

הפנים של המדע



יוני ועלה שקד, על שפת חוף מפרץ אילת | צילום: יואב לינדמן

ש: עברו כמעט 20 שנים מאז שכל אחד מכם לחוד תרגל אותי בחוג למדעי כדור הארץ בירושלים, אז בבקשה ספרו – מה כל אחד מכם עושה כיום?

יעלה: אני ביוגאוכימאית, שבקיצור זה אומר שאני יודעת מעט על הרבה דברים. אני מתעניינת במחקר יחסי גומלין בסביבות ימיות בין יצורים לסביבתם הכימית. ההסתכלות היא איך היצורים (אני מתעניינת בעיקר בפיטופלנקטון – אצות זעירות) משנים מופע כימי, ואיך המופע הכימי החדש חוזר בסופו של דבר כחומר זמין לטובת האצה, וגם משנה את ההרכב הכימי של הים ושל יצורים אחרים בים. בשנים האחרונות אני עובדת על אבק כמקור לחומרי מזון (ספציפית ברזל) עבור ציאנובקטריה בשם טריכודזמיום (*Trichodesmium*), שמכסה שטחים נרחבים באוקיינוסים, ויודעת לקבע חנקן אטמוספרי ולהפוך אותו לזמין לה ולאורגניזמים אחרים במערכת. היא מכוונת אקולוגית, פיזיולוגית וגנטית לתפוס אבק. היא משנה את הציפה שלה כדי לעלות לפני הים ולתפוס אבק. היא מרכזת אותו במרכז המושבה. לאחרונה הראנו שהיא חשה אם יש ברזל בחלקיקי האבק, ואם לא – היא זורקת אותם מחוץ למושבה. זה מדהים, ממש מדע בדיוני.

יוני ועלה שקד – שוקדים בזוגיות על מחקר וניטור במפרץ אילת

ראיין: שחר בוקמן

קהילת העוסקים במגוון תחומי הסביבה גדולה, ולא מאפשרת לכל אחד מאיתנו להכיר את כל האחרים. בקהילה יש מגוון מרשים של נשים ואנשים בעלי כישורים יוצאי דופן, הישגים ראויים לציון, שאיפות וחלומות. במדור זה נצא בכל פעם להכיר פרטים בקהילה. והפעם, שני חוקרים העובדים במכון הבינ-אוניברסיטאי למדעי הים באילת, שהם גם זוג בחייהם הפרטיים – **פרופ' יעלה שקד**, ביוגאוכימאית החוקרת זמינות ביולוגית של מתכות במים ויחסי גומלין בין אצות למתכות, ו**ד"ר יוני שקד**, מנהל תוכנית הניטור הלאומי במפרץ אילת.

נפגשנו בצהרי יום חורפי נאה, בריף הדולפינים, לבירה, חריימה ושיחה על האופי השונה של מחקר אקדמי ושל ניטור מדעי ושל אלה המבצעים אותם, על עיסוק במדע באילת הרחוקה ואפילו על זוגיות של חוקרים.



הרבה בתי גידול) ואתגר אינטלקטואלי של התמודדות עם סיפור הנחבא בין הנתונים.

ש: התיאור שלך, של דרך ההגעה לתבונות ביחס למערכת האקולוגית, מזכיר את אופי המחקרים במאה ה-19. דארווין יצא למסעו על הביגל ללא שאלת מחקר באמתחתו. הוא יצא להתבונן על הטבע, ומתוך ההתבוננות הגיע לתבונות.

יוני: נכון, פעם היו אוספים נתונים ומנסים להבין את משמעותם. אחר כך, כשבסיס הידע גדל מאוד, ניתן היה לשער השערות והמדענים יצאו לאמת או להפריך אותן. ועדיין, לדעתי, כשאתה בוחן מערכת טבעית מורכבת, ניתן להסתכל לעומק על כל פרט בנפרד, או לאסוף המון מידע על כלל המערכת. לשני הדברים יש מקום, ושניהם מועילים ותורמים אחד לשני.

