

נקודת ח"ן

לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל

שטחים טבעיים בסביבה חקלאית בשרון: השפעות על מגוון מיני דבורים.

דו"ח מחקר, מוגש לנקודת ח"ן, ינואר 2010

שם החוקר: יובל ספיר

הגנים הבוטניים, המחלקה למדעי הצמח, אוניברסיטת תל אביב
העבודה התבצעה ע"י אחיק דורצ'ין, סטודנט באוניברסיטת חיפה, כחלק מעבודת המחקר לתואר שלישי.

מבוא

הפגיעה ביחסי צמחים ומאביקיהם מהווה מוקד לדאגה במאמצים לשמירת מגוון מיני הצמחים בעולם (Kremen and Ricketts 2000). כאשר רשת הקשרים בין צמחים ומאביקיהם קורסת, צמחים מואבקי בעלי-חיים עשויים לסבול מפגיעה בקצב הריבוי שלהם (Biesmeijer et al. 2006; Kearns et al. 1998). הרס בתי גידול וקיטוע של האוכלוסיות מעמיד בסכנה את אוכלוסיות הצמחים והמאביקים כאחד (Buchmann and Nabhan 1996; Kearns et al. 1998). קשרים אקולוגיים בין שטחים מקוטעים עשויים להפחית את סכנת הפגיעה בקשרים אלו.

מגוון מיני מאביקים עשוי להעיד על תפקוד המערכת האקולוגית (Kevan 1999). שני הגורמים העיקריים המאיימים על מגוון מיני מאביקים הם הרס בתי גידול וקיטוע שטחים פתוחים (Kearns and Inouye 1997; Kremen and Ricketts 2000). באגן הים התיכון, דבורים מהוות את הקבוצה העיקרית של המאביקים, ובמיוחד דבורי בר (Kevan and Baker 1999; O'Toole and Raw 1999). מיני הדבורים נבדלים ביכולת התעופה ובתכונות פיזיולוגיות שונות, ולכן קיימת שונות בתגובת מינים שונים של דבורים לקיטוע בתי הגידול הטבעיים (Cane and Schiffhauer 2001; Greenleaf et al. 2007). הפיזור המרחבי של המשאבים להם נזקקת הדבורה (למשל מקורות צוף ואתרי קינון) משפיע על הפיזור המרחבי של הדבורים, וכאשר שטח טבעי עובר קיטוע, גודל השטח הנשאר מכתוב את מספר מיני הדבורים שהשטח יכול לשאת (Kremen and Ricketts 2000; Potts et al. 2005). מכאן נובע ששטחים קטנים ומקוטעים יכולים לשאת פחות מינים של דבורים ואוכלוסיות קטנות יותר, בגלל ההשפעה של גודל השטח על מקורות המחיה של המינים השונים.

שינויים במגוון ובהרכב המינים של דבורים בעקבות קיטוע עשוי לשנות את ההרכב של מיני החרקים המבקרים בפרחים של צמחי בר, דבר שיכול לגרום להקטנת ההצלחה הרבייתית של אותם צמחים בגלל יעילות שונה של המאביקים השונים (Groom 1998; Herrera 2000). בעוד שמערכות האבקה גנרליסטיות עמידות יותר לשינוי בהרכב המאביקים, ההצלחה

הרבייתית של צמחים בעלי מאביקים ספציפיים תרד בעקבות לשינוי במגוון ובשכיחות המאביקים כתוצאה מקיטוע (Johnson and Steiner 2000; Kearns et al. 1998). לירידה בהצלחה הרבייתית ובייצור הזרעים יש השפעה שלילית על קצב גידול האוכלוסיה של הצמחים המואבקים, וביחד עם תהליכים גנטיים הנובעים מהקטנת האוכלוסיה, האוכלוסיה עשויה להגיע להכחדה (Ellstrand and Elam 1993; Groom 1998; Hackney and McGraw 2001; Lamont et al. 1993). תהליכים אלו יכולים להתמתן אם האוכלוסיות המקוטעות מחוברות בקשר של הגירה או חילופי גנים עם אוכלוסיות שבהן קצב הגידול הוא חיובי (Kunin 1998; Pulliam 1988; Shmida 1985). יחסי 'מקור-מבלע' כאלו יכולים למתן את ההשפעה השלילית של קיטוע על קצב הגידול של האוכלוסיות ולמנוע הכחדה כתוצאה מאיבוד שונות גנטית (Richards 2000). שטחים טבעיים למחצה או חקלאיים יכולים להוות 'מסדרונות אקולוגיים' אשר יוצרים גשר/חיבור בין אוכלוסיות ומאפשרים קשר של הגירה או חילופי גנים (Beier and Noss 1989).

מגוון מינים של דבורי בר ומערכות האבקה טבעיות, שניהם גורמים בעלי חשיבות גם לגידולים חקלאיים. האבקה של צמחים תרבותיים בחקלאות על ידי דבורי בר שמקורן בשטחים טבעיים מהווה מערכת מודל לשרותים האקולוגיים שהסביבה הטבעית מספקת לאדם (Kremen et al. 2007). כשלושה רבעים ממיני הצמחים בחקלאות וכ-35% מצריכת המזון העולמית מסופקת ע"י צמחים הדורשים האבקה על ידי בעלי חיים (Kremen et al. 2007). קבוצת המאביקים העיקרית של צמחי חקלאות היא דבורים, ועיקר היבולים הדורשים האבקה מסתמכים על מין אחד של דבורים – דבורת הדבש (Delaplane and Mayer 2000). בשנים האחרונות קרסו כרבע מהכוורות של דבורי דבש בארצות הברית, תופעה שכונתה Colony Collapse Disorder (CCD), וכנראה קשורה להדבקה בוירוס (Cox-Foster et al. 2007; Stokstad 2007). תופעה זו מבליטה את חשיבות דבורי הבר כ"ביטוח" בהאבקה של צמחי חקלאות (Winfree et al. 2007b).

