

ג'אן-ג'אק יצחק מרטינו

הפקולטה למדעים וטכנולוגיה
המכללה האקדמית תל-חי

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

מרטינו ג'י. 2011. ערכם של פסי
אש ביערות אורן לשימור המגוון
הביולוגי: קינון הנמלים כדוגמה.
אקולוגיה וסביבה 2(3).



קן של נמלת הקציר בפס אש סמוך לברעם | צילום: ג'אן-ג'אק יצחק מרטינו

ערכם של פסי אש ביערות אורן לשימור המגוון הביולוגי: קינון הנמלים כדוגמה

7 באוגוסט, 2011

גיליון סתיו 2011 / כרך 2(3)

[ורקוב](#)

על קצה המזלג

סיכום ומשמעויות

בישראל כ-230 מיני נמלים הפזורים באזורים גאוגרפיים שונים. מעט מאוד ידוע על השפעת פעילות האדם על קבוצה זו, אף על פי שהיא נפוצה ומגוונת. בעלי חיים כמו חלזונות וחרקים, החסרים שלד גו פנימי, נקראים חסרי חוליות. קבוצת הנמלים משמשת מדד ביולוגי מצוין לגבי הרכב מינים אחרים של חסרי חוליות. כלומר – שינוי במגוון ובהרכב הנמלים מעיד על שינוי במגוון ובהרכב חסרי חוליות אחרים. בעבודה זו נחקרו לראשונה קבוצות נמלים בפסי אש עזובים של יערות קק"ל, סביבה שהופרעה על-ידי האדם. נמצא כי באזורים אלו היה הרכב המינים דל, וכמו כן נמצאו בו מעט קנים באופן יחסי. בפסי האש הלא מטופלים מתפתח הצומח הטבעי הנמוך של האזור. מיני הנמלים המעדיפים סביבה של צומח נמוך נהנים מתרומתם האקולוגית של פסי האש הנטושים. ייתכן אף שפסי האש האלה משמשים מסדרונות אקולוגיים למעבר מיני נמלים מאזור אחד למשנהו. בשל כך מומלץ, מבחינת ניהול ומדיניות שימור המגוון הביולוגי, לשמר את פסי האש – שכיום אינם ממלאים את ייעודם – ולא לטעת בהם עצים. דבר זה יאפשר לשמור על מגוון בתי גידול בתחום היער, ויגדיל את מגוון חסרי החוליות ביערות קק"ל.

המערכת

תקציר

כתמים ומסדרונות טבעיים המשולבים בנוף שרובו מעוצב על-ידי פעילות האדם הם מרכיב חשוב מאוד בשימור בעלי החיים. הנחה זו נבחנה בצפון הגליל, באמצעות השוואה בין חברות נמלים המקננות בשלושה בתי גידול שונים: בתה ים תיכונית טבעית, יערות אורנים של קק"ל, ופסי אש עזובים ביערות אלו. קני נמלים המקננות בקרקע נסקרו בחמישה אתרים שונים, בכל אתר 5 חלקות מכל אחד משלושת סוגי בתי גידול. בסך הכול היו 75 חלקות, גודל כל אחת מהן 80 מ"ר. הקנים אותרו בעזרת מעדר עד לעומק 5 ס"מ, וכן על-ידי הפיכת האבנים הגדולות ופיצוח גדמי העצים שהיו בשטח. נמצאו 102 קנים, השייכים ל-19 מיני נמלים – 8% מכלל מיני הנמלים בישראל. הנמלים נמצאו בדרך כלל באחד מבתי הגידול: 12 מינים נמצאו בבית גידול אחד בלבד, 2 מינים בשני בתי גידול, ורק 5 מינים היו בשלושת בתי הגידול. המחקר מעלה שמדד מגוון המינים היה דומה בבתי הגידול השונים, ומדד הדמיון בין פסי האש לבין הבתה הים תיכונית היה גבוה יחסית – עדות ליכולתן של הנמלים של הבתה הים תיכונית לקנן בבית גידול חדש (יחסית) זה. מכיוון שקיים מתאם גבוה בין הימצאות חברות נמלים ובין הימצאות חסרי חוליות אחרים בבתי גידול, לפסי אש עזובים תפקיד חשוב במדיניות שימור המגוון הביולוגי של בעלי חיים קטנים בגליל, ולא רק לנמלים.