ש: יעלה, את עושה מחקר אקדמי. יוני, אתה מנטר לטובת גיבוש מדיניות. האם יש ההבדלים בן שני הדברים או שהם משתלבים? ובמה המקצועית, תהיו כנים, האם יש דברים שגורמים לכם לקנא זה בזה?

יוני: יש הרבה צדדים דומים ומשלימים, אבל המנטליות שונה. כשעוסקים במערכות טבעיות "שלמות", נזקקים לפרקי זמן ארוכים יותר מפרק הזמן של מאסטר או דוקטורט. ניטור דורש סבלנות ונשימה ארוכה. לא רק שמערכת התגמולים והמימון האקדמית לא בנויה לפרקי זמן ארוכים כאלה, אלא במידה רבה גם לאופי האנושי ולסבלנות של חוקרים ושל סטודנטים קשה להתמודד עם הטווח הארוך הזה. יתרה מכך, אנו אפילו לא יודעים בבירור מה פרק הזמן

יוני: למדתי גאולוגיה, ובתואר השלישי השתמשתי בשוניות מפרץ אילת ככלי ללימוד על תהליכים גאולוגיים, וכך למדתי על שוניות. מאז סוף 2005 אני עובד בתוכנית ניטור המפרץ שמטרתה לעקוב אחר מצבו האקולוגי. הניטור מקיף את מגוון בתי הגידול הפרוסים על שטח קטן: אזורי חוף עם אלמוגים, חול, או עשבי ים, וסמוך להם ים בעומק מאות מטרים. אנחנו עושים זאת באמצעות סקרים אקולוגיים, מדידות כימיות של המים, מדידות של משתנים פיזיקליים, דגימות משקעים וכדומה. אנו עושים את הניטור בצורה מקיפה ומקצועית, בפרט בכל מה שקשור בסקרים אקולוגיים, שיש בהם היבט סובייקטיבי: מכשיר המדידה הוא האדם – העיניים שלו וההיכרות המקצועית האישית שלו עם המערכת. לכן, השגת יכולת סטטיסטית טובה מחייבת צוות קבוע שיחזור על המדידות שנה אחר שנה. השורה התחתונה היא הגשת דו"ח מדעי שנתי למשרד להגנת הסביבה שכולל תמונת מצב נוכחית של המפרץ וכן הערכה של מגמות השינויים לנוכח הנתונים שנאספו בעבר.

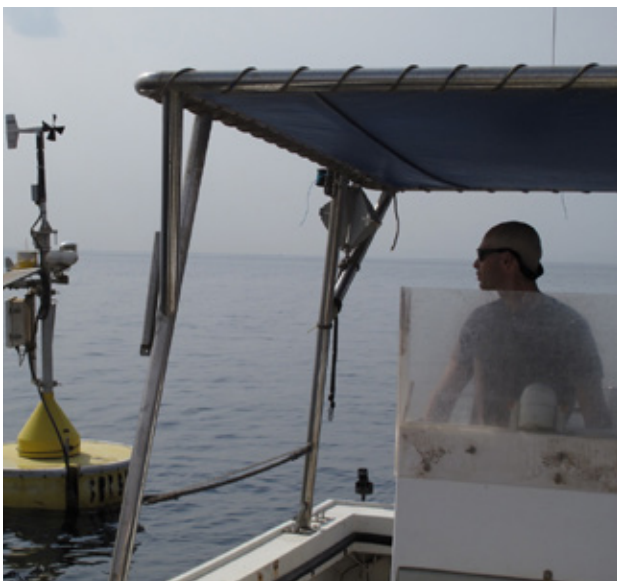
ש: תן שורה תחתונה של השורה התחתונה: מה מצבה של המערכת האקולוגית במפרץ אילת כיום?

יוני: באופן מאוד כללי, להערכתי מצב המערכת באילת כיום מעט טוב יותר מאשר לפני כ-15 שנים. אבל אני לא בטוח מה ניתן ללמוד מהשוואה למצב לפני 15 שנים. אולי לפני 50 שנים המצב היה הרבה יותר טוב?

