

הערכה של כלובי דגים במפרץ אילת

דוח למשרדי התשתיות הלאומיות, איכות הסביבה והחקלאות

נערך ע"י צוות המומחים הבינלאומי (IET)
20 בספטמבר, 2004

פרופסור מרלין אטקינסון
המכון של הוואי לביולוגיה ימית
אוניברסיטת הוואי, ארה"ב

פרופסור יהודית בירק
האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

פרופסור האראלד רוזנטל
המכון למדעי הים
אוניברסיטת קיל, גרמניה

תורגם ע"י לשכת המדען הראשי של משרד החקלאות,
פרופ' דן לבנון, יו"ר צוות המדענים הראשיים (משרדי החקלאות, איכות הסביבה והתשתיות
הלאומיות) אשר פיקח על עבודת ה IET
התרגום מאושר ע"י פרופ' יהודית בירק, חברת הצוות הבין-לאומי IET

עמוד	תוכן העניינים:
5 - 3	הודעת IET לממשלת ישראל
7 - 6	תקציר מנהלים
8	הקדמה
16 - 9	המלצות
17-26	ממצאים (מוצג המקור באנגלית)
26	נספח א – האם השונית מתדרדרת ?
27	מקורות

צוות המדענים הבינלאומי (IET) למפרץ אילת: הודעה לממשלת ישראל על ממצאים ומסקנות

ה IET מבקש לברך את ממשלת ישראל על שהעמידה את האמצעים לכנת המלצות המבוססות על תהליך אובייקטיבי, אשר כלל נתונים איכותיים, דיונים מדעיים ובניית קונצנזוס. התמנינו ע"י המנהלים הכלליים של 3 משרדים ממשלתיים: חקלאות, איכות הסביבה ותשתיות לאומיות. פיקוח על התכנית התבצע ע"י המדענים הראשיים של משרדים אלה. מספר רב של פרויקטים בין-תחומיים נהלו וסיפקו הבנה טובה יותר, אך לא מושלמת, של המורכבויות של מפרץ אילת. כולנו ערים לכך שהשונית באילת היא משאב טבע שאין לו תחליף.

ממצאים:

הממצאים הרשומים להלן בקצרה מבוססים על:

1. ניטור ומחקר שהתבצעו כחלק מתכנית IET,

2. דוחות ופרסומים מדעיים שסופקו ע"י מדענים ישראלים,

3. דיונים עם מדענים ישראלים.

ממצא מס' 1: זרמי המים במפרץ אילת מהירים יותר ומשתנים יותר מכפי ששוער קודם. זה חשוב מאוד. הקצה הצפוני הישראלי של המפרץ פתוח לחילופי מים וחומרים עם שאר המפרץ. לכן נוטריאנטים ופלנקטון מחוות הדגים נעים לתוכו של כל המפרץ יחסית במהירות.

ממצא מס' 2: נוטריאנטים מכלובי הדגים מתערבבים לתוך מים עמוקים באופן נרחב על פני כל המפרץ, לא רק ליד אילת.

ממצא מס' 3: מאגר הנוטריאנטים במים העמוקים של צפון מפרץ אילת גדל עם הזמן, כחלק ממחזור טבעי. הנוטריאנטים מכלובי הדגים מהווים רק כמה אחוזים של כמות זו.

ממצא מס' 4: העברת נוטריאנטים למי פני השטח מהמים העמוקים של צפון מפרץ אילת משתנה מעונה לעונה, משנה לשנה. זוהי תופעה טבעית.

ממצא מס' 5: עודף חומר אורגני מחוות הדגים מוגבל לשטח קטן יחסית ליד כלובי הדגים; הוא אינו משפיע על השונית של אילת.

ממצא מס' 6: מגדלי הדגים הקטינו עד עתה את כניסות הנוטריאנטים למפרץ בשיעור של 15% באמצעות נהלי מימשק משופרים.

ממצא מס' 7: אלמוגים ויצורי שונות נלווים גדלים ומשגשים ליד הכלובים. קיימת אי הסכמה מסוימת האם הם יכולים להתרבות ולפרוח שם.

ממצא מס' 8: מחלות באוכלוסיות הדגים הטבעיות של צפון מפרץ אילת ובדגי הכלובים הן מינימליות, אבל עלולות להפוך לסיכון פוטנציאלי חמור.

ממצא מס' 9: דווח על מספר מזהמים הידועים כמשפיעים על יצורים ימיים. (מדובר במזהמים שאינם קשורים לכלובי הדגים).

המלצות:

המלצה מס' 1: **לא** להגדיל את הנוטריאנטים הנובעים מחוות הדגים לכל מפרץ אילת. נוטריאנטים במים הזורמים דרך מיצרי טיראן הם המקור הגדול ביותר לנוטריאנטים המפרץ; הנוטריאנטים של חוות הדגים מהווים כיום 2 – 5% של מקור זה.

המלצה מס' 2: על מנת להבין שינויים בנוטריאנטים במפרץ אילת, חייבים לנטר ברציפות מדדים סביבתיים ספציפיים במעמקי המים, ללא קשר לכלובי הדגים. תכנית הניטור חייבת להיות תכנית לאומית המסונפת למערכות הבינלאומיות לניטור האוקיאנוסים.

המלצה מס' 3: להעביר את החקלאות הימית למערכות ביבשה תוך פרק זמן מוגדר בבהירות. במהלך תקופת המעבר חייבים להפעיל אסטרטגיות ספציפיות ומעודכנות למזעור השפעות (מיטיגציות). מימון הולם ובעיתי הדרוש הוא קריטי.

המלצה מס' 4: להחיש פיתוח שוניות אלמוגים מלאכותיות כאמצעי למזעור ההשפעות המקומיות של כלובי הדגים, כמשתלה לאלמוגים הניתנים לשיווק וככלי לימודי ומחקרי.

המלצה מס' 5: לפתח תכנית של צלילות-מכשירים (SCUBA) ברשיון בשוניות המלאכותיות. להגביל בחומרה צלילות-מכשירים תיירותיות בשמורה הטבעית.

המלצה מס' 6: להגדיר רשות ממשלתית לצורך היישום והאכיפה של הנחיות בענייני סביבה ומשאבי טבע.

המלצה מס' 7: להתייחס לאיומים קריטיים לשונית, אחרים מאשר כלובי הדגים.

הצדקה:

אם כי הכניסות הנוכחיות של נוטריאנטים, המפוזרים על פני כל המפרץ, הן יחסית קטנות אבל משמעותיות, כל הגדלה נוספת או תוספות בלתי מבוקרות עלולות לשנות את התפקוד של מערכת זו בטווח הארוך. השילוב עם סיכונים בלתי ידועים וארוכי טווח הקשורים באינטראקציות ביולוגיות שאינן ניתנות לחיזוי, הביא אותנו להמלצות לעיל.

הערות כלליות:

אנו מציעים שהממשלה תשקול האם מערכת השונית באילת הינה מערכת אקולוגית טבעית שאין לגעת בה, ללא כל התערבות אנושית, או האם היא משאב טבעי עם משתמשים רבים, אשר מושפע או מבוקר ע"י מגוון של פעילויות אנושיות.

יש להכיר בכך שיתכן אובדן של כל השונית עקב "הלבנה", תגובה להתחממות של מי פני השטח. הדבר יכול לקרות באורח פתאומי וברמה האזורית כתוצאה משינוי אקלים גלובלי. שוניות מלאכותיות במים פתוחים יכולות לשמש כמאגר (רזרווה) של אלמוגים.

יש להכיר בכך שמאגר הנוטריאנטים במים העמוקים גדל כחלק ממחזור טבעי ואם יתרחש בקרוב ערבוב עמוק, הוא יגרום לפריחה גדולה של אצות.

תודה על ההזדמנות לדווח על ממצאנו.

תקציר מנהלים

כולנו ערים לכך שהשונית באילת היא אוצר טבע שאין לו תחליף, שהכרחי לשמור עליו ולטפחו למען הדורות הבאים.