מבוא

המודל "מטריצה-מסדרון-כתם" הוא כלי חשוב במחקר העוסק באוכלוסיות-על [12,22]. במודל זה, "כתם" הוא בית גידול המתאים למין מסוים של בעלי חיים, "מטריצה" היא האזור שמסביב לכתמים, ונחשב לא מתאים לאותו המין, ו"מסדרון" – רצועה שהתנאים בה מאפשרים לפרטים של אותו מין לעבור מתחתם לכתם [7,18]. המסדרונות יכולים אף לשמש ככתם לצמחים או לבעלי חיים קטנים המסתפקים בשטחים קטנים [11]. בצפון הארץ, כמו ברוב הארצות באגן הים התיכון, ניטעו יערות אורן ירושלים בשטחים גדולים של בתה ים תיכונית שאינם מתאימים לעיבוד. עקב כך נוצר נופ פסיפס ובו כתמים טבעיים של בתה ים תיכונית וכתמים של יערות אורן נטועים, המשולבים בכתימת חלקות של גידולים חקלאיים. בדרך כלל קדמו לנטיעות חישוף השטח ועיבוד עמוק יחסית של הקרקע. כדי למנוע התפשטות שרפות, הופרדו חלקות היער זו מזו ברצועות של שטח חשוף, שתוחזקו באופן סדיר בעבודה ידנית או על-ידי ריסוסי עשבייה [8]. מפאת עלותם הגבוהה ויעילותם הנמוכה במניעת שרפות, נפסק הטיפול השוטף בפסי האש האלה בסוף שנות ה-90 [9]. הזנחה זו אפשרה לצמחיית-בר המאפיינת את הבתה הים תיכונית להתאושש ולהתפתח. ההשפעה האקולוגית של בית הגידול החדש יחסית על בעלי חיים לא נחקרה עד כה. יתרה מזו, איננו יודעים אם בעלי חיים קטנים, כגון חרקים, המקננים והמתרבים בבתה הים תיכונית, מסוגלים להתבסס בו. נמלים הן מדד ביולוגי מצוין, מכיוון שאוסף המינים משתנה מהר עקב שינויים סביבתיים שמשפיעים גם על הרכב מינים אחרים של חסרי חוליות [6,16,19,21]. מספר הנמלים במערכות האקולוגיות היבשתיות רב, והשלטון המספרי שלהן מלווה במגוון טקסונומי רחב [13]. במשפחת הנמלים (*Formicidae*) בישראל כ-230 מינים, והם שייכים ל-14 אלמנטים זואוגאוגרפיים שונים [5]. אך כמעט שלא נחקרה השפעתם של בתי גידול, שנוצרו על-ידי הפעילות האנושית, על הרכב החברה. שושן [3] חקר את פעילות הנמלים ביערות האורן של קק"ל, אך לא בפסי האש. בעבודה הנוכחית נשאלה השאלה האם מיני הנמלים האופייניים לבתה הים תיכונית מתבססים ומקננים בפסי האש העזובים ביערות הנטועים של אורן ירושלים.

שיטות

אתרי המחקר: אותרו קני נמלים בהרי הגליל המרכזי בחמישה מקומות שונים: אתר אחד סמוך למושב אמירים, שניים סמוך לקיבוץ ברעם, ושניים באזור בירייה (לנקודות ציון מדויקות - ראו גרסה מודפסת). הצומח הטבעי באזור זה מורכב בעיקר מבתה של סירה קוצנית ומחורש של אלון מצוי ואלה ארץ ישראלית, אך חלק ניכר מהשטחים מכוסה בשדות, במטעים וביערות אורנים של קק"ל. בכל אתר סומנו 15 חלקות של 80 מ"ר כל אחת (8–10 מטר). 5 חלקות ביער במרחק העולה על 40 מטר מגבול היער או פס

