



אם נותנים לצדפה שֶפֶךְ נהר: הסיפור של פוטמוקורבולה

Kelly H. Shrader, Emily L. Zierdt Smith, Francis Parchaso* | Janet K. Thompson

מכון מחקר גיאולוגי ארצות הברית, מעבדה בנט'יית, מְנֵלוֹ פארק, קליפורניה, ארצות הברית

סוקרים צעירים

ISABEL

גיל: 11



MARGARIDA

גיל: 13



MAYA

גיל: 10



שֶפֶךְ נהר (Estuary)

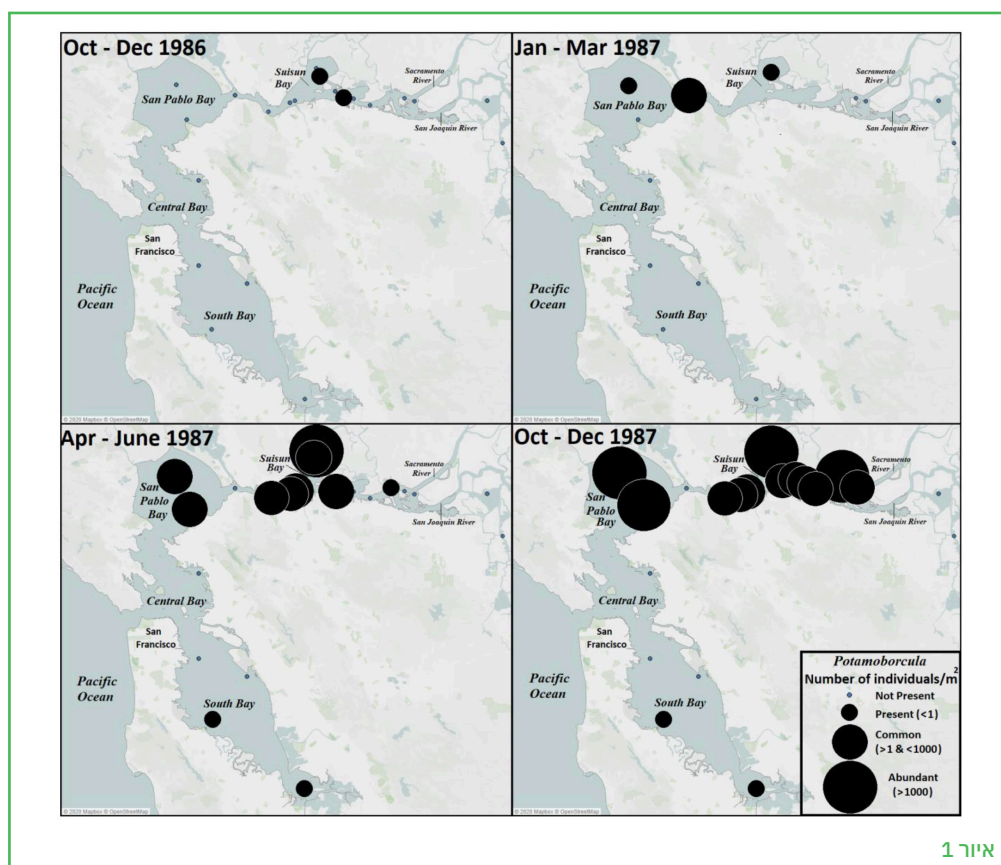
סביבות מחיה שבהן מים מתוקים מנהרות מתערבבים עם מים מלוחים מהאוקיינוס. שפכי נהר מכילים הן אזורי מים מתוקים הן מקומות עם מים מלוחים, שבהם צמחים וחיות רבים יכולים לחיות ולגדול.

