אגודת היער בישראל

ליערן

עלון ידיעות מקצועיות

שנה שש־עשרה, מס׳ 1 | אילנות, דואר נע לב־השרון | ניסן תשכ״ו (מרס 1966)

יער אורן ירושלים צעיר Young Aleppo pine forest

מחיר החוברת ללא חברים — 1.— ל״י

אגודת היער בישראל

נוסדה בשנת 1945

אילנות, דאר נע לב־השרון

הנשיא: יוסף וייץ

חברי הועד: י. אפרתי
ג. דואר
ג. הורן
מ. קולר
ר. קרשון

מזכיר: מ. שטיין

העורכים: י. קפלן, ד"ר ר. קרשון

מטרות האגודה:
א) לקדם את פיתוח היעור בארץ;
ב) לאגד את העוסקים במקצוע היערנות;
ג) להציג בפני הצבור הרחב את חשיבותו של היער לאדם ולמשק הלאומי בארץ.

דמי חברות:
ליחיד (חברות תמידית) . . . . . . —.3 ל"י לשנה
למוסד (חברות תמידית) . . . . . . —.25 " "

התוכן

עמוד

תנאי סביבה וגידול עצים בנווה עין חצבה — ר. קרשון 1

השפעת טיפולי חום וייבוש על נביטתם של זרעי אורנים — א. שומר־אילן 20

הפעילות השנתית של שרשי הביניים באורן ירושלים — ב. לשם 27

ייבוש לוחות של איקליפטוס המקור — ק. טישלר 34

מחדשות האגודה 41

ל י ע ר

בטאונה של אגודת היער בישראל

שנה שש־עשרה, מס׳ 1 ניסן תשכ״ו (מרס 1966)

תנאי סביבה וגידול עצים בנווה עין־חצבה

ד״ר ר. קדשון

המחלקה ליעור, המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, אילנות.

הקדמה

בשנים שלאחר קום המדינה, כשנתאפשרה הגישה לשטחים גדולים בלתי ידועים בדרום הנגב, נעשו נסיונות רבים בנטיעת עצים ובייעור הערבה — החלק הדרומי של בקעת עמק הירדן שנמשך מים המלח לעבר מפרץ אילת. מסיבות טכניות נעשה חלק גדול מעבודות אלו בעין־חצבה ובסביבתה. מאוחר יותר, לאחר שהתגלו מקורות מים נוספים בקידוחים עמוקים בערבה והוקמו כמה ישובים המבוססים על חקלאות אינטנסיבית, התעוררה שוב, ההתעניינות באפשרויות של נטיעת עצים להגנת הגידולים ולמטרות אחרות. מכאן נולד הצורך לבדיקה סיסטימתית של השרידים שנותרו מנטיעות העצים של שנות החמישים ולדיון מחודש במסקנות שהושגו אז.

נוסף לבעיות גידול עצים מכוון המאמר למסור נתונים על תנאי הסביבה השוררים בנווה המדבר של עין־חצבה, הואיל ויש מעט מאוד נתונים בנושא זה והבנת מיכלול הבעיות של נווה מדבר היא יסוד ראשון לתכנית פיתוח כלשהי.

תיאור האיזור

נווה עין־חצבה נמצא בחלק הצפוני של עמק הערבה, 32 ק״מ דרומית־מערבית מים המלח ו־15 ק״מ דרומית־מזרחית ממעלה עקרבים, ו־7 ק״מ מוואדי ג׳ב. הנווה משתרע על שטח בן 100 דונם, הוא נמצא 137 מטר מתחת לפני הים. השטח בדרך כלל מישור, פרט לגבעה הקטנה שמעל למעיין ולוודיות של ואדי חצבה, המתנקזים למערב. את המבנה הגיאולוגי של סביבות הנווה מאפיינים גבעות נמוכות, ערוצים ומישור שנוצרו מקונגלומירט, אבן חול, גיר וצור של ניאוגן קונטיננטלי (סדרת עין־חצבה), מבותרים על ידי שקעים קטנים וואדיות עם חלוקים.

נתונים אקלימיים של עין־יהב, הנמצא 21 ק״מ דרומה מכאן, מתאימים בשינויים קלים גם לחצבה. האקלים חם מאוד ויבש בקיץ וקריר בחורף. הקונטיננטליות לפי גורשינסקי היא 40.4% והמקדם הפלוביוטרמי של אמברגר הוא 7.8; הטמפרטורה הממוצעת המקסימלית של החודש החם ביותר היא 38.4° C והטמפרטורה הממוצעת המינימלית של החודש הקר ביותר 8.2° C. הלחות היחסית הממוצעת היא 44%, התאדות היומית הממוצעת (פיטש) 10.8 מ״מ. ממוצע הגשם השנתי הוא 70 מ״מ, כמות הגשם הגדולה ביותר שנמדדה, היתה 178 מ״מ והנמוכה ביותר רק 17 מ״מ.

מימי קדם נודעה חשיבות לעין־חצבה הודות למעיין המפורסם שהוא אחד מהגדולים בעמק הערבה. היא שולטת על צומת הדרכים של הערבה הצפונית, בו מגיעות לדרך הערבה

הדרכים מכורנוב וממעלה עקרבים. מזהים את חצבה עם תמר מהתנ"ך ותמרה הרומאית. פה נמצאו שרידים של מבצר רומאי הגדול ביותר שהתגלה בערבה, וגם שרידים של תחנת שיירות נבטית, שממנה נלקחו אבנים לבניין תחנת המשטרה שהוקמה אחרי מלחמת העולם הראשונה.

עד לסלילת הכבישים החדשים לאילת ולסדום היתה חצבה הצומת העיקרי המחבר את באר שבע וים המלח עם מפרץ אילת. ב־1962 הוקם יישוב חקלאי קטן במרחק קילומטר אחד דרומית מזרחית לנווה. ב־1964 נאספו מי המעיין יחד עם מי קידוח מקרבת מקום לצינור ראשי משוך למשק, דבר שהביא בעקבותיו להתייבשות הדרגתית של צמחית הנווה.

מיקרואקלים

כדי לאסוף נתונים על שינויים במיקרואקלים הנגרמים ע"י גידול עצים בנווה, נערכו במשך שני ימים מדידות בתחנות הבאות בעין־חצבה:

1) תחת עץ השיטה הגדול (שיטה סלילנית) ליד השיזף המפורסם במורד התחתון הדרומי־מזרחי של הגבעה שמעל למעיין.

2) בשטח חמדה עם צמחיה דלילה מאוד במרחק של 150 מ' בערך דרומה.
בהפרשי זמן של 30 דקות נרשמו הנתונים הבאים:

טמפרטורות האוויר (לח ויבש) בגובה של 1.3 מ' מעל פני הקרקע בעזרת פסיכרומטר של הני, טמפ' האוויר בגובה 5 ס"מ מפני הקרקע בעזרת טרמומטר קרקע, התאדות בגובה של 8 ס"מ מעל פני הקרקע עם מד פיטש (לא מוגן מקרינה), רוח בגובה של 1.3 מ' מעל פני הקרקע בעזרת אנמומטר פוס.

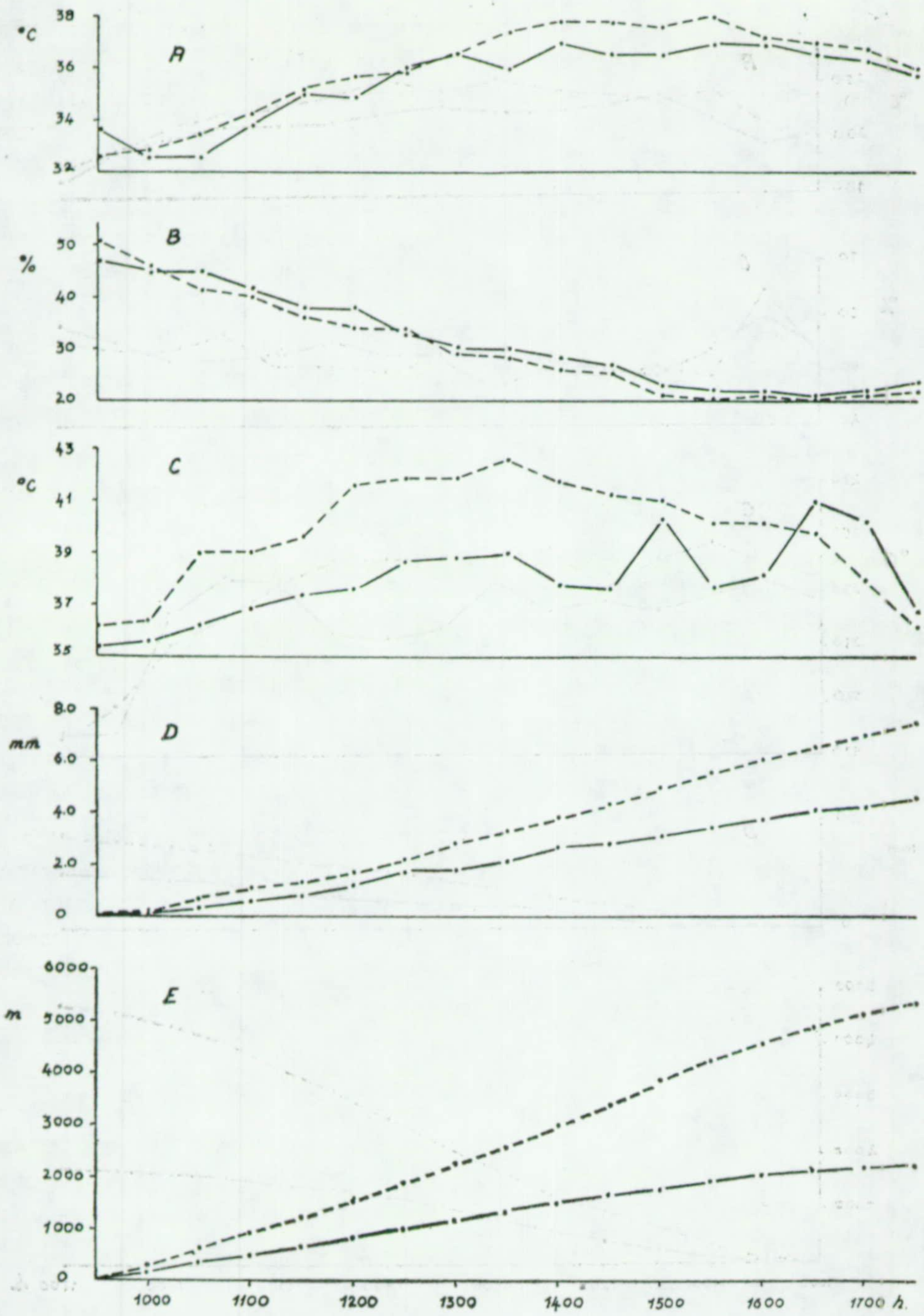
המדידות נערכו ב־14 לספטמבר (מ־9.30 עד 17.00) וב־8 לדצמבר 1965 (מ־10.00 — עד 17.00). את הנתונים המתוארים בציורים 1, 2, ניתן לסכם כדלהלן:

טמפ' האוויר היתה בדרך כלל בשעות היום יותר נמוכה תחת עץ השיטה בהשוואה לשטח הפתוח. ההבדלים המקסימליים היו 1.4° C בספטמבר ו־ 1.2° C בדצמבר. הלחות היחסית היתה בדרך כלל גבוהה יותר בנווה מאשר בשטח הפתוח עם הפרשים מקסימליים של 4% בספטמבר ו־7% בדצמבר. המהלך היומי של הלחות היחסית היה בספטמבר יותר אחיד מאשר בדצמבר, שבו חלו כמה סטיות נוספות לגבי אלו של הבוקר ואחר־הצהרים.

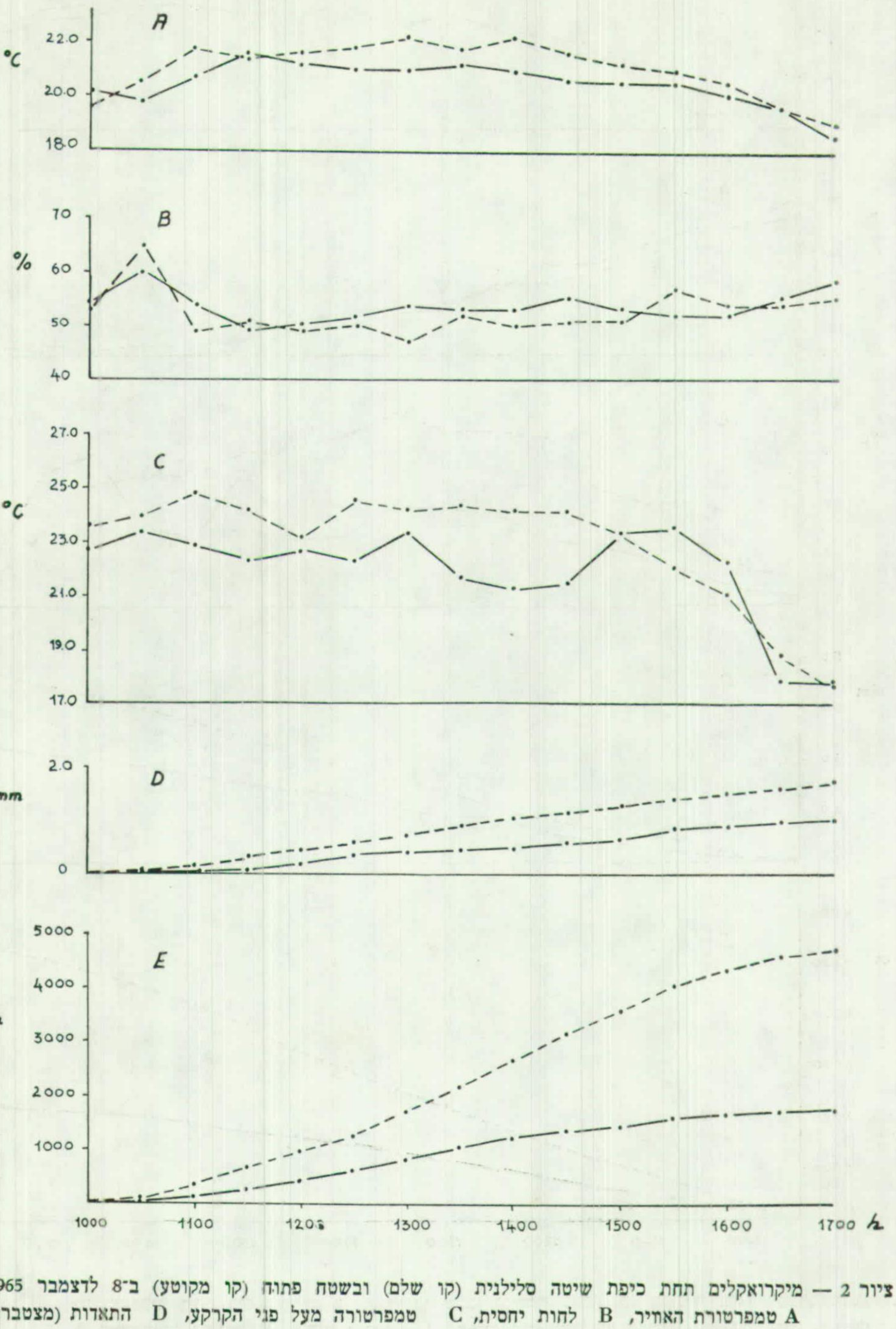
תנודות ניכרות היו בטמפ' שמעל פני הקרקע עד שעה 16.00 בספטמבר ו־15.00 בדצמבר. הטמפ' תחת השיטה היו נמוכות בהרבה מאלו שבשטח הפתוח כדי הבדלים של 4° C בספטמבר ו־ 3.1° C בדצמבר. חימום שיכבת האוויר בקרבת פני הקרקע אחר הצהרים גרם לכך שהטמפ' תחת השיטה עלו על אלו שבשטח הפתוח ב־ 2.4° C בספטמבר ו־ 1.5° C בדצמבר. ההתאדות תחת העץ הסתכמה ב־4.6 מ"מ במשך 8 שעות בספטמבר, ו־2.0 מ"מ ב־7 שעות בדצמבר, בהשוואה ל־7.4 מ"מ ו־3.5 מ"מ בשטח הפתוח. ברוב שעות היום היתה ההתאדות בשטח הפתוח גבוהה יותר מזו שתחת צמרת העץ.

הרוח בשטח הפתוח היתה בקביעות יותר חזקה מזו שתחת העץ במשך כל שעות היום. מהירות רוח ממוצעת היתה בשטח הפתוח 11.1 מ/דקה בספטמבר ו־11.2 מ/דקה בדצמבר לעומת 4.7 ו־4.1 מ/דקה תחת השיטה.

מדידות נוספות של התאדות ותנועת רוח שנעשו ב־30 לדצמבר 1965 בחמישה מקומות, מראות שהמיקרואקלים משתנה בהתאם לבית הגידול. הנתונים המופיעים בטבלה 1 מתארים ערכים שלמים שנרשמו במשך 6 שעות וחצי מ־10.00 עד 16.30. השמים היו בהירים, פרט לשעתיים בצהרים, הטמפ' בשטח הפתוח בשעה 13.00 הגיעה ל־ 19° C.



ציור 1 — מיקרואקלים תחת כיפת שיטה סלילנית (קו שלם) ובשטח פתוח (קו מקוטע) ב־14 לספטמבר 1965.
A טמפרטורת האויר, B לחות יחסית, C טמפרטורה מעל פני הקרקע, D התאדות (מצטברת),
E דרך רוח (מצטברת).



ציור 2 — מיקרואקלים תחת כיפת שיטה סלילנית (קו שלם) ובשטח פתוח (קו מקוטע) ב־8 לדצמבר 1965.
A טמפרטורת האויר, B לחות יחסית, C טמפרטורה מעל פני הקרקע, D התאדות (מצטברת),
E דרך רוח (מצטברת).

טבלה 1

התאדות ודרך רוח בעין־חצבה

(30—12—1965)

המקום	התאדות מ"מ	רוח מ'
חמדה	2.6	3.219
גבעות חול	2.1	2.784
ואדי רחב עם אשל המן	2.1	1.831
תחת צמרת השיטה הסלילנית	1.6	719
קנה (יבש)	1.5	29

כפי שרואים מטבלה 1, היו ההתאדות והרוח גבוהים ביותר בשטח חמדה פתוח ונמוכים בתוך הקנה. ראוי לציין את הירידה הניכרת בהתאדות וברוח תחת צמרת השיטה.

מים וקרקע

בטבלה 2 מופיע הרכב מי עין־חצבה עם תפוקה של 4.3 מ^3 לשעה.

טבלה 2

הרכב מי מעיין עין־חצבה

תאריך	סה"כ מלחים נמסים (חלקים/למיליון)	כלורידים (חלקים/למיליון)	ספרות
פברואר 1936	1.192	316	(3)
מרס 1941	1.760	390	(3)
מרס 1952	1.700	408	

הצפת מי המעיין וניקוזם הלקוי גרמו להתהוות קרקע הידרומורפית מלוחה מאוד בשטח הנמוך מזרחית לגבעה עם מי תהום בעומק של פחות ממטר אחד לפעמים. הקרקע היא קלה עד בינונית מאופיינת ע"י פריחות מלח. בהתאם לטבלה 2 הקרקע היא מטיפוס סולונצ'ק נתרן גופריתי (18). מלחים נמסים, בעיקר כלורידים וסולפטים, הם בריכוזים גדולים ופוחתים עם העומק; קרבונטים מסיסים חסרים. תכולת החומר האורגני אינה קבועה ופוחתת עם העומק. הקרקע עשירה בפחמת הסידן; ה־ pH נע בין 7.6 ל־8.1.