האש, 5 חלקות בפסי האש, ו-5 חלקות בבתה ים תיכונית במרחק 300 מטר לפחות מן היער. החיפוש אחר הקנים נערך פעמיים, בסתיו ובאביב, באמצעות עיבוד הקרקע בחלקות עד לעומק של 5 ס"מ בעזרת מעדר, הפיכת אבנים גדולות ופיצוח גדמי עצים כרותים. מיקומו של כל אחד מן הקנים נרשם על נייר מילימטרי ייחודי לכל אחת מן החלקות. מספר נמלים נאספו מכל קן למבחנה מלאה בכוהל איזופרופיל לשם זיהוי במעבדה. הנמלים זוהו עד לרמת המין בעזרת המגדיר של קוגלר [2], שעודכן על בסיס הנומנקלטורה של Agosti ו-Johnson [4].

השווה מספר מיני הנמלים בבתי הגידול השונים בעזרת G test, ואת מספר הקנים עם χ^2 , לאחר צירוף התוצאות של שתי העונות ושל חמשת האתרים. מדד המגוון של Shannon-Weaver ומדד הדמיון של Morisita-Horn על-פי [14] Krebs חושבו בעזרת התוכנה Bio-Dap של Thomas [20]. כמו כן חושב מדד קצבי תחלופת מינים β לפי Wilson ו-Shmida [23], המבוסס על נוכחות/היעדרות של מינים, כדי לאשר את תרומת פסי האש למגוון הנמלים בכל האזור.



יסי אש – בית גידול שהופרע על-ידי האדם | צילום: ג'אן-ג'אק יצחק מרטינו

תוצאות

בשלושת בתי הגידול נמצאו 19 מיני נמלים בסך הכול (טבלה 1). מספר המינים בכל אחד מהם לא היה שונה מבחינה סטטיסטית (11): $\chi^2 = 0.26$; $df = 2$; $P = 0.88$. מינים נמצאו בבתה הים תיכונית וביערות האורן, ו-9 מינים נמצאו בפסי האש. ניכרת התמקדות בולטת מאוד של המינים השונים בבתי הגידול: 12 מינים נמצאו באחד מבתי הגידול בלבד, 2 מינים היו בשני בתי גידול, ו-5 מינים נמצאו בכל שלושת בתי הגידול. בתי הגידול היו שונים זה מזה בהרכב המינים שבהם: הנמלים ביערות היו בעיקר משני סוגים – לבובית (*Crematogaster*) וקמפונית (*Camponotus*). לעומת זאת, בבתה היו נמלים בעיקר מסוג נמלת הקציר (*Messor*), מורית (*Monomorium*) ובנאית (*Tapinoma*). שני מיני קמפונית (*C. truncates* ו-*C. jaliensis*) קיננו רק בפסי האש.

19 מיני הנמלים יצרו 102 קנים בסך הכול, ואלה היו פזורים בצורה שונה בין בתי הגידול הנחקרים. מחציתם (51) נוצרו בחלקות של יערות האורן, לעומת 30 בבתה ורק 21 בפסי האש ($\chi^2 = 24.98$; $df = 2$; $P < 0.001$). העושר היחסי בקני נמלים ביערות נבע בעיקר משלושה מינים – שני מינים של לבוביות (*C. scutellaris* ו-*C. lorteti*) שיצרו 10 קנים כל אחד, ומין אחד של קמפונית (*C. lateralis*) שיצר 9 קנים. נמצא כי נמלת הקציר הדו-גונית (*M. semirufus*) והלבובית (*C. lorteti*) היו דומיננטיות ויצרו 13 קנים כל אחת בכל החלקות, והמורית (*M. destructo*) אחריהן, עם 11 קנים, שנמצאו בשלושת בתי הגידול אך במספרים שונים. ביערות, מיני הלבובית והקמפונית יצרו את רוב הקנים בגדמים של עצים כרותים.

טבלה 1. מספר הקנים שנמצאו על פי בתי הגידול ומיני הנמלים

חמ"שפחה	מין הנמלים	יערות אורן	פסי אש	בתה	סה"כ
MYRMICINAE דו־מותניות	<i>Aphaenogaster splendida</i> נחויות	3			3
	<i>Messor semirufus</i> נמלת הקציר	4	4	5	13
	<i>Temnothorax</i> sp.			1	1
	<i>Monomorium sahlbergi</i> חורית			2	2
	<i>M. dentigerum</i>			1	1
	<i>M. salomonis</i>			1	1
	<i>M. destructor</i>	1	5	5	11
	<i>Solenopsis orbula</i>			1	1
	<i>Crematogaster lorteti</i> לבובית	10	2	1	13
	<i>C. scutellaris</i>	10			10
	<i>Crematogaster</i> sp.	1			1
DOLICHODERINAE ריחניות	<i>Tapinoma erraticum</i> בנאית	1	2	4	7
	<i>T. israele</i>	0	2	7	9
FORMICINAE חד-מותניות	<i>Plagiolepis p. ancyrensis</i> סבנית	5			5
	<i>Lepisiota bipartita</i> חרולית	3	1		4
	<i>Camponotus lateralis</i> קמפוניות	9			9
	<i>C. truncatus</i>		1		1
	<i>C. jaliensis</i>		1		1
	<i>C. sanctus</i>	4	3	2	9
סך כל מספר הקנים		51	21	30	102
סך כל מספר המינים		11	9	11	19

טבלה 1

מספר הקנים שנמצאו על פי בתי הגידול ומיני הנמלים

מדד מגוון המינים של Shannon-Weaver היה גבוה, אך לא שונה בין בתי הגידול: 2.14 עבור היערות והבתה לעומת 2.04 לפסי האש. ברמה האזורית, מדד תחלופת המינים של Shmida ו-Wilson היה $\beta = 0.55$ עבור הבתה והיערות, ועלה ל- $\beta = 0.63$ עבור שלושת בתי הגידול יחד. 14.5% שנוספו למגוון הכולל מעידים על תרומה בלתי מבוטלת של פסי האש הלא מטופלים למגוון הנמלים ברמה האזורית. מדד הדמיון של Morisita-Horn בין הרכבי המינים היה נמוך בשני צירופים של שני בתי גידול: יערות-בתה (0.219) ויערות-פסי אש (0.319). לעומת זאת, בצירוף בתה-פסי האש הוא היה גבוה ביותר: 0.822. ממצא זה מצביע על דמיון רב בין שני הרכבי המינים בבתה ובפסי אש, למרות המרחק הגדול יחסית בין החלקות שדגמתי בשני בתי הגידול (300 מטר לכל הפחות).

דיון ומסקנות

בשלושת בתי הגידול נמצאו 19 מיני נמלים. מינים אלו יחד הם כ-8% מכלל המינים החיים בישראל. ממצא זה שונה מממצאיו של שושן [3] שאמנם גילה 29 מינים ביערות קק"ל בכל הארץ, מהצפון הלא יחסית ועד לדרום המדברי, אך רק 7 מינים מתוכם בהרי הגליל (הוא לא עבד בפסי האש). ממצאים אלו אינם שונים מאוד מתוצאות מחקרים אחרים [17,1] שבוצעו באותו אזור בשנים האחרונות. בבדיקה של המגוון הביולוגי של הנמלים לאורך כבישים, שנערכה באותה שיטה של חיפוש קנים, אותרו 23 מינים, ובמחקר על פעילות הנמלים על העצים בחורש הים תיכוני, מחקר שבו נעשה שימוש בשתי שיטות (חיפוש פעיל ומלכודות) – אותרו 25 מינים.

הגירה של נמלים מן הבתה הים תיכונית לפסי האש הלא מטופלים בעשורים האחרונים יכולה לספק את ההסבר הפשוט ביותר