גורמים המשפיעים על מידת היעילות של שרותי האבקה שמספקות דבורי בר לגידולים חקלאיים הם הגודל של השטח הטבעי בקרבת השטחים החקלאיים (Kremen et al. 2004), הרכב חברת המאביקים ואופי בית הגידול (Potts et al. 2006). שטחים עירוניים בנויים מכילים מגוון מיני דבורים נמוך מזה של שטחים חקלאיים (Hostetler and McIntyre 2001; Tommasi et al. 2004). לעומתם, שטחי חקלאות יכולים לאפשר קיום של מגוון מינים בנוף פסיפס של שטחים טבעיים וחקלאיים (Potts et al. 2006), ובהם גם מתאפשר קיומם של יותר מיני דבורים בסכנת הכחדה מאשר בשטחים בנויים (Winfree et al. 2007a).

במישור החוף של ישראל גדלים כשלושים מיני צמחים אנדמיים, שאינם גדלים בשום מקום אחר בעולם (Shmida 1984). בשנים האחרונות אנו עדים להפחתה ניכרת בשטחים הפתוחים והחקלאיים במישור החוף, ובעיקר בשרון, שם השטחים שסביב בתי הגידול הטבעיים השמורים הולכים ונסגרים על ידי שטחים בנויים. קיטוע ובידוד של שטחים טבעיים אלו מאיים על המגוון

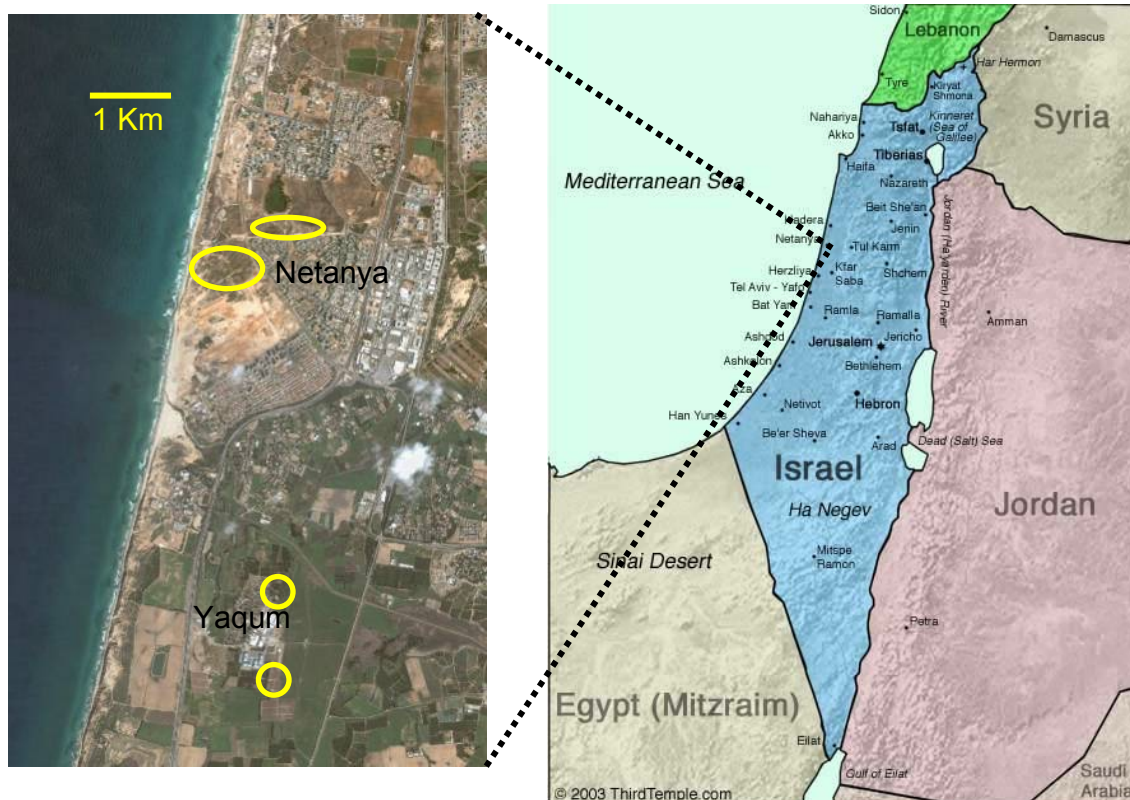
הטבעי של צמחים ובעלי חיים. מסיבה זו, ובשל היותם אנדמיים, צמחים רבים מצמחי מישור החוף נמצאים בעדיפות גבוהה לשימור (Sapir et al. 2003). האזור הים-תיכוני עשיר מאד במינים של דבורים, ומהווה אחד ממרכזי המגוון של דבורים (Michener 2000), אך לעומת הידע המפורט הקיים על מגוון מיני הצמחים, אין כמעט נתונים על מגוון מיני החרקים במישור החוף. מחקר על המאביקים של *אירוס הארגמן* במישור החוף מצא ארבעה מיני דבורים שלא היו מוכרים קודם לכן (Sapir and Shmida 2002). ממצא זה מעיד כי מגוון מיני הדבורים במישור החוף ראוי למחקר מעמיק. בזכות הפסיפס האורבני-חקלאי שבו, אזור השרון (צפון מישור החוף) מהווה מערכת מתאימה לבחינת הקשר בין מגוון מינים של דבורים ואופי הקיטוע של בית הגידול. מטרת המחקר המוצג כאן היא לעמוד על הקשר שבין מגוון מיני דבורים בשטחים טבעיים ובין שימושי הקרקע שסביב אותם שטחים. השערת העבודה היתה שמגוון מיני הדבורים והצמחים בשטח טבעי בתווך חקלאי יהיה גבוה יותר מאשר בשטח דומה בתווך אורבני.

