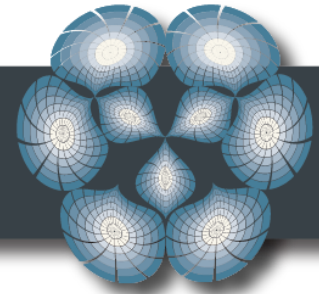


הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021 * ועידה מקוונת



אתגרי שמירת טבע בים בעידן של שינויי אקלים – היבטים מקומיים ועולמיים

גיל רילוב

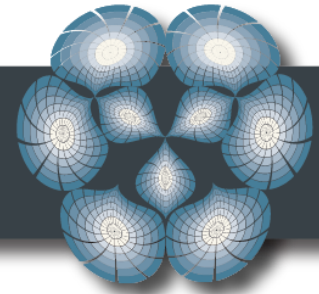
חקר ימים ואגמים לישראל

מייל לתכתובות: rilovg@ocean.org.il

שינוי האקלים הנוכחי, אפילו תחת התחזיות האופטימיות ביותר, מהווה אתגר מיוחד לשמירת טבע. באזורים רבים, תפוצת המינים משתנה במהירות בשל ההתחממות, גלי חום גורמים לתמותות המוניות, ומינים פולשים חובבי חום מתבססים בקלות רבה יותר באזורים מתחממים. כל אלה מובילים לשינויים אקולוגיים מרחיקי לכת ואפילו לקריסת מערכות אקולוגיות. תחת שינויים מרחיקי לכת אלה, שמירת או שיקום מערכות אקולוגיות והמגוון האקולוגי המקורי שלהן, או לפחות שמירה על תפקודי המערכת, דורשת היערכות מיוחדת של קובעי מדיניות ואנשי שמירת הטבע. בסקירה של מידת ההתייחסות והמימוש של דירקטיבות אירופאיות העוסקות בשמירת טבע ימית וקיימות לנושא השפעת שינוי האקלים נמצא, כי רוב מדינות אירופה כמעט ואינן מתייחסות לשינוי אקלים באופן אופרטיבי במסמכי מדיניות שמירת הטבע הימי שלהן. בנוסף, נבדק עד כמה ניטור שמורות ימיות (בדגש על הים התיכון) יכול להוות כלי לניטור השפעות שינוי אקלים ונמצא כי סקרי ניטור שמורות הטבע ברוב אזורי הים התיכון אינו רציף, או אינו כולל במקביל אזורי שמורה ואזורים מחוץ לשמורה, שיאפשרו להבדיל בין השפעות מקומיות וגלובליות על המגוון הביולוגי. גם בישראל, שבה השפעת שינוי האקלים על הסביבה הימית הולכת ומתעצמת, אין התייחסות במסמכי תכנון המרחב הימי לנושא זה. בפרסומים עדכניים של רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע, המקדמות את נושא שמורות הטבע הימיות, ישנה התייחסות ראשונה לנושא חשוב זה. למרות שאין לישראל יכולת לשלוט באופן משמעותי על השינוי הגלובלי, הפחתת לחצים מקומיים עשויה לחזק את המערכת האקולוגית ולאפשר לה להתמודד בצורה טובה יותר עם הלחצים הגלובליים. בנוסף, יתכן שיש להיערך לשינוי בצורה חכמה ולהציב קריטריונים ריאליים כמדדים להצלחת שמירת הטבע בעידן של שינוי אקלים. ברמה העולמית, יש לפתח פתרונות מבוססי טבע וביניהם לזהות אזורים שפחות מושפעים משינוי האקלים (climate change refugia) ולהגדיר אותם כמועדפים לשימור ושיקום. זיהוי אזורים אלה צריך להתבסס על שילוב של מדדים פיזיקו-כימיים של יציבות האזור וכאלה של רגישות פיזיולוגית של המינים הרלוונטיים לשינויים סביבתיים.

