



אוכלוסיית עצי שקד בשטחי הבור ושיקומם – גן לאומי ציפורי כדוגמה

איתי גוירצמן¹ | מיכאל מניס¹ | אסלן חורש² | שאול בן יהודה³ | רונזה אמרה⁴
עומר גולן⁵ | צביקה מנדל⁶ *

- 1 מושב ציפורי
 - 2 עמותת האילנאים
 - 3 מרכז חקלאי העמק, מגדל העמק
 - 4 המחלקה להנדסת הצומח, תחום משאבי הסביבה, שה"מ, משרד החקלאות וכיתוח הכפר
 - 5 אגף הייעור, קק"ל
 - 6 המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני
- * zmendel@volcani.agri.gov.il

תקציר

השנים האחרונות בחודשים אוקטובר ונובמבר פחתה באופן קיצוני, וטמפרטורת המינימום בשנה בחודשים הללו עלתה באופן ניכר. שינויים בחודשים הללו משקפים את התארכות הקיץ, ויש להם השפעה שלילית על העצים. סביר שבחלק מעצי השקד, בעיקר מבין הקשישים שבהם, מערכת השורשים נפגעה כבר באופן כה קשה, ואינה בת-שיקום. לעומתם, במצבם של העצים הבוגרים, שהאיום של גורמים ביוטיים עיקריים הוסר מהם, לפחות באופן זמני, ניכר שיפור מסוים. הממצאים עשויים להנחות מתווים דומים של ניסיונות לשיקום עצי שקד במקומות נוספים, שקיימות בהם תופעות כמו בציפורי.

מטרת המחקר היא להעריך את קבוצות הגורמים הפוגעים בבריאות עצי השקד בשטחי הבור סמוך ליישוב ציפורי, ולהציע דרכי פעולה לשיפור מצב העצים, שרבים מהם במצב חמור, ואחרים כבר התנוונו ומתו. העצים חולקו לשלוש קבוצות גיל – צעירים, בוגרים וקשישים. קביעת קבוצות הגיל הסתמכה על ההבדלים בקוטר הגזעים ובמצבם הפיזי. נמצאו הבדלים ברורים בבריאות המוערכת ובבריאות המחושבת בין קבוצות הגיל, שנקבעה על סמך מצב בריאות צוואר השורש, הימצאות גופי פרי של פטריות וריקבונות. מצב הבריאות היה חמור בעיקר בעצים הקשישים. מבין הגורמים הביוטיים, נראה שהפעילות המרבית היא של קפנודיס אפל. לא ניכרה פעילות של מיקרואורגניזמים פתוגניים. נרשמה פעילות מצטברת קשה של חיפושיות נוברות עץ בעצים הקשישים. בעת הסקר נמצא כי הפעילות העכשווית של הנוברים הייתה מעטה בכל קבוצות הגיל. בריאותם של עצים בוגרים שטופלו בשילוב של גיזום וריסוס השתפרה מעט. ציון בריאותם הממוצע של עצים קשישים שטופלו ושלא טופלו – הורע. סביר להניח שלשינוי האקלים יש השפעה על כך. למשל, כמות המשקעים הממוצעת בציפורי בארבע

מילות מפתח

בריאות עצים, נוברי עץ, קפנודיס, שטחים פתוחים, שינוי האקלים

רקע

לעצי שקד מצוי (*Amygdalus communis*) יש חשיבות נופית רבה בשטחים הפתוחים. לדוגמה, פריחתם המרהיבה באזור ציפורי הופכת אותו לאטרקציה תיירותית, המושכת מטיילים רבים שעוברים בו בדרכם על שביל ישראל החוצה את המרחב, בסיוע האופניים שעובר דרך הבוסתנים העתיקים, או בשטח הגן הלאומי ציפורי. השקד הוא חלק בלתי נפרד מנופה של ציפורי, ונוף הבוסתנים אופייני לאזורים רבים בצפון הארץ ובאזור ירושלים. תרומתם של עצי השקד למערכת האקולוגית חשובה ביותר, כיוון שהם משמשים למרעה לדבורים, ענפיהם משמשים מחסה ובית לציפורים, וכירותיהם נאכלים על ידי בעלי חיים ובני אדם. בעצי השקד שוכנים גם מזיקי השקד במטעים (כמו צרעת השקד [*Eurytoma amygdali*]), אך גם אויבים טבעיים של המזיקים.

על רקע תצפיות שהעידו על התדרדרות במצב הבריאות של עצי שקד מצוי הגדלים בר בשטחי הבור במקומות שונים בארץ, התגבשה תוכנית מחקר שהתמקדה בעומדי השקד סביב היישוב ציפורי.

מטרות תוכנית המחקר היו: (א) להציג תמונת מצב של אוכלוסיית עצי השקד במקום; (ב) לברר את הגורמים הביולוגיים המעורבים בהתנוונות העצים; (ג) לבחון אם מהלכים לשיקום והתערבות במערכת יסייעו להגדיל באופן משמעותי את סיכויי הישרדותם ושגשוגם של עצי השקד במרחב הנחקר.

היוזמה לפעילות הייתה של אנשי ציפורי מבין המחברים, וחברו אליהם אנשי הגנת הצומח המתמחים בעצי פרי נשירים משה"מ, מכון וולקני, המדור להגנת היער בקק"ל והשירותים להגנת הצומח. הכוונה הייתה שבסוף התהליך נוכל להציע שיטת ממשק שתאפשר לשקם את אוכלוסיית העצים האלה בשטחים הפתוחים, תוך הבחנה בין מצבי בריאות שונים והאמצעים הנדרשים להינקט בכל מצב. ראוי להדגיש שטרם בוצע מהלך דומה בארץ הבוחן באופן ממוקד את מצב אוכלוסיית עצי השקד בבתי גידול כאלה ואת הניסיון לשקמם.