למדד הדמיון הגבוה בין שני בתי הגידול. מצד שני, ייתכן שהתאוששות הנמלים לאחר עיבוד הקרקע העמוק שנעשה בשטח לפני הנטיעות, חלה בפסי אש ולא בשטחים המיוערים עצמם. מספר מצומצם של מינים שנמצאו מקננים ביערות הצליחו לקנן גם בפסי האש, למרות המרחק הקצר ביותר בין שני בתי הגידול, ואף שגם בפסי האש נמצאו גדמים של עצים כרותים שבהם יכלו מיני לבובית וקמפוניית לבסס את קניהן. ייתכן שמאפיינים א-ביוטיים כמו יובש, טמפרטורת האוויר הגבוהה יותר או קרינת השמש הישירה בפסי האש, מונעים את התבססותם במקום יובשני זה, בניגוד למינים הנמצאים בבתה הים תיכונית, המותאמים יותר לבית גידול חם ויבש. מאידך גיסא, עיבוד הקרקע הדרסטי שבוצע בשטחי היערות, כולל בפסי האש, לפני הנטיעות, יצר הפרעה אקולוגית רצינית ביותר: מבנה הקרקע השתנה ועקב כך גם הרכב הצומח. אפשר היה לשער שהשוני יפריע למיני הבתה להתבסס בבית גידול מופרע זה. בעשורים האחרונים שבהם הוזנח הטיפול בפסי האש, התפתחה צמחייה של חד-שנתיים מלווים בבני שיח. נראה שעבר מספיק זמן כדי שנמלים האוספות זרעים, כגון נמלת הקציר הדו-גונית או מורית ננסית, יוכלו להתבסס בבית גידול חדש זה. לעומתן, נמלים אוכלות פגרים, כמו שני מיני הבנאיות, לא הצליחו להתבסס בפסי האש באותה מידה: הן יצרו רק 4 קנים בבית גידול זה, לעומת 12 בבתה, אף שהן יכולות לאכול פגרים של נמלת הקציר הנמצאת בפסי האש, למשל.



צמחייה ים תיכונית המשתלטת על פס אש, 20 שנה לאחר שהופסקה תחזוקתו | צילום: ג'אן-ג'אק יצחק מרטינז

התאוריה של [5] Andersen, שהורחבה על-ידי [10] Brown, על קבוצות הנמלים הפונקציונליות (Ant Functional Groups) יכולה להסביר את הממצאים, לפחות באופן חלקי. בבתה הים תיכונית, שהייתה בית הגידול שהופרע פחות על-ידי פעילות האדם, התגלו קנים של תת-משפחת הריחניות הדומיננטיות (Dolichoderinae) - שני מיני נמלים בנאיות, ומינים בעלי התמחות אקלימית - נמלת הקציר והמוריות. הנמלים ה"זוטרת" (subordinate), שאליהן שייכים מיני הקמפוניית, ה"כלליות", כגון הלבוביות, וה"אופורטוניסטיות" (גחוניות) הקשורות למקומות מופרעים, נאלצו להסתפק ביערות האורנים. בבית הגידול שהופרע ביותר על-ידי פעילות האדם - פסי האש - היה הרכב המינים העני ביותר, ונבנו בו פחות קנים. ייתכן שהסיבה לכך, חוץ מההסברים שהובאו לעיל, נובעת גם משטחם הקטן בהשוואה לשטחי היער והבתה הים תיכונית. למרות זאת, על-פי מדד המגוון האזורי H' , מבחינת ניהול ומדיניות שימור המגוון הביולוגי, מצביע המחקר הנוכחי על תרומתם האקולוגית הבלתי מבוטלת של פסי האש הלא מטופלים עבור מיני הנמלים החיים בבתה הטבעית. היות שפסי אש נמצאו מתאימים למספר לא קטן של מיני נמלים של הבתה הים תיכונית, ייתכן שהם משמשים כמסדרונות מגבירים את הקישור בין הכתמים הטבעיים, ומאפשרים את המעבר של נמלי הבתה באזור מיוער על-ידי האדם. כדי לבחון זאת, רצוי לחקור את גנטיקת האוכלוסיות של הנמלים בבתה ובפסי האש. היות שמגוון המינים של הנמלים נמצא במתאם גבוה עם מרכיבים אחרים של בעלי חיים חסרי חוליות [6, 16], אני מציע שמדיניות אזורית של שימור בעלי חיים תתחשב בנוכחותם של פסי האש ביערות האורנים.