תרומת המחקר:

ההתמודדות עם ההשפעות האקולוגיות של שינוי אקלים הוא האתגר הגדול והדחוף ביותר של המין האנושי בתקופה הנוכחית, כיוון שלהשפעות הללו ישנן השלכות לא רק על המגוון הביולוגי אלא גם על תפקוד ושירותי המערכות האקולוגיות לרווחת האדם. לצורך ההתמודדות עם הבעיה צריך ראשית להכיר בה ציבורית ומערכתית, ואז לפתח מדיניות סביבתית המעוגנת באסטרטגיות מבוססות מדע לצורך ריסון ההשפעות או הערכות והתאקלמות במידה ולא ניתן לרסן.



אצטלנים כביו-אינדיקטורים לזיהום שיירי תרופות בסביבה הימית בישראל

גל נבון, נועה שנקר, דרור אבישר, אביב קפלן

אוניברסיטת תל אביב

מייל לתכתובות: galnavon@mail.tau.ac.il

רקע. העדויות המצטברות לעלייה בנוכחות שיירי תרופות בסביבה הימית מעוררות דאגה ברחבי העולם. כתוצאה מעלייה חדה בשימוש בתרופות והיעדר היכולת לטיפול יעיל בשיירי תרופות במפעלים לטיפול בשפכים, קיימת הזרמה קבועה של שיירי תרופות לסביבה הימית. מדידת חומרי תרופות בסדימנט ובמי ים אינה מספיקה לחיזוי הריכוזים אליהם נחשפים אורגניזמים ימיים, מכיוון שהיא מציגה תמונת מצב רגעית ואינה משקפת את ההשלכות הפוגעניות וגורל החומרים הללו באותם אורגניזמים. מטרת המחקר הנוכחי הינה לבחון את היקף והשלכות הזיהום בשיירי תרופות בסביבת החוף הישראלי ע"י שימוש באצטלנים (מערכת המיתרניים) כאינדיקטורים ביולוגיים. אצטלנים הינם בעלי חיים צמודי מצע הניזונים מסינון מים בעילות גבוהה, בעלי תפוצה גלובלית נרחבת וקרבה פילוגנטית לחולייתנים, ועל כן מהווים חיות מודל אידיאליות לבחינת היקף והשלכות של זיהומים ממקור אנתרופוגני בסביבה הימית.

שיטות. במחקר הנוכחי נבחן השימוש בשלושה מיני אצטלנים להערכת היקף הזיהום של שלוש תרופות נבחרות: קרבמזפין (CBZ), בזפיבראט (BZF) ודיקלופנק (DCF), באחד-עשר אתרי מחקר לאורך חופי ים-תיכון וים-סוף בישראל. זיהוי חומרי התרופות ברקמות אצטלנים בוצע ע"י מיצוי נחל תחת לחץ (PLE) ואנליזה באמצעות כרומטוגרפיית נחל בלחץ גבוה וספקטרומטר-מסה (HPLC/MS). בנוסף, נבחן שינוי בביטוי חלבונים בשיטת פרוטאומיקה בעקבות חשיפת אצטלנים ל-CBZ בריכוזים סביבתיים שונים תחת תנאי מעבדה מבוקרים.

תוצאות. נמצא זיהום נרחב בחומרי תרופות במימי החוף הישראלי. ארבעה אתרי מחקר נמצאו מזוהמים בכל חומרי התרופות הנחקרים. DCF היה החומר התרופתי המזוהם ביותר, נוכח בתשעה מאתרי המחקר. הריכוזים הגבוהים ביותר שנמדדו עבור כל תרופה הם 51.9 נ"ג/ג' (משקל יבש של אצטלנים) של DCF באשדוד, 47.8 נ"ג/ג' של BZF בעכו, ו-14.3 נ"ג/ג' של CBZ בשדות ים. בניסוי החשיפה, ביטוי של 12% מהחלבונים המזוהמים השתנה בצורה מובהקת בין קבוצות הטיפול.

