



צוֹרְנִיּוֹת יְכוּלוֹת לְסַיֵּעַ לָנוּ בְּנִשְׁמָה!

Leena Virta^{1,2*}, Alf Norkko^{2,3}

¹המחלקה לגיאו-מדעים ולגיאוגרפיה, אוניברסיטת הלסינקי, הלסינקי, פינלנד

²תחנה זואולוגית טוֹרְמִינְהַ, אוניברסיטת הלסינקי, הנְקוּ, פינלנד

³מרכז הים הבלטי, אוניברסיטת שטוקהולם, שטוקהולם, שבדיה

סוקרים צעירים

FRESIA

גיל: 11



ROHAN

גיל: 10



האם אי פעם חשבתם מדוע לא נגמר לנו החמצן, למרות שכל כך הרבה מאיתנו נושמים כל הזמן? התשובה היא צמחים ואצות שמייצרים חמצן חדש באותו הקצב שאנו משתמשים בו. באופן מפתיע, יצרני החמצן החשובים ביותר אינם עצים גדולים אלא אצות זעירות שחיות במים, ואחת הקבוצות החשובות ביותר ביניהן היא הצוֹרְנִיּוֹת. מאחר שמגוון צורות החיים פוחתת כיום ברחבי העולם, רצינו לברר אם הימצאותם של מינים רבים של צורניות חשובה ליצירת חמצן, או אם מספיקים מעט מינים בלבד. התוצאות שאליהן הגענו הצביעו על כך שחִבְרוֹת של צורניות שהן עשירות במינים היו יעילות יותר באספקת חמצן. משמעות הדבר היא שאנו צריכים לפעול כדי להימנע מהריסת האוקיינוסים, האגמים והנהרות, ולוודא שיהיו לנו חברות בריאות של צורניות גם בעתיד.

פוטוסינתזה (Photosynthesis)

תהליך שבו צמחים ירוקים, אצות ירוקות וכמה אורגניזמים אחרים משתמשים באנרגיית אור כדי להמיר מים, פחמן דו-חמצני ומינרלים לחמצן ולאנרגיה.

כלורופיל (Chlorophyll)

פיגמנט ירוק שמאפשר פוטוסינתזה.

צורנית (Diatom)

חיה מיקרוסקופית בעלת דפנות תאים שמכילות סיליקה.

איור 1

חמצן שמוצר על ידי צורניות ואורגניזמים זעירים שחיים במים. בועות על קרקעית הים, שמוצרות על ידי צורניות ואורגניזמים זעירים אחרים שחיים במים. האורגניזמים האלה מנשפים מים לנשימה.

למי עלינו להודות עבור החמצן שאנו נושמים?

לכמה זמן אתם יכולים לעצור את נשימתכם? לא לזמן רב מאוד! בני אדם זקוקים לכ-2,000 ליטרים של חמצן מדי יום. כל החמצן בעולם מיוצר על ידי אורגניזמים כמו צמחים ואצות שמבצעים פוטוסינתזה – הם לוקחים פחמן דו-חמצני, מים ואור שמש ומשתמשים בכלורופיל, שהוא חומר בצבע ירוק שנמצא בתוכם, כדי לייצר אנרגיה וחמצן. הם שומרים את האנרגיה לעצמם, אך משחררים חמצן לסביבה עבור הנשימה של כולנו. יערות גשם, על עצייהם הגדולים, לעיתים קרובות נחשבים בתור "הריאות של כדור הארץ", ומי שמספקים לנו את מרבית החמצן שאנו זקוקים לו. אולם, יריבים זעירים מתעלים על עצי יערות הגשם הגדולים! אלה בעיקר אורגניזמים מיקרוסקופיים שחיים במים, אשר להם עלינו להודות על החמצן שאנו נושמים (איור 1). במימי העולם ישנם סוגים רבים שונים של היצורים הקטנים החשובים האלה, אך אנו נתמקד בקבוצה מסוימת, שנקראת צורניות.



