

מְדוּזוֹת הַיָּם הַשְּׁחוֹר: הַמְהַגְרוֹת הַמַּפְתִּיעוֹת לְבִצָּת סוּיֶסֶן

Caroline L. Newell^{1*}, John R. Durand^{1,2}, Mariah H. Meek³ | Peter B. Moyle^{1,2}

¹המרכז למדעי קו פרשת המים, אוניברסיטת קליפורניה, דייזיס, דייזיס, קליפורניה, ארה"ב

²חיי בר, דגים וביולוגיית שימור, אוניברסיטת קליפורניה, דייזיס, דייזיס, קליפורניה, ארה"ב

³המחלקה לביולוגיה אינטגרטיבית ומחקר AgBio, אוניברסיטת מדינת מישגן, מזרח לנסינג, מישגן, ארה"ב

סוקרים צעירים

EUROPEAN
SCHOOL OF
VARESE
גיל: 10–12



מְדוּזוֹת הַיָּם הַשְּׁחוֹר אוהבות לנדוד. הרחק מביתן המקורי בים השחור שבדרום-מזרח אירופה, הן הגיעו לִשְׁפָךְ נהר סן פרנסיסקו. מאז שמדוזות אלה החלו להופיע לראשונה באופן קבוע ברשתות דִּיג בראשית שנות ה-80 של המאה הקודמת, מדענים מצאו עוד ועוד מהן בשפך נהר סן פרנסיסקו. במהלך 40 השנים האחרונות, מעבדתנו עקבה אחר מספריהן של מדוזות הים השחור בחלק בשפך הנהר שנקרא בִּצָּת סוּיֶסֶן (Suisun Marsh). לאורך זמן זה, צפינו בעלייה בכמויות המדוזות, כשהכמות הגדולה ביותר שתועדה אי פעם הייתה ב-2019. מהי משמעות הדבר עבור שפך נהר סן פרנסיסקו ותושביו הנוכחיים האחרים? זו השאלה שנבחן במאמר זה.

היכרות עם מדוזות הים השחור

מדוזות שאנו רואים בתצוגות באקווריומים הן מקסימות. שוחות להן ברחבי המְקָלִים שלהן, ומעוררות יראת כבוד בצופים בהן בעזרת הרוגע השלו המאפיין אותן. מדוזות הן חיות

חסרי חוליות (Invertebrate)

חיות ללא חוליות
(עצמות שלד).

איור 1

מדוזת הים השחור שנחה על
קרקעית מְכָל. המשושים
הרבים שלה נעים סביב,
מחפשים אחר משהו לאכול
[קרדיט לתמונה:
Dave (Gio) Giordano].



איור 1

מדוזות הים השחור הן מין חדש יחסית בשפך הנהר, ותפקידן באזור זה נחקר רק לאחרונה. שְׁמֵן מְרִמֵז על בֵּיתָן המקורי: בעבר הן נמצאו רק בים השחור, בדרום אירופה. כיצד מין חסר חוליות וחלש בשחייה מצליח להגיע למרחק של 9,700 קילומטרים הרחק מביתו? מדוזות אלה 'תופסות טְרָמֵפ' עם המים שספינות מְטַעַן לוקחות עימן בנמלים מרוחקים כדי לאזן את עצמן כשהן חוצות את האוקיינוסים ברחבי העולם. כאשר מים אלה משוחררים בקרבת שפך הנהר, היצורים משוחררים אף הם, והרוח והגאות מניעים את מדוזות הים השחור במעלה הזרם.

