

זיהום מפרץ אילת: מורה גבוכים*

מאת: ד"ר יעקב דפני



מפרץ אילת הוא גם שקרה לנו, בתחום הנמצא צפונית לחוג הסרטן, המוגדר כים ממוזג, נמצא עדיין מפרץ שבו שוררת ממלכת האלמוגים, שהמגוון הביולוגי בה משתווה לאזורים הסרופיים, כמה גורמים חברו ליצור זאת: (1) השבר הגיאולוגי, שהעמיק מאד, ויצר בחופי המפרץ מדרון תלול ועמוק (2) העדר נהרות ומקורות אחרים של מים מתוקים וסחף יבשתי, המעכירים את מי המפרץ. (3) הקשר של מפרץ אילת, דרך ים סוף, לאוקיינוס ההודי העשיר במינים של יצורים טרופיים ימיים; (4) היותו מבודד יחסית מהים ונתון לאיוד מוגבר, גורמים המעלים את מליחות המים ומכריחים את בעלי החיים להתאים עצמם לתנאי הייחודיים; (5) היחוק ממרכזי אוכלוסין, ששימר את המפרץ נקי וצלול לאורך ימים.

כל אלה אחראיים לקיומו של גוף מים, שהוא בעל מליחות קיצונית מלוח יותר מכל גוף מים המקושר לאוקיינוס, חומו נמוך יחסית, יותר מכל ים אלמוגים אחר דל במקורות מזון "מדבר כחול" – חסרון לכאורה, שנבין בהמשך את היותו יתרון דווקא. ועם כל אלה מאכלס מפרץ אילת במימיו שוניית אלמוגים שבה ריכוז של בעלי חיים עם אחוז גבוה של מינים ייחודיים לו – "אנדמיים". לא לשווא נמצאים צפון ים סוף ומפרץ אילת ברשימת הנופים התתיים המשובחים בעולם.

כך זה מקדמת דנא. מה קורה כעת, שמציב את המפרץ ברשימה הלא-מכובדת של גופי המים הנמצאים בסכנת זיהום וירידה חמורה בפרמטרים שנמנו לעיל?

מפרץ אילת הוא קטן. בס"ה אחוז אחד מתוך ים סוף, שאף הוא גוף מים לא מרשים בגודלו.

הוא מבודד יחסית. מחסום של שוניית רדודה חוסם את מוצאו לים סוף. כתוצאה מכך: חילוף המים במפרץ נמוך. בכל גוף מים קיים מאזן של כניסה ויציאה של מים, שממנו ניתן לחשב את "זמן ההשהות" משך הזמן הנדרש כדי להחליף את כל המים שבו. במפרץ אילת הוא ארוך למדי. זמן ההשהות הממוצע של המים בו נאמד ב־1.5 שנה למים הרדודים ו־6-7 שנים למימי העומק. מכאן שחומרים מזהמים, המגיעים אל הים, מעטים סיכוייהם להיות מוחלפים על ידי מים נקיים יותר. **החי בו הוא רגיש מאד.** כידוע כיום לכל חובב ים, שוניית האלמוגים נוצרות ומתקיימות הודות לפעילותן של אצות שיתופיות, חד־תאיות, הגורשות את רקמת אלמוגי השוניית במיליונים ומייצרות בתהליך הפוטוסינתזה את המזון, שממנו נהנים האלמוגים. יתר על כן, נמצא כי תהליך השקעת הגיר, שבסופו מהווה תרומה לבניית השוניית, תלוי באנרגיה שמספקות אצות אלו לאלמוגים. קשר זה בין האלמוגים והאצות הוא עדין מאד. כל הפרעה, כגון שינוי בסמפרטורת המים, קרינה, ואפילו עודפי חומרי הזנה כמו חנקן וזרחן, עלולה לשבש את האיזון העדין ולגרום לתמותת האצות או פליטתן מרקמת האלמוג. בשלב זה יש להכניס למשוואה קבוצה נוספת של אצות, אצות המצע, אלו הן אצות מקבוצת הירוקיות והחומיות, המתחרות עם האלמוגים על כל פיסת קרקע ים רדודה. האלמוגים, כידוע, מתרבים על ידי פליטת ביצים המתפתחות לפגיות הקרויות פלגולות, אשר תרות אחרי מצע מוצק, שעליו יתיישבו, ושם ייסדו את מושבותיהם. תחרות מתמדת ניטשת בין האלמוגים והאצות הללו. האצות מהירות יותר, ומעודדות מכל תוספת של חומרי ההזנה החנקן והזרחן שמקורן במי ביוב או פסולת אורגנית אחרת המגיעה לים.