ש: מה מלהיב אתכם בעבודה שלכם?

יעלה: כמו שאתה שומע אני מאוד נלהבת ביחס למחקר שלי. אני נהנית ומתוסכלת בזמנית מלשהות ולהתקדם במקומות הלא-פתורים שאינם מובנים לי. אני נהנית מאוד לפתח דרכי הסתכלות ושיטות מחשבה ומדידה להתמודדות עם בעיות. הסיפוק שלי הוא מכך שהכלים שאני מפתחת יכולים לשמש מדענים אחרים ולהשפיע על עולם המדע. הרבה פעמים במדע אנו ממהרים למצוא פתרונות לשאלות המחקר. להבין את "הסיפור". זה אומנם חשוב, אבל כבר פחות מעניין אותי.

יוני: אצלי אין שאלות מחקר כמו שיעלה מתארת. אני לא מביא מעצמי לגלות דברים חדשים ולא בא לפרוץ דרכים חדשות. לאופי שלי מתאימה צורת העיסוק המדעי של תוכנית הניטור, שגישה הפוכה מזו האקדמית: אני לומד את המערכת, ורוב העניין הוא איסוף הנתונים וסידורם, ומתוך שלל המדידות מתגלות המסקנות והתבוננות. זה יפה, ומזה אני נהנה. נוסף על כך, התוצר המדעי מובטח (ללא חווייה של הצלחה או תסכול ביחס לרעיון או למחשבה). מכיוון שאני נדרש בכל שנה לכתוב את הדו"ח, אז העבודה שלי נחלקת לתקופה של איסוף נתונים, ולתקופה של בחינת הנתונים וניסיון להבין את משמעותם. עבודת הניטור משלבת מספר רכיבים שאני נהנה מהם: עבודת שדה הכוללת הפלגות וצלילות, גיוון (כי יש



ד"ר יוני שקד, בהפלגת ניטור במפרץ | צילום: ניצן שנב-שאולוב



הניטור, אני לא מצליחה להביא את עצמי להתלהב מעבודת ניטור. היא הייתה הורגת אותי... כל מדידה שאני צריכה לחזור עליה, אפילו אחרי שנה, גורמת לי לייסורים. עבודה עם חומרים רדיואקטיביים קצרי חיים מתאימה לאנרגיות ולקצב שלי. מבחינתי הכול צריך לזוז מהר, ואני צריכה לקבל תוצאות ניסויים תוך שעה או לכל היותר בסוף היום, כדי שאוכל לחשוב בלילה על הניסוי הבא. בזמנו חקרתי צורונים (chemical species) שזמן מחצית החיים שלהם הוא 10 שניות. זה התאים לי בול, אם כי זה אולי היה קצת מוגזם, אז עברתי לצורונים שזמן מחצית החיים שלהם הוא 30 שניות...

מחקר וניטור משתלבים. אני רוצה לחקור צורון אחד בלבד, ומתפשרת על לחקור עשרה, אבל ברור שמחקר אוקיינוגרפי מחייב שאבין את המערכת שאני עובדת בה, ותוכנית הניטור היא פלטפורמה נהדרת לכך. השילוב מתרחש גם בהוראה. למשל, היום סיימתי ללמד קורס, שבמהלכו הסטודנטים יצאו לשתי הפלגות, בנו מסד נתונים, ועכשיו הם יידרשו לשלב את המדידות עם תוצאות הניטור שנערך לאורך שנה כדי להפיק ממנו תובנות. לא אחת, אחרי קורס, אנחנו משתפים את יוני במחשבות חדשות המובילות להסתכלות חדשה על הנתונים. כך שגם הניטור מרוויח מהמחקר ומההוראה המעשית.

יוני: דבר מאוד עקרוני לציין ביחס להבדל הזה הוא שאומנם למדע ולמחקר בצורתם התאורטית ביותר יש חשיבות רבה, אבל בניטור התחושה היא שאתה מביא תועלת מוחשית ומיידית, גם לאנשים שהעיסוק שלהם אינו מדעי. היא באה לידי ביטוי בדיווח השנתי, בעבודה צמודה עם רשות הטבע והגנים, ביעוץ למקבלי החלטות, ובמידה מסוימת בהשפעה על קביעת מדיניות. הניטור מחובר לעולם שאנחנו חווים באופן בלתי אמצעי כבני אדם, בצורה שמחקר לא תמיד מחובר אליו. אני מסוגל (לנסות) לענות על שאלות בסיסיות שמעניינות אנשים, כמו "מה מצב השונית?", בעוד שהמבט המצומצם של המחקר מנתק אותנו מהתשובה הכללית, ואז רק מדענים יכולים להבין את משמעותו. אולי במערכת האקדמית אנחנו דרג ב', אבל בעולם שמחוץ לאקדמיה אנחנו בעלי חשיבות ורלוונטיות רבה יותר מהחוקרים החיים בעולם סגור יותר.

יעלה: שנינו חושבים שהבאת ידע לעולם היא דבר חשוב, וכל אחד צריך את ההצדקות שלו למה שהוא עושה. פיתוח השיטה המדעית והעברתה הלאה הוא הדבר החשוב לי, אפילו שרק מדענים מבינים אותה.

ש: המכון הבינ-אוניברסיטאי באילת הוא הדבר הקרוב ביותר שישנו בישראל לתחנת מחקר באנטארקטיקה – רחוק, מנותק ושקט. זה דבר טוב או רע? מה מיוחד בלהיות חוקרים אילתיים?

יעלה: אקדמית אנחנו בסדר, כי כל החוקרים התושבים נוסעים כל שבוע לאוניברסיטאות האם, ולכן מאוד מעוררים בהן. אין סטימולציה רבה באילת, ולכן הסטודנטים שלנו נפגעים כי הם



פרופ' יעלה שקד, במעבדה שלה לביוגאוכימיה אוקיינוגרפית של מתכות קורט, במכון הבינ-אוניברסיטאי למדעי הים באילת

שלאורכו צריך לנטר. האם 15 שנים זה כבר מספיק זמן לקבוע משהו בביטחון? התשובה לכך מתבהרת עם הזמן מתוך בסיס הנתונים. למזלי אני גאולוג, אז פרקי הזמן הללו לא נראים לי ארוכים...

עם זאת למחקר אין תחליף. נתוני הניטור אומנם מצביעים על כיוון או על תובנות אפשריות, אבל הם לא נאספו כדי לבחון רעיון מסוים או כדי לקבוע משהו חד-משמעי. יש ברשותנו מאגר נתונים עצום שניתן לעשות בו שימושים רבים, ובמסגרת המשאבים של תוכנית ניטור פעמים רבות אין לנו זמן להתעמק בנתונים כפי שראוי. לכן, חשוב שחוקרים יבחנו את הנתונים בצורה מדוקדקת ומדעית על-ידי העלאת שאלות ובחינתן. כמו כן, לולא יכולנו להסתמך על עשרות שנות מחקר, לא היינו יודעים מה לנטר, באיזו תדירות וכדומה. לכן, בעיניי, מחקר וניטור אינם דברים נפרדים.

קנאה? בכל דבר יש יכולות, יתרונות וחסרונות. ליעלה יש תשוקה למחקר שלה ולדברים שהיא ממציאה ומובילה, אך אני פחות בנוי למעבר משלב הרעיונות (ויש לי הרבה) לשלב של הבין, ליצור, לעשות, לקדם, להמציא. זו דרך ייסורים שלי היה קשה בה, ולכן אני לא מצטער שאני לא הולך בה. מצד שני, מכיוון שאני בא מהעולם האקדמי ונוותרתי נטוע בו, קצת קשה לי שתפקידים מדעיים לא-מחקריים נחשבים בו במידה רבה לדרג ב'. ניטור הוא אפיק התקדמות שהפירות והתגמולים שלו אינם מידיים, אך לא צריך להזניח אותנו, כי בלעדיו יהיה קשה להתקדם בהבנת מערכות טבעיות.

