



חידת הביצה של מפלצת חילה

Karla T. Moeller^{1*}, Dale F. DeNardo²

¹משרד הממונה על האוניברסיטה, אוניברסיטת אריזונה, טמפ, אריזונה, ארצות הברית
²בית הספר למדעי החיים, אוניברסיטת אריזונה, טמפ, אריזונה, ארצות הברית

סוקרים צעירים

GREG
גיל: 15



KATI
גיל: 15



מחילה (Burrow)

חור טבעי או מנהרה שחיה גרה או מתחבאת בתוכה.

חיות צעירות צריכות להילחם על הישרדותן. לחיות שבוקעות מתחת לאדמה יש סיכויי שרידה טובים יותר אם הן יוצאות כאשר התנאים בחוץ טובים. אולם מה אם סוף ההתפתחות אינו תואם לזמן שבו התנאים בחוץ טובים? הזמן שבין הטלת הביצה לבקיעה יכול לפעמים להשתנות. שינויים בזמן הזה עשויים לסייע לאבוקוע להימנע מטורפים ולמצוא מים ומזון. בקיעה יכולה להידחות באמצעות תהליך שנקרא דיאפאוזה, כאשר ההתפתחות נעצרת לתקופת מה. אסטרטגיה פחות שכיחה היא המְתָנָה של האבוקועים בקן אחרי הבקיעה. אצל בעלי חוליות, המתנה בקן במהלך החורף ויציאה החוצה באביב נצפתה רק בחלק מזני הצבים. אולם כעת מצאנו שמפלצת חילה (הלוֹדְרָמָה מְרִירִית) גם משתמשת באסטרטגיה הזו. צבים ומפלצות חילה שונים מאוד, מה שמסייע לנו לחקור את הגורמים שעשויים להשפיע על התפתחות האסטרטגיה הזו.

תעלומת ביצה

לטאת מפלצת חילה (Gila monster ובשמה המדעי - הלוֹדְרָמָה מְרִירִית) תוחבת את ראשה לתוך חור, מצליפה את לשונה כדי "להריח" את הסביבה שלה ונכנסת לתוך **מחילה**. בתוך

המחילה היא מסתובבת בין מנהרות ומחפשת מקום להטיל את ביציה. כשהיא מוצאת מקום טוב, היא בדרך כלל תטיל בין ארבע לשש ביצים. זמן קצר לאחר מכן היא תעזוב את הקן ועבודתה כאימא לביצים האלה תסתיים. בטבע, מפלצות חילה מטילות ביצים ביולי. הצאצאים שלהן אינם **מגיחים** מהמחילה עד 9 חודשים מאוחר יותר, בין מאי לאוגוסט בשנה הבאה. אולם כאשר מפלצות חילה מטילות ביצים בִּשְׁבִי, הביצים בוקעות לאחר כ-4 חודשים [1]. מדוע התזמון הזה שונה כל כך בשבי לעומת בטבע? ישנן שתי אפשרויות עיקריות.

בשבי, טמפרטורת הביצים נשמרת יחסית קבועה. אולם בטבע הטמפרטורות משתנות עם העונות בזמן שהביצה מתפתחת במשך כמה חודשים. השינויים האלה עשויים לגרום לביצים להיכנס לתוך **דיאפאזה** (תהליך שבו ההתפתחות עוצרת לזמן מה) במהלך החורף עד שהסביבה מתחממת וההתפתחות מתחילה שוב. אפשרות נוספת היא שביצי מפלצת חילה בטבע בוקעות באביב, אולם מאחר שהאביב קריר ואין הרבה מזון בסביבה **האבקועים** עשויים לחכות קרוב ל-5 חודשים לפני שהם מגיחים. אם זה היה המקרה, הם היו מבליים את החורף בקן.

מי נשאר בקן במהלך החורף?