דיון ומסקנות. המחקר הנוכחי מדגים את הפוטנציאל המבטיח של אצטלנים לזיהוי זיהום תרופות בסביבה הימית, לפני גרימת נזק אקולוגי בלתי הפיך, ומספק כלים לזיהוי וכימות סוג זיהום זה. קרבתם הפילוגנטית של אצטלנים לחולייתנים מספקת יתרון בבחינת השפעת התרופות על מערכת מודל המשתייכת למיתרניים.

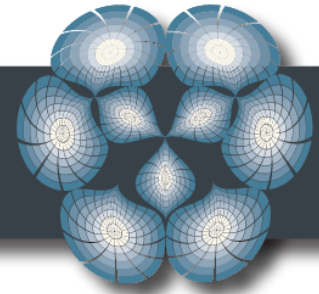
תרומת המחקר:

כמות התרופות הגבוהה שנמדדה באצטלנים בחופי ישראל מדגישה את הצורך במחקר עתידי בנושא זיהום תרופות, לצורך הפקת מידע חיוני בנוגע להיקף הזיהום והבנת השלכותיו על אורגניזמים ימיים. המידע יעלה את מודעות הציבור לנושא ויאפשר גיבוש מהלכים יישומיים לתכנון עתידי של טיפול בשיירי תרופות טרם הגעתן לסביבה הימית. ע"י ניצול התפוצה הגלובלית הנרחבת של אצטלנים ניתן יהיה לבחון בשיטה השוואתית זיהום חומרי תרופות באמצעות ביו-אינדיקטורים מאותו המין במקומות שונים ברחבי העולם.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



עמידות תרמלית של פורמיניפרים בנתונים והמיקרו-אצות הסימביונטיות שלהם לתנאי ההתחממות הצפויים במזרח הים התיכון

דורון פינקל¹, סיגל אברמוביץ¹, דנה טיטלבוים²

1. אוניברסיטת בן גוריון בנגב
2. School of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol, UK

מייל לתכתובות: doronpi@post.bgu.ac.il

מזרח הים התיכון הינו איזור ייחודי המתחמם באופן מהיר יחסית ולכן יכול לשמש כמעבדת שדה לחקר השפעות התחממות מי השטח בים. ההבנה של תגובת מערכות אקולוגיות ימיות להתחממות מי השטח באוקיינוסים הינה חיונית. פורמיניפרים בנתונים גדולים הינם חד תאיים ימים אאוקריוטים, נושאי סימביונטים, בעלי חשיבות אקולוגית גדולה כיצרני קרבונט ו"מהנדסי סביבות". טמפרטורה הינה גורם משמעותי המשפיע על התפוצה והשגשוג שלהם. לכן, עתידם תחת תנאי ההתחממות הצפויים הינו מקור לדאגה. במחקר זה בחנו את העמידות התרמלית של שני סוגי holobiont מרכזיים המאופיינים בסוג שלד שונה וסימביונטים שונים: הפורמיניפר ההיאליני נושא הדיאטומיאות *Amphistegina lobifera* והפורמיניפר הפורצלני נושא הדינופלגלטות *Sorites orbiculus*. על מנת להעריך את העמידות התרמלית של ה-holobiont, התבצעה מדידה של קצב יצירת השלד המעיד על פעילות הפורמיניפר. במקביל, נמדד קצב ייצור פוטוסינתטי המעיד על פעילות הסימביונטים. המדידה נעשתה בתנאי טמפרטורה שונים המדמים את ההתחממות הצפויה בים התיכון. מטרתו של מחקר זה הייתה לקבל הבנה טובה יותר של התרומה היחסית של הפורמיניפר המארח והאצה הסימביונטית בהתמודדות עם ההתחממות הצפויה. תוצאות המחקר מראות כי שני המינים חווים ירידה הדרגתית בתפקוד בין הטמפרטורות 32°C ו- 35°C . רגישות זו שונה בעוצמתה כאשר קצב בניית השלד של *A. lobifera* הוגבל כמעט לחלוטין לעומת ירידה קלה יותר בקצב בניית השלד של *S. orbiculus*. על כן, התחממות העתידית עלולה להביא לשינוי בתרומה היחסית של מינים אלו כייצרני קרבונט משמעותיים. בנוסף לכך, התגובה הנצפת ב-*A. lobifera* הינה תגובה מסוכנת בין פעילות הסימביונטים ופעילות הפורמיניפר המארח, בניגוד לתגובה הנצפת ב-*S. orbiculus*, המראה ירידה בפעילות הסימביונטים הקודמת לירידה בפעילות הפורמיניפר. תוצאות אלו מצביעות על כך שהאצות הסימביונטיות עלולות אף להגביל את העמידות התרמלית של ה-holobiont.

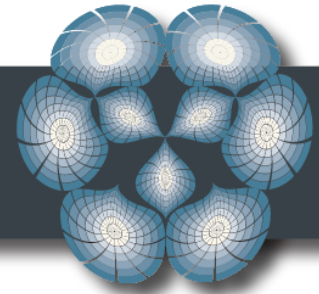
תרומת המחקר:

פורמיניפרים במדף היבשת הינם ייצרני קרבונט בעלי תפקיד חיוני במחזור הפחמן. ייצור הקרבונט המוערך הינו 43 מיליון טון בשנה. מדובר במפעל מרשים הנשען על הקשר האובליגטורי שבין ייצרני קרבונט והאצות שהם נושאים. ייצרני קרבונט אלו, כדוגמת פורמיניפרים בנתונים החיים בחופי הים התיכון של ישראל, הינם קרובים לסף העמידות התרמלית שלהם עקב ההתחממות הגלובלית. מחקר זה חושף לראשונה את תרומת הפורמיניפר המארח והאצה הסימביונטית לרגישות הנובעת משינויי הטמפרטורה הצפויים באזור זה.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



השפעת תנאים סביבתיים ו(אולי) חומרים מזהמים על אוכלוסיות החיידקים בים התיכון

דניאל שר

אוניברסיטת חיפה

מייל לתכתובות: dsher@univ.haifa.ac.il

רקע ושיטות: מיקרואורגניזמים ימיים מהווים חלק חיוני של המערכת האקולוגית, ומבנה האוכלוסיה המיקרוביאלית משתנה בזמן ובמרחב. מחקרים רבים מנסים לאפיין את הגורמים הסביבתיים שמשפיעים על מבנה אוכלוסיות מיקרוביאליות ועל תפקודן, אולם במקרים רבים המשתנים הסביבתיים שנמדדים אינם מספיקים על מנת להסביר את הרכב אוכלוסיות אלה. על מנת לאפיין את דפוסי השינוי של האוכלוסיות המיקרוביאליות בים התיכון המזרחי, ביצענו סדרת הפלגות מחקר עונתיות לתחנה n-1200, שנמצאת כ-50 ק"מ מזרחית להרצליה. בהפלגות אלה מדדנו מגוון תנאים סביבתיים ושאלנו עד כמה תנאים סביבתיים אלה יכולים להסביר את דפוסי השינוי באוכלוסיית החיידקים, כפי שנמדדה באמצעים גנטיים (קביעת רצף הגן שמקודד לתת היחידה הריבוזומאלית S16).

תוצאות המחקר: מבנה אוכלוסיית החיידקים בים התיכון המזרחי השתנה עם העומק, ובמידה פחות עם העונות. ההבדל העיקרי באוכלוסיות המיקרוביאליות היה בין אוכלוסיות שמחוברות לחלקיקים (גדולים מ-11 מיקרון) ובין אוכלוסיות "חופשיות", שאינן מחוברות לחלקיקים. תנאים סביבתיים שונים השפיעו על כל אחת מהאוכלוסיות הללו – חיידקים חופשיים הושפעו בעיקר מעומק המים וממבנה אוכלוסיית הפיטו-פלנקטון, בעוד חיידקים צמודי-חלקיקים הושפעו יותר מהעונתיות, וניתן היה לזהות בהן "פריחות" חוזרות של מיני חיידקים שונים. יחד עם זאת, רוב השונות באוכלוסיית החיידקים נשארה בלתי-מוסברת. הגנטיפים של אוכלוסיות החיידקים צמודי-חלקיקים עשויים להיות מועשרים בגנים שמעורבים במסלולים מטאבוליים לפרוק ולניצול של מזהמים כגון קוטלי עשבים ותוצרי פרוק נפט ופולסטיק.

