמה) בכלובי ים שמוקמו כ-800 מטר מחופי פורטו ריקו, בעומק ים ממוצע של 28 מטר ובזרם שנע במהירות ממוצעת של 8.4 ס"מ לשנייה. החוקרים לא מדווחים על הבדל משמעותי בכמויות של הזרחן והחנקן המומסים, החומר האורגני במשקעים והחנקן האורגני במשקעים בין אתרי הניסוי והביקורת. הם גם לא מצאו ראיות למשקעים אל-אווירניים מתחת לכלובים. היה גידול משמעותי בחסרי חוליות שוכני קרקעית גדולים מתחת לכלובים. היעדר עלייה משמעותית בריכוזי נוטריינטים מומסים ואורגניים בקרבת כלובי הים יוחסה להשפעת המיהול האדירה של הזרמים, שכל הזמן "שטפו" את כלובי הים.

מחקר אחר דיווח על ההשפעות ארוכות הטווח על מרבדי עשב-ים בים התיכון, והראה שגם לאחר הפסקת גידול הדגים - ההשפעות הסביבתיות עלולות להימשך והתאוששות הסביבה עלולה להיות אטית. Delgado ואחרים (1999) בדקו מגוון אתרים, משטח מופר בקרבת אתר ששימש פעם כחווה דגים ועד שטחים בלתי מופרים. אף על פי שחווה הדגים הפסיקה את פעילותה שנים מספר לפני כן, עדיין נצפו השפעות על עשב-הים. היות שאיכות המים חזרה לקדמותה, החוקרים הציעו שההשפעה המתמשכת על עשב-הים - שכללה צמצום בצפיפות הנצרים, ירידה בביומסה ויכולת מופחתת בביצוע פוטוסינתזה - הייתה תוצאה של נוכחות מתמשכת של עודפי חומר אורגניים במשקעים הימיים שהוזרמו מהחווה.

Benetti ואחרים (2005) בדוח מיזם שלא פורסם, דיווחו על ההשפעה של כלוב אחד בנפח 3,000 מ"ק שמוקם מול חופי Eleuthra באיי בהאמה. הכלוב אוכלס ב-14,000 דגי קוֹבֵּה, שהגיעו לגודל 3 ק"ג תוך פחות משנה, מה שמהווה יחס המרת מזון כלכלי של כ-2:1. יחס זה גדול מהמדווח עבור רוב המתקנים המסחריים לגידול דגי סלמון, אך נמוך בהרבה מהמדווח עבור מינים ימיים אחרים. החוקרים מציינים שיתכן שגידול בביומסה של אצות מיקרוסקופיות ישמש סמן (indicator) טוב יותר לאיטרופיקציה מאשר עלייה בריכוזי נוטריינטים מומסים במערכות אקולוגיות ימיות תת-טרופיות. הצעתם מבוססת על ההנחה שיש לצפות שריכוז

החוקרים מצאו תנאים אל-אווירניים מתחת לכלובי הים ופוטנציאל חמזור (חמצון-חיזור - redox) מוקטן באתר במרחק 80 מטר מהכלובים, עובדה שמצביעה על תנאים של מיעוט חמצן (hypoxia) במשקעים במקום. הפאונה של האורגניזמים שוכני הקרקעית הייתה מגוונת פחות, ונמצאה שליטה של מינים אופורטוניסטיים מתחת לכלובים ובקרבתם בהשוואה לאתרי ביקורת במורד ובמעלה הזרם. כמו כן, במהלך המחקר קטן המגוון של האורגניזמים שוכני הקרקעית באתרים: בהתחלה היו אתרי דגימה במרחק 80 מטר מכלובי הים דומים יותר לאתרי הביקורת, אך מאוחר יותר דמו לשטח שמתחת לכלובים מבחינת שפע המינים ומגוון המינים. מין אחד שהיה אופייני לאתרי הביקורת נעלם כליל מהאתרים הפגועים שנה וחצי לאחר תחילת המחקר. החוקרים מסיקים שהשינויים בפאונה הפנימית של האורגניזמים שוכני הקרקעית קורים לפי דפוס אופייני להעשרה אורגנית של משקעים, תוך הפיכת השטח מתחת לכלובים למזוהם ביותר, ובעקבותיו מזדהם גם שטח הממוקם 80 מטר במורד הזרם. הדבר מצביע על כך שההשפעות על האורגניזמים שוכני הקרקעית התפשטו הרבה מעבר למדרג הפיזי של כלובי הים. במקרה זה, למרות מיקום הכלובים ב"ים הפתוח" ועל אף זרם איתן לאורך החוף, היו שינויים משמעותיים בסביבה של האורגניזמים שוכני הקרקעית כתוצאה מתפעול של חקלאות ימית מסחרית.

כימיקלים

החששות מזיהום כימי מחקלאות דגים מתמקדים בתרופות או בטיפולים אחרים הניתנים כדי לשמור על הדגים בגידול החקלאי נקיים ממחלות ומטפילים. אחד החששות הוא בנושא חומרי הדברה המשמשים לשליטה בטפילים (משמדי טפילים), מאחר שחומרים אלה משוחררים ישירות לסביבה הימית - או דרך טיפולי אמבט באתר או לאחר שעברו בגוף הדג כאשר הם ניתנים בתוך המזון. אף על פי שחלק מהכימיקלים הללו נראים כטיפולים יעילים מאוד, ידוע מעט מאוד על ההשפעות הקטלניות ועל ההשפעות שאינן קטלניות (sublethal) של כימיקלים אלה על בעלי חיים ימיים שאינם היעד של הטיפול. מחקרים אחדים מצאו שחומרי הדברה רעילים לאורגניזמים ימיים בתנאי מעבדה או בתנאים מסוימים. מחקרים אחרים טוענים שבסביבה הטבעית הזרמים והמיהול מגבילים את מידת ההשפעה הרעילה של הכימיקלים.

הנוטריינטים הסביבתי יעלה באופן משמעותי במערכות אקולוגיות שרעבות לנוטריינטים, רק אם יכולת ההטמעה של הפיטופלנקטון לנוטריינטים מוצתה. לפיכך, מוקמו פלטות צמדה (fouling) נקיות במעלה הזרם מהכלוב ובמורדו. לאורך ניטור של שנה, לא נצפתה כל עלייה משמעותית בביומסה של אצות מיקרוסקופיות, וגם לא היו עליות משמעותיות בחמצן מומס, בחנקן הכולל ובזרחן הכולל.

התוצאות ממיזם לדוגמה במרחק של 800 מטר מחופי האי Shoals שבמדינת ניו המפשייר היו דומות. הליבוט אטלנטי, חמור ים (haddock) ובקלה גודלו בזמנים שונים ובצפיפויות שונות בלא יותר מארבעה כלובים באתר שעומק המים בו היה 55 מטר. הכמות הגדולה ביותר של דגים שגודלו במתקן הייתה 30,000 דגי בקלה שאוכלסו כדגים במשקל 3 גרם ב-2003, ונשמרו באתר במשך כמעט שנתיים. בדוח השפעה על הסביבה עבור המיזם, שלא פורסם (Ward et al., 2005), מצאו החוקרים שלא היו שינויים משמעותיים בתכולת החומר האורגני ובגודל הגרגיר במשקעים. הפאונה בקרקעית לא הראתה מגמות משמעותיות מבחינת צפיפות, ביומסה או מגוון. רוב האוכלוסייה שנמצאה באתרי הניסוי והביקורת הורכבה מטקסונים שאינם עמידים לזיהום. ניטור איכות המים החודשי לא הראה מגמות משמעותיות בכמות הכוללת של מוצקים מרחפים, תכולה אורגנית חלקיקית, כלורופיל וחמצן מומס בין אתרי הדגימה במעלה הזרם, במורד הזרם ובקרבת כלובי הדגים. לא נבדקה תכולת נוטריינטים אי-אורגניים בדגימות המים.

בניגוד למחקרים אחרים שנעשו ברמת מיזמי חלוץ (pilot projects), מחקר על ההשפעות שיש לגידול דגים ברמה מסחרית בכלובים בים מעבר לחוף של Oahu בהוואי, הראה השפעות משמעותיות על האורגניזמים שוכני הקרקעית (Lee et al., 2006). בזמן המחקר הפעילה חברת Cates International מערך של 3 כלובים בנפח 3,000 מ"ק במרחק 2 ק"מ מחוף Ewa ב-Oahu. עומק המים הממוצע היה 30 מטר, אך הכלובים הוצבו כ-10 מטר מעל הקרקעית. ניתן היה לאכלס כל כלוב בכ-130,000 דגי *moi*. אף על פי שנתוני ניטור איכות המים וחברת הקרקעית שלא פורסמו קודם לכן, לא הצביעו על השפעה משמעותית, הפאונה של חברת הקרקעית הראתה שינויים ניכרים במשך מהלך מחקר זה, דבר המצביע על השפעתה של ההעשרה האורגנית של המשקעים מתחת לכלובי הים ובקרבתם. דגימות חוזרות מחברת הקרקעית נלקחו ב-12 תאריכי דגימה במשך 3 שנים.

8 חברת Cates International מדווחת על איסוף דגי *moi* במשקל שבין 340-450 גרם. בהנחה שמשקל הדג במשך תקופת גדילתו הוא כ-230 גרם ואין תמותה, הצפיפות הממוצעת הפוטנציאלית של אוכלוסיית דגים בכלובים תהיה כ-10 ק"ג למ"ק. למטרות השוואה, חוות מסחריות לגידול דגי סלמון מדווחות על צפיפות אוכלוסיות בכלובים בטווח של 15-40 ק"ג למ"ק, כאשר התקנים בחקלאות אורגנית לדגים בכלובים לפי פרדיציית המזון האורגני דורשים שמירת צפיפות של 10 ק"ג למ"ק או פחות לסלמון ו-15 ק"ג למ"ק לבקלה.

התרחש במפרץ Fundy, אזור לגידול דגי סלמון שיש בו זרמים חזקים של גאות ושפל. לאחר בדיקת הפיזור של חומרי ההדברה הוסק שלטיפול ב-cypermethrin יש פוטנציאל ליצירת "אזור רעיל" (lethal plume) בשטח של עד קילומטר מרובע מטיפול בכלוב אחד בלבד. הצבע התגלה עד למרחק של 3,000 מטר מנקודת השחרור בחווה, וכנראה שהוא מתואם לפיזור חומר ההדברה. תצפית חשובה נוספת של המחקר הייתה שהצבע, ומכאן גם חומר ההדברה, חודר גם לאזור הגאות והשפל - אזור עשיר באורגניזמים שוכני קרקעית שעלולים להיפגע מהכימיקלים.

מחקרים אחרים התמקדו בהשפעה הפוטנציאלית של חומרי הדברה על לובסטרים, מין בעל חשיבות מסחרית רבה באזורים בחוף מדינת מיין ובאזורים ימיים בקנדה, שיש בהם גידול חקלאי נרחב של דגי סלמון. Burridge ואחרים (2000a) בדקו את ההשפעות של cypermethrin על הלובסטר האמריקאי. מגדלים של דגי סלמון במיין משתמשים ב-cypermethrin כדי לטפל בכיני ים. המחקר מצא ש-cypermethrin קטלני לשלבי הפגיות של לובסטרים, ושהריכוזים הקטלניים של חומר ההדברה נמוכים בהרבה (1.2-3.6%) מהריכוז המומלץ לטיפול בכיני ים. עם זאת, בעזרת מודל מתמטי קבעו החוקרים שבסביבה תפעולית, ייתכן שבעלי חיים כגון לובסטרים לא ייחשפו לריכוזים קטלניים מספיק זמן כדי לסבול מפגיעה. בניסיון ליצור מודל מדויק יותר של המצב האמיתי שבו משתמשים בחומרי הדברה והם משוחררים לסביבה, ערכו Burridge ואחרים (2000b) ניסוי מעבדה שלובסטרים נחשפו בו לסירוגין לטיפולים בכיני ים. החוקרים מצאו שאף על פי שפגיות של לובסטרים בשלב IV לא נפגעו מהטיפולם נגד כיני ים, חשיפות חוזרות לריכוזים של חומרי ההדברה azamethipos ו-cypermethrin פגעו בלובסטרים בוגרים. במחקר אחר דיווחו Waddy ואחרים (2002) על ההשפעה של emamectin benzoate, טיפול נוסף נגד כיני ים, על ההתנשלות של הלובסטר האמריקאי. מחקר זה שנערך במעבדה, הראה ש-emamectin benzoate מפריע למערכת האנדוקרינית של הלובסטרים. החוקרים מצאו שהחומר מפריע לאחד מהורמוני ההתנשלות, וגורם להשלה מוקדמת של השריון.

חומרים אנטיביוטיים הם קבוצה נוספת של תרופות שמשמשות בחקלאות מים ושעלולה להיות לה השפעה סביבתית ניכרת. יש חשש כי בעקבות השימוש באנטיביוטיקה בגידול במכלאות רשת או בכלובים, יופרשו החומרים לסביבה דרך צואת הדגים או מזון לא מעוכל, שם הם עלולים לתרום להתפתחות של זני חיידקים עמידים. מעט מאוד ידוע על השפעות השימוש באנטיביוטיקה על הסביבה הימית, וגם על מידת השימוש באנטיביוטיקה

מתוך כלל הטיפולים נגד טפילים שניתנים בחקלאות הימית, הטיפול הנחקר ביותר הוא זה הקשור לכיני ים בגידול דגי סלמון. כיני ים הן שטנגלים (copepods) טפיליים, שללא טיפול עלולים לגרום עלייה בתמותת דגים צעירים ולפגוע באופן משמעותי בגידול דגים בחקלאות. מספר מחקרים מדעיים בשנות ה-90 התמקדו בחומר כימי מסוים, ivermectin, שהחל להיכנס אז לשימוש בתעשייה. ivermectin פועל כרעל עצבים על כיני הים, וניתן לדגים במזון שלהם, וזאת אף על פי שאינו נספג בצורה טובה, ולכן חלק גדול ממנו מופרש בצואה (Davies and Rodger, 2000). מספר מחקרים הראו ש-ivermectin פוגע בבעלי חיים ימיים. Thain ואחרים (1997) הראו במעבדה ש-ivermectin רעיל לסוג מסוים של תולעת רב-זיפית ימית (lugworm - *Arenicola marina*) גם כאשר הוא נמצא בריכוזים נמוכים במשקעים. כמו כן, נצפו השפעות תת-קטלניות על פעילות הזנה. בניסוי מעבדה אחר חקרו Collier ו-Pinn (1998) את השפעת ה-ivermectin על חברות של האורגניזמים שוכני הקרקעית. החוקרים הגיעו למסקנה שה-ivermectin עלול לסכן משמעותית את האורגניזמים שוכני הקרקעית, אף על פי שרמת הזיהום ומשך החשיפה הם משתנים חשובים בקביעת ההיקף של כל פגיעה. Davies ואחרים (1998) הזהירו שעלולים להיות סיכונים משמעותיים לתולעים רב-זיפיות הנמצאות במשקע ים מתחת לחוות לגידול דגי סלמון ובסביבתן, במקומות ששהשתמשו בהם ב-ivermectin. כמו כן, הם מצאו שזמן מחצית החיים של ivermectin עולה על 100 ימים במשקעים ימיים.

מחקרים חדשים יותר על רעלי עצבים אחרים המשמשים לטיפול בכיני ים בחוות לגידול דגי סלמון לא הניבו תוצאות חד-משמעיות. Ernst ואחרים (2001) חקרו את ההשפעה הפוטנציאלית על מערכות אקולוגיות חופיות משני קוטלי מזיקים azamethipos ו-cypermethrin. מהמחקר הסיקו החוקרים שב-azamethipos טמון סיכון נמוך הרבה יותר, בעוד ש-cypermethrin נמצא רעיל מאוד לאורגניזמים ימיים. החוקרים חקרו גם את הפיזור של חומרי ההדברה בסביבה הימית לאחר ששימשו לטיפול בכיני ים. החוקרים חיקו טיפולים בחומרי הדברה בעזרת חומר צבע שהוסף לטיפול, כך שניתן היה לעקוב אחר פיזורו. ניסוי הפיזור



יש חשש כי בעקבות השימוש באנטיביוטיקה בגידול במכלאות

רשת או בכלובים, יופרשו החומרים לסביבה דרך צואת הדגים

או מזון לא מעוכל, שם הם עלולים לתרום להתפתחות של זני

חיידקים עמידים

חומרים אנטיביוטיים, oxytetracycline ו-oxolinic acid אל תוך הסביבה מחוות לגידול דגי דניס ביוון. החוקרים אספו נתונים על ספיגת אנטיביוטיקה ועל הפרשת צואה אצל דגי דניס במעבדה. לאחר מכן, בעזרת נתונים על גידול דגי דניס ועל שימוש באנטיביוטיקה ביוון, הם העריכו את השחרור השנתי של האנטיביוטיקה מחוות דגים. נתוני הספיגה הצביעו על כך ש-60-73% מה-oxytetracycline ו-8-12% מה-oxolinic acid שניתנים לדגי דניס מופרשים בצואה. התוצאות מחישובים של פליטות שנתיות של אנטיביוטיקה מראות שיותר מ-1,900 ק"ג של oxytetracycline ו-50 ק"ג של oxolinic acid משוחררים לסביבה מגידול חקלאי של דגי דניס ביוון.

סביבת האסדרה לאיכות מי ים

רקע

חוק המים הנקיים (33 U.S.C. 1251 et seq.) הוא אחד החוקים הפדרליים המאסדרים את החקלאות הימית בארה"ב. הוא הועבר ב-1972 בקונגרס בשם החוק הפדרלי לבקרת זיהום מים, ובהמשך תוקן לצורתו הנוכחית. חוק המים הנקיים (CWA) הוא החוק הפדרלי הבסיסי המבקר זיהום של מים מתוקים ומי ים. אף על פי שמטרת החוק היא לצמצם או לסלק פסולת שהיא תוצאה של פעולה, למעשה הוא מפקח על הזרמת מזהמים כפעולה. מנגנון הפעולה העיקרי של ה-CWA הוא הדרישה שכל מי שמשחרר מזהמים ממקור נקודתי אל תוך המים של ארה"ב יוכל לעשות זאת רק בהתאם לדרישות של היתר במסגרת המערכת הלאומית לסילוק פליטות פסולת (NPDES).

היתרי ה-NPDES הם עמוד השדרה של פיקוח הזיהום של ה-CWA. ה-CWA מאפשר לסוכנות להגנת הסביבה האמריקאית (EPA) להטיל את הסמכות הפדרלית לפיקוח על זיהום מים על כל מדינה בארה"ב המבקשת לנהל תכנית שקבעה בעצמה, ומוכיחה, לשיעור רצון ה-EPA, שתכנית המדינה קפדנית לפחות ברמה של התכנית הפדרלית, ושלמדינה יש סמכות חוקית מספקת ליישם את התכנית. כיום מנהלות רוב המדינות את תכניות הרישוי של ה-NPDES שקבעו לעצמן, אבל ה-EPA עדיין מנהלת מספר תכניות במדינות, למשל במסצ'וסטס ובניו המפשייר. עם זאת, ה-EPA שומרת לעצמה את הזכות לאכוף את ה-CWA במדינות, אף על פי שלרוב היא מתחשבת בצורה ניכרת בממשל המדינה.

ה-EPA שומרת לעצמה את סמכות הרישוי למי ים פדרליים (שלרוב מתחילים במרחק 3 מיילים מהחוף). מלבד קבלת היתר מה-NPDES וציות לו, מתקנים - כגון אסדות נפט וגז או צינורות ביוב שמוציאים פסולת לים - המשחררים מזהמים ישירות למים, חייבים לעמוד בקריטריונים מיוחדים לפליטת מזהמים לים, שנוסחו כדי להגן על הים מפגיעה לא סבירה בסביבה הימית.

בחקלאות מים. עם זאת, נראה כי כשמתפתח ענף חדש בתעשיית חקלאות המים, השימוש באנטיביוטיקה גבוה יחסית, אך פוחת ככל שיש התקדמות, כגון חיסונים, גידול זנים עמידים למחלות והבנה משופרת של נוהלי גידול - והתלות באנטיביוטיקה יורדת. כך למשל, השימוש השנתי בחומרים אנטיביוטיים מצד מגדלים של דגי סלמון בנוורווגיה ירד מכמעט 50 טונות בסוף שנות ה-80 לרמות הנוכחיות שהן מתחת לטונה אחת (Norwegian Directorate of Fisheries, 2001).

מספר חוקרים דיווחו על ההשפעות הסביבתיות שמקורן בשימוש באנטיביוטיקה בחוות דגים. Ervik ואחרים (1994) בדקו את רמת החיידקים העמידים לאנטיביוטיקה שמאכלסים צדפות כחולות ומעיים של דגי בר, כמו גם שאריות אנטיביוטיקה ברקמת השריר של דגי בר, שחיו בקרבת חוות דגים נורווגיות בתקופה שהשימוש באנטיביוטיקה היה גבוה יחסית. הם מצאו עלייה גדולה בכמות החיידקים העמידים אצל צדפות ואצל דגים, ובשאריות של אנטיביוטיקה אצל דגי בר, לאחר שדגי החווה טופלו בתרכיבים האנטיביוטיים oxytetracycline ו-oxolinic acid.

Capone ואחרים (1996) ביצעו דגימות שדה לאנטיביוטיקה במשקעים ואצל אורגניזמים החיים במים מתחת לחוות לגידול דגי סלמון ובסביבתן ב-Puget Sound שבמדינת וושינגטון. גילוי שאריות אנטיביוטיקה במשקעים בשטח החוות הראה שונות רבה, ולרוב הוגבל לשטח מתחת לחווה. שרידים אנטי-בקטריאליים לא נמצאו בצדפות, ורק שרידי קורט היו נוכחים בסרטני Dungeness, שנאספו מהשטח סביב החוות. עם זאת, רמות גבוהות של שרידים אנטי-בקטריאליים התגלו בבשר לאכילה מסרטני סלעים אדומים, שנאספו בסביבות החווה. למעשה, ריכוזים שיריים של אנטיביוטיקה היו הרבה מעל לערכים הגבוליים שקבעה מנהלת המזון והתרופות האמריקאית, ונשארו בגופם של סרטני הסלעים האדומים במשך שבועיים או יותר.

Chelossi ואחרים (2003) דגמו שטחים מסביב לחוות דגים בים התיכון כדי לבדוק רמות חיידקים, סוגי חיידקים ואת עמידותם לאנטיביוטיקה. תצפיות נערכו באזור החווה וגם בשטח ביקורת במרחק 200 מטר. החוקרים מצאו רמות גבוהות של חיידקים במשקעים מתחת לחוות הדגים, ודיווחו שרבים מהחיידקים (96%) באתרים בחווה ובשטח הביקורת היו עמידים לאנטיביוטיקה, עובדה שמרמזת על עמידות נרחבת לאנטיביוטיקה באזורים שמסביב לחוות הדגים. החוקרים בודדו מספר גבוה של חיידקי גרם-שליליים עמידים לאנטיביוטיקה ממשקעים תחת חוות הדגים. החוקרים מייחסים את מספרם להסתגלות של חברת החיידקים בעקבות השימוש הנפוץ ב-ampicillin בחוות הדגים. במחקר אחר מהזמן האחרון, שנערך באזור הים התיכון, העריכו Rigos ואחרים (2004) את השחרור של שני

חקלאות ימית והחוק למים נקיים (CLEAN WATER ACT, CWA)

גידול חקלאי של דגי סלמון התחיל בצורה רצינית לאורך חופי מיין בשנות ה-80 של המאה הקודמת, והתרחב במהירות במשך שנות ה-90. בסוף העשור כבר היו יותר מ-40 החכרות של שטחים לחקלאות ימית של דגים במי החוף. אף על פי שה-EPA ציינה כבר ב-1988 שיייתכן שכלובי רשת בחקלאות הימית עשויים להזדקק להיתרי NPDES, היא לא הנפיקה היתרים למתקן כזה (Firestone and Barber, 2003).

ביולי 2000 תבעו הארגון האמריקאי לחקר האינטרס הציבורי (USPIRG) וקבוצות אזרחים אחרות שלושה מפעלי חקלאות דגים ימית במיין תחת ה-CWA, בטענה להפרת החוק עקב פעילות ללא היתר NPDES (DEP, 2002). בתחילת 2002 קיבל בית המשפט המחוזי במדינת מיין את טענות העותרים בשלושת המקרים. בית המשפט מצא, שבמקרים אלה, חוות כלובי הרשת לגידול דגי סלמון שהפעילו הנתבעים היו למעשה מקורות נקודתיים לזיהום, שהוסיפו מזהמים שונים למי השיט (navigable waters) של ארצות הברית (Firestone and Barber, 2003).

מעניין לציין, שבית המשפט קבע שדגי סלמון פליטים מזנים לא-מקומיים שגודלו בחוות היו בגדר מזהמים במסגרת פירוש ה-CWA. זאת נוסף על המזהמים הקונוונציונליים יותר כגון צואה, הפרשות דגים, מזון שלא נאכל ותרופות ותרכובות כימיות רפואיות שהיו בשימוש כדי לטפל במחלות וטפילים. בהסדר שהושג באחד המקרים ביולי 2002 דרש בית המשפט, בין היתר, שמפעיל החוות לגידול דגי הסלמון יגדל רק זנים "צפון-אמריקאיים" של הסלמון האטלנטי, וינקוט אמצעים להבטיח שהדגים בחוות לא יברחו.

בתחילת 2002, הנפיקה ה-EPA היתר NPDES לחברת Acadia Aquaculture, שמאפשר לה להזרים מזהמים ממתקן כלובי רשת במפרץ Blue Hill במדינת מיין (EPA, 2002a). ההיתר, שהושפע בביור מהמשפט שהתנהל:

- הגביל את הכמות הכוללת השנתית של מזון לשימוש במתקן;
- קבע סף לריכוזי מינימום לחמצן מומס במים בתוך הכלובים ובקרבתם;
- אסר על הגידול של זני סלמון טרנסגניים או ממקור שאינו צפון-אמריקאי;
- דרש סימון של הדגים בגידול החקלאי כדי לאפשר זיהוי פליטים;

- קבע סמנים וספיים לחוסר חמצן (anoxia) במשקעים מתחת לכלובים וסמוך להם;
- הגביל את השימוש בתרופות ובחומרי הדברה;
- דרש ניטור נרחב של חברת הקרקעית ושל עמודת המים.

אף על פי שבעל ההיתר מעולם לא בנה את החווה לגידול דגי הסלמון שעבורה הונפק היתר Blue Hill, ההיתר שימש בסיס להיתר הכללי לחקלאות דגים ימית של מדינת מיין, כאשר מיין נטלה את סמכות הרישוי של ה-NPDES עבור מתקנים מסוג זה ב-2002. אף על פי שההיתר הכללי של מיין כלל גורמים רבים מהיתר Blue Hill, הוא הסיר את המגבלה על הכמות הכוללת של מזון בשימוש, והקל את המגבלות על השימוש בתרופות ובכימיקלים ודרישות אחרות.

תיק שהוכרע ב-2002 במדינת וושינגטון, היה ניגוד לתיקי ה-USPIRG. חברת Taylor Resources, Inc., מגדלת צדפות שתלויות מרפסודות ב-Puget Sound. הצדפות אינן מוזנות באופן פעיל - הן מתקיימות מפלנקטון שהן מסננות מהמים שסביבן. חברת Taylor אינה מטפלת בצדפות בתרופות או בכימיקלים רפואיים. אף על פי שמין הצדפה בגידול, בוצית ים-תיכונית (*Mytilus galloprovincialis*), אינו מקומי, קיימות עכשיו אוכלוסיות בר שמתקיימות בכוחות עצמן ב-Puget Sound. חברת Taylor פנתה למדינת וושינגטון בבקשה לקבלת היתר NPDES עבור המתקנים הללו, אך נאמר לה שהמדינה לא מוכנה אפילו לקבל את הבקשה, לא כל שכן להנפיק את ההיתר. בהמשך לכך הגיש האיגוד להגנת מפרצוני APHETI (Hammersley, Eld & Toten), תביעה אזרחית תחת ה-CWA נגד חברת Taylor, בגין שחרור מזהמים לתוך Puget Sound ללא היתר.

אף על פי שבית המשפט קבע במקרה APHETI (כפי שהיה במקרה USPIRG) שאי-הנפקת היתר מטעם הסוכנות המוסמכת אינו טיעון המצדיק הפרה של ה-CWA, בית המשפט המחוזי בכל זאת פסק לטובת Taylor בפסק דין בהליך מקוצר. בית המשפט קבע שהרפסודות של חברת Taylor אינן נחשבות למקורות נקודתיים תחת הגדרות האסדרה של ה-EPA. כמו כן, הואיל וחברת Taylor לא האכילה את הצדפות, ואף לא הוסיפה כימיקלים או תרופות למים כדי לטפל בהן, בית המשפט מצא ש-Taylor לא "פלטתה מזהמים". בית המשפט הפדרלי לערעורים (Ninth Circuit Court of Appeals) אישר את פסק הדין וקבע ש"חומרים ביולוגיים" המשוחררים לתוך המים לא ייחשבו מזהמים, אלא אם כן הם תוצר של "תהליך אנושי או תעשייתי". השיקול שהנחה את בית המשפט היה כנראה,

לפתח הנחיות להגבלת שפכים עבור מתקני חקלאות מים. ביוני 2004 פרסמה ה-EPA הנחיות סופיות לשפכים עבור מתקנים מרוכזים לגידול בעלי חיים החיים במים (CAAPF) (EPA, 2004). הנחיות השפכים נוגעות למתקנים מסחריים ולא-מסחריים, שמכילים או שמגדלים בהם בעלי חיים החיים במים במשקל 45,400 ק"ג או יותר בשנה, ושפולטים לפחות 30 יום בשנה. הכלל במפורש אינו מתייחס ל:

- מערכות של ברכות סגורות, שמניחים שהן פולטות רק במשך תקופות קצרות של זרימה עודפת;
- מתקני צדפות;
- מתקנים שמגדלים בהם מינים מקומיים למטרות אישוש אוכלוסיות, במשך תקופות שאינן עולות על ארבעה חודשים.

ייתכן שמתקנים העונים לקריטריונים לאי-הכללה עדיין יידרשו ליישם אמצעי ניהול אם הם נחשבים כ"תורם משמעותי לזיהום במי ארה"ב". לאור הסף שנקבע והיצאים מן הכלל, מתקנים המכוסים על ידי התקנה יהיו מדגרות יבשתיות ומתקני גידול מסחריים גדולים יחסית, המשתמשים במערכות זרימה חד-כיוונית (flow through) או במערכות מסוחררות, ומפעלי כלובי רשת לחקלאות דגים. אף על פי שהכלל עשוי לחול רק על כ-5% מתוך כ-4,000 מתקני חקלאות המים בארה"ב, סביר להניח שיחול על כל מפעל לגידול דגים בכלובים בקנה מידה מסחרי. ה-EPA הצדיקה את בחירת ערך הסף בכך שכלוב רשת ממוצע מכיל בעלי חיים החיים במים במשקל של 45,400 ק"ג או יותר.