במקומות שבהם הטמפרטורה משתנה בין עונות, החורף הוא החלק הקר ביותר בשנה. במהלך החורף, חיות רבות מפחיתות מאוד את פעילותן, ולעיתים קרובות מוצאות מחילות או מקלטים אחרים להישאר בהם עד לאביב. אולם המקלטים האלה לרוב אינם אותם המקלטים שבהם הן נולדו או בקעו.

יוצא אחד מן הכלל הוא הצב. חלק מהצבים הבוגרים יחכו בחורף הקר מתחת למים בבריכות או בנהרות שעשויים לקפוא. המתנה במהלך החורף מתחת למים יכולה להיות בעיה עבור צבים צעירים, מאחר שקשה להם להתמודד עם רמות נמוכות מאוד של חמצן (מים מכילים פחות מ-1% חמצן בעוד שבאוויר יש כ-21% חמצן). לכן, אם המתנה מתחת למים אינה עובדת, היכן האבקועים יכולים לבלות באופן בטוח את החורף? במחילות, מתחת לאדמה. אולם ישנה בעיה אחת נוספת. עֶבְרִים של צבים אינם עמידים במיוחד בפני קפיאה. אם נעשה קר מדי, עוברים שעדיין נמצאים בתוך ביצים עלולים למות, בעוד שלאבקועים יש סיכויים גדולים יותר לשרוד. עבור סיכויי ההישרדות הגדולים ביותר, חלק מתינוקות הצבים בוקעים מהביצים שלהם (כדי שהם לא יקפאו) וימתינו בקינים שלהם (כדי לקבל מספיק חמצן) עד לאביב, מתי שמזג האוויר מתחמם והם מגיחים [2].

מפלצות חילה שונות מאוד מהצבים הימיים, אולם הקבוצה שלנו חשבה שגם אבקועים של מפלצות חילה עשויים לחיות במהלך החורף במחילות שבהן הם בקעו, מה שנקרא **שרידות בחורף**. כדי לבדוק אם זה נכון, חיברנו יחד שלושה רמזים עיקריים.

פענוח חידת מפלצת חילה

נדיר לראות לטאות מפלצת חילה צעירות. אנו מגדילים את סיכוינו לצפות בהן אם אנו כולאים את האבקועים ברגע שהם בוקעים. עקבנו אחרי לטאות **מעוברות** (בהיריון) לקינים שבהם הן הטילו את ביציהן. מאוחר יותר באותה השנה, הצבנו מלכודות מחוץ לקינים כדי לתפוס את כל

מגיח (Emerge)

יוצא החוצה או מתגלה.

דיאפאזה (Diapause)

תקופה שבה ההתפתחות עוצרת באופן זמני.

אבקועים (Hatchling)

חיה שזה עתה בקעה מהביצה שלה.

שרידות בחורף (Overwinter)

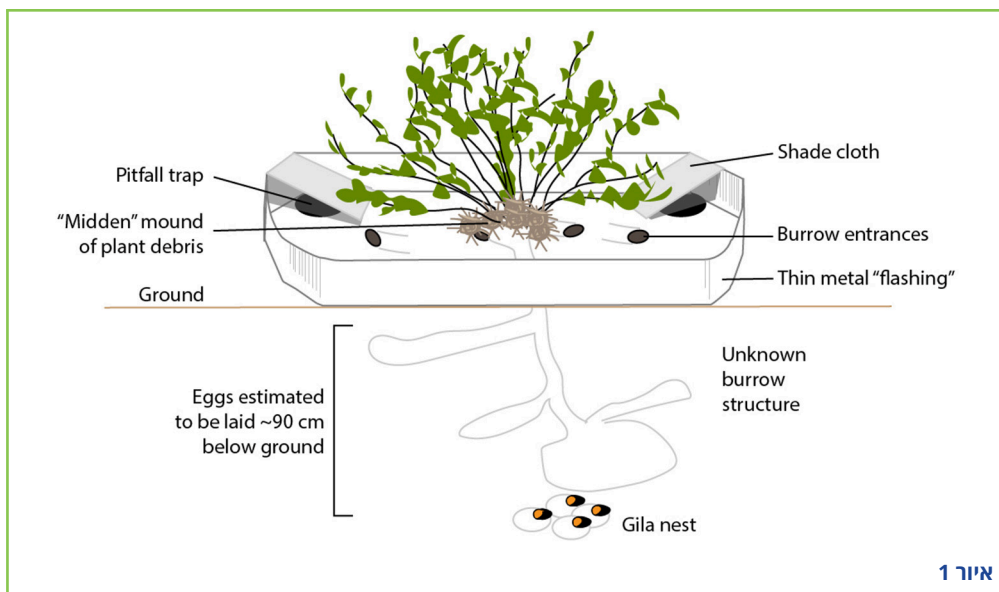
לשרוד את החורף.