מחוץ לשטח הניקוז של המעיין מתחלפת הקרקע ההידרומורפית בקרקעות מדבר — סחף של חול גס, האופייני לאפיקי ואדיות רחבים, תילי חול עם פריחות מלח וחמדה במישור ובגבעות, והטיפוס הלא מלוח בערוצים הרדודים בשקעים החוצים את החמדה הסטרילית.

חתך טיפוסי בחמדה של חצבה הוא בעל ההרכב הבא:

חול גס 37.0%—27.0, חול דק 28.8%—24.7, אבק 6.0%—3.6, טיט 6.1%—1.7, פחמת סידן 33.4%—28.7. אחוז החלוקים נע בין 52—31. ה־ pH נע מ־8.0 עד 8.8, סה"כ מלחים מסיסים 1.35% עד 1.71% וכלורידים 0.69%—0.35 בחמדה, לעומת 0.28 ו־0.03% בערוץ קטן. דוגמאות אחרות של חמדה מעין־חצבה הכילו עד 10% מלחים מסיסים ו־6.3% כלורידים בעומק של 20 עד 30 ס"מ (8).

טבלה 3

הרכב קרקע סולונצ׳ק בעין־חצבה

פרופיל	עומק	חומר אורגני	$CaCO_3$	גיר פעיל	מלחים מסי־סים	Cl	SO_4	Na_2CO_3	$NaHCO_3$	$Ca(HCO_3)_2$	pH
	ס״מ	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
A	0—15	0.643	8.2	3.5	4.50	1.67	1.450	—	0.0101	0.0130	7.7
	15—40	0.392	15.5	3.5	2.50	0.92	0.709	—	0.0101	0.0081	7.8
	> 40	0.254	25.2	5.5	1.70	0.71	0.182	—	0.0118	0.0113	7.6
B	0—10	1.670	10.5	6.5	3.50	0.95	1.225	—	0.0126	0.0154	8.1
	50—60	0.562	8.2	2.5	1.10	0.11	0.830	—	0.0067	0.0097	7.8

צמחיה וגידול עצים

בנווה מדבר כמו עין־חצבה הנמצא באזור הפיטוגיאוגרפי הסהרו־ערבי, (22) הצמחיה משקפת בדיוק את ההבדלים של תנאי הקרקע כשהמים והמליחות הם הגורמים המכריעים ביותר בגידול הצמחים. לכן ברור שהצמחיה הטבעית מתאימה לתנאי בית הגידול.

טיפוסי הצומח העיקריים מתוארים להלן ומיפוי תפוצתם מופיע בציור 3.

בצמחית הנווה הקשורה לזרימת המעיין בקרקע סולונצ׳ק, נרשמו הצמחים הבאים:

כף החתול הזוחלת
הגה מצוי
מלוח קיפח
יבלית מצויה
סמר ערבי
ימלוח פגום

קנה מצוי
ינבוט השדה
טריון מעניב
אשל ארבוראה
אשל המן
אוכם חד־ביתי

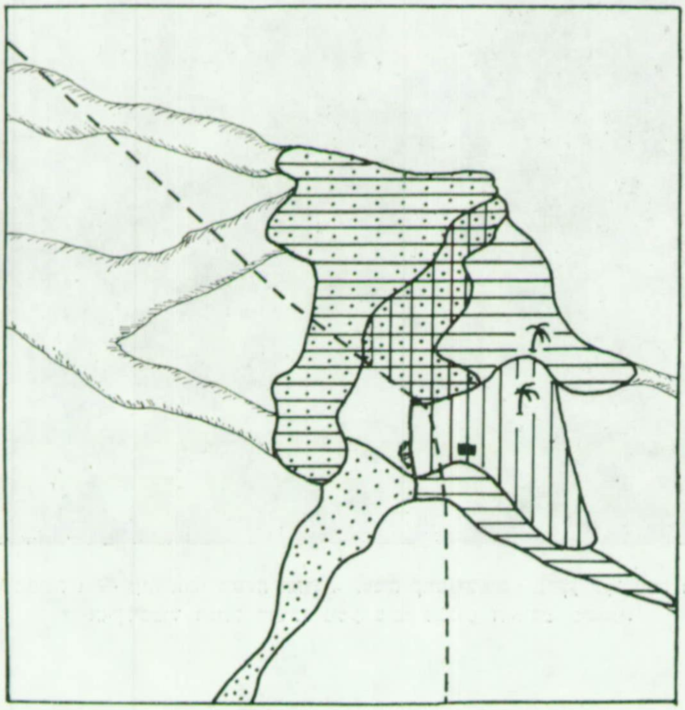
הצמח החשוב ביותר בנווה הוא קנה **שהיווה כנראה סבך צפוף יחד עם האשלים. כיום, לאחר הריסת הצמחיה עקב נטיעת עצים וירידת פני מי התהום, הוא דליל. הצמחים האחרים הם משניים ונמצאים רק בקרחות או בגבול** הקנה [1].

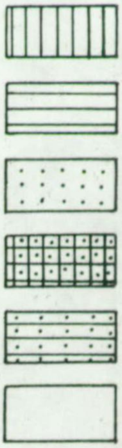
בתוך אפיקי הוואדיות הרחבים על חול גס או סחף טיטי נרשמו הצמחים הבאים: שיטה סלילנית, הגה מצוי, יפרוק המדבר, מלוח קיפח, ימלוח פגום ואשל המן.

הצמח השולט בבית גידול זה הוא אשל המן **עם שיחים גבוהים של 4 מ׳. הצמחיה בדרך כלל פתוחה. תילי החול, המשתרעים דרומית־מערבית מחצבה, תפוסים ע״י צמחיה צפופה של:** הגה מצוי, משיין גלילי, סמר ערבי, ימלוח פגום וינבוט השדה. **הצמחים העיקריים פה הם:** הגה, משיין וינבוט. **האחרון מגיע לגובה של 1.5 מ׳ ויותר.**

1 **החלוקה של הצמחיה ברורה מאוד ליד המעיין המלוח הקטן של עין־אמציהו, הנמצא בערך 9 ק״מ צפונית־מערבית מעין־חצבה. המים מכילים 3.410 חלקים/למיליון מלחים מסיסים ו־1.220 חלקים/למיליון כלורידים. הספיקה לתוך שוקת בטון שנבנתה בימי המנדט להשקאת עדרים היא נמוכה (בערך 1.3 m^3 לשעה). בשטח ההצפה צמחיה עשירה מאוד של** קנה מצוי **המגיע לגובה 4 מטר, בקירבת המים גדלים עצים גדולים ושיחים של** אשל ארבוראה. **רצועה צרה לאורך גבול** הקנה **תפוסה ע״י צמחיה צפופה של** כף החתול השרועה, הגה, מלוח, ימלוח, רב־ברך, טריון **וצמחי** קנה **ו**אשל **נמוכים. המורדות מסביב הם מלוחים מאוד ועליהם מפוזרים צמחים נמוכים של** הגה, מלוח, ואשל המן. **הצמחיה בהדרגה מתערבת עם צמחית הוואדי הרחב שבה שולט** אשל המן **(קרשון, לא פורסם).**

ציור 3 — מיפוי סכימטי של תפוצת הצמחיה בעין חצבה.





1. קנה בשטח ההצפה

2. חברת האשל בסחף ואדי

3. צמחית תילי חול

4. פסיפס של 1 — 2 — ו־3

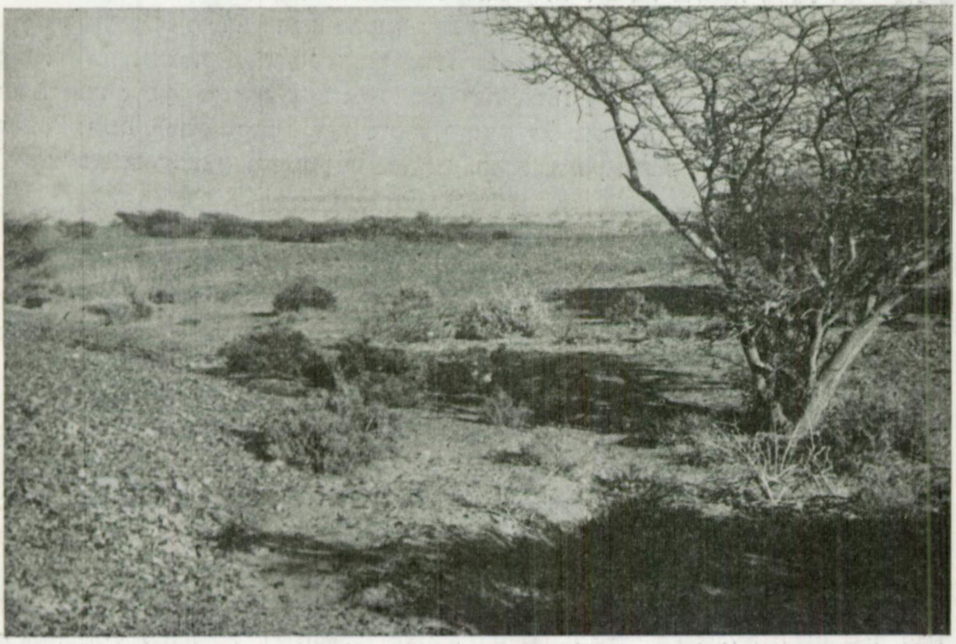
5. פסיפס של 2 ו־3

6. חברת השיטה בערוצים ובשקעים של חמדה

תמונה 1 — קנה מצוי בשטח ההצפה. לפנים קנים יבשים; ברקע אקליפטוס המקור. האקליפטוס הגדול במרכז ניטע בימי המנדט והתיבש ב־1964.

תמונה 2 — חברת האשל בסחף ואדי.

תמונה 3 — צמחיה על תילי תול.



תמונה 4 — חברת השיטה בשקע בחמדה.

צפונה מהגבעה על אלוביום חולי מופיע פסיפס של אלמנטים מחברות צמחים שונות: **חברות** הסמר, הימלוח, הקנה, אשל ים המלח **ועוד**... (21). **נרשמו הצמחים הבאים**: שיטה סלילנית, כף החתול הזוחלת, הגה מצוי, משיין גלילי, סמר ערבי, הרנוג השיטים (**על ימלוח**), ימלוח פגום, קנה מצוי, ינבוט השדה ואשל המן.

המרכיבים העיקריים של צמחיה זאת הם: הגה, סמר, ימלוח וינבוט **מעורבים בשיחי** אשל **נמוכים**. קנה **נמצא בחלק הנמוך של המורד והוא דליל ומנוון.**

בערוצים השטחיים והשקעים, המבתרים את החמדה הסטרילית, צומחת השיטה הסלילנית. **בית גידול זה הוא בעל תנאים מתאימים לגידול צמחים בגלל הרמה הנמוכה של המלחים המסיסים בעיקר הכלורידים, תכולת הרטיבות הגדולה יותר וכוח היניקה הנמוך של הקרקע (8). נרשמו כאן הצמחים הבאים**: שיטה סלילנית, יפרוק המדבר, מלוח קיפח, שבטוט מצויץ, דמיה לבידה, פגוניה, הרנוג השיטים, אטד ערבי, ימלוח פגום, ריכפתן מדברי, אשליל שעיר, סלוודורה פרסית, סילון קוצני ושיזף מצוי.

השיטה יוצרת חברה צרה ופתוחה לאורך האפיקים של הניקוז הטבעי. בין העצים שולטת: השיטה הסלילנית **בגדלים ובגילים שונים, בין השיחים הנמוכים שולט** היפרוק.

גידול העצים מהאלמנט הסודני בולט מאוד בנוף הנווה והמדבר המקיף אותו וכדאי להתעכב עליהם.

שיזף מצוי. **העץ הגדול והזקן שמעל למעיין שימש במשך שנים רבות כנקודת ציון לנווה עין־חצבה. הוא מצוין על המפה של הקרן לחקירת ארץ ישראל (14) למרות שהמעיין והנווה אינם מופיעים במפה.** (**זהו המקום היחידי במפת הנגב שבה מופיע השם** עץ **והסימן המתאים לו). לאורנס (12) בחצותו את הערבה כותב: „התקדמנו מערבה עד שהופיע באופק העץ הגבוה והענף של חוסוב ושמענו את שקשוק המים מהמעיין הגדול הזורם משרשיו".**

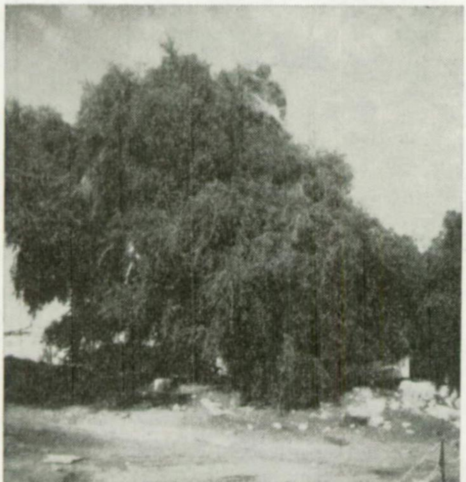
כיום גובהו 15.5 מ' וקוטר גזעו בגובה החזה קרוב ל־2 מ'. בתמונה משנת 1936 מופיע העץ עם גזע בולט וצמרת רחבה. בתמונה משנת 1946 רואים ענף גדול כפוף תחת כובד משאו. כיום אין צורת הצמרת מושלמת והענף הגדול שנשבר, נשען על הקרקע אבל הוא נושא עדיין צמרת חיה. איסוף מי המעיין ב־1964 גרם להתייבשות חלקית של הצמרת אולם בהשפעת החברה להגנת הטבע מספקים לעץ מים ע"י רשת של צינורות פלסטיים תת־קרקעיים וכיום לא ניכר כל נזק. עצים קטנים ממין זה מופיעים בחמדה של עין־חצבה.

שיטה סלילנית. **בקרבת השיזף ושניה לו בגובה גדלה מעל למעיין** השיטה הסלילנית **המגיעה לגובה של 9.4 מ' עם שלושה חלקי גזע בעלי קוטר של 37, 43, ו־57 ס"מ בגובה החזה. תחת צמרתו נעשו המדידות המיקרומטאורולוגיות. מין זה נפוץ בחמדה של עין־חצבה. האיקולוגיה שלו תוארה במאמרים שונים (8, 9, 22).**

סלוודורה פרסית. **במרחק של קילומטר דרומית־מזרחית מחצבה מופיע בתוך החמדה סבך של שני עצי סלוודורה. צורתם מזכירה את התיאור של שווינפורט שהשווה אותם „לצמח חסה עצום" באמצע המדבר. הענפים הרבים השבורים הנשענים על הקרקע וצומחים שוב כלפי מעלה, מהווים סבך בלתי חדיר. העצים הם בגובה 6 מ' והֶטל הכותרת שלהם מכסה שטח בן 320 ממ"ר.**

הסוג אשל, המיוצג בחצבה ע"י המינים אשל ארברואה ואשל המן, **נפוץ גם בוואדיות ובסחף החולי וגם באזור ההצפה של המעיין. נראה** שאשל ארבורואה **דורש יותר רטיבות** מאשל המן. **הראשון מגיע לגובה של עץ והאחרון יוצר שיחים בגובה 5—4 מ'.** אשל הפרקים **נדיר מאוד באפיקי הוואדיות שבסביבות עין־חצבה.**

תמונה 5 — השיזף המצוי הגדול מעל למעין ב־1936; משמאל שיטה סלילנית (צילום ע. גור).



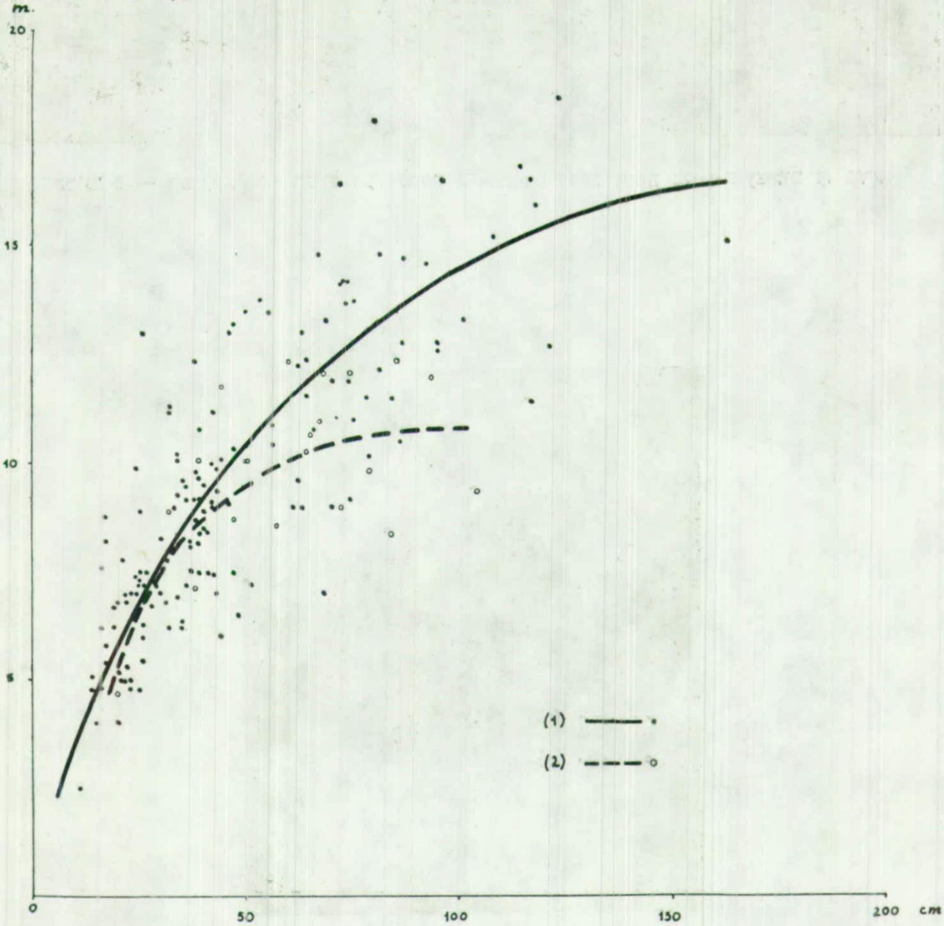
תמונה 6 — השיזף המצוי הגדול ב־1966.

נטיעת עצים וייעור

עד לפני 1949 היה העיבוד החקלאי בעין חצבה כנראה מצומצם מאוד. דו"ח משנת 1936 מוסר, כי ניטעו כמה עצי תאנה, אולם הם נראו חולים ואף אחד לא נותר מהם. בשטחים קטנים (פחות מדונם) גידלו ירקות ודורה ואם לשפוט לפי השלף ופריחת המלח, היו היבולים כנראה נמוכים מאוד (17). עץ אחד של אקליפטוס המקור שניטע כנראה ע"י משטרת חצבה, הגיע לגובה של 21.2 מ' וקוטר בג.ח. של 94 ס"מ. ב־1964, כשרוכזו מי המעיין, התייבש העץ. אין נתונים מוסמכים על המינים ועל מספר העצים שניטעו בתחילת שנות החמישים בחצבה, כשהיתה קיימת שם משתלה של הגדנ"ע ואח"כ של אגף הייעור של משרד החקלאות. עיקר הנטיעה נעשה באזור הקנה באדמת סולונצ'ק מלוחה עם פני מים גבוהים. בשנים הראשונות הישקו את העצים לשם הרחקת המלחים. השקאה בצלחות הוכחה כיעילה והורידה את תכולת הכלור מ־0.26% ל־0.03% הפסקת ההשקאה מחוסר תקציב וכוח אדם, ובפרט כליאת מי המעיין, גרמו לתמותה גדולה של עצים וכיום נותר רק חלק קטן מהשטח הגדול שניטע שם בזמנו. בסתיו 1965 נערך סקר של הנטיעה הקיימת. להלן הפרטים על המינים שנותרו:

אקליפטוס המקור

זה היה אחד המינים השכיחים ביותר בנטיעה. גם כיום הוא עוד מין מבטיח מאוד אם יענו על דרישותיו לגבי קרקע ומים. בהתאם לתנאי בית הגידול מראה העץ הפרשים גדולים



ציור 4 — גידול עצי אקליפטוס המקור בני 15 מתואר ע"י היחס בין הגובה להיקף (בגובה החזה), 1 — אזור ההצפה, 2 — חמדה.

מאוד בקליטה, גידול ובריאות. בחלקות קטנות מחוץ לאזור ההצפה העצים הם ננסיים ויוכלו להתקיים בתוספת מי נגר על הגשמים המועטים. בתוך הנווה עצמו היה גידול העצים לעיתים מהיר מאוד, אולם עם הפסקת זרימת המים התייבשו אחדים, ורבים אחרים נתייבשו אמיריהם וההתייבשות מתקדמת במהירות כשהרבה עצים חלשים מותקפים ע"י הפורקנתה.

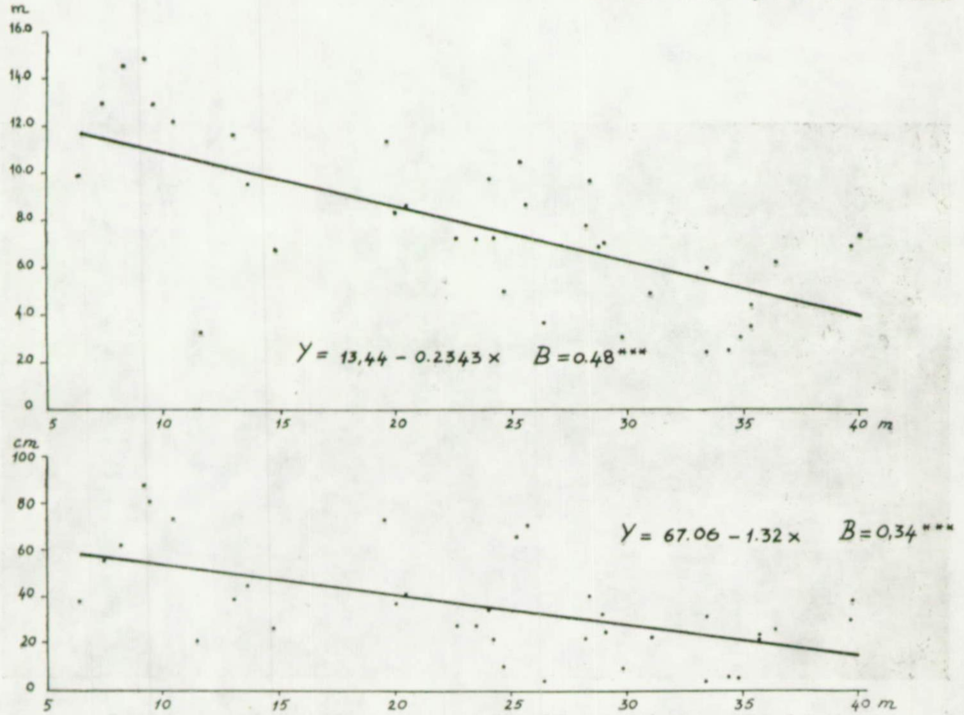
ציור 4 מראה שגידול עצי אקליפטוס בני 15, המבוטא ע"י הייחס בין הגובה לקוטר בג. ח., שונה באופן מובהק באזור הניקוז ובמישור. במטע קטן בגבול שטח הקנה משתנה גידול האקליפטוס בבירור עם המרחק מאיזור ההצפה, ז"א עם עומק מי התהום. דבר זה בולט במיוחד בציור 5.

הצטהבות העלים שכיחה מאוד, דבר הנגרם ע"י המליחות הגבוהה ועל ידי התכולה הנמוכה של החומר האורגני שבקרקע. זה נובע מטבלה 2 כשפרופיל A מתייחס לקבוצת עצים עם עלים צהובים ופרופיל B מתאר עצים עם עלים ירוקים כהים בריאים.

מועטים מאוד הנתונים על מיני אקליפטוס אחרים. ידוע שניטעו מינים אחדים, אולם אף אחד מהם לא נשאר בחיים. עץ יבש אחד הוגדר כאקליפטוס גומפוצפלה, הוא הגיע לגובה של 13.9 מ' וקוטר ג. ח. של 38 ס"מ.

השני בחשיבותו לאחר האקליפטוס הם האשלים בעיקר אשל המן, שגודל מייחורים שנלקחו מעצי בר שבנווה. הם כנראה מתאימים ביותר למליחות הגבוהה של קרקע הסולונצ'ק, אך למרות זאת מתו עצים רבים עם ירידת פני המים. הם יוצרים שיחים גבוהים המגיעים לגובה של 6 מ'. אשל הפרקים הוא המצטיין בין האשלים למרגלות הגבעה. הוא הגיע לגובה של 19.5 מ' וקוטר של 34 ס"מ. פרט לאקליפטוס והאשלים נותרו רק מעט עצים מהמינים שניטעו בחצבה.

שיטה כחלחלה. עצים שניטעו ב־1956 על הגבעה מעל למעיין והושקו בקביעות, מתפתחים יפה והגיעו לגובה של 7 מ'.



ציור 5 — גידול עצי אקליפטוס המקור בני 15 בהשפעת המרחק ממקור המים. למעלה — גובה (מ'), למטה — היקף בגובה החזה (ס"מ).

תמונה 7 — **עצי** אקליפטוס המקור **בני 15 באזור ההצפה.**

תמונה 8 — השפעת המרחק ממקור המים על גידול **עצי** אקליפטוס המקור **בני** 15.
נתונים על הגידול בציור 5.

גופנן גרף. חמישה שיחים גדולים מתפתחים יפה במישור החמדה בהשקאה ומגיעים לגובה של 4 מ׳.

מורינגה רתמית. מבין עצים רבים נשאר רק אחד בגובה של 6.20 מ׳ הודות להשקאה מתאימה.

הרדוף הנחלים. מעט צמחים חלשים נותרו בחיים, מין זה דורש השקאה קבועה ועמידותו במלח היא מפוקפקת.

פרקינסוניה שיכנית. עץ זה נראה כעמיד מאוד בפני מלח ויובש והוא מבריא לאחר התייבשות גדולה. בשטח ההצפה גדל עד גובה של 8.3 מ׳. בהשקאה על הגבעה הוא גודל יפה והגיע לגובה של 6 מטר.

תמר מצוי. בשטח גדלים עצי תמר אחדים, שניטעו לפני 1949, ומצבם מניח את הדעת. תמרות אחדות, שניטעו בתחילת שנות החמישים, סובלות קשה מירידת פני המים.

ינבוט יוליפלורה. שיח גדול שגובהו בערך 3 מטר. נראה כעמיד בפני מלח ויובש.

כפי שהוזכר כבר קודם (8), נכשלו פעולות הייעור בחמדה שבחצבה כבר ב־1953 וזה בגלל חוסר ההתאמה לתנאי הסביבה. עוד היום, 15 שנה לאחר מבצע זה, בולטים גומות הזריעה ובורות הנטיעה בתוך החמדה ומשמשים עדות אילמת למאמצים ולהשקעות הרבים. את נסיון הנטיעה לאורך ערוץ בקרבת עין חצבה שנרשם כמבטיח (8), אי אפשר היה לאתר ; סקר כולל לא הצליח למצוא בשטח צמחים נטועים שנותרו בחיים.

הוכחה לאפשרויות נטיעת עצים בחמדה מספקים שרידים של נטיעה קטנה לאורך הדרך הישנה לאילת ליד ק״מ 146 (8). מתוך עשרה צמחי אשל נשארו 5 (כנראה אשל המן). הגדול שבהם הגיע לגובה של 1.5 מ׳. הייחורים נשתלו ב־1951 בתוך תעלת הדרך. פרט להשקאה שניתנה כנראה בשנה ראשונה, לא הושקו הצמחים.

דיון

מצומצמות מאוד הידיעות על יחסי הסביבה של נאות המדבר הקטנים של צפון אפריקה והמזרח הקרוב, שמקורם בפני מי תהום גבוהים או בשפיעה של מעיינות קטנים. למרות חשיבותם הרבה לשיירות ולרועי צאן בידואים, הידיעות על נאות המדבר שהובאו על ידי תיירים, בוטנאים ואחרים, הן רק מקריות.

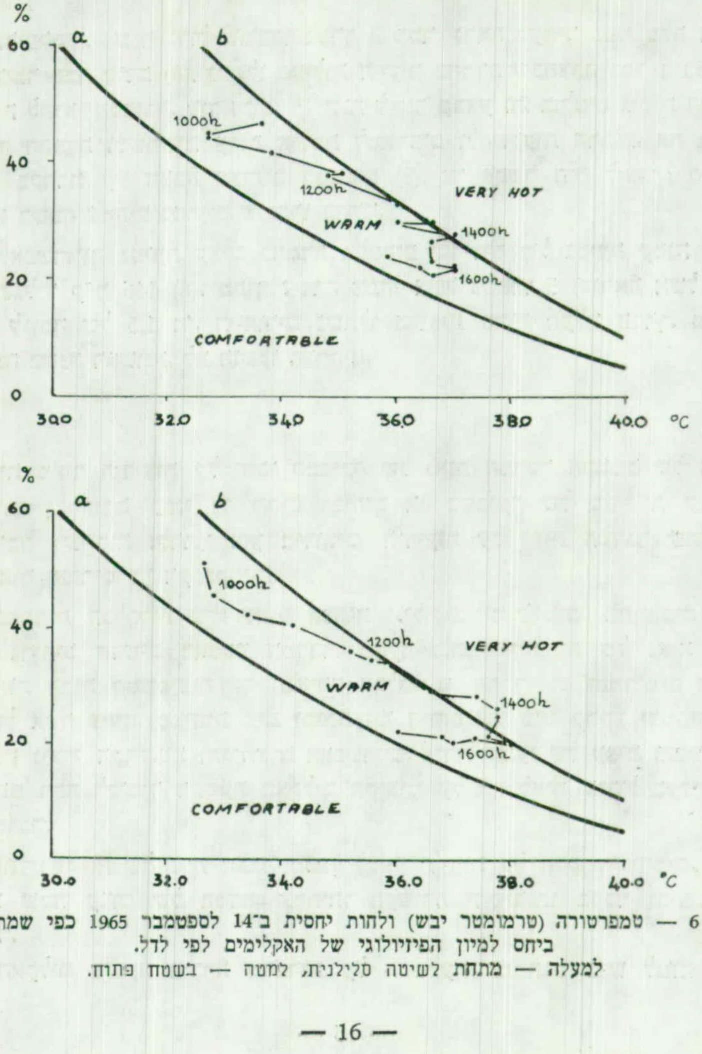
עם ההתפתחות הכלכלית של האזור הצחיח וגילוי מקורות מים, מתרחבים נאות מדבר קיימים ואף נוצרים חדשים באמצע המדבר. מחקר גורמי הסביבה של נאות מדבר כרוך בבעיות מדעיות רבות המשפיעות על תנאיהם הכלכליים, החברתיים והמדיניים שקובעים את התפתחותו של אזור צחיח. מציאות מים וטיבם וכן הייחס של מים קרקע וצמחיה הינם גורם מכריע לתיכנון ניצול הקרקעות והגידולים האפשריים. גידול טבעי של עצים ואפשרויות נטיעת עצים חשיבותם רבה ללימוד השפעת האקלים הקיצוני על החקלאות, גידול בעלי חיים וקיומו של האדם במדבר.

מחקר מונוגרפי זה של נווה חצבה מכוון לספק ידיעות על חלק מהגורמים האלה. הנווה נמצא במרכז שטח עצום של חמדה, צמחיתו העשירה וחשיבותו בעבר ובהווה — יסודם במעיין העשיר.

בדיקת האקלים סיפקה הוכחה מספרית על ההשפעה הממתנת שיש לנווה על האקלים

המדברי בפרט בקיץ. במשך רוב שעות היום טמפ׳ האוויר, התאדות ומהירות הרוח הם נמוכים יותר תחת מחסה העצים מאשר בשטח הפתוח והלחות היחסית של האוויר היא גבוהה יותר. הירידה הגבוהה ביותר בטמפ׳ תחת כיפת העץ היתה 1.4° C והעליה הגבוהה ביותר בלחות היחסית היתה 7%. הירידה בהתאדות ובמהירות הרוח היו 40% ו־60% (ציור 1, 2). נתונים אלה תואמים מאוד לנתונים של גירדר ובלדי (7) מאל־ארפין 60 ק״מ צפונה מטוגור. נמצא שטמפ׳ המקסימום והמינימום בנווה התמרים שונים מאוד מאלו שבחוץ והשינוי מושפע מעונת השנה. ההפרש הממוצע לתקופות של עשרה ימים עלה לפעמים על 2° C. האבפוטרנספירציה הפוטנציאלית בנווה היתה נמוכה מאוד בפרט בקיץ.

חשיבות מיוחדת נודעת להשפעת אקלים הנווה על הפיזיולוגיה של בן האדם, היות ובה תלויים הן הרגשתו הכללית של האדם בתנאי מתח מדבריים והן אפשרותו לבצע עבודה פיזית. בדיקת הנתונים של חצבה מחודש ספטמבר מראה שרוב הערכים של הנווה הם קרובים יותר „לאזור הנוח" של למר (13) מהערכים שנמדדו במדבר הפתוח. בציור 6 מופיעים ערכים אלה בהתאם למיון האקלימים של לדל (11). משך רוב שעות היום הנתונים שנרשמו בנווה, הם יותר נוחים מאלה של החמדה ואינם עוברים את הקו „ב" של לדל, המציין אקלים חם מאוד.



ציור 6 — טמפרטורה (טרמומטר יבש) ולחות יחסית ב־14 לספטמבר 1965 כפי שמתבטאים ביחס למיון הפיזיולוגי של האקלימים לפי לדל.
למעלה — מתחת לשיטה סלילנית, למטה — בשטח פתוח.

מופיעים גם נתונים על קרקע הנווה והייחס בין צמחיה וקרקעות. הצפת מי המעיין, חלחול לקוי, מציאות פני מים גבוהים והתאדות גבוהה גרמו ליצירת סולונצ׳ק כלור־גופריתי המכיל עד ל־4.5% מלחים מסיסים ו־1.67% כלורידים בשכבה העליונה (טבלה 3). קרקעות כאלה אופייניות כנראה להרבה מנאות עמק הערבה, קרקע דומה תוארה ע״י דורנד (5) מבני־אוניף.

קרקעות בעלות טקסטורה גסה מאפיינות את הוואדיות הרחבים והסוללה הגבנונית הנמשכת לדרום מזרח. האחרונה מלוחה מאוד ומזכירה את החולות של נווה ילו במדבר לוב (6). המדבר מסביב מורכב מחמדה מלוחה ומהטיפוס הלא מלוח בשקעים (8).

החלוקה האזורית של הצמחים במדבר קשורה קודם כל במליחות וברטיבות הקרקע (8, 10, 15.); בחצבה החלוקה היא בהתאם לקרקעות והצמחיה המפוזרת באה במקום המרוכזת (10). חשיבות מיוחדת נודעת לצמחית הנווה הכוללת הידרוהלופיטים מחברות שונות באדמת הסולונצ׳ק של אזור הניקוז. האזוריות המקובלת של הצמחיה בערבה כפי שתוארה ע״י זוהרי (20) וזליגמן (16), אינה מופיעה בצורה ברורה. הן בחצבה והן במעיינות מלוחים אחרים מופיעה במרכז הנווה במקום שרטיבות הקרקע היא גבוהה, צמחיה כמעט טהורה של קנה מצוי ובהיקף מופיעים סמר ערבי, ימלוח פגום, אשלים ואחרים.

בעין אמציהו אפשר לראות ברור את האזוריות ואת הדרישה הגבוהה למים של הקנה; פה הקנה הוא מפותח מאוד בו בזמן שבעין עופרים (1.2 ק״מ דרומה) שיש בו פחות מים, גידולו מנוון והרבה קנים מצהיבים ומתייבשים [2].

הקנה גדל כאן בריכוזים גבוהים של מלחים מסיסים בקרקע כמעט רוויה במים. את הלחות היחסית הגבוהה של האוויר במשך היום בבית גידול הקנה — סמר ראו כאינדיקטור לטרנס־פירציה ממושכת גבוהה מאוד. גם במדידות שנעשו במדבר קורו־ארקס שבברית המועצות נמצאה טרנספירציה גבוהה של הקנה שעלתה על 200 מ״מ לחודש בין אפריל לספטמבר (18).

הודות להשפעתם של עצים על המיקרואקלים חשוב מאוד גידולם במדבר. העצים המופיעים בחצבה והמתוארים כאן, כגון: שיטה סלילנית, סלוודורה פרסית, שיזף מצוי, אשל המן ועוד. גידולם משביע רצון ואפשר לגדל אותם בתנאים דומים או בהשקאה ולהשיג על ידי כך את השפעתם המגינה. כנראה שהאשלים, עקב התאמתם לתנאי המדבר, הם עמידים יותר ממינים חדשים מאוקלמים.

אקליפטוס המקור — גידולו היה מהיר מאוד באדמת הסולונצ׳ק לפני הורדת פני המים, במקומות אחרים גידולו איטי והעצים מנוונים; הוא מראה סבילות רבה למליחות. אמנם ייתכן שאקליפטוס אוקסידנטליס (שגדל בהצלחה כמשבר רוח ביטבתה) יתאים יותר לתנאים אלה. אולם גם אקליפטוס המקור מבטיח מאוד בתנאים קיצוניים כאלה בתנאי שהספקת המים היא מסודרת (ציור 4, 5.). עצים נמוכים יותר שגם הם נראים כמבטיחים וכסבילים ליובש ולמלח, הם: גופנן גרף ופרקינסוניה שיכנית.

הצלחת התמר בנווה מדבר כעץ פרי ידועה היטב ואינה נסקרת ברשימה זו. מעניין יהיה להשוות את תוצאות נטיעת העצים בחצבה עם עבודות דומות בקו אורך שווה בסהרה הצרפתית. באיגלי נרשמו הצמחים הבאים כמצליחים: ברוש מצוי, קזוארינה, עץ השמן המכסיף; פרקינסוניה שיכנית, אקליפטוס אוקסידנטליס, אזדרכת וקסיה. העצים הושקו ב־5000 ממ״ק

---

2) ליד נזילות מתבסס הקנה במהירות רבה: ליד הקידוח בחצבה התפתח „נווה" חדש עם קבוצות סמיכות של קנה בגובה של 3 ו־4 מטר במשך פחות משנה. הופעה דומה ישנה גם בנזילה של הצינור הראשי ליד שבטה. אזוריות דומה לזאת עם קנה, סמר ואשל בקרבת המלחה עם פני מים גבוהים נרשמה גם ע״י פרת (15) בקיפרה.

מים להקטר בתקופה שבין יוני לספטמבר וביתר חדשי השנה נהנו מהשקאה שניתנה לגידולים חקלאיים. המים הכילו ששה גרם כלורידים מומסים לליטר (19). בחסי־מסעוד הושקו הצמחים במים שהרכבם דומה לאלה שבחצבה (1.700 חלקים/במיליון מלחים מומסים ו־420 חלקים/במיליון כלור) בכמות של 15.000 עד 27.000 מ³ להקטר במשך שנה.

בין המינים הרבים שהצליחו שם, מופיעים: אקליפטוס המקור, שיטה אבורנאה, קזוארינה טורולוסה, ברוש מצוי, אשלים שונים ועוד... (20) בקופרה במדבר לוב ניטעו פרקינסוניה ותמרינדוס (15).

בו בזמן שנטיעת עצים בנווה מדבר או במטעים מושקים אינה נתקלת בקשיים מיוחדים, פרט לבחירה מדויקת של המינים המתאימים ועיבוד נכון, הרי גידול עצים בחמדה דומה לזו שבחצבה מעורר בעיות רבות. כפי שראינו (8), רק שקעים בתוך החמדה המלוחה יוצרים תנאים מתאימים לגידול עצים הודות לחילחול הטוב, רטיבות גבוהה יותר, חוסר מלחים נמסים ומכאן כוח יניקה נמוך של הקרקע. אמנם מטעים בהשקאה בקרקעות מישור עשויים להצליח — כפי שהוכח באיגלי ובחסי־מסעוד. — אולם נשאלת השאלה אם בעתיד יוכלו לספק את כמויות המים הגדולות הדרושות, פרט אולי לנטיעת משברי רוח, לגידולים חקלאיים ולהגנת יישובים. לכן יש לשים את הדגש על בחירה נכונה של השקעים ועל טופוגרפיה מתאימה לנטיעת עצים בחמדה. על מנת להשיג קליטה וגידול טובים אפשר להשתמש בציוד כבד ליצירת סכרים קטנים ולחפירת תעלות כדי ליצור שקעים מלאכותיים לריכוז מי הנגר. יש להניח שהשקאה במי שטפונות, כפי שמקובלת בסהרה (4) והלימנים בנגב הצפוני (10), עשויה לשמש כשיטת הכנה של הקרקע להבטחת זרימה מקסימלית וקליטה של מי נגר. יהיה צורך בעיבוד אינטנסיבי אחרי הנטיעה ואיסוף נתונים בכל הקשור לבחירת המינים המתאימים.

מסקנות וסיכום

עין חצבה היא דוגמה בולטת לשינויים העשויים לחול בנוף המדבר בהשפעת המים, הקרקע והטופוגרפיה. נתוני האקלים של הנווה מגלים השפעה ממתנת ניכרת על התנאים הקיצוניים ששוררים בחמדה; השפעה זו משתנה בהתאם לעונות השנה. אם מתרגמים את הנתונים למונחים של פיזיולוגית האדם, מתקבל שאקלים הנווה הוא קרוב ל„אזור הנוח".

בחצבה מופיעים 4 טיפוסים עיקריים של צמחיה וקרקע ובמאמר מובאת מפה של תפוצתם. כן מופיעים במאמר תיאורי העצים של הצמחיה הטבעית.

המאמר סוקר את הנסיונות שנעשו בנטיעת עצים ובייעור בנווה ובחמדה ומתאר את העצים המצליחים. אשל ארבוראה, אשל הפרקים, אשל המן ואקליפטוס המקור מראים עמידות טובה כלפי יובש ומלח.

נטיעת עצים בחמדה אפשרית בתנאי שניתנת תשומת לב מספקת לטופוגרפיה (שקעים וערוצים) ולאפשרויות השקאה מלאכותית במי נגר.

הבעת תודה

המחבר מודה מאוד למר ב. באום, המח' לבוטניקה של האוניברסיטה העברית ירושלים עבור הגדרת מיני האשל; לד"ר א. יופה, מכון לחקר הנגב באר שבע, עבור בדיקת מי עין אמציהו; ולמר א. מנה, שירות המטאורולוגי משרד התחבורה בית דגן עבור הנתונים המטאורולוגיים.

ספרות

1. Aharoni, Y. (1963) Tamar and the roads to Elath. *Israel Explor. J.* *13* : 30—42.
2. Bentor, I. K. and A. Froman (1957) Geological Map of Israel : Sheet 19 (Wadi Araba). Government Printer, Jerusalem (Hebrew).
3. Blake, G. S. and M. J. Goldschmidt (1947) Geology and Water Resources of Palestine. Government Printer, Jerusalem.
4. Capot-Rey, R. (1953) Le Sahara Français. Presses Universitaires de France, Paris.
5. Durand, J. (1953) Etude de la pédologie des environs de Beni-Ounif. In: Desert Research, pp. 438—452. Research Council of Israel, Special Publication No. 2.
6. Gimingham, C. H. (1955) A note on water table, sand movement and plant distribution in a North African oasis. *J. Ecol.* *43* : 22—25.
7. Girard, M. and Ch. Baldy (1964) Rendement et évapotranspiration potentielle dans une oasis du Bas-Sahara (El-Arfiane oasis). In: L'Eau et la Production Végétale, pp. 399—414. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris.
8. Karschon, R. (1953) The hammada [reg] in Wadi Araba, its properties and possibilities of afforestation. *Ilanot* No. *2*:17—45.
9. ———— (1961) Contributions to the arboreal flora of Israel: *Acacia raddiana* Savi and *A. tortilis* Hayne. *La-Yaaran 11* (3—4) : 6—13.
10. ———— (1964) Afforestation and tree planting in the arid area of the Negev of Israel. *Annals of Arid Zone, Jodhpur 3* : 13—24.
11. Ladell, W. S. S. (1957) The influence of environment in arid regions on the biology of man. In: Human and Animal Ecology — Reviews of Research, pp. 43—99. *Arid Zone Res.* No. 8, UNESCO, Paris.
12. Lawrence, E. T. (1935) Seven Pillars of Wisdom. Jonathan Cape, London.
13. Lemaire, R. (1960) Considérations physiologiques sur la climatisation en milieu désertique. In: Journées d'Information Médico-Sociales Sahariennes, pp. 101—112. Arts et Métiers Graphiques, Paris.
14. Newscombe, S. F. (1921) Map of the Negeb. Palestine Exploration Fund, London.
15. Pratt, G. E. (1965) Ecological observations. In: Report, Cambridge Cyrenaican Expedition 1963. Gonville and Caius College, Cambridge.
16. Seligman, N. (1959) Range Survey of the Araba. Soil Conservation Department, Ministry of Agriculture, Tel Aviv (Hebrew).
17. Shepherd, J. D., G. G. Masson and A. Grasovsky (1936) Report on Wadi Araba Development. Government of Palestine, Jerusalem.

18. Siline-Bekchourine, A. (1964) Hydrogeology of Irrigated Lands. Foreign Languages Publishing House, Moscow.

19. Simonneau, P. (1959) Centres d'Etudes d'Irrigation du Sahara Occidental : Essais et Etudes de la Campagne 1957—1958. Direction de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural, Service des Etudes Scientifiques, Birmandreis.

20. Toth, J. (1965) Aspect forestier d'une plantation saharienne. *Rev. for. franc.* *17* : 674—695.

21. Zohary, M. (1945) Outline of the vegetation in Wadi Araba. *J. Ecol.* *32* : 204—213.

22. ——— and G. Orshan (1956) Ecological studies on the vegetation of the Near Eastern deserts. II. Wadi Araba. *Vegetatio, Haag* 7 : 15—37.

השפעת טיפולי חום וייבוש על נביטתם של זרעי אורנים*

אדיבה שומר אילן
מחלקה לפזיולוגיה של הצמח
האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות, רחובות.

תקציר

זרעי אורן ירושלים (Pinus halepensis) ואורן ברוטיה (Pinus brutia) יובשו בטיפול מוקדם בתנור בטמפרטורות 50°—100° C ובוואקום מעל $CaCl_2$ ב־ 30° C לדרגות תכולת מים דומות ואחר הונבטו. הייבוש המוקדם בוואקום זירז את תחילת הנביטה, קיצר את מהלכה והגדיל את אחוז הנביטה הסופי.

בטיפולים המוקדמים בחום יבש חל זירוז קל בנביטה בתחום בין 50°—70°C ועיכוב בתחום 90°—100° C.

נראה כי ההשפעה החיובית כתוצאה מהייבוש המוקדם של הזרע חלה גם בחום יבש בטמפרטורה נמוכה, אך עם עלית הטמפרטורה נזקי החום מתרבים והשפעתם מתגברת.

מבוא

אגב מחקר על העמידות ליובש של מחטניים הופנתה תשומת ליבנו להשפעת היובש והייבוש על נביטת זרעים. בתנאי טבע עוברים הזרעים תהליך התייבשות איטי ומתמשך בכל תקופת ההבשלה, אך טמפרטורה גבוהה כתוצאה משריפה ביער מביאה לעיתים לייבוש מהיר. ה. אופנהימר (1960) מסר על פריצת שתילי אורן רבים לאחר שריפה ביערות הכרמל. Went (1952) ו־ Specht (1958) מסרו על תופעות דומות במינים אחרים. התופעה הוסברה בגרימת שינויים רבים בקרקע בעקבות השריפה ובעיקר בשיחרור כמויות גדולות מאוד של זרעים מהאצטרובלים שהתייבשו. נראה היה שייתכן כי ההסבר הזה אינו מלא וייבוש הזרעים

* המאמר פורסם ב־ Israel J. Bot. Vol. 13, 1964

ממלא גם הוא תפקיד. אבן ארי (1961) מציין את ייבוש הזרע כגורם העלול להשפיע על הנביטה. וכך נעשה נסיון לקבוע באיזה מידה מהווים ייבוש, חום או שניהם, גורם חשוב בנביטת זרעי אורן.

חומר ושיטות

זרעי אורן ירושלים .P. halepensis Mill מיער עדולם ואורן ברוטיה P. brutia מתורכיה אוחסנו בתנאי חדר ממוזג, חוממו ויובשו לפני הזריעה ונקבעו נתוני הנביטה:

טיפולים: 1) טיפול מוקדם בחום.
מדגמים בקבוצות של 25 זרעים הונחו בתנור למשך שעה אחת בכל אחת מהטמפרטורות בתחום שבין 100° C—50°.

2) ייבוש מוקדם.
מדגמים בקבוצות של 25 זרע יובשו בתנור וואקום מעל $CaCl_2$ ב־30° C במרווחי זמן שונים.

כל מדגם נשקל לפני הטיפול ואחריו. מדגמי הזרעים הונחו בצלחות פטרי (קוטר 10 ס״מ) עם 3 שכבות ניר סינון והרטבה ראשונית ב־10 סמ״ק מים. ההנבטה בחושך ב־19° C, שנמצאה ע״י אופנהימר (1939) כטמפרטורה אופטימלית לנביטת אורן ירושלים. אחוז הנביטה נקבע מדי יום ביומו.

הניסיון נערך שלוש פעמים ובכל ניסיון ארבע חזרות.

תוצאות

טיפולי טמפרטורה

זרעי אורן ירושלים ואורן ברוטיה יובשו במשך שעה אחת בטמפרטורות שונות והונבטו. הפסדי המים בעת הטיפול ואחוזי הנביטה ומהלכה מתוארים בטבלה א1.

השפעה על אחוז הנביטה

אחוז הנביטה הושפע מעט ע״י טיפולי הטמפרטורות השונות (בקיעת שרשון שימשה כקריטריון) אך נמצאה השפעה ניכרת על מספר השתילים המתפתחים. הטמפרטורות האפקטיביות ביותר, במיוחד לגבי אורן ירושלים, היו בתחום בין 70° C—50°. במקרה הנדון הפסידו הזרעים 2.55% ממשקלם ההתחלתי ונותרו עם 4.4% מים בלבד. טיפול בטמפרטורות גבוהות מ־70° C גרם לעיכוב בהתפתחות הנבטים.

השפעה על מהלך הנביטה

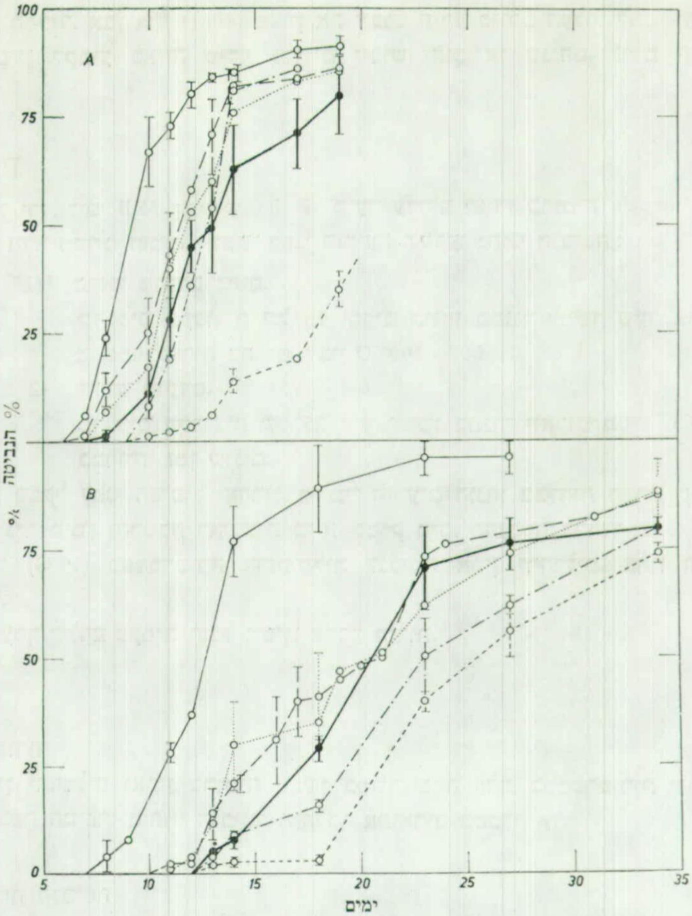
שהיית הזרעים בטמפרטורות גבוהות גרמה לשינוי במשך תקופת התפיחה הקודמת לפריצה. תקופה זו קוצרה בטיפולי טמפרטורות 100° C—90° והוארכה ב־ 70° C—60° (ציור 2, 1).

טיפולי ייבוש בוואקום

בכדי להפריד בין השפעת הטמפרטורה לבין השפעת הייבוש, נערכה סדרת ניסיונות שניה. זרעים יובשו בתנור, וואקום מעל $CaCl_2$ ב־ 30° C בטוחי זמן שגרמו להפסדי מים קרובים לאלה שנגרמו ע״י חימום בטמפרטורות השונות.

השפעה על אחוז הנביטה

הייבוש בוואקום השפיע באופן מובהק על אחוז הנביטה הסופי. התוצאות הטובות ביותר



ציור 1

השפעות טיפול מוקדם בחום וביובש על מהלך הנביטה של אורן ירושלים (ב־19° C). הזרעים שהו במשך שעה אחת באחת מהטמפרטורות 50°—100° C, או יובשו בתנור ואקום מעל $CaCl_2$ ב־30 °C.

	זמן הנביטה	% איבוד המים בייבוש בוואקום
A	26 מרץ—10 אפריל 1964	2.8 %
B	4 דצמבר 1962—7 ינואר 1963	2.66%

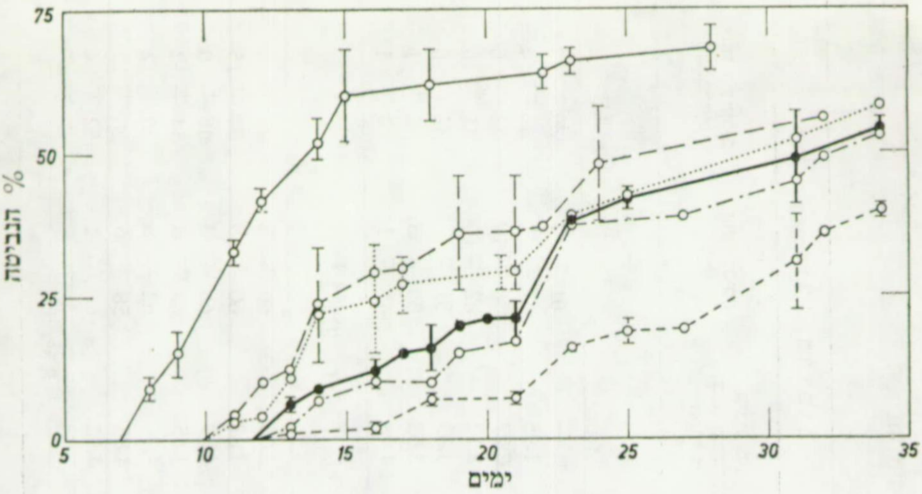
מקרא : ראה ציור 2.

נתקבלו באיבודי מים של 2.5—3.5% ממשקל התחלתי באורן ירושלים ו־4.4—4.7% באורן ברוטיה.

טיפול זה הותיר את הזרעים בתכולת מים נמוכה של 3.5% בלבד. ייבוש נמרץ יותר לא הגביר את אחוז הנביטה ולעיתים אף הפחיתה (טבלה ב1).

השפעה על מהלך הנביטה

נביטת זרעים שיובשו בוואקום מקדימה, באופן מובהק, את הביקורת (ציור 2, 1).

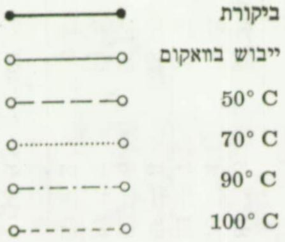


ציור 2

השפעות טיפול מוקדם בחום וביובש על מהלך הנביטה של אורן ברוטיה (ב־19° C). הזרעים שהו במשך שעה אחת באחת מהטמפרטורות 50°—100° C, או יובשו בתנור ואקום מעל $CaCl_2$ ב־30° C.

זמן הנביטה
4 דצמבר 1962—7 ינואר 1963

% איבוד המים בייבוש בוואקום
4.4 %



שינויים במשך הנביטה בעונות השנה השונות

ניסיונות ההנבטה נערכו בשלוש חזרות בעונות שונות: אביב וחורף. זמני הנביטה חלו:

בניסיון I 4 דצמבר 1962—7 ינואר 1963

II 25 ינואר—28 פברואר 1963

III 26 מרץ—10 אפריל 1964

תוצאות סריה I ו־III של אורן ירושלים ניתנו בציור 1.

ההשפעות הייחסיות העיקריות של טמפרטורה גבוהה וייבוש על אחוז הנביטה ומשך מהלך הנביטה היו זהות, אך משך הזמן המוחלט השתנה. נביטת הביקורת בסריה I החלה כעבור 13 יום ונמשכה במשך 18 יום, ואלו בסריה II ו־III החלה הנביטה כעבור 8 ימים ונמשכה 10 ימים בלבד.

טבלה 1

השפעות טיפולי חום וייבוש מוקדמים על איבוד מים ונביטה של זרעי אורנים

(נתוני נביטה של סריה I ב־19° C).

אורן ברוטיה: אחוז השתילים המתפתחים	אורן ברוטיה: אחוז נביטה סופי	אורן ברוטיה: איבוד מים ב־% ממשקל התחלתי	אורן ברוטיה: משך הזמן עד הנביטה בימים	אורן ירושלים: אחוז השתילים המתפתחים	אורן ירושלים: אחוז נביטה סופי	אורן ירושלים: איבוד מים ב־% ממשקל התחלתי	אורן ירושלים: משך הזמן עד הנביטה בימים	
א. טיפולי חום								טמפרטורות בטיפולי חום °C
39 ± 3*	61 ± 7	—	13	64 ± 10	81 ± 3	—	13	בקורת
46 ± 4	67 ± 1	1.95	11	73 ± 1	78 ± 4	1.5	11	50
42 ± 6	56 ± 10	2.27	11	75 ± 1	87 ± 7	1.85	11	60
41 ± 10	62 ± 10	2.12	11	78 ± 6	88 ± 8	2.55	11	70
32 ± 6	51 ± 1	3.33	13	55 ± 10	82 ± 6	3.7	11	80
2 ± 1	55 ± 3	3.55	13	13 ± 9	81 ± 3	2.64	13	90
4 ± 4	41 ± 1	4.98	13	3 ± 3	80 ± 2	3.66	13	100
ב. ייבוש בוואקום (מעל $CaCl_2$ ב־30 °C)								שעות ייבוש בוואקום
44 ± 6	60 ± 8	3.05	8	76 ± 8	84 ± 8	2.22	7	2
34 ± 15	60 ± 8	3.83	7	92 ± 8	96 ± 4	2.66	8	5
48 ± 0	68 ± 3	4.39	7	76 ± 8	88 ± 0	3.05	8	8
54 ± 12	68 ± 8	4.65	8	76 ± 12	92 ± 4	3.19	8	21
58 ± 12	62 ± 8	4.7	8	76 ± 8	84 ± 0	3.52	8	25
38 ± 10	58 ± 6	4.85	8	78 ± 6	84 ± 4	3.58	8	30
52 ± 4	66 ± 2	4.53	7	86 ± 2	90 ± 2	3.33	8	45
	8.3%				6.9%			%מים התחלתיים בזרע

* ±

דיון

הניסיונות בזרעי אורן ירושלים ואורן ברוטיה מראים שייבוש זרעים מוקדם בוואקום לדרגת דהידרציה גבוהה משפיע על הנביטה במספר דרכים: 1) הגדלת מספר הזרעים הנובטים. 2) זירוז תהליך הנביטה. בספרות המדעית אפשר למצוא נתונים על השפעות שונות בנביטת זרעים ממינים שונים לאחר שעברו ייבוש מוקדם. (ד. קולר, 1957; קולר ונגבי, 1957; קולר ורות, 1963).

נתונים אלה תומכים ומחזקים את ההנחה על קיום השפעת הייבוש על הנביטה. נראה כי השוני בנתונים מקורו ברמות שונות של הייבוש. מעניין ורצוי יהיה לבדוק השפעות טיפול זה על זרעי מינים שונים, במיוחד לגבי מינים מהאיזורים הארידיים והסמיארידיים. ייתכן מאוד כי לכל מין תחום התייבשות ספציפי בעל השפעה אופטימלית לגבי הגברת אחוז הנביטה וזירוזה, ואילו בעוצמה רבה יותר יעכב את הנביטה ויקטין את עוצמתה. כמו כן ייתכנו הבדלים בחשיבות הטיפול במינים השונים.

קיימים בספרות נתונים על קיום יחס הפוך בין התייבשות ונזקי חום. Haack (1906) מסר שזרעי P. silvestris יכלו לעמוד בטמפרטורה של 80° C במידה שהאוויר היה יבש. Kydrev & Kolev (1962) מסרו שטיפול בחום הקטין את אחוז המים בזרעי חיטה מ־10.6% ל־7.66 וחיוניותם לא נפגמה והטיפול הגביר את עמידותם לחום. ייבוש חזק יותר גרם לנזקים. בן־זאב, וזמנהוף (1962) מסרו על עליה בעמידות לחום של זרעי מינים שונים, שיובשו תחילה בוואקום והוחממו בטמפ׳ בין 100°—138°C בוואקום. הטיפול גרם לעיכוב נביטה למשך 4 חודשים.

אפשר לסכם נתונים אלה והנתונים בתמונה 2, 1 בהיפותיזה הבאה: לחום (טמפרטורה) השפעה שלילית על חיוניות הזרעים ותחילת הנביטה; ואילו הייבוש הוא בעל השפעה חיובית על שניהם.

חום יבש, כגון שריפה בטבע, גורם להתייבשות ואפקט היובש החיובי גובר על השפעת החום השלילית. במינים שנבדקו בטמפרטורות עד 70° C, גוברת השפעת היובש, חל זירוז בנביטה ועליה קלה באחוז הנביטה. ואילו בטמפרטורות מעל 80° C השפעת נזקי החום הולכים וגוברים והדבר מתבטא בעיכוב הנביטה. החיוניות עדיין נשמרת בטמפרטורות הגבוהות בגלל הדהידרציה הקודמת. ובניגוד לכך חימום זרעי Pitch pine בזמן התפיחה, כלומר בתנאי רטיבות, בטמפרטורות נמוכות (Haasis 1928) גרם לירידה גדולה באחוז הנביטה הכללי והראה על נזקים בחיוניות.

ניסיונות הנביטה נערכו בטמפרטורה קבועה (19° C) אך משך המהלך היה שונה בעונות השנה השונות. העיכוב בדצמבר נראה אנלוגי להקטנת הנביטה במשתלה עליה מסר קרשון (1961). אפשר אולי להסביר תופעה זו בריתמוס אנדוגני כפי שהוצע ע״י החוקרים David (1951) Schmidt (1930) ו־(1935) Baldwin לגבי P. pinaster; P. silvestris, red spuce. חוקרים אלה איחסנו והנביטו את הזרעים בתנאי טמפ׳ קבועים.

הבעת תודה

המחברת מודה לפרופ׳ ה. אופנהימר על עזרתו ועצתו שנתן במשך המחקר ובהכנת המאמר ולד״ר יעקובי על עצותיו וביקורתו הפורה.

ספרות

Baldwin, H. I., 1935, Seasonal variations in the germination of red spruce, *Amer. J. Bot., 22*, 392—394.

Ben Zeev, N. and Zamenhof, S., 1962, Effect of high temperature on dry seeds. *Pl. Physiol., 37*, 1—5.

David, R., 1951, Activating germination of maritime pine seeds, *Nav. Stores Rev., 61,* 16—17.

Evenari, M., 1961, A survey of the work done in seed physiology by the Department of Botany, Hebrew University, Jerusalem, Israel, *Proc. Int. Seed Testing Assoc., 26,* 4, 597—658.

Haack, O. H. A., 1906, Über die Keimung und Bewertung des Kiefernsamens nach Keimproben, *Z. Forst. Jagdwesen, 38,* 441—475.

Haasis, F. W., 1928, Germinative energy of lots of coniferous tree seed as related to incubation temperature and to duration of incubation, *Pl. Physiol., 3,* 367—412.

Karschon, .R, 1961, Studies in nursery practice for pines, *La-Yaaran, 11,* 1, 1—12

Koller, D., 1957, Germination regulating mechanisms in some desert seeds. IV. *Atriplex dimorphostegia* Kar. et Kir., *Ecology, 38,* 1—13.

Koller, D. and Negbi, M., 1956, Hastening the germination of *Panicum antidotale* Retz., *Bull. Res. Counc. Israel, 5D,* 225—238.

Koller, D., 1957, Germination-regulating mechanisms in some desert seeds. IV. seeds. VII. *Panicum turgidum., Israel J. Bot., 12* 64—74.

Kydrev, T. G. and Kolev, V. M., 1962, Thermal treatment on the plants, *Fiziologya Rast., 8,* 582—586 (in Russian).

Oppenheimer, H. R., 1953, Studien zur Keimung und ersten Entwicklung der Aleppokiefer und Kermeseiche, *Gartenbauwiss., 7,* 304—363.

Oppenheimer, H. R., 1960, Adaptation to drought: Xerophytism, *Plant Water Relationships in Arid and Semi-Arid Conditions,* UNESCO, Arid Zone Research, *15,* 105—138.

Schmidt, W., 1930, Die Spiegelung der Jahreszeit in der Samenactivität, *Forschn. Fortschr., 6,* 325—326.

Specht, R., Rayson, P. and Jackman, M. E., 1958, Dark Island Heath. VI. Pyric succession changes in composition covering dry weight and mineral nutrient status, *Aust. J. Bot., 6,* 1, 59—88.

Went, F. W., Juhren, G. and Juhren, M. C., 1952, Fire and biotic factors affecting germination, *Ecology, 33,* 3, 351—364.

הפעילות השנתית של שרשי הבינים באורן ירושלים

ב. לשם

המחלקה לפיזיולוגיה של הצמח, האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות, רחובות.

המונח הטרוריציה (שוני השרשים) הותאם למערכת השרשים של עצי יער עוד ע״י Hartig (1878) Von Alten (1909) ו־Noelle (1910). שהתכוונו לתאר בעזרתו את מערכת השרשים מנקודת ראות פונקציונלית. הם הפרידו בין שרשים ארוכים, שתפקידם עיגון העץ והרחבת מערכת שרשיו, ובין שרשים קצרים הממלאים תפקידי ספיגת מים וחמרי מזון. Noelle (1910) ויותר מאוחר Aldrich-Blake (1930) ניסו לאפיין שרשים ארוכים וקצרים לפי מספר צרורות הפרוטוקסילם. הם קבעו כי שורש קצר הוא „דיארכי״, דהיינו בעל 2 צרורות בלבד, ואילו בשרשים ארוכים מוצאים מ־3—5 צרורות פרוטוקסילם. אולם Aldrich-Blake מודה כי שרשים קצרים יכולים בהמשך גידולם, ליהפך לשרשים ארוכים. חלוקה לשרשים קצרים וארוכים כגון זו אינה כוללת את הכמות העצומה של שרשים לטרליים (צדדיים) מדרגות הסתעפות גבוהות, המהוות את עיקר נפחה של מערכת השרשים. שרשים אלה עשויים להיות בעלי 2—3 או 4 צרורות פרוטוקסילם למרות אורכם המצומצם. כמו כן הם עשויים לחדש את גידולם, להתארך בקצב מהיר ולהיהפך ע״י כך לשרשים ארוכים — ובזאת להגדיל את קוטר מערכת השרשים. הם עשויים גם להגיע לשלב התעבות משנית וע״י כך לשמש בתפקידי עיגון העץ בעוד שהקצה שלהם ממלא תפקידי ספיגה. לכן כל הגדרה לפי תפקיד או מבנה אנטומי היא בהכרח שרירותית. Flaskämper (1910) Wilcox (1962) Ginzburg (1964) מצביעים על הצורך להתייחס למערכת השרשים כאל מערכת „המשכית״ הבנויה מקשת רצופה של שרשים קטנים עד גדולים בדרגות התפתחות שונות.

בסקר שנערך, בדקנו שרשים באורך 1—10 ס״מ וקוטר 0.4—0.7 מ״מ שעדיין לא פיתחו כל התעבות משנית. לשם נוחיות התיאור קראנו להם „שרשי ביניים״ (intermediary roots). חקר השרשים של מיני מחטניים שונים הראה כי השרשים עשויים להפסיק את גידולם ולחדשו לאחר מכן בתנאי גידול נוחים יותר. המבנה האנטומי של קצה שורש רדום מראה כי הדפנות של שורת תאים מסויימים, בכיפת השורש ובקליפתו, משתעמים בכל שטחם. שורת תאים זו יוצרת תיק של תאים בעלי דופן משועמת סביב למריסטמה (רקמה יוצרת) של קצה השורש.

תהליך ההשתעמות כונה ע״י החוקרים Müller (1906) Plaut (1909) בשם Metakutisierung ויותר מאוחר ע״י Wilcox (1954) Metacutization. שכבת התאים המשועמת, המהווה את התיק, קיבלה את השם (שכבת שעם בינים, פנימי) Metacutized layer או Dormancy layer. Plaut (1909) במחקר מקיף על תופעה אנטומית זו בגלויי־הזרע מצא 4 טיפוסים נפרדים של מטקוטיזציה.

בעבודה זו ניתן תיאור של פעילות הצמיחה השנתית של שרשי הביניים במין אורן ירושלים (Pinus halepensis). ניסינו למצוא את שכבת התאים המשועמת בשורש הרדום ולבדוק את השפעת התנאים האדפיים (קרקעיים) על יצירתה.

שיטות

שלושה מקומות נבחרו לשם עיקוב אחרי קצב גידול השרשים:

א) חורשת אורנים ברחובות, שגדלה על קרקע חול חמרה עמוקה (50 מ׳ מעל פני הים).

ב) אורנים בייער „פנורמה״ ליד אשתאול על קרקע רנדזינה אפורה בהירה (300 מ׳ מעל פני הים).

ג) חורשת אורנים בנווה אילן על קרקע טרה רוסה (700 מ׳ מעל פני הים).
גיל העצים היה 9 (נווה אילן) עד 20 (רחובות) שנה.

בכל חודש, החל מדצמבר 1962 עד נובמבר 1963, נאספו דוגמאות שרשים מעומק של 25—30 ס״מ מסביב לכמה עצים שסומנו מראש. בעומק זה נמדדה גם טמפרטורת הקרקע בעזרת טרמומטרים של קרקע, שהוכנסו בתחילת הניסיון. תכולת המים בקרקע נבדקה בדוגמאות שנלקחו מדי חודש ממקומות החפירה של השרשים. כן נערכו תצפיות פינולוגיות פרלימינריות, בעיקר על הענפים התחתונים הנושאים בעונת הפריחה את התפרחות הזכריות.

טבלה 1 מסכמת את כמויות הגשמים החודשיות, שמדדו בתחנות מטאורולוגיות במקומות שנבחרו למחקר או סמוך להם במשך העונה 1962/63 *.

עונה זו היתה חסרת גשמים במיוחד. מלבד בתחנת רחובות כמעט שלא ירד גשם בחודש ינואר. כדאי לציין כי הקרקע בשכבות העליונות מתייבשת בעונת הקיץ הרבה מתחת לנקודת הכמישה ולכן נמצאים השרשים במחסור מים חמור.

קצות שרשים מדוגמאות שהועברו למעבדה מדי חודש הובהרו (ע״י היפוכלוריט הנתרן) במשך 10 דקות, אח״כ הוכנסו לפיקסציה ונחתכו בשיטות פרפינציה מקובלות. שכבת התאים המשועמים נראתה בעזרת צביעה בסודן IV (בצבע הצובע חמרים שומניים כשעם).

תצפיות

א) לחות הקרקע וטמפרטורת הקרקע

טבלה 2 מסכמת את הנתונים על לחות קרקע וטמפרטורת הקרקע בעומק 30 ס״מ במשך עונת הניסיון, בכל שלושת המקומות שנבדקו. טמפרורת הקרקע הנמוכה ביותר נרשמה בחודש מרס בכל המקומות, כשהיא מגיעה בנווה אילן ל־12.5°. טמפרטורת הקרקע המכסימלית נרשמה בסוף אוגוסט ותחילת ספטמבר. היא אינה עולה על 27.6° (בנווה אילן). מידות לחות הקרקע המתאימות ל־15 אטמוספרות היו: (כוח יניקת הקרקע) ברחובות 3.8%, בפנורמה 16.5% ובנווה אילן 24.4%. מכאן ברור כי בכל המקומות שנבדקו, מתייבשת הקרקע הרבה מתחת לנקודת הכמישה במשך חודשי הקיץ.

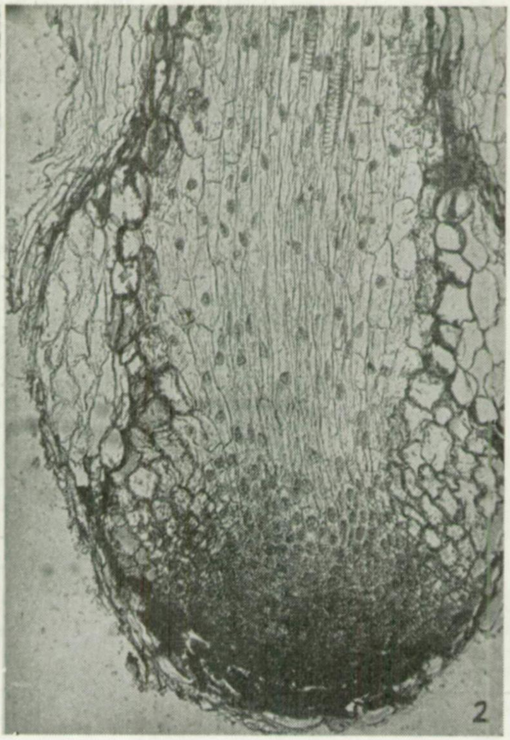
מבנה

ב) השורש הרדום

בשורש הפעיל נמצא כי קליפת השורש היתה מורכבת מ־6—8 שכבות תאים איזודיא־מטריים (שווי ממדים). במרחק שונה מקודקוד הצמיחה של קצה השורש, התלוי בקצב הגידול של השורש, נתמעכו תאי קליפת השורש ומתו וצבעם הפך מלבן לחום. קליפת השורש החומה המתה עוטפת את הגליל המרכזי (הווסקולרי) במשך זמן רב ואינה נושרת עד היווצרות רקמת פלוגן המצמיחה תאי שעם. טיפול ב־ NaClO גורם להבהרת הצבע החום מבלי לפגוע במבנה האנטומי או בשכבת הסוברין (שעם) בדופן התאים. השורש הרדום, שהוא חום כולו, נראה אחר ההבהרה לבן, פרט לכיפה חומה בקצה השורש. כיפה זו מייצגת את הרקמה המשועמת.

תמונות 1 ו־2 מראות חתכי אורך של קצות שרשים מובהרים. השכבה המשועמת נראתה כמתאימה לטיפוס 2 לפי Plaut (1909) (שכבת התאים הפנימית של קליפת השורש). האנדו־דרמיס בשורש הרדום מגיע לגמר התבגרותו, כלומר למצב שבו דפנותיו כולן משועמות, קרוב מאוד לאזור התאים המריסטמטיים שבקצהו. השכבה המשועמת מקיפה את האזור המריסטמטי ונקשרת לאנדודרמיס ע״י גשר של תאי קליפה משועמים גם הם. תאי הכיפה, מחוץ לשכבת

* הנתונים על כמות הגשמים וכן הטרמומטרים של קרקע סופקו באדיבותו של השירות המטאורולוגי.



תמונה 1 — חתך אורך בשורש גדל של אורן ירושלים 100 ×.

תמונה 2 — חתך אורך בשורש רדום של אורן ירושלים 100×.

התתכים נצבעו בסודן IV. שים לב לתאים בעלי הדופן הכהה שמאפינים את שיעום תאי האנדודרמיס ואת השכבה המשועמת המקיפה את כיפת השורש. מעל לשכבה כולה רואים שרידים של השכבה הקודמת שנמשכים לאורך הגבול החיצוני של הקליפה החדשה.

Fig. 1 — Longitudinal section through an actively growing short root of Aleppo pine. × 100.

Fig. 2 — Longitudinal section through a dormant short root of Aleppo pine. × 100. The sections were stained with Sudan IV. Note the cells with the dark walls which indicate the total suberization of the cells of the endodermis and the suberized layer which encloses the root tip. Above the whole layer the remnants of the former layer can be seen, which continue along the outer border of the new cortex.

התאים המשועמים, מתים וכך הופך תיק השעם להיות טרמינלי ז.א. סמוך לקצה. גם רקמת ההובלה בשורש הרדום כבר מתבגרת קרוב מאוד לתאי המריסטמה. התאים של תיק השעם וכן התאים הסמוכים לו מכילים חומר חום. אלו הם התאים היוצרים את הכיפה החומה, הנראית ברור בשורש המובהר.

כשמתחדש גידולו של השורש הרדום, נקרע תיק השעם ונוצר שורש חדש כהמשך לשורש הישן. בשורש הפעיל — תאי קליפת השורש הם בעלי מתח אוסמוטי וצבע קצה השורש לבן. גשר התאים המשועמים בקליפה נראים בחתכי אורך בשורש שחידש את גידולו, כפס חום החוצה באלכסון את קליפת השורש. שיירי תיק השעם נדחפים במשך הגידול לחלק ההקפי של קליפת השורש החדשה שנוצרה. בשרשים שנבדקו, אפשר היה לראות מחזורים

טבלה 1. כמות הגשמים החדשית (במ"מ) במשך העונה 1962/63
כפי שנרשמה בתחנות מטאורולוגיות סמוך למקומות שנבחרו למחקר

חודש / מקום	רחובות	אשתאול צפונית מזרחית לפנורמה	צרעה דרומית לפנורמה	בית מאיר דרומית לנוהה־אילן
אוקטובר 1962	22.6	5.0	4.9	12.1
נובמבר	—	—	—	—
דצמבר	120.8	83.0	56.9	85.8
ינואר 1963	101.3	14.0	15.4	18.2
פברואר	51.4	93.0	57.2	107.1
מרס	18.1	27.5	25.0	35.3
אפריל	16.4	23.5	27.7	22.3
מאי	1.8	8.0	4.8	6.5
יוני	—	—	—	—
יולי	—	—	—	—
אוגוסט	—	—	—	—
ספטמבר	—	—	—	—
אוקטובר	44.4	41.0	33.5	42.4
נובמבר	86.3	84.0	72.0	68.6
דצמבר	196.6	229.5	220.1	268.4

טבלה 2. טמפרטורה ולחות הקרקע בעומק 30 ס"מ במקומות שנבחרו למחקר במשך העונה 1962/63. טמפרטורות הקרקע ב־$^\circ C$. תכולת המים בקרקע כאחוזים מקרקע יבשה

מקום	רחובות		פנורמה		נווה־אילן	
חודש	לחות הקרקע	טמפרטורת הקרקע	לחות הקרקע	טמפרטורת הקרקע	לחות הקרקע	טמפרטורת הקרקע
דצמבר 1962	9.6	—	22.4	15.0	32.8	13.0
ינואר 1963	2.6	18.0	13.7	18.3	19.7	17.2
פברואר	7.0	16.6	22.4	15.0	27.0	14.1
מרס	4.7	15.3	19.0	13.2	32.1	12.5
אפריל	3.4	18.9	10.9	20.3	16.5	20.1
מאי	2.3	21.1	8.9	22.0	14.1	21.8
יוני	1.5	24.2	8.2	25.1	7.1	25.1
יולי	1.6	25.4	7.9	27.1	9.1	27.4
אוגוסט	1.4	26.2	7.3	27.5	10.4	27.6
ספטמבר	1.4	25.7	6.8	26.0	12.4	25.6
אוקטובר	1.5	25.7	7.8	25.9	13.7	24.0
נובמבר	2.8	20.8	12.6	19.4	18.4	19.8

אחדים של תרדמה וחידוש הגידול לפי מספר פסי הרוחב החומים בקליפת השורש. בשרשים שאורכם כ־2 ס"מ, נספרו 2—6 פסי רוחב על כל שורש. לא יכולנו לקבוע אם מחזוריות התרדמה וההתחדשות קורים בעונת גידול אחת או יותר.

ג) המחזוריות של תרדמת השרשים

הבהרת השרשים איפשרה חלוקה בין שרשים במצב גדילה לבין שרשים בתרדמה. קצה שורש בעל כיפה חומה סווג כשורש רדום בעוד שקצה שורש בלי כיפה חומה סווג כשורש פעיל. טבלה 3 מסכמת את היחס בין שרשים גדלים לשרשים רדומים במשך כל עונת הניסיון.

נראה כי בכל המקומות גדול מספר השרשים הגדלים בעונת החורף ותחילת האביב בהרבה מזה של עונת הקיץ. היחס „שרשים גדלים / שרשים רדומים" גבוה מדצמבר עד מרס, יורד עד אמצע אפריל ונשאר נמוך ממאי עד אוגוסט. בפנורמה יש ירידה בחודש ינואר, שהיה יבש במיוחד, אולם חלה עליה תלולה בחדשים פברואר ומרס. עליה ניכרת של יחס זה נראתה לקראת הסתיו למרות שלא היתה עדיין התחדשות גשמים. נראתה פריצה רבה של גידול שרשים, בעיקר בפנורמה וברחובות. התחדשות זאת פסקה בסוף ספטמבר וחודשה באוקטובר עם התחלת הגשמים. בנווה אילן נראתה התחדשות השרשים באמצע אוגוסט, פסקה באמצע ספטמבר וחודשה בסוף ספטמבר. פריצה מחודשת בגידול שרשים בסוף הקיץ נבדקה ע"י Kalela (1957) באורן הייער האירופי Pinus silvestris ויוחסה למחזוריות גידול התלויה בגורמים פנימיים של העץ.

ד) תצפיות פינולוגיות

תצפיות פינולוגיות פרלימינריות נעשו באותם עצים, שמהם נלקחו דוגמאות שרשים. הן נערכו על ענפים תחתונים. התחלת הליבלוב נראתה בכל המקומות שבהם נערך הניסיון בדצמבר או בינואר. הפריחה חלה במרס ובפנורמה נמשכה גם בתחילת אפריל. גידול הענפים והמחטים היה נמרץ באביב וירד באופן ניכר לקראת החדשים היבשים של השנה, בעיקר בנווה אילן.

דיון

מחזוריות גידול השרשים נחקרה רבות בעיקר במינים הגדלים באזורים ממוזגים. עבודה מעטה הוקדשה לקצה גידול השרשים באזורים סובטרופיים. באזורים הממוזגים תקופת הפסקת גידול השרשים היא בחורף, בעת שהקרקע קופאת עקב ירידת הטמפרטורה. בארץ עיקר גידולם של השרשים חל בחורף כשלחות הקרקע גבוהה והטמפרטורה אינה נמוכה עד כדי גרימת הפסקה בגידול. חוקיות גידול דומה תוארה ע"י Cossmann (1939) בשרשי הדר.

לפי התוצאות שנתקבלו (טבלה 2) נראה כי התנאים האידפיים קובעים במידה רבה את קצב גידול השרשים. אולם נראה, כמו כן, כי בכל שלושת המקומות שנבדקו, אין הפסקת גידול שרשים כוללת בעונה היבשה או בתנאים נוחים גידול כללי. בעונת הגידול הנוחה הגיע אחוז השרשים הגדלים רק ל־70%—80 מכלל השרשים, בעוד שבעונה היבשה 10%—15 מכלל השרשים עדיין פעיל, אם כי קצב הצמיחה היה חלש מאוד. נראה איפוא, כי גורמים נוספים לגורמים האידפיים משפיעים על קצב גידול השרשים. העליה בהתחדשות הגידול של השרשים בסוף הקיץ, למרות שעדיין לא ירדו גשמים, משמשת עדות נוספת לכך כי גורמים נוספים משתתפים בקביעת קצב הגידול. לפי Wilcox (1962) עשויה לגרום לכך פוטופריודה מתאימה (אורך יום).

עיקר תקופת גידול השרשים חלה בין נובמבר לאמצע מאי. לעומת זאת חלה הצמיחה הנמרצת בענפים במרס, כלומר זמן רב לאחר תחילת גידול השרשים. הצמיחה של ענפים

טבלה 3. קצות שרשים, גדלים או רדומים, משלושת המקומות שנבחרו למחקר

מקום		רחובות		פנורמה		נווה־אילן	
חודש		מס׳ קצות השרשים שנספרו	יחס שרשים גדלים / שרשים רדומים	מס׳ קצות השרשים שנספרו	יחס שרשים גדלים / שרשים רדומים	מס׳ קצות השרשים שנספרו	יחס שרשים גדלים / שרשים רדומים
דצמבר 1962	ג [1]	—	—	97	3.7	43	3.6
	ר [2]	—		26		12	
ינואר 1963	ג	38	0.9	58	1.2	31	2.4
	ר	42		47		13	
פברואר	ג	46	1.6	131	1.8	8	1.3
	ר	29		71		6	
מרס	ג	23	0.8	82	3.7	23	1.0
	ר	29		22		23	
אפריל	ג	23	0.7	74	0.3	15	1.1
	ר	35		240		13	
מאי	ג	7	0.2	19	0.1	2	0.2
	ר	32		150		13	
יוני	ג	14	0.2	19	0.2	10	0.3
	ר	73		77		33	
יולי	ג	5	0.2	14	0.08	4	0.4
	ר	14		165		25	
אוגוסט	ג	5	0.5	37	0.2	31	0.5
	ר	11		240		69	
ספטמבר	ג	30	0.9	62	0.9	13	0.3
	ר	32		69		39	
אוקטובר	ג	23	0.4	36	0.2	43	0.7
	ר	58		182		60	
נובמבר	ג	37	1.3	64	1.4	68	0.8
	ר	28		45		81	

1) ג = גדל.

2) ר = רדום.

ומחטים נמשכת עד סוף אוגוסט, בעוד שצמיחת השרשים מעוכבת מאוד. חוסר קורלציה בין גידול שרשים וענפים, כגון זה, נמצא זה לא מכבר ע״י Wilcox (1962) במין Libocedrus decurrens.

ראיית תהליך המטקוטיזציה בקצה השורש לא כתהליך הזדקנות, אלא כתופעה הקשורה בתרדמת השורש, הונחה לראשונה ע״י Plaut (1918) ואומתה ע״י מספר חוקרים Aldrich-Blake (1930) Cossmann (1939). Plaut הניח כי טמפרטורת הקרקע היא הגורם למטקוטיזציה בקצה השורש. תוצאותינו מראות כי גם מחסור מים חמור בקרקע גורם לאותה תופעה. למרות זאת יש להדגיש כי גם בתנאי גידול נוחים עשויים שרשים להיכנס לתרדמה ולפתח שכבת שעם Wilcox (1954, 1962). מכאן ייתכן כי שכבת התאים המשועמים היא תופעה אנטומית, הנוצרת אמנם בעת כניסת השרשים לתרדמה, אולם יצירתה אינה תוצאה ישירה של התנאים הגורמים לתרדמה. חוקרים מספר כמו Müller (1906) ו־Mayer (1913) ניסו לייחס לשכבת התאים המשועמים תפקידי הגנה על המריסטמה מפני איבוד מים בעת התייבשות הקרקע בזמן קפיאתה. למרות שהוכח ע״י Kramer (1946) כי יש מעבר מים דרך תאים בעלי דפנות משועמים, יש מקום להנחה כי שכבת המטקוטיזציה מגינה על התאים החיים בתחילת ההתייבשות.

תקופת הגידול העיקרית של שרשי אורן ירושלים מתחילה עם עונת הגשמים בדרך־כלל מנובמבר עד אמצע האביב. תקופת הגידול של הענפים נמשכת מתחילת האביב עד אמצע הקיץ. לפי Oppenheimer (1945) יש פעילות קמביאלית בגזעים של עצי אורן ירושלים מבפרואר עד נובמבר. מכאן שפעילות הגידול הכללית נמשכת במשך כל חודשי השנה. יש לשער כי לרשות העץ עומדים בעומק רב יותר בקרקע מקורות מים, שמהם הוא יכול לשאוב אף בחודשי הקיץ החמים. נתוני Shachori (1965) יש בהם כדי לאמת הנחה זו.

ספרות

Aldrich-Blake, R. N. 1930. The plasticity of the root system of Corsican pine in early life. *Oxford For. Mem. 12* : 1—64.

Cossmann, K. F. 1939. Citrus roots: their anatomy, osmotic pressure and periodicity of growth. *Palest. J. Bot.* Rehovot, *3* : 1—103.

Flaskämper, P. 1910. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Gefäss-und Sklerenchymbildung von äusseren Faktoren nebst einigen Bemerkungen über die angebliche Heterorhizie bei Dikotylen. *Flora 101* : 181—219.

Ginzburg, Ch.1964. Ecological anatomy of roots. Ph. D. Thesis. Hebrew Univ., Jerusalem.

Hartig, T. 1878. Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen, Berlin.

Kalela, E. K. 1957. Über Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände im Laufe der Vegetationsperiode. *Acta Forest. Fenn. 65* : 1—41.

Kramer, P. J. 1946. Absorption of water through suberized roots of trees. *Plant Physiol. 21* : 37—41.

Mager, H. 1913. Versuche über die Metakutisierung. *Flora, 106* : 42—50.

Müller H. 1906. Über die Metakutisierung der Wurzelspitze und über die verkorkten Scheiden in den Achsen der Monokotyledonen. *Bot. Zeit.* *64* : 53—84.

Noelle, W. 1910. Studien zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Koniferenwurzeln mit Rücksicht auf die Systematik. *Bot. Zeit.* *68* : 169—266.

Oppenheimer, H. R. 1945. Cambial wood production in stems of *Pinus halepensis*. *Palest. J. Bot.* Rehovot *5* : 22—51.

Plaut, M. 1909. Untersuchungen zur Kenntnis der physiologischen Scheiden bei den Gymnospermen, Equiseten und Bryophyten. *Jahrb. f. wiss. Bot.* *47* : 121—185.

Plaut, M. 1918. Über die morphologischen und mikroskopischen Merkmale der Periodizität der Wurzel, sowie über die Verbreitung der Metakutisierung der Wurzelhaube im Pflanzenreich. In Festschr. 100 jähr. Best. W. Württemb. Landw. Hochsch. Hohenheim, pp. 129—151. Ulmer, Stuttgart.

Von Alten, H. 1909. Wurzelstudien. *Bot. Zeit.* *67* : 175—199.

Wilcox, H. 1954. Primary organization of active and dormant roots of noble fir *Abies procera*. *Amer. J. Bot.* *41* : 812—821.

Wilcox, H. 1962. Growth studies of the root of incense cedar, *Libocedrus decurrens*. II. Morphological features of the root system and growth behavior. *Amer. J. Bot.* *49* : 237—245.

Shachori, A., D. Rosenzweig and A. Poljakoff-Mayber, 1965. Effect of Mediterranean vegetation on the moisture regime. Israel Ministry of Agriculture. Soil Conservation Division Res. Unit. Report No. R 11.

ייבוש לוחות של אקליפטוס המקור

ק. טישלר

המחלקה ליעור, המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, אילנות.

הקדמה

המאמר עוסק במחקרים שבוצעו במעבדה לטכנולוגיה של העץ באילנות בקשר לייבוש לוחות של אקליפטוס המקור, מין המספק לעת עתה את מרבית חומר הגלם המקומי לתעשית העץ[2]. הצמיחה המהירה של עץ זה מביאה להיווצרות עצת מתח (tension wood) ו„לב פריך" בבולי העץ (3). התמוטטות הסיבים אף היא נפוצה למדי בעץ המנוסר במשך תקופת הייבוש ומביאה לידי הסתדקות, התפקעות (בניצב לטבעות) והתכווצות חזקה (1, 5). מטרת הניסיונות,

1 מפירסומי המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, רחובות 1965, סדרה ה׳ 578.

2 המחקרים בוצעו בשיתוף פעולה עם מר מ. צ׳ודנוף.

בהם עוסק המאמר, היתה למצוא את השיטה הטובה ביותר לייבוש לוחות תוך מניעת הפגמים שנזכרו לעיל.

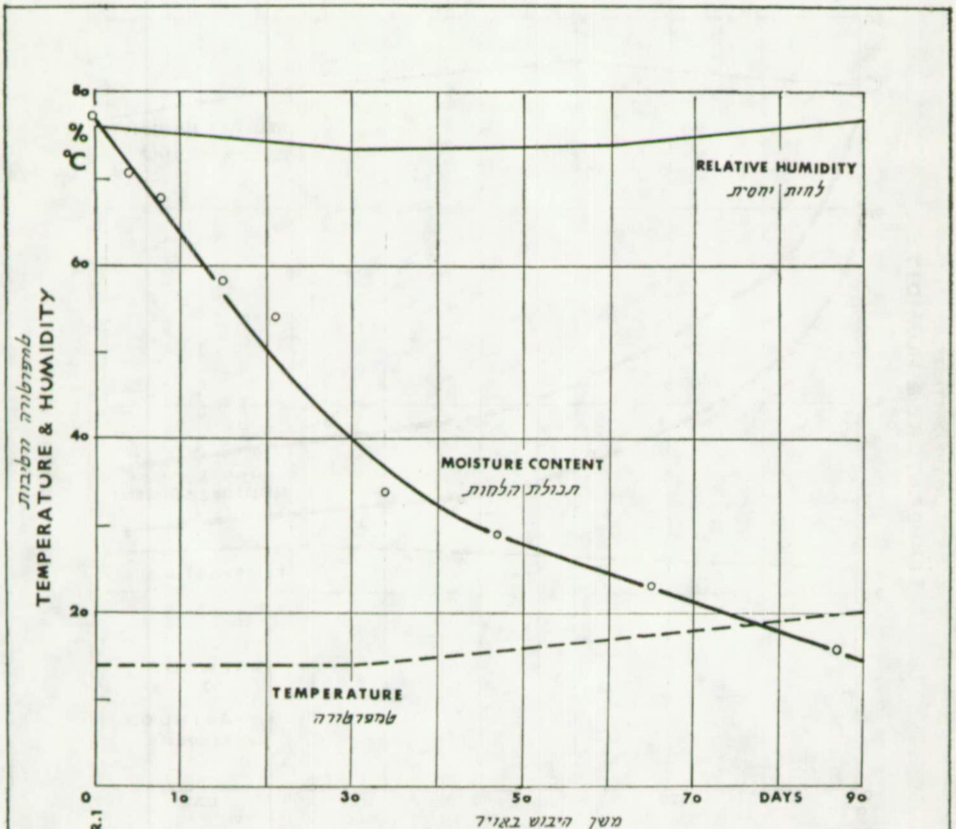
חמרים ושיטות

בולי עץ מגזעים בני 18—20 שנה בעלי קוטר של 32—52 ס"מ (כולל הקליפה), נבררו משני מקומות:

א. ממשברי רוח בקרבת חדרה (27′ °32 קו רוחב, ו־55′ °34 קו אורך).

ב. מחורשה ליד בית שאן (30′ °32 קו רוחב, ו־30′ °35 קו אורך).

בולי העץ באורך של 1.90 מ' נוסרו לפי שיטות שונות ללוחות בעובי של 30 מ"מ: ניסור רדיאלי, ניסור טנגנציאלי וניסור מורכב. הניסור הטנגנציאלי הוא מסביב לבול והחלק הפנימי שנשאר, בעובי של כ־15—20 ס"מ, איננו נכנס לשימוש. הלוחות שהובאו מאזור חדרה, חולקו ל־4 קבוצות. מקבוצה אחת נעשתה מיד ערימה בסוכה סגורה מ־3 כיוונים. בה נעשה ייבוש באוויר בעונת האביב כפי שצויין בציור מס' 1. הקבוצה השניה של הלוחות הוכנסה לחדר ייבוש ויובשה בהתאם לתכנית A.



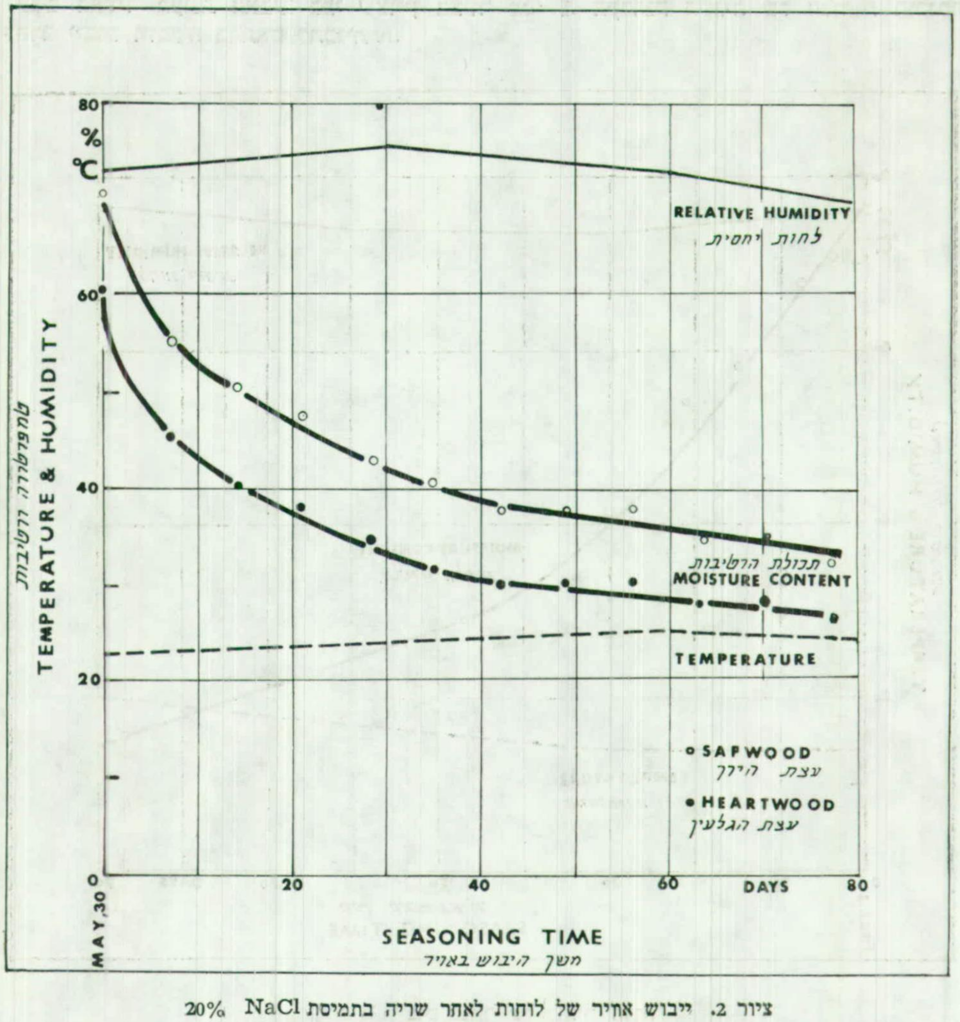
ציור 1. ייבוש אחיר של לוחות חדרה

Fig. 1. Air-seasoning of Hadera lumber (spring).

תכנית A של הפעלת חדר הייבוש

לחות יחסית %	הטמפרטורה °C	תכולת הלחות %
97	37	ירוק — 45
90	37	45 — 35
82	37	35 — 30
71	44	30 — 25
60	49	25 — 15
50	54	15 —

קבוצה שלישית הושרתה במים במשך 45 יום ויובשה בחדר הייבוש לפי שיטה יותר חריפה שהוצעה על ידי אליוט (4) עבור קרשים של אקליפטוס המקור בעובי של 25 מ"מ ובניסור טנגנציאלי (תכנית B).



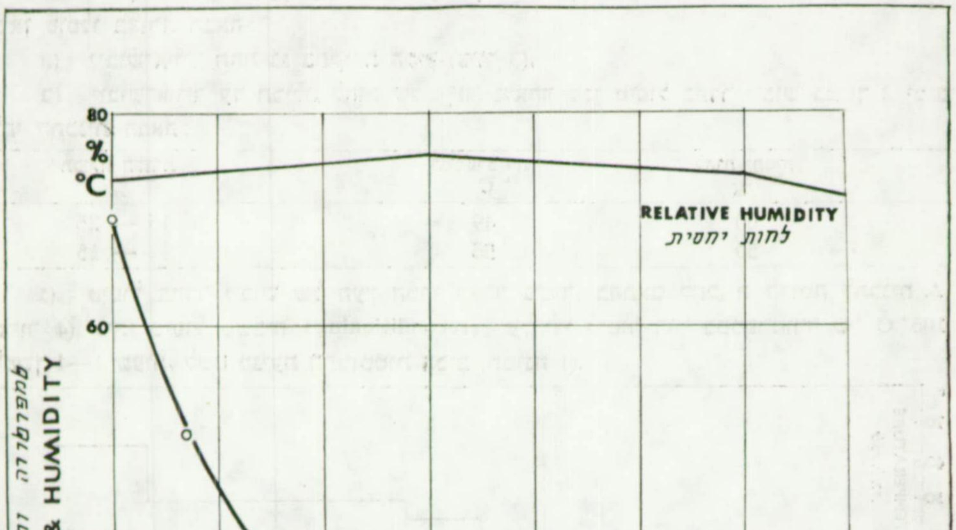
ציור 2. ייבוש אויר של לוחות לאחר שריה בתמיסת NaCl 20%

Fig. 2. Air-seasoning of lumber after immersion in a 20% NaCl solution.

תכנית B של הפעלת חדר ייבוש

תכולת הלחות %	הטמפרטורה °C	לחות יחסית %
ירוק — 40	49	88
30 — 40	54	71
20 — 30	60	60
— 20	71	43

הלוחות שנותרו (הקבוצה הרביעית) הושרו בתמיסת של NaCl 20% לתקופה של 39 יום ולאחר מכן נערמו לערימה בסוכה ויובשו באוויר במשך 11 שבועות (ציור 2). כאשר תכולת הלחות ירדה עד פחות מ־30%, נבדק חומר העץ ודורג לשלוש קבוצות איכות, ויובש



ציור 3. ייבוש אויר של לוחות בית שאן

Fig. 3. Air-seasoning of Beit-Shean lumber (summer).

בחדר הייבוש לפי התכנית הבאה:

תכולת הלחות %	הטמפרטורה °C	לחות יחסית %
25 — 30	43	70
20 — 25	49	40
15 — 20	55	20

לאחר מכן קיבלו העצים טיפול מאזן במשך 3 ימים, בהתאם לתכנית הבאה:

טמפרטורה °C	לחות יחסית %	תכולת הלחות במצב שיווי משקל (בין האוויר ללוחות) %
55	73	12
55	32	5

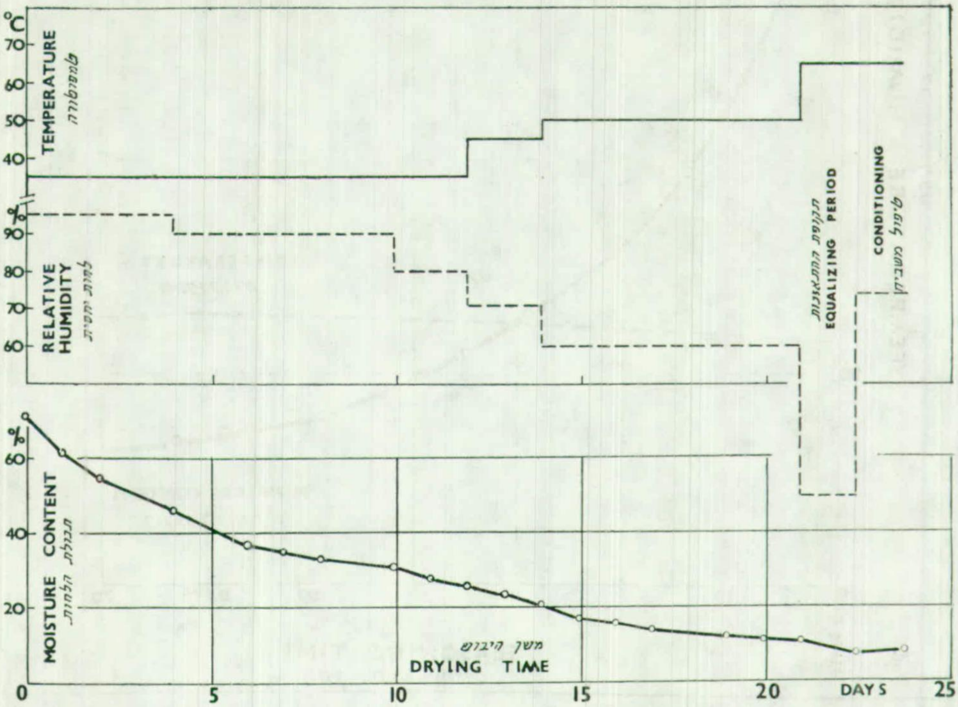
לבסוף, קיבל חומר העץ טיפול למניעת קישוי העץ (case hardening). הלוחות מבית שאן טופלו בצורה הבאה:

א) ייבוש־אוויר תחת גג בתקופת הקיץ (ציור 3).

ב) ייבוש־אוויר עד תכולת לחות של 30% ולאחר מכן טיפול בחדר ייבוש במשך 3 ימים לפי התכנית הבאה:

תכולת הלחות %	הטמפרטורה °C	לחות יחסית %
15 — 25	49	60
— 15	55	50

ג) טיפול בחדר ייבוש של העץ הטרי לאחר ניסור, בהתאם לתכנית הדומה לתכנית A (ציור 4). ניתן טיפול משביח (reconditioning) על ידי קיטור רווי בטמפרטורה של 105° C למשך 4—1 שעות, לשם מניעת התמוטטות הסיב (תמונה 1).



ציור 4. תכנית A של הפעלת חדר הייבוש

Fig. 4. Kiln-drying according to schedule "A".

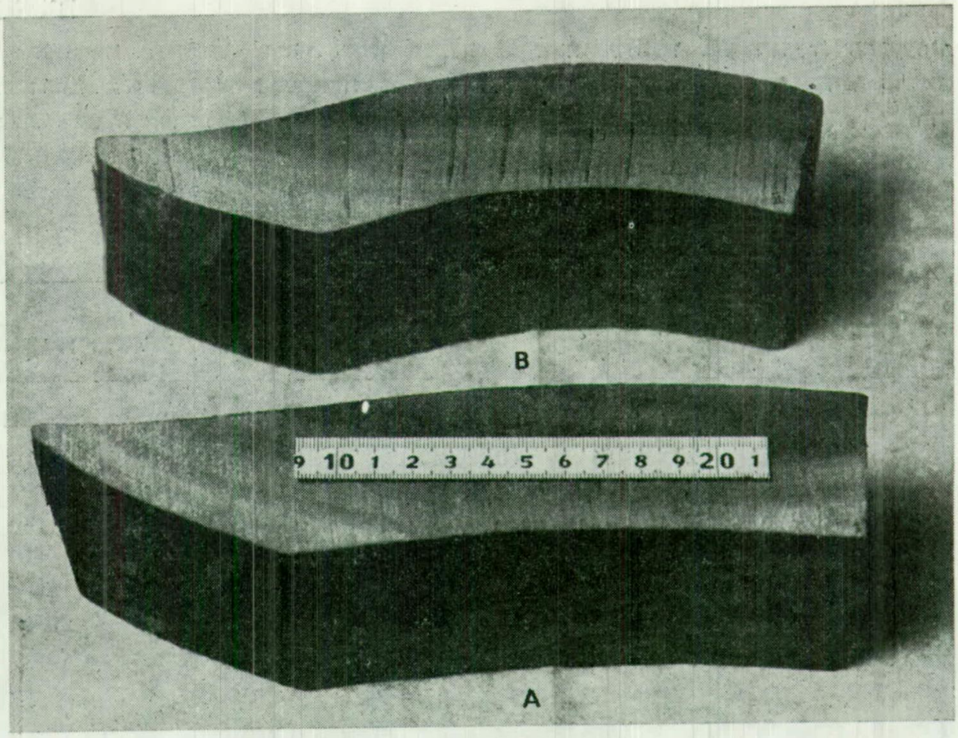
תוצאות

התוצאות שנתקבלו מובאות להלן בטבלה 1. לוחות שנתגלו בהן תופעות התפקעות, הסתדקות, התעמקות או התמוטטות במידה העולה על 50% משטח הפנים, צוינו בדרגת „עלוב". לוחות חסרי כל פגם לאחר הייבוש צוינו בדרגת „טוב", בעוד אשר חומר העץ שנותר בעל איכות הביניים, צוין כדרגת „משביע רצון".

טבלה 1. דירוג לוחות של אקליפטוס המקור בעובי של 25 מ"מ, שעברו ייבוש בשיטות שונות

מקור חומר העץ	שיטות ייבוש	תכולת לחות התחלתית %	תכולת לחות סופית %	טיפול מאוזן טמפ'	טיפול מאוזן לחות %	משך הייבוש (ימים)	דירוג הלוחות טוב %	דירוג הלוחות משביע רצון %	דירוג הלוחות עלוב %
חדרה	א. תכנית A להפעלת חדר הייבוש	70	12	60	84	28	47	17	36
	ב. תכנית B להפעלת חדר הייבוש	88	12	71	90	20	44	11	45
	ג. ייבוש באוויר (פברואר—אפריל)	77	15	71	95	90	49	16	35
	ד. מעורב						59	7	34
	א) ייבוש כימי	ירוק	66	—	—	39			
	ב) ייבוש־אוויר	66	30	—	—	77			
	ג) טיפול בחדר ייבוש	30	14	60	89	7			
בית שאן	ה. תכנית A להפעלת חדר הייבוש	71	11	60	82	24	64	11	27
	ו. ייבוש באוויר (יוני—יולי)	70	14	71	95	70	63	17	20
	ז. מעורב						74	13	13
	א) ייבוש באוויר	70	30	—	—	39			
	ב) טיפול בחדר ייבוש	30	11	60	82	5			

ראוי לשים לב שאחוז חומר העץ המעולה (דירוג „טוב") מבית שאן, הוא יחסית גבוה. עם זאת יש לקחת בחשבון שחומר עץ זה נוסר לקרשים סביב הציר במרחק של 10—15 ס"מ מן התווך (אזור הליבה). על מנת לקבל ערכים להשוואה, יש לפיכך להפחית 15% מן האחוזים שנתקבלו. פעולה זו מביאה לסדרי גודל דומים לאלה שנתקבלו מחדרה.



תמונה 1. חתך של לוחות לפני טיפול B ואחרי טיפול A, טיפול בקיטור רווי במשך שעתיים

Fig. 5. Cross-section of lumber before (B) and after (A) 2 hours' treatment with saturated steam.

מסקנות

1. לוחות מבולי עץ „טובים" בעלי משקל סגולי גבוה, נשארו בעלי איכות טובה בלא תלות בשיטת הייבוש. באופן דומה, לוחות מבולי עץ „גרועים" בעלי התפקעויות חזקות נשארו גרועים לאחר הייבוש.

2. נזקי הייבוש היו חמורים, רבים ועמוקים יותר בלוחות שנוסרו קרוב לתווך, מאשר בלוחות שנוסרו קרוב לקליפה. החלק החיצוני של עצת הגלעין נתן לוחות בעלי־איכות טובה יותר מאשר החלק הפנימי של עצת הגלעין, או מאשר עצת הירך.

מסקנות אלו תואמות את התוצאות שנתקבלו במחקרים קודמים (2), בהם נמצא כי:

א) בולי עץ בעלי משקל סגולי בסיסי (משקל חומר העץ מיובש בתנור מחושב לפי הנפח של העץ הטרי) של למעלה מ־0.650 גר'/סמ"ק, אינם ניזוקים על ידי התמוטטות.

ב) מרכז בולי העץ מגלה תכופות את התופעה הקרויה „לב פריך", והוא חלש מבחינה מיכנית.

3. ניסור רדיאלי של בולי העץ טוב יותר מאשר ניסור טנגנציאלי.

להלן תכנית הייבוש המומלצת:

— ייבוש באוויר מתחת גג של סוכה סגורה מ־3 צדדים, על מנת להפחית את תנועת האוויר (דרוש סידור מהודק של הלוחות בערימה).

— כאשר הלחות של הלוחות פוחתת עד 30%, יש לבצע את הטיפול בחדר הייבוש בהתאם לתכנית A.
— לאחר הייבוש יש להעביר את הלוחות דרך קיטור, כדי למנוע התמוטטות הסיבים.
— רצוי לתת טיפול סופי של 24 שעות בטמפרטורה של 65° C ולחות יחסית של 85%.
הזמן הדרוש לייבוש חומר העץ איננו עולה על חדשיים וחצי.

שיטה זו מספקת לוחות בנפח של 50% מנפח בולי העץ. התוצרת תכיל 40% לוחות „טובים" ו„משביעי רצון", בעוד שיתר ה־60% יהיו בעלי איכות פחותה יותר.

ספרות: ראה עמוד 43.

מחרשות האגודה

ביום ה־9 לפברואר 1966 התקיים באשתאול יום עיון מטעם אגודת היער מוקדש לבעית היער והמים.

להלן תמציות מההרצאות:

א. מאזן רטיבות הקרקע ביערות אורן — ד"ר עובדיה כהן

לשם מדידת רטיבות הקרקע והשוואת הוצאת מים ע"י סוגי צמחיה שונים נערכו במשך השנים 1962/65 בדיקות רטיבות קרקע באזור אשתאול ומשואה, ביער אורן ירושלים, אורן ברוטיה, ובשטח בור. הבדיקות נעשו בערך כל שבועיים משך כל התקופה בעזרת מפזר נויטרונים.

הגשם הממוצע באזור אשתאול בתשע השנים האחרונות היה 527 מ"מ ובאזור משואה 370 מ"מ. בחורף 1962/63 שבו התחילו המדידות ירדו רק 240 מ"מ גשם והיובש לא איפשר להחדיר את צינורות הגישה לעומק רב יותר מ־1.5 מטר.

בחורף 1963 לאחר עונת גשם ברוכה הוחדרו צינורות נוספים לעומק של 3 מטר. על מנת להסיק מסקנות ממדידות שנעשות בנפח מצומצם בעומקים שונים חשוב לקבוע את אחידות התשתית ואחידות פיזור השורשים.

לפני שהוחדרו הצינורות נעשו כ־150 קידוחים בשטח שבעזרתם נקבעה האחידות האופקית של התשתית. הצינורות הוחדרו בין 5—4 עצים קרובים על מנת להבטיח פיזור שורשים אחיד.

בסיום המחקר ובהשוואת ההרטבה והייבוש בין יער ושטח בור לא נמצא הבדל ממשי בין שני סוגי השטחים למרות תנודות עונתיות מסוימות.

יחד עם מדידות הרטיבות נערכו גם מדידות עצי האורן ונמצאה תוספת גידול טובה יותר באורן ירושלים לעומת אורן ברוטיה. לא נמצא קשר בין רטיבות הקרקע לתוספת הגידול השנתית.

ב. בעיות במאזן המים של היער — ד"ר י. גינדל

ההרצאה התחלקה לשלושה נושאים: 1) טרנספירציה של עצי יער. 2) המכניזם של חדירת מי הגשם לשטח יער ולשטח בלתי מיוער. 3) איזה הם מקורות המים הנוספים שמהם ניזון העץ.

1. נערכו מדידות טרנספירציה של עצי אורן בחולדה, אשתאול, הר הכרמל והר כנען. נמצא שבחודש מרס הטרנספירציה גבוהה למדי, בקיץ ביולי—אוגוסט היא יורדת למינימום ועם התחלת עונת הגשמים היא שוב עולה. בממוצע נמצאה הטרנספירציה הגבוהה ביותר בהר כנען. בקיץ בעונה הקריטית מקבלים העצים (האורן) לחות מן הטל, הערפל ואדי מים. כשהעצים שותים הרבה מים והטמפ' מסייעת לפעילות פיזיולוגית הטרנספירציה שלהם גבוהה. כשהעץ מגיע למינימום של רזרבה במים בקרקע הוא מווסת את לחותו ע"י ספיגת מי האטמוספירה.

באיזור רביבים בנגב, השמש וגורמים טרמודינמיים אחרים פועלים בצורה קיצונית על התאדות המים בשטח הפתוח. בקרקע היער מוצאים הרבה יותר מים מאשר בשטח הפתוח (מ־30%—50).

ברביבים לאחר ארבע שנות בדיקה נמצא כי אין שוני מובהק בלחות הקרקע עד לעומק 3 מטר בין שזו היתה שנה גשומה או שנת בצורת תמיד נמצאה אותה לחות בקרקע בסוף הקיץ.

בסיכום נאמר: 1. שההתאדות בשטח פתוח היא יותר חזקה. 2. בחדשים הקריטיים ביותר יונק העץ את המים בעיקר ממים אטמוספריים ולא מרזרבות המים בקרקע. 3. ישנן שתי אלטרנטיבות — קיומו של היער או שטח פתוח בלתי מיוער הנתון לחסדם של השמש והרוחות. הלחות היחסית הנמוכה בעת חמסינים והצמחיה העונתית. כל אלה יחד סופגים מן הקרקע יותר מים מאשר יער תקין.

ג. השפעת כיסוי צמחי שונה על האבפוטרנספירציה — ע. שחורי

המחקר נערך באגן נחל אורן שבהרי הכרמל. נבחרו 3 טפוסי כיסוי צמחי — יער אורן, חורש (אלון, אלה), צמחיה עשבונית ושטח חשוף לשם הערכת הנקוז.

האבפוטרנספירציה נמדדה בשלוש שיטות: 1. שיטת המבדק הניוטרוני, בעזרתה נמדדים השינויים ברטיבות הקרקע. 2. שיטת מאזן האנרגיה. 3. מדידה ישירה בעזרת אוהל טרנספירציה.

בעבודה שלהלן מובאות תוצאות משיטת המבדק הניוטרוני. בכל חלקה נקדחו 5 קדוחים לעומק של כ־10 מטר על מנת שימדד כל פרופיל הרטיבות עד מתחת לבית השורשים. בשיטה זו מתקבלים ערכים של שינוי כללי ברטיבות הקרקע — הן עקב התאדות והן עקב נקוז. לשם קביעת האבפוטרנספירציה בלבד נערך תיקון עבור הנקוז.

תיקון זה נערך על סמך ההנחות הבאות: א) השינויים ברטיבות הפרופיל בשטח חשוף מעומק של 1 מטר ומטה הם עקב נקוז בלבד. ב) כמות הנקוז שוה בכל חלקות המחקר ללא התחשבות בכיסוי.

תוצאות שלוש שנות המדידה מראות שקיימת צריכה גדולה יותר של מים ע״י צמחית החורש מאשר ע״י הצמחיה העשבונית. לא ניכרו הבדלים בהוצאת המים בין סוגי הכיסוי השונים לגבי המטר העליון, ההבדלים שנתקבלו היו בעיקר בשכבת העומק שבין 2 ל־5 מטר. בשנים גשומות ניכרת הוצאת מים ע״י צמחית חורש אפילו עד לעומק של כ־8 מטר. בגלל האופי הקרסטי של הפרופיל חייב החורש לפתח מערכת שורשים עמוקה החודרת בתוך סדקי הסלע המלאים קרקע, על מנת לספק את דרישותיו למים. האורן לעומתו, הגדל על מסלע רך יותר, המכיל כמויות מים גדולות, מספק את צריכתו למים משכבות רדודות יותר (2 עד 4 מטר).

בשיטת עבודה זו קיים קושי לחשב את האבפוטרנספירציה בתקופת החורף. לכן יש צורך בחורף להשתמש בשיטות המדידה האחרות שהוזכרו. עדיין אין תוצאות מספיקות בעבודה בשיטות האחרות אולם כפי הנראה אין הבדל רב בהתאדות בין טיפוסי צומח שונים בתקופת החורף. ההבדל קיים בתקופת הקיץ בלבד.

את יום העיון ניהל מר י. וייץ, נשיא האגודה.

בתום ההרצאה התנהל ויכוח ער שנסב על תצרוכת המים של היער ושל המרעה והתמורה הכלכלית של שניהם.

---

4. Elliot, C. S. (1933) A Guide to Seasoning of Australian Timbers. *Pamphlet Counc. Sci. Ind. Res. Aust.*, No. 40.
5. Giordano, G. (1950) Rapport sur les principales caractéristiques des bois d'eu-lyptus italiens. (*Document*) *FAO Subcomm. Medit. For. Probl., Algiers* No. FAO/CEF/SCM/30.

It will be noted that the percentage of material from Beit-Shean graded as "good" is relatively high. It must be taken into account, however, that this material was flat-sawn around the log to within 10—15 cm from the core. Therefore, to obtain comparative results, about 15% should be deducted. This provides results that are almost similar to those from Hadera.

Conclusions

1. Lumber from "good" logs with high specific gravity, remained of good quality regardless of the seasoning method. Similarly, lumber from "poor" logs with severe checks, remained unchanged after seasoning.

2. Seasoning defects were longer and more numerous and deeper in lumber from close to the core, than in lumber from next to the bark. The outer heartwood was of better grade than the adjacent inner heartwood or the sapwood.

These conclusions are in agreement with the results of previous studies (2) showing that:

a) logs having a basic specific gravity (oven-dry weight based on green volume) of over 0.650 gr/cm^3 are not affected by collapse;

b) the centre of logs frequently presents brittle-heart and is mechanically weak.

3. Quarter-sawing of logs is more suitable than flat-sawing.

The following drying schedule is recommended:

— air-seasoning under roof in a shed closed from 3 sides, to reduce air circulation (tight piling of the lumber is required);

— when the moisture of the lumber has decreased to 30%, kiln-drying is to be done according to Schedule "A";

— after seasoning the lumber is to be steamed, to recondition fiber collapse;

— final treatement is desirable for another 24 hours at a temperature of 65° C and relative humidity of 85%.

The time required for seasoning does not exceed two and a half months.

This method yields lumber amounting to 50% of the initial log volume. It will consist of 40% "good" and "fair" lumber, with the remaining 60% of inferior quality affected by kerbs, edges, slabs, etc.

References

1. Chudnoff, M. (1961) The Physical and Mechanical Properties of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Bull. Nat. Univ. Inst. Agric., Rehovot* No. 66.

2. Chudnoff, M., and K. Tischler (1963) Fiber Morphology of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and the Relation of Wood Anatomy to Certain Physical and Mechanical Properties. *La-Yaaran, Suppl.* No. 1.

3. Dadswell, H. E. and I. Langlands (1938) Brittle-heart and its relation to compression failures. *Emp. For. J.* 17 : 58—65.

b) Air-seasoning to 30% moisture content and then kiln-drying for 5 days, according to the following schedule :

Moisture Content %	Dry-Bulb Temp. ° C	Relative Humidity %
25 — 15	49	60
15 —	55	50

c) Kiln-drying at the green condition after sawing by using a scheme similar to Schedule A (see Fig. 4).

Reconditioning by saturated steam at a temperature of 105° C for 1—4 hours, was done to remove fiber collapse (see Fig. 5).

Results

The results obtained are summarized in Table 1. Lumber with checking, splitting, warping and collapse at a rate exceeding 50% of the surface was graded as "poor", lumber devoid of any defects after seasoning was classed as "good", while the remaining material of intermediate quality was referred to as "fair".

TABLE 1.

GRADING OF 25 mm THICK LUMBER OF *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* AFTER SEASONING BY DIFFERENT METHODS

Material from	Seasoning Method	Moisture Content		Conditioning Treatment		Seasoning Time	Lumber Quality		
		Initial %	Final %	Dry Bulb Temp. ° C	Rel. Humidity %	Days	Good %	Fair %	Poor %
HADERA	A. Kiln-Drying Schedule "A"	70	12	60	84	28	57	17	26
	B. Kiln-Drying Schedule "B"	88	12	71	90	20	44	11	45
	C. Air-seasoning (Febr.—April)	77	15	71	95	90	49	16	35
	D. Combined						59	7	34
	a) Chemical Seasoning	Green	66	—	—	39			
	b) Air-Seasoning	66	30	—	—	77			
	c) Kiln-Drying	30	14	60	89	7			
BEIT-SHEAN	E. Kiln-Drying Schedule "A"	71	11	60	82	24	64	11	27
	F. Air-Seasoning (June—July)	70	14	71	95	70	63	17	20
	G. Combined						74	13	13
	a) Air-Seasoning	70	30	—	—	39			
	b) Kiln-Drying	30	11	60	82	5			

KILN SCHEDULE "A"

Moisture Content %	Dry-Bulb Temp. ° C	Relative Humidity %
Green — 45	37	97
45 — 35	37	90
35 — 30	37	82
30 — 25	44	71
25 — 15	49	60
15 —	54	50

A third lot, kept under water for 45 days, was also kiln-dried according to the more severe scheme suggested by Elliot (4) for flat-sawn lumber, 25 mm thick, of *Eucalyptus camaldulensis* (Schedule B).

KILN SCHEDULE "B"

Moisture Content %	Dry-Bulb Temp. ° C	Relative Humidity %
Green — 40	49	88
40 — 30	54	71
30 — 20	60	60
20 —	71	43

The remaining lumber was immersed into a 20% solution of NaCl for a period of 39 days and then piled in the shed and dried by air-seasoning for 11 weeks (Fig. 2). When the moisture content of the lumber had decreased to below 30%, the boards were inspected and graded into three quality groups and seasoned in the dry kiln, according to the following schedule :

Moisture Content %	Dry-Bulb Temp. ° C	Relative Humidity %
30 — 25	43	70
25 — 20	49	40
20 — 15	55	20

Then, the lumber was treated for equalization for 3 days, according to the following :

Dry-Bulb Temp. ° C	Relative Humidity %	Equilibrium Moisture Content %
55	73	12
55	32	5

Finally, the material was conditioned to relieve case-hardening.

The Beit-Shean lumber was given the following treatments :

a) Air-seasoning (see Fig. 3) under roof in the summer ;

takes place in the rainy winter and ceases in the dry summer. A pronounced resumption of root growth was observed in late summer, even though there was no rainfall. This growth ceased, and then was resumed at the onset of the winter rains. Neither a complete rest in root growth nor in general activity was shown. Phenological observations show a lack of correlation between root and shoot growth. Induction of root growth by edaphic as well as other factors is discussed.

THE SEASONING OF LUMBER OF EUCALYPTUS CAMALDULENSIS DEHN. [1]

By K. TISCHLER,

Forestry Division, The National and University Institute of Agriculture, Ilanot.

Introduction

This paper reports some work carried out in the wood technology laboratory of the Forestry Division, Ilanot, on seasoning properties of lumber of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., so far the main timber tree in this country [2].

Fast growth of this species causes tension wood and brittle-heart of the logs (3). Collapse of fibers is also quite frequent in sawn material during the drying period and leads to splitting, checking and a high shrinkage (2, 5).

The purpose of the series of experiments reported in this paper, was to find a proper method of seasoning capable to reduce the defects listed above.

Materials and Methods

Felled logs of 18—20 year-old trees, with diameters outside bark of 32—52 cm, were selected from two locations:

a) From a windbreak in the vicinity of Hadera (32° 27′ lat. N, 34° 55′ long. E);

b) From a plantation near Beit Shean (32° 30′ lat. N, 35° 30′ long. E).

The logs with an initial length of 1.90 m were cut into lumber of 30 mm thickness by various methods : quarter-sawing, "bastard-sawing", and flat-sawing around the log, down to a core of 10—15 cm.

The lumber taken from Hadera was divided into four lots. One lot was immediately piled in a shed closed from three directions. Air-seasoning was carried out in the spring as outlined in Fig. 1. A second lot was introduced into a dry kiln and seasoned according to Schedule A.

---

1 Contribution from the National and University Institute of Agriculture, Rehovot, 1965 series, No. H 578.

2 The investigations were conducted in collaboration with Mr. M. Chudnoff.

INFLUENCE OF HEAT AND DEHYDRATION ON GERMINATION OF PINE

By ADIVA SHOMER ILAN,
Department of Plant Physiology,
The Hebrew University, Faculty of Agriculture, Rehovot.

Seeds of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* were pre-dried either in an oven at 50°—100° C or in vacuum over $CaCl_2$ at 30° C to similar levels of dehydration, and germinated. Prehydration hastened the onset and markedly shortened the duration of germination. The total percentage of germinating seeds was also increased. Germination was slightly enhanced by preheating at temperatures between 50° and 70° C and delayed by preheating at 90° C and 100° C.

The results may be summarized by the following hypothesis : Heat has a negative effect on the onset of time of germination and viability of seeds while dehydration has a positive effect on both. Dry heat, like fire in nature, produces dehydration, the positive effect of which might predominate over the heat effect. Viability is preserved at rather high temperatures because of concomitant or previous dehydration.

It would be of interest to determine the effects of predrying on seeds of other plant species, particularly those found in arid or semiarid zones. From these determinations there might be discovered an optimum dehydration range at which germination is hastened and its rate increased, while at some higher degree of dehydration germination is delayed and its rate as well as the number of developing seedlings are decreased. It might be found that the influence varies according to species.

THE ANNUAL ACTIVITY OF INTERMEDIARY ROOTS OF ALEPPO PINE

By B. LESHEM,
Department of Plant Physiology,
The Hebrew University, Faculty of Agriculture, Rehovot.

A study was made of the annual activity of intermediary roots of *Pinus halepensis* Mill. Roots were uncovered monthly around a few marked trees in three different groves, situated on different soils at varying elevations above sea level. In the dormant root tip, metacutization was found to conform to type II of Plaut (1909). The suberized layer surrounds the initials and their immediate derivatives and unites by a bridge of suberized cells in the cortex with the secondary endodermis. When growth is resumed the cortical bridge persists and is seen as a brown band across the cortex, while the remnants of the layer which surrounds the apex are pushed to the outer boundary of the newly formed cortex. The main root activity

LA-YAARAN

THE JOURNAL OF THE ISRAEL FORESTRY ASSOCIATION

Vol. 16, No. 1 March 1966

ENVIRONMENT AND TREE GROWTH IN THE RIFT VALLEY OASIS OF EIN HATSEVA

By Dr. R. KARSCHON,

Forestry Division, The National and University Institute of Agriculture, Ilanot.

Abstract

A monographical treatment is attempted of the environmental complex of the Ein Hatseva (Ain Hasb) oasis in Wadi Araba.

Data on the oasis climate show a marked attenuation of the extremes prevailing in the reg, with the intensity of the oasis effect varying according to season. Their interpretation in terms of human physiology shows the oasis climate to be closer to the "zone of comfort".

Four major soil and vegetation units are recognized and a sketch map of their distribution is presented. The center of the zonational complex of the seep consists of an almost pure stand of *Phragmites communis* on chloride-sulphate solonchak, with various hydrohalophytes occupying the fringes. Broad wadis with coarse alluvium bear open stands of *Tamarix mannifera* while on sandy hummocky ridges *Alhagi maurorum, Imperata cylindrica, Nitraria retusa* and *Prosopis farcata* are prevalent. Seasonally flooded non-saline runnels and depressions intersecting the reg form the habitat of linear communities of *Acacia raddiana* and *A. tortilis.*

Notes are given on the tree components of the natural vegetation, e.g. *Acacia raddiana, A. tortilis, Salvadora persica, Tamarix arborea, T. mannifera* and *Zizyphus spina-Christi.*

The results are reviewed of tree planting and afforestation in the groundwater oasis and the reg. Species showing promise on solonchak are listed and the importance for planting is stressed of tamarisks — *T. arborea, T. mannifera* and *T. aphylla.* The fast growth and high salt tolerance of *Eucalyptus camaldulensis* under conditions of adequate water supply are emphasized.

Tree planting in the reg is shown to be possible provided due attention is paid to the topography (depressions and runnels), with artificial floodwater irrigation liable to improve survival and growth.

ISRAEL FORESTRY ASSOCIATION

Ilanoth, Doar Na, Lev Hasharon

President:	J. Weitz
Executive Committee:	G. Douer
	Y. Ephraty
	G. Horn
	Dr. R. Karschon
	M. Kolar
Editors:	J. Kaplan
	Dr. R. Karschon

The *Israel Forestry Association* was founded in 1945. The objects of the Association are to advance the development of forestry in Israel, to form a centre for all those engaged in forestry, and to foster public interest in forestry and in the importance of forests. The Association holds regular meetings and symposia and organizes excursions to areas of professional interest. Membership is open to all who are interested in forestry and wish to receive the publications of the Association.

The Association's journal, called *La-Yaaran* (For the Forester), is published quarterly. It provides a medium for the exchange of information on forestry in all its aspects, and its contents include technical and descriptive articles on forstry practice and research, with special emphasis on forestry in Israel and the Middle East and in semi-arid and arid areas. Contributions are invited from members and others resident either in Israel or abroad. All editorial and business matters should be forwarded to the Editor, Israel Forestry Association, Ilanoth, Doar Na, Lev Hasharon. The Association does not hold itself responsible for statements or views expressed by authors of papers.

TO BE PUBLISHED SOON

Available on request from the Forestry Division, The National and University Institute of Agriculture, Ilanot, Doar Na Lev Hasharon.

Leaflet No. 27: References on forestry and forest products — 1965.

Leaflet No. 28: Frost injury and frost resistance in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *E. gomphocephala* A. DC.

דפוס קואופרטיבי „אחוה" בע"מ ירושלים

ISRAEL FORESTRY ASSOCIATION

LA - YAARAN

WORLD-LIST ABBREVIATION: *La-Yaaran.*

Vol. 16, No. 1

March 1966

CONTENTS

Page*

Environment and tree growth in the Rift Valley oasis of Ein Hatseva — R. Karschon 1

Influence of heat and dehydration on germination of pine — A. Shomer-Ilan 20

The annual activity of intermediary roots of Aleppo pine — B. Leshem . . 27

The seasoning of lumber of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. — K. Tischler 34

Society News 41

LA-YAARAN SUPPLEMENT No. 2: Environment and tree growth in the Rift Valley oasis of Ein Hatseva. (Mailed concurrently with this issue of *La-Yaaran* as a separate.)

* Page numbers refer to the Hebrew text.

Price: 1 IL