כאשר מסתכלים על מפרץ סן פרנסיסקו, ניתן לראות מגוון רחב של דגים; ציפורים; כלבי ים ואריות ים. מה שאי אפשר להבחין בו היא צדפה קטנה ששינתה את המפרץ—Potamocorbula amurensis (פוטמוקורבולה, להלן: פוטמו). לפני שנים רבות, ספינות הביאו את הצדפה הזו בשוגג מאסיה לתוך המפרץ. זמן קצר לאחר מכן, צדפות מסוג זה התפשטו לכל עֶבֶר בכמויות גדולות. צדפות שואבות מים דרך הזימים שלהן ואוכלות חלקיקי מזון קטנים שנמצאים במים, כמו פִּיטוֹפְלַנְקְטוֹן (צמחים ימיים מיקרוסקופיים), ויצורים מיקרוסקופיים אחרים. צדפות מסוג פוטמו יכולות לשאוב מים מהר יותר מצדפות אחרות, ומסוגלות לאכול כמויות גדולות יותר של פיטופלנקטון לעומת שותפיהן לאכילה. לעיתים, פוטמו אוכלת פיטופלנקטון מהר יותר מהמהירות שבה פיטופלנקטון יכול לגדול! אילו בעיות הדבר גורם עבור חיות אחרות שאף הן ניזונות מפיטופלנקטון? האם לפלישת הפוטמו יש השלכות שליליות בלבד? במאמר זה, נצלול אל קרקעית המפרץ כדי למצוא תשובות.

מהי צדפת פוטמו?

מפרץ סן פרנסיסקו הוא שֶפֶךְ נהר המהווה בית למינים שונים רבים. אם תסתכלו סביב למפרץ, אתם עשויים למצוא דגים; ציפורים; כלבי ים ממין פֹזְקַת המפרץ ואפילו אריות ים.

מה שאינכם יכולים לראות הם התולעים; הסרטנים והצדפות אשר חיים בקרקעית המפרץ. *Potamocorbula amurensis*, כפי שמדענים מכנים אותו, או פוטמו כפי שאנו כינינו אותו, הוא מין של צדפות שניתן למצוא ברחבי העולם. **כמין פולש**, פוטמו הגיעו ממקום אחר ושינו את גֵיִתן. בשנת 1986, ספינות הביאו פוטמו בשוגג אל מפרץ סן פרנסיסקו מאסיה, בתוך **מי הנָטל שלהן** [1]. זמן קצר לאחר שהגיעו למפרץ, פוטמו אהבו את ביתן החדש כל כך, שהחלו להתפשט במהרה. בסופו של דבר, היו במי המפרץ יותר מ-10,000 צדפות למטר רבוע, שזה כמו 2,800 צדפות הנמצאות על פני השולחן שלכם [1] (איור 1) – דַמְיִנו זאת! עקב כך מתעוררות שאלות דוגמת כיצד פוטמו יכולות להתפשט כל כך, ובאיזה אופן פלישתן שינתה את מפרץ סן פרנסיסקו?



איור 1

ההתפשטות של פוטמו במפרץ סן פרנסיסקו והצלחתן

ניתן להצביע על ארבעה גורמים אשר אפשרו לפוטמו להתפשט במפרץ ולשגשג בו. ראשית, פוטמו עומדות במגוון רמות שונות של מלח במים, מה שמכונה **מליחות**. תכונה זו מאפשרת להן לשרוד כאשר המליחות במפרץ משתנה [1, 2]. שנית, פוטמו שורדות בסוגי **משקעים** שונים, או בחומר שמרכיב את קרקעית המפרץ, כמו למשל בוץ וחול. תכונה זו גורמת לפוטמו להתאים עוד יותר לחיים במגוון אזורים במפרץ, מאחר שהן יכולות להסתגל בנוחות, ללא תלות במשקעים שעליהם הן חיות [1, 2]. שלישית, צדפות מסוג זה חיות הן בחלקים העמוקים של המפרץ הן בחלקי הרדודים [1, 2]. רביעית, פוטמו שורדות במנעד רחב של טמפרטורות –ממי החורף הקרים עד מי הקיץ החמים [1]. יכולתן לשרוד במגוון התנאים השונים האלה, אפשרה לפוטמו להתפשט בכל רחבי מפרץ סן פרנסיסקו.

מינים פולשים

(Invasive species)

מינים שהוכנסו לאזור מסוים אשר שורדים, מתרבים ומתפשטים, וגורמים לבעיות באזור החדש.

מי נטל

(Ballast water)

מים שנישאים על ידי ספינות לצורכי איזון וייצוב, אשר ניתן לרוקנם או למלאם תוך כדי תנועה או בעצירה. חיות יכולות לנוע ולהיות משוחררות בסביבות מחיה חדשות כאשר מרוקנים מים אלה.

