



פרק ב

כיסוי הצומח ותצורות הצומח בישראל

תקציר

- ב-35 השנים האחרונות כיסוי הצומח בחבל הים תיכוני ובאזור ספר המדבר בישראל נמצא במגמת עלייה בכל השטחים הטבעיים. העלייה בכיסוי הצומח נגרמת בשל הצטמצמות הרעייה, הבירוא והכריתה שעיצבו את נוף הצומח הטבעי בחבל הים תיכוני לאורך מאות ואלפי שנים עד לקום המדינה, ובשל התבגרות היערות הנטועים והצומח המעוצה הטבעי.
- לעומת זאת, באזורים המדבריים הכיסוי לא השתנה באופן מובהק בעשרות השנים האחרונות, ונמצא מתאם בין כמות המשקעים השנתית לרמת כיסוי הצומח המעוצה.
- יש מתאם חיובי בין כמות המשקעים לקצב העלייה בכיסוי הצומח (כלומר יש עלייה מהירה יותר בכיסוי, כאשר כמות המשקעים גבוהה יותר).



פסיפס תצורות צומח באזור עדולם. צילום: רון חן

רקע

צמחים מעוצים הם מרכיב מרכזי ברבות מהמערכות האקולוגיות היבשתיות, והם מתפקדים בהן כמהנדסי סביבה המעצבים את התנאים האביוטיים והביוטיים בסביבתם. המבנה הנופי של הצומח המעוצה – הצפיפות, כיסוי השטח, הגובה ודגם הפיזור במרחב – יוצר סביבה בעלת מאפיינים שמשפיעים על משק המים והאור ועל הרכב חברת הצומח העשבוני ובעלי החיים שמתקיימים בה.

לכן, שינויים בכיסוי הצומח ובהרכבו, כמו גם במבנה נוף הצומח, משנים את תנאי הסביבה ואת החברות שמתקיימות בה. ירידה במספר הצמחים המעוצים יכולה להיגרם בעקבות שינוי בתנאי הסביבה, כמו ירידה בכמויות המשקעים, עלייה בטמפרטורה ובאידוי, ירידה בלחות ובסחיפת הקרקע, וכן בשל פעילות אנושית כגון שרפה, כריתה או רעייה של בקר וצאן. בניגוד לכך, בתהליך התחדשות והתפתחות של חברות צומח לאחר הפרעה (סוקצסיה), הצמחים המעוצים גדלים, וכך גם מספרם ואחוז הכיסוי שלהם, והם גורמים בהדרגה לסגירת הנוף בחורשים וביערות – כאשר תנאי הסביבה מאפשרים זאת. יערות וחורשים צפופים, סגורים ומוצלים מתאימים פחות להתפתחות של צמחים אחרים שזקוקים לאור השמש, ולמיני בעלי חיים שזקוקים למרחב פתוח. לכן, היסגרותם של חורשים ויערות גורמת, בדרך כלל, לירידה במגוון הביולוגי ביחס ליערות ולחורשים פתוחים יותר, שמכילים כתמים מעוצים צפופים לצד כתמים פתוחים יותר.

נוסף על כך, עלייה בצפיפות הצומח מגדילה באופן משמעותי את כמות החומר הזמין לבערה, ובעקבות זאת גוברת הסכנה לשרפות – גם מבחינת העוצמה וגם מבחינת קצב ההתפשטות. זיהוי מגמת השינויים בצומח המעוצה והבנת הסיבות להם יכולים לסייע בתהליכי קבלת ההחלטות באשר לפעולות ממשק שיש לנקוט כדי להגיע למצב הרצוי (למשל, שמירה על מגוון ביולוגי גבוה או צמצום סכנת השרפות), ובהיערכות מוקדמת לשינויים הצפויים.

בתוכנית הניטור הארצית שמוביל המארג, מתקיים מעקב אחר מצב הצומח המעוצה והשינויים שחלים בו, בעיקר באמצעות נתוני חישה מרחוק^[i]. השימוש בחישה מרחוק מאפשר כיסוי שטח נרחב ובחינה של השינויים לאורך שנים – כולל ניתוח נתונים מהעבר.

בפרק זה מוצגות המגמות בכיסוי הצומח בישראל בין השנים 1985–2020 והשפעת כמויות המשקעים השנתיות על מגמות אלה. כמו כן, מוצג מיפוי תצורות הצומח העיקריות בישראל.

שיטות ותהליך ניתוח הנתונים

כדי לבחון את השינויים בכיסוי הצומח המעוצה לאורך השנים 1985–2020 נעשה שימוש במדד NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)^[ii,iii].

עלייה ב-NDVI מסמנת עלייה במסה הירוקה שיכולה להיגרם מתוספת צמחייה, ענפים ועלים, או ממצב פיזיולוגי טוב יותר של הצומח. ירידה ב-NDVI מצביעה על ירידה בכמות הצומח או על הרעה במצבו.

כדי למקד את הנתונים כך שניתן יהיה להבחין בשינויים במאפייני הצומח המעוצה, חושב ערך ה-NDVI לחודשים אוגוסט–ספטמבר, מאחר שבחודשים האלה גם הצמחייה העשבונית בת-החלוף וגם הקרקע יבשות. חישוב ה-NDVI בתקופה זו לאורך שנים מאפשר להתייחס לשינויים ארוכי-הטווח בצומח המעוצה, ללא השפעת המרכיב העונתי של הצומח העשבוני – שמבטא יותר את מאפייני המשקעים והטמפרטורות של אותה שנה, ופחות מגמות ארוכות-טווח^{2,1}.

