

חברת יום העיון של נקודת ח"ן

2021



האגודה הישראלית
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה

נקודת ח"ן
לקידום ערכי נוי וסביבה באזורים חקלאיים בישראל



עריכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

עיצוב: *Touch*

תל-אביב, נובמבר 2021

תוכן עניינים

- 4 המתח בין צורכי החקלאות למעבר לחברה דלת-פחמן: המקרה של חקלאות פוטו-וולטאית בנגב ובצפון איתי פישהנדלר, תהילה אשרת, אסף ארנון
- 12 גידולי כיסוי כחלופה לריסוס חומרי הדברה בגידולי שדה והשפעתם על תפוצת עשבים במרחב ובזמן גל רוזנברג, יוחאי כרמל, ליאור בלנק
- 20 השפעות גומלין בין כוורות דבורי בומבוס מסחריות ושטחי הבר בשולי מטעים בגולן משה נגרי, תמר קיסר, ניצן נחתום
- 27 חישות קנים בנחלים ובשטחי חקלאות – האם, היכן ומתי יש צורך בפעולות ממשק? אביב אבישר, דב גולדווין, עודד כהן, אורי רמון, עמית מדינה, סיגל עוז, אורי מורן
- 31 האם צמחיית הבר היא המפתח לפתרון מחלת הציהבון בכרם? ורד נאור, רקפת שרון
- 34 השפעת כתמים טבעיים ופרוקי-רגליים המצויים בהם על יבול החיטה במערכת שיתוף מרחבי אגרו-אקולוגית ליטל עוזרי, גיא רותם, עופר עובדיה, ירון זיו

ABSTRACTS

- Governing the tension between solar farms and agricultural land use** 42
Itay Fischhender, Telia Osherat, Asaf Arnon
- Cover crops as an alternative to herbicide application in field crops and their effect on weed dynamic in space and time** 43
Gal Rozenberg, Yohay Carmel, Lior Blank
- Interactions between commercial bumblebee colonies and crop plot margins in the northern Golan** 44
Moshe Nagari, Tamar Keasar, Nitsan Nachtom
- Do native plants hold the key to solve yellows disease in the vineyards?** 46
Vered Naor, Rakefet Sharon
- Common reed in streams and agricultural areas – whether, where, when, and how an interface should be applied?** 47
Aviv Avisar, Oded Cohen, Dov Goldwyn, Uri Ramon, Amit Medina, Sigal Oz, Uri Moran
- Effects of natural habitat patches and their arthropods on wheat yield in a land-sharing agroecosystem** 48
Lital Ozeri, Guy Rotem, Ofer Ovadia, Yaron Ziv

המתח בין צורכי החקלאות למעבר לחברה דלת-פחמן: המקרה של חקלאות פוטו-וולטאית בנגב ובצפון

איתי פישנדר, האוניברסיטה העברית בירושלים
תהילה אשרת, האוניברסיטה העברית בירושלים
אסף ארנון, האוניברסיטה העברית בירושלים

רקע ומטרת המחקר

מצב זה הביא למספר החלטות שלטוניות שמעצבות את התנאים להקמת פרויקטים סולאריים בישראל. רשות מקרקעי ישראל (רמ"י) העבירה בינואר 2017 עדכון להחלטה 1427 המאפשר מצד אחד הקצאת קרקע חקלאית לטובת פרויקטים סולאריים, אך מצד שני מגביל את ההקצאה ללא יותר מ-250 דונם ליישוב.

מצב עניינים זה מעודד שותפויות בין המגזר החקלאי למגזר הפרטי לצורך הקמת פרויקטים סולאריים. שותפויות אלה מקדמות פעמים רבות הקמת פרויקטים גדולים בגלל יתרונות היעילות הכלכלית שלהם. כדי להתמודד עם הגבלת רמ"י להקצאה מרבית של 250 דונם ליישוב לפרויקט אנרגיית שמש היזמים מאגדים מספר יישובים חקלאיים לביצוע החלפה ואיחוד של קרקעות. כך מתאפשרת יצירת שטח רצוף גדול החיוני להקמת שדות סולאריים רחבי היקף.

מטרת המחקר היא לבחון את היקף התופעה של החלפה או איחוד של קרקעות ליצירת שטח רצוף גדול, החיוני להקמת שדות סולאריים, וכן את הגורמים המעודדים תופעה זו. כמו כן, ייבחנו כלי אסדרה שונים המשמשים בישראל, שמטרתם איזון בין הצרכים החקלאיים לבין הפקת אנרגיית שמש.

במסגרת הסכם פריז שנחתם ב-2015 התחייבה ישראל להגיע לייצור של 17% מהחשמל שלה מאנרגיות מתחדשות עד שנת 2030. עם זאת, המדינה מתקשה לעמוד ביעדי האנרגיה המתחדשת. כדי להגיע לייצור חשמל משמעותי מאנרגיית השמש יש להקים מתקנים פוטו-וולטאיים קרקעיים גדולים, שיכולים להתחבר למערכת ההולכה ולא רק למערכת החלוקה. עם זאת, מגבלות שונות עומדות בפני הקמת מתקנים קרקעיים גדולים, לרבות זמינות קרקע נמוכה, הרצון בשמירה על שמורות טבע ועל מסדרונות אקולוגיים שחיוניים לשמירה על המגוון הביולוגי, לצד צרכים ביטחוניים, לרבות שטחי אש.

השטחים העיקריים שנותרים פנויים למתקנים פוטו-וולטאיים קרקעיים בישראל הם אדמות חקלאיות, אך שינוי ייעוד הקרקע לשם הפקת אנרגיית שמש טומן בחובו בעייתיות רבה. מחד גיסא, פרנסה מחקלאות היא לעיתים גבולית, ויישובים חקלאיים נמשכים לחפש פרנסה חלופית על ידי הסבת הקרקע ל"חקלאות שמש". מאידך גיסא, גם לשמירה על האדמות החקלאיות בישראל יש חשיבות רבה. הן משתלבות במאמץ ליצירת רצף שטחים פתוחים ומסדרונות אקולוגיים.

שלב ג. היקף תופעת החילוף והאיחוד והחלטות המאסדר

כדי לבחון את היקף תופעת החילוף והאיחוד של קרקעות (על ידי שיתופי פעולה בין יישובים שונים) בהקמת מתקנים פוטו-וולטאיים גדולים על גבי קרקע חקלאית, נבנה בסיס נתונים שנשמך על רשימת תוכניות פוטו-וולטאיות (PV) שאושרו או שנמצאות בהליך תכנון. הבסיס לזיהוי המתקנים הללו הוא טבלאות רשות החשמל של מתקנים פוטו-וולטאיים קרקעיים מתוך מסמך "הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030" שפורסם באוגוסט 2020. רשימת התוכניות הפוטו-וולטאיות הורחבה על בסיס שיחות עם אנשי קשר בוועדות המחוזיות צפון ודרום. נוסף על כך, נאסף מידע ממצגות שהוגשו לות"ל ומראיונות עם מתכננים. כיום יש 178 תוכניות, 119 מתוכן אושרו, והיתרה בהליכים. לאחר מכן נבנה בסיס נתונים לפרויקטים סולאריים שכללו מנגנונים תכנוניים של איחוד או חלוקת שטחים בין יישובים שונים. בבסיס הנתונים לא נכללים מתקנים פוטו-וולטאיים ששטחם קטן מ-250 דונם. עבור כל אחת מהתוכניות בבסיס הנתונים נסרקו כלל הפרוטוקולים של ועדות התכנון הרלוונטיות מתוך אתר מנהל התכנון שדנים במתן אישורים להקמת שדות פוטו-וולטאיים. על סמך ניתוח הפרוטוקולים ובעזרתם נוצר מסד נתונים אחיד של כלל התוכניות הרלוונטיות. בסך הכול אותרו 13 תוכניות שמהוות את בסיס הנתונים למחקר. מתוכן: עשר תוכניות עם מנגנון חילוף; שתי תוכניות עם מנגנון איחוד; תוכנית אחת עם מנגנון משולב של איחוד וחילוף. בכל תוכנית זיהינו את סטטוס התוכנית, לרבות – ביטול הפרויקט; צמצום חלקות; צמצום שותפים; צמצום שותפים וחלקות; אישור בתנאי.

מחקר כלל שלושה שלבים. בשלב הראשון בחנו את היקף התופעה של בניית שדות סולאריים על קרקעות חקלאיות במדינה. בשלב השני בחנו את היקף תופעת ההחלפה והאיחוד של קרקעות. בשלב השלישי בדקנו את תגובת המאסדר.

שלב א. אחוזי חפיפה

בסיס הנתונים בחלק זה מכיל את כלל הפרויקטים הסולאריים והחלקות החקלאיות בארץ. בסיס הנתונים הורכב באמצעות שילוב של שתי שכבות ממ"ג (GIS) שונות. הראשונה, שכבת GIS של משרד האנרגיה שמפרטת את כלל הפרויקטים הסולאריים בארץ ומיקומם. השכבה השנייה היא שכבת GIS של משרד החקלאות ופיתוח הכפר שמציגה את החלקות החקלאיות בארץ. ניתוח בסיס הנתונים התבסס על ניתוחים מרחביים בתוכנת ArcGIS PRO. באמצעות כלי ניתוח מרחבי (Intersect) ביצענו חיתוך של שכבת הפרויקטים הסולאריים עם שכבת החלקות החקלאיות כדי לראות את היקף תופעת החפיפה בין שתי השכבות. בדקנו את אחוז הפרויקטים הסולאריים המאושרים והמתוכננים בהתפלגות על פני המחוזות השונים. כמו כן, חישבנו עבור כל פרויקט סולארי את אחוז החפיפה בינו לבין שימוש קרקע חקלאי.

שלב ב. ניתוח שיקולי בחירת חלופות מיקום

בשלב זה זוהו שיקולי המאסדר בבחירת החלופות לשדות שנערכו בהם איחוד וחלופה. השיקולים נותחו על ידי קריאה מדוקדקת של הפרוטוקולים של ועדות תכנון. כל אחת ממשפחות השיקולים כוללת קבוצה של שיקולים שונים בבחירת החלופות: שיקולים סביבתיים כללו צמידות דופן, שטחים פתוחים, צמידות לנחלים ונצפות; שיקולים חקלאיים כללו את טיב הקרקע, גידולים קיימים ושיוך חלקות; שיקולים כלכליים כללו גודל וטופוגרפיה; שיקולים תכנוניים כללו קרקעות מועדפות, מסדרון אקולוגי והתייחסות לתמ"א.

תוצאות

לראות התפלגות גדולה מאוד (בין 0% ל-98%). ניתן לראות פערים דומים גם בין השנים 2015 עם התפלגות גדולה (בין 0% ל-98%) ו-2016 עם התפלגות קטנה (בין 70% ל-99%). ג. בין השנים 2011 ל-2012 ניתן לראות עלייה הדרגתית באחוז החפיפה החציוני (בשנת 2012 אחוז החציון היה כ-15% בערך), אולם שנה לאחר מכן, ב-2013, ישנה עלייה דרסטית ומשמעותית, ואחוז החפיפה החציוני עומד על כ-85%. ד. בין השנים 2013 ל-2021 אחוז החפיפה החציוני נמצא במגמת עלייה מתונה, אך יש לציין כי שנת 2018 חריגה במקטע זה. בשנה זו אחוז החפיפה החציוני עמד רק על כ-55%. ניתן להסביר ירידה זו באמצעות פרויקט סולארי דימונה שאחוזי החפיפה בו נמוכים יחסית ועומדים על כ-31% בלבד.

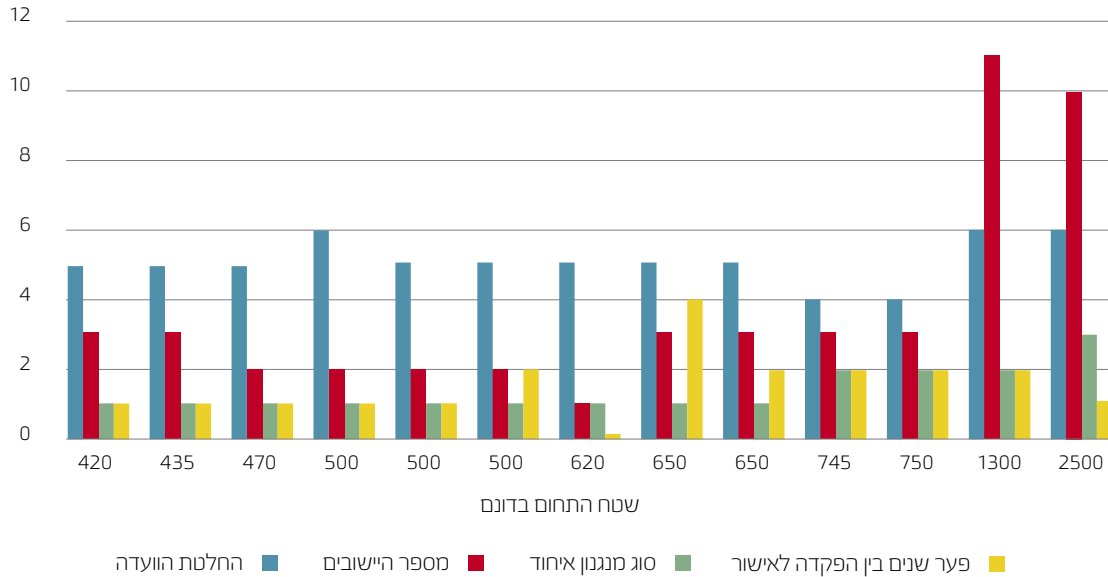
באזור 1 ניתן לראות ברמה הארצית את אחוז החפיפה של כל פרויקט סולארי מאושר עם שטחים חקלאיים. ציר Y מבטא את אחוז החפיפה, וציר X מראה את שנת אישור הפרויקט. כל נקודה כחולה מבטאת פרויקט אחד ספציפי בעוד נקודה כתומה בכל שנה מבטאת את האחוז החציוני של כל הפרויקטים הסולאריים באותה השנה.

מהאיור עולות מספר נקודות מעניינות. א. התפלגות הפרויקטים המאושרים במהלך השנים אינה אחידה. בשנים כמו 2012, 2015 או 2020 אושרו פרויקטים רבים בשנה אחת, בעוד שבשנים כמו 2017 או 2018 אושרו פרויקטים בודדים. ב. התפלגות אחוז החפיפה בפרויקטים השונים אינה אחידה לאורך השנים. בשנת 2011 ההתפלגות הייתה קטנה ובאחוזים נמוכים מאוד (בין 0% ל-43%), בעוד שבשנה שלאחריה, 2012, ניתן

איור 1 | אחוז חפיפה בין פרויקט סולארי מאושר לשטח חקלאי ארצי לפי שנים (N=119)



איור 2 | שטח כל אחת מ-13 התוכניות אל מול מספר היישובים, החלטת הוועדה, מנגנון האיחוד ופער השנים בין ההפקדה לאישור



מספר	החלטת הוועדה
1	דחייה
2	צמצום שטח
3	צמצום שותפים
4	צמצום שותפים ושטח
5	אישור בתנאי
6	קבלת התוכנית במלואה

מספר	סוג מנגנון איחוד
1	חילוף
2	איחוד
3	חילוף ואיחוד

לתוכנית פוטו-וולטאית. ניכר מאיסוף הנתונים שאכן תוכניות ששטחן קטן מ-250 דונם אינן כוללות תהליכי שותפות (לרבות איחוד וחילוף) בין יישובים, אלא יישוב אחד בלבד. ב. ככל ששטח תוכנית (בדונמים) גדל, כך גדל מספר היישובים השותפים בה. ג. ב-77% מסך כל המקרים מנגנון שיתוף הפעולה בין היישובים הוא חילוף שטחים. הדבר בולט בייחוד בתוכניות ששטחן קטן מ-745 דונם, שכולן משתמשות במנגנון זה. מנגנון חילוף שטחים מאפשר תכנון פרויקט על קרקע של יישוב אחד, תוך חילוף קרקעות בין היישובים המשתתפים בתוכנית כדי לעמוד בהקצאת 250 הדונם ליישוב. ד. הקמת פרויקט במנגנון של חילוף שטחים מקילה על איתור השטח ועל תכנון הפרויקט, אך יוצרת

ציר X באיור 2 מציג את כל התוכניות על פי שטחן בדונמים. עבור כל תוכנית מוצגות ארבע עמודות שמתארות את המשתנים הבאים (משמאל לימין): העמודה הכחולה מתארת את החלטת הוועדה (כמפורט במקרא), העמודה הכתומה מתארת את מספר היישובים השותפים בפרויקט, העמודה הירוקה מפרטת את סוג מנגנון האיחוד (כמפורט במקרא), והעמודה הצהובה מפרטת את פער השנים בין הפקדת התוכנית להתנגדויות ועד לאישורה.

מהאיור עולות מספר מסקנות: א. התוכנית הקטנה ביותר שכוללת איחוד או חילוף של שטחים היא תוכנית על שטח של 420 דונם. הדבר תואם את החלטת רמ"י המאפשרת מימוש שטח של עד 250 דונם ליישוב

מבחינת איתור שטח מתאים שגובל בקרקעות של כל השותפים. ו. בכ-85% מהתוכניות עוברות עד שנתיים מהפקדת התוכנית להתנגדויות ועד לאישורה. עם זאת, ככל שתוכנית קטנה יותר, כך פער השנים בין הפקדת התוכנית להתנגדויות ועד לאישורה קטן. ז. בכ-62% מסך כל התוכניות הוועדה קיבלה את התוכנית, אך במהלך הדיונים הוצבו תנאים לאישורה. ח. בכ-30% מהתוכניות הוועדה קיבלה את התוכנית במלואה ללא ביקורת.

התמודדות בירוקרטית עם החלפת זכויות הבעלות. ה. בכ-15% מהמקרים סוג המנגנון הוא איחוד. במנגנון זה התוכנית מוקמת על קרקעות צמודות של יישובים שונים. מנגנון זה נפוץ יותר בפרויקטים גדולים כיוון שמראש לא מצוי יישוב בודד שברשותו שטח גדול כל כך המתאים להקמת פרויקט פוטו-וולטאי. באפשרות של איחוד חלקות האתגר הבירוקרטי קטן יותר מאשר במנגנון החילוף, אך מורכב יותר בתחום התכנוני-פיזי.

מסקנות והמלצות

הנופיות ואת ההשפעות על זמינות מזון טרי לשווקים בישראל הסטת השדות הסולאריים לשטחי חקלאות ממחישה את הדומיננטיות של עמדת המשרד להגנת הסביבה למתן עדיפות גבוהה יותר לאנרגיית שמש על פני חקלאות (ולא על פני שטחים פתוחים). היא גם ממחישה כיצד משרד האנרגיה מנסה להפיק את המרב לצורכי האנרגיה על ידי קידום שדות סולאריים גדולים לשם יתרון לגודל. הצד המפסיד כאן הוא החקלאות.

ניכר שהתופעה של איחוד והחלפה קיימת בהיקפים הגדולים מהמצופה. זמן אישור התוכניות קצר מהמצופה. עד היום כל התוכניות שהופקדו ושהיה בהן רכיב של איחוד והחלפה, אושרו. ההתקדמות בהליך התכנוני בדרך כלל מותנית בשורה של תנאים. כמו כן, לא נמצאו תוכניות שהתנאי לאישורן היה צמצום השטח או צמצום השותפים. הממצאים מעלים תהיות לגבי היכולת (או הרצון) של משרד החקלאות לשמש שומר סף.

