

## האם המצוקוקוס הארץ-ישראלי הוא גורם בהתפשטות שריפות ביער אורן ירושלים?

צבי מנדל, המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי  
עמי זהבי, אגף הייעור, הקרן הקיימת לישראל  
שלמה תם, המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי  
ציון מדר, אגף הייעור, הקרן הקיימת לישראל\*

הגזע בטיפות שרף. התייבשות הענפים מתחילה בדרך-כלל בחלקים הנמוכים של הכותרת. והיא הולכת ומתקדמת כלפי הצמרת. זוהי תוצאת התייבבות המונית של הכנימות בבסיסי הענפים. זחלני הכנימה הבוקעים מביצים שהוטלו על הגזע נוטים להתקדם כלפי מעלה (גיאטרופיזם שלילי) ובחרים לעצמם את בסיסי הענפים בשל ההתקלפות המוקדמת של הקליפה. האפיינית לאתרים אלו. לפיכך בסיסי ענפים מהווים מקום מתאים להזנה ולמסתור כאחד. מבי שלושת או ארבעת הדורות שמעמידה אוכלוסיית הכנימה ביער אורן ירושלים מכור, הדור האביבי הוא הדומיננטי והוא הגורם את הפגיעה החמורה ביותר בעץ. התייבבות צפופה של כנימות גורמת שיבוש מערכת המים שבו. בשל התפתחות טרכאידים מעוותים, סתימת הגמי צים והתפתחות, באביב, של עצה קיצית שתפקידה בהובלת מי מוערי (4). התוצאה היא — שיבוש אספקת המים לענף, והתייבשותו כך הולכים ומיתוספים חלקי כותרת יבשים לחלקו התחתון של נון העץ. ויש נשירה רבה של מחטים ועצירת הצמיחה לרוחב הכותרת התוצאה הבלתי נמנעת היא הגברה ניכרת של עצמות הקרינה המגיע ל"רצפת" היער, התאוששות מהירה של הצמחייה הנמוכה הרב-שנתית וחדירת חד-שנתיים. בעקבות כל זה גדלה באופן משמעותי כמו חומר הבעירה המצוי על הקרקע.

כיסוי קליפת הגזע בשרף היא פן אחר של אותו תהליך. הפרש שרף (resinosis) אפיינית לפגיעת מיני מצוקוקוס שונים ברחם העולם. זוהי תופעה אוניברסלית של תגובת מערכת ההגנה של עצ מחט לחרקים ולפתוגנים. הופעת השרף על גזע אורן ירושלים מתרחשת לאחר שאוכלוסיית הכנימה סיימה את התפתחותה.

פרטים של אורן ירושלים המגלים רגישות רבה למצוקוקוס מתססים, תוך שנים ספורות, בשכבה עבה של טיפות שרף לאורך כל הגזע פרטים כאלו שכיחים בכל חלקה הנטועה אורן ירושלים, בייחוד בחלקות שאינן נתונות במשטר דינמי מסודר. כיסוי הקליפה בשרף מדרבן את זחלני המצוקוקוס לעבור לחלקים אחרים של הגזע, על הרוב עליונים יותר, ולהתיישב עליהם. הם אף נוטים להינשא ברוז זליגת השרף. באורן ירושלים המאוכלס במצוקוקוס, היא סיומה של סדרת שינויים היסטולוגיים. למעשה מופיעות טיפות השרף על-פ-הגזע בשל התפתחות פרידרס נקרופילקטי (ecrophilactic periderm) והתקלפות קדם-זמנה של רקמת השעם, החושפת א

המצוקוקוס הארץ-ישראלי (*Matsucoccus josephi*) עשוי להתגלות כגורם משמעותי בהאצת שריפות ביער אורן ירושלים הנטוע. התייבבות המונית של הכנימות בבסיסי הענפים גורמת את התייבשות נוף העץ, ובעיקר התייבשות חלקי הכותרת התחתונים. התדלדלות הנוף מאפשרת חדירת קרינה רבה לקרקע היער. זו מביאה לידי גדילה והתחדשות נמרצות של תת-היער, ובתוספת לחלקי הכותרת היבשים — גדלה מאוד כמות החומר הדליק. טיפות השרף הפזורות על-פני הגזע, שאף הן תוצאה של פגיעת הכנימה, מהוות גשר המקל על מעבר הבעירה מ"רצפת" היער — והפיכתה לשריפת כותרות.

### מבוא

האש היא גורם דומיננטי בדינמיקה של החורש היס-תכוני. יערות אורן ירושלים הם בתי-גידול דליקים ביותר ומהווים כשליש מכלל השטח המיוער הנשרף באגן ים-התיכון (3). גם בארץ, שריפות יער בנטיעות אורן ירושלים שכיחות הרבה יותר מאשר בנטיעות אורן ברוטיה או ברוש מצוי. השטח הממוצע הנשרף ביער הנטוע וביער הטבעי בארץ, מדי שנה בין השנים 1976 ל-1987, היה 8,600 דונם (אגף הייעור, מידע פנימי). את השריפות הללו אצלנו גורמים לא תופעות טבע כגון ברקים, כי אם בני-אדם. עם זאת, רק במיעוט מהמקרים (28%) נקבע הגורם בוודאות. הגורמים המאיימים את התפשטות השריפה רבים ומגוונים. בזה נבחר אחד הגורמים הפחות ידועים: המצוקוקוס הא"י.

### כיצד מכשירה הכנימה את יער האורן לשריפה?

המצוקוקוס מכה ביער בשתי תקופות. הראשונה — 3 — 4 שנים לאחר הנטיעה או לאחר התחדשות טבעית בעקבות שריפת היער: כך שותפה הכנימה לדילול העומד ולמיתון ההתחדשות על המים. התקופה השנייה — 20 — 25 שנים לאחר הנטיעה או ההתחדשות הטבעית: במהלכה גורמת הכנימה את התייבשות הכותרות. בפועל, המצוקוקוס הוא גורם הרסני ביערות אורן ירושלים ואף בנטיעות החדשות של אורן אלדריקה. השטח הפגיע כולל 100,000 דונם יער (1). שני טיפוסים פגיעה אפיינים, הקשורים עם שריפה, גורמת כנימת המצוקוקוס לאורן ירושלים: (א) התייבשות הכותרות: (ב) כיסוי פני

ספרות

1. מנדל ז. ספיר נ. מדר צ. גולן י. שפטר א. זהבי ע. (1988): השפעת האיזור והגיל של יער אורן ירושלים על נזקי המצוקוקוס. "השרה" ס"ח: 2203—2207.
2. קרשון ר. (1973): התחדשות טבעית של אורן לאחר שרפה. "ליערן" 12 (1—2): 6—7.
3. Le Houe'rou, H.N. (1974). Annu. Timber Fire Ecol. Conf. Proc., 13: 237—277.
4. Mcleod, M.J. (1980). Can. Ent. 113: 1185—1192.
5. Mendel, Z. and Liphshitz, N. (1988). Jour. Exp. Bot. 39: 951—959.
6. Peterman, R.M. (1978). In A.A. Berryman, R.W. Stark and G.D. Amman (Eds), Mountain Pine Beetle Management in Lodgepole Pine Forests. Univ. Idaho Press, Moscow.

רשימת ספרות מפורטת יותר אפשר להשיג אצל המחבר.

THE ISRAELI PINE BAST SCALE, *MATSUCOCUS JOSEPHI*, AND ITS RELATION TO FOREST FIRES

Zvi Mendel\*, Amiram Zehavi\*\*, Shlomo Tam\* and Zion Madar\*\*

Damage from *M. josephi* becomes conspicuous 20—25 years after planting or natural regeneration. Soon extensive drying of branches occurs from below to the top, which is caused by the pest advancing from the lower part of the stem to the canopy. This coincides with the opening of the overstorey, thereby causing increased production of the understorey by invasion of annuals and recovery of the perennials. The scales settle along the stem, and cause premature bark peeling followed by resin exudation. This takes place when the development of the insects is completed. The resin drops remain on the bark surface for 9—16 years after the last severe infestation.

The change of ground cover due to the opening of the canopy and intense light penetration to the forest floor, indirectly increase the amount of fuel for fire which might start on numerous spots. Shifting the fire from the forest floor to the overstorey usually happens by way of trees previously injured by the scale. On these pines the fire rapidly advances from the base of the stem to the crown due to ignition of the resin drops along the stem, reaching the dead or dying branches of the lower part of the crown. In such situations the ability of the fire to destroy the stand is affected by stand density and fire intensity.

\* Department of Entomology, ARO, Bet Dagan.

\*\* Forest department, J.N.F.

המצוקוקוס הארץ-ישראלי עלול להתגלות כגורם משמעותי בהאצת השריפות ביער אורן ירושלים, בשל דילול הכותרות שהכנימה גורמת, ובעקבותיו התפתחות נמרצת של צמחיית תת-היער, ובשל מעבר האש מקרקע היער אל הכותרות על-ידי התלקחות טיפות השרף, המופיעות על חלקי גזע שעליהם התיישבו הכנימות.

קצות כיבי השרף. חשוב להדגיש, שבקטעי הגזע שמהם ניזונו הכנימות צפיפות כיבי השרף רבה בשל התפתחות כיבי שרף טראומטיים. טיפות השרף מופיעות בכמות ניכרת חדשים אחדים לאחר שגל הכנימות הראשון סיים את התפתחותו. התיישבות המונית של כנימות על הגזע מותירה צלקות אפייניות בעצה האביבית של הטבעת השנתית. על-פי צלקות אלו אפשר לקבוע את מועד ההתקפה ולהעריך מתי נגרמה הקזת השרף. כך מצאנו (במחקר שטרם הסתיים), שטיפות השרף נשארות על-פני הקליפה 9—16 שנים לאחר פגיעת המצוקוקוס.

בעת שריפה, טיפות השרף שעל-פני הגזע הן הגורם להתקדמות מ"רצפת" היער אל החלק התחתון היבש של נוף העצים, והיא הופכת לשריפת כותרות.

דיון מסכם

שריפות הן אמצעי חשוב לאורנים לחזור ולשלוט בבתי-הגידול; ואכן, מיני אורן רבים מותאמים לדליקה. לחרקי יער חלק חשוב בתהליכים אלו (4). כך, למשל בצפון אמריקה מכשירות חיפושיות קליפה את יער האורן לשריפה, הכנה שהיא פועל-יוצא של יחסי הגומלין שבין מבנה הגילים של יער האורן לבין רגישות האורן לחיפושיות קליפה. ראה, למשל, (6). אורן ירושלים מתחדש היטב לאחר שריפות (2). לפיכך אין להוציא מכלל אפשרות, שהאצת השריפה ביער שפגע בו מצוקוקוס היא רכיב אינטגרלי במערכת הטבעית, המביאה לידי התחדשות היער. מהלך עניינים זה מאיץ את הברירה הטבעית של אורן ירושלים לעמידות בפני מצוקוקוס ובפני יובש. בשל פעילות הכנימה על אוכלוסיית הזרעים החל בשנה השלישית. כל זאת, דרך העקה שמפעילה הכנימה על מערכת המים של הצמח.

לסיכום: המצוקוקוס הארץ-ישראלי עלול להתגלות כגורם משמעותי בהאצת השריפות ביערות אורן ירושלים, בשל דילול הכותרות שהכנימה גורמת, ובעקבותיו התפתחות נמרצת של צמחיית תת-היער, ובשל מעבר האש מקרקע היער אל הכותרות על-ידי התלקחות טיפות השרף, המופיעות על חלקי גזע שעליהם התיישבו הכנימות. כמוכן, בשעה שהיער כבר עולה בלהבות — אין משמעות לכיסוי השרף על גזעי עצים שפגע בהם מצוקוקוס. למרות ההנחה, שמהלך עניינים זה טבעי ביער אורן ירושלים בארץ, אפשר להקטין את השפעת המצוקוקוס על התפשטות שריפות בו — על-ידי צמצום אוכלוסיית של כנימה זו, בשיטות הדברה ומניעה כאחת.

מחקר זה נתמך בחלקו ע"י אגף הייעור של קק"ל, במסגרת פרויקט מחקר מס' 131-0637.