אף על פי שטיטת התקנה הציעה מגבלות מספריות רק למזהם אחד - כלל המוצקים המרחפים (TSS) - בגרסתה הסופית צמצמה התקנה בקרה זו להגבלות "איכותיות" על TSS באמצעות דרישה ליישם פרקטיקות ניהול מיטביות (BMPs), שכוללות:

- מזער בזבז מזון;
- אכסון מתאים של תרופות, חומרי הדברה ומזון;
- ביקורת ותחזוקה שגרתיות של מערכות הגידול והטיפול בשפכים;
- הכשרת עובדים;
- רישום מסודר.

הכלל האחרון של ה-EPA כלל גם הגדרות מילוליות שנוגעות לחומרים שנשפכו (תרופות, חומרי הדברה ומזון), בעלי חיים מתים, קרביים ופסולת דגים אחרת, אריות מזון, חומרי אריזה ורשתות. ציות לכלל חייב להיות מתועד בתכנית BMP המתארת איך המתקן ממזער פליטות. פיתוח תכנית BMP ספציפיות הוא באחריות מפעיל המתקן, והתכנית אינן חייבות הגשה או אישור על ידי ה-EPA.

שאותו מין של בוצית מייצר את אותם חומרי פסולת באזור טבעי בקרבת מקום. הבוציות המתורבתות, אף על פי שבוודאות הוכנסו לאזור על ידי בני אדם, אינן נחשבות לחומר מזהם, היות שאינן עוברות מבחן סף של שינוי אנושי משמעותי לחומרים ביולוגיים כלליים.

לעומת זאת, במשפט של National Wildlife Federation נגד Consumers Power Company (F. 2d 580, 583 862), [6th Cir. 1988], דגים מקומיים שנקטלו על ידי טורבינות כוח הוגדרו כמזהמים, כי ה"חומרים הביולוגיים" הללו לא היו נפלטים באותה צורה ובאותה כמות איכולא פעילות הסכר. על סמך פסק דין זה ותקדימים אחרים, טען בית המשפט הפדרלי לערעורים במקרה APHETI ששינוי ניכר בחומרים טבעיים - למשל, פסולת מעיבוד של אותן צדפות - עלול היה לגרום להגדרתם כמזהמים.

שאלה מרכזית נוספת שנשקלה ב-APHETI הייתה אם הרפסודות של חברת Taylor הן "מקורות נקודתיים" במסגרת הגדרות ה-CWA. מערכת ה-NPDES דורשת היתרים רק למקורות נקודתיים. ללא קשר להשפעות הסביבתיות של פליטת מזהמים לכאורה, אם מתקני Taylor לא הוגדרו כמקורות נקודתיים, לא היה צורך בהיתר עבורם. בהחלטה באשר לשאלה זו, הסתמך בית המשפט על הנמקה טכנית הקשורה לשפה המדויקת של תקנות ה-EPA, המגדירה "מתקן מרוכז לגידול בעלי חיים החיים במים" (CAAPF) כסוג של מקור נקודתי. בית המשפט מצא שהרפסודות של Taylor תאמו את הדרישות המבניות להיחשב כ-CAAPF וגם את סף התפוקה (כ-9,000 ק"ג לשנה עבור "מיני מים קרים"). עם זאת, תקנות ה-EPA אינן כוללות מתקנים ש"מאכילים פחות מכ-2,250 ק"ג של מזון בחודש הקלנדרי של הזנה מרבית". היות ש-Taylor אינה מוסיפה מזון למתקנים הללו בכל זמן שהוא, קבע בית המשפט שהמתקנים של Taylor אינם מתאימים להגדרה של CAAPF, ולכן אינם נחשבים מקור נקודתי.

הנחיות ה-EPA לשפכים

ה-CWA מחייב את ה-EPA לפתח הנחיות מבוססות-טכנולוגיה להגבלת שפכים בסוגים שונים של מקורות זיהום, כגון מקורות תעשייתיים, מסחריים וציבוריים. הנחיות אלה מגדירות את טכנולוגיית בקרת הזיהום המינימלית להפעלה על ידי פולטי הזיהום, ועשויות לכלול גם הגבלות מספריות ומילוליות על פליטות, דרישה לפרקטיקות ניהול מיטביות ולדרישות ניטור ודיווח (EPA, 2004). ההנחיות לגבי שפכים מיושמות כאשר מנסחי ההיתרים מטעם ה-EPA או הסוכנות האחראית לאיכות מים מטעם המדינה משלבים אותן בהיתרי NPDES.

כדי ליישב תביעה שהגישה המועצה להגנה על משאבים טבעיים בתחילת שנות ה-90, הסכימה ה-EPA, בין היתר,

תקנות איכות מים וקריטריונים לפליטה לים

כפי שנאמר קודם, היתרי ה-NPDES הם השיטה העיקרית שהממשל הפדרלי והמדינות השונות משתמשים בה כדי לאכוף הגבלות שפכים, להשיג תקני איכות מים ולשמור עליהם. במשך שנים רבות לאחר שה-CWA תוקן לגרסתו הנוכחית ב-1972, התמקדו ה-EPA וסוכנויות איכות המים של המדינות בשיפור איכות המים באגמים, בנחלים ובנהרות. באחרונה הוטבה תשומת הלב לטיפול בבעיות ההולכות וגדלות בנושא איכות המים בשפכי נהרות ובחופים, בעיקר נושא האיטרופיקציה ובעיות אחרות הקשורות לנגר עירוני של מי גשמים, יחד עם גלישת מערכות ביוב ומקורות זיהום לא-נקודתיים.

החקלאות הימית מצריכה מחד גיסא איכות מים טובה, ומאידך גיסא תורמת בעצמה לזיהום מים, ולכן היא ניצבת בפני אתגרים רבים בסביבה החופית. כתוצאה מכך, מומחים רבים פונים יותר ויותר לסביבה הימית, שם איכות המים גבוהה יחסית, ומניחים שמהמים יתפזרו במהירות או ייטמעו בים הפתוח. ככל שגדל העניין בסביבה הימית לחקלאות מים ולשימושים אחרים, כגון ייצור אנרגיית רוח, קיים חשש בקשר להיעדר תקנים לאיכות מים עבור המים הפדרליים של ארה"ב. אף על פי שיכולת הטמעת המזהמים של הים כנראה גדולה, נעשה רק מעט מחקר כדי לבחון השערה זו. כמו כן, ההישענות הנוכחית על פרקטיקות ניהול (במקום על הגבלות או על תקנים מספריים או מילוליים) במסגרת הנחיות הגבלת השפכים של ה-EPA אינה מתייחסת לחששות בעניין השפעות מצטברות ומשניות מזיהום, אם תעשיית החקלאות הימית בים הפתוח תגדל באופן ניכר כפי שהציעה מחלקת המסחר האמריקאית.

מלבד ההנחיות להגבלת שפכים, ה-CWA מספק כלי נוסף בעל עוצמה פוטנציאלית לבקרת זיהום ימי. סעיף 403 של ה-CWA אוסר על ה-EPA או על המדינות להנפיק היתר NPDES לפליטת מזהמים למי ים, אלא אם כן פליטת המזהמים עונה על ההנחיות המיועדות למנוע פגיעה במים הללו. תקנות היתרי ה-NPDES דורשות מהיתרים פדרליים ומהיתרים של המדינות לציית לסעיף 403, ואוסרות על הנפקת היתרים אם אין מספיק מידע כדי "לגבש דעה סבירה" אם ההזרמה עומדת בקריטריונים לאיכות הסביבה הימית שנקבעו במסגרת סעיף 403 (CFR 122.4).

סעיף 403(c) דורש שה-EPA תפתח כללים לבחינת הפגיעה במי הים, כולל השפעות של הבקשה לפליטת מזהמים על החי הימי, כגון:

היות שה-EPA לא מצאה טכנולוגיה זמינה לבקרה ישירה של שפכים ממערכות כלובי הרשת בים הפתוח, היא לא הטילה דרישות מפורשות לצמצום ריכוזי המזהמים ב"שפכים" מכלובי רשת. עם זאת, בהנחיות לשפכים ה-EPA אף נסוגה מהגבלות ישירות על סך השימוש במזון, כפי שעשתה בהיתר Blue Hill, ובמקום זה הסתמכה על ניהול וניטור של ההזנה כדי לצמצם שימוש בעודף מזון.

ההסתמכות הבלעדית של ה-EPA על אמצעי בקרה מבוססי-תהליך (כגון תכניות BMP) במקום על אמצעי בקרה מבוססי-תוצאה (כגון הגבלות מספריות של שפכים), פירושה שיש אפשרות מועטה למדוד את התרומה של מפעלי חקלאות המים לזיהום המים של ארה"ב, או לחלופין את ההצלחה של אמצעי הניהול. בנקיטת גישה זו בנושא ההנחיות הנדרשות על פי חוק, ה-EPA כנראה קבעה שתורמתם של מתקני חקלאות המים זניחה יחסית לזיהום המים בארה"ב. נראה גם שיש צפי נמוך לגידול עתידי בחקלאות מים בארה"ב, היות שהגישה הלא-כמותית שנקטה ה-EPA אינה מאפשרת הערכה משמעותית וגם לא מיתון של ההשפעות המצטברות מפעולות הקשורות לחקלאות מים.

לנוכח הכמות הניכרת של התדיינויות משפטיות שהתרחשו במשך התקופה שההנחיות הללו פותחו בה ובהתחשב בהכרה מצד ה-EPA בדגים כמזהם פוטנציאלי באמצעות ניסוח ההיתרים שלה, ראוי לציין שההנחיות הסופיות אינן כוללות אמצעים לצמצום מקרי בריחה של מינים או של גונוטיפים לא-מקומיים. טיוטת הנחיות שהוצעה בספטמבר 2002 הייתה אמורה לדרוש ממפעלי חלק ממערכות כלובי הרשת ליישם תכניות BMP כדי למזער מקרי בריחה של מינים לא-מקומיים (EPA, 2002b). אך ההנחיות הסופיות אינן מזכירות כלל את המינים בגידול חקלאי כמזהמים פוטנציאליים, וגם לא מציעות כל אמצעי למזעור בריחות.

ההסתמכות הבלעדית של ה-EPA על אמצעי בקרה מבוססי-תהליך

(כגון תכניות BMP) במקום על אמצעי בקרה מבוססי-תוצאה (כגון

הגבלות מספריות של שפכים), פירושה שיש אפשרות מועטה למדוד

את התרומה של מפעלי חקלאות המים לזיהום המים של ארה"ב, או

לחלופין את ההצלחה של אמצעי הניהול.

אף על פי שהשינויים שהציעה ה-EPA בנושא הנחיות הזרמת מזהמים לים, היו מוכנים להפצה בפרסומי הממשל הפדרלי (Federal Register), הם לא פורסמו לפני כניסתו לתפקיד של הנשיא בוש ב-2001, והממשל בראשותו לא הגיש אותם לפרסום. לנוכח ההצעות הנוכחיות להרחבה משמעותית של החקלאות הימית, והלחץ הגדל על האוקיינוסים משימושים תעשייתיים אחרים, תיקון של הקריטריונים להזרמה ימית וקביעת תקנים לאיכות מי ים הם אמצעים יזומים להגנה על איכות מי הים.

התקדמות בטיפול בנושאי איכות מים

גידול חקלאי של דגי סלמון בנורווגיה

בגידול חקלאי של מינים הדורשים הזנה, המזון הוא המקור העיקרי של נוטריינטים ושל צריכת חמצן ביולוגית שעלולים לגרום בעיות באיכות המים. אם חקלאות ימית תתבצע בכלובי רשת או בכלובים אחרים שמושקעים בים ופתוחים אליו, טיפול ב"שפכים" אינה אפשרות סבירה. הקטנת השימוש במזון הופכת להיות השיטה היחידה המעשית לצמצום ההזרמות של נוטריינטים מומסים, מזון שלא נאכל ותוספות כימיות. היות שהמזון הוא גם הוצאה הפרטנית הגדולה ביותר בהפעלת חקלאות ימית מסוג זה, ליצרנים יש תמריץ כפול להקטנת כמויות המזון – צמצום הפגיעה בסביבה ושיפור הרווחים.

נורווגיה היא היצרנית הגדולה ביותר של דגי סלמון בגידול חקלאי, ומייצרת 577 מיליון טונות של דגי סלמון ושל טרוטת עין-הקשת (כמעט 40% מהסך העולמי) שערכם ב-2003 הסתכם ב-1.39 מיליארד דולר. לפי ה-Bellona Foundation הנורווגי, תעשיית גידול הסלמון בנורווגיה צמצמה את הזרמת החנקן מ-56.2 ק"ג ל-45.1 ק"ג לטונה דגים מ-1992 ועד 1999 (Bellona, 2003). הזרמות הזרחן ירדו מ-11.1 ק"ג ל-9.8 ק"ג לטונה דגים במשך אותה תקופה. שיפורים אלה נובעים מהבנה טובה יותר של הצרכים התזונתיים של דגים ממשפחת הסלמוניים, שגרמה להגדלת היעילות בהזרמת מזון לתכולת בשר (Gatlin and Hardy, 2002). גם ניטור משופר למניעת האכלת יתר ואמצעים ניהוליים אחרים צמצמו את הפחת.

בכל אופן, שיפורים אלה לא הספיקו כדי להקטין את סך הזרמות הנוטריינטים מגידול חקלאי של דגים בנורווגיה. צמצום ההזרמה לטונה קוזז על ידי הגידול בענף. המכון הנורווגי למשאבי מים מעריך שחקלאות המים אחראית ל-60% מפליטת הזרחן ול-25% מפליטת החנקן בצפון נורווגיה. Bellona מסיק שפגיעת הזיהום מחקלאות דגים היא בעיקר מקומית והפיכה. משקעים שהפכו לחסרי חמצן כתוצאה מהשקעת כמויות גדולות של חומר אורגני מחוות הדגים יכולים להתאושש ולחזור כמעט למצבם הטבעי אם הפעילות בהם פסקה לתקופה של בין שלוש לחמש שנים. נוטריינטים בעמודת המים זורמים אל תוך הים הנורווגי ובסופו של דבר לים בְּרֶנְץ, שם תרומתם לסך עומס החנקן זעומה.

- ההעברה, הריכוז וההפצה של מזהמים באמצעות תהליכים ביולוגיים, פיזיקליים או כימיים;
- שינויים במגוון, ביצרנות וביציבות של המערכת האקולוגית הימית;
- הנוכחות המתמשכת והמתמדת של השפעות המזהמים.

ה-EPA בחנה באחרונה את התקנות המיישמות את סעיף 403 של ה-CWA ב-1980 (45 FR 65942-65954). תקנות אלה דורשות שהערכה של השפעות ההזרמה המוצעת של המזהמים לים תיעשה לפני הנפקת היתר ה-NPDES. התקנות גם אוסרות שהזרמה מותרת תגרום ל"פגיעה לא סבירה" בסביבה הימית. ודבר אחרון, אם אין מידע מספיק לקבוע שלא תתרחש פגיעה לא סבירה, לא יונפק היתר, אלא כן מבקש ההיתר ממלא שני תנאים:

1. ההזרמה המוצעת לא תגרום להשפעות משמעותיות בלתי הפיכות או שאינן ניתנות לסילוק לאחר הפסקת ההזרמה;
2. אין חלופות סבירות באתר לסילוק המזהמים המיועדים להזרמה.

מאז 1980 רכשו ה-EPA והמדינות ניסיון רב בהגנה על איכות המים, כולל על המבנה והתפקוד של המערכת האקולוגית הימית, בעזרת אמצעי האסדרה שברשותן. כדי לנצל טוב יותר את הניסיון והאמצעים, הציעה ה-EPA לבחון מחדש את הקריטריונים להזרמת מזהמים לים ולהתחיל בתהליך של קביעת תקני איכות מים עבור המים הפדרליים. בהצעה זו (Fox, 2006) הציעה ה-EPA שתי דרכים לשיפור היישום של סעיף 403 של ה-CWA. קודם כול, ה-EPA תקבע תקנים מספריים ומילוליים לאיכות מי הים הפדרליים. שנית, ה-EPA תקבע תהליך לסימון אזורים בים שיש להם ערך אקולוגי בולט, שם תיאסר הזרמה חדשה או הרחבה משמעותית של הזרמות קיימות. באופן זה, ה-EPA ניסה לקבוע משטר אובייקטיבי ומקיף להגנה על איכות הסביבה הימית, יותר מאשר מה שהתאפשר תחת הבדיקות הסובייקטיביות מאוד במסגרת ההנחיות להזרמה לים משנת 1980.

לנוכח ההצעות הנוכחיות להרחבה משמעותית של החקלאות

הימית, והלחץ הגדל על האוקיינוסים משימושים תעשייתיים אחרים,

תיקון של הקריטריונים להזרמה ימית וקביעת תקנים לאיכות מי ים

הם אמצעים יזומים להגנה על איכות מי הים.

Chopin ואחרים (2001) סקרו היבטים ביולוגיים וכלכליים של חקלאות מים משולבת, וניתחו את הפוטנציאל לשימוש בנהלים הללו כדי לצמצם זיהום הנגרם מחקלאות ימית המשתמשת בהזנה אינטנסיבית. הם ציינו שהמדינות המפותחות נוטות להתמקד ב"גידול חקלאי יחיד (monoculture) בעל ערך גבוה ותפוקה גבוהה" בחקלאות היבשתית ובחקלאות המים. כאשר בעקבות הצלחה כלכלית קצרת טווח באזור מסוים השטח מוצף במפעילים חדשים, עלולה להיווצר פגיעה סביבתית. הדבר עלול לפגוע בתעשייה עצמה, היות שבריאות הדגים תלויה באיכות הסביבה, ומכיוון שהתפרצות מחלות מתרחשת ביתר קלות כאשר יש מצבורים גאוגרפיים של חוות דגים.

גידול אצת ה-nori (*Porphyra spp.*) בקרבת חוות לגידול דגי סלמון גרם לתפוקה ולאיכות מוצר משופרות (Chopin et al., 1999) כתוצאה מהאספקה העקבית של נוטריינטים לאצות. אמנם שימוש בכל הנוטריינטים מחוות הדגים עלול להיות לא מעשי כתוצאה מדרישות האור והמרחב של אצות גדולות, אך מחקרים ראשוניים מרמזים על תוצאות מבטיחות של ריפוי ביולוגי כאשר קיים גידול משולב של דגים ואצות. שיטה זו גם מספקת הזדמנות לגיון פעילות החקלאות הימית בכיוון המנוגד לגידול חד-מיני.

דין ומסקנות

ברור כבר שהזרמות מחקלאות ימית עלולות לפגוע באיכות מי הים. כמות ניכרת של מחקרים מראה שחקלאות ימית שמוזנת בצורה קונוונציונלית - כלומר שכוללת פעולות גידול, כמו אלה הנוגעות לדגים, שמצריכות שימוש במקור חיצוני של מזון - מחדירה עשרות קילוגרמים של חנקן מומס ופי כמה וכמה כמויות של חומר אורגני חלקיקי, עבור כל טונה תפוקה של דגים. הסתמכות על מיהול כאמצעי טיפול בהזרמת נוטריינטים ממפעלי חקלאות ימית מוזנת, תקפה רק למפעלים קטנים ומפוזרים. לא סביר שהזרמת מזהמים אל תוך הסביבה הימית תהיה מועילה אם הענף בארה"ב יתקרב לתפוקה שנתית של 5 מיליארדי דולרים, בעיקר בעזרת גידול ימי של דגים, כפי שמציעה מחלקת המסחר האמריקאית. אם הרחבה כזאת תתרחש, מספר אמצעים - כולל מיקום מתאים, היצמדות לפרקטיקות ניהול מיטביות, שיפור בקמפון המזון (feed formulation) וחקלאות מים משולבת - יהיו קריטיים כדי להבטיח פגיעה מזערית באיכות המים.

הפגיעות באורגניזמים השוכנים בקרקעית הים מתחת לכלובי דגים מתועדות היטב. חוסר חמצן ושינויים משמעותיים בשפע ובמגוון של החי בקרקעית הים הוכחו בגידול של דגי סלמון, דניס, בס ומיני דגים אחרים בכלובים. אפילו בחקלאות ימית בתנאי ים פתוח נצפו השפעות אצל שוכני הקרקעית במקרים שהכלובים הוצבו בקרבת הקרקעית. מיזמים לדוגמה לגידול מינים ימיים

היות שנמצא שהשפעות זיהום מים הן לרוב מקומיות, באחרונה מתמקדת הפעילות בנוווגיה בקביעת כושר נשיאה מקומי לנוטריינטים ולמזהמים אחרים, ובשמירה על היקף חקלאות הסלמון באזור נתון בתוך הגבולות הללו. כושר הנשיאה לנוטריינטים מומסים ולחומר אורגני חלקיקי תלוי בעומק, במהירות הזרם, בתנאים שבקרקעית הים ובהחלטות מדיניות בעניין פגיעה סביבתית מתקבלת על הדעת. ממחקרם של Ervik-I Aure (צוטט בדוח Bellona אך לא רשום ברשימת המקורות) עולה כי האוכלוסייה הקיימת בחוות הדגים יכולה לגדול מ-60 טונות עד 250 טונות אם עומק המים מתחת לחווה יוגדל מ-30 ל-80 מטר. Aure ואחרים (2002) מצאו שכושר הנשיאה המקומי לדגי סלמון בגידול חקלאי עלה מכ-100 טונות ל-300 טונות כאשר נעשה שימוש בכלובים עצמאיים במקום בעיצוב קומפקטי של מספר כלובים מחוברים בצדיו של מעבר מרכזי. לא ידוע איזה מדד שימש לקבוע את כושר הנשיאה במחקר הזה.

חקלאות מים משולבת

מערכות אינטנסיביות של חקלאות ימית באמצעות מכלאות או כלובי רשת תלויות במיהול כדי לסלק מזהמים. ההשפעות הסביבתיות הנובעות מגישה זו עשויות להיות סבירות, כל עוד מדובר בקנה מידה קטן עם תעשייה שמפוזרת על שטח רחב, אך הן נעשות בעייתיות יותר ויותר כאשר התעשייה מתרחבת. באסיה נהוג במשך מאות שנים להשתמש בשיטה של ריבוי גידולים (policulture), או חקלאות מים משולבת, שבה הפסולת המיוצרת בסוג אחד של חקלאות הופכת לחומר מועיל בסוג אחר של חקלאות. בחקלאות מים משולבת מודרנית, הפסולת האורגנית מחוות דגים הופכת לחומר העיקרי הנצרך בגידול משותף אחר של אצות ים, והפסולת האי-אורגנית משמשת בגידול רכיכות מסוגות. מבחינה רעיונית, השימוש במה שנחשב כפסולת לסילוק בחקלאות המים המתועשת והפיכתו לטובין בעלי ערך שיש לאספם ולתעלם למוצרים שימושיים, עשוי להיות המפתח לשיפור הקיימות של החקלאות הימית.

השימוש במה שנחשב כפסולת לסילוק בחקלאות המים המתועשת

והפיכתו לטובין בעלי ערך שיש לאספם ולתעלם למוצרים שימושיים,

עשוי להיות המפתח לשיפור הקיימות של החקלאות הימית.

גישה זו תימשך, הדרך היחידה שניתן יהיה לטפל בהשפעות המצטברות של החקלאות הימית תהיה לוודא שתקנים סביבתיים לאיכות מים ייקבעו ויישמרו כדי להגן על בריאות המערכת האקולוגית הימית.

כרגע אין תקני איכות מים למי הים שנמצאים תחת סמכות הממשל הפדרלי. לרוב המדינות יש תקנים לאיכות מים, אך לא ידוע אם תקנים אלה מספיקים כדי להגן על הבריאות הסביבתית של הים. רוב תקני איכות המים נועדו, לפחות בתחילה, להגן על בריאותם של בני האדם בלבד, והדאגה לאיכות הסביבה החופית היא התפתחות חדשה יחסית. הקריטריונים להזרמות של ה-CWA מציעים כלי קרוב, אך נפרד, להגנה על איכות מי הים. מאז שהקריטריונים הללו תוקנו ב-1980, נלמד הרבה על הקשר בין איכות המים לבריאות של המערכות האקולוגיות הימיות. שוב, אם ניתן יהיה לעשות או אם ייעשה רק מעט כדי לצמצם את הזיהום ממתקנים פרטיים, וידוא קיום מנגנונים שיגנו על איכות הסביבה של מי הים נעשה חיוני עוד יותר. מנגנונים כאלה חייבים להיות מופעלים לפני שמתרחשת הרחבה משמעותית של תעשיית החקלאות הימית.

סיכום ההמלצות

- יש לבחון את הגבלות ההזרמה הקיימות בתחום חקלאות המים ולתקן אותן במידת הצורך, כדי להבטיח שתהיה התייחסות לחששות הנוגעים להרחבה המוצעת של החקלאות הימית אל תוך מי הים הפדרליים.
- על ה-EPA לוודא שבכל מדינות החוף קיימים תקנים לאיכות מים עבור מי ים, ושתקנים אלה מנמים על בריאות המערכות האקולוגיות הימיות.
- על ה-EPA לקבוע תקני איכות מים עבור מי ים פדרליים או לתקן את ההנחיות לקביעת פגיעה במי הים כדי להשיג את אותה רמת הגנה.
- יש להבהיר את התקנות ליישום תקנים לאיכות מים ואת הקריטריונים להזרמות לים כדי לוודא שהיתרי הזרמת מזהמים שניתנים למתקני חקלאות ימית מתייחסים, בין היתר, להשפעות מצטברות ומשניות ברמה המקומית והאזורית, שנובעות מהתרחבות התעשייה.
- על ה-EPA והמדינות לתאם עם NOAA ולוודא שפרקטיקות ניהול ואמצעים אחרים הדרושים בהיתרים להזרמת מזהמים, משולבים, ככל האפשר, בתכניות הפעילות למתקני החקלאות הימית שנדרשות בהמלצות הניהוליות.

ביום הפתוח בארה"ב היו קטנים יחסית, התקיימו במשך זמן קצר או השתמשו בצפיפיות אכלוס נמוכות יחסית, כך שלתוצאותיהם ערך נמוך בחיזוי ההשפעה של מפעלים בסדר גודל מסחרי.

המחקר בנושאי הריאה הראה שהפגיעות באורגניזמים שוכני הקרקעית מתמעטות במהירות ככל שעומק המים מתחת לכלובי הסלמון גדל, אך ייתכן שהצבת חוות כמה שיותר קרוב לחוף תהיה תנאי מוקדם לקיימות הכלכלית של התעשייה. בנושאי נמצא שדרושות תקופות בנות מספר שנים של הפסקת פעילות כדי לאפשר התאוששות של האורגניזמים שוכני הקרקעית. המחקר בנושא השפעות של חוות לגידול דגי סלמון בצפון-מערב האוקיינוס השקט על האורגניזמים שוכני הקרקעית מצביע על אפשרות שההתאוששות שלהם עשויה להיות מהירה יותר בתנאים מסוימים. לא ידוע לנו על מחקרים המתעדים השפעות על האורגניזמים שוכני הקרקעית שנובעות ממחזורי חוזרים של גידול והפסקת פעילות. ייתכן שחלק מהלקחים בעניין מיקום מתאים של כלובי רשת לדגי סלמון בקרבת החוף ניתנים ליישום גם במתקנים במים עמוקים.

בארה"ב מוגדרות רוב חוות כלובי הדגים בקנה מידה מסחרי כמקורות נקודתיים של זיהום במסגרת ה-CWA. בתור שכאלה, עליהן לפעול תחת היתר המפרט את סוגי הזיהום המותרים להזרמה ואת הכמויות המותרות. כמו כן, הזרמות לים ממקורות נקודתיים חייבות לציית להגבלות מיוחדות שנועדו להגנה על מי הים מפגיעה. אך מפאת אופיין, קשה, אם לא בלתי אפשרי, "לטפל" בהזרמות ממכלאות רשת או מכלובי ים בכל אמצעי מסורתי המיוחס לאיכות מים. עד אשר תוכח הצלחתן המסחרית של המערכות המשולבות של חקלאות מים, יש מעט מאוד יכולת לטפל בפליטות מהכלובים. כתוצאה מכך, אם החקלאות הימית תהיה מותרת בכלובים השקועים במי הים, שליטה בזיהום כנראה תדרוש שליטה על מה שמוכנס לכלובים. ניתן ליישם בקרות מעין אלה על בסיס חווה בודדת, בעזרת הגבלות על צפיפות אכלוס וכמויות מזון וכימיקלים, או לחילופין על בסיס אזורי, על ידי הגבלת מספר החוות המותרות, לפי קביעת כושר הנשיאה של הסביבה למזהמים.

ייתכן שמתוך הסתכלות על ההזרמות מהחקלאות הימית כמקור מזערי של זיהום, ה-EPA לא דרשה ממתקני חקלאות ימית מוזנים לצמצם באופן ישיר את ההזרמות, ובמקום זאת סמכה על ניהול כמויות המזון כדי לצמצם זיהום. אם

המלצות מפורטות

16

**להשתמש בסמכות
הקיימת במסגרת חוק
המים הנקיים (CWA) כדי
לוודא שפיתוח החקלאות
הימית לא יפגע באיכות
מי הים או באיתנות של
המערכות האקולוגיות
הימיות.**

חוק המים הנקיים מספק מגוון כלים כדי לוודא שאיכות הסביבה הימית אינה נפגעת מהזרמת מזהמים ממתקני חקלאות ימית, שעלולה לכלול אורגניזמים חיים ואת תאי המין שלהם. המנגנונים לאסדרת ההזרמות כוללים הנחיות להגבלת שפכים. ההנחיות מפרטות את ההגבלות הנוגעות למזהמים הנמצאים בשפכים (על בסיס הביצוע של הטכנולוגיה הטובה ביותר הזמינה ופרקטיקות ניהול שמיועדות להשיג הגבלות אלה), ולתקני איכות המים, המפרטים תקנים מספריים ומילוליים לאיכות מים כדי לשמור על השימושים שנקבעו (כגון דיג ושחייה) במים שמקבלים את השפכים. כמו כן, הזרמות לתוך מי ים, הנמצאים תחת סמכות שיפוטית פדרלית ושל המדינות, חייבות להתאים להנחיות שנועדו למנוע התדרדרות באיכות מי הים מבחינה סביבתית. הקריטריונים הללו, הנוגעים להזרמות לים, לא תוקנו מאז 1980, למרות ההתקדמות הניכרת מאז בהבנת המבנה והתפקוד של מערכות אקולוגיות ימיות.

16.1 כדי לוודא שאיכות המים ואיתנות המערכות האקולוגיות הימיות לא ייפגעו מהחקלאות הימית, על ה-EPA:

- לבדוק הנחיות להגבלת שפכים (ELG) עבור מתקנים מרוכזים לגידול בעלי חיים ימיים (CAAPF) כדי לוודא שהם מתייחסים לחששות בעניין החקלאות הימית במי ים פדרליים;
- לוודא שקיימים תקני איכות מים למי ים שנמצאים תחת סמכות של המדינות;
- לפרסם את תקני איכות המים עבור מי ים פדרליים או לתקן את ההנחיות, שנדרשות לפי סעיף (c) 403 של חוק המים הנקיים, לקביעת פגיעה במי ים.