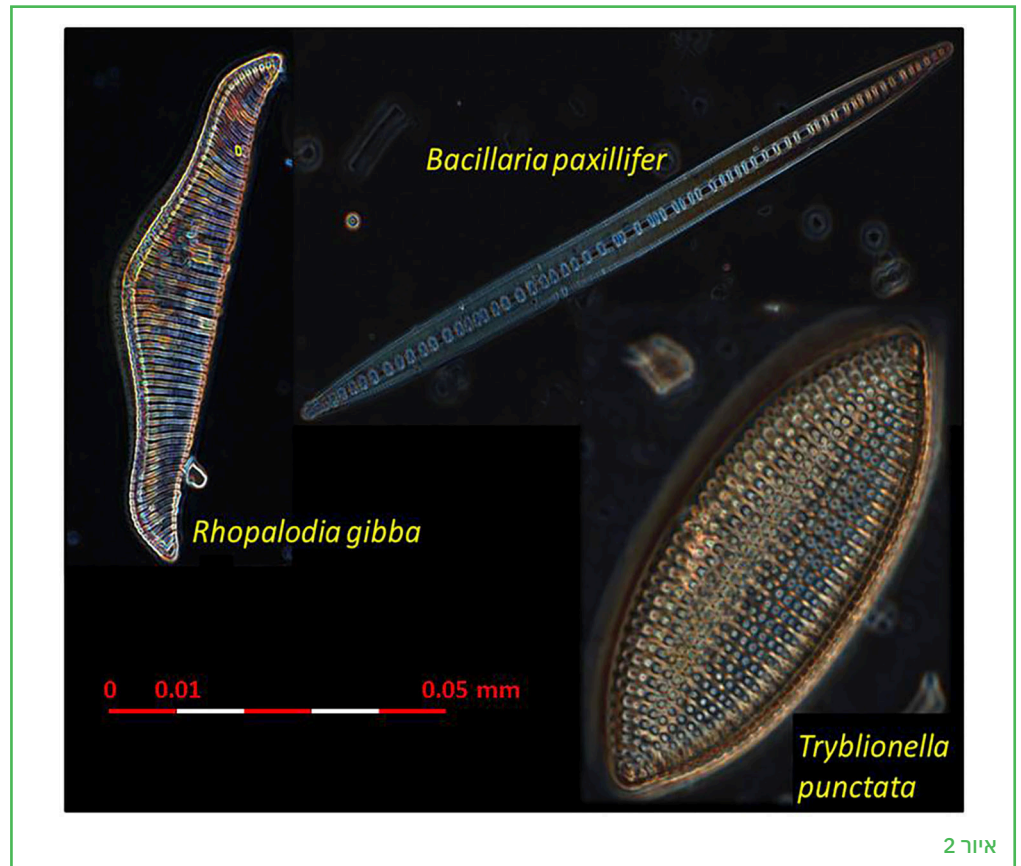
איור 1

צורניות – מלכות יופי ימיות

צורניות הן אצות קטנות מאוד, גודלן קטן מ-0.2 מילימטרים, כלומר דרושות יותר מ-50 צורניות כדי להשתוות לאורך של יתוש, וכדי לראותן תזדקקו למיקרוסקופ. המראה שמתגלה הוא יפה ומגוון להפליא – ישנם יותר מ-20,000 מיני צורניות בעולם, וכל מין נראה אחרת (איור 2). אך יש מאפיין ייחודי אחד שמאחד את כל הצורניות וגורם להן להיות ייחודיות בקרב כל המאכלסים הזעירים של הים, והוא דופן תא שמורכבת מסיליקה (צ'ן דו-חמצני). חומר זה הוא מה שנתן לעמק הסיליקון את שמו, מאחר שחלקים רבים של מחשבים אלקטרוניים מוחזקים יחד על ידי סיליקה. זהו גם יסוד שמשמש צמחים ואצות רבים לחיזוק גופיהם. דפנות התא מכילות הסיליקה של צורניות הן כל כך קשיחות, שהצורניות יכולות להישאר קבורות במשקעים בתחתית האוקיינוס במשך מיליוני שנים, ועדיין להישמר במצב מצוין המאפשר לחוקרים לזהות את המין המסוים שלהן! צורניות חיות בכל מיני מקווי מים – באוקיינוסים, בימים, בנהרות, באגמים, ואפילו בתנאים הקיצוניים של מעיינות חמים או הקרח באנטרקטיקה. בכל הסביבות האלה, צורניות הן מקור המזון המועדף על חיות קטנות רבות, כמו חלזונות ומולים, והן מסייעות למערכות אקולוגיות שלמות לתפקד ביעילות.