IET הוקם במקור בתגובה לרעיון שנוטריאנטים מחוות הדגים יכולים להצטבר בסדימנטים ובמים העמוקים של צפון מפרץ אילת, ליצירת אסון אקולוגי תלוי ועומד, השערת "פצצת הזמן". IET התבקש לזהות מקורות של זיהום ולפתח הערכה של כושר הנשיאה (IET Report 12-04). דוח זה של IET מתייחס לכמה מהממצאים ממחקר וניטור ומביא המלצות ספציפיות על גורל חוות הדגים. הפסקאות להלן הן סקירה תמציתית של תוצאות IET וכלל ההמלצות, ולאחריהן המלצותינו וממצאינו הספציפיים:

סקירת הממצאים

נוטריאנטים מחוות הדגים מתערבבים לריכוזי רקע ומסולקים ע"י פיטופלנקטון בתוך כמה ק"מ מכלובי הדגים, תלוי בתנאי הזרימה. חומרים אורגניים אלה מיוצאים בתוך ימים עד שבועות אל תוך החלק המרכזי של המפרץ; הם אינם מצטברים בסדימנטים בסמוך לאילת. הם נכנסים לשרשרת המזון ובסופו של דבר מופצים אל תוך המים העמוקים והסדימנטים של כל המפרץ, בייצגם כמה אחוזים מהנוטריאנטים בעמוד המים. הנוטריאנטים מחוות הדגים מהווים 1% - 5% של הכניסה הגדולה ביותר של נוטריאנטים אל תוך המפרץ, חילופי מים ונוטריאנטים במצרי טיראן. מנגנון זה שונה מאוד מהשערת "פצצת הזמן" המקורית (בניית מאגר נוטריאנטים בסדימנטים של צפון מפרץ אילת). מאגר הנוטריאנטים במי צפון מפרץ אילת משתנה באופן עונתי ובין השנים על סמך התפוצה של המים העמוקים. קיימים כמה פרטים שעדיין אינם מובנים, ועל מנת לאשר מנגנון זה מומלצים בתוקף ניטור של תחנת A ודיגום של תחנה B. הניטור גם יספק בסיס לניטור הכניסות לכל המפרץ, על פני עשרות שנים. באופן כזה ניתן לנהל למעשה את כושר הנשיאה של המפרץ.

חוות הדגים משפיעות על המים באופן מקומי כמתואר לעיל וכמתועד בכמה דוחות קודמים של "חקר ימים ואגמים לישראל" (חיא"ל). המים ליד כלובי הדגים מועשרים בנוטריאנטים יחסית למים על יד השונית, אבל ריכוזי נוטריאנטים ליד כלובי הדגים (50 – 100 מטר) הינם בטווח של ריכוזי נוטריאנטים טבעיים שדווחו לשוניות אלמוגים אחרות ובהחלט בתחום הריכוזים שמאפשרים לאלמוגים לגדול. כתוצאה מכך אלמוגים ויצורים נלווים גדלים ומשגשגים בסמיכות מיידית לכלובי הדגים. קיים אמנם דוח אחד, על פגיעה ברביית אלמוגים

ליד כלובי הדגים, אבל עבודה זו איננה מושלמת מאחר שהתצפיות היו רק בכמה פרטים, והיא לא תוכננה להעריך הצלחת גיוס ברמת האוכלוסייה.

מעניין שלפני 3 שנים IET דווח שהשונית של אילת הייתה בתהליך התדרדרות. אולם, במהלך סקירה זו הוצגו יותר עדויות לשיפור במצב השונית מאשר לדעיכת השונית. כך קיימים דוחות סותרים, יש צורך לקיים ניתוח ברור של נתונים קיימים וחייבים להגדיר מטרות לניטור השונית.

סקירת ההמלצות

IET אינו ממליץ על סילוק מיידי של כלובי הדגים; במקום זאת IET ממליץ להאיץ את המחקר לקראת מערכת יבשתית המבוססת על רה-סירקולציה של מים, להגדיל באופן הדרגתי את הגידול של דגים צעירים ודגים גדולים יותר ביבשה, ולגדל במפרץ רק את הדגים הגדולים ביותר. IET מאמין שעם התחלה מיידי, מימון הולם ולוח זמנים של 8 שנים, גידול הדגים יכול לעבור באופן הדרגתי, וכמעט בשלמותו, ליבשה. פיתוח חקלאות ימית במערכות רה-סירקולציה הוא כיום מאמץ כלל עולמי. המלצת IET מבוססת על גישת זהירות מוקדמת של ניהול סיכונים, מאחר שגורמים אקולוגיים יכולים לפעול באופן סינרגיסטי או "כאוטי", כולל כניסות בלתי ידועות של נוטריאנטים ממקורות אנושיים לאורך החופים האחרים של המפרץ, תנודות טבעיות של כניסות נוטריאנטים ממים עמוקים, תבניות משתנות של מזג אוויר, חימום של המים, תחרות של מינים אקזוטיים ומחלות, אשר יגיבו עם יצורים המצויים בסיכון עקב ההשפעות של מזהמים. כלובי הדגים הם המקור הגדול ביותר של נוטריאנטים עקב פעילות אנושית. על סמך שיקולים אלה IET ממליץ על צמצום נרחב של כלובי הדגים. ההשפעות הידועות של כלובי הדגים כיום הן יחסית מינימליות בהשוואה להשפעות ששוערו על בסיס השערת "פצצת הזמן". העדיפות הסביבתית המיידית צריכה להיות מזעור של השפעות מקומיות וקצרות טווח של כלובי הדגים.

דווח על מזהמים והשפעות אחרות בכמה אתרים ליד אילת, כולל מתכות כבדות, TBT, דטרגנטים, הרחפת סדימנטים ופעילות צוללים. אלה קשורים יותר באופן ישיר לתיירות מאשר לחקלאות ימית. לכן, סילוק מיידי של כלובי הדגים ללא תשומת לב נאותה לצעדי מזעור של פעילויות הקשורות לתיירות שהוזכרו לעיל, לא יבטיחו שונית בריאות. יתר על כן, הרחבת תעשיית התיירות (כולל פיתוח התשתית הנחוצה) צריכה להילקח בחשבון כקריטית באותה מידה. לכן IET ממליץ על גישה של זהירות מוקדמת, המייצגת שילוב של הגנה סביבתית נאותה והתקדמות בטכנולוגיה של חקלאות ימית. יש לאמץ פרויקט זה כמכלול. כן אנחנו ממליצים על מסגרת של צוות מדענים משותף של חיא"ל ושל המכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים (מב"א). עליהם להתמקד בשתי שאלות חשובות: המשך פיתוח כלי ניטור ע"י

הערכה של המים העמוקים בתחנה A ומתן תשובה לשאלה הבסיסית של הערכת ההשפעות של כלובי הדגים על גידול ורבייה של אורגניזמים.

IET משבח את המאמץ המדעי ואת מנהיגות המדעית של המדענים המובילים של חיא"ל ומב"א.

הקדמה

בעיקרון, אפשר לחזות ארבע אופציות ניהוליות בהקשר לעתיד חוות הדגים. הן רשומות להלן על שיקוליהן:

1. סגירת חוות הדגים מייד: אין סיבות ששונית האלמוגים תשתפר או תינצל. תהליכים בקנה מידה גדול משפיעים על המערכת, והשפעות ברורות לא הוכחו. גישה זו אינה מציאותית ואינה אחראית.

2. המשך פעילות חוות הדגים, עסקים כרגיל: העדר אמצעי זהירות מוקדמת, העדר הגנה סביבתית נאותה והעדר פוטנציאל מסחרי לפיתוח עתידי של התעשייה. קיימת אחריות להתייחס לפיתוח פרנסה של הקהילה לטווח ארוך.

3. המשך פעילות החוות עם צעדי מזעור השפעות: יישום סדרת צעדים של מזעור השפעות, פיתוח כללי התנהגות (הנוהגים הסביבתיים הטובים ביותר והטכנולוגיה הטובה ביותר הזמינה), המשך ניטור, שאיפה לפעילות ברת-קיימא במצב הסטטוס-קוו. המשך פעילות קבועה של החוות במפרץ אינו מציע כל תקווה להתרחבות. לכן, יש לראות פעילות כזו רק כאופציה לטווח הבינוני. יידרשו אמצעים קפדניים למזעור השפעות שעלותם תהיה גבוהה לקראת סוף תקופה זו, ולא יישאר לחוות תמריץ ליישם אמצעים אלה. ייתכנו השפעות בלתי קבילות לקראת השנים האחרונות של קיום הפעילות.