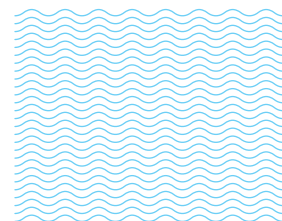
17

**ה-EPA והמדינות יכללו
תנאים בני-אכיפה בהיתרים
חדשים ומתוקנים של
NPDES למתקני CAAPF כדי
לוודא שהם מצייתים ל-ELG,
לתקני איכות המים ו/או
להנחיות ההזרמה.**

תקנות המיישמות תקני איכות מים והנחיות לקביעת פגיעה במי הים חייבות באופן מפורט:

- 18.1 להסמיך את כותבי היתרי ה-NPDES להגביל הזרמות של מזון שלא נצרך, פסולת בעלי חיים, תרופות וכימיקלים על ידי מתקני CAAPF אם צריך, כדי להשיג את תקני איכות המים או לציית לקריטריונים של הזרמות לים;
- לקבוע סף גודל עבור מתקני CAAPF, שמעליו תהיה חובה להכליל בהיתרים את הבקורות הללו.
- 18.2 לדרוש ממתקני CAAPF, כתנאי בהיתרי ה-NPDES:
- לדווח תקופתית על מיני בעלי החיים הימיים המוחזקים במתקן בעל ההיתר, על מספרם ועל כמות המזון, סוג המזון, התרופות וכימיקלים אחרים בשימוש ב-CAAPF;
 - לדווח מדידת על כשלים ברשתות, בכלובים או בכל מתקן אחר;
 - להגיש תכניות המפרטות פרקטיקות ניהול מיטביות (BMP) לאישור מטעם הרשות המתירה של ה-NPDES ולציית לתכניות אלה.
- 18.3 אם תעבור חקיקה שתסמיך את NOAA להנפיק היתרי מיקום ותפעול עבור חקלאות ימית בים הפתוח, ניתן לכלול את תכניות ה-BMP הדרושות במסגרת ה-CWA במסגרת תכניות התפעול הרחבות יותר, שאנו ממליצים ש-NOAA תדרוש כתנאי לקבלת היתרי תפעול מטעמה.

הזנה ותזונה בחקלאות מים



מבוא

מזון מכוונים לקיים את השלל במשך הזמן, מעטים מגנים בפועל על התפקיד האקולוגי החיוני שדגים אלה ממלאים במערכות אקולוגיות ימיות, לעתים קרובות כמזון חשוב לטורפים ימיים.

חקלאות ימית מיועדת להפיק תוספת לאספקת מאכלי הים, בזמן שהדיג בטבע, שכבר נוצל במלואו, מגיע לרמתו המרבית, בעוד התיאבון למאכלי ים – גדל. עם זאת, גידול חקלאי של מינים טורפים כגון סלמון ובקלה, עלול להגדיל את לחץ הדיג על מיני בר, אם ימשיכו לספק את תצרוכת האנרגיה של המינים הללו בעזרת קמח דגים ושמן דגים. מתכנני מזון מדעיים ונוהלי הזנה עתירי ידע שיפרו מאוד את נוהלי ההזנה בחוות דגים. עם זאת, שיטות יעילות לגידול דגים עלולות להישאר קשורות לשימוש בלתי יעיל במשאבי טבע כתוצאה מהתלות בדגי בר לקמח דגים ולשמן דגים.

פתרון פשוט לכאורה הוא עידוד גידול חקלאי של דגים צמחוניים או של מיני צדפות, שאינם מצריכים אספקה של קמח דגים ושמן דגים. נכון לעכשיו, החיך האמריקאי עדיין מעדיף את המינים הטורפים.¹⁰ כוחות השוק מניעים גידול של מינים שיש להם דרישה גבוהה. עם זאת, טעם הציבור עשוי להשתנות עם הזמן. לפני 20 שנה מעט אנשים אכלו או אף ידעו מה הם קלמרי או אמנון. תכניות קידום יכולות להכיר לציבור מאכלי ים מקיימים יותר.

מחלקת המסחר האמריקאית קראה להגדיל את ערך חקלאות המים הלאומית פי חמישה. גידול זה צפוי להתרחש באזור הים הפתוח, בעיקר באמצעות גידול דגים, שמקבלים מחיר גבוה יותר בשוק. גידול דגי ים מצריך תפריט עשיר בחלבונים ובאנרגיה. המקור העיקרי של החלבונים והאנרגיה במזון לדגי הים הוא דגי בר, שנלכדים בדיג למטרות הפקת מזון לדגים (במקור: reduction fishery, להלן – 'דיג להפקת מזון').

חקלאות מים היא הצרכן הגדול ביותר של האספקה העולמית של שמן דגים וקמח דגים. היא צורכת כיום כמעט חצי מקמח הדגים ויותר משלושה רבעים משמן הדגים המיוצרים בעולם. ככל שחקלאות המים של מינים טורפים תגדל, כך תגדל גם הדרישה למזונות עשירים בחלבון ובאנרגיה עבורם. אך קמח דגים ושמן דגים הם משאבים מוגבלים. הם בדרך כלל מיוצרים מדגים פלגיים קטנים, כגון סרדינים ואנשובי, שנלכדים במפורש למטרה זו.

רוב הדיג להפקת מזון דגים כבר הגיע לרמות איסוף בנות-קיימא, או אף עבר אותן במקרים מסוימים. בעוד שברמה העולמית נשארה כמות הדגים שנלכדת בים יציבה יחסית במשך העשורים האחרונים, דרישה מוגדלת למוצר עשויה להביא לדיג מעל רמות מקיימות, אלא אם כן יחל ניהול זהיר של אותו דיג. כמו כן, מדענים ימיים החלו להטיל ספק במידת הקיימות האקולוגית של ההנחיות לרמות דיג בנות-קיימא. בעוד שצעדי מדיניות הניהול של דיג להפקת

10 בשפה המקצועית דגים טורפים הם למעשה אוכלי דגים (piscivorous).

בעוד שדגי ים (כולל דגים ממשפחת הסלמון) וחסילונים ביחד אחראים ל-31% מהצריכה. מיני הקרפיון זקוקים למעט קמח דגים ושמן דגים בתפריט שלהם או אינם דורשים אותם כלל. אף על פי כן, הנפח העצום של גידול הקרפיונים בשילוב השימוש הגובר במזונות שממותכנים באופן מסחרי (commercially formulated) כדי להשיג קצבי גידול מהירים, מביאים לכך שקרפיונים הם הצרכנים הגדולים ביותר של מזון דגים.

הייצור העולמי של מזון הדגים קטן בהשוואה לייצור העולמי של מזון תעשייתי לחקלאות בכלל. מזון לחקלאות מים היווה רק 3% מתוך האומדן של 620 מיליון טונות מזון שיוצרו ב-2004 עבור מיני בעלי החיים העיקריים הנמצאים בגידול חקלאי, כאשר 38% היו עבור עופות, 32% עבור חזירים, ו-24% עבור בקר לבשר (Gill, 2005).

התלות בקמח דגים ובשמן דגים

למרות היותה המגזר הקטן ביותר עבור מזון לבעלי חיים בגידול חקלאי, חקלאות המים היא הצרכנית הגדולה ביותר של שני מרכיבים נפוצים בסוגי מזון לבעלי חיים רבים: קמח דגים ושמן דגים. הם מספקים מקור מצוין של חלבון מן החי, חומצות אמינו חיוניות, חומצות שומן אומגה-3, ויטמינים, מינרלים ואנרגיה (Hertrampf and Piedad-Pascual, 2000). קמח דגים ושמן דגים כבר אינם תוספי מזון בלבד, אלא המרכיב העיקרי במזונות עבור המינים הללו.

הארגון הבין-לאומי לקמח דגים ושמן דגים (IFFO) מדווח שחקלאות מים הייתה הצרכן הגדול ביותר של קמח דגים ושמן דגים ב-2002 (האומדן המעודכן ביותר), והשתמשה בכ-46% מתוך המלאי העולמי של קמח דגים ובכ-81% מהמלאי העולמי של שמן דגים (איור 7.1). אחוזים אלה היו צפויים לעלות ב-2003 לערכים של 53% ו-87% בהתאמה (Tacon, 2005). תעשיות העופות והחזירים השתמשו, כל אחת, בקרוב לרבע מקמח הדגים הזמין ב-2002. הצריכה התעשייתית והאנושית הייתה קרוב ל-20% מתוך שמן הדגים הזמין ב-2002 (Pike, 2005). הכמות הכוללת של קמח דגים ושמן דגים בשימוש במזון לחקלאות ימית גדלה במשך העשור האחרון. בין 1994 ו-2003 גדלה כמות קמח הדגים ששימשה כמזון לחקלאות ימית מ-963,000 ל-2,936,000 טונות, והשימוש בשמן דגים גדל מ-234,000 ל-803,000 טונות (Tacon, 2005). מגזרים מסוימים חוו עליות גדולות מאוד בצריכת קמח הדגים ושמן הדגים, בייחוד מגזרים של החקלאות הימית. כך למשל, השימוש בקמח דגים ובשמן דגים בגידול דגי ים יתר משילש את עצמו, בעוד בגידול שפמנונים הצריכה נשארה יציבה (איור 7.2).

קיימת הכרה הולכת וגדלה שאם הגידול החקלאי של דגים טורפים יתרחב, יהיה צורך במקורות חלופיים של חלבון, שיבואו כנראה ממקורות צמחיים. מרכיבי מזון חלופיים נמצאים בשלבים שונים של פיתוח ושימוש, החל בשימוש בתוצרי לוואי של דיג, דרך שימוש בצמחים יבשתיים וימיים, ועד לשימוש בתוצרי לוואי מעיבוד בשר בקר, צאן ועופות. ככל שהמחקר בתחום זה מתקדם, המשך הגידול בתפוקה תוך הקטנת התלות בדגי בר כמזון לדגים יהיה אתגר מרכזי לתעשייה. כדי להצליח בכך, על חקלאות המים בארה"ב להתמקד בפיתוח תחליפי מזון כלכליים שעונים על דרישות התפריט של דגים, וגם מעודדים את השימוש במרכיבי מזון מקיימים יותר.

כל עוד החקלאות הימית תלויה בקמח דגים ובשמן דגים כמזון, עצם הקיימות שלה תהיה מוטלת בספק. פתרונות ארוכי טווח לבעיה נמצאים בשינויים בניהול הדיג להפקת מזון, בפיתוח תחליפים בני-קיימא למרכיבי מזון דגים ובשינויים בהעדפות הצרכנים בעניין מוצרי חקלאות המים.

השימוש במזון בחקלאות מים

חקלאות מים היא סוג של חקלאות. כפי שמשק חי תלוי בחקלאים לאספקת המזון, כך רוב מיני הדגים והסרטנים שגדלים בחוות בארה"ב זקוקים למזון. כיום יש גידול חקלאי של מגוון מינים החיים במים בארה"ב, ולמינים הללו יש דרישות מזון שונות. בצד אחד של הקשת נמצאות הצדפות המסנונות, כדוגמת צדפות (oysters, clams) ומולים, שאינן זקוקות להזנה מצד המגדלים. באמצע נמצאים מינים אוכלי-כול, כגון שפמנונים ואמונים, שמקבלים מזון חיצוני אך גמישים יותר בעניין המרכיבים הספציפיים הדרושים בתפריט שלהם. בקצה השני של הקשת נמצאים המינים הטורפים, כגון סלמון ודגי ים, הדורשים תפריט עתיר-אנרגיה וחלבונים - דרישות שניתן לספקן בעזרת כמויות ניכרות של קמח דגים ושמן דגים.

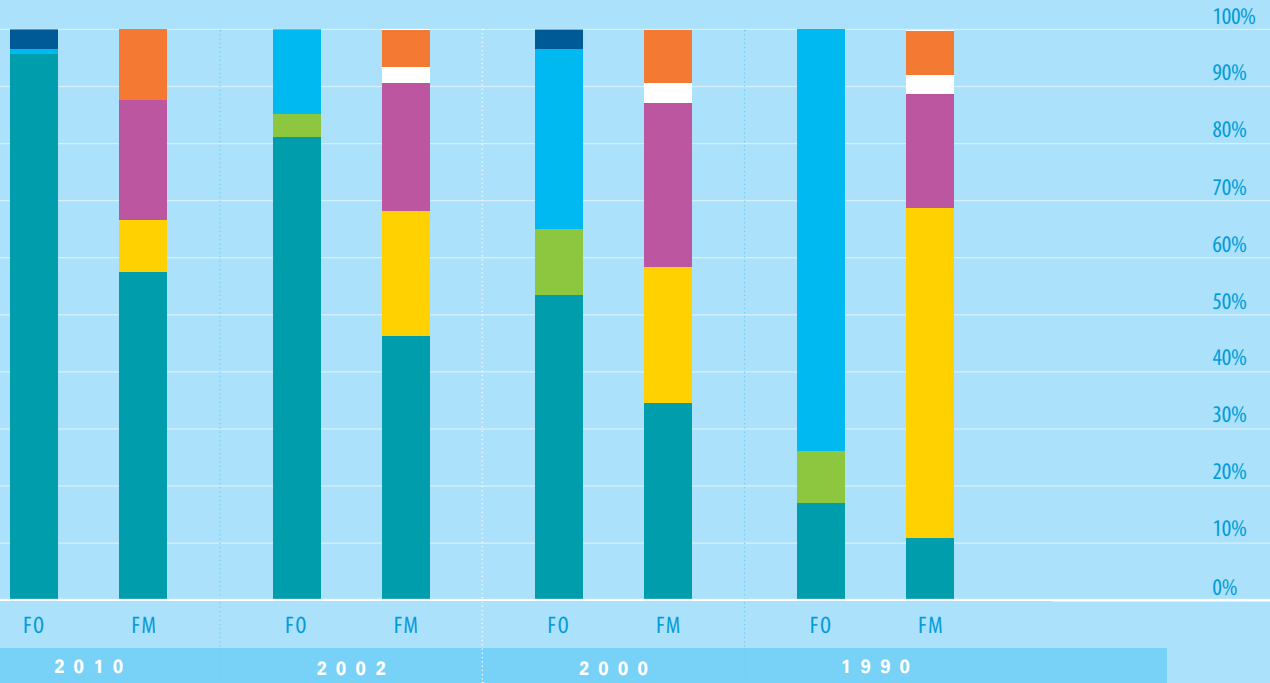
התפוקה העולמית של מזון דגים ב-2003 נאמדה ב-19.5 מיליון טונות (Tacon, 2005). אין זה מפתיע, ברמה העולמית, שקרפיונים - בעלי הנפח הגדול ביותר מתוך תוצרי חקלאות המים - צורכים 45% ממזון הדגים שמוצא,



קיימת הכרה הולכת וגדלה שאם הגידול החקלאי של דגים טורפים יתרחב, יהיה צורך במקורות חלופיים של חלבון, שיבואו כנראה ממקורות צמחיים.

איור 7.1

מגמות בשימוש במלאי העולמי של קמח דגים ושמן דגים בחקלאות מים, מדווח באחוזים מתוך סך ההיצע העולמי

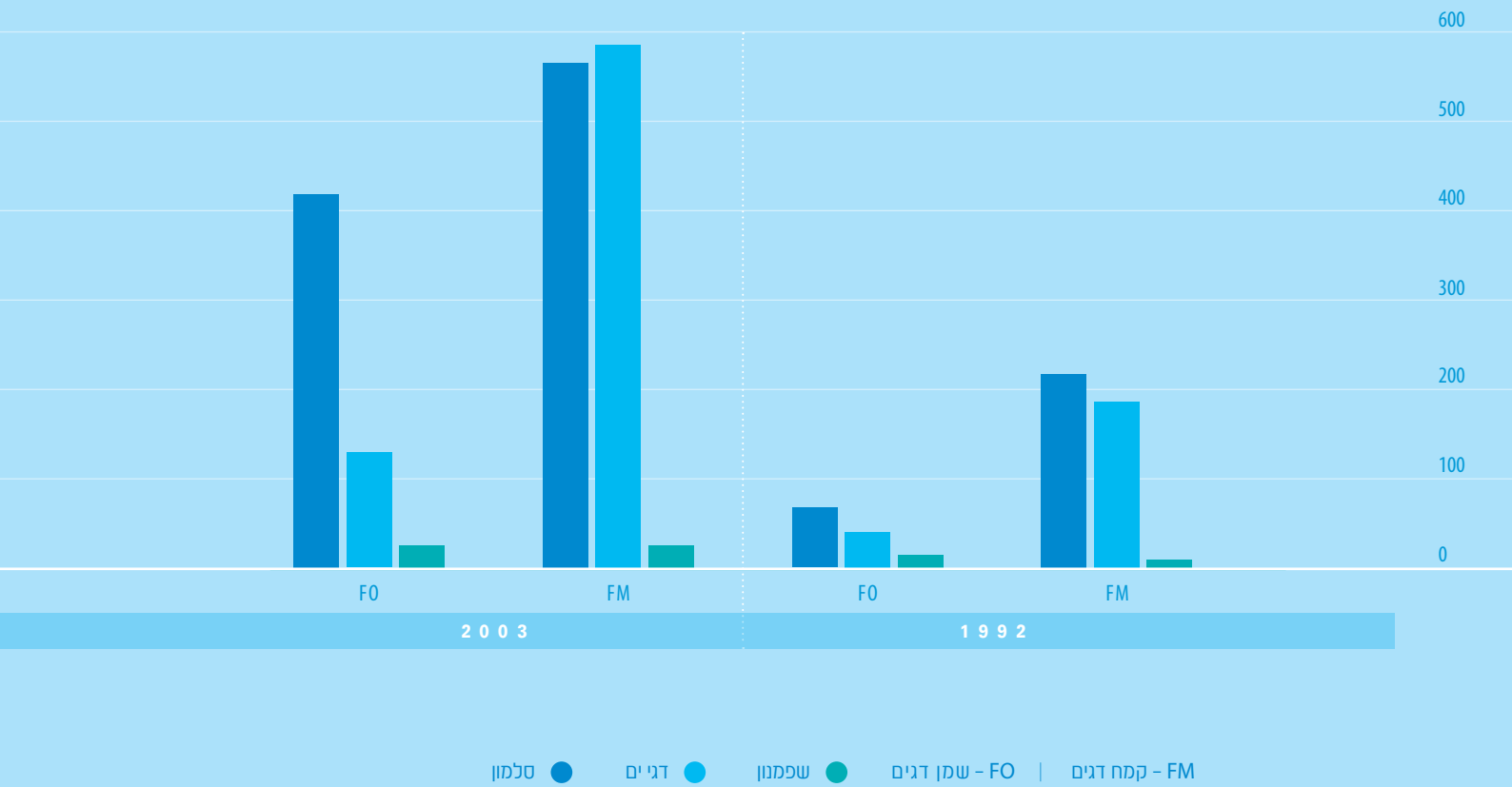


FM - קמח דגים | FO - שמן דגים

- אחרים
- תעשייתי
- אכיל
- תרופתי
- חקלאות מים
- עופות
- חזירים
- אוכלי עשב

איור 7.2

מגמות בשימוש של קמח דגים ושמן דגים במזון דגים עבור מספר קבוצות דגים (דוח ב-Tacon 2005).



● סלמון ● דגים ● שפמנון | FO - שמן דגים | FM - קמח דגים

יחסי המרת מזון והמרת דגים לדגים

יש מספר מדדים שימושיים להשוואת היעילות של נוהלי חקלאות מים שונים. יחס המרת מזון (FCR – Feed Conversion Ratio) מבטא את יעילות השימוש במזון בחווה. הדרך הפשוטה ביותר לבטא אותו היא כיחס בין סך כל המזון המסופק למשק החי למשקל החי של תפוקת בעלי החיים. כאשר הוא מחושב באופן כזה, הוא מכונה יחס המרת מזון ברטו או יחס המרת מזון כלכלי. בחוות שפמונים טיפוסית יש FCR כלכלי של 2.0 (Boyd et al., 2005). משמעות הדבר היא שדרושים 2,000 ק"ג מזון כדי לייצר 1,000 ק"ג שפמונים ($2.0 = 2,000/1,000$). ערכי FCR טיפוסיים מחוות לגידול דגי סלמון ודגי ים הם 1.3 ו-2.2 בהתאמה (Tacon, 2006; FIN, 2005). יחס זה חשוב לחקלאים שרוצים להשוות יעילות של סוגי מזון, תנאי גידול או מינים שונים. המדד הוא בראש ובראשונה מדד כלכלי, אף על פי שהוא ממלא תפקיד בחישוב מדדים ליעילות אקולוגית.

כדי למדוד יעילות אקולוגית, נעשה שימוש בטכניקות אנליטיות כגון מדרך סביבתי (ecological footprint), מחזור חיים וניתוחי אנרגיה, שסיפקו תובנות חשובות (Brown and Herendeen, 1996; Wackernagel and Rees, 2003; Matsson and Sonesson, 1996). כשמישמים את הגישות הללו בחקלאות מים או בכל פעילות חקלאית או תעשייתית, מנסים לכמת את התשומות והתפוקות הביולוגיות והאנרגטיות כדי להעריך ביצועים בעזרת משתנים רלוונטיים מבחינה אקולוגית. התוצאות של הניתוחים הללו יכולות לזהות תחומים שניתן לשפר בהם את היעילות האקולוגית (ובהמשך לכך, גם את הקיימות).

מדד פחות ממצה, המכונה יעילות המרת מזון או יעילות המרת דגים (FCE – Feed/Fish Conversion Efficiency), גם הוא שימושי. מדד זה, שלעתים מכונה גם "יחס דגי בר לדגים בגידול חקלאי" אומד את כמות דגי הבר הדרושים כמזון לגידול יחידה של דגי חוות. שלא כמו ה-FCR, ה-FCE מביא בחשבון שכמויות קמח הדגים ושמן הדגים כלולות בהיקפים שונים במזון שממנו מתחילים לחשב את ה-FCR. אי לכך, ניתן להשתמש בו כדי לתאר את כמות דגי הבר הדרושה כדי לגדל מסה נתונה של דיג חקלאי. קביעת יחס זה היא חישוב רב-שלבי אך ברור יחסית (ראו תיבה 7.1 להסבר). ה-FCE מראה בעיקרון את המידה שבה מערכת חקלאות מים נתונה (גידול של מין נתון) תלויה בדגי בר כמרכיבי מזון. ערך גבוה משמעו רמת תלות גבוהה, בעוד שמספר נמוך מצביע על תלות פחותה. FCE של פחות מ-1 פירושו שיותר דגים גִדְלִים מאשר נצרכים במערכת גידול נתונה של מינים בחקלאות המים.

שתי מגמות קשורות זו לזו מניעות את הגידול בשימוש בקמח דגים ובשמן דגים. קודם כול, הגדילה בתעשיית חקלאות המים בכלל יוצרת דרישה מוגברת למזון, והדרישה לקמח דגים ולשמן דגים כמרכיבים במזון גדלה בהתאם. שנית, כמויות קמח הדגים ושמן הדגים הכלולות במזון לחקלאות ימית, בערכים של אחוזים מהמשקל, השתנו, בייחוד עבור דגים טורפים.

במשך שני העשורים האחרונים חלו שינויים ניכרים ברמת קמח הדגים ושמן הדגים שנוכללו במזון לדגים. הדבר נכון בייחוד לדגי סלמון בגידול חקלאי, שם השימוש בקמח דגים שילש את עצמו והשימוש בשמן דגים גדל פי שישה (איור 7.2). עליות אלה נובעות משיעורי הכללה גבוהים יותר במזון יחד עם עלייה בייצור. הכללת קמח הדגים ירדה ממוצע של כ-60% ב-1985 ל-45% ב-1995 ולממוצע הנוכחי של כ-35%. הכללת שמן דגים, מאידך גיסא, עלתה מכ-10% ב-1985 לרמות הנוכחיות המגיעות עד 35%, אבל עם ממוצע של 25% (Tacon, 2005).

למינים טורפים יש דרישות מזון מיוחדות, הכוללות חומצות שומניות חיוניות, מינרלים ורמה גבוהה של חלבון. צרכים תזונתיים אלה זמינים בקמח דגים ובשמן דגים, וזאת הסיבה לתלות הגבוהה לכאורה של חקלאות לגידול דגים טורפים במרכיבים אלה (Hardy et al., 2001). מינים ימיים הם כ-25% מהתפוקה העולמית מחקלאות המים, אך הם צורכים יותר מ-75% מקמח הדגים ומשמן הדגים שמשמשים בחקלאות מים. מיני דגים אוכלי כול או אוכלי פגרים, כגון שפמונים, תלויים פחות בקמח דגים ובשמן דגים (Tacon, 2004). אף על פי שלדגים טורפים יש דרישות מסוימות לחלבון, לאנרגיה, לחומצות שומניות ולמיקרו-נוטריינטים, כפי שיש לכלל האורגניזמים, הם אינם תלויים מבחינה פיזיולוגית בקמח דגים ובשמן דגים בתנאים של גידול חקלאי. את הצרכים התזונתיים שלהם ניתן לספק ממקורות אחרים.

ההתקדמות במתכון מזון מחייבת כמה פשרות. הגדלת תכולת השמן שיפירה את ההטמעה של המזון, דבר שגרם להזרמה פחותה של מזהמים לכל טונה דגים בגידול. אך הדבר בא על חשבון שימוש גובר בשמן דגים, שכדי להפיק אותו יש צורך ביותר דגי בר ליחידת משקל בהשוואה לקמח דגים.

תיבה 7.1

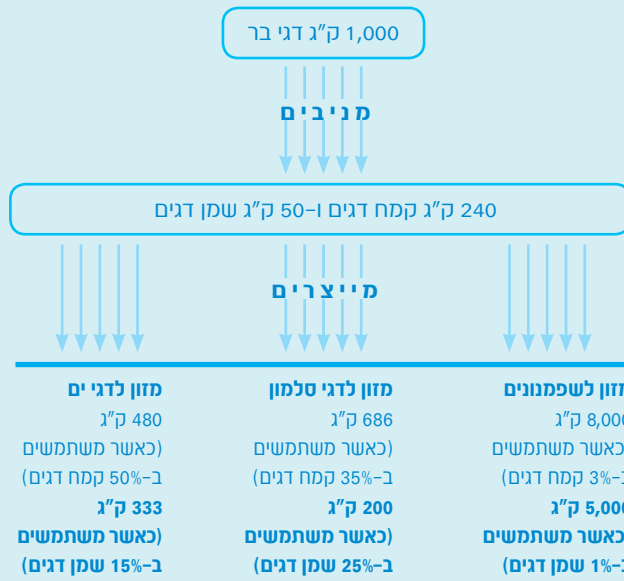
חישוב FCE

"היחס בין דגי בר

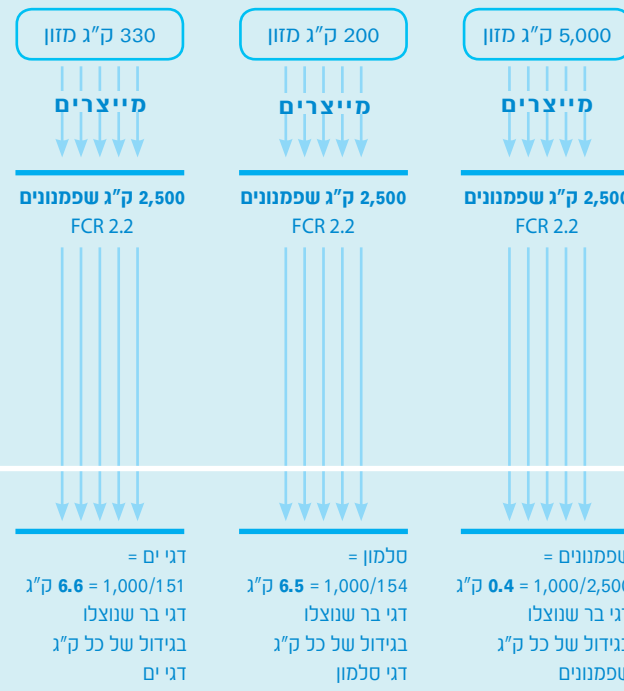
לדגי חוות"

1,000 ק"ג דגי בר מניבים כ-240 ק"ג קמח דגים ו-50 ק"ג שמן דגים, לפי ממוצע שיעורי תנובה עולמית של 24%-1 ו-5% בהתאמה.

בשיעורי הכללה טיפוסיים של המרכיבים הללו במזון לשפמנונים, מזון לדגי סלמון ומזון לדגי ים, כמות המזון מימין יכולה להיות מיוצרת עבור כל טקסון (קבוצה טקסונומית)*. היות שקמח ושמן מיוצרים בכמויות שונות, מרכיב אחד (קמח או שמן) יגביל את ייצור המזון עבור טקסון מסוים, בהתאם לשיעור ההכללה במזון. הנוטריינט המגביל והכמות המופקת עבור כל טקסון מופיעים בהדגשה.



מחלקים את משקל המזון שנוצל במשקל שלל הדגים בתנאי הגידול העולמיים הקיימים, כדי לקבל את יחס המרת המזון ברוטו או את יחס המרת המזון הכלכלי (FCR). יחס זה הוא מדד של יעילות המרת המזון המורכב לדגים במערכת חקלאות מים נתונה (מינים בגידול יחד עם תנאי גידול). בעזרת ערכי FCR טיפוסיים, כפי שדווחו עבור שלושת מגזרי התעשייה בדוגמה שלנו*, מחשבים את יכולת הדגים בגידול הנובע מהמזון שהופק מ-1,000 ק"ג דגי בר על ידי חלוקת כמות המזון לכל מערכת חקלאות מים ב-FCR. תפוקה של דגים בגידול חקלאי שנובעת מ-1,000 ק"ג דגי בר מוצגת במודגש מימין.



כאשר תפוקת דגי החוות ידועה, חישוב ה-FCE הוא פשוט.

חישוב ה-FCE בנפרד עבור ניצול של קמח ושמן ובחירת הערך הגבוה, מספקים אומדן אקולוגי שמרני של התלות של חקלאות המים באוכלוסיות דגי בר, היות שכך נמדדת כמות דגי הבר שיש לעבדם כדי לספק את המרכיב הנדיר יותר במזון בשימוש. היות שערכי FCR, שיעורי תפוקת קמח הדגים ושמן הדגים, ושיעורי הכללת קמח הדגים ושמן הדגים במזון הם ממוצעים עולמיים, ערכי ה-FCE המתקבלים מצביעים על מגמות רחבות יותר, ואינם משקפים בהכרח תוצאות שהתקבלו בחווה מסוימת.

FCE = תשומה של דגי בר/תפוקה של דגי חוות

* החישובים לעיל מניחים: שפמנונים FCR = 2.0 (Boyd et al., 2005), הכללת קמח דגים במזון = 3%, ושמן דגים = 1% (Robinson et al., 2001); סלמון FCR = 1.3, הכללת קמח דגים במזון = 35%, ושמן דגים = 25% (Tacon, 2005); דגי ים FCR = 2.2, הכללת קמח דגים במזון = 50%, ושמן דגים = 15% (FIN, 2006). כמו כן, החישובים מניחים שיעורי תנובה עולמיים ממוצעים מדיגי להפקת מזון של 24% עבור קמח דגים ו-5% עבור שמן דגים (FAO, 1986; Hardy and Tacon, 2002; Pike, 2005; IFFO, 2006).

טבלה 7.1
אומדן סך ניצול קמח
הדגים ושמן הדגים
ותפוקת מינים ב-2003
לפי נתונים של ה-FAO.
הערכים מובאים באלפי
טונות (מתוך Tacon
[2005])

מיין	קמח דגים	שמן דגים	FM + FO	תפוקה	FCE ¹
דגי סלמון	573.0	409.0	982.0	1,259.0	3.9-3.1
חסילון ימי	670.0	58.3	728.3	1,805.0	2.0-1.6
דגי ים	590.0	110.6	700.6	1,101.0	3.2-2.5
הזנת קרפיונים	438.0	43.8	481.8	10,179.0	0.24-0.19
טרטות	216.0	126.0	342.0	554.0	3.1-2.5
צלופחים ימיים	171.0	11.4	182.4	232.0	3.9-3.1
סרטני מים מתוקים	139.0	13.9	152.9	688.0	1.1-0.9
אמנון	79.0	15.8	94.8	1,678.0	0.28-0.23
אֶכְסֵס	36.0	5.2	41.2	552.0	0.37-0.30
שפמנון	24.0	8.0	32.0	569.0	0.28-0.22

1 FCE - תשומות דגי ים פתוח שוות ערך (משקל רטוב) ליחידת תפוקה של דגי חוות

מזון ולעיבודו כדי לייצר מזונות מורכבים, וכדי לייצר ולספק מערכות חקלאות מים. כמו כן, דגים שנאספו למטרות קמח ושמן לאו דווקא שייכים לאותו מין או לאותה רמה טרופית של האורגניזמים הנטרפים על ידי קרובי הבר של דגי החוות, דבר שהופך השוואות ישירות של העברת אנרגיה למסובכות עוד יותר.

בעזרת שיטה שונה מזו המתוארת בתיבה 7.1, חישב Tacon (2005) את ערכי FCE עבור מגוון מינים בגידול מים חקלאי (איור 7.3).¹¹ Tacon (2004) העריך שעד שנת 2010 יוכלו ערכי FCE להיות בטווח של 1.2-1.5 לדגי סלמון ו-1.5-1.9 לדגי ים, בהנחה שיחול צמצום ניכר בשיעורי ההכללה של קמח דגים ושמן דגים במזון לחקלאות מים על ידי החלפתם בתחליפים שווי ערך מבחינה תזונתית.

כרגע מצריכים דגי מים מתוקים כגון שפמנונים, אמנונים וקרפיונים, פחות מיחידה אחת של דגי בר לכל יחידה של תפוקת דגי חוות. כמו כן, צדפות אינן מצריכות מזון מהחקלאי, ובמקום זאת מסוננות פלנקטון מהמים בסביבתן. במילים אחרות, גידול דגים אלה וצדפות מייצר יותר חלבון מן החי מאשר הכמות הנצרכת לשם הפקתו.

יעילות ההעברה הטרופית (כלומר של ההזנה), שמניחים שהיא בערך 10% ברוב המערכות האקולוגיות הימיות (Pauly and Cristensen, 1998), מבטאת יעילות של מעבר האנרגיה בין רמות טרופיות (או הזנה) במערכת אקולוגית. יעילות המרת המזון במערכות של חקלאות מים השווהה לעתים ליעילות ההעברה הטרופית במערכות אקולוגיות ימיות. אך השוואות אלה מזניחות את כמויות האנרגיה הגדולות המושקעות בגידול דגים בחקלאות הימית ובדיג. במקרה של ערך ה-FCE, יחס זה אינו מביא בחשבון את הכמויות הגדולות של אנרגיה מתעשייה הדרושות לביצוע דיג להפקת

יעילות המרת המזון במערכות של חקלאות מים השווהה לעתים ליעילות ההעברה הטרופית במערכות אקולוגיות ימיות. אך השוואות אלה מזניחות את כמויות האנרגיה הגדולות המושקעות בגידול דגים בחקלאות הימית ובדיג.

11 שיטה זו מוסיפה את כמות קמח הדגים ושמן הדגים במזון המנוצל כדי ליצור כמות נתונה של דגי חווה, מכפילה את הסך הכולל ב"מקדם המרה למשקל חי עבור דגים" ואז מחלקת את התוצאה במשקל דגי החווה שגודלו. מקדם המרת המשקל החי יכול לנוע בין 4 ל-5 - והוא שווה ערך לדגים המניבים 20-25% קמח בתוספת שמן לאחר צמצום, כאשר היתרה (80%-75%) היא מים. שיטה זו מספקת אומדן טוב של ערכי FCE כאשר קמח הדגים ושמן הדגים במזון נתון מופקים מכמויות דומות של דג שלם.

צרכים תזונתיים של דגי חוות

דגי חוות זקוקים לכ-40 נוטריינטים חיוניים בתפריט שלהם. אין להם צורך תזונתי ספציפי בקמח דגים ובשמן דגים. קמח דגים ושמן דגים נוטים להיות המנגנון הזמין ביותר, עם יחס עלות-תועלת הטוב ביותר, והקל ביותר לעיכול לשם העברת נוטריינטים חיוניים לדגים. מציאת תחליפים העונים על הצרכים התזונתיים של מיני חווה תהיה קריטית בצמצום התלות של חקלאות המים בקמח דגים ובשמן דגים.

תחליפים מבוססי צמחים מסוגלים לספק את הנוטריינטים הדרושים. תחליפים לקמח דגים ולשמן דגים במזון דגים שנמצאים בשלבים שונים של מחקר, פיתוח ושימוש כוללים: קמח קנולה, תרכיז חלבוני אפונה, קמח סויה, שמן קנולה, קמח גלוטן מתירס, קמח גלוטן מחיטה, תרכיז חלבוני סויה, קמח מתוצרי לוואי של עופות ושמן עופות. יש שונות רבה בכמויות ובסוגי החומרים שמחליפים קמח דגים ושמן דגים, לפי דרישות החלבון, האנרגיה והנוטריינטים של המינים. כדי שההחלפה תצליל, המוצרים החדשים יצטרכו לכלול נוטריינטים חיוניים וגם להיות טעימים לדגים. כמו כן, עליהם לא להכיל "אנטי-נוטריינטים", כלומר תרכובות המקטנות את האיכות התזונתית של התפריט (Halver and Hardy, 2002). למשל, יש תרכובות הקושרות מינרלים וכך הופכות אותם לבלתי זמינים לבעל החיים.

בחיפוש אחר מרכיבי מזון חלופיים חייבים החוקרים להביא בחשבון גורמים כגון התאמה לחר, איכות, קלות העיכול, זמינות ועלות (Hardy, 1996). חוקרים הצליחו לזהות תחליפים שמסוגלים להחליף לגמרי קמח דגים במזון דגים. עם זאת, אין עדיין חלופות מסחריות שמסוגלות להחליף לגמרי שמן דגים, שהוא מקור אנרגיה קל לעיכול עבור הדג וגורם חשוב בערך התזונתי של התוצר הסופי (Tacon, 2005). האתגר העיקרי בהחלפת שמן דגים הוא מציאת מקורות



בין 1950 ו-2003 עלתה כמות הדגים והצדפות שנלכדו בטבע, ונועדו לעיבוד לשם ייצור קמח, שמן ומטרות אחרות שאינן מזון, מ-3 מיליון טונות ל-21.4 טונות.

חלופיים לחומצות השומניות ארוכות השרשרת אומגה-3, EPA ו-DHA. כבר כיום מייצרים את החומצות הללו מאצות לצריכה אנושית. כך למשל, חברת Martek מספקת תוסף מאצות למזון תינוקות שמאושר על ידי ה-FDA. אם הייצור של חומצות שומן מאצות יגדל והמחירים ירדו, ייתכן שהן הפכו לכלכליות לשימוש במזון דגים.

דיג למטרות הפקת מזון דגים: המקור העיקרי של קמח דגים ושמן דגים

מעט אנשים יודעים שמתוך חמשת הדגים הנתפסים ביותר, רק שניים מיועדים למאכל בני אדם¹² (FAO). שלושת האחרים משמשים לייצור קמח דגים ושמן דגים למזון חקלאי ולצרכים אחרים.

הדיג של דגי בר למטרת ייצור קמח דגים ושמן דגים מתמקד במינים קטנים של הים הפתוח כגון אנושבי, מליח (הרינג), מקרל ו-menhaden (דג קטן ממשפחת ההרינג). אף על פי שרוב מיני היעד של סוג דיג זה נאכלים במידה זו או אחרת גם על ידי בני אדם, הרוב נלכדים למטרות הפקת מזון. בתהליך זה, הספינות מביאות את הדגים למפעל עיבוד, שם הם עוברים תהליך של בישול וכבישה (להוצאת השמן). מה שנשאר לאחר תהליך זה - מיובש, ומשמש לייצור קמח דגים.

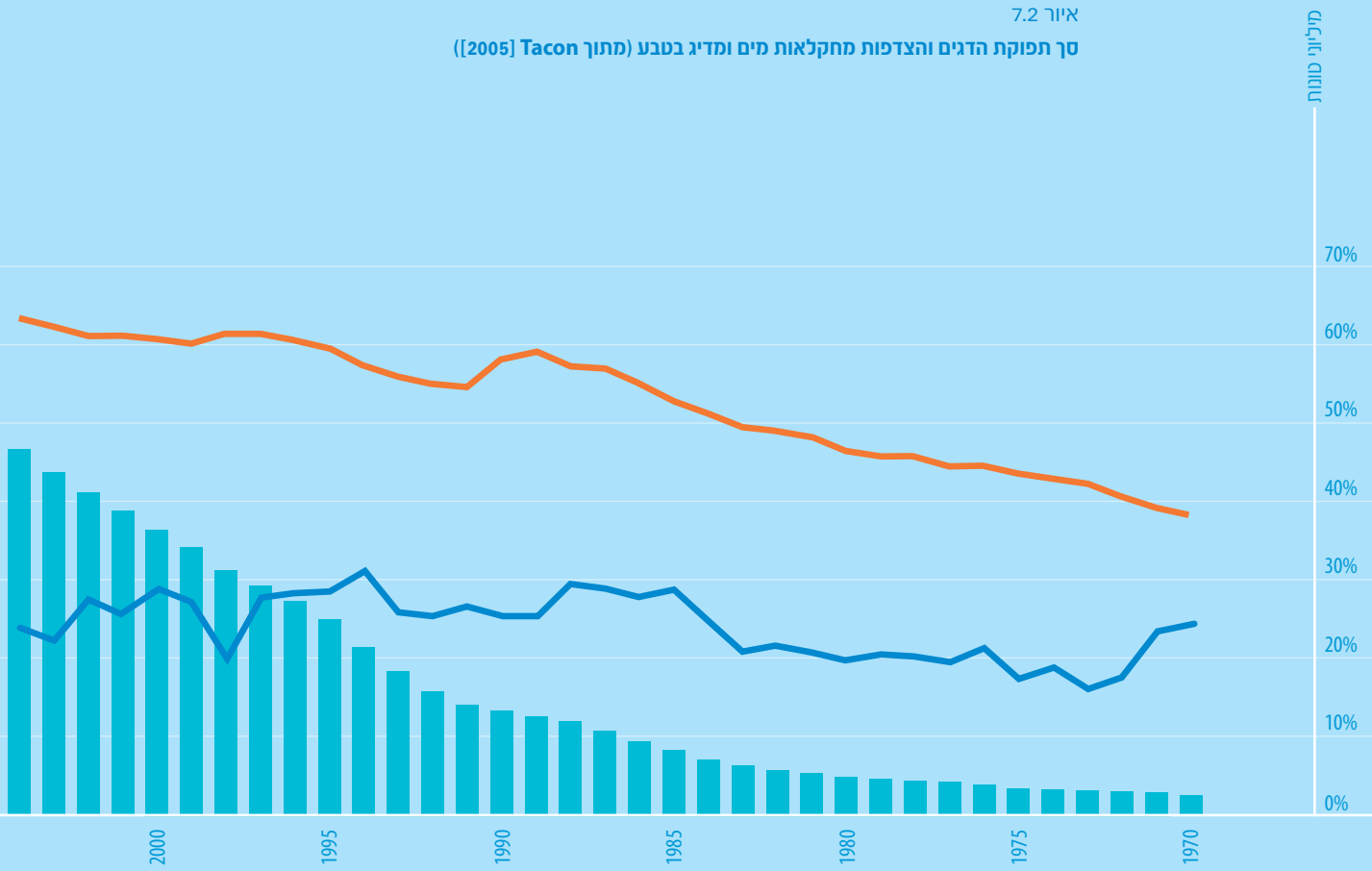
בין 1950 ו-2003 עלתה כמות הדגים והצדפות שנלכדו בטבע, ונועדו לעיבוד לשם ייצור קמח, שמן ומטרות אחרות שאינן מזון, מ-3 מיליון טונות ל-21.4 טונות. ב-1950 היווה דיג להפקת מזון 16% מסך השלל שהוצא מהים, בעוד שב-2003 הוא היווה כ-23% מסך הדיג העולמי. במשך 30 השנים האחרונות נע היקף הדיג למטרת ייצור מזון בין 20 ל-30 טונות לשנה (איור 7.2).

עיקר הדיג להפקת מזון נעשה בדרום אמריקה (37% מסך הדיג העולמי). גם המזרח הרחוק (27%) ודרום-מזרח אסיה (12%) הם אזורים עיקריים לדיג כללי (Huntington et al., 2004). ה-FAO מדווח שרוב הדיג להפקת מזון כבר מנוצל לגמרי, וחלק ממנו הגיע כבר למצב של ניצול יתר. בשפת ניהול הדיג, 'דיג שמנוצל לגמרי' מפיק שלל דגים שקרוב לרמה המקיימת המרבית או אף נמצא בה כבר. 'דיג מנוצל יתר על המידה' מדלדל את האוכלוסיות ומסכן אותן, אם שלל הדגים לא יצומצם.



12 ששת המינים העיקריים ב-2002 היו: אנושבוטה (סוג של אנושובי), שיבוט אלסקה, טונה סקיפ'ק, טרוטנית והרינג. מתוכם, רק שיבוט אלסקה וטונה סקיפ'ק מעובדים במידה ניכרת לצריכה אנושית.

איור 7.2
 סך תפוקת הדגים והצדפות מחקלאות מים ומדיג בטבע (מתוך Tacon [2005])



חלוקת סך הלכידות של דגים וצדפות ב-2003: 63.23 טונות (69.1%) לצריכה ישירה על ידי בני אדם, 21.27 מיליון טונות (23.4%) להפקת קמח דגים ושמן דגים ו-6.6 מיליון טונות (7.5%) למטרות שונות אחרות.

● חקלאות מים ● דיג להפקת מזון ● דיג לצריכה אנושית

הדגים ושמן הדגים, כמו גם של הדגים שהם מופקים מהם. מערכת נְעֶקְבֻת (traceability) תשפר בהרבה את המעקב הבין-לאומי אחר קמח דגים ושמן דגים.

נוסף על הדיג המסורתי להפקת מזון, מתווספים מקורות חליפיים לשרשרת האספקה של קמח דגים ושמן דגים. מקורות אלה אינם תלויים באיסוף מכוון של דגים פלגיים קטנים למטרות הפקת מזון אלא מנצלים מוצרי דגים עודפים מדיג אחר. בעיבוד מאכלי ים יש כמות גדולה של "פסולת" – כולל ראשים, פֶּסֶד ושיירים – שניתן לעבדה לקמח דגים ולשמן דגים. כך למשל, קנדה אוסרת דיג למטרת הפקת מזון בלבד. לכן, כל קמח הדגים ושמן הדגים המיוצרים בקנדה מגיעים מעיבוד פסולת. לעתים קרובות זול יותר למתקני עיבוד דגים למכור או לחלק בחינם את פסולת הדגים למתקן הפקת מזון מאשר לשלם עבור סילוק הפסולת. כתוצאה מכך, הגורם הכלכלי הוא תמריץ להפיכת פסולת מעיבוד לקמח דגים ולשמן דגים (Tyedmers, 2006).

שלל דגים נלווה בלתי נמנע הוא מקור נוסף לקמח דגים ולשמן דגים. שלל נלווה הוא לכידה או תמותה של בעלי חיים ימיים כתוצאה ממפגש ישיר עם ציוד דיג. השיטות לחישוב שלל נלווה עולמי והאומדנים המתקבלים מהן שונים מאוד, אך מדענים מסכימים שחלק משמעותי מהשלל העולמי אינו מנוצל (Alverson, 1998; Kelleher, 2005). תוצר לוואי זה של דיג יכול לשמש מקור להפקת קמח דגים ושמן דגים. עם זאת, לצמצום השלל הנלווה יש עדיפות לאומית ובין-לאומית במשך העשור האחרון, והוא עדיין אתגר מרכזי בניהול דיג. השימוש בשלל הנלווה למזון דגים צריך להיות בנוי באופן שלא יפריע למאמצים לצמצום שלל דגים נלווה.

מחיר המזון לחקלאות מים

מזון דגים הוא בדרך כלל ההוצאה הגבוהה ביותר בהפעלת חוות דגים שבה הדגים מזונים. כך למשל, מזון והזנה של דיג סלמון הם 60% עד 70% מעלות הגידול הכוללת בחוות דגים. היות שקמח דגים ושמן דגים עשויים להוות 50% עד 70% מהמזון, כל עלייה במחיר של הטובין הסופיים הללו תגרום לעלויות מוגדלות לחווה, וכתוצאה מכך – לירידה ברווחיות (Tacon, 2005).

קמח דגים ושמן דגים הם טובין הנסחרים בשוק עולמי. העלות של מוצרים אלה תלויה באיכות ובכמות של המוצר כמו גם בעלות ובזמינות של מוצרים דומים, כגון קמח סויה ושמינים מבוססי-צמחים (Tacon, 2005). אם יימצאו תחליפים לקמח דגים ולשמן דגים שיהיו בעלות נמוכה ושוי ערך מבחינה תזונתית, שיקולים כלכליים יובילו את תעשיית חקלאות המים לכיוון תחליפי המזון.

בארה"ב, המין העיקרי להפקת מזון, menhaden, נמצא במקום השני מבחינת המשקל הנלכד ברמה ארצית (NMFS, 2006). ההחלטה שקיבלה באחרונה ועדת הדיג הימי של מדינות החוף האטלנטי בארה"ב, להגביל את דיג ה-menhaden במפרץ Chesapeake, מדגישה את הדאגה הגוברת בנושא דיג להפקת מזון. בעוד שדיג ה-menhaden באוקיינוס האטלנטי נחשב בריא ברמה כלל-חופית, רוב הלכידות מתרחשות במפרץ Chesapeake. היות שה-menhaden ממלא תפקיד מיוחד וחיוני במערכות אקולוגיות חופיות בהיותו גם יזון בסיסני וגם דג ניצוד, הנהיגו מנהלי תחום הדיג הגבלה מטעמי זהירות כדי להגן על האוכלוסייה. באותו זמן נערך מחקר נוסף, שמטרתו להעריך את התפקיד האקולוגי של דיג ה-menhaden ולשקול אסטרטגיות ניהול שיגנו על התפקיד האקולוגי של מין זה (ASMFC, 2005).

דיג ה-menhaden אינו ייחודי בהעלאת שיקולים אקולוגיים מערכתיים בנושא דיג להפקת מזון. רוב הדיג האחר למטרות הפקת מזון מתמקד בדיג טרף, שממלאים תפקידים חשובים במערכות אקולוגיות ימיות. מנהלי דיג מבצעים באופן מסורתי ניהול שלל דגים על בסיס כל מין ומין כדי להבטיח שאוכלוסיית מין היעד נשמרת בתוך גבולות ביולוגיים מוסכמים. עם זאת, מדיניות זו לרוב אינה מתחשבת בהשפעות האקולוגיות המערכתיות הנרחבות יותר של הדיג, כגון יחסי טורף-נטרף, שלל נלווה לא-מכוון והפרעות לבתי גידול (Huntington et al., 2004). השיקולים הללו קריטיים כדי להבטיח את הקיימות האקולוגית של דיג להפקת מזון ומוצרי: קמח דגים ושמן דגים.

נושא קרוב לנושא הקיימות של ייצור קמח דגים ושמן דגים הוא היכולת לעקוב אחרי המקורות של המוצרים הללו. כרגע לא קיימת מערכת המאפשרת לקנייני המזון לזהות את מין הדג ששימש לייצור קמח הדגים ושמן הדגים, וגם לא את האזור או המדינה שהדגים נלכדו בהם. לפי ה-FAO, 82% מסך כל הייצור העולמי של קמח הדגים ו-55% מסך שמן הדגים אינם מדווחים ברמת המין הבודד (Tacon, 2005). מנגנון מפתח להערכת הקיימות של קמח דגים ושמן דגים הוא זיהוי מקור המוצר. אם ידוע המקור של קמח הדגים ושמן הדגים, ניתן לאסוף מידע על בריאות הדיג, על ציות לתקנות ועל בריאות המערכת האקולוגית הסובבת. מידע זה יעזור לקונים לקבוע את מידת הקיימות של קמח

אם יימצאו תחליפים לקמח דגים ולשמן דגים שיהיו בעלות נמוכה

ושווי ערך מבחינה תזונתית, שיקולים כלכליים יובילו את תעשיית

חקלאות המים לכיוון תחליפי המזון.

האסדרה

בארה"ב, מזון בעלי חיים, כולל מזון דגים, מבוקר בנקודות ההפצה על ידי המדינות השונות. אסדרת מזונות מכסה תחומים כגון פרקטיקות ניהול מיטביות, דרישות תיוג והגדרות מרכיבים. כיום לא קיימות תקנות בעניין השימוש בקמח דגים או בשמן דגים במזון דגים.

המדינות פונות לאיגוד האמריקאי של פקידי בקרת המזון (AAFCO) כדי לקבל הנחיות לחקיקה לדוגמה בנושא של מזון בעלי חיים. האיגוד הוא ארגון ללא כוונות רווח, המורכב מפקידי בקרת מזון ברמה הפדרלית ושל המדינות, שמפתחים חוקים ותקנות לדוגמה, הגדרות למרכיבי מזון ודרישות לתיוג מזון. ה-AAFCO פועל לפרסם ולהפיץ תקנות מזון עקביות בכל המדינות. כך למשל, AAFCO פיתח תקנות לדוגמה בנושא תקנים אורגניים למזון לחיות מחמד.

ברמה הפדרלית, למרכז לרפואה וטרינרית (CVM) של ה-FDA סמכות בקרה למזונות ולתרופות לבעלי חיים לפי החוק הפדרלי למזון, תרופות ותמרוקים (21 U.S.C. et seq. 301). נוסף על מחקר ואישור שימוש לתרופות בחקלאות מים, יש ל-CVM סמכות בקרה על תוספי מזון לא-תרופתיים, ונערכים בו מחקרים ביולוגיים וכימיים כדי לבסס את בטיחות המזון של מזונות חדשים לבעלי חיים.

התקדמות בנושא המזון

ההתקדמות במתכון מזון, בטכנולוגיית ייצור מזון ובניהול מזון ברמת החווה הביאה לעלייה בגידול הדגים, לצמצום בעלויות ייצור ולצמצום יחסי המרת המזון. כך למשל, יחס המרת המזון בגידול דגי סלמון ירד מ-2.0 ל-1.3 מתחילת שנות ה-80 ועד היום (Tacon, 2005).

כעת מתבצע מחקר שמטרתו לפתח מרכיבי מזון חלופיים לקמח דגים ולשמן דגים. אף על פי שיש התקדמות בזיהוי תחליפים לקמח דגים, אין עדיין מוצר זמין מסחרית שמסוגל להחליף שמן דגים בצורה מלאה. קנדה ונורווגיה מובילות בעניין תחליפי המזון, ו-55% מקמח הדגים ו-50% משמן הדגים מורכבים בהן מתחליפים (Tacon, 200). קבוצת חוקרים עצמאית ממוסדות מחקר, מסוכנויות פדרליות ומהתעשייה, פועלת כדי לקדם חומרי מזון ממקור צמחי, בדגש מיוחד על שיפור השימוש שלהם בגידול מינים ימיים טורפים (Bellis, 2006). יש במחקר ובפיתוח של מזונות חלופיים פוטנציאל גדול לצמצום התלות של חקלאות המים בקמח דגים ובשמן דגים.

מאידך גיסא, צמצום הדרישה של חקלאות המים לקמח דגים ולשמן דגים לא דווקא תביא לצמצום בשלל הדגים הניצודים. בתור טובין שנסחרים ברמה עולמית, מחירי קמח הדגים ושמן הדגים עלולים לרדת או שהמוצרים ישמשו לצרכים אחרים. עם זאת, אם המטרה היא לשפר את הקיימות של חקלאות המים כשלעצמה, אז צמצום השימוש בקמח דגים ובשמן דגים עדיין רצוי.

סוגיית הבריאות האנושית

מחקרים אחרונים הראו שאצל דגי סלמון מחוות יש רמת מזהמים גבוהה יותר מאשר אצל דגי סלמון בר (Hites et al., 2004; Huang et al., 2005). החשש העיקרי מהצטברות מזהמים אצל דגי חוות הוא לגבי מזהמים אורגניים מְשִׁיִּירִים (שאינם מתפרקים), כגון ביפניל רב-כלורי (PCBs), דיאוקסין, חומרים מעכבי בעירה וחומרי הדברה. מזהמים אלה מסיסים בשמן ומצטברים ברקמות שומניות של בעלי חיים, כולל אצל הדגים הפלגיים המשמשים להפקת קמח דגים ושמן דגים. כמו כן, גם קמח דגים ושמן דגים המיוצרים מפסולת עיבוד דגים עלולים להכיל ריכוזים גבוהים יותר של מזהמים, כיוון שפסולת עיבוד כוללת לעתים קרובות איברים ורקמות שומניות.

הראיות מצביעות על כך שיש שונות אזורית ברמת המזהמים: לדגים מאזור דרום האוקיינוס השקט הרמה הנמוכה ביותר, ולדגים מהאזור הצפון אטלנטי המתועש יותר - הרמה הגבוהה ביותר. פתרונות אפשריים לבעיית המזהמים במזון כוללים השגת מרכיבים מהאזורים הפחות מזהמים, הסרת מזהמים מקמח דגים ומשמן דגים והחלפת מרכיבים מזהמים בפוטנציה במרכיבים חלופיים. מאחר שמקורות חדשים של קמח דגים ושמן דגים נעשים בולטים יותר, יש לדאוג לניטור מזהמים ולמנוע שימוש במוצרים בעלי רמות מזהמים מסוכנות.

מחקרים אלה מעלים חששות בריאותיים כבדים. גורמים מסוימים בתעשיית מאכלי הים, ואחרים המאמינים שהתועלת מאכילת מאכלי ים גוברת על הסיכונים, הטילו ספק במסקנות אלה. אף על פי ששיקולי בריאות של בני אדם נמצאים מחוץ לתחום עבודתו של כוח המשימה, חשוב להכיר בכך שהתחששות בעניין התועלת והסיכונים הבריאותיים באכילת מאכלי ים ממלאות תפקיד מרכזי בהחלטות הקנייה של הצרכנים.

תיגוד מדינת המוצא:**מודל למעקב אחרי****קמח דגים ושמן דגים**

הדגים הפלגיים המשמשים להפקת קמח דגים ושמן דגים, ממלאים תפקידים חשובים במערכות אקולוגיות ימיות כצרכני פלנקטון וכטרף לדגים גדולים יותר ולבעלי חיים ימיים אחרים. לכן, השימוש בקמח דגים ובשמן דגים בתרכובות מזון לחקלאות ימית הוא גורם מרכזי הפוגע בקיימות של החקלאות הימית. אחד הקשיים לקביעת הקיימות של קמח דגים ושמן דגים הוא הזיהוי של מקור המוצרים הללו. ארה"ב אימצה באחרונה דרישות תיגוד למאכלי ים, המהוות דוגמה לעידוד הייצור והשימוש במזונות בני-קיימא.

חוק ביטחון החוות וההשקעה הכפרית מ-2002, המוכר גם כחוק החוות מ-2002, דורש רישום של מדינת המוצא וגם של שיטת הגידול (למשל: דיג בטבע או גידול חקלאי) על כל מוצרי הדגים והצדפות. משרד החקלאות האמריקאי יישם תכנית תיגוד למאכלי ים כדי לבצע את החקיקה ב-2005. רישום זה דרוש בנקודת המכירה או ברמה הקמעונאית - במרכולים, אך שירותי אספקת המזון פטורים במפורש. אף על פי שתכנית זו אינה כוללת מזון לחקלאות מים, דרישות רישום דומות למזון דגים ולמרכיביו היו מזהות את מקור קמח הדגים ושמן הדגים. בשילוב מידע על ניהול דיג להפקת מזון ועל נוהלי ייצור מזון, רישום כזה עשוי לעזור לחקלאי מים ולגופים המאשרים בעת קביעת מידת הקיימות של המזונות.

משאבים סופיים, שכבר הגיעו לרמת השלל המקיימת, ובמקרים מסוימים אף עברו אותה. חקלאות מים צורכת כיום חצי מהייצור העולמי של קמח דגים ושלושה רבעים מזה של שמן הדגים.

כדי שחקלאות המים אכן תצליח להגדיל את אספקת מאכלי הים העולמית, עליה לייצר יותר חלבון מן החי מאשר היא צורכת. כדי לעשות זאת, התעשייה חייבת לצמצם את השימוש בקמח דגים ובייחוד בשמן דגים המופקים מדיג בטבע. תחליפים לקמח דגים ולשמן דגים דרושים כדי לענות על הצרכים של תעשיית חקלאות המים, שהולכת וגדלה, ולתרום לגידול נטו באספקה של מאכלי ים. נוסף על האסדרה, המחקר והפיתוח, תכנית לתווי תקן (certification) עשויה לספק תמריצים מבוססי שוק לעידוד השימוש במזון דגים בר-קיימא. פירוט בנושא זה יובא בפרק 8.

סיכום ההמלצות

- תמיכה במחקר ובפיתוח בנושא מרכיבי מזון חלופיים.
- החלפת מרכיבים לא-מקיימים במזון במרכיבים בני-קיימא.
- אימוץ גישות ניהול אקולוגיות מערכתיות לדיג להפקת מזון.¹³
- קידום מזון דגים בר-קיימא ברמה עולמית.

ההשפעות האקולוגיות המערכתיות של דיג להפקת מזון מתחילות לזכות בתשומת לב רבה יותר. אף על פי שמדובר רק בצעד ראשון, ההחלטה, שקיבלה באחרונה ועדת הדיג הימי של מדינות החוף האטלנטי בארה"ב - להגביל את דיג ה-menhaden - מעודדת בהקשר זה (ASMFC, 2005). שיפורים בקיימות של דיג להפקת מזון ישפרו את הקיימות של פרקטיקות חקלאות המים הנסמכת על קמח ושמן דגים.

דיון ומסקנות

ככל שחקלאות המים, ובייחוד גידול דגי ים, תמשיך לגדול, כך גם יגדל הצורך במזון דגים. קמח דגים ושמן דגים הם מרכיב בסיסי במזונות דגים לאור תכולת החלבון, האנרגיה והנוטריינטים שלהם. עם זאת, קמח דגים ושמן דגים הם

כדי שחקלאות המים אכן תצליח להגדיל את אספקת מאכלי הים העולמית, עליה לייצר יותר חלבון מן החי מאשר היא צורכת. כדי לעשות זאת, התעשייה חייבת לצמצם את השימוש בקמח דגים ובייחוד בשמן דגים המופקים מדיג בטבע.

המלצות מפורטות

להחליף מרכיבי מזון
לא מקיימים במרכיבי מזון
בני-קיימא.

19

קמח דגים ושמן דגים, שהם עיקר המרכיבים בהזנה של דגים טורפים בגידול חקלאי, מופקים ממקורות סופיים שנוצלו לגמרי, ובמקרים מסוימים אף סובלים מדיג יתר. ההמלצה הבאה (20) תעזור להבטיח שהאספקה ממקורות אלה תהפוך למקיימת יותר. עם זאת, האופי הסופי של המשאבים מדגיש את הצורך בתחליפי מזון וביעילות מוגברת.

19.1 הקונגרס יורה ל-NOAA, יחד עם מחלקת החקלאות האמריקאית, להרחיב את הפעילות הנוכחית או לפתח פעילות חדשה שתצמצם את התלות של החקלאות הימית בדיג להפקת מזון כמקור למזון. באמצעות תת-הוועדה המשותפת לחקלאות מים, הפעילויות יתבצעו בשיתוף עם הענף, עם מוסדות מחקר ועם בעלי עניין אחרים, ותכלול:

- מחקר ופיתוח של מרכיבי מזון חלופיים, מקיימים ובעלי כדאיות כלכלית, המתאימים לתקני קיימות שנדרשים בהמלצות האסדרה;
- פיתוח של הנחיות ופרקטיקות ניהול מיטביות שיביאו לשימוש מרבי במרכיבי מזון חלופיים לקמח דגים ולשמן דגים שמופקים מדיג מכוון להפקת מזון, שכוללות -
 - פסולת מעיבוד מאכלי ים ושלל דיג נלווה בלתי נמנע,
 - גידול אצות ימיות ומקורות מיקרוביאליים אחרים לחומצות שומן מסוג אומגה-3,
 - צמחים חקלאיים ומקורות חלבון יבשתיים אחרים,
 - מוצרים אחרים המיוצרים באופן מקיים מבחינה סביבתית.

19.2 היות שמרכיבים חלופיים וכדאיים מבחינה כלכלית נעשים זמינים, על NOAA לדרוש שימוש במרכיבים המקיימים ביותר על ידי קביעת אבני דרך ותהליך למעבר. גם תוך כדי קידום ניהול אקולוגי מערכתי בר-קיימא של דיג להפקת מזון כפי שנדרש בהמלצה 20, יש צורך לצמצם את התלות של חקלאות דגים ימית במקורות סופיים של קמח דגים ושמן דגים. עם התקדמות המחקר והפיתוח שמאפשרים ייצור של תחליפים כדאיים למרכיבי מזון ושם מזון מקיים יותר, על NOAA לקבוע מטרות ותהליך למעבר למוצרים החדשים.

- NOAA תקבע תהליך למעבר למזונות חלופיים מקיימים, ותגדיר אבני דרך לשימוש במזונות אלה תוך שנתיים מתחילתה של תכנית מחקר משופרת. מנגנון שיישם מעבר זה יכול לכלול פירוט של רמות מינימום של המרכיבים המקיימים ביותר שזמינים במזון, עם תנאים להגדלה הדרגתית של רמות המינימום הנדרשות עד 100%, ככל שמקורות, מידע וטכנולוגיות חדשים נעשים זמינים יותר. התכנית צריכה להיות מסתגלת כדי להתאים את עצמה לזמינות של מחקר וטכנולוגיה חדשים.
- NOAA תוודא שאבני הדרך למזון משתקפות בהיתרי התפעול לחקלאות הימית תוך חמש שנים מתחילת תכנית המחקר המשופרת, כפי שנדרש בהמלצה 19.1. סוג המזון שנמצא בשימוש במתקן חקלאות המים חייב להתאים לאבני הדרך למזון לחקלאות מים מטעם הסוכנות המפעילה, כתנאי לקבלת היתר.
- בזמן המעבר למרכיבי מזון חלופיים ובני-קיימא על NOAA לספק תמריצים לשימוש במזון מקיים יותר. התמריצים יכולים לכלול העדפה ברישוי או תמריצים כלכליים כגון תעריפים מוקטנים.

**מרכיבי המזון יושגו מדיג
(למטרות הפקת מזון) בטבע
שמצבו שפיר, ושפועל
בו ניהול דיג המבוסס על
המערכת האקולוגית.¹⁴**

רוב הדיג להפקת מזון בעולם מנוצל לחלוטין. ניהול הנוכחי של דיג ימי להפקת מזון מכוון לשמירה על שלל הדגים, אך אינו מתחשב בפגיעה של הדיג במערכת האקולוגית או מספק הגנה מפני פגיעה שכזו. לכן, קיימות מנקודת מבט של ניהול דיג מסורתי היא לכל היותר מדד גס לבריאות המערכת האקולוגית. גישה אקולוגית מערכתית לניהול דיג עשויה להתייחס להשפעות על המערכת האקולוגית. חקלאות בת-קיימא של דגים טורפים מצריכה מרכיבי מזון שמגיעים ממקורות מקיימים מבחינה אקולוגית. מבחינת קמח דגים ושמן דגים, הכוונה לכך שהדיג המניב אותם אינו במצב של ניצול יתר ולא מתרחש ניצול יתר באוכלוסיות שלהם, ושהגדרה של דיג יתר בניהול שלהם מגנה על אוכלוסיות הדגים ועל המבנה והתפקוד של המערכת האקולוגית.

20.1 יש לוודא שדיג בטבע, המספק קמח דגים ושמן דגים לתעשיית חקלאות המים האמריקאית (ולתעשיות אחרות), נמצא תחת ניהול אקולוגי מקיים. דיג זה יכלול מקורות מקומיים ובין-לאומיים של קמח דגים ושמן דגים.

• **הקונגרס יורה ל-NOAA, בשיתוף פעולה עם המדינות, לפתח תקנים מקיימים לדגים המשמשים להפקת מזון, ולאמץ הגדרה חדשה לדיג יתר המבוססת על התקנים החדשים.** NOAA תוודא שדיג מקומי להפקת מזון נמצא תחת ניהול מקיים מבחינה אקולוגית. הכמות הגדולה ביותר לדיג להפקת מזון בארה"ב באה מדיג ה-menhaden לאורך החוף האטלנטי ומפרץ מקסיקו. דיג זה מנוהל בגישה מסורתית, מבוססת על מין אחד, שמטרתה לתמוך בדיג לאורך זמן. עם זאת, גישת ניהול זו אינה מבטיחה שהדיג הוא בר-קיימא מבחינה אקולוגית. NOAA, הפועלת עם המדינות, צריכה להסתמך על היוזמות הנוכחיות המקדמות ניהול דיג מבוסס מערכות אקולוגיות, על ידי פיתוח תקנים והגדרות חדשות לדיג יתר עבור דיג להפקת מזון, כדי שיהיה מקיים מבחינה אקולוגית.

**לפתח וליישם מערכת
נְעֻקְבּוֹת להבחנה, לזיהוי
ולהשגה של קמח דגים
ושמן דגים כדי שמזון מקיים
מבחינה אקולוגית יהיה זמין
ובר-הבחנה לחקלאי דגים.**

כיום אין כל דרך לעקוב אחר המקור של קמח דגים ושמן דגים, כולל זיהוי המדינה שהדגים נלכדו בה או המין ששימש לייצור המוצרים. אלה פיסות מידע קריטיות שיש לעקוב אחריהן כדי לוודא את השימוש במוצרים בני-קיימא בחקלאות מים, וכדי להקל על הזיהוי של מזהמים כלשהם בקמח דגים ובשמן הדגים.

21.1 **מחלקת החקלאות האמריקאית בארה"ב תפתח נוהלי שרשרת משמורת (chain of custody) שיצרני מזון וחקלאי דגים יוכלו לוודא בעזרתם את המקור והתוכן של מרכיבי המזון.**

- יש לדרוש ממדינת המקור תיוג של מרכיבי מזון הדגים ומוצרי מזון דגים.
- במידת האפשר, יש לדרוש תיוג נוסף שיעזור בקביעת מידת ההתאמה של המוצר לתקן קיימות. כך למשל, אפשר לכלול מידע על המין שקמח הדגים ושמן הדגים הופקו ממנו, על אזור הדיג, ואם המוצרים הם מדיג מכוון או משלל נלווה.

**להוביל בזירה הבין-לאומית
כדי לעודד חקלאות מים
בת-קיימא וייצור מזון דגים
בר-קיימא.**

כדי לעודד תכנית זו על ארה"ב:

- 22.1 להניע את ה-FAO לאמץ פרוטוקול כחלק מתקנון ההתנהגות לדיג אחראי, שיפרט את הצורך בייצור מאכלי ים רק מחקלאות ימית ודרכים להשיג מטרה זו;
- 22.2 לוודא שהסכמי דיג בין-לאומיים מכירים בחשיבות של דגים המשמשים טרף בדיגימיקה של מערכות אקולוגיות ימיות, ובניהול דיג, השומר על המבנה והתפקוד של מארגי מזון ימיים;
- 22.3 להשתמש בקשרים הכלכליים והמדעיים הדו-צדדיים כדי לעודד מדינות אחרות לנהל את האוכלוסיות המקומיות של דגים המשמשים לטרף על בסיס אקולוגי מערכתי;
- 22.4 להוביל מאמץ בין-לאומי לפיתוח מערכת נְעֻקְבּוֹת להבחנה, לזיהוי ולהשגה של קמח דגים ושמן דגים כדי שמזון מקיים מבחינה אקולוגית יהיה זמין ובר-הבחנה לחקלאי דגים. כל המרכיבים של המלצה 21 יחולו גם הם על כל מערכת נְעֻקְבּוֹת בין-לאומית.

14 מזון בר-קיימא כולל גם מרכיבי מזון חלופיים המתאימים לתקן קיימות, וגם מזונות המיוצרים מקמח דגים ומשמן דגים שמופקים מדיג שנמצא תחת ניהול לקיימות אקולוגית.

פעילות בתוך השוק: יוזמות מהמגזר הפרטי, אישור ותיוג אקולוגי

בחירת המוצר

צרכן טיפוסי נפגש עם מגוון תוויות בקניות במרכול, במכולת או בחנות כלי העבודה. הן יכולות להיות תוצאה של תקנות ממשלתיות, כמו התווית על קופסת הטונה שמעידה על דיג שלא פוגע בדולפינים, או התיוג המציין את ארץ המקור בדוכני מאכלי הים בחנויות. הם גם יכולים להיות תוצאה של ארגון עצמאי, כגון המועצה לניהול יערות, המאשרת את הקיימות של מוצרי נייר ועץ על בסיס תקנים חברתיים או סביבתיים. קיימות דוגמאות רבות לתכניות תיוג, וניתן להתאים חלק מתכונותיהן לתכנית תיוג אקולוגי לחקלאות מים.

אף על פי שלחידים יש תפקיד חשוב ומוכר בשוק, הקונים התאגידיים וקניינים עסקיים אחרים הם הקובעים לגבי בחירות רבות הקשורות למזון. קניינים של חברות בוחרים את מקור המזון שנמכר או מוגש במסעדות, בחנויות לממכר מזון, במרכולים ואצל קמעונאים רבים אחרים. הצרכן הפרטי יכול לבחור מבין סוגי המזון הללו.

תוויות אקולוגיות הן אישורים שניתנים למוצרים שסבורים שיש להם פחות השפעות על הסביבה בהשוואה למוצרים דומים אחרים (Wessels et al., 2001). הרציונל מאחורי פעולת התיוג הוא לקשור מוצרים בשוק לנוהלי ייצור. הזעקה הציבורית בעניין הרג דולפינים כתוצאה משיטות מסוימות לדיג טונה הובילה לפיתוח של הגדרה של אי-פגיעה בדולפינים ולתווית מתאימה עבור קופסאות הטונה. התווית מספקת מידע נוסף לצרכנים בעניין בחירותיהם בשוק.

צרכנים פונים יותר ויותר לתוויות המוצרים כדי להיעזר בהן בביצוע קנייה מושכלת המבוססת על דאגות סביבתיות וחברתיות. סקר של 1,640 תושבים בארה"ב מצא ש-70% העדיפו לקנות מאכלי ים שעל תוויותיהם צוין שהדגים באו ממקורות בני-קיימא (Wessels et al., 1999).

מספיק להסתכל על ההופעה של מוצרים אורגניים כדי להבין את העוצמה של בחירת הצרכן. הגידול של מגזר החקלאות האורגנית בארה"ב עבר במהירות את כל יתר המגזרים בחקלאות, עם קצב גידול של 20% בשנה בשנים האחרונות, והפך לשוק בשווי 11 מיליארד דולר (NOAWG, 2005). התווית האורגנית מעבירה מידע לצרכן לגבי השיטות והנהלים שהמזון יוצר או גודל בהם. התוצאה היא אימוץ נוהלי גידול אורגניים על ידי מספר הולך וגדל של חוות.

מרבית הדוח הנוכחי מתמקדת באמצעים חוקיים ומאסדרים לשיפור הקיימות של החקלאות הימית. תכניות מעודדות צריכה, שימוש בשיטות אישור, מדיניות קנייה תאגידית וכלים דומים משתמשים בגישות מבוססות-שוק כדי להשיג את אותה מטרה. התכניות הללו קובעות בדרך כלל תקנים לנוהלי גידול המתייחסים לשיקולים סביבתיים, חברתיים או בריאותיים. בפרק זה נבחן מגוון יוזמות פרטיות ותכניות אישור ותיוג שייספקו תובנות על הדרך האפשרית לקביעת תמריצי שוק חדשים לחקלאות מים שעדיפה מבחינה סביבתית.



אף על פי שלחידים יש תפקיד חשוב ומוכר בשוק, הקונים התאגידיים וקניינים עסקיים אחרים הם הקובעים לגבי בחירות רבות הקשורות למזון.

מדיניות רכישה תאגידית והיתרים נעשים כלים בעלי ערך לעידוד דיג בר-קיימא והגנה על מערכות אקולוגיות ימיות בריאות. בפרק זה נעריך ראשית את המאמצים לפיתוח תקנים אורגניים למזון דגים, ובהמשך נבחן תכנית להיתרי קיימות עבור דיג מן הטבע. לבסוף נסקור מאמצים דומים ליצירת בידול במוצרי חקלאות ימית שנמצאים בפיתוח. אף על פי שעדיין אין אפשרות להעריך את היעילות של התכניות הללו למוצרי חקלאות ימית, התוצאות מדיג מן הטבע מעודדות. מהניתוח הזה עולים מאפיינים משותפים לשיטת תקנון לחקלאות הימית, שהיא מתפקדת, מקובלת על פי רוב, ומועילה לסביבה.

תקנים אורגניים למאכלי ים

מטרת החקלאות האורגנית היא לשפר את בריאות מוצרי המזון, לצמצם את הפגיעה הסביבתית של החקלאות ולהחזיק בעלי חיים חקלאיים בתנאים הוקניניים והיגייניים. בהתאם לכך, היא פועלת לפי עקרונות שתומכים במאמצים לשפר את הקיימות האקולוגית של החקלאות. אם יפותחו תקנים אורגניים לחקלאות מים, הם עשויים להביא אותה תועלת למגזר הזה. עיקרי החקלאות האורגנית כוללים מחזור נוטריינטים במסגרת החווה, סילוק או צמצום השימוש בתרופות ובחומרי הדברה, ובאופן כללי צמצום עלויות חיצוניות סביבתיות בתפעול החווה.

משרד החקלאות האמריקאי קבע תקנים רשמיים, שגידולים חקלאיים יבשתיים או מקנה חייבים לעמוד בהם כדי לזכות בתיוג "אורגני" בארה"ב. משטר החקלאות האורגנית הנוהג בחקלאות היבשתית, אינו מתאים בדיוק לחקלאות מים. תקנים אורגניים לחקלאות מים נמצאים כעת בבדיקה על ידי המועצה הלאומית לתקנים אורגניים מטעם משרד החקלאות האמריקאי. בתחילת 2006 הגישה קבוצת העבודה לחקלאות מים, שמונתה על ידי משרד החקלאות, טיוטה של תקנים לחקלאות מים לעיון הציבור (NOSB, 2006). טיוטה זו עוברת כרגע בדיקה ותיקונים.

באירופה קבעו מספר גופים מאשרים פרטיים תקנים אורגניים מטעם-עצמם לחקלאות ימית, ומאכלי ים שעומדים בתקנים אלה נמכרים עכשיו בשווקים. עם זאת, התקנים האלה לא דווקא מתאימים לדרישות האמריקאיות לחקלאות אורגנית. ב-2005 אסרה מדינת קליפורניה על מכירת מאכלי ים שתיוגו כ"אורגניים" בקליפורניה כדי לוודא שהצרכנים לא יתבלבלו בעקבות תיוג למאכלי ים אורגניים, בהיעדר דרישות אמריקאיות בנושא.

אחד האתגרים המשמעותיים לחקלאות ימית של מכללות וכלובים הוא יישום העקרונות של החקלאות האורגנית, הדורשים מחזור נוטריינטים. ניתן לסלק ולמחזר פסולת דגים בשפכים ממתקנים סגורים של חקלאות מים או

ככל שעידן המידע מתקדם, רמת ההשכלה של הצרכנים עולה, ואיתה יכולתם לבצע בחירה מושכלת. רבים רוצים לדעת מאין מגיע המזון שלהם, איך הוא גודל, ואילו תוספות או מזהמים הוא עלול להכיל. הקמעונאים והספקים גם הם נעשים חכמים יותר, ומנצלים מגמה זו כדי לספק מוצרים המותאמים להעדפות הצרכנים. בצורה זאת יכולים גם צרכנים פרטיים וגם עסקים ליצור תמריצים חזקים מאוד דרך השוק כדי להשיג נוהלי ייצור מקיימים יותר. במקרה של מאכלי ים, העסקים משחקים תפקיד דומיננטי במיוחד. יותר ממחצית מהמכירות של מאכלי ים (ערך סיטונאי) נעשות במסעדות ובנקודות אספקת מזון אחרות (Packard Foundation, 2001). הצרכנים מקבלים בדרך כלל פחות מידע באשר למקור המוצרים בנקודות המכירה הללו מאשר הם מקבלים במרכולים ובשווקים קמעונאיים אחרים, כך שבסופו של דבר, במידה רבה העסקים הם אלה שבוחרים את מקור מאכלי הים עבור הצרכנים.

קמעונאים וגם חברות המספקות שירותי מזון, הם אלה שמחליטים עכשיו בעניין מאכלי ים שעדיפים לסביבה. בפברואר 2006 הודיעה Wal-Mart שתרכוש רק מאכלי ים מהטבע שיש להם אישור של המועצה לניהול אחראי של הימים (Wal-Mart, 2006). החברות Wegmans Food Markets ו-Bon Appétit, חברה לאספקת שירותי מזון, אימצו מדיניות רכישה חדשה ב-2006 לדגי סלמון מחוות, המבוססת על תקנים בריאותיים וסביבתיים (Bon Appétit and Wegmans, 2006). קבוצת Compass USA, המחלקה האמריקאית של החברה הגדולה בעולם לשירותי מזון, הודיעה שלא תרכוש יותר בקלה אטלנטית ומינים אחרים שמיוצרים, לדעתה, בצורה לא מקיימת (Compass Group, 2006). האקווריום של ניו אינגלנד עובד עם חברת המרכולים Ahold USA על תכנית שעוזר לחברה לבצע רכישות עדיפות מבחינה סביבתית של מאכלי ים מחוות ומהטבע (Ahold, 2006).

תיוג ותכניות אחרות במגזר הפרטי יכולים להשלים או לחזק תכניות אסדרה רגילות כדי להשיג תוצאות רצויות של שימור וניהול. תווית אקולוגית מעבירה מידע שעשוי לתת למוצר יתרון שוק על פני מוצרים דומים, וכך לספק פרס כלכלי לנוהלי תעשייה ולעסקים המיטיבים עם הסביבה. הזמינות של תיוג אקולוגי אמין היא, אפוא, תמריץ ליצרנים לציית לתקנים סביבתיים מחמירים או אף לעשות יותר מהנדרש, ואפילו לחפש תקנות מחמירות יותר מאלה שקיימות כיום.

יוזמות מהמגזר הפרטי מספקות יתרון הולך וגובר ביחסי ציבור, שעשוי ליצור יתרון בשוק, אך גם קשור ל"רצון טוב" - נכס לא מוחשי, בעל ערך לעסקים ללא קשר לגמול כספי. חברות מסוימות כגון Ahold, בוחרות לא לתייג באופן ישיר מוצרים ידידותיים לסביבה, אלא דנות בתכניות שלהן באמצעות אתרי אינטרנט, פרסומים ואמצעי תקשורת אחרים.

השנייה תדרוש שהמרכיבים במזון דגים, שמקורם בבעלי חיים ימיים, יגיעו מבעלי חיים שגודלו בצורה אורגנית, מלבד כמויות קטנות שניתנו כתוספים והשלמות.

לגידול צדפות יש מערכת אתגרים משלו בנושא האישור האורגני. תאורטית, צדפות ואוכלי אצות ימיים אחרים יכולים לקבל אישור אורגני בדומה לאופן שבקר הרועה בטבע יכול להיות אורגני. אף על פי שבעלי חיים אלה אוכלים עשבי בר, שטחי המרעה נמצאים לרוב תחת ניהול, והמספוא נחשב מספיק "טבעי" כדי להצדיק את התיוג האורגני. נושא מרכזי שיש למצוא לו פתרון הוא איך לנטר מזהמים סביבתיים שעלולים לחדור לצדפות דרך שרשרת המזון הטבעית וכיצד להגן מפניהם. מגדלי צדפות הביעו דאגה שהטייטה לתקנים אורגניים לחקלאות מים לא יצרה מסלול לאישור אורגני לצדפות. לאור האופי הייחודי של גידול חקלאי של צדפות, ייתכן שיהיה צורך ליצור תקנים אלה במסלול נפרד.

לנוכח האתגרים הללו נשאלת השאלה - אילו צורות חקלאות מים יוכלו להיכלל במסגרת הכללים לאישור אורגניות תוך כדי שמירה על תקינות התיוג האורגני? במקרה של מינים צמחוניים, כולל צדפות, נראה שיהיה אפשר לפתח סדרת תקנים אורגניים - גם למזון - שמתאימים בצורה טובה לעקרונות האורגניים. עם זאת, עבור טורפים ימיים, השליטה של מרכיבי מזון מהטבע והיעדר בקרה על שפכים, הם סכנות ניכרות מהעקרונות של החקלאות האורגנית, שיהיה צורך להתייחס אליהן. יש להתייחס לחששות האלה באופן שישמור על אמון הציבור בתיוג האורגני. בסופו של דבר, ייתכן שחלקים מסוימים בתעשיית חקלאות המים עשויים למצוא שיהיה יעיל ומועיל יותר לשאוף לתיוג לקיימות במקום למעמד אורגני.

אישור קיימות למאכלי ים מהטבע

תכנית האישור החשובה ביותר למאכלי ים היא המועצה לניהול תקין של הים (MSC). ה-MSC נוסדה ב-1977, על ידי חברת יוניליוור, הקניין הגדול ביותר של מאכלי ים בעולם, יחד עם קרן חיות הבר העולמית (WWF), ארגון שמירת טבע בין-לאומי. מאז 1999 היא פועלת באופן עצמאי. אתר ה-MSC מצהיר על מטרתו בצורה מפורשת: "בניסיון לעצור את תהליך ההתדרדרות המתמשך בדיג העולמי, ה-MSC שואפת לרתום את כוח הקנייה הצרכני כדי לחולל שינוי ולקדם ניהול תקין של מקור המזון המתחדש החשוב ביותר בעולם" (MSC, 2006).

ה-MSC היא ארגון עולמי ללא כוונות רווח. היא פיתחה עקרונות וקריטריונים סביבתיים לדיג בר-קיימא שמנוהל היטב, כדי להנחות את תהליך האישור שלו. כדי לזכות באישור של ה-MSC הדיג חייב להיצמד לשלושת העקרונות הבאים:

במערכות זרימה חד-כיוונית מוגבלות, אך אין זה מעשי לנסות להגביל פסולת ממכלאות רשת או מכלובי ים השקועים בגוף מים. כפי שנידון בפרק 6, חקלאות מים משולבת הוצעה כאמצעי לשימוש בפסולת מגידול דגים בגידול של אצות ים או צדפות, יחד עם צמצום עומס הזיהום האורגני והעומס מנוטריינטים במערכת שמסביבה. קבוצת העבודה לחקלאות מים מטעם משרד החקלאות האמריקאי "מעודדת" חקלאות מים משולבת או דרכים אחרות לצמצום פסולת, אך דורשת אותן רק לכלובי רשת.

גם מזון לבעלי חיים החיים במים יצר אתגר משמעותי לאלה המחפשים אישור אורגני למוצרי חקלאות מים. מזון למקנה אורגני, למשל, חייב בעצמו להיות מיוצר באופן אורגני. תקני משרד החקלאות למקנה יבשתי משקפים עיקרון זה, אף על פי שהם מאפשרים תוספות והשלמות לא-אורגניות באחוזים קטנים במזון. ניתן להשיג מזון המורכב מצמחים אורגניים, כגון סויה, לדגים צמחוניים כדוגמת אמנונים, קרפיונים ואף שפמנונים. אך עבור דגים טורפים, קמח ושמן המופקים מדגים שנלכדים בטבע, הם כרגע חלק הארי של מזונות מורכבים. בעיקרון, דגי בר אינם יכולים להיות אורגניים במובן החקלאי המקובל, כי מוצא של מרכיבים ממקור טבעי מונע בקרה על תשומות ועל תנאי גידול שיאפשרו אישור מעין זה (USDA Aquatic Animal Task Force, 2001).

עם זאת, תיקון מ-2003 לחוק ייצור מזון אורגני מ-1990, מאפשר למאכלי ים מהטבע לקבל אישור אורגניות אם יפותחו תקנות לאחר יידוע הציבור וקבלת הערותיו. אף על פי שמטרת התיקון הייתה בפירוש להדגיש את התועלת של התיוג האורגני למאכלי ים מהטבע, חקיקה זו הבהילה רבים בקהילת החקלאות האורגנית, שחששו כי הגמשת התקנות כדי לספק קבוצת לחץ פוליטית זו או אחרת, מסכנת את אמינות התיוג האורגני בעיני הציבור. בהינתן ערך השוק, אין זה מפתיע שהתעשייה תגן בחירוף נפש על פלח השוק ועל תקינות ה"מותג" שלה. הקושי המעשי בקביעת קריטריונים ותהליכים לאישור מאכלי ים מהטבע כאורגניים, בשילוב ספקות לגבי הרעיון בכללותו בתוך קהילת החקלאות האורגנית, מעכבים את פיתוח הכללים בתחום הזה.

קבוצת העבודה לחקלאות מים הכירה בדילמה של מרכיבים ממקור טבעי, בכך שכללה שתי אפשרויות למזון בטייטה שכתבה לתקנים אורגניים למוצרי חקלאות ימית. אפשרות אחת תאפשר את השימוש במזון ממקור טבעי אם מקורו בדיג שקיבל אישור לכך שהוא מנוהל בצורה בת-קיימא מטעם ארגוני אישור בעלי הכרה בין-לאומית; אם נעשה בו שימוש במערכות חקלאות ימית השומרות על יחס אחד לאחד של תשומות דגי בר לבעלי חיים בגידול חקלאי ימי; ואם הוא עונה על קריטריונים נוספים. האפשרות

מן הטבע (FAO, 2005). הנחיות אלה מבוססות על הסכמים בין-לאומיים בנושא דיג¹⁵. הן מכילות שלוש דרישות (או תקנים) מהותיות שה-FAO ממליץ להכלילן, לכל הפחות, בפיתוח של כל מערכת תיוג אקולוגי:

- הדיג מתבצע במסגרת מערכת ניהול שמבוססת על נהלים תקינים, ופועלת בהתאם לחוקים ולתקנות מקומיים, לאומיים ובין-לאומיים.
- האוכלוסייה הנבחנת אינה במצב של דיג יתר, נשמרת ברמה שמקדמת את המטרה של שימוש מיטבי, ושומרת על זמינותה לדורות הנוכחיים והעתידיים.
- יש להעריך בצורה נאותה פגיעות של דיג במערכת האקולוגית ולטפל בהן ביעילות.

כמו כן, ההנחיות מכסות נושאים נוספים ומוסדיים שתכנית תיוג אקולוגי צריכה לכלול. חלק זה של ההנחיות שואב רבות מההנחיות שפיתח הארגון הבין-לאומי לתקנים (ISO). יש להביא בחשבון שלושה שלבים: קביעת תקנים לדיג בר-קיימא, הסמכת המאשרים ואישור הדיג. קביעת התקנים היא אחת המלאכות הקריטיות ביותר בתכנית התיוג האקולוגי, היות שהיא מגדירה אמצעים איכותיים וכמותיים שבעזרתם תיקבע הקיימות של הדיג. הסמכה מוודאת שגופי האישור מסוגלים לבצע הערכות של מידת היצמדות הדיג לתקנים ולדרישות של שרשרת המשמורת. לבסוף, תהליך האישור מספק את ההבטחות הדרושות, על ידי גורם שלישי, לכך שהדיג מצייט לתקנים הרלוונטיים.

בכל אחד מהשלבים הללו מספקות ההנחיות את דרישות המינימום. בקביעת התקנים יש דרישות לשקיפות, לשיחוף גורמים בעלי עניין, ליידוע, לרישום, להערכה ולתיקון התקנים. ההנחיות מציינות את החשיבות של אי-הטלת עומס מיותר על היצרנים המשתתפים, שעלולה לגרום חוסר ציות. תהליך ההסמכה דורש אי-הפליה, עצמאות, חוסר משוא פנים, שקיפות, חובת דיווח וטיפול בתלונות בצורה נאותה. תהליך האישור מכיל חלק מהדרישות שהוזכרו לשלבים אחרים, כמו גם את הדרישות לשמירה על האישור, לחידוש האישור ולשמירת מידע בתהליך שרשרת המשמורת. כדי להיות יעילים, הקריטריונים לקבלת האישור צריכים להיות "מעשיים, בני-קיימא וניתנים לוודוא". לבסוף, תהליך הטיפול בתלונות ותהליך הערעור צריכים להיות מפורשים וזמינים.

קיימת חפיפה רבה בין דוגמת ה-MSC והנחיות ה-FAO. בהסתמך על הניסיון מתכניות קיימות ועל ההערכה היסודית של ה-FAO בתהליך פיתוח ההנחיות שלו, ברור שיש גורמים

- שמירה על אוכלוסיות בריאות של מיני היעד והקמה מחדש שלהן;
- שמירה על שלמות המערכות האקולוגיות;
- פיתוח מערכות ניהול דיג יעילות ושמירה עליהן, וציות לתקנים ולחוקים מקומיים ולאומיים רלוונטיים.

תכנית האישור אינה מחייבת, ונעשית מרצון. כל מפעיל דיג בטבע יכול להגיש בקשה לאישור, אך המועצה איננה מאשרת מוצרי חקלאות מים כעת. MSC מאשרת או מסמיכה מאשרים עצמאיים שיבצעו הערכות לגבי עמידה בתקני הדיג. בזמן התהליך נעשית ביקורת עמיתים להערכה, ומתקבלות הערות מבעלי עניין. אם הדיג עובר את ההערכה, הוא יאושר. לבסוף מתקיים תהליך רשמי של הגשת התנגדויות (MSC, 2005).

עד כה אישרה ה-MSC 19 מפעלי דיג, ויותר מ-300 מוצרים נוספים את תווי ה-MSC. חברת Wal-Mart הודיעה בתחילת 2006 על התחייבות לרכישת כל מאכלי הים, הטריים והקפואים, שמקורם בטבע, מדיג שאישרה ה-MSC (Wal-Mart, 2006). Wal-Mart תתחיל לרכוש מאכלי ים עם תווי ה-MSC ב-2006, ותעבור בהדרגה במשך שלוש עד חמש השנים הבאות לשימוש בלעדי במוצרים שיישאו את תווי ה-MSC. 46% ממוצרי מאכלי הים של חברת יוניליוור שנמכרו ב-2005 אושרו על ידי ה-MSC (Unilever, 2006). החברות הבאות: Whole Foods, Trader Joe's ו-Shaw's Legal Seafoods התחייבו כולן לרכוש מוצרים שאישרה ה-MSC, וחברת הספנות Royal Caribbean Cruise Lines הביעה עניין בהגשת מוצרים עם תווי ה-MSC באניות השיט שלה. אין ספק שתווי ה-MSC צברה תנופה רבה בשוק.

עם זאת, תהליך האישור של ה-MSC אינו מושלם. הארגון קיבל ביקורות מארגוני שמירת טבע ממספר סיבות: השימוש ביועצים, שבדרך כלל עובדים עבור התעשייה, לביצוע האישור; היעדר ההיצמדות לתקנים בזמן תהליך ההערכה והאישור; מפעלי הדיג שמקבלים אישור באופן קבוע אינם עומדים בעיקרון המרכזי בעניין הגנה על המערכת האקולוגית הימית; נתינת אישורים לדיג שאינו מצייט לחוקים לאומיים (Highleyman et al., 2004). עם זאת, רוב ארגוני שמירת הטבע המרכזיים ממשיכים לתמוך ביוזמות מבוססות-שוק, ונתנו הערות והמלצות במטרה לשפר את תהליך האישור של ה-MSC.

דגם נוסף שיש לשקול הוא הנחיות ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) בנושא תיוג אקולוגי של דגים ומוצרי דיג

שנדרשים מהספקים כדי ש-Wegmans ו-Bon Appétit ירכשו את דגי הסלמון שגדלו בחוות שלהם. מדיניות הרכישה מגדירה מגבלות מספריות למהמים כגון ביפניל רב-כלורי (PCB) ודורשת ממגדלי הסלמון לנקוט צעדים לצמצום הפגיעה באוכלוסיות בר של דגים ובסביבה הימית. הקריטריונים כוללים: הגבלות בשימוש בקמח דגים ובשמן דגים במזון הדגים; יישום אמצעים למניעת בריחה; צמצום או הפסקת שימוש בתרופות; צמצום מקרים של מחלות וטפילים; צמצום זיהום המים; ניטור וצמצום של פגיעות בקרקעית הים; איסור הרג או הטרדה של החי בים. סוגי התקנים המתוארים במדיניות הרכישה שלעיל ניתנים לשימוש גם כבסיס לתקנים בתכנית אישור לגידול דגי סלמון או מינים אחרים בחוות דגים.

קבוצת Compass USA, שבבעלותה כעשר חברות שירותי מזון (כולל Bon Appétit), הודיעה בפברואר 2006 שהיא מאמצת מדיניות חדשה המבוססת בעיקרה על תכנית משמר מאכלי הים של אקווריום מפרץ מונטריי (Compass, 2006). קבוצת Compass התחייבה לצמצם את שימושה בחסילונים ובדגי סלמון מגידול חקלאי שנמצאים בקטגוריה "הימנע" של האקווריום, אלא אם כן יגודלו באופן מקיים יותר. החברה גם אמרה שהיא תפסיק למכור את כל המינים בקטגוריה "הימנע", ותגדיל את השימוש במאכלי ים בקטגוריה "הבחינה הטובה".

ב-2001 גייסה חברת Ahold USA, בעלת Giant ו-Stop and Shop ועוד ארבע רשתות מרכזים בחוף המזרחי של ארה"ב, את האקווריום של ניו אינגלנד כדי שיעזור לבחון את המקורות של מאכלי ים טבעיים ומאכלי ים מחוות מבחינת פגיעתם בסביבה (Seafood Choices Alliance, 2005; Ahold, 2006). יוזמה זו, שכונתה "Eco-Sound", גרמה ל-Ahold USA לשלב קיימות סביבתית בקריטריונים שלה לרכישת מאכלי ים. החברה הפסיקה למכור דגי בס ים צ'יליאנים וצמצמה את מכירת הדג המכונה orange ב-75%. שני המינים הם דגי בר מאריכי חיים, הפגיעים מאוד לדלדול האוכלוסיות שלהם.

קרן חיות הבר העולמית (WWF) פתחה ביוזמה חדשה ב-2004 לפיתוח תכנית לאישור חקלאות מים מקיימת. היוזמה מאורגנת סביב "דו-שיח בחקלאות מים" עבור חמש קבוצות מינים: סלמון, רכיכות, אמנון, שפמנון וחסילונים. כל דו-שיח העסיק קבוצת עבודה של בעלי עניין מתחומים שונים כדי לבחון את ההשפעות של חקלאות המים ולזהות את הנושאים המצריכים מחקר נוסף. התוצאות ייוודעו כנראה רק בעוד מספר שנים, ויוכלו לספק מידע לפיתוח של פרקטיקות ניהול מיטביות או לפיתוח של תקנים לשיטת האישור.

יוזמה אחרונה, ברית חקלאות המים העולמית (GAA) - איגוד מסחרי של התעשייה המוקדש לקידום חקלאות מים - קבעה נוהלי חקלאות מים מיטביים (Best Aquaculture Practices)

מסוימים בתכנית לתיוג אקולוגי שחיוניים להצלחתה. הם כוללים ניסוח ברור של תקנים שמוודאים את קיימות המוצר, וקביעת תהליך אמין ובר-דיווח להסמכה ולהענקת אישורים. כמו כן, תקנים טובים בלבד אינם מספיקים; היבטים נוספים ומוסדיים ממלאים תפקיד חיוני בהתקבלות תכנית האישור ובאמון הציבורי בה.

יוזמות נוכחיות להתמיינות ולאישור של מוצרי חקלאות ימית

עדיין לא קיימת שיטת אישור מוכרת ומקובלת היטב למוצרי החקלאות הימית. החשש הזה משותף ליצרנים וגם לאנשי סביבה, לאור התרחבותו של פלח השוק של החקלאות הימית. כאשר קונים פרטיים ותאגידיים מתרגלים לאישור סביבתי למוצרי ים מהטבע, הם מתחילים לחפש מוצרי חקלאות ימית עם אותן תכונות. אך על פי שזאת התפתחות חיובית, יצרני החקלאות הימית חוששים מדחיקה מהשווקים, מאחר שפרט לתכנית עבור חסילונים - אין עדיין תכניות דומות זמינות. עם זאת, לצד אישור האורגניות, יש מספר ניסיונות אחרים ליצירת מנגנוני אישורים או תכניות מעודדות ביקוש בארה"ב, שעשויים להוביל לפרקטיקות מקיימות יותר בחקלאות הימית ולפיכך להכרה בפרקטיקות הללו בשוק. בהמשך נסקור חמש תכניות כאלה.

מספר ארגוני שמירת טבע אמריקאיים הקימו אתרי אינטרנט או יצרו כרטיסים, המספקים הנחיות לצרכנים על הדרך לבחור מאכלי ים עדיפים מבחינה סביבתית. אולי הידועה ביותר היא תכנית משמר מאכלי הים של האקווריום מפרץ מונטריי בקליפורניה (The Monterey Bay Aquarium's Seafood Watch Program), שמשתמשת בקריטריונים אקולוגיים כדי לדרג מגוון דגי בר ודגי חווה בצבעים ירוק, צהוב או אדום (הטוב ביותר, הבינוני והגרוע ביותר, בהתאמה). כשמונה מיליון "מדריכי כיס למשמר מאכלי ים" כבר חולקו על ידי האקווריום וגני חיות ואקווריומים אחרים. לתכנית "אוקיינוסים חיים" של Environmental Defense Fund יש גם כן כרטיס ואתר. אקווריום מפרץ מונטריי משתמש במידע מארגון זה בנושא מזהמים במאכלי ים במדריכי הכיס שלו. גם The Blue Ocean Institute מפרסם מדריך מוערך בשם "מדריך למאכלי ים ידידותיים לים".

במרץ 2006 אימצו קמעונאי המזון Wegmans Food Markets וחברת שירותי המזון Bon Appétit Management Company מדיניות רכישה שכוללת מספר תקני ייצור. תקנים אלה, שפותחו בהתייעצות עם הקרן להגנת הסביבה, מגדירים קריטריונים סביבתיים ובריאותיים קפדניים



עדיין לא קיימת שיטת אישור מוכרת ומקובלת היטב למוצרי

החקלאות הימית

שיטות אישור אורגנית וקונוונציונלית לחקלאות מים משלימות זו את זו. אף על פי שהחקלאות האורגנית הימית גדלה במהירות, אין זה סביר שהיא תשלוט בשוק עקב הוצאות הגידול הגבוהות יחסית שלה. נושאים חשובים הקשורים לחקלאות מים וזקוקים למענה, הם מידת היכולת ליישם תקנים אורגניים בצורה אמינה בסוגים שונים של חקלאות מים, ואם ניתן יהיה לפתח גישה מקובלת לאישור הקיימות של מרכיבי המזון שבשימוש בחקלאות המים.

אף על פי שלכל הדוגמאות שסופקו בפרק זה יש נקודת חוזק ונקודת תורפה, ביחד הן מצביעות על חלק מהעקרונות הבסיסיים הדרושים לתכנית קיימות טובה לחקלאות המים. רכיבים חיוניים להצלחה כוללים תקנים גבוהים לקיימות שניתן להשיגם בעזרת אמצעים מעשיים ובני-קיימא, תהליכי אימות קפדניים, ציות לתקנים, שקיפות ונגישות של התהליך לגורמים בעלי עניין, השגת אמון צרכני גבוה בתיג ושמירה עליו.

לאחר כל זאת, התהליך לפיתוח תכניות אישור איתנות ואמינות, בעלות דרישות לשקיפות והסכמה רחבה בעניין התקנים, עלול להיות ארוך למדי. חברות שמרוויחות מבידול המותג שלהן והמוצרים שלהן עשויות לשמור על תקני גידול משל עצמן. לעתים קרובות משיגים תקנים מסוג זה אמינות גבוהה יחסית, כאשר הם מפותחים בשיתוף עם ארגוני שמירת טבע. בידול המוצר יכול להיות מועיל לסביבה מעבר לתועלת הכלכלית שלו לחברה. חברות שבאמת רוצות להצטיין על סמך הניהול הסביבתי האחראי שלהן עשויות לדחוף לכיוון תקני גידול מחמירים יותר מאשר מה שניתן להשיג דרך תכנית אישור המבוססת על הסכמה כללית. תכניות פרטניות מטעם המגזר הפרטי הן זריזות, ועשויות לשמש "מעבדות" לחידוש.

בקיצור, בעוד שהפיתוח של שיטות אישור לחקלאות מים רצוי מאוד, תכניות אחרות בשוק, המסמנות מאכלי ים מגידול חקלאי הנותן עדיפות לשיקולים סביבתיים, עשויות להוכיח את עצמן כרזים חשובים להתפתחות נוהלי גידול טובים יותר. ניתן לגשר על גישות שונות על ידי עידוד נציגים מתכניות פרטניות במגזר הפרטי לתרום מניסיונם לפיתוח של תכניות אישור רחבות היקף.

סיכום המלצות

- לעודד חברות לאמץ מדיניות רכישה המעדיפה מוצרי חקלאות מים ידידותיים לסביבה.
- לעודד את הפיתוח של שיטות אישור למזון מחקלאות מים ולמוצרי חקלאות מים.
- שיטות האישור למוצרי חקלאות מים יכלו קריטריונים שדורשים שימוש במזון דגים ממקורות בני-קיימא.

לגידול חסילונים. הנהלים הם הבסיס לתכניות אישור באמצעות המועצה לאישור חקלאות מים (ACC). מפעלים לעיבוד חסילונים, חוות ומדגרות יכולים לקבל אישורים. תכנית אישורים זו מיועדת לקניינים סטונאיים: תווית ה-BAP מוצמדת לאריזות החסילונים שנמכרות לסיטונאים של מאכלי ים ולא לאריזות הקמעונאיות.

נהלי ה-BAP נבעו משני ניסיונות קודמים של ה-GAA: עקרונות מנחים לחקלאות מים אחראית ותקנות נהלים לגידול אחראי של חסילונים (GAA, 2006). כדי לקבל אישור יש לרשום את המתקן ב-ACC, לשלם אגרת טיפול, ולמלא טופס בקשה שכולל הערכה עצמית וחזרה עם מאשר מוסמך מטעם ה-ACC לביצוע בחינת הבקשה ולעריכת ביקורת באתר. ביקורת באתר אורכת כיום, או במקרה של חווה קטנה, רק מספר שעות. אם מתקן מקבל אישור, עליו לשלם אגרת תכנית שנתית ולערוך רישומים מסודרים. מתקן חייב לקבל אישור מחדש פעם בשנתיים (ACC, 2006).

דין ומסקנות

ליוזמות מהמגזר הפרטי, לתיג אקולוגי ולאישורים יש פוטנציאל לשפר באופן משמעותי את הקיימות של נוהלי הגידול בחקלאות המים. נוסף על גישות אסדרה שתוארו בחלקים אחרים של דוח זה, תכניות מעין אלה עשויות להוביל לפגיעות סביבתיות מוקטנות כתוצאה מחקלאות מים. על ידי רתימת הכוח העצום של השוק כדי לתגמל התנהגות סביבתית טובה, תכניות שמעודדות ביקוש מספקות תמריץ להגנה סביבתית שהממשלה אינה יכולה לספק. אמצעים אלה אינם תחליף לבקרה סביבתית טובה ולניהול, אך הן עשויות להשלים ולשפר את היעילות של האמצעים הללו. אף אחד מטיפוסי התכניות המעודדות ביקוש אינו פתרון פלא לשוק המסחר. תקנים לרכישה מצד תאגידים, הדומים לאלה שאימצו Ahold ו-Wegmans, יוצרים תמריץ כלכלי חזק לספקים לשפר את פרקטיקות הגידול שלהם. ניתן לקבוע אותם יחסית מהר ולהתאים אותם לצרכים של קניינים וספקים מסוימים. עם זאת, הריבוי בתכניות רכישה תאגידיות שונות עלול ליצור שוק מבלבל לצרכנים וגם שוק קשה לחלק מהספקים, שיצטרכו ליישם תקני ייצור שונים ולהתאים לדרישות של צרכנים שונים.

קביעה של תכנית אחת או של מספר קטן של תכניות אישור יכולה ליצור שוק ברור יותר. יתר על כן, חברות רבות עשויות למצוא יתרונות בהסתמכות על תכנית אישור אמינה המספקת להם מאכלי ים שמגודלים בצורה אחראית מבחינה סביבתית, ואינה מצריכה השקעה גדולה של זמן ומשאבים בפיתוחה מצד החברה.

ליוזמות מהמגזר הפרטי, לתיג אקולוגי ולאישורים יש פוטנציאל לשפר

באופן משמעותי את הקיימות של נוהלי הגידול בחקלאות המים

המלצות מפורטות

23

לעודד קניינים תאגידיים של מאכלי ים ועסקים קטנים יותר לשאוף לתכניות רכישה המעדיפות מוצרי חקלאות מים ידיוותיים לסביבה.

24

לעודד פיתוח של שיטות אישור, שלפיהן מוצרי מזון לחקלאות מים ומוצרי חקלאות מים מקיימים יהיו בני-הבחנה עבור הצרכן, ובצורה כזאת יספקו תמריץ שוק למוצרים אלה.

המטרה של המערכות הללו תהיה ליצור תמריצי שוק לחקלאות מים ולנוהלי ייצור מזון בני-קיימא וגם לספק תועלת עסקית לקונים.

23.1 כמו כן, לעודד את הקניינים להשתתף בפיתוח שיטות האישור לחקלאות המים.

המטרה של המערכות הללו תהיה ליצור תמריצי שוק לחקלאות מים ולנוהלי ייצור מזון בני-קיימא. האישור מידע את הצרכן שמוצרי חקלאות מים מסוימים גדלו ונאספו בהתאם לקריטריונים הנפוצים והמקובלים לקיימות.

24.1 **משרד החקלאות האמריקאי יפרסם תקנים פדרליים אמינים לחקלאות מים אורגנית במסגרת התכנית הלאומית לאורגניות.**

24.2 **ארגון עצמאי שעובד בשיתוף עם בעלי עניין רלוונטיים, ירכז תהליך אישור לחקלאות מים שאיננה אורגנית.**

- לארגון תהיה מערכת ניהול ברורה שמגדירה את מדיניות הארגון.
- הארגון ינהל על ידי מועצה שמציגה את כל קשת האינטרסים של בעלי העניין בחקלאות מים בת-קיימא.
- לארגון תהיה מערכת ניהול שקופה, שתכלול גם את מקורות המימון שלו.
- הארגון יהיה בעל הכרה בין-לאומית או שיפעל לפיתוח הכרה כזו.
- הארגון יתחייב לבקרה רציפה ולשיפור המערכת.

24.3 **הארגון ירכז את פיתוח התקנים ו/או הקריטריונים הספציפיים לקביעת מידת הקיימות של מוצרי חקלאות המים.**

- התהליך יהיה שקוף, ותהליך פיתוח התקנים יתנהל בצורה גלויה לגמרי.
- התהליך יכלול התייחסות רחבה מצד הציבור ויעודד אותה, וכן יהיה בו פורום ברור לשיתוף הציבור.
- התהליך יהיה מבוסס-מדע.
- במידת האפשר, התקנים שייקבעו יהיו מבוססי-ביצוע, וכך יאפשרו ליצרנים גמישות באמצעי השגת התקנים.

24.4 **הארגון יגדיר בבירור נהלים לאישור. הדרישות והתהליך הדרוש לכך שהחוות ישיגו את האישורים, ישמרו עליהם ויחדשו אותם - יוצגו בבירור.**

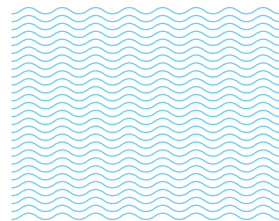
- החוות ימסרו מידע מספיק בבקשה הראשונית, שיאפשר לארגון לוודא, בעזרת תהליך הערכה, שנוהלי החווה מתאימים לתקנים או לקריטריונים לאישור.
- הארגון יבצע בחינה טכנית של הבקשה.
- הארגון יספק מנגנון לקבלת התייחסות והערות מהציבור בזמן תהליך האישור.
- הארגון ייצר מנגנון לפתרון סכסוכים.
- החוות חייבות בהגשת דוח שנתי כדי לוודא ציות לקריטריונים לאישור.
- האישור יהיה תקף לחמש שנים, ולאחר מכן החוות יהיו חייבות לחדש אותו.

תמריצים מבוססי-שוק למוצרי חקלאות מים הם כלי יעיל המאפשר לצרכנים לדרוש מוצרי חקלאות מים בני-קיימא. כוח המשימה מעודד את השימוש בשיטות האישור שבהמלצה 24. כל שיטות האישור למוצרים בני-קיימא מחקלאות מים צריכות לקבל על עצמן מחויבות חזקה לשימוש במרכיבי מזון בני-קיימא.

25.1 קריטריונים לאישור ידרשו שאם בייצור המוצר שאישורו נשקל, ייעשה שימוש במזון המכיל מרכיבים שהופקו מדיג, דיג זה, שהמרכיבים הופקו ממנו, יהיה חייב להיחשב יציב ותחת ניהול המגן על המבנה והתפקוד של מערכות אקולוגיות ימיות.

25.2 קריטריונים לאישור ידרשו שמרכיבי מזון, שלא הופקו ממקורות דיג, מיוצרים בהתאם לתקני קיימות עבור מזון לשימוש בחקלאות מים.

**שיטת האישור לחקלאות
מים בת-קיימא תכלול
קריטריונים הדורשים שימוש
במוצרי מזון בני-קיימא.**



סיכום: חזון לעתיד

סבירים ימשיכו לא להסכים ביניהם על אודות הסף ודרגת הטולרנטיות הסביבתיים המתאימים, אך אנחנו מקווים שדוח זה מספק נקודת התחלה משמעותית לדו-שיח לאומי על ההבטחה הטמונה בשימוש במי הים לחקלאות מים ועל ההגבלות המתאימות לשימוש זה.

כוח המשימה התבקש גם לקבוע אם חקלאות מים יכולה להתקדם במי הים ללא פגיעה במערכות אקולוגיות ימיות. אנחנו מאמינים שהיא יכולה, בתנאים מסוימים. בדוח זה השתדלנו לדון באופן רציונלי בחששות הסביבתיים הנוגעים לחקלאות הימית ולפרט את התנאים שבהם חקלאות מים יכולה להתקדם בסביבה הימית תוך וידוא שהמק הנגרם לחי בים הוא מזערי.

כל הפעילויות האנושיות משפיעות על הסביבה, אך בשנים המוקדמות הללו של המאה ה-21, אנו מתחילים להבין שדרכנו בכובד רב מדי על כדור הארץ. דגמי צריכה לא מקיימים, בייחוד במדינות מפותחות, מובילים להפרעות אקולוגיות עולמיות ולדלדול מהיר של משאבים מתחדשים ומתכלים כאחד. בהקשר הזה יש לקבוע את עתידה של החקלאות הימית. גידול של מאכלי ים באמצעות חקלאות ימית עשוי לספק חלק מהפתרון לקטסטרופה אקולוגית מרכזית - דיג יתר של החי הימי בעולם - ובו בזמן לתרום להיצע העולמי של מאכלי ים בריאים.

כדי שהחקלאות הימית תוכל לקיים את ההבטחה הגלומה בה, חייבים ממשלות ואזרחים כאחד לעמוד על המשמר. שיקולים כלכליים קצרי טווח יקלו על הגידול האינטנסיבי בחקלאות הימית לגלוש לשיטות שפוגעות בסביבה, כמו אלה המאמצות יותר ויותר על היבשה. למרות כמה שיפורים בזמן האחרון, הניסיון עד כה בתחום הגידול המסחרי של דגי

במשך תקופת הלימוד של כוח המשימה, עשינו מאמצים ניכרים לזהות נושאים הקשורים לקיימות של חקלאות מים. כוח המשימה בחן שיקולים סביבתיים, חברתיים וכלכליים הקשורים לתרומה ארוכת הטווח של החקלאות הימית לרווחת ארה"ב ולבריאות של המערכות האקולוגיות הימיות שלה. קיימות היא בעצמה מונח חלקלק, שמשאיר מקום רב לפרשנות. בסופו של דבר, כוח המשימה התחיל לחשוב על קיימות בתור כיוון בעצמה בתור מקום או נתון מסוים. נהלים מסוימים בפירוש אינם בני-קיימא, לפחות מבחינה סביבתית, אך לנוכח התשומות והתפוקות הרבות הקשורות לחקלאות המים, קשה מאוד לקבוע באופן אובייקטיבי מתי הושגה "קיימות".

השימוש האחראי במשאבי כדור הארץ כדי לספק את הצרכים של החברה במזון בריא הוא מטרה שזוכה לתמיכה בכל רחבי הקשת של המעורבים בדיון על חקלאות ימית. כוח המשימה החליט שבמקום להשחית זמן על הגדרות יוגשו ההמלצות שפורטו בפרקים הקודמים, מתוך תקווה לספק תכנית לפיתוח אחראי של חקלאות מים במי הים. כפי שהוצע במבוא, חקלאות ימית איננה טובה מטבעה או רעה מטבעה: התוצאה, לטובה או לרעה, תלויה לחלוטין ביישום. בחקירה שלנו לא מצאנו פתרונות פלא. אנשים



גידול של מאכלי ים באמצעות חקלאות ימית עשוי לספק חלק

מהפתרון לקטסטרופה אקולוגית מרכזית - דיג יתר של החי הימי

בעולם - ובו בזמן לתרום להיצע העולמי של מאכלי ים בריאים.

דומות יותר להחלטות הקשורות לשימוש פרטי ביערות ובשטחי מרעה ציבוריים, מאשר לאמצעים לניהול השימוש בשטחים חקלאיים פרטיים.

אם על רוב האוקיינוס להישאר טבעי ופתוח, כפי שאנו מאמינים שרוב האמריקאים רוצים, אזי להיקף ולאופי של חקלאות המים, שיש לאפשר את קיומה ישירות במי הים, צריכות להיות מגבלות. בדוח זה השתדלנו לזהות גבולות ותנאים שיחולו על החקלאות הימית כדי להבטיח שהמורשת, של אוקיינוסים בריאים ושופעים, תוכל להיות מועברת לדורות הבאים. לאור האופי "הנזיל" מטבעה, עלולה החקלאות הימית בשטח לפגוע באופן ניכר במערכות אקולוגיות ימיות אם לא תנוהל כראוי. בניהול נכון יכולה החקלאות הימית לתרום באופן חיובי להשבה של מערכות אקולוגיות ימיות ולתפריט של האמריקאים. אנו מאמינים שתפיסת ניהול כזו מהווה בסיס איתן למדיניות בנושא החקלאות הימית עבור האומה.

סלמון אינו מעודד מבחינה זו. מיני הדגים המועדפים ביותר בקרב הצרכנים במדינות מפותחות הם בדרך כלל דגים טורפים, ובכך נוצר אתגר נוסף לקיימות. סוגי חקלאות מים שצורכים יותר דגים מאשר הדגים שגדלים בהם, אינם יכולים לעזור לחברה בהתמודדות עם הבעיה העולמית של דלדול הדיג בטבע.

חקלאות ימית יוצרת אתגר נוסף, כי בניגוד לרוב החקלאות היבשתית, במרבית המקרים היא מתרחשת במרחב הציבורי. בארה"ב, הממשל הפדרלי והממשל במדינות מחזיקים בנאמנות את רוב המרחב הימי ומשאביו עבור הציבור. כתוצאה מכך מוטל על הממשלה שלנו לשקול את הטווח המלא של השימושים במרחב הזה ובמשאביו. כאשר היא מאפשרת לתעשיית חקלאות המים לחדור למרחב הציבורי ולמשאביו כדי לבצע את פעילויותיה, יש הצדקה להתניה של משך השהייה של החקלאות הימית - מטעם הבעלים הציבוריים של המשאב. במובן זה, החלטות אלה

החקלאות הימית והסביבה – מבט מזווית ישראלית

פרופ' א' דיאמנט

המכון לחקר ימים ואגמים, המרכז הלאומי לחקלאות ימית, אילת

א. הקדמה

עוסקים בהיבטים שונים של התחום גם חוקרים במוסדות האקדמיים השונים בארץ.

כל מערכת חקלאית של בעלי חיים משפיעה על סביבתה, והחקלאות הימית אינה יוצאת מכלל זה. אם כן, נשאלת השאלה: באיזה אופן משפיעה החקלאות ימית על הסביבה, ובאיזו מידה? ומה יהיו המשמעותיות הסביבתיות של החקלאות ימית, שקצב צמיחתה והתרחבותה מהיר ביותר, על העולם העתידי? לנוכח העובדה שיותר ממחצית משטח היבשות מעובד כיום כקרקע חקלאית, ועוד היד נטויה – השאלה הבלתי נמנעת היא: האם גם על האוקיינוסים נגזר גורל דומה?

במהלך המהפכה הסביבתית העוברת על ישראל בשני העשורים האחרונים, אחד הנושאים שזכו אצלנו להתעניינות ציבורית רבה הוא השפעת החקלאות הימית על שוניות האלמוגים בים סוף. כזכור, עלה הנושא לכותרות במהלך מאבק ציבורי מתוקשר בין המתנגדים לפעילות חוות כלובי הדגים באילת ובין התומכים בה. פולמוס סביבתי זה, שהחל בשנת 1999, הסתיים לבסוף עם החלטת ממשלה (בשנת 2005) להפסיק את פעילות החוות, והכלוב האחרון הוצא מפרץ אילת בקיץ 2008. במהלך השנים הללו נמצאו ראיות לכך שהסביבה הימית אכן הושפעה מפעילות הכלובים, אולם לא ניתנה תשובה ברורה לשאלה הקריטית: מה היה היקף הנזק, ואם הייתה בכך הצדקה לצעד הקיצוני של חיסול ענף החקלאות ימית, המשגשג באילת. התשובה לשאלה זו תישאר, מן הסתם, פתוחה. ההחלטה שהתקבלה לבסוף, גובשה בכפוף לעקרון הזהירות (precautionary rule) הדוגל בתפיסה של "אם יש ספק – אין ספק", והכניסה את ענף החקלאות ימית בישראל למשבר חמור שכמעט גרם לחיסולו.

