

7.10.2016

נספח טכני לדו"ח מצב הטבע 2016

עריכה : עידן שפירא

כתיבה : רון דרורי, הראל דן, מיכאל דורמן, נעמה ברג, אבי פרבולוצקי, עמית דולב, אמיר פרלברג,
בועז שחם, עידן שפירא

מטרת נספח זה הנה להציג את שיטות העבודה בתכנית הניטור של המארג במחזור הניטור הראשון כפי שהוא מוצג בדו"ח מצב הטבע 2016. הנספח כולל פירוט על מיפוי יחידות הניטור, אופן בחירת האתרים וחלקות הניטור, פרוטוקולי הניטור, שיטות סטטיסטיות לניתוח נתוני הניטור, שיטות הניתוח המרחבי בעזרת מערכות מידע גאוגרפי (ממ"ג) ושיטות המיפוי בחישה מרחוק.

מיפוי יחידות הניטור

תכנית הניטור מבוססת על חלוקת ישראל ליחידות מרחביות גדולות וניטור של תופעות או תהליכים בכל יחידה. היות וישראל היא ארץ מגוונת מאוד הן מבחינת תשתית סלע- קרקע והן מבחינת אזורים אקלימיים ושימושי קרקע כל יחידה מרחבית אינה הומוגנית. יתרה מזאת, מרבית היחידות מקוטעות במרחב. לכן המשימה הראשונה של תרגום התוכנית הקונספטואלית לתוכנית פעולה הייתה מיפוי מרחבי של היחידות. צוות מומחים הגדיר את התיחום המרחבי של המאפיין המנטור ביחידה. תיחום היחידות על פי מאפייניהם נעשה באמצעות תוכנת GIS על ידי שימוש בצילומי אוויר ושכבות מידע רלבנטיות.

מיפוי היחידות נגזר מאסופת התהליכים וההשפעות שהוגדרו עבור היחידה. הידע המרחבי הקיים לגבי כל יחידה, ובפרט לגבי התופעה (תהליך/איום/השפעה) אותה התבקשנו לדגום, משתנה מיחידה ליחידה. ביחידות מסוימות כדוגמת היער הנטוע קיימת מפה המתארת בדיוק מרחבי גבוהה את תיחום עומדי היער. ביחידות אחרות, כדוגמת החורש היס תיכוני, קיים ידע מרחבי טוב אולם לא קיים מיפוי GIS המתאר את תיחומן. ביחידה אחרת, אזור הספר, קיים מעט ידע לגבי הפרישה המרחבית-כתמית של בתת הסירה הקוצנית שהנן המאפיין המרכזי ביחידה זו. בתת הספר מפוזרת ברחבי היחידה באופן הנגזר ממשנתנים אקלימיים.

נדגים את תהליך המיפוי עבור היחידות שהוזכרו :

ביחידת היער הנטוע בישראל התהליך המנוטר הוא שינויי אקלים והשפעתו על מצב בריאות היער והמגוון הביולוגי בו. בגלל הגרדיאנט החרף בכמויות המשקעים חולקה יחידה זו לשלושה אזורים: 600-800 מ"מ, 400-600 מ"מ ו 250-400 מ"מ. היות והיער הנטוע בישראל מורכב ממיני עצים שונים בגילאים שונים התקבלה החלטה שננטר את סוג היער הנפוץ ביותר שהוא חד מיני-אורן ירושלים שגילו בין ארבעים לשישים שנה. לשם כך הוכנה מפה מנתוני שרות הייעור הכוללת את התפרוסת הארצית של יערות אלו.

לצורך ניטור מגוון היונקים ביער יש צורך בקריטריון נוסף: יער רציף שאינו מופר בעל גודל מינימאלי. גודלו של היער נגזר ממאפייני היונקים המנוטרים (לדוגמא: גודל בית המחיה) ומכמות ואופן פרישת המצלמות (המשמשות מעין מלכודות). הזואולוגים בקשו לנטר יונקים ביחידות רציפות של 1000 דונם ויותר. ניתוח של שטחי עומדי היערות לא העלה מספיק יחידות רציפות המכילות אורן ירושלים בגיל שהוגדר ובגודל זה. גם כאשר הורדנו את גודל האומד הנדרש ל-500 דונם לא נמצאו יותר מחמש יחידות לניטור. היות וכך התפשרנו על גודל מדגם נמוך זה מתוך הבנה שלא נוכל לאפיין את השימוש ביער ביחידות קטנות יותר. התחלנו את הניטור עם אלפי עומדים של יער נטוע פוטנציאליים לניטור לאחר סינון לפי מין וגיל (אורן ירושלים) ולאחר החלת קריטריון השטח נותרו כ-5 אומדים מתאימים עבור כל אזור ביחידת היער הנטוע. למעשה נותרנו עם מדגם קטן ללא דרגות חופשות עוד לפני היציאה להכרת השטח וקביעה של התאמתו לניטור בפועל.

דוגמא נוספת לבעייתיות בבחירת חזרות לניטור נביא מיחידת החורש היס תיכוני. כאן הוגדרה השפעת הישוב על המגוון הביולוגי כתהליך המרכזי לניטור. הוחלט לבחור בישובים בעלי אופי דומה המוקפים חורש על מנת להקטין את השונות בהשפעת הישובים. צוות מומחים בחר בישובים בהם קיימת חקלאות בעלי חיים (בעיקר לולים). בדומה ליער הוגדרו שלושה אזורים על בסיס נתוני מזג אוויר. בכל אזור הוצעו הישובים הרלוונטיים. השלב הראשון במיפוי היה קביעת גודל יחידת החורש הלא מופר סביב הישובים המוצעים על ידי גריעה של כל גורמי ההפרעה האפשריים (כמו דרכים, מבנים וחקלאות) על ידי שימוש בכלי GIS ותצלומי אוויר. בשלב שני נשלח סוקר על מנת לבחון את המיפוי בשטח. לעיתים התגלה כי קיימות הפרות נוספות שאינן נצפות בתצ"א ובשכבות ה-GIS. לאחר תיקון המיפוי הוצאו ישובים שלא נמצא סביבם די חורש שאינו מופר עבור דגימת המשתנים הביולוגיים. באזור בו היו מעל 5 ישובים התבצעה הגרלה לבחירת הישובים.

ביחידת הספר לא היה קיים מידע המתאר את התופעה המנוטרת, בתת הספר. מסיבה זו, ובניגוד לתהליך מיפוי החורש בו נבחרו הישובים תחילה, היה צורך למפות את בתת הספר. מיפוי זה התבצע על ידי התייעצות עם מומחים וסיורים בשטח. לאחר מיפוי הבתה נבחרו הישובים המתאימים והתבצע מיפוי אתרים בדומה ליחידת החורש.

אופן בחירת האתרים וחלקות הניטור

פרישת אתרי המדגם נגזרת מאופיו של התהליך המנוטר. אנו מבדילים בין גורמים שהשפעתם היא בסקאלות שונות. ישובים ושדות חקלאים (גורם בסקאלה מקומית) אמורים להשפיע באופן חזק על סביבתם הקרובה ועצמת ההשפעה תרד כפונקציה של המרחק. שינויי אקלים (גורם בסקאלה אזורית) משפיעים באופן נרחב גם מעבר למרחב אותו אנו מנטרים בפועל. עבור גורם מקומי עלינו לחלק את המרחב לרצועות מדגם הממוקמות במרחקים שונים ממקור ההפרעה ומכאן חשופים לעוצמות הפרעה שונות. השפעתו של גורם ההפרעה האזורי אמורה להיות דומה בכל נקודה במרחב הנדגם.

באתרים בהם נבחנו תהליכים מקומיים חולק האתר לשלוש רצועות המוגדרות על פי מרחקים מגבול הישוב. הרצועה הראשונה, המוגדרת כקרוב להשפעה, מכילה את השטח בין גבול הישוב עד מרחק 100 מטר ממנו. רצועת ביניים הממוקמת מסוף הרצועה הראשונה ועד מרחק של 500 מטר מגבול הישוב. רצועה שלישית המוגדרת כרחוק מההשפעה ממוקמת מקצה רצועת הביניים ועד למרחק של 2000 מטר. בחלק מהאתרים נדגמים במקביל תהליכים מקומיים ואזוריים. באתרים אלו ידגמו התהליכים האזוריים ברצועה השלישית (לכאורה רצועה ללא הפרעה). מנגד ישנם אתרים בהם נדגמים תהליכים אזוריים בלבד, לדוגמה ביערות הנטועים, בהם לא מוגדרות רצועות שונות אלא שטח דגימה.

בתוכנית הניטור הוגדרו אינדיקטורים שניטורים יאפיין את התהליכים השונים אחריהם אנו רוצים לעקוב. לאחר מיפוי האתרים יש לקבוע את חלקות הניטור (פסאודו-חזרות) עבור האינדיקטורים. חלקות אלו שונות באופיין ויכולות לכלול חלקות בצורות שונות (מרובע, עיגול), בשטח קבוע ללא צורה מוגדרת, לאורך חתך ובנקודה. בכל אתר, ועבור כל אזור השפעה, מתבצעות בין חזרה לשלוש חזרות ניטור לכל אינדיקטור. לדוגמא: ביחידת החורש נבדקה השפעת הישובים על חברת העופות ולכן נקבעו שלוש ספירות נקודה של עופות סמוך לישוב (קרוב להשפעה) ושלוש ספירות נקודה מרוחקות מן הישוב.

הוחלט לדגום את העופות, הצומח והזוחלים בחפיפה מרחבית על מנת לאפשר ניתוח משותף של הנתונים. במרכז החלקה מתקיימת ספירת נקודה של חברת העופות. סביב הצפר הוגדרה חלקה המשקפת את טווח הדגימה של הצפר על ידי פוליון בשטח של 62.5 דונם (250 מטר בריבוע). בית הגידול בחלקה זו ממופה על ידי שימוש בנתוני חישה מרחוק. בחלקה נבחרת באופן אקראי נקודה שאמורה להוות מרכז של ריבוע בו יתבצע ניטור הצומח. שיטחו של ריבוע הדגימה באזור היס תיכוני הוא 64 מ"ר. כיון שבאזורים המדבריים כיסוי הצומח נמוך בהרבה מזה של האזור תיכוני, החלטנו לדגום בריבועי מדגם גדולים פי שלוש מהרצועים באזור היס תיכוני ולצמצם את מספר הריבועים הנדגמים בהתאם.

קביעת חלקות הניטור לצומח נעשתה באופן הבא: בשטח שנמצא מתאים לדגימה (שטח שאינו מופר) התבצעה הגרלה מאוזנת מרחבית בעזרת פרוצדורת (Spatially Balanced Survey) GRSS (Design) של 10 מרכזי חלקות ניטור (למרות שיש צורך רק בשלוש נקודות מופו נקודות נוספות לצרכים עתידיים). בשלב השני מסביב לכל מרכז חלקת ניטור נבנה פוליגון באופן הבא:

- יוצר ריבוע שגודל צלעו 250 מטר.
- הפוליגון שיוצר בשלב 1 הוצלב עם פוליגון ההפרעות והוסרו ממנו אזורי ההפרעה.
- אם שטח הפוליגון התאים לגודל השטח הנדרש הופסק התהליך והפוליגון מועמד לדגימה.
- במידה והשטח אינו מתאים נבנה ריבוע חדש בעל צלע גדולה יותר וחוזרים על השלבים 2-3.

בסופו של התהליך מתקבלים עשרה פוליגונים של חלקות ניטור פוטנציאליות. יש לשים לב כי לא תמיד הפוליגונים הם בעלי השטח הנדרש, לדוגמה כאשר השטח שאינו מופר הוא בעל אופי מקוטע. ניטור העופות מתבצע במרכז חלקת הניטור ואילו חלקת דיגום הצומח נקבעת על ידי הגרלה בתוך הפוליגון.

חלקות ניטור הזוחלים הוגדרו כפוליגונים ומיקומם הסתמך על מיקום קיים של חלקת צומח (פינה נגדית) או עופות (צנטרואיד משותף).

מלכתחילה הכוונה הייתה לדגום גם את היונקים בחלקת העופות והצומח. חוסר היכולת של הסוקרים להגיע להסכמה מקצועית אודות חלקת ניטור משותפת הוביל להפרדת ניטור היונקים משאר פעולות הניטור. יונקים גדולים נדגמים על ידי שימוש במצלמות לכידה. במצלמות אלו קיים חיישן המפעיל את המצלמה במקרה והוא חש בתנועה. בכל אתר הוצבו מצלמות בשני חתכים, האחד קרוב לשוב והשני רחוק. בכל חתך מוצבות תשע מצלמות במרחק 100 צעדים אחת מהשנייה. המצלמות מוצבות בכל אתר למשך עשרה ימים. בסוף התקופה מורדות התמונות מהמצלמות ואלו מועברות לאתר הבא. האתרים בכל יחידה אינם נדגמים במקביל, מפאת מספר המצלמות הנדרש, אולם הם נדגמות באותה עונה. הנתונים מנותחים על ידי שימוש במודל תפוסה (occupancy model – MacKenzie et al. 2002), המעריך את פרופורציית האתרים המאוכלסים, בהינתן הסתברות גילוי נמוכה מאחד. כלל המצלמות בחתך מנותחות יחד, כך שהן מהוות פסאדו-חזרה. המצלמות מכסות שטח קטן יחסית באתר, והמודל מאפשר לתאר את התפוסה בשטח זה בלבד. על מנת להסיק מסקנות על שטח נרחב יותר ניתן להשתמש במשתנים סביבתיים כגון אחוז כיסוי צומח ומרחק מכביש ולבנות מודל סטטיסטי המתאר את הקשר בין משתנים אלו והתפוסה. בהמשך ניתן להשתמש בקשרים אלו על מנת לחשב את התפוסה על שטח רחב יותר.

הדגימה המאוזנת מרחבית מפיקה סדר עדיפות דגימה, חלקות הדגימה יבחרו לפי סדר זה. במקרה והסוקרים מחליטים כי החלקה שנבחרה אינה מתאימה בשל מצבה בפועל, הם ממשיכים לחלקה הבאה לפי סדר העדיפות בין החלקות. אתרים בהם לא נמצאו מספיק חלקות ניטור בגודל הנדרש הוסרו מרשימת האתרים. חמשת האתרים הסופיים נבחרו בהגרלה.

פרוטוקולי הניטור

הפרוטוקולים מייצגים את שיטות איסוף הנתונים במחזור הניטור הראשון, 2012-2014.

פרוטוקול ניטור צומח ליחידת חורש ים-תיכוני

הניטור מתבצע ב-3 גושים: גליל, כרמל והרי יהודה וירושלים. בכל גוש 5 אתרי ניטור, ובכל אתר ניטור – חלקת ניטור אחת. סה"כ מנוטרות 15 חלקות חורש.

איתור החלקות בשטח

- איתור החלקה (ראה טבלה 1) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה (ראה איור 1)

- מתיחת שני סרטי מדידה באורך 16 מ' כל אחד, בהצלבה, אנכיים אחד לשני, ברירת המחדל היא כאשר הם מוצפנים לצפון-דרום, מזרח-מערב.
- במקרים שמסיבה כלשהי קשה להצפין את היתדות, כדוגמת שיפוע חריף, אין חובה להצפין את היתדות.
- סרטי המדידה ימתחו בין מוטות הניקל שיוצבו על היתדות שקבועות בשטח (יתד בכל קצה, ויתד במרכז מעגל הדיגום).

מהלך הדיגום

דיגום נקודתי לאורך החתך (pin-point) כל 50 ס"מ:

- עבור כל המינים המעוצים: רישום שם המין וגובה מקסימלי בעשרות ס"מ. הגובה הקובע הוא הגובה המקסימאלי של הפרט המתועד בנקודת המגע עם המוט, ולא הגובה המקסימאלי הכללי של אותו הפרט.
- גובה מקסימאלי מתועד – 5 מ'. גובה רב יותר נרשם כ-501 ס"מ, ויומר אח"כ בגיליון האקסל ל-5 מ' >".

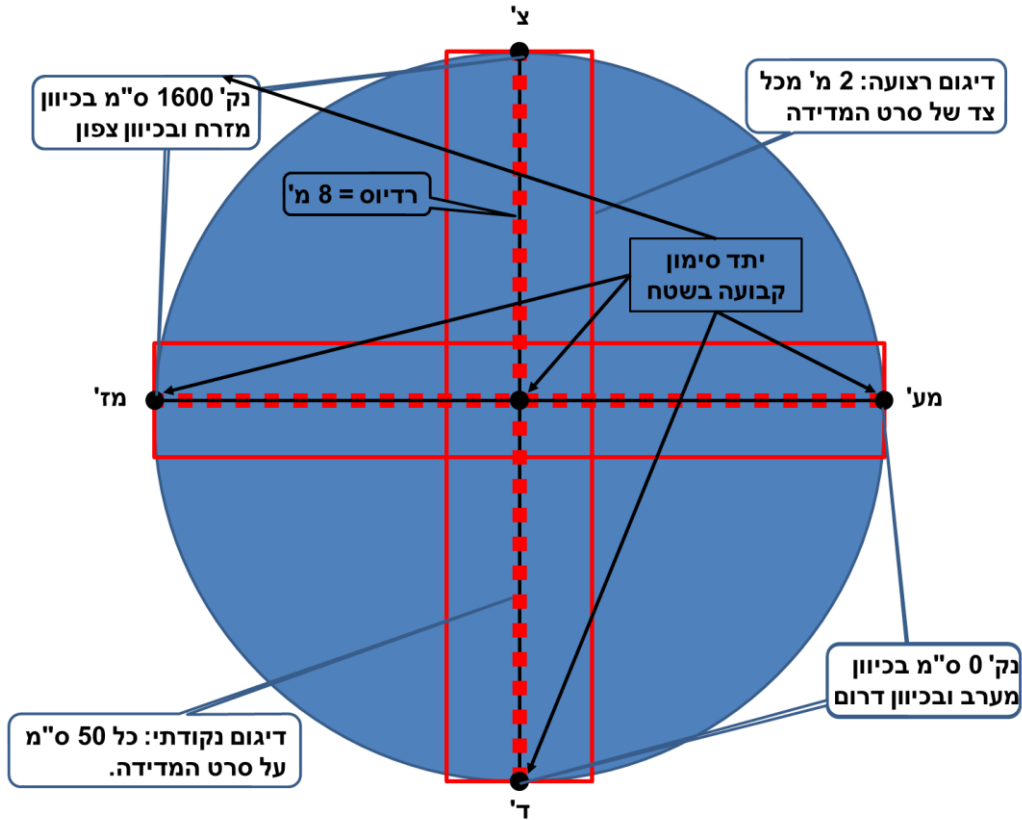
- הדיגום נעשה במרווחים של 50 ס"מ לאורך סרט המדידה, כאשר מוט מדידת הגובה מוצב אנכית בנקודת הדיגום, וכל מין מעוצה שנוגע בו – נרשם.
- בחורש: עבור אלונים – רישום אחוז התייבשות הצמח בחלוקה ל-3 קטגוריות: עד 33% התייבשות – מצב חיות 3; בין 33-66% התייבשות – מצב חיות 2; יותר מ-66% התייבשות – מצב חיות 1.
- תיעוד החתכים מתבצע מדרום לכיוון צפון (נקודת 0 ס"מ היא במוט הדרומי, נקודת 1600 ס"מ היא במוט הצפוני), וממערב לכיוון מזרח (נקודת 0 ס"מ היא במוט המערבי, נקודת 1600 ס"מ היא במוט המזרחי).

דיגום רצועה (belt transect) ברוחב 2 מ' מכל צד של סרט המדידה:

- השלמת רשימת המינים המעוצים (ללא ספירת הפרטים), שלא תועדו בחתך.
- ספירת כל הפרטים הצעירים של אלון מצוי (100-20 ס"מ) שמחוץ לחופת עץ בוגר.
- תיעוד אחוז ההתייבשות (רק של הצעירים, בחלוקה לאותן 3 קטגוריות כמפורט לעיל), ותיעוד המיקום של כל פרט צעיר ב-GPS דיפרנציאלי.

דיגום שטח (מעגל בקוטר 16 מ', מסומן ב-GPS דיפרנציאלי):

- ביער ובחורש אורנים: ספירת כל הפרטים של אורנים בשלוש קטגוריות גובה: 1-2 מ', 2-4 מ', 4 מ' >, ומצב העץ: חי/מת.
- בחורש בלבד: תיעוד המיקום של כל עץ אורן ב-GPS דיפרנציאלי.



איור 1. תרשים סכמתי של חלקת דיגום (לא בקנה מידה).

טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה:

חלקות ניטור	אתרי ניטור	יחידת ניטור
1	אבירים	חורש ים תיכוני
1	עין יעקב	
1	גורן	
1	כפר שמאי	
1	יפתח	
1	ניר עציון	
1	עופר	

1	בית אורן	
1	יגור	
1	כרם מהר"ל	
1	נחושה	
1	אדרת	
1	רמת רזיאל	
1	גבעת ישעיהו	
1	גבעת יערים	
15		סה"כ

פרוטוקול ניטור צומח ליחידת יער מחט נטוע במחזור הניטור הראשון (T0 2012-2014)

הניטור מתבצע ב-3 גושים: גליל, כרמל והרי יהודה וירושלים. בכל גוש 5 אתרי ניטור, ובכל אתר ניטור – חלקת ניטור אחת. סה"כ מנוטרים 15 עומדי יערות אורנים של קק"ל בחודשי הסתיו.

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה (ראה איור 1)

העמדת 5 מוטות ניקל בגובה 1 מ' על היתדות הקבועות בקרקע (יתד בכל קצה, ויתד במרכז מעגל הדיגום).

מתיחת שני סרטי מדידה באורך 16 מ' כל אחד, בהצלבה, אנכיים אחד לשני, בין מוטות הניקל – בגובה 1 מ' מפני הקרקע. ברירת המחדל היא כאשר הסרטים מוצפנים לצפון-דרום, מזרח-מערב.

במקרים שמסיבה כלשהי קשה להצפין את היתדות, דוגמת שיפוע חריף, אין חובה להצפין את היתדות.

הצמדת מוט טלסקופי (ללא שנתות) בגובה 8 מ' אל מוט הניקל שבמרכז המעגל.

מהלך הדיגום

דיגום נקודתי לאורך החתך (pin-point):

תיעוד החתכים מתבצע מדרום לכיוון צפון (נקודת 0 ס"מ היא במוט הדרומי, נקודת 1600 ס"מ היא במוט הצפוני), וממערב לכיוון מזרח (נקודת 0 ס"מ היא במוט המערבי, נקודת 1600 ס"מ היא במוט המזרחי).

הדיגום נעשה במרווחים של 50 ס"מ לאורך סרט המדידה, כאשר מוט מדידת הגובה מוצב אנכית בנקודת הדיגום, וכל מין מעוצה שנוגע בו – נרשם.

עבור כל המינים המעוצים: רישום שם המין וגובה מקסימלי מעוגל לעשרות ס"מ. הגובה הקובע הוא הגובה המקסימאלי של הפרט המתועד בנקודת המגע עם המוט, ולא הגובה המקסימאלי הכללי של אותו הפרט.

בכל נקודה מתועד מין צמח רק פעם אחת, בגובה המקסימאלי שבו הוא נוגע במוט, גם אם הוא נוגע ביותר מנקודה אחת על המוט.

גובה מקסימאלי מתועד: 5 מ' (מגבלת גובה מוט הדיגום). מעל 5 מ' מעריכים גובה בעין לפי קטגוריות: 5-12 מ', מעל 12 מ' (תואם את פרוטוקול הניטור של קק"ל).

לא נדגמים ענפים מתים שנוגעים במוט הדיגום (לא תמיד ניתן לזהות את מין הצמח).

דיגום רצועה (belt transect)

הדיגום מתבצע ברוחב של 2 מ' מכל צד של סרט המדידה.

השלמת רשימת כל המינים המעוצים (ללא ספירת הפרטים), שלא תועדו בחתך.

דיגום שטח – אורנים בלבד

דוגמים את כל שטח המעגל בקוטר 16 מ', התחום בין מוטות הדיגום.
תיעוד כל האורנים בחלוקה לשלוש קטגוריות גובה: 1-2 מ', 2-4 מ', מעל 4 מ'.
רישום אחוז ההתייבשות של כל אורן בחלוקה ל-4 קטגוריות:

0 – העץ יבש לגמרי.

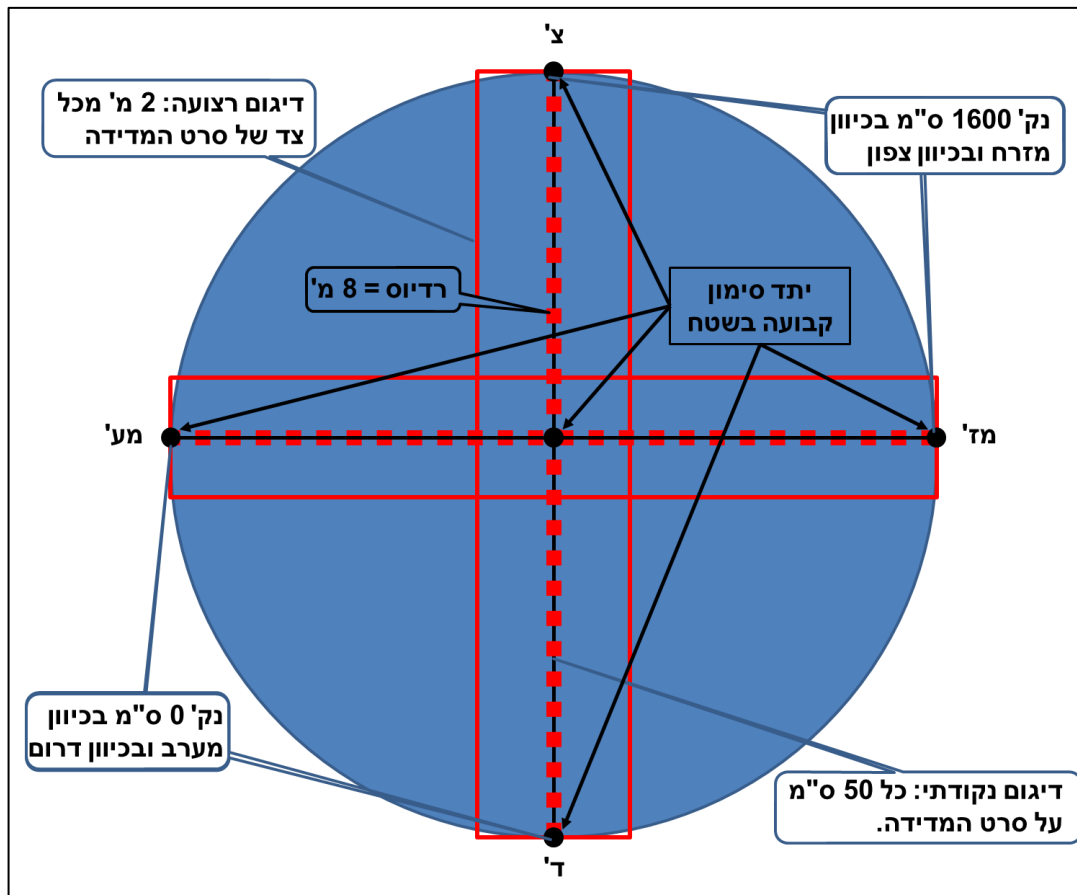
1 – עד שליש עלווה.

2 – בין שליש לשני-שלישים עלווה.

3 – יותר משני-שלישים עלווה.

תיעוד המיקום של כל עץ אורן צעיר (עד גובה 4 מ') ב-GPS דיפרנציאלי.

איור 1. תרשים סכמתי של חלקת דיגום (לא בקנה מידה):



טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה :

חלקות ניטור	אתרי ניטור	יחידת ניטור
1	מנרה	יער מחטני נטוע
1	רמות נפתלי	
1	מירון	
1	צוריאל	
1	כברי	
1	אליקים	
1	רמת השופט	
1	בת שלמה	
1	עופר	
1	כרם מהר"ל	
1	איתנים	
1	אשתאול	
1	אדרת	
1	גבעת ישעיהו	
1	אמציה	
15		סה"כ

פרוטוקול ניטור צומח ליחידת חולות מישור החוף במחזור הניטור הראשון (T0 2012-2014)

הניטור מתבצע בשני בתי גידול, חולות חצי מיוצבים קרוב ורחוק מיישובים/תשתיות וחולות נודדים רחוק מיישובים/תשתיות.

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה

הגעה בעזרת GPS דיפרנציאלי לנקודת תחילת הניטור.

קביעת יתד (ברזל בניין, אורך: 120 ס"מ, קוטר: 4 מ"מ) זמנית בקרקע בנקודת האפס הנמצאת בתחתית מדרון "מוגן" של הדיונה, השארת 40 ס"מ בולטים מעל פני הקרקע, והעמדת עמוד מתכת על היתד למתיחת סרט המדידה.

הנחת סרט מדידה ראשון כך שתחילת סרט המדידה (0 מ') מונח ביתד שבמדרון המוגן. זוהי נקודת האפס.

מותחים את סרט המדידה לכיוון שיא הרכס תוך קביעת יתדות נוספים 10 מ', 20 מ' ו-40 מ' (להלן "קו מרכז החלקה") תוך ליפוף אחד של הסרט על כל אחת מהיתדות.

חוזרים לנקודת האפס, מודדים בעין זווית משוערת של 90 מעלות ביחס לקו מרכז החלקה, מתרחקים 2.5 מ' ומציבים יתד זמנית.

בסיום שלב זה צריך להיות סרט מדידה אחד פרוס לאורך כל היתדות הקבועות, ושתי יתדות זמניות במרחק 2.5 מ' מהיתד הקבועה של ה-0 מ'.

מחברים את תחילתו של סרט מדידה נוסף לאחת היתדות הזמניות, ומותחים לכיוון המשך החלקה, במקביל לקו מרכז החלקה ובמרחק של 2.5 מ' ממנו.

כשמגיעים מול היתד של 10 מ' שעל קו מרכז החלקה, מחזיקים את המרחק של 10 מ' על סרט המדידה החדש, מודדים מרחק של 2.5 מ' מהיתד הקבועה של 10 מ', ומניחים יתד זמנית חדשה.

כנ"ל לגבי היתדות של 20 ו-40 מ'.

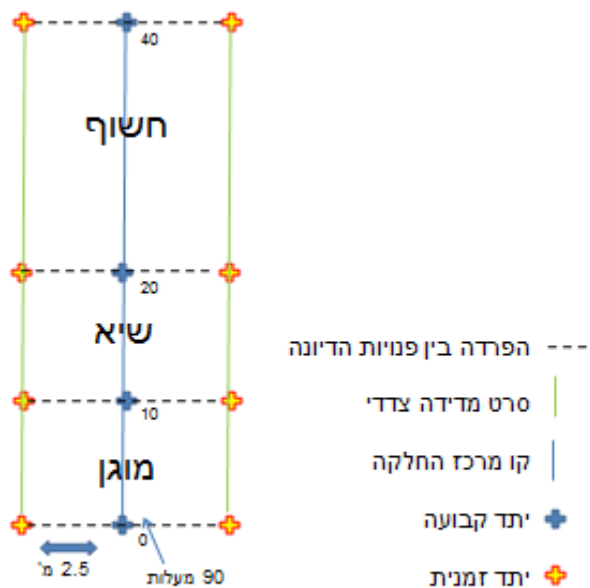
על יתד ה-40 מ' עושים קשר בסרט המדידה.

כנ"ל לגבי סרט מדידה נוסף מקביל לקו מרכז החלקה בצד השני. סה"כ נפרשים 3 סרטי מדידה מקבילים עם 4 יתדות לאורך כל אחד מהם.

מתקבלת חלקה של 5X40 מטרים עם חתך אמצע אורכי (איור 1).

אם ההצבה איננה מדויקת עפ"י פרוטוקול זה, יש לפרק ולהקים את החלקה מחדש.

איור 1. תיאור סכמתי של חלקת הניטור



מהלך הניטור

דיגום רצועה (belt transect):

הדיגום מתבצע ברוחב של 2.5 מ' מכל צד של סרט המדידה.

מתעדים בנפרד 3 רשימות מינים: במדרון החשוף לרוח (המתון), בשיא הדיונה, ובמדרון המוגן מהרוח (התלול).



ניטור עשבוניים :

רשימת מינים בלבד.

ניטור מעוצים (מעל גודל של 15 ס"מ באחד הקטרים, איור 2) :

רישום כל פרט מעוצה – מין הצמח, 2 קטרים (ראה איור 1) במקביל לסרט המדידה, ובניצב לסרט המדידה (מגודל של 15 ס"מ ומעלה). מתחילים מהציר צפון-דרום, ובחרים את הנקודה הארוכה ביותר. עוברים את ציר מזרח-מערב ובחרים את הנקודה הארוכה ביותר. מעגלים את אורך הקוטר בערך של עשרות ס"מ.

רושמים את מידת החיות (טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (יש לשים לב שהפרט איננו בשלכת עונתית, ואם כן - להתייחס לחלקי הצמח הנמצאים בשלכת כחלקים חיים) :

0- מת לגמרי (ללא עלווה והענפים שבירים ופציחים)

1- עד 1/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב עד- 1/3 מהפרט)

2- 1/3 – 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב עד- 2/3 מהפרט)

3- מעל 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב מעל- 2/3 מהפרט)

רושמים את מידת צפיפות העלווה (טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (לצורך מדד זה, ענפים רותמיים נחשבים לעלווה) :

0- הפרט ללא עלווה.

1- עד 1/3 מהפרט נושא עלווה

2- עד 2/3 מהפרט נושא עלווה

3- מעל 2/3 מהפרט נושא עלווה

במידה הצמח המעוצה נמצא בחלקו מחוץ לחלקה יש לרשום באחוזים כמה מהצמח נמצא מחוץ לחלקה.

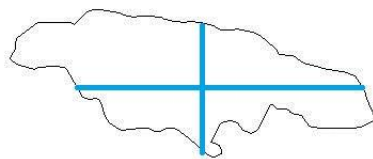
דיגום שטח (quadrat) בחלקות הרחוקות בלבד :

לאורך החתך, ייפרשו כל 5 מ' ריבועים בגודל של 50×50 ס"מ. סה"כ 9 ריבועים בחתך.

בכל ריבוע יתועד אחוז כיסוי כללי של מעוצים ועשבונים בנפרד. יתועד מספר המשבצות שבהם נוכחות מעוצים/עשבונים. אחוז הכיסוי יתקבל בהמשך מהכפלת מספר המשבצות בארבע.

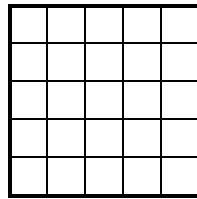
הריבוע יהיה בנוי ממסגרת פלסטיק עם רשת חוטים שזורה כל 10 ס"מ)

איור 2. דוגמאות למדידת קטרים

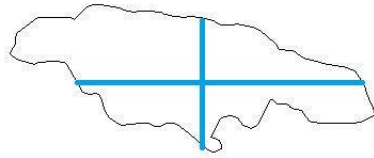




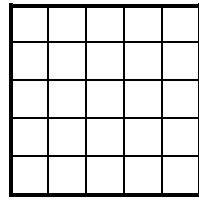
איור).



איור 2. דוגמאות למדידת קטרים



מסגרת פלסטיק 50x50 ס"מ ורשת



איור 3. דוגמאת ריבוע לדיגום שטח.

 חוטמים שזורה כל 10 ס"מ.

טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה :



אתר	חצי מיוצב קרוב	חצי מיוצב רחוק	נודד רחוק
קיסריה	3	3	
אשדוד	3	3	3
אשקלון (ניצנים)	3	3	3
זיקים	3	3	3
נתיב העשרה	3	3	
סה"כ	39		

נספח 2. טבלת עזר למדדי חיות וצפיפות עלווה:

	חיות			
	0	1	2	3
צפיפות עלווה	0	עד שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה חיונית	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה
	1	צירוף לא קיים	עד שליש מגודל הפרט חי, עד שליש משטחו נושא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שליש מגודל הפרט נושא עלווה
	2	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שני שליש ממנו נושא עלווה
	3	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, שני שליש ומעלה ממנו נושא עלווה

פרוטוקול ניטור צומח ליחידת מישורי הלס של צפון הנגב במחזור הניטור הראשון (T0 - 2012-2014)

הניטור מתבצע בשלושה בתי גידול: שיחים של טיפולי קציר נגר (נטיעות קק"ל), חקלאות אקסטנסיבית – בדואית, בתות לס בחודשי החורף (ינואר-פברואר).

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה

להגיע לנקודה הדרום-מערבית של ריבוע הניטור בעזרת ה-gps (L הניווט). נקודה זו היא נקודת הקמת החלקה, פרט לחלקות הניטור 'קציר נגר של קק"ל', שם הריבוע ימוקם בשיח' הקרוב ביותר לנקודה הנ"ל, במרווח בין שני עצים שיספיק להקמת החלקה כולה מחוץ לחופת העצים.

לקבוע יתד 40 ס"מ ברזל בניין 12 מ"מ ולהעמיד עמוד מתכת למתיחת סרט המדידה. בקבוצת הדיגום 'חקלאות אקסטנסיבית' עושים את התהליך הרשום ללא הצבת יתדות בקרקע.

למתוח את סרט המדידה לכיוון מעלה/מורד המדרון, למרחק של 10 מ' (בחלקות קציר נגר – 5 מ' במעלה סוללת העפר ו-5 מ' במורד הסוללה).

לקבוע יתד שניה (צפון-מערבית) ועמוד מתיחה.

למתוח את סרט המדידה באותו קו גובה, למרחק של 8 מטר בניצב למדרון.

לפני קביעת היתד השלישית, למתוח את סרט המדידה באלכסון (אל היתד הראשונה) לאורך של 12.8 מטר. כך נוודא שיש זווית של 90 מעלות בין שתי הצלעות.

לקבוע את היתד השלישית ועמוד מתיחה.

למשוך את סרט המדידה 10 מטר בכיוון מורד/מעלה המדרון ולסגור את החלקה.

לקבוע יתד דרום-מזרחית ועמוד מתיחה.

נוצרה חלקה של 10 × 8 מטר

מהלך הניטור

ניטור עשבוניים רב-שנתיים (בני-קיימא ובני-חלוף):

מין הצמח והערכה של גודל האוכלוסייה בסולם לוגריתמי (1 - 5 - 10 - 50 - 100 - 500 - 1000 – מעל 1000). למעט עירית גדולה, שאותה סופרים.

יש לעשות נסיון להגיע לזיהוי ברמת המין. אם לא ניתן, תתועד הרמה הגבוהה ביותר האפשרית (סוג, משפחה וכד').

ניטור מעוצים (מעל גודל של 15 ס"מ באחד הקטרים, איור 1):

מין הצמח, מדידת שני קטרים במקביל לצלעות חלקת הדיגום, מדדי חיות, בחלקות קציר הנגר: מיקום הצמח במורד/במעלה השיח'.

מדידת שני קטרים: מתחילים מהציר של מעלה/מורד המדרון, ובחרים את הנקודה הארוכה ביותר. עוברים אל הציר הניצב למדרון ובחרים את הנקודה הארוכה ביותר. מעגלים את אורך הקוטר בערך של עשרות ס"מ.

רושמים את מידת החיות (טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (יש לשים לב שהפרט איננו בשלכת עונתית, ואם כן - להתייחס לחלקי הצמח הנמצאים בשלכת כחלקים חיים):

0 - מת לגמרי (ללא עלווה והענפים שבירים ופציחים)

1 - עד 1/3 מהפרט חי (עלווה קיימת בעד- 1/3 מהפרט)

2 - 1/3 – 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת בעד- 2/3 מהפרט)

3 - מעל 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת במעל- 2/3 מהפרט).

רושמים את מידת **צפיפות העלווה** (טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (לצורך מדד זה, ענפים רותמיים נחשבים לעלווה):

0 - הפרט ללא עלווה.

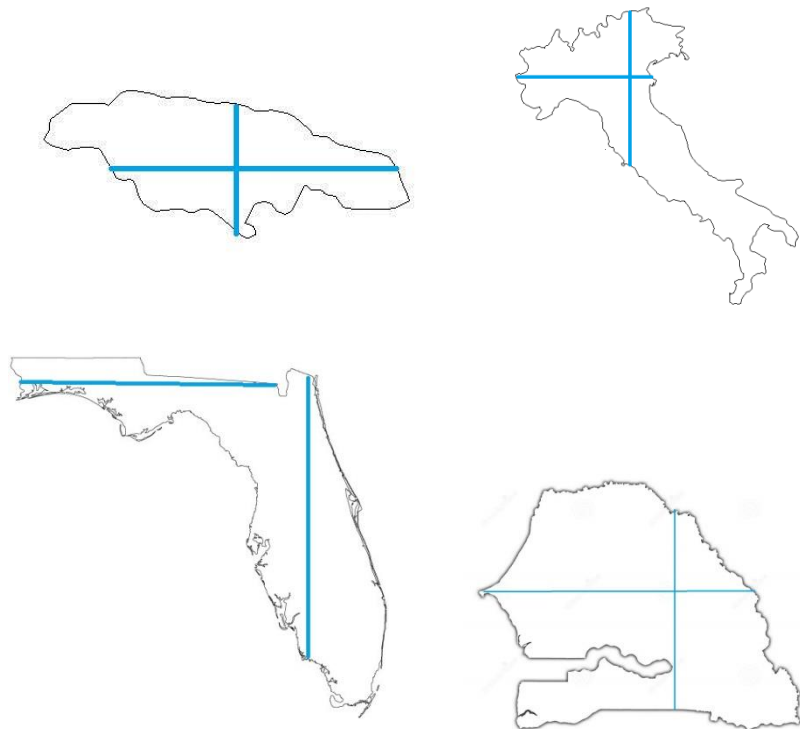
1 - עד 1/3 מהפרט נושא עלווה

2 - עד 2/3 מהפרט נושא עלווה

3 - מעל 2/3 מהפרט נושא עלווה



איור 1. דוגמאות למדידת קטרים



טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה :

אתר	חקלאות אקסטנסיבית	קציר נגר	בתות לס	סה"כ חלקות
מזרחית למשמר הנגב	6	3		9
דרומית למשמר הנגב	3			3
סיירת שקד		3	3	6
נחל עשן		3	3	6
פארק הלס			3	3
סה"כ				27

טבלה 2. טבלת עזר למדדי חיות וצפיפות עלווה :

חיות					צפיפות עלווה
0	1	2	3		
הפרט מת לגמרי	עד שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה חיונית	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה	0	
צירוף לא קיים	עד שליש מגודל הפרט חי, עד שליש משטחו נושא עלווה	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, עד שליש מגודל הפרט נושא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שליש מגודל הפרט נושא עלווה	1	
צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, שליש עד שני שליש נושא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שני שליש ממנו נושא עלווה	2	
צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, שני שליש ומעלה ממנו נושא עלווה	3	

פרוטוקול ניטור צומח ליחידות אזור הספר, הר הנגב ודרום צחיח במחזור הניטור הראשון (T0)
 (2012-2014)

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה

הגעה לנקודה הדרום מערבית בעזרת ה- GPS הדפרנציאלי.

קביעת יתד ברזל בניין (40 ס"מ אורך 12 מ"מ קוטר) והעמדת עמוד מתכת למתיחת סרט המדידה.

מתיחת סרט המדידה בעזרת המצפן ארבעה (ספר) שמונה (הר הנגב) או 20 (דרום צחיח) מטרים לכיוון צפון.

קביעת יתד שניה (צפון מערבית) ועמוד מתיחה נוסף.

מתיחת סרת המדידה בעזרת המצפן לכיוון מזרח למרחק הרלוונטי.

לפני קביעת היתד השלישית, יש למתוח את סרט המדידה באלכסון (אל היתד הראשונה) לוודא זווית של 90 מעלות בין שתי הצלעות. (5.7, 11.3 ו- 28.28 מטרים בהתאמה).

קביעת יתד שלישית (צפון מזרחית) ועמוד מתיחה נוסף.

מתיחת סרט המדידה בעזרת המצפן לכיוון דרום למרחק הרלוונטי.

קביעת יתד דרום מזרחית ועמוד מתיחה נוסף.

סגירת החלקה בין היתדות הדרום מזרחית ודרום מערבית.

נוצרה חלקה של 4X4 מטרים (ספר), 8X8 מטרים (הר הנגב) או 20X20 מטרים (דרום צחיח).

חלקות בערוצים, יוקמו ויידגמו על-פי אותו פרוטוקול, אבל אין הכרח לשמור על הצפנה. רצוי למקם את הפינות במקומות בהם אפשר לתקוע יתד.

מהלך הדיגום

מזינים את הנתונים לגליון אלקטרוני באייפד: שם האתר, מדרון / וואדי: S / w, קרוב / רחוק: N / F, מספר החלקה: 1, 2, 3, נ.צ של כל 4 היתדות

בעזרת מוט מדידה (מקל שנתות) מודדים שני קטרים לכל פרט מעוצה- חי, או מת לגמרי. רושמים את שם המין.

פרטים קטנים, ששני צירי הקוטר שלהם מתחת ל 15 ס"מ, אינם נמדדים.

במקרים מסוימים לא ניתן להפריד בעין, בין שני פרטים ומעלה מאותו המין. במקרה זה נמדוד את ההיקף (המתאר) של כל גוש הצמחים. בעמודה 'מספר פרטים' נרשום את ההערכה שלנו למספר הפרטים. ברירת המחדל של עמודה זו היא 1.

מדידת 2 קטרים: מתחילים מהציר צפון דרום, ובוחרים את הנקודה הארוכה ביותר. עוברים את ציר מזרח מערב ובוחרים את הנקודה הארוכה ביותר. מעגלים את אורך הקוטר בערך של עשרות ס"מ (ראה איור 1).

רושמים את מידת החיות (ראה טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (יש לשים לב שהפרט איננו בשלכת עונתית ואם כן להתייחס לחלקי הצמח הנמצאים בשלכת כחלקים חיים):

0- מת לגמרי (ללא עלווה והענפים שבירים ופציחים)

1 - עד 1/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב עד- 1/3 מהפרט)

2- 1/3 – 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב עד- 2/3 מהפרט)

3- מעל 2/3 מהפרט חי (עלווה קיימת ב מעל- 2/3 מהפרט)

רושמים את מידת צפיפות העלווה (ראה טבלה 2) של הפרט לפי 4 קטגוריות (לצורך מדד זה, ענפים רותמיים נחשבים לעלווה):

0 - הפרט ללא עלווה.

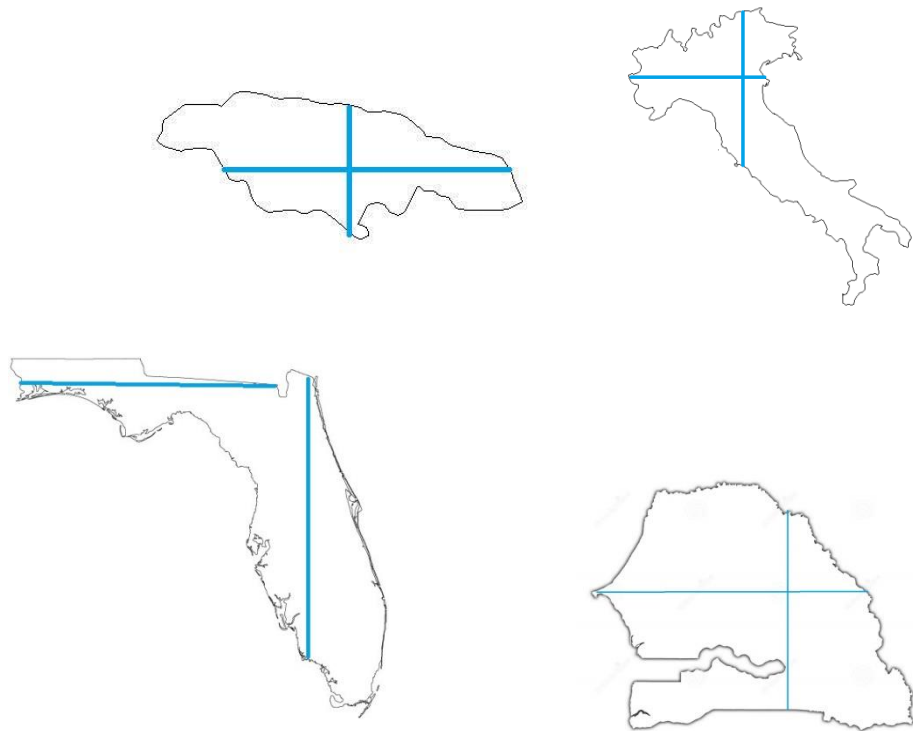
1 - עד 1/3 מהפרט נושא עלווה

2 - עד 2/3 מהפרט נושא עלווה

3 - מעל 2/3 מהפרט נושא עלווה



איור 1. דוגמאות למדידת קטרים



נספח 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה :

יחידת ניטור	אתרי ניטור	חלקות ניטור
ספר	מרשם	6
	להב	6
	להבים	6
	הר עמשא	6
	בית יתיר	6
	מרשם	9

9	להב	הר הנגב
9	להבים	
9	הר עמשא	
9	בית יתיר	
2	לוטן	דרום צחיח
2	צופר	
2	פארן	
2	עין יהב	
2	יטבתה	
85		סה"כ

נספח 2. טבלת עזר למדדי חיות וצפיפות עלווה:

חיות			
3	2	1	0

צפיפות עלווה	0	הפרט מת לגמרי	עד שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה חיונית	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, אך ללא עלווה
	1	צירוף לא קיים	עד שליש מגודל הפרט חי, עד שליש משטחו נושא עלווה	שליש עד שני שליש מגודל הפרט נושא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שליש מגודל הפרט נושא עלווה
	2	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שליש עד שני שליש מגודל הפרט חי, נושא עלווה	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, עד שני שליש ממנו נושא עלווה
	3	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	צירוף לא קיים	שני שליש ומעלה מגודל הפרט חי, שני שליש ומעלה ממנו נושא עלווה

פרוטוקול ניטור עופות לכל יחידות הניטור במחזור הניטור הראשון (2012-2014 T0)

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

מהלך הדיגום

ההגעה תעשה בשעות הבוקר.

הסוקר מתמקם בנקודה ובמשך 10 דקות מבצע ספירות נקודה:

- 3.1. הסוקר רושם את מספר הפרטים (כל פרט נרשם פעם אחת) מכל מין, בראייה ושמיעה.
- 3.2. כל תצפית נרשמת, ע"פ מיקומה, בתוך אחד מארבע רדיוסים (במטרים): 20-0, 100-20, 100-250, מעל 250.
- בנוסף ירשום הסוקר לגבי כל נקודה את המידע הבא: שם חלקת הניטור, שם הסוקר, תאריך ושעת התחלת הספירה.
- מינים שחולפים בתעופה (נכנסים ויוצאים משדה הראייה) לא נרשמים.

טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה.

יחידת ניטור	אתרי ניטור	חלקות ניטור
חורש ים תיכוני	אבירים	6
	עין יעקב	6
	גורן	6
	כפר שמאי	6
	יפתח	6
	ניר עציון	6
	עופר	6
	בית אורן	6

6	יגור	
6	כרם מהר"ל	
6	נחושה	
6	אדרת	
6	רמת רזיאל	
6	גבעת ישעיהו	
6	גבעת יערים	
3	מנרה	
3	רמות נפתלי	
3	מירון	
3	צוריאל	
3	כברי	
3	אליקים	
3	רמת השופט	
3	בת שלמה	
3	עופר	
3	כרם מהר"ל	
3	איתנים	
3	אשתאול	
3	אדרת	



3	גבעת ישעיהו		
3	אמציה		
6	בתות תנינים	בתות	
6	רמת השופט		
6	חצור		
6	שדה אליעזר		
6	יראון		
6	נטור		
6	שעל		
6	גמלה		
6	כרי דשא		
6	יבניאל		
6	נחל עשן		מישורי הלס של צפון הנגב
6	סיירת שקד		
3	פארק הלס		
6	משמר הנגב		
3	אשל הנשיא		
3	גבעות בר		
6	מרשם	ספר	

6	להב	
6	להבים	
6	הר עמשא	
6	בית יתיר	
9	עזוז	הר הנגב
9	מרחב עם	
9	ירוחם	
9	ביסלי"ח	
9	שדה בוקר	
6	לוטן	דרום צחיח
6	צופר	
6	פארן	
6	עין יהב	
6	יטבתה	
272		סה"כ

פרוטוקול ניטור יונקים לכל יחידות הניטור במחזור הניטור הראשון (2012-2014 T0)

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

מהלך הניטור

הסוקר ידאג לבדוק את תקינות המצלמות ויטען את המצברים לפני הגעתו לשטח.

הסוקר ידאג כי בראשותו מצברים חלופיים לפני הגעתו לשטח.

בכל חלקה ימוקמו תשע מצלמות לאורך חתך קבוע עליו ממוקמות המצלמות במרחקים של כ- 100 מטרים אחת מהשנייה.

הסוקר מזהה את נ.צ. של המצלמה הראשונה וממקם אותה במקומה.

במידה והנקודה שמוצא הסוקר חורגת מה נ.צ. המקורי (כלומר מזה של הניטור הקודם) בין 50- 100 מטר יש לציין זאת בכתב ולדווח למארג. במידה והחריגה הנה ביותר מ- 100 מטר יש ליצור קשר עם המארג לפני הנחת המצלמה.

את המצלמה ממקמים תמיד כחצי מטר מעל הקרקע. אם יש עץ מתאים המצלמה תקובע עליו. אם אין עץ מתאים תקובע המצלמה למוט ברזל או לגל אבנים.

במידת האפשר הסוקר ימקם את המצלמה כך שלא תהיה בולטת בשטח.

הסוקר ייודע כי המספר הסידורי על המצלמה ועל כרטיס הזיכרון תואם.

הסוקר יחבר את המצלמה למצבר יכוון וידרוך אותה.

התהליך הנ"ל יחזור לגבי כל המצלמות.

10 ימים לאחר ההנחה יחזור הסוקר לחלקת הניטור ויקפל את כל המצלמות והמצברים.

לכל חלקה הסוקר ירשום את שם החלקה, שם הסוקר ועוזריו, התאריך והשעה של תחילת הצבת המצלמות, התאריך והשעה של סיום איסוף המצלמות ואת הנ.צ. של כל מצלמה.

ניתוח התמונות

ניתוח התמונות יעשה ע"י הסוקר ומומחה נוסף להצלבה.

יתועדו מין בע"ח, תאריך ושעת התצפית.

צילום רציף (צילומים רבים של אותו פרט) יחשב כתצפית בודדת.

כל תצפית שאינה רציפה בהפרש של עד חמש דקות תחשב לאותו פרט ע"פ שיקול הדעת המקצועי של המנתח ובכל מקרה תחשב כתצפית נפרדת עם יש ספק בזיהוי.

כל תצפית בהפרש של יותר מחמש דקות תחשב כתצפית נפרדת.

טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה.

חלקות ניטור	אתרי ניטור	יחידת ניטור
2	אבירים	חורש ים תיכוני
2	עין יעקב	
2	גורן	
2	כפר שמאי	
2	יפתח	
2	ניר עציון	
2	עופר	
2	בית אורן	
2	יגור	
2	כרם מהר"ל	
2	נחושה	
2	אדרת	
2	רמת רזיאל	
2	גבעת ישעיהו	
2	גבעת יערים	
1	מנרה	יער מחטני נטוע
1	רמות נפתלי	
1	מירון	

1	צוריאל	
1	כברי	
1	אליקים	
1	רמת השופט	
1	בת שלמה	
1	עופר	
1	כרם מהר"ל	
1	איתנים	
1	אשתאול	
1	אדרת	
1	גבעת ישעיהו	
1	אמציה	
1	נטור	
1	שעל	
1	גמלה	
1	כרי דשא	
1	יבניאל	
2	מרשם	ספר
2	להב	
2	להבים	

2	הר עמשא	
2	בית יתיר	
2	עזוז	הר הנגב
2	מרחב עם	
2	ירוחם	
2	ביסל"ח	
2	שדה בוקר	
2	לוטן	דרום צחיח
2	צופר	
2	פארן	
2	עין יהב	
2	יטבתה	
80		סה"כ

**פרוטוקול ניטור זוחלים ליחידות יער מחט נטוע, אזור הספר ומישורי הלס של צפון הנגב במחזור
 הניטור הראשון (2012-2014 T0)**

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 2 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים,
 חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה

הסקרים יתבצעו בשעות הבוקר בתקופת הקיץ (יוני-ספטמבר).

הסוקר יזהה את גבולות החלקה שגודלה 50 מטר רבוע (ראה סעיף 1).

במידה והנקודה שמוצא הסוקר חורגת מה נ.צ. המקורי יש ליצור קשר עם המארג לפני תחילת העבודה.

הסוקר יבצע סריקה רגלית יסודית בכל שטח החלקה, תוך הפיכת מירב האבנים (וסוגי מחסה אחרים הנמצאים בשטח) **במשך 20 דקות**.

בכל חלקה יתעד הסוקר את המדדים הבאים ביישומון:

קוד (שם) החלקה, שם הסוקר, טמפי' בשמש ובצל.

תאריך ושעת תחילת וסיום הסריקה.

סה"כ המחסות (כולל אבנים) שנהפכו.

לגבי כל זוחל שנצפה בסריקה (או מה שרלוונטי לגבי סימן כגון נשל, ביצה, פרט מת וכד') ירשם (אם ניתן לקבוע) המין, הזוויג, בוגר/צעיר, אורך גוף ואורך זנב (אם נלכד), סוג זנב, פעילות, מספר פרטים.

הערות נוספות ע"פ הצורך.

טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה:

יחידת ניטור	אתרי ניטור	חלקות ניטור
יער מחטני נטוע	מנרה	3
	רמות נפתלי	3
	מירון	3
	צוריאל	3
	כברי	3
	אליקים	3
	רמת השופט	3
	בת שלמה	3

3	עופר	
3	כרם מהר"ל	
3	איתנים	
3	אשתאול	
3	אדרת	
3	גבעת ישעיהו	
3	אמציה	
6	מרשם	אזור הספר
6	להב	
6	להבים	
6	הר עמשא	
6	בית יתיר	
6	נחל עשן	מישורי הלס של צפון הנגב
6	סיירת שקד	
3	פארק הלס	
6	משמר הנגב	
3	אשל הנשיא	
3	גבעות בר	
102		סה"כ

פרוטוקול ניטור זוחלים ליחידת חולות מישור החוף במחזור הניטור הראשון (T0 2012-2014)

איתור החלקות בשטח

איתור החלקה (ראה טבלה 1 לפירוט חלקות הניטור) יעשה ע"י שכבת היחידה הכוללת אתרים, חלקות ונ.צ.

הקמת החלקה

הסוקר מגיע לחלקת הניטור לפי תצ"א מודפס או בעזרת יישומון שקיבל מהמארג.

ההגעה תעשה בשעות אחר הצהריים.

הסוקר מזהה בעזרת הנ"ל (1) את גבולות החלקה שגודלה 50 מטר רבוע.

במידה והנקודה שמוצא הסוקר חורגת מה נ.צ. המקורי שנתקבל ע"י המארג יש ליצור קשר עם המארג לפני תחילת העבודה.

הסוקר מוחק שביל טשטוש באלכסון בין שתי פינות נגדיות של החלקה (דרום-מערב לצפון – מזרח, ראה איור 1) וברוחב של כ- 40 ס"מ.

הסוקר טומן בחפירה בחול 20 מלכודות נפילה (כוסות פלסטיק בנות 1000 סמ"ק), בשתי שורות מקבילות לתוואי שביל הטשטוש משני צדדו ובמרווחים שווים (ר' איור 1).

מהלך הדיגום

הסוקר מבצע סריקה רגלית יסודית של החלקה לפני הקמתה (ראה לעיל).

הסוקר שב לחלקה בבוקר המחרת.

הסוקר מבצע סריקה רגלית יסודית חוזרת של כל החלקה.

הסוקר בודק את מלכודות הנפילה.

הסוקר בודק את שביל הטשטוש.

בכל חלקה יתעד הסוקר את המדדים הבאים ביישומון:

קוד (שם) החלקה, שם הסוקר, טמפי' בשמש ובצל.

תאריך ושעת התחלה וסיום של שתי הסריקות (אחה"צ והבוקר למחרת), הצבת ואיסוף המלכודות ומחיקת ובדיקת שביל הטשטוש.

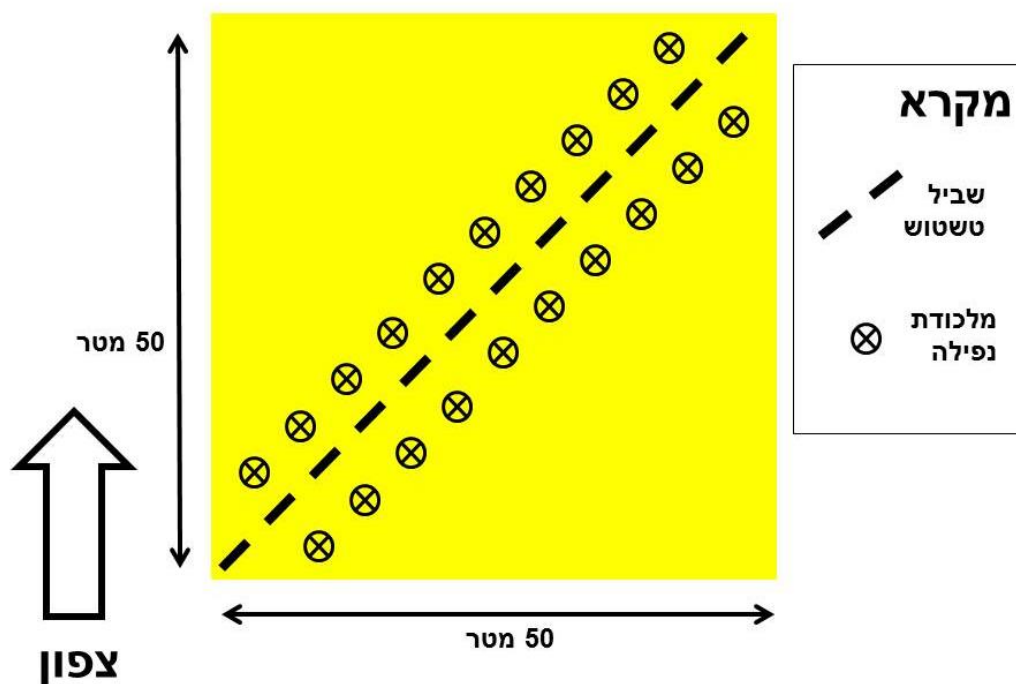
לגבי כל זוחל **שנצפה בסריקה** (או מה שרלוונטי לגבי סימן כגון נשל, ביצה, פרט מת וכד') ירשם (אם ניתן לקבוע) המין, הזוויג, בוגר/צעיר, אורך גוף ואורך זנב (אם נלכד), סוג זנב, פעילות, מספר פרטים.

לגבי כל זוחל **שנלכד במלכודת נפילה** ירשם (אם ניתן לקבוע) המין, הזוויג, בוגר/צעיר, אורך גוף, אורך זנב, סוג זנב, מספר פרטים.

לגבי כל **עקבה שנמצאה על שביל הטשטוש** ירשם שם המין (אם אפשר לזהות) ומספר חציות שנמצאו.

הערות (לפי המקרה).

איור 1. תרשים של אופן כיוון מחיקת שביל הטשטוש ואופן הצבת המלכודות.



טבלה 1. פירוט אתרי וחלקות הניטור ליחידה.

סה"כ	חלקות ניטור			אתר ניטור	יחידת ניטור
	נודד רחוק	מיוצב רחוק	מיוצב קרוב		
9	3	3	3	קיסריה	חולות מישור החוף
9	3	3	3	אשדוד	
9	3	3	3	אשקלון	
9	3	3	3	זיקים	
9	3	3	3	נתיב העשרה	
45					סה"כ

שיטות הניתוח המרחבי בעזרת מ"ג

שיטות המיפוי בחישה מרחוק

זיהוי צומח מתצלומי אוויר

תצלום האוויר מבוצע על ידי חיישן דיגיטלי. התמונה המתקבלת מיוצגת על ידי שלוש טבלאות ובהן תאים, אחת עבור כל צבע: אדום, ירוק וכחול. תאים אלה הם בעלי שטח שונה. לאחר ביצוע יישור, כל תא בטבלה מייצג תא שטח בעל גודל אחיד. במקרה זה, ריבוע בשטח של 0.25 מ"ר (ריבוע שצלעו 0.5 מטר). תצלום אוויר ארצי מכיל כ-100,000,000,000 תאים (פיקסלים). כל פיקסל נבחן בנפרד, וסווג לאחת משתי קטגוריות: מכיל צמחייה או אינו מכיל צמחייה.

זיהוי הצומח בתאי השטח התבסס בשלב ראשון (גרסה ראשונה של התוצר) על זיהוי גווני ירוק. בשלב זה נמצא כי צומח ירוק בהיר אינו מזוהה על ידי האלגוריתם של הגרסה הראשונה, וכן נעשה זיהוי שגוי של עצמים כהים. כדי לפתור את הבעיות הללו התווספו בגרסה הנוכחית (גרסה שנייה) שני שינויים עיקריים: זיהוי על סמך מדד Y_{green} , ושימוש בשכבות ממ"ג להסרת עצמים שאינם צומח.

זיהוי עצמים ירוקים על ידי שימוש במדד Y_{green}

מדד Y_{green} נמצא בשימוש נרחב עבור יישומים חקלאיים כדי לזהות צמחייה. הוא משקלל את תרומת הערוץ הירוק באופן הבא:

$$(1)y_g = \frac{Green}{Red + Green + Blue}$$

כאשר Red, Green ו-Blue הם ערכי הערוצים הירוק, האדום והכחול בהתאמה. נמצא כי ערכים מעל 0.37 מייצגים היטב צומח, ולכן ערך הסף להחלטה נקבע על פי ערך זה. נכתב קוד המחשב את המדד עבור כל הארץ, ומשלב את תוצאות זיהוי זה עם הזיהוי בגרסה הראשונה.

שימוש בשכבות ממ"ג להסרת עצמים שאינם צומח

שכבת המבנים והכבישים נדגמה לסריג (RASTER) ברזולוציה של מטר. במסכת זיהוי הצומח הוענק הערך 0 לכל פיקסל שהוגדר כמבנה או כביש. כדי לאפשר סינון מהיר נכתב קוד.

בתום שלב זה התקבלה מסכת צומח ארצית. מסכה זו שימשה כבסיס לחישוב צפיפות הצומח. צפיפות הצומח חושבה עבור תאים בשטח של 100 מ"ר (ריבוע שצלעו 10 מטרים). כל תא כזה מכיל 400 תאי מסכת צומח. הצפיפות היא היחס בין מספר התאים שסווגו כמכילי צומח, למספר התאים הכללי.

ניתוח נתוני לוויין – מדד מצב הצמחייה ומעקב אחרי צומח מעוצה

נתונים הנמדדים באמצעות דימות לוויינים מהחלל הם לרוב בעלי רזולוציה מרחבית נמוכה יותר מאשר נתונים הנמדדים באמצעות תצלומי אוויר (תצ"א) ממטוסים, משום שתא השטח הקטן ביותר שבו מבחין חיישן הנישא על לוויין, גדול מתא השטח הקטן ביותר הנצפה על ידי חיישן מוטס. מאידך גיסא, לוויינים עוברים מעל ארצנו פעמים רבות במשך השנה, ואילו כיסוי ארצי של תצ"א מתקבל במקרה הטוב – פעם בשנה. מסיבה זו השתמשנו בניתוח המידע בשילוב של נתוני לוויינים ומטוסים. לקבלת תמונה מפורטת של צפיפות הצומח ביצענו שימוש בתצ"א, וכדי לבחון את השינויים ומגמתם השתמשנו בדימות לוויין.



מדד מצב הצומח - NDVI

נתוני הלוויין מודדים את הקרינה האלקטרומגנטית באורכי גל שונים. כדי לקשור בין הנתונים הנמדדים ומאפייני הצומח מחושב מדד צמחייה שמודד תכונה מסוימת של הצמחייה כגון: מסה פוטוסינתטית. מדד הצמחייה שנבחר הוא NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), שמקובל בעולם כמדד מתאים למעקב אחרי שינויי צומח. המדד מסתמך על האינטראקציה השונה שיש לצמחייה ירוקה עם אורכי גל נראים לעומת תת-אדום קרוב. הקרינה באורכי גל נראים נבלעת ברובה על ידי צמחייה, לעומת הקרינה בתת-אדום הקרוב המוחזרת באחוזים ניכרים. המדד מוגדר באופן הבא:

$$(2) \text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})}$$

כאשר NIR היא ההחזריות (היחס בין הקרינה המוחזרת לנכנסת) בתת-אדום הקרוב, ו-VIS היא ההחזריות באורכי הגל הנראים. מדד זה יכול לקבל ערכים שנעים בין 1 (עבור כיסוי מלא של צמחייה ירוקה) ל-[-1] (היעדר צמחייה).

מבנה סדרת הזמן של נתוני מדד NDVI

סדרת הזמן של נתוני מדד ה-NDVI בישראל, כמו באזורי אקלים ים-תיכוני אחרים, היא בעלת מבנה מחזורי שנתי (איור 2.1). מבנה זה מתאר את השתנות כמות הצומח או מצבו, התלויים בעיקר במשקעים ובטמפרטורה. שלושת הפרמטרים המרכזיים הם:

מינימום שנתי (NDVI_{\min}).

מקסימום שנתי (NDVI_{\max}).

היום בשנה של נקודות הקיצון (חיצים המופנים כלפי ציר X באיור 3.1).

היות שמדד NDVI מתאר את התרומה הכוללת של הצמחייה בפיקסל הנדגם, הצמחייה כוללת צומח מעוצה וצומח עשבוני:

$$(3) \text{NDVI} = \text{NDVI}_w + \text{NDVI}_v$$

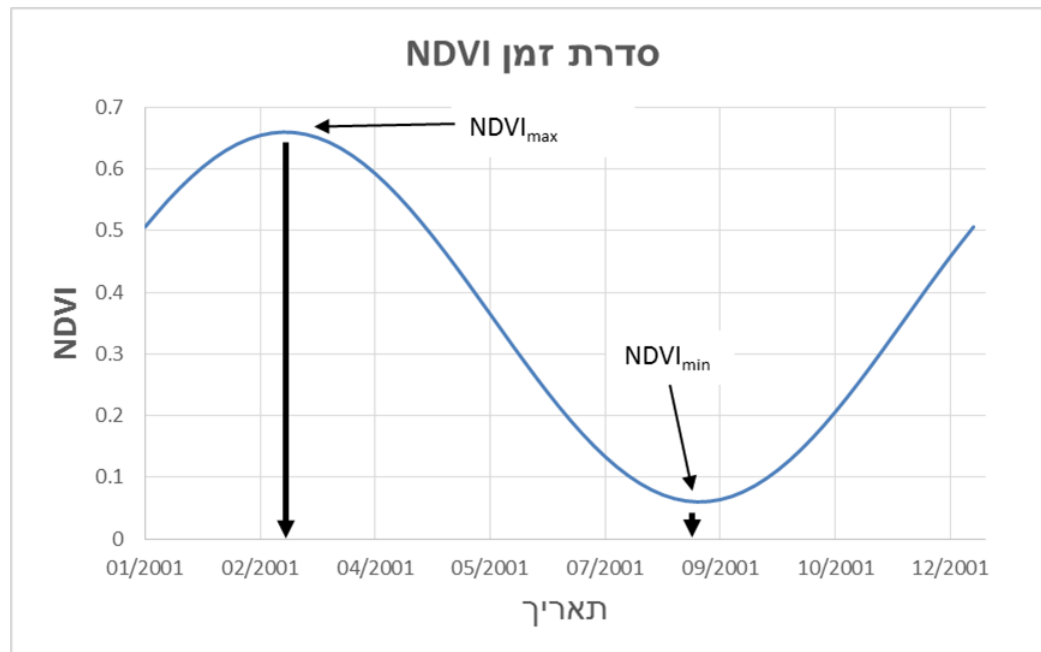
כאשר NDVI_w היא התרומה של הצומח המעוצה, ו- NDVI_v היא התרומה של הצומח העשבוני.

מכיוון שבאזורנו הקיץ שחון, הצומח העשבוני קמל ברובו, ולכן ניתן להניח כי האות בתחילת הסתיו (או בזמן שמדד ה-NDVI מינימלי) נתרם רובו ככולו מהצומח המעוצה (Roderick et al., 1999). לפיכך, ניתן להניח שבאזורים שאינם מושקים מתקיים בקירוב:

$$(4) NDVI_w \approx NDVI_{min}$$

כאשר $NDVI_{min}$ הוא הערך השנתי המינימאלי של ה- $NDVI$, המתרחש על פי רוב בתחילת הסתיו.

על ידי בחינה של השתנות המינימום השנתי לאורך מספר שנים, ניתן להעריך את השתנות מצב הצומח המעוצה בתקופה זו. מידע נוסף ניתן לקבל מצורתו של המחזור השנתי. שטח מיוער בצפיפות גבוהה מתאפיין בשונות נמוכה של ערכי $NDVI$, ולעומתו לשטח פתוח שונות גבוהה. שינוי בצורת המחזור השנתי לאורך השנים יכול לשמש כאינדיקציה להיפתחות החורש או להיסגרותו. את ערכו המינימאלי של ה- $NDVI$ ניתן להעריך ע"י בחינה של סדרת הזמן.



איור 3.1. סדרת הזמן של נתוני מדד $NDVI$ עבור שנת 2001. מינימום שנתי בתחילת הסתיו ומקסימום שנתי באביב.

קביעת ערך סף למדד $NDVI$

על מנת שניתן יהיה להבחין בין פיקסלים שבהם קיים צומח מעוצה לרעש הרקע, יש לקבוע ערך סף למדד ה- $NDVI$, שתלוי במידה מסוימת בשטח העלווה (Leaf Area Index - LAI). לשטח

העלווה תלות חזקה בכמויות המשקעים, ולכן לעצים דומים, הגדלים באזורים שונים בארץ שבהם כמויות משקעים שונות, יהיה שטח עלווה שונה וערך NDVI שונה. לפיכך, בשל ההבדלים הגדולים בכמויות המשקעים באזורי הארץ השונים, לא ניתן להשתמש בערך סף יחיד עבור כל הארץ. על מנת לפתור בעייה זו, נמצא קשר אמפירי בין כמויות המשקעים לערך הסף לנוכחות צומח מעוצה:

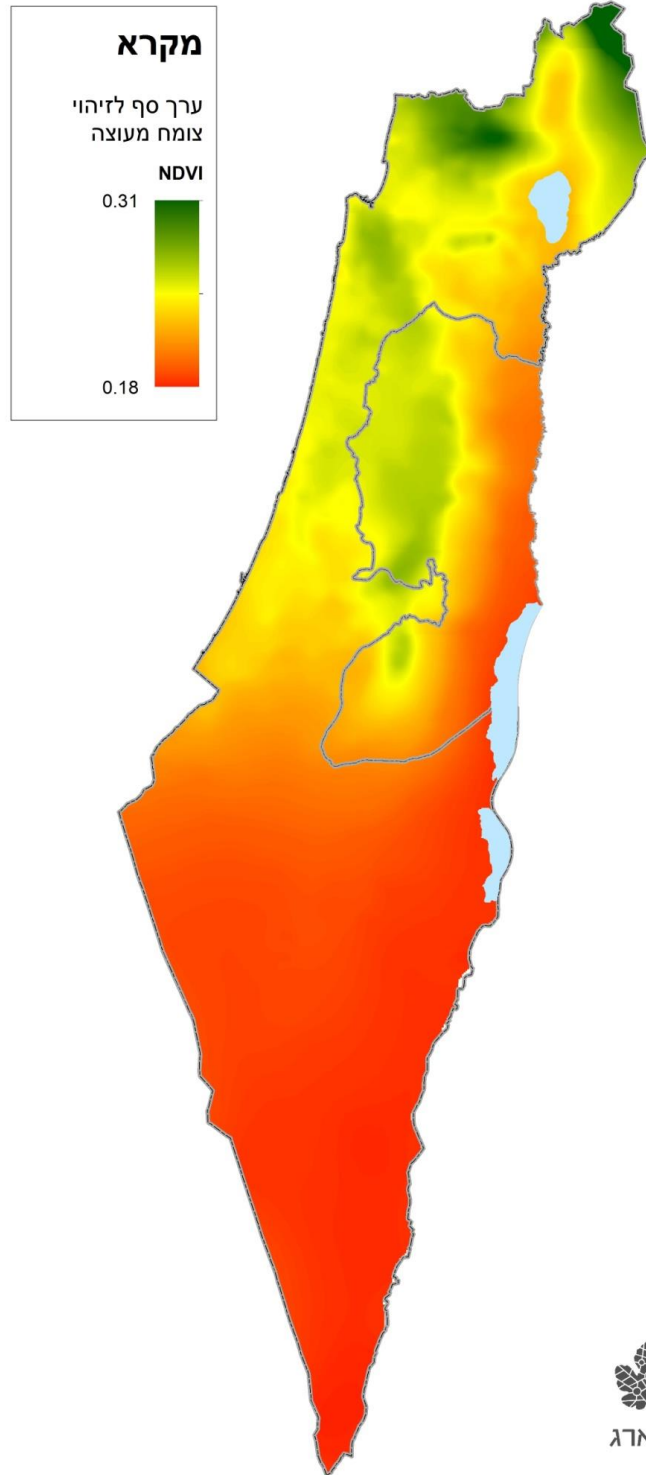
$$(5) NDVI_t = NDVI_{t0} * e^{P_{scl}}$$

כאשר $NDVI_{t0}$ מייצג את ערך הסף המינימאלי עבור אזור מדברי, ו- P_{scl} – כמות משקעים מנורמלת. ערכי הסף חושבו על ידי שימוש בערכים הבאים:

$$NDVI_{t0} = 0.1$$

$$P_{scl(i,j)} = P_{(i,j)} / \text{MAX}(P)$$

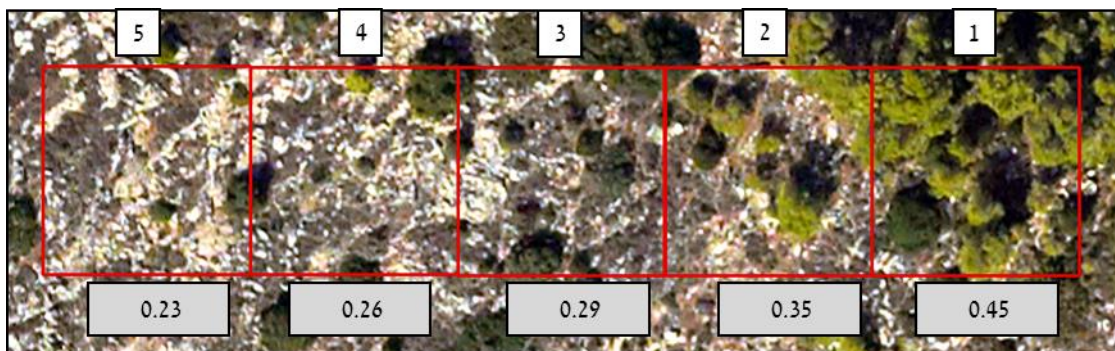
כאשר P מייצג את כמות המשקעים השנתית הממוצעת עבור כל פיקסל. ערכי הסף מוצגים באיור 3.2.



איור 3.2. ערך הסף המחושב עבור זיהוי צומח מעוצה בישראל, כתלות בכמות המשקעים השנתית הממוצעת. ככל שכמות המשקעים גבוהה יותר, ערך הסף לזיהוי צומח מעוצה – גבוה יותר.

משמעות השינוי במדד ה-NDVI

מדד ה-NDVI אינו לינארי – הפרשים זהים במדד אינם משקפים שינוי זהה בצמחייה. לכן, אזורים בעלי כמות משקעים שונה אינם ניתנים להשוואה. לדוגמה, ערך מדד של 0.5 בצפון ייצג חורש בצפיפות בינונית, ואילו בדרום – חורש צפוף ביותר. לעומת זאת, באותו אזור ניתן להשוות בין ערכי המדד. עבור אזור מרכז הארץ, הפרש של 0.22 במדד (בין 0.45 ל-0.23) הוא אינדיקציה למעבר משטח עם צפיפות צומח גבוהה לשטח בעל צפיפות צומח נמוכה. ערך מדד הנמוך מ-0.1 מייצג על פי רוב שטח ללא צמחייה או עם מעט מאד צמחייה. מכאן ניתן להבין כי גם הבדלים זהים במדד באזורים שונים, משקפים שינוי שונה. איור 3.3 מתאר תצלום אוויר של יער הקדושים ליד הישוב בית מאיר. הריבועים האדומים מייצגים את יחידת השטח הנמדדת על ידי הלוויין (במקרה זה Landsat-8). ערך ה-NDVI עבור כל תא שטח מוצג מתחתיו (ריבוע אפור). כדי לקבל תחושה של משמעות השינוי המדד, נבחן את הקשר בין צפיפות הצומח והמדד: בריבוע 1 ניתן לראות יער בצפיפות בינונית, וערך המדד המתקבל הוא 0.45. משמאל, בריבוע 2 ניתן לראות יער דליל, וההפרש במדד הוא 0.1. מכאן ניתן להסיק כי הפרש כזה מייצג שינוי משמעותי בצפיפות הצומח. באופן דומה, ניתן לבחון את ההבדלים בכיסוי בין הריבועים השונים. ריבוע 5 מכיל ברובו שיחייה עם מעט עצים, וערך המדד המתקבל הוא 0.23.



איור 3.3. הקשר בין מדד NDVI לצפיפות הצומח. ההבדלים בין ערכי ה-NDVI שנבחנו בין השנים חושבו עבור כל פיקסל של מדד מינימום NDVI (ברזולוציה של 250 מטרים). סדרת הזמן בין השנים 2001 ל-2013 נבחנה, וחושב הערך הא-פרמטרי של המגמה המונוטונית (Mann-Kendall Test For Monotonic Trend) – עולה או יורד. אם ערך המגמה נמצא מובהק, חושב שיפוע המגמה הא-פרמטרי, המבוסס על Kendall's tau (Theil-Sen estimator).

מיפוי ומעקב אחרי השתנות החורש היים-תיכוני

בסיס הנתונים

על מנת למפות את החורש היים-תיכוני נעשה שימוש בחיישן LANDSAT-8. לחיישן זה רזולוציה מרחבית של 30 מטר, והוא חולף מעל ישראל פעם ב-16 ימים. המעקב אחרי השינויים נעשה באמצעות שימוש בנתוני החיישן MODIS¹. לחיישן זה רזולוציה מרחבית המשתנה בין 250 ל-1000 מטר, והוא עובר מעל ישראל פעם ביום. עבור הניתוח השתמשנו בנתונים ברזולוציה של 250 מטר. פרטים נוספים לגבי החיישנים ניתן למצוא בדו"ח הניטור לשנת 2013 (ברג ואחרים, 2014).

נתוני LANDSAT

עבור כל מעבר LANDSAT מתבצעים השלבים הבאים:

המרה של הנתונים המקוריים להחזריות.

חישוב אינדקסי צמחיה.

זיהוי עננים.

המרת הנתונים מתבצעת ע"י שימוש בקבועים המצויים בקובץ המטה-דאטה המצורף לנתונים המקוריים. אינדקסי הצמחיה מחושבים מתוך ערכי החזריות. זיהוי העננים מתבצע על ידי בדיקת מספר ערכי סף:

טמפרטורת בהירות נמוכה מ-10 מעלות צלזיוס בערוץ 10 (10.6 מיקרון).

החזריות באור הנראה (ירוק) גבוהה מ-0.3.

ערך NDVI נמוך מ-0.1.

הפרש בטמפרטורת הבהירות בין הערוצים 10 ו-11 (11.5 מיקרון) נמוך מ-0 מעלות.

לאחר אגירה של שנת נתונים (23 מעברי לוויין), מאוחדים הנתונים באופן הבא:

עבור כל מעבר נבחן קובץ ה-NDVI מול קובץ זיהוי העננים.

כל פיקסל שזוהה בו ענן מסומן כפיקסל ללא נתונים.

¹ לחיישן 36 ערוצים ברזולוציה משתנה (250 מטרים–1,000 מטרים), והוא עובר מעל ישראל פעם ביום. חיישן ה-MODIS מותקן על גבי שני לוויינים: AQUA ו-TERRA. לוויינים אלה מסונכרנים עם השמש, כך שהלוויין עובר מעל נקודה מסוימת בזמן קבוע פחות או יותר. הלוויין TERRA עובר מעל ישראל בסביבות 10:30 בבוקר, והלוויין AQUA עובר מעל ישראל בסביבות 13:30 בצהרים. הנתונים ניתנים להורדה בחינם משרתי NASA.

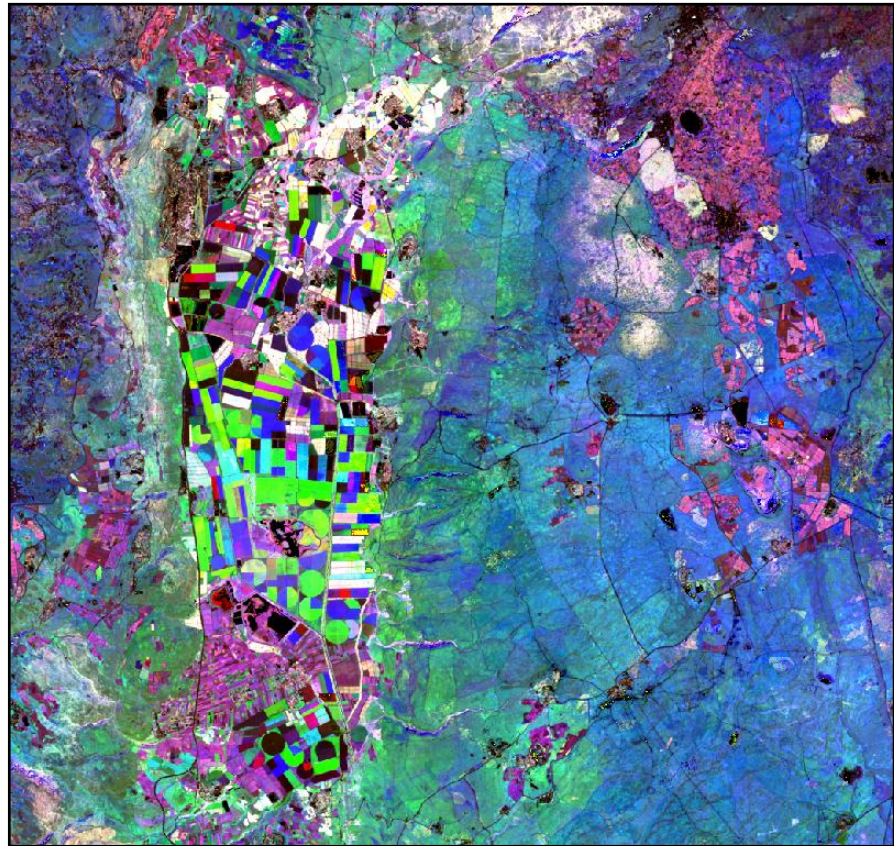
כל קבצי ה-NDVI מאוחדים לקובץ יחיד המכיל מטריצה בעלת מימדים (x,y,t) , כאשר x ו- y מייצגים את המיקום במרחב, ו- t את הדגימה בזמן.

עבור המיקום x,y מתבצעת אינטרפולציה עבור הווקטור $t_1 \dots t_{23}$. צעד זה מתבצע רק עבור מיקומים שבהם שליש מהדגימות לפחות מכילות נתונים. כלומר, עבור כל פיקסל מבצעים אינטרפולציה מתוך הנתונים הנמדדים ומקבלים את סדרת הזמן המלאה.

סינון הנתונים

בסיום תהליך זה מתקבלת עבור כל פיקסל סדרת זמן של ערכי NDVI לאורך השנה. לדוגמה, באיור 3.4 מוצגת תמונת RGB של ה-NDVI, עבור דגימות הסתיו (נובמבר), החורף (ינואר) והאביב (אפריל). כך ניתן להבחין בגידולים השונים בחקלאות, ולהשתמש ביכולת זו על מנת להבחין בין מטע לחורש. בכל פיקסל מחושבים ערכי המינימום, המקסימום, המשרעת, הממוצע וסטיית התקן. קובץ זה משמש כבסיס למיפוי החורש.

עבור כל פיקסל בקובץ המינימום השנתי, נבדק האם הערך בו גבוה מערך הסף הדינאמי. פיקסל עם ערך גבוה יותר מסווג כפיקסל המכיל צומח מעוצה. בסוף התהליך מתקבל מיפוי של הצומח המעוצה בארץ, ושל שטחי החקלאות. על מנת להסיר את השטחים החקלאיים, נעשה שימוש בשכבת ממ"ג של החקלאות בארץ. כמו כן, מוסרים על ידי שימוש בשכבות ממ"ג אזורים בנויים (שכבת מבנים) ויערות נטועים (עומדי קק"ל), כך שבסופו של התהליך מתקבל מיפוי של החורש בלבד.



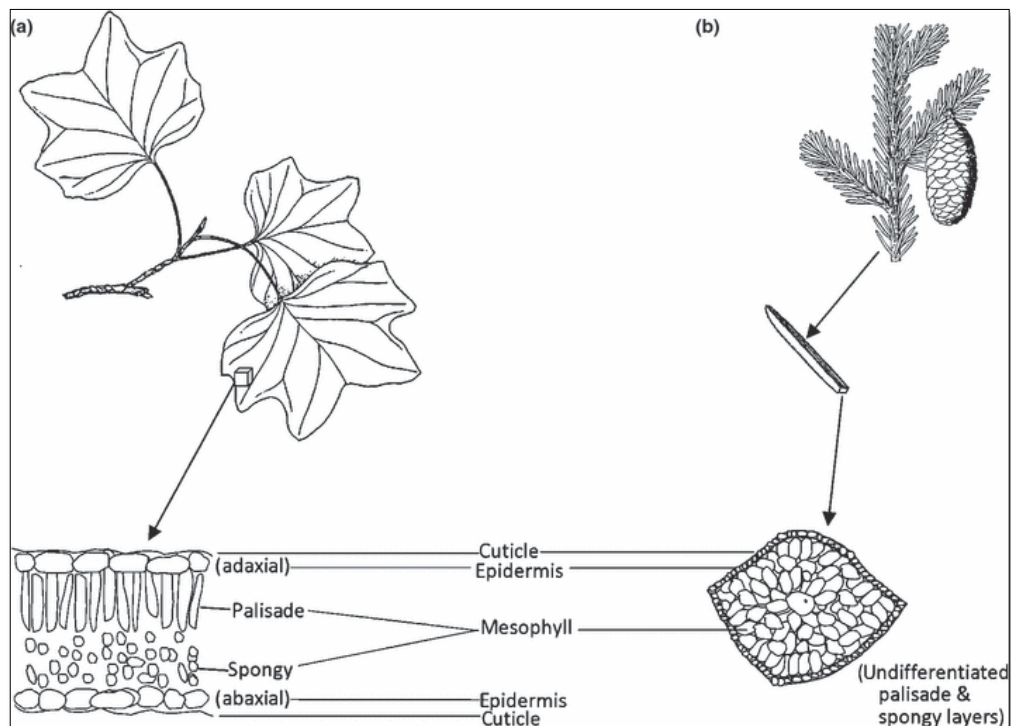
איור 3.4. תמונת RGB של סדרת הזמן של מדד NDVI, לאחר אינטרפולציה. התמונה מוצגת עבור נובמבר (באדום), ינואר (בירוק) ואפריל (בכחול) באזור עמק החולה והגולן כדוגמא. הצבעים מייצגים זמנים שונים של מקסימום NDVI. בלבן – אזורי יער וחורש בעלי שינוי מועט. השדות החקלאיים מאופיינים בצבעים שונים בהתאם למועדי הגידול. כמו כן, ניתן להבחין בבתות העשבוניות במורדות הגולן (בירוק) – שיא הפעילות בחורף, לעומת בתות בני-השיח והשיחיות באזורים הגבוהים יותר (בכחול) – שיא הפעילות באביב. מטעי נשירים ניתן לראות בצפון הגולן (בוורוד) – שיא הפעילות בסתיו.

זיהוי אורנים

רקע

הפצה עצמית של אורנים והתבססותם מחוץ לתחומי היער הנטוע, הוגדרה בתוכנית הניטור כאחד מהתהליכים המשמעותיים בחורש היס-תיכוני, שיש לנטרם הן בעזרת ניטור קרקעי, הן בשיטות של חישה מרחוק (ברג ופרבולוצקי, 2011). האחרון, מתבסס על ניתוח הבדלים אופטיים בתצלומי אוויר, בין האורנים לצומח מעוצה אחר בחורש היס-תיכוני, שניתן לזהותם באופן אוטומטי.

ההבדל הראשון בין עצים מחטניים (והאורניים ביניהם) למעוצים רחבי-עלים, הוא האופן שבו מוחזרת מהם הקרינה בתחום האינפרא-אדום הקרוב (א"א). מחטניים מאופיינים בהחזר נמוך יותר מאשר רחבי-עלים, בשל מבנה העלה ואופן סידור הכלורופלסטידים בו (איור 3.5). ההבדל השני הוא בגוון הירוק הבהיר יותר של עצי האורן. בניגוד להבדל הראשון, הבדל זה הוא מקומי ואינו מתקיים תמיד.



איור 3.5. מבנה העלים ברחבי-עלים (a) ובמחטניים (b). הסידור השונה של השכבה המזופילית גורם להחזרה נמוכה יותר במחטניים (מקור: USDA Natural Resources Conservation Service - NRCS).

בסיס הנתונים

לצורך בחינת מודל זיהוי האורניים בחישה מרחוק, בוצע שימוש בתצלום אוויר מעוגן ומיושר ברזולוציה של 25 ס"מ לפיקסל, בעל ארבעה ערוצים: אדום, ירוק, כחול וא"א (התצלום סופק באדיבות קק"ל). תחום המיפוי שנבחר למודל מצוי בהרי יהודה, סביב יערות הקדושים ואשתאול (ראו איור 6 בפרק החורש). שטח המיפוי הוא כ-100 קמ"ר. הערכים בתצלום האוויר אינם פיזיקליים, אלא מייצגים את קריאת החיישן. בערוצי האור הנראה (אדום, ירוק וכחול), טווח

הערכים הוא 0-255, ואילו בערוץ הא"א טווח הערכים הוא 0-1024. תצלום האוויר מורכב מ-1,702,308,090 פיקסלים, ומפאת גודלו חולק התצלום ל- 21 קבצים.

שיטת המיפוי

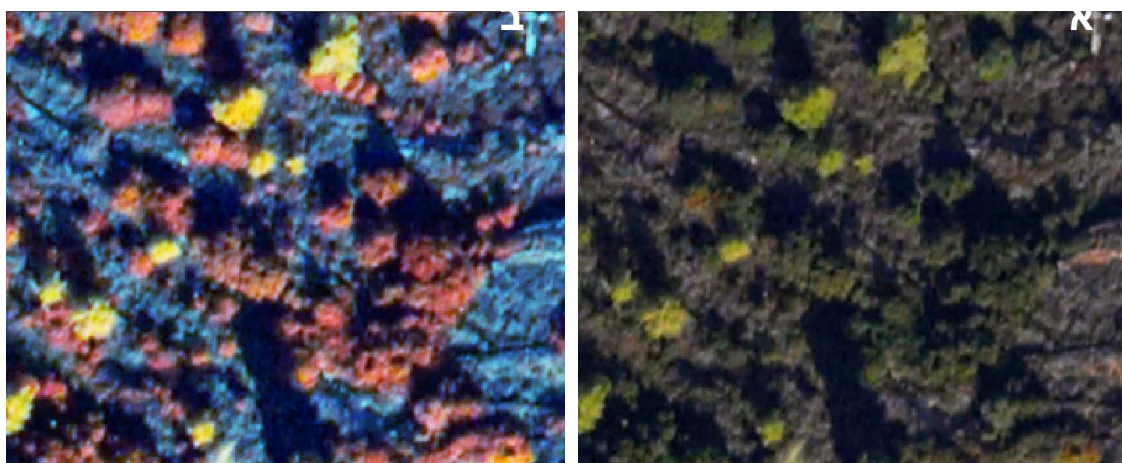
על מנת למפות את האורנים נעשה שימוש בשתי התכונות המבדילות בין מחטניים לרחבי-עלים שתוארו לעיל: למחטניים החזר נמוך יותר בא"א, וגוון ירוק בהיר יותר מאשר רחבי העלים. כאשר מציגים את התצלום בצבעי אמת, ניתן להיווכח בהבדלי הגוון בין אורנים לרחבי-עלים (

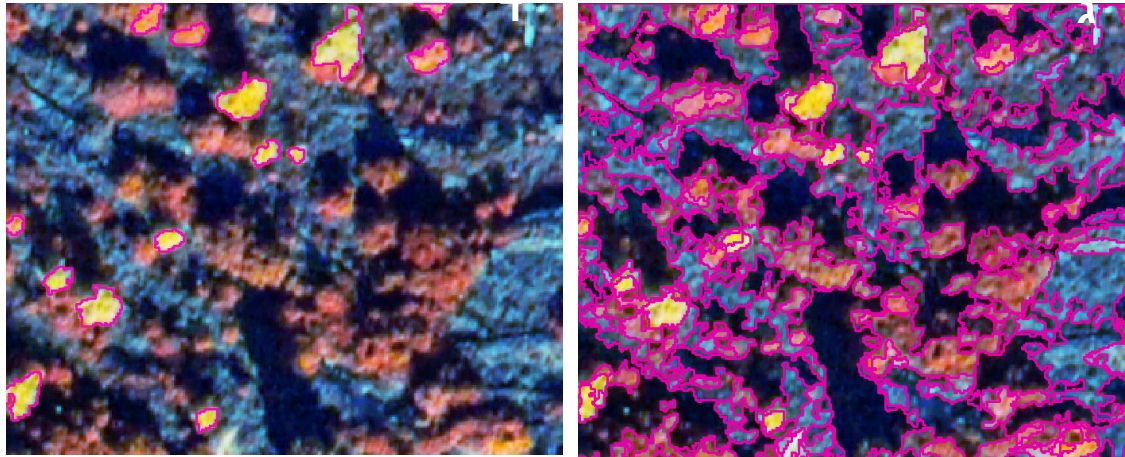
3.6.א). כאשר מציגים במקום הערוץ האדום את ערוץ הא"א, ומבצעים מתיחה של השוואת היסטוגרמה (histogram equalization), ההבדל בין האורנים (בצהוב) לרחבי העלים (באדום) בולט יותר לעין (

3.6.ב). חלוקה אוטומטית של התמונה לעצמים על סמך מאפיינים של צורה וגודל, מאפשרת הפרדה מהירה ומדוייקת בין העצמים השונים בתמונה (

3.6.ג). כל עצם מוקף ע"י קו סגול המפריד בינו לבין עצמים שכנים. חישוב פרמטרים נוספים עבור כל עצם, כגון NDVI, אינדקס ה-Ygreen (ראו סעיפים רלוונטיים לעיל) וקביעת ערכי-סף, מאפשרים לבצע הבחנה אוטומטית בין האורנים לעצמים אחרים (

3.6.ד).





איור 3.6. שלבי זיהוי האורנים בחורש היס-תיכוני (התצלום מאזור יערות הקדושים ואשתאול בהרי יהודה. באדיבות קק"ל). א': התמונה המקורית. ב': החלפת הערוץ האדום בערוץ א"א וביצוע השוואת היסטוגרמה (histogram equalization). ג': חלוקה לאובייקטים על ידי שימוש ב-mean shift segmentation. ד': תוצאת הזיהוי לאחר שימוש בערכי הסף עבור צומח ואינדקס ירוק.

תהליך המיפוי (איור 3.7)

עבור כל אחד מ- 21 קבצי התמונה מתבצעות הפעולות הבאות²:

קדם עיבוד

מהתצלום המקורי מיוצרת תמונת RGB, ובה מוחלף הערוץ האדום בערוץ א"א.

תמונת ה-RGB עוברת מתיחה של histogram equalization.

עבור כל פיקסל בתמונה מחושב מדד NDVI.

עבור כל פיקסל בתמונה מחושב אינדקס Ygreen.

סגמנטציה

²נכתב קוד בשפת IDL המממש את השלבים השונים בתהליך. הסגמנטציה מתבצעת בעזרת קריאה לפונקציה מספריית orfeo toolbox (<https://www.orfeo-toolbox.org>).

התמונה מחולקת לאובייקטים ע"י שימוש ב- mean shift segmentation המאחד באופן איטרטיבי פיקסלים קרובים מרחבית ובעלי צבע דומה. הפרמטרים שבהם נעשה שימוש:

מרחק: 20 פיקסלים.

מרחק ספקטראלי: 40.

גודל עצם מינימאלי: 16 פיקסלים.

מיצוע לאובייקטים

עבור כל אובייקט מחושבות תכונות ממוצעות של:

NDVI

Ygreen

עבור כל אובייקט נבדקים ערכי הסף

NDVI: אם $NDVI > 0.2$ האובייקט מוגדר כצומח.

Ygreen: אם $Ygreen > 0.35$ האובייקט מוגדר כירוק.

גודל: אם שטח האובייקט גדול מ- 10,000 פיקסלים הוא מוגדר כלא צומח.

אובייקט שהוגדר כצומח ירוק יסומן כאורן, אחרת יסומן כלא אורן.

ניקוי בעזרת שכבות GIS

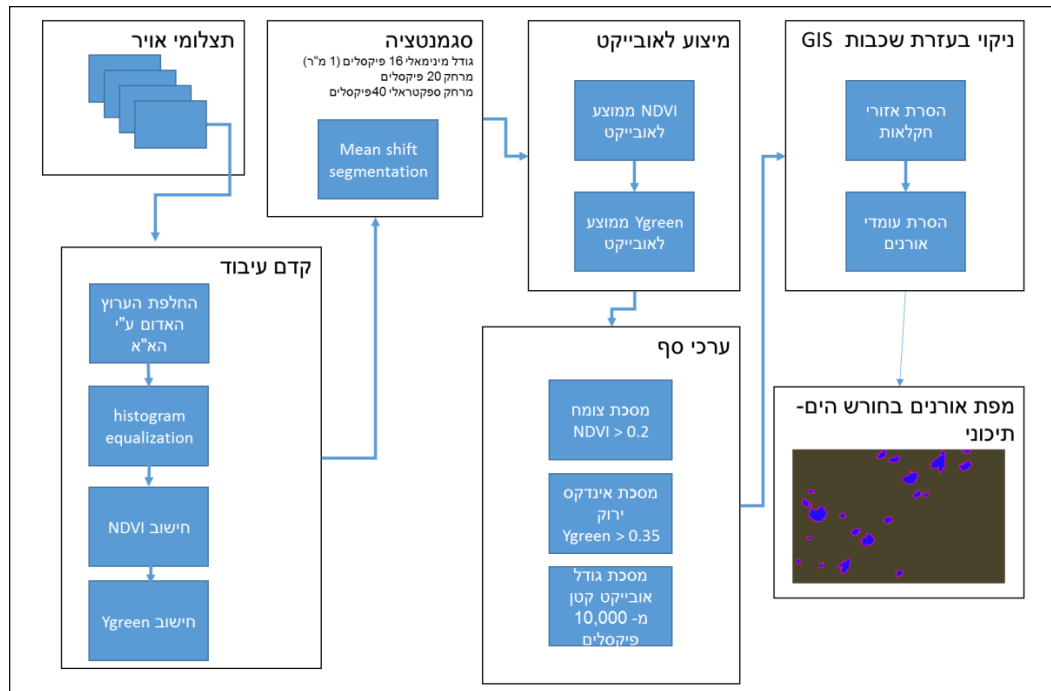
אובייקטים בשטחים חקלאיים שזוהו בגלל מאפייני NDVI וגוון ירוק כאורנים, סווגו מחדש כלא אורן.

אובייקטים שזוהו כאורנים בעומדי קק"ל המוגדרים כיער אורנים נגרעו מהמשך הניתוח.

אובייקטים שזוהו כאורנים בשטחים שאינם יערות אורנים, חולקו לאורן בחורש ים-תיכוני ואורן ביער קק"ל שאינו יער אורנים.

בניית מפת האורנים הסופית

כל פיקסל בתמונה המקורית מסווג כלא אורן, אורן בחורש או אורן ביער.



איור 3.7. תרשים זרימה של תהליך מיפוי האורנים בחורש הים-תיכוני.

אימות

על מנת לאמת את תוצאות המיפוי האוטומטי, התבצע זיהוי ידני של אורנים בעזרת תצלום האוויר. הזיהוי הידני התבצע על ידי סימון של העצמים שיוצרו בשלב הסגמנטציה (איור 2.7). העבודה התבצעה באופן הבא: בשכבת העצמים הוסף שדה המתאר את סוג העצם. המשתמש בוחר את העצמים שמייצגים אורנים, ומשנה את שיוכם בשדה זה. לאחר מכן, מומרים העצמים לפיקסלים ומתבצעת השוואה בין הסיווג הידני לאוטומטי.

מתוך התצלום המקורי נבחרו שלושה אזורים המייצגים שימושי קרקע שונים: חורש, יער, חקלאות ויישובים. עבור כל אזור נעשה מיפוי ידני, ובוצעה השוואה בינו לתוצאות המיפוי האוטומטי. הדיוק הכללי שהתקבל הוא כ- 90% (כ- 10% סווגו באופן לא תואם). פרמטר קאפה שחושב הוא 0.7 (התאמה טובה למדי בין המיפוי הידני לאוטומטי): 5% מהפיקסלים שאינם אורנים סווגו בטעות כאורנים, ו- 25% מהפיקסלים עם אורנים סווגו בטעות כלא אורנים (טבל).

טבלה 3.1. אימות מיפוי האורנים האוטומטי.

אוטומטי			
אורן	לא אורן		
5%	74%	לא אורן	ידני
16%	6%	אורן	

מקורות

ברג, נ. ופרבולוצקי, א. (2011) תכנית לאומית לניטור המגוון הביולוגי בשטחים פתוחים בישראל. המארג, האקדמיה הלאומית למדעים.

ברג, נ., דרורי, ר., דן, ה., שוחט, א., פרלברג, א., ידוב, ש. ופאר, ג. (2014) התכנית לניטור מגוון ביולוגי בשטחים פתוחים. דוח מסכם 2013 – שנה 2 לניטור בשטח. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע.

Roderick, M.L., Noble, I.R. & Cridland, S.W. (1999) Estimating woody and herbaceous vegetation cover from time series satellite observations. *Global Ecology and Biogeography*, 8: 501-508.



שיטות סטטיסטיות לניתוח נתוני הניטור (מיכאל דורמן)

בללי

ניתוח נתוני הניטור היבשתי מתבצע בשלוש גישות עיקריות:

השפעה של תנאי סביבה על מדד חד-ממדי (כגון מדד מינים) נבחנת בעזרת מודלים לינאריים (Linear Models) ומודלים לינאריים מוכללים (Generalized Linear Models).

השפעה של תנאי סביבה על מדד חד-ממדי (כגון הרכב חברה) נבחנת בעזרת גרסה רב-ממדית של מודלים לינאריים מוכללים.

הערכת מצב אוכלוסייה והשפעת תנאי סביבה עליה נעשית בעזרת מודלים היררכיים ספציפיים למערך הדיגום (Occupancy Model ו-Distance Sampling Model).

השפעה של תנאי סביבה על מדד חד-ממדי

בחינת ההיפוטזות נעשית על-ידי התאמת מודל ובחינת רמת המובהקות של הגורם הרלוונטי.

מודל לינארי במקרים שבהם המשתנה התלוי רציף (לדוגמה, אחוז כיסוי צומח מעוצה).

מודל לינארי מוכלל במקרים שבהם המשתנה התלוי אינו רציף, גרסיה לוגיסטית כאשר המשתנה בינארי (לדוגמה, נוכחות/העדרות בחתך צומח).

גרסיה פואסונית כאשר המשתנה בדיד (לדוגמה, עושר מינים).

גרסיה בינומית שלילית כאשר המשתנה בדיד ומכיל מספר רב של תצפיות אפשריות (לדוגמה, מספר פרטים).

התאמת המודלים נעשתה בעזרת הפונקציות **lm** (מודל לינארי), **glm** (גרסיה פואסונית או לוגיסטית) ו-**glm.nb** (גרסיה בינומית שלילית) (**MASS** (ספריית Venables and Ripley, 2013), בסביבת R (R Core Team, 2015)).

הממוצעים הנצפים של המדד, בכל אחת מרמות תנאי הסביבה, הוצגו לרוב בגרף עמודות (לדוגמה, עושר מינים ממוצע קרוב לישובים ורחוק מישובים). במידת הצורך הוצגו גם ערכי התצפיות הספציפיות בעזרת dot plot (לדוגמה, עושר מינים בכל אחת מ-15 חלקות קרובות לישוב ו-15 חלקות רחוקות מישוב).

הכנת האיורים (כאן ובשיטות האחרות) נעשתה בעזרת ספריית Wickham (*ggplot2*, 2009) בסביבת R.

השפעה של תנאי סביבה על מדד רב-ממדי

ההשוואה נעשית על-ידי התאמת מודלים לינאריים או לינאריים מוכללים רב-ממדיים (Wang et al., 2012). בשיטה זו מותאם מודל נפרד עבור מין, על מנת לבחון היפותזות הן ברמת החברה (סך כל המודלים) והן ברמת המין (כל מודל בפני עצמו). הבדלים ברמת החברה נבחנים בעזרת מובהקות מדד Likelihood Ratio על סמך דגימה חוזרת של הנתונים (*resampling*).

התאמת המודלים נעשתה בעזרת פונקציות *manylm* (מודלים לינאריים רב-ממדיים) ו-*manyglm* (מודלים לינאריים מוכללים רב-ממדיים) מספריית *mvabund* (Wang et al., 2016) בסביבת R.

הרכב המינים הוצג בגרף עמודות מוערם במידה ומספר המינים קטן יחסית או בגרף Heat Map כאשר מספר המינים גדול יחסית.

הערכת מצב אוכלוסייה והשפעת תנאי סביבה עליה

הערכת המדדים ובחינת היפוטזות נעשית על-ידי התאמת מודלים היררכיים *occupancy models* (MacKenzie et al 2002, Fiske and Chandler, 2011) לתצפיות המצאות/העדרות (*presence/absence*) חוזרות בזמן במספר אתרים

N-mixture Model לספירת פרטים או ארועים (לדוגמה, רמת פעילות של יונקים המיוצגת על-ידי מספר ארועי התצפית ביממה) חוזרות בזמן במספר אתרים.

Distance Sampling Model (Royle et al 2002) לספירת פרטים במספר נקודות במרחב כאשר עבור כל תצפית נרשם המרחק מהצופה.

מדדים חזויים של מצב האוכלוסייה התקבלו על-פי מודל ממוצע משוקלל (Johnson and Omland, 2004). בחינת היפוטזות נעשתה על-ידי הליך בחירת מודלים (Johnson and Omland, 2004).

התאמת המודלים נעשתה בעזרת פונקציות *occu* (מודלים של *pcount*), *Occupancy* (מודלים *N-mixture*) ו-*distsamp* (מודלים של *Distance Sampling*) מספריית *unmarked* (Fiske, 2011) בסביבת R.

מגבלות

המודלים מתאימים לנתונים שנאספו בשיטה מסויימת. לדוגמה, Occupancy Models דורשים מספר תצפיות עוקבות בזמן על מנת להעריך את סיכויי האיתור, ולפיכך מתאימים לניתוח נתוני מצלמות המוצבות בכל אתר מספר ימים ברצף (בניטור יונקים גדולים). Distance Sampling Models דורשים מידע על המרחק בין הסוקר לפרט הנצפה על מנת להעריך את צפיפות האוכלוסייה ולפיכך מתאימים לניתוח נתונים של תצפיות נקודתיות (בניטור עופות).

השיטות דורשות מספר רב יחסית של תצפיות על מנת לתת הערכה טובה של המדד. לדוגמה, הערכת תפוסה בעזרת Occupancy Model אינה מומלצת במינים בעלי תפוסה נמוכה מ-0.2 (Wood et al., 2013).

מקורות

- Fiske, I., and Chandler, R. (2011). unmarked: An R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. *J. Stat. Softw.* **43**, 1–23.
- Johnson, J.B., and Omland, K.S. (2004). Model selection in ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.* **19**, 101–108.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Lachman, G.B., Droege, S., Andrew Royle, J., and Langtimm, C.A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* **83**, 2248–2255.
- R Core Team (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).
- Royle, J.A., Dawson, D.K., and Bates, S. (2004). Modeling abundance effects in distance sampling. *Ecology* **85**, 1591–1597.
- Venables, W.N., and Ripley, B.D. (2013). *Modern applied statistics with S-PLUS* (Springer Science & Business Media).
- Wang, Y., Naumann, U., Wright, S.T., and Warton, D.I. (2012). mvabund—an R package for model-based analysis of multivariate abundance data. *Methods Ecol. Evol.* **3**, 471–474.
- Wickham, H. (2009). *ggplot2: elegant graphics for data analysis* (Springer Science & Business Media).

Wood, E.M., Johnson, M.D., Jackson, R.D., Pidgeon, A.M., and Garrison, B.A. (2013).
Avian Community Use and Occupancy of California Oak Savanna. *The Condor* *115*,
712–724.