איור 1

ההתפשטות והתפוצה הראשונית של פוטמו

במפרץ סן פרנסיסקו, בין השנים 1986-1987. כאשר פוטמו הוכנסו למפרץ בשנת 1986, היו רק כמה צדפות כאלה באזור. כעבור שישה חודשים בלבד, היו צדפות בכל רחבי הקצה הצפוני של מפרץ סן פרנסיסקו! בחלוף שנה מהמועד שבו הוכנסו לאזור, היו אלפי פוטמו במפרץ, והן עדיין נמצאות שם היום.

מקרא המפות –מספר פרטים של פוטמו קורבולה למ"ר: נקודה שחורה קטנה מאוד –אין נוכחות פוטמו נקודה שחורה קטנה –יש נוכחות פוטמו (>1) נקודה שחורה בינונית –פוטמו שכיחות (>1 <1,000) נקודה שחורה גדולה –פוטמו מצויות בשפע (>1,000).

מליחות

(Salinity)

כמות המלח בגוף מים.

משקע

(Sediment)

החומר ששוקע בקרקעית גוף מים, כמו בוץ, חול וסֶהָפֶת.

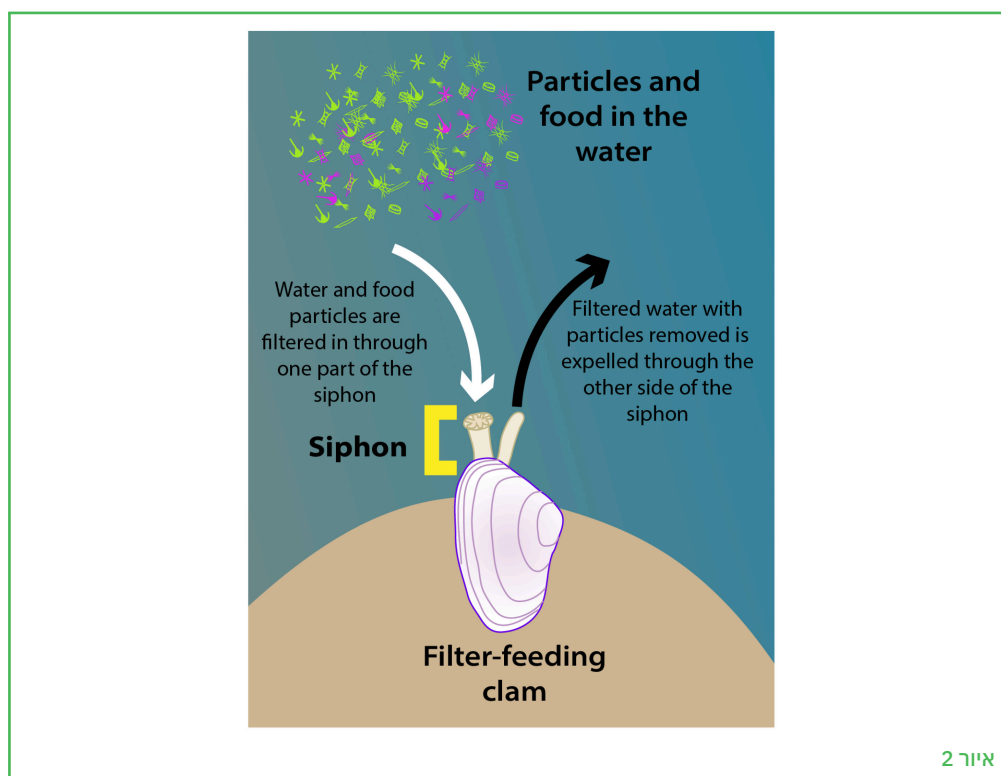
אכילה מסננת (Filter-feeding)

צורת אכילה שמפרידה חלקיקי מזון צפים מהמים על ידי העברת המים דרך מבנה מסנן, כמו זימים. חלק מהחיות שמבצעות אכילה מסננת הן צדפות, לווייתנים ודגים.

איור 2

מנגנון הסינון של צדפות.