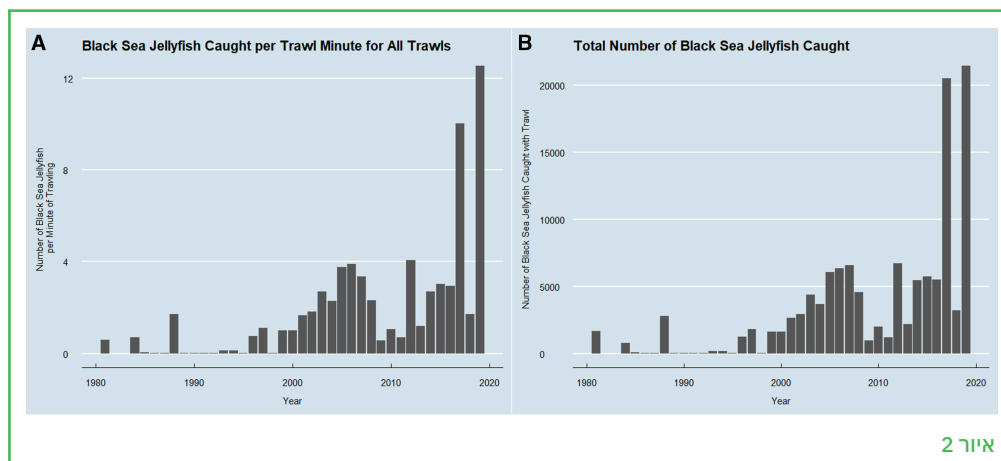
בְּצֵת סִיסָן היא אזור בשפך הנהר העליון, שבו מדוזות ממין זה משגשגות במיוחד. הַבְּצֵת מְסַפֶּקֶת מְקַלֵּט בטוח למינים רבים. מאז 1980, צוות החוקרים שלנו באוניברסיטת קליפורניה, דיוויס צופה ביצורים שחיים בְּמֵי שפך הנהר. מְדֵי חודש, אנו הולכים לשפך הנהר לדגום את החיות המתקיימות בו. אנו משתמשים ברשתות שנקראות **מְכַמְרוֹת**, אשר אותן אנו גוררים מאחורי סירה. מדוזות הים השחור הופיעו לראשונה במכמורות בשנות ה-80 המוקדמות של המאה ה-20. מאז, חָלָה עלייה באוכלוסיות מדוזות הים השחור בשפך הנהר (איור 2).

מדוע מדענים נבהלים ממדוזות קטנות?

מדוזות הים השחור נראות קטנות ושבריריות, אך הן ניחנו בארבע תכונות שעלולות לסייע להן לגרום נזק רב לשפך הנהר.

איור 2

נתונים שנאספו לגבי מדוזות הים השחור בבצת סיסן ב-40 השנים האחרונות. (A) מספר מדוזות הים השחור שנתפסו בכל דקה של דיג מכמורת (Trawl) בבצת סיסן. (B) המספר הכולל של מדוזות הים השחור שנתפסו במכמורת. תוכלו לראות כי מאז 1980 חלה עלייה במספרי המדוזות בבצת סיסן, עם שיא של 21,478 מדוזות שנתפסו בשנת 2019.



