



# שימור קרקע מרעה ויעור

## השפעת האיזור והגיל של יער אורן ירושלים על נזקי המצוקוקוס

מאת צבי מנדל, המחלקה לאנטומולוגיה, מינהל המחקר החקלאי, ניצה ספיר, ציון מדר, יעקב גולן, ארנסט שפטר, עמירם זהבי, אגף היעור, הקרן הקימת לישראל\*

### מבוא

היקפי הנזק העצומים, יותר מ-100,000 דונם של יער אורן ירושלים פגוע מכנימת המצוקוקוס הארץ-ישראלי, מטילים צל על סיכויי התפתחות סבירה של נטיעות אורן ירושלים ברוכ חלקי הארץ. אורן ירושלים הוא המין החשוב ביותר ביער הנטוע, ולפיכך הנזק שגורמת הכנימה האמורה הוא מהבעיות המרכזיות של היעור בישראל. הכנימה גורמת, במהלך התפתחותה, נקרוזה של הקליפה ושיבוש תנועת המים באורן ירושלים ובאורן אלדריקה (6). פגיעה זו מביאה בעקבותיה התייבשות חלקי הנוף המאוכלסים בצפיפות בכנימות, וכתוצאה מכך — התנוונות העץ, התקרחת החלקות והתפתחות בלתי מבוקרת של תת-יער. התוצאה היא — ירידה באיכות היער, פחיתת ביכול העצה והגדלת סגות השריפות (1).

ניהול יער בעידן של נזקי מצוקוקוס כה קשים מחייב, ראשית כול, הצגת תמונה ברורה של היקף הנזקים ועצמתם, ושל מגמות התרחבות השטחים הניזוקים בזמן ובמרחב. מטרת מחקר זה הן: (א) להציג את הקשר שבין נזקי הכנימה לבין האיזור הגיאוגרפי שבו נטוע היער, על תנאי האקלים האופייניים לו; (ב) לבחון את השפעת גיל הנטיעה על עצמת הנזק; (ג) לדון במשמעות זיקות אלה לגבי האפידמיולוגיה של המצוקוקוס. עבודה זו נעשית במסגרת כללית של איסוף מידע לשם קבלת החלטות בכל הקשור עם ניהול יער אורן ירושלים.

נבחנו היקפי הנזקים ועצמתם בנטיעות אורן ירושלים באזורי נטיעה שונים בישראל — על-פי השתיכותם הגיאוגרפית ובהתאם לגיל החלקות. הניתוח נעשה על-פי תוצאות סקר מקיף, שכלל את כל יערות אורן ירושלים בישראל. נמצא, שעצמת הנזקים והיקפם גדלים עם העלייה בגיל היער: נזקים קשים נגרמו על-הרוב לנטיעות משנתן העשרים, ובעיקר לאלו שעברו את שנתן השלושים. האזורים הפגועים ביותר הם הרי יהודה והמחצית הצפונית של גבעות השפלה: כמחצית השטח של יערות אורן ירושלים שבהם פגוע. האזורים שלא נפגעו כלל מאופיינים בממוצע משקעים מועט (300 מ"מ) ובמדד יובש גבוה (0.59). התרחבות הפגיעה צפויה גם באזורים שבהם היו הנזקים עד לעת האחרונה קטנים יחסית, כגון אזורי הגליל העליון, הגליל התחתון והגלבוע, שם קיימות אוכלוסיות גדולות יחסית של הכנימה. כן צפויה הגדלת הנזקים בחבל הנטיעה הדרומי, עם התבגרות החלקות ו"סגירת" הכותרות. ניתוח הקשר בין גיל החלקה, האיזור ועצמת הנזק — מאפשר למקד את הסקר ואת אמצעי הניטור לחלקות יער בעלות סבירות גבוהה של פגיעות המזיק, ולהיעזר באמצעי הדברה מתאימים למניעת הנזק או להפחתתו.

\* פירסום של מינהל המחקר החקלאי, סדרה ה' 1988, מס' 2097.

# השפעת האיזור והגיל של יער אורן ירושלים על נזקי המצוקוקוס (המשך מעמוד קודם)

## שיטות

יערות אורן ירושלים סווגו על-פי נתוני מחלקת הסקר של אגף הייעור של קק"ל, בהתאמה לחלוקה גיאואקלימית מקובלת (ראה מפה). יערות אורן ירושלים מעורבים במיני מחטניים אחרים נכללו לצורך המחקר כיער אורן ירושלים לכל דבר. נתוני אגף הסקר כללו את גודל שטחי הנטיעה בדונמים בהתאם למבנה הגילים (שנת הנטיעה). שטחי הנטיעה שניזוקו מהמצוקוקוס, על-פי מידת הנזק בשנים 1984 — 1985, מוינו בהתאמה ליערות השונים על-פי קבוצות הגיל המתאימות. הערכת הנזקים נעשתה באמצעות סקר שיטתי של כל היערות על-פי חלקות הנטיעה, וכל חלקה מורכבת מבנות-חלקה בעלות שטח נטיעה ידוע. אומדני הנזק נעשו בתצפית ישירה. הנזק שנצפה הוא נזק מצטבר במהלך שנים רבות, ולא נזק חולף של עונה או שנה. בהסתמך על הערכה חזותית, נקבעו שלוש דרגות נזק על-פי עצמת ההתייבשות האפיינית והמצטברת. לעצים שנפגעו מהכנימה: (א) נזק קל — עד שליש מנוף העצים פגוע; (ב) נזק בינוני — בין שליש לשני שליש מנוף העצים פגוע; (ג) נזק כבד — יותר משני שליש מנוף העצים פגוע. בעבודה הנוכחית, דרגה א' נחשבת נזק קל, ודרגות ב' וג' — נזק קשה.

לא הברדלנו בין נזק כרוני לנזק אפידמי (1). סך כל השטח הנגוע נקבע על-פי השטח המצטבר ברמה של בנות-חלקה. כל הנתונים הבסיסיים מוינו ואומתו בבדיקות חוזרות ונשנות, בעיקר בשטחים שבהם לא נרשמו נזקים, כדי להימנע מכפילויות הנובעות משינוי שמות יערות או מהכללת שטחים שנכחדו זה-מכבר בשריפות או בכריתות מלאות. מערך הנתונים שהתקבל נותח בעזרת תכנית מחשב מתאימה, וקובץ על-פי גילי הנטיעות ולפי הנזקים בכל איזור גיאוגרפי. כל איזור אופייני באמות-המידה האקלימיות הבאות:

(א) טמפרטורות מינימום ממוצעת לחדשים נובמבר — פברואר. השי-קול לבחירת אמת-מידה זו קשור עם האפשרות, שטמפרטורות נמוכות מהוות גורם מגביל להתפתחות הכנימה, שכן סף ההתפתחות של המצוקוקוס הארץ-ישראלי הוא 8 — 9 מ"צ (מנדל וספיר, טרם פורסם).

(ב) טמפרטורת מכסימום ממוצעת לחדשים יולי — ספטמבר. הטמפרטורות הגבוהות בחדשים אלו מהוות גורם מגביל בצמיחת אורן ירושלים לרוחב (4), וההנחה היא שבדומה לכנימות מגן אחרות — משך ההתפתחות של המצוקוקוס הארץ-ישראלי מתארך עם עצירת הפעילות הקמביאלית של האורן.

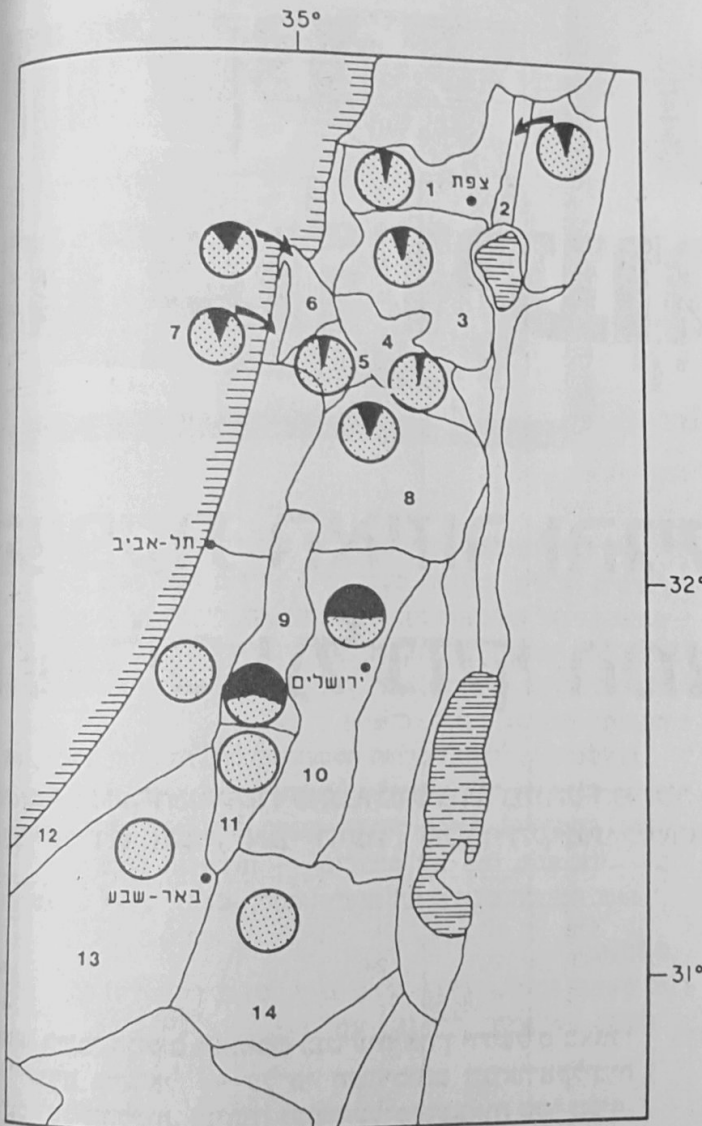
(ג) ממוצע משקעים שנתי, שהוא אחד הגורמים המכתיבים את קצב צמיחת אורן ירושלים.

(ד) מדד-הארידיות לפי יוסף וגנור 1986 (3), התוחם באופן פשוט אזורים אקלימיים ברורים בארץ, תוך שיקלול אמות-מידה אקלימיות שונות.

## תוצאות

### שיעורי הנזק על-פי חלוקה גיאואקלימית

ניתן לאפיין את כל אחד מאזורי הנטיעה — על-פי שיעור הנזק שגרמה הכנימה (ראה מפה 1 וטבלה 1). האזורים שבהם הנזק קשה ביותר הם הרי יהודה והמחצית הצפונית של גבעות השפלה: באלה ניזוקה כמחצית השטח הנטוע, בדרום השפלה, בגבעות דרום השפלה ובצפון הנגב לא נרשמו נזקים בעלי משמעות. מבין אזורי הנטיעה בחלק הצפוני של ישראל, האזורים היבשים או הגבוהים מאופיינים



שיעור השטח הנטוע אורן ירושלים, שניזוק מכנימת המצוקוקוס (המקטע השחור), על-פי חלוקה גיאוגרפית. (1) — הגליל העליון; (2) — צפון בקעת הירדן; (3) — הגליל התחתון; (4) — גלבוע ועמק יזרעאל; (5) — רמות מנשה; (6) — הכרמל; (7) — חוף הכרמל; (8) — הרי שומרון; (9) — גבעות צפון השפלה; (10) — הרי יהודה; (11) — גבעות דרום השפלה; (12) — דרום השפלה; (13) — צפון-מערב הנגב; (14) — צפון מזרח הנגב.

בנזקים קלים בלבד (עד 5.2% מהשטח), ואילו באחרים הנזקים בינוניים (עד 12.6% מהשטח). על-פי ממצאי הסקר ניתן להגדיר שלושה טיפוסים אזוריים על-פי שיעורי השטח הניזוק (טבלה 2): (א) אזורים בשיעור של אפס נגיעות, המאופיינים במדד ארידיות גבוה (0.59), בממוצע משקעים נמוך ובטמפרטורות קיץ מכסימליות ממוצעת גבוהה; (ב) אזורים בעלי שיעור נגיעות שבין 2.2% ל-12.6% מהשטח, המאופיינים במדד ארידיות נמוך (0.35) ובממוצע משקעים גבוה; (ג) אזורים בעלי שיעור נגיעות רב, 16.7% — 53.8%, המאופיינים במדד ארידיות

טבלה 1. שיעור השטח הניזוק מכנימת המצוקוקוס הארץ-ישראלי על-פי קבוצות גיל, וסך כל השטח (דונמים) הנטוע אורן ירושלים, על-פי חלוקה גיאוגרפית.

קב' גיל (שנים)	השטח הניזוק, %			השטח הנטוע	השטח הניזוק, %			השטח הנטוע	השטח שניזוק, %		
	קל	קשה	סה"כ		קל	קשה	סה"כ		קל	קשה	סה"כ
	1. הגליל העליון				2. החלק העליון של בקעת הירדן (+ החולה)				3. הגליל התחתון		
9-1	0	0	0	2,274	0	0	0	42	0	0	0
19-10	0	0	0	6,336	0	0	0	436	0	0	0.5
29-20	1.9	0.6	2.5	17,303	0	0	0	332	11.1	3.9	15.0
30 ויותר	7.6	6.4	14.0	9,005	80.1	0	80.1	213	2.1	4.1	6.2
סה"כ	2.9	1.9	4.8	34,918	16.7	0	16.7	1,023	5.1	2.4	7.5
	4. גלבוע + עמק יזרעאל				5. רמות מנשה				6. הכרמל		
9-1	0	0	0	1,039	0	0	0	2,718	0	0	0
19-10	0	0	0	4,037	0	0	0	7,668	0	0	2.8
29-20	0.1	0	0.1	10,342	0	0.3	1.8	20,775	0	0	17.9
30 ויותר	25.7	0	25.7	1,420	13.0	8.7	4.3	15,357	6.0	29.6	35.6
סה"כ	2.2	0	2.2	16,838	5.2	3.0	2.2	46,518	9.7	13.3	23.0
	7. חוף הכרמל				8. הרי שומרון				9. גבעות השפלה, צפון		
9-1	0	0	0	126	0	0	0	697	0	0	0
19-10	0	0	0	356	1.1	0	1.1	2,018	8.7	11.5	20.2
29-20	11.0	0	11.0	1,614	36.8	21.2	15.6	1,210	18.3	58.8	77.1
30 ויותר	12.9	5.2	18.1	1,602	40.9	9.7	3.2	921	15.0	61.8	76.8
סה"כ	10.4	2.2	12.6	3,698	10.3	7.1	17.4	4,846	13.4	40.0	53.8
	10. הרי יהודה				11. גבעות דרום השפלה				12. דרום השפלה		
9-1	0	0	0	1,665	0	0	0	246	0	0	0
19-10	18.9	9.6	28.5	18,515	0	0	0	1,528	0	0	0
29-20	21.1	32.7	53.8	16,391	0	0	0	5,342	0	0	0
30 ויותר	19.7	68.1	87.8	10,554	0	0	0	6	0	0	0
סה"כ	19.2	30.4	49.6	47,625	0	0	0	7,122	0	0	0
	13. צפון-מערב הנגב				14. צפון-מזרח הנגב						
9-1	0	0	0	5,956	0	0	0	4,351	0	0	0
19-10	0	0	0	9,664	0	0	0	11,004	0	0	0
29-20	0	0	0	1,235	0	0	0	393	0	0	0
30 ויותר	0	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0
סה"כ	0	0	0	16,929	0	0	0	15,748	0	0	0

טבלה 2. איפיון אקלימי (ממוצע  $\pm$  סטיית התקן) של אזורי יערות אורן ירושלים נטועים - על-פי שיעור השטח שניזוק מהמצוקוקוס הארץ-ישראלי.

מדד ארדיותי	ממוצע משקעים שנתי, מ"מ	מ"צ מינימום, נובמבר-פברואר	טמפרטורה ממוצעת, מכסימום, יולי - ספטמבר	השטח (%) שנפגע מהמזיק, % ממוצע (ותחום)
0.59 $\pm$ 0.04	300 $\pm$ 106	8.9 $\pm$ 0.6	31.0 $\pm$ 1.1	0
0.35 $\pm$ 0.09	600 $\pm$ 118	8.5 $\pm$ 1.1	29.3 $\pm$ 1.9	6.5 (2.2 - 21.6)
0.40 $\pm$ 0.03	580 $\pm$ 98	9.3 $\pm$ 0.8	30.4 $\pm$ 1.6	32.1 (16.7 - 53.8)

<sup>1</sup> לפי Joseph & Ganor 1986.



# השפעת האיזור והגיל של יער אורן ירושלים על נזקי המצוקוקוס

(המשך מעמוד קודם)

ספיר ומרד, טרם פורסם). הקצב והמידה של התעצמות אוכלוסיית הכנימה, כפי שניכר משיעורי הנזק, הם תוצאה של ארבעה גורמים: (1) תנאי בית הגידול, עם דגש בגורמי אקלים; (2) גיל הנטיעה; (3) מועד התבססות אוכלוסיית הכנימה בשטח; (4) הגנוטיפ הנטוע. ניתן לבחון את שיעורי הנזק בנטיעות אורן ירושלים — דרך שלושת הגורמים הראשונים. הזיקה בין גיל הנטיעה לשיעור הנזק ולעצמתו תלויה, כנראה, בשינויים המורפולוגיים באורן ירושלים ובעיקר בצורת הקליפה ובהתפתחות קשקשים האפייני, המאפשר תנאי מיקרואקלים ביער, שהשפעתם החיובית על אוכלוסיית הכנימה (במישרין או בעקיפין דרך הצמח) הולכת וניכרת עם סגירת חופת היער. שנינויים אלה מתבטאים בירידת טמפרטורת האוויר וטמפרטורת הקרינה ועלייה בשיעורי הלחות היחסית — ככל שמידת כיסוי הכותרת הולכת וגדלה (7, 8).

תנאי האקלים באיזור משפיעים באופן ישיר ועקיף על קצב הריבוי של הכנימה. כך, למשל, מעמידה הכנימה ארבעה דורות שנתיים באיזור אשתאול, לעומת שלושה באיזור להב או באיזור ביריה (מנדל וספיר, טרם פורסם). אנו מניחים, שתקופת היושב הארוכה האפיינית לנטיעות באיזור הדרום, הנטיעה הדלילה והגיוזם הגבוה שבשגרה — הם המביאים לידי שיעורי ריבוי קטנים באזורים אלו.

התפשטות הכנימה משרידי היער הטבעי ליערות הנטועים ארכה עשרות שנים. בחלקות יער לא מעטות בגליל העליון ובדרום (יתר, למשל) נרשמה הכנימה לראשונה רק בשנים האחרונות. אנו גורסים, שמועד התבססות האוכלוסייה עשוי להיות גורם ברחשיכות בתמונת המצב כפי שנצפתה במהלך סיקור הנזקים, וזו כנראה הסיבה למיעוט הנזקים בחלק מהנטיעות הוותיקות.

לגנוטיפ הנטוע עשויה להיות משמעות רבה בהתעצמות האוכלוסיה ובמידת הנזק לעצים (5). השונות הגנטית בין חלקות יער אורן ירושלים נטוע, שנבדקו, גדולה מזו שביער אורן ירושלים טבעי (2). לפיכך, לידעת מקורות הזרעים (לקביעת השונות הגנטית) תהיה תרומה משמעותית להבנת התהליכים הנ"ל וההפרשים בעצמת הנזק בבתיגידול שונים.

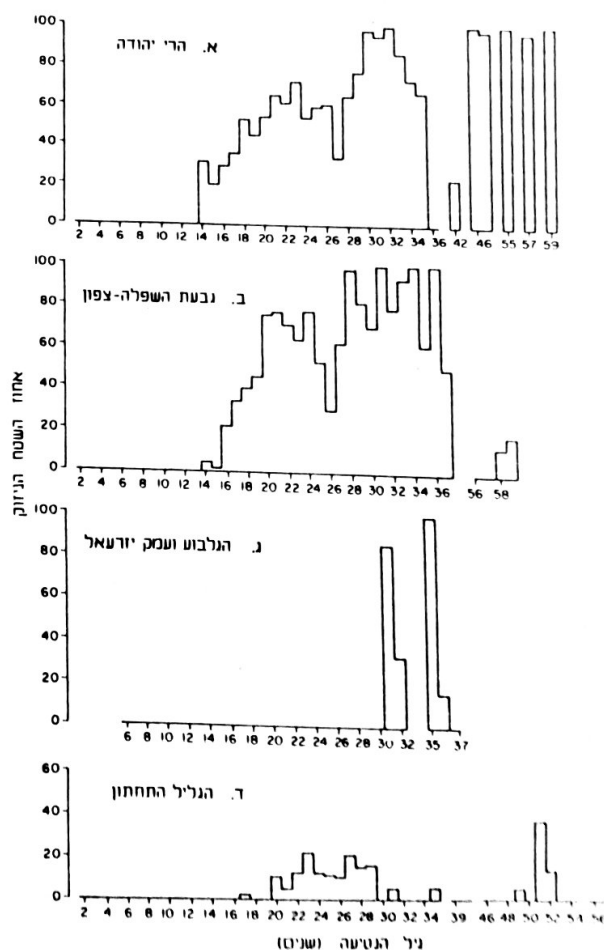
המסקנות הנגזרות מהעבודה הנוכחית — עניינן בשלושה תחומים: (א) ביצוע סקר נזקי הכנימה וניטור האוכלוסייה להבא; (ב) התעצמות הנזקים בעתיד באזורי הנטיעה; (ג) ניהול היער ושילובו במחקר ופיתוח להגדלת עמידות היער בפני התקפות המזיק. תוצאות המחקר מאפשרות צמצום סקרי הנגיעות בכל איזור — רק לאותן קבוצות גיל, שהן בעלות סיכון רב. נזקים קשים עלולים להתפתח גם באזורי הנטיעה הצפוניים, במקביל להתעצמות אוכלוסיית הכנימה. העדר נזקים באזורי הנטיעה הדרומיים עשוי להתגלות כמצב זמני, בשל אי הימצאות קבוצות שבעשור הרביעי ובשל סגירת חופת היער במחזורי זמן ארוכים מאשר באזורים אחרים. מסתבר אפוא, שליער אורן ירושלים בדרום השפלה ובצפון הנגב עלולים להיגרם נזקים משמעותיים בטווח הזמן של עשור שנים או יותר.

בטווח הארוך, ניהול מתאים של היער עשוי להוות את הפתרון הפשוט במניעת נזקים או בהפחתתם. חלק מהפתרון עשוי לבוא על-ידי דילול ראשון בגיל צעיר יותר ועל-ידי תיכוף הדילולים הבאים. על אף חוסר הכדאיות הכלכלית של גישה זו בטווח הקצר.

בינוני (0.40), בשיעור משקעים רב יחסית ובטמפרטורת מינימום ממוצעת גבוהה בחדשי החורף.

## שיעורי הנזק על-פי גיל הנטיעה

קיימת מגמה מובהקת של עלייה בשיעור הנזק עם העלייה בגיל הנטיעה. מגמה זו נראית בכל אחד מהאזורים שבהם נרשמו נזקי מצוקוקוס. אמנם בחלק מהאזורים שיעור הנזקים הקלים בנטיעות בעשור השלישי לקיומן היה רב מזה שבאלה שבעשור הרביעי, אך בבחינת סך כל הנזקים או הנזקים הקשים — המגמה נשמרת (ראה טבלה 1). בדיאגרמה 1 מוצג היקף הנזק בכל גילי הנטיעה בשני



**דיאגרמה 1.** השטח הנטוע, על-פי שנות הנטיעה ושיעורי פגיעת כנימת המצוקוקוס, בשני אזורים שבהם היקף הנזק גדול (א, ב) ובשניים שבהם הנזקים קטנים (ג, ד).

אזורים שבהם הנזק קשה (אזורים א, ב) ובשני אזורים המאופיינים בנזק קל (ג, ד). מעניין, שבגליל התחתון ובגבעות צפון השפלה הנזקים בנטיעות הוותיקות (העשורים החמישי והששי) קטנים יחסית.

## דיון ומסקנות

ב-1987 נמצא המצוקוקוס הארץ-ישראלי בכל שטח היער הנטוע אורן ירושלים צפונית לקו הרוחב  $31^{\circ} 12'$  דרומית לכאר-שבע (מנדל,



#### הבעת תודה

אנו מבקשים להודות לגב' פביאן עשאל על עזרתה הנאמנה באירגון ובעיבוד של המידע בדבר שטחי הנטיעה והחלקות הניזוקות.

#### ספרות

1. גולן י., מדר צ., מנדל צ. (1983): כנימת המצוקוקוס ביערות אורן ירושלמי בישראל. "השדה" ס"ד: 357—361.
2. Grunwald, C., Schiller, G. & Conckle, M.T. (1986). Israel J. Bot. 35: 161—174.
3. Joseph, J.H & Ganor, E. (1986). J. Climatology 6: 69—82.
4. Liphshitz, N., Lev-Yadun, S., Rosen, E. & Waisel, Y. (1984). IAWA Bull. n.s. 5: 263—274.
5. Mendel, Z. (1984). For. Ecol. & Mangt. 9: 259—266.
6. Mendel, Z. & Liphshitz, N. (1988): Unseasonal latewood and incrustated pits are the cause of drying in *Pinus halepensis* and *P. eldarica* infested with *Matsucoccus josephi*. J. Exp. Bot. (in press).
7. Schiller, G. (1976). In Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins 57: 95—101.
8. שילר ג. (1979): גורמים המעורבים בהתחדשות אורן ירושלים. המחלקה לפירסומים. מרכז וולקני. עלון מס' 201.