צדפה (Clam) מכניסה מים (Water) וחלקיקי מזון (Food particles) דרך הסיפון (Siphon) שלה (חץ לבן), ומסננת את המים דרך הזימים שלה. זאת כדי להסיר חלקיקי מזון כמו למשל פיטופלנקטון, שצפים במים. לאחר מכן, הצדפה מסלקת את המים המסוננים עם החלקיקים חזרה, דרך החלק האחר של הסיפון (חץ שחור).



איור 2

פוטמו מסננות מים במהירות רבה, והמשמעות היא שהן יכולות לאכול מזון רב בתוך פרק זמן קצר [3]. לדוגמה, 300 צדפות במטר רבוע מסוגלות לסנן 3,785 ליטרים של מים ביום אחד. מדובר בכמות מים המספיקה למיליון 23 אמבטיות [4]! פוטמו אינן אכלניות בררניות, ויכולות לאכול אורגניזמים שונים, כמו פיטופלנקטון וחידקים [1]. זה מבטיח שתמיד יהיה להן מה לאכול.

פוטמו מאכלסות את אותה הטריטוריה כמו חיות אחרות, ויש להן כמה דרכים שונות להתמודד עם שכנים בלתי רצויים. הן חופרות ליד פני השטח של המשקע, ולעיתים משאירות מחצית עד שני שלישי מהקונכיות שלהן מעל המשקע. על ידי התבלטות מחוץ למשקע, פוטמו אינן משאירות פני שטח רבים עבור השתקעותן של חיות אחרות. צדפות אלה יכולות לחיות קרוב מאוד זו לזו, מה שמקשה על חיות אחרות למצוא מספיק מקום כדי להשתקע לידן. הכמויות הגדולות של פוטמו; החפירה הרדודה וסינון המזון היעיל מגבילים את מקומם של שכנים פוטנציאליים, כמו גם את מזונם. כאשר משלבים את אלה עם יכולתן של פוטמו לגלות עמידות למגוון רחב של תנאים סביבתיים, הרי שהן יכולות להתחרות בהצלחה עם מינים רבים אחרים [1].

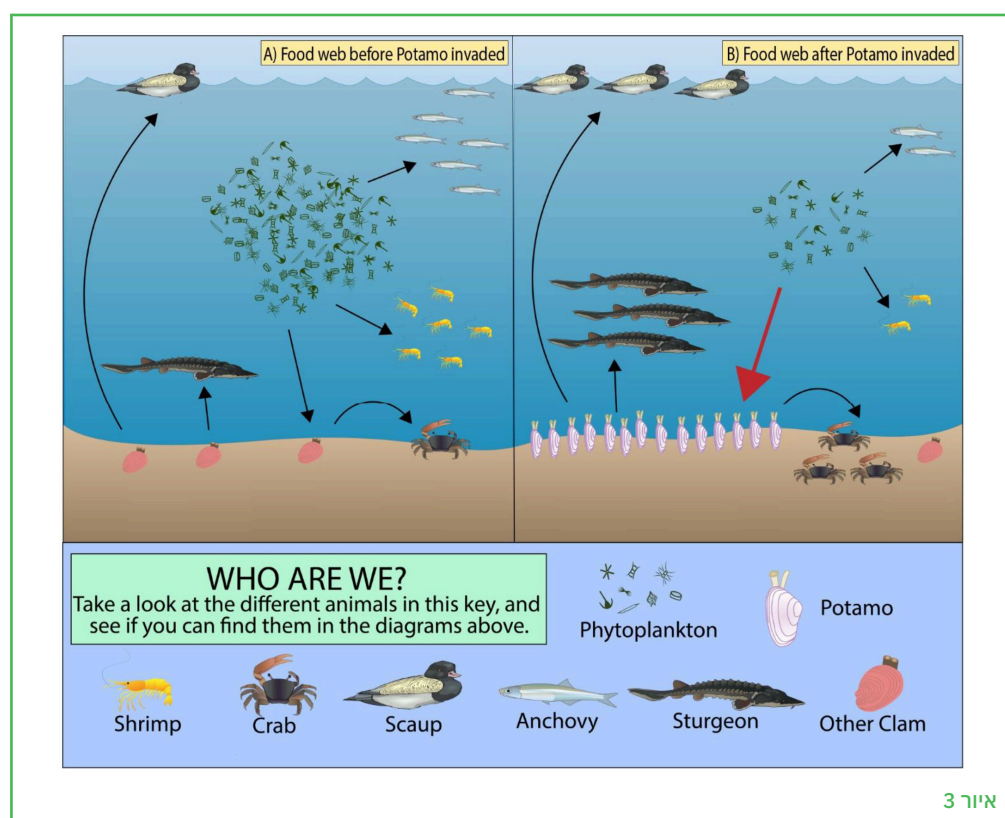
פיטופלנקטון (Phytoplankton)