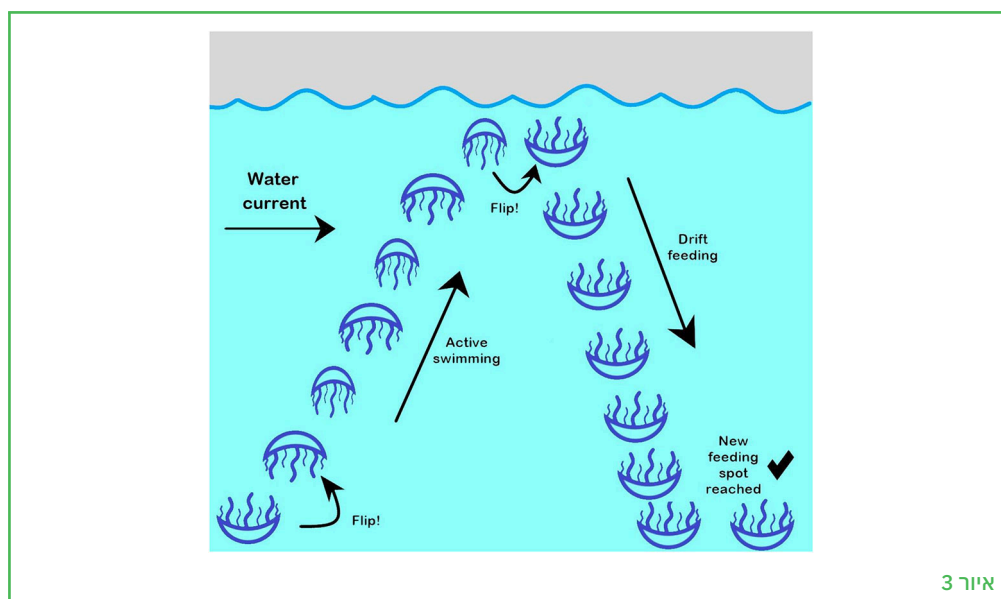
איור 2

ראשית, אסטרטגיית הצייד היעילה של מדוזות אלה מאפשרת להן לתפוס טרף מהחלק העליון של המים ועד לקרקעית. את מרבית זמןן הן מבלות בקרקעית, שם הן יושבות הפוכות, מנענעות את המשושים שלהן לכל עבר ותופסות מזון. מדי פעם, הן הופכות את עצמן עם צד הפעמון כלפי מעלה, ושוחות אל פני השטח של המים. בהגיען לטפם, הן שוב הופכות את עצמן כלפי מטה, וצפות מטה אל נקודת ישיבה חדשה [1]. כשמדוזות הים השחור עולות ויורדות, זרמי מים נושאים אותן למקומות חדשים, מה שמאפשר להן להתפשט ולמצוא אזורים חדשים של מזון (איור 3).

איור 3

התנהגות השחייה של מדוזות הים השחור

המדוזות שוחות אל פני השטח של המים, מתהפכות, ושוקעות באיטיות אל הקרקעית כאשר המשושים שלהן מתוחים החוצה, והן מחפשות מזון בזמן ירידתן. כאשר המדוזות מגיעות לקרקעית, הן נשארות הפוכות ומפתלות את קצות המשושים שלהן בניסיון לפתות זואופלנקטון שחיים בקרקעית להיכנס למלכודת הקטלנית שלהן (האיור מבוסס על Wintzer ואחרים [1]). מקרא: Water current – זרם מים – Active swimming – שחייה פעילה Drift feeding – האכלת סחף New feeding spot reached – הגעה לנקודת האכלה חדשה.



איור 3

שנית, הגופים בצורת פעמון של מדוזות הים השחור מרופדים במאות משושים עוקצים. המדוזות משתמשות במשושים אלה כדי לתפוס את טרפן ולהורגו. אנו מודאגים מכך שדגים קטנים בשפך הנהר מחוסלים על ידי המשושים העוקצים הללו, ושהמדוזות צורכות חסרי חוליות קטנים שהדגים מסתמכים עליהם כמקור מזון.

שלישית, מדוזות הים השחור מתרבות במהרה, הודות לסגנון התרבות ייחודי. מחזור החיים שלהן מחולק לשניים: מדוזות בשלב הבוגר מכונות **מְדוּזָה** (Medusa), והן יכולות לשחות

פוליפ (Polyp)

השלב הצעיר במחזור החיים של מדוזה. פוליפים אינם נעים, והם מחוברים למשטחים קשיחים מתחת למים.

פריחה (Bloom)

עלייה פתאומית חדה במספריהן של מדוזות.

זואופלנקטון (Zooplankton)

חסרי חוליות ימיים קטנים שנסחפים עם זרמי מים.

שטצדאים (Amphipod)

סוג של זואופלנקטון בעל קונכיות קשות, שיש לו רגלי שחייה הן רגלי הליכה.

בחופשיות במים. מדוזות צעירות מכונות **פוליפים**. פוליפים אינם יכולים לנוע, והם חיים צמודים למשטחים קשיחים, כמו למשל סלעים; רציפים; חבלים ואפילו קונכיות ריקות. כאשר פוליפים מתפתחים, הם יכולים לשחרר עשרות או מאות מדוזות קטנות.