דגים הם מקור חלבון חשוב ואיכותי, המכיל מינרלים וחומצות שומניות בלתי רוויות (EPA, DHA) שחיוניותם להתפתחותנו ולבריאותנו רבה. מזה זמן, הגיעו האוקיינוסים, האגמים והנהרות בעולם לגבול יכולתם לספק דגים. לא ניתן לדג יותר מהשלל הנוכחי, ובפשטות – הביקוש בעולם כיום עולה על ההיצע, וברור שכל כמות נוספת של דגה תצטרך לבוא מגידולי חקלאות. בהתאם לכך, התפתחה חקלאות המים ב-30 השנים האחרונות בקצב מסחרר, עם קצב גדילה ממוצע של כ-8.8% בכל שנה. בישראל מגיעה הצריכה הממוצעת של דגים לכ-10 ק"ג בשנה לנפש, אולם החקלאות המקומית מספקת רק חלק קטן מהכמות הכוללת הנצרכת בארץ (כ-80 אלף טונות בשנה): קרוב ל-80% מהדגים שאנו אוכלים מיובאים מחו"ל. חקלאות המים המתוקים בבכרות לגידול דגי קרפיון ואמנון בישראל לא תוכל לגדול עוד בגלל המחסור הכרוני במים שפירים. מסיבה זאת, ברור כיום לחלוטין שהגדלת הייצור החקלאי של דגים בישראל תצטרך להתבסס על חקלאות של מי ים. פוטנציאל החקלאות הימית, אם ימומש, יאפשר בעתיד להקטין משמעותית את היבוא, שלנוכח המחסור העולמי בדגה, היקפו צפוי להצטמצם ממילא. החקלאות הימית היא תחום עתיר ידע, וכדי לממש את הפוטנציאל שלו תידרש השקעה ייעודית ומתמשכת במחקר ובפיתוח (מו"פ). ישנם פערי ידע בתחומים רבים, ובעיקר בביולוגיה של מינים ימיים המצויים בשלב הטיפוח, בפיתוח של מערכות גידול ושיטות ממשק בנות-קיימא (sustainable mariculture) ובשכלול שלהן. תחום נוסף שעדיין אינו מובן לנו במידה מספקת, הוא ההשפעה הסביבתית המצטברת של מערכות חקלאות ימית על הים הפתוח לאורך שנים. קידום המו"פ בחקלאות הימית בישראל מרוכז מזה עשרות שנים במרכז הלאומי לחקלאות ימית, שבמכון לחקר ימים ואגמים באילת. נוסף על כך,

ב. ההיבטים הסביבתיים של חקלאות ימית

ניתן לחלק את ההיבטים הסביבתיים (במובן הרחב) של החקלאות הימית לשלוש קטגוריות עיקריות:

1. מאזן ניצול-ייצור של מקורות חלבון הדגה העולמיים
2. השפעות של מערכות הגידול על הסביבה הימית (או היבשתית)
3. רווחת הדגים וטיפולים תרופתיים

1. **בניתוח יעילות ניצול מקורות הדגה העולמיים יש להבדיל בין חקלאות ימית שכוללת גידול של דגים טורפים (מרבית המינים), לבין גידול דגים שמטבעם אינם טורפים (למשל דגים אוכלי אצות).** צורכי החלבון של דגים טורפים בחקלאות הימית מסופקים בעיקר על ידי קמח דגים, שהוא רכיב בסיסי בהכנת כופתאות מזון לדגים. את קמח הדגים מכינים מייבוש ומטחינה של דגי אוקיינוס קטני ממדים (בעיקר סרדינאים), הנידוגים בלהקות ענק (reduction fishery). אוכלוסיות דגים אלה הן רכיב חשוב במארג המזון הטבעי בים. במקרים רבים הן מנוצלות עד תום (fully exploited), ולעתים אף חשופות לדגי יתר (overfished). אך הבעיה העיקרית היא שקמח הדגים מנוצל בצורה בלתי יעילה. למה הכוונה? כדי להשיג תוספת של ק"ג אחד למשקל של דג דניס בגידול חקלאי, נדרשים כ-1.5 ק"ג של קמח דגים. במונחים מקצועיים נאמר כי "מקדם ההמרה" (Food Conversion Factor – FCR) של גידול חקלאי של דג הדניס הוא 1.5:1. אצל דגים טורפים מסוימים יכול מקדם ההמרה להיות גבוה בהרבה; על פי נתוני ארגון המזון והחקלאות של האו"ם (FAO) הוא יכול להגיע גם ל-10:1. המשמעות היא שבמהלך ייצור כל 1 ק"ג של דג דניס מושמדים 1.5 ק"ג דגי בר. זהו אבדן נטו של חלבון מן הים, ועל כן נחשב גידול דגים טורפים לתהליך שאינו בר-קיימא (unsustainable). לטענת מתנגדי החקלאות הימית, גורם דיג הדגים הקטנים נזק עצום, ואם יימשך – יוביל להתדלדלות האוקיינוסים. מאידך גיסא, גידול של דגים שאינם טורפים – כגון דגי קיפון ("בורים") או סיכנים ("ארסים") – במי ים אינו מצריך קמח דגים, שכן ניתן להאכילם במזון צמחי, ועל כן מוסכם על המומחים שגידולם החקלאי הוא בר-קיימא. אלא מה? דרישות השוק מכתובות את המציאות, והצרכנים בארץ ובעולם דורשים מגוון רחב של מיני דגים, שמרביתם אינם צמחוניים כלל וכלל (לדוגמה בישראל: דניס, לברק, דקר ומוסר). על רקע זה, נחשבת סוגיית קמח הדגים לאחד האתגרים המשמעותיים ביותר העומדים כיום בפני החקלאות הימית. לשמחתנו, יש מקום לאופטימיות, שכן כתוצאה מפעילות אינטנסיבית של מו"פ בעולם לפיתוח חלופות לקמח הדגים, ובעיקר ממקורות צמחיים (כגון קמח סויה), שיעור קמח הדגים המשמש לייצור מזונות לדגי

חקלאות המים הולך וקטן מדי שנה. יש תקווה שבעתיד הלא רחוק ישמש קמח הדגים בעיקר כרכיב אסטרטגי להכנת מזון לשלבי גידול מסוימים (כגון שלב הדגיג), שבהם הוא קריטי להתפתחות ולהשגת ביצועי גדילה מיטביים. מאחר שהדרישות התזונתיות של מיני דגים בטבע שונות עד מאוד, הרי שפיתוח של מזון מלאכותי לדגים והתאמתו הם עניין מורכב ורב-שלבים, הדורש התייחסות פרטנית לכל מין ומין בנפרד. דוגמה עכשווית בישראל לאתגר בתחום זה היא פיתוח מזון לגידול דג הדקר – דג טורף יעיל. בשוק הישראלי קיים ביקוש רב לדקר המכמורת, וחשיבותו בסל דגי החקלאות ימית של העתיד רבה. כיום אין בידינו מזון מתאים לפיטומו, ויצרני תערובות בארץ הרימו את הכפפה ומנסים לפתח מזון שאינו מכיל קמח דגים (או מכיל אותו בכמויות מופחתות) מצד אחד, מאפשר התפתחות וגדילה תקינים מצד שני, ונוסף על כך יהיה בעל מחיר סביר שיתיר רווח למגדלים. נדרש מו"פ ממוקד שיעסוק במקורות מזון חלופיים לצורך החלפת רכיבים נוספים שאינם בני-קיימא.

2. **בניתוח ההשפעות הישירות על הסביבה הימית, יש להבדיל בין מערכות גידול ביבשה: ברכות אינטנסיביות וברכות משולבות מחד גיסא, ובין מערכות גידול בים: כלובים צפים מאידך גיסא.**

בתכנון ובבנייה של מערכות גידול ביבשה מושם דגש על קיימות סביבתית ועל כדאיות כלכלית. ממשק גידול דגי ים ביבשה מצריך מיומנות רבה, שכן כדי לספק ברצף לדגים את תנאי המחיה הדרושים לקיומם נדרשים אמצעי בקרה שאין להתפשר עליהם. נוסף על כך, קיימת חשיבות רבה להבטחת תקינות המערכות ושלמותן, כדי שבעת התפעול השוטף יימנעו נזילות וחלחול מי ים שיגרמו להמלחת הקרקע ומי התהום.

ברכות חקלאות ימית אינטנסיביות (Intensive Marine Aquaculture System). בגין הצורך לרענן בהתמדה את מי הברכות, ניזונות מערכות אלה מאספקה קבועה של מי ים טריים. אולם כל תוספת מים גוררת בעקבותיה צורך מקביל להיפטר ממים עודפים, והתוצאה הבלתי נמנעת היא הזרמה לים. בשל איכותם הנמוכה יחסית של המים היוצאים, יש הכרח לטפל בהם ולסנן מוצקים מתוכם טרם ההשבה לים. הבאת המים לדרגת ניקיון מספקת כרוכה בעלויות גבוהות יחסית, וכדי שמערכות הגידול יהיו כלכליות, הן חייבות לשאת על גבן את מחיר הטיפול. לצורך הגדלת ההכנסות מסתמנת מגמה של הבאת השלל לקצה גבול התפוקה על ידי הגדלת צפיפות הדגים לרמות גבוהות מאוד (ערכים של מעל 100 ק"ג דג למ"ק מי ברכה). המים ב"ברכות סופר אינטנסיביות" כאלה מאופיינים בריכוזים גבוהים של חומרי הפרשה אורגניים ואי-אורגניים ("חומרי דשן").

חסרי חוליות. הגורמים לתופעות אלה הם: א) בריחת דגים (escapes) ממערכות הגידול אל הטבע; ב) מעבר דו-סטרי של גורמי מחלה וטפילים בין דגי החקלאות הימית לדגי בר; ג) זיהום המים וקרקעית הים בהפרשות הדגים, בשיירי מזון, בכימיקלים ובשיירי תרופות. מידת השפעתו של כל אחד מהגורמים הללו מותנית במיקום החווה, אך ההשפעה הכוללת והמצטברת היא משמעותית. במחקרים שנעשו על דגי הסלמון האטלנטי, נמצא ש-80-90% מהזרחן ו-50-90% מהחנקן שבמזון המוגש לדגים, אינם נטמעים כלל וכלל בגופם, וסופם להיפלט כחומרי דשן אל הסביבה. אצל דגי דניס, האומדן במונחים של כמות הפסולת המשתחררת לסביבה הוא 18 ק"ג זרחן ו-104 ק"ג חנקן בממוצע לכל טונה דגים. בהיקף הייצור הנוכחי בישראל, תוספת הזיהום בחומרי דשן בחוות הכלובים בים התיכון קטנה יחסית, אולם לנוכח תנופת התפתחות הצפייה של הענף (פירוט בהמשך) יש לצפות שההשפעות הסביבתיות יגדלו באופן משמעותי. כאשר מדובר בייצור עתידי מתוכנן של 10,000 טונות בשנה, מתקבלים סדרי גודל של מאות טונות זרחן ואלפי טונות חנקן, כמות בעלת משמעות שהשלכותיה הסביבתיות מחייבות ניטור צמוד. אין ספק שנדרשת היערכות להתמודדות עם ההשלכות הסביבתיות הכרוכות בפיתוח הצפוי בענף בשנים הבאות בחופי הארץ. יש מקום לקבוע קריטריונים שקופים למיקום ולהפעלה שלו, באופן שיבטיח מראש את שמירת שלמותה ובריאותה של המערכת האקולוגית שהחווה ממוקמת בה. חשוב שרשויות איכות הסביבה בישראל יובילו את התהליך, וגם ילוו את הניטור השוטף של המשתנים הסביבתיים החיוניים בכל חווה.

בכל המקומות בעולם שהוקמו בהם חוות כלובים צפים, הפכו המתקנים במהרה למוקד התכנסות של דגי בר מהסביבה בגלל שני גורמים עיקריים: שפע המזון ומגוון מקומות המסתור במערך המתקנים. התכנסות דגי בר גוררת בעקבותיה הפרה של האיזון האקולוגי בבית הגידול המקומי, ובפועל, יוצרת כל חוות כלובים כעין "שונית מלאכותית" המושכת אליה מגוון רחב של דגים, ומשמשת תשתית להתיישבות של צמדה (fouling) ימית מגוונת. במחקר שנעשה במערב הים התיכון נספרו מעל 30 מינים של דגי בר סביב חוות כלובים, וחלק מהם היו נפוצים יותר משמעותית בחוות בהשוואה לאתרי ביקורת טבעיים. נפחי הגידול של כלובי הדגים מופרדים מהסביבה ברשת המאפשרת תחלופת מים מתמדת, וכאשר מתרחשת בריחת דגים מתוך הכלובים, או כאשר חוזרים דגי בר לתוך הכלובים - שתי תופעות נפוצות - נוצרות להקות מעורבות. התקבצות הדגים

החשוב שבהם הוא האמוניה - בגלל רעילותו הרבה לדגים, אך ישנן גם חנקות וזרחות. השמירה על איכות המים מאתגרת, ומאחר שלא ניתן להתפשר בתחום הדרישות הפיזיולוגיות של הדגים, תלויות המערכות הללו בסינון ביולוגי ובאורור מכני להחדרת חמצן ולסילוק הפחמן הדו-חמצני. צפיפות הדגים הגבוהה גורמת לכך שבככות כאלה נחשבות "בלתי סלחניות", שכן כל תקלה עלולה להוביל לחנק ולתמותת הדגים. נכון לעת הזאת, היעד של השגת מערכת בככות שתתפלל ביעילות ובצורה כלכלית במי הגידול ותסחררר לשימוש חוזר - ללא הצורך להזרים כמויות גדולות של מים חזרה לים - טרם הושג, וזה אחד מנושאי המחקר העיקריים בתחום.

מערכות משולבות (Integrated Multi-Trophic Marine Aquaculture). מערכות אלה מבוססות על עיקרון שבו סדרת בככות מי ים מחוברות זו לזו, כשבכל אחת מהן מגדלים מין אחר. בבככה הראשונה בסדרה, הניזונה ממי ים טריים, גדלים דגים שהפרשותיהם עוברות במים הזורמים לבככה הבאה, שם הם משמשים לדישון אצות, בין אם מיקרוסקופיות (פיטופלנקטון) ובין אם מקרו-אצות (כגון חסת ים). בשלב הבא משמשות האצות להזנת מיני חקלאות ימית כגון צדפות, חלזונות, קיפודי ים או דגים צמחוניים. תוך כדי התהליך, עוברים המים טיפול וסינון טבעיים, ובסופו מגיעה איכותם בדרך כלל לרמה שמאפשרת את השבתם לים (או לבככת הדגים הראשונה בסדרה). למרות היות ישראל חלוצה בתחומים הקשורים לפיתוח השיטה ולשכלולה, אין כיום בארץ חווה פעילה המנצלת טכנולוגיה זו, ככל הנראה בשל חסרונה העיקרי: כמות הדגים שניתן לייצר בה ליחידת שטח היא קטנה יחסית, ועל כן כלכליותה גבולית. עם זאת, שילוב אצות ומגוון בעלי חיים ימיים שערכם הכלכלי הפוטנציאלי גבוה, תוך טיפול יעיל במים, הם יתרונות משמעותיים. בהיותה חיקוי של מערכת אקולוגית טבעית, נחשבת שיטה זו לידידותית מאוד לסביבה הימית, ומספר מערכות מסוג זה פועלות במקומות שונים בעולם.

שלא כמו מערכות חקלאות ימית יבשתיות, **חוות כלובי ים** משפיעות ישירות על הסביבה הימית. מתקנים אלה מבוססים על פלטפורמה צפה (רפסודה) המעוגנת לקרקעית הים, שכלובי רשת המסודרים זה בצד זה תלויים ממנה בתוך המים. בדרך כלל מורכבת כל חווה ממספר רפסודות צפות ומכלובים במבחר גדלים. מחקרים שנעשו באתרים ימיים שיש בהם ריכוז גדול של חוות כלובים, הציגו נתונים על ירידה ניכרת באיכות המים, על שינויים בהרכב חברות דגי הבר המקומיים, ועל ירידה בשיעור הכיסוי של משטחי עשב ים ושל חברות קרקעית של

בחקלאות הימית הוא אכן שיפור ממשק התברואה. חשוב לייסד מאגר נתונים ארצי שיסייע לרשויות המקצועיות לקבל החלטות נכונות בתחומי ממשק התברואה בחקלאות הימית. יש לעודד תמיכה במו"פ שמטרתו יהיו: ביסוס שיטות אבחון לסריקת דגים שעלולים לשאת גורמי מחלה נסתרים; הקטנת הסיכונים הכרוכים בהעברת דגים בין מתקנים; פיתוח אמצעים שהשפעתם על הסביבה מזערית לשם מניעת מחלות ולטיפול בדגים חולים.

ג. מים סוף לים התיכון

הדעה שרווחה במשך שנים, שהאוקיינוסים הם בלתי מוגבלים ומשום כך ביכולתם להכיל בקרבם פסולת ללא הגבלה, הופרכה זה מכבר. זיהום ים נרחב ובלתי אחראי של מאות שנים, שלצערנו נמשך גם בימינו, ניכר היטב בחלקי עולם רבים, ונתן את אותותיו גם באזורנו. חלקים מהים התיכון נכללים ברשימה הלא מחמיאה של גופי המים המזוהמים ביותר על כדור הארץ; מאז פתיחת תעלת סואץ ב-1869 משמש הים התיכון אחד מנתיבי השיט הפעילים בתבל, ולכך השפעות סביבתיות משמעותיות. נוסף על זיהום הנובע מכלי שיט, זורמים לתוכו שפכי תעשייה וביוב עירוני באמצעות הנהרות הנשפכים אליו, ולחופיו תשלובות תעשייה ובתי זיקוק מזהמים. עם זאת, בשנים האחרונות נעשים מאמצים רבים לשפר את איכות המים ולשקם את הסביבה הימית באזורים רבים בו. במדינות שלחופיו - כדוגמת טורקיה, יוון, קראטיה, מלטה וספרד - פורחת החקלאות הימית בכלובים כפטריות לאחר הגשם.

לאחר שהופסקה פעילות חוות כלובי הדגים באילת, הופנתה תשומת הלב אל 180 הקילומטרים של חופי הים התיכון של ישראל. ההיתכנות לגדל דגים איכותיים בחוות כלובים חובקת בתוכה פוטנציאל כלכלי רב, אלא שלשם כך נדרשים תנאים מתאימים: אתרים מוגני סערה בקרבת החוף. לצערנו, מפרצים כדוגמת אלה שבחופי טורקיה ויוון אין בישראל. חופי הים התיכון שלנו ישרים, בלתי מפורצים (למעט מפרץ חיפה) וחשופים לרוחות צפון-מערביות ולגלי חוף בכל ימות השנה. לפיכך, רק שתי חוות כלובים מסחריות פועלות כיום סמוך לחוף הים התיכון של ישראל, ושתיהן ממוקמות במתחם המוגן של נמל אשדוד. בשנת 2012 סיפקו חוות אלה לשוק המקומי כ-1,500 טונות דגי ים, ובעיקר דגי דניס. אלא שישנו ספק אם החוות יוכלו להמשיך ולפעול שם בטווח הארוך: נמלים מסחריים אינם נחשבים אתרים מיטביים למיקום חוות חקלאות ימית, וזאת משום שאיכות המים בהם בדרך כלל נמוכה מזו שבים הפתוח.

בהיעדר תנאים מתאימים בקרבת החוף, העתיד של חקלאות כלובי הים בישראל נמצא ככל הנראה בים הפתוח. כאן אמנם אין גלי חוף, אולם התפעול של חוות כלובים צפים בלב ים אינו דבר פשוט. הים הפתוח מחייב התמודדות מתמדת

בלהקות אלה יחסי הגומלין במארג המזון שנרקם, מעודדים מעבר של גורמי מחלה כדוגמת נגיפים, חיידקים וטפילים בין פרטים, ועלולים להרחיב את מעגלי ההדבקה. עם זאת, חשוב להדגיש שכשמדובר בגורמי מחלה של דגים, במרבית המקרים הם אינם פוגעים באדם. בנורווגיה לדוגמה, נאמדה הביומסה של ארבעה מיני דגי בר שכיחים בכ-10 טונות לחווה; אחד המינים הללו זוהה כמעבירן (vector) טבעי של שני נגיפים הפוגעים קשות בדגי הסלמון, הן בכלובים הן באוכלוסיות הבר. ממצא מעניין נוסף בנורווגיה הוא שדגי בר נוהגים לנדוד לעתים קרובות בין כלובים, ותנועתם תועדה אף בין חוות מרוחקות. בישראל נערכו מספר מחקרים - אחד מהם ארוך-טווח - על חברת דגי הבר של חוות כלובי דגים בחוף הצפוני של אילת. גם אצלנו נטו דגים פליטי חקלאות ימית להתערב בלהקות דגי הבר, ונמצאו עדויות ליצירת מאגרי הדבקה של גורמי מחלה מוכרים מהחקלאות הימית אצל דגי הבר. באחרונה פורסם מאמר בעברית המסכם את ממצאי המחקרים הללו (ראו ברשימת הספרות לקריאה נוספת).

3. רווחת הדגים. בברכות ובכלובים שצפיפות הדגים גבוהה בהם, עלולה להתעורר בעיה במקרה של התפרצות מחלה. דגים המוחזקים בצפיפות חשופים ביתר לעקה, חסינותם הטבעית פוחתת, ורגישותם למחלות גוברת. לכן, הגידול של דגים במערכות חקלאות ימית אינטנסיבית (בין אם בבכרות ובין אם בכלובי ים) הוא בעל השלכות כבדות משקל מבחינת רווחת הדגים. עם העלייה במודעות הציבורית לנושא צער בעלי חיים, לרבות שיפור ממשקים של גידול וטיפול בבעלי חיים במערכות חקלאיות (כגון פיטום אווזים, גידול אפרוחים, צפיפות החזקת עופות בלולים, טיפול בצאן ובבקר המובלים לשחיטה ועוד), ניכרת התעוררות גם בחקיקה בתחומים אלה. במרבית מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD) ישנו עניין רב בנושאי אתיקה ורווחת דגים במערכות חקלאיות, ואין ספק שהסוגיה תעלה על הפרק גם אצלנו בעתיד הלא רחוק.

השימוש בכימיקלים ובתרופות היה בעבר שכיה מאוד בחקלאות הימית, אך בשנים האחרונות חלה ירידה בשימוש בחומרים אלה במדינות העולם המתועש, בעיקר בגין פיתוח חיסונים ושיפור ממשק התברואה במערכות הגידול. הניסיון מתחומי הרפואה והווטרינריה מלמד שטיפול אנטיביוטי ממושך - שהוא בעייתי ובלתי רצוי בכל מצב שהוא - עלול להביא ליצירת זני חיידקים אלימים ועמידים. כפי שניתן להבין מהנאמר לעיל, מערכות גידול שהדגים חיים בהן בתנאי צפיפות גבוהה, מצויות בסיכון מיוחד. לנוכח התרחבות החקלאות הימית האינטנסיבית, עלולה בעיה זו להחריף. אחד מהאתגרים המשמעותיים

עלולה לפגוע גנטית בכושר ההסתגלות ובהישרדות של אוכלוסיות הבר. הטיפוח החקלאי-גנטי שעברו דגי הדניס במהלך עשרות שנים, עלול להביא ליצירת צאצאים בני כלאיים בלתי עמידים לתכונות קריטיות, ובמקרים קיצוניים אף הובע חשש שבטווח הארוך הוא עלול להוביל להכחדת המין. לטעמי מדובר בהפרזה, אולם אין ספק שהסוגיה עלולה לעלות לסדר היום בעתיד בכלל הקשור למינים נוספים של דגי ים העוברים כיום מו"פ וטיפוח לצורכי גידול בחקלאות ימית, הן בישראל הן בארצות ים תיכוניות נוספות, ובהם מינים ממשפחת הסֶפְרוֹסִיִּים (שדגי הדניס משתייכים אליה), דג דקר המכמורת, דג הבורי ואחרים.

מינים ימיים זרים פולשים לאזורנו באופן קבוע, והשפעתם על בתי הגידול הטבעיים יכולה להיות ישירה, כגון דחיקה תחרותית של מינים מקומיים, או עקיפה, כגון הבאה לא-מכוונת של גורמי מחלה וטפילים מאזור מוצאם. חקלאות ימית היא אחד הנתבים לפלישת מינים, אך בשום אופן אינה העיקרי שבהם: מינים פולשים מגיעים אלינו במי שיפוליים של ספינות ואניות, באמצעות צמדה שעל תחתית כלי שיט, ובאמצעות יבוא בעלי חיים ימיים לצורכי נוי ולענף המזון הטרי. אולם הנתבי המשמעותי ביותר לפלישת מינים ימיים זרים לחופינו הוא ללא ספק בהגעה הנרחבת והבלתי פוסקת מים סוף באמצעות תעלת סואץ (תופעה הקרויה גם "הגירה לֶסְפֶּסֶטִית", על שם המהנדס הצרפתי שזיז את כריית התעלה לפני 144 שנים). עד היום תועדו בים התיכון יותר מ-90 מיני דגים מים סוף, שחלק מהם התבססו היטב במזרח הים התיכון תוך יצירת אוכלוסיות ענק. הים התיכון שלחופי ישראל אינו משופע בדגים, והוא נחשב אחד האזורים העניים בים התיכון כולו. כיום, חלק ממיני הדגים הפולשים נעשו חלק משמעותי בשלל הדיג המסחרי בחופי הארץ. מינים כמו נימי דו-ימי (*Nemipterus randalli*) – מין פולש חדש יחסית, וסיכן משויש (*Siganus rivulatus*) – פולש ותיק הנמצא בים התיכון זה עשרות שנים, הם שתי דוגמאות בולטות. יש לציין כי מרבית המינים הפולשים מים סוף הם חסרי ערך מסחרי, בעוד השפעתם האקולוגית רבה ובלתי הפיכה.

בחקלאות הימית העולמית נפוצה תופעת גידול מינים שאינם מקומיים, וכך גם בישראל: לכאן יובאו מארה"ב מוסר אמריקאי (*Sciaenops ocellatum*) ומכלוא בָּס (*Morone saxatilis X Morone chrysops*), ומהמזרח הרחוק ברמונדי (*Lates calcarifer*) ודניס יפני (*Pagrus major*); פרטים ממינים אלה מצאו את דרכם לכלובי ים. כדי למזער את הסיכון של פלישת מינים אלה לטבע, יש לשאוף לגדל בעתיד בחופינו רק מינים מקומיים, עם עדיפות לזנים גנטיים מחופי ישראל. החרגה מכלל זה, רצוי שתבצע אך ורק לאחר שנמצאו עדויות מוצקות לכך שהסיכון בהכנסת אותו מין זר לגידול בישראל הוא זניח. ההשלכות הסביבתיות של גידול מינים זרים בחוות דגים ימיות בים התיכון טרם התבררו, וקיימות מחלוקות לגבי הסיכונים הכרוכים בכך, לרבות השפעתם הישירה על הסביבה הטבעית הימית.

עם לוגיסטיקה מורכבת ועם תנאי ים מאתגרים. בפשטות: נכון להיום, הטכנולוגיה להפעלת כלובים בים החשוף טרם הבשילה, והיא נמצאת עדיין בשלבי פיתוח. מזרח הים התיכון ידוע בתנאי הים הקיצוניים שלו, המאופיינים בסערות חורף אדירות. לא פעם נפגעו מסערות אלה אפילו חוות כלובים בתנאי נמל מוגנים. כך לדוגמה, חוות כלובים בנמל אשדוד נמחקה כמעט כליל בסערה אדירה בפברואר 2001, חרף היותה בצד הפנימי של שובר הגלים. נזקי סערה, המלווים בבריחת מספרים גדולים של דגי דניס, אירעו מאז בחוות שבנמל אשדוד מספר פעמים, באחרונה בינואר 2013.

לפני כשנתיים הקצו הרשויות שטח ייעודי ל"מתחם חקלאות ימית לאומי" בלב ים. על פי התחשיבים, ניתן יהיה לגדל כ-10,000 טונות דגים בשנה על השטח האמור, ששטחו כ-6,000 דונם. האתר ממוקם מול חופי אשדוד, במרחק של כ-11 ק"מ מהיבשה. במתחם זה, שעומקו 55-60 מטרים, כבר פועלת חוות הכלובים המסחרית הראשונה בישראל בים הפתוח. החווה החלה לפעול באמצע שנות ה-2000, ובשנת 2012 ייצרה כ-500 טונות דגי דניס. הכלובים מחוברים זה לזה בטור, שבראשו עמוד אנכי שהכלוב הראשון קשור אליו. בהתקרב סערה, משוקעים הכלובים לעומק הים עד יעבור זעם, ובאופן זה הם מוגנים מנזקים. זוהי מערכת הנדסית המצריכה שטח גדול יחסית, שיבטיח תנועה סיבובית חופשית של סדרת הכלובים, וכאן עולה סוגיה מעניינת: התחרות על שטחי ים. על רקע תנופת הפיתוח הנוכחית בים התיכון, קיים כבר כיום ביקוש רב לשטחי ים: לשטחי דיג, לנתיבי שיט לספינות, לשבילי כבלים תת-ימיים, לשטחי פעילות ביטחונית ועוד. יש לצפות שאסדות הקידוח והתשתיות הנלוות לשדות הגז שנתגלו בעשור האחרון מול חופי ישראל רק יגדילו את התחרות על שטחי ים. כאן אין לחקלאות הימית יתרון כלל וכלל: גידולם של דגי הדניס בלב ים הוא תהליך יקר, שכבר כעת נמצא על גבול האיזון הכלכלי. מכיוון שדגי הדניס הם המין העיקרי בגידולי החקלאות הימית (כ-95% מהשלל), הרי שתוספת עלויות חכירת שטחי ים שיתווספו לעלויות התפעול הקיימות, עלולה להביא את הענף אל מתחת לסף הכדאיות הכלכלית. ברור שאם בעתיד יגודלו במערכות אלה דגים בעלי ערך גבוה יותר וכדאיות גידול רבה יותר (כגון דקר המכמורת, למשל), עשוי מצב זה להשתנות.

בריחת דגים מכלובי הים היא תופעה שצריך לתת עליה את הדעת גם מזווית נוספת. הדניס הוא דג שמוצאו בים התיכון, אולם אוכלוסיותיו הטבעיות קטנות מאוד בחופינו (ככל הנראה כתוצאה מדיג בלתי מבוקר ומזיהום הים). קיים חשש להפרת האיזון הגנטי של אוכלוסיות בר בעקבות קשרי גומלין עם אוכלוסיות של דגי דניס שגדלים בחקלאות הימית. זליגת דגי חקלאות ימית אל הטבע עלולה לאפשר רביית דגים אלה עם אוכלוסיות הבר. מכיוון ששונות גנטית גבוהה של מין היא תנאי בסיסי והכרחי לשרידותו בטבע, הרי שירידה בשונות כתוצאה מהתערבות אוכלוסיות

לקריאה נוספת:

דיאמנט א' (2013). יחסי תחלואה בין דגי חקלאות ימית בכלובים לדגי בר בסביבה החופית. בתוך: סטמבלר נ' (עורכת ראשית). הוד הים - יציבות ושינוי במערכות הימיות של ישראל. הוצאת העמותה הישראלית למדעי הימים. עמ' 361-353.

זיידנר ג', גליל ב', קרס נ' ודיאמנט א' (2013). היערכות לניטור ההשפעות הסביבתיות של חוות לגידול דגים בים הפתוח מול חופי הים התיכון בישראל. **אקולוגיה וסביבה** 4(1): 5-8.

שופן ת' ונאורי א' (2012). האצות חיוניות לקיומנו. **טבע הדברים** 198: 34-44.

שפיגל מ' (2013). חקלאות ימית ידידותית לסביבה. בתוך: סטמבלר נ' (עורכת ראשית). הוד הים - יציבות ושינוי במערכות הימיות של ישראל. הוצאת העמותה הישראלית למדעי הימים. עמ' 362-370.

מניעת החדרה לא-מכוונת של גורמי מחלה באמצעות מינים זרים היא אתגר רציני העומד בפני החקלאות הימית. בשנים שגידלו בהן בכלובים באילת דגי דניס, שהם מין זר בים סוף, דגים פליטים שברחו מהכלובים לא שרדו לאורך זמן, וזמן קצר לאחר פינוי החוות ב-2008 לא תועדו עוד במפרץ. אך מה ביחס לגורמי מחלה שנשארו דגי הדניס בשנות פעילות החוות? האם נותרו אצל דגי הבר בים סוף? בהקשר זה, מן הראוי להזכיר כאן את ממשק גידול הטונה כחולת הסנפיר (*Thunnus thynnus*) בכלובים בים התיכון (עדיין לא בחופי ישראל). זהו אחד המינים יקרי הערך, המבוקשים והמבטיחים ביותר, אלא שגידולו של דג טורף זה מחייב, נכון לעת הזו, האכלה בכמויות גדולות של דגים שלמים קפואים (לא ניתן להאכילו בכופתאות מזון יבש). דגים אלה נידונים בדרך כלל בשדות דיג מרוחקים, והגשתם לדגי הטונה עלולה להחדיר גורמי מחלה זרים. ככלל, הניסיון בעולם מוכיח שמין זר שפלש והתבסס בבית גידול חדש, הדברתו ממנו אינה מעשית.

