



חיפוש תולעי אדמה בעצים מתים

Frank Ashwood^{1*}, Elena I. Vanguelova¹, Sue Benham¹, Kevin R. Butt²

¹חקר היער, סניף אליס הולט, פרנהם, בריטניה

²קבוצת מחקר תולעי אדמה, האוניברסיטה של מרכז לנקשייר, פרסטון, בריטניה

סוקר צעיר

MARIA

גיל: 14



ענפים, קורות וגדמי עצים שנפלו מהווים סביבת מחיה יקרת ערך ביערות, ומספקים מזון ומקלט לאורגניזמים רבים, בכללם תולעי אדמה. לרוע המזל, עצים מתים לעיתים קרובות מוסרים מיערות מאחר שערכם אינו מוערך במלואו. על מנת להתגבר על כך פיתחנו שיטת דגימה לתולעי אדמה שחיות בעצים מתים ביערות. בבחינת שיטת הדגימה החדשה שלנו ביערות אלון, מצאנו שסקרים בנושא תולעי אדמה הכוללים עצים מתים משפרים את הידע שלנו על חברות תולעי האדמה ביער. מצאנו גם מספר גדול יותר של תולעי אדמה צעירות בעצים מתים, שם התנאים היו חמים ולחים יותר מאשר באדמה. סקירת עצים מתים עבור חסרי חוליות כמו תולעי אדמה, מסייעת לנו להבין טוב יותר את התפקיד החשוב שממלאים עצים מתים ביערות, בשימור המגוון הביולוגי.

תולעי אדמה בעצים?

תולעי אדמה חשובות לשמירה על מערכות אקולוגיות בריאות: המחילות שלהן מסייעות לאוויר ולמים לחדור לאדמה, והן מפרקות חומר צמחי מת וממחזרות את חומרי המזון שבו

עצים מתים (Deadwood)

ביערות, חומר עצי שכבר אינו חי, אשר כולל ענפים, בולי עץ וגדמי עצים שנפלו, וכן עצים מתים שעדיין עומדים.

איור 1

תולעת אדמה מסוג epigeic שנמצאת בעצים מתים. הפס (או האוכף) הבהיר יותר לקראת סוף הראש (מימין) מעיד על כך שזוהי תולעת אדמה בוגרת.



איור 1

(Epigeic)

תולעי אדמה שחיות על פני השטח של האדמה בסביבות עשירות בחומר אורגני, כמו ערימת עלים.

(Endogeic)

תולעי אדמה שיוצרות מחילות רדודות ואופקיות, וניזונות מהאדמה.

(Anecic)

תולעי אדמה שבונות מחילות אנכיות עמוקות, וניזונות מחומר אורגני על פני השטח של האדמה.

חומר אורגני

(Organic Matter)

חומר שמורכב מתרכובות אורגניות שהגיעו משאריות של אורגניזמים, כמו למשל צמחים וחיות.

מגוון ביולוגי

(Biodiversity)

מגוון בעלי החיים השונים בסביבת מחיה, שונות גבוהה היא לרוב המצב הרצוי.

חזרה לסביבה. אולם תולעי אדמה לא חיות רק באדמה, הן יכולות להימצא בכל מיני מקומות בלתי צפויים – אפילו על צמרות העצים! **עצים מתים**, שהם קורות ועצים נפולים, מהווים סביבת מחיה חשובה עבור סוגים רבים של תולעי אדמה, המספקת לתולעים מחסה ומזון (איור 1).

ישנן שלוש קבוצות עיקריות של תולעי אדמה: epigeic (חיות מעל לאדמה); endogeic (חופרות מחילות רדודות באדמה) ו-anecic (חופרות עמוק באדמה) [1]. חברות של תולעי אדמה ביער יכולות להשפיע על המהירות שבה חומר עצי מת מתפרק, כאשר לקבוצות ומינים שונים ישנה חשיבות רבה יותר בשלבים שונים בתהליך [2]. העץ המתפרק הוא מקור לחומרי מזון ול **חומר אורגני** (תרכובות אורגניות שהן השאריות של אורגניזמים, כמו למשל צמחים), והתפרקותו חשובה לשמירה על בריאותן של אדמות היער.

