שטחים חקלאיים כתשתית לתפוצת אורגניזמים: מהו הערך של ענפי החקלאות השונים לקישוריות המגוון הביולוגי במרחב?

מוגש לקרן נקודת ח"ן

מאת: עמית דולב[1,2], אורית סקוטלסקי[1], רועי פדרמן[2] ויוחאי כרמל[2]

[1]מרכז יונקים ומחלקת שמירת טבע, החברה להגנת הטבע
[2]הנדסה סביבתית, הטכניון

יולי 2011

תוכן עניינים

רקע 3

חשיבות המורכבות המבנית של המרחב החקלאי לשימור מגוון ביולוגי 4

מסדרונות אקולוגיים כבסיס לקישוריות מגוון ביולוגי במרחב חקלאי 4

שיטות 6

שיטת דלפי 6

אזור המחקר 7

דירוג ענפי חקלאות 7

ניתוח אזור נבחר 8

תוצאות 10

א. השפעת מורכבות הנוף החקלאי על המגוון הביולוגי 10

ב. ענפי החקלאות השונים והשפעותיהם על מערכות אקולוגיות ומגוון מינים 15

ג. מקרה מבחן מרחבי 24

ד. השוואה למסדרונות אקולוגיים 29

דיון 31

מסדרונות אקולוגיים 32

תכנון וממשק מערכות חקלאיות 33

רשימת ספרות 35

נספח 37

רקע

השטחים הפתוחים בישראל נחשבים כאזורים חיוניים לקיומו של מגוון המינים ושלמותה של המערכת האקולוגית. שטחים אלו כוללים מחד את שמורות הטבע, יערות קק״ל ואזורים נוספים המוגנים מבחינה סטטוטורית ומהווים בסיס קיום למינים השונים, ומאידך כוללים שטחי חקלאות מענפים שונים.

ניתוח מאפייני התפוצה במרחב של קבוצות חולייתנים בסכנת הכחדה [5], הראה את חשיבותם הרבה של שטחים שמחוץ לאזורים המוגנים (שמורות טבע ושטחי קק״ל) לפעילותם של מינים שונים המצויים בסיכון (יונקים, עופות, זוחלים, דגים ודו-חיים). מרביתם של שטחים אלו הינם שטחים חקלאיים מסוגים שונים. משמעות הדבר שלאזורים אלה חשיבות רבה לפעילותם של מינים רבים, כאשר הידע אודות מידת הקישוריות/חדירות דרך אזורים אלה לא נבחנה עד כה.

סקירות ספרות שהוכנו בנושא בשנים האחרונות [21, 22] מצביעות על כיווני חשיבה שלפיהם השטח החקלאי הוא חלק אינטגראלי מהשטחים הפתוחים והמערכות האקולוגיות שהם מקיימים. באירופה מתקיימות תכניות שונות המתגמלות חקלאים על פעולות המשפרות את הערכיות האקולוגית של אדמותיהם כחלק מראייה זו. אחת הגישות המובילות בתחום זה הינה גישה המציעה לאזן בין ייצור מזון ובין שמירת טבע "Wildlife Friendly Agriculture", על-ידי תכנון נופים חקלאיים הטרוגניים ורב תפקידיים. לפי גישה זו הנוף של אזורים כפריים מעוצב כפסיפס של כתמים טבעיים (אזורי גלעין שמורים), לצד כתמים של בתי גידול חקלאיים (אזורי חיץ אנטרופוגניים). המגוון הביולוגי, החיוני לתפקוד המערכת האקולוגית, מצוי בכל הפסיפס - הן בבתי הגידול הטבעיים והן בבתי הגידול החקלאיים [22], כאשר לחקלאות יכולת לתרום לשימור של מערכת מגוונת[18]. מערכת זו עשויה לספק שירותי מערכת חשובים כהאבקה ובקרה ביולוגית. ניהול שטחים חקלאיים מתמקד לעיתים במספר מינים ותהליכים מקומיים, אבל בפרספקטיבה דינאמית וארוכת טווח, לנופים חקלאיים חשיבות רבה לאורגניזמים ומערכות שונות. מורכבות מבנית במערכת משולבת של חקלאות ושטחים טבעיים, נותנת פיצוי לשטחים עם חקלאות אינטנסיבית. באזורים שכאלה, אורגניזמים בעלי יכול הגירה גבוהה עשויים להרחיב תפוצתם דרך האזורים החקלאיים לאזורים שכנים, ובכך לקבל שטח פעילות אפקטיבי רחב יותר [18].

מתוך כך ניכר כי חשיבות שימור המערכות האקולוגיות והמגוון הביולוגי דרך ובתוך המערכות החקלאיות אמור להיות חלק מתפיסה רחבה הלוקחת בחשבון את ההשלכות של שינויים בשימושי קרקע על טווח רחב של שירותים אקולוגיים חיוניים לרווחת אדם ולקיומו. מצבם של מינים בסיכון בנופים החקלאיים הוא מדד למצבה המתדרדר של המערכת האקולוגית שעליה נסמכת המערכת החקלאית. היעלמותם של מיני דגל אלה מהנופים החקלאיים מעיד על ההתדרדרות ביכולתה של המערכת האקולוגית לספק למערכות החקלאיות שירותים אקולוגיים חיוניים, העומדים בבסיס פוריותן [22]. במצב זה נוצרת הטיה/הפרעה במערכת חקלאית, מאחר וישנם מינים רבים של בעלי חיים שנמשכים לחקלאות, כמו שפנים, נברנים, דרבנים, עטלפי פרי, תנים, בולבולים ועוד, ולעומתם מינים אחרים נדחקים ונעלמים מהמרחב החקלאי, בפרט עם העלייה באינטנסיביות שלו. רבים מהמינים שנמשכים לאזורים חקלאיים מעורבים ביצירת נזקים לחקלאות, וכפעל יוצא החקלאות ללא ספק משנה את הפיזור המרחבי של מינים אלה [3, 6, 13].

במקביל, ענפים חקלאיים שונים יוצרים מצב התומך במינים פולשים/זרים/גרים, ומהווים "קרש קפיצה" להתפשטותם לשטחים הטבעיים.

חשיבות המורכבות המבנית של המרחב החקלאי לשימור מגוון ביולוגי

בשנים האחרונות נערכו מחקרים רבים על הפוטנציאל לשימור המגוון הביולוגי בנופים החקלאיים [8, 15, 17, 19]. מחקרים אלה הדגישו את יחסי הגומלין המרחביים בין שימושי קרקע שונים בנוף, והצביעו על כך שמידת האינטנסיפיקציה של המרחב החקלאי עשויה להשפיע על תפקודו כמסדרון אקולוגי עבור מינים שונים. מסתבר שההשלכות של קיטוע הרצף בבתי גידול יבשתיים על הרכב החברות המאכלסות את המרחב החקלאי, קשורות לא רק לגודל הכתמים ששרדו ולמרחק בניהם, אלא גם להבדלים המבניים בין בתי הגידול הטבעיים לבין שימושי הקרקע החקלאיים הסמוכים. ככל שההבדלים המבניים בין בתי הגידול הטבעיים לבין השטחים החקלאיים גדולים יותר, אפקט השוליים על המגוון הביולוגי בכתמים הטבעיים אינטנסיבי יותר [17, 18]. באופן כללי, ככל שהנוף החקלאי הטרוגני יותר, הוא עשוי לתמוך במגוון ביולוגי גדול יותר. לכן, על-מנת לשמור על המגוון הביולוגי באזורים חקלאיים, יש להגדיל את המורכבות המבנית של הנוף החקלאי [7, 8, 15]. מחקרים קודמים [1, 11, 17, 22] הגדירו מספר עקרונות כלליים לתכנון נוף חקלאי התומך בשימור מגוון ביולוגי:

- לקבץ אזורי פיתוח, ולהגן על **רצפים של שטחים פתוחים** – טבעיים או מעובדים.
- לשמור על **כתמי צמחייה טבעיים**, ולמזער את ההפרעות בהם.
- **לצמצם חדירה והתפשטות** של צמחים לא-מקומיים.
- לתכנן ממשק משמר **בשולי השדות** החקלאיים (בהתאם למטרות חקלאיות ואקולוגיות).
- לנהל את **הממשק החקלאי בתוך השדות** (פילוח הקרקע, קציר, ריסוסים) באופן שממזער את ההשפעות השליליות שלהם על המגוון הביולוגי ועל היציבות של המערכת האגרו-אקולוגית.

מסקירת הספרות המדעית עולה שאין כמעט מחקרים אמפיריים העוסקים בתפקוד השדות החקלאיים עצמם כמסדרונות אקולוגיים, או בהשלכות של שינוי הממשק החקלאי בשדות על תפקודם כמסדרונות התומכים בשימור מגוון המינים. ההנחה הרווחת בקרב אקולוגים, היא שמרבית השדות המעובדים באופן אינטנסיבי אינם מתאימים לשמש כבית גידול למינים מקומיים. לכן, מרבית המחקר העולמי מתמקד בשימור המגוון הביולוגי בכתמים הטבעיים ששרדו בנוף, או בשינוי הנוף החקלאי על-מנת לעודד מגוון ביולוגי בין השדות ובשוליהם, תוך התעלמות מהפוטנציאל של השדות המעובדים עצמם לשמש כבית גידול או כמסדרון אקולוגי. כתוצאה מכך, קשה למצוא בספרות המדעית מידע לגבי החשיבות של ענפי חקלאות שונים לשימור המגוון הביולוגי באזורים חקלאיים.

מסדרונות אקולוגיים כבסיס לקישוריות מגוון ביולוגי במרחב חקלאי

קיומה של מערכת אקולוגית מחייב קישוריות בין יחידותיה השונות, ועל כן הוכנה בשנים האחרונות מפת 'מסדרונות אקולוגיים' על ידי רשות הטבע והגנים [24]. מפה זו מהווה כיום כלי שנעשה בו שימוש רב על ידי מתכננים, כאזור בו נמנעים מפיתוח. לדבר חשיבות לא מבוטלת

בשימור אפשרויות ה'תפוצה' של אורגניזמים במרחב. מפה זו כוללת בתוכה שטחי שמורות טבע ושטחים המוגנים סטטוטורית, וכן שטחים פתוחים אחרים המאפשרים קישור בין השמורות. לכלי זה יש משמעות רבה לשמירה על המגוון הביולוגי, אך ישנם אלמנטים הניתנים לשיפור. מפת המסדרונות אינה מביאה בחשבון את מכלול השטחים החקלאיים ותרומתם הדיפרנציאלית למגוון הביולוגי. מחברי המסמך קבעו ש"לא ברור עד כמה חשובים השטחים שאינם טבעיים לשמירת הטבע בארץ ,וגם לא ברור מהי יעילותם כמסדרונות אקולוגיים" [24]. ניתן להעריך מראש כי השטחים החקלאיים, שמרכיבים חלק ניכר מהשטחים הפתוחים בישראל, בעלי תרומה כזו או אחרת לבסיס קיומם של מינים שונים, ו/או כנתיבים המאפשרים קישור מסוים בין אזורי פעילות טבעיים. כמו כן, חשוב להדגיש שהשטחים החקלאיים אינם מקשה אחת. מחד קיימים ענפים חקלאיים הכוללים שימוש אינטנסיבי מאוד באופן הזהה כמעט לשטח בנוי (למשל חקלאות של לולי עופות ושל רפת החלב), ולעומתם קיימים ענפי חקלאות ששימושי הקרקע שלהם קרובים באופיים לשטחים טבעיים (כדוגמת חקלאות מרעה). אחד החוסרים העומד כיום בפני אקולוג ומתכנן, הוא כלי הערכה למידת התרומה הדיפרנציאלית של ענפי החקלאות השונים לקישוריות הפוטנציאלית עבור מגוון אורגניזמים.

לעבודה זו שתי מטרות עיקריות:

1. דירוג הערכיות של ענפי החקלאות השונים למערכת האקולוגית ולמגוון המינים.
2. בחינת כיווני פעולה ומציאת כלים פשוטים לקובעי המדיניות בבואם לבחון את השפעתם של ענפי החקלאות בישראל על המערכת הטבעית.

התייחסות שכזו תאפשר להסתכל על השטחים החקלאיים לפי מידת התרומה הדיפרנציאלית שלהם למגוון הביולוגי של השטחים הפתוחים, ולהוות כלי עזר חשוב לתכנון נכון יותר, בפרט במדינה צפופה כישראל.

שיטות

בחינת החשיבות של שטחי החקלאות מענפים שונים לקישוריות במרחב עבור קבוצות מינים שונות, מהווה אתגר שההתמודדות איתו איננה פשוטה. מאחר ומדובר בשילוב מידע מקבוצות סיסטמטיות רבות, ועבור כל אחת מהן נדרשות תובנות המבוססות על מידע אמפירי מעבודות ארוכות טווח, עלתה האפשרות לבחון נושא זה בעזרת סקר דלפי (Delphi survey) לשקלול דעות של מגוון מומחים.

שיטת דלפי

שמה של טכניקה זו לקוח מהעיר דלפי שביוון העתיקה ששימשה לוועידות שבהן האוראקלים (הנביאים) היו נפגשים, דנים בנושאים שונים, ונותנים חוות דעת המבוססות על מגוון רב של דעות. השימוש המודרני הראשון בשיטה זו היה בדיונים אסטרטגיים של חיל האוויר האמריקאי ב-1953, כאשר גישה זו אומצה ושוכללה עם השנים למגוון רחב של נושאים [10]. סקר דלפי נועד לטפל בבעיות מורכבות על ידי סינתזה של חוות דעת משורה של מומחים (אינטליגנציה קולקטיבית) בתחום נתון [4, 10, 12], כששיטה זו מתאימה במיוחד לטיפול בבעיות החסרות במידע אמפירי, שאי הוודאות בהן גדולה ושמקור המידע ניתן לשיפוט. בגישה הסטנדרטית מועברות שאלות לקבוצת מומחים במהלך שני סבבים ומעלה, כאשר לאחר כל סבב מיוצר תקציר ההבנות שהיו מקובלות על ידי המומחים בסבב הקודם. בצורה זו המומחים מעדכנים את תשובותיהם הקודמות, ומתאפשרת הקטנה של משרעת התשובות, והתכנסות הקבוצה לתובנות מרכזיות המשקפות את הדעה המשוקללת שלהם [16]. גישה משלימה המכונה mini-Delphi, כוללת אפשרות של מפגשי "פנים אל פנים" לצורך תחקור ותישאול של קבוצת מומחים שלהם ידע וניסיון בתחום המדובר כבסיס לריכוז תובנותיהם ובחינת המכנים המשותפים וההבדלים בין המומחים, ובמקביל לקבל גם את השונות בהתייחסותם לתחומים אחרים. בעשורים האחרונים נעשה שימוש בגישה זו במספר עבודות באקולוגיה [4] כאשר חלק מן הקבוצות בחנו הנושא בעזרת שאלונים שהועברו לפאנל המומחים [10, 14] בעוד קבוצות אחרות בחרו לבצע מפגשים אישיים עם כל מומחה [2]. בעבודות שעשו שימוש בגישה הסטנדרטית [10, 14] הופנו למומחים שאלונים הכוללים שאלות זהות. הדבר מהווה יתרון באובייקטיביות של השיטה, אולם מאידך, קיימת בעייה של שיעור משיבים לא גבוה ושאלות עליהן לא התקבלה תשובה. שיטת המפגשים האישיים יוצרת חוסר זהות מלאה בין המפגשים והבדלים הנובעים מניסיון מצטבר של השואל, אולם מאפשרת להתחקות אחר מידע ותובנות שעולות בשיחה בלתי אמצעית שאינן מתקבלות בשאלונים כתובים. לאור מידע מקדים זה בחרנו לנקוט בשיטה משולבת בה בנינו שאלון המתבסס על העקרונות של Hess and King [10], ששימש אותנו כבסיס לראיון שהתקיים עם פנים אל פנים כל אחד מהמומחים כפי שנהגו Barazani et al. [2]. בדרך זו יצרנו הכוונה לשאלות דומות שהופנו למומחים, ואפשרנו קבלת תובנות וכיווני חשיבה שעלו במהלך השיחה. כל אחד ממפגשים אלה כלל 2-1 אנשים מצוות החוקרים עם כל אחד המומחים, כאשר המידע מכל מפגש תומלל לצורך הניתוח בהמשך.

אזור המחקר

ישראל כוללת מגוון רחב של אזורי אקלים, וכתוצאה מכך למערכת החקלאית השפעות שונות באזורים השונים על המגוון הביולוגי. במהלך העבודה, ניתן היה להתרשם מהמפגשים עם המומחים כי קיים הבדל חד בהשפעה של ענפי החקלאות על המגוון הביולוגי באזורים הים תיכוניים, לעומת האזורים המדבריים. הבדלים אלו שונים לעיתים באופן קוטבי, ולכן במצב זה קיים קושי אובייקטיבי להגיע למכנה משותף. דוגמה לכך עלולה לקרות כאשר דנים בחקלאות מרעה. מקובל להעריך שלרעייה בעוצמה בינונית עשויה להיות תרומה למגוון הביולוגי באזורים ים תיכוניים. לעומת זאת באזורים מדבריים, עלולה רעייה בעוצמה דומה להיות בסיס לפגיעה במגוון ביולוגי כתוצאה מרעיית ייתר, פגיעה בקרומי קרקע ועוד. מאחר ומרבית האזורים החקלאיים הרלוונטיים לשימור המגוון הביולוגי מצויים צפונית לאזור המדברי, החלטנו למקד את העבודה לחבל הים תיכוני (מקו קריית גת וצפונה, לא כולל הבקעה והשומרון), כאשר את השאלות שהפנינו למומחים השונים, מיקדנו במרחב זה.

דירוג ענפי חקלאות

לצורך בחינת ההשפעה של ענפי החקלאות השונים בישראל על הקישוריות עבור המגוון הביולוגי, בוצעה בשלב ראשון קטגוריזציה של קבוצות של ענפים שונים, כבסיס לניתוח מדרג הקישוריות. הקטגוריות של ענפי החקלאות שנבחנות הן: מטעים (ללא הפרדה לסוגי מטעים שונים), מדגה, מרעה (ללא הפרדה לסוגי בע"ח במרעה), חקלאות מבונה (רפתות, לולים, גידולי חממות, בתי רשת), גידולי שדה (גד"ש) לא מושקים (בַּעל) וגידולי שדה מושקים (שלחין).

נבחרה קבוצה של אקולוגים (מדענים ואנשי שטח) שלהם ידע על פעילות אורגניזמים מקבוצות טקסונומיות שונות בשטחים חקלאיים. לכל אחד מהם ידע נרחב על קבוצת אורגניזמים (מחלקה/מערכה) אחת לפחות, שעבורה הוא נחשב כמומחה. עם כל אחד מן האקולוגים נערך מפגש יחיד, שכלל שיחה על נוכחות אורגניזמים במרחב החקלאי בהשפעת ענפי החקלאות השונים. המידע על קישוריות השטחים החקלאיים התקבל כתוצר של עיבוד השאלונים.

בתחילת כל ראיון עסקנו בשאלות על המינים והנושאים שבהם המרואיין בר-סמכא, ובבחינת ההשפעה של הממשק החקלאי על דגמי תפוצה של מינים המוכרים לו/ה במרחבים חקלאיים. בהמשך הופנו שאלות לגבי תובנות רחבות יותר והמלצות לפעולות במערכת החקלאית בכדי לשפר המצב הקיים. בנספח מצורף השאלון ששימש אותנו כבסיס למפגשים האישיים עם כל מומחה. המידע כולו תומלל ושימש כחומר בסיס לעיבוד התובנות. בסוף כל מפגש בוצע עם כל מומחה, דירוג של הערכיות של כל ענף חקלאי לפעילות קבוצות מינים לו שעליהן יש ידע (טבלה 1).

ענף חקלאי	עופות	יונקים גדולים	יונקים קטנים	זוחלים	דוחיים	פרוקי רגליים מעופפים	פרוקי רגליים קרקעיים	צומח
מטעים								
גד"ש בעל								
גד"ש שלחין								
מדגה								
חקלאות מבונה								
מרעה								

טבלה 1 – דירוג הערכיות של כל ענף חקלאי לכל אחת מן הקבוצות. 1 – ערכיות נמוכה (תנאים של שטח בנוי). 5 – ערכיות גבוהה (תנאים של שטח טבעי).

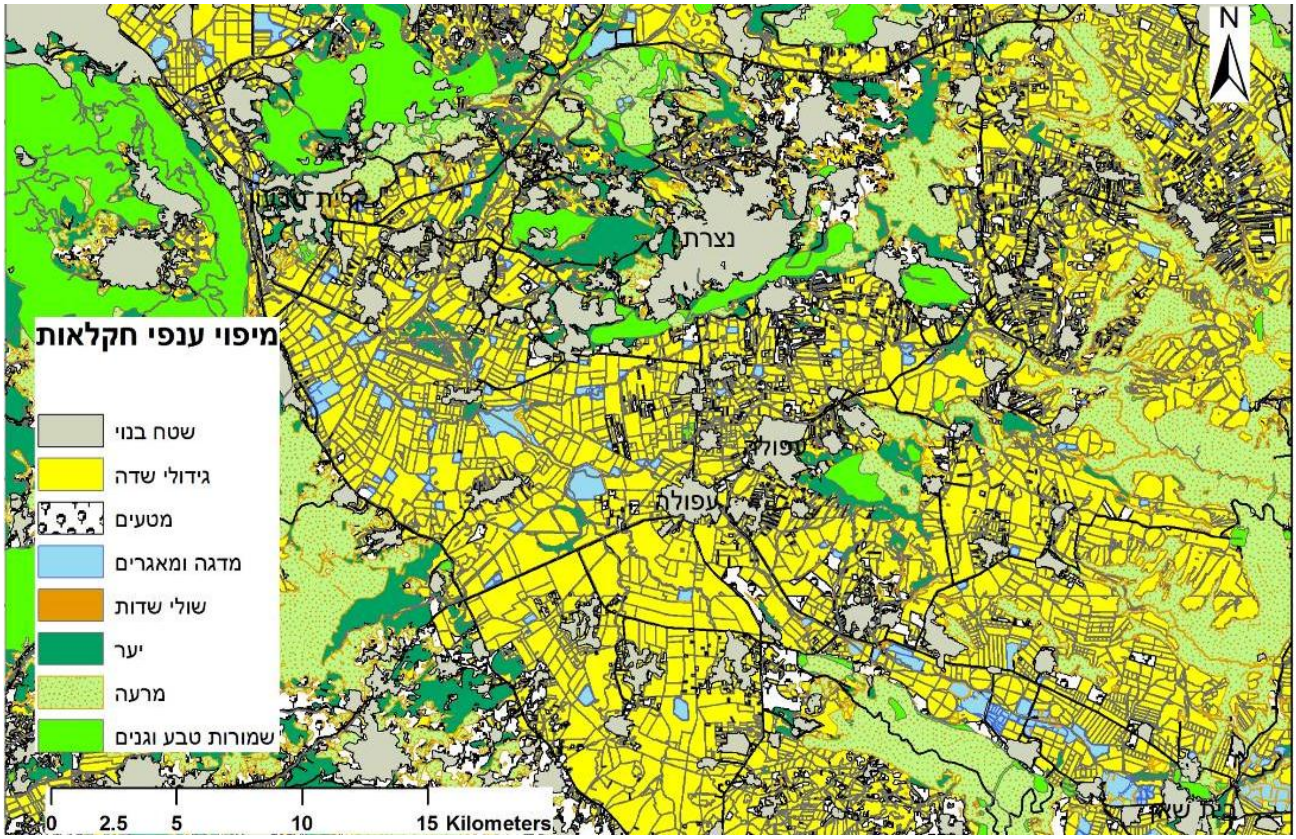
מכיוון שלכל אקולוג יש קבוצה טקסונומית עיקרית שאותה הוא חוקר, הוגדר תחום ידע עיקרי עבורו הוא נחשב מומחה. בהתאם לזאת, בעת שקלול ההערכות עבור כל ענף חקלאי, "קיבלו" הערכותיו של המומחה לתחום מומחיותו, משקל כפול ("משקל מומחה"). למשל, בטבלה של מומחה עופות שדירג ארבע קבוצות אורגניזמים, ניתן ערך כפול לטור העופות לצורך הדגשת מומחיותו בתחום. שיקלול תוצאות הדירוג של כלל המומחים לכל קבוצות האורגניזמים (בתוספת "משקל מומחה"), היווה את מדרג הערכיות המשוקלל של כל אחד מענפי החקלאות למגוון המינים. ניתוח המידע התבסס על ראיונות חצי מובנים (לפי שיטת דלפי) עם אחד-עשר אקולוגים מישראל (טבלה 2), שלהם ניסיון והיכרות עם ההשפעה של שטחים חקלאיים על קבוצת אורגניזמים אחת או יותר מאלה שנבחנו בשאלונים. בעבודה זו שולבו תובנותיהם של האקולוגים שרואיינו בתחומים הרלוונטיים. מאחר ודברים רבים נאמרו באופנים שונים על ידי יותר ממומחה אחד ולגבי קבוצות אורגניזמים שונות, בחרנו לציין כאן את שמותיהם של המרואיינים ואת תחומי מומחיותם, ולהימנע מציטוט של כל אחד מהם ביחס לתובנה ספציפית.

שם	תחום מומחיות
בועז שחם	זוחלים
יהל פורת	זוחלים
אמיר פרלברג	יונקים
יואב מוטרו	יונקים
אבי פרבולוצקי	מרעה
זאב לבינגר	עופות
דן אלון	עופות
יעל לובין	עכבישנים
ליאורה שאלתיאל	פרוקי רגליים, מלווי חקלאות
יעל מנדליק	פרוקי רגליים, דבוראים
דידי קפלן	צומח, מרעה

טבלה 2 – רשימת המומחים ותחום מומחיותם העיקרי.

ניתוח אזור נבחר

ניתוח מקרה של אזור נתון בישראל בעזרת מערכת GIS נועד לבחון ולהציג את מידת ה"קישוריות" עבור מגוון ביולוגי במרקם של אזור הכולל שטחים חקלאיים, שטחים טבעיים ומרחב מיושב. לצורך ניתוח אזור נבחר בוצע ריכוז של שכבות מידע הכוללות: יישובים, כבישים, נחלים, שטחי חקלאות וענפי הגידולים הכלולים בה, מאגרי מים, יער, שמורות וגנים לאומיים (איור 1). שכבת דרכים חקלאיות לא הייתה בנמצא, ומאחר ועלה הצורך בנתון זה מתוך השאלונים, יצרנו שכבה זו לפי השטחים החקלאיים. הנחנו שסביב כל פוליגון של שטח חקלאי יש דרך חקלאית. מכאן ששכבה קווית של גבולות השטחים החקלאיים, מהווה קירוב לשכבת הדרכים החקלאיות.



איור 1 – מפת האזור הנבחר והתפלגות ענפי החקלאות בו.

כלל השכבות שהתקבלו ממקורות שונים הומרו לשכבת רסטר שגודל התא בה 40*40 מ' (Arcviw 9.3). כל תא קיבל ערך כמותי בהתאם לסיווג של הענף החקלאי שהתקבל מהמדרג המשוקלל. בחינת מידת הקישוריות של אזור נבחר, נעשתה בעזרת שיטת "עלות מינימאלית של נתיב" (least cost pathway) בתכנת Arcviwe 9.3. בשיטה זו נבחר נתיב מנקודת מוצא נתונה לנקודת יעד מוגדרת, שהערך של סך דירוגי התאים בו מינימאלי. מאחר וגודל תא ידוע, ניתן היה לחשב את אורכו של הנתיב הנבחר.

תוצאות

אחד האתגרים שעמד בפנינו היה לנסות ולתת הערכה רחבה ככל שניתן, לחשיבותם של ענפי החקלאות השונים למגוון הביולוגי. ניסיון שכזה הוא אתגר לא פשוט, ראשית מאחר וקיימת שונות לא מבוטלת בין טקסונים שונים וכן בתוך קבוצות טקסונומיות, ושנית מאחר וקיימת שונות רבה בין סוגי גידול שונים בתוך כל ענף חקלאי. עם זאת, בבואנו לנסות ולהעריך את ההשפעות של ענפי חקלאות שונים במגוון חבלי ארץ, אין לנו אלא לנסות וליצור הכללות ולאפיין בצורה המיטבית את ההשלכות של ענפי חקלאות שונים על קבוצות טקסונומיות שונות. המידע שהתקבל משיטת סקר זו כלל תובנות רבות המבוססות על ניסיונם המצטבר של המומחים. רבות מתובנות אלה אינן ניתנות לכימות אמפירי, אולם הן בעלות חשיבות רבה בבואנו לנסות ולאפיין את מידת ההשפעה של ענפי החקלאות השונים על קבוצות אורגניזמים שונות. אי לכך בחרנו לתת ביטוי למידע זה ע״י קיבוצו לנושאים שונים, ודלינו מתוכו את התובנות המשותפות שהתקבלו מהאקולוגים שראיינו במהלך העבודה.

א. ***<u>השפעת מורכבות הנוף החקלאי על המגוון הביולוגי</u>***

שטחים חקלאיים מהווים שטח ניכר מכלל השטחים הפתוחים בישראל, וככאלה גדולה חשיבותם לשימור המגוון הביולוגי בישראל. ממשק שמירת טבע התמקד בעבר בעיקר בשמורות טבע שבהן ניתנה עדיפות לסגירת שטחים ללא הפרעה. בשנים האחרונות התגבשה הבנה שהאדם והחקלאות הם חלק מהמערכת ויש חשיבות להתייחסות הוליסטית. במצב זה ניכר שחשובה יצירה של מערכת אינטגראלית של שטחים טבעיים ושטחים חקלאיים על פני שימור שטחים קטנים וסגורים, בכדי להגדיל את המגוון התפקודי הכולל. בהסתכלות רחבה שכזו, עולה חשיבות ההתייחסות לנושא המורכבות המבנית, הסתכלות הנותנת ביטוי לאופן השילוב בין המערכת החקלאית למערכת הטבעית. מורכבות זו אינה מתמצה רק במבנה מרחבי, אלא גם בהבדלים במידת האטרקטיביות של שטח חקלאי לעומת שטח טבעי (מבחינת זמינות המזון, מקומות מסתור, יציבות ותדירות ההפרעות, תנאים אקלימיים מקומיים ועוד).

<u>להלן פירוט התובנות לקבוצות טקסונומיות שונות:</u>

צומח: שטחי השוליים במערכות חקלאיות בעלי חשיבות רבה עבור הצומח הטבעי. דוגמה לכך ניתן לראות בבתי גידול של אדמות כבדות כמו בקעת בית נטופה. חקלאות מסורתית יצרה הרבה קווי שוליים שבהם שרדו חלק ממיני הצומח הטבעיים. דוגמא ייחודית לכך היא מין נדיר ששרד בחלקות שכאלה - קישוא המשולש *Cucumis callosus*. חקלאות אינטנסיבית יוצרת השפעה רבה מאד על הצומח הטבעי, ולכן לשוליים יש חשיבות רבה ביותר כמרכיב לשימור צומח טבעי וכנתיבים מקשרים בין אזורים טבעיים. כאשר מנסים להשוות בין גידולי שדה לגידולי מטעים, אחד ההבדלים המשמעותיים הוא שהשוליים במטעים נתונים לשינויי עיבוד מועטים ולכן מתאפשרת התבססות צומח רב שנתי לטווח זמן ארוך יותר. מצב זה מאפשר יציבות גבוהה יותר גם לבעלי חיים הזקוקים לבתי גידול אלו.

סדרת הדבוראים: הדבוראים הינה קבוצה הטרוגנית של מינים בעלי מגוון רחב של דרישות, שלה חשיבות רבה בהיבט של מגוון ביולוגי ובהיבט של שירותי האבקה. עבור דבורי הבר, הגורמים המגבילים במרחב החקלאי הם מזון, ומקומות קינון יציבים. מינים רבים מקננים בקרקע, וזקוקים לקרקע לא מופרת. מינים קטנים של דבורי בר נעים למרחקים בסדר גודל של עשרות מטרים, ומינים גדולים יכולים לנוע גם מספר ק"מ בין מקום הקינון למזון. באזורים ים תיכוניים יש יחסית יותר מינים קטני גוף מאשר דבוראים גדולים, ולכן ההערכה המקובלת היא שדבורי בר בחבל הים-תיכוני נעות למרחקים של 300 – 500 מטרים. מכאן שכתמים חקלאיים שבהם קיימות הפרעות תדירות, אינם מתאימים למרבית המינים. בתקופת הפריחה, שטחים חקלאות צפויים להיות בעלי חשיבות רבה לדבורי בר, בעוד שבעונות ללא פריחה, אזורים אלה לא יהיו בשימוש. מכאן שחשיבותו של אזור נתון עבור דבוראים עולה ככל שעולה מגוון הפרחים למשך תקופת פעילותם. שולי שדות, מאופיינים במקרים רבים בצמחי מעזבות (רודראליים) שלהם פריחה בעונות נוספות ו/או לתקופות מממושכות יותר, חשיבות רבה לקיום אוכלוסיות של דבורי בר. בהיבט זה שטחי חקלאות הכוללים צמחי מעזבות רבים, המשמשים כמקורות מזון לדבורים. שטחים הומוגניים גדולים כדוגמת שדות גדולים חיטה עלולים להוות מחסום לדבורים יחידאיות (סוליטאריות). באופן כללי ניתן להגדיר שככל שאזור חקלאי מגוון יותר, המגוון של הדבוראים יהיה גבוה יותר.