רביעית, למדוזות הים השחור אין טורפים טבעיים בשפך הנהר. כתוצאה מכך שהן אוכלות הרבה, מתרבות במהירות ובכמויות גדולות, ושאינן להן אויבים טבעיים, מספריהן עשויים לגדול באופן מהותי. מדענים מכנים את העלייה המהירה הזו באוכלוסייה **פְּרִיחָה**. פריחות מתרחשות כאשר תנאי המים מייצרים עדיפות למדוזות, בדרך כלל במהלך הקיץ והסתיו, אז המים חמים ומלוחים [2, 3]. לעיתים, המדוזות צפופות כל כך במים שעלול להיות קשה עבור דגים וחסרי חוליות קטנים להימנע מהיעקצות על ידי משושי המדוזות. יחד, ארבע התכונות הללו הופכות את המדוזה לאיום פוטנציאלי על המערכת האקולוגית של שפך נהר סן פרנסיסקו.

מחקר מדוזות הים השחור בשפך נהר סן פרנסיסקו

ביקשנו להעריך אם לארבע התכונות של מדוזות הים השחור שתוארו לעיל אכן יש השפעות שליליות על דגים בשפך נהר סן פרנסיסקו. לצורך כך הצוות שלנו חקר את גודל אוכלוסיית מדוזות הים השחור ב**בַּצַּת סוֹסֵן**, ואת התנהגותן. שאלנו שלוש שאלות: (1) מה מדוזות הים השחור אוכלות? (2) האם מדוזות אלה אוכלות דגים לְרֻוּלִים (תינוקות)? ו-(3) האם מדוזות אלה מתחרות עם דגים על מזון? [1].

כדי לענות על שתי השאלות הראשונות, בָּחַנּוּ את הדיאטות של מדוזות הים השחור ב**בַּצַּת סוֹסֵן**, על ידי תפיסת מדוזות ברשתות ושימוש במיקרוסקופים לצורך הסתכלות על תכולת הבָּטְנִים שלהן. מצאנו כי מדוזות ניזונות בעיקר מ**זואופלנקטון** זעירים בעלי קונכיות קשות, הנקראים **שטצדאים**. מצאנו גם כי מדוזות הים השחור כן אוכלות דגים לְרֻוּלִים, אך הם לא היו שכיחים בדיאטה שלהן: רק 4% מכלל הדיאטה של המדוזות היו דגים לרוולים. אולם, אין זה אומר שדגים אלה בהכרח מוגנים מפני מדוזות – הֶטְרִיפָּה הנמוכה שלהם עשויה פשוט להיות תוצאה של תזמון. כאשר המדוזות פורחות ויוצאות לַצֵּיד, מרבית הדגים כבר עברו את השלב הלוואלי שלהם. דגים רבים בוקעים בשלב מוקדם באביב, והם גדולים מדי מכדי שהמדוזות יוכלו להורגם בעת פריחות הקיץ [1].

כדי למדוד את התחרות על מזון בין מדוזות לדגים, הסתכלנו על מלאות הבטן של דג threadfin shad, שהוא זן שגם הוא אוכל זואופלנקטון. אם אכן הייתה תחרות גדולה על זואופלנקטון בין מדוזות לדג זה, היינו מוצאים שבטני הדגים פחות מלאות כאשר המדוזות מצויות בסביבה. אולם, מצאנו כי נוכחותן של מדוזות הים השחור לא שינתה את מלאות הבטן של threadfin shad; הדגים יכלו לאכול את אותה הכמות שנהגו לאכול כשהמדוזות לא היו בסביבה. האם הדגים החליפו את מזונם כדי להתמלא? לא! הבטנים של דגי threadfin shad ושל המדוזות הכילו בעיקר את אותו הדבר – שטצדאים [1].

המשמעות היא כי התחרות אינה מסתמנת כבעיה, לפחות כרגע. אולם, המחקר כן אישר שישנה חפיפה במקורות המזון, ומכאן דגים האוכלים זואופלנקטון יצטרכו להתחרות עם מדוזות במקרה שבו אספקת מקור המזון השכיח שלהם (שטצדאים) תחסר [4]. זהו חלק

מדאגתם של מדענים לגבי שפך נהר סן פרנסיסקו, מאחר שדגים אוכלי-זואופלנקטון כבר פחתו במספריהם במשך עשרות שנים, ותחרות נוספת בנוגע למזון עלולה אף להחריף את הירידה הזו.