יעלה: אנחנו לא מקנאים אחד בשני. האמת, אני כלל לא מקנאה ביוני. למרות שמתחילת דרכי באילת אני עובדת הרבה עם תוכנית



ש: שניכם מדענים שעובדים יחד באותו מכון מחקר. נשמע בלתי נמנע שתביאו את העבודה עמכם הביתה. האם סביב שולחן האוכל מדברים על זמירות ברזל ועל מצב השונית במפרץ?
יוני: לעיתים קרובות מדי – כן, אבל מבחינתי עדיף ליצור יותר הפרדות בין התחומים, אחרת העיסוק בזה נעשה 24 שעות ללא הפסקה.

יעלה: אנחנו שמים לעצמנו גבולות, ומנסים לא להגזים, אחרת המדע יכול לכבוש את כל הזמן. אנחנו כל פעם מחליטים מחדש שלא לדבר על ענייני עבודה בבית, וכל פעם נופלים בזה מחדש. כנראה מכיוון שמחקר הוא מקום מאוד בודד, והרבה החלטות מתקבלות בו לבד. אז אני מודה שזה כיף שאפשר להתייעץ עם בן זוג שמסוגל אינטלקטואלית להבין על מה אני מדברת, ועוזר שמדי פעם יש לי עוד עין, עוד שותף להתלבט עימו.

אני מרגישה שיש לי הרבה מזל. השילוב של מבנה האישיות של יוני ואופי העבודה שלו עם ההחלטה שלו להיות הבסיס האיתן של הבית שלנו, מאפשרים לי להקדיש זמן ממושך לנסיעות ולהוראה בירושלים, להיענות לדרישות המרובות מהזמן שלי, ובעיקר להיות פנויה לעלות וליפול מבחינת רעיונות המחקר.

לא חווים את החגיגה האקדמית של חשיפה לרעיונות ולדעות רבים. מצד שני המיקום האטרקטיבי מאפשר לנו להביא אורחים רבים מחו"ל (בייחוד בחורף). אילת אכן נותנת שקט ותחושה שיש אוויר לנשימה, שעוזרים לחשוב על מחקר, ולהתקדם אחרי קבלת הקביעות לפרויקטים מאתגרים יותר. אין בה את תחושת מרוץ ההישרדות שחווים במרכז הארץ.

יוני: אילת מבחינתי, מבחינתנו, זו החלטה על דרך חיים, ולא רק החלטה הקשורה לעולם המדעי. החיים באילת מתאימים לפחות לשלב זה של חיינו ושל חיי שתי בנותינו. מבחינה מדעית החיסרון הוא הבידוד ומיעוט ההפריה. האינטראקציה היום-יומית מתקיימת עם מספר מוגבל יחסית של אנשים. מנסים לפצות על זה ככל שניתן באמצעות נסיעות, טלפונים, סקייפ וכדומה, אבל אין תחליף לשיחות מסדרון, להיכרויות ולפגישות, וזה כבר דורש מאמץ גדול, הבא לידי ביטוי למשל בנסיעות התכופות של יעלה לירושלים. היתרון הגדול מבחינה מדעית הוא הקרבה למושא המחקר – לים. הקלות הטכנית שמאפשרת להיות בים ולעשות את העבודה שאנחנו עושים היא יתרון עצום.

יעלה: איפה עוד את יכולה לקום בבוקר, לעלות להפלגת מחקר, ולהספיק לחזור לאסוף את הילדות בארבע מהגן? אני מכנה את זה 'אוקיינוגרפיה לאימהות'...



כישאתה בוחן מערכת טבעית מורכבת, ניתן להסתכל לעומק על כל פרט בנפרד, או לאסוף המון מידע על כלל המערכת. לשני הדברים יש מקום, ושניהם מועילים ותורמים אחד לשני" | צילום: אסף זבולוני