איור 2

צורניות כפי שנראות דרך מיקרוסקופ. אלה שלושה מבין כמה מאות מיני צורניות שמצאנו בים הבלטי בצפון אירופה. אף על פי שצורניות הן זעירות, כל מין נראה שונה בשל המאפיינים הייחודיים של דופן שמכילה סיליקה. למיני צורניות שונים יש שמות לטיניים בלבד.



איור 2

ישנם דברים רבים שחוקרים עדיין לא יודעים על צורניות, מאחר שהאורגניזמים האלה קטנים כל כך שקשה לחקור אותם. חוקרים יודעים שהמגוון הביולוגי העולמי, שהוא מספר המינים או היצורים המאכלסים את כדור הארץ, חשוב מאוד לבריאות כוכב הלכת שלנו, ולבריאותנו בני האדם. אך, מה לגבי המגוון הביולוגי של צורניות? האם אנו זקוקים לכל 20,000 מיני הצורניות, או שאפשר להסתפק בכמה מינים בלבד?

הים הבלטי – האוצר החבוי של צפון אירופה

במטרה לחקור את השאלה אם מגוון ביולוגי גדול של מיני צורניות נדרש לתפקוד בריא של כדור הארץ, יצאנו להתבונן מקרוב בצורניות שנמצאות בקרקעית הים הבלטי, בצפון אירופה. ייתכן שהים הבלטי אינו מוכר לכם, מאחר שאינו מפורסם באלמוגים או בדגים צבעוניים, אך יש לו מאפיינים רבים שהופכים אותו מיוחד ומרתק. ראשית, מינים בים הבלטי צריכים להתמודד עם תערובת של מים מלוחים ומים מתוקים, שנקראת מים מליחים. מאחר שהים הבלטי מחובר לאוקיינוס רק באמצעות מצר צר, רמת המליחות שלו נמוכה מזו של האוקיינוס, אך גבוהה מזו של מים מתוקים באגמים ובנהרות. לכן, מינים שחיים בים הבלטי היו צריכים למצוא דרכים לשרוד בתנאים המשונים האלה. שנית, עידן הקרח יצר שכבת קרח עבה מדהימה של עד 3 קילומטרים בקווי הרוחב של צפון אירופה, שם הים הבלטי ממוקם כיום. לכן, הים הבלטי והמינים הנוכחיים שמצויים בו נוצרו רק אחרי שכיסוי הקרחון נמס לפני כ-11,000 שנים. אף על פי שזה נשמע זמן ארוך מאוד לבן אדם, זהו זמן קצר יחסית

מגוון ביולוגי (Biodiversity)

כל מגוון החיים על פני כדור הארץ, לרבות כל היצורים החיים.

מליחים (Brackish)

מים שיש בהם יותר מליחות מבמים מתוקים, אך פחות מליחות מבמי ים.

עבור מערכת אקולוגית. הים הבלטי על המינים שבו עדיין מתפתחים, ומשמעות הדבר היא שסביבות חדשות ומינים חדשים נוצרים שם באופן מתמשך.

עבודת צוות מנצחת

כדי להתבונן מקרוב באופן שבו צורניות משפיעות על יצירת חמצן, השתמשנו בציוד צלילה המאפשר לצלול לקרקעית הים הבלטי, בחופים רדודים שבהם היה אור רב לגדילתם של צורניות ואורגניזמים אחרים על פני השטח של משקעים. אספנו דגימות באמצעות צינוריות שיכולנו לדחוף אל תוך המשקעים הרכים. כשחזרנו אל פני השטח, ניתחנו את המגוון של צורניות בדגימות באמצעות מיקרוסקופ, כדי לזהות את כל מיני הצורניות הנוכחים. מדדנו גם את כמות הכלורופיל בכל דגימה. מאחר שכלורופיל חשוב לפוטוסינתזה, מדידת כמותו יכולה לומר לנו כמה חמצן הצורניות יכולות לייצר. לבסוף, השווינו את מגוון הצורניות לכמות הכלורופיל בכל דגימה, במטרה לבחון אם מגוון הצורניות היה קשור לכמות החמצן שהן יכלו לייצר.