האם העתיד מלא בגילי?

קשה לחזות את עתיד מדוזות הים השחור בִּבְצַת סִיֶסֶן. אולם, מדענים סבורים כי שינויי אקלים יגרמו לקיצים להגיע מוקדם יותר, להיות חמים יותר, ולהימשך זמן רב יותר. אם זה יתרחש, מדוזות הים השחור יוכלו לפרוח מוקדם יותר ולהישאר זמן רב יותר. במצב כזה, הדגים שייולדו באביב עדיין יהיו קטנים ופגיעים כאשר המדוזות יפרחו. כמו כן פריחות יוכלו להיעשות אפילו גדולות יותר. אם אוכלוסיית המדוזות תמשיך לגדול, ייתכן שייוצר לחץ גדול יותר על מקורות מזון עבור כל החיות שאוכלות זואופלנקטון. אם כן, ייתכן כי שינויי אקלים יוכלו לשפר את התנאים עבור מדוזות, מה שעלול ליצור בעיה עבור דגים בשפך הנהר.

בעוד שקשה לחזות את העתיד, על ידי התבוננות בעבר נוכל לראות כי בִּבְצַת סִיֶסֶן בהחלט מלאה במדוזות. כאמור, אוכלוסיית מדוזות הים השחור באזור זה גדלה מאז שנות ה-80 של המאה ה-20, ובשנת 2019 צפינו במספר הגדול ביותר של מדוזות שהיו בה אי פעם: 21,478 מדוזות (איור 2). אם כן, כיצד עלינו לנהל את המין הזה כדי למנוע ממנו להשפיע על דגים שאנו דואגים להם?

פתרון אחד עשוי להיות לשנות את תנאי המים. מאחר שמדוזות מעדיפות מים מלוחים, ניתן לשלוט במספריהן באמצעות העלאת כמות המים המתוקים שזורמים דרך הנהרות שנכנסים לביצה. ניסוי חדש מתוכנן, שבו נאפשר ליותר מים מתוקים לזרום דרך בִּבְצַת סִיֶסֶן. מדענים מקווים כי הקטנת המליחות תיטיב עם מיני דגים ילידים, תוך הפחתת מספר המדוזות באמצעות הריגת פוליפים על ידי מים מתוקים.

סיכום

מדוזות הים השחור כאן כדי להישאר, אך ניתן להפחית את השפעותיהן באמצעות מדע וניהול טובים. מדענים צריכים להמשיך לערוך ניסויים ולנטר מגמות של אוכלוסיות מדוזות אלה. באמצעות חקירתן, נוכל לומר כיצד תנאים משתנים משפיעים עליהן, ולהשתמש באסטרטגיות שמגינות על המערכת האקולוגית של בִּבְצַת סִיֶסֶן, על ידי שליטה באוכלוסיות מדוזות הים השחור שעלולות להיות קטלניות.

מאמר המקור

Wintzer, A., Meek, M., and Moyle, P. 2011. Trophic ecology of two non-native hydrozoan medusae in the upper San Francisco estuary. *Mar Freshw Res.* 62:952–61. doi: 10.1071/MF10221

מקורות

1. Wintzer, A., Meek, M., and Moyle, P. 2011. Trophic ecology of two non-native hydrozoan medusae in the upper San Francisco estuary. *Mar Freshw Res.* 62:952–61. doi: 10.1071/MF10221
2. Baumsteiger, J., O'Rear, T., Cook, J., and Manfree, A. 2018. Factors affecting distribution and abundance of jellyfish medusae in a temperate estuary: a multi-decadal study. *Biol Invasions.* 20:105–19. doi: 10.1007/s10530-017-1518-x
3. Purcell, J. E., Uye, S., and Lo, W. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Mar Ecol Prog Ser.* 350:153–74. doi: 10.3354/meps07093
4. Sommer, T., Armor, C., Baxter, R., Breuer, R., Brown, L., Chotkowski, M., et al. 2007. The Collapse of pelagic fishes in the upper san francisco estuary: el colapso de los peces pelagicos en la cabecera del estuario San Francisco. *Fisheries.* 32:270–7. doi: 10.1577/1548-8446200732270:TCOPF12.0.CO;2