לצד היתרונות שיש לשימוש בחישה מרחוק כדי לבחון את מגמות כיסוי הצומח בזמן ובמרחב והשימוש ב-NDVI, יש לה מספר מגבלות שיש לתת עליהן את הדעת:

- המשמעות של עלייה או ירידה בערכי NDVI מתארת על פי רוב שינוי באחוז כיסוי הצומח או בביומסה, אך לא ניתן להסיק מהם באופן ישיר על שינויים במבנה חברת הצומח והרכבה. למשל – עלייה בערכים בשטח יער שנשרף יכולה לנבוע מהתחדשות ומכיסוי השטח שנשרף בשיחים ובבני-שיח, ולא בהכרח מהשתקמות עצי היער. באופן דומה לא ניתן לזהות באמצעות NDVI תהליכים שיש בהם החלפה של מינים, למשל כשמין פולש, כמו שיטה כחלחלה (*Acacia saligna*), משתלט על שטחים שלפני כן היו מכוסים בצומח מקומי.
- נתוני הלווין מתקבלים מחופת הצומח בלבד, ולכן המדד אינו יעיל בתיאור שינויים במורפולוגיה של הצומח הטבעי. לדוגמה, רעיית בקר גורמת לירידה בביומסה בחלקים התחתונים של העלווה, אך עשויה להיות מלווה בציפוף צמרות שבא לידי ביטוי בעלייה של ערכי NDVI.
- ישנם מיני צמחים מעוצים שבחודשי הקיץ נמצאים בשלכת או עם עלוות קיץ שכמעט אינה מבצעת פוטוסינתזה, כמו קידה שעירה (*Calicotome villosa*) וסירה קוצנית (*Sarcopoterium spinosum*), או מינים עשבוניים בני-קיימא שהם ירוקים בקיץ, כמו קנה מצוי (*Phragmites australis*) וטיונית החולות (*Heterotheca subaxillaris*). לכן, התמונה שמתקבלת מהשימוש ב-NDVI בחודשי הקיץ היא של הצמחייה הירוקה בחודשים אלה, שכוללת רכיב

(i) איסוף מידע בתחומים שונים של הספקטרום האלקטרומגנטי (דוגמת אנטנת רדיו, מצלמה אופטית או גלאי תרמין) מאזור נתון ללא מגע ישיר עימו, באמצעות גלאי מכני, אלקטרוני או אופטי, שמוותקן על פני הקרקע, על אמצעי מוטס (מטוס, טיסן, רחפן) או על לוויין.

(ii) לא הוכנסו נתונים מהשנים 2002, 2008, 2011 ו-2012 שבהן לא היה לוויין זמין, או שאיכות הנתונים הייתה נמוכה עקב עננות או זווית צילום לא מתאימה של הלוויין.

(iii) NDVI הוא מדד שנמצא במקתאם עם קצב הפוטוסינתזה והביומסה של הצומח בתא השטח הנדגם, ולכן משמש סמן לבריאות הצומח ולכמותו.

משמעותי של הצמחייה המעוצה אך לא את כולה מחד גיסא, ומינים עשבוניים בני-קיימא מאידך גיסא.

ההבדלים בין דו"ח זה לדו"ח 2018:

בדו"ח 2018 נעשה שימוש בנתוני לוויין MODIS מהשנים 2000–2017 ברזולוציה מרחבית של 250 מטר לפיקסל. בדו"ח הנוכחי נעשה שימוש בנתוני הלוויינים Landsat 5 ו-Landsat 8 ברזולוציה של 30 מטר לפיקסל. לוווינים אלה פעלו ברצפי שנים שונים, ולאחר תהליך כיול ניתן היה לאחד את הנתונים לסט אחיד שמציג תקופת זמן ארוכה יותר וברזולוציה גבוהה יותר מזו שהייתה בדו"ח הקודם.

נוסף על כך, בדו"ח זה נבדקה גם השפעת כמות המשקעים השנתית על כיסוי הצומח בהתבסס על נתונים ארציים (רזולוציה של 400 מטר לפיקסל) של השירות המטאורולוגי הישראלי מהשנים 1985–2020. כמויות המשקעים השנתיות חושבו בין החודשים אוגוסט של שנה אחת לחודש יולי של השנה העוקבת. למשל, נתוני המשקעים של שנת 1991 מייצגים את שנת הגשמים 1990/91.

כדי לאפיין את מגמות השינוי בכיסוי הצומח המעוצה באזורים שונים בארץ בוצעה חלוקה מרחבית של הנתונים בהתאם ליחידות הניטור של המארג. משטח יחידות הניטור הושמטו שטחים בנויים וחקלאיים, כך שנבחנו רק השטחים הטבעיים והמיוערים בכל יחידה. כמו כן, לא נבדקה יחידת "הדרום הצחיח" שכיסוי הצומח בה דליל מכדי להעריך בצורה מהימנה שינויים עיתיים ומרחביים באמצעות נתוני הלוויין ששימשו לעבודה.

מגמות בכיסוי הצומח

מגמות ארציות

ברוב המוחלט של השטחים הטבעיים והמיוערים בחבל הים תיכוני ובספר המדבר נמצאה מגמת עלייה ב-NDVI בין השנים 1985–2020 (**מפה 1**). מגמה זו מבטאת תהליך ארוך טווח של התמעטות ההפרעות על הצומח בכל רחבי הארץ (רעייה, כריתה ובירוא). הדגם המרחבי אינו אחיד, ומושפע מההיסטוריה ומהתנאים המקומיים, וניתן לראות זאת בחלוקה ליחידות הניטור ובפרשנות המומחים המלווים בהמשך הפרק.

מגמת ירידה ב-NDVI נמצאה רק באזורים ספורים בארץ, והם ברובם בשטחי יערות נטע-אדם. הירידה בכיסוי הצומח באזורים אלה נגרמה מסיבות מגוונות, שכוללות התייבשות עצים בשנות בצורת באזורי הספר הים תיכוני (יערות הגלבוע וצפון הנגב), אירועי שלג שגרמו לתמותת עצים (ביריה) ושרפות (עוטף עזה). גם הממשק היערני משפיע על הדינמיקה של כיסוי הצומח ביער – למשל, אי-דילול של עצים בעומדים צפופים עלול לגרום בהתבגרות העצים לתחרות יתר על משאבים, שעלולה להביא להתייבשות העצים ואף למותם, בייחוד בשנים שחונות (יהל פורת – מידע בע"פ).

מגמות אזוריות לפי יחידות הניטור של המארג

באיור 1 מוצגים ערכי ה-NDVI בין השנים 1985–2020 וכמויות הגשם השנתיות בכל יחידת ניטור.

בהמשך מוצג פירוט של המגמות, עם פרשנות והשלכות אפשריות מבחינת שמירת הטבע.

שינוי בכיסוי הצומח

מגמת העלייה ב-NDVI בין השנים 1985–2020 הייתה מובהקת בכל היחידות הים תיכוניות. ביחידות המדבריות וביחידת ספר המדבר לא נמצאה מגמה מובהקת. ניתוח הנתונים חושב על ידי רגרסיה לינארית. בחלוקת רצף השנים לרצפי משנה קצרים יותר (1985–1993 ו-1994–2020) נמצאה מגמת עלייה מובהקת ב-NDVI רק בחלק מרצפי השנים ביחידות השונות.

השפעת כמות המשקעים

ברוב יחידות הניטור נמצא מתאם חיובי בין כמות המשקעים השנתית לבין השינוי שחל ב-NDVI במהלך אותה שנה. המשמעות היא שבשנים גשומות ה-NDVI נטה לעלות יותר לעומת שנים שחונות. קשר זה היה חזק יותר ביחידות הניטור הצחיחות, דוגמת החולות הפנימיים והר הנגב, בהשוואה ליחידות הניטור הגשומות יותר באזורים הים תיכוניים. ביחידות החורש הים תיכוני בגליל ובחולות מישור החוף לא נמצא מתאם מובהק בין כמות המשקעים לשינוי ב-NDVI. יש לציין שלא נמצא שינוי מובהק בכמויות המשקעים השנתיות באף אחת מהיחידות בין השנים 1985–2020, אך הנתונים לא מציגים שינויים אחרים שייתכן שהתרחשו בשנים אלה, ושעשויה להיות להם השפעה על כיסוי הצומח, כמו מספר אירועי הגשם, עוצמתם ופיזורם לאורך השנה. יש לציין שלא נמצא שינוי מובהק בכמויות המשקעים השנתיות באף אחת מהיחידות בין השנים 1985–2020, אך הנתונים לא מציגים שינויים אחרים שייתכן שהתרחשו בשנים אלה, ושעשויה להיות להם השפעה על כיסוי הצומח, כמו מספר אירועי הגשם, עוצמתם ופיזורם לאורך השנה.



פירוט המגמות

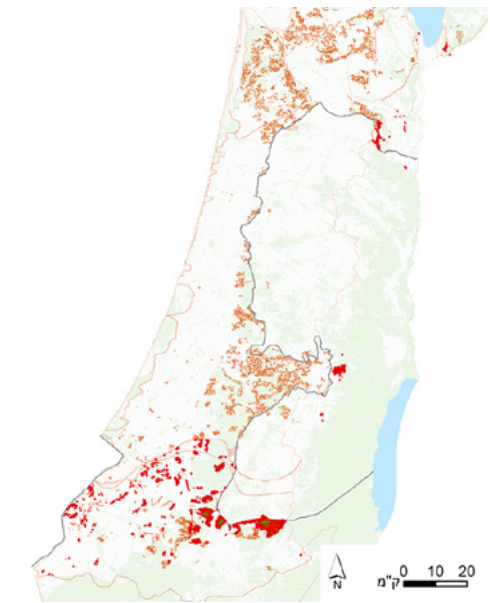
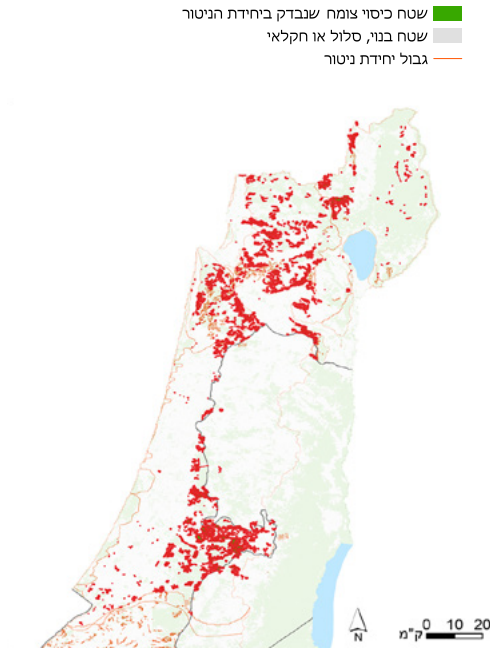
מגמות כיסוי הצומח לפי NDVI ביחידות הניטור ובתת-יחידות הניטור של המארג עם המָתאם לכמות המשקעים, כולל פרשנות אקולוגית ומשמעותה מבחינת שמירת הטבע^[iv].

