

"בתי גידול אופטיים" של פיטופלנקטון במפרץ אילת

גל דישון

בהנחיית: צבי דובינסקי ודוד אילוז

רקע:

יצרנות ראשונית בתהליך הפוטוסינתזה קובעת במידה ניכרת את הרכב האטמוספירה ואף את כמות החומר המסוחררת בביוספירה כולה. אומדנים של יצרנות ראשונית עולמית מעריכים כי כמחצית מהיצרנות הראשונית מתבצעת באוקיאנוסים ע"י אצות פלנקטוניות, ומתוך היצרנות האוקיאנית 86% מתבצעים באוקיאנוס הפתוח.

במפרץ אילת, כמו גם בחלקים נרחבים של האוקיאנוס הפתוח, מרבית היצרנות מתבצעת ע"י אצות פלנקטוניות קטנטנות ("אולטרה פיטופלנקטון" בקוטר קטן מ 8 מיקרון). מתוך האצות הקטנטנות הללו נודעת חשיבות מרובה לשתי קבוצות של בקטריות פוטוסינטטיות: *Synechococcus* ו *Prochlorococcus*. שנה אחר שנה חוזרת ונצפית במפרץ דינמיקה קבועה וצפויה בה האצות האאוקריוטיות, השולטות בחודשי החורף, מוחלפות ע"י *Synechococcus* עם תחילת הקיץ ומוחלפות בתורן ע"י *Prochlorococcus* מאמצע הקיץ עד לתחילת החורף הבא. דינמיקה זו מוסברת במידה רבה לפי ריכוזי חומרי הדשן (נוטריינטים) באזור הפוטי ויציבות עמודת המים (ערבוב חורפי עמוק ושיכוב קיצי).

תוך כדי בחינה מחודשת של ריכוזי הבקטריות הפוטוסינטטיות בעמודת המים, כפי שנמדדו על ידינו ובמחקרים קודמים, הבחנו כי בנוסף לדינמיקה העונתית שתוארה לעיל ניתן להבחין גם בחלוקה לעומק בעמודת המים כך שאוכלוסיות *Synechococcus* ממוקמות בעומקים רדודים יותר מאוכלוסיות *Prochlorococcus*. התופעה שסקרנה אותנו ביותר הייתה קיומן של שתי אוכלוסיות אלו בו זמנית, אחת מעל השנייה, באמצע הקיץ. תופעה זו איננה מוסברת ע"י ריכוזי חומרי הדשן מכיוון שאוכלוסיית *Prochlorococcus*, הנחשבת לזו המשגשגת כאשר חומרי הדשן מצויים בריכוזים נמוכים ביותר, מתמקמת דווקא בעומק רב, בסמוך למקור הדשן העיקרי במפרץ, הלוא הוא מי העומק.

את ההסבר לחלוקת עמודת המים בין קבוצות הפיטופלנקטון הנ"ל חיפשנו בהבדלים הניכרים בתנאי התאורה עם העומק ובמאפיינים האופטיים המיוחדים לקבוצות השונות, המכוונות אותן לשגשוג בתנאי תאורה שונים, ומכאן לניצחון על יריביהם בתחרות על מרחב המחיה בעמודת המים. לפי הגיון זה, *Synechococcus*, הידועים בחסיונותם היחסית לקרינת UVB מזיקה וביכולתם לעשות שימוש פוטוסינטטי באור ירוק, ישלטו בחברת הפיטופלנקטון הרדודה, שם קרינת UVB חזקה והאור הירוק עדיין נמצא בשפע יחסי, ואילו *Prochlorococcus*, הידועים בקליטת האור יוצאת הדופן שלהם, ישלטו בחברת הפיטופלנקטון העמוקה, היכן שאור השמש הינו המשאב המגביל. על מנת לבחון השערה זו בתנאים טבעיים בים עצמו מדדנו ריכוזי פיטופלנקטון בעזרת מכשיר לספירה והפרדת תאים (Flow

Profiling) (cytometer, FACS במקביל למדידות אור ספקטראליות באמצעות מד אור תת מימי (Reflectance Radiometer, PRR800) במשך העונות המשוכבות (אביב עד סתיו) של השנים 2008-2009 בתחנת ים פתוח במפרץ .