REFERENCES

- Ackefors, H. and M. Enell. 1994. The release of nutrients and organic matter from aquaculture systems in Nordic countries. *Journal of Applied Ichthyology* 10:225-241.
- Ahold. 2006. Eco-Sound: sustainable fisheries, ensuring the sustainability and traceability of Ahold's seafood products. <http://www.ahold.com/page/694.aspx#XSLTheader134122120120>
- Alden, R. 1997. *Maine's Aquaculture Strategy*. Maine Department of Marine Resources.
- Alston, D., A. Cabarcas, J. Capella, D. Benetti, S. Keene-Meltzoff, J. Bonilla, and R. Cortes. 2005. Environmental and social impacts of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Final Report to NOAA Federal Contract Number: NA16RG1611. www.lib.noaa.gov/docaquareports_noaaresearch/finaloffshorepuertorico.pdf
- Alverson, D.L. 1998. Discarding Practices and Unobserved Fishing Mortality in Marine Fisheries: An Update, 1998. National Marine Fisheries Service, 29 April, 1998. Seattle: Sea Grant Washington. Sea Grant Publication WSG 98-06, 76pp.
- Anderson, W. 2002. *East coast states shellfish seed interstate transport: A regulatory overview*. Eastern United States Interstate Shellfish Seed Transport Workshop. Charleston, S.C., 2002.
- Aquaculture Certification Council (ACC). 2006. Certification standards found on organization website. <http://199.238.130.190/index.html>
- Arnold, W., S. Walters, J. Fajans, S. Peters, and T. Bert. 2004. Influence of congeneric aquaculture on hard clam (*Mercenaria* spp.) population genetic structure. *Aquaculture International* 12:139-160.
- Atlantic States Marine Fisheries Commission (ASMFC). 2005. Addendum II to Amendment 1 to the Interstate Fishery Management Plan for Atlantic Menhaden. www.asmfmc.org
- Baum, E.T. 2001. Interactions between farmed and wild Atlantic salmon in Maine rivers. In *Marine Aquaculture and the Environment: a meeting for stakeholders in the Northeast*, M. Tlusty, D. Bengston, H. Halvorsen, S. Otleay, J. Pearce, and R. Rheault, eds. Cape Cod Press, Falmouth, MA.
- Behnke, R.J. 2002. *Trout and Salmon of North America*. The Free Press, New York, NY.
- Bellis, Diane. 2006. Personal communication. Coordinator for the Plant-Based Feeds Initiative, AgSource, Inc.
- Bellona Foundation. 2003. The Environmental Status of Norwegian Aquaculture. Bellona Report No. 7 (2003). http://www.bellona.org/reports/Norwegian_Aquaculture
- Benetti, D., L. Brand, J. Collins, G. Brooks, R. Orhun, C. Maxey, A. Danylchuk, G. Walton, B. Freeman, J. Kenworthy, and J. Scheidt. 2005. Cape Eleuthera Offshore Aquaculture Project: Working document final report, summary of observations phase I.
- Benetti, D., L. Brand, M. Collins, R. Orhun, A. Benetti, B. O'Hanlon, A. Danylchuk, D. Alston, J. Rivera, and A. Cabarcas. 2006. Can offshore aquaculture of carnivorous fish be sustainable? Case studies from the Caribbean. *World Aquaculture*, March 2006.
- Benson, A. and D. Raikow. 2005. *Dreissena polymorpha*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Revision Date: 12/9/2004. <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=5>
- Blazer, V.S., and S.E. LaPatra. 2002. Pathogens of cultured fishes: potential risks to wild fish populations. Pages 197-224 in *Aquaculture and the Environment in the United States*, J. Tomasso, ed. U.S. Aquaculture Society, a Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.

- Boesch, D.F., R.H. Burroughs, J.E. Baker, R.P. Mason, C.L. Rowe, and R.L. Siefert. 2001. *Marine Pollution in the United States: Significant Accomplishments, Future Challenges*. Pew Oceans Commission. Arlington, VA.
- Bon Appétit Management Company and Wegmans Food Markets. 2006. Farmed Salmon Purchasing Policy. http://www.environmentaldefense.org/documents/5117_FarmedSalmonPolicy2006.pdf
- Boyd, C., A. McNevin, J. Clay and H. Johnson. 2005. Certification issues for some common aquaculture species. *Reviews in Fisheries Science* 13:231-279.
- Boyra, A., F.J.A. Nascimento, F. Tuya, P. Sanchez-Jerez, and R.J. Haroun. 2004. Impact of sea-cage fish farms on intertidal macrobenthic assemblages. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84:665-668.
- Bridger, C., R. K. Booth, R. S. McKinley, and D. A. Scruton. 2001. Site fidelity and dispersal patterns of domestic triploid steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) released to the wild. *ICES Journal of Marine Science* 58:510-516.
- Brodeur, R. and M. Busby. 1998. Occurrence of an Atlantic salmon *Salmo salar* in the Bering Sea. *Alaska Fishery Research Bulletin* 5:64-66.
- Brooks, K.M. and C.V.W. Mahnken. 2003. Interactions of Atlantic salmon in the Pacific Northwest environment II. Organic wastes. *Fisheries Research* 62:255-293.
- Brown, M.T., and R.A. Herendeen. 1996. Embodied energy analysis and EMERGY analysis: a comparative view. *Ecological Economics* 19:219-235.
- Bureau, D., S. Gunther and C. Cho. 2003. Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in cage culture operations in Ontario. *North American Journal of Aquaculture* 65:33-38.
- Burridge, L.E., K. Haya, F.H. Page, S.L. Waddy, V. Zitko, and J. Wade. 2000a. The lethality of cypermethrin formulation Excis to larval and post-larval stages of the American lobster (*Homarus americanus*). *Aquaculture* 182:37-47.
- Burridge, L.E., K. Haya, S.L. Waddy, and J. Wade. 2000b. The lethality of anti-sea lice formulations Salmosan (Azamethipos) and Excis (Cypermethrin) to stage IV and adult lobsters (*Homarus americanus*) during repeated short-term exposures. *Aquaculture* 182:27-35.
- Butler, J.R. 2002. Wild salmonids and sea louse infestations on the west coast of Scotland: sources of infection and implications for the management of marine salmon farms. *Pest Management Science* 58:595-608.
- Cabello, F. 2006. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environmental Microbiology* 8(7):1-8.
- Capone, D.G., D.P. Weston, V. Miller, and C. Shoemaker. 1996. Bacterial residues in marine sediments and invertebrates following chemotherapy in aquaculture. *Aquaculture* 145:55-75.
- Carlton, J.T. 1992. Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems as mediated by aquaculture and fisheries activities. Pp. 13-46 in *Dispersal of Living Organisms Into Aquatic Ecosystems*, A. Rosenfield and R. Mann, eds. Maryland Sea Grant College Program, College Park, MD.
- Carlton, J.T. 2001. *Introduced Species in U.S. Coastal Waters: Environmental Impacts and Management Priorities*. Pew Oceans Commission, Arlington, VA.
- Chelossi, E., L. Vezzulli, A. Milano, M. Branzoni, M. Fabiano, G. Riccardi, and I.M. Banat. 2003. Antibiotic resistance of benthic bacteria in fish-farm and control sediments of the Western Mediterranean. *Aquaculture* 219:83-97.
- Chopin, T., C. Yarish, R. Wilkes, E. Belyea, S. Lu, and A. Mathieson. 1999. Developing *Porphyra*/salmon integrated aquaculture for bioremediation and diversification of the aquaculture industry. *Journal of Applied Phycology* 11:463-472.
- Chopin, T., A. Buschmann, C. Halling, M. Troell, N. Kautsky, A. Neori, G. Kraemer, J. Zertuche-Gonzalez, C. Yarish, and C. Neefus. 2001. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: A key toward sustainability. *Journal of Phycology* 37:975-986.

- Cicin-Sain, B., S. M. Bunsick, R. DeVoe, T. Eichenberg, J. Ewart, H. Halvorson, R.W. Knecht, and R. Rheault. 2001. *Development of a Policy Framework for Offshore Marine Aquaculture in the 3-200 Mile U.S. Ocean Zone*. Center for the Study of Marine Policy, University of Delaware.
- Cicin-Sain, B., S.M. Bunsick, J. Corbin, M.R. DeVoe, T. Eichenberg, J. Ewart, J. Firestone, K. Fletcher, H. Halvorson, T. MacDonald, R. Rayburn, R. Rheault, and B. Thorne-Miller. 2005. *Recommendations for an Operational Framework for Offshore Aquaculture in U.S. Federal Waters*. Center for the Study of Marine Policy, University of Delaware.
- Cohen, A.N. 2002. *The release of pest species by marine aquaculture: lessons from a South African parasite introduced into California waters*. San Francisco Estuary Institute, Oakland, CA.
- Collier, L.M. and E.H. Pinn. 1998. An assessment of the acute impact of the sea lice treatment ivermectin on a benthic community. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 230:131-147.
- Compass Group. 2006. Compass Group Announces Landmark Policy to Purchase Sustainable Seafood. 13 February 2006. <http://www.cgnad.com/default.asp?action=article&ID=272>
- Davies, I.M., P.A. Gillibrand, J.G. McHenery, G.H. Rae. 1998. Environmental risk of ivermectin to sediment dwelling organisms. *Aquaculture* 163:29-46.
- Davies, I.M., and G.K. Rodger. 2000. A review of the use of ivermectin as a treatment for sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Kroyer and *Caligus elongatus* Nordmann) infestation in farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research* 31:869-883
- Delgado, O., J. Ruiz, M. Perez, J. Romero, and E. Ballesteros. 1999. Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica* 22:109-117.
- Department of Environmental Protection, Maine (DEP). 2002. Maine Pollution Discharge Elimination System Permit and Marine Waste Discharge License Fact Sheet: General Permit for Finfish Aquaculture.
- Department of Marine Resources, Maine (DMR). 2003. Maine Aquaculture Review.
- Department of Marine Resources, Maine (DMR). 2006. Marine Aquaculture website. 1 June 2006. <http://www.maine.gov/dmr/aquaculture/index.htm>
- Duff, J., T. Getchis, and P. Hoagland. 2003. A Review of Legal and Policy Constraints to Aquaculture in the U.S. Northeast. Aquaculture White Paper No. 5, NRAC Publication No. 03-005.
- Enell, M. 1995. Environmental impact of nutrients from Nordic fish farming. *Water Science and Technology* 31:61-71.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002a. Acadia Aquaculture NPDES Permit. <http://www.epa.gov/region1/npdes/AcadiaFinalFeb21.pdf>
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002b. Effluent limitations guidelines and new source performance standards for the concentrated aquatic animal production point source category; proposed rule. *Federal Register* 67(177):57872-57928
- Environmental Protection Agency (EPA). 2004. 40 CFR Part 451: Effluent limitations guidelines and new source performance standards for the concentrated aquatic animal production point source category; final rule. *Federal Register* 69(162):51982-51930.
- Ernst, W., P. Jackman, K. Doe, F. Page, G. Julien, K. Mackey, and T. Sutherland. 2001. Dispersion and toxicity to nontarget organisms of pesticides used to treat sea lice on salmon in net pen enclosures. *Marine Pollution Bulletin* 42:432-443.
- Ervik, A., B. Thorsen, B.T. Lunestad and O.B. Samuelson. 1994. Impact of administering antibacterial agents on wild fish and blue mussels *Mytilus edulis* in the vicinity of fish farms. *Diseases of Aquatic Organisms* 18:45-51.
- Farley, C. A. 1992. Mass mortalities and infectious lethal diseases in bivalve molluscs and associations with geographic transfers of populations. Pages 139-154 in *Dispersal of Living Organisms into Aquatic Ecosystems*, A. Rosenfield and R. Mann, eds. Maryland Sea Grant, College Park, MD.
- Firestone, J., and R. Barber. 2003. Fish as pollutants: limitations of and crosscurrents in law, science, management and policy. *Washington Law Review*. 78:693-756.
- Fishmeal Information Network (FIN). 2006. Fishmeal and fish oil facts and figures, May 2006 update. <http://www.gafta.com/fin/finfacts.html>

- Fleming, I., K. Hindar, I. Mjolnerod, B. Jonsson, T. Balstad, and A. Lamberg. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London*, B. 267:1517-1523.
- Folke, C., N. Kautsky, and M. Troell. 1994. The costs of eutrophication from salmon farming: implications for policy. *Journal of Environmental Management* 40:173-182.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1986. The production of fishmeal and oil. FAO Fisheries Technical Paper 142, FAO Fisheries Department, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2000. *Small ponds make a big difference: integrating fish with crop and livestock farming*. Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture 2004. Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. Guidelines for the Eco-Labeling of Fish and Fishery Products from Marine Capture Fisheries. Rome. <http://www.fao.org/docrep/008/a0116t/a0116t01.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2006. State of world aquaculture: 2006. FAO Fisheries Technical Paper 500. FAO Fisheries Department, Rome.
- Fox, J. Charles. 2006. Personal communication. Former Assistant Administrator for Water, U.S. Environmental Protection Agency.
- Gatlin, D. and R. Hardy. 2002. Manipulations of diets and feeding to reduce losses of nutrients in intensive aquaculture. In *Aquaculture and the Environment in the United States*. U.S. Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- Gaughan, D. 2002. Disease translocation across geographic boundaries must be recognized as a risk even in the absence of disease identification: the case with Australian Sardinops. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11:113-123.
- Gill, C. 2005. World feed panorama: disease takes toll, but feed output bounces back. *Feed International*, 26(1):4-9.
- Global Aquaculture Alliance (GAA). 2006. Guiding Principles for Responsible Aquaculture and Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. www.gaalliance.org
- Goldburg, R. and R. Naylor. 2005. Future seascapes, fishing, and fish farming. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(1):21-28.
- Gross, M.R. 1998. One species with two biologies: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55(Suppl.1):131-144.
- Gulf of Mexico Fishery Management Council. 2005. Draft preliminary options paper to the generic amendment to Coral and Coral Reef FMP, Coastal and Migratory Pelagics FMP, Red Drum FMP, Reef Fish FMP, Shrimp FMP, Spiny Lobster FMP, and Stone Crab FMP to provide for regulation of offshore marine aquaculture. Gulf of Mexico Fishery Management Council, Tampa, FL.
- Guo, L. and Z. Li. 2003. Effects of nitrogen and phosphorus from fish-cage culture on the communities of a shallow lake in the middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture* 226: 201-212.
- Hallerman, E.M. 2000. Genetically modified organism mariculture in the coastal zone. *Integrated Coastal Zone Management* 1:209-212.
- Halver, J. and R. Hardy. 2002. *Fish Nutrition*. Academic Press, San Diego, CA.
- Hardy, R.W. 1996. Alternate protein sources for salmon and trout diets. *Animal Feed Science Technology* 59:71-80.
- Hardy, R.W. 2000. Fish feeds and nutrition: urban legends and fish nutrition. *Aquaculture Magazine* 26(6):47-50.
- Hardy, R.W., D.A. Higgs, S.P. Lall, & A.G.J. Tacon. 2001. Alternative dietary protein and lipid sources for sustainable production of salmonids. *Fisken og Havet*. No. 8. Institute of Marine Research, Bergen, Norway. www.imr.no
- Hardy, R.W. and A. Tacon. 2002. Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for supplies. Pages 311-325 in *Responsible Marine Aquaculture*, Stickney, R. and J. McVey, eds. CABI Publishing, New York.

- Harvell, D.R. Aronson, N. Baron, J. Connell, A. Dobson, S. Ellner, L. Gerber, K. Kim, A. Kuris, H. McCallum, K. Lafferty, B. McKay, J. Porter, M. Pascual, G. Smith, K. Sutherland, and J. Ward. 2004. The rising tide of ocean diseases: unsolved problems and research priorities. *Frontiers in Ecology and Environment* 2:375–382.
- Haskell, S., K. Carberry-Goh, M. Payne, and S. Smith. 2004. Current status of aquatic species biologics. *Journal of American Veterinary Medical Association* 225:1541-1544.
- Health Canada. 2003. Integrated pest management of sea lice in salmon aquaculture. Health Canada, Ottawa, Ontario.
- Hedrick, P. 2001. Invasion of transgenes from salmon or other genetically modified organisms into natural populations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58:841–844.
- Hertrampf, J.W. & Piedad-Pascual, F. 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Highleyman, S., A. Mathews Amos, H. Cauley. 2004. An independent assessment of the Marine Stewardship Council. <http://www.alaskaoceans.net/aboutus/documents/WildhavensMSC.pdf>
- Hites, R., J. Foran, D. Carpenter, M. Hamilton, B. Knuth, S. Schwager. 2004. Global assessment of organic contaminants in farmed salmon. *Science* 303:226-229.
- Hopkins, D.D., R.J. Goldberg and A. Marston. 1997. An environmental critique of governmental regulations and policies for open ocean aquaculture. *Ocean and Coastal Law Journal* 2:235-260.
- Howarth, R., D. Anderson, J. Cloern, C. Elfring, C. Hopkinson, B. Lapointe, T. Malone, N. Marcus, K. McGlathery, A. Sharpley and D. Walker. 2000. Nutrient pollution of coastal rivers, bays and seas. *Issues in Ecology* (7). Ecological Society of America. Washington, DC.
- Huang, X., R. Hites, J. Foran, C. Hamilton, B. Knuth, S. Schwager, D. Carpenter. 2005. Consumption advisories for salmon based on risk of cancer and noncancer health effects. *Environmental Research* 101(2):263-274.
- Huntington, T., C. Frid, R. Banks, C. Scott and O. Paramor. 2004. Assessment of the sustainability of industrial fisheries producing fishmeal and fish oil. Report to the Royal Society for the Protection of Birds (RSPB). Poseidon Aquatic Resource Management Ltd., Lymington, Hampshire, UK.
- Hutchings, J. 1991. The threat of extinction to native populations experiencing spawning intrusions by cultured Atlantic salmon. *Aquaculture* 98:119-132.
- ICES. 1996. Report of the working group on environmental interaction of mariculture. ICES C.M., Nantes.
- International Fishmeal and Fish Oil Organization (IFFO). 2006. Industry Overview webpage. <http://www.iffonet/default.asp?fname=1&sWebdiomas=1&url=253>
- Islam, M.S. 2005. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. *Marine Pollution Bulletin* 50:48–61.
- Johnson, H. 2003. U.S. Seafood Market in 2020: strong demand likely boon to aquaculture. *Global Aquaculture Advocate*, November 2003.
- Joint Subcommittee on Aquaculture (JSA). 2004. Guide to Drug, Vaccine, and Pesticide Use in Aquaculture. Prepared by The Federal Joint Subcommittee on Aquaculture, Working Group on Quality Assurance in Aquaculture Production. <http://www.aquanic.org/jsa/wgqaap/drugguide/drugguide.htm>
- Kelleher, K. 2005. Discards in the World's Marine Fisheries: An Update. FAO Fisheries Technical Paper. No. 470. FAO Fisheries Department, Rome.
- Krkosek, M., M. Lewis, and J. Volpe. 2005. Transmission dynamics of parasitic sea lice from farm to wild salmon. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 272:689-696.
- Lee, C.S. 2003. Application of biosecurity in aquaculture production systems. Proceedings of the 32nd US-Japan Cooperative Program in Natural Resources (UJNR) Aquaculture Panel. *Aquaculture and Pathobiology of Crustacean and Other Species Symposium*, Davis and Santa Barbara, CA, 2003.

- Lee, H.W., J.H. Bailey-Brock and M.M. Gurr. 2006. Temporal changes in the polychaete infaunal community surrounding a Hawaiian mariculture operation. *Marine Ecology Progress Series* 307:175-185.
- Leung, K., J. Chu and R. Wu. 1999. Nitrogen budget for the areolated grouper *Epinepheus areolatus* cultured under laboratory conditions and in open-sea cages. *Marine Ecology Progress Series* 186:271-281.
- Lightner, D.V., R. Redman, T. Bell, and R. Thurman. 1992. Geographic dispersion of the viruses IHNN, MBV, and HPV as a consequence of transfers and introductions of penaeid shrimp to new regions for aquaculture purposes. Pages 155-173 in *Dispersal of Living Organisms into Aquatic Ecosystems*, A. Rosenfield and R. Mann, eds. Maryland Sea Grant, College Park, MD.
- Loya, Y., H. Lubinevsky, M. Rosenfeld, and E. Kramarsky-Winter. 2004. Nutrient enrichment caused by in situ fish farms at Eilat, Red Sea is detrimental to coral reproduction. *Marine Pollution Bulletin* 49:344-353.
- Lupatsch, I. and G. Kissil. 1998. Predicting aquaculture wastes from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using nutritional approach. *Aquatic Living Resources* 11(4):265-268.
- Marine Stewardship Council (MSC). 2005. Guidance to clients: The MSC fishery assessment and certification process. http://www.msc.org/assets/docs/fishery_certification/Guidance_to_Clients_V1.pdf
- Marine Stewardship Council (MSC). 2006. Marine Stewardship Council website. www.msc.org
- Mattsson, B., and U. Sonesson. 2003. *Environmentally-friendly Food Processing*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.
- McGinnity, P. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society B* 270:2443-2450.
- McKinnell, S. and A. Thomson. 1997. Recent events concerning Atlantic salmon escapees in the Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 54:1221-1225.
- Meyer, F. 1991. Aquaculture disease and health management. *Journal of Animal Science* 69:4201-4208.
- Morton, A., R. Routledge, C. Peet, and A. Ladwig. 2004. Sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infection rates on juvenile pink (*Oncorhynchus gorboscha*) and chum (*Oncorhynchus keta*) salmon in the nearshore marine environment of British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:147-157.
- Muir, W. and R. Howard. 1999. Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success: sexual selection and the Trojan gene hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Science* 96:13853-13856.
- Myrick, C.A. 2002. Ecological impacts of escaped organisms. Pages 225-245 in *Aquaculture and the Environment in the United States*, J. Tomasso, ed. U.S. Aquaculture Society, a Chapter of the World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). 2005. Final Recovery Plan for the Gulf of Maine Distinct Population Segment of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). Prepared by NOAA's National Marine Fisheries Service (NMFS), Silver Spring, Maryland and Northeastern Region U.S. Fish and Wildlife Service, Hadley, Massachusetts.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). 2005. Fisheries of the United States, 2004.
- National Marine Fisheries Service (NMFS). 2006. Personal communication from the National Marine Fisheries Service, Fisheries Statistics Division, Silver Spring, MD.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2003. Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development in the U.S. Exclusive Economic Zone. <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/AQ/AQCode.pdf>
- National Organic Aquaculture Working Group (NOAWG). 2005. Proposed National Organic Standards for Farmed Aquatic Animals and Plants (Aquaculture) with Supporting Documentation and Information, a white paper. [http://www.bee.cornell.edu/extension/aquaculture/documents/NOAWG White Paper 24 May 05 PDF.pdf](http://www.bee.cornell.edu/extension/aquaculture/documents/NOAWG%20White%20Paper%2024%20May%2005%20PDF.pdf)
- National Organic Standards Board (NOSB). 2006. Interim Final Report of the Aquaculture Working group. <http://www.ams.usda.gov/nop/TaskForces/AATFInterimFinalReport.pdf>

- National Research Council (NRC). 1992. *Marine Aquaculture: Opportunities for Growth*. National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council (NRC). 2000. *Clean Coastal Waters: Understanding and Reducing the Effects of Nutrient Pollution*. National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council (NRC). 2002. *Animal Biotechnology: Science Based Concerns*. National Academy Press, Washington, DC. <http://www.nap.edu/catalog/10418.html>
- National Research Council (NRC). 2004a. Atlantic Salmon in Maine. National Academy Press, Washington, DC. <http://fermat.nap.edu/books/0309091357/html>
- National Research Council (NRC). 2004b. *Nonnative Oysters in the Chesapeake Bay*. National Academy Press, Washington, DC.
- Naylor, R., K. Hindar, I. Fleming, R. Goldberg, S. Williams, J. Volpe, F. Whoriskey, J. Eagle, D. Kelso, and M. Mangel. 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *Bioscience* 55:427-437.
- Nickum, D. 1999. *Whirling Disease in the United States: A Summary of Progress in Research and Management*. Trout Unlimited, Arlington, VA.
- Nico, L. 2005. *Oreochromis aureus*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Revision date: 28 July 2004 <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=463>
- Nico, L. and E. Maynard. 2005. *Cyprinus carpio*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Revision date: 23 August 2004 <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=4>
- Norwegian Directorate of Fisheries. 2001. Key figures from Norwegian Aquaculture Industry, 2000. Directorate of Fisheries, Department of Aquaculture. Bergen, Norway.
- OIE. 2001. Aquatic Animals Commission brochure. Office International des Epizooties, Paris.
- Packard Foundation. 2001. *Mapping Global Fisheries and Seafood Sectors*. David and Lucille Packard Foundation, Los Altos, CA.
- Pauly, D. and V. Christensen. 1998. Fishing down marine foodwebs. *Science* 279:860-863.
- Penston, M., M., McKibben, D. Hay, and P. Gillibrand. 2004. Observations on open-water densities of sea lice larvae in Loch Shiel, Western Scotland. *Aquaculture Research* 35:793-805.
- Pergent, G., S. Mendez, C. Pergent-Martini, and V. Pasqualini. 1999. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. *Oceanologica* 22:95-107.
- Perry, H. 2005. *Carcinus maenas*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Revision Date: 14 February 2005. <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=190>
- Pew Oceans Commission. 2003. *America's Living Oceans: Charting a Course for Sea Change*. Pew Oceans Commission, Arlington, VA.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga, and D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50:53-65.
- Pike, I. 2005. Ecoefficiency in aquaculture: global catch of wild fish used in aquaculture. *International Aquafeed* 8(1):38-40.
- Power, A. and C. Mitchell. 2004. Pathogen spillover in disease epidemics. *The American Naturalist* 164:S79-S89.
- RaLonde, R. 1993. Shellfish aquaculture in Alaska and the potential of interaction with wild species. In *Interactions Between Cultured Species and Naturally Occurring Species in the Environment*, M. Collie and J. McVey, eds. Proceedings of the Twenty-second US-Japan Aquaculture Panel Symposium. UJNR Technical Report No. 22.
- Reisenbichler, R.R. and S.P. Rubin. 1999. Genetic changes from artificial propagation of Pacific salmon affect the productivity and viability of supplemented populations. *ICES Journal of Marine Science*, 56:459-466.
- Rieser, A. 1996. Defining the federal role in offshore aquaculture: should it feature delegation to the states? *Ocean and Coastal Law Journal* 2:209-233.
- Rigos, G., I. Nengas, M. Alexis, and G.M. Troisi. 2004. Potential drug (oxytetracycline and oxolinic acid) pollution from Mediterranean sparid fish farms. *Aquatic Toxicology* 69:281-288.

- Robinson, E., M. Li, and B. Manning. 2001. A practical guide to nutrition, feeds, and feeding of catfish (second revision). Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Bulletin 1113, November 2001.
- Ruiz, J.M., M. Perez, and J. Romero. 2001. Effects of fish farm loadings on seagrass (*Posidonia oceanica*) distribution, growth, and photosynthesis. *Marine Pollution Bulletin* 42:749-760.
- Seafood Choices Alliance. 2005. Eco-friendly means business. *Afishianado*, Spring 2005. <http://www.seafoodchoices.com/resources/newsletters.php>
- Simberloff, D., I. Parker, D. Windle. 2005. Introduced species policy, management, and future research needs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3:12-20.
- Suryanata, K. and N. Umemoto. 2003. Tension at the nexus of global and local: Culture, property, and marine aquaculture in Hawai'i. *Environment and Planning A* 35: 199-213.
- Tacon, A.G.J. 2004. Use of fishmeal and fish oil in aquaculture: a global perspective. *Aquatic Resources, Culture and Development* 1(1):3-14.
- Tacon, A.G.J. 2005. State of information on salmon aquaculture feed and the environment. Prepared for the WWF Salmon Aquaculture Dialogue. <http://www.worldwildlife.org/cc/dialogues/salmon.cfm>
- Thain, J. E., I.M. Davies, G.H. Rae, and Y. Allen. 1997. Acute toxicity of ivermectin of the lugworm *Arenicola marina*. *Aquaculture* 159:47-52.
- Tyedmers, Peter. 2006. Personal communication. Assistant Professor, School for Resource and Environmental Studies, Dalhousie University.
- Unilever. 2006. Our fish sustainability initiative. http://www.unilever.com/ourvalues/environmentandsociety/env_social_report/sustainability/fish/
- U.S. Commission on Ocean Policy. 2004. *An Ocean Blueprint for the 21st Century*. U.S. Commission on Ocean Policy. Washington, D.C.
- U.S. Department of Agriculture (USDA). 1998. Census of Aquaculture. <http://www.nass.usda.gov/census/census97/aquaculture/aquaculture.htm>
- U.S. Department of Agriculture (USDA). 2000. Aquaculture Outlook. 13 March 2000. <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/ers/LDP-AQS/2000s/2000/LDP-AQS-03-13-2000.pdf>
- U.S. Department of Agriculture (USDA). 2006. Census of Aquaculture (2005). http://www.nass.usda.gov/Census_of_Agriculture/2002/Aquaculture/AQUACEN.pdf
- USDA Aquatic Animal Task Force. 2001. Recommendations on operations that produce aquatic animals. <http://fwcb.cfans.umn.edu/isees/OrganicAquaculture/TskFrcRec5.01.doc>
- U.S. Department of Commerce (USDOC). 1999. Aquaculture Policy. <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/DOCAQpolicy.htm>
- U.S. Department of Commerce (USDOC). 2005. Imports and exports of fishery products: annual summary 2005. Current Fisheries Statistics No. 2005-2. <http://www.st.nmfs.gov/st1/trade/documents/TRADE2005.pdf>
- Volpe, J.P., E.B. Taylor, D.W. Rimmer, B.W. Glickman. 2000. Natural reproduction of aquaculture escaped Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a coastal British Columbia river. *Conservation Biology* 14:899-903.
- Volpe, J., B. Anholt, B. Glickman. 2001. Competition among juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss*): relevance to invasion potential in British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 58:197-207.
- Wackernagel, M., and W. E. Rees. 1996. *Our Ecological Footprint*. New Society Publishers, Gabriola Island, BC, Canada.
- Waddy, S. L., L.E. Burrige, M.N. Hamilton, S.M. Mercer, D.E. Aiken, and K. Haya. 2002. Emamectin benzoate induces molting in American lobster, *Homarus americanus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59:1096-1099.

Waknitz, F.W., R. Iwamoto, and M. Strom. 2003. Interactions of Atlantic salmon in the Pacific Northwest IV: impact on the local ecosystems. *Fisheries Research* 62:307-328.

Wal-Mart. 2006. Wal-Mart Stores, Inc. introduces new label to distinguish sustainable seafood. <http://www.walmartfacts.com/articles/4425.aspx>

Ward, L.G., R.E. Grizzle and J.D. Irish. 2005. CINEMar/ Open Ocean Aquaculture Annual Progress Report. University of New Hampshire Open Ocean Aquaculture Environmental Monitoring Report. <http://ooa.unh.edu>

Welcome, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper 294. FAO Fisheries Department, Rome.

Wessells, C.R., R.J. Johnston, and H. Donath. 1999. Assessing consumer preferences for ecolabeled seafood: the influence of species, certifier and household attributes. *American Journal of Agricultural Economics*, 81 (1999): 1084-1089.

Wessells, C.R., K. Cochrane, C. Deere, P. Wallis, R. Willmann. 2001. Product certification and eco-labeling for fisheries sustainability. FAO Fisheries Technical Paper No. 422. FAO Fisheries Department, Rome.

Wu, R.S.S. 1995. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Marine Pollution Bulletin* 31:159-166.