יער מחטני נטוע מעל 400 מ"מ גשם

יחידת הניטור	מגמת –1994 –2020	מגמת –1985 –1993	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p) ;0.01≥** ;0.05≥* 0.001≥***
יער מחטני נטוע מעל 400 מ"מ גשם	ללא מגמה	עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0027	השפעה מובהקת, p=0.45 (*)

מתחת 400 מ"מ גשם

יחידת הניטור	מגמת –1994 –2020	מגמת –1985 –1993	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p) ;0.01≥** ;0.05≥* 0.001≥***
יער מחטני נטוע מתחת 400 מ"מ גשם		עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0008 מגמת העלייה מתונה יותר מאשר ביערות הנטועים בחבל הים תיכוני, וערכי ה-NDVI נמוכים יותר. יש ירידה חדה ב-NDVI בשנת 2007 ולאחריה עלייה חדה.	השפעה מובהקת, p=0.64 (***)



מנוגדים: התנוונות והתייבשות של היער המחטני ועלייה בכיסוי הצומח בתת-היער. וסא אינו מבחין בין שכבות היער השונות, ולכן לא ניתן לענות על השאלה באמצעותו, ויש לבחון מחקרים תומכים נוספים.

השלכות מבחינת שמירת טבע -

אבי פרבולוצקי – היערות הנטועים מתבססים היטב בכל הארץ. גם באזורי ספר המדבר רוב העצים מצליחים לצלוח שנות בצורת.

יגיל אסם – ייתכן שאזורי ספר המדבר הם מתחת לסף יכולת הקיום של היערות הנטועים לאורך זמן בשל הסיכוי לרצפי שנות בצורת או לשינוי בדגם המשקעים.

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) - העלייה ב-וּסא נובעת מהתבגרות העצים הנטועים. כמו כן, ישנה התפשטות של זרעים. העלייה נובעת גם מהתפתחות תת-יער (שיחים, בני-שיח, עשבונים וכן מיני עצים רחבי עלים אחדים האופייניים לכל אזור) ביערות שאינם צפופים מדי.

ביערות באזורים שיורדים בהם פחות מ-400 מ"מ גשם, מגמת העלייה איטית יותר. לקראת סוף העשור הראשון של המאה ה-21 חלה ירידה חדה ב-וּסא בעקבות התייבשות ותמותת עצים נרחבת עקב רצף שנים שחונות (2005, 2007 ו-2008).

אמיר פרלברג – ביערות באזורים היובשניים ייתכן שמתרחשים שני תהליכים



איור 1

שינויים ברמות ה-NDVI (ירוק בהיר) ובכמות המשקעים השנתית (כחול) בין השנים 1985–2020 ביחידות הניטור. עבור ערכי ה-NDVI מצורפים קו הרגרסיה (ירוק בהיר) וכן משוואת הקו. תוצאות מודל הרגרסיה היו מובהקות. ממוצע המשקעים השנתי ביחידה מסומן בקו מקווקו אופקי, ובצידו השמאלי ערך הממוצע.

חורש ים תיכוני

הגליל

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
חורש ים תיכוני - הגליל	עלייה מובהקת	עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0032 מגמת העלייה עקבית לאורך רוב השנים. לא נמצא מתאם בין השינוי בכמויות הגשם לבין השינוי ב-NDVI.	0.05≥*; 0.01≥**; 0.001≥***

שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

הכרמל

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
חורש ים תיכוני - הכרמל		עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0025 מגמת העלייה מתונה יותר מזו שבחורש הגלילי, אך דפוס השינוי דומה. חסרים נתונים מהשנים 2011-2013, לאחר השרפה הגדולה בכרמל שהתרחשה ב-2010.	0.05≥*; 0.01≥**; 0.001≥***

שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

הרי יהודה

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
חורש ים תיכוני - הרי יהודה		עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.001 מגמת העלייה מתונה יותר מזו שבחורשים בגליל ובכרמל.	0.05≥*; 0.01≥**; 0.001≥***

שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

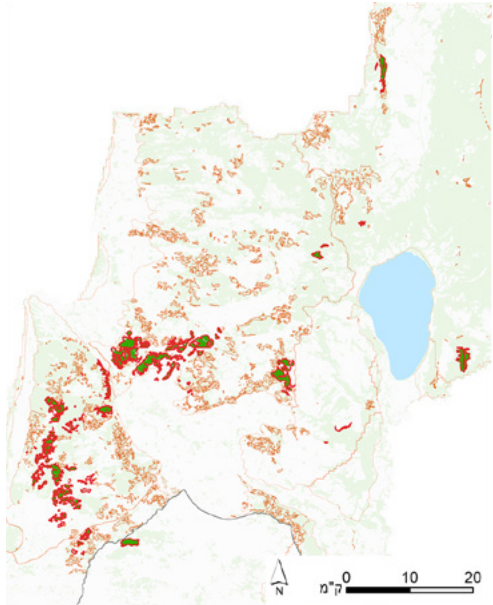
הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) - נצפתה הצטופפות החורש בשל צמצום הרעייה, הכריתה, הבריוא והשרפה המכוונת המסורתיים שפסקו כמעט לחלוטין. זהו תהליך ארוך-טווח שהחל לאחר הקמת המדינה. נוסף על כך, אין כמעט רעייה של אוכלי עשב גדולים טבעיים.

יגיל אסם - החורש בגליל ובכרמל עוד לא הגיע לתצורת השיא שלו (קליימקס), אך ייתכן שהחורשים הדרומיים ביהודה ובעדולם קרובים לכך.

השלכות מבחינת שמירת טבע - לאורך זמן, הצטופפות החורש פוגעת במגוון הביולוגי. בצמחייה מתקבלת דומיננטיות כמעט מוחלטת של מספר מועט של מינים מעוצים. הנוף נעשה אחיד יותר ונעדר כתמים שאינם סבוכים. הצטברות חומרי בערה בחורש הסבוך מגדילה את סכנת ההתלקחות ואת עוצמת השרפה הפוטנציאלית.

יער פארק אלון התבור

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
יער פארק אלון התבור		עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0032 יש מגמת עלייה עקבית החל משנות ה-2000.	0.05≥*; 0.01≥**; 0.001≥***



שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) - ישנה התבגרות של היערות. זהו תהליך ארוך, שהחל מאז שהאלונים מוגנים, והכריתה צומצמה.

השלכות מבחינת שמירת טבע - משק המים הוא גורם מגביל בהתפתחות ובתפוצה של אלוני התבור בישראל^{3,4}. נוסף על כך, נמצא שאלוני התבור בארץ משתייכים לתת-אוכלוסיות שונות גנטית אחת מהשנייה, ובעלות עמידות שונה לתנאי יובש^{3,4,5}.

אביב אייזנבנד - בנטיעות אלוני התבור שמבצעת קק"ל, מקפידים לנטוע עצים שגודלו מבלוטים שנאספו באזור שסמוך לאזור הנטיעה. נטיעות של אלונים שמקורם באזורים אחרים בארץ עלולות "לזהם" גנטית אוכלוסיות בר ולפגוע ביכולת עמידותן בתנאי האקלים המקומיים.



אלוני התבור בצפון רמת הגולן. אלוני התבור בישראל משתייכים לתת-אוכלוסיות שונות גנטית אחת מהשנייה. השונות מתבטאת בעמידות שונה לתנאי יובש, ולעיתים גם בזמני שלכת שונים בין פרטים סמוכים. צילום: אהוד דינרמן

חולות מישור החוף

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
חולות מישור החוף			עלייה מובהקת, slope=0.0026 העלייה עקבית. לא נמצאה השפעה של השינויים השנתיים בכמות הגשם על המגמה.	0.001≥***; 0.01≥**; 0.05≥*

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) - תהליך מתמשך של התייצבות החולות שנובע מהיעדר רעייה, מהיעדר שבירת קרומי קרקע ומהתבססות הצומח.

אמיר פרלברג – חלק גדול מהעלייה בכיסוי הצומח הוא של המינים הפולשים טיונית החולות ושיטה כחלחלה.

השלכות מבחינת שמירת טבע - ייצוב החולות וכיסוים בצומח משנה את אופי בית הגידול החולי במישור החוף, שהצטמצם בעשרות השנים האחרונות בשל הפיתוח האינטנסיבי. שינויים אלה מאיימים על המינים שמותאמים לבית הגידול החולי ("מינים פסמופיליים") במישור החוף, שחלק מהם נדירים ואף אנדמיים לישראל.

בתות עשבוניות

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
בתות עשבוניות		עלייה מובהקת	עלייה מובהקת, slope=0.0012 יש ירידה לא מובהקת בין השנים 2020–1985, ועלייה מובהקת בין השנים 2020–2005.	השפעה מובהקת, p=0.55 (***)

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) -

עמית דולב - הנתונים מראים רק את העלייה בכיסוי של הצומח המעוצה שמתבגר (בני-שיח, שיחים ועצים). הצומח העשבוני יבש בחדשי הקיץ שנתוני הלוויין נאספו בהם, ולכן השימוש ב-NDVI אינו מייצג את המגמות בכיסוי הצומח העיקרי של הבתות העשבוניות.

אזור הספר הים תיכוני

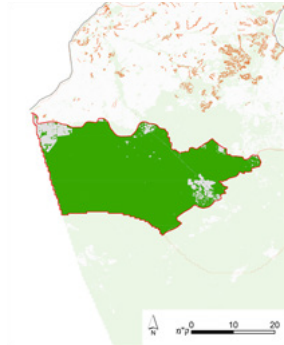
יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
אזור הספר הים תיכוני			מגמת עלייה לא מובהקת, p=0.1	השפעה מובהקת, p=0.67 (***)

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) - היחידה מגוונת. בחלק ממנה נצפית התאוששות של הצומח אחרי צמצום הרעייה והכריתה, ובחלק אחר שטחים גדולים סובלים מעוצמות רעייה גבוהות. כמו כן, בשל היותה מערכת ספר, הצומח מושפע מכמויות הגשמים השונות לאורך השנים יותר מאשר באזורים נשומים יותר, ולכן המגמה אינה עקבית.

חולות פנימיים והר הנגב

חולות הפנימיים

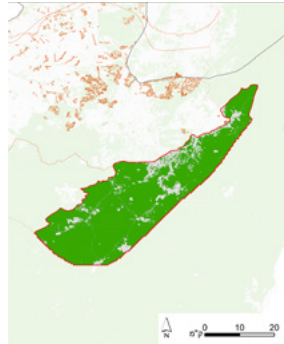
יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
החולות הפנימיים			ללא שינוי. אין מגמה אחידה בין השנים 2020–1985. נמצא מתאם מובהק בין כמות המשקעים השנתית וה-NDVI.	השפעה מובהקת, p=0.65 (***)



שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

הר הנגב

יחידת הניטור	מגמת 2020–1994	מגמת 1993–1985	מגמת NDVI לאורך כל רצף השנים (2020–1985)	השפעת כמויות הגשם השנתיות על השינוי ב-NDVI (Spearman's p)
הר הנגב		0%	ללא שינוי. אין מגמה אחידה בין השנים 2020–1985. נמצא מתאם מובהק בין כמות המשקעים השנתית וה-NDVI.	השפעה מובהקת, p=0.77 (***)



שטח כיסוי צומח שנבדק ביחידת הניטור
שטח בנוי, סלול או חקלאי
גבול יחידת ניטור

הסבר המגמה על ידי המומחים המלווים (השמות מוצגים כאשר ההסבר הוצע על ידי מומחה אחד) -

אמיר פרלברג –באזורים המדבריים השונות הבין-שנתית הטבעית בכמות המשקעים גדולה, והצומח מותאם להתמודד איתה. יש מתאם בינו לבין כמויות המשקעים השנתיות, כך שבשנים גשומות הצומח מגביר מאוד את פעילותו, ובשנים שחונות – מצטמצם.

עמית דולב, יגיל אסם – שטחים אלה הושפעו פחות מפעילות האדם בהשוואה לשטחים הים תיכוניים, ולכן לא רואים בהם התאוששות כמו במערכות הצומח הים תיכוניות. המערכות המדבריות קרובות יותר לתצורת השיא (קליימקס) ומושפעות ישירות מכמות המשקעים.

מפת תצורות צומח עיקריות בישראל

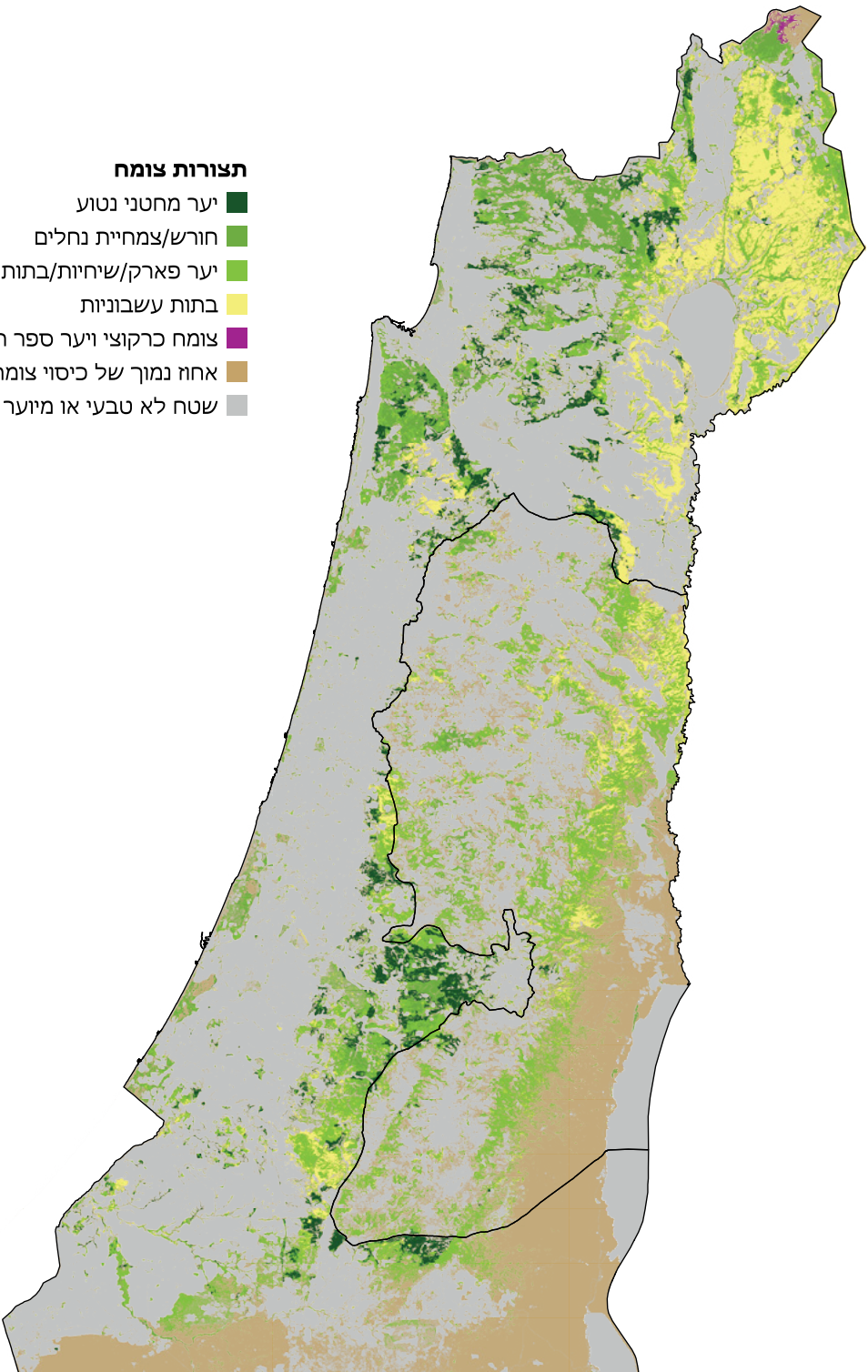
מפה 2 מציגה את השטחים הטבעיים והמיוערים בישראל, לפי חלוקה לתצורת הצומח.

תצורות הצומח מופו באמצעות שימוש בחישה מרחוק⁶ ובמקורות מיפוי יערני של קק"ל: (1) יער נטע-אדם; (2) חורש או צמחיית נחלים; (3) שיחייה/בתת בני-שיח; (4) בתות עשבוניות; (5) צומח

כרקוצי ויער ספר הררי בחרמון; (6) שטח טבעי בעל אחוז נמוך של כיסוי צומח – בעיקר באזור המדברי. הסבר מפורט על שיטת המיפוי של תצורות הצומח מופיע בנספח הטכני של פרק זה.

תצורות צומח

- יער מחטני נטוע
- חורש/צמחיית נחלים
- יער פארק/שיחיות/בתות בני-שיח
- בתות עשבוניות
- צומח כרקוצי ויער ספר הררי
- אחוז נמוך של כיסוי צומח
- שטח לא טבעי או מיוער



מפה 2

מפת תצורות הצומח של השטחים הטבעיים והמיוערים של ישראל 2021.



מפת תצורות הצומח בחרמון

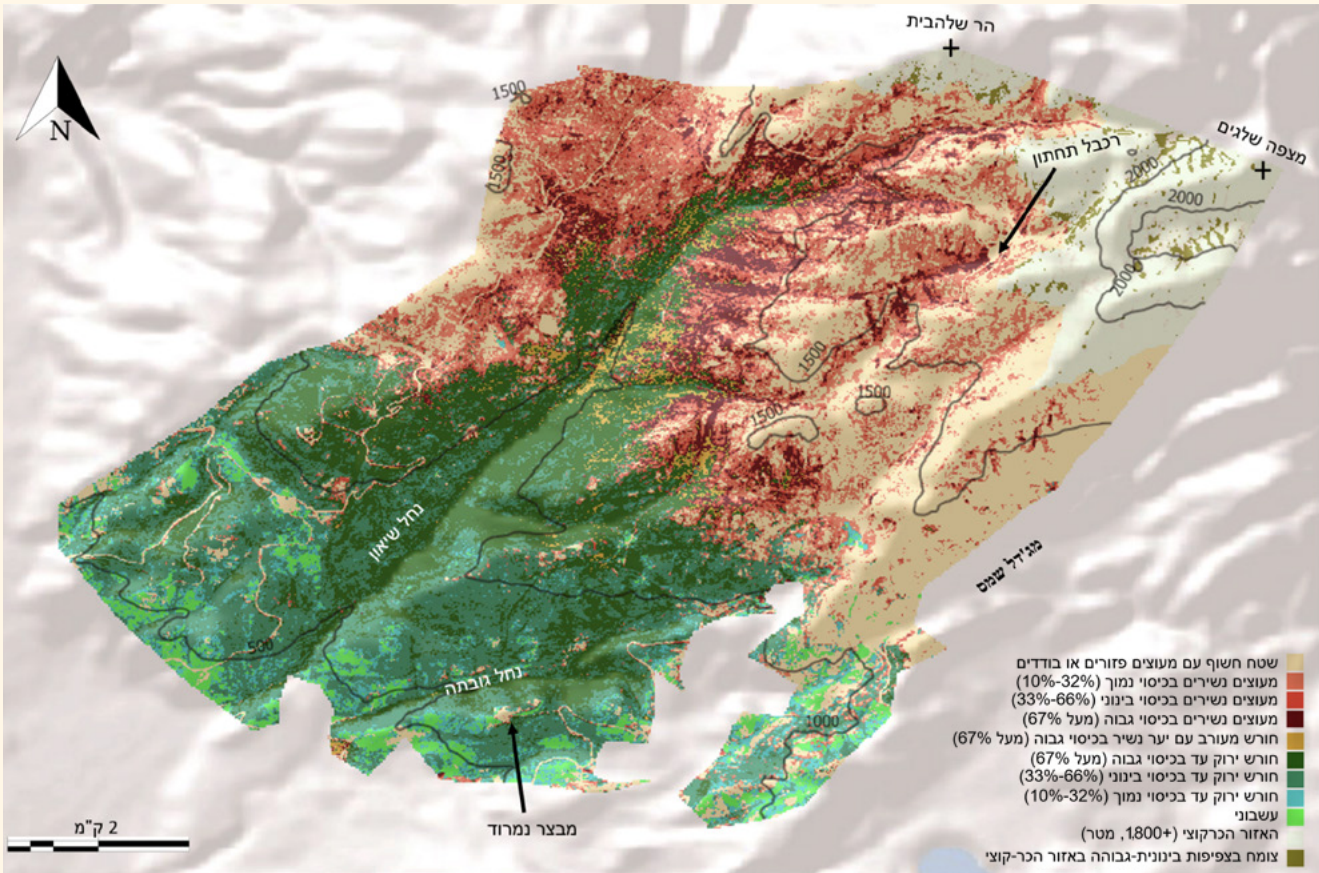
מעבר למפת תצורות הצומח הארצית (**מפה 2**), המארג ממפה ברזולוציה גבוהה יותר – מרחבית ופנוולוגית – את תצורות הצומח בחרמון (**מפה 3**).

