

גובה עצים ויערות בישראל

תמיר קליין^{1, 2} | אילון קלב³ | מיכאל ספרינצין⁴

1	המחלקה למדעי הצמח והסביבה, מכון ויצמן למדע
2	tamir.klein@weizmann.ac.il
3	אגף הייעור, קק"ל
4	אגף הייעור, קק"ל

תקציר

סקר קרקעי גילה כי העץ הגבוה בארץ הוא איקליפטוס המקור, הגדל בחלקה צפופה בשמורת החולה (51.2 מטר). רחבי העלים המקומי הגבוה הוא דולב מזרחי, הגדל בנחל כזיב (25.2 מטר). הגבוה בין המינים המקומיים הוא ברוש מצוי, הגדל בנחל השופט (43.6 מטר), והמחטני הגבוה בין המינים שאינם מקומיים הוא אורן ברוטיה ביער ברעם (38.1 מטר). בהתחשב ברגישותם הרבה ובשילוב האיומים הקיים, יש לפעול לשימור של עצים גבוהים בישראל, בדגש על המינים המקומיים: אלון שסוע בחרמון, דולב מזרחי בגליל העליון, וכן ברוש מצוי ואורן ירושלים בגליל ובכרמל.

גובהם המרבי של עצים נקבע לפי יציבותם המכנית ולפי יכולתם להוביל מים לצמרת, שפוטנציאל המים בה הוא הנמוך ביותר (מגבלה הידראולית). לכן, בראייה כוללת עצים ויערות גבוהים יכולים להתקיים רק באזורים גשומים ולחים, למשל באקלים טרופי או ממוזג. במפת גובה היערות של נאס"א נראה שחלקת היער הגבוהה בעולם נמצאת בקונגו, והעצים בה מגיעים ל-69 מטר. בצפון קליפורניה עצי סקויה בודדים מגיעים עד ל-115.7 מטר. זמינות המים, המחושבת מתוך ההפרש בין כמות המשקעים להתאדות הפוטנציאלית, היא כלי ניבוי טוב לגובה יערות ברחבי העולם.

בישראל, כצפוי מאקלימה היובשני של הארץ, יערות ועצים גבוהים נדירים יחסית. גובה היערות הממוצע בעולם בתנאי הארץ נע בין 8 ל-17 מטר. לפי מפת נאס"א, חלקות יער עם עצים הגבוהים מ-20 מטר זוהו בשלושה אזורים עיקריים: הכרמל ורמות מנשה, הגליל העליון (מירון והגליל המערבי) והחרמון. חלקות גבוהות אלה הן ברובן חלקות נטועות של מחטניים (מיני אורן וברוש), יחד עם חלקות של רחבי-עלים בולטים, כגון מיני אלון בחרמון, דולב בגליל המערבי ואיקליפטוסים באתרים שונים.

מילות מפתח

חישה מרחוק, מאזן מים, מגבלה הידראולית, עצים גבוהים

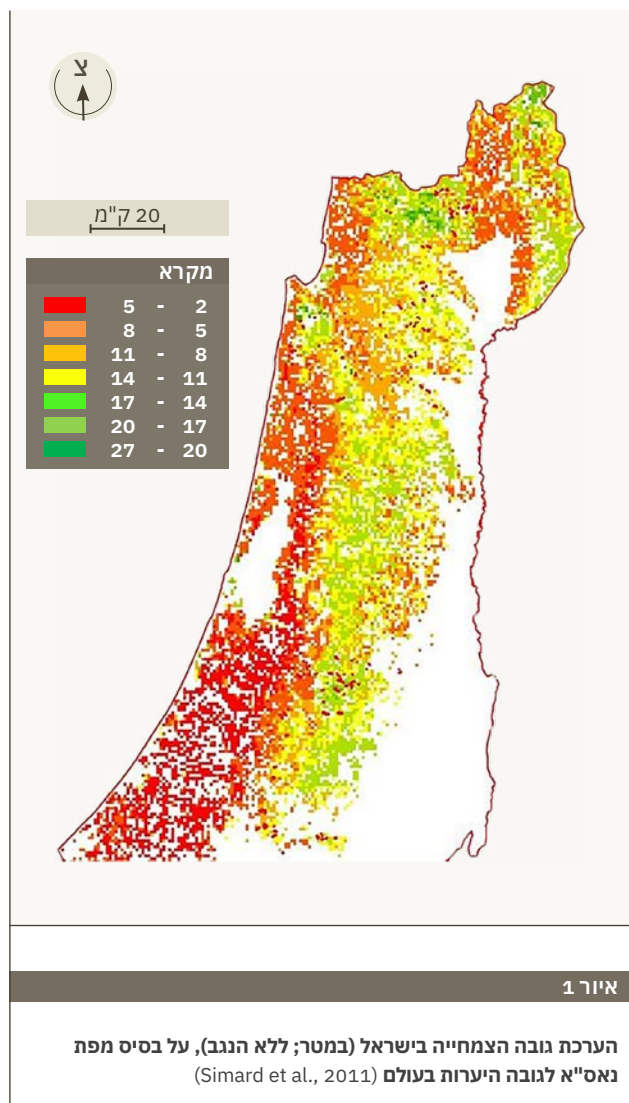
גובהם של עצים הוא אחד ממאפייני היסוד שלהם. לראיה, מינים מעוצים הנמוכים משלושה מטר בגובהם, נחשבים בדרך כלל שיחים. עצים בעלי גובה רב שולטים בסביבתם, מעצבים את בית הגידול שלהם ומשפיעים על הצמחים ובעלי החיים בסביבתם. נוסף על כך, עצים גבוהים עולים בחשיבותם על שכניהם הנמוכים יותר באופן לא פרופורציוני, מפני שמאגרי הפחמן שלהם גדולים פי כמה (McDowell et al., 2020). בישראל יש משמעות תרבותית מיוחדת לעצים, הנטועה במסורות יהודיות עתיקות (למשל ט"ו בשבט), ומשתקפת אף במתן שמות עצים כשמות פרטיים (אורן, אלון, ארז ואחרים). ניתן לזהות בנוף הארץ עצים גדולים ומרשימים, וכמה מהם עתיקים (כגון זית, אלון, שקמה, שיטה), אולם מרביתם אינם מצטיינים בגובהם. במאמר זה נבחן את גובהם המרבי של עצים בישראל מבחינת מיני העצים, פיזורם המרחבי של עצים גבוהים, והסיבות האקו־פיזיולוגיות לפיזור זה – ברמה הארצית ובהשוואה לעולם.

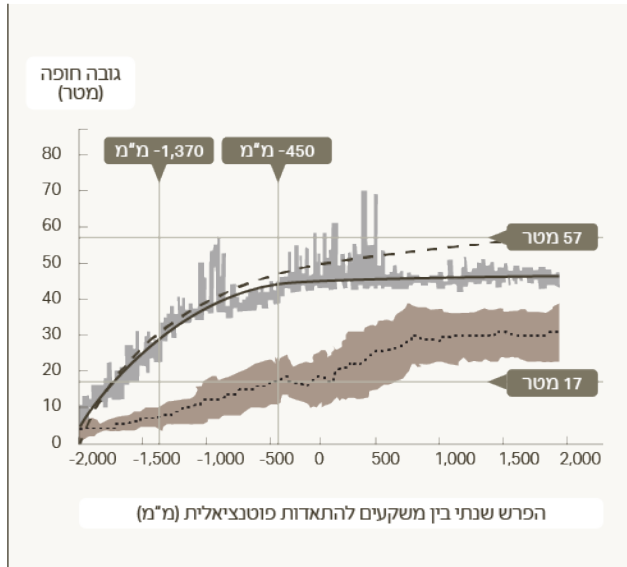
גובה עצים וזמינות מים בישראל

בישראל מדדה נאס"א עשרות בודדות של חלקות גבוהות מ־20 מטר (איור 1), כולן בצפון הארץ, למעט חלקת יער ליד נס הרים בהרי ירושלים (לב אזור העסקים של תל־אביב זוהה גם כ"חופה" גבוהה, כנראה עקב צפיפות גורדי השחקים). ניתן לחלק את חלקות היער הגבוהות בישראל לשלושה אזורים עיקריים: הכרמל ורמות מנשה, הגליל העליון (מירון והגליל המערבי) והחרמון. רוב החלקות הגבוהות האלה הן חלקות נטועות של מחטניים (מיני אורן וברוש), יחד עם חלקות של רחבי־עלים בולטים, כגון מיני אלון בחרמון, דולב בגליל המערבי, ואיקליפטוסים באתרים שונים.

גובה מרבי והשערת המגבלה ההידראולית

מה מגביל את גובהם של עצים? יציבות מכנית דורשת בסיס רחב יותר עם העלייה בגובה, בייחוד באתרים המאופיינים ברוחות חזקות. היבט זה יכול להפוך חשוב בישראל, בפרט לאחר שנוכחנו בנזקי הסופה שהתרחשה ב־13 במרץ 2020. לפי השערת המגבלה ההידראולית (Ryan et al., 2006), פוטנציאל המים (המתח שהמים מוחזקים בו בצינורות ההובלה) יורד ביחידת בר אחת עם כל עלייה בעשרה מטר בגובה. מאחר שעצים צריכים להוביל מים לצמרותיהם כנגד הכבידה, פוטנציאל המים בצמרת העץ חייב להיות שלילי, כלומר במתח שהולך ועולה. השפעה זו של הגובה על פוטנציאל המים קבועה, אך קטנה בשיעורה מהשפעת ירידת תכולת המים באוויר ובקרקע. ירידה בתכולת המים באוויר גורמת לירידת פוטנציאל המים של העלה, ומסכנת את העץ בכשל הידראולי עקב הופעת בועיות בצינורות ההובלה בעצה (Klein et al., 2011); לעומת זאת, גורמת לירידת פוטנציאל המים של הקרקע ומונעת את קליטת המים בשורש עקב התאחיזה לקרקע או כשל הידראולי, שכן פוטנציאל המים בעלה חייב להיות שלילי יותר מאשר בשורש כדי לאפשר זרימה של מים. משמעות ההשפעה המשותפת של הכבידה והיובש היא גובה עץ רב יותר, ככל שזמינות המים גדולה יותר. ב־2015 זכתה השערת המגבלה ההידראולית לתמיכה בעזרת מחקר, שהראה כי גובה עצים ברחבי העולם קשור בצורה ישירה לזמינות המים (Klein et al., 2015). מחקר זה היה הראשון שהשתמש במפת גובה היערות בעולם, שהפיקה סוכנות החלל האמריקאית נאס"א (Simard et al., 2011). זמינות המים חושבה מתוך הפרש בין כמות המשקעים השנתית לבין סך ההתאדות הפוטנציאלית השנתית. במפה זו כושר הפרדה המרחבי של חיישן הגובה בלויין מגיע עד כדי 1 קמ"ר, ולכן איננו מודד את גובהם של עצים בודדים, אלא את גובהה הממוצע של חופת היער. מסיבה זו, עצים גבוהים כדוגמת הסקויה בארה"ב (*Sequoia sempervirens*, 115.7 מטר) והאיקליפטוס המלכותי באוסטרליה (*Eucalyptus*





איור 2

הגובה המרבי והממוצע של חופת היער ביערות העולם עבור ערכי מאזן מים שונים

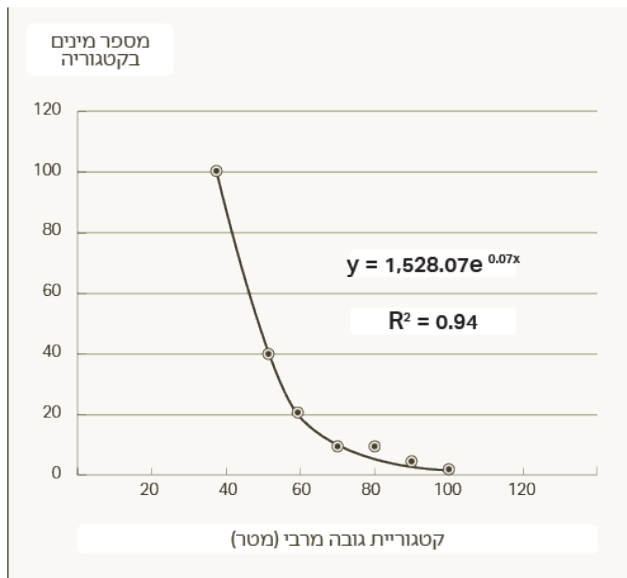
בחלק העליון מסומן הגובה המרבי. הקו הרצוף והקו המקווקו מייצגים קווי מגמה שונים. בחלק התחתון מסומן הגובה הממוצע בקו מנוקד, וסביבו טווח השגיאה. הקווים הישרים לאורך ולרוחב מסמנים את טווח הערכים הרלוונטי לישראל לפי Klein ושות' (2015).

מבחינת זמינות המים, היקף ההתאדות בישראל גבוה מכמות המשקעים, ולכן ההפרש ביניהם נע בין (-1,370) מ"מ בעיר היבש ביותר (יער יתיר), לבין (-450) מ"מ בעיר אודם, הנחשב ללח ביותר (טבלה 1). ערכים כאלה אינם ייחודיים ליערות ישראל בלבד, ושוררים ביערות רבים ברחבי העולם. בטווח הערכים הנזכר, גובה החופה הממוצע בעולם נע בין 8 ל-17 מטר, וגובה החופה המרבי בעולם הוא בין 23 מטר ל-57 מטר (איור 2). מעניין לציין כי חופה יחידה בגובה 57 מטר נמצאה בתנאי זמינות מים של כ-(-800) מ"מ, המאפיין גם אזורים רבים בצפון הארץ.

אחד המאפיינים הייחודיים לאקלים הארץ הוא הניגודיות העונתית: כמעט כל הגירעון במאזן המים חל במהלך עונת היובש הארוכה ביו מאי ואוקטובר. גורם זה מכתוב יובש קיצוני המגביל את גובה העצים מבחינה הידראולית, כמתואר לעיל, שלא כמו אזורים בעלי עונת יובש קצרה יותר. למרות זאת, המפה מראה כי חלקות יער רבות בישראל גבוהות מהממוצע הניתן לחיזוי לפי זמינות המים, עובדה המרמזת על יער מפותח ובריא. ממצאים אלה עשויים לשקף את שינוי המדיניות שחל בארץ עם קום המדינה (ובחלקו בימי המנדט הבריטי) – הפסקת כריתת יערות מצד אחד, ומצד שני נטיעות וייעור בהיקף נרחב.

מגבלות לגובה עצים ויערות בישראל

זמינות המים איננה הגורם היחיד המכתיב את גובהם של העצים. צמיחה לגובה היא מאפיין ברמת הסוג והמין. קיימים מינים מועטים



איור 3

הדעיכה המעריכית במספר מיני העצים בעולם המאכלסים קטגוריות גובה הולכות ועולות

כל נקודה מייצגת את מספר המינים בגובה המרבי המצוין או בגבהים הנמוכים ממנו עד כדי 10 מטר, על בסיס נתוני Preister ושות' (2019).

הפרש	התאדות	משקעים	אזור
-1,370	1,650	280	יתיר
-1,200	1,550	350	השפלה
-950	1,500	550	ירושלים
-1,000	1,450	450	החולה
-950	1,550	600	בירה
-800	1,450	650	כזיב
-700	1,350	650	הכרמל
-550	1,450	900	מירון
-450	1,450	1,000	אודם

טבלה 1

ההפרש בין ממוצע המשקעים הרב־שנתי (1980–2010) לממוצע התאדות הפוטנציאלית (מ"מ) באזורי יערות שונים בישראל, לפי נתוני השירות המטאורולוגי

משקעים גבוהים במיוחד או בהתאדות נמוכה במיוחד (טבלה 1). כיצד, אם כן, מוסברת תצפית זו? נראה כי ארבעה גורמים הצטרפו ליצירת הגובה יוצא הדופן: ראשית, שני מיני האיקליפטוסים שנמדדו ידועים ביכולתם לצמוח לגובה, ולראיה, הם בולטים גם באתרים אחרים בישראל, למשל ביער חדרה. שנית, עמק החולה מאופיין בקרקע כבול עמוקה ופורייה במיוחד, האוגרת מים גם בקיץ (ביצה שנוקזה). שלישית, נראה כי צפיפות הנטיעה בחלקה שנמדדה הייתה גבוהה במיוחד, כך שנוצרה תחרות חזקה על משאב האור, המעניקה עדיפות לעצים גבוהים. רביעית, העצים שנמדדו היו מן הוותיקים שניטעו בארץ, ולכן סביר שהספיקו לממש את פוטנציאל הגובה שלהם לפני ייבוש הביצה. העץ המחטני הגבוה ביותר הוא ברוש מצוי (*Cupressus sempervirens*) שנמדד בנחל השופט. אף על פי שעץ זה ניטע, נוכחותן של אוכלוסיות בר של המין ברוש מצוי בארץ הופכות את העץ הזה לעץ המקומי הגבוה בארץ. חשוב לציין כי בשני המינים שהזכרנו, המדידות שלנו מרחיבות את שיאי הגובה הידועים עבור מינים אלה בעולם (טבלה 2).

הפרטים הגבוהים של מיני העצים שזוהו (טבלה 2; איור 6) עשויים לשקף את המגמות העיקריות מבחינת המין והאתר, אך ניתן להניח שאינם הגבוהים ביותר מבחינה מוחלטת. אנו מניחים זאת עקב היכולת המוגבלת לבקר בכל החלקות (איור 1) וגם בשל המגבלות של מדידה קרקעית, בעיקר בתוואי שטח הררי או קניוני. לזמינות המים הייתה השפעה מכרעת גם בקנה המידה של העץ הבודד, מאחר שהעצים הגבוהים ביותר גדלים כמעט תמיד על גדות נחלים או בקרבתם (איור 6). מקרה אחר הוא של עצים מושקים בסביבה כפרית או עירונית, כדוגמת הקיבוצים יגור והזורע בצפון הארץ, או מכוון ויצמן ברחובות. מבחינה זו, העצים הגבוהים שנמדדו בעיר רחובות (איור 6) יכולים לייצג פרטים נוספים של מינים אלה ואחרים, שקיימים בגנים מושקים בערים רבות בישראל.

המסוגלים לצמוח לגבהים מרשימים, ולמעשה מספר המינים הגדל בקטגוריית גובה מסוימת הולך וקטן באופן מעריכי עם הגובה (איור 3). מיני העצים הגבוהים בעולם, כדוגמת הסקויה, אינם גדלים באופן טבעי בישראל (איור 4). לעומת זאת, קיימים בישראל מינים השייכים לסוגים גבוהים. נוסף על האיקליפטוס הנזכר לעיל, ידועים בעולם גם מיני אורן, אלון ודקל (Ceroxylon), בגבהים של 80, 60, ו-50 מטר, בהתאמה. ישראל היא גבול התפוצה הדרומי של הסוגים אורן ואלון באזורנו, שהם בין סוגי העצים הנפוצים והחשובים בעולם, ומצד שני היא גם גבול התפוצה הצפוני של סוגי דקלים מסוימים. בסקר שהתבצע במהלך 2019-2020 (וכלל גם תצפיות מוקדמות יותר), ביקרנו באתרים שהלוויין זיהה כיערות גבוהים, בצפון הארץ (איור 1) ובאתרים נוספים. בכל אתר נמדדו עצים בולטים בגובהם בעזרת מד טווח לייזר או מד שיפוע ייעודיים לשימוש יערני, או בשילוב של שניהם. מטרת הסקר הייתה כפולה: מחד גיסא, לאמת את התצפיות הרחוקות על ידי מדידות מהקרקע; ומאידך גיסא, למצוא את הפרטים הגבוהים של מיני מפתח בישראל, מקומיים וזרים כאחד. במרבית האתרים נמצאו עצים בגובה החופה שנמדד בחישה מרחוק, ואף למעלה ממנו.

תוצאות סקר עצים גבוהים בישראל

העצים הגבוהים ביותר שנמדדו היו שני מיני איקליפטוס (איקליפטוס המקור [*Eucalyptus camaldulensis*] ואיקליפטוס מסמרי [*Eucalyptus gomphocephala*]) בעמק החולה, בגובה של 50 מטר או מעט למעלה מכך (טבלה 2; איור 5). להשוואה, גובהו של הכותל המערבי בירושלים 32 מטר. כאמור, כושר ההפרדה של מדידות הלוויין אינו מאפשר זיהוי של עצים גבוהים כאשר אינם יוצרים חופה גבוהה בשטח של 1 קמ"ר לפחות. עמק החולה איננו מצטיין בכמות



איור 4

מחטניים שאינם מקומיים

מינים הגדלים בישראל בתנאים שאינם מאפשרים את צמיחתם המרבית לגובה: א. סקויה ענקית (יראון), ב. ארז אטלנטי (יער בירה), ג. עץ היער העיקרי בעומדים גבוהים: אורן ברטיה (נחל הזורע ויער בירה).

מדינה	גובה מרבי בעולם	אתר	אזור	גובה מרבי בישראל	שם מדעי	מין העץ
מחטניים מקומיים						
ספרד	38.0	נחל השופט	רמות מנשה	43.6	<i>Cupressus sempervirens</i>	ברוש מצוי
ספרד	29.0	יער בירייה	הגליל העליון	26.8	<i>Pinus halepensis</i>	אורן ירושלים
רחבי-עלים מקומיים						
צרפת	50.9	נחל כזיב	הגליל העליון	25.2	<i>Platanus orientalis</i>	דולב מזרחי
בריטניה	41.2	נחל שיאון	החרמון	25.0	<i>Quercus cerris</i>	אלון שסוע
	-	נחל כזיב	הגליל העליון	21.0	<i>Quercus calliprinos</i>	אלון מצוי
קראטיה	26.0	נחל כזיב	הגליל העליון	19.0	<i>Acer obtusifolium</i>	אדר סורי
בריטניה	35.6	נחל הזרע	רמות מנשה	13.4	<i>Ulmus canescens</i>	אולמוס שעיר
	-	נחל שיאון	החרמון	12.0	<i>Quercus look</i>	אלון חרמוני
	-	נחל שיאון	החרמון	11.6	<i>Quercus boissieri</i>	אלון תולע
מחטניים שאינם מקומיים						
גאורגיה	29.6	יער ברעם	הגליל העליון	38.1	<i>Pinus brutia</i>	אורן ברטיה
ספרד	56.7	מכון ויצמן	מישור החוף	36.0	<i>Pinus canariensis</i>	אורן קנרי
רחבי-עלים שאינם מקומיים						
ספרד	35.2	החולה	בקעת הירדן	51.2	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	איקליפטוס המקור
	-	החולה	הירדן	50.0	<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	איקליפטוס מסמרי
פורטוגל	25.8	רחובות	מישור החוף	25.0	<i>Grevillea robusta</i>	גרזילאה חסונה
ספרד	48.0	הזרע	רמות מנשה	23.0	<i>Carya illinoensis</i>	קריית הפקאן
גרמניה	45.4	עין פית	רמת הגולן	22.6	<i>Populus alba</i>	צפצפה מכסיפה
פורטוגל	20.0	מכון ויצמן	מישור החוף	22.4	<i>Ficus microcarpa</i>	פיקוס השדרות
דקלים						
ספרד	29.2	יגור	עמק יזרעאל	22.4	<i>Washingtonia robusta</i>	ושינגטוניה חסונה
	-	רחובות	מישור החוף	19.8	<i>Washingtonia filifera</i>	ושינגטוניה חוטית

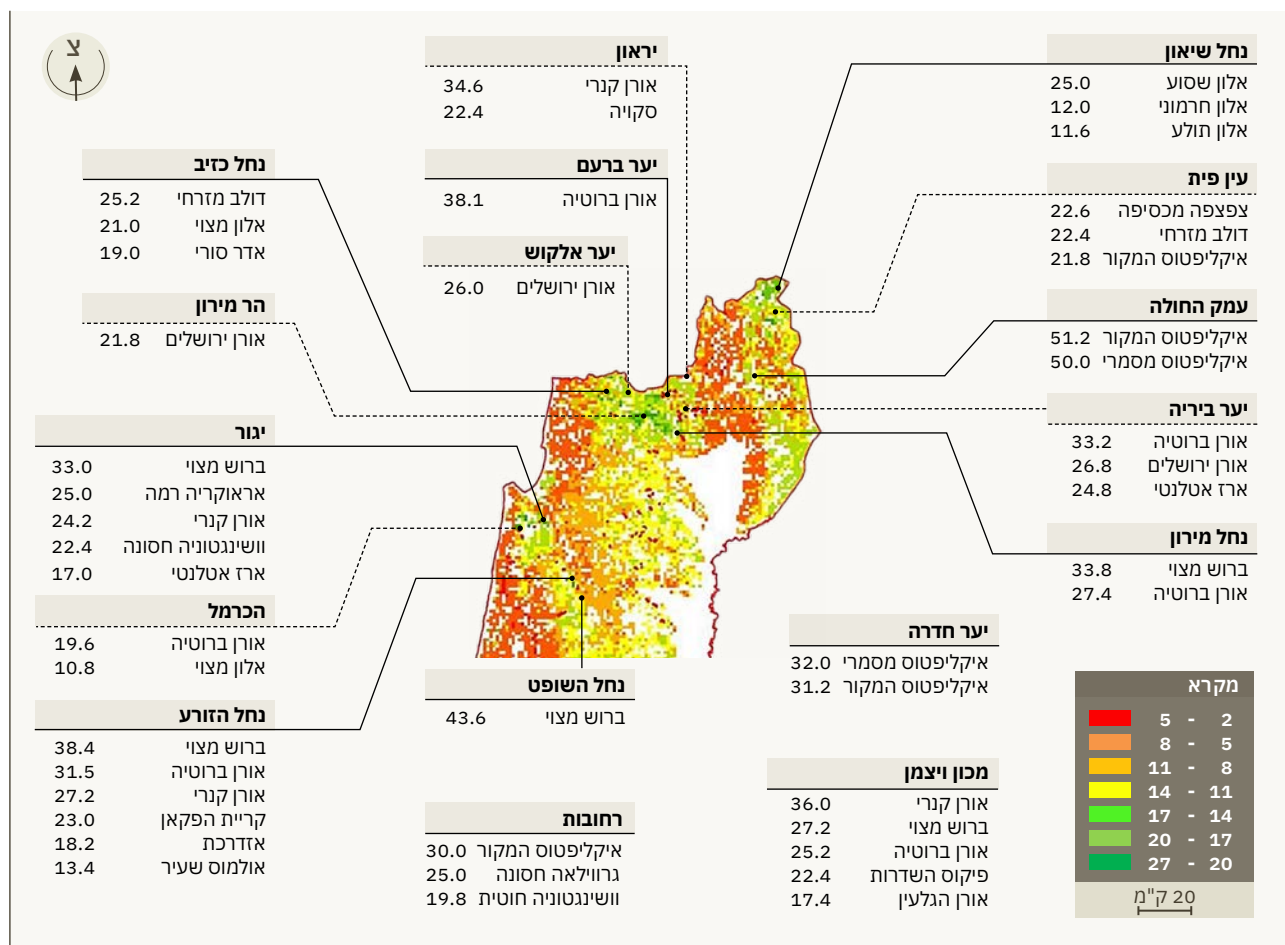
טבלה 2

גובה מרבי של מיני עצים בישראל ובעולם (מטר), לפי בסיס הנתונים (Monumental Trees, n.d.)



איור 5

ענקים מקומיים
איקליפטוס המקור ואיקליפטוס מסמרי בשמורת החולה (א, ב); ברוש מצוי בנחל מירון (ג); אורן ברטיה ביער ברעם (ד).



איור 6

גובה עצים גבוהים בישראל (מטר) ביערות שזוהו בניתוח נתוני לוויין כבעלי חופה גבוהה, ובאתרים נוספים



איור 7

עצים רחבי-עלים גבוהים מ-20 מטר

בין המינים המקומיים, הדולב המזרחי הוא הגבוה ביותר (א; נחל כזיב). פרטים גבוהים של אלון מצוי הם נדירים (ב; נחל כזיב), והאלון השסוע גדל רק בחרמון (ג; נחל שיאון). לעומתם, איקליפטוסים מתנשאים מעל 30 מטר בבתי גידול מגוונים (ד; יער חדרה).

2. קיימים בארץ פרטים גבוהים (עד כדי מחצית מגובהם של העצים הגבוהים בתבל) וכן חלקות יער שהעצים בהן גבוהים מעל הממוצע החזוי לפי מאזן המים.
3. העץ הגבוה בארץ הוא איקליפטוס המקור המגיע לגובה של 51 מטר. רחבי העלים המקומי הגבוה הוא דולב מזרחי המגיע לגובה של 25 מטר.
4. הברוש המצוי הוא הגבוה בין המינים המקומיים. אורן ברוטיה הוא המחטני שאינו מקומי הגבוה ביותר.
5. בהתאם למגבלה ההידראולית, עצים גבוהים בישראל מופיעים בצפון הארץ, ובעיקר באתרים בעלי מאזן מים שהוא שלילי פחות מאחרים. פרטים גבוהים גדלים לרוב בסביבת נחלים.
6. בהתחשב ברגישותם הרבה ובשילוב האיומים הקיימים, יש לפעול לשימור של עצים גבוהים בישראל, בדגש על המינים המקומיים: אלון שסוע בחרמון, דולב מזרחי בגליל העליון, וכן ברוש מצוי ואורן ירושלים גבוהים בגליל ובכרמל.
- הדולב המזרחי (*Platanus orientalis*) הוא רחבי העלים המקומי הגבוה ביותר (איור 7). שליטתם של מיני אלון ואורן ביערות העולם שאינם טרופיים מורגשת ביתר שאת בישראל. מבין מיני האלון, בולט בגובהו האלון השסוע (*Quercus cerris*) בחרמון (טבלה 2; איור 7). החרמון הוא האתר בעל כמות המשקעים הגבוהה בישראל. עם זאת, הוא איננו שונה מאתרים אחרים בארץ מבחינת ההתאדות הגבוהה ועונת היובש הארוכה. גרוע מכך, החרמון מאופיין בקור, ברוחות עזות ובמחסור בקרקע; כל אלה מקשים על צמיחת עצים, כל שכן על צמיחה לגובה. בתנאים טובים יותר יכולים עצים ממין זה להגיע ל-40 מטר ויותר. בין מיני האורן, אורן ברוטיה (*Pinus brutia*) והאורן הקנרי (*Pinus canariensis*) שאינם מקומיים עולים בגובהם על אורן ירושלים המקומי (*Pinus halepensis*), אך זה גבוה מאורן הצנובר (*Pinus pinea*). בין רחבי העלים בולטים גם האדר הסורי (*Acer obtusifolium*) המקומי, וכן מיני צפצפה ופיקוס שהובאו מחו"ל. בעוד שקיימים מינים מקומיים לסוגים אלו (צפצפת הפרת [*Populus euphratica*], פיקוס השקמה [*Ficus sycomorus*], פיקוס התאנה [*Ficus carica*]), צמיחתם לגובה חלשה. בעולם ידועים מיני פיקוס (בתאילנד) ומיני צפצפה (בארה"ב) הנושקים ל-50 מטר.

מקורות

- Bachar A, Markus-Shi J, Regev L, Boaretto E, and Klein T. 2020. Tree rings reveal the adverse effect of water pumping on protected riparian *Platanus orientalis* tree growth. *Forest Ecology and Management*, 458, 117784.
- Klein T, Cahanovitz R, Sprintsin M, Herr N, and Schiller G. 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.
- Klein T, Cohen S, and Yakir D. 2011. Hydraulic adjustments underlying drought resistance of *Pinus halepensis*. *Tree Physiology*, 31(6), 637–648.
- Klein T, Randin C, and Körner C. 2015. Water availability predicts forest canopy height at the global scale. *Ecology Letters*, 18(12), 1311–1320.
- McDowell NG and Allen CD. 2015. Darcy's law predicts widespread forest mortality under climate warming. *Nature Climate Change*, 5(7), 669–672.
- McDowell NG, Allen CD, Anderson-Teixeira K, Aukema BH, Bond-Lamberty B, Chini L, and Hurr GC. 2020. Pervasive shifts in forest dynamics in a changing world. *Science*, 368(6494), 1–10.
- Monumental Trees. nd. An inventory of big and old trees around the globe. <https://www.monumentaltrees.com>. Viewed 11 June 2020.
- Preisler Y, Tatarinov F, Grünzweig JM, Bert D, Ogeé J, Wingate L, Klein T, Rotenberg E, and Yakir D. 2019. Mortality versus survival in drought-affected Aleppo pine forest depends on the extent of rock cover and soil stoniness. *Functional Ecology*, 33(5), 901–912.
- Ryan MG, Phillips N, and Bond BJ. 2006. The hydraulic limitation hypothesis revisited. *Plant, Cell and Environment*, 29(3), 367–381.
- Simard M, Pinto N, Fisher JB, and Baccini A. 2011. Mapping forest canopy height globally with spaceborne lidar. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116(G4), 1–12.

עצים גבוהים בישראל: מבט לעתיד

לחברות אנושיות היסטוריה ארוכה של מצוד אחר עצים גבוהים, זקופים ומפוארים לטובת שימוש כזה או אחר, מבניית מקדשים וספינות מלחמה עצומות, ועד לשימוש כחומר בעירה. לשמחתנו, מאז קום המדינה השתנתה מגמה זו בישראל. עם זאת, עצים גבוהים רגישים יותר לפגיעה מאשר מרבית העצים (McDowell and Allen, 2015). בגלל המגבלה ההידראולית שתוארה לעיל, סיכון ההתייבשות של צמרות גבוהות גדול מאשר של עצים נמוכים יותר (McDowell et al., 2020). לדוגמה, באירועי תמותה עקב יובש ביער יתיר סבלו עצים גבוהים משיעורי תמותה גבוהים יחסית (Preisler et al., 2019). ברצף שנות הבצורת בגליל (2013–2018) חלה תמותה של כל מיני העצים הנזכרים כאן, לרבות האלוני, שבדרך כלל עמידים ליובש. לעצים גבוהים שטח עלווה גדול יחסית, ולכן עולה הסיכון לקריסה עקב הצטברות שלג בסופות, בייחוד במינים שאינם מאפשרים הסרה של השלג, כמו אורן ירושלים (Klein et al., 2019). אל סיכונים אלה נוסף לאחרונה סיכון קריסה בסופות רוח, כפי שנצפה, לראשונה בקנה מידה נרחב, באביב 2020 (גיל סיאקי וגלעד מסטאי, מידע אישי). נוסף על סיכונים טבעיים, פעולות מעשה ידי-אדם כבר פוגעות באוכלוסיות רגישות: חלקות רבות של דולב מזרחי נפגעו עקב יובש כפוי של הנחלים כזיב ובצת, כולל תמותה ועקה מתמשכת (Bachar et al., 2020).

מאמר זה הציג לראשונה את התפרוסת המרחבית של גובה היערות בישראל, תוך שימוש בכלים מתקדמים, ואת העצים הגבוהים ביותר, בהקשר של התנאים המקומיים וביחס למגמות האקו-פיזיולוגיות ביערות העולם. בין הממצאים העיקריים ניתן למנות:

1. כצפוי מאקלימה היובשני של הארץ, יערות ועצים גבוהים הם נדירים יחסית.