4. המשך פעילות החוות עם מעבר בשלבים למערכות יבשתיות: השקעה נמרצת, ללא דיחוי, בטכנולוגיות גידול יבשתיות חלופיות. כאשר תהייה מוכנות ליישום, יש להחליט על הוצאת כל הכלובים או המשך פעילות בקנה מידה קטן. שלוש בחירות אלה הן דרכים פוטנציאליות לפיתוח עתידי וצמיחה כלכלית, ובה בעת נקיטת גישה של זהירות מוקדמת להגנה על הסביבה. מרבית ההמלצות מתמקדות באופציה זו, בלויית צעדים סבירים למזעור השפעות שיוטלו על חוות הדגים. צעדי מזעור השפעות אלה מציעים כשלעצמם פיתוח פוטנציאל לפעילויות ידידותיות לסביבה ובעלות יכולת קיום מבחינה מסחרית, שישרתו גם בעלי עניין אחרים באזור החופי (לדוגמה תיירות).

בהתחשב בארבע אופציות ניהוליות אלה והממצאים השונים, גובשו ההמלצות שלהלן:

המלצות

המלצה מס' 1: לא להגדיל את הנוטריאנטים הנובעים מחוות הדגים לכל המפרץ. נוטריאנטים הזורמים דרך מיצרי טיראן הם המקור הגדול ביותר לנוטריאנטים לתוך המפרץ; הנוטריאנטים של חוות הדגים מהווים כיום 1% - 5% של מקור זה.

נוטריאנטים אינם מצטברים בסדימנטים ליד אילת והם מתפזרים על פני שטח הרבה יותר גדול של המפרץ, כך שאפשר להתייחס לכל המפרץ כאל כלי הקיבול הסופי (sink) של נוטריאנטים אלה. בעוד ש-1% - 5% (ראה הממצא למטה להסבר) נראים ככמות קטנה של נוטריאנטים, הם משמעותיים. לאור זאת שלא ידוע היקף הכניסות ממדינות אחרות לאורך שאר חוף המפרץ, וההשתנות במים העמוקים של המפרץ, IET ממליץ לא להגדיל את עומס הנוטריאנטים לכל המפרץ. חוות הדגים גם משפיעות על הסביבה בתוך כמה קילומטרים מהכלובים; ועדיין נותר לקבוע עד כמה השפעה זו מועילה או מזיקה לסביבה הטבעית. הרחבת התעשייה ודאי תשפיע על הסביבה המקומית. לכן IET אינו ממליץ על סילוק מידי ומלא; מומלצת הקטנה הדרגתית בגודל.

המלצה מס' 2: על מנת להבין שינויים בנוטריאנטים במפרץ אילת, חייבים לנטר ברציפות מדדים סביבתיים ספציפיים במעמקי המים, ללא קשר לכלובי דגים. תכנית הניטור חייבת להיות תכנית לאומית המסונפת למערכות הגלובליות לניטור האוקיאנוסים (Global Ocean Observing Systems-GOOS).

במי העומק של תחנה A הכרחי לנטר נוטריאנטים (ניטראט, ניטריט, פוספאט, אמוניה, חנקן אורגאני מומס), חמצן, טמפרטורה, מליחות, ואולי הכימיה של מערכת ה- CO_2 כך שאפשר יהיה לחשב את ריכוז יון הקרבונט הן במי פני השטח והן במים עמוקים ואף תרכובות אחרות שיהיה בהן עניין. ראה דיון נוסף בפרק הממצאים.

בשונית הכרחי לנטר נוטריאנטים, איכות אור, חומר מרחף, אלמוגים מתים, צילומי סריקת חתכים ומחלות.

ניטור חופים זה צריך להיות חלק מהמערכת המתפתחת של ניטור גלובלי על מנת לקיים קומפטיביליות, איכות נתונים וזמינות של נתונים ומידע נלווים.

ניטור מתמשך של מי העומק והדינמיקה שלהם מהווה כלי מתמשך להערכת כושר הנשיאה לנוטריאנטים ומאפשר לזהות ולנטר כניסות אחרות למפרץ. לכן יש להמשיך תהליך ניטור זה באופן פעיל ולפתח קונצנזוס לגבי יעילותו.

**המלצה מס' 3: להעביר את החקלאות הימית למערכות ביבשה תוך פרק זמן מוגדר
בהירות. במהלך תקופת המעבר חייבים להפעיל אסטרטגיות ספציפיות ומעודכנות
למזעור השפעות (מיטיגציות). מימון הולם ובעיתי הדרוש הוא קריטי.**

גידול דגים יצטרך להתרחב ולגדול כתעשייה בישראל. כיום אין סיכוי לעשות זאת בכלובים. IET אינו ממליץ להגדיל את עומס הנוטריאנטים למפרץ (המלצה מס' 1), והזדמנויות בעלות ייתכנות לכלובים בים התיכון הן מזעריות. האסטרטגיה היחידה ההגיונית והמוצקה בטווח הארוך היא לפתח מערכות חקלאות ימית יבשתיות, בעיקר ע"י שימוש בטכנולוגיות של רה-סירקולציה. IET מאמין שניתן לפתח את הביוטכנולוגיה, אם יוקצה לכך מימון הולם. הרחבת השיטות למזעור השפעות (המלצה 4) גם כן נראית כאמצעי סביר להקטנה מהימנה של הפליטה של עומס אורגני ושל נוטריאנטים מהחוות בהדרגה עד פחות מ-1% מהכניסות הכוללות, כך שתעשנה קבילות מבחינה סביבתית. המלצת IET להעביר את החוות בהדרגה ולא מייד ליבשה איננה בעיקרה עקב דאגות סביבתיות, אלא לוקחת בחשבון את החיוניות של התעשייה ואת פוטנציאל ההתפתחות העתידי שלה.

IET מציע שתקופת המעבר להעברה הדרגתית של חוות הדגים למערכות יבשתיות תהיה 6 עד 8 שנים ממועד תחילת המימון. כל הסדר אחר למנייה של המועד הסופי להשלמת המעבר ליבשה אינו נתמך ע"י IET. לקראת סוף תקופה זו (שנתיים אחרונות) רק מרכיב קטן של הגודל המקורי של החוות יישאר בים ואפשר יהיה אז לשקול את גורלו (ראה להלן).

מסגרת זמן ודרך פעולה להעברה הדרגתית של הייצור למערכות יבשתיות

מועד ההתחלה הוא כאשר המימון מתחיל: יידרש זמן-מה להכנת לוגיסטיקה ותקציבים; לכן מומלץ בתוקף שההכנות להצעות יחלו **מיד** כך שהמימון יהיה זמין מהר ככל האפשר. להלן לוח זמנים בקצרה:

שנה 1: שיפור פעילות מכון ייצור הדגים וגידול הדגים עד לגודל של 25 גרם משקל ממוצע, לפני אכלוסם בכלובים. בו בזמן, שיפור שיטות הגידול בכלובים להקטנת מקדם ניצולת המזון מ 1.8 ל 1.7 אשר יקדם את הפחתת כמות הנוטריינטים הנפלטת למפרץ.

שנה 2: שיפור והגדלה של גידול הדגים במתקנים ביבשה לגודל ממוצע של 65 גרם לפני האכלוס שלהם בכלובים והפחתה של סה"כ הביומסה במערכת הכלובים בהתאמה. באותו זמן יש לבצע הערכה ראשונה של הצלחת הפיתוח של טכנולוגיית הרה-סירקולציה המים, זיהוי פערים בטכנולוגיה והייתכנות של שיטות שונות של סחרור לפני יישום צעדים נוספים לגימלון (scale-up) המערכת היבשתית. גישה זו תבטיח את הצלחת הפיתוח.

בנוסף, בשנה זו של הפרוייקט, ייושם השלב הראשון של בניית השונית המלאכותית על מנת ללכוד ולנצל חלק מהפליטות של הכלובים.

שנה 3: גימלון הפעילות היבשתית לגידול דגים עד 100 גרם משקל ממוצע לפני הכנסתם לכלובים תוך הפחתת הביומסה של הדגים בכלובים בהתאמה. הרחבת הפעילות של השונית המלאכותית וניצולה לייצור מוצרים (כגון אלמוגים, וחסרי חוליות אחרים בעלי ערך) אשר יכולים להימכר לשוק האקווריונים. השונית המלאכותית עשויה להגיע למצב התפתחות כזה שימשוך תיירים וצוללים. חלק מהשונית המלאכותית יש לפתוח, במגבלות גישה, לתעשיית התיירות.

שנה 4: שיפור הדרגתי של הפעילויות היבשתיות עד לגידול של דגים בגודל של 150 גרם תוך הפחתת היקף פעילות כלובי הדגים לסה"כ 55% – 60% מהביומסה של 2004.