היבט היסטורי

שקד מצוי (*Amygdalus communis*) מוכר גם בשמות המדעיים *Prunus amygdalus*, *Prunus dulcis* ו-*Amygdalus dulcis*. השקד משתייך לתת-משפחת Prunoideae במשפחת הורדיים (Rosaceae). אלה

המחשיבים את השקד כסוג *Prunus*, מתייחסים אליו כתת-סוג *Amygdalus*. מוצאו של השקד המצוי במזרח הים התיכון, והוא נפוץ מישראל וירדן ועד לדרום טורקיה, שם הוא גדל בר, ונחשב לתת-מין קטן-עלים של שקד מצוי (שקד קטן-עלים). אזור התפוצה הטבעי של השקד הוא, כנראה, מזרח הים התיכון ומערב אסיה. פרי השקד המצוי התרבותי אינו רעיל הודות למוטציה גנטית שכיחה שגורמת להיעדר גליקוזיד אמיגדלין, ופרטים המציגים מוטציה זו גודלו כבר על ידי החקלאים הקדומים (Ladizinsky, 1999). השקד נחשב לאחד מעצי הפרי התרבותיים המוקדמים ביותר (ליפשיץ וביגר, 1998), והוא תורבת במזרח הקרוב כבר בתקופת הברונזה הקדומה (3000–2000 לפני הספירה) (Zohary and Maria, 2000). עם זאת, ממצאים גנטיים מרמזים שטיפוח השקד שגלעיניו אינם מרים החל כבר לפני כ-12,000 שנה (Sánchez-Pérez et al., 2019). שקד מצוי בר מופיע בחבל הים תיכוני בעיקר כפליט תרבות באזורי טרסות נטושות, ולעיתים נדירות הוא מופיע כחלק מהחורש. הוא גדל בגליל, בכרמל, בשומרון וביהודה. גילם של עצי שקד מגיע לעשרות שנים. לעיתים עץ שקד שנראה כמת, יכול ללבלב מחדש משורשיו הפריפריאליים (אורי פרגמן-ספיר, מידע אישי).

הדרישה לפרי העץ והעובדה שקל להעביר את הפרי תוך שמירה על חיוניותו, המריצו את התפשטות העץ (Rieger, 2006; Zohary et al., 2012). ההתחדשות הטבעית השכיחה מזרעים הגבירה את השונות הגנטית של השקד. לשקד שורשים עמוקים, והוא נחשב עמיד ליובש (Gerbi et al., 2021). עם זאת, לשינוי האקלים ולהתחממות המשמעותית בעשורים האחרונים יש ודאי השפעה שלילית על הישרדות העצים, בעיקר בשטחי בור שאינם מושקים. קשה להבחין כיום בארץ בין עצי שקד שזרעם מר והם פליטי תרבות, לבין פרטים שהם בני-כלאיים של שקד הבר עם השקד התרבותי (דנין ופרגמן-ספיר, 2016).

האיומים הביולוגיים על עצי השקד בשטחי הפתוחים

המזיקים הקשים המאיימים על הישרדות עצי השקד בשטחי הבר הם ברובם חיפושיות נוברות עץ: שני מיני ברקניות (Buprestidae), קפנודיס אפל (*Capnodis tenebrionis*) וקפנודיס השקד (*C. carbonaria*), חיפושית הקליפה של השקד (*Scolytus amygdali*) ומינים שונים של יקרניות (Cerambycidae), לרוב יקרנית השקד (*Cerambyx dux*) (Mendel et al., 1998; Ben-Yehuda et al., 2000). מיני חיפושיות אלה מעצימים את פעילותם על רקע הרעת משטר המים (Mendel et al., 1998). מיני הקפנודיס תועדו כאיום מרכזי של מטעי השקד

רבים. התצפיות שביצענו בשטח בתחילת המחקר העידו שרבים מהעצים הקשישים נפגעו ממספר מזיקים אלימים, ומעל ל-50% מכלל מהעצים הקשישים מתו לא מכבר.

שיטות

בחירת שטח המחקר

המחקר התבצע בשנים 2019–2022. כיוון שלא ברור מי הם המזיקים הפוגעים בפרטים הבוגרים והקשישים באוכלוסיית עצי השקד בציפורי, התבצעו סיורי הכנה בשטח שהמחקר מיועד להתמקד בו כדי להעריך את קבוצות הגורמים שעלולים לפגוע בבריאות העצים, ולהציע דרכי פעולה. לדוגמה, בעצים הפגועים נמצאה פעילות חוזרת של חיפושיות מכמה משפחות של ברקניות, יקרוניות, חיפושיות קליפה וזבליות. הפרטים נלקחו להגדרה. בשלב זה הועלתה האפשרות שנוכחות הנזרים האלה היא סימן למצבם הקשה של העצים, ולא בהכרח הגורם הישיר או העיקרי שהביא להתדרדרות בבריאותם.

סדר הפעולות שהתבצעו

תחילה מופה השטח כדי לאפיין את מבנה הגילים של אוכלוסיית עצי השקד באזור. גודלו של השטח הוא כ-50 דונם, וגדלים בו כ-250 עצי שקד. כל עץ שנדגם סומן באמצעות ברקוד. פעולה זו אפשרה מעקב הדוק אחר נתוני המיפוי וקביעת הטיפולים, ובהמשך אחר נתוני בריאות העצים וניטור הפגעים במהלך המחקר. עם תחילת ניטור חיוניות העצים נקבע מדד הבריאות של העצים על פי מאפיינים שיפורטו בהמשך. במקביל התבצע זיהוי של הגורמים הפוגעים בעצים, ובכלל זה הגדרה טקסונומית של המינים המעורבים. בתום השנה הראשונה התבצעו טיפולים פיזיים הנדרשים לשיקום העצים, והתבצע שימוש בתכשירי הדברה במקרים שנדרשה התערבות דרסטית (כמפורט להלן). בהמשך התבצע מעקב אחר השינוי בבריאות העצים תוך השוואה בין עצים שטופלו ועצים ללא טיפול. המשתנים הקשורים להערכה חזותית נקבעו בהסכמה של לפחות ארבעה סוקרים מבין שותפי המחקר.

המשתנים

- א. גיל העץ – הערכה על פי קוטר הגזע והמבנה שלו. העצים חולקו לשלוש קבוצות גיל: צעירים, בוגרים וקשישים. השיוך של עץ מסוים לקבוצת הגיל, בעיקר בהבחנה בין העצים הבוגרים לקשישים, הסתמך לא רק על קוטר הגזע אלא גם על סימני בליה אופייניים (כמו רטידום רופף, גוון דהוי של צבע קשקשי הקליפה) ועל ניסיונם של אנשי ציפורי שהשתתפו במחקר.
- ב. קוטר הגזע הראשי או העיקרי – מדידה (ס"מ) בגובה

בארץ כבר במחצית הראשונה של המאה ה-20 (Ladizinsky, 1999).