עצים מתים – סביבת מחיה חשובה שלא נחקרה מספיק

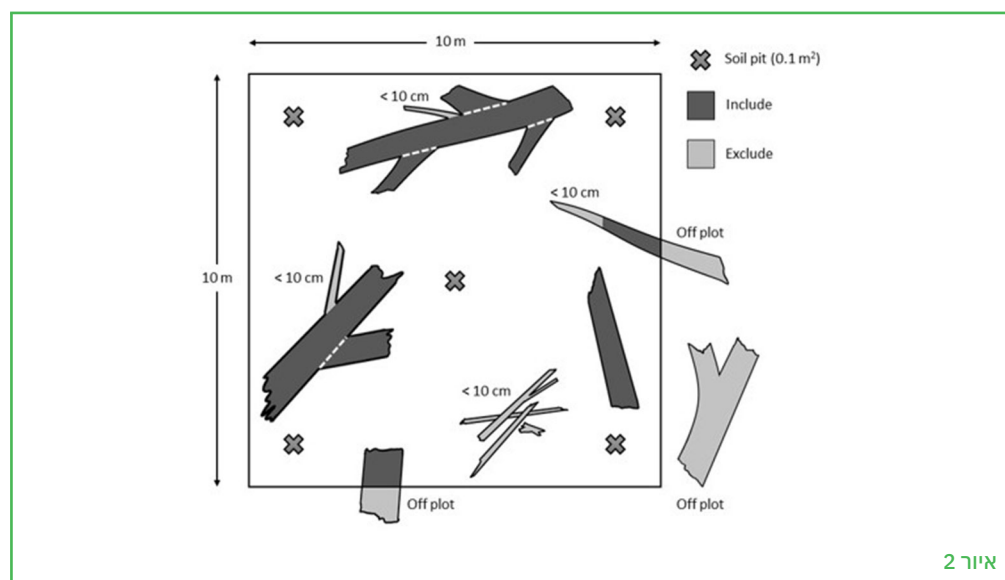
למרות ש עצים מתים מהווים מקור מפתח לחומר אורגני באדמה וסביבת מחיה חשובה, לעיתים קרובות הם מסולקים מיערות כאשר עצים נכרתים לצורכי בניה או כאמצעי בערה. תופעה זו מסכנת את הישרדותם של מיני חיות רבים [3]. הגנה על **מגוון ביולוגי** של היער היא חשובה. הכוונה היא לקיום שונות של חיים בסביבת מחיה, ואנו תלויים בשירותים שיערות בריאים ומגוונים מאוד ביולוגית מספקים, כמו למשל אחסון פחמן והגנה על אדמה. ככל שנאסוף מידע רב יותר על כמות המגוון הביולוגי שנמצא בעצים מתים, כך נוכל להבין טוב יותר את החשיבות של שמירתו ביערות. אין לנו מושג מלא אילו תולעי אדמה חיות בתוך עצים מתים, מאחר שכיום אין בנמצא דרך מדעית לחפש אותן שם. סקרים של תולעי אדמה לרוב מתבוננים באדמה, ועלולים לפספס תולעים מסוג זה שחיות במקומות אחרים. על ידי פיתוח דרך לסקור תולעי אדמה בעצים מתים, נוכל ללמוד עוד על מחזורי חיים של תולעי אדמה, ואולי להראות כמה חשוב לשמור על עצים מתים ביערות. המטרה העיקרית של הפרויקט שלנו הייתה אם כן לפתח שיטה לסקירת תולעי אדמה בעצים מתים. כדי לבחון אם השיטה שלנו פעלה, השווינו את תוצאות העצים המתים שלנו עם תוצאות סקר סטנדרטי מבוסס אדמה של תולעי אדמה.

סקירת תולעי אדמה בעצים מתים

במטרה לנסות את השיטה שלנו, ביקרנו ב-12 יערות של עצי אלון אנגלי בסוגרי, בריטניה, ובכל יער סימנו חלקה בגודל 10 X 10 מטרים (איור 2). בכל חלקה, הנפח הכולל של עצים מתים נרשם, וניסינו לקבוע לאילו מיני עצים השתייכו העצים המתים. הערכנו גם עד כמה העצים המתים היו רקובים, בהתבסס על מערכת דירוג של 1 עד 5, שבה 1 הוא הכי פחות רקוב (נפל לא מזמן), ו-5 הוא הכי רקוב (חומר עצי שמפורק לגמרי לתוך האדמה). מאחר שענפים קטנים מכילים בתוכם מעט תולעי אדמה, בחרנו חמש פיסות של עצים מתים שקוטרן היה גדול יותר מ-10 סנטימטרים, ונמצאו בשלב אמצעי-מאוחר של ההירקבות (הקליפה משוחררת והעץ מתחיל להתרכך). ניתחנו את העצים המתים על ידי מיקומם על גבי יריעה ומדידת אורכם וקוטרם, כך שיכולנו לחשב את נפחם. את הטמפרטורה של העצים המתים מדדנו על ידי הכנסת מדחום דיגיטלי ביתי מתחת לכל קליפה משוחררת. לאחר מכן, הסרנו כל טחב וקליפה משוחררת, ובחנו אותם בחיפוש אחר תולעי אדמה, והעץ הנוותר פורק ונבדק גם הוא. לאחר שכל תולעי האדמה נאספו, העצים המתים הוחזרו למיקומם המקורי, כאשר הטחב והקליפה המשוחררת הוחזרו למקומם בצורה המיטבית האפשרית.

איור 2

דגימת תולעי אדמה בחלקת יער אלון. קווים לבנים מקווקווים בתוך עצים מתים מצביעים על מקטעים שחולקו לפיסות נפרדות. כל העצים המתים בתוך החלקה שקוטרם יותר מ-10 סנטימטרים (אפור כהה) נמדדו ונרשם אורכם הכולל וקוטרם בנקודת האמצע, וחמש פיסות של עץ בשלבים אמצעי-מאוחר של הירקבות נבחרו אקראית ונדגמו למציאת תולעי אדמה. כל העצים המתים בקוטר של פחות מ-10 סנטימטרים, או שנמצאו מחוץ לחלקה, לא נכללו בסקר (אפור בהיר). חמישה בורות אדמה בגודל של 0.1 מטרים רבועים (שמסומנים על ידי האיקסים) נדגמו למציאת תולעי אדמה החיות באדמה.



סקירת תולעי אדמה בתוך האדמה

דגמנו גם את האדמה למציאת תולעי אדמה באמצעות שיטה סטנדרטית. התהליך כלל חפירת בורות (בגודל של 30 X 30 סנטימטרים ובעומק של 10 סנטימטרים) בחמישה מיקומים בחלקה (איור 2). ראשית, הנחנו את האדמה על גבי יריעה במטרה לחפש ידנית את תולעי האדמה, ואז שפכנו חמישה ליטרים של מי חרדל (25 גרם של אבקת חרדל שולחני מעורבבים עם חמישה ליטרים של מים) לתוך כל בור אדמה, כדי להוציא את תולעי האדמה שחופרות עמוק – חלקן יכולות לחפור לעומק של שני מטרים! אבקת החרדל מציקה לעורן של תולעי האדמה, ומעודדת אותן לצאת לפני השטח. מדידות של לחות האדמה וטמפרטורת האדמה נלקחו גם הן. לאחר שתולעי האדמה נאספו, האדמה שהוצאה מוקמה

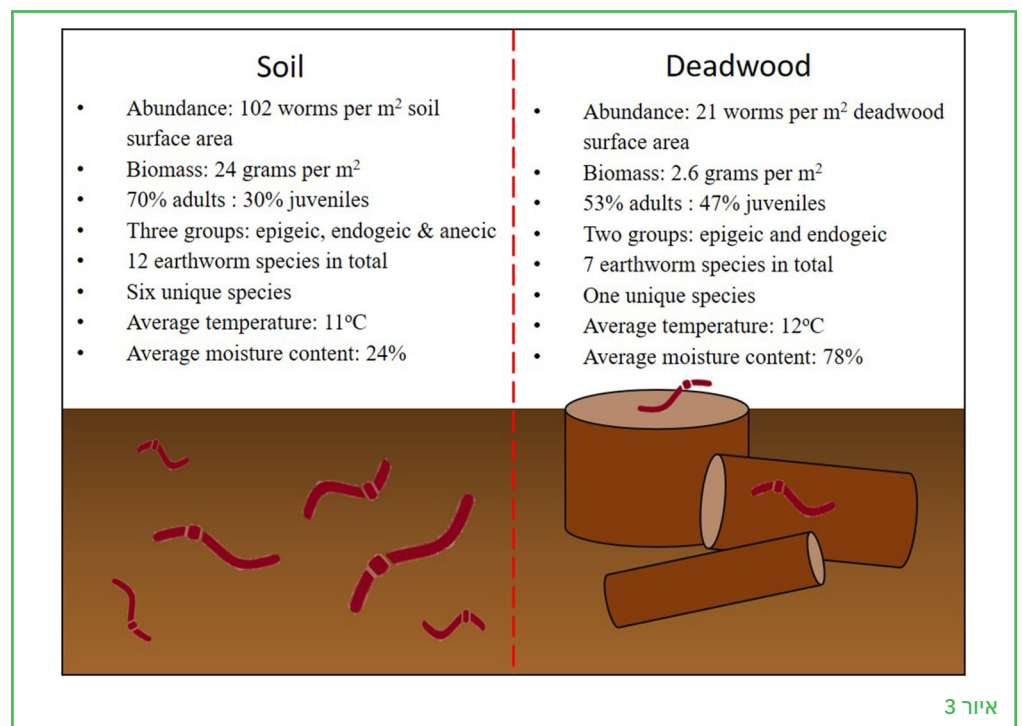
חזרה בתוך החורים. כל תולעי האדמה מהעצים המתים ומהאדמה נשמרו באלכוהול ונשקלו, ואז כל מין זוהה באמצעות מיקרוסקופ ומדריך לזיהוי תולעי אדמה [4].

ממצאי הסקר

סך הכול, מצאנו 1,012 תולעי אדמה שהשתייכו ל-13 מינים שונים. מספר מיני תולעי האדמה היה שונה בין האדמה לבין העצים המתים, כאשר שבעה מינים נמצאו בעצים המתים, ו-12 מינים נמצאו באדמה (איור 3). מין אחד, "תולעת אדומה", נמצא רק בעצים המתים. זוהי תולעת מסוג epigeic שלעיתים קרובות נמצאת בערימות קומפוסט. שישה מינים נמצאו רק באדמה: שני epigeic, שלושה endogec, ואחד מסוג anecic. כל שאר מיני תולעי האדמה נמצאו גם בעצים המתים וגם באדמה. הרבה יותר תולעי אדמה צעירות נמצאו בעצים מתים מאשר באדמות, ועצים מתים היו הרבה יותר לחים מאשר אדמה, וחמים יותר במעלה אחת בקירוב.

איור 3

סיכום תוצאות סקרי תולעי האדמה באדמה ובעצים מתים ביערות אלון. מספר הפרטים והביומסה של תולעי האדמה היו גדולים יותר באדמה מאשר בעצים המתים, בעוד שאחוז התולעים הצעירות היה גדול יותר בעצים. באדמה נמצא מגוון גדול יותר של מיני תולעים – שישה ייחודיים לאדמה, לעומת מין אחד ייחודי לעצים המתים. הלחות והטמפרטורה היו גבוהים יותר בעצים המתים.



איור 3

ה שפע (מספר הפרטים) הכולל של תולעי האדמה וה ביומסה (המסה של כל תולעי האדמה) היו גדולים הרבה יותר באדמה מאשר בעצים המתים (איור 3). בממוצע, סקרי העצים המתים תרמו תוספת של 81 תולעי אדמה ו-209 גרם של מסת תולעי אדמה לכל 10 מטרים רבועים של חלקת יער.

התועלת שבסקרי עצים מתים

על ידי הוספת עצים מתים לסקרי תולעי האדמה ביער שלנו, מצאנו שפע גדול יותר של תולעי אדמה ויותר מינים שלהן, לעומת מה שהיינו מוצאים על ידי עריכת סקרי אדמה בלבד. בתוך עצים מתים היה אחוז גדול הרבה יותר של תולעי אדמה צעירות, כיוון שבסביבת מחיה זו,

שפע

(Abundance)

מספר המינים או החברות במערכת אקולוגית, כמו למשל מספר הפרטים פָּר יחידת שטח.

ביומסה

(Biomass)

המסה של אורגניזם או של חברה של אורגניזמים באזור מסוים או במערכת אקולוגית.

קרי הטמפרטורות ותנאי הלחות היו מועדפים יותר. תולעי אדמה רגישות מאוד לטמפרטורות ולתנאי לחות או יובש קיצוניים, ולכן היותן מוגנות על ידי עצים נרקבים מאפשר להן להישאר פעילות לכל אורך השנה, במיוחד במהלך בצורות הקיץ ועונות החורף הקפואות. הסרת עצים מתים מיערות עלולה להוביל להשפעות שליליות על הרבה מינים של תולעי אדמה שמסתמכים על עצים אלה עבור מקלט ומזון. בהתבסס על תוצאותינו, אנו יכולים לומר שמחקר תולעי אדמה ביערות שלא כולל עצים מתים, ככל הנראה יעריך בחסר חברות של תולעי אדמה, ויערות ללא עצים מתים יכילו פחות תולעי אדמה. בעזרת פיתוח נוסף, שיטת הסקר שלנו יכולה לשמש לחקירת חסרי חוליות חשובים אחרים שחיים בעצים מתים, כמו למשל חרקים [3]. אנו מקווים שנוכל להשתמש במידע זה במטרה לשפר את התנהלות שימור היערות, כדי לוודא שעצים מתים נותרים במקומם על מנת להגן על המגוון הביולוגי של היער.

מאמר המקור

Ashwood, F., Vanguelova, E. I., Benham, S. and Butt, K. R. 2019. Developing a systematic sampling method for earthworms in and around deadwood. *For. Ecosyst.* 6:33. doi: 10.1186/s40663-019-0193-z

מקורות

1. Hendrix, P. F. 1996. "Earthworms, biodiversity, and coarse woody debris in forest ecosystems of the southeastern U.S.A," in *Proceedings of the Workshop on Coarse Woody Debris in Southern Forests: Effects on Biodiversity* (Athens, GA). p. 43–8.
2. Bouché, M. B. 1977. "Strategies lombriciennes," in *Organisms as Components of Ecosystems*, eds U. Lohm and T. Person (Stockholm: Ecological Bulletin). p. 122–32.
3. Cáliz, M., Alexander, K. N. A., Nieto, A., Dodelin, B., Soldati, F., Telnov, D., et al. 2018. *European Red List of Saproxyllic Beetles*. Brussels: IUCN.
4. Sherlock, E. 2018. *Key to the Earthworms of the UK and Ireland. 2nd Edn*. Telford: Field Studies Council.

פורסם אונליין: 28 בפברואר 2023

עורך: Malte Jochum

מנחה מדעית: Anna Klamerus-Iwan

ציטוט: Ashwood F, Vanguelova EI, Benham S and Butt KR (2023) חיפוש תולעי אדמה בעצים מתים Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2020.547465-he

Ashwood F, Vanguelova EI, Benham S and Butt KR (2020) Looking for **מ: תורגם והותאם**: Earthworms in Deadwood. *Front. Young Minds* 8:547465. doi: 10.3389/frym.2020.547465

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

COPYRIGHT © 2020 © Ashwood, Vanguelova, Benham and Butt 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.

סוקר צעיר

MARIA, גיל: 14

היי, שמי מריה ואני מפולין. אני אוהבת מאוד ביולוגיה, במיוחד פתרון מטלות בגנטיקה ובחילוף חומרים של התא. בזמני הפנוי אני הנית לקרוא ספרים ולשחק עם החתולה שלי רוקסי. אני אוהבת מאוד בלט ומתאמנת באופן קבוע בקונסרבטוריון לריקוד.



הכותבים

FRANK ASHWOOD

תשוקה לטבע עודדה אותי ללמוד ביולוגיה באוניברסיטה, שם התנדבתי לפרויקטי מחקר על אקולוגיה של חסרי חוליות בסקוטלנד ובמקסיקו. אחרי שעבדתי כיועץ סביבתי במשך כמה שנים, חזרתי לאוניברסיטה ועשיתי את הדוקטורט שלי בנושא חקר תולעי אדמה באתרי מזבלות שהושבחו. כיום יש לי עבודה נהדרת כאקולוג של אדמה עבור חקר היער, שבה אני חוקר מגוון ביולוגי של אדמה באדמות יער בבריטניה. בזמני הפנוי אני מורה לביולוגיה של אדמה, ועורך צילום מקר-פוטוגרפיה (תמונות של חיות זעירות שחיות באדמה). *francis.ashwood@forestresearch.gov.uk



ELENA I. VANGUELOVA

תמיד הייתי אדם שאוהב להיות בחוץ, וכילדה ביליתי זמן רב בהרים בבולגריה. באוניברסיטה למדתי הנדסת יערות, אך לא הייתי מרוצה לחלוטין עד שעשיתי את הדוקטורט שלי בהשפעות של זיהום אטמוספרי על מערכות אקולוגיות של יערות. לאחר מכן הבנתי שמה שאני באמת אוהבת הוא ההיבט הסביבתי של יערות ושל אדמה. אני עובדת בחקר היער כביוכימאית (קצת מכל דבר: ביולוגיה, גיאולוגיה וכימיה), וחוקרת את ההשפעות של ייעור, ניהול יערות ושינויים סביבתיים על הביוכימיה של אדמת היער.



SUE BENHAM

תמיד אהבתי את הטבע, וביליתי את ילדותי בטיפוס על עצים ובצפייה בעולם הטבעי ביערות שסביב לביתי. כעת אני מדענית בחקר היער ומשלמים לי כדי לעשות את אותו הדבר! אני מבלה את זמן העבודה שלי בהבנת האופן שבו יערות גדלים, ואיזו השפעה יש לשינויי אקלים על מצבם. לשם כך, אני חוקרת את כל ההיבטים של סביבת העצים, מהאדמה שסביב לשורשיהם ועד לאוויר שסביב לעליהם והחיות שנסמכות עליהם.



**KEVIN R. BUTT**

קווין הוא אקולוג באוניברסיטה של מרכז לנקשייה. הוא חקר תולעי אדמה במשך יותר שנים ברחבי בריטניה, ברחבי אירופה ובארצות הברית. קווין מתעניין באופן שבו מהנדסות המערכת האקולוגית האלה מסוגלות לסייע לאנושות באמצעות פעילויות היומיום שלהן, כמו למשל חפירה ואכילת חומר אורגני. אחד הפרויקטים הנוכחיים שלו הוא בחינת הפעולה של תולעי אדמה באחוזת צ'ארלס דרווין ושחזור ניסויים של המדען הגדול, ובמסגרת פרויקט אחר הוא חוקר את תולעי הגשם הענקיות בהרי גרמניה.

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