שנה 5: הפעילות צריכה להגיע לגידול ביבשה של דגים במשקל של עד 200 גרם, כאשר כמות השקולה לכ- 70% מייצור הביומסה ב- 2004 מועברת למתקנים ביבשה.

שנים 6 ו-7: בשנים אלה חוות הכלובים יפעלו ברמה של 30% (שנה ששית) ו 20% (שנה שביעית) מרמת הייצור ב 2004. אחוזים אלה מבוססים על ממוצע שנתי משולב, לא על עומסים חודשיים או שבועיים. במהלך תקופה זו יש לבצע הערכה רצינית וסופית האם הטכנולוגיה שפותחה לגידול יבשתי של דגים במערכות רה-סירקולציה יכולה להיות אמינה וברת קיימא.

הערת IET לגבי רמת המימון:

בעוד שבשנה הראשונה יידרש מימון צנוע יחסית, עיקר התמיכה הכספית תידרש בשנים 2 עד 4, כאשר אפשר יהיה להקטין בהדרגה את התמיכה במימון בשנים 5 ו-6, בהנחה שמערכות הגידול היבשתיות צברו תאוצה. יידרש מימון מסוים למו"פ מלווה (כיוונים עדינים של טכנולוגית מרכיבי המערכת) בשנים 7 ו-8. החישובים התקציביים דורשים הכנה של הצעה מלאה אשר חייבת להבחן באופן ביקורתי. IET יהיה מוכן לספק הערות ושפוט של ההצעה.

הערת IET לגבי גורלם הסופי של כלובי הדגים: IET ממליץ שבסוף תקופת המעבר, ממשלת ישראל תשקול האם להמשיך את פעילות כלובי הדגים בהיקף קטן (לדוגמא, על מנת לספק חלק מחומרי ההזנה לשונית המלאכותית), או לסגור אותה לחלוטין. יש להניח כי בעת היא הבנתנו את שטף הנוטריינטים הכולל ואת מאזני החומר האורגני במפרץ כולו

תהייה משופרת בהרבה. באותו שלב ניתן יהיה להעריך את כושר הנשיאה של המפרץ ביתר דיוק. החלטה האם להשאיר או לא כלובי דגים ובאיזה היקף תהייה קלה.

IET איתן מאד בדעתו לגבי מועד תחילת תקופת המעבר ומבקש להביע את מחויבותו המוצקה להמלצה שמועד זה חייב להיות צמוד בקפידה ליום בו המימון לפרוייקט ההעסקה ליבשה יהיה זמין באופן רשמי.

תשקיף (Observation): הסיכויים לפיתוח חקלאות ימית חופית בחוף הים התיכון של ישראל – כפי שהוצע פעם אחר פעם – נראים ל- IET מאד שוליים. מלבד כמה אופציות, הסביבה הימית הקשה תחייב פיתוח טכנולוגיה לים פתוח, שהינה יקרה ביותר ודורשת עלויות תפעול גבוהות, בעוד שרמת הסיכון של הפעילות תהיה גבוהה. למרות שטכנולוגיה זו זמינה בקנה מידה ניסיוני ובפילוט (Pilot) – גם בישראל – האפשרות הזו תישאר שולית עם עתיד מפוקפק לפיתוח בקנה מידה גדול אלא אם כן הממשלה תתחייב למו"פ בהיקף הרבה יותר גדול. יהיה זה לא נכון לקדם את רעיון העברת כלובי הדגים מאילת לים התיכון ללא ניתוח רציני של הייתכנות הכלכלית והתחרותיות וכל הצעה להעביר עכשיו את חוות הכלובים מאילת לים התיכון חייבת להדחות.

הצבת חוות כלובים בנמל, אף היא איננה יכולה להיתמך ע"י IET. IET צופה כי דרישות עתידיות לעמידה בתקנים בהתאם לרמה הבין-לאומית החמורה של HACCP (Hazard Analytical Critical Control Points) יציבו בעיות לפעילות כזו בטווח הארוך. יש צורך לכלול גישות ברות קיימא בכל הצעה מעין זו.

המלצה מספר 4: להחיש פיתוח שוניות אלמוגים מלאכותיות כאמצעי למזעור השפעות מקומיות של כלובי הדגים, כמשתלה לאלמוגים הניתנים לשיווק וככלי לימודי ומחקרי.

המלצה מספר 5: לפתח תכנית של צלילות-מכשירים (SCUBA) ברשיון בשוניות המלאכותיות. להגביל בחומרה צלילות מכשירים תיירותיות בשמורה הטבעית.

יש לראות המלצות אלה הן כחוליה מקשרת בזמן הביניים על מנת להתמודד עם הפליטות של חוות הכלובים והן כאסטרטגיית מזעור-השפעות לטווח הארוך, לשיפור של המפרץ כאתר משיכה לתיירות וכן כאמצעי להגנה סולידית לשוניות הטבעיות של אילת. הכלובים בטווח הזמן הבינוני. תיירות מהווה איום עיקרי לשוניות האלמוגים הקטנות של אילת, הנאבקות על קיומן.

השונית המלאכותית, שעליה להיות מורכבת מכמה יחידות ותפוח שלב אחר שלב, תשרת מטרת רבות ככל שתתקדם העברת חוות הדגים ליבשה:

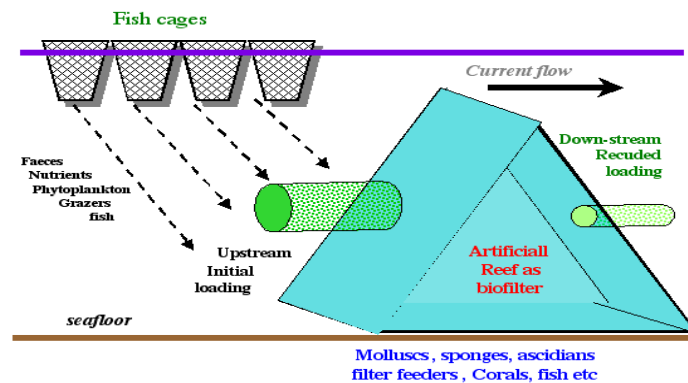
א. הפחתה ממשית של העומס הסביבתי מכלובי הדגים,

ב. הפחתה של הנזקים הנגרמים לשוניות הטבעיות ע"י הסטה של מספר עצום של צלילות צוללים בלתי מנוסים.

ג. שימוש כאתר לצלילות לצוללים-פעם-ראשונה על מנת ל"זכות" בתעודת "הצלול הידידותי לסביבה של אילת/ישראל" (תמריץ מושך להשגת אישור לצלילה בשוניות טבעיות).

ד. שימוש כמתקן סביבתי ללימוד/הדרכה/מחקר של מערכת אקולוגית לציבור הרחב, לגופים לא ממשלתיים (NGOs), ביולוגים, אנשי סביבה ואפילו לקבוצות מחקר זרות העוסקות בשוניות אלמוגים שיוכלו לבצע פרויקטים משלהם (השגת הבנה של ביצועי המערכת ללא הצורך לממן את העלות).

האיור להלן מראה מבנה עקרוני הרעיון של שימוש בשוניות המלאכותיות כאמצעים למזעור ההשפעות של העומס הסביבתי:



מקרא: איור המראה את רעיון המיחזור של פליטות החוות לשוניות המלאכותיות והפיכתן למוצרים שימושיים. פסולת הופכת למשאבים למשתמשים הנמצאים במורד הזרם, עקרון מיחזור אשר מיושם יותר ויותר ע"י תעשיות חקלאיות, ובחקלאות מים יבשתית וחופית.

בעת כתיבת הדו"ח הסופי, IET נוכח בחשיבותה של ההערה הכללית שנמסרה בישיבת הממשלה, בזמן הצגת הממצאים, בהקשר להקמת השוניות המלאכותיות במים פתוחים (עמוקים יותר). נאמר: "יש להכיר בכך שיתכן אובדן של כל השוניות הטבעיות עקב "הלבנה" (bleaching), זה עלול לקרות באורח פתאומי ברמה האזורית כתוצאה משינויי אקלים גלובליים. שוניות מלאכותיות במים פתוחים (עמוקים יותר) יכולות לשמש כמאגר (רזרווה) של אלמוגים.

ה IET נוטה להעלות הערה זו למעמד של המלצה כתוספת להמלצה מספר 4. הסיבות לכך ברורות. התחממות עולמית היא אמיתית ולסיכונים הכרוכים בהתחממות זאת עלולות להיות השלכות חמורות על שונות המדף (fringe reef) של אילת אשר קרובה לפני המים. השונות עלולות למות כתוצאה מאירוע "הלבנה" מסיבי (תוצאת התחממות ב 2-3 מעלות צלסיוס מעל לממוצע העונתי המקסימלי). מן הראוי להציב במים עמוקים יותר ופתוחים (מקום בו הטמפרטורות תשארנה מתחת לרמה הקריטית) שונות אלמוגים שיוכלו לשמש כמקור אפשרי לזריעה מחדש של השונות הטבעית הפגועה (באופן טבעי או באמצעות השתלה). יש לראות בהצעה זו מהלך אסטרטגי של זהירות מוקדמת להתמודדות עם שינויים סביבתיים גלובליים. זכרו: מפרץ אילת הוא ייחודי וזקוק לגישה יוזמת (pro-active) של ניהול סביבתי.

המלצה מספר 6: להגדיר רשות ממשלתית לצורך היישום והאכיפה של הנחיות בענייני סביבה ושימוש במשאבי טבע.

הסוגיות הסביבתיות והניהוליות של מפרץ אילת הן סבוכות ומחייבות מאמץ מתואם ומשולב לשימור והאדרת המערכת האקולוגית שלו. ההמלצות המוצעות ע"י IET אינן שוות דבר אם יישומן לא יבוקר ויאכף באופן הולם. לכן, יש צורך להקים גוף מוליך או ועדה אשר יפעלו ביחד עם כל אלה אשר קשורים ביישום ההמלצות במועדיהן. IET היה מברך על מינוי צוות המדענים הראשיים של שלושת משרדי הממשלה אשר פיקח על השלב הראשון, וממליץ שצוות מוליך זה ימשיך בעבודה. יבואו על הברכה גם, על הארגון, המנהיגות ושיתוף הפעולה של מנהלי ומדעני חיא"ל ומב"א. הם היו חיוניים לטיפול בתכנית הרב-תחומית הזו.

המלצה מספר 7: לשקול איומים קריטיים שונים לשונות, אחרים מאשר כלובי הדגים.
במהלך כל תקופת הערכת המצב באילת, התייחס IET בקצרה למספר איומים פוטנציאליים אחרים למפרץ וקיבל מספר דוחות בעניין זה (דוחות IET -A, B1, B2). אולם, במונחים של השפעות וסיכונים כוללים, ישנם, פוטנציאלית, מקורות השפעה נוספים אשר עלולים לפעול כגורמי עקה יחידים או משולבים. בין אלה:

- א. תיירות (מספר הצלילות עדיין מהווה דאגה גדולה).
- ב. עבודות בנייה בנמלים ובחוף (יש מידע מועט על ההשפעה מאחר שמעט מידע, אם בכלל, היה זמין ל-IET לפני ואחרי ביצוע עבודות הבנייה).
- ג. שינויים בחוף (הנחת חול). חידוש מלאי החול בחופים ושטיפת הגרגירים העדינים לסביבה הקרובה לחוף והסעתם לשונות האלמוגים. משקעים אלה מוסיפים עוד עקה לשונות.
- ד. הזרמת ביוב ושפיכות נפט למפרץ, מי שיפולים של אוניות סוחר ויאכטות.

ה. השפעה פוטנציאלית של המלונות כחוסמי רוח אשר גורמים לשינוי ניכר של תבנית הזרמים בחלק הצפוני של המפרץ, ובכך משנים את מאפייני הערבוב של גוף המים.

ו. ניקוזים של מי שטח (מי גשמים) בזמן אירועים אקראיים של שטפונות מקומיים עזים המביאים למפרץ מים מתוקים ומזהמים.

Findings

Each finding, listed below, has an explanation based on:

- 1) monitoring and research conducted as part of the IET program,
- 2) reports and scientific publications provided by Israel scientists, and
- 3) discussions with Israel scientists.

The findings are phrased in short statements and are followed by extended explanations in scientific language of the IET reports.

Finding No 1: *Water currents in the Gulf are faster and more variable than previously assumed. The northern end of the Gulf (Eilat) has an open exchange with the rest of the Gulf. Thus nutrients and plankton from the fish farms move into the whole Gulf relatively rapidly.*

Modeling of the Gulf showed several dynamic gyres with roughly 20 km scales. These gyres have intense E-W flows of up to 20 cm s^{-1} (IET project 6: Brenner). ADCP data from the Meteor Cruise 1999 confirms this model (Manasrah et al 2004; Fig 5) for 105 m depth (note changes in the velocity vectors from one day to the next). These gyres create relatively fast horizontal mixing. Brenner's model also shows penetration of the gyres into the deep water. Thus vertical gradients of nitrate to the bottom near Eilat show no E-W nor N-S differences (IET project 7a: Erez and Lazar). Plots of nitrate versus temperature below 21.5 degrees (permanent thermocline) are linear, indicating vertical mixing is the dominate process that affects the nitrate distribution, not remineralization of organic material within the water column. Seasonal and yearly changes in the vertically integrated nitrate do not necessarily mean deep water is increasing or decreasing it's nitrate content suddenly; it does indicate that the deep water may depend on the distribution of temperature in the Eilat deep water. Suspended material is moved in and out of Eilat water on time scales of several days. The variability in the transport associated with changes in the forcing is not known, but Brenner suggests it will not alter the result that currents are relatively fast and mixing materials laterally. We recommend some caution and monitoring.

Finding No 2: *Nutrients from the fish cages mix into deep water, widely over the whole Gulf, not just near Eilat.*

The evidence for this statement comes from several IET projects. Firstly, sediment shows a fairly low and relatively even distribution of organic carbon (0.2-0.6%) increasing into deep water. There are no spatial gradients of organic phosphate from fish cages towards the deep water. The highest organic carbon is actually at the base of the fore-reef, quite typical of sediments near reefs. There are also no major accumulations of organic carbon in the sediments. There are no increases of organic phosphate in the top layers of sediment, indicating no changes in the deposition of organic material with increasing nutrient delivery by the fish cages. The high total

phosphate is because of calcium phosphate, suggested to be from dust (IET Project 11: Herut and Nishri). The measured flux of nutrients from the sediments is relatively low $0.1 \text{ mmole m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ to $1 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (IET Report 8: Erez and Nishri), in fact 1-2 orders of magnitude too low to support the large changes in vertically integrated nitrate (IET report 12-01). IET Report 8 discusses support of planktonic production, based on fluxes of nutrients near $1 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. These fluxes are based on calculations of nutrient gradients, not measurements, and are the upper values.

These two IET projects were designed to test whether nutrient accumulation in the sediments could sustain the fluxes of nutrients required for the relatively rapid seasonal changes in nitrate in the water column. The advection and mixing into the wider part of the Gulf and the linear relationship between nitrate and temperature (discussed above) gives evidence that the distribution of nutrients in deep water is fairly uniform. If the sediments accumulated nutrients and released them back to the water column at Eilat disproportionately, then we might expect horizontal gradients in water column nutrients; there are no horizontal gradients reported (IET Report 7a). David 2002 also concludes that changes in the amounts of plankton cannot account for the seasonal changes in nitrate, and reasons that it must be changes in dissolved organic nitrogen (DON) or changes in the water mass below the permanent thermocline.

Finding No 3: *Nutrients in the deeper water of Eilat have been increasing with time, as part of a natural “cycle.” Nutrients from the fish cages are only a few percent of this amount.*

IET Reports 7a and 7b present data indicating deeper water near Eilat is getting higher in nitrate concentration. There is some disagreement between these two reports as to how to interpret the data, but after discussions there appears to be, at this time, a consensus. However further analysis and ongoing monitoring must happen to solidify the following interpretation. Firstly we define two different terms, Eilat deep water, meaning water below the permanent thermocline at station A, and deep water, meaning water below the permanent thermocline throughout the gulf. The above statement, regarding increasing nitrate in the Eilat deep water, is made based on either vertically integrated nitrate (IET Report 7a) or nitrate at fixed depth ranges (IET Report 7b). Both show similar trends. Thus we recognize that “nitrate is increasing in Eilat deep water.” The same data, however, plotted with respect to temperature, indicate that water below the permanent thermocline, increases linearly with respect to temperature. The end-member of those mixing plots appears to increase from 1990 to 2003. This apparent increase is due to the fact that the 1990 profile was not as deep as the 2002 and 2003 profiles (IET Report 7b). Thus all the apparent increases in nitrate may be due to different distributions of temperature (read density) in the deep water. It is absolutely critical to re-evaluate the existing nitrate data with respect to density and temperature. We note that an inspection of the IUI CTD data set shows appropriate pairs of temperature and salinities for the deep. Thus a plot of integrated density from the deepest water to the base of the permanent

thermocline (pick some arbitrary pycnocline) versus integrated nitrate for that water will reveal any trends in the actual increase in this deep water.

These dynamics can be visualized by comparing the horizontal temperature structure between winter and summer periods (IET Report 12: German and Brenner; Fig 5-8) and the oscillation in the temperature change at 200 m (roughly the summer depth of the thermocline: IET Report 12: Fig 9). Inspection of Fig 9 reveals that in summer, 200 m water is cooler than in winter and more high nutrient deep water moves into the northern gulf. This brings massive amounts of nutrients with it. The original "time bomb" hypothesis was erected based on comparisons of winter – summer graphs. IET report 12-2001 pointed out that these large changes in the nitrate inventory must be explained. Note also from Fig 9 of the variability throughout the summer in the 200 m temperature. This means there is a large annual variability in the nitrate inventory. The scatter in the data also indicates there is some wandering. We emphasize that the nitrate vs density or temperature data must be more fully analyzed before anyone can conclude whether the deep water of the entire gulf, not just near Eilat, is changing. The data exist to attempt an answer to this question.

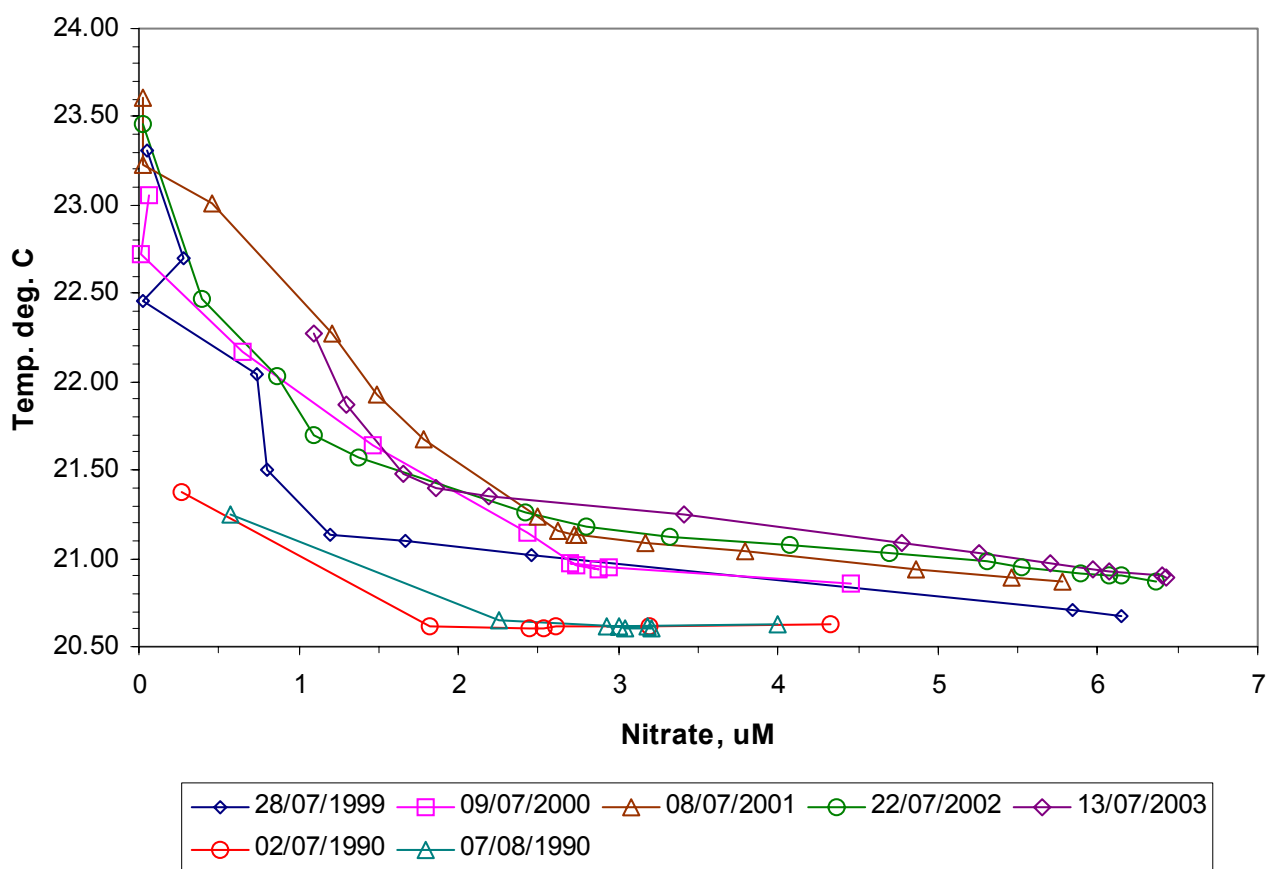
If nutrients and plankton are spread over the entire Gulf water relatively fast (weeks to months) as argued by finding No 1, then the annual flux of nutrients times the residence times of water, divided by the surface area gives the vertically integrated nitrate contribution of the fish farms or $(20 \times 10^6 \text{ mole yr}^{-1} \times 8 \text{ yr} / 2.5 \times 10^9 \text{ m}^2)$ or $0.032 \text{ mole m}^{-2}$. The vertically integrated nitrate over the average depth is at minimum around 2 mole m^{-2} , thus the fish contribution to the total nitrate pool is about 2 %; thus we say several percent. This is small, but significant; it certainly is not negligible. We also recognize that there is little known about the variability in the residence time and fluctuation in export and import of nutrients in the Tiran Strait, so there may be some fluctuations in the deep water nutrient content of this order. The fish farm nutrients are about 2-5% of the total nitrogen exchange through the Tiran Straits ($20 \times 10^6 \text{ mol yr}^{-1} / 10^{12} \text{ m}^3 \text{ yr}^{-1} \times 1 \text{ mmol m}^{-3} = 2\%$). This is not an insignificant number, it is small and a safe loading, but we do not recommend going above this value until a better understanding of the deep water fluctuations exist. It should be noted here that inputs of nitrogen from groundwater are approximately 10 fold less than inputs from fish cages (IET Report A). Groundwater flows for the entire Gulf should be estimated.

If nutrient and plankton are spread over the entire Gulf water relatively fast (as above), we would expect remineralization of organic material to occur throughout the sediments of the entire gulf. The linearity of the nitrate vs temperature plots indicate that the most dense and deepest water has the highest nutrients. This is also an indication that the source of these nutrients must be the sediments, or the very highest residence time water is the deepest water. In practice this is same thing, nutrients must constantly mix upwards from the very deepest water. Organic matter may be oxidized in the deep water but it keeps accumulating downwards. We can estimate the nutrient content of the deep water pool by estimating the flux of nutrients from the sediments into that volume of deep water. Taking a middle value between

the upper nutrient release rates (calculated from diffusion gradients) and lower rates based on actual measurements of nutrient release rates (IET Report 11) times the residence time of the deep water and times surface area to volume ratio of water below 400 m (Klinker et al. 1978) gives the average deep water concentration ($0.22 \text{ mol m}^{-2} \text{ yr}^{-1} \times 8 \text{ yr} \times 2.0 \times 10^9 \text{ m}^2 / 386 \times 10^9 =$) or 9 mmol m^{-3} . This indeed is the right amount considering on average the calculated release rates from the diffusion gradients are 10 times higher that of the measured. If we assume just the measured rates, then the concentration would be about 2 mmol m^{-3} . This calculation is only meant to demonstrate that sediment release can give the right magnitude of deep water concentrations. The deep water concentration will also depend on how much the residence time of deep water varies from one set of years to the next. Given this mechanism, we may expect some fluctuations in the concentration of the deepest water, depending on how rapidly it is mixed from the surface through deep convection (IET Report 12: Fig 11 &12).

David (2002) recognized that the Eilat deep water pool was dominated by mixing, and seasonal plots of Eilat deep water nitrate vs temperature were linear with the same end-members. The question is, how much DON is in the surface water? If there is a refractory component to the DON (an organic compound that is not decomposed on time scales of decades) we might predict that DON varies in the surface waters (water < 2 uM nitrate), probably positively correlated to chl a, but constant in the deep water. This is a good test of the understanding of the deep water pool throughout the basin. We recommend measuring DON at station A. Further, the deep water end-member of nitrate will be set largely by the pore-water nitrate concentrations, averaged over the basin and thus should have a very steady profile under the permanent thermocline. Even though the Eilat deep water nitrate can change (vertically integrated) there must be some component of it that is driven by the distribution of temperature. The hypothesis to check with station A data is to what extent the slope of nitrate vs temperature changes below permanent thermocline. We also recommend (IET report 12-01) using measuring ^{15}N of these different pools of nutrients to confirm there is a weak signal from the fish farms.

Nitrate vs. Temp. Station A, July, Depth > 100 m



Finding No 4: Nutrient delivery to the surface water from Eilat deep water varies from season to season, year to year. This is a natural phenomenon.

This finding is reported so people will understand that nutrient delivery varies, and occurs over a wide region in Eilat. Deep nutrients are correlated to temperature. IET Report 12 shows the seasonal variability in vertical mixing which brings different amounts of nutrients to the surface (IET Report 12: Fig 11-13)

Finding No 5: Excess organic material from the fish farms is confined to a relatively small area near the fish cages; it does not influence the Eilat reef.

The excess organic material settles to the bottom and creates a bacterial mat. This has been described in several reports, previously discussed in the IET 12-01 report to the government. The question however, is to what extent

do nutrients or excess carbon affect the natural reef. Unfortunately there are almost no data to substantiate any claim of “eutrophication.” (Loya 2004) Firstly the nutrient concentrations reported near the cages are not high, they are in fact within “typical ranges” for coral reefs (Atkinson and Falter 2003). Loya et al. (2004) report nitrates and ammonia of only 0.38 and 1.0 μM , respectively and phosphates of 0.12 μM for their experiments on coral reproduction. Nutrients along the coast do not show any excess nutrients on the reef. It is also physically impossible for these nutrients to elevated concentrations basin wide. Do all these nutrients increase organic matter? The IET has seen little data.

There have been no light measurements to address light attenuation and no particle measurements to determine the amount of organic material in the water. Even a 17 year record of chlorophyll over the reef (Genin personal communication) shows steady concentrations with many short term spikes. There is no increase in chlorophyll in the last 4 years of increasing nutrient output from the fish farms. Erez, however, provided a provocative plot of productivity to the IET (Iluz et al. 2004), This report has no numbers nor sampling times on which to evaluate the annual means. These numbers show a doubling of productivity and should be considered very carefully for the following reason. A calculation can at least estimate the area of elevated chlorophyll as phytoplankton. Given an average chlorophyll concentration of $0.4 \text{ mg chl m}^{-3}$ and $0.7 \text{ mmol N mg chl}^{-1}$ in the top 50 m of water the biomass of phytoplankton over a 100 km^2 represents 1.4×10^6 moles of N. If these phytoplankton double every day, they will utilize this amount of N in a day. The fish farms release about 20×10^6 moles yr^{-1} or $5.5 \times 10^4 \text{ d}^{-1}$, roughly 25 times less, so it can be expected that there would be a gradient in phytoplankton, and thus productivity, from the farms outward for 4 km^2 - 8 km^2 depending of the thickness of the surface layer. The change in chlorophyll would not be large but the steady nutrient supply would maintain these higher chlorophyll concentrations, supporting higher production.

Erez and Lazar showed the IET chlorophyll plots three years ago, indicating a gradient from the fish cages outward. This elevated production however does not mean organic material nor nutrients are accumulating in the sediments. Instead the plankton are probably confined to the surface layer and in time scales of days to a week, they are mixed away from Eilat, as reasoned earlier. The issue here is that under some physical conditions, unknown as yet, chlorophyll and nutrients could be trapped for days and not be transported outward, giving spikes of chlorophyll. The Princeton Ocean Model (IET Report 6) was only run over steady winds. There are no extreme scenarios representing changing winds, etc. This gradient is most likely the most important feature of the existence of the fish farms. Iluz et al.(2004) data should be considered very carefully. As chlorophyll is mixed outward and downward it becomes negligible, but the fish farms are a steady source, so there should be some gradient over the first several kilometers at least. There are earlier IORL reports on modeling this dispersion, and it is no surprise to anyone involved. For this reason the IET still considers the local elevation in

chlorophyll and perhaps productivity to be important and recommends caution, hence recommendation to not increase nitrogen from the fish farms.

There apparently are no profiles of light attenuation, and **the IET recommends monitoring light characteristics throughout a 50 m water column near the reef. The IET also recommends comparing the biomass of fish removed by fishing, to the biomass in the cages, to give some idea of the relative change in nutrient excretion from fish.**

Finding No 6: Fish farmers have by now reduced nutrient inputs to the Gulf up to 15% through better management practices.

The IET was impressed with the performance of the fish farms; they have reached a high international acceptable quality standard, to the extent that in 2003 the farms were granted the ISO 14001 standards. Therefore, from a biological and management point of view these farms can be considered comparable to other acceptable farm operations in European countries including the Mediterranean. Most of the recommendations on mitigation strategies made by the IET (Report 12-04) have been implemented by the farms, although not all have been fully achieved. These include the following:

- 1) reducing protein content in the feed for fish over 90g weight. A 3% reduction was achieved in the given time frame of several months after IET Report 12-04. IET asked for a 5% reduction, however, there seems to be health implications in doing so.
- 2) growing fingerlings to larger size onshore before transferring them to cages. The year after the IET recommendation, the fingerlings were stocked at 7g average size instead of 3g, reducing substantially the output of small particles (feces) that sink slowly and drift further downstream. IET has asked for 10g stocking size. There seem to be still some biotechnological problems to achieve this. One critical issue will be whether full recycling or partial recycling provides the best biotechnology for application. If partial recycling is seen as more viable, treatment technology for the residual effluents need to be employed.
- 3) growing fish to max 400g body weight (instead of 500-580g). This has been implemented immediately, thereby culturing fish to a size at which growth rates are still the highest. Older fish grow slower and nutrient/ organic output per unit weight gain decreases. The size limit has lead to an overall more environmentally friendly operation and a sound reduction in nutrient and organic output per unit fish produced. Between 2000 and 2003 the output in total nitrogen was estimated to be in the range of 20%

- 4) no use of antibiotics in caged-cultured fish. During the entire reporting period (since IET 12-04) there has not been a single case where the use of antibiotics was necessary. In fact, farms claim to have not even antibiotics on stock. If diseased fish occurred, fish were removed and disposed of in an approved manner. Further, the farms are supervised and regularly inspected by a veterinarian. IET was informed the veterinarian keeps all the health records.

- 5) In the past, the farms experienced violence by public divers cutting the nets on purpose to either steal fish or let mass escapement purposefully occur (perhaps to later claim that escaped fish threaten the Gulf). Such criminal acts needed to be prevented and IET strongly recommended employment of effective guarding techniques. This recommendation was implemented immediately by using 24 hours video coverage (more than 10 video cameras permanently employed). Additionally, several guards and professional divers are permanently employed to attend the farms and control the nets (2 dives a day at each net). This represents more tight control measures than average cage farms do in Nordic European countries. Any report on new escapements must be considered with skepticism unless independent proof is provided.

IET was also impressed by the pro-active approach of the farms to (a) aggressively seek to meet the standards of ISO 14001 in 2003 and (b) to experiment with building artificial reef structures on a test basis on the farm site. IET strongly believes that building artificial reefs for tourist diving purposes and also for production of valuable aquarium trade species is a highly endorsable and environmentally friendly development that generates significant income, supports the tourist industry and should be strongly encouraged.

Finding No 7: Coral and associated reef organisms grow and proliferate near the cages. There is disagreement as to whether they can reproduce and flourish there.

The fish farms have provided video of coral growth. There are now several publications showing increased growth rates of corals, “weedy” species of *Acropora* and *Stylophora*. There are several critical manuscripts, culminating in a report showing compromised reproduction under the cages, (Loya et al. 2004) i.e lack of planula production compared with a site at IUI off the natural reef. A full discussion of those studies and the published criticisms is rather long. The IET considers that the experiments on coral reproduction need to be re-done at different depths and horizontal distances from the cages to conclude anything about the impact of fish farming nutrients on coral reproduction. Light and nutrients need to be measured at each experimental site and compared with appropriate light and nutrient conditions at the IUI sites. One repeated

concern is that only “weedy” species are settling under the cages; this is incorrect; corals of the genus *Favities* are beginning to settle.