חרקים טורפים: חקלאות מטעים מהווה בית גידול זמני לחרקים שחלק מהם מהווים מזיקים. תקופת פעילות החרקים תואמת את תקופת גידול העץ העיקרית, כאשר בתקופת התרדמה יש אכלוס מועט וממשק שאינו כולל ריסוסים. מכאן שמינים ששרדו את תקופת הגידול ימשיכו להתקיים. ככל שכמות הריסוסים גדלה, נגרמת פגיעה קשה יותר לאוכלוסיות פרוקי הרגליים. דוגמה לתרומת צומח שוליים להתפתחות חרקים המהווים טורפי מזיקים, מובאת להלן: חלק ממיני הטורפים/אומניבורים, כדוגמת פשפשים שונים, זקוק בדיאטה שלו גם למזון צמחי וגם למיני טרף. מיני כנימות שונים כדוגמת אלו ממשפחת הפסילות (Psylloidea), מהווים מזיק חקלאי שכנגדו משתמשים בריסוסים, ומאידך הם מיני טרף עבור פשפשים שונים. בבחינת התרומה של הצומח הטבעי כפונדקאי לטורפים טבעיים, הסתבר שמינים דוגמת אלת המסטיק, מאכלסים פשפשים כל השנה בכמות מועטה אך יציבה יחסית, מאחר ומתקיים בהם צימוח צעיר מרבית הזמן. מצב זה מאפשר השתחררותם של טורפים טבעיים למזיקים במערכת החקלאית השכנה. מין צומח נוסף בעל מאפיינים תפקודיים דומים הינו האשחר (*Rhamnus sp.*), שמאכלס אוכלוסיות טורפים בכמויות גדולות, אולם בגלים מתפרצים שבמהלכם מתקיימת הגירה של פשפשים טורפים למערכת החקלאית. דוגמה זו מהווה מודל מייצג למינים רבים נוספים, שעבורם המטע החקלאי הוא חלק מבתי הגידול המשמשים לקיומם. התנועה בין מספר סוגים של בתי גידול (טבעי ומטע) במהלך שנה, תלויה בזמינות המשאבים במהלך העונה. מכאן שקיומם של צמחי בר (לעיתים צמחי מעזבות) בין השטחים החקלאיים מאפשרים לפרוקי הרגליים נקודות התבססות חשובות, כשחלקם מהווים טורפי מזיקים חשובים לחקלאות. חשוב לציין שעבור פרוקי רגליים אלה, נדרשים לרוב כתמים לא גדולים של צמחי בר/מעזבות, עליהם הם מסוגלים להתקיים. כתמים אלה, כדוגמת שולי שדות ברוחב מטרים ספורים וגדות תעלות וערוצים, מאפשרים בסיס חשוב לקיומם. עם זאת, ככל ששטחים החקלאיים גדולים יותר, ויש פחות

אזורים עם צמחייה טבעית בין השדות ובשוליהם, אוכלוסיית פרוקי הרגליים הטבעית במרחב פוחתת. להלן מספר עקרונות לעידוד אויבים טבעיים באזורים חקלאיים:

- מינים מעופפים וקרקעיים מסוגלים לנוע עשרות ומאות מטרים, ולכן ככל שבית הגידול בשולי החלקות מרוסס פחות, הוא תומך יותר באוכלוסיות טבעיות של טורפי מזיקים, ומקטין הצורך בריסוסים.
- חשובה השמירה על שוליים עם צומח טבעי ולא אקזוטי, כאשר קיימת חשיבות רבה להשארת עצי בר במרחב החקלאי, כאשר גם לעצים בודדים חשיבות רבה. במקביל, מומלץ להמעיט בהפרה ועיבוד הקרקע באזורי השוליים בין השדות.
- פסיפס חקלאי המשלב בין מטעים וגידולי שדה, בעל תרומה רבה לשימור מגוון של פרוקי רגליים בהיבט של שמירת מגוון ביולוגי ובהיבט של ויסות מזיקים בעזרת טורפים טבעיים ומתוך כך בהפחתת השימוש בחומרי הדברה.

עכבישים: חלק מקבוצות העכבישים שייכים למינים המהגרים מהשטח הטבעי לתוך השדה, וחלקם מינים ישיבים שחיים בשדות החקלאיים (agro-bionts , מינים מלווי חקלאות). לעומתם, יש מינים של עכבישים שאינם נכנסים לשטחים חקלאיים כלל, כי בית הגידול אינו מתאים להם. נמצא שככל שיש בנוף החקלאי שטח גדול יותר של כתמים טבעיים, עולה מגוון מיני העכבישים בשדות. עם זאת, לא נמצא קשר בין השטח היחסי של השטחים החקלאיים לבין עושר המינים בכתמים הטבעיים. כלומר, גם כתמים קטנים של שטח טבעי, בעלי חשיבות בשמירה על מגוון מיני העכבישים. לא ברור כיצד מתמודדים מינים אלה עם הפרעות המאפיינות את בית הגידול החקלאי. ייתכן שקיימת אפשרות למעבר בין חלקות גידול מעונה לעונה, יתכן שיש מעבר לגינות נוי ביישובים סמוכים, או שקיימת תקופת המתנה באדמה בין עונות הגידול. נראה כי באזורים יובשניים בישראל (בהם בוצע המחקר) הואדיות הלא מעובדים קושרים בין כתמים טבעיים, ולהם ערך רב בשימור מגוון מיני העכבישים במרחב החקלאי. השפעה של מורכבות הנוף החקלאי על חברת העכבישים נבדקה בעיקר במרחב הנגב, אולם חלק מהתובנות המוכרות מצפון הנגב, עשויות להיות רלוונטיות למרחב הים תיכוני שהפאונה בו אינה מוכרת דיה.

זוחלים: במרחב החקלאי, קיימת חשיבות רבה לשטחי השוליים הלא מעובדים עבור זוחלים. אזור חקלאי מגוון הכולל מטעים, גידולי שדה, מדגה, ערוצי נחלים, גלי אבנים, ושיחים עשוי לשמר מגוון גבוה של זוחלים ודוחיים. למרביתם, רצועות ברוחב של כ-30 מ' הכוללות צומח טבעי ושילוב מחסות סלע, מאפשרות קיום ותנועה לאורכם. לעומת זאת, שטחים הומוגניים של גידולי שדה, ללא שוליים לשדות מקטינים את שפע הזוחלים.

עופות: מבחינת מיני העופות הנודדים, לחקלאות תפקיד חשוב מאחר שהיא מהווה אסם מזון משמעותית. עבורן כל נקודת עצירה לאיסוף מזון חשובה, ולשטחי החקלאות תרומה רבה בכך. הדבר נכון עבור מינים החולפים בארץ וגם לאלה החורפים בה. חקלאות הבנויה כפסיפס של ענפים שונים בעלת תרומה רבה יותר לעופות, כאשר אזורי המפגש בין בתי גידול חקלאיים כמו גידולי שדה ומטעים לדוגמה, הם לרוב אלה שבהם נצפה מגוון גבוה יחסית של מיני ציפורים. לשטחים חקלאיים הנמצאים בקרבת נחלים, שיחים ותעלות יש יתרון עבור מינים של דוגרי

קרקע, כמו לדוגמה עבור פרנקולין הנמצא כמעט רק באזורים חקלאיים. בנוסף, ניתן לציין את ערוצי הנחלים והמעיינות בין שטחי גידולי שדה ושטחי מדגה, כאזורים המהווים בית גידול לח שערכיותם גבוהה. "אצבעות" צמחיה טבעית בתוך אזורי גידולי שדה הם אזורים בעלי תרומה רבה לתפוצתן של ציפורים באזורים חקלאיים. מבחינת הפיזור המרחבי של גידולים, עבור מגוון רב של מיני עופות עדיף שילוב בו קיימים כתמים של מטעים בתוך אזור גידולי שדה, לעומת רצף גדול של מטעים.

יונקים: שטחים חקלאיים אינם מהווים לרוב חסימה לתנועת יונקים, אולם אינטנסיביות העיבודים והטיפולים יכולה להוות מעין מחסום למינים שונים. שולי חלקות משמשים לרוב כנתיבי תנועה בין אזורים שונים בפרט באזור של גידולי שדה. סבכי צומח בשולי חלקות, דרכים חקלאיות וערוצי נחלים, משמשים כאזורי מסתור ולעיתים אף לשיחור מזון לאוכלי עשב (הרבי בורים). ערוצי נחלים ממחישים בצורה הטובה ביותר את חשיבות אזורי חייץ אלה כמסדרונות מעבר בין אזורים שונים במרחב החקלאי. לעומת זאת, שטחים חקלאיים מגודרים כדוגמת: מטעים, מאגרים, שולי כבישים, חלקות מיגון, גדרות ביטחון ועוד, יוצרים חסימה מוחלטת עבור יונקים גדולים, למעט פרצות אקראיות. חסימה זו יוצרת ניתוב ותיעול התנועה למקומות מסוימים וחסימת מסדרונות מעבר באזורים רבים אחרים. הדבר יכול לגרום לקיטוע של אזורים שלמים ולניתק אוכלוסיות במרחב מחד, ומאידך לגרום לאיום ניכר מטורפים וציד עקב תיעול למקומות שהעבירות בהם מוגבלת.
כאשר בוחנים את המשמעות עבור יונקים קטנים, חשוב לציין שאלו מינים בעלי תחום מחייה וטווח תפוצה מוגבל. מרחב של שטחי גידול חקלאי גדול ביחס לתחום תפוצתם. במצב זה השדה החקלאי איננו מסדרון אקולוגי עבורם, והשוליים ופאות השדות, משמשים עבורם כאזורי "מקור" (Source). עבור יונקים קטנים, דרושים שוליים ברוחב של מספר עשרות מטרים בכדי ליצור בית גידול המקיים אוכלוסייה טבעית. שוליים של מטרים ספורים, קטנים מדי, ולרוב משמשים רק כאוכלוסיית "מקור" למינים מלווי אדם שחודרים לשטח החקלאי.

כללי: בבחינת התובנות המשותפות שעלו לדרישותיהם של קבוצות האורגניזמים השונות בהיבט של מורכבות מבנית, ציינו מרבית המרואיינים את החשיבות המיוחדת של הנושאים הבאים:

- פסיפס חקלאי המשלב בין מטעים וגידולי שדה, בעל תרומה רבה יותר, הן בהיבט של שמירת מגוון ביולוגי והן בהיבט של ויסות מזיקים בעזרת טורפים טבעיים והפחתת שימוש בחומרי הדברה.
- באזורים ים-תיכוניים, השטחים החקלאיים נוטים להיות קטנים יותר מאשר באזורי עמקים ורמות, וההטרוגניות בנוף החקלאי נוטה להיות גבוהה.
- מבחינת שימור המערכות הטבעיות באזורי העמקים, החקלאות המועדפת היא חקלאות גידולי שדה מסורתית ואורגנית, עם מעט כתמים של מטעים. ייתכן שכתמי מטעים בעמקים דומים מבחינה מבנית לכתמי צומח מעוצה שצמחו בעבר בעמקים האלה. יש לזכור שבניגוד לעבר, המטעים הניטעים כיום בעמקים מתאפיינים בגידור ובטיפולים אינטנסיביים כדוגמת ריסוסים הפוגעים במינים רבים.

- חשובה השמירה על שוליים עם צומח טבעי ולא אקזוטי, כאשר קיימת חשיבות רבה להשארת עצי בר במרחב החקלאי. במקביל, מומלץ להמעיט בהפרה ועיבוד הקרקע באזורי השוליים בין השדות.

בכדי לנסות ולקבל תמונה כללית על חשיבות הנושאים השונים בהיבט של מורכבות השטח החקלאי, ריכזנו הנושאים העיקריים שעלו וציינו עבור איזה קבוצת מינים הודגשה החשיבות של כל נושא (טבלה 3).

נושאים של מורכבות מבנית	עופות	יונקים גדולים	יונקים קטנים	זוחלים	דוחיים	פרוקי רגליים מעופפים (דבוראים, פשפשאים)	פרוקי רגליים קרקעיים (עכבישנים, חרקים)	צומח	מספר קבוצות להן חשוב הנושא
הטרוגניות גידולים במרחב	+					+	+	+	4
חדירת כתמים טבעיים (״אצבעות״) למרחב של חקלאות אינטנסיבית	+	+	+	+	+	+	+	+	8
שימור שולי חלקות עם מינימום הפרעה (העדפה לצומח טבעי)	+	+	+	+	+	+	+	+	8
שימור מחסות טבעיים ו/או מלאכותיים	+		+	+		+	+	+	6

טבלה 3 – ריכוז התרומה של מאפיינים בהיבט של מורכבות המבנית על פעילותם של קבוצות אורגניזמים שונות (מתוך תוצאות סקר דלפי). ״+״ מציין קבוצה שקיימת תרומה עבורה כתוצאה מיצירת מכלול תנאים בנושא המוצג.

תוצאות השוואה זו מלמדות ששני מרכיבים עיקריים במורכבות המבנית בעלי חשיבות למירב הקבוצות שנבדקו. האחד הינו חשיבותם של כתמים טבעיים החודרים לתוך החקלאות האינטנסיבית, והשני – שימור שולי חלקות תוך הקטנת ההפרעה בהם והעדפה לצומח טבעי. בעוד הראשון כולל מרכיבי הנוף הטבעי בשטח (בפרט ערוצי נחלים, וכתמים לא מעובדים בין חלקות), הנושא השני כולל התייחסות לשולי שטח שנמצא באחריות החקלאי. המלצה זו הינה פעולה אקטיבית שצריכה להיעשות על ידו בכדי לתרום לשימור המגוון הביולוגי. אין בכך בכדי לקבוע שנושאים אלה מתאימים בהכרח לכל האורגניזמים, אך נראה שהעובדה שהם מתאימים עבור משרעת כזו רחבה של קבוצות טקסונומיות, מגדילה את ההסתברות שהם משקפים את המצב עבור המגוון הביולוגי.

ב. ***ענפי החקלאות השונים והשפעותיהם על מערכות אקולוגיות ומגוון מינים***

מראשית בריאתה חקלאות מוגדרת כעבודת אדמה, עיבוד קרקעות, גידול תבואות, וכוללת פעולות חוואות שונות. משמעות הדבר שלצורך ביצוע החקלאות נעשה שימוש במשאבים הטבעיים לצורך טיפוח של ענפים שונים כחלק מפעילות ייצור מזון. היקף השטחים החקלאיים בישראל מוערך בכשלושה מיליון דונם [20]. במכלול שטחים אלה לא נכללים שטחי המרעה שהיקפם מוערך בכשני מליון דונם נוספים שעבורם יש הסדרי חכירה קבועה, ועוד כשני מליון דונם של שטחי מרעה בחכירה זמנית (שמוליק פרידמן, מידע אישי). ענפי חקלאות שונים בעלי השפעות משתנות על קבוצות האורגניזמים השונות. לצורך בחינת הערכיות של כל אחד מהם, ריכזנו תחילה את מאפייני ההשפעות של כל ענף מבלי להתייחס למבנה שלו במרחב הכולל.

1. גידולי שדה

ענפי גידולי שדה אלה מרכזים חקלאות בַּעל (גידולים ללא השקיה) וחקלאות שלחין (גידולים בהשקיה). היקף השטחים החקלאיים מסוג זה מוערך בכ-72.7% מתוך כלל השטחים המעובדים בישראל [20]. מרביתם של גידולים אלה הוא חד שנתי, ופליחת הקרקע בהם נעשית לרוב 1-2 פעמים בשנה. באופן כללי, חקלאות בַּעל מתאפיינת בהפרעה מצומצמת יותר במרחב החקלאי ביחס לחקלאות שלחין, מאחר ומשטר המים שלה זהה לעונתיות הטבעית. חקלאות שלחין יוצרת בית גידול לח בעונות נוספות בשנה, מצב הגורם להימשכות מינים רבים מקרב הצומח והחי, ולדחיקתם של אחרים.

סדרת הדבוראים: בשדות של גידול דגניים, חיטה אין פריחה ולכן אינם תומכים באוכלוסיות של דבורי בר. מכאן שצפוי שבאזורים הומוגניים של גידול דגניים, יש קבוצות של דבוראים שייעלמו מהמרחב החקלאי. עם זאת, ניתן להניח שחקלאות בַּעל המאופיינת במחזור זרעים (החלפת גידולים מידי מספר שנים, מדגניים לקטניות לדוגמה) תמשוך את דבורי הבר בשנים שבהם יש פריחה בשדות. שדות השלחין כוללים לרוב שטחים חקלאיים שיש בהם פריחה, כדוגמת ירקות ממשפחת הדלועיים, שיוצרים תוספת מזון עבור מאביקים שונים כדוגמת דבורי בר.

חרקים כאויבים טבעיים: אוכלוסיות חרקים מושפעות מאוד מתנאי הלחות של הצומח בגידול החקלאי. בבחינת ההשפעה של גידולי שדה עבור קבוצות אורגניזמים כאלה, קיימת חשיבות פחותה להבחנה בין בַּעל ושלחין, אלא הבחנה בין גידול שמושקה וירוק כל תקופת הגידול, לגידול שעובר תקופת ייבוש (חמניות, חיטה ועוד). מבחינה חקלאית, גידול מייבש מאפשר פגיעה באוכלוסיות של מזיקים. חיטה, למשל, גורמת למוות מוחלט של אוכלוסיות מסוימות (צבתנים לדוגמה), בעוד שבוטנים גורמים לפריחה של אוכלוסיות אלו שעשויות לשמש כטורפי מזיקים בגידול אחר (תירס לדוגמה). כמו כן, ככל שהגידול מרוסס יותר (כנגד רחבי עלים לדוגמה), פגיעתו קשה יותר לאוכלוסיות פרוקי הרגליים, בפרט כאשר הריסוסים מבוססים על זרחנים אורגניים

וחומרים שאריתיים. לדבר חשיבות רבה בממשק המנסה לעשות שימוש במינים היוצרים איום על מינים אחרים שנחשבים כמזיקים חקלאיים.

חיפושיות: במחקר שנערך בשפלת יהודה (אורית סקוטלסקי, מידע שלא פורסם) נמצא ששדות חיטה מאוכלסים במיני חיפושיות בעלי גוף קטן שמאפיינים גידולים חקלאיים. בשדות אלה כמעט ולא, מופיעים מינים בעלי גודל גוף בינוני או גדול, המצויים בחורש הטבעי הגובל בשדות. לכן, ניתן לשער ששדות החיטה מהווים מחסום בנוף עבור מינים של חיפושיות הנפוצים בבתה הים-תיכונית בשפלת יהודה. עם זאת, מסתבר שבשדות הפלחה בשפלת יהודה המעובדים במחזור זרעים, מחליפים אחרי שנתיים את גידול החיטה או דגן אחר בקטניות למספוא (אספסת, תלתן, או בקיה). מממצאי המחקר עולה שהרכב חברת החיפושיות בשדות תלתן דומה יותר להרכב חברת החיפושיות בטבע מאשר לחברת החיפושיות בשדות החיטה. פירוש הדבר הוא שחלק ממיני החיפושיות בטבע, הנמנעים מכניסה אל שדות החיטה, חודרים אל שדות התלתן וחוצים אותם במהלך העונה החקלאית בה גודלו מיני קטניות. כנראה, עבור חיפושיות קרקע המושפעות מהממשק החקלאי (כמו משפחת השחרוריתיים Tenebrionidae) שדות התלתן והבקיה יוצרים "מסדרונות מעבר אקולוגיים זמניים" בנוף החקלאי, המעודדים תנועת חיפושיות הקרקע במרחב "ופותחים" חלק מהמחסומים שנוצרים על-ידי שדות החיטה והכרמים וכרמים בממשק גידול קונוונציונאלי. עם זאת, ניתן לשער ששדות המספוא עלולים להוות מלכודות אקולוגיות לחיפושיות הקרקע השוהות בהם, מאחר שהצמחים נקצרים ונאספים בשיא עונת הפריחה באביב כאשר חיפושיות רבות נמשכות אל המשאבים העשירים שהשדות מספקים.

עכבישים: עכבישים מהגרים לתוך שטחי גידולי שדה כאשר המידע מבוסס על מחקרים בחיטה[9]. מינים קטנים של עכבישים מושפעים פחות מהפרעות חקלאיות. עכבישים צעירים נפוצים למרחקים גדולים מאד באמצעות הרוח, מינים בוגרים נעים בקלות יחסית למרחקים של עשרות מטרים הצעירים מהגרים לתוך השדה וניזונים בשדה, אך אינם משלימים מחזור רביה בתוך השדה בגלל הדינאמיקה המהירה של הגידול החקלאי[9].

זוחלים ודו חיים: השדה החקלאי בגידולי שדה מהווה בית גידול עונתי ולא חזוי עבור זוחלים, כאשר בחלק מהזמן יש מזון ומסתור ובאחר אין. אינטנסיביות הטיפולים החקלאיים מהווה בעייה עבור זוחלים, בפרט מאחר ושדות גידולי שדה דלים במחסות וצפיפות הצמחייה בהם נמוכה. לכן רמת הפעילות של זוחלים בשדות האלה נמוכה ביותר. עם זאת, נחשים מרבים לעבור בשדות בחיפוש מזון ומנצלים סדקים בקרקע למסתור במידת הצורך. מיני נחשים האופייניים לשדות גידולי שדה: זעמן שחור, צפע מצוי, תלום-קשקשים, חנק. מבחינת רמות הפעילות של זוחלים לא מוכר הבדל משמעותי בין חשיבות גידולי שדה עבור זוחלים בממשק בַּעל לגידולי שדה בממשק שלחין. הזוחלים שוהים בשדות למטרות חיפוש מזון, ורמות הפעילות בשדות נמוכות מאד. לעיתים ניתן למצוא הזוחלים בשולי השדות או בערוצי נחלים החודרים לתוך השדות ומאופיינים בצמחייה טבעית. אולם, גם מיני זוחלים שנצפו בערוצונים טבעיים בשולי השדות, לא נצפו כלל בתוך שדות החיטה הסמוכים. בנוסף לכך, שדות גידולי השדה מהווים מחסומים עבור דו-חיים.

עופות: עבור ציפורים, שטחי גידולי שדה חשובים יותר מאשר מטעים. חשיבותם עולה במיוחד בתקופת הנדידה, כי אזורים אלה קולטים אוכלוסיות גדולות של ציפורים המגיעות מאירופה וניזונות בשדות בעת הנדידה. באזורים אלו מועט הקינון, ופעילות מינים מקומיים מוגבלת במרחק מהקן. גידולי בַּעל באזורים יובשניים יותר, בעלי חשיבות בכך שהם מושכים פחות מינים לא מקומיים בגלל העדר תוספת השקיה. חשיבות נוספת קיימת לשטחים אלה עבור מיני ציפורים שמקננות רק בשטחים חקלאיים. אלה מינים שבעבר קיננו בשטחים פתוחים, וכיום מצליחים באזורים חקלאיים. גידולי בַּעל פחות אטרקטיביים לציפורים מאשר גידולי שלחין, ולכן שדות הבַּעל מעודדים פחות מינים מתפרצים. ישנם מינים של עופות דורסים המשתמשים באזור גידולי השדה כאזורי צייד, כדוגמת זרונים, בזים, עקבים, וחוויאים.

יונקים: רבים משטחי הגד"ש כוללים גידול הומוגני בשטחים גדולים יחסית (שדות חיטה לדוגמה). גידולים אלה מהווים מקור הזנה הומוגני המתאים למגוון מצומצם של מינים, ומאידך זהו גידול בעל ממשק הכי פחות אינטנסיבי הכולל מיעוט של הפרעות ותנועה בשדות. הדבר שונה מאוד מגידולים אינטנסיביים של ירקות ומטעים בהשקיה. בהשוואה בין גידולי בַּעל לגידולי שלחין, נראה כי לשלחין השפעה רבה יותר על הסביבה, והשדות מהווים מוקד משיכה למינים מסוימים (מלווי חקלאות), ודחייה לאחרים. גידולי שדה בהשקיה (שלחין) הם שטחים ברמת הפרעה החמורה ביותר מבחינת המכרסמים, ראשית בגלל עיבוד פעמיים בשנה, ושנית בגלל שהשקיה יוצרת סביבה לחה שעשויה למשוך מינים שלא היו בבית הגידול הטבעי באזור. השוליים של שטחי גידולי שדה משמשים איזור מפלט ליונקים קטנים, וכשיש הפרעות כתוצאה מהעיבוד החקלאי הם יוצאים מהשדה לתעלות או לשוליים, וחוזרים אל תוך השדה לאחר מכן. שטחים של גידולי שדה בממשק שלחין מהווים מקור מזון במועדים שונים, ולכן שטחים אלה מעודדים מינים מתפרצים הגורמים לנזקי חקלאות (לדוגמה: ארנבות, חזירים, דרבנים, שועלים, תנים ועוד). לעומת שטחי השלחין, העשירים במינים מתפרצים, באזורים של חקלאות בַּעל ניתן למצוא מינים מקומיים הנמצאים בסיכון, כמו ירבועים וגרבילים.

2. <u>מטעים, פרדסים וכרמים</u>

ענפי חקלאות אלה כוללים גידולים של צומח מעוצה רב שנתי. היקף השטחים החקלאיים מסוג זה מוערך בכ-26.6% מתוך כלל השטחים המעובדים בישראל [20]. גידולים חקלאיים אלה נתונים למשטר טיפולים המשתנה לאורך העונות וכולל לרוב השקיה, ריסוסים באינטנסיביות משתנה ופעילות מכאנית (קילטור, גיזום, קטיף). הריסוסים לרוב אינטנסיביים ובעלי השפעה רבה על מגוון מינים רחב. בנוסף, גידולים אלה כוללים במקרים רבים גידור שולי חלקות כנגד מזיקי חקלאות (יונקים בינוניים וגדולים) ולעיתים כיסוי החלקות ברשתות צל כנגד ציפורים ועטלפי פירות ולסינון הקרינה. זמינות המזון (פרי) ואתרי קינון פוטנציאליים בגידולי מטעים, יוצרת הימשכות של מינים רבים מסיבות שונות ומהווים גורם שמשפיע על גדלי אוכלוסיות, תפוצה שלהם ואפשרות לדחיקת מינים אחרים.

סדרת הדבוראים: הערכת מידת החשיבות של גידולים שונים שלהם יש פרחים עבור דבורי בר, תלויה במשך הזמן היחסי של הפריחה ובצפיפותה. חלק מסוגי המטעים נותנים שפע גבוה של פריחה אבל לתקופה קצרה (ורדניים למשל), ולכן חלק מגידולי המטעים בעל חשיבות פחותה עבור דבורי בר. בסוגי מטעים אחרים שאינם כוללים פריחה צופנית (כרמים לדוגמה), לשטח החקלאי ערך נמוך עבור דבורים. בעייה אקוטית נוספת הינה שבגידולי מטעים נעשה לרוב שימוש ניכר בחומרי הדברה כנגד חרקים. ריסוסים הם אחד האיומים הקשים עבור מאביקים באזורים חקלאיים.

חיפושיות: בכרמים בממשק גידול קונוונציונאלי בשפלת יהודה, שבהם הקרקע מרוססת בקוטלי עשבים, חברת החיפושיות מורכבת בעיקר ממינים בעלי גוף קטן המאפיינים גידולים חקלאיים. בכרמים האלה לא נמצאים מינים הנפוצים בכתמים טבעיים של בתה בשפלת יהודה. לעומת זאת, בכרמים שבהם נהוג עיבוד משמר של הקרקע ובכרמים אורגניים (ללא שימוש בקוטלי עשבים בין שורות הגפנים), חברת החיפושיות דומה יותר בהרכבה לחברת החיפושיות של שטחי בתה טבעיים באזור. מכאן שעיבוד משמר של הקרקע בכרמים (ומטעים), שכוללם הפחתת השימוש בקוטלי עשבים, עשוי לתרום לתפקודם של השטחים המעובדים כמסדרונות אקולוגיים עבור חלק ממיני החיפושיות, ולחזק את הקישוריות בין כתמים טבעיים במרחב החקלאי.

זוחלים: מרכיב הצומח העשבוני במטעים, בעל חשיבות גבוהה לפעילותם של זוחלים במטעים. ככל שמרכיב זה מופר פחות (עדיפות לצומח טבעי), עולה רמות הפעילות של הזוחלים. מינים כדוגמת חומטים ונחשים נצפו במטעים המעובדים בממשק משמר של קרקע, הכולל פסי עשבייה (טבעית או זרועה) בין שורות העצים במטע. במטעי זיתים ושקדים, העשב תומך בפעילות זוחלים גבוהה, ונצפו מינים כמו חומט גמד וחומט פסים בצפיפויות העולות על הצפיפויות שנצפו בשטחים טבעיים סמוכים. ללא מרכיב העשבייה על הקרקע, מהווים המטעים "מדבר" עבור זוחלים. נראה שישנה פעילות נמוכה ביותר של זוחלים ארבורליים (מטפסי עצים) כמו זיקית ושממית עצים במטעים באזורים ים-תיכוניים. ייתכן שהדבר נובע ממשטר ריסוסים אינטנסיבי, וראייה לכך שלא אחת נמצאו ציפורי שיר מתות ופרוקי רגליים מתים בתוך המטעים.

דוחיים: אזורים המושקים האינטנסיביות כדוגמת מטעים, יוצרים סביבה לחה ולא אחת גם מקווי מים זמניים. מיני דוחיים שונים (בפרט קרפדה מצויה, ולעיתים גם אילנית מצויה) עושים לעיתים שימוש בשלוליות בשולי שדה. עיבוד חקלאי של שלוליות אלה, זיהום מי השלוליות מחומרי הדברה ודישון, והתיבשות מהירה של מקווי המים עלולים לגרום לאי השלמת הגלגול ולהתהוות של מלכודות אקולוגיות לדו חיים בפרדסים ובמטעים מושקים.

עופות: גידולי מטעים בעלי תרומה נמוכה יותר עבור עופות לעומת גידולי שדה, וכאשר יש מגמה של נטיעת מטעים במקום שטחים של גידולי שדה, יש העלמות של מינים מהשטח, מאחר ואזורים אלה מהווים אחידים מאוד. בהיעדר צומח תחתי במטע, כמעט ולא יהיו בו ציפורים. בבחינת ההבדל בין סוגי המטעים, חשוב לציין שפרדסים ומטעים סוב-טרופיים, נראים כשטחים המהווים

בעלי חשיבות נמוכה מאוד עבור ציפורים. נראה כי הדבר נובע מהצל הרב במטעים, מיעוט מקורות מזון ותנאי תעופה קשים. כמו כן, מטעים או כרמים המכוסים ברשת צל מהווים עבור עופות אזור שבו אין אפשרות לקיומם. באזורים של מטעים הכוללים שוברי הרוח ומשוכות שיחים בשולי המטעים וכתמי בור בין השדות, יש חשיבות רבה לשימור מגוון מיני הציפורים במרחב. מטעי נשירים, ובפרט אלה שבהם נהוג השימוש בעיבוד משמר ומבוצע שימוש בכיסוח צמחיה על פני ריסוס עשבוניים, קיימת פעילות רבה יותר של עופות, מכיוון שהעשבים מספקים בית גידול עשיר בחרקים המהווים מקור מזון לציפורים. המרכיב העשבוני בתחתית מטעים בעיבוד משמר, מאפשר חדירה של כרוונים, חוגלות ומינים נוספים. כמו כן, נראה שפעילות ציפורים במטעים המעובדים בממשק משמר קרקע תורמת להפחתת מזיקים בחקלאות. עם זאת, חשוב לציין שהשימוש בפרסתנים לממשק העשבייה במטע, גורמת למשיכת מינים מתפרצים של עופות כדוגמת אנפיות בקר, עורבים וכדומה, עקב פעילות הבקר והפרשותיו במטע.
פעילות הציפורים במטעים עשויה לכלול גם קינון. טיפולים החקלאיים בתקופת הקינון יוצרים פגיעה במינים אלו. במצב זה המטעים מהווים אזור מבלע כי הם מושכים ציפורים לקנן בהם, אולם הטיפולים במטע עשויים להפיל את הקינים.

יונקים: גידולי מטעים יוצרים נוף המאופיין בכמות עלווה גבוהה והיעדר עשביה בין העצים, ועל כן אינם מהווים לרוב אזור פעילות מועדף עבור יונקים. אוכלי עשב גדולים, כמו יחמורים וצבאים, מעדיפים לרוב את המרעה העשבוני, אולם ניזונים גם מעלוות עצים וצומח עשבוני ביניהם. לרוב, אכילה זו של עלוות עצים איננה בהיקפים משמעותיים. עם זאת פעילותם של יונקים גדולים במטעים גורמת לעיתים שבירת ענפים ושתילים צעירים (חזירים), התגרדות על גזעי עצים (צבאים, יחמורים, חזירים) ופגיעה בצינורות השקיה (שועלים ותנים). מצב זה הוביל לפתרון של הקמת גדרות סביב חלקות רבות של מטעים. גידור זה הופך שטח חקלאי זה לבלתי זמין עבור מרבית היונקים הבינוניים והגדולים, למעט חדירה בפרצות.
מקרב היונקים הקטנים מוצאים במטעים בעיקר מינים מלווי אדם כמו נברן, עכבר, מריון וחולדה, ובדרך כלל לא מוצאים קוצנים ויערונים, שכנראה אינם מצליחים להתמודד היטב עם אינטנסיביות הטיפולים במטע. חשוב לציין שבגלל טווחי תנועתם המוגבלים, מטעים עשויים להוות מחסום עבור מכרסמים קטנים החיים בחורשים טבעיים. עיבוד משמר קרקע, שבו מתקיימת צמחייה עשבונית תחת העצים, מהווה בית גידול טוב למכרסמים, אולם מאידך יוצר תשתית להתפתחות אוכלוסיות יתר של מינים כדוגמת נברן. מצבים אלה מחייבים לרוב פעולות ממשק מתאימות.

3. <u>חקלאות מרעה</u>

חקלאות מרעה שונה משאר ענפי החקלאות, בעיקר מאחר ולרוב זוהי חקלאות אקסטנסיבית, המשתרעת על שטחים גדולים יחסית בעלי עבירות נמוכה, ואיננה כוללת עיבוד מכני של הקרקע והגידול. שטחי המרעה אינם נכללים בחישובי הלמ"ס בישראל [20], שכולל רק את השטחים המעובדים, אולם כוללים שטח הגדול מתוך כלל השטחים החקלאיים בישראל (כארבעה מיליון דונם). שטחי מרעה אלה כוללים שטחים פתוחים באזורי בתה וחורש (לרוב), כשממשק הרעייה

בהם משתנה לרוב כתלות בסוג בעל החיים: רעיית בקר, כבשים, ועיזים. רעית בקר (לבשר) ורעיית כבשים, ממוקדת בעיקר במרעה עשבוני, ורעיית עיזים לעומתם, נעשית לרוב בבתי גידול של צומח מעוצה. באופן כללי, יש הבדל מהותי בין מרעה בקר למרעה של עדרי כבשים ועיזים, מאחר ורעיה של צאן ועיזים נעשית בעזרת רועה, ופעילות הרעייה מוכוונת על ידו ועל כן יותר אינטנסיבית מאשר רעיית בקר השוהה בשטח כל היממה (בדומה לחיות בר). הבדל משמעותי נוסף הוא הגידור, ברעיית בקר משתמשים בגידור, שלרוב אינו נדרש ברעיית עיזים וצאן.
מרבית שטחי הרעיה בישראל הם שטחי רעיה של בקר, ולכן ההתייחסות לשטחי מרעה בחלק זה תתמקד בשטחים אלו. ממשק הרעייה במרבית שטחי המרעה לבקר, כולל רעייה בעוצמה נמוכה עד בינונית.

חברת הצומח: המגוון הביולוגי של צומח בממשק של רעייה בעוצמה בינונית, גבוה יותר מאשר ברעייה חזקה ורעייה חלשה (או ללא רעייה). ניכרים הבדלים משמעותיים במגוון המינים בכל עוצמת רעייה. למבנה הצומח השלכות על פעילות בעלי חיים ועל הרכב המינים, כשאחד הדברים המשמעותיים הוא היחס בין עשבוניים למעוצים. פעילות בעלי החיים משמעותית בהשפעה על חברת הצומח הן כתוצאה מאכילתם, והם כתוצאה מפריצת שבילים וקרחות באזור של צומח שאינו נאכל (פטל קדוש לדוגמה) כתוצאה מתנועה מכאנית לדוגמה. תנועות אלה מאפשרות מקום צימוח למינים עשבוניים. ברעיית עיזים הרועות על צומח מעוצה, מבוצעת אכילה של עלווה וענפים גבוהים יותר תוך שבירת ענפים. בדרך כלל השפעת הרעיה של העיזים לא מאד חזקה, וכוללת פעילות על פני שטח גדול תוך תנועה ממקום למקום ומתקבלת רעייה בעוצמה בינונית שתומכת לרוב בשימור מגוון ביולוגי ואף מרחיבה אותו. בשטחי מרעה, בפרט של בקר, קיימים מוקדי משיכה קבועים כדוגמת שקתות, חורשות צל ואתרי מזון מוגש, הגורמים להגדלה בעוצמת הפעילות מקומית של העדר בשטח קטן. עקב כך נגרם שינוי בחברת הצומח בקרבתם (ריבוי צומח ניטרופילי) כתוצאה מריכוז הפרש באזורים אלה.

חרקים: מחקר על מגוון מיני פרוקי הרגליים בשטחי מרעה לעומת שטח עשבוני ללא רעייה (בין חלקת מרעה לכביש), הראה הבדל משמעותי בהרכב חברת פרוקי הרגליים המאכלסים את שני האזורים. פרוקי הרגליים מגיבים למידת הלחות בסביבה, ולזמינות נוטריינטים. אולם, קשה להגיד איזה סביבה טובה יותר, מאחר ובשני בתי הגידול נצפה עושר מינים גבוה אך שונה, ונראה כי שניהם חשובים. מעקבים שנעשו אחר "רעיית דבורים" בשטחי מרעה של בקר בצפון הארץ, הראו שגם בלחץ רעייה גבוה לא הייתה ירידה בפעילות הדבורים, אלא ניכר שיחור מזון על חלק מהמינים שלא היו מועדפים על ידי הבקר (זלמן הנקין, מידע אישי).

עכבישים: במסגרת ניטור ארוך טווח בתחנות המאר"ג (LTER) השונות, לא נמצאה השפעה של רעיה על חברת העכבישים. ברמת הנדיב, באזורים שבהם מתקיימת רעיית עיזים בעוצמה גבוהה נצפתה ירידה מועטה בצפיפות הפרטים, אך לא נצפו הבדלים בהרכב החברה.

זוחלים: עבור זוחלים, אזורי מרעה הם שווי ערך לשטח טבעי, למעט נקודות האבסה ורביצה. אזורים אלה עשירים לרוב בעשבוניים, שיחים ובתי גידול אנכיים (מסלעות, מצוקים וכד'), ולכן

הוא דומה מאוד לבית הגידול הטבעי עבור הזוחלים. מינים כמו מניפנית, זעמנים, ונחושית נחשונית נמשכים לאזורי מרעה. בשולי שטחי חקלאות, ניתן למצוא עושר מינים הדומה לשטחי מרעה. בלחץ רעייה בינוני ומטה, יש עלייה בעושר המינים, אולם בלחץ רעיה גבוה יש פגיעה בזוחלים כתוצאה ממעיכה או חשיפה של פרטים. במקומות שנוצרת הסרה רבה של כיסוי צומח עשבוני, יש ירידה בטרף ובפעילות של זוחלים.

עופות: אזורי מרעה מהווים בית גידול חשוב וחיוני עבור עופות כדוגמת דוגרי קרקע ודורסים, ומכאן שענף המרעה תומך בחברות שונות של ציפורים. אזורי מרעה בעל רמת ערכיות הדומה לשטחים טבעיים. הדבר נכון במיוחד באזורים עם רעייה מתונה התומכים במגוון רב של מינים, מאחר שהרעיה יוצרת מגוון בתי גידול לשיחור מזון עבור מינים אוכלי חרקים וזרעים ואתרים המאפשרים ציד של דורסים, ומגוון רב של אתרי קינון. דוגרי קרקע כדוגמת חוגלה ופרנקולין משתמשים בשולי השדות, בשטחי מרעה, ובשדות בור כאזורי קינון. לשם השוואה, בשמורה סגורה שבה לא מתקיימת בה רעייה, משתנה חברת הצומח וכתוצאה מכך קיימת וירידה בעושר מיני העופות. עם זאת, חשוב לציין שמצב זה מאפיין את האזורים הים תיכוניים ולא מתאים לאזורים המדבריים.

יונקים: מבחינת יונקים צמחוניים, אזורי מרעה בעלי דמיון רב לשטחים טבעיים בעושר ומגוון המינים. אזורים אלה מספקים אזורי שיחור מזון ואתרי מסתור להרביבורים וטורפים כאחד. עבור יונקים בינוניים וגדולים כמעט ולא ניתן לבחון ההבדלים באופן רחב בין שטחי מרעה לשטחים ללא רעייה, מאחר וממשק רעייה מבוקר של בקר ועיזים מתקיים גם בשמורות טבע, ולכן קיים דמיון רב בפעילות יונקים אלה בין שטחי חקלאות מרעה לשמורות טבע. עם זאת בחלקות ובתקופות בהן קיימת רעיית בקר בלחץ גבוה, יש ירידה מסוימת בפעילות אוכלי עשב גדולים טבעיים - צבאים במרעה עשבוני ויחמורים במרעה חורש. בבחינת ההשפעה על יונקים קטנים, נמצא שבשטחי מרעה בגולן עם רעייה מועטה או ללא רעייה כלל, נצפה שפע גבוה של מכרסמים, ובאזורי רעיה אינטנסיבית נצפה מיעוט של מכרסמים.
אחת ההשפעות הנלוות של חקלאות מרעה על אוכלוסיות יונקים, נובעת כתוצאה מ"העשרת" השטח במזון (פגרים לדוגמה) שמקורו במשק האדם. העשרה זו מגדילה את כושר הנשיאה של השטח עבור אוכלוסיות טורפים, ותומכת במצב של מינים מתפרצים (זאבים, תנים, שועלים). תוצר לוואי של היווצרות מינים מתפרצים, הינו הצורך למנוע את פגיעתם בעדרי הבקר במרעה. כתוצאה מכך, פותחו שיטות חסימה להגנה על חלקות המלטה, בעזרת גדרות צפופות (גדר אוסטרלית, רשת בניין, גדר עיין). השימוש בגדרות אלה יוצר איים במרחב אליהם יונקים בינוניים וגדולים אינם יכולים להיכנס, ואף גורמת לניתוב תנועתם לאזורים בהם הם עלולים להיות חשופים יותר לטריפה.

4. <u>חקלאות מדגה</u>

חקלאות הדגים הנמצאת בתחום היבשתי של ישראל (לא כולל חקלאות דגים בים התיכון ובמפרץ אילת) כוללת גידול דגים בבריכות מסוגים שונים ובמאגרי מים. היקף השטחים החקלאיים מסוג

זה מוערך בכ-0.75% מתוך כלל השטחים המעובדים בישראל [20]. מרביתם של שטחי חקלאות הדגים מצויים בעמקים ובאזורים שבעבר הלא רחוק כללו בתי גידול לחים טבעיים. מצב זה, ונדירותם היחסית של בתי גידול לחים בישראל, מדגיש את חשיבותה הרבה של חקלאות המדגה למערכת הטבעית למרות שטחה הפיזי המצומצם. שטחים אלה מתייחדים באופי של בית גידול לח הכולל גופי מים פתוחים, ריכוזי דגים גבוהים וסבכי צומח האופייניים לאזורים לחים. לצידם של גופי מים אלה מצויים לרוב תעלות ניקוז וערוצי נחלים, שכוללים גם הם מאפיינים שונים של בית גידול לח. נדירותם וייחודם של גופי המים של חקלאות המדגה בישראל, הופכת אותם ל"אבן שואבת" למינים רבים של צומח וחי טבעיים הפעילים באותו מרחב.

חרקים: חלק ממחזור חייהם של רבים ממיני החרקים תלוי במקווי מים קבועים או זמניים, וכתוצאה מכך עושר מיני החרקים והשיפעה שלהם, גדולים באזורים אלה. בדיגומי חרקים שנעשו בתעלות ניקוז הסמוכות לבריכות דגים בעמק החולה, נמצא כי עושר המינים של פרוקי הרגליים היה גבוה יותר בתעלות ללא דגים.

זוחלים ודוחיים: מאגרי מים ותעלות ניקוז הכוללים צומח טבעי על הגדות, יוצרים בית גידול לח המקיים פעילות של צפרדעים, אילניות, נחשי מים, צב ביצות, זעמן שחור, זעמן מטבעות, תלום-קשקשים ועוד. מבחינת דו-חיים, שולי בריכות דגים עם צמחייה טבעית, מאפשרים פעילות של אילניות, קרפדות וצפרדעים ומהווים בית גידול מוצלח לרבייה, לעומת גוף הבריכות עצמו בו חשופים הם לטריפה. עבור זוחלים, מקיימים המדגה ושוליו בית גידול בעל חשיבות למינים רבים, אולם הם חשופים להרעלות כתוצאה מריסוסים של צומח בשולי הבריכות, או ריסוסים בשטחים החקלאיים הסמוכים (בפרט מטעים).

עופות: לענף חקלאות המדגה יש חשיבות רבה עבור מינים מקומיים ומינים נודדים. שטחים אלה מהווים לעיתים את מקום הקינון שלהם, והם מהווים תחליף לבתי הגידול הלחים הטבעיים שהיו בעבר. זהו בית הגידול הלח הזמין ביותר בישראל ולכן יש לו חשיבות רבה מאוד עבורם למרות היותו אזור חקלאי. לצידם של בריכות הדגים קיים מערך של תעלות ניקוז, מאגרים, נחלים מוסדרים ואפילו מתקני טיהור שפכים, וכולם מהווים בית גידול לח בעל חשיבות רבה לפעילותם של עופות. הציפורים נסמכות על גופי המים לשיחור מזון, על גדות מקווי המים ועל הצומח הסבוך סביב גופי מים המספק לציפורים מקומות מסתור ומקומות עשירים בחרקים לשיחור מזון. עבור עופות, לחקלאות מדגה פוטנציאל רב לייצוג סוגים שונים של בתי גידול לחים, ובהחלט ניתן לשלב היטב בין חקלאות המדגה לפאונה טבעית.

יונקים: לחקלאות מדגה חשיבות רבה עבור יונקים אקוואטים (מימיים), כמו לוטרה, חתול ביצות, ונמייה. חקלאות זו חיונית רבה בפרט מאחר שהיא מהווה תחליף לבתי גידול לחים טבעיים שנעלמו כתוצאה מניקוז, ייבוש, והסדרה של נחלים, מקווי מים טבעיים וביצות כחלק מתהליך של יצירת חקלאות אקוואטית. לוטרות מהוות דוגמה לתלות זו, מאחר והם תלויות בדגה לקיומן. העלמות גופי מים טבעיים, הקטין מאוד את זמינות המזון עבורן. במצב זה, חקלאות מדגה מהווה במידה רבה תחליף ובסיס קיום, מאחר שנראה כי במערכות הטבעיות

שנותרו (נחלים זורמים ומקווי מים טבעיים) זמינות המזון (דגים), אינה מספקת כיום לקיום אוכלוסייה זו, ואוכלוסיות טבעיות אחרות של בעלי חיים הניזונות מדגים.

5. חקלאות מבונה

חקלאות מבונה כוללת חממות רפתות דירים ולולים, וערכה למערכת האקולוגית אינו גדול מזה של שטח מבונה ביישובים. חקלאות מטעים המכוסה ברשת יוצרת אזורים סגורים למגוון מינים באופן דומה.

צומח: היישובים החקלאיים עצמם משפיעים מעט על הצומח, כאשר יש זליגה מסוימת של צמחי נוי לשטחים טבעיים, אך ככלל נראה שאין השפעה מהותית לישובים על הצומח הטבעי.

פרוקי רגליים: עבור דבוראים, בעבודות שנעשו בערבה עם חממות הפתוחות למעבר חופשי של דבורים, לא נצפו דבורי בר בתוך המבנים. לאור תוצאות אלו ואחרות, נראה שלחקלאות מבונה גם באזורים אחרים, אין ערך משמעותי עבור דבורי בר.

זוחלים ודוחיים: מוכרת הימשכות של מיני זוחלים שונים למבנים חקלאיים כדוגמת רפתות ולולים. לרוב אלה מינים מלווי אדם או מינים מתפרצים. מינים אלה מעודדים על ידי חקלאות מבונה וחודרים למקומות שלא היו נפוצים בהם באופן טבעי. חשיבותם של מינים אלה לשימור המגוון הביולוגי נמוכה, ונראה שחקלאות מבונה מייצרת גורמי משיכה ומעודדת מינים מתפרצים.

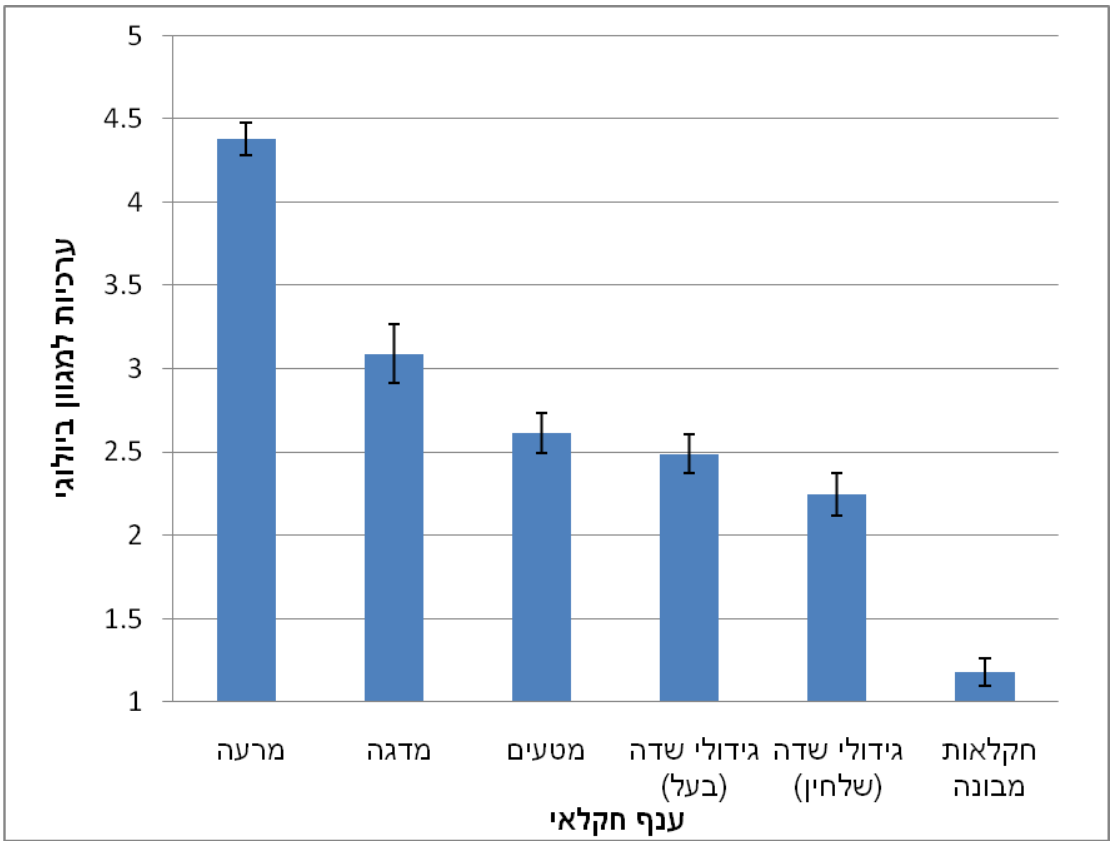
עופות: עבור ציפורים לא ניתן להפריד בין מבנים חקלאיים, יישובים, וגינות נוי. השפעת יישובים על מגוון מיני ציפורים אינה חד משמעית. יש מינים שמרוויחים מיישובים, ואילו מינים אחרים נדחקים. אזורים מיושבים תומכים, לעיתים במינים מתפרצים ומלווי אדם. חממות ומטעים המכוסים רשתות צל, יוצרים בעייתיות רבה בגלל חסימה פיזית לתנועתם של עופות.

יונקים: חקלאות מבונה הכוללת חממות, מהווה שטח אינרטי עבור רבים ממיני היונקים. לעומת זאת חקלאות מבונה של גידולי בעלי חיים (רפתות, דירים ולולים) מהוה מוקד משיכה למינים מלווי אדם רבים, מאחר והם מהווים מקור למזון ותומכת במקרים רבים במינים מתפרצים.