צמחים זעירים נסחפים שחיים במים ומקבלים אנרגיה מהשמש וחומרי מזון מהמים. פיטופלנקטון נאכלים על ידי זואופלנקטון, צדפות, דגים ולווייתנים.

פיטופלנקטון והצדפה הרעבה מאוד

אחד מהדברים שצדפות פוטמו אוהבות לאכול הוא פיטופלנקטון. פיטופלנקטון מהווים חלק חשוב בשרשרת המזון, ויצורים רבים אחרים מסתמכים עליהם בכלכלתם. לפני שפוטמו פלשו למפרץ, כמות הפיטופלנקטון השתנתה באופן עונתי; מספריהם היו נמוכים במהלך החורף והאביב, וגדלו באופן משמעותי במהלך הקיץ והסתיו. לאחר שפוטמו הגיעו למפרץ והתפשטו בו, מספרי הפיטופלנקטון נשארו נמוכים במהלך הקיץ והסתיו-תקופות שבהן הם בדרך כלל היו מגיעים לשיא [3]. מאז הגעת הפוטמו, אוכלוסיית הפיטופלנקטון פחתה באופן עקבי. צדפות פוטמו יכולות לאכול פיטופלנקטון מהר יותר מהקצב שבו פיטופלנקטון מסוגלים לגדול, מה שעלול להגביל את גדילת הפיטופלנקטון [4] (איור 3).

איור 3



איור 3

למרבה המזל, פוטמו אינן יכולות לחסל את כל הפיטופלנקטון בְּשֵׁל עומקם של המים, וזרימתם. במים רדודים, פוטמו שואבות את כל המים שמעליהן ואוכלות במהירות את הפיטופלנקטון הזמינים. אולם, במים עמוקים, פוטמו יכולות לסנן רק את המים שקרובים לקרקעית, ולכן פיטופלנקטון שקרובים לפני השטח נותרים בטוחים. זרימת המים גם יכולה להזיז פיטופלנקטון הרחק מהצדפות לפני שהפוטמו הספיקו לסנן את המים, מה שמאפשר לפיטופלנקטון לברוח ולא להיאכל [3].

מים מתוקים מנהרות ומגשם מתערבבים עם מי אוקיינוס מלוחים, ומשנים את המליחות של שפך הנהר. חיות מגיבות לשינויים האלה. פיטופלנקטון נעים עם המים, ולכן חשופים לשינויים במליחות כאשר תופעת הגאות והשפל דוחפת את המים הלך ושוב בין האוקיינוס למפרץ. אוכלוסיות של צדפות נעות אף הן עם מליחות, אך בדרך שונה ולאורך זמן ממושך

שרשרת המזון במפרץ סן פרנסיסקו לפני פלישת פוטמו, ואחריה. (A) מארג המזון טרם פלישת הפוטמו- לפני שפוטמו הגיעו למפרץ סן פרנסיסקו, פיטופלנקטון תמכו באוכלוסיות דגים גדולות. החיצים השחורים מציגים מי אוכל את מי בשרשרת המזון. (B) מארג המזון לאחר פלישת הפוטמו-לאחר הגעת הפוטמו למפרץ סן פרנסיסקו, פחות פיטופלנקטון היו זמינים לאכילתם של מינים אחרים, מה ששינה את שרשרת המזון. החץ האדום מצביע על כך שפוטמו אוכלים יותר פיטופלנקטון מאשר מינים אחרים באזור [התמונות ששימשו לאיור הן באדיבות Dieter, Saxby, Tracey Lucy Kraeer, Kim Tracey ו- Essen-Fishman Van Jane Thomas מ- Integration and Application Network, המרכז למדעי הסביבה באוניברסיטת מרילנד (ian.umces.edu/symbols) ו-Kamil Sulima ו-svg-clipart.com עבור תמונת ה-scaup]. מקרא סוגי בעלי החיים במפרץ סן פרנסיסקו, מוצגים בתחתית האיור:

Phytoplankton = פיטופלנקטון
Potamo = צדפת פוטמוקורבולה
Shrimp = שרימפס (חִסְלוֹן)
Crab = סרטן
Scaup = ברווז צלילה
Anchovy = אנשובי (דג עֶפְיוֹן)
Sturgeon = דג חִדְקָן
Other clam = צדפות אחרות.

הרבה יותר. צדפות צעירות צפות במים ומשתקעות במקומות חדשים כשהן נדחפות על ידי הגאות והשפל, בדומה לזרעים המרחפים במשב רוח עדין. אך כמו עצים השולחים שורשים לקרקע, צדפות אינדיבידואליות אינן יכולות לעזוב לאחר שהן משתקעות בקרקעית. לכן, אין ביכולתן של פוטמו לרדוף אחרי פיטופלנקטון, והן חייבות לחכות שפיטופלנקטון יגיע אליהן [4].

פיטופלנקטון נמצאים בבסיס של שרשרת המזון, כלומר משמשים מקור מזון עבור חיות כמו צדפות ודגים. לאחר מכן, הצדפות והדגים נאכלים על ידי חיות אחרות, כמו דגים גדולים יותר וסרטנים, אשר יכולים להיאכל על ידי חיות גדולות יותר, כמו ברווזים, כרישים ואריות ים. כאשר אין מספיק פיטופלנקטון, שרשרת המזון כולה מושפעת. **זואופלנקטון** הם אורגניזמים קטנים שחיים במים ויכולים לאכול פיטופלנקטון. מאז שפוטמו הגיעו למפרץ והחלו לאכול כל כך הרבה פיטופלנקטון, מספר הזואופלנקטון ירד, ולטורפי זואופלנקטון, כמו שרימפס ואנשובי, יש פחות מה לאכול. לכן אף הם פחתו מאז שפוטמו פלשו למפרץ [4] (איור 3).

האם פוטמו הן חדשות רעות עבור כולם?

פלישתן של צדפות פוטמו אינה בעלת השלכות שליליות בלבד! הכמויות הגדולות של פוטמו הפכו מזון נוסף זמין עבור חיות שניזונות בקרקעית, כמו למשל ברווזים צוללים, הדקניס וסרטנים [1, 4]. אחד המינים שמרוויחים מהפוטמו הוא ברווז ממין lesser scaup, עוף מים נודד הניזון מהקרקעית, שמבלה את עונת החורף במפרץ [5]. לפני פוטמו, הברווז הזה ניזון מצדפה מקומית שנקראת *Macoma balthica* (ומכונה מקומה).

נתבונן בפרטים המאפיינים צדפות כִּטְרָף. כמות האנרגיה שברוויזי ה-scaup מקבלים מצדפות תלויה בגורמים רבים: באיזו מידה הצדפות מזינות; באיזו קלות הן מעוכלות; כמה עמוק הן קבורות וכמה צדפות scaup מספיק לאכול במהלך צלילה אחת. מקור המזון המיטבי מעניק לברווזים אלה את האנרגיה הרבה ביותר – יותר אנרגיה מזו שבה הם משתמשים כדי לתפוס את הצדפות, לשבור אותן ולעכלן [5]. לפוטמו יש נטרן ותכולת שומן גבוהים יותר, ופי שלושה יותר אנרגיה זמינה בהשוואה לצדפת המקומה. קונכיות של פוטמו הן עבות וקשות יותר לשבירה ביחס למקומה, ועדיין פוטמו מהוות מקור מזון טוב יותר. אומנם ברוויזי scaup משקיעים אנרגיה רבה יותר בעיכול קונכיות פוטמו, אך מקבלים חזרה יותר אנרגיה מאכילת פוטמו מאשר מאכילת מקומה [5].

צדפות פוטמו זמינות יותר מאשר צדפות מקומה, וברוויזי scaup יכולים לתפוס יותר צדפות במהלך צלילה אחת על ידי אכילת פוטמו. צלילה צורכת מעופות אנרגיה רבה – עליהם לעצור את נשימתם ולדחוף כנגד לחץ המים כדי להגיע לקרקעית. לכן, הם רוצים לתפוס כמה שיותר צדפות שניתן בצלילה אחת. ברוויזי scaup אוכלים צדפות אשר קבורות בעומק של פחות מ-5 סנטימטרים. מרבית הפוטמו חיות בתוך הטווח הזה, בעוד שרק מחצית המקומה חיות בעומקים רדודים אלה [5]. אם כן, באופן כללי, פוטמו הן מקור מזון טוב יותר עבור ברוויזי ה-scaup מאשר מקומה.

זואופלנקטון (Zooplankton)

חיות ימיות זעירות שאוכלות חיידקים, פיטופלנקטון וזואופלנקטון אחרים. הן נאכלות על ידי צדפות, שרימפס, קריל (סרטנים קטנים) ודגים.

פוטמו: סֶפֶק טובות-סֶפֶק רעות, ובלי סֶפֶק כאן כדי להישאר

למרות שמפרץ סן פרנסיסקו אינו בִּיתָן המקורי של צדפות פוטמו, הן אינן מגלות סימני עזיבה. בני אדם אינם אוכלים את הצדפות האלה, ולכן אנו תלויים בטורפים שלהן לצורך שליטה באוכלוסיות הצדפות. כפי שהסברנו במאמר, פוטמו סייעו והזיקו כאחד לביתן החדש. כניסתם של מינים חדשים לאזור מסוים עלולה לגרום לשרשראות מזון להתבלגן, והקשרים בין מינים עשויים להפוך מורכבים, כמו במקרה של פוטמו. בעוד שעתיד המינים המאכלסים את מפרץ סן פרנסיסקו, והסטטוס השולט של פוטמו במפרץ נותרים בלתי ידועים, דבר אחד בטוח: הטבע תמיד משתנה ומתפתח.

מקורות

1. Carlton, J. T., Thompson, J. K., Schemel, L. E., and Nichols, F. H. 1990. Remarkable invasion of San Francisco Bay, (California, USA) by the Asian clam *Potamocorbula amurensis*. I. Introduction and dispersal. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 66:81–94. doi: 10.3354/meps066081
2. Dame R. F. 2011. *Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*. 2nd Edn. Boca Raton, FL: CRC Press.
3. Alpine, A. E., and Cloern, J. E. 1992. Trophic interactions and direct physical effects control phytoplankton biomass and production in an estuary. *Limnol. Oceanogr.* 37:946–55. doi: 10.4319/lo.1992.37.5.0946
4. Kimmerer, W. J., and Thompson, J. K. 2014. Phytoplankton growth balanced by clam and zooplankton grazing and net transport into the low-salinity zone of the San Francisco estuary. *Estuaries Coasts* 37:1202–18. doi: 10.1007/s12237-013-9753-6
5. Richman, S. E., and Lovvorn, J. R. 2004. Relative foraging value to lesser scaup ducks of native and exotic clams from San Francisco Bay. *Ecol. Appl.* 14:1217–31. doi: 10.1890/03-5032

פורסם אונליין: 27 בנובמבר 2023

נערך על ידי: Pedro Morais

מנחים מדעיים: Rita Araujo | Briana Erin Mittleman

ציטוט: Shrader KH, Zierdt Smith EL, Parchaso F | Thompson JK (2023) אם נותנים לצדפה שֶפֶק נהר: הסיפור של פוטמוקורבולה. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.599289-he

תורגם והתאם מ: Shrader KH, Zierdt Smith EL, Parchaso F and Thompson JK (2021) If You Give a Clam an Estuary: The Story of *Potamocorbula*. *Front. Young Minds* 9:599289. doi: 10.3389/frym.2021.599289

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2023 Shrader, Zierdt Smith, Parchaso | Thompson. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים 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

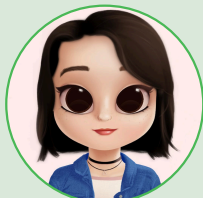
ISABEL, גיל: 11

היי, אני Isabel, בת 11. אוהבת מאוד לקרוא, לכתוב סיפורים ומתעניינת מאוד בדיפלומטיה.



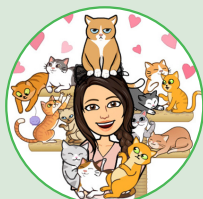
MARGARIDA, גיל: 13

קוראים לי Margarida, בת 13. אני אוהבת קריאה, כתיבה וטיפוס. אני גם אוהבת מדע, במיוחד כל דבר שקשור לחורים שחורים, ומגלה עניין רב בתחום הביולוגיה. עדיין אין לי מושג במה ארצה לעסוק כשאגדל.



MAYA, גיל: 10

Maya אוהבת לצייר בעלי חיים וללמוד על אודותיהם. התחום האהוב עליה הוא קריאה-היא בדיוק סיימה לקרוא ספר בנושא חתולים! Maya אוהבת לחפש חרקים בטבע. בקיץ האחרון היא שחתה באגם משיגן בשיקגו.



הכותבים

KELLY H. SHRADER

אני ביולוגית בסקר הגיאולוגי של ארצות הברית (USGS), בתחום Water Mission. העניין שלי באקולוגיה החל כשהייתי בבית ספר יסודי, וצפיתי בחיות בחצר האחורית בביתי מתקשרות זו עם זו ועם סביבתן. תשוקתי לעסוק במחקר החלה באוניברסיטת קליפורניה סנטה קרוז, שם קיבלתי תואר באקולוגיה ובביולוגיה אבולוציונית. אני מתעניינת באקולוגיה מרחבית, או היכן חיות נמצאות בסביבה ומדוע. בעבודתי במעבדה הבנטיית (תחום הקשור לקרקעית האגם או הים) אני חוקרת היכן שני מינים של צדפות פולשות חיים במפרץ סן פרנסיסקו, ומהי השפעתם על חיות אחרות.



EMILY L. ZIERDT SMITH

אני ביולוגית במעבדה הבנטיית בסקר הגיאולוגי של ארצות הברית (USGS). מאז שהייתי קטנה, התעניינתי בלשהות בטבע, ותמיד רצתי מעץ לעץ, לסלעים ולנחלים הסמוכים. את התשוקה הזו של בילוי בחוץ ניתבתי ללימודי באוניברסיטת קליפורניה סנטה קרוז, שם קיבלתי תואר במדעי הסביבה ותואר באקולוגיה וביולוגיה אבולוציונית. אני מתעניינת בשחזור מגוון מערכות אקולוגיות ובשימורן. המעבדה שלנו חוקרת

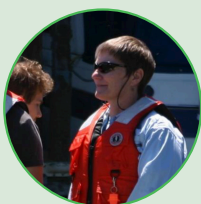


כיצד קהילת החיות שחיות בקרקעית מפרץ סן פרנסיסקו משתנה, ומהן ההשפעות ארוכות הטווח של השינויים האלה.



FRANCIS PARCHASO

אני ביולוג בסקר הגיאולוגי של ארצות הברית (USGS). בעל תואר שני בביולוגיה ימית. אני עובד עם צוות מדענים שחוקרים את מפרץ סן פרנסיסקו, וחוקר חיות בנטייות, כלומר חיות שחיות בקרקעית מפרץ סן פרנסיסקו. המחקר שלי כולל התנהגות של תזונה בקרב צדפות, רבייתן והפיזיולוגיה שלהן, כמו גם ההשפעות של צדפות על שרשרת המזון ועל מערכות אקולוגיות. העבודה שלנו כוללת שהות ממושכת על סירה ואיסוף דגימות, ולאחר מכן זמן במעבדה לצורך זיהוי החיות שאנו מוצאים בדגימות, וספירתן.
*parchaso@usgs.gov



JANET K. THOMPSON

עבדתי כביולוגית בסקר הגיאולוגי של ארצות הברית (USGS) במשך יותר מ-40 שנים. יש לי תואר שני בביולוגיה ימית ודוקטורט בהנדסה אזרחית. עבודתי מתמקדת בהבנת האופן שבו חיות שחיות בקרקעית משפיעות על המבנה של מערכות אקולוגיות ימיות, וכיצד שינויים בסוגי המינים שחיים בקרקעית עשויים להוביל לשינויים ארוכי טווח בשרשרת המזון. לאחר שביליתי את רוב שנות עבודתי ביציאה לשטח, כעת אני מבלה את מרבית זמני בנייתוח נתונים ובכתיבה.

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