החורף, שאז מתקררים המים העליונים, ומשתווה צפיפותם לזו שבעומק. אוֹיֹז חל ההיפוך, הקרוי גם ערבול (או ערבוב) שנתי. שכבת המים העליונים צונחת כלפי מטה, ומי עומק עולים וממלאים את מקומם. זריקת עידוד זו, בצורת חומרי הזנה המגיעים מהעומק, מחוללת תהליך מיידי של צמיחת אצות מצע ואצות פלנקטון. אצות אלה הגדלות ומכסות כל חלקה טובה, מעודדות הופעה של יצורים חד־שנתיים הניזונים מהם, שהחשופיות הן הבולטות שבהן. "פריחה" זו נמשכת חודשיים-שלושה, ולאחריה מתחיל מחזור חדש של שיכוב, וחוזר חלילה. לא כל שנה ההיפוך הוא כל כך דרמטי. יש שנים בהן קירור המים העליונים בחורף איננו חזק דיו כדי ליצור ערבול לכל עומק המפרץ, וחומרי הזנה רבים נותרים עדיין בעומק, בהמתנה לחורף קר יותר שבו יעלו כולם, ולנסיבות שיגרמו לערבולם. פריחת בעצמה חזקה יכולה לגרום לחנק זמני של השוניית, ותמותת אלמוגים שהשיקום ממנה ימשך שנים רבות.

אחת האינדיקציות הבולטות ביותר למצב המפרץ היא אפוא כמויות חומרי ההזנה ובעיקר החנקות – המצטברים בעומק המים. לא לשווא מהווה ניטור מי העומק וההעשרה האורגנית בהם אמצעי הניבוי המועדף על המדענים החוקרים את מצב המפרץ, הנוטים לכנות את הצטברות החנקות בעומק המים "פצצת זמן אקולוגית".

במצב קיצוני, מסוגלות האצות הללו להתיישב על האלמוגים, לכסות אותם ולגרום לתמותתם. סייעני האלמוגים במאבקם נגד האצות הם קיפודי־הים ודגים צמחוניים, המכרסמים את האצות ומנקים את השטח להתיישבות האלמוגים.

קיום היחד, הסימביוזה שקיימת בין האלמוגים והאצות השיתופניות, בין האלמוגים והצמחוניים למיניהם ועוד ריבוי יצורים שממלאים תפקיד חשוב בהדיפת טורפים מהאלמוג או בסיוע לקליטת חומרים מועילים ובחילופי האנרגיה בשוניית – קיום זה מותנה כאמור בשימור התנאים הטבעיים. עם אסונות הטבע למדו יצורי השוניית להתמודד, אך השינויים המהירים באיכות הסביבה שהם תוצר של התהליכים שיזם וחולל האדם, משבשים את פעילותם ומסכנים את קיום המערכת כולה.

השפעת השיכוב. אחד הגורמים הללו הוא מאגר חומרי ההזנה בעומק המים. במפרץ אילת קיים מחזור שנתי של עלייה וירידת מים לעומק. בקיץ, חמים המים העליונים, ואילו המים בעומק של 500–200 מ' הם קרים ב־5 מעלות צלסיוס מהמים העליונים. במצב זה של שיכוב, כל היצורים המתים ופסולת אחרת יורדים לעומק ושם, בחשכה, פועלים עליהם החיידקים ומפרקים אותם ליסודותיהם החנקן, הזרחן, הצורן ואחרים. מכאן שחל דלדול מתמיד בכמויות חומרי המזון במים העליונים לאורך הקיץ. מצב זה של הידלדלות נמשך כל הקיץ ועד לאמצע

רק מהסוף יהיה קובץ



עמוד 3

בשנות ה־1990), לאחר חורף עם ערבוב אנכי עמוק מאד בעתיד".