דיון ומסקנות: מחקר זה הינו הראשון שעוקב אחרי השינויים באוכלוסיות החיידקים בים התיכון עם הזמן, עם העומק, ובין אוכלוסיות שממלאות נישות אקולוגיות שונות (חופשיים וצמודי-חלקיקים). תוצאותינו מזהות הבדלים יסודיים בדינמיקה של שתי הנישות האקולוגיות הללו, אך בו-בזמן מדגישות את פערי הידע שבגללם הגורמים הסביבתיים שקובעים את רוב השונות באוכלוסיות החיידקיות נשארים בלתי-ידועים. אנחנו מציעים שמזהמים שונים עשויים להיות גורמים בעלי השפעה גדולה על אוכלוסיות חיידקיות בים התיכון, ומציעים לכלול מדידות של מזהמים כאלה, בשילוב עם מדדים גנטיים של אוכלוסיות מיקרוביאליות, בהפלגות מחקר אוקיאנוגרפיות ובתכניות ניטור.

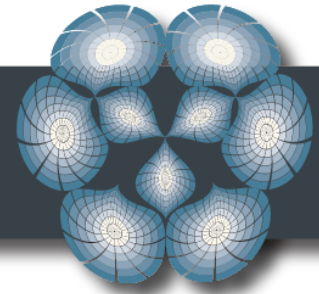
תרומת המחקר:

הים התיכון המזרחי נמצא בתהליך מואץ של פיתוח תשתיות גז (ובעתיד אולי גם נפט). פיתוח זה, יחד עם תהליכים גלובאליים כגון זיהום בפלסטיק ובקוטלי מזיקים, עשוי להשפיע על איכות המזון ומי השתיה שאנחנו מפיקים מהים התיכון. מחקר זה מהווה "קו בסיס" למבנה אוכלוסיות החיידקים בים התיכון, ויהווה נקודת מוצא למחקרים שבהם נבדוק את השימוש בחיידקים ימיים כביו-סנסורים רגישים למזהמים אלה.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



מידול השפעת זרם התמלחת ממתקני התפלה על מארג המזון החופי במזרח הים התיכון

מיכל גרוסוביץ¹, גדעון גל²

1. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel

2. חקר ימים ואגמים לישראל

מייל לתכתובות: micgros@gmail.com

גידול אוכלוסייה ושינויים במשטרי מזג האוויר הובילו לעלייה בדרישה למי שתיה, ובכך לעלייה אקספוננציאלית בתעשיית ההתפלה בה מספר המפעלים המבוססים על טכנולוגית אוסמוזה הפוכה עולים באופן מתמיד. מטרת מחקר זה הייתה לבחון את ההשפעה האפשרית של הזרמת התמלחת על מארג המזון הימי על ידי בנייה וניתוח מודלי מארג מזון משתי סביבות מתקני התפלה הממוקמים לאורך קו החוף הישראלי. המודלים נבנו באמצעות חבילת Ecopath and Ecosim with Ecospace, יחד עם דוגמאות שנאספו מן השטח עבור כיול ואימות המודל. לאחר מכן ערכנו סדרת תרחישים על מנת להעריך את ההשפעה של עלייה במליחות וטמפרטורת המים על מארג המזון. השוואה בין תוצאות המודל ומדידות איזוטופיות של ערכי $\delta 15N$ הניבה מתאם טוב. בנוסף, תוצאות Ecopath מתארות את חשיבות שילוב קבוצות זואופלנקטון שונות במודלים, הן מבחינת ביומסה והן מבחינת הרמה הטروفית. תוצאות Ecospace מצביעות על כך שביומסת רוב הקבוצות הפונקציונליות ירדה בהשוואה לתרחיש ללא התפלה. בנוסף, התוצאות מצביעות שככל הנראה עלייה בטמפרטורה היא גורם המשפיע יותר על מארג המזון מאשר עלייה במליחות.