שיטות ותוצאות

המחקר נערך בעונת האביב (פברואר עד אפריל) של השנים 2008 ו-2009, והתמקד בשני אתרים בהם קיימות אוכלוסיות של *אירוס הארגמן*: 1) שמורת האירוסים בנתניה ושמורת שלולית דורה, הנמצאות בתווך עירוני וביניהן כביש ראשי רחב ושכונות בנויות; 2) הגבעות שמצפון וממזרח לקיבוץ יקום, המוקפות בשטחי חקלאות (איור מס' 1). שטח האוכלוסיות נמדד באמצעות מערכת מידע גיאוגרפית, בהתבסס על סימון מדויק של כל צמחי האירוסים על תצלומי אוויר, שנעשה במהלך העבודה בשדה (טבלה מס' 1). אתר יקום הוא בית גידול טבעי למחצה של חמרה וכורכר בסביבה חקלאית (מטעי אבוקדו, וחממות). אתר נתניה הוא בית גידול טבעי של חול דיוני מיוצב למחצה. האתר גובל בים התיכון ממערב ובשטח אורבני של העיר נתניה בשאר הכוונים.

טבלה מס' 1 – תכונות גיאוגרפיות של השטח הטבעי הכולל ושטח אוכלוסיות *אירוס הארגמן* בארבעת אתרי המחקר.

היקף (מ')	שטח (מ"ר)	שטח טבעי	אוכלוסיה (נ"צ מרכזי)
959	36291	שטח טבעי	יקום דרום
439	8768	שטח האוכלוסיה	(1856/6842)
868	47677	שטח טבעי	יקום צפון
468	9118	שטח האוכלוסיה	(1855/6849)
5586	1429273	שטח טבעי	שמורת האירוסים
3959	415096	שטח האוכלוסיה	(1853/6879)
4668	781791	שטח טבעי	דורה
2060	85870	שטח האוכלוסיה	(1857/6883)



איור מס' 1 – מפת אזור המחקר וסימון (במעגלים צהובים) של ארבעת אתרי המחקר.

מגוון מיני צמחים ודבורים בעונת 2008

בארבעת אוכלוסיות המחקר נרשמו כל המינים הפורחים בו-זמנית עם אירוס הארגמן. באוכלוסיית יקום דרום נרשמו 48.5 מינים (ממוצע של שתי דגימות), ומספר דומה של מינים (49) נרשם באוכלוסיית יקום צפון. בנתניה ובדורה נרשמו מספר קטן יותר של מיני צמחים פורחים – 36 ו-32 מינים (בהתאמה). ראוי לציין כי השטח הטבעי בו גדלות אוכלוסיות נתניה ודורה גדול בסדר גודל אחד או יותר מהשטח של אוכלוסיות יקום, ועל כן מספר המינים הנמוך יותר מפתיע. סיבה אפשרית לכך היא שהשטח הטבעי ביקום שונה בסוג הקרקע ומגוון יותר מבחינת מיקרו בתי הגידול: בעוד שבנתניה ובדורה השטח מורכב מחוליות באופן כמעט אחיד (למעט הבדלים קלים של מפנים ויציבות החול), ביקום האוכלוסייה גדלה על רכס כורכר שבו רמות שונות של אבניות.

בעונת השדה של 2008 נערכו מדידות להערכה של מגוון מיני דבורים בשני זוגות האתרים בשני חתכים באורך 50 מטרים (Potts et al. 2006). שני דוגמים נעו בקצב איטי לאורך החתך משני צידיו וסרקו רצועה ברוחב של שני מטרים מכל צד של החתך, כך שהשטח הנסרק היה 200 מטרים רבועים. כל הדבורים שניצפו לאורך החתך נאספו ברשת ונמצאות באוניברסיטת חיפה. בנוסף לדגימות בחתכים, נאספו דבורים שנמצאו לנים בתוך פרחי אירוס הארגמן, מוינו וזוהו לרמת הסוג (טבלה מס' 2).

טבלה מס' 2 – מספר הפרטים של חרקים שונים שנאספו לנים בתוך פרחי אירוס הארגמן.

חרק (סוג)	יקום דרום	יקום צפון	שמורת האירוסים	דורה
Eucera	14			
Synhalonia	8	22	44	6
Chalicodoma			1	2
סה"כ	22	22	45	8

מגוון מיני צמחים בעונת 2009

בעונת השדה של 2009 נסקרו מגוון מיני הצמחים הפורחים בנתניה וביקום צפון. בכל אתר נערכו שני מדגמים במועדים עוקבים, באמצע פברואר-תחילת מרץ, ובאמצע מרץ-תחילת אפריל. מגוון מיני הצמחים הפורחים העשויים להיות מואבקים על ידי דבורים, נדגמו לאורך חתך שנבחר באקראי בתוך חלקת דיגום מרובעת, בגודל 3250 מ"ר ביקום, ובגודל 10000 מ"ר בנתניה. חלקות הדיגום נבחרו בשטחים בעלי מבנה קרקע וצומח אופייניים לכל אחד מהאתרים, בכפוף למגבלות תנאי השטח (לא נדגמו אזורים בלתי עבירים, או שאינם מתאימים ללכידת חרקים מעופפים בעזרת רשת יד). דיגום הצומח נעשה בארבעה מקטעים של 50 מטרים, בהם נדגמו שלושת המקטעים הראשונים של חמישה מטרים, ברוחב חצי מטר. בסך הכל נדגמו 60 מטרים מתוך 200 מטרים של חתך. הצמחים הוגדרו במקום בעזרת מגדיר צמחים (פינברון-דודן ודנין 1998) ונספרו מספר הפרחים או מספר התפרחות (במינים ממשפחת הסוככיים Umbelliferae וממשפחת המורכבים Compositae) מכל מין בכל יחידת מדגם.

ביקום נמצאו 45 מיני צמחים, לעומת 39 מינים בנתניה (טבלה מספר 3). לא היתה חפיפה מלאה בין האתרים בהתפלגות המינים שנמצאו בשני האתרים. לדוגמה, אלקנת הצבעים, הורמוזקיה מגובבת ותלתן ארץ-ישראלי נמצאו בשני האתרים ביחס דומה, אך נמצאו גם זוגות מינים קרובים שהופיעו כל אחד באתר אחר או שאחד מהם נמצא רק באתר אחד. דוגמא לכך היא קחוון החוף, שנמצא בנתניה, וקחוון מצוי, שנמצא ביקום, או לוטוס שעיר שנמצא רק בנתניה ולוטוס מצוי שנמצא בשני האתרים.

טבלה מספר 3 – התפלגות מיני הצמחים הפורחים (פרחים או תפרחות), ושיעורם היחסי (באחוזים)

ביקום ובנתניה בעונת 2009.

Yaquum			Netanya		
Taxon	# Flowers	%	Taxon	# Flowers	%
1. <i>Alkanna tinctoria</i>	117	1.45	1. <i>Alkanna tinctoria</i>	21	0.24
2. <i>Ammi visnaga</i>	2	0.02	2. <i>Allium tel-avivense</i>	1	0.01
3. <i>Anagallis arvensis</i>	25	0.31	3. <i>Anagallis arvensis</i>	119	1.37
4. <i>Anemone coronaria</i>	2	0.02	4. <i>Anthemis leucanthemifolia</i>	1787	20.67
5. <i>Anthemis pseudocotula</i>	884	10.99	5. <i>Brassica tournefortii</i>	158	1.82
6. <i>Asphodelus tenuifolius</i>	87	1.08	6. <i>Centaurea procurrans</i>	3	0.03
7. <i>Astragalus boeticus</i>	20	0.24	7. <i>Convolvulus secundus</i>	1	0.01
8. <i>Biscutella didyma</i>	13	0.16	8. <i>Crepis aculeata</i>	42	0.48
9. <i>Brassica tournefortii</i>	103	1.28	9. <i>Crepis sancta</i>	5	0.05
10. <i>Calendula arvensis</i>	4	0.04	10. <i>Daucus litoralis</i>	141	1.63
11. <i>Centaurea procurrans</i>	1	0.01	11. <i>Erodium botrys</i>	37	0.42
12. <i>Chrysanthemum coronarium</i>	1444	17.95	12. <i>Erodium laciniatum</i>	2	0.02
13. <i>Crepis aspera</i>	38	0.47	13. <i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	35	0.40
14. <i>Crepis sp.</i>	34	0.42	14. <i>Hormuzakia aggregata</i>	304	3.51
15. <i>Erodium botrys</i>	243	3.02	15. <i>Leopoldia bicolor</i>	53	0.61
16. <i>Erodium gruinum</i>	17	0.21	16. <i>Linaria joppensis</i>	534	6.17
17. <i>Erucaria hispanica</i>	750	9.32	17. <i>Lotus halophilus</i>	264	3.05
18. <i>Helianthemum salicifolium</i>	2	0.02	18. <i>Lotus peregrinus</i>	976	11.29
19. <i>Hippocrepis multisiliquosa</i>	7	0.08	19. <i>Lupinus palaestinus</i>	10	0.11
20. <i>Hormuzakia aggregata</i>	240	2.98	20. <i>Lycium schweinfurthii</i>	2	0.02
21. <i>Hymenocarpus circinnatus</i>	16	0.19	21. <i>Maresia pulchella</i>	43	0.49
22. <i>Iris atropurpurea</i>	6	0.07	22. <i>Medicago littoralis</i>	87	1.00
23. <i>Lathyrus aphaca</i>	4	0.04	23. <i>Mercurialis annua</i>	81	0.93
24. <i>Leopoldia bicolor</i>	36	0.44	24. <i>Ononis pubescens</i>	10	0.11
25. <i>Lotus peregrinus</i>	1894	23.55	25. <i>Papaver humile</i>	1	0.01
26. <i>Lupinus palaestinus</i>	16	0.19	26. <i>Paronychia argentea</i>	873	10.10
27. <i>Malva nicaeensis</i>	6	0.07	27. <i>Polycarpon succulentum</i>	594	6.87
28. <i>Medicago sp.</i>	1	0.01	28. <i>Prasium majus</i>	501	5.79
29. <i>Mercurialis annua</i>	86	1.06	29. <i>Retama raetam</i>	4	0.04
30. <i>Onobrychis squarrosa</i>	10	0.12	30. <i>Rumex bucephalophorus</i>	1041	12.04
31. <i>Oxalis pes-caprae</i>	31	0.38	31. <i>Scabiosa rhizantha</i>	2	0.02
32. <i>Picris amalecitana</i>	56	0.69	32. <i>Scorpiurus muricatus</i>	301	3.48
33. <i>Raphanus raphanistrum</i>	1	0.01	33. <i>Senecio vernalis</i>	165	1.90
34. <i>Reseda orientalis</i>	27	0.33	34. <i>Silene colorata</i>	2	0.02
35. <i>Rumex bucephalophorus</i>	648	8.05	35. <i>Trifolium glanduliferum</i>	11	0.12
36. <i>Senecio vernalis</i>	117	1.45	36. <i>Trifolium palaestinum</i>	3	0.03
37. <i>Silene colorata</i>	283	3.51	37. <i>Trifolium philistaeum</i>	416	4.81
38. <i>Thymelaea hirsuta</i>	150	1.86	38. <i>Trigonella cylindracea</i>	12	0.13
39. <i>Trifolium dichroanthum</i>	46	0.57	39. <i>Vicia sativa</i>	1	0.01

40. <i>Trifolium palaestinum</i>	56	0.69		
41. <i>Trifolium tomentosum</i>	341	4.24		
42. <i>Trigonella cylindracea</i>	44	0.54		
43. <i>Vicia benghalensis</i>	68	0.84		
44. <i>Vicia sativa</i>	4	0.04		
45. <i>Vicia villosa</i>	62	0.77		
46. Total taxons	45		Total taxons	39

מגוון מיני דבורים בעונת 2009

מגוון מיני הדבורים נדגם רק בתנאי מזג אויר המתאימים לפעילות דבורים, קרי, ימים בהירים ללא גשם וללא רוח חזקה. כדי לדגום את מגוון מיני הדבורים נעשה שימוש בשתי שיטות.

א. לכידה בעזרת נפנופי רשת (sweeping) לאורך חתך אקראי. בכל חלקה נדגמו שלושה חתכים, באורך כ-50 מטרים, בקצב הליכה קבוע של כ-6 שניות/מטר. נקודת התחלת ההליכה וכיוון ההתקדמות נבחרו באקראי בתוך כל חלקה. הדיגומים נערכו שלוש פעמים במהלך היממה: בבוקר (8:00-10:00), בצהריים (11:00-13:00), ואחר הצהריים (14:00-16:00).

ב. לכידה בעזרת קערות צבעוניות (pan traps). לאורך חתך של 100 מטרים בכל חלקה הוצבו 30 קערות פלסטיק רדודות בנפח 500 מ"ל, בצבעים לבן, כחול וצהוב, בקבוצות של שלוש קערות במרווחים של כ-10 מטרים בין הקבוצות. הקערות הונחו על הקרקע בסדר אקראי במרחק של כמטר ביניהן, ומולאו במי ברז בנפח של כ-300 מ"ל בתוספת מספר טיפות של סבון נוזלי. הקערות הוצבו בבוקר יום הדיגום (בדרך כלל בשעה 9:00) והדבורים נאספו מן הקערות עם השקיעה.

הדבורים שנתפסו במהלך הדיגומים הורעלו בעזרת אתיל-אצטט. הגדרת הדבורים נעשתה בעזרת Chris O'Toole וד"ר Nicolas Vereecken.

עושר המינים המשוקלל ומגוון מיני הדבורים והצמחים בכל אחד מהאתרים חושבו בעזרת תכנת Estimate-S 8.2 (Colwell 2009). תכנת Estimate-S מאפשרת לחזות את עושר המינים המוחלט, הצפוי במקטעי שטח שונים לפי תוצאות דיגומים חוזרים, לבניית עקומת הצטברות של מינים חדשים. המדדים המתאימים ביותר לחיזוי הם מדדי Chao1,2 המבוססים על מספר הפרטים בכל דגימה ועל הומוגניות של הדגימות (כלומר של אתרי הדיגום), ומדדי Jackknife1,2, מדדים אשר נמצאו כיעילים ביותר במספר מחקרים דומים (Magurran 2004). מגוון המינים נאמד לפי מדדי α diversity ו-Simpson Diversity Index. מדד α diversity מאפשר להעריך את מגוון המינים בבית גידול מוגדר, או לפי יחידות שטח שהוגדרו מראש. השימוש במדד זה עדיף מאחר והוא מתייחס ליחידות שטח שקל יותר לזהותן כאחידות מבחינה אקולוגית. מדד סימפסון רגיש הן לשינויים בעושר המינים והן לשינויים בשפע היחסי שלהם (Magurran 2004).

בסך הכל נמצאו דבורים מ-13 מינים ביקום, ומ-12 מינים בנתניה (טבלה מספר 4). לא היתה חפיפה מלאה בין האתרים בהתפלגות החרקים שנתפסו. לדוגמה, כ-12% מהפרטים שנתפסו ביקום השתייכו לסוג אנטפורה, אשר לא נמצא כלל בנתניה. לעומת זאת, בנתניה נמצאו שני פרטים מהסוג הליופילה (1.42%), שמשתייך לאותה תת המשפחה (Anthophorinae), אשר לא הופיע ביקום.

טבלה מספר 4 – מיני הדבורים שנדגמו ביקום ובנתניה בעונת 2009, ושכיחותם היחסית.

Yaqum			Netanya		
Taxon	# Individuals	%	Taxon	# Individuals	%
1. Andrena spp.	31	12.4	1. Andrena spp.	8	5.71
2. Anthophora spp.	3	1.2	2. Apis melifera	15	10.71
3. Apis melifera	45	18	3. Chalicodoma spp.	2	1.42
4. Ceratina spp.	2	0.8	4. Ceratina spp.	3	2.14
5. Coletes spp.	18	7.2	5. Dioxyini	1	0.71
6. Dioxyini	1	0.4	6. Halictus spp.	1	0.71
7. Eucerini	70	28	7. Heliophila spp.	2	1.42
8. Halictus spp.	1	0.4	8. Hylaeus spp.	3	2.14
9. Hylaeus spp.	1	0.4	9. Lasioglossum spp.	46	32.85
10. Lasioglossum spp.	18	7.2	10. Nomia spp.	1	0.71
11. Nomada spp.	3	1.2	11. Osmiini	54	38.57
12. Osmiini	22	8.8	12. Synhalonia spp.	4	2.85
13. Synhalonia spp.	35	14			
Total	235		Total	140	

טבלה מספר 5 – השוואה בין יקום לנתניה בחלוקה לקבוצות פונקציונליות של דבורים.

נתניה (%)	יקום (%)	
77.12/17.14	18/61.2	גדולות/קטנות
42.14/57.85	27.6/72.4	בעלות לשון ארוכה/קצרה
55.71/44.28	74.4/25.6	חברתיות/יחידאיות
0.71/99.28	1.6/98.4	חופשיות/טפיליות
40/57.14	8.8/89.2	אוספות רגל/בטן
44.28/44.28	10/70.4	מקננות קרקע/חללים קיימים

בנוסף להבדלים בנוכחות ובשכיחות מיני הדבורים, נמצאו הבדלים בהתפלגות הקבוצות הפונקציונליות של דבורים בין האתרים (טבלה 5). לדוגמה, בין שני האתרים נמצאו הבדלים ביחס בין מינים גדולים וקטנים: ביקום נמצאו יותר מינים גדולים ובנתניה יותר מינים קטנים. הבדל נוסף שנמצא היה ביחס בין דבורים מקננות קרקע (miners) לדבורים המקננות בחללים (masons). ביקום נמצאו יותר מיני דבורים מקננות קרקע, לעומת יחס דומה בין מקננות קרקע ומקננות בחללים בנתניה. אפשר להסביר את ההבדלים האלו בהבדלים בתנאי בית הגידול.

באתר הדיגום בנתניה הקרקע היא חול מיוצב למחצה, המתאים פחות לחפירת קינון בהשוואה לתשתית החמרה והכורכר, שמאפיינת את אתר הדיגום ביקום.

עושר משוקלל ומגוון מיני דבורים וצמחים פורחים

עושר המינים של הצמחים הפורחים היה גדול יותר ביקום מאשר בנתניה (טבלה 6) וכך גם ממוצע מדדי עושר המינים המשוקלל: 54.63 מינים ביקום לעומת 51.09 מינים בלבד בנתניה. מגוון המינים היה גבוה יותר ביקום, לפי מדד α diversity, אך גבוה יותר בנתניה על פי מדד סימפסון.

בעוד שעושר המינים של הדבורים באתרים יקום ונתניה היה דומה (טבלה מספר 6), שפע הפרטים היה גבוה פי 1.5 ביקום לעומת נתניה (235 פרטים ביקום, לעומת 140 בנתניה, טבלה מספר 6). ממוצע ארבעת מדדי העושר המשוקלל של אוכלוסיית הדבורים מראה על עושר מינים גבוה יותר ביקום (15.3) בהשוואה לנתניה (13.89). מדדי מגוון המינים לא הראו תוצאה ברורה כזאת. מדד α diversity היה גבוה יותר בנתניה מאשר ביקום, אך מדד סימפסון הראה על מגוון מינים גדול בהרבה ביקום (5.97) לעומת נתניה (3.72).

טבלה מספר 6 – עושר המינים המשוקלל לפי מדדי: Chao1,2, ו-Jackknife1,2; הערך הממוצע של מדדי עושר המינים; ומגוון המינים לפי מדדי: α diversity, ו-Simpson Diversity Index של אוכלוסיות הדבורים והצמחים הפורחים ביקום ונתניה, בעונת הדיגום 2009, (n=24).

מדגם	סה"כ פרטים/פרחים שנצפו	Chau 1	Chau 2	Jack 1	Jack 2	ממוצע מדדי עושר המינים המשוקלל	Alpha diversity (mean+/-SD)	Simpson
יקום פרחים	8042	45.75	54.04	56.5	62.24	54.63	6.29+/-0.34	8.24
נתניה פרחים	8643	40.2	54.81	50.5	58.87	51.09	5.27+/-0.3	10.08
יקום דבורים	235	14.5	13.96	15.88	16.87	15.3	2.96+/-0.42	5.97
נתניה דבורים	140	13	12.72	14.88	14.99	13.89	3.14+/-0.51	3.72

דיון ומסקנות

בסקר מגוון מיני הדבורים והצמחים שנערך בעונת 2009 התקבל עושר מינים דומה באתרי הדיגום יקום ונתניה, 13 לעומת 12 טקסונים של דבורים, ו-45 לעומת 39 מיני צמחים, בהתאמה. אף על פי כן, אנליזת עושר המינים המשוקלל הראתה עושר מינים מעט גבוה יותר ביקום לעומת נתניה, עם ערכים ממוצעים של 15.3 לעומת 13.8 מיני דבורים, ו-54.5 לעומת 51 מיני צמחים, בהתאמה. ביקום התקבל שפע מיני דבורים גבוה יותר, פי 1.5 יותר פרטים, שמסביר את ההבדלים בעושר המינים המשוקלל. בנתניה, לעומת זאת נדגם שפע גדול יותר

של מיני צמחים, כ-600 פרטים יותר (7%) ומכאן שהשונות הגדולה בייצוג המינים הביאה לעושר מינים משוקלל נמוך יחסית של הצמחים באתר זה. מבחנים שונים להערכת מגוון המינים, הן של הדבורים והן של הצמחים, הראו תוצאות הפוכות עבור שני האתרים ולכן לא ניתן להסתמך עליהן לצורך השוואת מדד זה בין האתרים. יש לציין שתוצאות העושר והמגוון של הדבורים אינן ניתנות ברמת המינים, אלא עבור טקסונים גבוהים יותר (לעומת התוצאות הניתנות ברמת המינים עבור הצמחים) ושלאחר סיום הגדרת המינים תתקבלנה תוצאות מדויקות יותר. עושר מינים משוקלל גבוה יותר, של דבורים ושל צמחים ביקום לעומת נתניה ראוי לציין בהתחשב בהפרשי גודל השטח של בית הגידול בין אתרים אלה. אתר נתניה מהווה שטח טבעי רציף, הגדול בסדר גודל מהשטח הטבעי (למחצה) באתר יקום. יתכן שגורמים נוספים משפיעים על עושר המינים באתרים אלה, כמו השפעת השוליים של בית הגידול ומידת הקישוריות בין מקטעי שטח סמוכים של בית הגידול. אתר נתניה גובל בשטח עירוני, לעומת יקום הגובל בשטח כפרי. שוליים בעלי אופי כפרי-חקלאי עשויים לתמוך באוכלוסיות הדבורים באופן ישיר על ידי אספקת משאבים חלופיים כמו מזון, צוף ואבקה של צמחי חקלאות ונוי, ואתרים לקינון. שוליים טבעיים למחצה, שאינם מהווים מחסום לתנועת הדבורים עשויים לאפשר מעבר של דבורים בין מקטעי שטח סמוכים ולכן תורמים באופן עקיף להגדלת היציבות של אוכלוסיות צמחים קטנות בבתי גידול מקוטעים, על ידי חילופי גנים עם אוכלוסיות יציבות יותר. עם זאת, דרוש מחקר נוסף על מנת לכמת את מידת ההשפעה של הגורמים שהוזכרו על חברות הדבורים והצמחים בבית הגידול.