פורסם אונליין: 05 בינואר 2024

נערך על ידי: Pedro Morais

מנחים מדעיים: Ana Cristina Cardoso

ציטוט: Newell CL, Durand JR, Meek MH | Moyle PB (2024) המהגרות: המפתיעות לבצת סיסן. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.609315-he

תורגם והתאם מ: Newell CL, Durand JR, Meek MH and Moyle PB (2021) Black Sea Jellyfish: Shocking Newcomers to Suisun Marsh. *Front. Young Minds* 9:609315. doi: 10.3389/frym.2021.609315

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

זכויות יוצרים © 2021 © Newell, Durand, Meek | Moyle 2024. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתיקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

EUROPEAN SCHOOL OF VARESE, גיל: 10–12

הם אָקו-לוחמים ידידותיים לכדור הארץ. אנו מחויבים לדאגה זה לזה ולכדור הארץ שלנו, ותמיד



מוכנים לחלוק את כישורינו ומשאבינו. אנו בעלי דעות מוצקות ביותר, ותפיסת הגדילה שבה אנו דבקים היא: 'לכו על זה'. כמו כן אנו אוהבים להיות קולניים, ומעולים במשחק הקריקט.

הכותבים

CAROLINE L. NEWELL

Caroline L. Newell היא ביולוגית חוקרת באוניברסיטת קליפורניה, דיוויס. היא חוקרת דינמיקות של דגים ורשתות מזון בבצת סיאן ובחלק העליון של שפך נהר סן פרנסיסקו. למדה לתואר ראשון באוניברסיטת קליפורניה, דיוויס עם התמחות ראשית בחיי בר, דגים וביולוגיה של שימור, והתמחויות משניות בסטטיסטיקה ובמערכות מידע גיאוגרפיות. Caroline אוהבת להקיף את עצמה בבוץ ובדגים בשדות בחוף, ולעסוק במדע שמסייע לשמר סביבות מחיה עבור היצורים הימיים האהובים עליה. בזמנה הפנוי, היא אוהבת לשחק כדורגל. *clsnewell@ucdavis.edu

JOHN R. DURAND

John R. Durand חוקר את האקולוגיה של רשתות מזון ודגים בסביבות שפכי נהר, כחוקר בכיר במרכז למדעי קו פרשת המים באוניברסיטת קליפורניה, דיוויס. כיום הוא עורך כמה מחקרים ממומנים בשפך נהר קליפורניה. עם הפרויקטים שלו נמנים תפקוד סביבות מחיה משוחזרות ומנוהלות של אדמות רטובות; הרכב חברות דגים בסביבות מחיה שוליות, וההשפעות של בצורת על הדלתא (שפך הנהר).

MARIAH H. MEEK

Mariah H. Meek היא עוזרת פרופסור באוניברסיטת המדינה של מישגן, שם מעבדתה משתמשת במחקרים גנטיים כדי להבין טוב יותר כיצד לשמר מינים ימיים ולנהלם. את לימודי הדוקטורט שלה עשתה באוניברסיטת קליפורניה, דיוויס, שם בילתה את מרב זמנה בבצת סיאן, בתפיסת מדוזות ובספירת דגים.

PETER B. MOYLE

Peter B. Moyle הוא פרופסור אגריטוס (בדימוס) מכובד מאוניברסיטת קליפורניה, דיוויס. הוא ביולוג של דגים, ובשנת 1979 החל בתוכנית מחקר ארוכת-טווח בנושא הדגים וחסרי החוליות בבצת סיאן.

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