תוצאות ומשמעותן:

התוצאות הראו התאמה למראית עין של מיקום אוכלוסיות *Prochlorococcus* ו *Synechococcus* לעומקים אליהם מגיע 1% מקרינת UVB (באורך גל 313 nm) ותאורה פוטוסינטטית (PAR) בהתאמה. אותה תופעה נראית גם בבחינה של תוצאות נוספות משנים קודמות ואף עולה ממדידות דומות שערכנו במערכות אוקיאניות שונות במזרח הים התיכון (מערבל שיקמונה ומערבל רודוס).

בהתאם לתוצאות הנ"ל אנו מציעים לחלק את עמודת המים במהלך העונה המשוכבת במפרץ אילת לשלוש "פרוסות עומק" כך שיתאפשר חיזוי של האוכלוסיה השלטת בחברת הפיטופלנקטון בעומק נתון:

1. **בית הגידול העליון** – משתרע מפני המים ועד לעומק אליו מגיע 1% מקרינת UVB – בו ישלטו אוכלוסיות *Synechococcus*.

2. **בית הגידול התיכון** – מהעומק אליו מגיע 1% מקרינת UVB עד לעומק אליו מגיע 1% מהתאורה הפוטוסינטטית (PAR) – בו האוכלוסיה השולטת נקבעת בהתאם ליחס שבין האור הכחול לירוק או בשל תנאים שאינם תאורה, כגון זמינות חומרי הדשן.

3. **בית הגידול העמוק** – שוכן מתחת לעומק אליו מגיע 1% מהתאורה הפוטוסינטטית (PAR) – בו תשלטנה אוכלוסיות *Prochlorococcus* הודות ליתרון בקליטת האור.

כצעד נוסף בדרך לאפשר את פילוח עמודת המים לבתי גידול אופטיים באוקיאנוס הפתוח (היכן שמדידות שדה נרחבות בזמן ובמרחב אינן מעשיות), ניסחנו בעבודה גם משוואות המאפשרות את קביעת העומקים של בתי הגידול האופטיים לפי החזר האור המתקבל בחישה מרחוק ע"י לווינים.

החלוקה של עומדת המים לבתי הגידול האופטיים איננה מתארת דווקא את הגורם העיקרי המוביל את הדינמיקה העונתית במפרץ, אך נותנת משקל לתנאי התאורה המשתנים כאחד הגורמים הקובעים את הרכב חברת הפיטופלנקטון בעמודת המים, וניתנת לשימוש במודלים החוזים תמורות בחברת הפיטופלנקטון בתגובה לשינויים אוקיאניים עתידיים.

תחזיות עולמיות צופות למשל, כי התחממות האטמוספירה תוביל בשנים הבאות לשיכוב מוגבר בחלקים נרחבים של האוקיאנוס הפתוח. שיכוב זה בתורו יוביל לבלייה מוגברת של חומרים המומסים במים ובולעים חלק גדול מקרינת ה UV בשכבת המים העליונה. לפי עיקרון בתי הגידול האופטיים המוצג כאן, עליה בחזירת קרינת UVB לעומק המים, תוביל להגדלת טווח העומקים בו שולטות אוכלוסיות *Synechococcus*, בעוד שתחזיות המבוססות על זמינות חומרי הדשן בלבד תחזינה השתלטות *Prochlorococcus* על חברת הפיטופלנקטון באופן כללי. מאחר וקצבי היצרנות שונים בין הקבוצות, תיתכן לעדכון כזה בתחזיות משמעות ניכרת בניבוי מאזני הפחמן ברמה העולמית.