הממצאים מעלים חשש מהמשך התופעה של איחוד והחלפה שיוצרת שדות סולאריים רציפים וגורמת לפגיעה נופית רחבה. הממצאים גם מעלים תהיות אם התגובה המוסדית המאופקת של משרד החקלאות נובעת מהחלטה של המשרד להימנע ממאבק בחקלאים, או מכך שהמשרד אינו רואה את התמונה הכללית של כיבוש זוחל של קרקע חקלאית דרך האיחוד וההחלפה.

א על פי שהתופעה של לחצי פיתוח של שדות סולאריים על שטחי חקלאות צוברת תאוצה, גופים ממשלתיים לא נותנים את הדעת לפתרונות אפשריים. התנהגות זאת של משרדים ממשלתיים נובעת מהעובדה שאין להם כל מידע על היקף התופעה של פיתוח סולארי על קרקע חקלאית. הריק התכנוני יוצר אי-ודאות רבה בקרב קהילות חקלאיות ויזמים, שמתורגמת לעיכוב תוכניות בצנרת התכנונית או לקידום תוכניות שנפסלות במהלך התכנון.

הממצאים מעידים על היקף נרחב של בניית שדות סולאריים על שדות חקלאיים. עד היום אושרו 59 אלף דונם של שדות סולאריים, ו-27 אלף דונם נגרעו מקרקע חקלאית בשל כך. חשוב לציין שזה מספר חסר, מאחר שהוא לא כולל תוכניות רבות שנמצאות בהליכי תכנון. היקף החפיפה בין סולארי לחקלאי גדל משנה לשנה, ונכון לשנת 2021 החציון שלו עומד על מעל ל-90%. זאת ועוד, התוצאות מלמדות שככל שתוכניות סולאריות מקודמות מאוחר יותר בזמן, כך הסבירות שמרביתן יקודמו על שטחים חקלאיים גדלה. כמו כן, מרכז הכובד של התוכניות עובר מהדרום למחוז ירושלים.

ריבוי שדות סולאריים על אדמות חקלאיות מהווה איום על דמות הארץ, ויש שיגידו גם על הביטחון התזונתי. עם זאת, שתי המסקנות הללו מצריכות בחינה אמפירית מעמיקה יותר, המחייבת לכמת את ההשלכות

מקורות

בקר נ. 2013. הערכה כלכלית ראשונית של שירותים אקולוגיים בשטחים טבעיים וחקלאיים בישראל. המשרד להגנת הסביבה.

המועצה האומית לכלכלה, 2013. הועדה לבחינת התועלת הכלכלית של אנרגיות מתחדשות. משרד ראש הממשלה. <https://economy.pmo.gov.il/CouncilActivity/Documents/mithadesh180917.pdf>.

צבן ח, פלר נ, אמדור ל, אבנימלך י ואילון א. 2004. חקלאות בת קיימא: כיצד להביא למימוש ערכים חיצוניים של החקלאות כחלק מהכנסות החקלאי באזורי הארץ השונים. חיפה: מוסד שמואל נאמן, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.

רשות החשמל. 2020. הגדלת יעדי יצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030. טיוטה. https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/shim_2030yaad/he/Files_Shimuah_yaad_2030n_work_n.pdf

תת"ל 112 - מתקן פוטו וולטאי מלילות – סיכום קונגרס (ישיבת ועדת היגוי) שהתקיים בבית העם במושב מלילות ביום רביעי, 30.10.19.

תת"ל 97 - מתקנים פוטו וולטאיים עמק המעינות – סיכום קונגרס שהתקיים בוועדה לתשתיות לאומיות בתאריך 11.2.18.

מקורות נוספים

סולר ש. 2021. שיחת טלפון עם שחר סולר, סמנכ"ל אסטרטגיה מנהל התכנון ויו"ר הולקחש"פ. 19 במאי, 2021.

Adeh EH, Good SP, Calaf M, and Higgins CW. 2019. Solar PV power potential is greatest over croplands. *Scientific Report* **9**(1): 1-6.

Al-Saidi M and Elagib NA. 2017. Towards understanding the integrative approach of the water, energy, and food nexus. *Science of the Total Environment* **574**: 1131-1139.

Barron-Gafford GA, Pavao-Zuckerman MA, Minor RL, Sutter LF, Barnett-Moreno I, Blackett DT, Thompson M, Dimond K, Gerlack AK, Nabhan GP, and Macknick JE. 2019. Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nature Sustainability* **2**(9): 848-855.

Beckman J and Xiarchos IM. 2013. Why are Californian farmers adopting more (and larger) renewable energy operations? *Renewable Energy* **55**: 322-330.

Calvert K and Mabee W. 2015. More solar farms or more bioenergy crops? Mapping and assessing potential land-use conflicts among renewable energy technologies in eastern Ontario, Canada. *Applied Geography* **56**: 209-221.

Dias L, Gouveia JP, Lourenço P, and Seixas J. 2019. Interplay between the potential of photovoltaic systems and agricultural land use. *Land Use Policy* **81**: 725-735.

Dinesh H and Pearce JM. 2016. The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **54**: 299-308.

Dupraz C, Marrou H, Talbot G, Dufour L, Nogier A, and Ferard Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. *Renewable Energy* **36**(10): 2725-2732.

Eitan A, Herman L, Fischhendler I, and Rosen G. 2019. Community–private sector partnerships in renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **105**: 95-104.

Fernandez-Jimenez LA, Mendoza-Villena M, Zorzano-Santamaria P, Garcia-Garrido E, Lara-Santillan P, Zorzano-Alba E, and Falces A. 2015. Site selection for new PV power plants based on their observability. *Renewable Energy* **78**: 7-15.

Fischhendler I, Boymel D, and Boykoff M. 2014. How competing securitized discourses over land appropriation are constructed: The promotion of solar energy in the Israeli desert. *Environmental Communication* **10**(2): 147-168.

Fischhendler I, Nathan N, and Boymel D. 2015. Marketing renewable energy through geopolitics: Solar farms in Israel. *Global Environmental Politics* **15**(2): 98-120.

Gunderson I, Goyette S, Gago-Silva A, Quiquerez L, and Lehmann A. 2015. Climate and land-use change impacts on potential solar photovoltaic power generation in the Black Sea region. *Environmental Science & Policy* **46**: 70-81.

Hernandez RR, Easter SB, Murphy-Mariscal ML, Maestre FT, Tavassoli M, Allen EB, Barrows CW, Belnap J, Ochoa-Hueso R, and Ravi S. 2014. Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable Sustainable Energy Reviews* **29**: 766-779.

Hernandez RR, Hoffacker MK, and Field CB. 2015. Efficient use of land to meet sustainable energy needs. *Nature Climate Change* **5**(4): 353-358.

Hernandez RR, Hoffacker MK, Murphy-Mariscal ML, Wu GC, and Allen MF. 2015. Solar energy development impacts on land cover change and protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**(44): 13579-13584.

Hoff H. 2011. Understanding the nexus. Background Paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute, Stockholm.

Hoffacker MK, Allen MF, and Hernandez RR. 2017. Land-sparing opportunities for solar energy development in agricultural landscapes: A case study of the Great Central Valley, CA, United States. *Environmental Science & Technology* **51**(24): 14472-14482.

Janke JR. 2010. Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. *Renewable Energy* **35**(10): 2228-2234.

Katz D and Shafran A. 2020. Energizing Mid-East water diplomacy. The potential for regional water-energy exchange. *Water International* **45**(4): 292-310.

Mohtar RH and Daher B. 2016. Water-energy-food nexus framework for facilitating multi-stakeholder dialogue. *Water International* **41**(5): 655-661.

Nonhebel S. 2005. Renewable energy and food supply: Will there be enough land? *Renewable and Sustainable Energy reviews* **9**(2): 191-201.

Palmas C, Siewert A, and von Haaren C. 2015. Exploring the decision-space for renewable energy generation to enhance spatial efficiency. *Environmental Impact Assessment Review* **52**: 9-17.

Rediske G, Siluk JCM, Gastaldo NG, Rigo PD, and Rosa CB. 2019. Determinant factors in site selection for photovoltaic projects: A systematic review. *International Journal of Energy Research* **43**(5): 1689-1701

Ribeiro F, Ferreira P, and Araújo M. 2011. The inclusion of social aspects in power planning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **15**(9): 4361-4369.

Roddis P, Carver S, Dallimer M, Norman P, and Ziv G. 2018. The role of community acceptance in planning outcomes for onshore wind and solar farms: An energy justice analysis. *Applied Energy* **226**: 353-364.

Sacchelli S, Garegnani G, Geri F, Grilli G, Paletto A, Zambelli P, Ciolli D, and Vettorato D. 2016. Trade-off between photovoltaic systems installation and agricultural practices on arable lands: An environmental and socio-economic impact analysis for Italy. *Land Use Policy* **56**: 90-99.

Sliz-Szkliniarz B. 2013. Assessment of the renewable energy-mix and land use tradeoff at a regional level: A case study for the Kujawsko-Pomorskie Voivodship. *Land Use Policy* **35**: 257-270.

Solangi YA, Shah SA, Zameer H, Ikram M, and Saracoglu BO. 2019. Assessing the solar PV power project site selection in Pakistan: Based on AHP-fuzzy VIKOR approach. *Environmental Science and Pollution Research* **26**: 30286–30302.

Suh J and Brownson JRS. 2016. Solar farm suitability using geographic information system fuzzy sets and analytic hierarchy processes: Case study of Ulleung Island, Korea. *Energies* **9**(8): 1-24.

Uyan M. 2013. GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **28**: 11-17.

נספחים

סטוס	שם התוכנית	מספר התוכנית
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי רביבים	1004 / מפ / 20
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי קיבוץ אורים	1039 / מפ / 7
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי במושבים שפיר, כפר אחים, תלמי יחיאל, חצב, אמונים	1001 / מפ / 8
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי מושב נבטים	1003 / מפ / 31
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי גילת	625-0571083
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי מושב בית הגדי	1033 / מפ / 7
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי יכיני	1043 / מפ / 7
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי שדה גדול בית קמה	1001 / מפ / 31
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי בשטחי משבצת מושב שורש (ליד כפר מנחם)	1009 / מפ / 32
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי נחלה	1011 / מפ / 32
הוקם	מתקן פוטו-וולטאי יושיביה	1044 / מפ / 7
לא הוקם	תענך	תת"ל 96
לא הוקם	עמק המעינות	תת"ל 97

גידולי כיסוי כחלופה לריסוס חומרי הדברה בגידולי שדה והשפעתם על תפוצת עשבים במרחב ובזמן

גל רוזנברג, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל; המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

יוחאי כרמל, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

ליאור בלנק, המחלקה למחלות צמחים וחקר העשבים, מנהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני

רקע

הביולוגי ועל הקרקע, כגון מניעת סחיפה, העשרתה בחומר אורגני ועוד (Schipanski et al., 2014). כמו כן, לגידולי הכיסוי יש פוטנציאל להתחרות עם עשבים הגדלים בתקופה זו, ולעכב או למנוע את הצצתם על ידי תחרות או אללופתיה (Gerhards and Schappert, 2020). פרקטיקה זו אינה נפוצה מסיבות שונות, בין השאר משום שגידולי כיסוי דורשים מהחקלאי השקעה נוספת של משאבים. מספר מועט של מחקרים בחן את השפעת גידולי כיסוי על עשבייה באקלים ים תיכוני (Osipitan et al., 2018). בישראל פרקטיקה זו אינה מיושמת כלל בגידולי שדה (פרבולוצקי, 2019). שילובם של גידולי כיסוי במחזור הגידולים יכול להוביל לחיסכון במשאבים ולהקטנת השימוש בקוטלי עשבים במהלך עונת הגידול ולהוות חלופה אקולוגית לניהול עשבייה.

דרך ההתמודדות העיקרית עם עשבים בשדות חקלאיים היא שימוש בקוטלי עשבים, והם חומרי הדברה העיקריים המשמשים בחקלאות (De et al., 2014). פרקטיקה זו נושאת עימה השלכות סביבתיות, בריאותיות וכלכליות. במטרה להפחית את השימוש בקוטלי עשבים מגדלים נאלצים להשקיע משאבים רבים בעישוב ידני או לחלופין במיכון כבד ובעיבוד קרקע שפוגע במרקם הקרקע ומביא לסחיפתה (Lal, 1993).

שילובם של גידולי כיסוי (cover crops) כחלק ממחזור הגידולים הוצע כדרך חלופית ובת-קיימא לניהול עשבייה בשטחים חקלאיים. גידולי כיסוי נזרעים בתקופה שבין הקציר של עונה אחת לזריעה של העונה העוקבת. לשיטה זו יש השפעות חיוביות על המגוון

שאלת מחקר

דיקת ההשפעה של גידולי כיסוי על השפעת המספר, הרכב החברה והפיזור של העשבים בשדה לפני זריעת הגידול ואחריה.

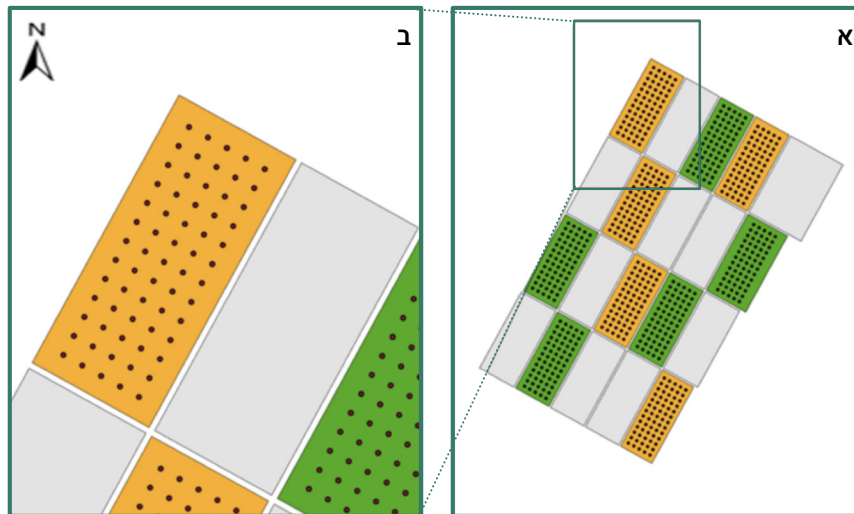
שיטות

המחקר נווה יער. השטח חולק לעשר חלקות (גודל כל חלקה כעשרה דונם) שסודרו במערך בלוקים אקראי של חמש חזרות (איור 1). עם סיום עונת גידול החמניות באוקטובר 2020 עובדו חמש חלקות ונותרו כחלקות בור

אזור המחקר

השפעתם של גידולי כיסוי על היבטים שונים של עשבייה בגידול התירס (*Zea mays*) נבחנה על כ-100 דונם במסגרת משק מודל לחקלאות בת-קיימא במכון

איור 1 | מערך החלקות באזור הניסוי. החלקות מסודרות כך שבכל בלוק יש שני טיפולים – עם גידולי הכיסוי (בירוק) ובלי גידולי הכיסוי (בכתום) (א); תקריב של אחת החלקות המציג את מערך הדגימה בצורת רשת. כל נקודה מסמנת מיקום של ריבוע דגימה (ב). אזור המחקר כולל טיפולים נוספים של דישון שלא נכללים בהצעת מחקר זו (באפור).



התירס. תהליך הזריעה נעשה בפעולה משולבת של שיטוח גידולי הכיסוי באמצעות רולר קרימפר וזריעה ישירה בקרקע כשהחומר הצמחי המת נותר בשדה (איור 2). לאחר הזריעה ולפני הדגימה רוססו חלקות הכיסוי וחלקות הביקורת פעם אחת בלאודיס ובאקיפ.

דגימת החלקות

דגימת העשבייה בחלקות בוצעה פעמיים באופן זהה. פעם אחת לפני זריעת התירס (בתאריכים 11-15 בפברואר 2021), ופעם נוספת כשבועיים לאחריה (23-27 באפריל 2021). תאריכי הדגימה נבחרו

(כך מנוהלים רוב השדות בארץ). החלקות האלה שימשו חלקות ביקורת, בעוד בחמש חלקות נוספות נזרעו גידולי כיסוי בתערובת של שיבולת שועל (*Avena sativa*), תלתן אלכסנדרוני (*Trifolium alexandrinum*) ולפתית (*Brassica napus*). בכל החלקות התקיים משטר דישון זהה, הנחשב לסטנדרטי. לנוכח שיבוש עשבייה חוזר במהלך החורף, חלקות הביקורת (ללא גידולי כיסוי) רוססו בשלושה מועדים שונים בקוטלי עשבים מסוג ראונדאפ, ספוטלייט ושטח תשעים. חלקות גידולי הכיסוי רוססו בראונדאפ פעם אחת בלבד כחלק מהכנת השטח לזריעת הגידול, כשלושה ימים לפני זריעת

איור 2 | שיטוח גידולי הכיסוי באמצעות רולר קרימפר (א) במקביל לתהליך זריעה ישירה בקרקע (ב)



שהם נזרעו במכוון כחלק ממערך הניסוי. ממוצע מספר פרטי העשבים לפי מין ליחידת שטח (צפיפות, density) חושב עבור כל חלקה כך: מספר הפרטים הכולל שנמצא בריבועי הדגימה מחולק במספר ריבועי הדגימה. כיסוי עשבייה חושב בצורה דומה עבור המינים השונים והקבוצות השונות. מדד ביומסה הופק עבור כלל חברת העשבים בכל אחת מהחלקות. השוואת הטיפולים נעשתה באמצעות Wilcoxon test לכל אחד ממועדי הדגימה. לבחינת ההבדלים בין הרכב החברות עבור הטיפולים השונים ושני מועדי הדגימה נעשה שימוש באורדינציה – Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) ובניתוח שונויות Adonis. הניתוחים בוצעו ב-Rstudio 1.1.456.

דגימה סדורה המכסה את חלקות המחקר בצורה אחידה אפשרה להפיק מפות רציפות של כלל הפרטים העשבוניים בכל ריבוע דגימה עבור כל חלקה בשני מועדי הדגימה באמצעות אינטרפולציה Inverse distance weighting (IDW) ב-ArcGIS PRO 2.6.2 (ESRI, The Redlands, CA).

בהתאם לפעולות שתוכננו בשדה. הדגימה הראשונה, לפני הזריעה, בוצעה לאחר שני הריסוסים הראשונים ולפני הריסוס השלישי. הדגימה השנייה בוצעה לפני ריסוס עשבייה שבוצע בחלקות ללא גידולי הכיסוי. בכל חלקה נדגם שטח בגודל 120x40 מטרים במרכז כל חלקה באופן סדור (איור 1). בסך הכול נדגמו באופן סדור 65 ריבועי דגימה של 0.25 מ"ר (0.5X0.5 מטר) שמיקומם תועד באמצעות GPS. בכל ריבוע הוערך כיסוי העשבים ונספרו פרטי עשבים לכל מין. נוסף על כך, לשם מדידת הביומסה של העשבים, נדגמו באקראי 10 ריבועי דגימה בכל חלקה (באופן שלא יחפוף את ריבועי הדגימה של העשבים), ובכל ריבוע נקצרו נצרי העשבים (כלומר ללא שורשיהם) והופרדו לשקיות. העשבים נשקלו לאחר ייבוש בתנור ייעודי בטמפרטורה של 65°C במשך 72 שעות.