גורם נוסף, העשוי להשפיע רבות על תוצאות המחקר הוא תנאי בית הגידול עצמו. תוצאות הדיגום הראו חפיפה חלקית בין אוכלוסיות הדבורים והצמחים בשני האתרים וכללו מינים ייחודיים לכל אחד מהאתרים. לדוגמה התקבלה חלוקה בין האתרים לפי מיני דבורים המשתייכות לתת המשפחה Anthophorinae, וכן התקבלה חלוקה לפי מיני הצמחים מהסוג קחווון (Asteraceae) שהם מינים ויקריים מובהקים, קחווון מצוי ביקום וקחווון החוף בנתניה. מינים אלה אופייניים לבית הגידול ומוגבלים לתנאים הייחודיים המתקיימים בו, במקרה זה בית גידול של חמרה וכורכר ביקום, לעומת בית גידול של חוף ים חולי בנתניה. דוגמה נוספת לכך היא חלוקת האתרים לפי קבוצות פונקציונליות של דבורים, ביקום נדגמו הרבה יותר טקסונים מקנני קרקע (כ-70%), לעומת יחס דומה בין הקבוצות האלה בנתניה. מאחר והתשתית באתר הדיגום בנתניה היא חול ים, בית גידול זה מתאים פחות לקינון דבורים בהשוואה לתשתית החמרה והכורכר, שמאפיינת את אתר הדיגום ביקום.

הבדל מעניין נוסף בקבוצות פונקציונליות של דבורים שנדגמו בשני האתרים הם יחס הטקסונים הטפילים לטקסונים החופשיים. ביקום נדגמו יותר מכפול טקסונים טפילים בהשוואה לנתניה. מינים טפילים תלויים לקיומם במינים אחרים ולכן מהווים רמה טרופית גבוהה יותר, עושר גבוה יותר של מינים טפילים תלוי לרוב בעושר גבוה יותר של כלל המינים בבית הגידול.

תוצאה זו מעידה על יכולת נשיאה גבוהה יותר של בית הגידול של חמרה וכורכר לעומת בית הגידול של חול ים, ותומכת בתוצאה שהתקבלה עבור עושר המינים הכללי. בנוסף, לשפע מינים גדול יותר של דבורי בר, דגמתי ביקום יותר פרטים של דבורי דבש, 18% לעומת כ-10% בלבד בנתניה. דבורת הדבש היא מין סופר-ג'נרליסט, דהיינו הפועלות ינצלו אבקה וצוף מפרחים של מיני צמחים מקבוצות שונות, במידה ויוכלו להגיע אליו. ההשפעות האקולוגיות של דבורת הדבש הן כנראה גדולות, על הצלחת ההאבקה של צמחי הבר מחד, ועל הצלחת ההתחרות של דבורי הבר ממינים שונים על משאבי בית הגידול, מאידך. השפעת דבורי הדבש על בית הגידול הטבעי גדולה במיוחד עקב השימוש המניפולטיבי של האדם, המאפשר פעילות מיטבית של הדבורים במהלך עונת הפריחה ומספק את כל צרכיהן במהלך שאר השנה. דרוש מחקר נוסף בשביל לבדוק את אופן ואת מידת ההשפעה של דבורת הדבש על חברות הדבורים והצמחים בכל אחד מבתי הגידול הנדונים, אך קרוב לוודאי שהשפעתה על מגוון המינים שלילית, וחזקה יותר בחברת דבורי הבר ביקום.

סיכום והמלצות

מהתוצאות נראה כי קיימים הבדלים בעושר ובמגוון המינים בין האתרים שנובעים, ככל הנראה, מההבדלים בתנאי בית הגידול בין שני האתרים. גורם נוסף שעשוי להשפיע על התוצאות הוא ההבדל בגודל השטח הטבעי של בית הגידול. בנתניה השטח הטבעי רציף וגדול יחסית ליקום (איור 2). גם השפעות השוליים בשני האתרים שונות: בנתניה השטח הטבעי מוקף בשוליים בעלי אופי עירוני, לעומת סביבה כפרית-חקלאית ביקום. משתנים אלה (להבדיל מתנאי בית הגידול עצמו) עשויים להשפיע יותר על חברות הצמחים מאשר על חברות הדבורים, מכיוון שמיני דבורים, ובייחוד מינים גדולים שניידותם גבוהה יותר, יכולים למצוא בתי גידול חלופיים לאלה של בית הגידול המקורי וכך להסתגל במהירות רבה יותר לשינויי הסביבה. עם זאת, יתכן שישנם מיני דבורים מתמחות שתלויות בצמחים של בית הגידול הטבעי ויתקשו לנצל צמחי נוי או צמחים פולשים בבית הגידול. על סמך התוצאות המובאות כאן, בית הגידול שביקום, על אף השטח הקטן יחסית לנתניה, הוא עשיר יותר בצמחים, וכנראה בגלל זה גם בדבורים. יתכן כי הגורם לכך הוא המטריקס החקלאי שביקום, לעומת הכבישים ושטח המבונה שמקיף את אוכלוסיית נתניה. עם זאת, יש לדגום אתרים נוספים להבהרת אופן ומידת ההשפעה של גורמי סביבה שונים על מגוון המינים של דבורים וצמחים בבתי גידול טבעיים. קיטוע ואובדן בתי גידול טבעיים בשרון, כתוצאה מפיתוח אינטנסיבי, מאיים על אוכלוסיות צמחים, ביניהם מינים אנדמיים ומינים נדירים. לעומת הצמחים, מגוון מיני הדבורים בשרון טרם הוערך עד כה, על אף האמירה הכללית כי מגוון מיני הדבורים באגן הים התיכון הוא גבוה. השפעת הקיטוע על מגוון מיני הדבורים ועל אוכלוסיותיהן עדין לא נבדקה בשרון, וכמעט שלא נחקרה כלל בישראל, אך מחקרים באזורים אחרים שבהם מגוון מינים גבוה של דבורים הראו שקיטוע בית הגידול הוא הגורם מרכזי לירידה במגוון המינים. מתוצאות עבודה זו עולה ששימור השטח הטבעי המוגבל והמקוטע באזור השרון אינו מספיק לשימור אוכלוסיות הדבורים

והצמחים, ושלמידת הקישוריות בין מקטעי בית הגידול עשויה להיות חשיבות רבה. שמירה על מסדרונות אקולוגיים שיאפשרו מעבר של דבורים בין מקטעים טבעיים תהווה פתרון יעיל לשימור המינים הייחודיים בשרון. בנוסף, דרוש מחקר מעמיק יותר (רב שנתי) על מנת לאמוד את מידת השפעת הקיטוע על אוכלוסיות המאביקים, הצמחים, והאינטראקציות ביניהם, בבתי גידול שונים ובמידה משתנה של קיטוע אורבני או חקלאי.

מקורות מצוטטים

- פיינברון-דותן, נ., וא. דנין. 1998. המגדיר לצמחי בר בארץ ישראל. הוצאת כנא, ירושלים (מהדורה שנייה).
- שמרת, י. 2008. השפעת גודל האוכלוסייה על שירותי האבקה ומידת ההצלחה הרבייתית באוכלוסיית מינים נדירים- אירוס הארגמן *Iris atropurpurea* במישור החוף כמקרה מבחן. עבודת גמר מחקרית (תיזה), הפקולטה למדעים והוראתם, אוניברסיטת חיפה.
- Beier P, Noss RF (1989) Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology* 12:1241-1252
- Biesmeijer JC et al. (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313:351-354
- Buchmann SL, Nabhan GP (1996) *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington D. C.
- Cane JH, Schiffhauer D (2001) Pollinator genetics and pollination: do honey bee colonies selected for pollen-hoarding field better pollinators of cranberry *Vaccinium macrocarpon*? *Ecological Entomology* 26:117-123
- Colwell, R. K. (2009) EstimateS 8.2. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Computing software on the Internet: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- Cox-Foster DL et al. (2007) A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder. *Science* 318:283-287
- Delaplane KS, Mayer DF (2000) *Crop Pollination by Bees*. CABI Publishing, UK
- Ellstrand NC, Elam DR (1999) Population Genetic Consequences of Small Population Size: Implications for Plant Conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:217-242
- Greenleaf S, Williams N, Winfree R, Kremen C (2007) Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia* 153:589-596
- Groom MJ (1998) Allee effects limit population viability of an annual plant. *American Naturalist* 151:487-496
- Hackney EE, McGraw JB (2001) Experimental demonstration of an Allee effect in American ginseng. *Conservation Biology* 15:129-136
- Herrera CM (2000) Flower-to-Seedling Consequences of Different Pollination Regimes in an Insect-Pollinated Shrub. *Ecology* 81:15-29
- Hostetler NE, McIntyre ME (2001) Effects of urban land use on pollinator (Hymenoptera: Apoidea) communities in a desert metropolis. *Basic and Applied Ecology* 2:209-218
- Johnson SD, Steiner KE (2000) Generalization versus specialization in plant pollination systems. *Trends in Evolution and Ecology* 15:140-143
- Kearns CA, Inouye DS (1997) Pollinators, flowering plants, and conservation biology - Much remains to be learned about pollinators and plants. *Bioscience* 47:297-307
- Kearns CA, Inouye DW, Waser NM (1998) Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112
- Kevan P, Baker HG (1983) Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* 28:407-453
- Kevan PG (1999) Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74:373-393
- Kremen C, Ricketts T (2000) Global Perspectives on Pollination Disruptions. *Conservation Biology* 14:1226-1228

- Kremen C et al. (2007) Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* 10:299-314
- Kremen C, Williams NM, Bugg RL, Fay JP, Thorp RW (2004) The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. *Ecology Letters* 7:1109-1119
- Kunin WE (1998) Biodiversity at the edge: A test of the importance of spatial "mass effects" in the Rothamsted Park Grass experiments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95:207-212
- Lamont BB, Klinkhamer PGL, Witkowski ETF (1993) Population fragmentation may reduce fertility to zero in *Banksia goodii* - a demonstration of the Allee effect. *Oecologia* 94:446-450
- Magurran A. E. (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Malden, MA.
- Michener CD (2000) *The Bees of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD
- O'Toole C, Raw A (1999) *Bees of the World*. Blandford, London
- Potts SG, Petanidou T, Roberts S, O'Toole C, Hulbert A, Willmer P (2006) Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation* 129:519-529
- Potts SG et al. (2005) Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology* 30:78-85
- Pulliam HR (1988) Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist* 132:652-661
- Richards CM (2000) Inbreeding depression and genetic rescue in a plant metapopulation. *American Naturalist* 155:383-394
- Sapir Y, Shmida A (2002) Species concepts and ecogeographical divergence of *Oncocycclus* irises. *Israel Journal of Plant Sciences* 50:S119-S127
- Sapir Y, Shmida A, Fragman O (2003) Constructing Red Numbers for endangered plant species - Israeli flora as a test case. *Journal for Nature Conservation* 11:91-107
- Shmida A (1984) List of the endemic plant species of the coastal plain, growing on sand, Hamra and Kurkar. *Rotem* 13:157
- Shmida A (1985) Why do some compositae have an inconsistently deciduous pappus? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 72:184-186
- Stokstad E (2007) The case of the empty hives. *Science* 316:970-972
- Tommasi D, Miro A, Higo HA, Winston ML (2004) Bee diversity and abundance in an urban setting. *Canadian Entomologist* 136:851-869
- Winfree R, Griswold T, Kremen C (2007a) Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conservation Biology* 21:213-223
- Winfree R, Williams NM, Dushoff J, Kremen C (2007b) Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecology Letters* 10:1105-1113