ההחלטה שהחליטה הממשלה, להעלות את חוות הדגים ליבשה, היא החלטה בעתה. נקווה שיישומה יסייע להסיר את האיום הזה.

אולם, כדברי המשורר "לא תמו כל סכנותינו". יש די והותר כדי להקדיש נפח רציני לאיומים הנוספים המאיימים על המפרץ:

פגיעה על ידי צוללים. בשנים האחרונות יש עלייה במודעות הצוללים לנזק הנגרם לאלמוגים במגע, בכיסוי בחול או אבק, או בכל צורה אחרת של חשיפה שלהם לגורמים אנתרופוגניים. להק של צוללים, העוטה על השונית, מסוגל במחי סנפיר לגזור כליה על אלמוגים שגדילתם נמשכה שנים רבות. לא ייפלא אפוא כי מאמץ מיוחד נדרש כדי למנוע פגיעות אלה. כמויות הצוללים המגיעים למפרץ אילת ובעיקר לחוף אילת, הן הרבה מעל למקובל בחופי אלמוגים אחרים בעולם, ונדרשה פעילות נמרצת לויסות פעילותם, ולמניעת הפגיעה על ידם. אמנם, בשל סיבות שהזמן גרמן, ירד מספר הצוללים מאד בשנים האחרונות, אך מספרם, והתנהגותם בסביבת האלמוגים מהווה עדיין סכנה. שורה של אמצעים מנהליים שנוקטת או תנקוט בעתיד רשות הטבע והגנים, אשר ללא ספק תעורר התנגדות נמרצת אצל הצוללים, הנה כורח בל־יוגה. שיתוף פעולה הדוק בין הרט־ג' וארגוני הצוללים הנה חיונית לשמירת השוניות.

דיג לא חוקי על ידי חובבים ודייגים הפורשים רשתות בקרבת השונית, מהווה אף הוא סכנה ממשית הן למושבות האלמוגים והן לדגי השונית.

טריפת אלמוגים על ידי הכוכב הקוצני.

לאחרונה הפיע גורם זה, שבחופי אלמוגים אחרים פגיעתו קשה וגמשת מזה עשרות שנים, גם לחופנו, והחל סילוק חלקי של הכוכבים. בשל שיתוף פעולה מצד צוללים מגיע המידע בזמן אמיתי לפקחים. גם ריכוזי החילזון גלעין טורף (*Drupella cornus*), הפוגע בעיקר באלמוגים הנמצאים תחת עקה, נמצאים תחת שליטה ובקרה מתמדת.

מחלות אלמוגים. נושא זה חדש-יחסית בתודעתנו. מסתבר כי נגיעות האלמוגים במחלות גברה מאד בשנים האחרונות, ומחקר תופעות אלה נמצא עדיין בחיתוליו.

אשפה תת־ימית. הצטברות רבת־שנים של אשפה תת־ימית, חלקה מתוך כוונה לקבור בים גרסאות ופסולת, וחלקה בלא כוונה, פוגמת מאד בהנאת

לא ייפלא אפוא שאצבע מאשימה מופנית לעבר חוות הדגים שבחוף הצפוני. לא אכנס כאן למעבה הויכוח המתנהל בעיקר באמצעי התקשורת. אציג כאן נתון משמעותי שאין עליו חולק: כל יצור חי הניזון ממזון שיוצר על ידי צמחים, מסוגל להסמיע בגופו לא יותר מ־40–30 אחוז מהמזון המוגש לו. את היתר הוא פולט לסביבה בצורות שונות. נתון זה נכון גם לדגים המגודלים בחוות הכלובים. על אף הייעול הרב שהושג, 70% מהמזון המוגש לדגים מגיע לים בצורת חנקן וזרחן. הטענה שכמויות אלה מבוסלות ולא משמעותיות נדחתה על ידי כל מי שחקר ברצינות את הנושא. אין אחידות דעים ביחס למידת הנזק לשונית שלגביה חלוקים המדענים. גדולה לטענת אחדים, נמוכה עד זניחה לטענת האחרים, ולא לי לשפוט.

בכל זאת, נאמנים עלינו דברי החוקרים, העוסקים מזה עשור שנים בניטור המזינים (נוטריינטים) בשפת המדענים) בעומק מימי המפרץ, בדו"ח השנתי לשנת 2004, (גנין וסילברמן, דו"ח מדעי לשנת 2004 של תכנית הניטור הלאומית), שהוגש לממשלה:

"דפוס השינוי בריכוזי החנקן במים העמוקים בנוי מהקטנה משמעותית של ריכוזי החנקן באביב שאחרי חורף בו הערבוב האנכי הגיע לעומק רב מאד (יותר מ־600 מ') וללאחר מכן הצטברות הדרגתית רב־שנתית במשך שנים בהן הערבוב האנכי רדוד יחסית, עד להגעתו של חורף נוסף בו הערבוב עמוק מאד. מחזור שכזה תועד בין הערבוב העמוק בחורף 1993 לזה שבחורף 2000 ובין האחרון ועד היום (2004) אלא שהעלייה בתקופה הראשונה (2000–1993) הייתה איטית מזו שנצפתה במחזור האחרון הנמשך כיום. דבר זה מעיד על הצטברות מוגברת של חנקן במחזור האחרון. התגברות זו תואמת את העלייה בכמות הדגים המגודלים בכלובים במשך המחזור הנוכחי (בהשוואה לתקופה 2000–1993). כמפורט לעיל, כלובי הדגים הם המקור הדומיננטי לחנקן המוכנס למפרץ ממקורות חיצוניים (280 טון לשנה מהכלובים לעומת לא יותר מ־50 טון מכל המקורות האחרים הידועים).

מסקנה אפשרית, אם כך, היא שלכלובי הדגים תרומה משמעותית להצטברות החנקן במים העמוקים ושכמותם הגבוהה של הדגים המגודלים בכלובים מאז 1990 ועד היום הביאה להתגברות קצב הצטברות החנקן במשך המחזור הנוכחי. מסקנה טנטטיבית זו תקבל חיזוק משמעותי באם רמות הנוטריינטים והחמצן לא יחזרו לרמותיהם הקודמות (כפי שנמדדו



המבקרים. עבדכם הנאמן, המכיר את שוניות אילת מנעוריו, נמנע לאחרונה כמעט לשחות מחוץ לשמורה. אמנם, את

האשפה הזעירה אוספים מדי פעם במבצעים, אך להיפטרות מהגרוטאות והאשפה הגדולה יותר נדרשת מנהלה מסובכת והוצאת כספים רבים. לאחרונה אנו עדים לפרסומת קולנית בדבר שונית אלמוגים חדשה, ההולכת ומוקמת מתחת ובקרבת חוות הדגים. ברור לכל יודע־דבר, שעל החול שמתחת לכלובים אין מתיישבים אלמוגים, אלא על חבלים וקונסטרוקציות מתכת, שנפלו מהכלובים, או נעזבו במים. כינויה של האשפה הזאת כ"שונית מלאכותית" לא תהפוך אותה למשהו אטרקטיבי. מכאן לא תבוא הבשורה.

ביוב. שפיכת הביוב לים, הזיהום המסורתי העיקרי של שנות השבעים והשמונים, חדלה. אולם, שפכי הביוב, הפורץ מצינורות שנבקעו, עקב תקלות במשאבות וצנרת, עדיין מהווים מקור לא אכזב של זיהומים. מי ביוב מאגני החמצון של העיר עקבה, הנמצאים במרחק של ק"מ אחד מהים בחוף הצפוני, מחלחלים לקרקע ומעשירים את הים בחומר אורגני. מקור זיהום נוסף הוא מי השקיה בגינות מהמלונות הסמוכים לחוף הצפוני והצפון-מערבי. חומרי הדשן

המוזרמים בהם מחלחלים ויוצאים אל הים. כמותם אינה גדולה, וכמעט זניחה.

פוספט. הזרחן הנו אחד מחומרי ההזנה שהעשרה בהם אחראית לפריחת הים, שעל משמעותה עמדנו לעיל. הפוספט הוא תרכובת המכילה זרחן כמרכיב עיקרי ומשמשת כדשן מלאכותי. ישראל וירדן מייצאות פוספט בנמלי מפרץ אילת. בשני הנמלים נעשות פעולות לצמצום פליטת אבק פוספט לים, אך ההצלחה היא חלקית. לפני כשנה, גזר בית משפט השלום באילת קנס בסך 450,000 ש"ח על רשות הנמלים, לאחר שהרשיע אותה באי קיום ההוראות מכוח החוק למניעת מפגעים, שהוציא השר לאיכות הסביבה, כתוצאה

מעבודות פריקה וטעינה של פוספט ואשלג. בנוסף, הוטלה עליה חובה ש"במתקן הפריקה של פוספט ובמתקן הפריקה של אשלג יותקן ציוד שאיבה ואיסוף וציוד סינון, שיופעלו בכל

פריקה של פוספט או אשלג". על־פי ההוראות, נאמר בכתב האישום, הייתה חייבת להתקין את המתקן עד אוקטובר 1998, כאשר בפועל הוא הותקן באוגוסט 2001. הנאשמים גם לא קיימו את ההוראה לאיסום



חילזון טורפני שזולל כוכבי־ים. צילם: דודו ורד



הרש"י שלנו, של כל אחד מאתנו. היא הירושה שנשאיר לבנינו ובכדינו, ועלינו לשמר אותה כנגד כל האיומים. כל אחד מאתנו צריך להרגיש כאילו עליו אישית מוטלת המשימה. רק כך נוכל לעשות את הנראה בלתי אפשרי.

המסוע – שאמור היה להתבצע בשנת 1995, אך בפועל הושלם רק בשנת 2001. באילת אפוא נפתרה הבעיה, אך בעקבה עדיין נפלט אבק הפוספט ומזהם את הסביבה.

והשורה התחתונה? בכל העולם הולכות השוניות ונפגעות. שורה של מכות-טבע ומחדלים אנושיים מצמצמים מאד את היקפן ומקטינות את המגוון הביולוגי שבהן. שונות האלמוגים באילת היא "כבשת



צילום: איציק יוגב



מפרץ אילת, מים סוף ועד סופו...

הספר האידיאלי עבור צוללים המעוניינים להרחיב את ידיעותיהם על מפרץ אילת.

זהו ספר יחיד במינו ומקיף ביותר, הפורש יריעה רחבה על כל הנשאים הנכללים בתחום זה. תמצאו בו תשובות לכל מה שרציתם לדעת אודות המפרץ, החל מהמבנה הגיאולוגי של חופיו, מעמקיו, אקלימו והתנאים ההידרוגרפיים של מימיו, עבור בביולוגיה הימית. תיאור קבוצות החי והצומח ובתי הגידול הטבעיים – וכלה בהיסטוריית האזור כולו והאתרים שלחופי ים-סוף והמפרץ. את הספר סוגרת רשימה מפורטת של הסכנות והמצוקות להן נתון המפרץ בעידן הפיתוח המואץ העובר עליו.



בספר 415 עמודים, המכילים כ-590 תמונות נוף ורחי והצומח, מפות ודיאגרמות. סוגרים אותו רשימה מקוצרת של חופי צלילה ואתרי טיול במפרץ, מילון מונחים מדעיים המופיעים בספר ורשימה של 600 מאמרים וספרים בעברית ובלעז הנזכרים בספר. הספר כתוב בשפה קלה להבנה, ומתאים הן לסטודנטים ולתלמידים המבקשים להיעזר בו בלימודיהם, והן לצוללים. מומלץ לכל המתעניין להציץ באתר הספר www.dafni.com/sefer בו תמצאו את ראשי הפרקים, גלריית תמונות נבחרות מתוך הספר וביקורות שכתבו מבקרים יודעי דעת וכתיבה. את הספר ניתן לרכוש בחנויות הספרים, וצוללים המבקרים באילת יכולים לרכשו אצל המחבר בניכוי המע"מ (פרטים באתר הנ"ל) או באמצעות הדואר.