Finding No 8: Diseases in natural populations of Eilat fish and caged fish are minimal but can become potentially a severe risk.

IET Report 22 addresses this issue in great detail, covering not only the IET-project phase but also considers numerous findings from studies in the Gulf over the past 20 years as well as information from peer review literature. The overall conclusion is that disease-related mortalities of fish in the Gulf of Eilat have been occurring, but do NOT appear to be a large scale phenomenon. IET shares this overall conclusion and also agrees that this perception may change as new data become available. IET also is in agreement with the global science community working on diseases of aquatic organisms, that diseases are highly diverse and are an integral part of biodiversity. Therefore diseases and parasites must occur in well-functioning ecosystem. Their population dynamics is as variable as that of their final and intermediate hosts. They can “emerge” suddenly, causing epizootic outbreaks, but can also be latent over years or decades.

Report 22 states that “....dispersal of fish pathogens from the cage farms, however not negligible, are less alarming than previously suspected.” IET is in agreement with this statement. Emergence of diseases in 35 years of Israeli aquaculture indicate that only a few have been introduced; the occurrence of at least three pathogens (*Mycobacterium marinum*, *Streptococcus iniae*, *Lactococcus garvieae*) and the parasite (*Enteromyxum leei*), however, is worrisome. These disease agents and the parasite may be native in the Red Sea, they are new in the Gulf and two (*S. iniae* and *E. leei*) may have been introduced with the transfer for live fish for aquaculture purposes. All of these agents are in need of attention, even if the fish farms are removed. Furthermore, monitoring diseases is in general also required as new disease agents will emerge or show epizootic outbreaks do to climate change or other human activities (see below).

It is generally accepted that transmission of pathogens can occur from cultured fish to wild fish as well as from wild fish to cultured fish. Risks of disease transfer in both directions are real, need to be monitored and properly managed. Most of the diseases found in aquaculture species were previously known from the region, but few are new and have been introduced by aquaculture. The risks of transfer with live fish can be minimized or controlled by following the internationally accepted Codes of Practice on introductions and transfers from ICES (International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen), EIFAC (European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO, Rome) and IOE (International Office of Epizootics, Paris). Principles and strategies employed to manage the risks of disease transfer are similar as when dealing with other human risk pathogens such as SARS or BSE. However, IET recommends that candidates for aquaculture be only chosen from indigenous species to avoid transfer of exotic diseases. Although it would be advisable to develop vaccines for those disease agents that caged

fish could be perceived as both a source and a reservoir (this has been shown to be extremely effective in large-scale cage farms in other parts of the world), there is no future perspective for cage farming in Israel and therefore no economic incentive exist to do so.

Global evidence is accumulating that transfer of aquatic disease organisms are increasingly occurring through other vectors such as ballast water and pleasure boats. These vectors are in need of attention as real threats to the Gulf. The prevalence of disease agents and parasites will also change with global warming. Even when fish farms are removed, diseases are important components and regulators in ecosystem dynamics and community structures.

Finding No 9: A number of contaminants known to affect marine organisms were reported.

There are now reports of heavy metals, detergents in nearshore areas of Eilat (IET Reports A, B1 B2). These agents can create sub-lethal stress on coral and other organisms, which are suggested to be at North Beach and Eilat harbor.

נספח א': האם השונית (האילתית) מתדרדרת ?

מטרת תכנית העבודה הספציפית, כפי שהיא נפרשה בדו"ח הראשון של ה IET (2001) הייתה אמורה לקבוע האם חומרי דשן ממקורות אנושיים מצטברים במשקעי הקרקעית של המפרץ, ומשתחררים ממנה ליצירת "פצצת הזמן". היא לא כוונה להעריך את מצבה של שונית האלמוגים, וגם לא כוונה לגלות את הסיבות לדעיכה לכאורה של השונית.

דוח IET הראשון קבע כי השונית באילת מדרדרת. עתה נראה כי ישנה מידה מסוימת של הערכה מחדש. לוויה (2004) מדווח על הפחתה מתמשכת של כיסוי אלמוגים בחתך יחיד, בעומק של 4 מטר, שהוא חוקר מאז 1969 (לויה 1969). החתך הזה קטן, אורכו 10 מטר והוא מייצג פחות ממליונית של השונית. ישנה עדות מסוימת, בחתכים סמוכים, שכיסוי האלמוגים ומגוון המינים שלהם גבוהים מאשר ב 1969 (פרקול-פינקל ובניהו 2004). IET מודע עתה לדיווחים והצהרות סותרים בספרות המדעית, כך ש-IET מאמין שהתוצאות הבלתי תואמות נובעות מדיגום בלתי הולם במרחב ובזמן.

על מב"א להכין תכנית, המתועדת היטב, להערכת בריאותה של השונית, שתכלול צילומים נרחבים של הקרקעית,

References

- Atkinson, MJ and Falter, J. 2003 Biogeochemistry of Coral Reefs. In *Biogeochemistry of Marine Ecosystems*. K. Black and G. Shimmield. CRC Press Boca Raton Florida p 40-64.
- David E. (2002) Vertical distribution and fluxes of dissolved inorganic nitrogen and phytoplankton in the Northern Gulf of Aqaba (Eilat). MS Thesis, The Hebrew University, Jerusalem.
- Iluz, D; Erez J, Silverman J., Lazar B. 2004 Eutrophication in the northern Gulf of Eilat (Aqaba) detected by increase in its primary production. ABSTRACT NOT PUBLISHED.
- Klinker, J.; Reiss, Z, Kropach, C., Levanon, I.; Harpaz, H., Shapiro, Y. 1978 Nutrients and biomass distribution in the Gulf of Aqaba (Eilat) Red Sea. *Marine Biology* 45:53-64.
- Loya, Y 2004 The Coral Reefs of Eilat. In *Coral Health and Disease*. Ed. Rosenberg E. and Loya Y. pp1-29
- Loya Y, Lubinevsky H., Rosenfeld M., Kramarsky-Winter, E. 2004 Nutrient enrichment caused by in situ fish farms at Eilat, Red Sea is detrimental to coral reproduction. *Marine Pollution Bulletin* 49: 344-353.
- Loya, Y 1972 Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar Biol* 13, 100-123.
- Manasrah, R.; Badran, M.; Lass, H.; Fennel, W. 2004 Circulation and winter deep-water formation in the northern Red Sea. *Oceanologia* 46:5-23
- Perkol-Finkel and Benayahu, 2004 Community structure of stony and soft corals on vertical unplanned artificial reefs in Eilat (Red Sea): comparison to natural reefs. *Coral Reefs* 23, 195-205, 2004
- Stambler, N. and Z. Dubinsky 2004 Stress effects on metabolism and photosynthesis of hermatypic corals. Eutrophication p207. In *Coral Health and Disease*. Ed. Rosenberg E. and Loya Y. pp195-212.

עמוד 22

נספח א': האם השונית (האילתית) מתדרדרת ?

מטרת תכנית העבודה הספציפית, כפי שהיא נפרשה בדו"ח הראשון של ה IET (2001) הייתה אמורה לקבוע האם חומרי דשן ממקורות אנושיים מצטברים במשקעי הקרקעית של המפרץ, ומשתחררים ממנה ליצירת "פצצת הזמן". היא לא כוונה להעריך את מצבה של שונית האלמוגים, וגם לא כוונה לגלות את הסיבות לדעיכה לכאורה של השונית.

דוח IET הראשון קבע כי השונית באילת מדרדרת. עתה נראה כי ישנה מידה מסוימת של הערכה מחדש. לוויה (2004) מדווח על הפחתה מתמשכת של כיסוי אלמוגים בחתך יחיד, בעומק של 4 מטר, שהוא חוקר מאז 1969 (לויה 1969). החתך הזה קטן, אורכו 10 מטר והוא מייצג פחות ממליונית של השונית. ישנה עדות מסוימת, בחתכים סמוכים, שכיסוי האלמוגים ומגוון המינים שלהם גבוהים מאשר ב 1969 (פרקול-פינקל ובניהו 2004). IET מודע עתה לדיווחים והצהרות סותרים בספרות המדעית, כך ש-IET מאמין שהתוצאות הבלתי תואמות נובעות מדיגום בלתי הולם במרחב ובזמן.

על מב"א להכין תכנית, המתועדת היטב, להערכת בריאותה של השונית, שתכלול צילומים נרחבים של הקרקעית,