ערכיות אקולוגית של ענפי החקלאות השונים: אינטגרציה של מגוון המינים

במהלך המפגשים, דירגו המומחים את הערכיות של כל ענף חקלאי לפעילות כל אחת מקבוצות האורגניזמים שנבחנו (פירוט בשיטות). הבדלים בין הדרישות של קבוצות האורגניזמים השונות, יוצרים מן הסתם הבדלים במידת ההפרעה הספציפית הנגרמת מענפי החקלאות השונים לכל קבוצה. עם זאת, בכדי לתת ביטוי מייצג לערכיות של כל ענף למגוון המינים שנסקר על ידינו, ביצענו מיצוע של כלל ההערכות לקבוצות השונות עבור כל ענף חקלאי, תוך הוספת השונות שמבטאת את ההבדלים בין קבוצות האורגניזמים השונות. קבלת אפיון קולקטיבי שמבטא את

דעת כלל המומחים עבור כל ענף נעשתה על ידי חישוב ערך ממוצע לאחר הכפלת הדירוג של כל מומחה עבור קבוצת האורגניזמים שבהם הוא מתמחה.



איור 2 – ערכיות ממוצעת (SE±) של ענפי החקלאות השונים למגוון הביולוגי לאחר הכפלת הדירוג של כל נשאל לקבוצה בה הוא מומחה. "1" - ערכיות מינימאלית המקבילה למצב בשטח בנוי, ו-"5" מצב של ערכיות מרבית המקבילה לשטח טבעי.

תוצאות הדירוג של המומחים הצביעו על הבדלים ניכרים בערכיות של ענפי החקלאות השונים, כאשר ניכר שהענף החקלאי שתנאיו קרובים ביותר למצב של המערכת הטבעית הוא חקלאות מרעה. מנגד, חקלאות מבונה דורגה בערכיות נמוכה ביותר. מבין ענפי הגידול האינטנסיביים, ניתן לראות דמיון ניכר בדירוג גידולי שדה בממשק בַּעל, שלחין ומטעים, כאשר הערכיות למגוון המינים ברמה בינונית. חקלאות מדגה מהווה ענף חקלאי ששיטחו הכולל מצומצם ומאפייניו שונים מאוד (בהיותו הענף האקוואטי היחידי), כאשר מתוך סקר זה ניכר שהערכיות של ענף זה למערכת הטבעית גבוהה יותר משל שאר ענפי החקלאות האינטנסיביים.

ג. ***מקרה מבחן מרחבי***

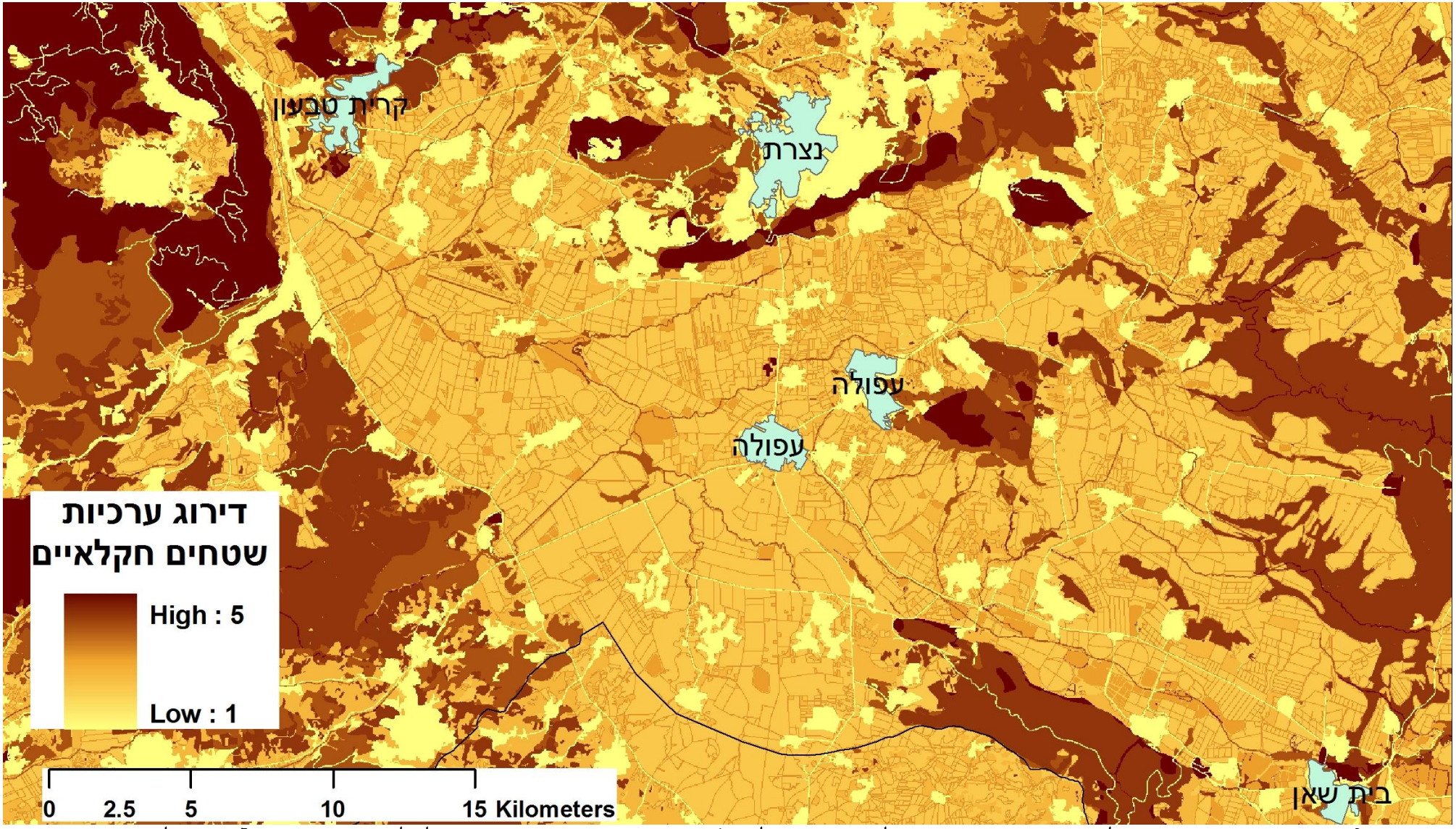
בכדי לבחון את המשמעויות המרחביות שהתקבלו מניתוח תוצאות העבודה בסקר דלפי, בחרנו מרחב נתון בצפון ישראל כאזור מבחן. מרחב זה כלל את האזור שסביב עמק יזרעאל ועמק חרוד, ובו בוצע ניתוח מרחבי ממוקד של ענפי החקלאות השונים בעזרת מערכת GIS. ערכיות השטחים החקלאיים נקבעה בהתאם לתוצאות המשוקללות סקר דלפי (איור 2): גידולי שדה של שלחין

ובַעל שערכיהם היו דומים, אוחדו לקבוצה אחת וניתן להם ערך ממוצע - 2.24, מטעים - 2.61, חקלאות מדגה ומאגרי מים - 3.09 ומרעה - 4.38. בכדי לקבל תמונת שטח מלאה, הוגדרה ערכיות של שימושי השטח הבאים: ישובים וכבישים - 1, ערוצי נחלים במרחב חקלאות אינטנסיבית - 4, ערוצי נחלים בשטחי מרעה ושמורות טבע - 5, יער - 4, שמורות טבע וגנים לאומיים - 5. ערכים אלה שימשו לקביעת ערכיותו של כל תא באזור המבחן (איור 3).

מתוך ניתוח ההיבטים הקשורים למורכבות מבנית בסקר דלפי של השטחים החקלאיים, עלה שאחד הנושאים העיקריים בעלי חשיבות הינו שימור שולי חלקות. בכדי לבחון נושא זה במרחב של אזור המבחן, ביצענו השוואה המתבססת על ערכיות שולי השדות. במקרה הראשון הוגדר ערך שולי השדות (והדרכים החקלאיות) בערך שווה לשטח החקלאי, ובמקרה השני נתנו תיעדוף לערכיות שולי החלקות בערך השווה לגידולי שדה (2.24) + 1.5 = 3.74. ערך זה גבוה מכל שאר הגידולים החקלאיים ונמוך מערוצי נחלים (כמוצג באיור 3).

מיפוי אזור נבחר זה לפי תוצאות סקר דלפי ממחיש את ההבדלים בחשיבות של ענפי החקלאות השונים עבור המגוון הביולוגי במרחב אמיתי. ניתן לראות ששטחי חקלאות המרעה (אזורים כהים) כוללים מרחבים גדולים שמאפשרים תנאי קיום הקרובים לשטח טבעי עבור קבוצות אורגניזמים רבות, ולעומת זאת ניתן לראות את אזורי היישובים שכוללים גם את ענפי החקלאות המבונה, ככתמים שבהם הערכיות נמוכה מאוד. חקלאות גידולי השדה והמטעים יוצרים מרחב גדול בעל ערכיות בינונית שמגביל את הקישוריות בין אזורים בערכיות גבוהה. חקלאות המדגה והמאגרים, בולטים במרחב (כתמים כהים יותר) כאזורים שערכיותם גבוהה יותר ותומכת במגוון רב של קבוצות אורגניזמים.

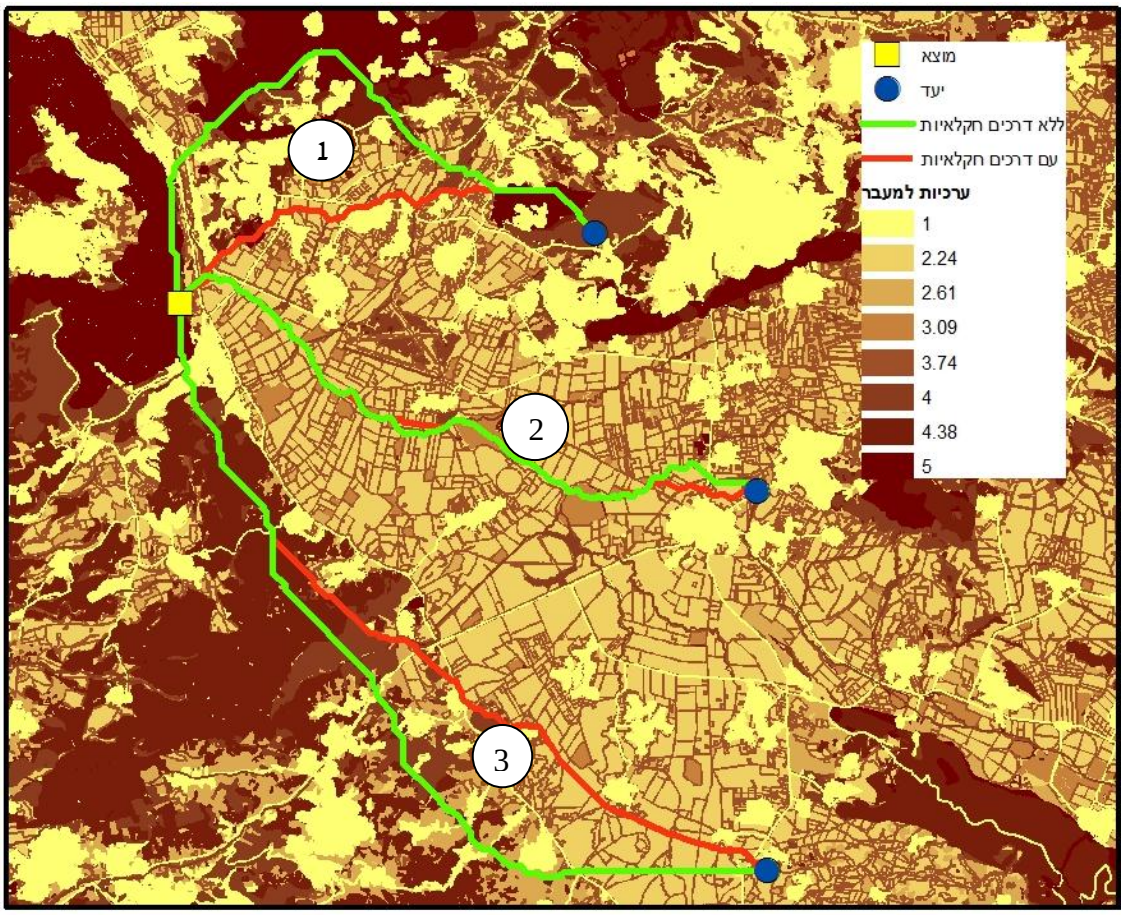
מרכיבים נוספים בנוף, מתבטאים במפה שכזו, וממחישים את המשמעות לקישוריות למגוון הביולוגי במרחב חקלאי זה. הכבישים (קווים בהירים) ממחישים דרגת קיטוע גבוהה של אזור נתון לגבי מינים רבים, ולעומתם ערוצי הנחלים (בגוון כהה) החוצים את השטחים החקלאיים מבטאים אזורים חיוניים המשמשים כמסדרונות מעבר בתוך החקלאות האינטנסיבית. בנוסף, חשוב לציין את הרשת הצפופה של שולי חלקות ודרכים חקלאיות (גוון חום בהיר), שעשויים לתת מגוון רב של מסדרונות תנועה, שערכיותם נמוכה אמנם מזו של ערוצי נחלים, אך כמותם הרבה תורמת למסדרונות תנועה בדרגת חשיבות שנייה.



איור 3 – מיפוי ערכיות השטחים החקלאיים באזור המבחן בהתאם לתוצאות סקר דלפי. "1" מבטא ערכיות נמוכה ביותר המקבילה למצב בשטח בנוי, ו-"5" מצב של ערכיות גבוהה והפרעה מינימאלית, המקבילה לשטח טבעי. גבולות השטחים החקלאיים קיבלו תיעדוף כמפורט בטקסט.

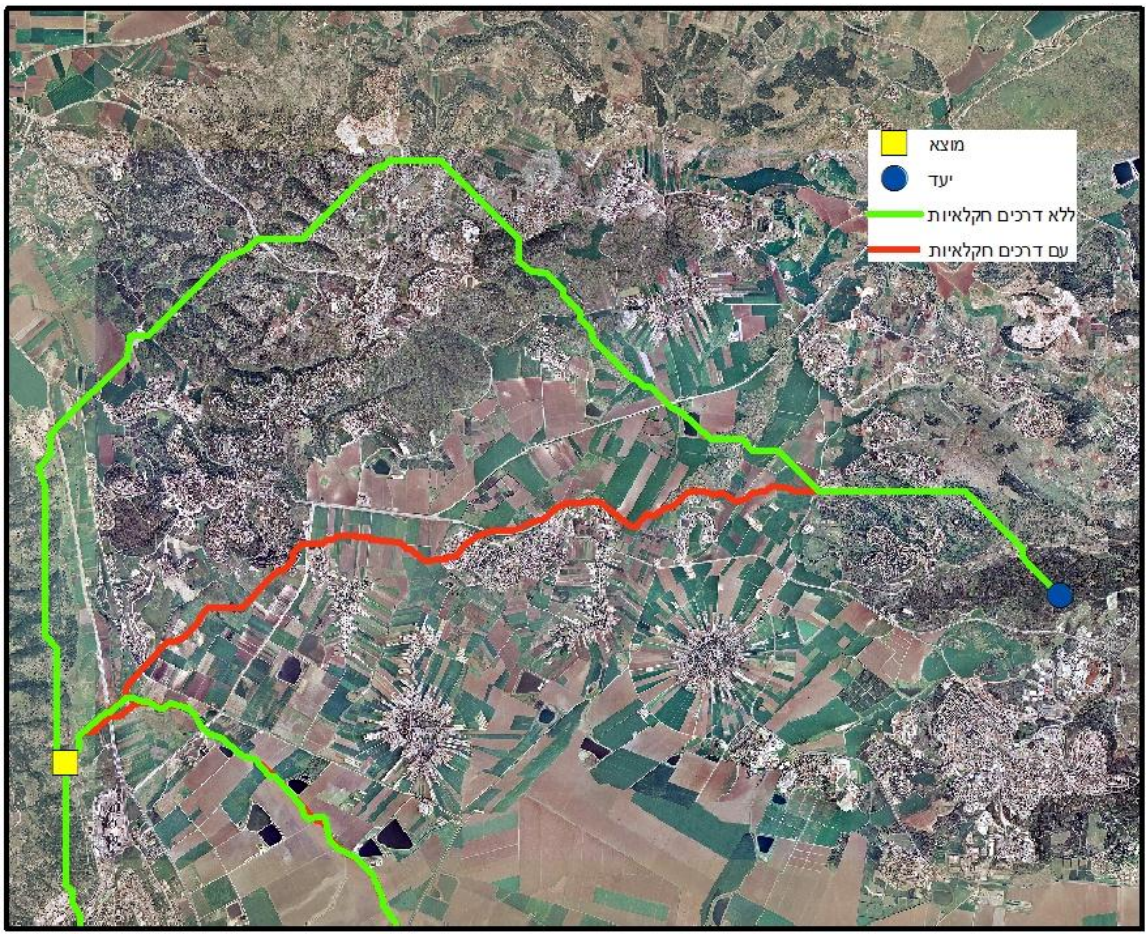
כדי לבדוק את השפעתם שולי שדות ודרכים חקלאיות על מידת הקישוריות של השטח, ביצענו ניתוח כמותי לבחינת ה"עלות" של חציית אזור המבחן. לצורך כך נבחרו עמק יזרעאל ועמק חרוד כשטח חקלאי שעבורו אנו מעוניינים בקבלת נתיב חצייה שעלותו מינימאלית. הוגדרו מספר נקודות מוצא ומספר נקודות יעד בשולי העמקים (מצפון ומדרום), ובעזרת שיטת "עלות מינימאלית של נתיב" (Leas cost pathway) נבחר עבור כל מקרה נתיב בו סך הערכים של כל תא בו, הוא מינימאלי. באופן זה ביצענו ניתוח ל-18 נתיבים (3 נקודות מוצא ו-6 נקודות יעד). כל אחד מהמקרים נבחן פעמיים: פעם אחת לנתיב עם "תיעדוף לדרכים חקלאיות" ופעם שנייה לנתיב "ללא תיעדוף" (ערך שווה לשטח החקלאי אותו הן מקיפות).