ניתוח נתונים

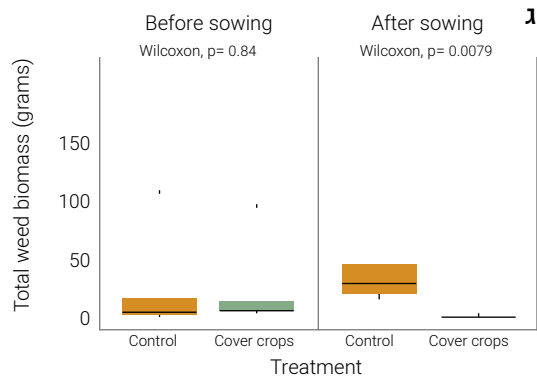
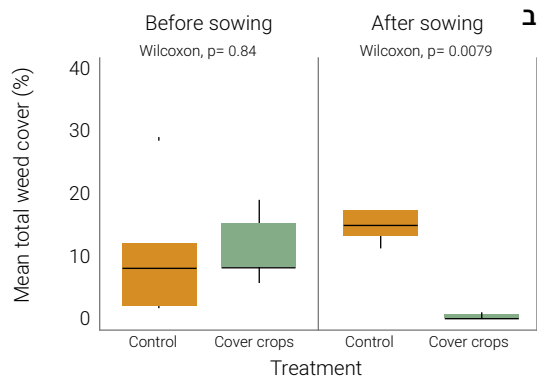
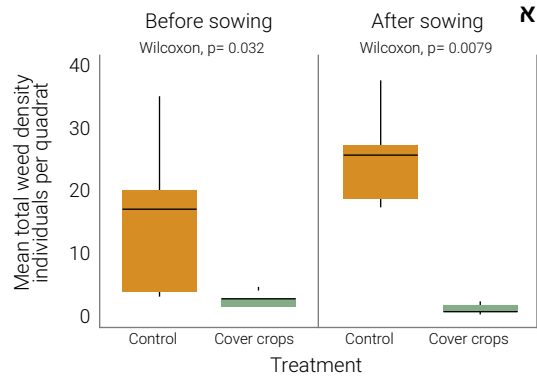
כדי להתמקד בחברות העשבים לא כללנו את שלושת מיני גידולי הכיסוי בספירת הפרטים, בהערכת אחוז הכיסוי, בביומסת העשבים ובניתוח החברות, מאחר

ממצאים עיקריים

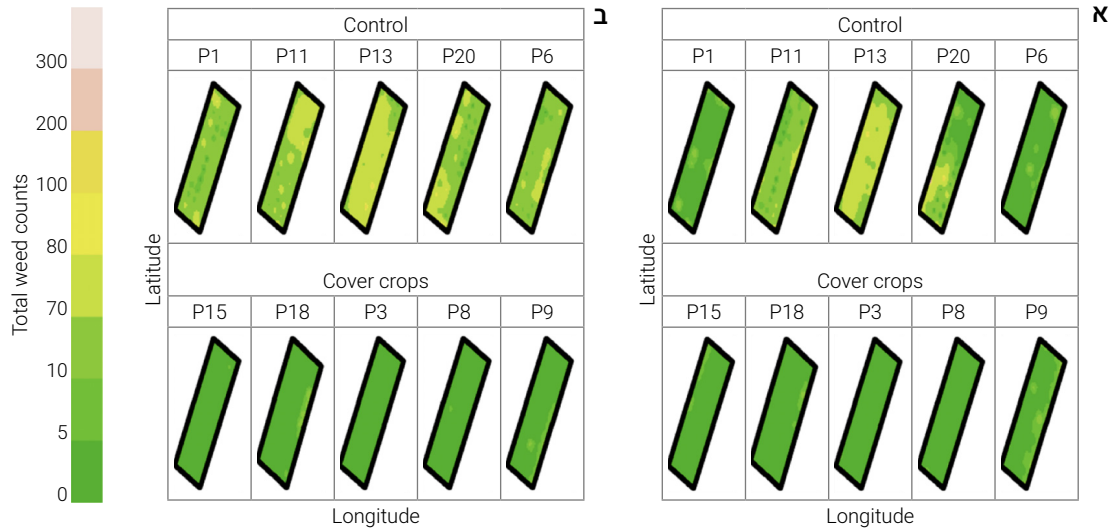
אחוזי הכיסוי וביומסה יבשה עבור כלל חברת העשבים נמצאו דומים בין שני הטיפולים במועד הדגימה הראשון (איורים 3ב ו-3ג). עם זאת, לאחר הזריעה ניתן לראות ירידה חדה בשני המדדים בחלקות גידולי הכיסוי והבדלים מובהקים סטטיסטית ($p=0.008$, איורים 3ב ו-3ג). כמות הפרטים בחברת העשבים משתנה בין חלקות הטיפול לחלקות הביקורת ובין מועדי הדגימה. בחלקות הביקורת כיסוי העשבים גדול מאשר בטיפול גידולי הכיסוי, בייחוד לאחר זריעת הגידול (איור 4). ניתן לראות עלייה במספר העשבים בטיפול הביקורת לאחר זריעת הגידול. לעומת זאת, נראה כי להוציא מספר כתמים בחלקות גידולי הכיסוי ובהם מספר פרטים נמוך, אחוז גבוה מאוד מהחלקות הללו נותר ללא עשבייה בשני מועדי הדגימה.

מהלך שתי הדגימות זוהו 30 מיני עשבים ונספרו כ-14,600 פרטי עשבים. כ-13,400 פרטים נספרו בחלקות הביקורת, לעומת 1,200 פרטים בחלקות גידולי הכיסוי. מרבית הפרטים, כ-8,600, נמצאו לאחר זריעת התירס, ואילו היתר בדגימה לפני זריעתו. מינים חד-שנתיים רחבי עלים, כדוגמת ירבוזים (*Amaranthus* spp.), בר גביע חלק (*Moluccella laevis*) ולשישית הצָפְעִים (*Chrozophora tinctoria*), הם המינים הנפוצים ביותר בשטחי המחקר. למרות זאת, מספר הפרטים הגדול ביותר שייך לגומא הפקעים (*Cyperus rotundus*), שהוא דגן רב-שנתי. צפיפות העשבים בחלקות הביקורת הייתה גבוהה משמעותית ומובהקת סטטיסטית מזו שבחלקות גידולי הכיסוי ($p=0.032$) לפני הזריעה ו- $p=0.008$ אחרי הזריעה, איור 3א).

איור 3 | השוואה בין צפיפות (א), אחוז כיסוי (ב) ובימסה (ג) עבור כלל הפרטים. חלקות גידולי כיסוי (cover crops) בירוק, חלקות ביקורת (control) בכתום.



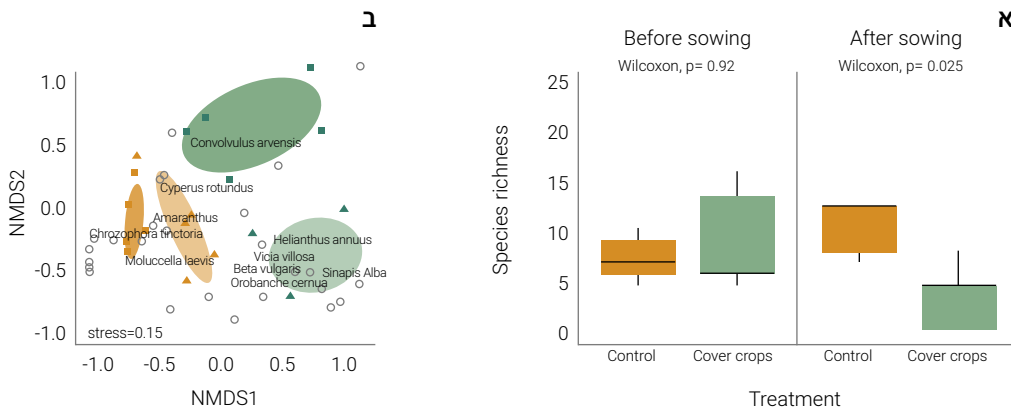
איור 4 | מפות אינטרפולציה בחלקות המחקר לסך פרטי העשבים שנמצאו בחלקות הביקורת (control) ובחלקות גידולי הכיסוי (cover crops) במועד הדגימה הראשון - לפני הזריעה (א), והשני - אחרי הזריעה (ב)



סטטיסטי לחברות מסוימות (איור 5ב), וניתן לראות כי קיימים הבדלים בין חברות העשבים בשדה כתלות בטיפול ובמועד הדגימה. מרחק גדול יותר בין האליפסות מצביע על הבדלים גדולים יותר בין החברות. Adonis נמצא כי קיימים הבדלים מובהקים סטטיסטית בין חברות העשבים כתלות בזמן הדגימה ובסוג הטיפול ($p < 0.05$). שתי החברות היחידות שלא נמצאו שונות הן החברות בחלקות הביקורת בשני מועדי הדגימה.

עושר המינים בחלקות גידולי הכיסוי ובחלקות הביקורת היה דומה במועד הדגימה הראשון, אולם בדגימה השנייה - לאחר שיטוח גידולי הכיסוי וזריעת הגידול - נצפתה ירידה בעושר המינים העשבוני בחלקות גידולי הכיסוי (איור 5א). בהתאם לדחיקתם או לשגשוגם של מינים מסוימים ניתן למצוא הבדלים בהרכב חברות העשבים שנמצאו בחלקות השונות לפי הטיפולים בשני מועדי הדגימה. חלק מהמינים משויכים באופן מובהק

איור 5 | הבדלים בעושר ובהרכב של המינים העשבוניים. אורדינציית NMDS עבור הרכבי החברות בחלקות הניסוי לפני הזריעה (במשולש) ואחרי הזריעה (בריבוע) ועבור חלקות הביקורת (בחום) וחלקות גידולי הכיסוי (בירוק). גווי החום והירוק הבהיר והכהה מבטאים גם הם את מועדי הדגימה הראשונה והשנייה, בהתאמה. כלל המינים מסומנים בעיגולים שחורים ריקים. מינים מובהקים סטטיסטית כתלות במועד הדגימה ובסוג הטיפול מופיעים בשמם (א); הבדלים בעושר המינים בין שני הטיפולים בשני מועדי הדגימה (ב).



שטח גדול יותר. טיפולי הריסוס בחלקות הביקורת השפיעו על חברות העשבים עצמם, ולמעשה דחקו את התפתחותם של עשבי החורף. בו-בזמן, בהיעדר תחרות הם אפשרו את הצצתם של מיני קיץ, לדוגמה מיני הירבוזים או בר גביע חלק.

במועד הדגימה השני, לאחר הזריעה, החומר הצמחי המת של גידולי הכיסוי שנותר בחלקות הביא לדחיקתם של מיני עשבים רבים ולהצצה של מספר מצומצם של מיני עשבים (איור 6). על כן, בשלב זה ניתן לראות אחידות וירידה בצפיפות באחוז הכיסוי ובביומסה של עשבים בטיפול זה. זהו השלב הראשוני והקריטי של גידולי שדה וירקות, מאחר שהתחרות עם עשבים היא גורם מגביל מרכזי עבורם ויוצרת אתגר משמעותי להדברה. בשלב זה של העונה שיטוח גידולי הכיסוי משנה דרמטית את הנוף בחלקות גידולי הכיסוי וכן את מיני העשבים בחלקות. לעומת זאת, בחלקות הביקורת לא נמצאו הבדלים משמעותיים בין הרכבי החברות, ככל הנראה לנוכח ממשק הריסוסים המונע את שגשוגם של מינים חורפיים כמתואר בפסקה הקודמת.

התוצאות מעידות על הפחתה משמעותית במספר הכולל של עשבים בחלקות גידולי הכיסוי בשני מועדי הדגימה למרות הפחתה בכמות הריסוסים בקוטלי עשבים בהשוואה לחלקות הביקורת. לעומת מספר הפרטים, אחוז הכיסוי והביומסה יכולים להעיד לא רק על הצצה אלא גם על התפתחותם של הפרטים. עבור כלל העשבים בזמן מועד הדגימה הראשון לא נמצאו הבדלים בין שני הטיפולים במדדי אחוז הכיסוי והביומסה (איורים 3 ו-3ג). אף על פי שצפיפות העשבים קטנה בחלקות גידולי הכיסוי לעומת חלקות הביקורת, אחוז הכיסוי מראה תמונה הפוכה. כלומר, בחלקות גידולי הכיסוי יש מעט פרטים, אך הם הצליחו לגדול ולהתפתח. שני גורמים שיכולים לתרום להבנת מגמה זו הם הטיפולים שבוצעו בחלקות הביקורת וההבדלים בחברות המינים (איור 5). בעוד חלקות הביקורת רוססו פעמיים עד לזמן הדגימה הראשון, חלקות גידולי הכיסוי לא טופלו נגד עשבים כלל. כלומר, עשבים שהצליחו להציץ ולהתפתח למרות התחרות עם גידולי הכיסוי, נותרו ללא הפרעה, ויכלו לגדול ולכסות

איור 6 | חלקות גידולי כיסוי וחלקות הביקורת במועד הדגימה הראשון. בחלקות הכיסוי (מימין) קיימת צפיפות גבוהה של צמחיית כיסוי ובחלקות הביקורת (משמאל) האדמה חשופה וניכרת נוכחות עשבייה (א). גידול התירס בחלקות הביקורת (ב) ובחלקות הכיסוי (ג).



לטיפולים על העשבים ומאפשרות לבחון למעשה שני טיפולים שונים במהותם: טיפול קונבנציונלי וטיפול של גידולי כיסוי. חשוב להדגיש כי פרקטיקה זו מצריכה כלים מורכבים (לדוגמה – הרולר קרימפר ששימש לשיטוח גידולי הכיסוי במחקר זה), ניסיון ורקע מדעי נוסף כדי ליישמה בהיקף נרחב בגידולי שדה.

חשוב להדגיש כי אופן ניהול הדברת העשבים הקונבנציונלית (כמו שבאה לידי ביטוי בחלקות הביקורת) ואופן הניהול בחלקות הכיסוי נבדלים במספר פרמטרים, כמו אופן זריעת הגידול וממשק ההדברה. על כן, תוצאות מחקר זה, בדומה למחקרים אחרים בתחום, משקללות את ההשפעה של כלל הפעולות הנלוות

מסקנות והמלצות

שקוטלי עשבים רבים נאסרו לשימוש. שאלות מחקר נוספות עדיין צריכות להיבחן, כמו ההשפעה של גידולי כיסוי על עשבים בגידולים שונים ובעונות גידול אחרות וההשפעה על היבול. נוסף על כך, יש לבחון את ההיתכנות הכלכלית של שימוש בפרקטיקה זו ואת הדרכים להנגישה למגדלים.

ע שבים הם גורם מגביל להתפתחות הגידול בתחילת העונה – התקופה הקריטית להתפתחות של הגידול. ממצאי מחקר זה מראים כי גידולי כיסוי הם פרקטיקה בעלת פוטנציאל רב לדחיקת עשבים בגידולי שדה, תוך הפחתת כמות קוטלי העשבים המפוזרים בשדות. לצמצום השימוש בקוטלי עשבים חשיבות רבה לנוכח ההשלכות הסביבתיות והבריאותיות, ומאחר

מקורות

פרבולוצקי א. 2019. חקלאות ואקולוגיה – איך ילכו השתיים יחדיו? מבט מעשי על אגרו-אקולוגיה בעולם ובישראל. תל-אביב: נקודת ח"ן, האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.

De A, Bose R, Kumar A, and Mozumdar S. 2014. Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles. Springer.

Gerhards R and Schappert A. 2020. Advancing cover cropping in temperate integrated weed management. *Pest Management Science* **76**: 42-46.

Lal R. 1993. Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. *Soil and Tillage Research* **27**: 1-8.

Osipitan OA, Dille JA, Assefa Y, and Knezevic SZ. 2018. Cover crop for early season weed suppression in crops: Systematic review and meta-analysis. *Agronomy Journal* **110**: 2211-2221.

Schipanski ME, Barbercheck M, Douglas MR, Finney DM, Haider K, Kaye JP, Kemanian AR, Mortensen DA, Ryan MR, Tooker J, and White C. 2014. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agricultural Systems* **125**: 12-22.

השפעות גומלין בין כוורות דבורי בומבוס מסחריות ושטחי הבר בשולי מטעים בגולן

משה נגרי, מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרין
תמר קיסר, החוג לביולוגיה וסביבה, אוניברסיטת חיפה – אורנים, טבעון
ניצן נחתום, החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית, אוניברסיטת חיפה

מבוא

האבקה היא שירות קריטי של המערכת האקולוגית, החיוני לשימור המגוון של צמחים ומאביקים כאחד. הדבורים (Anthophila) הן קבוצת המאביקים החשובה ביותר במערכות טבעיות וחקלאיות. הדבורים ניזונות מצוף פרחים כמקור פחמימות, בעוד שאבקת הפרחים משמשת מקור לחלבון ולנוטריינטים נוספים (Wright et al., 2018). בזמן איסוף הצוף והאבקה הדבורים גורמות להפריה, לחנטה וליצירת זרעים ופירות. בגידולים חקלאיים ההאבקה נסמכת על פי רוב על מאביקים מסחריים. המאביקה המסחרית הנפוצה ביותר ברוב חלקי העולם היא דבורת הדבש (*Apis mellifera*), ואחריה דבורת בומבוס האדמה (Geslin et al., 2017) (*Bombus terrestris*). נוסף על מינים אלה, למאביקים מקומיים, בעיקר לדבורים, יש תרומה חיובית משמעותית להאבקת גידולים חקלאיים (Garibaldi et al., 2013). בישראל קיים עושר יוצא דופן של דבורי בר. לכן, החשיבות בשימורן כפולה: הן מבחינת שמירת הטבע הן מבחינת תרומה לחקלאות. עם זאת, דיווחים בעולם מצביעים על ירידה במגוון ובשכיחות המאביקים המקומיים (Potts et al., 2010). אחד הגורמים האפשריים הוא דחיקה מצד המינים המסחריים – דבורי דבש ובומבוס.

