

ניטור ארוך טווח של אלונים ברמת הנדיב – דו"ח סיכום תקופה 2013-2021*

*דו"ח זה מהווה המשך לדו"ח סיכום תקופה 2009-2015

יעל נבון¹, ליאת הדר¹, ז'וזה גרינצוויג²

¹ רמת הנדיב, ² האוניברסיטה העברית בירושלים



אוקטובר 2022

תקציר מסקנות עיקריות

ממצאי 12 שנות ניטור של אוכלוסיית האלון מצוי ברמת הנדיב מראים :

- האלון המצוי רגיש ליובש ומגיב לאירועי בצורת בהתייבשות ובירידה בצפיפות העלווה הירוקה, שיכולים להגיע לכדי תמותה מלאה.
- קיימת פלסטיות בתגובת העצים לתנאי הסביבה, דרך צמצום עלווה בתנאי יובש וצימוח מחודש עם שיפור התנאים.
- פלסטיות זו הינה חלקית, וקיימים ספי עקה שמעבר להם העץ עלול שלא לשרוד לאחר שנת יובש קיצוני.
- נמצא קשר ברור בין כמות המשקעים השנתית לבין אחוז תמותת האלונים, התייבשות העלים וצפיפות העלווה הירוקה מכלל החופה.
- קשר זה מתבטא בעיקר ביחס הלינארי שנמצא לאורך יותר מעשור בין תמותת העצים לכמות המשקעים.
- לאור העובדה שרמת הנדיב נמצאת באזור גבולי מבחינת זמינות המים המינימלית הדרושה לאלון המצוי ולאור תחזיות האקלים לאזורנו, מומלץ להמשיך ולעקוב אחר מצב העצים לפחות בשנים קיצוניות ובמהלך שנים עוקבות של יובש וחום.

מבוא

התייבשות עצים נצפתה באזורים רבים בעולם בעשור האחרון, ויתכן ותופעה זו הינה תוצאה של שינוי אקלים ברמה האזורית והגלובלית (Allen et al. 2015, Hammond & Adams, 2019, Gea-Izquierdo et al. 2021). בין הדיווחים הרבים על התייבשות עצים, ישנם גם כאלה על עצי אלון באגן הים התיכון (Lloret et al. 2004). רצף של שנים שחונות עלול להוביל, גם בישראל, לדלדול מאגרי המים ולהתייבשות עצים. הבצורת של 1998-2000 הביאה להתייבשות לא רק של עצים נטועים בדרום הארץ, אלא גם של עצי חורש באזורים שונים (קק"ל 2002; סבר ונאמן 2008). בכרמל ובגליל התחתון, לדוגמה, התייבשו באותה תקופה 30-50% מעצי אלון מצוי שהיו בחלקות המחקר. תופעת התייבשות עצים בקנה מידה נרחב יותר התרחשה בשנים 2009-2011, בעקבות בצורת מתמשכת (Preisler et al. 2019).

ברמת הנדיב, נמצא האלון המצוי בבית גידול גבולי מבחינת התשתית (קרקע-סלע), לכן גדל רק בשטחים בהם זמינות המים גבוהה יחסית (פרבולוצקי 2001) ולפיכך אינו נפוץ. במהלך רוב השנים האחרונות, בעקבות רצף של שנים בהן ירדו ברמת הנדיב כמויות משקעים ממוצעות או פחות מזה, נצפתה תופעה מדאיגה של התייבשות עצי האלון המצוי. בעונת הגשמים 2013/2014 התרחשה בצורת קיצונית בה ירדו כ- 50% בלבד מכמות הגשם הממוצעת וערכי הטמפרטורה בחורף היו גבוהים יחסית. התייבשות העצים לאחר עונה זו הייתה משמעותית ובאה לידי ביטוי בהתדלדלות העלווה, בירידה בצפיפותה ואף באובדן מוחלט שלה בחלק מהעצים. בעקבות זאת, הוחלט לערוך מעקב רב שנתי אחר מצב העצים אשר החל בשנת 2009 ונמשך עד היום.

מתוצאות הניטור ארוך הטווח של כמעט 12 שנים וממחקרים נוספים שנערכו ברמת הנדיב (Väänänen et al. 2020) נראה, כי תמותת עצי האלון המצוי נובעת משילוב של זמינות מים נמוכה, סבילות נמוכה ליובש קיצוני והיותו עץ גדול יחסית שצורך כמויות מים גדולות.

במקרה של רמת הנדיב, כפארק טבע קולט קהל, מומלץ לבחון את האפשרות להתערבות ממשקית (כדוגמת דילול או רעיה) לשם הקלה על התמודדות העצים עם תנאי יובש ושיפור מצבם החזותי.

מטרת ניטור האלונים

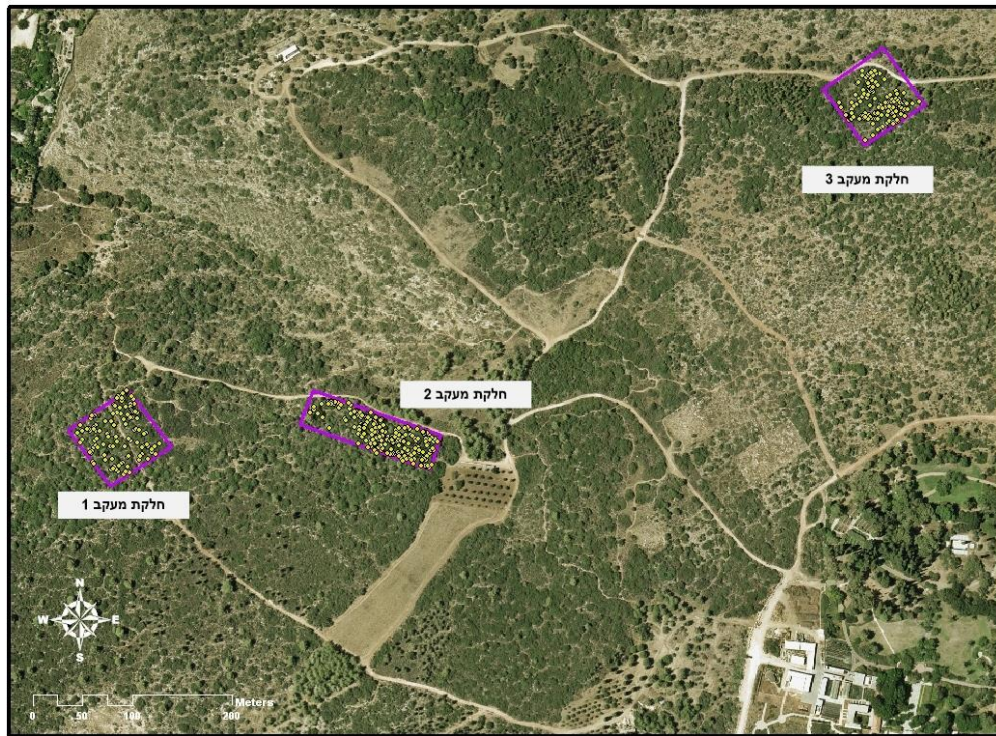
מטרת הניטור היא לעקוב בשיטות חזותיות אחר שינויים במצבם של עצי אלון מצוי ברמת הנדיב בתגובה לשינויי האקלים, הבצורת והתנודות בכמויות המשקעים. הממצאים ישמשו את מנהלי השטח כבסיס לקבלת החלטות לגבי ביצוע התערבויות ממשקיות בחורש האלונים בפארק הטבע לצורך ניהול מיטבי של עומדי האלון המצוי ברמת הנדיב ולהפחתת סיכון לתמותה של העצים בתגובה לשינוי האקלים.

שיטות

לניטור נבחרו שלוש חלקות בהן יש עומדים צפופים של אלון מצוי. חלקות 1 ו-2 נמצאות בצפון מערב הפארק ואין בהן רעיה, ואילו חלקה 3 נמצאת בצפון הפארק והיא תחת רעית בקר (תמונה 1). המעקב אחר מצב העצים נערך כסקר קרקעי, תוך אפיון ויזואלי של מדדים עיקריים - צפיפות עלווה ירוקה ואחוז עלים יבשים, אחוז כיסוי מטפסים, נוכחות בלוטים, התחדשות וגטיביית ולאחרונה גם התחדשות מזרעים.

עד היום התבצע הניטור ב-10 תקופות במהלך 11 שנים בין 2009-2021. ברוב השנים, הניטור נערך בסוף העונה היבשה, אך ב-2010 ו-2011 נערך ניטור גם באביב ובקיץ. בכל השנים (פרט ל-2015, בה לא נערך ניטור) נעשה מאמץ לאתר את כל עצי המטרה בחלקות המעקב. ב-2013, כאשר בוצע סימון חדש של העצים אחרי שנתיים של הפסקת הניטור, נמצאו רק חלק מהעצים המקוריים בחלקות 1 ו-2, כאשר בחלקה 3 הופסק המעקב לחלוטין. לכן, ירד מאוד גודל המדגם. ב-2015, בשל החלטה על צמצום מספר ימי הסקר, נטר מדגם של כמחצית מהעצים שסומנו במקור ב-2009. מאז ועד לניטור האחרון שנערך בסתיו 2021, הוצאו עצים נוספים – חלקם לא נמצאו בגלל העלייה בצפיפות סבך הצמחייה המלווה ולגבי אחרים הוחלט לא להמשיך את המעקב בשל מצבם הגרוע (תמותה והתפרקות/קריסה מוחלטת). דו"ח זה מתייחס בעיקר לשנים 2013-2021, לגביהן קיימים נתונים רציפים, ואינו כולל את חלקה 3.

חלקות מעקב-אלון מצוי



תמונה 1 : חלקות מעקב אלון מצוי ברמת הנדיב

בתחילת המעקב אחר העצים ב- 2009 נמדד גובהו של כל עץ וצוין מספר הגזעים במקרה של רב-גזעיות. במקרה של גזע אחד, נמדד גם הקוטר שלו. עד 2011 נדגמו העצים בצורה קטגורית, כלומר המדדים לקביעת מצב העצים היו סידוריים, למשל בצורה של ציונים (קטגוריות) ולא רציפים. החל מ- 2013 נעשה מעבר לשימוש במדדים רציפים לגבי התכונות בהן ניתן לבצע זאת, כמקובל בשירותי יער במדינות רבות, כדי לאפשר עריכת ניתוח נתונים משמעותי יותר (**טבלה 1**).

מדדי הניטור נבחרו על פי סטנדרטים של ניטור עצים בשווייץ ובקהילה האירופית והאו"ם (CEC-UN/ECE 2009, Dobbertin et al. 1994). צפיפות עלווה ירוקה נקבעה בסקאלה של אחוזים על ידי השוואת הערכת עין של הדוגם למפתח מצולם של עצים בדרגות צפיפות עלווה שונות (רפרנס). אחוז עלים יבשים ואחוז כיסוי מטפסים נקבעו על פי הערכת עין ללא רפרנס. המדדים הרציפים נערכו ברזולוציה של 5%. נוכחות בלוטים על העצים נקבעה על סקאלה סידורית מ- 0 (אין בלוטים) ועד 3 (שופע בלוטים). ב- 2014 אף נרשמה נוכחות של עפצים על ענפים ו/או עלים (נוכח/לא נוכח). כמו-כן, ב- 2013 נרשמו התנאים בהם התנהל הניטור, כולל כיוון ומרחק הדוגם מהעץ והרקע בו נראה העץ מבחינת הדוגם. כל הערכות העין בוצעו על ידי דוגם ראשי קבוע בכל תקופת ניטור.

החל מסתיו 2011 ניתן לעקוב אחר איבוד מוחלט של העלווה, כי רק מאז נרשם, אם העץ איבד את כל עלוותו הירוקה. היות ועצים יכולים להתאושש ולחדש את עלוותם הירוקה, יש לעקוב במשך תקופה

של מספר שנים בהן יש העדר עלווה, עד שניתן יהיה להתייחס אל עץ כעץ מת. כאן נקבע כי עצים שנשארו ללא עלווה ירוקה מ- 2011 ועד 2014, כנראה מתים (חלקם אף התחילו להתמוטט ולהתפרק). רוב ניתוחי הנתונים נעשו ללא העצים המתים כי לא ניתן לדעת את מועדי התמותה. חלק מהניתוחים נעשה רק על עצים חיים כי אין משמעות להכללת עצים מתים בניתוח, למשל לגבי נוכחות בלוטים ועפצים. **ירידה בצפיפות העלווה הירוקה מוגדרת כהתייבשות עצים.**

טבלה 1: מדדים ויזואליים לאורך שנות ניטור האלון המצוי ברמת הנדיב

פרמטר	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
עלים יבשים (קטגוריאלי)	V	V	V									
עלים יבשים (%)				V	V	V	V	V	V	V	V	V
צפיפות עלווה ירוקה (קטגוריאלי)	V	V	V									
צפיפות עלווה ירוקה (%)				V	V	V	V	V	V	V	V	V
כיסוי החופה ע"י מטפסים (קטגוריאלי)	V	V	V									
כיסוי החופה ע"י מטפסים (%)				V	V	V	V	V	V	V	V	V
נוכחות בלוטים (קטגוריאלי)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
התחדשות ReSprouting (קטגוריאלי)	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		

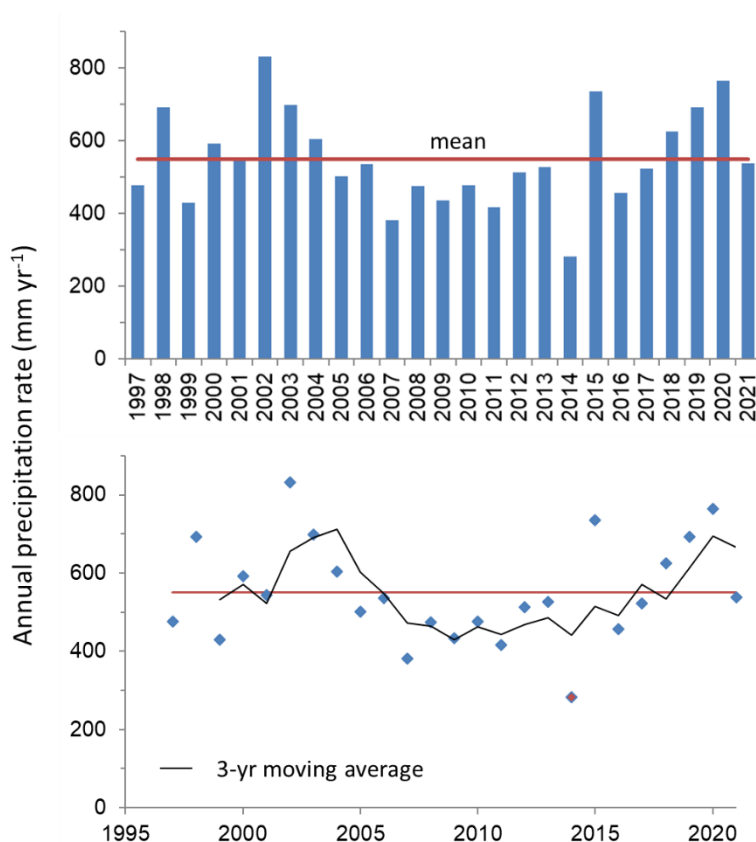
מתחילת הניטור (2009) ועד 2011 העצים נדגמו בצורה קטגוריאלית, כלומר המדדים לקביעת מצב העצים היו סידוריים ולא רציפים (מודגשים בירוק). החל מ- 2013, עבור חלק מהמדדים, נעשה מעבר לשימוש במדדים רציפים (מודגשים בכתום). חלק נשארו קטגוריאליים. ב 2019 התווסף מדד של נוכחות נבטים (טרם בוצע ניתוח לנתוני מדד זה).

תוצאות

הניטור הרב-שנתי של עצים בוגרים של אלון מצוי ברמת הנדיב בעשור האחרון הראה ששיעור תמותת העצים עלה בצורה לינארית עם הירידה בכמות המשקעים. בשנת בצורת חמורה עם כמחצית מממוצע המשקעים הרב-שנתי מתו 9% מעצי האלון, ובשנה לחה מאוד שיעור העצים המתים היה <1%. העצים השורדים הראו פלסטיות רבה בתגובתם לזמינות מים כאשר צפיפות החופה (כמות העלווה בעץ) ירדה בכ-70% מהעצים בשנת בצורת קיצונית ועלתה חזרה ב-70% מהעצים בשנה מרובת גשמים. יתכן והתאמת כמות העלווה לזמינות המים מווסתת על ידי מצב המים בעצים. ראיה לכך היא העובדה שעצים בעלי צפיפות חופה שונה מאוד הראו ערכים דומים מאוד של פוטנציאל מים בכל עונות השנה (Väänänen et al. 2020).

אקלים

האקלים בשנות הניטור מאופיין על ידי התנודות הרגילות לאזור הים תיכוני, אך גם על ידי מספר אירועי קיצון (איור 1).



איור 1 : השתנות כמות המשקעים השנתית ברמת הנדיב בשני העשורים האחרונים

השנים 2009-2011 היו יבשות יחסית, אך לא בצורה קיצונית (80-90% מכמות המשקעים הרב שנתית); השנים 2012 ו-2013 היו ממוצעות מבחינת משקעים, אולם השנתיים שלאחר מכן היו קיצוניות: 2014 הייתה שנת בצורת קיצונית, עם כ-50% בלבד מכמות המשקעים הרב שנתית, בעוד ששנת 2015 הייתה גשומה במיוחד. שנת 2014 הייתה אחת מחמש השנים היבשות ביותר במאה השנים האחרונות (על פי תחנת זיכרון יעקב; נתונים לא מוצגים), ובנוסף, החורף של אותה שנה היה חם יותר בכ-1°C מאשר חורף ממוצע (החורף החם ביותר ב-10 השנים האחרונות). השנים 2016 ו-2017 וכן עונת הגשם 2020/21 היו נמוכות מעט מהממוצע ואילו בשנים 2018-2020 ירדו כמויות גשם גבוהות מהממוצע הרב-שנתי.

המשקעים בשנים שקדמו לתקופת הניטור היו כדלקמן (אחוזים מהממוצע הרב שנתית): 2008 – יבש יחסית (89%), 2007 – בצורת (72%), 2005-2006 – ממוצע או קרוב לממוצע (94-100%), 2000-2004 – מעל הממוצע (102-156%).

מצב העצים

א. השתנות צפיפות העלווה לאורך השנים:

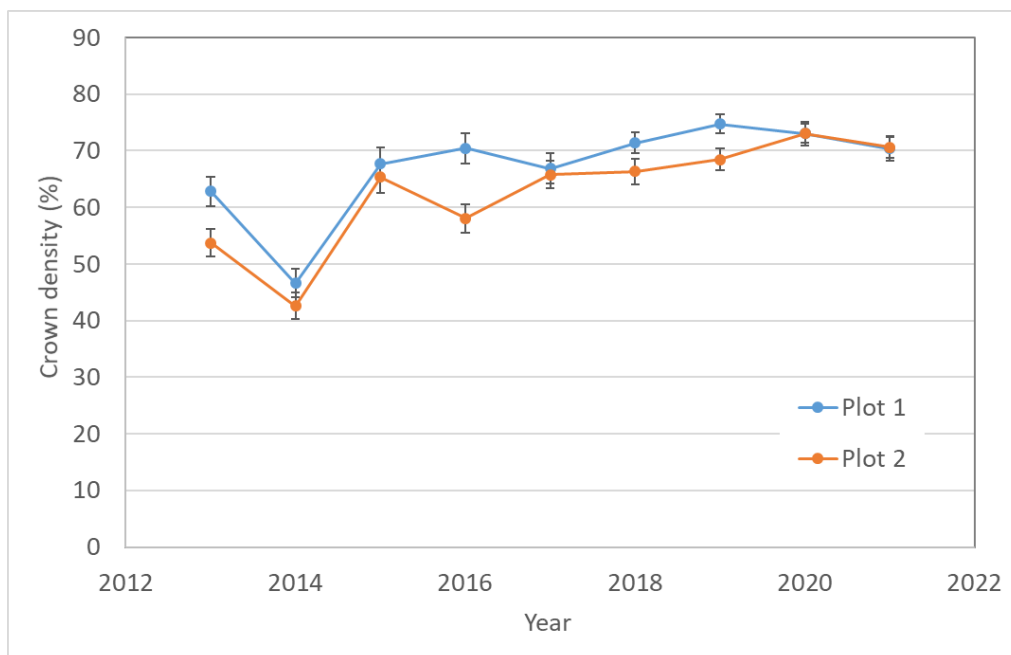
במהלך השנים נצפו שינויים משמעותיים בצפיפות העלווה של העצים בשתי חלקות המעקב (1 ו-2, **איור 2**). צפיפות העלווה הממוצעת של העצים בשתי החלקות בסתיו שלאחר עונת הגשמים 2013/2014 הייתה נמוכה באופן ניכר בהשוואה לצפיפות בכל שנות הניטור והגיעה לערכים של כ-45% בלבד. שנה לאחר מכן, בסתיו שלאחר עונת הגשמים 2014/2015, עלתה צפיפות העלווה הממוצעת של העצים בשתי החלקות והגיעה ל-70% בקירוב.

בשנים הבאות, צפיפות העלווה הממוצעת של העצים בחלקה מספר 1 עלתה בהדרגה במהלך השנים 2017-2019, במקביל לעלייה ההדרגתית בכמויות הגשם (מעל הממוצע הרב שנתי בשנים אלה) אך ירדה מעט לאחר עונת הגשמים 2019/2020, למרות שכמות הגשם הממוצעת בעונת גשמים זו הייתה גבוהה מהממוצע הרב שנתי (קרוב ל-800 מ"מ גשם). בחלקה מספר 2, לעומת זאת, ירדה צפיפות העלווה הממוצעת של העצים ל-50% בסתיו שלאחר עונת הגשמים 2015/2016, ועלתה חזרה לסביבות 70% בשנה שלאחר מכן. בשנים הבאות עלתה צפיפות העלווה הממוצעת בחלקה באופן הדרגתי, במקביל לעלייה ההדרגתית בכמות המשקעים הממוצעת. בשתי החלקות נצפתה ירידה בצפיפות העלווה הממוצעת לערך של 70% לאחר עונת הגשמים האחרונה (2020/2021), בה כמות המשקעים הייתה נמוכה מעט מהממוצע הרב שנתי.

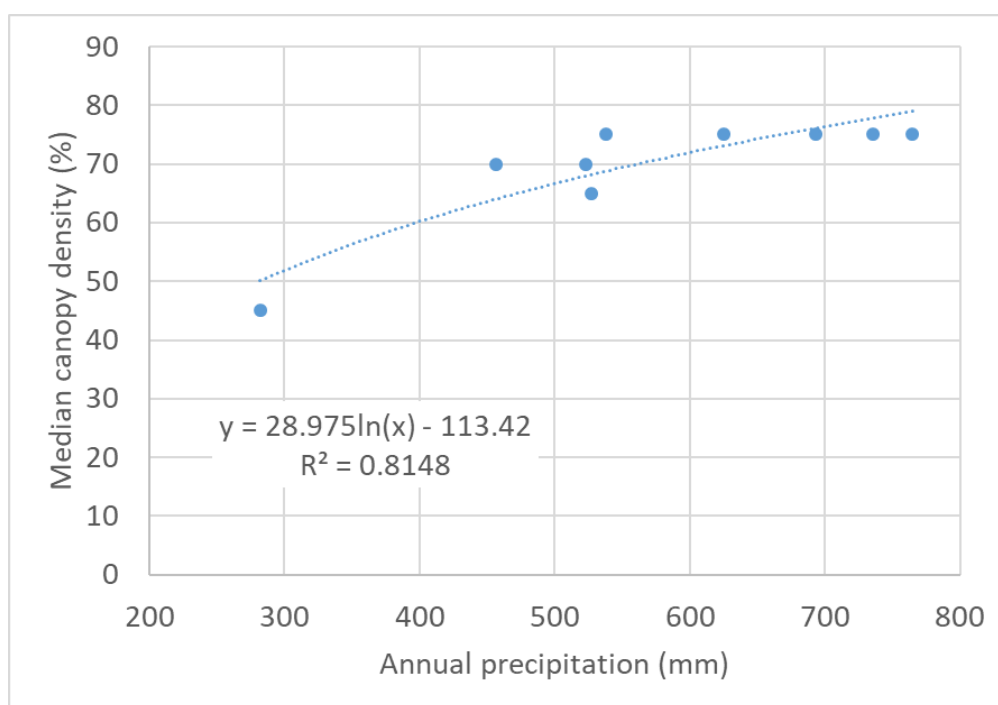
ב. השתנות צפיפות העלווה עם כמות המשקעים

בכמויות נמוכות מאוד של גשם, נראה כי צפיפות העלווה של עצי האלון המצוי יורדת באופן משמעותי (**איור 3**). מכמויות משקעים של כ-450 מ"מ ואילך, יש עליה קלה בערכי החציון עד לערך די קבוע, של צפיפות עלווה בסביבות 75%. מגמה זו התקבלה באופן דומה לגבי כל אחת משתי חלקות המעקב (נתונים לא מוצגים), כלומר – נראה כי **אין הבדל ברגישות העצים ליובש בין שתי החלקות, וכי לכמות הגשם השפעה ברורה על צפיפות העלווה של העצים, כאשר היא נמוכה מתחת לערך סף מסוים.**



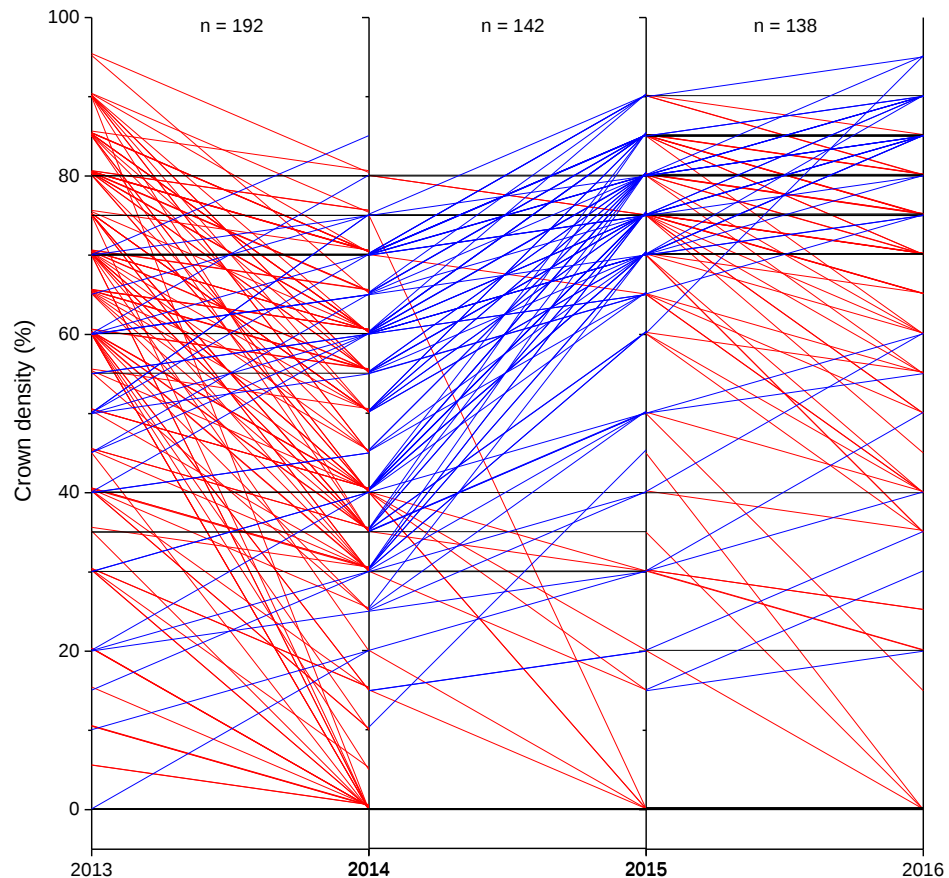


איור 2: השתנות אחוז צפיפות העלווה (ממוצע שנתי) של עצי אלון מצוי ברמת הנדיב (חלקות 1 ו-2) לאורך שנות המעקב



איור 3: הקשר בין חציון צפיפות החופה של העצים לכמות הגשמים השנתית בשתי חלקות המעקב יחד (2013-2021)

צפיפות העלווה הירוקה השתנתה משמעותית במיוחד בין השנים 2013 ל- 2016 (איור 4), במהלכן היו הבדלים גבוהים באופן חריג בכמויות המשקעים בין שנים עוקבות: בעקבות החורף היבש מאוד של 2013/2014, 72% מבין כל העצים שנדגמו בשתי החלקות הראו ירידה בצפיפות העלווה; 73% הראו התאוששות ועליה בצפיפות העלווה אחרי החורף הלח מאוד של 2014/2015; בעונת הגשמים 2015/2016, בה כמות המשקעים הייתה קרובה למוצק הרב שנתי, ב-42% מהעצים נצפתה ירידה בצפיפות החופה וב-26% נצפתה עלייה.



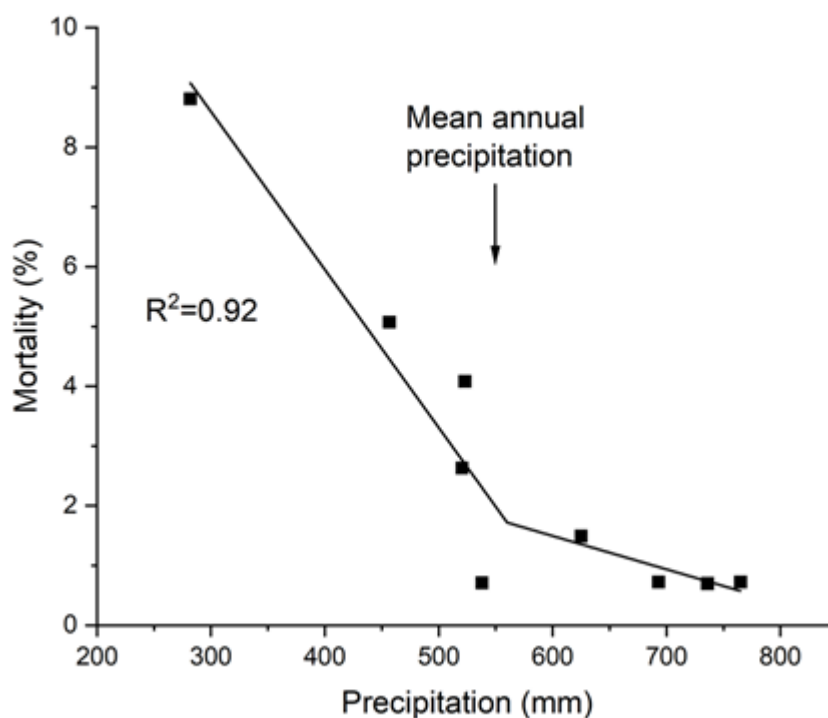
איור 4: השתנות צפיפות חופת עצי האלון המצוי (בשתי חלקות המחקר יחד*) בשנים 2013-2016

כל קו באיור מייצג את השתנות צפיפות החופה של עץ בודד בין שתי שנים עוקבות, כאשר קו אדום מסמל ירידה בצפיפות, קו כחול מסמל עליה וקו שחור מסמל העדר שינוי בין השנים. הניתוח זה בוצע רק לטווח השנים המצוינות לעיל, בהן נמדדו הבדלים גדולים באופן חריג בכמויות המשקעים בין שנים עוקבות.

*עם השנים, מתו/נעלמו עצים (והוצאו מן המדגם) ולכן יש ירידה ב-n.

תמותת עצים

שיעור התמותה של העצים יורד בצורה לינארית, עם העליה בכמות המשקעים השנתית הממוצעת (**איור 5**). **92 אחוזים מהשונות בשיעור התמותה מוסברים ע"י כמות המשקעים השנתית**. ניתן לראות כי בשנה יבשה מאוד (כ- 300 מ"מ גשם) מתו תשעה אחוזים מהעצים, לעומת שנים לחות מאוד (700-800 מ"מ גשם), בהן שיעור התמותה של העצים היה אחוז אחד בלבד.



איור 5: הקשר בין שיעור התמותה השנתי* לכמות הגשמים השנתית בשתי חלקות המעקב יחד (2013-2021)

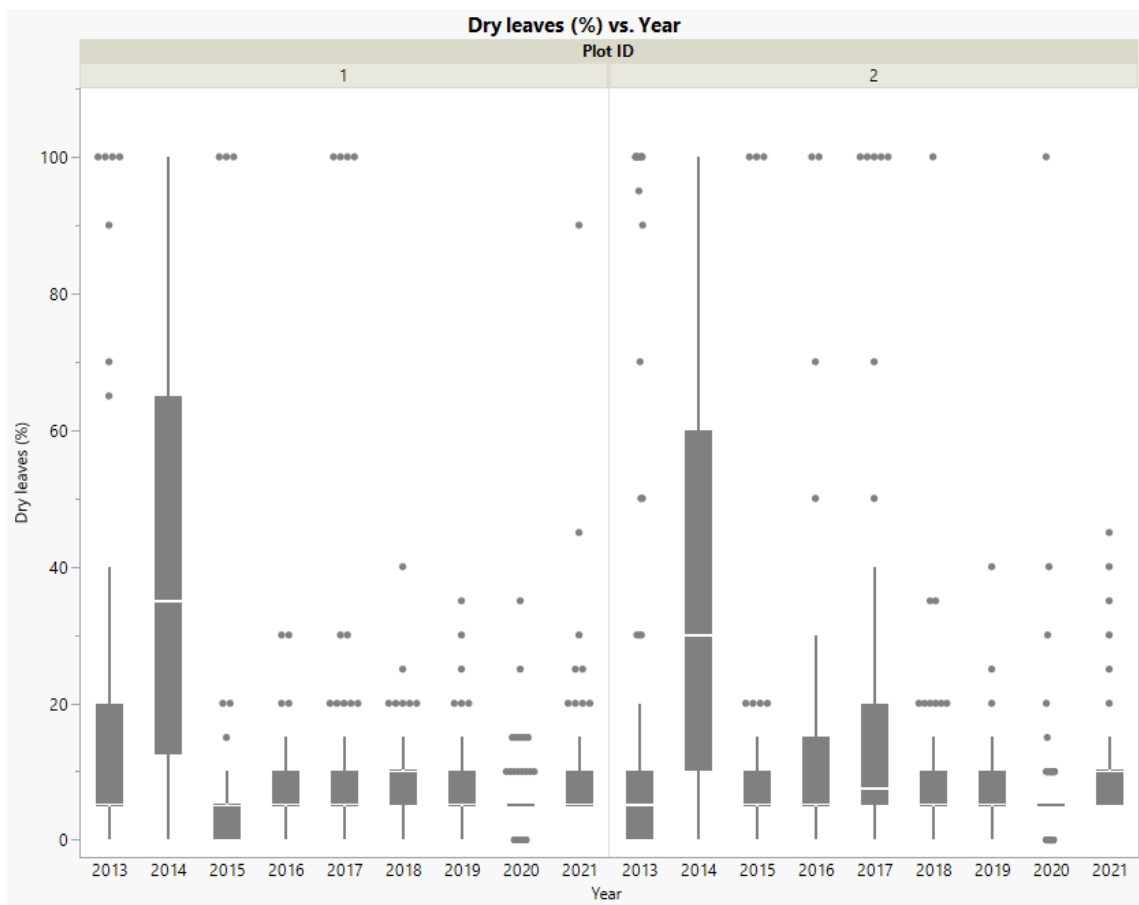
*שיעור התמותה חושב באופן הבא: בכל פעם נלקחו בחשבון עצים שהיו בסקר בשנתיים עוקבות, וחושב כמה מהם מתו בשנה השנייה וגם לא הראו לבלוב בהמשך הניטור (או קרסו ו"נעלמו" תחת מטפסים). למשל – בעונת הגשמים 2013/2014, בה הייתה כמות משקעים נמוכה באופן חריג, נכללו בחישוב אותם עצים שב-2013 היו חיים, וב-2014 היו מתים ולא התאוששו בשנים הבאות.

מאז סתיו 2013 ועד סתיו 2021 מתו בסך הכל 45 עצים מתוך העצים הכלולים במדגם, מתוך 222 עצים שהיו חיים בסתיו 2011.

עלים יבשים

התפלגות אחוז העלים היבשים בחופת העץ בשתי חלקות המעקב לאורך השנים מוצגת ב**איור 6**. החציון מייצג את מצבו של העץ הממוצע מכלל העצים הנדגמים. אחוז העלים היבשים מכלל העלווה לאורך שנות המעקב הוא 10% או פחות בכל השנים, בשתי החלקות, למעט שנת 2014. בשנה זו, לאחר עונת הגשמים היבשה 2013/2014, על עצים רבים הופיעו עלים יבשים ולפיכך עלה אחוז העלים היבשים

בצורה משמעותית והגיע ל- 30-35%. בשנה זו, צפיפות העלווה הירוקה (**איור 2**) הייתה נמוכה באופן ניכר ולמעשה ניתן היה לראות בבירור את העלים היבשים, שעדיין נותרו על העץ בעת ביצוע הסקר. יחד עם זאת, אחוז עלים יבשים לא היה קשור באופן הדוק לצפיפות עלווה ירוקה; טיב ההתאמה (r^2) של הקשר הליניארי השלילי בין אחוז עלים יבשים לצפיפות עלווה ירוקה נע בין 0.14 ב- 2015 ל- 0.40 בין 2013 (תוצאות לא מוצגות). מדד אחוז העלים היבשים הוא מדד שנוטר מתחילת הסקר, אך למעשה זהו מדד מעט בעייתי שלא אומר הרבה, מפני שהוא תלוי בתזמון של נשירת העלים היבשים האלה. המדד היה משמעותי בשנת הבצורת הקיצונית בה הרבה עצים יבשו עלים כדי לצמצם את השטח המאדה. כיסוי עלים יבשים נמדד גם על עצים מתים, אבל גם בהם העלים נושרים בסופו של דבר.



איור 6 : התפלגות אחוז העלים היבשים בחופת העץ בשתי חלקות המעקב לאורך השנים

המלבן האפור כולל את הנתונים של שני הרבעים האמצעיים בהתפלגות הנתונים, כאשר הקו הלבן מציין את החציון.

סיכום

מהניטור שנערך עד כה (12 שנים) ומניתוח התוצאות, נראה כי מתקבלת תמונה טובה על מצב האלוניס ותגובתם לתנאי האקלים. במהלך כמה עונות ניטור שוכללו המדדים, סומנו באופן ברור כ- 240 העצים שנשארו במדגם ומאמץ הדיגום הכולל הנדרש לביצוע הניטור, ירד. הזנת הנתונים מתבצעת ישירות לאפליקציה ייעודית והנתונים (כולל כל נתוני הסקרים הקודמים) עוברים אוטומטית לדשבורד האלוניס ונגישים לצפייה (קישור [לדשבורד אלוניס](#)).

כפי שעולה מממצאי ניטור האלוניס ברמת הנדיב, נראה כי עצי האלון המצוי אכן רגישים לשינויים בכמות המשקעים (יובש), ובמיוחד לאירוע של בצורת קיצונית, ומגיבים, באופן הניכר לעין, בהתייבשות ובירידה בצפיפות העלווה הירוקה. הניטור ב- 2013 התקיים לקראת סוף עונה ארוכה ללא גשם (אירוע הגשם הראשון מעל 5 מ"מ התרחש ב- 5 לדצמבר 2013) ולאחר רצף של מספר שנים בהן ירדו כמויות גשמים ממוצעות או מתחת לממוצע. בעקבות כך הראו עצי אלון רבים סימני עקה, ורק מעטים היו העצים בעלי חופה מלאה וללא עלים יבשים. אירוע הקיצון של שנת 2014 (חורף יבש וחם) החמיר עוד את מצבם של רוב העצים ובסוף העונה היבשה איבדו חלק מהם את כל העלווה הירוקה שלהם והכיסוי היחסי של עלים יבשים עלה. בסוף העונה היבשה של 2015, לאחר חורף עם גשמים רבים, התאוששו מרבית העצים, צפיפות החופה עלתה והכיסוי היחסי של עלים יבשים ירד (הן בגלל נשירת עלים יבשים והן בעקבות צימוח עלים ירוקים). צמצום עלווה מאדה מים בתנאי יובש וצימוח חדש של העלווה עם שיפור התנאים, מצביעים על פלסטיות בתגובת עצים לתנאי הסביבה (Bréda et al. 2006). אולם, חוסר ההתאוששות של אותם עצים שאיבדו את כל עלוותם בעקבות שנת היובש הקיצונית מרמז על כך שהפלסטיות הינה חלקית וכי קיימים ספים של עקה שמעבר להם העץ עלול שלא לשרוד (Allen et al. 2015). כמות המשקעים שירדה בעונת הגשם 2013/2014 – 282 מ"מ בלבד, היא נתון קיצוני וחריג. אף אחד מהעצים שמתו בעקבות עונה זו לא התאושש. אולם, מהנתונים המצויים בידנו, לא ניתן לדעת את ערך הסף עצמו במערכת שלנו.

במבט על כל שנות הניטור נראה כי קיים קשר ברור בין כמות המשקעים השנתית לבין תמותת עצים, התייבשות עלים וצפיפות העלווה הירוקה מכלל החופה. הקשר בולט בעיקר בין תמותת העצים לכמות המשקעים, קשר לינארי כפי שהתקבל לאחר יותר מעשר שנות ניטור במהלכן היו עונות גשם בהן ירדו כמויות גשמים קיצוניות לשני הכיוונים. המדדים הוויזואליים שנבחרו להמשך הניטור מבטאים יפה את מצב העצים, במידה ונערך מעקב ארוך טווח והנתונים נאספים באופן רציף המשקף את השינויים בכמויות הגשם לאורך השנים.

לאור העובדה שרמת הנדיב הינה אזור גבולי מבחינת זמינות המים המינימלית הדרושה לאלון מצוי ולאור המשך תהליכי שינוי האקלים שעלולים להביא להתייבשות ולתמותת עצי אלון, מומלץ להמשיך ולעקוב אחר מצבם של העצים בשנים קיצוניות ובמהלך שנים עוקבות של יובש וחום.

עומדי האלון המצוי ברמת הנדיב הינם משאב חשוב ומהווים בית גידול ייחודי בנוף הפארק. העומדים שונים זה מזה באופיים בשל תנאי השטח והיסטורית הממשק בהם. בחלקה מס' 1 הייתה בעבר רעייה (בקר), אשר הופסקה לפני שנים רבות. כתוצאה מכך, נראה שחלה עלייה משמעותית בכיסוי צומח תת

היער (בעיקר לוטם שער, לוטם מרווני, אשחר ארץ ישראלי, קידה שעירה). הכיסוי אמנם לא נמדד באופן כמותי אולם ניכר כי התפתח עם השנים כך שהחלקה הולכת ונעשית סבוכה ובעלת עבירות נמוכה. בחלקה מס' 2 צפיפות העצים גבוהה יותר, עצים רבים מגיעים לגובה רב וכמות צומח תת היער נמוכה יותר, אם כי גם בחלקה זו הצמחייה סבוכה מאוד. בשתי החלקות כיסוי גבוה של מטפסים, במיוחד על עצים שמצבם לא טוב ועל עצים מתים המצויים בשטח. מלבד היובש, יתכן ועומס צמחים מטפסים מכביד על העצים, בשל תחרות על כמות המים הזמינים. חלק מהעצים המתים נמצאים במצב מפורק במידה כזו או אחרת, הגזע והענפים קרסו על האדמה וסבך המטפסים עליהם מכסה הכל כמעט כליל. נראה שמתקיימת תחרות על משאבי בית הגידול, המקשה על עצי האלון, במקביל להשפעת תנאי האקלים על מצבם. דניאל בשן ואבי בר מסדה בחנו לפני מספר שנים את גורמי התמותה של האלון המצוי ברמת הנדיב והמליצו על התערבות ממשקית מותאמת, של דילול ורעיה, במידה ורוצים להקל על העצים ולשפר את עמידותם. החוקרים מצאו כי גובה, אחוזי כיסוי מעוצה (משולבים כל אחד באינטראקציה עם תחרות תוך מינית) וצפיפות אלונים ליחידת שטח מהווים את הגורמים העיקריים המסבירים והחוזים את תמותת האלונים ברמת הנדיב. עוד נמצא כי עצי אלון צעירים ונמוכים מושפעים יותר מתנאי התחרות (Bashan and Bar Massada, 2017).

המלצות להמשך

הנתונים שנאספו עד כה יכולים לתמוך בקבלת החלטות לגבי ממשק הפארק ונראה שכדאי לשקול התערבות ממשקית בחלק מהעצים, לשם הקלה על התמודדותם עם תנאי יובש ושיפור מצבם החזותי. יש לקחת בחשבון שיקולים של נגישות ושימושיות לציבור, נראות (עצים יבשים), סכנת שריפות (הצטברות של צמחיית תת יער, עצים מתים ו/או גזעים וענפים מתפרקים המהווים חומר דלק), תפקוד כבית גידול לבע"ח אוהבי סבך וכדומה.

יש לציין כי הממשק אינו חייב להיות מיושם בחלקה כולה וכן ניתן לשלב שיטות ממשק שונות. לדוגמא, הסרת עודף מטפסים וצמחיית תת יער מעצים יפים ובריאים, כך "לחשוף" את יופיו של העץ וליצור מרחב מוצל ונעים למנוחה, לצד שיפור מצבו דרך הקטנת התחרות. אפשר לבחור כמה עצים הממוקמים לצד הדרך ולטפל בהם, ו/או להכשיר שביל צדדי שיוביל אל עצים כאלה וכך לייצר קרחת יער קטנה ופינה נוספת לשקט, ואפשר גם לפתח תחנה של חוויית ביקור בסבך. זו יכולה להיות גם הזדמנות להנגשת נושא שינויי האקלים לציבור, שיתוף לגבי ניטור האלונים ומחקרים נוספים ועוד. באזורים סבוכים במיוחד בהם ריכוז גבוה של עצים מתים, יבשים ומתפרקים המכוסים במטפסים, שהנראות שלהם פחות אטרקטיבית לעין והם מהווים סכנה לשריפה (בעיקר בחלקה 2 במדרון שבין השביל הירוק לדרך הכורכר, סמוך ממש לדרך), כדאי לפנות החוצה מהחלקה את הענפים היבשים ולהכניס רעית בקר, לדוגמא, כדי לפתוח קצת את השטח ולעודד צמחייה עשבונית. באזורי שוליים אחרים, ניתן להכניס רעיית עיזים, היכן שצפוף מאוד ניתן לדלל עצי אלון שמצבם לא טוב וכדומה. הנ"ל – דוגמאות והצעות בלבד, כמובן שיש לשקול אם בכלל והיכן בדיוק לבצע התערבות כזו או אחרת, תוך שקלול עלויות ותועלות ובהתאם למטרות.

לקביעת אופי ומידת ההתערבות הממשקית מומלץ לערוך סיור ייעודי בחלקות המעקב.

להמשך הניטור :

1. להמשיך לעקוב באופן מסודר ורציף אחר העצים ולאסוף נתונים, כפי שנעשה עד כה. ניטור האלונים הוא דוגמה לניטור ארוך טווח אמיתי ויש לכך חשיבות רבה. יש לקחת בחשבון שמספר העצים ילך ויפחת עקב תמותה המתרחשת במידה מסוימת גם בשנים גשומות ועקב סגירת החורש ההולכת ועולה עם השנים, המקשה על מציאת עצי המדגם.
2. באופן חד פעמי, במועד הדיגום הבא, כדאי לעדכן ולהשלים מדדים בסיסיים על כל עץ – גובה עץ וקוטר חופה. פה ושם חסרים נתונים ו/או השתנו מאז נמדדו בראשית הניטור (ע"י חוסיין וצוות הפארק) מדדים אלה יסייעו להבין, אם מצב העץ נמצא בקשר עם ממדי העץ.
3. לשלב בניטור גישות של חישה מרחוק, באורכי גל שונים מהאור הנראה (למשל NIR) שיכולות להוסיף מידע על מצב המים בעץ ולהוות מערכת התראה מוקדמת לזיהוי סימני התייבשות עוד לפני שניתן להבחין בהם בעין רגילה ובאור הנראה.
4. ניטור בלוטים – למרות שהמשתנה נמדד בכל השנים, ניתוח החומר לא טופל לעומק ודורש חשיבה נוספת על המשתנה המשמעותי ועל הקשר בין שפע וגודל הבלוטים וגורמי סביבה וגורמים פנימיים של העץ (מומלץ לערוך סקירת ספרות בנושא). נוכחות בלוטים היא מדד חשוב, לא רק להערכת מצב העצים, אלא לקביעת פוטנציאל הרבייה של האלון המצוי בפארק. בקליפורניה נערך סקר רב-שנתי של כמות הבלוטים במיני אלון באתרים רבים במדינה (Koenig and Knops, 2013) ומומלץ להתאים את המדד ואופן הניטור לזה המקובל שם.

רשימת ספרות

- סבר נ. ונאמן ג. 2008. התייבשות והתאוששות של עצי אלון מצוי בישראל לאחר רצף של שנות בצורת. יער 10, 10-16.
- פרבולוצקי א. 2001. פארק רמת-הנדיב – "כרטיס ביקור" אקולוגי. אקולוגיה וסביבה 3-4 : 141-143.
- קק"ל. 2002. דו"ח נזקי בצורת ביערות במרחב דרום.

Allen CD, Breshears DD, McDowell NG. 2015. On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere* 6: 129.

Bashan, D., & Bar-Massada, A. (2017). Regeneration dynamics of woody vegetation in a Mediterranean landscape under different disturbance-based management treatments. *Applied Vegetation Science*, 20(1), 106-114.

Bréda N, Huc R, Granier A, Dreyer E. 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science* 63: 625-644.

CEC-UN/ECE. 1994. Mediterranean Forest Trees. A Guide for Crown Assessment. Commission of the European Communities and United Nations Economic Commission for Europe. Mediterranean Experts Working Group. Brussels, Geneva.

Dobbertin M, Hug C, Schwyzer A. 2009. Aufnahmeanleitung für die Sanasilva-Inventur und Kronenansprachen auf den LWF – Flächen. V7.2-09. Swiss Federal Research Institute WSL. Birmensdorf, Switzerland. 57 p. (in German).

Gea-Izquierdo, G., Aranda, I., Cañellas, I., Dorado-Liñán, I., Olano, J. M., & Martin-Benito, D. 2021. Contrasting species decline but high sensitivity to increasing water stress on a mixed pine–oak ecotone. *Journal of Ecology*, 109(1), 109-124.

Griffin JR. 1971. Oak regeneration in the Upper Carmel Valley, California. *Ecology* 52: 862-868.

Hammond, W. M., & Adams, H. D. (2019). Dying on time: traits influencing the dynamics of tree mortality risk from drought. *Tree Physiology*, 39(6), 906-909.

Lloret F, Siscart D, Dalmases C. 2004. Canopy recovery after drought dieback in holm-oak Mediterranean forests of Catalonia (NE Spain). *Global Change Biology* 10: 2092-2099.

Koenig WD, Knops JMH. 2013. Large-scale spatial synchrony and cross-synchrony in acorn production by two California oaks. *Ecology* 94: 83-93.

Preisler Y, Tatarinov F, Grünzweig JM, Bert D, Ogée J, Wingate L, Rotenberg E, Rohatyn S, Herr N, Moshe I, Klein T, 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: 901-912

Väänänen, P. J., Osem, Y., Cohen, S., & Grünzweig, J. M. (2020). Differential drought resistance strategies of co-existing woodland species enduring the long rainless Eastern Mediterranean summer. *Tree Physiology*, 40(3), 305-320.