דוגמא לתוצאות ניתוח זה באחת מנקודות המוצא (איור 4) מצביעות על כך שמקרה "1" ומקרה "3", הנתיב בעל העלות הנמוכה יותר היה הנתיב שכלל "תיעדוף לדרכים חקלאיות" (אדום). במקרה "2" היה הבדל מועט בין שני הנתיבים. במקרה זה, הנתיב המועד היה לאורך ערוץ נחל (הקישון), ולכן לדרכים חקלאיות לא הייתה תרומה משמעותית.



איור 4 – נתיבי חצייה של אזור המבחן כפי שחושבו בשיטת "עלות מינימאלית של נתיב" - Leas cost pathway. ריבוע צהוב מייצג נקודת מוצא ועיגולים כחולים מייצגים את נקודות היעד. באדום מוצגים הנתיבים שנבחרו כאשר ניתן "תיעדוף" לשולי שדות, בעוד הנתיבים הירוקים מייצגים את הנתיבים שנבחרו כאשר ערכם של שולי השדות שווה לערכיות של השדות החקלאיים. הערכים לכל קטגוריה במקרא, מפורטים בטקסט.

בחינתו של מקרה "1" על גבי אורתופוטו (איור 5), ממחישה את ההבדל בין שני הנתיבים כתלות בתעדוף דרכים חקלאיות/שולי שדות. בעוד שהנתיב "ללא תיעדוף" (ירוק), כלל מעבר דרך שטחים פתוחים בשולי העמק (גבעות טבעון), הנתיב הנבחר במצב של "תיעדוף דרכים חקלאיות" (אדום), כלל נתיב קצר הרבה יותר בין שטחים חקלאיים.



איור 5 – פרישה מרחבית של נתיב 1 על גבי אורתופוטו. באדום מוצג נתיב נבחר כאשר ניתן "תיעדוף" לשולי שדות, בעוד הנתיב הכחול מייצג את נתיב נבחר ללא תיעדוף לשולי שדות.

השוואת אורך "נתיבי העלות המינימאלית" בין מרחב חקלאי ללא תיעדוף לשולי שדות לבין מרחב עם תיעדוף (טבלה 2), הראתה שקיימת העדפה מובהקת (paired t test, p=0.006) לנתיבים בהם ניתן תיעדוף לדרכים חקלאיות/שולי שדות. ב-16 מתוך 18 המקרים שנבדקו, היו הנתיבים הללו קצרים יותר בשיעור של כ-5%.

המשמעות של השוואה זו, שבמצב בו שולי שדות יתפקדו כאזורי שוליים המאפשרים תנועה והתבססות (גם אם חלקית) של קבוצות אורגניזמים מסוימות, תשתפר רמת הקישוריות של מרחב חקלאי עבור מגוון גדול של מינים ותגדל ערכיותו האקולוגית של המרחב החקלאי. פרק זה ממחיש את היישומיות של מפת הערכיות של שטחים חקלאיים ככלי שבעזרתו ניתן לבחון את המשמעות של ממשק נתון כלשהו, על התפקוד של מרחב חקלאי עבור מגוון ביולוגי.

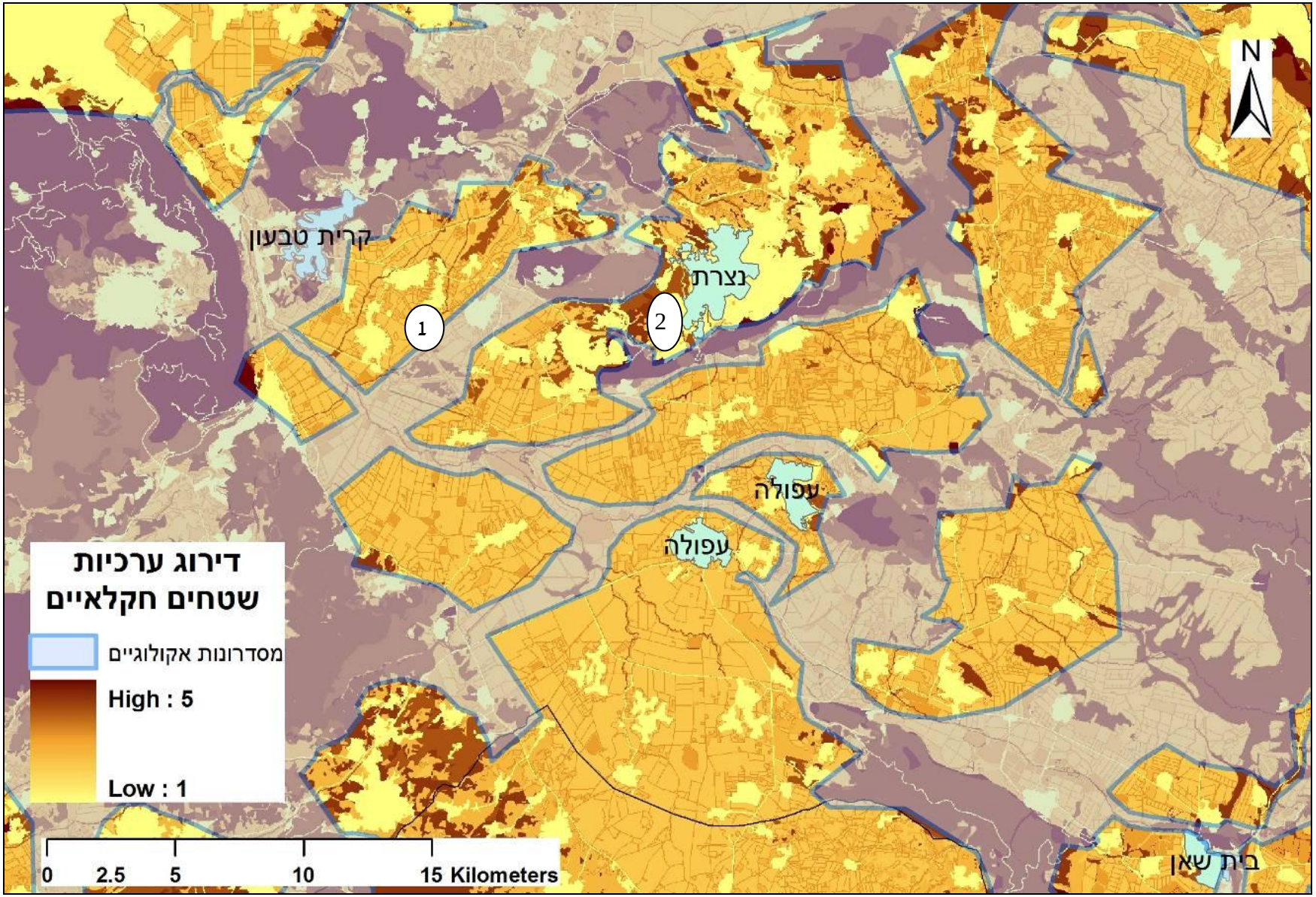
ד. השוואה למסדרונות אקולוגיים

ערכיות דיפרנציאלית של מרחב נתון, כדוגמת מרחב חקלאי, מאפשרת לזהות מסדרונות מעבר מועדפים. כאשר בסיס המידע לדירוג הערכיות כולל קבוצות אורגניזמים שעשויות לעשות שימוש באותו מסדרון, קיים סיכוי טוב יותר שאכן המסדרון המוצע יתפקד ככזה. הבעייתיות בבניית מסדרונות מסוג זה נובעת ממיעוט במידע אמפירי לגבי העדפותיהם של מגוון רב של מינים, והקושי ליצור סינתזה המשלבת ביניהם. קביעה של מפת ערכיות שמבוססת על מידע ביולוגי שמשקלל ידיעותיהם של קבוצת מומחים על פעילות של מגוון קבוצות אורגניזמים רבות, מאפשרת לקבל מידע על נתיבים במרחב שעשויים להיות מתאימים לשמש כמסדרונות אקולוגיים. בכדי לבחון הדבר, בחרנו לבצע השוואה של המפה שהתקבלה מאזור המבחן למפת המסדרונות האקולוגיים בישראל [24].

בבחינה איכותית ניתן לראות התאמה רבה מאוד בין מפת המסדרונות האקולוגיים של שקדי ושדות[24], למפה שנוצרה כתוצר של סקר דלפי בעבודה זו. רבים מהאזורים שסומנו בערכיות גבוהה עבור מגוון קבוצות טקסונומיות בעבודה זו, סומנו גם במפת המסדרונות האקולוגיים כאזורים שחשוב לשמרם מפיתוח. זאת למרות שמפת המסדרונות האקולוגיים לא התבססה על הביולוגיה של קבוצות אורגניזמים שונות. בה במידה, חשוב לציין שקביעת הערכיות של ענפי החקלאות על ידי מומחים בעבודה זו (בסקר דלפי), לא הייתה מקושרת למרחב ספציפי, ולכן לא יכולה הייתה להיווצר הטיה לכיוון של יצירת מסדרון כזה או אחר.

עם זאת השוואה פרטנית של שתי המפות מלמדת על נקודות שונות שבהן נראים הבדלים בעלי משמעות שבהם קיימים הבדלים בין המפות, שנובעים מאופן יצירתם. בנקודה "1" לדוגמה, ניתן לראות שהותווה מסדרון אקולוגי החוצה את עמק יזרעאל מצד לצד. לאורכו חסר רצף כתמים בעל ערכיות גבוהה המאפשר תנועה בדגם של "אבני פסיעה" (stepping stone), ולעומת זאת נכללים בו יישוב חקלאי ובסיס צבאי גדול היוצרים חסימה לאורגניזמים רבים.
בנקודה "2" ניתן לראות מקרה הפוך בו קיים שטח בעל ערכיות גבוהה, שאינו נכלל במסדרון אקולוגי, אך נראה מתאים לשמש כמסדרון העוטף את הרי נצרת מדרום מערב ולהתחבר למסדרון מצפון. שילובו כמסדרון אקולוגי יכול לאפשר קישור שקיים סיכוי גבוה יותר שאורגניזמים מקבוצות שונות יוכלו לעשות בו שימוש.

חלק זה ממחיש את היישומיות של מפת הערכיות של שטחים חקלאיים ככלי עזר תכנוני. הדוגמאות המצוינות מעלה מצביעות על שניתן בעזרת כלי שכזה שיפור וייעול התכנון (והעדכון) של מסדרונות אקולוגיים, ולאפשר שילוב של מידע ביולוגי בבסיס המידע לקביעתם. זיהוי מסדרונות בעזרת כלי זה יכול לשמש כבסיס לתכנון מפורט של מסדרון אקולוגי כדוגמת זה שבוצע על ידי מוטי קפלן וחובריו[23].



איור 6 - מפה של ערכיות של השטחים החקלאיים באזור המבחן כשמעליה מפת המסדרונות האקולוגיים [24] במרחב זה. תיחום המסדרונות האקולוגיים נצבע בגוון כחול שקוף למחצה בכדי לאפשר לזהות מתחת את ערכיות השטחים החקלאים כפי שנקבעו מתוך עבודה זו.

דיון

הבנת ההשפעות החיוביות והשליליות של שטחים חקלאיים על המגוון הביולוגי, וההשלכות בהיבט של שירותי מערכת, דורשים הסתכלות רחבה על הנוף הכולל [18]. עם זאת העדר זמינותו של מידע אמפירי על ההשפעות של ענפי חקלאות שונים, והשפעת המורכבות המבנית של המרחב החקלאי, מקשים על יצירת תובנות והמלצות חדות וברורות. לכאורה, היכולת לגבש תובנות למגוון ביולוגי כולל ביחס לענפי חקלאות שונים, מהווה אתגר בעייתי עד בלתי אפשרי. מאידך, תוצאות סקר של שנערכו עם קבוצת מומחים מקומיים לקבוצות טקסונומיות שונות, הראו שקיימים מכנים משותפים רבים ביניהם. יתרה מזו, לאחר מספר מפגשים, ראינו שהמגמות דומות, ושגם אם נגדיל באופן ניכר את גודל המדגם, לא צפוי שהמגמה תשתנה. במצב שכזה, השימוש בכלי כדוגמת סקר דלפי שנעשה בעבודה זו, מאפשר יצירת "חשיבה קולקטיבית" המציפה נושאים בעלי חשיבות מרכזית. בהמשך לסקר מומחים זה ניתחנו וביצענו סינתזה של הידע באופן שאיפשר לטפל במידע שהוצף בשתי דרכים שונות:

1. דירוג ענפי החקלאות השונים לפי משמעותם לקבוצות אורגניזמים רבות.
2. בחינת התוצר ככלי עזר לתכנון המאפשר לבחון את השפעתם של ענפי החקלאות באזור הים תיכוני בישראל על מגוון רב של מינים מהמערכת הטבעית.

הסתכלות על המרחב החקלאי במבט כולל, תוך שיתוף מגוון אקולוגים החוקרים קבוצות טקסונומיות שונות, הדגישה את חשיבותם של כתמים טבעיים החודרים לתוך החקלאות האינטנסיבית עבור כל מגוון קבוצות האורגניזמים שנדונו עם מומחים בעבודה זו. שטחים חקלאיים מהווים במקרים רבים חלק מבסיס הקיום של מגוון מינים. לעושר מינים בכתמים טבעיים סמוכים, עשויה להיות חשיבות רבה בהיבט של שירותי מערכת כדוגמת האבקה ובקרת מזיקים. ממצאי עבודות קודמות מדגישים שנופים חקלאיים בעלי מורכבות מבנית גבוהה מגבירים את המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות, ומפצים בכך על ממשק אינטנסיבי, כאשר אורגניזמים בעלי יכולות הפצה גבוהות עושים שימוש ניכר במערכת החקלאית, בפרט עקב יכולת ההתנחלות הגבוהה שלהם [18].

בחינה של פעולות ממשק פשוטות במערכת חקלאית, העלתה שנושא שימור שולי חלקות תוך הקטנת ההפרעה בהם והעדפה לצומח טבעי, הינו גורם שעליו הייתה הסכמה רחבה בקרב המומחים השונים, תוך הבאת דוגמאות מוחשיות לכך. בחינה כמותית של נושא זה באזור מבחן נתון, העלתה שבנוסף לערוצי נחלים וכתמים לא מעובדים המשמשים כמסדרונות מעבר וכ"אבני פסיעה" (stepping stones), שימוש בכלי ממשק של שימור שולי חלקות ודרכים חקלאיות, יוצר מסדרונות קיום ותנועה מדרגה שנייה. תדירות תפוצתם הרחבה במרחב החקלאי, מגדילה מאוד את חשיבותם בו.

בעבודה זו בוצעה קטגוריזציה של ענפי החקלאות השונים למקבצים הדומים יחסית במאפייניהם. ניתוח הממצאים של סקר דלפי מצביע על כך שניתן לבצע חלוקה גסה של ענפי החקלאות לשלוש קבוצות עיקריות על פי דרגת השפעתם על המגוון הביולוגי:

1. ערכיות גבוהה – בקטגוריה זו ניתן לכלול חקלאות אקסטנסיבית (חקלאות מרעה). דרגת ההפרעה נמוכה יחסית לענפי חקלאות אינטנסיביים, והדמיון הרב לשטחים טבעיים ושמורים (שגם בהם מתקיימת לרוב רעייה חקלאית), הופכת ענף חקלאי זה לענף בעל חשיבות רבה למגוון הביולוגי. בנוסף, היקפם הגדול של שטחי המרעה (4-5 מיליון דונם), מדגיש את המשמעות הרבה שלהם כאזורים המשמשים כבסיס קיום משמעותי למגוון מינים רב.
2. ערכיות בינונית – בקטגוריה זו נכללים ענפי חקלאות אינטנסיבית של גידולי שדה ומטעים ללא כיסוי רשת. שטחים אלה כוללים במקרים רבים מונוקולטורה (גידולים אחידים) על פני מרחבים גדולים, אולם עדיין מתאפשר קיום ומעבר של אורגניזמים שונים במרחב זה. חקלאות מדגה בעל ערכיות מעט גבוהה יותר, בפרט מאחר וענף זה כולל משאב נדיר בנופי ישראל – בית גידול לח.
3. ערכיות נמוכה – בקטגוריה זו נכללת חקלאות מבונה הכוללת חממות, דירים, רפתות ולולים. לקטגוריה זו ניתן לצרף גם מטעים המכוסים ברשת, מאחר ואינם נגישים לרבים מהאורגניזמים מקרב המגוון הביולוגי. מבחינה אקולוגית, ענפי חקלאות אלה אינם שונים בהרבה מאזורים מבונים.

חשיבותה של קטגוריזציה זו במיקוד ההתייחסות לענפי החקלאות בערכיות הבינונית, שפעילות ממשק מתאימה בהם עשויה לתרום רבות למגוון הביולוגי. תוצאות הסקר הצביעו על דמיון רב בערכיות הממוצעת בין הענפים השונים. על כן הן אינן תומכות בחשיבותו של ענף חקלאי אחד על פני אחרים. עם זאת, הודגש על ידי מרבית המומחים שפסיפס הכולל מגוון של ענפי חקלאות אינטנסיבית עדיף על פני אזורים נרחבים של מונוקולטורה, לא רק בגלל ההבדל בסוג הגידול, אלא גם בגלל העלייה בכמות "שולי החלקות" במרחב נתון.

כמו כן, יש משמעות מרחבית ואקולוגית שלילית לסגירה של רצף שטחים חקלאיים בעלי מאפיינים של חקלאות מבונה. מצב זה משמעותי במיוחד בענפים של גידולי חממה ושטחים המכוסים ברשתות צל, שעלולים ליצור מחסום בלתי עביר לקבוצות מינים רבות. מצד שני גידולים של חקלאות בעלי חיים במבנים (רפתות, דירים, לולים וכדומה), מהווים מוקד משיכה ועידוד למינים מתפרצים שעלולים לפגוע במערכת אקולוגית שכנה. במקרים אלו רצוי לקבץ מבנים אלו וליצור חציצה לחלק מהמינים במגוון הביולוגי, כבסיס להפחתת ההשפעה המרחבית על תפוצת המינים.

מסדרונות אקולוגיים

מפת המסדרונות האקולוגיים [24] הפכה לכלי תכנון בעל חשיבות רבה בעשור האחרון. חשיבותה בהיותה כלי פשוט וקל למתכננים, מבלי שהדבר מצריך אותם בשיקולים אקולוגיים מעמיקים. מסדרונות אלה כללו בעיקר שטחים פתוחים טבעיים המוגנים סטטוטורית, כאשר שטחים חקלאיים נכללים בהם רק במקומות נקודתיים. שיטה זו לא כללה שילוב של מידע ביולוגי בקביעת המסדרונות.

יעדיה של עבודה זו לא כללו בחינה ובדיקה של מסדרונות אקולוגיים. עם זאת, תוצרי העבודה נתנו ביטוי מרחבי למידת ההשפעה של אזורים שונים על מגוון ביולוגי, ובכך הציפו מסדרונות אקולוגיים המתבססים על תובנות ביולוגיות של קבוצת מומחים. השוואה של תוצרי עבודה זו למפת המסדרונות באזור מבחן, הראתה התאמה רבה מחד, ומאידך הציפה את נקודות החולשה של מפת המסדרונות הנובעות מהעדר שימוש במידע אקולוגי. משמעות הדבר שמבחינה יישומית, החלה של טכניקה זו לכל המרחב שעליו נעשה סקר דלפי זה (האזור הים תיכוני, מקו קריית גת וצפונה), יכולה לתרום לשיפור מפת המסדרונות האקולוגיים. אנו מציעים שיבוצע מיפוי של שטחי החקלאות בארץ לפי מידת התרומה שלהם למערכת הטבעית, שישמש ככלי עזר לתכנון עתידי של המיקום המרחבי של ענפי חקלאות שונים בארץ. תכנון זה יוכל לתת משקל גבוה יותר לקישוריות בין שטחים טבעיים, ובכך ייתרום לחיזוק מסדרונות אקולוגיים עבור אוכלוסיות של מינים שונים.

עבודה משלימה שפורסמה לאחרונה [23], הציגה תכנון מסדרון אקולוגי בשטחים חקלאיים בעמק חרוד, תוך ניתוח מפורט של מרכיבי השטח החקלאי (סוג גידול חקלאי, גידור, כבישים, ערוצים ועוד), ותכנית יישומית למסדרון בשטח חקלאי. הצעה זו נותנת פתרון מושכל לאזור נתון, תוך שימוש במאפייני תנועה של מינים מסוימים. דרך פעולה זו חייבה את המתכננים לבצע ניתוח נקודתי לאזור שרוצים לתכנן עבורו מסדרון אקולוגי במרחב חקלאי. עם זאת, הבחירה של האזור הספציפי אותו ניגשו לתכנן, התבססה על תובנות מקדימות של המתכננים. גישה זו חסרה את היכולת לבחון המרחב בסקאלה רחבה, ולבחור מסדרון מתאים לתכנון מפורט מתוך סך אפשרויות רלוונטיות בו. הגישה המוצעת כאן מאפשרת למפות את הערכיות האקולוגית של שטחי חקלאות בכל המרחב הים תיכוני. בעזרתה ניתן לזהות מסדרונות ספציפיים שעבורם נדרש תכנון מפורט בשיטה של קפלן וחובריו [23].

<u>תכנון ומערכות חקלאיות</u>

בשנים האחרונות הולכת ועולה ההתייחסות לנושא של ממשק משמר קרקע והפחתת השימוש בחומרי הדברה. מגמה זו מבורכת, וטומנת בחובה גישה שמאפשרת קיום מגוון רב יותר של אורגניזמים מקרב המגוון הביולוגי, תוך התייחסות רבה יותר לשירותי מערכת הכוללים האבקה והדברה טבעית של מזיקים. במסגרת פעולות ממשק שכאלה נשקלים טיפולים של אי פליחה, כיסוח צומח במטעים במקום ריסוס עשבוניים, מעבר לריסוסי לילה בכדי להקטין פגיעה במאביקים, ועוד. אין ספק שמגמה זו בעלת חשיבות רבה, וככל שיתפתח המחקר בתחום ותגדל הטמעתו בקרב החקלאים, יהיה לדבר תרומה רבה בענפים השונים. עם זאת, טיפול פרטני מסוג זה מתייחס לשדה חקלאי של משק נתון. כאן צפה ועולה סוגיה בעלת חשיבות רבה, שנראה כי איננה זוכה כיום להתייחסות מעמיקה, והיא נושא התכנון החקלאי הכולל. ההבנה שמורכבות מבנית היא בעלת חשיבות רבה למגוון הביולוגי איננה חדשה. עבודות קודמות [18] מצביעות על כך שמערכת חקלאית צריכה להרחיב את נקודת המבט ולקחת אחריות על היבטי המורכבות המבנית בתהליכי התכנון. בנופים חקלאיים אחידים חשוב לקחת בחשבון הקצאה של בתי גידול לטובת מערכת טבעית, הרבה יותר מאשר בנופי מורכבים, מאחר והסיכון למגוון הביולוגי בהם גבוה

יותר. אולם לשם כך נדרש תכנון ורגולציה של שטחים חקלאיים שיתייחס למורכבות מבנית, ולמסדרונות קיום ותנועה עבור המערכת טבעית לצורך קיום שירותי מערכת ומתוך הכרה בחשיבות המגוון הביולוגי.

למיטב ידיעתנו נושא התכנון המרחבי של שטחים חקלאיים, והפרישה של סוגי הגידול באזורים השונים, נתונה כיום לשיקולי מערכת חקלאית וכלכלית בלבד, ללא התייחסות למרחב הכולל שמסביב. נושא שירותי המערכת האקולוגית מקבל התייחסות רבה יותר בשנים האחרונות, אולם ללא מערכת של תכנון ורגולציה ראויים, היכולת לאמץ ולהטמיע גישה זו מוגבל מאוד. מכאן שלצורך הטמעת היבטים בשימור המגוון הביולוגי, לא ניתן להסתכל רק מנקודת המבט של החקלאי הבודד, כי אם נדרשת הסתכלות רחבה שתתכנן ותווסת את הפיזור המרחבי של גדולים חקלאיים. ויסות זה צריך להתבצע באופן שישתדל לא לפגוע בייצור החקלאי מחד, ומאידך ייתן מקום לשיקולים מרחביים שיאפשרו מורכבות מבנית רבה ככל האפשר, וייתמכו בהקטנת הפגיעה במגוון הביולוגי, ובתגבור אספקת שירותים אקולוגיים במרחב החקלאי. מערכת תכנון וויסות שכזו יכולה גם לתמרץ ולעודד כיווני ממשק חקלאי המתאימים מבחינה אקולוגית לכל אזור. המצב הקיים כיום, של מיעוט של ידע משמעותי לגבי ניהול של אזורים חקלאיים שונים, בהתייחס לשימור המגוון הביולוגי ולשירותי המערכת האקולוגית בכל אזור, מקשה על קבלת המלצות ברורות וחדות לגבי יעדים לשמירת טבע באזורים חקלאיים שונים, ולגבי המגמות החקלאיות שכדאי לתמרץ באזורים אלה.

עבודה זו מהווה צעד ראשון בכיוון שיאפשר לבנות מערכת קריטריונים אקולוגיים לתכנון מרחבים חקלאיים, שתאפשר שיקלול של יעדים חקלאיים וכלכליים עם יעדים אקולוגיים. חשוב להדגיש שעבודה זו התמקדה בחבל הים-תיכוני, כאשר ברור שהתובנות העולות ממנה אינן מתאימות למרחב המדברי. אזורים כדוגמת הנגב והערבה לא נדונו בעבודה זו. טיפול באזורים מדבריים ידרוש תהליך מחודש של סקר דלפי, בגלל הבדלים מהותיים בין ההשפעה של החקלאות על המערכת האקולוגית באזורים ים-תיכוניים, לבין השפעתה על מערכות אקולוגיות באזורים מדבריים .

תודות

ברצוננו להודות לכל האקולוגים ואנשי השטח המוזכרים בעבודה, שתרמו מזמנם ומניסיונם בגיבוש התובנות והעקרונות המוצגים בעבודה זו.

רשימת ספרות

.1 Altieri MA, Nicholls CI, Fritz MA. 2005. *Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network*: Beltsville MD

.2 Barazani O, Perevolotsky A, Hadas R. 2008. A problem of the rich: Prioritizing local plant genetic resources for ex situ conservation in Israel. *Biological Conservation* 141: 596-600

.3 Brotons L, Manosa S, Estrada J. 2004. Modelling the effects of irrigation schemes on the distribution of steppe birds in Mediterranean farmland. *Biodiversity and Conservation* 13: 1039-58

.4 Crance JH. 1987. Guidelines for using the Delphi technique to develop habitat suitability index curves US Fish and Wildlife Service Biological report 82(10.134(

.5 Dolev A, Carmel Y. 2009. Distribution of threatened-unprotected vertebrates as a basis for conservation planning. *Israel Journal of Ecology and Evolution* 55: 117-32

.6 Federman R, Werner YL. 2007. Man-made environmental changes affect the boundary between two taxa of Laudakia. *Journal of Zoology London* 273: 281-8

.7 Fischer J, B. B, Daily G, P.R. E, R. G, et al. 2008. Should agricultural policies encourage land sparing or wildlife-friendly farming? *Frontiers in Ecology and the Environment* 6: 380-5

.8 Fischer J, Lindenmayer DB, Manning AD. 2006. Biodiversity, ecosystem function and resilience: ten guiding principles for off-reserve conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 80-6

.9 Gavish-Regev E, Lubin Y, COLL M. 2008. Migration patterns and functional groups of spiders in a desert agroecosystem. *Ecological Entomology* 33: 202-12

.10 Hess GR, King TJ. 2002. Planning open spaces for wildlife: I. Selecting focal species using a Delphi survey approach. *Landscape and Urban Planning* 58: 25-40

.11 Hilty JA, Lidicker JWZ, Merenlender A. 2006. *Corridor Ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation*: Island Press

.12 Linstone HA, Turoff M. 1975. *The Delphi Method: Techniques and Applications*. New York: Addison-Wesley

.13 Menke SB, Fisher RN, Jetz W, Holway DA. 2007. Biotic and abiotic controls of Argentine ant invasion success al local and landscape scales *Ecological Society of America* 88: 3164-73

.14 Moore SA, Wallington TJ, R.J.Hobbs, Ehrlich PR, Holling CS, et al. 2009. Diversity in Current Ecological Thinking: Implications for Environmental Management. *Environmental Management* 43: 17-27

.15 Norris K. 2008. Agriculture and biodiversity conservation: opportunity knocks. *Conservation Letters* 1: 2-11

.16 Rowe G, Wright G. 1999. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting* 15: 353–75

.17 Samways MJ. 2007. Insect conservation: a synthetic management approach. *Annual Review of Entomology* 52: 465 - 87

.18 Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I, Thies C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. 8: 857-74

.19 Vandermeer J, Perfecto I. 2007. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology* 21: 274-7

.20 למ״ס. 2010. שנתון סטטיסטי לישראל - שטח חקלאי ושטח יער, http://www.cbs.gov.il/reader/shnaton/templ_shnaton.html?num_tab=st19_01&CYear=2010

.21 סקוטלסקי א. 2006. רפורמות במדיניות הסבסוד החקלאי באירופה: תוכניות לעידוד חקלאות משמרת סביבה - סקירת ספרות, נקודת ח״ן www.nekudat-hen.org.il, ירושלים

.22 סקוטלסקי א. 2009. מסדרונות אקולוגיים באזורים חקלאיים: עקרונות לתכנון ולממשק חקלאי. סקירת ספרות, אתר נקודת ח״ן www.nekudat-hen.org.il, ירושלים

.23 קפלן מ, ויטמן נ, רותם ד, דופור-דרור ז. 2011. תכנון מסדרון אקולוגי בעמק חרוד כמקשר בין רמת צבאים לגלבוע. אקולוגיה וסביבה 2: 105-96

.24 שקדי י, שדות א. 2000. מסדרונות אקולוגיים בשטחים פתוחים כלי לשמירת טבע, חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, ירושלים

נספח

שאלון למומחים:

שם: _____
היכרות עם התחומים הבאים (דירוג 1-5, 5 - היכרות מצוינת, 1 – לא מכיר):
יונקים - _____
עופות - _____
זוחלים - _____
דוחיים - _____
פרוקי רגליים מעופפים - _____
פרוקי רגליים קרקעיים - _____

1. דרג/י רשימה של מינים/קבוצות תפקודיות (מתחום התמחותך) שפעילותן נפגעת כתוצאה מפעילות חקלאית (מהחמור לפחות חמור)?
קבוצה זואולוגית: _____
   א. _____
   ב. _____
   ג. _____
   ד. _____
   ה. _____
   ו. _____
   ז. _____
   ח. _____
   ט. _____
   י. _____

   קבוצה זואולוגית: _____
   א. _____
   ב. _____
   ג. _____
   ד. _____
   ה. _____
   ו. _____
   ז. _____
   ח. _____
   ט. _____
   י. _____
2. לאור התשובות לעיל נסה/י להגדיר את הסיבות/גורמי ההפרעה העיקריים במערכת החקלאית, שבעטיים בוצע הדירוג:
   א. _____
   _____
   ב. _____
   _____
   ג. _____
   _____
   ד. _____
   _____
   _____
   ה. _____
   _____

ו. _____
_____

ז. _____
_____

3. בטבלה הבאה, ציינו בבקשה ערך מספרי (1-5) לדרגת הקישוריות של טיפוסי חקלאות שונים עבור קבוצות שונות של אורגניזמים. ציין/ני בכוכבית את תחומי ההתמחות שלך:

ענפי חקלאות	עופות	עטלפים	יונקים גדולים	יונקים קטנים	זוחלים	פרוקי רגליים מעופפים	פרוקי רגליים קרקעיים	צומח	
טבעי									
מרעה									
גד״ש בַּעל									
גד״ש שלחין									
מטעים									
מבונה									

4. כיצד משפיעים לדעתך הגורמים הבאים על הערך האקולוגי של טיפוסי חקלאות שונים?

א. ענפי חקלאות –
גד״ש: _____
_____
מטעים: _____
_____
מרעה: _____
_____
חממות _____
_____
לולים _____
_____
רפתות _____
_____

ב. נוף חקלאי (הומגני, ביניים, מורכב) -
הומוגני (נגב מערבי לדוגמא) _____
_____
מורכב (שפלת יהודה לדוגמא): _____
_____
ביניים (____דוגמא): _____
_____

ג. ממשק חקלאי -
אינטנסיבי _____
_____
חד עונתי _____
_____
דו עונתי _____
_____
אקסנסיבי _____
_____

ד. אחר -
_____
_____
_____

5. מה לדעתך ההשפעה של ערוצי נחלים על הקישוריות (נא להוסיף ערך השוואה יחסי בין האפשרויות)?
   א. ערוץ זורם - _____
   _____
   ב. ערום אכזב/תעלת ניקוז יבשה - _____
   _____
   ג. רוחב ערוץ - _____
   _____
6. מדיניות אי פליחה – כיצד והאם משפיעה על הקישוריות? ציינו הגורמים.
   א. _____
   ב. _____
   ג. _____
   ד. _____
   ה. _____
   ו. _____
7. קירבה לשטחים מבונים (מגורים/חקלאות מבונה) – כיצד משפיעה על הקישוריות בטיפוסי החקלאות השונים?
   א. _____
   ב. _____
   ג. _____
   ד. _____
   ה. _____
   ו. _____
8. דרג/י את קבוצות האורגניזמים (ניתן להפריד לקבוצות תפקודיות/מיני מפתח) שניתן ללמוד מהם על הקישוריות במרחב של שטחים חקלאיים?
   א. _____
   ב. _____
   ג. _____
   ד. _____
   ה. _____
   ו. _____
   ז. _____
   ח. _____
   ט. _____