מעוברת (Gravid)

בהיריון.

איור 1

מלכודות מחוץ לקן. מכל מתכת שימש להקפת כל הכניסות למחילות (שהן גם יציאות), וחורי נפילה נחפרו עם דליים שמוקמו בתוכם בתוך החלק הפנימי של מכל המתכת. כאשר אבקועי מפלצת חילה יצאו מהקן הם התחילו ללכת לאורך מכל המתכת עד שהם נפלו אל תוך מלכודת הנפילה.



איור 1

איור 2

אבקוע של מפלצת חילה שנפל לתוך המלכודת.



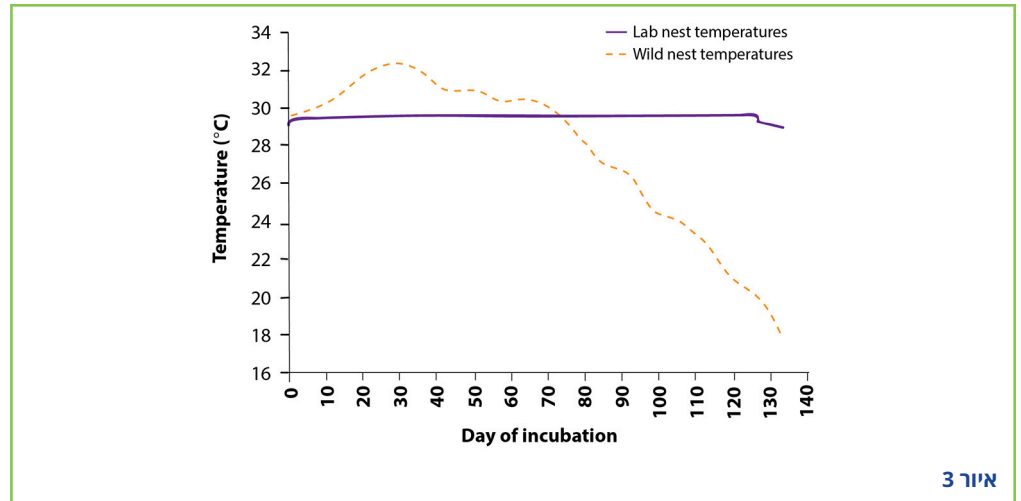
איור 2

מה שיוצא. הקמנו קיר של מתכת דקה סביב למחילה. לאחר מכן, חפרנו בורות שחיות נפלו לתוכם בזמן שהן ניסו לעזוב את המחילה. המלכודות עוצבו במטרה להחזיק בצורה בטוחה את האבקועים של מפלצות החילה עד שמצאנו אותם. באמצעות השיטה הזו (איורים 1,2) ראינו מתי האבקועים עזבו שתי מחילות. מצאנו שבטבע האבקועים מאתו הקן מתחילים להגיה בתחילת מאי, כשחלק עזבו מאוחר יותר, עד תחילת אוגוסט.

אחרי שידענו שצאצאי מפלצות החילה אמורים להגיה, בחנו אם הטמפרטורה בטבע גרמה לביצים לעבור דיאפאוזה. כדי לרשום את הטמפרטורה של קן בטבע, בהתחלה מיקמנו רשם טמפרטורה ומשדר רדיו (למעקב אחרי המיקום) בתוך גופן של כמה נקבות. חלק מהנקבות האלה התחילו לפתח ביצים מאוחר יותר. לאחר מכן, כשהנקבה הייתה מוכנה להטיל ביצים, השתמשנו בציוד הזה כדי למצוא אותה ואת אתר הקן שלה. רשם הטמפרטורה הוא iButton; בגודל של כמה מטבעות שמונחות אחת על השנייה, והוא מכוסה בפלסטיק כך שהוא לא פוגע בחיה. הוא מקליט את הטמפרטורה שלה על שעה. כשהיא יצאה החוצה למחילה להטיל ביצים, היא נשארה שם במשך כ-10 ימים. כאשר היא עזבה, מיקמנו מערכת שמזדה את

איור 3

טמפרטורות ששומשו לאינקובציה של ביצי מפלצות חילה במעבדה. הקווים הסגולים מראים טמפרטורה יחסית קבועה, שלעיתים קרובות משמשת לפיתוח ביצי מפלצות חילה בשבי. הקו הכתום המקווקו מראה פרופיל טמפרטורה שנרשם מקן בטבע, ואתם יכולים לראות שהטמפרטורה משתנה עם הזמן.



איור 3

טמפרטורות האדמה במחילה. רשמנו את הטמפרטורה בכמה עומקים (15, 30, 60 ו-90 ס"מ) במשך שנה, מיולי כשהיא הטילה את ביציה ועד חודש יולי בשנה העוקבת, אחרי שהניחו כמה אבקועים.

השווינו בין טמפרטורת הגוף של נקבת מפלצת החילה כשהיא הייתה במחילה ובין טמפרטורת האדמה מיד אחרי שהיא עזבה. בהתבסס על הטמפרטורות האלה, הערכנו שהיא הטילה ביצים 90 ס"מ מתחת לאדמה. באמצעות נתוני הטמפרטורה עבור העומק הזה, שלטנו בטמפרטורה של ביצי מפלצת החילה שהתפתחו במעבדה (איור 3). ביצים שהתפתחו בטמפרטורות של קן בטבע לא עברו דיאפאוזה. הביצים האלה בקעו לאחר 4 חודשים, מה שתאם את בקיעת האביב של ביצי הטבע. הנתון הזה, במשולב עם נתוני המלכודת שהצביעו על כך שהאבקועים עוזבים את המחילה באביב ובקיץ המאוחרים, היווה ראיה חזקה מאוד לכך שמפלצות החילה בוקעות באביב ושורדות במהלך החורף בתוך הקינים והמחילות שלהן.

פיסת הראיות האחרונה הגיעה אל קבוצתנו בטעות. אחד הבתים ליד Tucson, אריזונה, עוצב מחדש וקבוצת הבנייה חפרה קן של מפלצת חילה. זה היה באוקטובר, וחלק מהביצים בקן בקעו. ביצים אחרות היו בתהליך של בקיעה. כמובן שהביצים האלה לא עברו דיאפאוזה. לחלופין, מפלצות החילה ככל הנראה עמדו לחכות בקן או במחילה במשך כ-5 חודשים ולהגיח באביב או בקיץ.

מדוע לבקוע במקום לחכות בביצה?

אם אבקוע מחכה בהגחה ואינו בסיכון לקפוא בביצה (לעיתים רחוקות הוא קופא במדבר Sonoran), דיאפאוזה עשויה להיות אסטרטגיה טובה. דיאפאוזת תחוסך אנרגיה עבור צאצאי מפלצות החילה הצעירים, מה שמקנה להם סיכויים טובים יותר לשרוד... אולם זה המקום שבו אָגָס יכול להתחיל לשחק. אם מפלצת חילה תקועה בביצה, וחיה אחרת רוצה לאכול את הביצה, אין למפלצת החילה הרבה מה לעשות. היא עשויה לגמור כארוחת הצהריים של טורף. אולם למפלצות חילה – אפילו לאבקועים – יש שיניים חדות ונשיכה כואבת וארסית. יש להן סיכויים לא רעים להגן על עצמן, כל עוד אינן תקועות בתוך הביצה. ההגנה הזו עשויה להיות אחד היתרונות שמובילים לאבולוציה של הישארות בקן במהלך החורף.

מדוע לחכות עם ההגחה?

כעת אנו יודעים מדוע בקיעה מוקדמת, בניגוד לדיאפאוזה, עשויה להיות מועילה... אולם מדוע כדאי לחכות עם ההגחה? אם בקעתם, מדוע לא להניח מיד או לפחות ברגע שהטמפרטורות מספיק חמות? מפלצות חילה אוכלות חיות רק מקינים של בעלי חוליות אחרים. במקומות שבהם מפלצות חילה חיות, אין בעלי חוליות שמתרבים במהלך הסתיו המאוחר. אחרי החורף, מרבית מפלצות החילה הבוגרות מתחילות להיות פעילות בֶּמָרֵץ, כאשר הטמפרטורות חמות. בזמן הזה, ציפורים קטנות ויונקים קטנים (כמו ארנבות וחולדות) מתחילים להתרבות וליצור קינים שמחזיקים ביצים או צאצאים צעירים – מזון עבור מפלצות החילה הבוגרות. אולם אבקועי מפלצות החילה קטנים מדי לאכול את הדברים האלה. במקום זאת, הם אוכלים בעיקר ביצים קטנות של לטאות. הביצים הקטנות האלה אינן זמינות עד הסתיו המאוחר או הקיץ המוקדם, כשאבקועי מפלצות החילה מגיחים. אם האבקועים יעזבו את הקן ויחפשו מזון ברגע שהטמפרטורות יתחממו, הם ככל הנראה רק יבזזו אנרגיה בלי למצוא מזון מאחר שמרבית הסיכויים שכלל לא יהיו ביצי לטאות שם בחוץ.

במקום זאת, מפלצות החילה הצעירות ככל הנראה מבלות את זמןן בקן וחיות משני מקורות אנרגיה. ראשית, כאשר הן בוקעות יש להן מאגרים קטנים של חלבון בבטן שלהם, והן בדרך כלל שותות כל נוזל או חלבון ביצה שנשאר מהביצים של עצמן. הן יכולות לחיות מהאנרגיה הבלתי מנוצלת הזו במשך שבועות. מפלצות חילה גם נולדות עם שומן שמאוחסן בזנבות שלהן. הן נסמכות על השומן הזה שיעזור להן לעבור את החורף. עם טמפרטורת גוף נמוכה מגיע שימוש אנרגיה נמוך, כך שאבקועים יכולים לשרוד עד האביב בלי לאכול, במיוחד אם הם לא מבזבזים אנרגיה בחיפוש אחר מזון שאינו בנמצא.

מסקנות

התפתחות ובקיעה של חיות בר יכולות להיות קשות לחקירה, במיוחד כאשר התהליכים האלה מתרחשים מתחת לאדמה. אולם המחקרים האלה מסייעים להסביר את התזמון של התנהגויות מסוימות, כמו הגחה. הראיות שלנו מראות שלפחות חלק מפלצות החילה בוקעות בסתיו וחיות בקן במהלך החורף עד לאביב או לקיץ. חיים בתוך הקן במהלך החורף מסייעים לאבקועים להישאר חמים, להגן על עצמם ולהגיח כשיש מזון נגיש. בסך הכול, הנתונים האלה מראים שהעֵבֶרֶת החורף בקן מתרחשת לא רק אצל צבים. עשויים להיות בעלי חוליות אחרים שנשארים בקן במהלך החורף בתוך אבקועים, אולם אנו צריכים לערוך מחקרים נוספים כדי לוודא זאת. בעודנו לומדים על זנים אחרים שעושים זאת, אנו יכולים להבין טוב יותר את הגורמים שמובילים לאבולוציה של הישארות בקן במהלך החורף.

תרומות המחברים

שני המחברים סייעו בעיצוב המחקר, איסוף הנתונים וניתוח הנתונים. עבור המאמר הזה, KM כתבה את טיוטת כתב היד, ושני המחברים ערכו את כתב היד.

מאמר המקור

DeNardo, D. F., Moeller, K. T., Seward, M., and Repp, R. 2018. Evidence for atypical nest overwintering by hatchling lizards, *Heloderma suspectum*. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 285:20180632. doi: 10.1098/rspb.2018.0632

מקורות

1. Beck, D. D. 2005. *The Biology of Gila Monsters and Beaded Lizards*. Berkeley, CA: University of California Press.
2. Costanzo, J. P., Lee Jr., R. E., and Ultsch, G. R. 2008. Physiological ecology of overwintering in hatchling turtles. *J. Exp. Zool. A Ecol. Genet. Physiol.* 309A:297–379. doi: 10.1002/jez.460

פורסם אונליין: 29 באוקטובר 2020

נערך על ידי: Vishal Shah, West Chester University, United States

ציטוט: Moeller KT and DeNardo DF (2020) חידת הביצה של מפלצת חילה. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00017-he

תורגם והותאם: Moeller KT and DeNardo DF (2019) The Gila Monster Egg Puzzle. *Front. Young Minds* 7:17. doi: 10.3389/frym.2019.00017

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

© 2019 © Moeller and DeNardo 2020. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). 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

GREG, גיל: 15

הי, אני בן 15 ואני בשנת מעבר (שנה מחוץ לבית הספר בין קורסי בחינות) בבית. תחום העניין העיקרי שלי הוא פיזיקה אולם אני שמח לקרוא את מרבית המידע המדעי שמגיע אליי.





KATI, גיל: 15

אני תלמידת כיתה י בבית ספר תיכון, ואני נהנית לקרוא ולנגן בקונטרבס. אני אוהבת מדע ומתעניינת במיוחד בהתנהגות של חיות. אני נרגשת להשתתף ב- Frontiers for Young Minds מאחר שזה מאפשר לי ללמוד דברים חדשים מחוץ לבית הספר, כמו גם לחלוק תגליות חדשות עם עמיתים שלי.

הכותבים

KARLA T. MOELLER

אני עובדת בחינוך, יישוג (Outreach) ומחקר באוניברסיטת אריזונה, היכן שאני מנהלת את התוכנית "שאל את הביולוג". אני עורכת מחקר בחינוך על אקולוגיה של חיות. מחקר החיות שלי מתמקד באופן שבו חיות שורדות בסביבות קיצוניות וכיצד אסטרטגיות והתנהגויות שקשורות להישרדות משתנות במהלך החיים. אני גם אוהבת לבלות זמן בטיפוס ובכתיבה. אני סופרת של ספרי ילדים, ואני כותבת ספרים עם מוסרי השכל על גדילה ועל תמיכה בקהילה ובמגוון. *karla.moeller@asu.edu

DALE F. DENARDO

אני וטרינר ופרופסור באוניברסיטת אריזונה, נשם אני מפקח על הטיפול בחיות בקמפוס ועורך מחקר שחוקר כיצד חיות שורדות בסביבות מאתגרות. אני מתעניין במיוחד בחיות שחיות במדבר נשם במרבית השנה יכול להיות די חם ומקורות המזון והמים מוגבלים. חרף התנאים האלה, אני אוהב לבלות זמן במדבר בצפייה על החיות האלה שאני חוקר ואוהב, ובלמידתן.



Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