משנות ה-80 החל גידול כוורות מסחריות של דבורי בומבוס, תחילה עבור האבקה בחממות ולאחר מכן עבור מטעים פתוחים, בעיקר ורדיים (Rosaceae). מחקרים הראו שהוספת כוורות בומבוס לדבורי הדבש במטעי ורדיים ובגידולים אחרים תורמת משמעותית להאבקה, להפריה וליבול (Dag et al., 2006; Zisovich et al., 2012; Sapir et al., 2017). בעיקר בגלל התאמת דבורי הבומבוס לפעילות בטמפרטורות נמוכות והשפעות אגבור (סינרגיה) על פעילות דבורי הדבש. המעבר למטעים פתוחים גרם לכך שהדבורים יכולות כעת לנוע לשטחי בר בשולי המטע ולהשפיע על מאביקי בר ועל צמחי בר. יש מספר סיבות לכך שדבורת הבומבוס עשויה לדחוק מינים מקומיים של דבורי בר: המבנה החברתי; היכולת לנצל מגוון מיני פרחים כמקור מזון (generalism); היכולת לפעול בטמפרטורות נמוכות במיוחד ולהקדים את המינים המתחרים (Corbet et al., 2017; Bloch et al., 1993; al., 2017). בעולם כבר קיימות עדויות לדחיקת מינים ולירידה במגוון מיני דבורי בר בשל ההתפשטות של דבורת בומבוס האדמה (Morales et al., 2013; Acosta et al., 2016; Geslin et al., 2017). העדויות לגבי השפעת דבורי הבומבוס על החי והצומח הטבעיים בישראל מועטות למדי: ידוע כי הדבורים,

בומבוס האדמה היא דבורה חברתית שתפוצתה הטבעית באזורים הממוזגים של כדור הארץ. המלכה מייסדת את המושבה לבד ומגדלת את השגר הראשון של הצאצאים בעצמה. לאחר מכן בנותיה מצטרפות אליה כפועלות, המלקטות מזון ומטפלות בצאצאים הטרומ-בוגרים (הביצים, הזחלים והגלמים). בסיום שלב זה המושבה עוברת לגידול הפרטים המתרבים (reproductives) - תחילה זכרים ולאחר מכן מלכות חדשות (Duchateau

מוקדם יותר לעומת דבורים יחידאיות. תצפיות אלה מלמדות על פוטנציאל לתחרות עם דבורים מקומיות. קיים גם פער ידע באשר להשפעת דבורי הבומבוס על הצומח הטבעי הסמוך למטעים. ייתכן שדבורי הבומבוס משלימות את שירותי ההאבקה הדרושים לצמחים אלה ומסייעות לרבייתם, או לחלופין, שהן פוגעות ברבייה של צמחים מסוימים על ידי דחיקת הדבורים המקומיות שמתמחות בהאבקתם.

שנמצאו בעבר רק בגליל ובחרמון, הרחיבו את טווח התפוצה שלהן בעשרות השנים האחרונות לכל חבל ההר הים תיכוני (בר-שי ואח', 2013), אך עדיין חסרים מחקרים מקיפים על תפוצתן בארץ. מחקר אחד הראה כי הופעת דבורי בומבוס האדמה באזור הכרמל לוותה בירידה בפעילות של מיני דבורים אחרים (Dafni and Shmida, 1996). דבורי הבומבוס ביקרו במיני בר רבים לאורך עונת פעילות ארוכה, והתחילו בפעילות הבוקר

מטרות המחקר

1. להבחין באילו אופנים השימוש בדבורי בומבוס האדמה למטרות האבקה חקלאית במטעים משפיע על המאביקים המקומיים ועל שירותי ההאבקה

2. לבדוק כיצד קרבה לשולי המטע משפיעה על התפתחות הכוורות.

1. לבחון באילו אופנים השימוש בדבורי בומבוס האדמה למטרות האבקה חקלאית במטעים משפיע על המאביקים המקומיים ועל שירותי ההאבקה

השערות

(*Prunus avium*). דגמנו דבורי בר בשעות שונות ביממה במרחקים שונים משולי המטע, בזמן הצבת כוורות בומבוס להאבקת הדובדבן ולאחר הוצאתן מהמטע. בחנו כיצד המרחק משולי המטע משפיע על שינוי המשקל, על הרכב האוכלוסייה ועל ויסות הטמפרטורה של הכוורות.

(1) פעילות דבורי בומבוס זולגת מהמטעים לשטחי הבר. (2) זליגה זו משפיעה על פעילות דבורי הבר ועל הצלחת החנטה של פרחי בר. (3) קרבה לשטחי הבר מאפשרת ליקוט מזון מגוון ותורמת להתפתחות כוורות הבומבוס. כדי לבחון את ההשערות בחרנו כמודל במטעי דובדבן

שיטות

ואבקת פרחים מסחרית לצורך הזנה (עד שהמושבה מתחילה ללקט מזון בעצמה בשדה). כל כוורת נשקלה, ללא מְקָל הסוכר, לפני ההצבה במטע ובסיום הניסוי. המארזים הוצבו במרחקים של 25, 75 או 125 מטר מגבול שטח הבר (איור 1), שני מארזים (שש כוורות) בכל מרחק ובכל חלקה. הנחנו אוגר נתוני טמפרטורה (iButton ThermoChron, Maxim Integrated, San Jose, CA USA) בכוורת אחת לפחות בכל אחד מהמארזים. השוואת הטמפרטורות בתוך הכוורת לטמפרטורת הסביבה (כפי שנמדדו בתחנת האקלים הקרובה למטע) מאפשרת הערכה של חוסן הכוורת, מפני שלכוורות חזקות יש יכולת ויסות טמפרטורה טובה יותר. בסיום פריחת הדובדבן (27.4.21), לאחר

שטח המחקר

נבחרו שלוש חלקות של דובדבן במטע של קיבוץ אלרום ברמת הגולן. כל חלקה גובלת באחת מפאותיה בבת בר, השייכת לשמורת יער אודם. הפאות האחרות של החלקות גובלות בחלקות תפוח (*Malus domestica*) או בחלקות דובדבן נוספות. חלקות הדובדבן ניטעו בשנים 1992 (חלקה 4), ו-2003 (חלקות 7 ו-10). הזנים בחלקות הם Stella, Bing, Hidelfingen, Renier (חלקה 4) ו-Sweetheart, Lapins (חלקות 7, 10).

כוורות בומבוס

54 כוורות בומבוס בוגרות סופקו על ידי חברת ביוֹבִי (BioBee; קיבוץ שדה אליהו) במארזי שלישייה (טריפלים) ב-30.3.21. לכל כוורת סופקו מְקָל מי סוכר

דגימת דבורי בר במטע

ערכנו ניטור של דבורי בר בשולי המטע (איור 1). הניטור נעשה על ידי לכידה באמצעות רשת חרקים, כשהדוגם הלך בקצב קבוע לאורך חתך ניצב למטע מגבולו ועד למרחק של 100 מטר בתוך שטח הבר. נערכו 9 ימי דגימה בנוכחות כוורות הבומבוס במטע, בין 6.4.21 (כשבוע לאחר הצבת הכוורות במטע) ועד 22.4.21 (תקופת סיום פריחת הדובדבן). הדגימות נערכו שלוש פעמים ביום בשעות 9:00, 11:00 ו-15:00. בכל יום נדגמה חלקה אחרת לסירוגין (שלושה ימי דגימה בכל חלקה). לאחר הוצאת הכוורות מהמטע נערכו שלושה ימי דגימה נוספים (יום בכל חלקה) בתאריכים 9.4.21-3. בסך הכול נערכו 117 דגימות, ונאספו 334 דבורי בר שזוהו לסוגים/שבטים ומיונו למורפו-מינים.

שרוב הפועלות שבו לכוורות, סגרנו את כל הכוורות ולמחרת בבוקר אספנו את אוגרי הנתונים ואת הכוורות. שקלנו את הכוורות והעברנו אותן להקפאה ב-15°C). לאחר מכן, ערכנו ניתוחים דמוגרפיים עבור כל אחת מהמושבות. בכל כוורת נבדקים מספרי הפרטים הבוגרים של הפועלות, המלכות והזכרים וכן מספרי דרגות הטרום-בוגרים: מספר תאי הביצים או הזחלים הצעירים, מספר הזחלים הבוגרים, מספרי הגלמים הגדולים (גלמי מלכות חדשות) והגלמים הקטנים (גלמי זכרים או פועלות). בתקציר זה מוצגים נתוני הניתוח הדמוגרפי עבור 16 מתוך 54 הכוורות בניסוי.

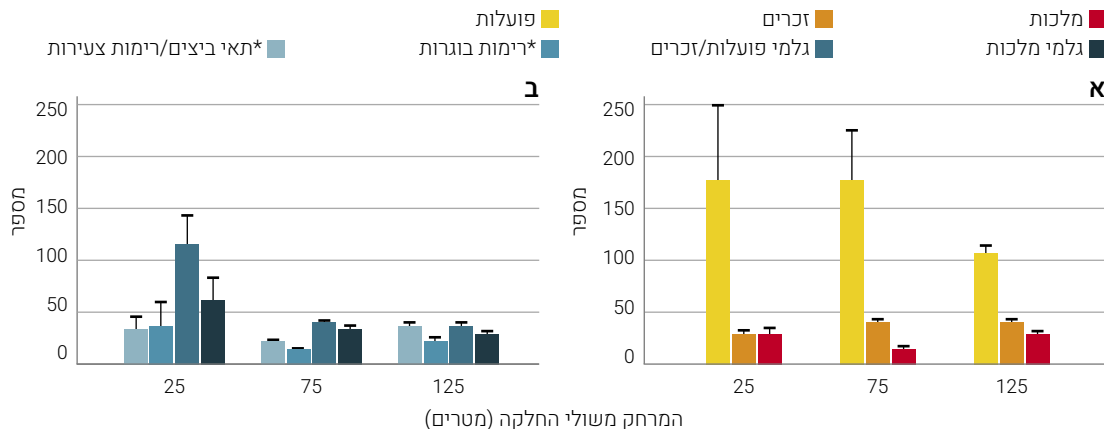
תוצאות

התפתחות כוורות בומבוס בחלקות ובאזורים שונים במטע

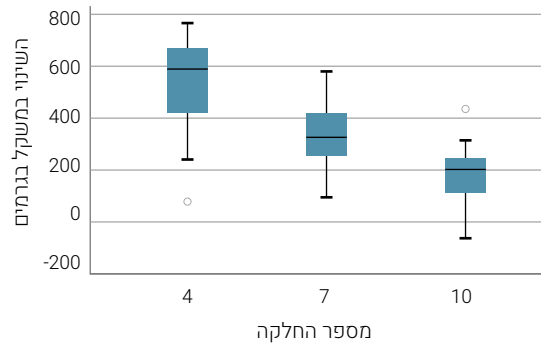
לשולי החלקה (25 מטר) לעומת הכוורות שבמרכז (75 ו-125 מטר; איור 1), אך המגמה לא הייתה מובהקת (Two-way ANOVA; $P[Distance] = 0.08$). המגמה נבעה בעיקר מהבדלים מובהקים במספרי תאי הביצים והרימות הצעירות ($P[Distance] = 0.015$) ובמספרי הרימות הבוגרות ($P[Distance] = 0.003$). עם זאת, לא נמצאה השפעה מובהקת למרחק מהשוליים על מספרי הגלמים של זכרים ופועלות ($P = 0.082$) או של מלכות הגלמים ($P = 0.39$). זהות החלקה השפיעה באופן מובהק על מספר הפועלות ($P = 0.006$) וגם על כמות הטרום-בוגרים הכוללת ($P = 0.008$).

לאחר בדיקת הדמוגרפיה במדגם של 16 כוורות ממרחקים שונים ומחלקות שונות, נצפו מספר מגמות בהתפתחות הכוורות במרחקי ההצבה השונים (איור 1). בכוורות שהוצבו סמוך לשולי החלקות (25 מטר מהשוליים), מספר הפועלות נטה להיות גבוה יותר לעומת כוורות שהוצבו סמוך למרכז החלקה, אך ההבדל לא היה מובהק (איור 1; Two-way ANOVA; $P[Distance] = 0.063$). לא היה הבדל מובהק במספרי המלכות ($P = 0.18$) והזכרים ($P = 0.52$) בין המרחקים. מספר הפרטים הטרום-בוגרים היה גבוה יותר סמוך

איור 1 | ניתוח דמוגרפי מדגמי של 16 כוורות בסיום הניסוי. מספרי הבוגרים (א) או דרגות הצאצאים (ב) בכל כוורת, לפי מרחק ההצבה משולי החלקה לכיוון המרכז. העמודות ועמודות השיאה מייצגות ממוצעים ± שגיאות תקן. כוכביות מסמנות את הפרמטרים שהראו הבדלים מובהקים.



איור 2 | השינוי במשקל הכוורות בחלקות השונות (גרמים). הגרף מראה את הפרש במשקל הכוורות בין יום הוצאתן מהמטע לבין יום הצבתן בחלקות הניסוי השונות (N=18 כוורות לכל חלקה). התיבות הכחולות מראות את האחוזונים 25–75, הקו האופקי באמצע מראה את החציון. העיגולים מציינים נקודות חריגות (outliers).



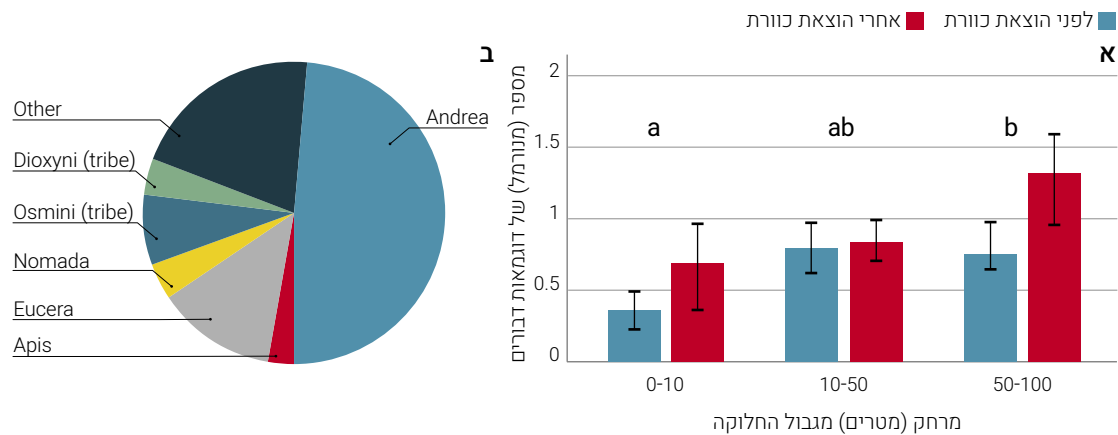
עם המרחק מגבול החלקה (Three-way ANOVA; $P[\text{Distance}] = 0.048$) בכל שלוש חלקות הניסוי. לזוהת החלקה או לנוכחות דבורי בומבוס בחלקות לא הייתה השפעה מובהקת על שכיחות דבורי הבר (בהתאמה, $P[\text{Plot}] = 0.29$ and $P[\text{Bombus}] = 0.13$). לא הייתה אינטראקציה מובהקת בין השפעת החלקה או נוכחות הכוורות לבין השפעת המרחק (בהתאמה, $P = 0.1$ and $P = 0.65$). לאחר זיהוי חלקי של מורפו-מינים, עולה כי לסוג *Andrena* הייתה נוכחות דומיננטית בשולי החלקה (איור 3ב). הסוג הנפוץ הבא אחריו הוא *Eucera*. בתקופה שבה כוורות הבומבוס הוצבו, נצפו רק שש דבורי בומבוס מחוץ למטע. שכיחות התצפיות בדבורי בומבוס יותר מהוכפלה לאחר הוצאת הכוורות מהמטע, ולכן סביר שמקורן של דבורים אלה הוא באוכלוסיות בר. נוסף על פועלות ספורות של דבורת הדבש (*Apis*) שנלכדו על פרחים, נצפו בשטח הטבעי 403 פועלות שלא נלכדו. רוב התצפיות הללו נערכו לאחר הוצאת כוורות דבורי הדבש מהחלקות, ובמרחק 50–100 מטר מהן (איור 3ב).

אף על פי שהכוורות חולקו באופן אקראי בין הטיפולים והחלקות, ולא היו הבדלים מובהקים במשקלן ההתחלתי בין קבוצות הניסוי והחלקות (Two-way ANOVA; $P[\text{Plot}] = 0.35$, $P[\text{Distance}] = 0.94$), מצאנו הבדלים גדולים ומובהקים בהפרשי המשקל בין ההצבה להוצאת הכוורות מהמטע בין החלקות (Two-Way ANOVA; $P[\text{Plot}] = 0.005$, $P[\text{Distance}] = 0.61$) (איור 2). בחלקה 4 העלייה הממוצעת במשקל הייתה כמעט פי שלושה מאשר בחלקה 10. למרחק מגבול המטע לא הייתה השפעה מובהקת על הפרש המשקל. טמפרטורת הכוורות הייתה גבוהה יותר מטמפרטורת הסביבה, וההפרש הממוצע נע בין 15.7 מעלות בכוורת בעלת ויסות החום המרבי לבין 9.3 מעלות בכוורת בעלת ויסות החום החלש ביותר. לא מצאנו קשר מובהק בין חלקת הניסוי או מיקום הכוורת במטע לבין יכולת ויסות החום.

שכיחות ומגוון הדבורים

נרמלנו את מספר הדוגמאות לפי אורך מקטעי הדגימה (איור 3). מספר הדבורים שנלכדו עלה בצורה מובהקת

איור 3 | השיחות והמגוון של דבורי הבר. א. שכיחות דבורי בר במרחקים שונים מהחלקות (ממוצע \pm שגיאת תקן) לפי המרחק משולי החלקה, לפני הוצאת כוורות הבומבוס מהחלקות ואחריה. הערכים מנורמלים לפי אורך מקטע הדגימה. האותיות מעל העמודות מראות את תוצאות מבחן Tukey Post-Hoc test למרחק מגבול החלקה. ב. התפלגות מיני הדבורים שנאספו בחלקה 4 בחלוקה לפי סוגים.



סיכום

לחלקות בדרכים אחרות, למשל דרך רחף של חומרי הדברה. גם במחקר קודם שנערך במטעי תפוחים בגליל ובגולן, כמעט ולא נמצאו דבורי בר בתוך המטעים, בין אם הוצבו בהם כוורות בומבוס ובין אם לא (אחיק דורצ'ין, תקשורת אישית).

בהתאם להשערותנו, בכוורות שהוצבו בשולי המטע מספרי הפועלות נטו להיות גבוהים יותר. מאחר שמספרי המלכות והזכרים הבוגרים בכוורת לא השתנו משמעותית עם המרחק מהשוליים, שיעורם היה גבוה יותר במרכז המטע בממוצע (במרחק 125 מטר). מאחר שגידול הזכרים והמלכות מגיע בשלב האחרון לחיי המושבה (Duchateau and Velthuis, 1988), נראה כי הכוורות במרכז המטע התפתחו מהר יותר והיו קטנות יותר. הסבר אפשרי לתוצאות הוא שתזונת הכוורות בשולי המטע הייתה מגוונת יותר הודות לקרבה לשטחי הבר. מאחר שכמות הפועלות בכוורות המרכז הייתה נמוכה יחסית, סביר להניח שתרומתן להאבקה במטע הייתה נמוכה יותר. חשוב לציין כי יש להשלים את בדיקת כל הכוורות לפני קבלת מסקנות סופיות.

מצאנו הבדלים גדולים בצבירת המשקל של הכוורות בין החלקות (אך לא בין מרחקים מהשוליים), ובחלקה 4 נרשמה צבירת משקל גבוהה פי שלושה מאשר בחלקה

התוצאות שסוכמו עד כה לא תומכות בהשערותנו הראשונה, כי קיימת זליגה של פעילות דבורי בומבוס מהכוורות המסחריות לשולי המטע. בחלקות הניסוי שלנו צפיפות כוורות הבומבוס הייתה כוורת ל-1.2 דונם – בטווח הצפיפות המקובלת להצבת כוורות בומבוס במטעים היחס היה כוורת אחת ל-1-2 דונם. למרות זאת, ואף על פי שחלק מהכוורות הוצבו בסמיכות לשולי החלקות, היו רק תצפיות ספורות של דבורי בומבוס מחוץ למטע. יש לציין כי בחלקות סמוכות פרחו זני תפוח מקדימים, שתחילת פריחתם חופפת לסוף פריחת הדובדבן. ייתכן שפריחת התפוח משכה אליה את דבורי הבומבוס מהכוורות שהצבנו. נוסף על כך, אף על פי שהוצבו במטע גם כוורות דבורי דבש, עיקר התצפיות של דבורי הדבש בשטח הטבעי היו אחרי הוצאת הכוורות. התוצאות מציעות פעילות נמוכה של דבורי הדבש והבומבוס שהוצבו להאבקה הדובדבן בשטחי הבר מסביב למטע.

מספר דבורי הבר שנדגם ירד עם הקרבה למטע בלא תלות בנוכחות כוורות בומבוס במטע, ואף על פי שנצפו רק דבורי בומבוס מעטות בשולי החלקות (איור 3). ממצאים אלה אינם תומכים בהשערותנו, כי דבורי הבומבוס פוגעות בפעילותן של דבורי הבר. ייתכן כי הפעילות החקלאית משפיעה על דבורי הבר מחוץ

על שכיחות דבורי הבר בשולי החלקות. שכיחות דבורי הבר מושפעת שלילית מהקרבה לחלקות, אך לא נראה כי השפעה זו קשורה לפעילות דבורי הבומבוס. על סמך הניתוח של חלק מהכוורות נראה שהצבה בשולי החלקות קשורה לעלייה במספר הפועלות והטרם-בוגרים בכוורת, וייתכן שגם לאיסוף אבקה ולהפריה מוגברים, אך עדיין לא ברורים הגורמים לכך. ביחד עם ההבדלים הגדולים בין החלקות בצבירת המשקל, נראה שהבדלים מקומיים בתנאים כמו מיקרו-אקלים, זנים שונים, שנת נטיעה ועוד, יכולים להשפיע על פעילות הדבורים, על התפתחות הכוורות ובעקבות זאת גם על פעילות ההאבקה וההפריה שלהן.

10. הניתוח הדמוגרפי העלה כי בכוורות מחלקה זו היו גם יותר רימות בוגרות ויותר גלמי פועלות וזכרים. התוצאות מציעות כי תנאי הגידול בחלקה 4 היו עדיפים על חלקה 10 עבור כוורות הבומבוס. חלקה 4 ותיקה מחלקות 7 ו-10, והזנים בה שונים. כמו כן, על פי דיווח המגדל, היבול שהתקבל בחלקה זו השנה היה גבוה יותר. ייתכן כי פעילות ההאבקה של הכוורות הגדולות יותר בחלקה 4 הייתה בין הגורמים ליבול הגבוה בחלקה זו, אך לא ניתן לקבוע זאת בוודאות. ייתכן שגורמים סביבתיים השפיעו בצורה שונה בחלקות גם על היבול וגם על התפתחות הכוורות.

לסיכום, תוצאות המחקר מציעות כי להצבת כוורות בומבוס מסחריות במטעי דובדבן אין השפעה ניכרת

מקורות

- בר-שי נ, שמידע א ובלוך ג. 2013. השפעת דבורים ממין בומבוס האדמה על אוכלוסיות הצמחים והדבורים בהרי יהודה. *אקולוגיה וסביבה* **4**(4): 283-284.
- דורצ'ין א. 2017. השפעת מרעה דבורי דבש על דבורי הבר והטבע בישראל. מסמך סקירה והמלצות למדיניות. אוספי הטבע הלאומיים, האוניברסיטה העברית בירושלים והחברה להגנת הטבע.
- Acosta AL, Giannini TC, Imperatriz-Fonseca VL and Saraiva AM. 2016. Worldwide alien invasion: A methodological approach to forecast the potential spread of a highly invasive pollinator. *Plos One* **11**: e0148295.
- Bloch G. 1999. Regulation of queen-worker conflict in bumble-bee (*Bombus terrestris*) colonies. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* **266**: 2465-2469.
- Bloch G, Bar-Shai N, Cytter Y, and Green R. 2017. Time is honey: Circadian clocks of bees and flowers and how their interactions may influence ecological communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society London of London, Series B* **372**: 20160256.
- Corbet S, Fussell M, Ake R, Fraser A, Gunson C, Savage A, and Smith K. 1993. Temperature and the pollinating activity of social bees. *Ecological Entomology* **18**: 17-30.
- Dafni A and Shmida A. 1996. The possible ecological implications of the invasion of *Bombus terrestris*. In: Matheson A, Buchmann SL, O'Toole C, Westrich P, and Williams IH (Eds). *The Conservation of Bees*. The Linnean Society of London and The International Bee Research Association.
- Dag A, Zipori I, and Pleser Y. 2006. Using bumblebees to improve almond pollination by the honeybee. *Journal of Apicultural Research* **45**: 215-216.
- Duchateau MJ and Velthuis HHW. 1988. Development and reproductive strategies in *Bombus* colonies. *Behavior* **107**: 186-207.
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA, ... and Klein AM. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* **339**: 1608-1611.

Geslin B, Gauzens B, Baude M, Dajoz I, Fontaine C, Henry M, ... and Vereecken NJ. 2017. Chapter Four - Massively introduced managed species and their consequences for plant-pollinator interactions. In: Bohan D, Dumbrell A, and Massol F (Eds). *Networks of invasion: Empirical evidence and case studies* (vol. 57). Academic Press.

Morales C, Arbetman MP, Cameron SA, and Aizen MA. 2013. Rapid ecological replacement of a native bumble bee by invasive species. *Frontiers in Ecology and the Environment* **11**: 529-534.

Potts S, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, and Kunin WE. 2010. Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution* **25**: 345-353.

Sapir G, Baras Z, Azmon G, Goldway M, Shafir S, Allouche A, ... and Stern RA. 2017. Synergistic effects between bumblebees and honey bees in apple orchards increase cross pollination, seed number and fruit size. *Scientia Horticulturae* **219**: 107-117.

Zisovich AH, Goldway M, Schneider D, Steinberg S, Stern E, and Stern RA. 2012. Adding bumblebees (*Bombus terrestris* L., Hymenoptera: Apidae) to pear orchards increases seed number per fruit, fruit set, fruit size and yield. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **87**: 353-359.

חישות קנים בנחלים ובשטחי חקלאות – האם, היכן ומתי יש צורך בפעולות ממשק?

אביב אבישר, מכון דש"א, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
דב גולדווין, דב ייעוץ
עודד כהן, המעבדה לצמחים פולשים, מכון שמיר למחקר, אוניברסיטת חיפה, קצרון
אורי רמון, מכון דש"א, מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב
עמית מדינה, מורן פיתוח וייעוץ בע"מ
סיגל עוז, מורן פיתוח וייעוץ בע"מ
אורי מורן, מורן פיתוח וייעוץ בע"מ

רקע: חישות קנה מצוי בנחלים – מה הבעיה?

פעולה ולעיתים אף תורמים שטח לפתרון בעיות ניקוז שחורגות מהשטח הישיר המנוהל. ניהול הקנה מציב אתגר משמעותי לקשרים אלה. חלק מהחקלאים מעוניינים בתחזוקה מתמדת הכוללת כיסוח של חישות הקנים ופתיחה תקופתית של הנחל בעבודות עפר. עם זאת, בשנים האחרונות מתפתחת חשיבה מחודשת ברשויות הניקוז, המטמיעה את מגוון התפקודים של הנחל במעלה ובמורד. חשיבה זו מונעת הן מהנטל הכלכלי והתפעולי הנובע מתחזוקה כבדה ורציפה הן מהניסיון לחפש פתרונות מבוססי טבע, שיאפשרו רמות נמוכות יותר של תחזוקה והתערבות.

חישות (סבך) קנה מצוי (*Phragmites australis*) מתפתחת בסביבות לחות ובנחלים רבים בישראל. לתופעה זו יש השלכות רחבות מבחינת ממשק נחלים וניהול שטחים חקלאיים בקרבם. רשויות ניקוז ונחלים, דוגמת רשות ניקוז ונחלים שורק-לכיש, ששטח המחקר נמצא בתחום אחריותה, נדרשות לפתוח את הנחלים ש"נסתמים" בחישות הקנים באופן תדיר, בעיקר כדי להקטין סכנת הצפות בשטחים חקלאיים הגובלים בהם. לרוב, יחסי העבודה בין החקלאים לאנשי התחזוקה של רשות הניקוז מושתתים על היכרות אישית ולא על נוהל עבודה סדור. הם מסייעים לחקלאים במשימות שאינן קשורות רק לניקוז גרידא, והחקלאים מצידם משתפים

מאפייני הקנה המצוי ויחסי הגומלין בין חישות הקנה וסביבתו

הים תיכוני פולשים לצפון אמריקה תוך דחיקה של הגנוטיפ המקומי שם.

הקנה הוא מין מפתח במערכות אקוטיות בישראל. עומדי הקנה הם בתי גידול למינים מקומיים רבים, מיונקים ועופות ועד זוחלים, דגים וחסרי חוליות. הקנה ידוע בחשיבותו כסנן ביולוגי לטיהור שפכים, הוא צומח בסימביוזה עם אורגניזמים שונים, בהם מפרקי יסודות אורגניים רעילים ומזהמים. הקנה סופח מתכות כבדות, ומפחית רמות של עודפי נוטריינטים וחומרים אורגניים בגופי מים. הצמח ממתן השפעות

נה מצוי הוא עשב רב-שנתי ממשפחת הדגניים המתאפיין בגבעולים גליליים (קנים) וגדל בבתי גידול לחים. עם התקדמות המחקר הגנטי, התגלה שתפוצתו הרחבה של הקנה המצוי מתאפיינת בווריאביליות גנטית רחבה, וחלק מהגנוטיפים פולשים באזורים שונים בעולם. הגנוטיפ המקומי בישראל מכונה MED (ים תיכוני), והוא נפוץ לחופי אגן הים התיכון ומתאפיין בגובה רב, בערכים גבוהים של מסה ובמספר ניצני התחדשות גדול ליחידת קנה. הגנוטיפ האירופי (שאוכלוסיותיו דווקא מצטמצמות) והגנוטיפ

של שינוי האקלים מאחר שהוא צומח היטב בתנאי פחמן דו-חמצני וטמפרטורה גבוהים, ומקבע פחמן ביעילות רבה בעונת הצימוח. הוא מאט זרימות באופן משמעותי, תורם להפחתת סיכוני שיטפונות במורד, ומייעל תהליכי חלחול מים בחתך הקרקע. עם זאת, הבימוסה הרבה של הקנה סותמת צירי נחלים, ומובילה להשקעת סחף, להרחבת רצועת הנחל ולהגדלה של סכנת ההצפות וסחיפת הקרקע בשטחים הסמוכים לנחלים. ככלל, הקנה הוא צמח סתגלן (אדפטיבי) ביותר. הוא יכול להעלות את הלחץ האוסמוטי בתאיו כדי לאזן מליחות גבוהה עד קיצונית בקרקע, ויש לו שכבה שעווה הידרופובית בעלים, בקני השורש ובשורשים, המגינה

על הצמח מפני סביבה חומצית. הוא מסוגל להסיע מים, מינרלים וסוכרים מוטמעים בתוך כל חלקי קני השורש במושבה כדי להזין חלקים שסובלים מתנאי עקה. הקנה מסוגל לבצע חילוף גזים בין חלקי הצמח התת-קרקעיים והעל-קרקעיים דרך רקמה ייעודית (ארנכימה). הדבר מקנה לו יכולת לחיות בבתי גידול מוצפים, כשלפחות חלק מהזמן חלקיו התחתונים טבולים במים. הקנה מתרבה במגוון רחב ביותר של קרקעות. הוא מתפשט ברבייה וגטיבית במהירות רבה, ויכול לצמוח גם עשרה מטרים בעונת צימוח בודדת. פיזור הזרעים מתרחש באוויר ובמים, ויכול להגיע למרחק של קילומטרים רבים מצמח האם.

חקר מקרה באגן נחל עקרון

חקר המקרה שמטרתו להתחקות אחר הקשר בין התפשטות חישת הקנים לבין שינויים מעשי ידי אדם בוצע באפיקי הנחלים עקרון והשלושה. באזור זה קיימות חישות קנים מפותחות ביותר, שגובלות בשטחים חקלאיים פעילים ובהם גד"ש ומטעים. לעיתים חודרות החישות גם לתוך השטח, והדבר יוצר קונפליקט מובנה ומתמיד בין החקלאים. רשות הניקוז שורק-לכיש האחראית גם על כושר ההולכה באפיקים. המים הזורמים בנחלים הללו מליחים (כ-3,000 מיקרו-סימנס). מתוך התצפיות בצילומי אוויר (1944 ועד היום) נראה שהשינויים בשימושי הקרקע, המתבטאים באינטנסיפיקציה של החקלאות המודרנית ובהשקיה של המטעים, מלווים גם בשינויים בכיסוי צמחיית הנחלים ובקווי המתאר של הנחל. מגמות אלה עולות בקנה אחד עם העולה מן הספרות: הפרת קרקע, שינויים בכמות ובאיכות של המים, טמפרטורה, מפלס מי תהום

גבוה, משטרי זרימה וניקוז וכן עיבוד חקלאי, הדברה כימית, שרפות ותחזוקה מכנית – כל אלה נותנים יתרון תחרותי לקנה הסתגלן. במקרים כאלה, כשהאיזון הטבעי של המערכת מופר, המין יוצר עומדים צפופים והופך לאגרסיבי ומתפרץ באופיו. מחקר המבוסס על ניתוח צילומי אוויר בשיטות פוטוגרמטריות מתקדמות יסייע להשלים את התמונה ויספק מידע בנושא הפעילות האנושית בשטח המחקר בעשרות השנים האחרונות והשפעתה על התבססות חישות הקנה המצוי ועל הגאומורפולוגיה הנחלית. המידע שיצטבר יסייע לניהול המערכות האגרו-אקולוגיות ולהכוונת מאמצי הממשק. בשל השתלטות הקנה המצוי על בתי גידול לחים בעקבות פעילות האדם, יש כיום הסכמה רחבה בקרב מנהלי השטחים על הצורך לווסת את האוכלוסיות המתפרצות שלו.

שיטות לממשק קנה מצוי מהארץ והעולם

בעולם קיימות מספר שיטות לטיפול בקנה מצוי: **כיסוח** (ריסוק מכני של חלקי הצמח העליונים) ו**קציר** (הסרת גבעולי הצמח מעל הקרקע בעזרת חיתוך) הן פעולות התחזוקה הנפוצות ביותר לטיפול בקנה בישראל, והן חלק מרכזי בשגרת התחזוקה של רשויות הניקוז והנחלים. בספרות המקצועית מדווח שפעולות הכיסוח והקציר אינן פוגעות פגיעה

משמעותית בעומד הקנה, והוא מתחדש. קיימים דיווחים שכיסוח מביא להחלשת האוכלוסייה, אך רק כאשר הוא מתבצע באופן עקבי ולאורך זמן. כיסוח עדיף על קציר, מאחר שהחומר המרוסק מתפרק מהר יותר ואינו נערם. כסחת שנערמת יכולה לעכב נביטה של מינים מקומיים, ולצמצם תחרות לקנה המתחדש. כמו כן, הכסחת יכולה להגיע לפירוק אל-אווירני בחורף, שבתור

רעייה מכוונת הקטינה את הגובה והצפיפות של הקנה, ובזמן הגדילה את העושר והמגוון הבוטניים. עם זאת, יש לציין כי לרעייה בבתי גידול לחים יש גם השפעות שליליות על בית הגידול, כגון דריכה והעלאת רמות הנוטריינטים בקרקע ובמים, ואלה גורמים המעודדים התפשטות של הקנה. **שרפת הבימוסה** בעומדי קנה יכולה להשיג יעדי תחזוקה קצרי טווח, כגון פתיחת חסימות זרימה ופתיחת גישה למטיילים, אך לאורך זמן היא מעודדת אוכלוסיות קנה צפופות וחד-מיניות. הדבר קורה משום ששרפה לרוב אינה פוגעת בקני השורש, אך משמידה מיני צומח מתחרים, כך שבפועל, שרפה נותנת לקנה יתרון. זאת ועוד, שרפה משחררת נוטריינטים זמינים ומעודדת צימוח וריבוי של קנים חדשים. **חיפוי** ליצירת חיטוי סולארי יעיל בסילוק כלל חלקי הצמח וממזער את הפגיעה הסביבתית, אך הוא יקר ומשאיר כמויות גדולות של פסולת. **חומרי הדברה** כגון אימזפיר (imazapyr) וגלייפוסט (glyphosate), הקוטלים צמחים על ידי פגיעה בסינתזה של חומצות אמינו הקיימות רק בצומח, יעילים במידת מה כנגד קנה, בייחוד בשילוב עם כיסוח קיצי. עם זאת, השימוש בחומרי הדברה בשטחים פתוחים ובסמיכות לנחלים בפרט, שנוי במחלוקת, וקיימת הסכמה גורפת שיש להשתמש בהם רק כמוצא אחרון ובאופן זמני, כחלק מתהליך שיקום ארוך טווח. יתרון חשוב של שימוש בחומרי הדברה טמון בכך שהוא מקטין את מספר הטיפול החוזרים הנחוצים לטיפול בהתחדשויות, ובכך מקטין את הצורך בהתערבות ובהפרה חוזרת של הגדה.

יוביל לשחרור פיטוטוקסינים הפוגעים בצומח מקומי. כיסוח לפני פיזור הזרעים (יולי-אוגוסט) מקטין ככל הנראה את כושר ההפצה של הקנה, אבל אינו משפיע על הביומסה התת-קרקעית. כיסוח מוקדם יותר, לפני פיזור האבקה (יוני) מקטין את כושר הרבייה וגם מחליש את הביומסה התת-קרקעית. כיסוח בסתיו יוצר מצוקת פחמימות בקני השורש, שבתורה מביאה לגידול מוחלש בעונת הגידול הבאה. כיסוח נמוך יכול לעודד נביטה של מינים מקומיים שנביטתם מדוכאת על ידי הצללת הקנה. כיסוח גבוה יכול להחליש את הקנה ולעצור את פריחתו ללא פגיעה במינים מקומיים הנמוכים ממנו. קציר הקנים מתחת לפני המים או לקראת הצפתם הממושכת בחורף יכול לגרום לתמותה חלקית של קני השורש. קציר סלקטיבי - ידני (קציר מובחן של קנה בלבד) הוכח כיעיל בעידוד התבססות של צומח מגוון ממינים מקומיים. **עקירה וסילוק** יסודיים נחשבים לשיטה יעילה, אך היא אינה מובילה בדרך כלל לסילוק מוחלט של הקנה. כל קנה שורש שנותר בשטח מחזיק בפוטנציאל התחדשות עתידית. כמו כן, עצם פעולת העקירה והסילוק גורמת להפרה של הקרקע, ומשאירה כמויות גדולות של קרקע, קנים וקני שורש שיש לסלק מהשטח. פתרון אחר הוא **חיטוי סולארי**, שבו ערמות חומר החפירה עוברות קומפוסטציה ומוחזרות ללא זרעים חיים או קני שורש פעילים לשטח. עם זאת, פיתוח שיטה כזו דורש מחקר ייעודי שטרם בוצע. באשר ל**רעייה**, הקנה אינו הצמח המועדף במרעה על ידי בקר וצאן, אך החיות מוכנות לאכול אותו, ובעיקר את הנצרים הצעירים, כאשר אין בשטח המרעה חלופה טובה יותר.

סיכום והמלצות

וגם מבחינת הסביבה הפיזית והאנושית שקטע הנחל המדובר נמצא בה:

1. **חלופה אקו-הידרולוגית** – בחלופה זו תישמר רצועת נחל רחבה יחסית בתוספת מיתון גדות וטיפול של מורכבות מבנית ככל הניתן, כפי שנעשה במידה רבה בחלקים של נחל השלושה בקטע שבין כביש 6 למסילת הברזל המערבית. לחלופה זו יתרונות משמעותיים: בהיבט הניקוז יש יתרון לעיכוב הנגר באירועי גשם גדולים. רצועת הנחל הרחבה פותחת גם אפשרויות לאיגום במאגרי

קנה מצוי הוא מין בר במערכות טבעיות בישראל. עם זאת, בשטחים מופרים הביולוגיה הייחודית שלו מעניקה לו יתרון תחרותי עצום על פני צומח בר או צומח חקלאי, והוא הופך אגרסיבי ומתפרץ באופיו. העומדים הצפופים הנוצרים מעמידים אתגר למנהלי השטח בהיבטי ניקוז ובהיבטים חקלאיים. הכלים לטיפול בבעיות מוגבלים כיום ביעילותם, ויש להם מחיר כלכלי וסביבתי גבוה. לקטעי הנחל באזור השפלה ניתן להציע כמה חלופות עקרוניות לממשק, שהבחירה ביניהן כמובן תלויה הקשר, גם מבחינת מטרות הממשק

נחותה, שכן היא מחייבת הפרה מתמדת של בית הגידול ופגיעה חוזרת ונשנית גם בצומח וגם במרקם הקרקע של הנחל. לחלופה זו מחיר כלכלי גבוה, ונראה שרשות הניקוז מתקשה לבצעה לאורך זמן. מסתמן שלאורך השנים יש ירידה מסוימת בנכונות של רשות הניקוז לבצע השקעות גדולות שמסייעות לעיבוד החקלאי אבל פוגעות קשה בתפקודים אחרים של הנחל.

3. **חלופות משולבות, במרחב ובכללי ניהול –**

בשנים האחרונות נוצר צורך בחלופה שתאפשר זרימה של ספיקות קטנות ובינוניות בתוך רצועת הקנים, ותמנע זליגה של הנגר לשטחים החקלאיים בשולי הנחל, ללא פגיעה בכל שטח רצועת הנחל וחישת הקנים. ככל הנראה, כדי שתישמר אפשרות לפתיחת ערוץ זרימה בתוך רצועת הקנים, צריך לבנות תעלה מחומרים קשיחים, שתאפשר כניסה של כלי עבודה מכניים לפתיחת ערוץ זרימה בתוך חישת הקנים. חלופה זו לא נוסתה, ולא ברור אם היא אכן תביא את התוצאות הרצויות. המחקר המצומצם שנערך לא העלה כלים חדשים בעלי יעילות מוכחת לטיפול בקנה. מהספרות עולה כי ניתן לרסן אוכלוסיות של קנה באמצעות התערבות מכנית וכימית אגרסיבית. היות שקנה הוא מין בר במערכות אקוויטיות בישראל, יש לבחון את העלות הכלכלית והסביבתית הכרוכה בטיפול מוצלח לנוכח הנזק שנגרם מחלופת האפס, קרי, הכלת הקנה וויתור על שטח. אנו מקווים שהמסמך הנוכחי, שכולל מידע רב מהניסיון העולמי, לצד מחקרי המשך, יסייע בהנחת תשתית הידע שדרשת לפיתוח ממשקי קנה מצוי משופרים.

צד שנמצאים בשטחה, שיסייעו בהקטנת ספיקות שיא וימתנו הצפות במורד. בהיבט האקולוגי – הנחל הרחב משמש מסדרון אקולוגי בציר מזרח-מערב ומהווה מפלט למינים שונים של בעלי חיים. חישת הקנים אינה הומוגנית כמו שנדמה במבט שטחי: יש בה אזורים שהקנה דומיננטי בהם מאוד, בצד אזורים שיש בהם התבססות של מינים נוספים של בתי גידול לחים. חסרונה של חלופה זו הוא בצורך בגריעת שטח חקלאי. עם זאת, בחלק משמעותי של קטעי הנחל באזור המחקר נוצר גבול ברור בין רצועת הנחל לשטחים החקלאיים, שבהם הקנה מטופל בהצלחה בשילוב של ריסוסים ואמצעים מכניים. השקעת המאמץ בהתמודדות עם הקנה בשטח החקלאי הקיים בלבד זולה משמעותית ביחס לאמצעים הנדרשים לצורך התמודדות עם הקנה ברצועת הנחל. הסדרה של הניקוזים בשדה ובסביבותיו עשויה לצמצם את נזקי ההצפות מהנחל ולמנוע פגיעה בגידולים נוכח שינויים במשטר הגשמים.

2. **חלופה חקלאית – בקרב חלק מהחקלאים**

ישנה ציפייה לממשק שיעביר את המים למורד במהירות וביעילות. ממשק כזה דורש תחזוקה מתמדת: כיסוח הקנה מספר פעמים בשנה, חפירה, הוצאת סחף ולעיתים גם פינוי מהשטח. הממשק מאפשר פעילות חקלאית סדירה, עם פחות נזקים והפרות. השטח החקלאי מוצף רק לעתים נדירות ובאירועים חריגים, ולאורך רוב השנים הפעילות החקלאית יכולה להתקיים בו עם הפרעות מעטות במרבית חודשי השנה. עם זאת, לחלופה הזו יש גם כמה חסרונות. שחרור מהיר של הנגר במעלה תורם להצפות במורד. מבחינה אקולוגית זו חלופה

האם צמחיית הבר היא המפתח לפתרון מחלת הציהבון בכרם?

ורד נאור, מכון שמיר למחקר
רקפת שרון, מו"פ צפון

רקע

Vitis vinifera). שיח אברהם הגדל בר בסביבת נחלים, הוא הפונדקאי המועדף על הציקדה, והיא משלימה עליו את מחזור חייה (Sharon et al., 2005). הגפן נדבקת במחלת הציהבון בעת שהציקדה ניזונה ממנה. מחלת הציהבון בכרם גורמת נזקים כבדים למגדלים בארץ ובעולם, וכיום אי אפשר לפתור אותה בהדברה. החיידק FRD (*Frateuria defendens*) שבודד ממערכת העיכול של הציקדה, נמצא כאנטגוניסט לפתוגן (Naor et al., 2021). אנו משערים ש-FRD הוא גורם נוסף במערכת האקולוגית הקשורה למחלת הציהבון. עם זאת, בישראל פונדקאי הבר הצמחיים של הפתוגן אינם ידועים, ועד כה לא נערך מחקר לאיתור פונדקאי הבר של FRD.

שטחי החקלאות הנרחבים הם חלק בלתי נפרד מהמערכת האקולוגית, ולכן קיימות השפעות הדדיות בין החקלאות לסביבה. רמת הגולן והגליל הם חבלי ארץ שיש בהם שטחים נרחבים של כרמים, המצויים בסביבת שמורות טבע ושטחים פתוחים. במערכת האקולוגית הזו בישראל מתקיימים יחסי גומלין בין החיידק פיטופלזמה מטיפוס סטולבור הגורם למחלת הציהבון בגפנים, הציקדה הפוליפאגית עפרונית החבלבל (*Hyalesthes obsoletus*) הנושאת את גורם מחלת הציהבון, ומספר פונדקאים צמחיים (Sharon et al., 2015). הפונדקאים הצמחיים הידועים בישראל הם שיח אברהם מצוי (*Vitex agnus castus*) והגפן

מטרת המחקר

- לבחון הימצאות של FRD ופיטופלזמה במיני בר שהציקדה עפרונית החבלבל נמצאה עליהם בעבר, ושחיים בתקופת התעופה הסתוית שלה.
- לקשר בין נוכחות FRD בפונדקאי הצמחי לבין נוכחות פיטופלזמה מקבוצה XII (סטולבור) המזוהה כפיטופלזמה הפתוגנית בגפנים בישראל.

שיטות המחקר

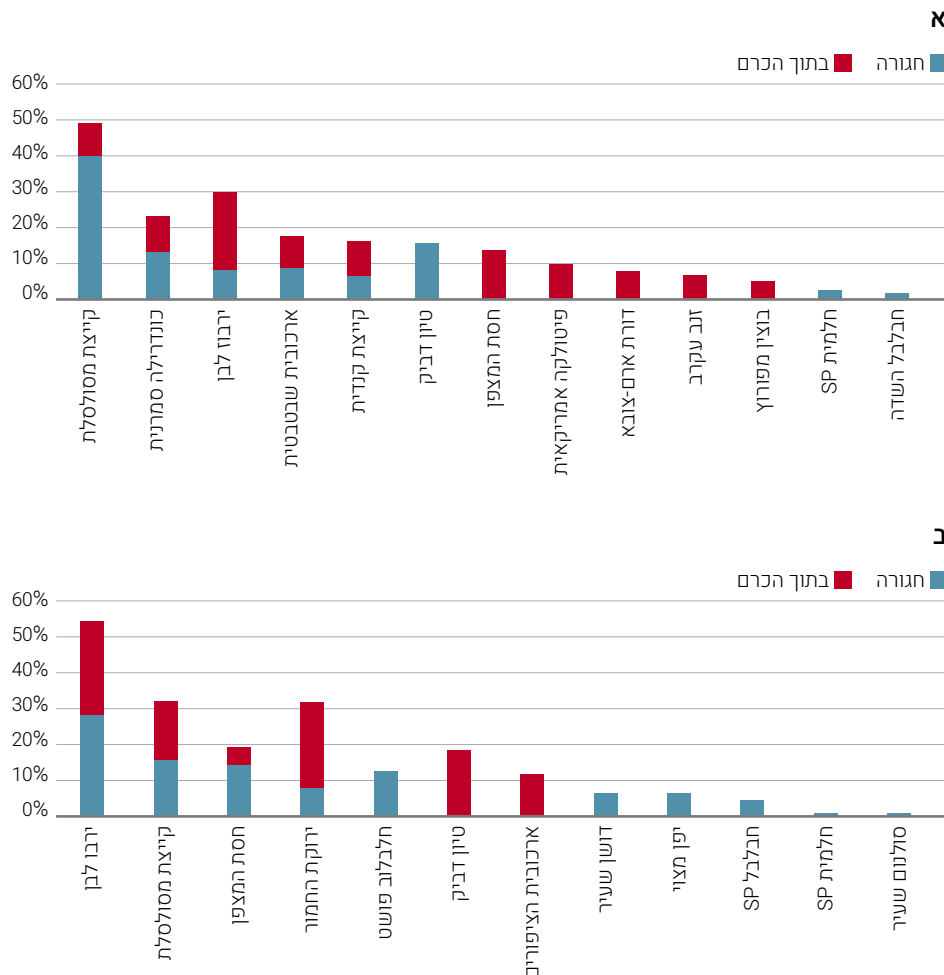
אספו מעל 800 דגימות מ-26 מיני צומח בשש חלקות גפן ברמת הגולן. הדגימות נאספו בסתיו, בעת עונת התעופה השנייה של הציקדה המעבירה, בתוך החלקה ומסביבה. זיהוי FRD ופיטופלזמה ברקמה הצמחית נעשו בשיטות מולקולריות באנליזת PCR, nested PCR ו-PCR-q.

תוצאות ומסקנות

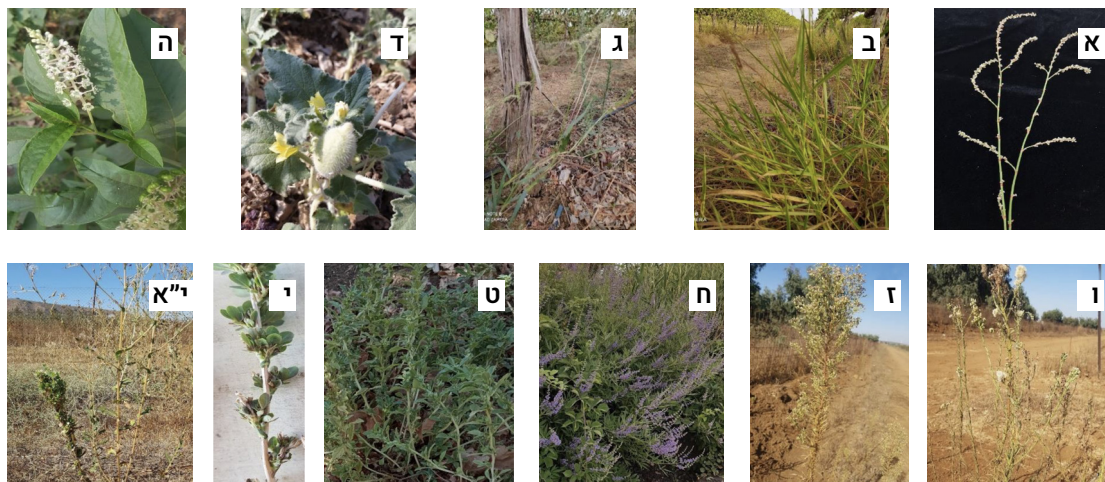
הדגימות נאספו מ-15 משפחות בוטניות שכללו 20 מיני בר וחמישה מיני תרבות. הדגימות נאספו מ-12 מינים חד-שנתיים ומ-14 מינים רב-שנתיים (עשבוניים רב-שנתיים, שיחים ועצים). התפלגות המינים הראתה הבדל במגוון המינים הגדלים בצפון הגולן לעומת דרום הגולן. 11 מינים נמצאו רק בצפון הגולן, שמונה מינים נמצאו רק בדרום הגולן ושבעה מינים נמצאו גם בצפון וגם בדרום (איור 1). בארבעה מינים נמצאו תוצרי הגברה שהעלו את החשד להימצאות FRD ברקמה, אולם בבחינה מעמיקה לא נמצאה הוכחה לנוכחות FRD בסבירות גבוהה. תוצרי הגברה לפיטופלזמה כללית התקבלו בכמחצית (14/26) מכלל המינים שנדגמו, ובשניים מהמינים החשודים נמצאו פרטים עם תסמינים מורפולוגיים החשודים לפיטופלזמה (איור 2). בדגימות

אלה נמצאו טיפוסים פיטופלזמה לא פתוגניים לגפן, בדומה לממצאי הסקר הקודם (Dafny-Yelin, 2015). עם זאת, בסקר הנוכחי נמצאה פיטופלזמה במינים אחרים מאלה שנמצאו בסקר הקודם, למעט שיח אברהם. כמו כן, בסקר הנוכחי זוהתה בשיח אברהם פיטופלזמה מקבוצה 16rSIX לעומת קבוצה 16rSII בסקר הקודם. בכל המינים שנמצאה בהם פיטופלזמה בסקר הנוכחי, היא זוהתה כמשויכת לקבוצות 16rSII ו-16rSIX, אך לא נמצאה פיטופלזמה מטיפוס סטולבור (16rSXII), הפתוגנית לגפן. אף על פי שלא אותר צמח המקור ל-FRD, חשוב להמשיך ולנסות לאתר אותו כדי להשלים את מרכיבי המערכת האגרו-אקולוגית הגורמת למחלת הציהובן, ולהבין את יחסי הגומלין בין הגידול החקלאי לצמחי הבר סביבו.

איור 1 | התפלגות מגוון מיני בר שנאספו בחגורת הכרם ובתוך החלקה. ההתפלגות מוצגת כאחוז הדגימות מכלל הדגימות שנאספו. א. בצפון הגולן, ב. בדרום הגולן. מספר הדגימות שנאספו שימש מדד לשכיחות



איור 2 | מיני בר שזוהו בהם חיידק הפיטופלזמה. א-ט מינים ללא תסמינים, י-יא מינים עם תסמינים חשודים (witch's broom). א. ארכובית שבטבטית; ב. דורת ארם צובא; ג. זיפן מצוי; ד. ירוקת החמור; ה. פיטולקה אמריקאית; ו. קייצת מסולסלת; ז. קייצת קנדית; ח. שיח אברהם מצוי; ט. ירבוז לבן ללא תסמינים; י. ירבוז לבן עם תסמינים; י"א. חסת המצפן; מימין מופע נורמלי, משמאל תסמינים חשודים לפיטופלזמה.



מקורות

Dafny-Yelin M, Orbach D, Zahavi T, Sharon R, Brudoley R, Barkai RS, Tomer M, Sofer-Arad C, Weintraub PG, Mawassi M, and Naor V. 2015. Searching host plants of phytoplasmas associated with yellows disease in Israeli vineyards. *Phytopathogenic Mollicutes* **5**(1S): S73.

Naor V, Zahavi T, Barkai R, Weiss N, Mozes-Daube N, Dror O, Finklstien C, Ahron S, Bahar O, Zchori-Fein E, and Iasur-Kruh L. 2021. *Frateuria defendens* reduces yellows disease symptoms in grapevine under field conditions. *Vitis* **60**(3): 109-117.

Sharon R, Harari AR, Zahavi T, Raz R, Dafny-Yelin M, Tomer M, Sofer-Arad C, Weintraub PG, and Naor V. 2015. A yellows disease system with differing principal host plants for the obligatory pathogen and its vector. *Plant Pathology* **64**: 785-791.

Sharon R, Soroker V, Wesley D, Zahavi T, Harari AR, and Weintraub PG. 2005. *Vitex agnus-castus* is a preferred host plant for *Hyalesthes obsoletus*. *Journal of Chemical Ecology* **31**: 1051-1063.

השפעת כתמים טבעיים ופרוקי- רגליים המצויים בהם על יבול החיטה במערכת שיתוף מרחבי אגרו-אקולוגית

ליטל עוזרי, המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
גיא רותם, המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
עופר עובדיה, המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
ירון זיו, המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

רקע כללי ומטרות המחקר

הגידולים החקלאיים ובאופן כללי על שירותי המערכת האקולוגית (Nicholls and Altieri, 2013; Pisanty and Mandelik, 2015). כל אלה יכולים לתרום להגדלת התוצרת החקלאית המתקבלת ליחידת שטח. עם זאת, כתמים טבעיים הסמוכים לשדות חקלאיים עלולים להשפיע באופן שלילי על היבול והתפוקה החקלאית הן בשל הקטנת השטח החקלאי הן דרך מתן מקלט למיני מזיקים של גידולים חקלאיים (Tschamtket et al., 2011; Kramer et al., 2007). כמו כן, לא ידוע מהו טווח ההשפעה של הכתמים הטבעיים על פרוקי הרגליים בתוך השדה החקלאי. יש לחקור אם וכיצד שיתוף מרחבי יכול לשמש כלי יעיל לשמירת המגוון הביולוגי במערך שדות חקלאיים ובו-בזמן להגביר את התפוקה החקלאית ליחידת שטח.

מטרת המחקר היא להבין את השפעת הכתמים הטבעיים על חברת פרוקי הרגליים בשדות החקלאיים (חיטה) הסמוכים להם, ואת השפעת חברת פרוקי הרגליים הקיימת בשדה החקלאי ובכתם הטבעי הסמוך לו על התוצרת החקלאית (חיטה) ועל התועלת לחקלאי.

גידול האוכלוסייה האנושית דורש להגביר את ייצור המזון בשטחי החקלאות הקיימים, כמו גם להגדילם על חשבון שטחים טבעיים (Foley et al., 2011). מצב זה מחריף את הקונפליקט הקיים בין הצורך בשטחים חקלאיים לבין הצורך לשמור על מערכת אקולוגית בריאה ומתפקדת, הכוללת מגוון מינים האופייני לבתי הגידול של המערכת האקולוגית. שיתוף מרחבי (Land sharing) הוא אחד היישומים המקובלים בעולם לשימור מרחבים המאגדים בתוכם כתמי בית גידול טבעיים בינות לשטחים החקלאיים (Tschamtket et al., 2012). מינים טבעיים שאינם יכולים להתקיים בשטחים החקלאיים מוצאים מקלט בכתמים הטבעיים, שמאפשרים להם לשרוד ולהתרבות (Yaacobi et al., 2007; Gaigher et al., 2015). השטחים הטבעיים מספקים גם משאבים, שומרים על אוכלוסיות של טורפים טבעיים ובכך תומכים בהדברה ביולוגית (Schmidt et al., 2005). נוסף על כך, הכתמים תומכים במקרים רבים במגוון מאביקים שמתקיימים בהם בתקופות שאין גידולים התלויים בהאבקה, ויכולים להשפיע בצורה חיובית על האבקה

תיאור הניסוי

פרוקי רגליים שוכני קרקע (Mesmin et al., 2020). כדי לכמת את הרכב חברת פרוקי הרגליים בכתמים הטבעיים מיקמנו בכל אחד מהם 30 מלכודות נפילה במרחק של חמישה מטרים מהגבול עם השדה, במערך של שלוש שורות, עשר מלכודות בכל שורה במרחק של מטר אחד ביניהן.

דגימת חיטה

במהלך הקציר נלקחו בנפרד 50 שיבולים ממרכז כל ריבוע חיטה, בכל מערך דגימה (סך הכול $9 \times 17 = 153$ ריבועי חיטה). כל שיבולת נשקלה בנפרד ועברה דיש ידני לאחר ייבוש ב- 60°C למשך 48 שעות. לאחר הדיש נספרו ונשקלו (Grains' Weight) הגרגירים לכל שיבולת (GPS).

ניתוח נתונים

עד כה נשקלו 10 שיבולים מכל חזרות הניסוי וכל דגימות חברת פרוקי הרגליים מחודש פברואר. בימים אלה שאר השיבולים והדגימות עוברות שקילות וזיהוי בהתאמה. כדי להבין מה ההשפעה של חתכי הדגימה והסילוק על יבול החיטה ביצענו מבחן GLMM עם שלושה משתנים קבועים - מרחק מהכתם (distance), דגימה (sampling) וסילוק (removing) - ומשתנה רנדומלי, מספר השדה (field). מבחן זה בוצע עבור ארבעת משתני החיטה: (א) מספר גרגירים לשיבולת, (ב) מסת הגרגירים, (ג) יחס מסת הגרגירים למסת השיבולת, (ד) יחס מספר גרגירים לשיבולת למסת הגרגירים.

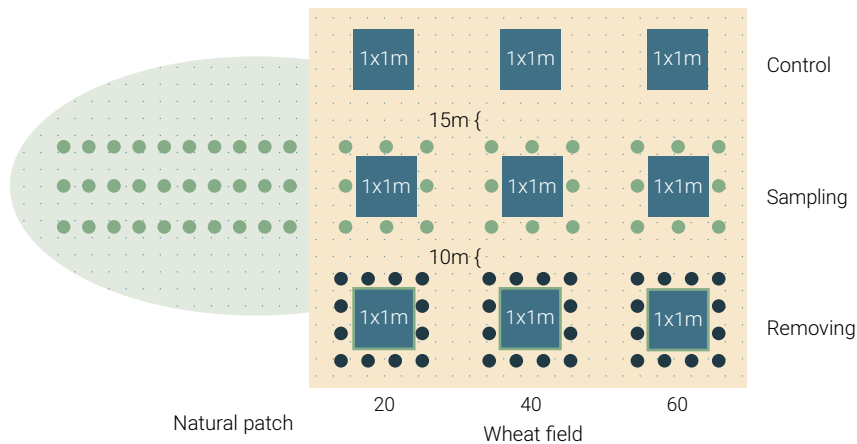
אזור המחקר

באזור קיבוץ בית ניר, בדרום שפלת יהודה, מגדלים גידולים בחקלאות אינטנסיבית. בתוך מערך השדות החקלאיים כלולים כתמים טבעיים ובהם מגוון ביולוגי עשיר. שיתוף פעולה ארוך-טווח והדוק בין המעבדה לאקולוגיה מרחבית לבין חקלאי בית ניר והמועצה האזורית יואב מאפשר בחינה של סוגיות אגרו-אקולוגיות הקשורות לשמירת המגוון הביולוגי לצד גידול התוצרת ויצרנות חקלאית.

תכנון הניסוי

באזור שטחי העיבוד החקלאיים נבחרו 17 שדות חיטה הצמודים לכתמים טבעיים (מערך שדה-כתם, איור 1). כל מערך הכיל שלושה חתכי ניסוי שנמתחו אל תוך השדה. בכל חתך הוגדרו שלושה ריבועי דגימת חיטה (להלן, ריבועי חיטה) בשטח של מטר על מטר, במרחקים שווים מהגבול עם הכתם הטבעי (20, 40 ו-60 מטר). לפיכך, כל מערך כלל תשעה ריבועי חיטה. חתך אחד נשאר ללא התערבות לכל אורך הניסוי והיווה ביקורת (Control). סביב ריבועי החיטה בחתך השני נחפרו שמונה מלכודות נפילה יבשות, הניתנות לכיסוי עם מכסה. מחודש פברואר הן נפתחו אחת לחודש ל-72 שעות לצורך דגימה (Sampling). אספנו את פרוקי הרגליים שהצטברו במלכודות ושימרנו אותם במעבדה באתנול (70%) עד לזיהוי. מסביב לריבועי החיטה בחתך השלישי נחפרו 12 מלכודות נפילה רטובות ובהן חומר משמר (Removing). מסביב לריבועי החיטה בחתך זה התקנו גדר מפלסטיק שנחפרה בתוך האדמה כדי לסלק

איור 1 | דגימת פרוקי רגליים במערך שדה-כתם



הרכב החברה כתלות במרחק מהכתם ביצענו אורדינציה מסוג NMDS. כדי לבחון את המובהקות של ההבדלים הנצפים ביצענו מבחן PERMANOVA. כדי להבחין אילו קבוצות טקסונומיות מבין המינים הן התורמות להבדלים בהרכב החברה, ביצענו מבחן SIMPER שמדרג את מידת התרומה לשונות בהרכב החברה של כל מין שנמצא.

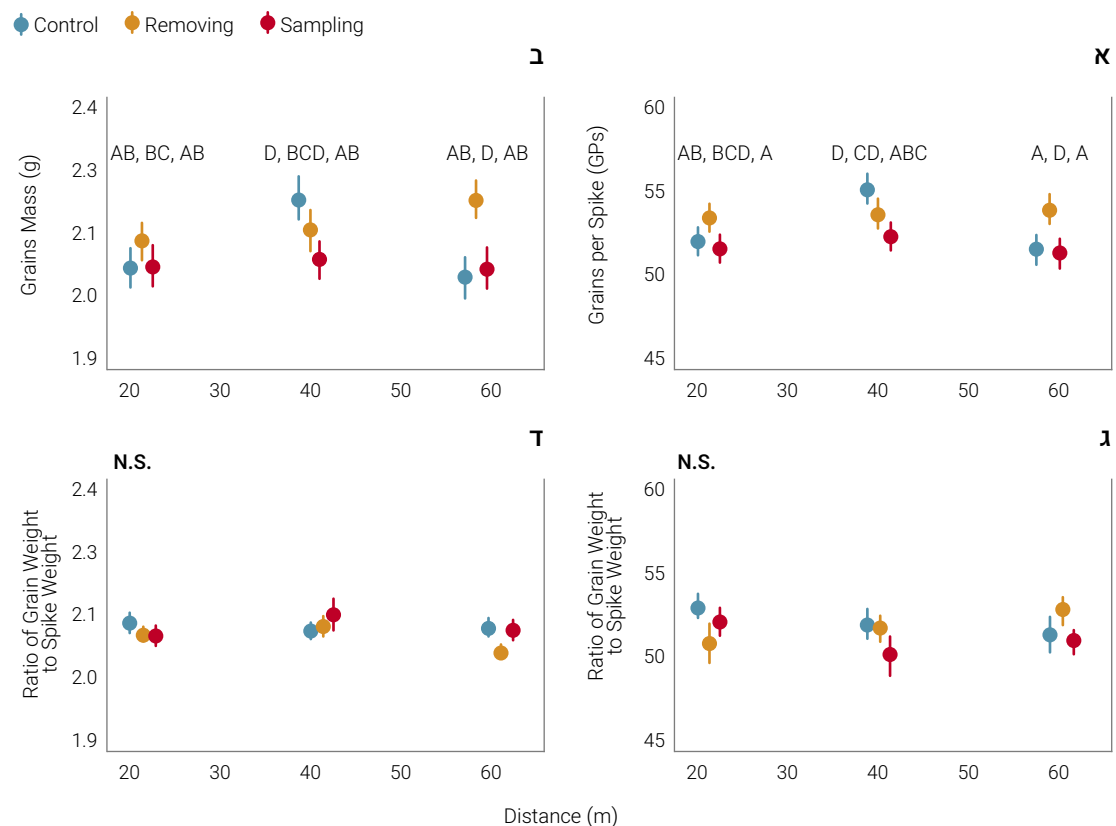
עבור נתוני חברת פרוקי הרגליים ביצענו תחילה הערכה של מספר המינים (species richness) בהתאם למספר הפרטים שנאספו. נוסף על כך, חישבנו את מדד מגוון המינים Fisher's Alpha עבור כל דגימה וביצענו מבחן GLMM שבו המשתנה הקבוע היה מרחק מהכתם והמשתנה הרנדומלי היה השדה. כדי להראות את

תוצאות

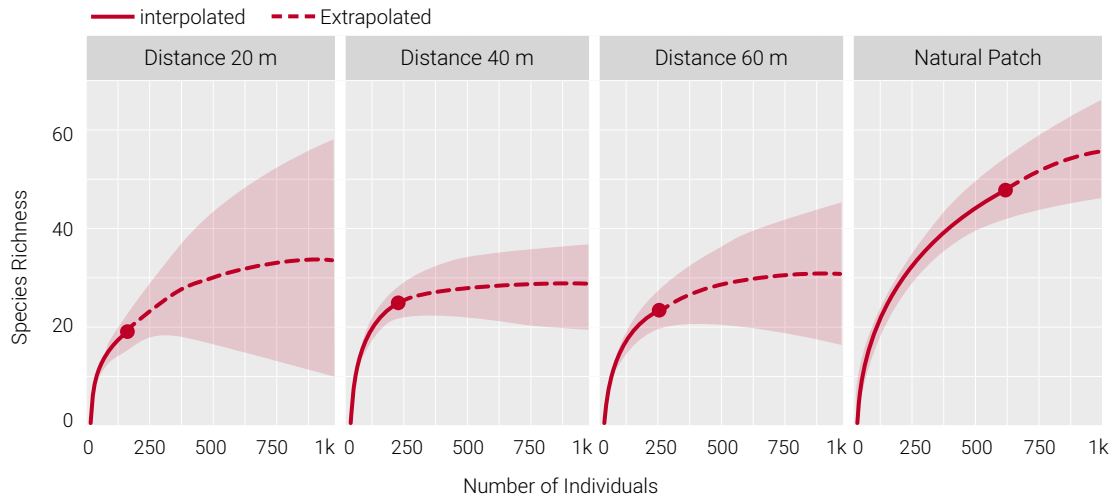
באופן מובהק ממספרם בביקורת ($p=0.047$, איור 2ב). האומדן להבדל בין כמות הגרגירים בעקבות הטיפול עומד על שני גרגירים לשיבולת. הערכנו את כמות השיבולים הקיימת בכל ריבוע בכ-500 שיבולים. לפיכך, קיים הפרש של כ-1,000 גרגירים לריבוע בין טיפול הסילוק לביקורת. לאחר שקילה מצאנו כי הבדל בבימוסה של גרגירי החיטה בין הסילוק לביקורת בריבוע של 1×1 מטר עומד על 480 גרם.

א נמצאה השפעה מובהקת של מרחק מהכתם הטבעי על משתני החיטה: מספר הגרגירים בכל שיבולת, מסת הגרגירים בכל שיבולת, יחס בין מסת הגרגירים למסת השיבולת ויחס בין מספר הגרגירים למסה שלהם (איור 2 א-ד, בהתאמה). אולם, מצאנו כי בטיפול הסילוק הייתה עלייה מובהקת במספר הגרגירים לשיבולת ($p=0.027$, איור 2א) ובבימוסה שלהם ($p=0.027$, איור 2ב). נוסף על כך, מצאנו כי מספר הגרגירים לשיבולת בחתך הדגימה היה נמוך יותר

איור 2 | חתכי הניסוי השונים במרחקים שונים לתוך השדה. (א) מספר גרגירים לשיבולת, (ב) מסת הגרגירים, (ג) יחס מסת הגרגירים למסת השיבולת, (ד) יחס מספר גרגירים לשיבולת למסת הגרגירים. האותיות הלועזיות מייצגות קבוצות השונות אחת מהשנייה באופן מובהק סטטיסטית.



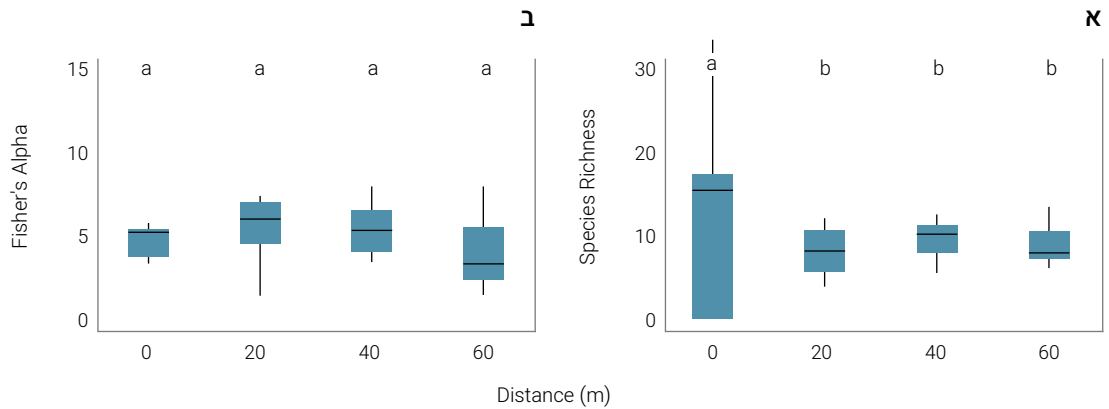
איור 3 | מספר המינים כתלות במספר הפרטים במרחקים שונים מהכתם הטבעי. 0: בתוך הכתם; 20, 40, 60: מרחקים שונים בתוך השדה. הקווים הרציפים מציינים את מספר המינים הקיימים והקווים המקווקווים מציינים תיקון הטיה של מספר המינים למאמץ הדגימה.



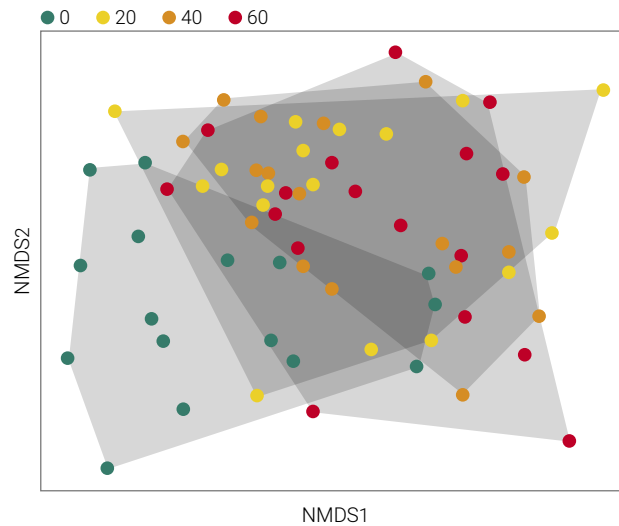
שבה ניתן להציג את הרכב החברה (המינים השונים ושכיחותם) על שני צירים בלבד (איור 5). כל נקודה באיור מייצגת חברה במיקום מסוים, והקרבה שלה לחברה אחרת מייצגת את הדמיון ביניהן. רמות ה-stress של האורדינציה (0.164 ו-0.158, 0.215) העידו על התאמה טובה יחסית לגרף דו-ממדי. כמו כן, מבחן PERMANOVA, הבוחן אם חברת פרוקי הרגליים מושפעת מהמרחק מהכתם הטבעי, הראה כי הרכב חברת פרוקי הרגליים משתנה באופן מובהק כתלות במרחק מהכתם הטבעי ($p=0.001$) וכתלות בזמן הדגימה ($p=0.001$), אך לא נמצאה אינטראקציה בין הזמן למרחק מהכתם ($p=0.578$).

עד כה ספרנו 1,624 פרטים של פרוקי רגליים מתוך 25 ריבועי דגימת פברואר. איור 3 מציג את הצטברות מספר המינים עם עלייה במספר הפרטים עם תיקון ההטיה של מאמץ הדגימה. נראה כי מספר המינים גבוה בכתמים הטבעיים יותר מבשדה. קיים הבדל בין מספר המינים במרחקים שונים – מספר המינים במרחק 20 מטר מהכתם גבוה יותר ממספר המינים במרחקים 40 ו-60 מטר מהכתם. ללא תיקון ההטיה, מספר המינים בכתמים הטבעיים גבוה באופן מובהק ממספר המינים בשדה (איור 4). עם זאת, מגוון המינים דומה בכתם ובשדה (איור 4). כדי להבחין בהבדלים בין המרחקים השונים ביצענו אורדינציה מסוג NMDS, עבור כל תאריך דגימה,

איור 4 | מדדים למגוון מינים בחברת פרוקי הרגליים. עושר המינים (א); מגוון המינים (ב) במרחקים השונים מהכתם הטבעי. אותיות לועזיות מייצגות קבוצות השונות אחת מהשנייה באופן מובהק.



איור 5 | Non-metric Multidimensional Scaling של נתוני חברת פרוקי הרגליים במערך הדגימה בחודש פברואר. הצבעים השונים מייצגים את המרחק מהכתם הטבעי שהדגימות נלקחו ממנו (ירוק: הכתם עצמו, צהוב: 20 מטר, כתום: 40 מטר, אדום: 60 מטר, stress=0.215).