שינוי האקלים מהווה איום משמעותי על המערכות האקולוגיות (ראו פרק 7 – שינוי האקלים והשפעתו על המגוון הביולוגי). ניטור מרחבי ארוך-טווח של תצורות הצומח בחרמון עשוי להיות כלי בעל ערך במטרה לזהות ולאפיין השפעות של שינוי אקלים על המערכת האקולוגית הייחודית בחרמון. החרמון הוא חבל ארץ יוצא דופן בישראל מבחינות רבות, ומתאפיין במשרע האקלימי הרחב ששורר בו על שטח קטן יחסית. ההבדל בתנאי האקלים בגבהים שונים בהר מתבטא בתצורות צומח שונות (חיגור צומח) ובפנוולוגיה שונה, בהתאם לגובה. נוסף על כך, רבים ממיני הצומח בחרמון נמצאים בקצה הטווח האקלימי של תפוצתם, ולכן רגישים לשינוי אקלים. מסיבות אלה ניתן להעריך כי מעקב ארוך-טווח אחר צמחיית החרמון יוכל להצביע על השפעות אקלימיות על המערכת האקולוגית, לפני שניתן יהיה להבחין בהם באזורים אחרים בארץ.

מיפוי תצורות הצומח בחרמון נעשה בדרך שונה מעט מזו ששימשה למיפוי תצורות הצומח בשאר חלקי ישראל. באזור הים תיכוני ובאזור המדברי התבסס רציונל המיפוי על כך ששיא הצימוח מתרחש בסוף החורף ובראשית האביב, בעוד ששיא היובש של הצמחייה מתרחש בסוף הקיץ ובראשית הסתיו. באזורים הגבוהים בחרמון, ובייחוד באלה שגבוהים מ-1,400 מטר מעל פני הים, הדבר אינו כך.



חיגור צומח בחרמון. צילום: עמר צור - AirWorks Aerial Photography



מפה 3

תצורות הצומח בחרמון הישראלי, תמונת מצב, 2021.

מקורות

1. Weil G, Lensky IM, Levin N (2017). Using ground observations of a digital camera in the VIS-NIR range for quantifying the phenology of Mediterranean woody species. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 62: 88-101.
2. Weil G, Lensky IM, Resheff YS, Levin N (2017). Optimizing the timing of unmanned aerial vehicle image acquisition for applied mapping of woody vegetation species using feature selection. *Remote Sensing* 9(11): 1130.
3. הר נ (1998). מסלע וקרקע כגורם אקולוגי של תפוצה והתפתחות ביער אלון התבור באזור אלונים-שפרעם (עבודת גמר לתואר מוסמך). רחובות: האוניברסיטה העברית בירושלים.
4. הר נ (2008). מבנה מערכת הקרקע והסלע והדינמיקה של משק המים בבית הגידול כגורמים אקולוגיים עיקריים בתפוצת אלון התבור ואלון מצוי באזור אלונים-מנשה (חיבור לקבלת תואר דוקטור). רחובות: האוניברסיטה העברית בירושלים.
5. בונפיל ה, לביא ש, אבידן ב, זיידן ס, אייזנברג א, מני י, יניב י, ביטון א, וולך ר, מושליון מ, בן-ארי ג (2015). שיטות פיזיולוגיות לקביעת עמידות של עצי אלון התבור וצאצאיהם ליובש. *אקולוגיה וסביבה* 6(4): 328-319.
6. Drori R, Dan H, Sprintsin M, Sheffer E (2020). Precipitation-sensitive dynamic threshold: A new and simple method to detect and monitor forest and woody vegetation cover in sub-humid to arid areas. *Remote Sensing* 12(8): 1231.

לציטוט הפרק:

בן-משה נ, פרלברג א, ליבנה ע, קומאי א, סלינגרה ש, רנן א. 2022. כיסוי הצומח ותצורות הצומח בישראל. בתוך: בן-משה נ, רנן א (עורכים). דו"ח מצב הטבע 2022 – כרך מגמות ואיומים. המארג – התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. מוזיאון הטבע ע"ש שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב.