ייעור בצפון הנגב. מעבר לפגיעה במגוון הביולוגי המקומי, הכתם הכהה של העצים הופך חלק מקרינת השמש לחום, ולכן היער לא תורם בהכרח למיתון שינוי האקלים | צילום: יוסף סגל

נטיעת עצים למיתון שינוי האקלים? לא הפתרון עבור ישראל

אלון רוטשילד [1]* ואלי חביב [1, 2]
[1] אגף שימור טבע וסביבה, החברה להגנת הטבע
[2] מרכז הצפרות, החברה להגנת הטבע
* alon@spni.org.il

המאמר נכתב כתגובה למאמר:
Bastin JF, Finegold Y, Garcia C, et al. 2019. The global tree restoration potential. *Science* **365**(6448): 76-79.

רקע

במסגרת הניסיון העולמי למתן את שינוי האקלים עולה מעת לעת הרעיון לנטיעה רחבת היקף של יערות כאמצעי לספיחת פחמן מהאטמוספרה. גם בישראל יש המבקשים לקדם ייעור נרחב בטיעון של תרומת הנטיעה למיתון שינוי האקלים [5]. לאחרונה פורסם מחקר [8] הטוען כי קיים פוטנציאל לנטיעת כ־500 מיליארד עצים על שטח של 9 מיליארד דונם באזורים שתומכים באופן טבעי ביערות, מהלך שעשוי להביא להפחתה של 25% ממאגר הפחמן באטמוספרה.

על פי המאמר של Bastin ואחרים שהתפרסם ביולי 2019 [8] המודל העריך את פוטנציאל הייעור על־ידי דגימת כיסוי העצים ב־78,774 אתרים בשטחים מוגנים (האמורים לייצג את חברת השיא של הצומח בכל אזור), תוך שקלול נתונים נוספים כדוגמת משקעים, טמפרטורה וקו אורך ורוחב. לאחר מכן, הוסרו השטחים הבנויים, החקלאיים והמיוערים כדי לקבל את השטח הפוטנציאלי לייעור חדש. פוטנציאל הייעור הוצג בשכבת מידע גאוגרפית בדיוק מרחבי של 1 קמ"ר, וחישוב השטח נעשה באמצעות מדד "כיסוי חופת עצים" (canopy cover), כך שפיקסל בעל פוטנציאל מימוש של 10% כיסוי עצים חושב כתוספת שטח יער של 0.1 קמ"ר. בישראל התבסס המודל על 16 אתרי דגימה, מהם 11 בנגב, 2 בסְפר המדבר, ו־3 בלבד בחבל הים תיכוני.

על פי אותו מאמר [8] מופה בישראל פוטנציאל ייעור בהיקף של 1.2 מיליון דונם לכיסוי עצים חדש (שלא היה מיוער קודם) ורציף (ללא רווחים בין חופת העצים), שיהווה 0.01% מפוטנציאל הייעור העולמי. מטרת המחקר המתואר להלן הייתה לבדוק אם השטחים שנטען כי יש בהם פוטנציאל לנטיעת יערות חדשים בישראל אכן ניתנים למימוש, ואם כן – מה תרומתם למיתון שינוי האקלים העולמי, והאם הם ממוקמים בשטחים רגישים מבחינת שמירת הטבע?

שיטות

כדי לנתח את אופי השטחים שאותרו כבעלי פוטנציאל לייעור בישראל, הצלבנו את שכבת פוטנציאל הייעור בישראל עם שכבות מידע שונות: שכבת כיסוי הקרקע לשנת 2018 (המארג), ממוצע משקעים (השירות המטאורולוגי), שטחים בנויים (המרכז למיפוי ישראל) ושמורות טבע וגנים לאומיים (רשות הטבע והגנים).

תרומתה היחסית של ישראל למאמץ הייעור העולמי למיתון שינוי האקלים חושבה על־ידינו בהתאם לאחוז המימוש המרחבי שמצאנו, והתרומה המרבית בעת מימוש מלא של כלל השטחים, חושבה בהתאם לנספח S2 במחקר המקורי. פירוט השיטות שהשתמשנו בהן – בנספח 1 באתר כתב העת.

תוצאות ודיון

<u>האם אכן קיים בישראל פוטנציאל משמעותי לנטיעת יערות חדשים?</u>

הניתוח המרחבי של פוטנציאל הייעור אל מול שכבות המידע השונות מסוכם באיור 1.

תוצאות הניתוח שערכנו (איור 2) העלו כי לפחות 87% מהשטחים שסומנו בישראל כבעלי פוטנציאל לייעור חדש – אינם ניתנים למימוש, על פי הפירוט הבא:

א. 46% ממוקמים בשימושי קרקע לא רלוונטיים לנטיעה (17% שטח בנוי, 16% שטח חקלאי, 13% חורש טבעי ויער נטוע).

ב. 34% ממוקמים באזור צחיח – פחות מ־200 מ"מ גשם לשנה (לרבות מדבר יהודה וחלקים מבקעת הירדן) ולכן לא מתאים לנטיעת יערות.

ג. 7% ממוקמים בשטחי שמורות וגנים לאומיים, שייעודם התכנוני הוא להגן על המערכות האקולוגיות הטבעיות, ולכן יער נטע־אדם אינו רלוונטי בהם.

כלומר – רק ל־13% מהשטח שסימנו עורכי המחקר כפוטנציאלי לייעור בישראל, יש היתכנות ראשונית לייעור. גם אם שטח זה יינטע במלואו – השפעתו על מיתון שינוי האקלים תהיה 0.001% ממאמץ הייעור העולמי – היקף זניח לכל הדעות. עם זאת, בחינה מדוקדקת של השטחים הנותרים (ה־13% בעלי ההיתכנות, לכאורה), מלמדת כי גם בהם, ההיתכנות לנטיעת יער מוטלת בספק, מהסיבות הבאות:

א. אקלים צחיח למחצה: 54% מהשטחים הנותרים מצויים באקלים צחיח למחצה (200–300 מ"מ גשם). מודלים העוסקים בשינוי האקלים בישראל חוזים כי האזור שבין קווי 100 ל־400 מ"מ גשם לשנה צפוי לנוע צפונה ומערבה, בשיעור של כ־2% לעשור ביחס לממוצע המשקעים השנתי [4], כך שבשנת 2100 מוערך כי קו ה־200 מ"מ יהיה במקום שמצוי כיום קו 230 מ"מ [1,2]. כמו כן הוכח קשר בין מגמת ההתחממות והבצורת, לבין תמותת עצים מוגברת ביערות נטועים [16]. מכאן, שההיתכנות ליער בר־קיימא באזורי המעבר שבין 200 ל־300 מ"מ גשם – נמוכה.

ב. קשיים תכנוניים וקנייניים: 84% מהשטחים הנותרים מצויים בשטחי יהודה ושומרון, עובדה המציבה קשיים ואתגרים בפני מימושם. חלק אחר מהשטחים מצוי כנראה בבעלות פרטית או שייעודי הקרקע העתידיים בו הם למטרות לפיתוח.

ג. קשיים משיקולי שמירת הטבע: כ־85% מהשטחים הנותרים מאופיינים בצומח טבעי של בתה, שיחייה או שטח עשבוני. שטחים אלה הם בעלי חשיבות גדולה למגוון הביולוגי ולמינים מתמחים, וחלק מהם יוצרים רצועת מִנְשָק (ecotone) [15,20,23]. סקירה מקיפה של מחקרים ודו"חות מישראל [7] מעידה על כך שפעולות ייעור בשטחים טבעיים שהעצים נדירים בהם באופן טבעי, גורמות להחלפת החברה הייחודית של המערכת האקולוגית הטבעית בחברה אקולוגית שונה, תוך דחיקת חלק מהמינים המאפיינים את השטח הטבעי. ואכן, אפילו עורכי המחקר על פוטנציאל הייעור העולמי [8] ציינו כי משיקולי שמירת הטבע והנוף הטבעי אין לייער בשטחים טבעיים – דוגמת בתות ושטחים עשבוניים.

<u>האם ייעור רחב היקף הוא פתרון קסם למיתון שינוי האקלים?</u>

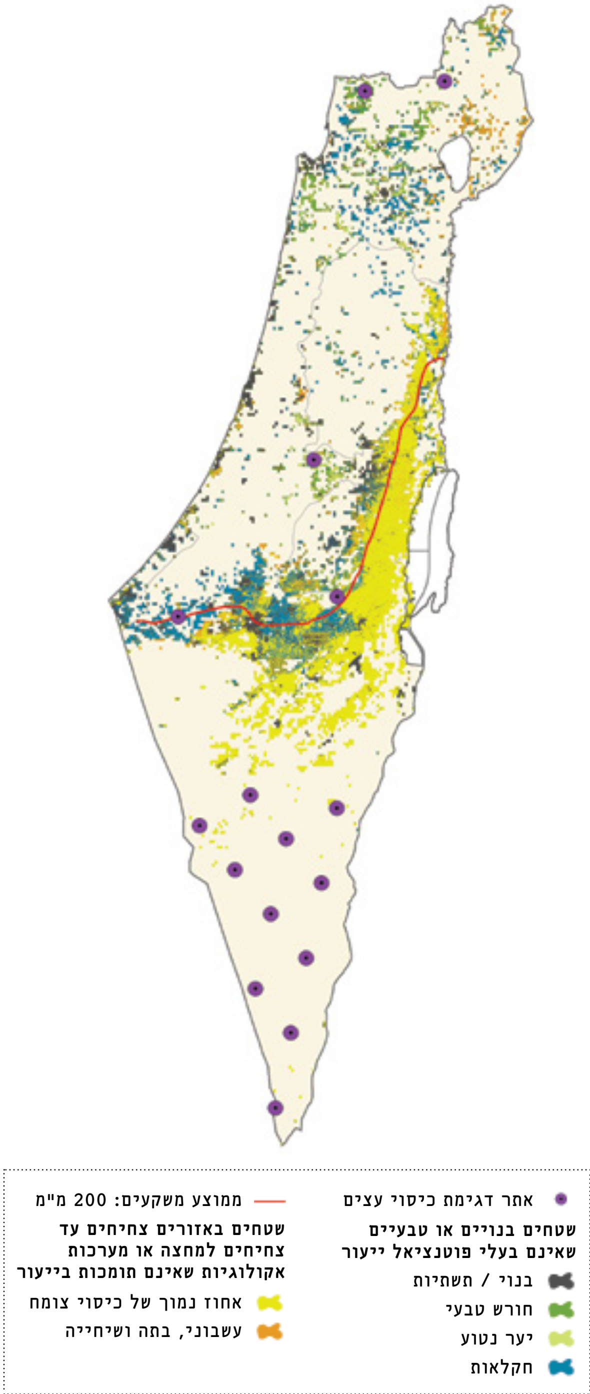
הפוטנציאל של ישראל לייעור בהיקף בעל תרומה משמעותית למיתון שינוי האקלים הוא זניח. בכל מקרה, קיימות שאלות משמעותיות לגבי תרומתו של הייעור למיתון שינוי האקלים, גם אם יימצא לו השטח המתאים:

לייעור יש מאזן מורכב (הכולל קיבוע פחמן, פליטה של גזי חממה אחרים, החזר קרינה וחילופי חום) בהשפעתו על שינוי האקלים. באזורים בהירים עם החזר קרינה גבוה יש ליער השפעה מחממת, הנגרמת מהפחתת החזר הקרינה ומהגברת פליטת החום לאטמוספרה, מכיוון שהיער הוא כתם כהה לעומת סביבתו הטבעית הבהירה [10]. אזורים כאלה הם למשל אזורים מושלגים, וגם אזורים יובשניים למחצה – כמו חלקים נרחבים מישראל. מצד שני, יש ליער גם תרומה "מקררת" הנגרמת מספיחת פחמן דו־חמצני. לכן, חולפים עשורים רבים עד שמושגת תרומה חיובית נטו, לדוגמה – כ־80 שנים עבור אזור יתיר [6,21].

יתרה מכך, ישנה מחלוקת אם יערות נטועים יכולים לקבע פחמן בהיקף בעל משמעות עולמית לאורך זמן, כתלות בזמינות מים ונוטריינטים [22] ובפליטת פחמן בשל ממשק יער מנוהל, בניגוד ליער טבעי (באזורים טרופיים) ששוקם [19], בעיקר אם יערות אלה ניטעים באזורים שלא תמכו לפני כן בכיסוי עצים טבעי, כמו שטחי עשב. מסיבה זו ממליצים מדענים רבים להפוך את מאמץ הייעור למאמץ שיקום יערות שנהרסו באזור הטרופי והתת־טרופי [19].

ברמת המדיניות, ייעור רחב היקף נראה כפתרון פשוט למשבר האקלים. עם זאת, הפוטנציאל של היער החדש לקבע פחמן בהיקף משמעותי ממומש רק לאחר מספר עשורים ממועד הנטיעה, ולאחר מכן מגיע למיצוי [11,14]. פער זמנים זה עלול לאפשר לדרג הפוליטי להימנע מפתרונות בעלי תרומה משמעותית למיתון שינוי האקלים

איור 1. פריסה מרחבית של פוטנציאל השטח הזמין לייעור בישראל לצורך מיתון שינוי האקלים, מעל ערך סף של 5% כיסוי עצים, על פי Bastin ואחרים [8], בסיווג לפי שכבת כיסוי הקרקע של המארג



בטווח הזמן המיידי, פתרונות שכרוכים בעימות עם קבוצות של בעלי אינטרס ושיש להם מחיר פוליטי וכלכלי. כלומר, הדרג הפוליטי עלול להשלות את הציבור שייעור יספק "פתרון קסם", ללא המחיר הכרוך בשינוי הסדר החברתי והכלכלי הקיים [8, 14, 17, 19].

סיכום

Bastin ואחרים [8] בחנו את פוטנציאל הייעור בסקלה עולמית במטרה להציע מיתון משמעותי של שינוי האקלים. לפי הניתוח שלהם, לישראל פוטנציאל תרומה של 0.01% מסך הפוטנציאל העולמי לנטיעת עצים. הניתוח שלנו מראה כי בפועל, אין כמעט שטח זמין שיש לו היתכנות מעשית לייעור חדש בישראל, והשטחים המצומצמים שלכאורה זמינים לייעור, אינם מתאימים לנטיעה, וזאת לנוכח סיכוייו הנמוכים של היער לשרוד בשטחים צחיחים לנוכח שינוי האקלים שצפוי להרחיב את השטח הצחיח, ומשיקולי שמירת הטבע והנוף הטבעי [26]. לפיכך, השטח המצומצם שזמין לייעור חדש בישראל זניח לחלוטין בהשפעתו על מיתון האקלים העולמי.

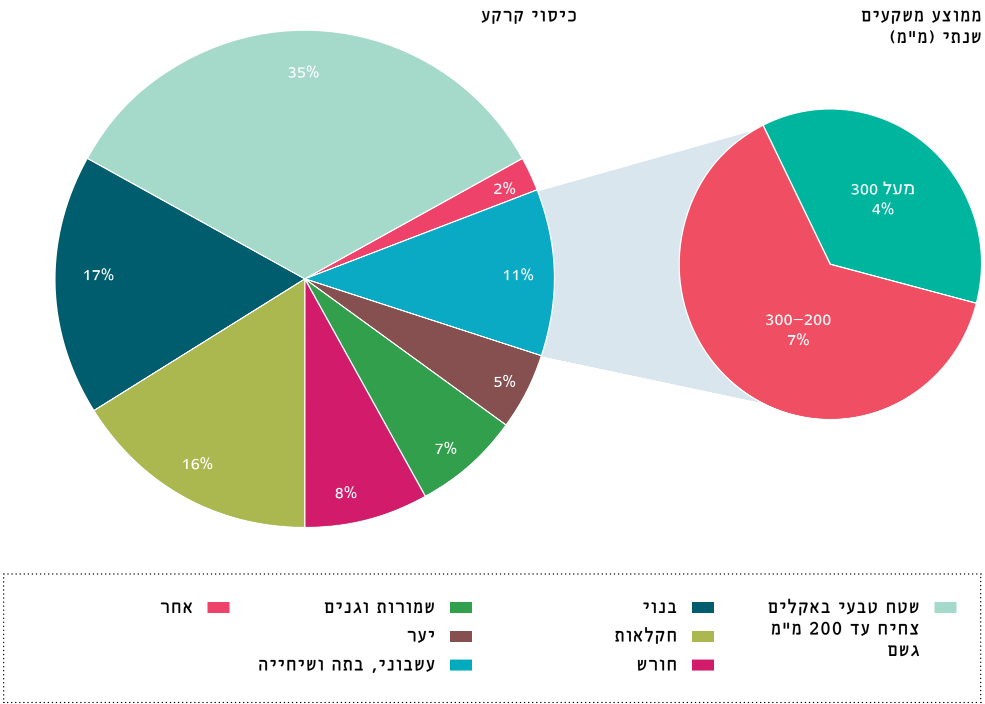
תוצאות מחקרנו עולות בקנה אחד עם בדיקות שנעשו לאזורים נוספים שזוהו כבעלי פוטנציאל לייעור למטרות מיתון אקלימי. לדוגמה, יוזמת הייעור באפריקה זכתה לביקורת בשל הזיהוי השגוי של אזורים נרחבים שאינם מיוערים כיום, ככאלה שלכאורה מתאימים לנטיעת יערות. למשל, במאמר שבדיון נטען כי ניתן לייער את אזורי הסוואנה והעשב האיקוניים של הסרנגטי ופארק קרוגר, וזאת אף על פי שתהליכים אקולוגיים טבעיים, כמו רעייה ושרפות, מנעו התפתחות של יער בהם במשך מיליוני שנים [9, 27]. הביקורת המדעית גם העלתה ספקות לגבי ההיתכנות הכלכלית של ייעור למיתון שינוי האקלים בקנה מידה עולמי, והיא מצביעה על כך ששטחי עשב קיימים אוצרים פחמן בכמויות משמעותיות ביחס ליערות נטועים [12].

מאמרי ביקורת [14, 17, 25] שנכתבו בעקבות פרסום המיפוי העולמי, מעלים כי הנחות יסוד שגויות שעמדו בבסיס ניתוח הנתונים של Bastin ואחרים הביאו להערכת יתר מוגזמת (פי חמישה) באשר לפוטנציאל העצים החדשים לספוח פחמן ולמתן את שינוי האקלים. ביקורות אלה נשענות על שורה ארוכה של טיעונים, המטילים ספק בקביעה של Bastin ואחרים כי – "ייעור הוא הפתרון היעיל ביותר למיתון שינוי האקלים העולמי".

ישראל היא אתר בעל חשיבות עולמית לשמירת המגוון הביולוגי [18]. שינוי שימושי קרקע, וייעור בתוכם, מוגדר כאיום הראשון במעלה על המגוון הביולוגי היבשתי העולמי [13]. ראוי כי ישראל תתמקד בשמירת השטחים הטבעיים שלה, ולא תפגע בהם בהיעדר תרומה אמיתית למיתון שינוי האקלים ברמה האזורית או העולמית.

תרומתה של ישראל למיתון השפעות שינוי האקלים צריכה להתמקד בשמירה על מערכות אקולוגיות טבעיות העמידות לשינוי האקלים, כמו בתה ים תיכונית [24], במניעת שרפות בשטחים הפתוחים, וכמובן בהפחתת פליטות באמצעות מיזמי חיסכון

איור 2. ניתוח השטחים שמופו בישראל על־ידי Bastin ואחרים [8] כבעלי פוטנציאל לייעור לצורך מיתון שינוי האקלים



ויעול השימוש באנרגיה, דוגמת התקנת פאנלים סולריים על גגות ומעבר לתאורה חסכונית. כמו כן, מוצע לעודד נטיעת עצים במרחב העירוני וביישובים כמרכיב במיתון איי חום עירוניים,[3] ולא בשטחים הטבעיים הפתוחים.

מקורות

ראו נספח 2 באתר כתב העת.

המלצות לקריאה נוספת

תיאור הנזק הפוטנציאלי של יוזמות ייעור באזורי הסוואנה והעשב באפריקה – לטבע וכן למיתון האקלים.

Bond WJ, Stevens N, Midgley GF, and Lehmann CER. 2019. The trouble with trees: Afforestation plans for Africa. *Trends in Ecology and Evolution* **34**(11): 963-965.

ניתוח השגיאות המתודולוגיות והחישוביות במאמר של Bastin ואחרים, המראה כי ייעור אינו הפתרון היעיל והזול ביותר למיתון שינוי האקלים.

Lewis SL, Mitchard ETA, Prentice C, et al. 2019. Comment on "The Global Tree Restoration Potential". *Science* **366**(6463): eaaz0388.

סכירת ערוץ במסגרת פעולות ייעור בצפון הנגב. נטיעת יער באזורים שלא תמכו ביער באופן טבעי אינה תורמת למיתון אקלימי ופוגעת במגוון הביולוגי | צילום: אלון רוטשילד

אקולוגיה וסביבה 2019; 10(4): 31–34

נספח 1. שיטות

מיפוי פוטנציאל הייעור העולמי על-ידי *Bastin et al.*

מיפוי פוטנציאל הייעור נערך על-ידי Bastin ואחרים [1], באמצעות מודל ודגימת כיסוי העצים ב-78,774 אתרים בשטחים מוגנים (האמורים לייצג את חברת השיא של הצומח בכל אזור), תוך שקלול משתנים מרחביים נוספים כגון משקעים, טמפרטורה וקו אורך ורוחב. לאחר מכן, הסירו Bastin ואחרים את השטחים הבנויים, החקלאיים והמיוערים, כדי לקבל את השטח הפוטנציאלי לייעור שניתן לממש בפועל.

תוצרי המודל הוצגו בשכבת מידע גאוגרפית בדיוק מרחבי של 1 קמ"ר וחישוב השטח הפוטנציאלי לייעור נעשה באמצעות מדד "כיסוי חופת עצים" (canopy cover), כך שפיקסל בעל פוטנציאל מימוש של 10% כיסוי עצים חושב כתוספת שטח יער של 0.1 קמ"ר.

בישראל התבסס המודל של Bastin ואחרים על 16 אתרי דגימה (איור 1), מהם 11 בנגב, 2 בספר המדבר, ו-3 בלבד בחבל הים תיכוני: בהרי יהודה, בשטח המאופיין ביער נטע-אדם; בגן הלאומי מונפור, בשטח המאופיין בחורש ים תיכוני; ברמות נפתלי, בשטח המאופיין בצומח עשבוני עם שיחים בצפיפות נמוכה.

פירוט שיטות העבודה והורדת נספחים מהמאמר של Bastin ואחרים ניתן למצוא בקישור הבא:

https://science.sciencemag.org/content/suppl/2019/07/02/365.6448.76.DC1

ניתוח פוטנציאל הייעור האמיתי בישראל

ניתוח פוטנציאל הייעור בישראל התבסס על שכבת פוטנציאל הייעור העולמי, שהיא חלק מתוצרי המודל של Bastin ואחרים. השכבה ניתנת להורדה בקישור הבא:
https://doi.org/10.3929/ethz-b-000350258 ומופיעה תחת השם "Restoration_potential".

הניתוח המרחבי בישראל בוצע בתוכנת ArcGIS גרסה 10.4, בהתאם לשלבים הבאים (בסוגריים הכלי שבאמצעותו בוצע הניתוח): בשלב הראשון חולץ (clip) תחום העבודה הרלוונטי לעבודה זו (שטח ישראל, כולל יהודה ושומרון) מתוך שכבת מיפוי העצים העולמי .Bastin et al. כמו כן, אוחדו (reclassify) קטגוריות כיסוי הקרקע של המארג בהתאם למפורט באיור 1 בנספח זה.

לאחר מכן, כל פיקסל בשכבת המיפוי העולמי (הכולל רק את תחום ישראל) קיבל את ערכי המשתנים המרחביים – כיסוי קרקע, משקעים, שטח בנוי ושמורות (איור 1 בנספח זה), בהתאם לחפיפה מרחבית (identity). כלומר, כל פיקסל חולק בהתאם למשתנים המרחביים המאכלסים אותו. בסיום שלב זה הכילה שכבת המיפוי העולמי את ערכי צפיפות העצים הפוטנציאלית שמצאו Bastin ואחרים, וכן את ערכי המשתנים המרחביים שנבחנו.

לבסוף, חושב (tabulate Intersection) גודל השטח של המשתנה מרחבי עבור כל קטגוריות צפיפות העצים. כדי לקבל את פוטנציאל הייעור בסיווג לפי המשתנים המרחביים נעשה שימוש בנוסחה הבאה:

$$\text{Canopy cover} = \frac{\text{Tree cover}(\%) * \text{Area size}}{100}$$

Canopy cover – גודל כיסוי חופת עצים

Tree cover (%) – פוטנציאל אחוז צפיפות העצים שמצאו Bastin ואחרים

Area size – גודל השטח של המשתנה המרחבי שנבחן

כלומר, התרומה של כל פיקסל נקבעה בהתאם לפוטנציאל אחוז כיסוי העצים שמצאו Bastin ואחרים ואופיינה באמצעות המשתנים המרחביים שנבחנו במחקר זה.

תרומתה היחסית של ישראל למאמץ הייעור העולמי למיתון שינוי האקלים חושבה על-ידינו בהתאם לאחוז המימוש המרחבי שמצאנו, והתרומה המרבית, בעת מימוש מלא של כלל השטחים, חושבה בהתאם לנספח S2 במחקר המקורי – Bastin ואחרים.

מקורות לנספח

[1] Bastin JF, Finegold Y, Garcia C, et al. 2019. The global tree restoration potential. *Science* **365**(6448): 76-79.

איור 1 בנספח 2. שכבות המידע המרחביות שבאמצעותן נותחו השטחים שאותרו כבעלי פוטנציאל לייעור בישראל על-ידי Bastin ואחרים

שם שכבה	תיאור שכבה	שם קטגוריה מקורית	שם קטגוריה מאוחדת	מקור מידע
Restoration_potential	Canopy cover available for restoration			Bastin ואחרים [1]
border01	גבולות ישראל ותחום יהודה ושומרון			הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
שמורות וגנים בתוכניות מפורטות	שמורות וגנים בתמ"אות, תמ"מים ותוכניות מפורטות			רשות הטבע והגנים הלאומיים

שם שכבה	תיאור שכבה	שם קטגוריה מקורית	שם קטגוריה מאוחדת	מקור מידע
SETL_AREA	שטח בנוי			המרכז למיפוי ישראל
0001annual_mean	ממוצע משקעים שנתי			השירות המטאורולוגי
DMT16_Landcover	כיסוי קרקע בישראל	שטח בנוי	בנוי / תשתיות	המארג
		מחצבות ופסולת כרייה		
		מקווה מים מלאכותי		
		מקווה מים טבעי		
		שטח מופר תחבורתי		
		שטח מופר אחר		
		חורש טבעי	חורש טבעי	
		יער נטוע	יער נטוע	
		חקלאות מטעים	חקלאות	
		חקלאות גידולי שדה		
		בתות עשבוניות	עשבוני, בתה ושיחייה	
		שיחיות/בתות בני-שיח		
		אחוז נמוך של כיסוי צומח	אחוז נמוך של כיסוי צומח	

נספח 2. מקורות

[1] גבעתי ע. 2012. השפעת שינוי האקלים על מקורות המים הטבעיים של ישראל.

[2] מורין א. 2018. השפעת שינוי האקלים על משטר המשקעים ועל המשטר ההידרולוגי במזרח הים התיכון ובישראל. *אקולוגיה וסביבה* **9**(2): 4-6.

[3] מצנר א ונתניהו ס. 2015. שינויי אקלים, תכנון עירוני ובנייה ירוקה. המשרד להגנת הסביבה.

[4] סערוני ה, זיו ב, פרגמנט ר ואחרים. 2012. תנודות בגשמי הנגב בחמישים השנים האחרונות – האם עדות לשינוי באקלים? *אקולוגיה וסביבה* **3**(1): 62-72.

[5] קרואני א. 2019. התוכנית האסטרטגית של האו"ם לייעור. *אקולוגיה וסביבה* **10**(2): 6-8.

[6] רוטנברג א ויקיר ד. 2018. ייעור, אקלים ועתיד היערות בישראל. *אקולוגיה וסביבה* **9**(3): 22-23.

[7] רוטשילד א. 2019. מ"שיפור הנוף" לשמירת המערכות האקולוגיות הטבעיות – הצורך בהפסקת פעולות ייעור בשטחים טבעיים בישראל. *אקולוגיה וסביבה* **10**(2): 44-46.

[8] Bastin JF, Finegold Y, Garcia C, et al. 2019. The global tree restoration potential. *Science* **365**(6448): 76-79.

[9] Bond WJ, Stevens N, Midgley GF, and Lehmann CER. 2019. The trouble with trees: Afforestation plans for Africa. *Trends in Ecology & Evolution* **34**(11): 963-965.

[10] Bright RM, Zhao K, Jackson RB, and Cherubini F. 2015. Quantifying surface albedo and other direct biogeophysical climate forcings of forestry activities. *Global Change Biology* **21**(9): 3246-3266.

[11] Cramer W, Guiot J, Fader M, et al. 2018. Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change* **8**: 972-980.

[12] Dass P, Houlton BZ, Wang Y, and Warlind, D. 2018. Grasslands may be more reliable carbon sinks than forests in California. *Environmental Research Letters* **13**(7): 74027.

[13] Díaz S, Settele J, Brondízio E, et al. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.

[14] Friedlingstein P, Allen M, Canadell JG, et al. 2019. Comment on "The global tree restoration potential". *Science* **366**(6463): eaay8060.

[15] Kark S, Philip U, Safriel U, and Randi E. 1999. Conservation priorities for chukar partridge in Israel based on genetic diversity across an ecological gradient. *Conservation Biology* **13**: 542-552.

[16] Klein T, Cahanovitc R, Sprintsin M, et al. 2019. A nation-wide analysis of tree mortality under climate change: Forest loss and its causes in Israel 1948–2017. *Forest Ecology and Management* **432**: 840-849.

[17] Lewis SL, Mitchard ETA, Prentice C, et al. 2019. Comment on "The Global Tree

Restoration Potential". *Science* **366**(6463): eaaz0388.

[18] Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**(6772): 853-858.

[19] Lewis SL, Wheeler CE, Mitchard ET, and Koch A. 2019. Regenerate natural forests to store carbon. *Nature* **568**(7750): 25-28.

[20] Pe'er G and Safriel UN. 2000. Climate change: Israel national report under the United Nations Framework Convention on Climate Change: Impact, vulnerability and adaptation. Sede Boqer: Ben-Gurion University of the Negev.

[21] Rotenberg E and Yakir D. 2010. Contribution of semi-arid forests to the climate system. *Science* **327**(5964): 451-454.

[22] Smith LJ and Torn MS. 2013. Ecological limits to terrestrial biological carbon dioxide removal. *Climatic Change* **118**(1): 89-103.

[23] Sternberg M, Gabay O, Angel D, et al. 2015. Impacts of climate change on biodiversity in Israel: An expert assessment approach. *Regional Environmental Change* **15**: 895-906.

[24] Tielbörger K, Bilton MC, Metz J, et al. 2014. Middle-Eastern plant communities tolerate 9 years of drought in a multi-site climate manipulation experiment. *Nature Communications* **5**: 5102.

[25] Veldman JW, Aleman JC, Alvarado ST, et al. 2019. Comment on "The global tree restoration potential". *Science* **366**(6463): eaay7976.

[26] Veldman JW, Overbeck GE, Negreiros D, et al. 2015. Where tree planting and forest expansion are bad for biodiversity and ecosystem services. *BioScience* doi:10.1093/biosci/biv118.

[27] Veldman JW, Silveira FAO, Fleischman FD, et al. 2017. Grassy biomes: An inconvenient reality for large scale forest restoration? A comment on the essay by Chazdon and Laestadius. *American Journal of Botany* **104**(5): 649-651.