שלושה מיקרואורגניזמים עלולים לפגוע בבריאות עצי השקד. א. נמטודות עפצים, בעיקר המין *Meloidogyne javanica* (הולנד ושות', 2016); ב. גידולים הנוצרים על ידי החיידק *Agrobacterium tumefaciens*, המנצל פציעות, בעיקר במערכת השורשים ובצוואר השורש (מנוליס-ששון וצור, 2021); ג. חיידק הקסיללה (*Xylella fastidiosa*), שהתבסס בישראל בעשורים האחרונים (Zecharia et al., 2022).

המחלה almond leaf scorch הנגרמת על ידי הקסיללה זוהתה לראשונה בישראל ב-2016. מחלה זו מחלישה את העצים, ובעקבות זאת נגרמת נשירה מוקדמת וחזקה של העלווה. במטעי שקד מסחריים מוכרים מספר מיני פטריות פתוגניות הפוגעות בעלוות עצי השקד, בעיקר חילדון *Tranzschelia discolor* (שאבי ושטיינברג, 1998). עם זאת, המידע על אוכלוסיות מיקרואורגניזמים פתוגניים בעומדי השקד בשטחי הבור כמעט ואינו קיים, וככל הידוע לנו, מעורבותם כגורמי תמותה משמעותיים טרם נחקרה.

עצי שקד בשטחים הפתוחים סביב ציפורי

האזור המדובר שוכן בגליל התחתון המערבי, על הדרך בין עכו לטבריה, ומאופיין בגבעות סלעי גיר. ככל הנראה, אוכלוסיית עצי השקד במקום היא שריד למטעים של תושבי העיירה ספוריה שנכבשה במלחמת העצמאות. היישוב התפתח מאוד בסוף המאה ה-19, וכלל כ-5,000 תושבים (ויקיפדיה, 2023). כיום אוכלוסיית עצי השקד בשטחי הבור הסמוכים לציפורי מונה מאות פרטים. גילם של אחדים עולה על 70 שנה (מיכה נוי-מאיר, מידע אישי), אך רבים מהם צעירים יחסית, וזו תוצאה של התחדשות מזריעים. ככל הנראה, עצי השקד במרחב זה מייצגים 'זנים' (גנוטיפים) שונים, וייתכן שחלק מהם ייחודיים, ומקורם בהיסטוריה החקלאית של האזור.

בעשור האחרון בריאות של אוכלוסיית עצי השקד בשטחים הפתוחים סביב ציפורי מחמירה והולכת, בעיקר זו של פרטים קשישים. יש לשער שהתהליך החל בהיחלשות העצים בשל רצף של שנים שחונות. העצים החלשים צפויים להוות "טרף קל" לנזרים. החלשת העץ מזמנת גם חרקים מזיקים נוספים, כמו מיני זבליות (*Scarabaeidae*), יקרוניות וחיפושיות קליפה, בעיקר חיפושית הקליפה של השקד. עצי השקד, בעיקר המבוגרים בהם, מתקשים להתמודד עם אוכלוסיות המזיקים ופגעים נוספים שהתפתחו בשטח, ודאי על רקע שינוי האקלים (Baspinar et al., 2017). היעדר טיפול עלול לאפשר את התנוונותם ומותם של עצי שקד

ושימשו לביקורת. בשל מגבלות תקציב לא נכללו עצים צעירים בממשק, מה גם שקבוצת גיל זו לא הייתה צפויה להיכגע על פי התצפיות הראשוניות שהתבצעו בשטח המחקר.

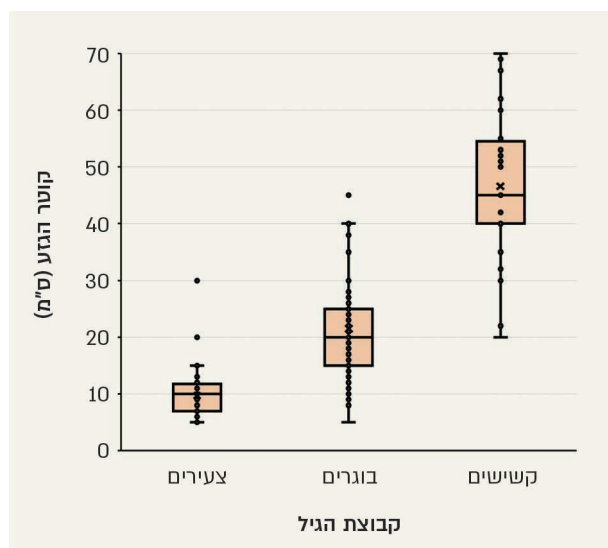
ניתוח סטטיסטי

התחשבנו בכך שהמשתנים נמדדים על סולם אורדינלי, ולכן הסיכום המתאים הוא על ידי חציון, והפיזור מבוסס על ידי אחוזון 25 ואחוזון 75. סיכום נתוני 2021 התבצע על פי שלוש קבוצות הגיל שנקבעו, וההשוואה בין חציונים נעשתה על ידי מבחן Kruskal-Wallis. ערכי הדלתא של העצים עם נתונים גם עבור 2021 וגם עבור 2022 סוכם לפי הממשק (טיפול מול ביקורת) וקבוצת הגיל. החציונים של ההבדלים ערכם לרוב קרוב לאפס. עבור הבריאות המחושבת בוצע ניתוח שונות המתחשב בממשק ובקבוצת הגיל של העץ שנקבעה לפי קוטר.

תוצאות

ממדי העצים

ההחלטה לקביעת קבוצות הגיל נסמכת על ההבדלים הברורים ($p < 0.0001$) בקוטר הגזע בין שלוש הקבוצות (איור 1). במדד גודל הכותרת של העצים נצפתה שונות רבה בתוך כל אחת מקבוצות הגיל, בעצים צעירים ובעצים



איור 1

השוואת קוטר הגזע של עצי השקד משלוש קבוצות הגיל בשטח המחקר בציפורי

מוצגים ממוצע, סטיית תקן וטווח. הנקודות מסמנות את הערכים המנותחים של כל העצים שנדגמו (39 קשישים, 122 בוגרים, 49 צעירים).

חזה.

ג. בריאות כללית של העץ (הערכה בסולם של 1-5). =5 בריאות טובה, =4 סימני נזק קלים, =3 סימני נזק ברורים אך לא רבים, הגזע נראה די בריא, =2 סימני נזק רבים, לעיתים הגזע פגוע במידת מה, =1 מצב בריאות גרוע ביותר והערכה שהעץ לא ישרוד זמן רב.

ד. בריאות כללית – ממוצע של משתנים ה'–י"ג (להלן, הערכה על פי סולם של 1-5).

ה. בריאות צוואר השורש – מידת השלמות והבריאות. שברים בענפים הראשיים, התייבשויות בענפים הראשיים וסדקים בגזע.

ז. ריקבנות והימצאות גופי פרי פטרייתיים – הימצאות על צוואר השורש ועד לגובה של מטר אחד של הגזע מעל פני הקרקע. =5 אין סימני פעילות, =4 סימנים קלים, =3 סימנים מעטים אך ברורים מאוד, =2 כמו 3 וכולל פגיעה משמעותית גם בצוואר השורש, =1 סימנים ברורים ורבים.

ח. התפתחות צימוח צעיר – נקבע בחודשים יוני-יולי. =5 צימוח רב, =4 צימוח חסר בחלק מהכותרת, =3 צימוח חלקי, =2 צימוח חדש די מועט, =1 אין סימנים ברורים לצימוח צעיר.

ט. בריאות העלווה – נקבעת בחודשי הקיץ. =5 מצב בריאות טובה צבע ירוק מלא, =1 מצב בריאות גרוע ביותר המתאפיין בהתייבשות או בעלווה מעטה צהובה, או בהיעדר עלווה בחלקים גדולים מכותרת העץ.

י. סימנים ברורים של פעילות ישנה מצטברת – חורי נבירה וגניחה של נוברי עץ, כמו יקרניות וקפנודיס. =5 אין סימני פעילות, =1 סימנים ברורים ורבים.

יא. גודל כותרת העץ. =5 כותרת גדולה בקוטר 3-5 מטר, =1 כותרת קטנה בקוטר 1-2 מטר.

יב. פעילות אקטיבית של נוברים. =5 אין סימני פעילות, =1 סימנים ברורים ורבים של נסורת טרייה.

יג. שכיחות הימצאות טחב וחזזיות. =5 אין סימני נוכחות, =1 נוכחות רבה.

טו. טיפול (דטרמיניסטי) – עצים ללא התערבות, עצים לאחר טיפול תומך שכלל גיזום של קטעים מתים ושימוש נקודתי בתכשיר הדברה פריטרואידי (טאלסטאר, Bifenthrin) בריכוז של 2%, כדי שיייותר פעיל במשך מספר חודשים לפחות (מנדל וגולן, 2012).

ביצוע הממשק

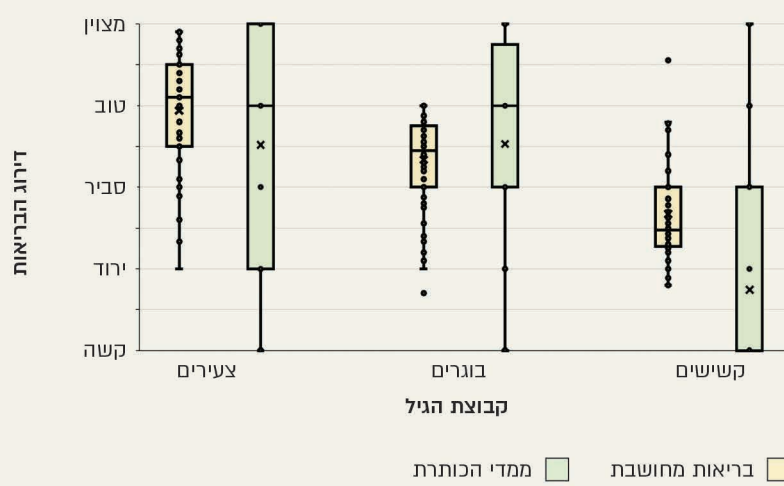
הממשק התבצע במהלך שנת 2022 ב-11 עצים, שבעה מתוכם עצים בוגרים, וארבעה עצים קשישים. מצבם הבריאותי של העצים שנבחרו היה בינוני, ונראה שיש סיכוי לשקמם. השינוי בבריאות העצים בין השנים 2021 ו-2022 נבחן על 23 עצים נוספים (חמישה עצים צעירים, תשעה בוגרים ותשעה קשישים) במצב דומה, שלא טופל

השוואה של שלושה גורמי פגיעה בצוואר השורש ובגזע בין שלוש קבוצות גיל של עצי השקד – בריאות צוואר השורש, הימצאות גופי פרי של פטריות וריקבנות, הימצאות סדקים ושבירים – הציעה מצבים שונים לכל משתנה (איור 4). הבריאות הכללית של צוואר השורש הייתה טובה מאד בעצים צעירים, שנבדלו באופן ברור מעצים בשתי קבוצות הגיל האחרות ($p < 0.0001$). ממוצע בריאות צוואר השורש של העצים הקשישים היה הנמוך ביותר, אך השונות בשתי קבוצות הגיל המבוגרות הייתה רבה. הימצאות גופי פרי של פטריות וריקבנות לא הייתה שכיחה באופן כללי בכל הקבוצות, אך הייתה רבה יותר ומובהקת בקבוצת העצים הקשישים ($p < 0.0001$). מובהקות דומה הייתה בין העצים הקשישים לשאר קבוצות הגיל בכל הקשור להימצאות רבה של סדקים ושבירים. העצים בגיל הצעיר היו במצב הטוב ביותר. להפתעתנו, בהתפתחות חזזיות לא היה הבדל ניכר

קשישים נצפו כותרות קטנות יותר (איור 2). לעומת זאת, לא נמצא הבדל מובהק בגובה העצים בין קבוצות הגיל השונות, אך נצפתה שונות גדולה בגובה העצים הצעירים (צעירים: 4.8 ± 1.3 מטר, בוגרים: 4.8 ± 0.5 מטר, קשישים: 4.6 ± 0.4 מטר)

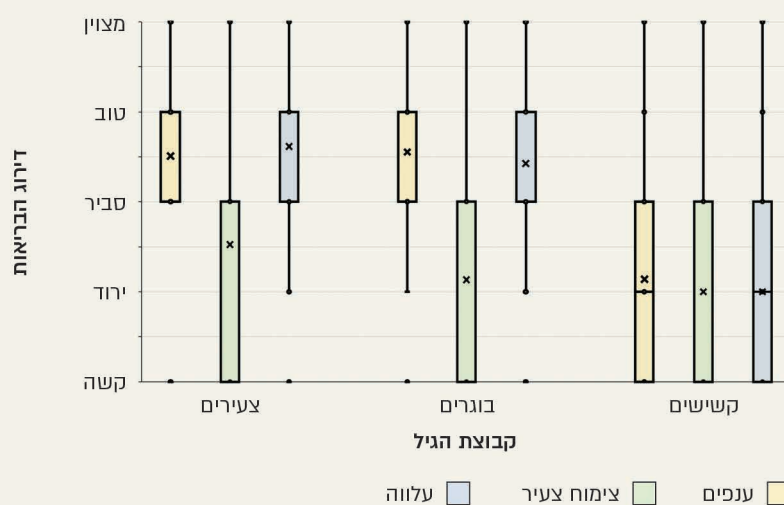
בריאות העצים

נמצא הבדל ברור בבריאות המוערכת ובבריאות המחושבת בין קבוצות הגיל ($p < 0.0001$) של העצים, ועם זאת, השונות בכל קבוצות גיל גבוהה (איור 2). השוואה של בריאות הענפים הראשיים ובריאות העלווה העידה על מצב טוב של העצים בקבוצות הגיל צעירים ובוגרים, שנבדלו מאוד מעצים קשישים שהתאפיינו במצב ירוד בשני המשתנים (איור 3). בכל הקשור להתפתחות עלווה חדשה הציונים היו נמוכים, ולא נבדלו באופן מובהק בין שלוש קבוצות הגיל ($p < 0.2303$) (איור 3).



איור 2

השוואת הבריאות הכללית המחושבת וגודל הכותרת בעצי שקד משלוש קבוצות הגיל
לפרטים ראו איור 1.



איור 3

השוואה בין שלושה גורמי פגיעה בנוף עצי השקד בין שלוש קבוצות הגיל: בריאות ענפים, התפתחות צימוח חדש, ובריאות העלווה
לפרטים ראו איור 1.

ביטוי בסימנים רבים בעצים הקשישים וכחות בעצים הבוגרים, ובהיעדר סימנים כאלה בפרטים הצעירים. הפעילות העכשווית של הנזרים הייתה מעטה בכל שלוש קבוצות הגיל, עם הבדלים קלים (אך מובהקים $p < 0.0228$), והעצים הצעירים היו הבריאים ביותר.

השפעת הממשק על בריאות העצים

השפעת הממשק על בריאות העצים צוינה בטווח של 0-5 (=5 עץ במצב מצוין, 0 עץ מת) ובטאה כהבדל בבריאות המחושבת בין השנים 2021 ו-2022. עצים צעירים לא נכללו בטיפול, ודירוג הבריאות הממוצע שלהם השתנה מ- 3.85 ± 0.21 ל- 3.85 ± 0.49 . הדירוג של עצים בוגרים שטופלו בגיזום ובריסוס עלה מ- 3.83 ± 0.60 ל- 3.99 ± 0.65 .

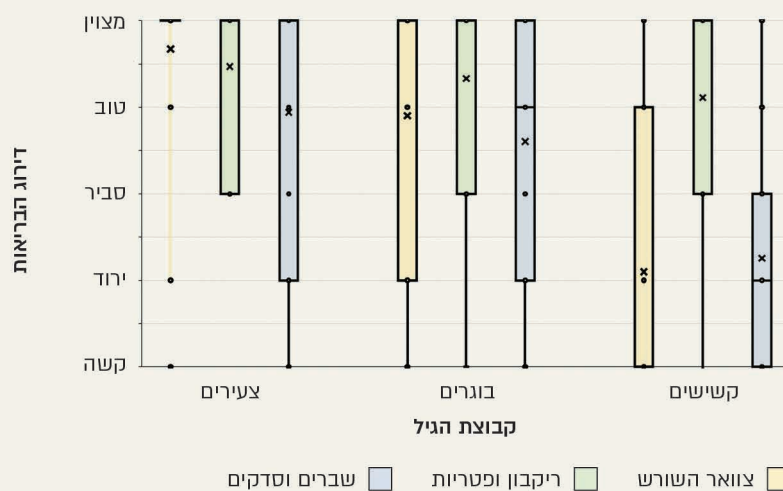
בין קבוצות הגיל השונות, אם כי נוכחותן הייתה מעט רבה יותר (ומובהקת $p < 0.0465$) דווקא בעצים הבוגרים.

פעילות חרקים נזרים

איור 5 מציג את ההשוואה בין סימני פגיעה ישנים ופעילות עכשווית של חרקים נזרים. הפעילות המרבית היא של קפנודיס אפל ושל הזבלית נחושתנית הקוצים *Protaetia cuprea* (Potosia), וייתכן שגם של הזבלית פרחית נעמי (*Oxythyrea noemi*). במידה פחותה יותר נרשמו גם סימני פגיעה ברורים ונסורת של יקרונית השקד, שהופיעו לעיתים בגזע עצמו במרחק מה מהקרקע וגם בענפים הראשיים העליונים. נצפו הבדלים ניכרים בעוצמת הפעילות הישנה המצטברת של חיפושיות נזרות ($p < 0.0001$) שבאה לידי

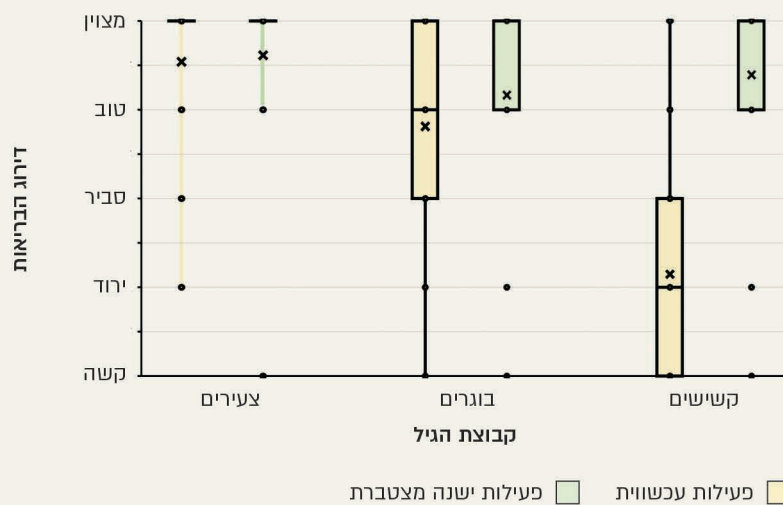
איור 4

השוואת שלושה גורמי פגיעה בצוואר השורש ובגזע בין שלוש קבוצות גיל של עצי השקד נבחנו בריאות צוואר השורש, הימצאות גופי פרי של פטריות וריקבנות ונוכחות סדקים ושרבים. לפרטים, ראו איור 1.



איור 5

השוואה של פעילות ישנה ופעילות עכשווית של חיפושיות הנזרות בעץ לפרטים ראו איור 1.



(היעדר סימנים חיצוניים אופייניים). אין מידע על פעילות של נמוטות פתוגניות בשטחי הבור, וכך גם לגבי מחלות עלים פטרייתיות בישראל, והופעתו של חיידק הקסיללה נדירה אף על פי שהתבסס בארץ. עם זאת אין להוציא מכלל אפשרות עלייה בפעילות של פטריות פתוגניות הפוגעות בשלד העץ וגורמות למחלת המלל (branch dieback) המתעצמת בשל יובש (Agusti-Brisach et al., 2020; León et al., 2020).

גידול עצי שקד בבוסתנים ובשטחי בור מאתגר בשל תהליכי המדבור באזור אגן הים התיכון המתעצמים בשל שינוי אקלים (Baspinar et al. 2017). גלי חום, בצורות ואירועי משקעים כבדים נעשים תכופים וחמורים יותר עקב שינוי האקלים (IPCC, 2023). באזורי האקלים הים תיכוניים, שחלק חשוב מעצי השקד גדל בהם, ממוצע המשקעים השנתי נטה לרדת, ובעקבותיו גם זמינות המים הדרושה להתפתחות העץ (Fraga et al., 2020). שינוי האקלים עלול להשפיע בדרגות שונות על עצי שקד, ולהשפיע על הצמיחה שלהם במספר דרכים, כגון שינויים פנולוגיים ופיזיולוגיים. לחלק מזני השקד הקיימים תפקיד חיוני בשימור המין בשל תכונות העמידות לבצורת ולחום (Freitas et al., 2023).

השינוי בתנאי האקלים מוצא את ביטויו גם באזור ציפורי. כמות המשקעים השנתית הממוצעת באזור ב-24 השנים האחרונות, בין השנים 1999–2023, הייתה 537.2 ± 25.4 מ"מ, ולא נבדלה באופן מובהק מזו של ארבע השנים האחרונות (2019–2023), שהממוצע בהן עמד על 561.9 ± 26.0 מ"מ. לעומת זאת, כשנבחנו רמת המשקעים בחודשים אוקטובר–נובמבר, הממוצע בין השנים 1999–2023 היה 20.8 ± 4.7 מ"מ, ואילו הממוצע בארבע השנים האחרונות ירד ל- 4.3 ± 0.8 מ"מ (על בסיס נתונים שהתקבלו מצבי סגל, המנהל תחנה למדידת משקעים, מידע אישי). שינוי נמדד גם בטמפרטורת המינימום בשנה בחודשים אוקטובר–נובמבר. הטמפרטורה הממוצעת המינימלית לשנים 2005–2023 באוקטובר ונובמבר הייתה 13.9 ± 0.4 ו- 9.4 ± 0.6 , בהתאמה. בהתייחסות לארבע השנים האחרונות בלבד, הטמפרטורה הממוצעת המינימלית באוקטובר ונובמבר בנווה יער עלתה ל- 16.0 ± 0.6 ול- 12.0 ± 1.4 , בהתאמה (ניתוח נתוני טמפרטורה בנווה יער). שינוי הטמפרטורה בחודשים האלה משקפים התארכות של הקיץ והשפעה שלילית על העצים.

סביר ששינוי הניווט שנצפו בעצים אופייניים כולם לפגיעה ישירה במערכת השורשים. עצי השקד הנמצאים בשטחי בור שאינם מושקים, כמו העצים בסובב ציפורי, נחשבים עמידים יחסית לתנאי יובש. גם שכיחות פעילות ישנה של הנזרים מעידה על סבילותם ועל יכולתם להתמודד עם התקופות הקשות שכלל הנראה קשורות לאירועים

ואילו במצבם של עצים בוגרים ללא טיפול חלה ירידה מ- 3.78 ± 0.78 ל- 3.66 ± 0.61 . מצבם הבריאותי של עצים קשישים שלא טופלו הורע (מ- 2.54 ± 0.64 ל- 2.06 ± 0.63), אך מצבם של עצים קשישים שטופלו התדרדר (מ- 2.50 ± 0.58 ל- 1.75 ± 0.96).

ניתוח ההפרשים של ערכי הבריאות הממוצעת המחושבת בין השנים 2021 ל-2022 (מבחן t) מצביע על השפעה כללית מובהקת של הטיפול, אך רק בקבוצת העצים הבוגרים ($P < 0.0403$). עם זאת, הירידה בבריאות עצים מקבוצה זו שלא טופלו לא הייתה מובהקת ($P < 0.6413$). גם הירידה בבריאות העצים הקשישים, הן אלה שטופלו הן עצי הביקורת, על פי ניתוח הפרשי ערכי הבריאות, לא הייתה מובהקת ($P < 0.0792$ ו- $P < 0.0569$ בהתאמה), אך העידה על מגמה של ירידה בערכי הבריאות הממוצעת המחושבת גם בטיפול וגם בביקורת.

דין

תמונת המצב של חיוניות עצי השקד בסובב ציפורי מורכבת, והיא פועל יוצא של שורת גורמים שחלק מהם ניכרו בתוצאות מערכת הבדיקות שהתבצעה. בטווח הזמן המוגבל של המחקר הנוכחי לא ניתן להצביע על גורם ביוטי דומיננטי אחד שהיה עלול לגרום או להאיץ את התנוונותם. הדבר ניכר בכך שהממצאים מצביעים באופן ברור על כך שעצים קשישים רגישים יותר למכלול הפגעים, ועם זאת, תסמיני התנוונות שונים הופיעו בפרטים גם בשתי קבוצות הגיל האחרות.

תהליכי התנוונות של עצי שקד בשל גורמים ביוטיים כרוכים בפעילות של נזרי עץ, כגון, יקרונית השקד, קפנודיס אפל וקפנודיס השקד, חיפושית הקליפה של השקד ונוספים. עצי השקד בשטחי בור ובמטעי בעל צפויים להיות עמידים יותר מעצים במטע מסחרי מושקה (צבי מנדל ושאל בן יהודה, מידע אישי). בשטחים ללא השקיה תהליך ההתנוונות לרוב ממושך, ורק לעיתים העצים מתאוששים ממנו. התופעה מוכרת למדי, ותורמת לה העמידות היחסית של עצי השקד לתנאי עקה קשים ולנזרים, בעיקר בשל עלייה בריכוז תוצרים משניים המקנים הגנה, כדוגמת ציאנוגליקוזידים כנגד מזיקים כמו קפנודיס (Cánovas et al., 2002; Mendel et al., 2003). עם זאת, היחלשות העץ מאיצה פעילות של פגעים נוספים, כמו זבליות, שמגבירות את הפגיעה בעץ ואולי גם מעודדות פעילות של גורמים המאיצים את הריקבנות. בפועל, שורה של פגעים וגורמי ניוון והצטברותם ההדרגתית יגרמו לניווט עץ השקד ולמותו. נראה שהפעילות של מיקרואורגניזמים פתוגניים מעטה

המחקר, שמתקיימת בו פעילות של הגורמים הביזניים שעלולים להמשיך לתקוף את העצים ולאיים על בריאותם.

ממצאי המחקר עשויים להנחות מתווים דומים של ניסיונות לשיקום עצי השקד במקומות נוספים, שקיימות בהם תופעות בדומה לציפורי. מומלץ להתמקד בשיקום העצים ובעצירת פעילות נמרצת של המזיקים התוקפים את העצים הצעירים והבוגרים. העצים האלה יגיבו מהר יותר לפעולות השיקום ומרביתם עשוי להשתקם ולהינצל, בניגוד לעצים הקשישים. כמו כן, המגוון הגנטי של זני שקד המורכבים על כנות עמידות הוא גורם מכריע בהתמודדות עם ההתחממות העולמית והבצורת שיתעצמו בעקבות שינוי האקלים (Fernandes de Oliveira et al., 2023). על כן, יש מקום להביא בחשבון ששיקום בית הגידול עצמו יהיה כרוך גם בשינוי גנטי של אוכלוסיית עצי השקד בבתי גידול כדוגמת ציפורי.

תודות

לאילן נזריאן ולד"ר שחר סמרה על עזרתם בביצוע ובמהלך התצפיות. אנו מודים לד"ר סיגל בראון מיארה, לד"ר דוד עזרא ולד"ר אופיר בהר (המכון להגנת הצומח, מנהל המחקר החקלאי), ולד"ר יבגני קוזודוי (השירותים להגנת הצומח ולביקורת) על התובנות בעניין השכיחות של פתוגנים של השקד בשטחי הבור. המחקר התבצע במימון קרן מחקרי שה"מ. תודה גם לעופרה גוטליב ולמשה בן שחר (טושקו) מ'מרכז חקלאי העמק', שבחסותו נערך המחקר, על עזרתם הרבה. תודתנו שלוחה גם לשני המעריכים שהתייחסותם עזרה לשפר את המאמר.

אקלימיים (Cánovas et al., 2002). ברם, השינוי בתנאי האקלים הוא ככל הנראה הבסיס למשבר. לא מן הנמנע שעל רקע שינוי האקלים חלה גם עלייה בפעילותם של חלק מנוברי העץ, כגון מיני הקפנודים.

ככל הנראה, בחלק מעצי השקד, בעיקר בקשישים שבהם, מערכת השורשים נפגעה כבר באופן כה קשה, שלא היה בר-שיקום. לעומתם, בעצים בוגרים, שהאיום של גורמים ביזניים עיקריים הוסר מהם או צומצם, לפחות באופן זמני, ניכר שיפור במצב העצים בעקבות הטיפול. כמו כן, ככל הנראה, עצים קשישים חלשים יותר ורגישים יותר להתקפות של מזיקי עץ ראשוניים ומשניים. גם בעבר דווחו מצבים שתנאי עקה קיצוניים השפיעו על בריאות העצים והביאו להחלשתם הזמנית או הקבועה. על רקע זה נרשמו התקפות מזיקי עץ ראשוניים ומשניים בעקבות שינויים משמעותיים בתנאי האקלים (יובש, מחסור במים ולחילופין גם עודפי מים).

כפועל יוצא מכך, ממצאי המחקר מצביעים על תרומתו של הממשק שננקט לשיפור חיוניות העצים הבוגרים. פעילויות שהתבצעו במהלכו כללו סניטציה, הרחקת ענפים רגילים וראשיים נגועים, שבורים ויבשים וריסוס גזע בתכשיר קוטל חרקים שאינו מתכלה. יישום פעילויות מסוג זה יחד עם טיפולי קרקע בחלקות מטעי גלעניים הביא בעבר לשיקום מהיר של עצים כגועים ממזיקי עץ ומנוברי עץ. אף על פי שתהליכי שיקום בבוסתנים ובשטחי בור צפויים להיות ממושכים, לטיפול השיקום בעצים המבוגרים במטעי הגלעניים הייתה השפעה מהירה, שהביאה לשיפור מצבם או לעצירה זמנית בהתדרדרות בריאותם (מנדל ואח', 1998). לכן, אנו סבורים שראוי לשקול לחזור על הפעילויות הללו כדי למנוע ירידה בחיוניות העצים במרחב שנבחן במהלך

מקורות

מנדל צ, עשאל פ, בן-יהודה ש וברנס ר. 1998. **פיתוח ממשק הדברה וקידום אמצעים למניעת נזקי חיפושיות הקפנודים**. דווח מסכם לפרויקט לשנים 1996-8 מס' 131-0948-98, הוגש למועצת הפירות והמדען הראשי של משרד החקלאות.
מנוליס-ששון ש וצור ל. 2021. מחלות צמחים הנגרמות על ידי חיידקים בישראל. בתוך: אלעד י, דומברובסקי א, מנוליס-ששון ש ועזרא ד (עורכים). **תובנות חדשות במחלות צמחים**. הוצאת המחלקה לפתולוגיה של צמחים וחקר העשבים. <https://volcaniarchive.agri.gov.il/skn/tu/e51889>
שאבי ע ושטיינברג א. 1998. מחלות בעצי פרי נשירים (פרק 36). בתוך: רותם י, פלטי, רותם י, בן יפת י (עורכים). **מחלות צמחים בישראל**. בית דגן: הוצאת מנהל המחקר החקלאי. עמ' 419-427.

דנין א ופרגמן-ספיר א. 2016. **צמחיית ישראל וסביבתה**, שקד. צמחיית ישראל ברשת. <https://flora.org.il/plants/systematics/amygdalus>. נצפה באוגוסט 2023.
הולנד ד, חטיב כ, בר יעקוב ע, בירגר ר ובראון-מיארה. 2016. בחינת כנות עמידות לנמטודות בשני זני שקד. **עלון הנוטע**, 3, 23-27.
ויקיפדיה. 2023. **ספיריה**. <https://he.wikipedia.org/wiki/ספיריה>
ליפשיץ נ וביגר ג. 1998. **עצי ארץ-ישראל: מאפייניהם, תולדותיהם ושימושם**. ירושלים: אריאל.
מנדל צ וגולן ע. 2012. **בחינת השימוש בעצי מלכות להדברת מיני חיפושיות הקליפה של האורן בישראל**. דוח לתוכנית מחקר 12-1693-131 (מספר במערכת קק"ל 2961).

- Ladizinsky GA. 1999. On the origin of almond, genetic resources and crop. *Evolution*, 46, 143–147.
- León M, Berbegal M, Rodríguez-Reina JM, Elena G, Abad-Campos P, Ramón-Albalat A, et al. 2020. Identification and characterization of *Diaporthe* spp. associated with twig cankers and shoot blight of almonds in Spain. *Agronomy*, 10, 1062.
- Mendel Z, Assael F, and Ben-Yehuda S. 2003. Host selection and root colonization by two stone-fruit tree borers (Coleoptera: Buprestidae) and their relation to level of cyanogenic compounds. *Annual Journal of Entomology*, 96, 127–134.
- Mendel Z, Ben-Yehuda S, Nestel D, and Marcus R. 1998. Distribution and extent of damage caused by *Scolytus* spp. (Coleoptera: Scolytidae) to pome- and stone-fruits orchards in Israel. *Insect Science and Its Application*, 17, 175–181.
- Rieger M. 2006. Almond – *Prunus dulcis*. In: *Introduction to Fruit Crops*. Boca Raton: CRC Press.
- Sánchez-Pérez R, Pavan S, Mazzeo R, Moldovan C, Aiese Cigliano R, Del Cueto J, et al. 2019. Mutation of a bHLH transcription factor allowed almond domestication. *Science*, 364(6445), 1095–1098.
- Zecharia N, Krasnov H, Vanunu M, Siri AC, Haberman A, Dror O, et al. 2022. *Xylella fastidiosa* outbreak in Israel: Population genetics, host range, and temporal and spatial distribution analysis. *Phytopathology*, 112(11), 2296–2309.
- Zohary D, Hopf M, and Weiss E. 2012. *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford University Press, Oxford.
- Zohary D and Maria H. 2000. *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*. Oxford University Press.
- Agustí-Brisach C, Moldero D, Raya MDC, Lorite IJ, Orgaz F, and Trapero A. 2020. Water stress enhances the progression of branch dieback and almond decline under field conditions. *Plants*, 9, 1213.
- Baspinar H, Doll D, and Rijal J. 2017. Pest management in organic almond. In: Vincenzo V and Serge K (Eds). *Handbook of Pest Management in Organic Farming* Boston. MA: CABI. pp. 328–347.
- Ben-Yehuda S, Assael F, and Mendel Z. 2000. Improved chemical control of *Capnodis tenebrionis* L. and *C. carbonaria* Klug (Coleoptera: Buprestidae) in stone-fruit plantations in Israel. *Phytoparasitica* 28, 27–41.
- Cánovas JA, Dicenta F, Soler A, and Grané N. 2002. Susceptibility of almond seedling rootstocks to capnode. *Acta Horticultura*, 591, 57–61.
- Fernandes de Oliveira A, Mameli MG, De Pau L, and Satta D. 2023. Almond tree adaptation to water stress: Differences in physiological performance and yield responses among four cultivar grown in Mediterranean environment. *Plants*, 12, 1131.
- Fraga H, Moriondo M, Leolini L, and Santos JA. 2020. Mediterranean olive orchards under climate change: A review of future impacts and adaptation strategies. *Agronomy*, 11, 56.
- Freitas TR, Santos JA, Silva AP, and Fraga H. 2023. Reviewing the adverse climate change impacts and adaptation measures on almond trees (*Prunus dulcis*). *Agriculture*, 13(7), 1423.
- Gerbi H, Paudel I, Zisovich A, Sapir G, Ben-Dor S, and Klein T. 2021. Physiological drought resistance mechanisms in wild species vs. rootstocks of almond and plum Trees. *Trees*, 36, 669–683.
- IPCC. 2023. *Climate Change 2023. Synthesis Report*. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Lee H and Romero J (Core Writing Team and Eds). Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.



נוף שטח פתוח בציפורי שמשולבים בו עצי שקד



התנוונות טיפוסית של עץ שקד במרחב ציפורי



עם ישראל חי, זיכרון עוטף
יהב וינגרטן