נמלת הקציר, אחת מ-230 מיני נמלים הפזורים באזורים גאוגרפיים שונים בישראל / צילום: ג'אן-ג'אק יצחק מרטינו

תודות

תודות לרעות יקותי ולעבד ברם שעזרו לי רבות בעבודת השדה, למיכל עלי על הגהת המאמר, ולשני מבקרים אנונימיים שעזרו לי לשפר את הגרסה האחרונה.

מקורות

1. מרטינו ג'ג'י וענבר מ. 2009. מגוון הנמלים הפועלות על עצי החורש הים תיכוני. הכנס השנתי ה-37 של האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה, 12-13 במאי; רחובות.
2. קוגלר י. 1984. מפתחות הגדרת תת-המשפחות, הסוגים והמינים של הנמלים (*Formicidae*) המצויות בארץ (לפי הפועלות). תל-אביב: המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב.
3. שושן א. 1990. הנמלים השוכנות ביער אורן (עבודת מוסמך). תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב.
4. Agosti D and Johnson NF. 2005. Antbase. [World Wide Web electronic publication](http://www.antbase.org/). version 05/2005
5. Andersen AN. 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* **22**: 15-29

- Andersen AN, Hoffmann BD, Muller WJ, and Griffiths AD. 2002. Using ants as bioindicators in land management: Simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* **39**: 8-17 .6
- Anderson GS and Danielson BJ. 1997. The effects of landscape composition and physiognomy on metapopulation size: The role of corridors. *Landscape Ecology* **12**: 261-271 .7
- Bonneh O. 2000. Management of planted pine forests in Israel: Past, present and future. In: Ne'eman G and Trabaud L (Eds). *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia in the Mediterranean Basin*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers .8
- Bonneh O, Ginsberg P, and Woodcock J. 2003. Integrative forest fire management in Israel. *International Forest Fire News* **29**: 72-88 .9
- Brown WL Jr. 2000. Diversity of ants. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, and Schultz TR (Eds). *Ants – standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. London, UK: Smithsonian Institution Press .10
- Bullock WL and Samways MJ. 2005. Conservation of flower-arthropod associations in remnant African grassland corridors in an afforested pine mosaic. *Biodiversity and Conservation* **14**: 3093-3103 .11
- Forman RTT. 1995. *Land Mosaics, the Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge, Great Britain: Cambridge University Press .12
- Holldobler B and Wilson EO. 1990. *The Ants*. London: Springer-Verlag .13
- Krebs CJ. 1998. *Ecological methodology*. Menlo Park, California: Benjamin/Cummings Series .14
- Kugler J. 1988. The zoogeography of social insects of Israel and Sinai. In: Yom-Tov Y and Tchernov E (Eds). *The zoogeography of Israel: The distribution and abundance at a zoogeographical crossroad*. Monographiae Biologicae 62. Dortrecht, Boston, Lancaster: Dr W. Junk Publishers .15
- Majer JD. 1983. Ants: Bioindicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental Management* **7**: 375-383 .16
- Martinez JJI. 2008. Seed harvester and scavenger ants along roadsides in Northern Israel. *Zoology in the Middle East* **44**: 75-82 .17
- Puth LM and Wilson KA. 2001. Boundaries and corridors as a continuum of ecological flow control: Lessons from rivers and streams. *Conservation Biology* **15**: 21-30 .18
- Samways MJ, Osborn R, and Carliel F. 1997. Effects of a highway on ant (Hymenoptera: Formicidae) species composition and abundance, with recommendation for roadside verge width. *Biodiversity and Conservation* **6**: 903-913 .19
- Thomas G. 1988. Bio~Dap, ecological diversity and its measurement (software). Resource conservation, Fundy National Park, Alma, New Brunswick, Canada .20

- Tshiguvho TE, Dean WRJ, and Robertson HG. 1999. Conservation value of road verges in the semi-arid Karoo, South Africa: Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bio-indicators. *Biodiversity and Conservation* **8**: 1683-1695 .21
- Wiens JA. 1997. Metapopulation dynamics and landscape ecology. In: Hanski IA and Gilpin ME (Eds). *Metapopulation biology, ecology, genetics, and evolution*. San Diego, California: Academic Press .22
- Wilson MV and Shmida A. 1984. Measuring the beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology* **72**: 1055-1064 .23