אותן ארבע קבוצות טקסונומיות: Carabid, Araneae, Diplopoda ו-Malacostraca כ-13%, 15%, 11% ו-8% לחוסר הדמיון שנמצא בהרכב החברה, בהתאמה.

כדי למצוא את המינים שתורמים להבדל הנצפה בהרכב חברת פרוקי הרגליים כתלות במרחק מהכתם הטבעי, ביצענו מבחן SIMPER. בכל ההשוואות בין הכתם הטבעי לשלושת המרחקים בתוך השדה תרמו

דיון ומסקנות

(איור 4א). לעומת זאת, כאשר מנטרלים את ההשפעה של מספר הפרטים הכולל בכל בית גידול ובכל מרחק, לא ניתן למצוא הבדל מובהק במגוון המינים בין הכתם הטבעי לחקלאי או כתלות במרחק מהכתם הטבעי (איור 4ב). כלומר, ייתכן כי עושר המינים הגבוה שנמצא בכתם הטבעי נבע ממספר גדול יותר של פרטים שנתפסו שם. כאשר בוחנים את הרכב חברת פרוקי הרגליים (איור 5), רואים כי ישנה חפיפה בהרכב החברה בין המרחקים השונים, ומעט מאוד חפיפה בהרכב חברה זו בין הכתם הטבעי לשדה החקלאי.

לסיכום, סילוק של פרוקי הרגליים גורם לעלייה מובהקת ביבול החיטה. כדי להבין את המנגנון שעומד בבסיס התוצאות יש לסיים את תהליך זיהוי כל פרוקי הרגליים ואת ניתוח הרכב חברת פרוקי הרגליים והקבוצות הפונקציונליות בכתם הטבעי בהשוואה לשדה החקלאי במרחקים שונים. נוסף על כך, שקילה והערכה של מספר הגרגירים והמסה שלהם בחתכים השונים יאפשרו אומדן מדויק יותר של הקשר בין פרוקי הרגליים לבין הערך הכלכלי של תוספת החיטה.

מחקר זה חקרנו את השפעת חברת פרוקי הרגליים בכתמים הטבעיים ובשדה על יבול חיטה, תוך בחינת השפעת המרחק מהכתם הטבעי אל תוך השדה. טיפול הסילוק הביא לעלייה מובהקת ביבול החיטה בהשוואה לביקורת. באופן פרטני, מספר גרגירי החיטה בשטח של 1 מ"ר בטיפול הסילוק היה גדול ב-1,000 גרגירים ממספרם בטיפול הביקורת – הפרש המתורגם ל-480 גרם של גרגירי חיטה. נראה כי מניעה של כניסת מזיקים מיטיבה עם גדילת החיטה ומורידה את העקה שהם משרים בגדילת הצמח.

באופן מפתיע מספר הגרגירים לשיבולת בחתך הדגימה היה נמוך יותר ממספרם בטיפול הביקורת. ניתן לייחס זאת לפעילות הדגימה החודשית שבה נפתחו המלכודות לשלושה ימים, ובסופם נאספו פרוקי הרגליים. במסגרת פעילות זו משתתפי המחקר הלכו לאורך החתך, וייתכן שהפעילות האנושית השפיעה באופן שלילי על היבול שנמצא בתוך ריבועי הדגימה.

כאשר בוחנים את מדדי חברת פרוקי הרגליים נראה שמספר המינים בכתמים הטבעיים גבוה באופן מובהק ממספר המינים בתוך השדה, ללא קשר למרחק מהכתם

מקורות

Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ, and Kremen C. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters* **14**: 922-932.

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockström J, Sheehan J, Siebert S, Tilman D, and Zaks DPM. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* **478**: 337-342.

Gaigher R, Pryke JS, and Samways MJ. 2015. High parasitoid diversity in remnant natural vegetation, but limited spillover into the agricultural matrix in South African vineyard agroecosystems. *Biological Conservation* **186**: 69-74.

Mesmin X, Cortesero A-M, Daniel L, Plantegenest M, Faloya V, and Le Ralec A. 2020. Influence of soil tillage on natural regulation of the cabbage root fly *Delia radicum* in brassicaceous crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **293**: 106834.

Nicholls CI and Altieri MA. 2013. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **33**: 257-274.

Pisanty G and Mandelik Y. 2015. Profiling crop pollinators: Life history traits predict habitat use and crop visitation by Mediterranean wild bees. *Ecological Application* **25**: 742-752.

Schmidt MH, Roschewitz I, Thies C, and Tschardtke T. 2005. Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. *Journal of Applied Ecology* **42**: 281-287.

Tschardtke T, Bommarco R, Clough Y, Crist TO, Kleijn D, Rand TA, Tylianakis JM, Nohuys SV, and Vidal S. 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* **43**: 294-309.

Tschardtke T, Clough Y, Wanger TC, Jackson L, Motzke I, Perfecto I, Vandermeer J, and Whitbread A. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* **151**: 53-59.

Yaacobi G, Ziv Y, and Rosenzweig ML. 2007. Effects of interactive scale-dependent variables on beetle diversity patterns in a semi-arid agricultural landscape. *Landscape Ecology* **22**: 687-703.

ABSTRACTS

Governing the tension between solar farms and agricultural land use

Itay Fischhender, The Hebrew University of Jerusalem

Telia Osherat, The Hebrew University of Jerusalem

Asaf Arnon, The Hebrew University of Jerusalem

The use of both distributed and utility-scale solar energy (USSE) has increased substantially over the past decade, with many countries specifically integrating photovoltaics (PV) into their national energy generation portfolios. However, USSE projects sometimes create land-use competition with other landscape practices. This is particularly true for the agricultural sector, especially since croplands also provide optimal conditions for solar PV generation. To reduce this tension between agriculture and clean energy the regulator in Israel has put a cap of 25 ha for land plots allocated to solar energy given to a single agrarian settlement. However, these settlements may bond together and unify land plots allocated to solar farms. They may also swap agricultural land.

The outcome may be massive solar farms that may erode ecological and landscape values. Given this background, the aim of this proposal is to 1) identify the extent along time and space of solar farms that are built on agricultural land in Israel; 2) identify the extent along time and space of unifying and swapping of land plots to form large solar farms to build on agricultural land in Israel; 3) identify the responses of the regulator to these risks. The results will be used to tailor a better institutional design that can provide a balance between solar energy development and agricultural production.

It was found that there are 178 plans to build solar farms, the majority of them over agricultural land. 119 of them were approved, and the rest of the plans are in the planning pipeline. The approval rate of those plans is not constant in terms of time and space. As time goes by, the agricultural footprint of these projects increases: in the last nine years the median of all projects built over agricultural land has increased from 10% to 90%. The main focus of these plans has shifted from the south of Israel to the Jerusalem district. This implies that by large the majority of these projects are exclusively built over arable land. It was also found that there were at least 13 approved plans that were based on unification or land swap of land plots. There are more in the pipeline. All these plans included land allotments of between 42 ha to 250 ha. The larger the size of the plan, the more settlements it includes. The majority of plans are based on land swapping rather than on the unification of land. It takes at least two years for a plan to be approved. The smaller the plan, the less time it takes to approve it. All plans discussed were approved, but for the majority of them, there were conditions for approval. In conclusion, the findings point to either a lack of high capacity or a lack of substantive will from the Ministry of Agriculture to address this problem. To what extent this trend poses a risk to food security or the agricultural landscape, is a research topic to be further explored.

Cover crops as an alternative to herbicide application in field crops and their effect on weed dynamic in space and time

Gal Rozenberg, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technion; Department of Plant Pathology and Weed Research, Volcani Center

Yohay Carmel, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technion

Lior Blank, Department of Plant Pathology and Weed Research, Volcani Center

Herbicide application is a commonly used tool for weed control in agriculture. Excessive herbicide use has environmental, health, and economic consequences. In recent years, cover crops have been presented as an emerging ecology practice. Cover crops are plants that are sown during the period between the harvest of one crop and the sowing of the next, and are used to cover the soil until the crop is established. Studies showed that cover crops provide a variety of environmental and ecological benefits, such as supporting biodiversity, preventing soil erosion, and enriching the soil with organic matter. Recently, the use of cover crops was also suggested as a sustainable weed management practice. The objective of this study was to quantify the effect of cover crops on weed species density, cover, biomass, and composition as well as their effect on the weed distribution before and after crop sowing. The study was carried out in the Model Farm for Sustainable Agriculture located in Neve Yaar research center. The cover crops were planted in five 1,000 sqm plots. Additional five plots were managed according to conventional practice, without cover crops.

In each plot, weed coverage was estimated and weed individuals were counted per species in 65 georeferenced quadrats (0.5×0.5 m) that were laid in a grid-like pattern (10×10 m). To measure weed biomass, 10 additional quadrats were sampled randomly in each plot. We found a significant reduction in weed density before the corn was sown in the cover crops plots compared with the control treatment. However, a statistically significant difference was not observed between the two treatments for weed cover or biomass. Two weeks after the corn had been sown, all three weed indices were found to be significantly lower in the cover crops plots, even though herbicide usage had been reduced in these plots. In addition, the composition of weeds varied depending on the sampling time and treatment. In the cover crops treatment, weed species composition shifted from cool-season species, before sowing the crop, to warm-season species, after sowing the crop. Warm-season weeds dominated the control treatment since the first sampling. This study demonstrates that cover crops can provide an ecological alternative to common weed management practices in agricultural areas.

Interactions between commercial bumblebee colonies and crop plot margins in the northern Golan

Moshe Nagari, Shamir Research Institute, The University of Haifa, Katzrin

Tamar Keasar, Biology and the Environment, University of Haifa – Oranim, Tivon

Nitsan Nachtom, Evolutionary and Environmental Biology, University of Haifa, Haifa

Bees are the most important group of animal pollinators. They forage for pollen and nectar as their sole food source, and in the process they pollinate flowers and facilitate the production of seeds and fruits. Farmers typically rely on commercial pollinators – mainly honeybees (*Apis mellifera*) and buff-tailed bumblebees (*Bombus terrestris*) – for crop pollination. However, wild local bees also provide crucial pollination services for both crops and wild plants. Wild pollinators are facing worldwide declines, partly because of competition with commercial bees. In recent years, the use of commercial bumblebee colonies has expanded from greenhouse enclosures to open orchards, specifically Rosaceae crops. Bumblebees are annual social bees, living in colonies that initially produce sterile workers and later switch to producing reproductive males and queens. Colonies reaching the reproductive phase with larger worker populations collect more pollen and contribute more to crop pollination. Because of their social structure and adaptation to cold weather, bumblebees may compete and exclude local bee species. If the bumblebees forage outside the planted plots to diversify their diet, the pollination services provided to crops, the local bee populations around the plot margins, and wildflower pollination might all be negatively affected. Here, we tested the following hypotheses: 1. Bees from commercial colonies in crop plots forage on wildflowers outside the plots. 2. Bumblebee foraging outside the plots negatively affects wild pollinator

activity and wildflower pollination. 3. Foraging on wildflowers near the plot margins benefits the colonies. We introduced colonies into three cherry plots bordering natural habitat in the northern Golan, at a density of 0.12 colonies/hectare at increasing distances from the plots' margins. We monitored colony weight, thermoregulation, and demography throughout the 2021 cherry blossom season. In addition, we sampled wild bees at different distances from the orchard during and after cherry flowering. Contrary to our expectations, we found little foraging by the commercial bumblebees outside of the orchards. The abundance of wild bees in the natural habitat increased with distance from the orchards' margins, both while the bumblebee colonies were present and after they were removed. This indicates that proximity to the plot is associated with a reduction of wild bee abundance, regardless of bumblebee presence. Distance from the orchard margins did not affect the colonies' weight gain or thermoregulation success. Nevertheless, in line with our third hypothesis, colonies placed near the plot margins had more workers and brood than colonies placed around the plots' center. Colony development and weight gain varied considerably between the three replicate plots, which differed in age, cherry cultivar, and fruit yield. This finding points to the importance of the specific orchard conditions for the bumblebees' well-being and performance. Our results so far suggest that commercial bumblebees, at the tested densities, mostly

forage within the orchards. Since wild bees avoid the orchard habitats (regardless of bumblebee presence), the risk of their competitive exclusion by bumblebees seems modest. Our further conservation recommendations are: (1) Keeping the densities of bumblebee colonies in orchards within the current guidelines of 0.1–0.2 colonies/hectare; (2) Ensuring the removal

of the commercial colonies at the end of the orchard's bloom, to prevent later dispersal of reproductives into the natural habitat; (3) making the orchard margins less hostile to local bees through reduced pesticide applications, use of selective insecticides, and spraying on windless days to minimize pesticide drift.

Do native plants hold the key to solve yellows disease in the vineyards?

Vered Naor, Shamir Research Institute

Rakefet Sharon, MIGAL - Galilee Research Institute, Northern R&D, Plant protection

Cultivated areas are integral parts of the ecological system, therefore mutual influence and interactions co-exist between the environment and agriculture systems. Vineyards in the Golan Heights and Galilee are located near open areas and nature reserves. This unique ecosystem in Israel incorporates multitrophic interactions between several known and unknown players: phytoplasma from the stolbur type – the bacteria that is the causal pathogen of yellows disease in grapevines (*Vitis vinifera*); the polyphagous cicada (*Hyalesthes obsoletus*) that vectors the pathogen; and several host plants. The known host plants in Israel are: *Viex agnus castus* – a perennial bush that grows naturally in wet habitats and which is the preferred host plant to *Hyalesthes obsoletus*; and grapevines – the cultivated crop that is infected by the pathogen. Yellows disease in the vineyards results in heavy losses to the growers and currently there is no mean to control it. Recently the bacterium *Frateuria defendens* (FRD), isolated from the guts of *Hyalesthes obsoletus*, was found to be antagonistic to the pathogen. We hypothesized that it is involved in the complex ecological system of yellows

disease. However, in spite of previous studies, the host plant of the pathogen is still unknown and studies to locate the host plant of FRD were never conducted. The objectives of this study were to look for FRD and phytoplasma in plant species that: a. *Hyalesthes obsoletus* was found on them and b. were green during flight period of the insect vector. To obtain these goals, more than 800 samples were collected from 26 plant species in six vineyards in the Golan Heights. The samples were collected between the rows and around the plot in the fall during the second flight period of the cicada. To identify the presence of phytoplasma and FRD in the plant tissue we used molecular analyses: PCR, nested PCR, and qPCR. In four species, suspected amplicons of FRD were found, but deeper analysis resulted negative. Phytoplasmas from groups 16rSII and 16rSIX were found in 14/26 plant species. However, stolbur type phytoplasma (16rSXII) was not detected. Although the source plant of FRD is still unknown, it is important to continue the search in order to complete the understanding of the agro-ecological system of yellows disease in grapevines in Israel.

Common reed in streams and agricultural areas – whether, where, when, and how an interface should be applied?

Aviv Avisar, Open Landscape Institute, Steinhardt Museum of Natural history, Tel Aviv University

Oded Cohen, Lab. for Invasive Plants, Shamir Research Institute, University of Haifa, Katzrin

Dov Goldwyn, Dov. Consult

Uri Ramon, Open Landscape Institute, Steinhardt Museum of Natural history, Tel Aviv University

Amit Medina, Moran Development and Consulting Ltd.

Sigal Oz, Moran Development and Consulting Ltd.

Uri Moran, Moran Development and Consulting Ltd.

The common reed (*Phragmites australis*) is a perennial herb from the cereal family that is characterized by cylindrical stems (reeds) and grows in riparian and other wetlands. As genetic research has progressed, it has been discovered that the widespread distribution of the common stem is characterized by broad genetic variability, with some genotypes invading different regions of the world. The local genotype in Israel is called "MED" (Mediterranean) is common on the shores of the Mediterranean Basin and is characterized by high altitude, high values of mass, and a large number of regeneration buds per reed-unit. Common reed is a wild species in natural systems in Israel. However, in man-interrupted land, its unique biology gives it a competitive advantage over wild vegetation, and it becomes aggressive and takes over large areas. The over-abounded reed poses a challenge for field managers in terms of drainage, agricultural management, and nature conservation. Its proliferating populations have a significant impact on the need for maintenance intervention in watercourses and adjacent agricultural areas. The Israel Streams and Watercourse Authorities

are under constant demand to improve drainage and to prevent flooding in neighboring fields. Despite the widespread phenomenon and the high costs of treatment, reed research in Israel is in its infancy. The existing tools for managing reed populations are limited in their efficiency and bear an economic and environmental cost

Our study illuminates common reed's unique biology, ecology, and distribution, and its diverse hydrological, economic, agricultural, and ecological impacts, and broadly discusses the cost-effectiveness of the management tools and methods. In addition to the literature review, we included field analysis, observation, and practitioner interviews. The study indicates several intervention alternatives which are case-specific to the study site. But, most importantly, the study raises an important question: Since the literature indicates that the control and restraint of the common reed can mostly be achieved by aggressive mechanical or chemical intervention, and as the common reed is an important natural wetland species in Israel, does the disruption caused by the common reed justify the use of aggressive, controversial and expensive measures?

Effects of natural habitat patches and their arthropods on wheat yield in a land-sharing agroecosystem

Lital Ozeri, Department of Life sciences, Ben-Gurion University of the Negev

Guy Rotem, Department of Life sciences, Ben-Gurion University of the Negev

Ofer Ovadia, Department of Life sciences, Ben-Gurion University of the Negev

Yaron Ziv, Department of Life sciences, Ben-Gurion University of the Negev

Human activities have modified more than 77% of the Earth's effective land surface area. Major anthropogenic changes that result in biodiversity loss have been driven by agricultural practices, which are essential for feeding the world's ever-expanding human population. Often, agricultural and natural systems are closely interconnected within the same locality, forming an 'agroecosystem'. The agroecological land-sharing approach encourages the combination of habitat areas ('natural patches') within the agricultural matrix to benefit both land uses. For example, biodiversity in natural patches may play a major role in providing ecosystem services for agricultural systems, such as pollination and biological pest-control, to enhance yield production. However, the land sharing approach requires a deep understanding of the costs and benefits of the natural patches. In this study, we used 17 natural patch-wheat field units (each has control, sampling, and removal treatments) to look for the effects of arthropods community diversity, structure, and occurrence on wheat production at different distances from

the natural patch. We found that removing arthropods increased yield in comparison to the control, at approximately 1,000 grains per 1 m² (480 gr), with no significant effect of distance. However, the sampling transects showed a decrease in wheat yield. Regarding the arthropod community structure, we found a trend of an increasing number of species closer to the natural patch. A visualization of NMDS and a PERMANOVA test show that the community structure of the natural patch is significantly different than the community inside the field, regardless of distance. We are currently evaluating the effect of the arthropod community structure (i.e., functional groups) in natural patches on wheat yield. Once all the data are available, we, together with the farmers, will evaluate the economic costs and benefits of the different treatments given the arthropods' effect on wheat yield. This study enables us to look deeper into the advantages and disadvantages of the land sharing approach from the point of view of the farmers' interest and may promote a more science-based landscape management.

האיגוד הישראלי
לאקולוגיה ולמדעי הסביבה



נקודת ח"ן
לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל



www.nekudat-hen.org.il