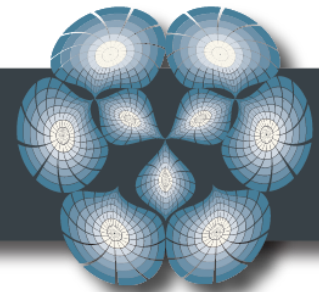
תרומת המחקר:

מודלים אקולוגיים הם כלי נפוץ לניהול קבלת החלטות מבוסס מדע. תוצאות המחקר בתרחישיו השונים מצביעות על מגמות בביומסה בהתאם לעלייה או ירידה במליחות ובטמפרטורה ועל כן ניתן ליישם את תוצאות מחקר זה וגם תרחישים נוספים במודל במדינות הסביבתית של ממדינת ישראל.

הוועידה השנתית ה-49 למדע ולסביבה

8-7 ביולי 2021

* ועידה מקוונת



מיני מים קרים מעמיקים בכדי להמלט מטמפרטורת מי ים גבוהות

שחר חייקין, שחר דובינר, יונתן בלמקר

אוניברסיטת תל אביב

מייל לתכתובות: shahar710@gmail.com

הסברה כי מינים ימיים מסוגלים להגיב להתחממות הים באמצעות שינוי תפוצת עומקיהם שנויה במחלוקת. בעוד ישנן עדויות למינים אשר העמיקו בכדי להתמודד עם התחממות האקלים, מחקרים אחרים מצאו כי מינים מוגבלים ביכולתם להעמיק. היכולת לגלות אילו מינים רגישים יותר להתחממות אקלים עשויה לאפשר בניית תחזיות מדויקות לתפוצת העומקים העתידית של חברת בעלי-החיים הימית. במחקר זה אספנו נתוני דיג מכמורת המכילים מידע אודות תפוצת העומקים של 236 מינים ימיים לאורך הגרדיינט האקלימי החד של הים-התיכון. בין המינים נכללים דגים, סרטנים עילאיים וראש-רגליים. חשפנו כי מינים מעמיקים את גבול תפוצתם הרדוד במקביל להתחממות טמפרטורת מי הים מכיוון מערב לכיוון מזרח הים התיכון. אולם, דפוס שינוי העומקים אינו אחיד בין מינים. נמצא כי מינים חובבי מים קרים העמיקו משמעותית יותר ממינים חובבי מים חמים. כך גם מינים החיים במנעד טמפרטורה רחב העמיקו משמעותית יותר ממינים החיים במנעד טמפרטורה צר. שינויים משמעותיים אלו לאורך הגרדיינט האקלימי של הים-התיכון, חוזים כי התחממות מי הים עשויה לשנות את תפוצת העומקים של יצורים ימיים ובכך גם את הרכב החברה בעומקים שונים. כך, בדומה לתחזיות לשינוי תפוצת מיני בעלי-חיים לאורך קווי רוחב בשל התחממות אקלים, מחקר זה מאפשר לחזות על פני מימד העומק את המינים שעתידיים להיפגע או לשגשג מהאוקיינוסים אשר הולכים ומתחממים עם הזמן.

תרומת המחקר:

מחקר זה חושף כיצד מינים ימיים עשויים לשנות את תפוצת עומקיהם לאור התחממות האקלים על פני קנה מידה רחב. בעוד שחלק מן המינים הנבדקים מעמיקים, אחרים אינם משנים את תפוצתם ודפוס התגובה ניתן לחיזוי על פי תכונות המינים (כגון העדפת טמפרטורה). חשיבות מחקר זה הן לציבור והן לתחום המחקר באה לידי ביטוי על ידי הנגשת תחזיות לשינויים בהרכב החברה הימית לאור אחת מהתופעות המשמעותיות של המאה, שינויי האקלים.