

ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות - מסגרת רעיונית וסקירת ספרות

התכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל



המארג

התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע

חברת זו נכתבה עבור משרד החקלאות ופיתוח הכפר ובמימונו

ניטור מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות - מסגרת רעיונית וסקירת ספרות

התכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל

המארג - האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים

נכתב על ידי:

חלק א: מסגרת רעיונית לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות.

צוות המומחים:

ענת לווינגרט, צפריר גרינהוט, אבי פרבולוצקי, יעל מנדליק, משה קול, נעמה ברג, אלי ארגמן, אשר אייזנקוט, אברהם (ג'ון) זילברמן, בני יעקובי, אלון מאור, שוקי קנוניץ, יהל פורת, עופר גורן, אורית גינזבורג, מני בן-חור, אפרת הדס, אסנת הלל, דותן רותם, נעם לידר, יואב מוטר, גיא פאר, ציפי פרידקין, יעל ברקוביץ, אורית סקוטלסקי, יעל לובין, עמית דולב, ליאורה שאלתיאל-הרפז.

חלק ב: סקירת ספרות

כתיבה: ד"ר אסתר לחמן

עריכה: פרופ' אבי פרבולוצקי וד"ר נעמה ברג

ייעוץ מקצועי: ד"ר אורית גינזבורג

ירושלים, ספטמבר 2013

עימוד גרפי: rotem design

עריכת לשון: ענבר קמחי-אנגרט

צילומים: הילה גיל



חלק א':

9 מסגרת רעיונית לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות

חלק ב':

16 סקירת ספרות - ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות - מהנעשה בעולם

21 תקציר

23 הקדמה

24 פרק 1: חקלאות ומגוון ביולוגי

29 פרק 2: ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות

פרק 3: דוגמאות לתכניות ניטור במערכות חקלאיות בעולם -

33..... נקודות חוזק ונקודות חולשה

35 פרק 4: מחקרים על מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות בישראל

41 פרק 5: תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם

46 סיכום הסקירה

49 מילון מונחים

51 רשימת מקורות

תוכן העניינים

חלק א':

מסגרת רעיונית לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות
במסגרת תכנית הניטור הלאומית של המארג



הקדמה

במסגרת שיתוף פעולה בין נציגי משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמארג החליטו שני הגופים לגבש תכנית לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות. ניטור זה חיוני לקבלת מידע חסר ולהבנת התרומה של שטחי החקלאות למגוון הביולוגי. נוסף על כך, ההשפעות של ממשקים חקלאיים שונים על ערכי הטבע, והמגוון הביולוגי בכללם, ייבחנו, ואופי התלות בין הממשק החקלאי לסביבתו יילמד.

תכנית הניטור המוצעת כאן נועדה לקדם את הבנת ההשפעות החיוביות והשליליות של השטחים הטבעיים והחקלאיים על המגוון הביולוגי המתקיים בהם - באזורי הארץ השונים (אזורים אקלימיים-חקלאיים עיקריים) [הרחבה של אזורי אקלים, שכוללת התייחסות לחקלאות בת-קיימא - agroclimatic zones], בענפי הגידול העיקריים ובסוגי הממשקים שמשרד החקלאות מפעיל במערכות החקלאיות. נתונים אמיינים וארוכי טווח על אודות מצבו של המגוון הביולוגי יוכלו לתת כלים איכותיים בידי מקבלי החלטות במשרדים ובגופים השונים, האמונים על ניהול שטחים פתוחים בישראל, ובהם גם שטחי החקלאות.

המסגרת הרעיונית לתכנית הניטור במערכות חקלאיות שמופיעה כאן, גובשה בעזרת צוות חשיבה רחב שהורכב מנציגות הגופים השונים המנהלים שטחים פתוחים בארץ. מסמך זה הוא התוצר הראשוני של עבודת צוותי המומחים שלהלן:

ענת לווינגרט, צפריר גרינהוט, יעל מנדליק, משה קול, נעמה ברג, אלי ארגמן, אשר אייזנקוט, אברהם (ג'ון) זילברמן, בני יעקובי, אלון מאור, שוקי קנוניץ, יהל פורת, עופר גורן, אורית גינזבורג, מני בן-חור, אפרת הדס, אסנת הלל, דותן רותם, נעם לידר, יואב מוטר, גיא פאר, ציפי פרידקין, יעל ברקוביץ, אורית סקוטלסקי, יעל לובין, עמית דולב, ליאורה שאלתיאל-הרפז.

מטרות תכנית הניטור במערכות חקלאיות:

1. התכנית תשמש כלי לקבלת החלטות באופן מקצועי ומושכל יותר במשרד החקלאות ופיתוח הכפר ובשאר הגופים המנהלים שטחים פתוחים בישראל.

א.



הענפים (דפוסי החקלאות) המרכזיים שנבחרו לניטור בתכנית:

- מטע ירוק-עד - מושקה
- מטע נשיר
- מטע ירוק-עד לא מושקה - בעל
- גד"ש - גידול אחד בשנה - שלחין
- ירקות - 3 מחזורי גידול בשנה - שלחין
- פלחה - בעל



2. התכנית תאפשר קבלת ידע חסר בנושאי חקלאות, טבע וסביבה, ובעיקר הערכת ההשפעות החיוביות והשליליות בין יחידות חקלאיות לסביבתן הטבעית על המגוון הביולוגי ועל אספקת שירותי המערכת, וזאת בהתייחס לאזורים השונים, לענפים השונים ולממשקים השונים בחקלאות, בזמן ובמרחב.

השגת מטרה 2 תאפשר את מימוש מטרה 1, שהיא מטרת-העל של תכנית הניטור בחקלאות.

היות שמדובר במערכת מורכבת בעלת פריסה גאוגרפית רחבה ובפעילות (ניטור) יקרה יחסית, הגדרנו את המשתנים הבאים:

אזורים אקלימיים-חקלאיים מועדפים לניטור

ענפים נבחרים לניטור בכל אזור

ממשקים נבחרים לניטור

לאור המורכבות נקבעו סדרי עדיפויות בין האזורים, הענפים והממשקים, שניקח על עצמנו לנטר.

האזורים האקלימיים-חקלאיים שנבחרו לניטור בתכנית:

המערכות החקלאיות בישראל חולקו לשבעה אזורים אקלימיים-חקלאיים שמאפיינים את אזורי החקלאות השונים. המפה מבוססת על מפה מפורטת של אזורים אקולוגיים-חקלאיים (40 אזורים) שהוכנה במשרד החקלאות. איחדנו את האזורים הרבים לשבעה אזורים בעלי מאפיינים אקלימיים-חקלאיים:

- < הגולן - החרמון
- < הגליל וגב ההר
- < העמקים הצפון-מערביים (זרעאל, חפר)
- < העמקים המזרחיים (כולל בקעת הירדן)
- < השפלה ומישור החוף
- < הנגב הצפוני
- < הנגב הדרומי והערבה

טבלה מסכמת של אזורי הניטור ודפוסי החקלאות העיקריים שהוגדרו לניטור בכל אזור

אזור	דפוסי חקלאות עיקריים באזור
הגולן - החרמון	מטעים נשירים וגד"ש
הגליל וגב ההר	זיתי בעל, מטעים נשירים ומטע ירוק-עד
העמקים הצפון-מערביים	מטע ירוק-עד, גד"ש ופלחה
העמקים המזרחיים	גד"ש, פלחה וזיתי שלחין
השפלה ומישור החוף	מטע ירוק-עד, גד"ש ופלחה
הנגב הצפוני	מטע ירוק-עד, גד"ש ופלחה
הנגב הדרומי והערבה	גידול תמרים וזיתים

השלבים הבאים בגיבוש תכנית הניטור:

בחירת אינדיקטורים לניטור המגוון הביולוגי בכל אחד מהאזורים / ענפים / ממשקים

הגדרת שיטות הניטור

בחירת אתרי הניטור ומיפוי שלהם (חזרות, פריסה מרחבית)

בניית מערך הניטור ומעבר מתכנית רעיונית לתכנית עבודה ביצועית

הממשקים המרכזיים בכל ענף שנבחרו לניטור בתכנית:

עיבוד משמר / לא משמר

חקלאות מופחתת חומרי הדברה / הדברה קונבנציונלית (פרויקט ה"זבוב")

צמחי כיסוי במטעים / ללא צמחי כיסוי

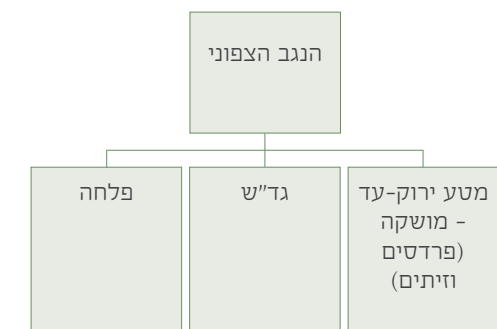
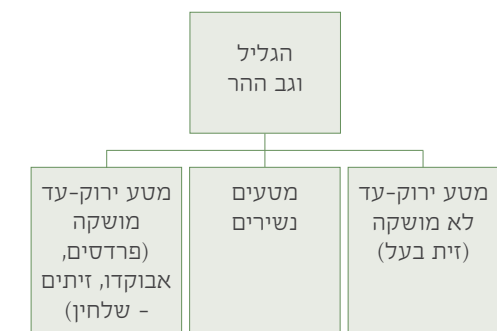
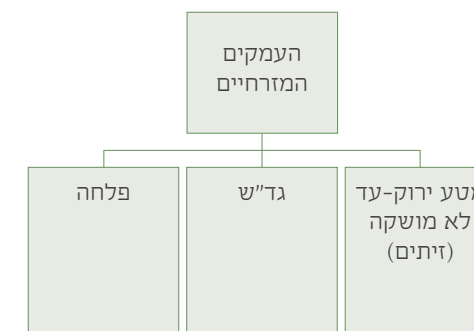
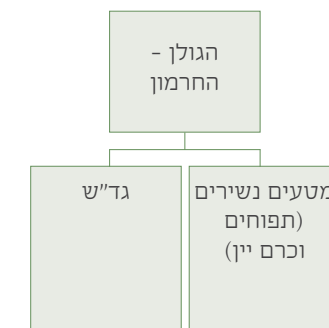
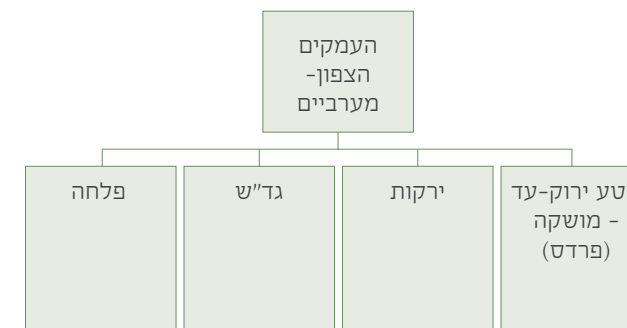
חקלאות בעל / שלחין

חקלאות מושקית במים מסוג שפירים / קולחים / מליחים

מערך הניטור המזערי שמוצע כאן:

7 אזורים x 2 גידולים x 2 ממשקים x 3 חזרות = 84 נקודות

בכל אזור נבחרו דפוסי החקלאות המרכזיים לאזור, ומתוכם נבחרו הגידולים המשמעותיים.



חלק ב':

סקירת ספרות

ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות -
מהנעשה בעולם

21	תקציר.....
23	הקדמה.....
24	פרק 1: חקלאות ומגוון ביולוגי.....
24	1.1 מגוון ביולוגי.....
24	1.2 השפעת מערכות חקלאיות על המגוון הביולוגי.....
24	1.2.1 השפעות שליליות.....
25	1.2.2 השפעות חיוביות.....
26	1.3 שימור המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים.....
26	1.4 מדיניות משרד החקלאות בנושא חקלאות בת-קיימא ושימור המגוון הביולוגי.....
27	1.5 מדוע לנטר את המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים?.....
29	פרק 2: ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות.....
29	2.1 כיצד מבצעים ניטור של המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות?.....
30	2.2 גישות לניטור בשטחים חקלאיים.....
30	2.3 אינדיקטורים לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות.....
33	פרק 3: דוגמאות לתכניות ניטור במערכות חקלאיות בעולם - נקודות חוזק ונקודות חולשה.....
33	3.1 בחינת מידת ההצלחה של תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם.....
33	3.2 חקלאות ועופות באזורים חקלאיים בסקוטלנד.....
34	3.3 השפעת החקלאות על אזורי טבע מוגנים באיטליה.....
34	3.4 ניטור מגוון ביולוגי בבקכות (ponds) בשטחים חקלאיים באירלנד.....
34	3.5 אינדיקטורים של צומח בשטחים העשבוניים ברומניה המושפעים מעיבוד חקלאי אקסטנסיבי.....
34	3.6 השפעת החקלאות על פאונת הזוחלים בקטלוניה, ספרד.....
34	3.7 השפעתה של תכנית חקלאית סביבתית על אוכלוסיית הדו-חיים בהולנד.....
35	פרק 4: מחקרים על מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות בישראל.....
41	פרק 5: תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם.....
46	סיכום הסקירה.....
49	מילון מונחים.....
51	רשימת מקורות.....
56	נספח.....

סקירת ספרות

ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות - מהנעשה בעולם

תקציר

1. לקיום ענף החקלאות בארץ מתלוות תרומות ומשמעויות רבות מלבד אספקת התוצרת החקלאית עצמה. התועלת החיצונית של החקלאות נכללת בתחומי החברה, התרבות, התיירות, האקולוגיה והסביבה. בין היתר ניתן לכלול בתועלת מסוג זה אספקה זמינה וזולה של מזון טרי ובריא; שמירה על קרקעות המדינה ופיזור אוכלוסיין; שימור שטחים פתוחים ליצירת חגורה ירוקה לערים ומניעת עיור; תמיכה במגוון המינים של החי והצומח ובבתי הגידול שלהם; מניעת קדבור; שמירה על מורשת תרבותית והיסטורית; שימוש בקרקעות חקלאיות לסילוק ולמחזור של פסולת אורגנית; שמירה על כושרה של הקרקע להחדיר גשמים למי התהום; עידוד תיירות באזורי הכפר.

2. כ-25% מהחלק היבשתי של כדור הארץ מנוצל לחקלאות (עיבוד חקלאי, רעייה). המערכות החקלאיות והאופן שהן מנוהלות בו גורמים פעמים רבות גם להשלכות שליליות על הסביבה. המגוון הביולוגי, המספק שירותי מערכת אקולוגיים חיוניים גם לתפקוד החקלאות עצמה, כגון האבקה, נפגע כחלק מהסביבה.

3. הידע הקיים על ההשפעות הסביבתיות של הייצור החקלאי הוא לעתים קרובות מוגבל. ניטור, קטלוג, ניתוח נכון של הממצאים והפצת ידע על מצב המערכות האקולוגיות החקלאיות (agroecosystems) ועל המגמות שרואים בהן - כל אלה חיוניים כדי לקדם תהליך ייצור יעיל של תוצרת חקלאית, שמחירו הסביבתי נמוך. יש חשיבות רבה לכך שהידע הנאסף יהיה אמין, זמין ובר-השוואה.

4. התכנית האסטרטגית לפיתוח בר-קיימא של משרד החקלאות ופיתוח הכפר (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2010) קבעה את שימור המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים כיעד סביבתי, שיקודם באמצעות מחקר אקולוגי-חקלאי ותמיכות כספיות. אם כן, ניטור יעיל של המגוון הביולוגי בשטחים אלה הוא כלי בסיסי חשוב להבנת המצב הקיים ולבחינת תרומתן של התמיכות בשינוי מצב זה.

5. עיקר הניטור במערכות נעשה בעזרת אינדיקטורים. האינדיקטורים שינטרו במערכות חקלאיות צריכים להיות פשוטים להבנה ולא יקרים, כיוון שבמקרים רבים הניטור מתבצע על ידי החקלאי עצמו.

ב.





6. במדינות רבות בעולם מופעלות תכניות חקלאיות סביבתיות (AES - Agri-Environmental Schemes). תכניות אלה מבוססות על מתן תמיכה כספית ("פיצוי") לחקלאי על ההשקעה באמצעים טכניים חקלאיים, שמצמצמים את ההשפעה על הסביבה ותורמים לשמירה על המגוון הביולוגי. מרבית התכניות כוללות מרכיב כלשהו של ניטור מגוון ביולוגי.

הקדמה

מגוון ביולוגי (biodiversity) הוא מכלול האורגניזמים של כלל המינים (בעלי חיים, צמחים ויצורים זעירים) שחיים ומתפקדים בסביבה, ושיחד עמה מהווים מערכת תפקודית - מערכת אקולוגית (ecosystem). המגוון הביולוגי מביא לאספקה סדירה של קשת רחבה של שירותים לאדם - שירותי המערכת האקולוגית - שחיוניים לקיומו. שירותים אלה תמכו בעבר, ותומכים גם כיום, בתנופת הפיתוח שמלווה את המין האנושי, ושמטעצמת והולכת מאז המהפכה החקלאית (המשרד להגנת הסביבה, 2010). עם זאת, תנופת פיתוח זו יצרה לחץ על המערכות האקולוגיות ועל המגוון הביולוגי, שהשפעתו נותנת את אותותיה בעשורים האחרונים ומתבטאת באבדן שירותים אקולוגיים חיוניים כמו האבקה, ויסות מזיקים ועוד. השינויים הללו משמעותיים ביותר, ומשפיעים באופן גורף על רווחת בני האדם ועל רווחת כל אורגניזם אחר (IUCN, 2013).

המערכת החקלאית נחשבת אחת המערכות שיש להן השפעה רבה מאוד על המגוון הביולוגי, והיא גם מערכת שמושפעת מהשינויים במגוון הביולוגי ומאבדן שירותי המערכת האקולוגית. מערכת זו נתמכת על ידי משאבי הטבע - הקרקע, המים והמגוון הביולוגי - ותלויה בהם להמשך קיומה. אופן הניהול של המערכת החקלאית משפיע על הזמינות ועל האיכות של משאבים אלה, ועל כן תכניות חקלאיות רבות בעולם מכוונות לניהול מיטבי שלהם. דבר זה מתבטא גם בשם הנפוץ כיום למערכות חקלאיות - 'מערכות אקולוגיות חקלאיות' (agroecosystems) - מערכת הכוללת את השטח הנמצא בשימוש לצורכי גידולים חקלאיים ורעייה, בתוספת השטחים הסמוכים הלא-מעובדים, שמתקיימים בהם צומח וחי אחרים וכן המערכות האביוטיות שמסביבם: האטמוספירה, הקרקע והמים. שם זה משקף היטב את יחסי הגומלין בין הפעולה האנושית של ייצור המזון לבין תלותה בסביבה הטבעית.

שטחים חקלאיים הם חלק בלתי נפרד מנופיה של ארץ ישראל, והמעשה החקלאי שלוב בתרבותה. החשיבות של שטחים חקלאיים בתור שטחים פתוחים מודגשת בעיקר לאור העובדה כי ממרכז הארץ צפונה, ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם. בשטחה המצומצם מתקיים פסיפס מורכב של שימושי קרקע שונים - ערים, יישובים, שטחים חקלאיים ושטחי חורש ויער המאכלסים בתוכם מגוון תרבויות ואנשים, בעלי חיים וצומח ייחודי. בשל הסמיכות הגבוהה בין שימושי הקרקע השונים בישראל חשופים השטחים הפתוחים והמערכות האקולוגיות המתקיימות בהם, לשורה של איומים ולחצים.

בשנים האחרונות חל שינוי בתפיסה הציבורית, והיא דורשת שמירה על ערכי טבע, ניהול נכון שלהם וצמצום הפגיעה בהם. תפיסה זו מחלחלת גם לשינוי במדיניות החקלאית, המקדמת פיתוח חקלאות בת-קיימא, ששואפת לצמצם את הפגיעה בסביבה (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2010). לשם כך נדרש מעקב אחר מצב ערכי הטבע בשטחים הפתוחים ובשטחים החקלאיים באמצעות תכניות ניטור (Beever, 2007; Field et al., 2006). ניטור זה, החיוני להבנת ההשלכות שיש לשינויים בממשק החקלאי על ערכי הטבע והמגוון הביולוגי בכללם, ילמד על אופי התלות בין הממשק החקלאי לסביבתו, ויתרום להבנת היעילות של ממשקים חקלאיים סביבתיים בצמצום הפגיעה בסביבה.

ניטור מגוון ביולוגי במערכות אקולוגיות חקלאיות הוא נגזרת של מערך הניטור הכללי של המגוון ביולוגי בשטחים טבעיים. על אף השוני בין המערכת הטבעית לבין המערכת החקלאית במטרות הניטור שלהן, מבנה תכנית הניטור ושיטות הניטור המיושמות דומים. על כן, סקירת ספרות זו כוללת גם חלקים מסקירת ספרות של ניטור המגוון הביולוגי שנערכה על ידי המארג (ברג ואחרים, 2012). מטרת הסקירה הנוכחית היא לאחד את הספרות הענפה הנוגעת לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות, תוך שימוש במחקרים שבדקו את הקשר בין המגוון הביולוגי והחקלאות בארץ.. נוסף על כך, הסקירה מתייחסת לתכניות תמיכה חקלאיות סביבתיות המיושמות בעולם, ואומדת את יתרונותיהן וחסרונותיהן, במידת האפשר.

יש לציין שאין אחידות בשיטות הניטור המיושמות, בעקרונות של ניטור המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים, ואף אין הסכמה גורפת על דרכי ביצוע הניטור. עם זאת, יש הסכמה נרחבת לגבי מספר נושאים:

א. הצורך בניטור;

ב. הצורך בקבלת מידע בר-השוואה לעבודות דומות שנעשות במערכות חקלאיות אחרות בעולם;

ג. הצורך בקיום מערכת פתוחה שנתונה יהיו זמינים לכול.

פרק 1: חקלאות ומגוון ביולוגי

1.1 מגוון ביולוגי (biodiversity)

כאמור, מגוון ביולוגי הוא מכלול האורגניזמים של כלל המינים (בעלי חיים, צמחים ויצורים זעירים) שחיים ומתפקדים בסביבה, ושיחד עמה מהווים מערכת תפקודית - מערכת אקולוגית (ecosystem). הגדרות רבות ניתנו בספרות למושג זה, ונזכיר כאן שלוש מהן:

- א. מגוון גנטי (genetic diversity) - המגוון הגנטי הקיים בתוך מין נתון ובין מינים שונים. נושא זה חשוב במערכות חקלאיות כאשר אנו מתייחסים לשטחים נרחבים של גידולים מאותו סוג ואף מאותו זן ולהשפעה של גידולים על ההרכב הגנטי של אוכלוסיות הבר הסמוכות. המגוון הגנטי באוכלוסיות של מינים שונים נתון להשפעה של קיטוע בתי גידול.
- ב. מגוון טקסונומי (taxonomic diversity) - מגוון המינים במערכת אקולוגית. זוהי ההגדרה המוכרת ביותר, שמזוהה עם מגוון ביולוגי בקרב הציבור הרחב.
- ג. מגוון תפקודי (functional diversity) - מגוון התפקידים שאורגניזמים ממלאים במערכת האקולוגית (כולל שלבים שונים של מין נתון).

במערכות חקלאיות יש המייחסים למגוון התפקודי את התפקיד החשוב ביותר (Clergue and Amiaud, 2005; Moonen and Bàrberi, 2008; Bàrberi et al., 2010). המגוון התפקודי הוא למעשה המגוון שבעזרתו המערכת מתפקדת. לדוגמה: קיומם של אלפי מיני אוכלי עשב במערכת טבעית תלוי באספקת מזונם על ידי היצרנים הראשוניים Moonen and Bàrberi 2008. Silvert וחבריו (2003) טוענים טענה מעניינת: למרות חשיבות הערכים הפנימיים (ערכי הקיום), האסתטיים והתרבותיים של המגוון הביולוגי, קשה להאמין שהם מצדיקים את סכומי הכסף, הזמן, המחקרים והפוליטיקה המושקעים במחקרים בנושא המגוון הביולוגי. לשיטתם, כל המאמצים הללו יכולים להיות מוצדקים רק על ידי ההנחה שהמגוון הביולוגי ממלא תפקיד מפתח בבקרת התפקוד של המערכת האקולוגית, באופן כזה שהוא משפיע על איכות החיים של החברה האנושית. תפקיד מפתח זה מבוטא באופן הטוב ביותר על ידי המגוון התפקודי.

1.2 השפעות החדיות של מערכות

חקלאיות על המגוון הביולוגי

בניגוד למדינות אירופה ולמדינות מפותחות אחרות, כמו ארה"ב ואוסטרליה, ששטחי החקלאות בהן הם חלק גדול משטח המדינה (מעל 50% גם בארה"ב ובאוסטרליה), שטחי החקלאות בישראל הם כ-22.4% משטחה של המדינה (אחירון-פרומקין 2011). בישראל ישנם כ-1,400,000 דונם שטחי מרעה, כ-1,350,000 דונם שטחי בעל וכ-1,400,000 דונם שטחים מושקים. נוסף על כך, בניגוד לגידול המתמיד בשטחי החקלאות במקומות רבים בעולם לאורך השנים, שטחי החקלאות בישראל לא גדלו, ואף הצטמצמו עם השנים. הצמצום נבע ברוב המקרים מנטישת שטחים חקלאיים לא-רווחיים ומפיתוח עירוני או תעשייתי, ולא ממדיניות של שמירת טבע. בשל שטחה המצומצם של ישראל נמצאים השטחים החקלאיים בצמידות לשטחים טבעיים רבים, דבר המחריף עוד יותר את ההשפעה ההדדית של שטחי החקלאות והשטחים הפתוחים זה על זה, לחיוב ולשלילה.

1.2.1 השפעות שליליות

שטחים חקלאיים מעובדים מכסים כ-12% מהחלק היבשתי של כדור הארץ, ושטחי מרעה מכסים 26% ממנו (Balmford et al., 2012). מלבד התרומה של המערכות החקלאיות לאנושות באספקת מזון, אופן ניהולן מביא במקרים רבים גם לפגיעה בהיבטים שונים של הסביבה: הרס בתי גידול טבעיים, התדרדרות שירותי המערכת האקולוגית ופליטה של כ-30% מכלל פליטות גזי החממה בעולם (Sachs et al., 2010). כל אלה משפיעים על המגוון הביולוגי ופוגעים בו. מעל ל-50% משטחה של אירופה, למשל, מכוסה בחקלאות מתועשת, שנחשבת לאחד הגורמים המרכזיים לאיבוד מגוון ביולוגי (Nentwig, 2003). למרות העצירה בהיקף המרת שטחי בתי גידול לחקלאות כבר בסביבות שנות ה-90 של המאה הקודמת, עדיין נרשמת ירידה באיכות בתי הגידול, ועדיין מתקיימים יוֹכוחים על האפשרות לדו-קיום בין חקלאות ומגוון ביולוגי (Firbank, 2005). לפי מקורות שמביאים Balmford ואחרים (2012), החקלאות היא הגורם העיקרי לבירוא היער הטרופי, והיא כבר החליפה כ-70% מהשטחים העשבוניים בעולם, כ-50% מהסוואנות וכ-45% מהיערות הנשירים הממוזגים. היא גם הגורם העיקרי להכפלת קצב קיבוע הפחמן במאה האחרונה, ל-70% מצמצום כמויות המים הזמינות, והיא מסכנת מיני צמחים ובעלי חיים שנמצאים בסכנת הכחדה יותר



מכל פעילות אנושית אחרת. Henle ואחרים (2008) מציינים שלושה תהליכים עיקריים שאחראים ליצירת קונפליקטים בין חקלאות למגוון הביולוגי: מעבר לחקלאות אינטנסיבית (שימוש בחומרי הדברה, חומרים אנטיביוטיים, אורגניזמים מהונדסים גנטית ועוד); נטישת שטחים שהם שוליים מבחינת החקלאות אך חשובים מאוד למגוון הביולוגי; שינויים בקנה המידה של החקלאות, שיכולים לגרום להתפתחות של חקלאות של גידול יחיד (monoculture) ולאיבוד תכונות נוף המתבטאות רק בחקלאות בקנה מידה קטן. במדינות הים תיכוניות ובמדינות החדשות המצטרפות לאיחוד האירופי הקונפליקט העיקרי בין החקלאות למגוון הביולוגי נוצר במעבר לחקלאות אינטנסיבית. בעקבותיה מצטמצמים שטחי החקלאות בכלל והשטחים החקלאיים האקסטנסיביים (שמועילים למגוון הביולוגי) - בפרט. במדינות מרכז

אירופה - נטישת שטחים חקלאיים, קיטוע בתי גידול ואבדן שלהם הם בעיות רציניות יותר מהמעבר לחקלאות אינטנסיבית. האתגר הגדול העומד בפני החקלאות בדור הבא הוא הקטנת ההשפעה הסביבתית של החקלאות תוך שמירה על היכולת לספק מזון ותוצרים חקלאיים אחרים לאוכלוסייה שהולכת וגדלה (Zaks and Kucharik, 2011).

1.2.2 השפעות חיוביות

המגוון הביולוגי מספק שירותי מערכת רבים עבור השטח החקלאי. שירותים אלה כוללים: האבקה, הדברת מזיקים, קיבוע חנקן, פירוק חומר אורגני, מניעת סחף ועוד, והם תומכים במערכת החקלאית ובייצור המזון. לשם כך נדרשים גם קיומן של מערכות אקולוגיות מגוונות

בעלות מגוון ביולוגי נרחב וגם מפגש בין שני בתי הגידול - המערכת החקלאית והשטח הטבעי. כמו כן, המערכת הטבעית שומרת בתוכה את המגוון הגנטי, שהוא המקור למינים המבויתים (Wydra, 2012).

מערכות אקולוגיות חקלאיות, בעיקר כאשר הן מגוונות ואינן מעובדות באופן אינטנסיבי, משמשות בתי גידול למיני צמחים ובעלי חיים שאופייניים להן, כגון מיני ציפורים האופייניים לשטחים חקלאיים (Fischer et al., 2011). שטחים חקלאיים המנוהלים בצורה ידידותית לסביבה יכולים גם לתפקד כמסדרונות אקולוגיים, ואף להיטיב עם המגוון הביולוגי הטבעי, אך לא תמיד הממצאים הם חד-משמעיים (ראו פרק 3).

אחד מהמקורות המשמעותיים למגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים נמצא בשטחים חצי-טבעיים, הנמצאים בסמיכות לשטחים חקלאיים (Duelli and Obrist, 2003). במחקר שבדק מגוון של פרוקי רגליים יבשתיים בשטחים חקלאיים מצאו Duelli ו-Obrist שיותר מ-63% מכל בעלי החיים (מלבד הפאונה של הקרקע והמים) תלויים בשטחים אלה לקיומם. בארץ נערך מחקר שבדק מגוון מינים של פרפרים במספר בתי גידול, ומצא שבית הגידול של שולי שדות חקלאיים, הגובלים באזורים טבעיים, הוא עשיר במינים ובעל חשיבות רבה לשימור מגוון מיני הפרפרים (פאר ואחרים, 2006). במחקר נוסף שנערך בשפלת יהודה נבדקו כתמי קרקע שאינם מעובדים בתוך שטחים מעובדים. כתמים אלה אינם מתאימים לעיבוד חקלאי, אך הם עשירים מאוד במיני צומח, וכוללים מיני צומח נדירים (גלעדי וזיו, 2010). התלות הזו, בין המגוון הביולוגי בשטחים טבעיים לבין התפקוד של מערכות חקלאיות לאורך זמן, מצריכה חשיבה בסוגיה כיצד ניתן לספק תוצרת חקלאית לכלל האוכלוסייה תוך שמירה על המגוון הביולוגי.

1.3 שימור המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים

הנוף החקלאי הוא מערכת מלאכותית, ולכן, על פי Nentwig (2003), כדי לשקם ולשמר את המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות יש לנקוט שלושה צעדים:

- < לקבל את החשיבות והערך של המגוון הביולוגי.
- < להתייחס למגוון הביולוגי כאל ערך שזקוק לממשק.
- < לשלב את נושא ממשק המגוון הביולוגי בהתנהלות חקלאית טובה (good agricultural practices).

המודעות לחשיבותה של חקלאות בת-קיימא ולתרומתה לקיום המגוון הביולוגי הטבעי הולכת וגדלה בעולם. מצב זה החל עוד בשנות ה-80 של המאה הקודמת, כאשר באירופה החלו טענות שתכנית המדיניות החקלאית של האיחוד האירופי (CAP - Common Agricultural Policy) גורמת להרס בתי גידול, לייצור של עודף של מזון, למעבר לחקלאות אינטנסיבית ולצמצום של הייצור החקלאי המשפחתי. הנושא הסביבתי נעשה מרכזי בתקופה זו באירופה, ולכן הוחלט שיש לבצע הערכה חוזרת של המדיניות כדי שתיעשה "סביבתית" יותר (Henle et al., 2008).

כיום מתקיימות במדינות רבות תכניות לפיתוח חקלאות בת-קיימא, ובמסגרתן פועלות בדרך כלל גם תכניות הקשורות לשימור המגוון הביולוגי הטבעי (ראו פירוט בהמשך, בפרק 5, עמ' 30). חלק חשוב מתכניות אלה הוא הניטור ומדידת ההצלחה שלהן בהשגת שימור המגוון הביולוגי. קיימת שונות במידת ההצלחה של התכניות החקלאיות הסביבתיות שהופעלו באירופה בשיפור השימור של המגוון הביולוגי. אנגליה, שנחשבת המובילה בתחום התכניות החקלאיות הסביבתיות ובכללן תכניות לשימור המגוון הביולוגי, מסכמת מספר הצלחות בתחום. לעומת זאת, במדינות אחרות כגון הולנד, התועלת מתכניות אלה ברורה פחות.

1.4 מדיניות משרד החקלאות בישראל בנושא חקלאות בת-קיימא ושימור המגוון הביולוגי

בשנים 2008-2009 ערך משרד החקלאות ופיתוח הכפר תכנית אסטרטגית לפיתוח בר-קיימא (משרד החקלאות ופיתוח הכפר, 2012). בעקבות תכנית זו נוקט המשרד כיום מספר צעדים כדי להטמיע עקרונות של פיתוח בר-קיימא בקביעת מדיניות ובעשייה. עם זאת, עדיין קיימים תחומים רבים שדרוש בהם שיפור, ובהם ההתייחסות למגוון הביולוגי ולשינוי האקלים - נושאים מרכזיים במדיניות החקלאית בפרט ובמדיניות בכלל בעולם. בסקירת המצב הקיים בישראל (שם, פרק 4) צוין שהמחקר בתחום השטחים הפתוחים במנהל המחקר החקלאי - מצומצם יחסית, וזאת למרות העובדה שחקלאות בשטחים פתוחים תופסת את עיקר הקרקעות החקלאיות בישראל. כמו כן, יש מחסור במחקר בתחום שבין החקלאות לשטחים הפתוחים וההשפעות ההדדיות ביניהם.



1.5 מדוע לנטר את המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים?

הידע הקיים על ההשפעות הסביבתיות של הייצור החקלאי הוא לעתים קרובות מוגבל. ניטור, קטלוג, ניתוח נכון של הממצאים והפצת ידע על מצב המערכות האקולוגיות החקלאיות ועל המגמות שרואים בהן - כל אלה חיוניים כדי לקדם תהליך ייצור יעיל של תוצרת חקלאית שמחירו הסביבתי נמוך. אם כך, ניטור יעיל הוא חלק מהותי מהמהלך של הפיכת החקלאות לבת-קיימא מהבחינה הסביבתית (Sachs et al., 2010; Lindenmayer and Likens, 2011). נוסף על ידע זה, נתונים המופקים משיטות חישה מרחוק, ומודלים ממוחשבים המנטרים ועוזרים לנבא את תנאי הסביבה ואת הדרישות החקלאיות הנגזרות

במטרות וביעדים לתכנית מנהלת ההשקעות של משרד החקלאות נקבע שאחד היעדים הסביבתיים יהיה קידום שימור המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים באמצעות מחקר אקולוגי-חקלאי ותמיכה כלכלית (משרד החקלאות, 2010; פרק 5). החל משנת 2012 שותף משרד החקלאות ופיתוח הכפר במיזם 'חקלאות תומכת סביבה', שמטרתו לקדם את התועלת הסביבתית של החקלאות והמרחב הכפרי לשמירה ולטיפוח של המגוון הביולוגי, השטחים הפתוחים, הנוף, מקורות המים והקרקע. לשם כך החקלאים השותפים במיזם פועלים בשיטות ממשק אקסטנסיביות, בממשקים להפחתת שימוש בחומרי הדברה ובממשק אי-פליחה המשמר מים וקרקע.



פרק 2: ניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות

2.1 כיצד מבצעים ניטור של המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות?

מערכות חקלאיות הן מהמערכות האקולוגיות החשובות בעולם, אולם רוב פעילות הניטור עד כה התמקדה במערכות טבעיות (Sachs et al., 2010). החוקרים מציעים להקים רשת עולמית לניטור השפעות החקלאות על הסביבה, שתפעל בצורה מבוזרת, אך תיתמך על ידי מערכת מרכזית לניהול הנתונים הנאספים. מערכת זו תפעל בצורה

דומה למיזם הגנום האנושי, שבו מאות מדענים, בעשרות מרכזים בעולם, עבדו בשיתוף פעולה כדי לפענח את הרצפים של הגנום האנושי. לדעתם, הבעיה העיקרית שעומדת בדרכה של מערכת כזאת היא חוסר האחידות של הנתונים שנאספים (קני מידה שונים, שיטות שונות, קריטריונים צרים). לכן, יש להכניס אחידות למערכת ולאסוף את הנתונים בקני מידה שניתן להשוות ביניהם. הנתונים שיתקבלו יופצו בחינם כדי לספק מידע שיועיל לחקלאות ברמה העולמית. נוסף על כך הם מציעים שימוש בפרוטוקול אחיד, שיתייחס לנושאים סביבתיים שונים הקשורים לחקלאות. על אלה יתווספו מדידות למערכות חקלאיות ספציפיות. מהלך מסוג זה יצריך קביעת תחנות חקלאיות סביבתיות באזורים שהאקלים, סוג הקרקע וסוגי הגידולים דומים בהם, והנתונים שייאספו יהיו בקנה המידה הנופי. דוגמה לכך הוא האתר (Africa Soil Information Service (<http://africasoils.net>))

מהם, יכולים לשמש למתן המלצות לממשק החקלאי המיטבי (Zaks and Kucharik, 2011).

במדינות רבות בעולם מתקיימות תכניות חקלאיות סביבתיות רבות (ראו פרק 5), שיעילותן מוטלת בספק ללא ניטור צמוד (Stoate et al., 2009). ניטור המגוון הביולוגי במערכות אקולוגיות חקלאיות חיוני להבנת השלכותיהם של שינויים בממשק החקלאי על ערכי הטבע והמגוון הביולוגי בכללם. ניטור זה ילמד על אופי התלות בין הממשק החקלאי וסביבתו, ויתרום להבנת היעילות של ממשקים סביבתיים-חקלאיים בצמצום הפגיעה בסביבה. במסגרת הניטור יש להביא בחשבון כי הוא חלק מתהליך ולא המטרה, וכי הערכת התוצאות הרצויות תוכל להביא לתועלת המרבית מהממשק החקלאי, הן לחקלאי הן למגוון הביולוגי.



והשנייה דוגלת בשימוש בסוגים שונים של מינים ממלאי מקום (surrogate species), כגון מינים אינדיקטוריים, מיני מטריה ומיני דגל (Caro and O'Doherty, 1999). דוגמה לגישה השנייה היא השימוש במיני מוקד (focal species) (Lambeck 1997). לפי גישה זו מזהים סדרה של מיני מוקד, שכל אחד מהם משמש להגדרת תכונות רצויות ביחידת נוף. בכל קבוצה בוחרים את המין הרגיש ביותר לאיום מסוים, וצרכיו משמשים לקביעת הדרישות המינימליות שחייבות להתקיים בשטח, כדי שמין המוקד ומינים אחרים יוכלו לשרוד בו. למשל, מין מוקד שזקוק למרחב מסוים למחייתו, השטח הדרוש לו, יהיה השטח המזערי האפשרי של בית הגידול - כי בשטח קטן יותר הוא לא יוכל להתקיים. ההנחה היא שכיוון שהמין הנבחר הוא הרגיש ביותר, שטח שמנוהל כדי לענות על צרכיו יתאים גם ליתר המינים במערכת. לגישה זו מספר יתרונות לניטור בשטחים חקלאיים (Freudenberger and Brooker, 2004): היא מתמקדת במספר מועט של מינים שאמורים לייצג צרכים של מינים רבים, דבר שמצמצם את עלויות הניטור, והיא מספקת המלצות ספציפיות לפעולה ולא רק עקרונות כלליים. לעומת זאת, Lindenmayer ואחרים (2002) מתנגדים לשיטה זו, וטוענים שמטרת שיטת המדידה הישירה היא להראות שיש יחסי סיבתיות בין תכונות מרכזיות של מערכת אקולוגית נתונה לגורמים הנמדדים. השיטה מתבססת על ארבע הנחות: בחירה של הישויות ה"נכונות" למדידה; ישויות אלה מוכרות היטב; יש הבנה טובה של תהליכים אקולוגיים מרכזיים במערכת הנחקרת; הישויות הנבחרות ניתנות למדידה ישירה. נוסף על כך, השימוש במינים ממלאי מקום מצריך גם כימות של היחסים בין מין אינדיקטורי לכאורה ושל הגורמים שהוא אמור לייצג. לדעתם, ברוב המקרים כימות זה לא נעשה כהלכה, ואילו היה נעשה כהלכה, היה מסתבר שמינים ממלאי מקום למעשה אינם חוסכים בהוצאות, בזמן וכדומה.

2.3 אינדיקטורים לניטור המגוון הביולוגי במערכות חקלאיות

בניטור המתבצע במערכות חקלאיות נעשה שימוש רב באינדיקטורים, אך עדיין קיימים חילוקי דעות רבים בנושא השימוש באינדיקטורים במקום במדידות ישירות (Lindenmayer and Likens, 2010). אינדיקטורים לשימוש במערכות חקלאיות צריכים להיות פשוטים להבנה ולא יקרים, כי במקרים רבים החקלאי הוא זה שמבצע את הניטור.

אתר ברשת עולמית לניטור קרקעות שמפעילה קבוצת עבודה של ה-International Union of Soil Sciences. AfSIS ממפה את מצב הקרקע והמערכת האקולוגית באפריקה, דרומית לסהרה (Sachs et al., 2010).

לעומתם, Lindenmayer ו-Likens (2011) מציעים שיטה שונה: הקמת רשת ניטור עולמית של אתרים, שיפעלו לפי עקרונות הניטור כפי שסיכמו אותם ברג ואחרים (2012):

- יש להגדיר שאלות מובנות וברורות שתכנית הניטור מבקשת לענות עליהן, שייקבעו לפני תחילת התכנית, ולא במהלכה או לאחריה.
- התכנית מגובה בתכנון סטטיסטי מתאים.
- התכנית מבוססת על גבי מודל המתאר כיצד המערכת האקולוגית הנבדקת בנויה/מתפקדת, ואילו קשרים קיימים בין המרכיבים הנבדקים בניטור.
- התכנית היא בעלת ערך עבור הגופים המנהלים את משאבי הטבע ועבור מקבלי ההחלטות.

כדוגמה לתכנית מוצלחת הפועלת לפי עקרונות אלה הם מציינים את תחנת המחקר של מדעי החקלאות והאקולוגיה ב-Rothamsted שבאנגליה, מהוותיקות שבתחנות המחקר, הפעילה מעל ל-170 שנה (www.rothamsted.ac.uk). תחנה זו, שהיא תחנת המחקר החקלאית הוותיקה בעולם, החלה בסדרה של ניסויים ארוכי-טווח כבר בשנת 1843, וחלק מהם נמשכים עד עצם היום הזה. מטרתם של הניסויים הייתה לבדוק את ההשפעה של חומרי דישון אורגניים ואי-אורגניים על יבולים. עם הזמן, בעקבות הנתונים הרבים שנאספו בתחנה, היה צורך לפתח שיטות לניתוחם, ותחנת Rothamsted ידועה כיום כערש התאוריה והיישום של הסטטיסטיקה החדשה. לשיטתם של Lindenmayer ו-Likens (2011), מטרת הניטור והאתרים שהוא יתבצע בהם, לא יהיו זהים, כפי שמציעים Sachs ואחרים (2010), אלא בכל תחנה יתבצעו המדידות המתאימות ביותר לשאלות הקשורות לפיתוח חקלאות בת-קיימא מבחינה אקולוגית. הקושי בדגם מסוג זה הוא ניסוח השאלות הרלוונטיות לחקלאות.

2.2 גישות לניטור בשטחים חקלאיים

באופן כללי ניתן להבחין בשני גישות לניטור: אחת מתבססת על מדידה ישירה של משתנים ומיוצגת על ידי Lindenmayer ואחרים (Lindenmayer et al., 2002; Lindenmayer and Likens, 2010),

במשך השנים התפתח שימוש נרחב באינדיקטורים מסוימים בתכניות ניטור רבות:

- ציפורים - יש להן קהל חובבים גדול ורציני, שמספק נתונים רבים ואמינים (Reif et al., 2008; Fischer et al., 2011).
- חרקים - איסוף הנתונים לגביהם זול יחסית, יש עושר מינים רב במערכות חקלאיות, הם רגישים לתנאים סביבתיים אך עשויים להיות בעייתיים מבחינת הגדרה (Da Silva et al., 2008).

ג. עשבונים - רגישים לשיטות שונות של עיבוד חקלאי, ונוחים לדגימה (Albrecht, 2003).

Henle ואחרים (2008) מציעים שימוש במיני מוקד כדי לבחור אינדיקטורים לתהליכים המאיימים על המגוון הביולוגי. הם מציעים

להשתמש באורגניזמים כגון חסרי חוליות בקרקע, פטריות וחיידקים, שלעתים קרובות מאפשרים אינדיקציה מהירה לגבי שינויים במערכות אקולוגיות חקלאיות בהשוואה למינים גדולים יותר. הסיבה שדבר זה אינו קורה בפועל קשורה לכך שאין מספיק מידע על הקבוצות הללו, וגם כי הציבור נותן עדיפות גדולה יותר לקבוצות אחרות של מינים, כך שבסופו של דבר נבחרים בעיקר ציפורים וצמחים (Henle et al., 2008).

בעקבות העלייה בתכניות ניטור חקלאיות בעולם ובייחוד באירופה, פיתחו גופים שונים שורה של אינדיקטורים, שחלק מהם מיועדים למגזר החקלאי וחלק מהם הם אינדיקטורים כלליים, הכוללים גם אינדיקטורים למגוון ביולוגי באזורים שונים. נזכיר מתוכם את קבוצות האינדיקטורים הבאים:

< BIOSCORE - אינדיקטורים המבוססים על מודל שפותח באיחוד האירופי. בעזרת המודל נקבעו אינדיקטורים לבדיקת השפעות על המגוון הביולוגי בשטחים שונים, כולל בשטחים חקלאיים.

< SEBI 2010 - אינדיקטורים כלליים למגוון ביולוגי באירופה, הכוללים גם אינדיקטורים הקשורים לחקלאות.

< אינדיקטורים כלליים שפותחו באיחוד האירופי למגוון ביולוגי בקרקע - כוללים גם אינדיקטורים לאזורים חקלאיים.

< אינדיקטורים למגוון ביולוגי בשטחים חקלאיים של DEFRA, משרד החקלאות האנגלי.

< אינדיקטורים למגוון ביולוגי בשטחים חקלאיים של ה-OECD, הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים.

באיחוד האירופי פותח האינדיקטור EFBI - European Farmland Bird Indicator, שנועד לעקוב אחרי ציפורים בשטחים חקלאיים. זהו מדד מקובץ (aggregated index) שכולל את מגמות האוכלוסייה של 33 מיני ציפורים הקשורות לנופים חקלאיים ב-21 מדינות באירופה. כחלק מהתהליך פותח מודל שינבא את האינדיקטור מתכונות שימושי קרקע. פותחו 17 מודלים עבור מדינות שונות, ועוד אחד ברמה כלל-אירופית. מהמודלים חושב ה-EFBI לשנת 2025 (Scholefield et al., 2011).

כל תכנית חקלאית סביבתית שמממן האיחוד האירופי חייבת לכלול הערכה להשפעותיה על המגוון הביולוגי. אף על פי כן, עד כה נעשה מספר מצומצם של הערכות כאלה. הסיבות לכך רבות, ובהן חוסר בנתוני בסיס להשוואה, קושי בביצוע הערכות מדויקות של מגוון ביולוגי בקנה מידה גדול בנופים מגוונים, ויישום שונה של כללי האיחוד במדינות השונות. אחת הדוגמאות להערכה כזו היא מחקר שערכו באירלנד Copland ו-O’Halloran (2010a). מחקר נבדקו יעילותה של התכנית החקלאית הסביבתית REPS (Rural Environment Protection Scheme) הפועלת באירלנד, והשפעתה על מגוון הציפורים המקייצות בשטחים חקלאיים ועל כמותן. סוג התכנית מכונה "broad and shallow" - היא אינה מתמקד בבתי גידול מסוימים, וכל חקלאי רשאי להצטרף אליה אם הוא עומד בתנאיה (Copland and O’Halloran, 2010a). במחקר נבדק הקשר בין אוכלוסיות ציפורים לבתי גידול חקלאיים, כבסיס לפיתוח שיטת מחקר לניטור מגוון ביולוגי. במסגרת המחקר פיתחו החוקרים מודל בשם SARBAS (Simple and Rapid Biodiversity Assessments) לביצוע הערכות

מהירות ופשוטות למגוון ביולוגי בשטחים החקלאיים המשתתפים בתכנית. הם הפעילו את המודל על שטחים חקלאיים ועל בתי גידול המצויים בשולי השטחים החקלאיים. היתרונות בשימוש במודל הם שאין צורך בכוח אדם מומחה לשימוש בו, והעובדה שהוא מספק הערכה מהירה של מידת המגוון הביולוגי בשטח. לדעת החוקרים, SARBAS יכול לשמש מודל ליישום גם עבור יחידות מיון (taxons) אחרות (לא רק ציפורים) ועבור בתי גידול חקלאיים אחרים. השיטה מאפשרת למנהלים ולמתכננים לזהות ערך בסיסי של מגוון ביולוגי לשטח נתון ולנסות לשמר אותו או להגדיל את הערך שלו במסגרת תכניות חקלאיות סביבתיות (Copland and O’Halloran, 2010b).

מחקר נרחב אחר שנערך באירופה כיסה 25 נופים חקלאיים בשבע מדינות שונות כדי לבדוק את הקשר בין עושר המינים השייכים למספר יחידות מיון והקשרים הקיימים בין מגוון ביולוגי למבנה ולניהול השטח החקלאי. נתוני המחקר הראו כי באופן גורף עושר המינים בכל הקבוצות הטקסונומיות גדל בהתאם לשטח של בתי גידול חצי-טבעיים בנוף, אולם לא נמצאה קבוצת מינים יחידה שיכלה לנבא את מצבן של הקבוצות האחרות. מתוצאות אלו הסיקו החוקרים שמינים אינדיקטוריים אינם מסוגלים לנבא מגוון ביולוגי בקנה מידה מרחבי גדול, במיוחד כשיש שונות גאוגרפית גדולה בעושר המינים (Billeter et al., 2008). עם זאת, ניתן להשתמש במספר קטן של משתני נוף ושל שימושי קרקע בשטחים חקלאיים כדי להסיק על דגמים של עושר מינים בקנה מידה רחב.

בשנים האחרונות יש התעניינות מוגברת בנושא משמעותי במיוחד למערכת החקלאית - המגוון הביולוגי של הקרקע. קשרי הגומלין בין יצרנים ראשוניים (צמחים) ומפרקים (חיידקים ופאונה של הקרקע) הם הבסיס של כל המערכות האקולוגיות, ויש להם השלכות משמעותיות על תפקודן של מערכות אקולוגיות חקלאיות (Ekschmitt et al., 2003); (Schloter, 2003). העניין הרב הניב מספר מחקרים בנושא, שעזרו לפתח כלים ושיטות לבדיקת מגוון המינים בקרקע (Gardi et al., 2009). Schloter ואחרים (2003) למשל, מציעים לנטר פטריות וחיידקים בקרקע כאינדיקטור לאיכות הקרקע. נוסף על כך, כאינדיקטור עבור פאונת החי בקרקע, הציעו החוקרים את קבוצת הנמטודות (תולעים). קבוצה זו מגוונת ובעלת תפקיד חשוב בוויסות אוכלוסיית המפרקים בקרקע, והיא מופיעה בכל סוגי הקרקע בשכיחות גבוהה. יתרון נוסף בבחירתה כאינדיקטור הוא בכך שקבוצה זו נחקרה בהרחבה, וקיים עליה מידע רב. ארגון התקנים ISO פיתח תקן שנקרא "איכות קרקע - דגימת חסרי חוליות בקרקע" (Römbke et al., 2006). ואחרים מציעים שייעשה שימוש בתקן ש-ISO מפתח גם במחקרים ובתכניות ניטור לטווח ארוך המיועדות להעריך את איכות הקרקע.

פרק 3: תכניות ניטור במערכות חקלאיות בעולם - נקודות חוזק ונקודות חולשה

3.1.בחינת מידת ההצלחה של תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם

Kleijn ו-Sutherland (2003) ערכו סקירה של תכניות חקלאיות סביבתיות (Agri-Environmental Schemes) באירופה כדי להעריך את מידת הצלחתן בשמירה על המגוון הביולוגי. מסקירתם עולות הנקודות הבאות:

א. שיטת הניטור האיִךְאלית כוללת איסוף נתוני בסיס (baseline), מספר חזרות הולם והשוואה לאתרי ביקורת בעלי מאפיינים דומים לאתרים שהתכניות החקלאיות הסביבתיות מיושמות בהם.

ב. יש קושי בבחירת אתרי ביקורת לתכניות - רוב החקלאים שמצטרפים לתכניות חקלאיות סביבתיות כבר עובדים בצורה סביבתית יותר, ולכן סביר כי מלכתחילה המגוון הביולוגי בשטחיהם יהיה גבוה יותר משטחי הביקורת, שהם שטחים חקלאיים שלא הצטרפו לתכנית. באופן כזה קיימת הטיה מובנית של ממצאי הניטור לטובת שטחי התכנית. כך נמצא, למשל, בבדיקה של תכניות חקלאיות סביבתיות (AES - Agri-Environmental Schemes) בסקוטלנד: המגוון הביולוגי בשטחי החוות שהשתתפו בתכניות, היה גבוה יותר מאשר זה שנמצא בשטחי הביקורת. היבט זה גם יכול להשפיע על התוצאה: אם הערך הסביבתי גבוה מלכתחילה, יישום של ממשק חקלאי סביבתי ישפיע רק מעט.

החוקרים מציעים כמה פתרונות אפשריים לבעיה. אחד מהם הוא בחירה אקראית של מחצית מהחוות שנרשמות ל-AES כך שישמשו קבוצת ביקורת וימשיכו לעבוד בממשק הקודם, בעוד המחצית השנייה תשתתף בתכנית. פתרון זה בעייתי ליישום לדבריהם, כיוון שהוא דורש מהחקלאים שרוצים להצטרף לתכנית להימנע מממשקים חקלאיים סביבתיים, ומשתמש בצורה בלתי הולמת בכספי ממשלה שנועדו לשלם לחקלאים להפעיל ממשק שטוב לסביבה ולא להפך. פתרון נוסף שהם מציעים הוא להשאיר חלק מהחווה מחוץ לתכנית, אך פתרון זה מתאים בעיקר לחוות גדולות.

Boatman ואחרים (2010) ביצעו סקירה דומה באנגליה, שם החלו התכניות החקלאיות הסביבתיות (AES) ב-1987, ונטירו מהרגע שיושמו

בכל חלקי בריטניה, כולל סקוטלנד, וויילס וצפון אירלנד. תוצאות הסקירה אינן חד-משמעיות: נראה כי תכניות מסוימות השפיעו לחיוב על המגוון הביולוגי, בעוד אחרות לא הניבו השפעה ברורה. החוקרים מייחסים זאת לאחת משתי סיבות: חוסר הצלחה של התכנית החקלאית הסביבתית או תכנון לקוי של תכנית הניטור. אולם אף על פי כן, מה שנלמד מתכניות הניטור היה בעל ערך רב לשיפור התכניות החקלאיות הסביבתיות. המקרים של ניטור מוצלח היו כאשר הניטור התמקד בממשק חקלאי שמיושם עבור אינדיקטור ספציפי (למשל מין ציפור¹), ומדד שינויים במצב האינדיקטור (למשל גודל האוכלוסייה של המין). כמו כן, החוקרים מציינים כי במקרים שמטרת התכנית הייתה לשמר את המגוון בבית גידול מסוים, תוצאות ניטור שמראות "חוסר השפעה" של התכנית יכולות להעיד דווקא על הצלחה, כיוון שתוצאה זו מעידה כי מצב המגוון הביולוגי נשמר כפי שהיה (Boatman et al., 2010).

להלן מספר דוגמאות ממחקרים שנעשו בעולם. כמו כן, בסוף חלק זה מוצגת טבלה המסכמת מחקרים דומים שנעשו בארץ.

3.2 חקלאות ועופות באזורים חקלאיים בסקוטלנד (Benton et al., 2002)

נבדקה ההשערה כי הירידה המתועדת באוכלוסיית הציפורים האופייניות לאזורים מעובדים קשורה למעבר לחקלאות אינטנסיבית ולפגיעתה בשכיחות החרקים בשטחים אלה. החוקרים אספו נתונים מדגימת חרקים שמתבצעת במשך 40 שנה באנגליה. ניתוח תוצאות ממלכודת אחת הפועלת 27 שנים בסקוטלנד הצביע על שינויים משמעותיים במספר החרקים לאורך זמן פעולת הדגימה. בעזרת ניתוח PCA (Principal Component Analysis) של שכיחות החרקים ובבדיקת השינויים במערכות החקלאיות שנטרו, נמצא קשר משמעותי בין שני הגורמים. בבדיקה של נתוני אוכלוסיית הציפורים מתכנית הניטור - British Trust for Ornithology Common Birds Census - נמצא באותה תקופה מתאם משמעותי בין צפיפות הציפורים לשכיחות החרקים, ובאופן בלתי תלוי גם למדדים של חקלאות ואקלים. המחקר תומך בהשערה ששינויים במספר הציפורים עשויים להיות קשורים לשינויים בממשק החקלאי לפחות חלקית, כתוצאה מהשפעתה של החקלאות על אוכלוסיית חסרי החוליות. המחקר מעלה, בין השאר,

^[1] באנגליה למשל, מקבלים החקלאים תמיכה כאשר הם שומרים על אזורי צמחיה נמוכים בתוך השטח החקלאי, במטרה לעודד קינון ורבייה של זרעית השדה (skylark).

סוגיות הנוגעות לתקפות של נתונים ממלכודת אחת ולאפשרות להסיק מסקנות מהממצאים בסקוטלנד באשר ליתר אזורי הממלכה ואף מעבר לכך. כמו כן ציינו החוקרים כי לכידה בעזרת מלכודת יניקה (suction traps) היא שיטה יעילה חזולה לניטור חרקים.

3.3 השפעת החקלאות על אזורי טבע מוגנים באיטליה (Macagno, 2009)

במחקר זה נבחנה השפעתה של החקלאות על מקבץ אזורים הנמצאים תחת התכנית 'Natura 2000' (אזורים מוגנים) באיטליה. לשם כך פותחה סדרת אינדיקטורים מורכבים, המביאים בחשבון היבטים של מגוון מינים, בתי גידול ולחץ הפעילות החקלאית, ונבנה מהם מודל שמסביר את מגוון המינים כתלות במיקום, בתנאים אביוטיים, במידת ההגנה ובמידת לחץ הפעילות החקלאית. מן המחקר עולה כי קיים מתאם שלילי בין חקלאות למגוון המינים. עוד נמצא, כי בסיס הנתונים של Natura 2000 מתאים להפקת אינדיקטורים הקשורים למגוון הביולוגי ולחקלאות עבור מדינות באיחוד האירופי. באופן כזה ניתן לחשב אינדיקטורים לכל אזור שנבדק, ולאחד אותם לקנה המידה הרצוי.

3.4 ניטור מגוון ביולוגי בבְּרִכות (ponds) בשטחים חקלאיים באירלנד (Gioria and Feehan, 2009; Gioria et al., 2010)

בְּרִכות הן מחד גיסא אחד המרכיבים הטבעיים המגוונים בשטחים חקלאיים, ומאידך גיסא נמצאות תחת איום מתמיד לקיומן, שעלול לפגוע במגוון הביולוגי של מים מתוקים. במחקר הוצע שימוש במינים ממלאי מקום (surrogate) כדי לאתר בְּרִכות בעלות מגוון ביולוגי רב-ערך בשטחים חקלאיים. במקרה זה השתמשו החוקרים בצמחים כאינדיקטורים כדי לאתר בְּרִכות לשימור, והופעלו שיטות אורדינציה כדי לבדוק את מידת הדמיון בדגמים מרחביים של עושר מינים ביחידות המיון (cross-taxon) במערכות של מים מתוקים. הממצאות המחקר הן להפעיל שימוש נרחב יותר בטכניקות אורדינציה לניבוי (ordination techniques predictive), שיאפשרו להשוות את תפקיד הצמחים העילאיים בחיזוי ההרכב של חסרי החוליות במערכות אקולוגיות אחרות במים וביבשה. מחקר אחר בדק את המגוון הביולוגי בחמישה אתרים שונים באירופה, ומצא שלבְּרִכות בשטחים חקלאיים יש פוטנציאל לשפר את המגוון הביולוגי במים בשטחים חקלאיים בקנה מידה נופי (Davies et al., 2008).

3.5 אינדיקטורים של צומח בשטחים העשבוניים ברומניה, המושפעים מעיבוד חקלאי אקסטנסיבי (Sutcliffe and Larkham, 2010)

רוב השטחים העשבוניים ברומניה הם בעלי ערך גבוה ומתאימים לתכנית החקלאית הסביבתית של האיחוד האירופי High Nature Value (HNV). החוקרים ערכו ניתוח רב-משתנים של נתוני צומח כדי להרכיב רשימה של אינדיקטורים צמחיים שיכולים לשמש לניטור בשטחים אלה. הניתוח העלה מספר מיני צמחים - שאופייניים לאזורים עשבוניים הנמצאים תחת ממשק עיבוד אקסטנסיבי - שיכולים לשמש אינדיקטורים לשינוי באיכות בית הגידול שנובע משינויים במגוון הביולוגי.

3.6 השפעת החקלאות על פאונת הזוחלים בקטלוניה, ספרד (Ribeiro et al., 2009)

במחקר זה נבחנה השפעת החקלאות על פאונת הזוחלים. נמצא שבקנה מידה בינוני, יש קשר ברור בין שימושי הקרקע למגוון הביולוגי. מדובר בקנה מידה חשוב, כיוון שבדרך כלל מתבצעות בו תכניות ניהול שטחים. בקטלוניה יש בסיס נתונים מעולה של פאונת הזוחלים, ששימש נקודת ייחוס לעבודה.

3.7 השפעתה של תכנית חקלאית סביבתית על אוכלוסיית הדו-חיים בהולנד (Maes et al., 2008)

אזור אדמות הכבול המערבי בהולנד הוא אזור שיש בו מגוון ביולוגי בעל חשיבות לאומית ובין-לאומית. מצבו התדרדר מאוד כתוצאה מהתפתחות של חקלאות אינטנסיבית. במחקר זה נבדקה השפעה של תכנית חקלאית סביבתית, שכללה ממשק של תעלות מים, על אוכלוסיית הדו-חיים בשטח. מתוצאות המחקר עולה כי מצבן של אוכלוסיות אלה בשטחים שמנוהלים בתכנית החקלאית הסביבתית טוב יותר מאשר בשטחים אחרים. נוסף על כך, בשטחים שאינם מתאימים למחזור החיים של דו-חיים, תעלות המים יכולות לשמש מסדרונות אקולוגיים עבורם.



פרק 4: מחקרים על מגוון ביולוגי במערכות חקלאיות בישראל

על פי דוח מצב הטבע (אחירון-פרומקין, 2010) 4 מתוך 32 מיני העטלפים בארץ נתונים בסכנת הכחדה, בין היתר כתוצאה מהשימוש המוגבר בקוטלי חרקים. קבוצה נוספת שנפגעה קשות מהרעלות הקשורות לחקלאות היא הנשרים, שאוכלוסייתם בצפון הארץ קרסה למעשה.

עם זאת, מערכות חקלאיות הן בעלות פוטנציאל לתרום למגוון הביולוגי בארץ: מערכות חקלאיות, בעיקר של חקלאות אקסטנסיבית, חקלאות בעל ושטחי מרעה, משמרות רצף של שטחים פתוחים. רצף זה חיוני בייחוד בשטחה המצומצם של ישראל, שהקיטוע בין השטחים הטבעיים בה גבוה בשל פיתוח. באופן זה השטחים החקלאיים יכולים להרחיב את תחום המחיה למינים רבים של צמחים ובעלי חיים, ובכך לתרום למגוון הביולוגי בארץ. שטחי חקלאות יכולים לתפקד כמסדרונות

אף על פי שכ-20% משטחה של ישראל מנוצל לחקלאות, מספר המחקרים הבודקים את השפעת החקלאות על המגוון הביולוגי בה הוא מצומצם. תכנית נקודת ח"ן נוסדה על ידי יד הנדיב, ושמה לה למטרה לבנות תשתית ידע מקצועי בין-תחומי בנושא החקלאות הנופית הרב-תפקידית בישראל, מתוך הנחת היסוד כי חקלאות שמנוהלת באופן מושכל יכולה לספק תוצרי מזון נחוצים, לשמש מקור חשוב לפרנסה, לשמור על הסביבה ולשמר תרבות ומורשת אנושיים. עד כה התנהלו ומתנהלים במסגרת נקודת ח"ן למעלה משבעים פרויקטים שונים.

אקולוגיים בין שטחים טבעיים אחרים הפזורים במרחב, למשל בשולי שדות המעובדים באופן אינטנסיבי, בשטחים של חקלאות אורגנית ובשלוליות המשמשות בית גידול למינים הקשורים לבתי גידול לחים. עם זאת, מערכות חקלאיות יוצרות קונפליקטים עם מרכיבי המגוון הביולוגי שסביבן, ועלולות גם לאיים על קיומם. השפעותיהן של פעולות חקלאיות רבות ניכרות גם מחוץ לתחום המעובד, ויוצרות למשל התנגשות בין האינטרס החקלאי ובין התנהגותן של חיות הבר

וצורכיהן (אחירון-פרומקין, 2010). התפשטות של מינים פולשים היא אויב משותף הן למגוון הביולוגי הן לשטחי חקלאות, ולעיתים העיבוד החקלאי הוא זרז להשתלטות ולחדירה של מינים פולשים מסוימים.

בטבלה שלהלן נציין כמה מהמחקרים שבוצעו בארץ בנושא זה:

נושא המחקר	מבצע המחקר	שנה	מטרת המחקר	מסקנות	גוף מממן
השפעת החקלאות הימית על השונות הגנטית של אוכלוסיות טבעיות: דגי דניס בים התיכון ובים סוף כמודל	ירון טיקוצ'ינסקי ביה"ס למדעי הים, מכמורת, רופין		להעריך את ההשפעה של בריחת דגי דניס מכלובי הדגים על ההרכב הגנטי של האוכלוסייה הטבעית באזור זה של הים התיכון	אין מסקנות ברורות	קרן נקודת ח"ן
מקווי מים סמוכי חקלאות כבתי גידול חלופיים לדו-חיים בישראל	אביטל גזית ושי פילוסוף המחלקה לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים, אוניברסיטת תל-אביב	2007	א. לשפר גופי מים זמניים בשטחים חקלאיים כדי להפוך אותם מבכרות מבלע לבכרות מקור ב. לנטר דו-חיים ולבדוק שימוש שלהם בשטחי חקלאות סמוכים לבכרות בקיץ	1. יש לשפר גופי מים זמניים בשטחי חקלאות 2. רק הקרפדה הירוקה משתמשת בשטחי חקלאות בקיץ 3. פרדסים משמשים מסדרונות אקולוגיים לקרפדה הירוקה	קרן נקודת ח"ן
שימור מיני צומח נדירים בתוך פסיפס חקלאי בשפלה הדרומית	איתמר גלעדי וירון זיו המחלקה למדעי החיים, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב	2010	א. לאתר, למפות ולנטר כתמים המכילים מגוון צומח ייחודי ומינים נדירים ב. לאפיין את התנאים המקומיים בכתמים ואת תכונותיהם המרחביות (גודל, צורה, בידוד) ולבדוק את הקשר ביניהם לבין מצאי המינים הנדירים והמינים שנמצאים בסכנת הכחדה ג. לפתח המלצות לשימור כתמים ולממשק שלהם בהתאם לחשיבותם (הן מבחינת טיב בית הגידול הן מבחינת מיקומם במרחב) ובהתחשב בצרכים החקלאיים	1. לכתמי השקע הנמצאים בשדות חיטה אין ערך חקלאי, והקצאתם לשמירת בית הגידול והמינים הנדירים אינה עומדת כיום בסתירה לחקלאות 2. חשוב לשמור על קשר עם החקלאים כדי ללמוד על כוונות עתידיות לשינויים בשימושי הקרקע	קרן נקודת ח"ן

נושא המחקר	מבצע המחקר	שנה	מטרת המחקר	מסקנות	גוף מממן
השפעת חוות הבודדים בנגב על המגוון הביולוגי בסביבתן	אלי גרונר, דניאל בורנשטיין, עמרת ליהוד, וואמז'ו מויטוי, עופר ארנון ואלון טל	2012	לבחון את השפעתן של 15 חוות מ"דרך היין" על סביבתן על פי בדיקת המגוון הביולוגי של מכרסמים, זוחלים וחיפושיות	1. תוספת של חוות בודדים נוספות עשויה לשנות את הרכב החברה ואת המגוון הביולוגי באזור החוות 2. מספר המינים לאו דווקא ייגרע, אך הרכבם עשוי להשתנות	לא צוין
השפעת פריחת בר בשולי שטחים חקלאיים על דגמי מגוון ופעילות מאבקים	אדיר גולן ויעל מנדליק	2011	לבדוק את השפעתה של פריחת הבר בשולי שטחים חקלאיים על פעילות מאבקים (דבורי בר ודבש) בגידולי חקלאות	1. פריחה של פרחי בר בשולי שדות ומטעים מעלה את פעילות המאבקים (דבורי דבש מסחריות ודבורי בר כאחד) ואת חוזקן של כוורות דבורי הדבש בשטח 2. נוכחות פריחת הבר תורמת לתפקוד האקולוגי של השטחים החקלאיים כבתי גידול למאבקי בר 3. תכנון נכון של שטחי חקלאות והקפדה על השארת שטחים לא מעובדים בשוליים יכולים לתרום רבות להעלאת מגוון המאבקים ולאספקת שירותי האבקה לגידולים	קרן נקודת ח"ן

נושא המחקר	מבצע המחקר	שנה	מטרת המחקר	מסקנות	גוף מממן
חקלאות אינטנסיבית ושמירה על מגוון מינים של זוחלים ודו-חיים: האם וכיצד ניתן לשלב בין השתיים?	דונית רותם (רט"ג) ויהל פורת (קק"ל)	2011	להבין אם ניתן לשלב בין חקלאות אינטנסיבית לשמירה על מיני זוחלים ודו-חיים	1. עלייה במורכבות המבנית של שטח חקלאי תורמת לעושר המינים בו 2. הותרת צומח בר עשבוני בין שורות העצים מעלה משמעותית את נוכחות הזוחלים	קרן נקודת ח"ן
שטחים חקלאיים כתשתית לתפוצת אורגניזמים: מהו הערך של ענפי החקלאות השונים לקישוריות המגוון הביולוגי במרחב?	עמית דולב, אורית סקוטלסקי, רועי פדרמן ויוחאי כרמל	2011	א. לדרג את הערכיות של ענפי החקלאות השונים למערכת האקולוגית ולמגוון המינים ב. לבחון כיווני פעולה ולמצוא כלים פשוטים לקובעי המדיניות בבואם לבחון את השפעתם של ענפי החקלאות בישראל על המערכת הטבעית	1. כתמים טבעיים החודרים לתוך החקלאות האינטנסיבית חשובים לכל מגוון קבוצות האורגניזמים שנדונו בעבודה זו 2. שימור שולי חלקות תוך הקטנת ההפרעה בהם ומתן העדפה לצומח טבעי חשובים למגוון הביולוגי	קרן נקודת ח"ן
צמחי בר במטעי התמרים של חבל ים המלח: עושר המינים והרכב הצמחייה	מכאל בלכר ואירנה בלכר רט"ג	2010	לחקור את עושר המינים של צמחי הבר במטעי התמרים באזור ים המלח	1. מטעי התמרים שמקפידים לא להדביר בהם עשבים בצורה אינטנסיבית הם בית גידול בעל ערך רב לשימור מגוון צמחי הבר 2. מטעי התמרים בחבל ים המלח אינם המקור של הצמחים הזרים באזור. המקור הוא גינות הנוי הסמוכות	קרן נקודת ח"ן



פרק 5: תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם (AES – Agri- Environmental Schemes)

במדינות רבות בעולם המערבי קיימות כיום תכניות חקלאיות סביבתיות, שברובן אם לא בכולן, נכלל ניטור של מגוון ביולוגי ברמה כלשהי. העיקרון העומד בבסיס תכניות אלה הוא "פיצוי" לחקלאי על אבדן הכנסה בשל נקיטת אמצעים לשימור הסביבה והמגוון הביולוגי. עם זאת, מבדיקת התכניות עולה שאין הוכחות חד-משמעיות שמראות השפעה חיובית על המגוון הביולוגי (Kleijn et al., 2001; Kleijn and Sutherland, 2003; Whittingham, 2007).

במדינות רבות בעולם המערבי קיימות כיום תכניות חקלאיות סביבתיות, שברובן אם לא בכולן, נכלל ניטור של מגוון ביולוגי ברמה כלשהי. העיקרון העומד בבסיס תכניות אלה הוא "פיצוי" לחקלאי על אבדן הכנסה בשל נקיטת אמצעים לשימור הסביבה והמגוון הביולוגי. עם זאת, מבדיקת התכניות עולה שאין הוכחות חד-משמעיות שמראות השפעה חיובית על המגוון הביולוגי (Kleijn et al., 2001; Kleijn and Sutherland, 2003; Whittingham, 2007).

נושא המחקר	מבצע המחקר	שנה	מטרת המחקר	מסקנות	גוף מממן
אזורים חקלאיים בשירות הפרפרים: שימור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים לאורך הגרדיאנט האקלימי בישראל	גיא פאר, סלעית קרק ודובי בנימיני האוניברסיטה העברית בירושלים אגודת הפרפרים	2006	לאמוד את הערכיות של שטחים חקלאיים בהקשר של מגוון מיני הפרפרים	1. שולי שדות הם אזור שמתאיין במיני פרפרים ייחודיים, ועל כן בעל חשיבות גבוהה לשימור מגוון מיני הפרפרים 2. למטעי זיתים, במיוחד תחת ממשק מסורתי, פוטנציאל לשמש בתי גידול מתאימים לשימור מגוון מיני הפרפרים בישראל 3. שדות חיטה נמצאו עוינים למרבית מיני הפרפרים, למעט שדות בעיבוד אקסטנסיבי בדרום הארץ	קרן נקודת ח"ן
השפעת המארג הנופי של שטחים חקלאיים על אוכלוסיות של חיות בר	דן מלקינסון ונועה בן צבי אוניברסיטת חיפה המכון לחקר הגולן	2010	לבדוק את מידת ההשפעה של אזורים חקלאיים על יונקים גדולים ברמת הגולן	1. קשה עדיין לקבוע את מידת ההשפעה של החקלאות ברמת הגולן על אוכלוסיות היונקים הגדולים 2. כדי לשמור על הקיים יש להביא בחשבון בכל פיתוח עתידי את אופי הגידולים המרחביים ואת פריסתם המרחבית	קרן נקודת ח"ן

שם התכנית	מהות / מטרות	יתרונות / חסרונות	אתר
CAP – Common – Agricultural Policy תכנית המדיניות החקלאית של האיחוד האירופי	זיהתה שלושה תחומי פעילות הנחוצים לשמירה על המורשת החקלאית האירופית: 1. שימור המגוון הביולוגי ושימור ופיתוח של מערכות טבעיות של חקלאות, יער ונופים חקלאיים מסורתיים 2. טיפול בממשק המים 3. טיפול בנושא שינוי האקלים	< תמיכה כלכלית בפיתוח המעודד ניהול חקלאי מקיים, כגון תכניות חקלאיות סביבתיות < התכנית נחשבת מסורבלת מאוד ועוברת רפורמה מקיפה	ec.europa.eu/agriculture/cap-overview/2012_en.pdf
Natura 2000 - תכנית סביבתית של האיחוד האירופי לשימור אזורים בעלי ערך סביבתי	תכנית לשמירת אזורים מוגנים. היות שיש בתוכם גם שטחי חקלאות, היא עוסקת גם בנושא הזה	עבודה משותפת עם החקלאים כדי למצוא את הדרך הטובה ביותר לעבד את השטח ולשמר אותו	ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm
REPS – Rural Environment - Protection Scheme באירלנד	1. פיתוח חקלאות ידידותית לסביבה 2. הגנה על בתי גידול של חיות בר ועל מיני צמחים ובעלי חיים בסכנת הכחדה. 3. ייצור מזון באופן ידידותי לסביבה	לא קיים ניטור מסודר, למרות הדרישה לניטור בתכניות החקלאיות הסביבתיות בתקנות האיחוד האירופי. כמו כן לא הוגדרו מטרות ברורות לתכנית	www.agriculture.gov.ie/farmerscheme/espaysments/rural_environment_protectionscheme_reps/overviewofreps/
COPA-COGECA - ארגון משותף של חקלאים וקואופרטיבים חקלאיים באירופה	קבוצת עניין שמייצגת 11 מיליון חקלאים באירופה, המקיימת מעין שדולה חקלאית שמממנת מחקרים הקשורים למגוון הביולוגי	מאחר שמדובר בשדולה חקלאית, מטרתה הראשונית היא ייצוג האינטרסים של החקלאים	www.copa-cogeca.be/Menu.aspx



בהוצאת שטחים חקלאיים ממחזור העיבוד ובהחזרתם לתפקוד כשטחים פתוחים טבעיים. לשם כך, ניתן תמריץ לחקלאים לנטוש שטח חקלאי ולעבור לחקלאות אינטנסיבית יותר בשטחים קטנים יותר, שממילא "אבודים" למערכת הטבעית. לעומת זאת, באירופה המיושבת זה אלפי שנים (בדומה למצב בארץ), היחס לחקלאות חיובי יותר, והדגש של התכניות ניתן בשמירה על שטחי החקלאות ובמניעת נטישה, וכן בעידוד החזרה לחקלאות מסורתית אקסטנסיבית יותר.

שניתן יהיה להעריך את התוצאות המתקבלות במסגרת נתונים נכונה; בחירת אזורי הערכה וביקורת שדומים בתכונותיהם, כדי לצמצם השפעות חיצוניות על הנתונים הנאספים. נוסף על כך, הם מציינים כי תכניות הערכה חייבות להיות חלק בלתי נפרד מכל תכנית חקלאית סביבתית, וכי יש לכלול בהן: איסוף נתוני בסיס; קביעה אקראית של אזורי הערכה וביקורת שנתונים ההתחלתיים דומים; חזרתיות מספקת באיסוף הנתונים. כמו כן, חשוב להפיץ את המידע המתקבל מתכנית ההערכה כדי לאפשר שיתוף הפעולה בין גורמים שונים וכדי לזכות בתמיכה ציבורית.

ניתוח מעניין נוסף בוצע על ידי Baylis ואחרים (2003), שהשוו בין תכניות חקלאיות סביבתיות בארה"ב ובאירופה, ומצאו שהדגש בהן שונה מאוד. בארה"ב התכניות מתמקדות בצמצום היקף החקלאות,



שם התכנית	מהות / מטרת	יתרונות / חסרונות	אתר
Environmental Stewardship Scheme - אנגליה	תכנית ממשלתית המיועדת לייעץ לחקלאים ולתת להם תמריצים כדי שישמרו על הסביבה החקלאית וישביחו אותה. היא חלק מהתכנית לפיתוח כפרי לאנגליה (2007-2013) שממומנת על ידי האיחוד האירופי. כרגע כוללת 70% מהאדמות החקלאיות באנגליה. התכנית מיועדת להיות העיקרית בבריטניה, ובאה להחליף מספר תכניות פועלות	תכנית מגוונת מאוד ברמות שונות. רמות שיש בהן דרישות סביבתיות מחמירות יותר (למשל - חקלאות אורגנית) גם מעניקות תמריצים נרחבים יותר	www.naturalengland.gov.uk/ourwork/farming/funding/closedchemes/css/default.aspx
תכנית חקלאית סביבתית בפינלנד	תכנית חקלאית סביבתית בפינלנד שמדגישה שמירה על משאבים (בעיקר מים), ויש בה מעט דגש על שמירה על מגוון ביולוגי	התכנית אינה שמה מספיק דגש על נושא המגוון הביולוגי, אך בשנים האחרונות פועלים לתקן זאת אף על פי שלא הועילה משמעותית למגוון הביולוגי בפינלנד, היא סיפקה הגנה לבתי גידול בסכנה. הסיבות לחוסר הצלחה שלה מיוחסות לדרג הפוליטי ולעובדה שיש תמיכה בייצור חקלאי ולא בממשק סביבתי	
תכניות חקלאיות סביבתיות בסקוטלנד Countryside Premium Scheme (CPS), Rural Stewardship Scheme (RSS), Organic Aid Scheme (OAS)	דומה לאנגליה		www.scotland.gov.uk/Topics/farmingrural/Agriculture/Environment/Agrienvironment/CPS/Introduction



סיכום הסקירה



מילון מונחים

הכמותי. כך למשל, מדידת טמפרטורת גוף האדם מספקת לנו מידע לגבי מצב בריאותו של הנבדק, מעבר לידיעה מה חום גופו ברגע נתון. הצעד הבא לאחר קביעת מטרת תכנית הניטור הוא לקבוע את קבוצת האינדיקטורים שיידגמו ושהנתונים בשטח ייאספו מהם.

מגוון ביולוגי (biodiversity) הוא מכלול האורגניזמים של כלל המינים (בעלי חיים, צמחים ויצורים זעירים) שחיים ומתפקדים בסביבה, ושיחד עמה מהווים מערכת תפקודית - מערכת אקולוגית (ecosystem). המגוון הביולוגי מביא לאספקה סדירה של קשת רחבה של שירותים

אינדיקטור (indicator) הוא דבר המרמז על דבר אחר בעל חשיבות גדולה, ומעיד על מגמה או על תופעה שאינן נתפסות באופן המידי או הישיר. חשיבות האינדיקטור היא במידע הנוסף שהוא מוסר, מעבר למדידתו שלו (Niemeijer and De Groot, 2008). השימוש באינדיקטורים לבחינת שינויים במגוון הביולוגי הוא כלי בסיסי לנקיטת פעולה מהירה כנגד אבדן מינים. יש סוגי אינדיקטורים רבים שיכולים להיות מוגדרים כמעט לכל תופעה, מרכיב או אורגניזם, שהם חלק מהמערכת המנוטרת. על האינדיקטור הנבחר להעיד על משהו שמעבר לערך הנמדד כשלעצמו, ובכך הוא תורם להשגת מטרת התכנית. חשיבות האינדיקטור היא במידע הנוסף שהוא מוסר מעבר לערכו

ואנשי משרד החקלאות ופיתוח הכפר. הבחירות הסופיות ייעשו בהתאם למגבלות התקציב וללא פגיעה ביכולת לנתח באופן סטטיסטי את התוצאות.

”אנחנו נמצאים בשלב שניתן לייסד בו מערכת עולמית לניטור חקלאי סביבתי בעזרת הכלים החדישים הקיימים, שיכולים לספק ממד חדש לקבלת החלטות בתחום החקלאי סביבתי. הדבר יצריך אמנם השקעה רבה, אך בסופו של דבר היא תשתלם” (Zaks and Kucharik, 2011).

המערכות החקלאיות נחשבות למשפיעות העיקריות על המגוון הביולוגי, אולם הן גם מהראשונות להיפגע מאבדן שירותי המערכת שהמגוון הביולוגי מספק עבורן. שינויים בממשק החקלאי, שמטרתם צמצום ההשפעה הסביבתית של תהליך הייצור החקלאי ושימור המגוון הביולוגי בשטחים החקלאיים, נתמכים כיום במסגרת תכניות חקלאיות סביבתיות בעולם ובישראל. ניטור יעיל הוא חלק מהותי מתכניות אלה, והוא מלמד על אופי התלות בין הממשק החקלאי וסביבתו, ותורם להבנת יעילותם של ממשקים חקלאיים סביבתיים בצמצום הפגיעה בסביבה.

מבחינות מסוימות, פעולת הניטור במערכת החקלאית מורכבת אף יותר מניטור המערכת הטבעית, בשל הצורך בהשגה של שתי מטרות מהשטח החקלאי: ייצור חקלאי רווחי ויעיל ושימור של המגוון הביולוגי ותועלתו לאדם. לכן במסגרת הניטור יש להביא בחשבון כי הערכת התוצאות הרצויות הן לחקלאי הן למגוון הביולוגי תוכל להביא לתועלת המרבית מהממשק החקלאי. מהסקירה עולה כי אין אחידות בשיטות המיושמות ובמטרות הניטור של המגוון הביולוגי בשטחים חקלאיים. הגישות לניטור מתחלקות בין גישה הדוגלת בקביעת אתרי דגימה ושטחי ביקורת שדומים זה לזה במאפייניהם השונים, ובין שיטה הדוגלת בבדיקה של שאלות ספציפיות ושונות המותאמות לכל אתר מנוטר.

האינדיקטורים הנבחרים לניטור במערכות חקלאיות צריכים להיות פשוטים להבנה ולא יקרים, כיוון שבמקרים רבים החקלאי הוא זה שמבצע את הניטור. הקבוצות הטקסונומיות המוכרות ביותר בניטור שטחים חקלאיים הן ציפורים, חרקים וצמחים עשבוניים. באירופה פותחו מספר אינדיקטורים מורכבים למדידת המגוון הביולוגי, וכיום גם אינדיקטורים לבחינת איכות הקרקע ותפקודה, שמנטרים חיידקים, פטריות ונמטודות, נעשים נפוצים.

נוסף על כך מעלה הסקירה כי תכניות הניטור בשטחים חקלאיים יכולות לסייע בשיפור ההישגים של תכניות חקלאיות סביבתיות ושל ממשקים חקלאיים תומכי סביבה. כדי שהניטור יתבצע באופן הטוב ביותר, יש חשיבות רבה לתכנון סטטיסטי הולם, לאיסוף נתוני בסיס (baseline) ולהכללת אזורים נוספים מסביב לשטח החקלאי בתוך תכנית הניטור. עוד חשוב להפיץ את המידע המתקבל מתכנית הניטור כדי לאפשר שיתוף פעולה בין גורמים שונים וכדי לזכות בתמיכה ציבורית. נראה כי אם עבודת הניטור לא תיעשה מתוך שקיפות, העברת מידע ועבודה מדעית מדויקת, לא נוכל לעמוד באתגר החשוב של יצירת דו-קיום בין חקלאות למגוון ביולוגי.

כאשר תתממש תכנית הניטור במערכות חקלאיות בארץ, אנו ממליצים שהאזורים הרלוונטיים לדגימה, הגידולים הממשקים והאינדיקטורים, ייבחרו על ידי צוות משותף של המארג, חוקרים רלוונטיים בתחום

רשימת מקורות

1. Albrecht H. 2003. Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 98:201–211. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880903000811>
2. Balmford A, Green R, and Phalan B. 2012. What conservationists need to know about farming. *Proceedings of the Royal Society B* 279:2714–2724.
3. Bàrberi P, Burgio G, Dinelli G, Moonen a C, Otto S, Vazzana C, and Zanin G. 2010. Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research* [Internet] 50:388–401. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3180.2010.00798.x>
4. Baylis K, Rausser GC, and Simon LK. 2003. Agri-Environmental Programs in the United States and European Union.
5. Beaver E. 2006. Monitoring biological diversity: strategies, tools, limitations, and challenges. *Northwestern Naturalist* [Internet] 87:66–79. Available from: [http://www.bioone.org/doi/abs/10.1898/1051-1733\(2006\)87\[66:MBDSTL\]2.0.CO;2](http://www.bioone.org/doi/abs/10.1898/1051-1733(2006)87[66:MBDSTL]2.0.CO;2)
6. Benton TG, Bryant DM, Cole L, and Crick HQP. 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology* [Internet] 39:673–687. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2664.2002.00745.x>
7. Billeter R, Liira J, Bailey D, Bugter R, Arens P, Augenstein I, Aviron S, Baudry J, Bukacek R, Burel F, et al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* [Internet] 45:141–150. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2664.2007.01393.x>
8. Boatman ND, Jones NE, Gaskell P, and Dwyer JC. 2010. Monitoring of agri-environment schemes in the UK. *Aspects of Applied Biology* 100:9–18.
9. Caro TM and O'Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805–814.
10. Clergue B, Amiaud B, Pervanchon F, Lasserre-Joulin F, and Plantureux S. 2005. Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agronomy for sustainable development* 25:1–15.
11. Copland AS, and O'Halloran J, 2010a. Agri-environment impacts and opportunities for summer bird communities on lowland Irish farmland. *Aspects of Applied Biology* 100:77–87.
12. Copland AS, and O'Halloran J. 2010b. Simple and rapid biodiversity assessments (SARBAS): an evaluation method of Ireland's Agri-Environment Scheme. *Aspects of Applied Biology* 100:385–390.
13. Davies B, Biggs J, Williams P, Whitfield M, Nicolet P, Sear D, Bray S, and Maund S. 2008. Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 125:1–8. Available from: <http://eprints.soton.ac.uk/57889/>
14. Duelli P and Obrist MK. 2003. Basic and Applied Ecology Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* [Internet] 138:129–138. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1439179104701085>



שירותי **אספקה** (למשל, מים ומזון), שירותי **בקרה** (למשל מניעת שיטפונות, בקרת אקלים), שירותי **תרבות** (תועלת תרבותית, פנאי) ושירותי **תמיכה** (למשל מחזור נוטריינטים שמשמרים את התנאים לחיים על פני כדור הארץ).

בית גידול (habitat) הוא סביבה שבה מתקיימים אורגניזמים מסוימים. בבית גידול יש צירוף נתון של תנאים ומשאבים שקובעים את האורגניזמים שחיים בו.

לאדם - שירותי המערכת האקולוגית - שחיוניים לקיומו ולתנופת הפיתוח המלווה את המין האנושי, ושממעצמת והולכת מאז המהפכה החקלאית (המשרד להגנת הסביבה, 2010).

מערכת אקולוגית חקלאית (agroecosystem) היא מערכת הכוללת את השטח הנמצא בשימוש לצורכי גידולים חקלאיים ורעייה, בתוספת השטחים הסמוכים הלא-מעובדים, שמתקיימים בהם צומח וחי אחרים והמערכות האביוטיות מסביב: האטמוספירה, הקרקע והמים.

שירותי המערכת האקולוגית (ecosystem services) הם התועלת שבני אדם מקבלים מהסביבה. יש כמה סוגים של שירותי מערכת:

36. Reif J, Storch D, Voríšek P, Št'astný K, and Bejček V. 2008. Bird-habitat associations predict population trends in central European forest and farmland birds. *Biodiversity and Conservation* [Internet] 17:3307–3319. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10531-008-9430-4>
37. Ribeiro R, Santos X, Sillero N, Carretero MA, Llorente GA. 2009. Biodiversity and Land uses at a regional scale: Is agriculture the biggest threat for reptile assemblages? *Acta Oecologica* [Internet] 35:327–334. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1146609X08001914>
38. Römbke J, Sousa J-P, Schouten T, and Riepert F. 2006. Monitoring of soil organisms: a set of standardized field methods proposed by ISO. *European Journal of Soil Biology* [Internet] 42:S61–S64. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1164556306000616>
39. Sachs J, Remans R, Smukler S et al. 2010. Monitoring the world's agriculture. *Nature* [Internet] 466:11–13. Available from: <http://www.nature.com/nature/journal/v466/n7306/abs/466558a.html>
40. Schloter M, Dilly O, and Munch JC. 2003. Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 98:255–262. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880903000859>
41. Scholefield P, Firbank L, Butler S, Norris K, Jones LM, and Petit S. 2011. Modelling the European Farmland Bird Indicator in response to forecast land-use change in Europe. *Ecological Indicators* [Internet] 11:46–51. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X09001563>
28. Lambeck R. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* [Internet] 11:849–856. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1523-1739.1997.96319.x/abstract>
29. Lindenmayer DB and Likens GE. 2010. Direct measurement versus surrogate indicator species for evaluating environmental change and biodiversity loss. *Ecosystems* 14:47–59.
30. Lindenmayer DB and Likens GE. 2011. Effective monitoring of agriculture. *Journal of Environmental Monitoring* [Internet] 13:1559–1563. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21479312>
31. Lindenmayer DB, Manning a D, Smith PL, Possingham HP, Fischer J, Oliver I, McCarthy MA. 2002. The Focal-Species Approach and Landscape Restoration : a Critique. *Conservation Biology* [Internet] 16:338–345. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1523-1739.2002.00450.x>
32. Maes J, Musters CJM, and De Snoo GR. 2008. The effect of agri-environment schemes on amphibian diversity and abundance. *Biological Conservation* [Internet] 141:635–645. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0006320707004570>
33. Moonen A and Bàrberi P. 2008. Functional biodiversity: an agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 127:7–21. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880908000674>
34. Nentwig W. 2003. Management of biodiversity in agroecosystems. *Basic and Applied Ecology* 4:105–106.
35. Niemeijer N and De Groot RS. 2008. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecological Indicators* 8:14–25.
21. Gardi C, Montanarella L, Arrouays D, Bispo A, Lemanceau P, Jolivet C, Mulder C, Ranjard L, Römbke J, Rutgers M, et al. 2009. Soil biodiversity monitoring in Europe: ongoing activities and challenges. *European Journal of Soil Science* [Internet] 60:807–819. Available from: <http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2389.2009.01177.x>
22. Gioria M and Feehan J. 2009. The significance of ponds in maintaining biodiversity in an intensively farmed landscape. *Nature Precedings*. doi:10.1038/npre.2009.3596.1
23. Gioria M, Schaffers A, Bacaro G, and Feehan J. 2010. The conservation value of farmland ponds: Predicting water beetle assemblages using vascular plants as a surrogate group. *Biological Conservation* [Internet] 143:1125–1133. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.007>
24. Henle K, Alard D, Clitherow J, Cobb P, Firbank L, Kull T, McCracken D, Moritz RF a, Niemela J, Rebane M, et al. 2008. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe – a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 124:60–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2007.09.005>
25. IUCN. 2013. About biodiversity. <http://www.iucn.org/what/biodiversity/about/>
26. Kleijn D, Berendse F, Smit R, and Gilissen N. 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* [Internet] 413:723–725. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11607029>
27. Kleijn D and Sutherland WJ. 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology* [Internet] 40:947–969. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2664.2003.00868.x>
15. Ekschmitt K, Stierhof T, Dauber J, Kreimes K, and Wolters V. 2003. On the quality of soil biodiversity indicators: abiotic and biotic parameters as predictors of soil faunal richness at different spatial scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 98:273–283. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880903000872>
16. Field SA, O'Connor PJ, Tyre AJ, and Possingham HP. 2007. Making monitoring meaningful. *Austral Ecology* [Internet] 32:485–491. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1442-9993.2007.01715.x>
17. Firbank LG. 2005. Striking a new balance between agricultural production and biodiversity. *Annals of Applied Biology* 146:163–175.
18. Fischer C, Flohre A, Clement LW, Batáry P, Weisser WW, Tscharntke T, and Thies C. 2011. Mixed effects of landscape structure and farming practice on bird diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [Internet] 141:119–125. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880911000594>
19. Freudenberger D and Brooker L. 2004. Development of the focal species approach for biodiversity conservation in the temperate agricultural zones of Australia. *Biodiversity & Conservation* [Internet] 13:253–274. Available from: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?id=doi:10.1023/B:BIOC.0000004320.43567.f7>
20. Gabriel D, Sait SM, Hodgson JA, Schmutz U, Kunin WE, and Benton TG. 2010. Scale matters: the impact of organic farming on biodiversity at different spatial scales. *Ecology Letters* 13:858–869. Available from: <http://blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1461-0248.2010.01481.x>



61. רוטשילד א'. 2012. שילוב שיקולי המגוון הביולוגי בתהליכי קבלת החלטות במגזר הציבורי. החברה להגנת הטבע.
62. רותם ד' ופורת י'. 2011. חקלאות אינטנסיבית ושמירה על מגוון מינים של זוחלים ודו-חיים: האם וכיצד ניתן לשלב בין השניים? מצגת מיום העיון התשיעי של נקודת ח"ן. נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל.

49. אחירון-פרומקין ת'. 2010. דוח מצב הטבע. המארג - בחסות האקדמיה הלאומית למדעים.
50. בלכר מ' ובלכר א'. 2010. צמחי בר במטעי התמרים של חבל ים המלח: עושר המינים והרכב הצמחייה. מחקרי ים-המלח והערבה 21: 38-2.
51. ברג נ', גינזבורג א' ופרבולוצקי א'. 2012. התכנית הלאומית לניטור מצב הטבע והמגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל. אקולוגיה וסביבה 3: 256-262.
52. ברג נ', גינזבורג א' ופרבולוצקי א'. 2012. התכנית הלאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל. סקירת ספרות וגיבוש תכנית הלכה למעשה. ירושלים: המארג - בחסות האקדמיה הלאומית למדעים.
53. גזית א' ופילוסוף ש'. 2007. מקווי מים סמוכי חקלאות כבתי גידול חלופיים לדו-חיים בישראל. דו"ח סופי שלב ב'. נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל. 40 עמ'.
54. גלעדי א' חיו י'. 2010. שימור מיני צומח נדירים בתוך פסיפס חקלאי בשפלה הדרומית. נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל. 38 עמ'.
55. גרונר א', בורנשטיין ד', ליהוד ע', וואמיו מ', ארנון ע' וטל א'. 2012. אקולוגיה וסביבה 3: 320-329.
56. דולב ע', סקוטלסקי א', פדרמן ר' וכרמל י'. 2011. שטחים חקלאיים כתשתית לתפוצת אורגניזמים: מהו הערך של ענפי החקלאות השונים לקישוריות המגוון הביולוגי במרחב? נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל. 39 עמ'.
57. מלקינסון ד' ובן צבי נ'. 2010. השפעת המארג הנופי של שטחים חקלאיים על אוכלוסיות של חיות בר. נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל. 39 עמ'.
58. המשרד להגנת הסביבה. 2010. תכנית לאומית למגוון ביולוגי בישראל. אשכול מדיניות ותכנון, אגף שטחים פתוחים ומגוון ביולוגי, המשרד להגנת הסביבה.
59. משרד החקלאות ופיתוח הכפר. 2010. אסטרטגיה לפיתוח בר קיימא במשרד החקלאות ופיתוח הכפר.
60. פארג, קרק ס' ובנימיני ד'. 2006. אזורים חקלאיים בשירות הפרפרים: שימור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים לאורך הגרדיאנט האקלימי בישראל. דו"ח מסכם. נקודת ח"ן לקידום ערכי נוף וסביבה באזורים חקלאיים בישראל. 24 עמ'.
42. Da Silva PM, Aguiar C a S, Niemelä J, Sousa JP, and Serrano ARM. 2008. Diversity patterns of ground-beetles (Coleoptera: Carabidae) along a gradient of land-use disturbance. Agriculture, Ecosystems & Environment [Internet] 124:270-274. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167880907002575>
43. Silvert, W. 2003. The Meaning of Biodiversity. Talk given at EMBS38, Aveiro, Portugal, September 2003.
44. Stoate C, Baldi a, Beja P, Boatman ND, Herzon I, Van Doorn a, De Snoo GR, Rakosy L, and Ramwell C. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe--a review. Journal of Environmental Management [Internet] 91:22-46. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19717221>
45. Sutcliffe LME and Larkham KS. 2010. High nature value grassland assessment in Transylvania: management, monitoring and indicator species. Aspects of Applied Biology 100:43-50.
46. Whittingham MJ. 2007. Will agri-environment schemes deliver substantial biodiversity gain, and if not why not? Journal of Applied Ecology [Internet] 44:1-5. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2664.2006.01263.x>
47. Wydra K. 2011. The insurance function of agrobiodiversity and the importance of monitoring its conservation and use to cope with change. Proceedings of the International Conference Friedrichsdorf, Frankfurt, 14-16 June, 2011.
48. Zaks DPM and Kucharik CJ. 2011. Data and monitoring needs for a more ecological agriculture. Environmental Research Letters [Internet] 6:014017. Available from: <http://stacks.iop.org/1748-9326/6/i=1/a=014017?key=crossref.ccc985d1abcad9c3143293cd3cf66724>

נספח: אינדקסים

עושר המינים (species richness)

האינדקס הפשוט ביותר והמוכר ביותר. מדד זה מוגדר כמספר המינים ביחידת שטח (Lamb et al., 2009). המדד נפוץ מאוד, אך נראה כי השימוש בו בעייתי כיוון שהתערבות אנושית יכולה לעתים להעלותו באופן מלאכותי (Angermeier and Karr, 1994), וכן בשל העובדה כי הסתברות הזיהוי משתנה בין מינים ובתוכם (Buckland et al., 2005). מדד זה תלוי בגודל השטח הנבדק, ומספר המינים אמור לעלות באופן ישר עם ההגדלה של השטח הנבדק (Buckland et al., 2005). מצד שני, הוא בעל חוזק סטטיסטי ורגיש לשינויים, אולם רק על פני טווח זמן ארוך.

צפיפות כללית (overall density)

זהו אינדקס של סכום הצפיפויות של כל מין בשטח נתון. אינדקס זה נחשב מדד מדויק למדי אבל בוחר רק היבט מסוים של מגוון ביולוגי ללא התייחסות לזהות המינים. אם קיים שינוי במספר המינים (עושר המינים) או באחידות המינים, מדד זה לא ישתנה (Buckland et al., 2005).

האינדקס של סימפסון (Simpson's index)

מדד הפוך למדד המגוון, והוא משקלל את מידת הדומיננטיות של מינים באוכלוסייה (Lamb et al., 2009). החישוב עצמו נותן את היחס של פרטים ממין כלשהו הנוכחים בשנה מסוימת. כאשר האינדקס נמוך - המגוון גבוה. כאשר השכיחות של כל המינים בקבוצה יורדת בקצב קבוע, האינדקס לא ישתנה (Buckland et al., 2005). מתאים יותר כאשר בודקים שינוי במגוון ביולוגי בעקבות הפרעה (Buckland et al., 2005).

אינדקס המגוון של שאנון-ויבר (Shanon Weaver index)

מחשב את סכום השכיחויות היחסיות של המינים בקבוצה (Lamb et al., 2009). אינדקס זה נחשב בעל רגישות נמוכה לשינויים בהתפלגות של שכיחות מינים ובעל הטיה כאשר נבדקת כמות קטנה של מינים. אם הניטור מבוסס על מינים קבועים מראש וכל אחד מהם נבדק בכל נקודת זמן, ניתן להשתמש באינדקס זה (Pla, 2004).

שני האינדקסים הללו אינם משתנים כאשר השכיחות הכללית משתנה, כלומר כאשר כל המינים בקבוצה יורדים או עולים בשכיחותם בקצב דומה.

ממוצע אריתמטי של שכיחות יחסית (arithmetic mean of relative abundance indices)

חישוב ממוצע של צפיפות ממוצעת בכל נקודת זמן ביחס לצפיפות ההתחלתית עבור כל מין. לפי Buckland ואחרים (2005), למדד זה חיסרון גדול אם קיימים מינים ששכיחותם עולה ביחס קבוע, והם מקבלים משקל גדול יותר באינדקס זה לעומת מינים ששכיחותם יורדת ביחס דומה. לכן הם ממליצים להשתמש בממוצע גאומטרי של השכיחות היחסית (geometric mean of relative abundance indices), שהוא חישוב בעזרת פונקציה אקספוננציאלית (log), המבטל השפעה זו.

אינדקסים לבחינת שלמות מגוון (diversity intactness indices)

מחשבים את מידת השלמות של מגוון על ידי השוואת המגוון באזור המטרה (למשל אזור פגוע/מופרע) למגוון באזור ביקורת (Lamb et al., 2009). יתרונו הוא בכך שניתן להשתמש בהם על נתוני איכות כמו נוכחות-היעדרות. באינדקסים המתבססים על נתוני הופעה (occurrence) משווים את יחס השטחים המאוכלסים באזור המטרה לאזור הביקורת. אינדקסים אלה מתאימים לתכניות אזוריות בקנה מידה רחב.

אינדקס ההופעה של נילסן (Nielsen occurrence index) למשל, מתמודד עם זיהוי של שינוי בעקבות הוספת מינים או החסרה של מינים על ידי שימוש בשתי משוואות (Nielsen et al., 2007), בעיה שלאינדקסים הפשוטים אין יכולת להתמודד איתה.

אינדקסים לבחינת שלמות האוכלוסייה (community intactness indices)

מבוססים על נתוני שכיחות או על גודל אוכלוסייה, ומשווים את גודל האוכלוסייה הממוצע באתרים המאוכלסים על ידיה בין אתר המטרה לאתר הביקורת (Buckland et al., 2005). היכולת להתמקד רק באתרים המאוכלסים היא חשובה, מאחר שברוב תכניות הניטור יש כמות רבה של תצפיות אפסיות (האובייקט המנוטר לא נצפה/נמדד) בתוך מסד הנתונים, שמפריעה לניתוח הסטטיסטי. שימוש בנתונים של אתרים מאוכלסים בלבד עוזר להבחין בין גורמים המשפיעים על השכיחות לבין גורמים המשפיעים על התפוצה (Nielsen et al., 2007).



אינדקסים רבי-משתנים לבחינת שלמות אוכלוסיות (multivariate community intactness indices) מתמודדים עם בעיות חפיפה של מינים בין אוכלוסיות. מבחני מנטל (Mantel Sorenson index; Mantel Bray-Curtis index) מבוססים על השוואת מידת הדמיון והשוני בין אזור המטרה לאזור הביקורת (Lamb et al., 2009). אינדקס זה מתמקד בשינויים באוכלוסייה באתר הבודד ולא לאורך אזור. ניתוח אורדינציה (ordination), כמו Principal Components Analysis (PCA), מעריך את מידת השוני בין דפוסי האוכלוסייה של שני האזורים, אזור מטרה ואזור הביקורת, על ידי השוואת הקרבה בין נקודת המרכז של כל אחד מהם על מערכת צירים. לעומת מבחן מנטל, מבחן האורדינציה מושפע משונות בזיהוי וניתן ליישמו רק

כאשר הסתברות הזיהוי קרובה ל-1. התיאור המתמטי של אינדקסים אלה מסובך, ויש לחשב אותם עבור כל רמה מרחבית או טקסונומית בנפרד (Lamb et al., 2009).