תוצאותינו היו מעניינות. נראה שמגוון הצורניות אכן היה משמעותי (איור 3)! כשהיו רק כמה מיני צורניות בחברת הצורניות, כמות הכלורופיל הייתה בלתי יציבה, לעיתים נמוכה ולעיתים גבוהה, אולי מאחר שלפעמים נכחו אורגניזמים אחרים שסייעו להגדיל את כמות הכלורופיל, או מאחר שהיו מיני צורניות מסוימים שהכילו כלורופיל רב בתוכם. אך כאשר בחברת הצורניות נכחו הרבה מיני צורניות, תמיד היה מספיק כלורופיל, והחברות היו מסוגלות לייצר חמצן רב. אם כן, מגוון גדול יותר של צורניות הבטיח שהמערכת האקולוגית בקרקעית הים מסוגלת לתפקד טוב ולייצר את החמצן שבני אדם זקוקים לו לנשימה. נדמה כי התפיסה שלפיה "עבודת צוות מגשימה חלומות" תקפה גם לצורניות.

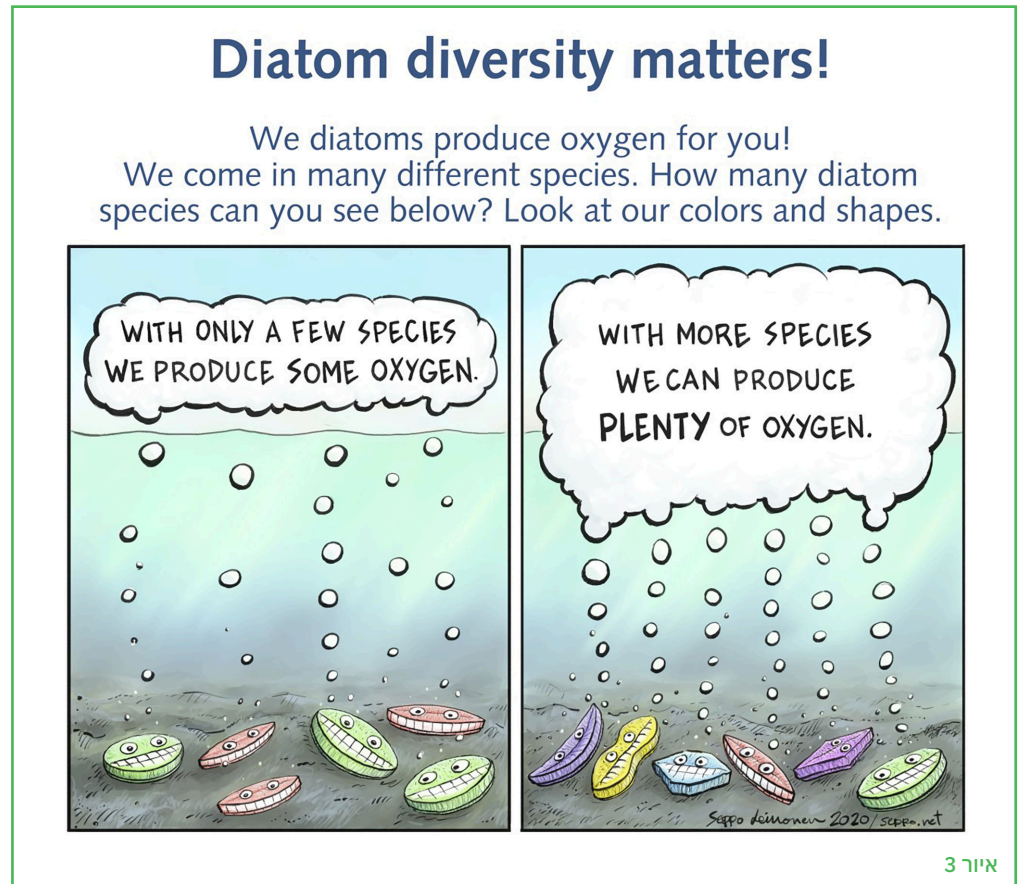
כיצד אנו יכולים לסייע לצורניות לשגשג?

המגוון הביולוגי של העולם כולו נמצא בסכנה כיום, מאחר שבני האדם משתמשים ביותר מדי מרחב ובכמות רבה מדי של משאבי כדור הארץ, מה שמקשה על אורגניזמים אחרים לשרוד. בעוד שלרוב אנו נוטים לדאוג יותר לחיות החמודות והפרוותיות על פני היבשה, במחקר הזה הראינו שאנו צריכים להיות מודאגים באותה המידה מהמגוון של צורניות זעירות שמסייעות לנו להמשיך לנשום.

כיצד ביכולתנו להגן על צורניות? הן קטנות כל כך שהגנה על מין מסוים אינה בת-ביצוע, אך אנו יכולים להגן על המגוון של חברות צורניות שלמות על ידי קבלת החלטות שיפחיתו את שינויי האקלים וישמרו על הסביבה בריאה כמה שיותר. רבות מהפעולות האלה הן באחריותם של מבוגרים, אך גם אתם יכולים לסייע. לדוגמה, אם תנסו להגיע לבית הספר באופניים במקום ברכב, או לעשות את המרב כדי לשמור על הטבע שסביבכם נקי ובריא. אם כולם יתרמו את חלקם נוכל לשמר את המגוון הביולוגי של העולם, ולשמור על סביבה בריאה עבור בני אדם, צורניות וכל המינים האחרים.

איור 3

מספר מיני הצורניות משפיע על כמות החמצן שהן יכולות לייצר. במחקר שערכנו, מצאנו שהמגוון של צורניות יצר את הגבול התחתון של כמות הכלורופיל. משמעות הדבר היא שכאשר היו רק כמה מיני צורניות בחברת הצורניות, כמות הכלורופיל שנכח וכמות החמצן שהחברה יכלה לייצר היו בלתי יציבות, אך כאשר היו הרבה מיני צורניות שונות בחברה, כמויות הכלורופיל וייצור החמצן גדלו, והיו יציבות יותר.



איור 3

מאמר המקור

Virta, L., Gammal, J., Järnström, M., Bernard, G., Soininen, J., Norkko, J., et al. 2019. The diversity of benthic diatoms affects ecosystem productivity in heterogeneous coastal environments. *Ecology* 100:e02765. doi: 10.1002/ecy.2765

פורסם אונליין: 24 באפריל 2023

עורכת: Emily King

מנחים מדעיים: Christopher Carcaillet and Patricia M. Glibert

Front. Young Minds. צִוְרָנִיּוֹת יְכוּלוֹת לְסִייעַ לְנוּ בְנִשְׁמָה! (2023) Virta L and Norkko A **ציטוט:** doi: 10.3389/frym.2021.553748-he

Virta L and Norkko A (2021) Do You Like to Breathe? Diatoms Can Help You With That! *Front. Young Minds* 9:553748. doi: 10.3389/frym.2021.553748

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2021 © Virta and Norkko 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

FRESIA, גיל: 11

אני אוהבת מדע ומתמטיקה, הואיני אוהדת של היסטוריה וגיאוגרפיה. התשוקה הגדולה שלי היא ל'חיות'. יש לי נחש שנקרא ק'שה ג'.ר. וארנבת בשם ל'ונה, ואני אוהבת לגדל תולעי משי ולחפש לטאות וחיות אחרות בטבע. אני גם לומדת לרכוב על סוסים, ואוהבת להיות יצירתית בהכנת מלאכות יד.



ROHAN, גיל: 10

אני מתעניין במטוסים, בהנדסה, בריצ'רד טרוויטיק (ממציא בריטי ומהנדס כרייה), באיזמברד קינגדום ב'רנל (מהנדס בריטי שתכנן מסילות רכבת, אוניות קיטור וגשרים), בדינזאורים, במיקסו-פלנקטון ובמיקסו-טרופים אחרים, בעומק הים ובלגו. אני נהנה לקרוא מדע בדיוני (כמו הספר "20,000 מיל מתחת לים", ז'ול ורן), פנטזיה וספרי עיון. אני אוהב לשוט בקיאק, לרכוב על אופניים ולשחק הוקי.



הכותבים

LEENA VIRTA

לינה ו'רטא היא חוקרת שמתמקדת בחקירת המגוון של חברות צורניות ימיות, וכיצד הוא משפיע על תפקוד מערכות אקולוגיות. *leena.virta@helsinki.fi



ALF NORKKO

אלף נ'רקו הוא אקולוג ימי שעובד על סביבות של קרקעית הים. המחקר שלו מתמקד בהבנת הדרך שבה חיות וצמחים משפיעים על אופן תפקודן של מערכות אקולוגיות.



מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK