

28



אגודת היעדר בישראל

לדעת רון עלון ידיעות מקצועיות

אדר תשכ"ז (מרץ 1967)

אילנות, דואר נע לביהשרון

שנה שבע-עשרה, מס' 1



מדידת זרימת הגזע באילנות

Set-up for measurement of stemflow, Illanot

אגודת היער בישראל

נוסדה בשנת 1945

אילנות, דאר נע לב-השרון

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

הנשיא: יוסף ויץ

העורכים: י. קפלן, ד"ר ר. קרשון

מטרות האגודה: (א) לקדם את פיתוח היער 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.— " "

ה ת ו כ ן

עמוד

דבר המערכת

1 מים ויער

1 סילויקולטורה בישראל

2 סימפוזיון עולמי על יערות נטע אדם

2 אורחים

מאזן המים בחורשת אקליפטוס המקור

2 ר. קרשון וד. חת

איקלוס עצים בנגב

20 ד. חת ר. בלוס, ב. וירצברג

ל י ע ר ז

בטאונה של אגודת היער בישראל

אדר תשכ"ז (מרץ 1967)

אילנות, דואר נע לב-השרון

שנה שבע-עשרה, מס' 1

דבר המוערכת

מים ויער

רצוי שהידרולוגים, עובדי שימור הקרקע ואחרים יבדקו מחדש את גישתם לוויכוח הקיים מזמן בדבר דילדול מקורות המים ע"י היערות. היערנים טענו מזמן שאת תיכנון ניצול קרקעות ומים יש לבסס על תוצאות של מחקרים מדויקים שעד עתה לא היו בנמצא. לאחרונה נערכו שלושה ניסיונות שמתוצאותיהם אפשר ללמוד על התפקיד ההידרולוגי של היער בישראל. אמנם עוד מוקדם מדי להסיק מהם מסקנות סופיות, אולם ניתן כבר להביא מספרים מבוססים נגד הטענות שהופיעו מידי פעם בעיתונות היומית ובוועדות שונות. במאמר שהוגש לקונגרס העולמי היערני השישי (פורסם בחוברת ספטמבר 1966 של ליערן) מביא כהן ועמיתיו הוכחה ברורה לעובדה, שבהרי ירושלים מאזן המים בחורשות אורן דומה לזה של קרקעות בור. מחקרו של שחורי (עבודת דוקטור באוניברסיטה העברית בירושלים) מראה שבהר הכרמל היתה הוצאת המים השנתית של צמחיה שונה: חורש אלון 475 מ"מ, אורן 465 מ"מ, מירעה 346 מ"מ, שטח בור 265 מ"מ. איוופוטנספירציה שנתית היתה לחורש אלון 303 מ"מ ולמירעה 170 מ"מ. לא נעשה מאזן מים מדויק, אולם סיכומים ראשונים מראים העשרת מי תהום גבוהה יותר באדמת בור ובמירעה לעומת קרקע תחת חורש אלון ואורן.

קרשון וחת מגיעים למסקנה שבתנאי איזור שפלת החוף מטעי אקליפטוס אינם משפיעים לרעה על מאזן המים. הם מדגישים שבויכוח על הערך ההידרולוגי של היער יש להביא בחשבון את ייצור העץ ואת תפקיד ההגנה של היער, שלפעמים עשוי ערכם המשקי לאזן את הגירעון שבאיופוטנספירציה הגבוהה ויבול המים הנמוך של היער. היערנים לא הכחישו אף פעם שהיערות כמו יצור אחר צורכים מים. אולם הם מדגישים שהכרזות כלליות על ההשפעה השלילית של היער על מאזן המים לא יביאו כל תועלת, היות והם אינם מתאימים למציאות.

תוצאות של מחקרים שנעשו עד עכשיו, הינם התחלה להבנה טובה יותר על תפקידו ההידרולוגי של היער ויהיה צורך בניסיונות נוספים לפני שיתקבלו החלטות על מדיניות חדשה, בשטח הנדון.

סילויקולטורה בישראל

נימשכות ההכנות לסיור הסילויקולטורי השביעי של ועדת הייעור האירופית של האפ.א.או. שתתקיים במאי בישראל ובקפריסין, ייעור וניהול יערות באזורים שחונים יהוו את הרקע לסיור בישראל מהגליל ועמק החולה בצפון, עד לנגב וים המלח בדרום. כן מתכננים ביקורים במפעלי תעשיית עץ, בישובי קיבוץ ומושב, באזורי פיתוח חקלאי ותעשייתי ומקומות תיירות. המשתתפים יתקבלו בירושלים ע"י שר החקלאות ויושב ראש מינהל פיתוח הקרקע.

סימפוזיון עולמי על יערות נטע אדם וערכם התעשייתי מטעם הא.פ.א. א.ו.

בהזדמנות סימפוזיון זה המתקיים בקנברה, אוסטרליה, באפריל, פירסמו אגף הייעור והמכון לחקר היער חוברת חדשה של "תרומות לאקליפטוס בישראל". חוברות קודמות הופיעו ב-1961 וב-1963. יש לקוות שחוברת חדשה זו המביאה תוצאות של מחקרים בקשר לגידול אקליפטוסים, תהווה תרומה מתאימה לסימפוזיון. בישראל — 37.000 הקטר של יער נטע אדם המהווים 52% משטח היער הכללי — 9.000 הקטר של יערות האקליפטוס מספקים למעלה ממחצית הכריתה השנתית. בחוברת זו של "ליערן" מובאים בעברית שנים מארבעה מאמרים שהוכנו לסימפוזיון, נקווה שיתר המאמרים יופיעו בחוברות הבאות. "תרומות על האקליפטוס בישראל" ניתן להשיג במכון לחקר היער באילנות ובאגף הייעור בקרית חיים.

אורחים

מאז הפירסום האחרון שמחנו לארח את האורחים הבאים: מר ק. ב. יול משויץ, ה"ה בושא וגורמרי מצרפת, פרופ' ה. הרדטמן משבדיה, מר ו. אגלי משויץ, מר ה. ווילימסון מאנגליה, וד"ר ר. ג. פירסון מארה"ב.

מאזן המים בחורשת אקליפטוס המקור.

ר. קרשון וד. חת.

מחלקת היעור, מכון וולקני לחקר החקלאות, אילנות.

מבוא

אקליפטוס המקור (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *E. rostrata* Schlecht) התפשט הרחק ממקום גידולו הטבעי והוא אחד מעצי התעשייה החשובים באיזור הים התיכון ובמקומות אחרים. הדדות להתאמתו לאזורים יבשים בעלי עונה שחונה ארוכה נוטעים אותו בעיקר במקומות, בהם כמות המיסקעים במשך הקיץ מתקרבת לאפס וכמות המיסקעים החרפיים היא באופן יחסי נמוכה. באזורים אלה, שבהם המים הם כרגיל הגורם המגביל להתפתחות חקלאית ותעשייתית, הובע החשש כי מטעי אקליפטוס המקור עלולים להשפיע לרעה על משק המים, היות וגידולם המהיר קשור עם צריכת מים גבוהה, המקטינה את שפיעת המעיינות ומצמצמת את העשרת מי התהום (9, 11, 23).

ברור על כן כי נחוצה אינפורמציה על השפעת אקליפטוס המקור על משק המים. הנתונים המוגבלים שברשותנו על כמה פזות של משק המים של האקליפטוס, שנסקרו ע"י קפלן (13), אינם מלאים די הצורך בכדי להעריך את צריכת המים של העץ. מכיוון שהתאדות של מים ביער בתקופה נתונה אינה ניתנת לחישוב מתוך מדידות טרנספירציה לפי שיטת העלים הקטופים (20). אכן, כל החלטה סופית על השימוש במים ובקרקע מוכרחה להתבסס על הוכחות גיסינויות ומכאן התעורר הצורך במחקר משולב של כל האספקטים של מאזן המים של אקליפטוס המקור. מאמר זה דן במחקרים שהתנהלו במשך 4 שנים במשק המים של מטע בן 9—12 שנים ושל שטח פתוח, קרוב אליו, באילנות. הנתונים עשויים לשמש דוגמא לחלקים

* תרומת עט של המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, רחובות, סדרת 1967.

גדולים של מישור החוף בישראל, האיזור בו נמצאים רוב מטעי אקליפטוס המקור; וכמו כן כמייצג הרבה אזורים של אגן ים התיכון, בעלי תנאי אקלים וקרע דומים. דו"ח מוקדם על אצירת הגשם (אינטרספציה) על ידי אקליפטוס המקור פורסם כבר קודם (10).

מקום ושיטות

המחקר נערך באילנות במרכז מישור החוף $32^{\circ} 18'$ רוחב צפוני ו- $54^{\circ} 34'$ אורך מזרחי. הביואקלים של האיזור הוא טרמורים-תיכוני מובהק. ממוצעים קלימטולוגיים בשביל נתניה, הנמצאת כ-5 ק"מ צפונית מערבית מחוף הים, מתאימים בשינויים קלים גם לאילנות (טבלה 1). כמות המישקעים הממוצעת באילנות יותר גבוהה ומגיעה ל-600 מ"מ. נתונים על המישקעים וההתאדות במשך תקופת הניסיונות מובאים בטבלה 3 ו-4.

טבלה 1

נתונים קלימטולוגיים ממוצעים של נתניה.

517	כמות מישקעים ממוצעים (מ"מ)
60	מיספר ממוצע של ימי גשם
30.0	טמפ' מקס' ממוצעות בחודש החם ביותר ($^{\circ}C$)
9.2	טמפ' מינ' ממוצעות בחודש הקר ביותר ($^{\circ}C$)
73	לחות יחסית ממוצעת (%)
4.0	(התאדות) יומית ממוצעת (פיטש) מ"מ
84.9	הקוטיינט הפלוביוטרמי של אמברגר
-21.3	אינדקס הרטיבות של תורנטוייט
14.3	יבשתיות (3)

גובה פני שטח חלקות הניסיון הוא 30 מ' מעל פני הים. פני השטח ישרים, הקרקע היא טיט חול אדום — חמרה — עם תשתית של נזו בעומק של 120 ס"מ שאליו לא חדרו שרשי האקליפטוס. ה-pH של הקרקע הוא כ-6.5. הצמחיה הטבעית מורכבת מחברת חילף החולות (*Eragrostis — Dermotachya bipinata*) ו-*Centaurea procurrens*.

המדידות המתוארות להלן נערכו בשתי חלקות.

(1) חלקה מרובעת בגודל דונם אחד של מטע אקליפטוס המקור מוקף חלקות אקליפטוסים אחרים בעלי גיל דומה, אבל ממינים שונים. העצים ניטעו במרחק 3×3 מ' בחורף 1954/55. בהתחלת המחקר ב-1961 היה גובהם הממוצע 11 מ' בערך וקוטרם בגובה החזה היה 13 ס"מ. הנפח הגיע ל-13.3 מ' לדונם. ממוצע תוספת הגידול השנתית לדונם היה 1.1 מ'. ממוצע תוספת הגידול השוטף לשלוש השנים האחרונות היה 5.0 מ' לדונם (טבלה 2).

טבלה 2

נתוני סקר של חלקת אקליפטוס המקור.

שנה	גיל שנים	קוטר ממוצע ס"מ	גובה ממוצע מ'	נפח החומר ביער m^3/ha	ממוצע תוספת הגידול השנתית m^3/ha שנה	תוספת גידול שוטף m^3/ha
1963	9	14.4	12.1	83.3	9.2	50.2
1966	12	16.1	14.4	133.5	11.1	

(2) שטח פתוח בעל צורה עגלגלה (אליפטית) בגודל ששה דונם מוקף עצים נמוכים ומצוי כ-120 מ' צפונית מזרחית מחלקה 1.

הנוסחה ההידרולוגית של צורות השימוש בקרקע לתקופה נתונה היא:

$$P = ET \pm R \pm \Delta S \pm \Delta G \quad (I)$$

בנוסחה זאת מייצגת P את כל צורות תוספת המים מהאטמוספירה. ET היא האיבפוטרגנספירציה R — מים נכנסים או עוזבים את השטח ע"י נגר עילי או חילחול. ΔS — השינויים בתכולת המים באיזור השרשים, ΔG — השינויים בתכולת המים בצמחיה עצמה (25).

בתנאים המיוחדים של הניסיון ובאי התחשבות ב- ΔG מתקבלת הנוסחה:

$$Po = ET + I + R \pm \Delta S \quad (II)$$

בה Po מייצגת את כמות המישקעים ו- I את כמות הגשם הנאצרת ע"י הצמחים. R הוא חיובי מכיוון שאין מים נכנסים לשטח ע"י זרימה עילית או תחתית באיזור השרשים. בחלקה פתוחה I הוא אפס.

המרכיבים של נוסחה II נקבעו כדלהלן:

כמות מישקעים כוללת (Po) נמדדה במרכז החלקה הפתוחה ב-2 מדי גשם בקוטר 11 ס"מ מטיפוס הלמן, כששולי המכשיר נמצאים 1 מטר מעל פני הקרקע. נתונים חסרים נלקחו ממדי גשם סטנדרטי של 16 ס"מ המוצב כ-350 מ' מזרחה. הרישומים היומיים נעשו בשעה 08.00 בבוקר.

אצירת הגשם (interception) (I) ע"י היער בתקופה הנתונה נקבעה לפי הנוסחה

$$I = Po - (Pt + S), \quad III$$

בה מייצג Pt את כמות הגשם החודרת דרך הצמרות (גשם חודר) ו- S את כמות המים הזורמת לאורך הגזע (זרימת גזע) (10.16).

הגשם החודר נקבע בעזרת עשרה מדי גשם מטיפוס הלמן מורכבים כנ"ל, שחולקו באקראי בתוך החורשה בתחילת עונת הגשם ופוזרו מחדש באקראי פעם עד שלוש פעמים במשך החורף. מדידות יומיות נרשמו בשעה 08.00.

זרימת הגזע (תמונת השער), נאספה במרזב גומי (עשוי מאוטם מקררים חשמליים) שחובר אל הגזע בצורה ספיראלית, מכל מרזב מוביל צינור למיכל פח של 20 ליטר או לשק גיליון של 50 ליטר. למדידת זרימת הגזע נבחרו בתחילת כל עונה ששה עצים שמייצגים את תחום מידות הקוטר של העצים בחלקה. הרישומים ג"כ נעשו בשעה 08.00. על מנת לאמוד ערכים חסרים של S עבור ימים עם כמות גשם גדולה, בהן זרימת הגזע עברה את תכולת המיכלים, חושבה לכל שנת גשמים רגרסיה בין ($Pt + S$) ו- Po לכל הימים בהם נמדדו Pt ו- S .

אם יוצאים מתוך הנחה שבגשם חזק היחס בין כמות הגשם החודר וזרימת הגזע הוא קבוע, ניתן לחשב את ערכי S החסרים לפי: $S = (Pt + S) - Pt$. בשנת 1965/66 נמדד רק הגשם החודר. לשם קביעת כמות האצירה חושב ($Pt + S$) כפונקציה מ- Po עבור כל יום גשם מקווי הרגרסיה של העונה הקודמת.

שינויים ברטיבות הקרקע (ΔS) חושבו מתוך קביעת רטיבות הקרקע בעזרת דוגמאות גריבמטריות שנלקחו בעשרה מקומות ביער ובעשרה מקומות בשטח הפתוח, שנבחרו באקראי בתחילת כל עונת גשם. דוגמאות קרקע נלקחו בעומקים: 30—60—90 ו-120 ס"מ, יובשו בתנור ב- $105^{\circ}C$. בשנים 1962/63 ו-1963/64 נלקחו דוגמאות רטיבות פעם בחודש. בשנת 1964/65 ו-1965/66 נלקחו דוגמאות לפני ואחרי כל גשם (במידת האפשר) וכמו כן פעם בחודש בעונת הקיץ.

טבלה 3

כמויות גשם חודשיות (P₀) ב"מ.

שנה	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	סוף	סך הכל ממוצע שנתי
1961/62	1.7	3.4	29.4	403.5	203.2	71.3	2.9	45.0	1.8	762.2	+ 8.7
1962/63	—	59.1	—	222.6	87.3	78.1	35.8	22.4	13.2	518.5	— 1.2
1963/64	1.6	96.4	89.4	129.4	109.4	227.5	51.9	11.8	5.2	722.6	+ 6.9
1964/65	—	—	357.8	120.4	157.1	55.5	53.4	50.4	—	794.6	— 16.8
1965/66	—	63.3	23.3	150.2	94.3	126.4	62.6	5.0	—	525.1	+ 10.1

טבלה 4

ממוצע יומי של התאודות מניית טיפוס A (Eo) במ"מ.

שנה	שנתי	xii	xi	x	ix	viii	vii	vi	v	iv	iii	ii	i	שנה
1962		2.97	3.82											1962
1963	4.16	1.67	2.17	3.82	5.52	6.39	6.31	6.34	5.57	4.68	3.26	2.26	1.76	1963
1964	3.85	1.69	2.57	3.88	5.30	6.29	6.51	6.57	5.28	3.11	1.66	1.92	1.41	1964
1965	3.99	1.58	2.15	3.48	5.38	5.96	6.58	6.05	5.34	4.30	3.27	2.13	1.56	1965
1966					5.09	6.16	6.65	6.59	5.47	4.29	2.82	2.02	1.63	1966

תכולת רטיבות קרקע ממוצעת בשביל שכבת 120 ס"מ חושבה בנפרד עבור היער והשטח הפתוח, בעזרת עורכים של ΔS מכל זוג של מספרים שוטפים. הצפיפות המדומה הממוצעת של הקרקע היתה 1.4.

איבוד מים ע"י נגר עלי או ניקח (R) חושב לכל עונה בין התאריכים שבהם נקבעו רטיבויות הקרקע. בחישוב זה R הוא כמות המים שהגיעה לקרקע מעל לכמות הדרושה לקיבול השדה. קיבול שדה ממוצע בשביל שכבת 120 ס"מ היה 302 מ"מ.

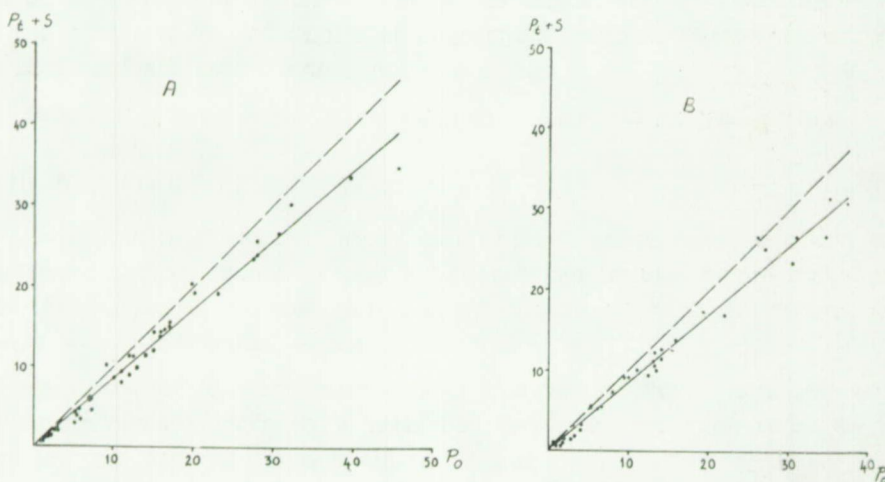
את האיבדוטרנספירציה (ET) לכל תקופה חישבנו בהתאם לנוסחה 2. נתוני התאדות (E_o) הושאו לאלה של גיגית טיפוס A, שהועמדה במרכז השטח הפתוח. הגיגית עמדה על משטח עץ על מנת לאפשר איורור מלמטה; ולשם הגנה בפני צפרים היא כוסתה ברשת חוטי תיל (0.8 ס"מ) כמקביל, המקטינה את ההתאדות ב-10%. המדידות נערכו פעם בשבוע בשעה 08.00 בעזרת מיקרומטר עומק.

תוצאות

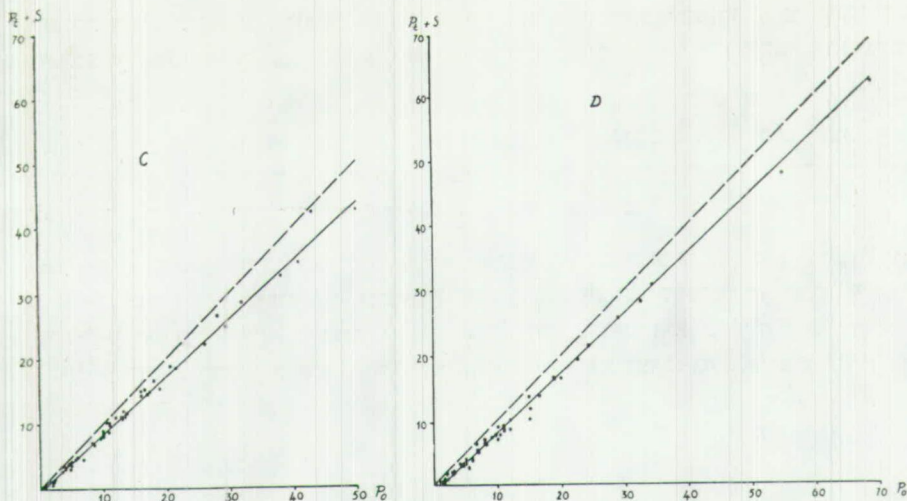
גשם והתאדות. נתונים על הגשם (P_o) וההתאדות (E_o) בשטח הפתוח בשנות הניסיון מובאים בטבלאות 3—4.

נתוני הגשם P_o לא נבדלו בצורה מובהקת מאלה שנמדדו במד גשם סטנדרטי במרחק של 350 מטר מזרחית לחלקה. נתוני ההתאדות היו תמיד נמוכים יותר בהשוואה לנתונים שמביא השירות המטאורולוגי עבור מרכז שפלת החוף (2).

אינטרספציה (אצירה). מדידות גשם חודר וזרימת גזע מצויות בידינו עבור השנים 1961/62 — 1964/65. קווי הרגרסיה בין כמויות הגשם החודר וזרימת הגזע ובין הגשם הכללי (P_o) היו כדלקמן (ציורים 1, 2).



ציור 1



ציור 2

ציור 1 ו-2: היחס בין הגשם החודר חרימת הגזע ($Pt + S$) ובין הגשם הכללי (P_o) לכל הממטרים שנרשמו, הקו המקוטע ב- 45° מראה ערכים שווים. A — 1961/62; B — 1962/63; C — 1963/64; D — 1964/65.

1961/62	$Pt + S = 0,857$	$P_o - 0,04$	$r = 0,99$
1962/63	$Pt + S = 0,851$	$P_o - 0,03$	$r = 0,99$
1963/64	$Pt + S = 0,899$	$P_o - 0,33$	$r = 0,99$
1964/65	$Pt + S = 0,904$	$P_o - 0,75$	$r = 0,99$

לאחר עיבוד הנתונים החסרים (ארבעה ימים מ-1961/62 ויום אחד בשנים 1962/63 ו-1964/65) חושבו הכמויות השנתיות של האצירה (טבלה 5). כפי שמראה טבלה 5 — אחוזי כמויות הגשם החודר, זרימת הגזע והאצירה משתנים אך במעט בהשוואה לגשם הכללי ולגיל החורשה. ערכים ממוצעים המבוטאים באחוזים מהגשם הכללי היו כדלקמן:

גשם חודר $80.84 \pm 1.56\%$, זרימת גזע $4.54 \pm 1.00\%$ ואצירה $14.63 \pm 0.80\%$.

ייבוש והעשרה של רטיבות הקרקע

בידינו נתונים על העשרה, איבוד, ומלאי רטיבות הקרקע ומאזן המים של חורשת אקליפטוסים בהשוואה לשטח פתוח למשך 4 שנים. בגלל חוסר-דוגמאות רטיבות הקרקע, השנים ההידרולוגיות 1962/63 ו-1963/64 אינן מתאימות לתקופות של שנים-עשר חודשים (תקופה $10.9.62 - 28.8.63$ ו- $28.8.63 - 4.10.64$) (טבלה 6).

לעומת זאת השנים ההידרולוגיות 1964/65 ו-1965/66 הן לתקופת שנים-עשר חודשים. כל הנתונים מסוכמים בטבלה מס. 6. בגמר עונת הקיץ מלאי המים בשטח הפתוח תמיד היה גבוה יותר מזה שבחורשה כשהפרש היה בממוצע 39.9 ± 10.3 מ"מ.

מאזן המים

מאזן המים בהתאם לנוסחה (II) מובא בטבלה 7. בדיקת הנתונים בטבלה מראה את התוצאות הבאות: ערך האיבדוטרנספירציה (ET) היה תמיד יותר גבוה ביער מאשר בשטח

טבלה 5

גשם כללי, גשם חודר, זרימת גז ואצירה.

1964/65		1963/64		1962/63		1961/62	
P ₀ בר %	בר	P ₀ בר %	בר	P ₀ בר %	בר	P ₀ בר %	בר
100.00	794.6	100.00	722.6	100.00	518.5	100.00	762.2
78.72	625.5	82.13	593.5	80.14	415.5	82.35	627.7
5.69	45.2	4.14	29.9	4.96	25.7	3.35	25.5
84.41	670.7	86.27	623.4	85.10	441.2	85.70	653.2
15.59	123.9	13.73	99.2	14.90	77.3	14.30	109.0
							(I) אצירה
							S + Pt
							זרימת גז (S)
							גשם חודר (Pt)
							גשם כללי (P ₀)

טבלה 6

אחסנה, העשרה וייבוש של דמיכות הקרקע במ"מ.

ש ט ח פ ת ו ח				י ע ר				
תכולת מים סופית	ייבוש ET	העשרה $p_0 - R$	תכולת מים התחלתית	תכולת מים סופית	ייבוש ET	העשרה $(p_0 - I) - R$	תכולת מים התחלתית	שנה
163.0	247.8	253.5	157.3	113.4	454.8	441.2	127.0	1962/63
155.8	314.0	306.8	163.0	109.6	494.9	491.1	113.4	1963/64
130.2	358.4	332.8	155.8	104.0	477.2	471.6	109.6	1964/65
149.9	369.6	389.3	130.2	107.1	435.9	439.0	104.0	1965/66

טבלה 7

מאזן מיט שנת'י של חורשת אקליפטוס המקור ושטח פתוח במ"מ.

1965/66	1964/65	1963/64	1962/63		
שטח פתוח	יער	שטח פתוח	יער	שטח פתוח	יער
525.1	525.1	794.6	794.6	722.6	722.6
369.6	435.9	358.4	477.2	314.0	494.9
—	86.1	—	123.9	—	99.2
135.8	—	461.8	199.1	415.8	132.3
19.7	3.1	—25.6	—5.6	—7.2	—3.8
389.3	439.0	332.8	471.6	306.8	491.1
				253.5	441.2

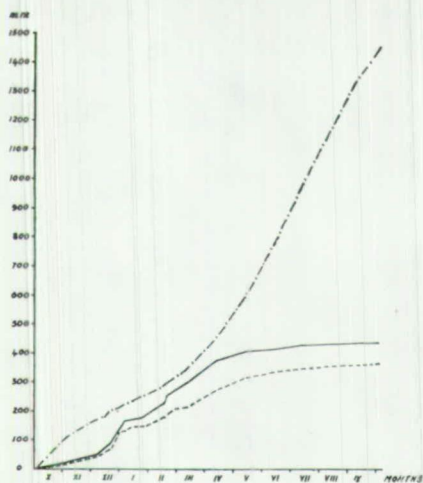
P_0
 ET
 I
 R
 ΔS
 $(P_0 - I) - R$

הפתוח. ממוצעי (ET) של ארבע שנים היו 565.7 ± 25.8 מ"מ בשביל היער לעומת 322.4 ± 55.5 מ"מ בשביל השטח הפתוח. למרות שבמשך שנות הניסיון השתנה הגשם הכללי מ- 518.5 ל- 794.6 מ"מ. נשאר ה-ET של היער בערך באותה רמה והשתנה רק מ- 435.9 ל- 494.9 מ"מ מאידך גיסא האיבפורנספירציה בשטח הפתוח השתנה ללא קשר עם הגשם הכללי מ- 247.8 ל- 369.6 מ"מ. איבודי מים ע"י נגר עילי וניקוז (R) היו תמיד גבוהים יותר בשטח הפתוח לעומת היער. הממוצעים לארבע שנות הניסיון היו 319.6 ± 148.6 מ"מ ו- 82.8 ± 99.5 מ"מ. בשתי החלקות היתה רמת ה-R ביחס ישר לגשם. בשנים של מעט גשם ה-R בתוך היער היה אפס והגיע ל- 199.1 מ"מ בשנה ברוכת גשם. בשטח הפתוח השתנה ה-R מ- 135.8 מ"מ עד ל- 461.8 מ"מ בהתאם לכמויות הגשם. בגלל עורכי ה-R הנמוכים יותר, מילוי הרטיבות בתוך היער $[(Po - I) - R]$ היתה תמיד גבוהה יותר לעומת השטח הפתוח $(Po - R)$. ממוצע העשרת הרטיבות בתוך היער היה 460.7 ± 25.4 מ"מ לעומת 320.6 ± 56.5 מ"מ בשטח הפתוח. הרוח שברטיבות הקרקע בתוך היער יוצא בהפסד האיבוד הגדול יותר ע"י האיבפורנספירציה.

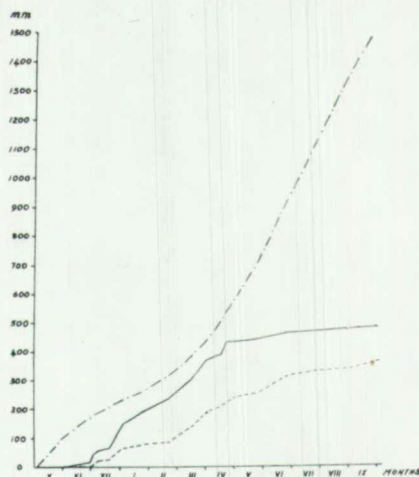
כתוצאה מכך, ההבדלים ביחסים של מילוי וייבוש שנתיים בין החלקות הם קטנים ולמעשה כל העשרת רטיבות הקרקע הולכת לאיבוד ע"י האיבפורנספירציה. שינויים ממוצעים בתכולת רטיבות הקרקע היו 5.0 ± 6.9 מ"מ ביער ו- 1.8 ± 19.3 מ"מ בשטח הפתוח. סה"כ השינויים למשך 4 שנות הניסיון היו 19.9 מ"מ ביער ו- 6.4 מ"מ בשטח הפתוח.

איבפורנספירציה ביחס להתאדות מגיגית

בציורים 3 ו-4 מובאות עקומות מצטברות של מהלך האיבפורנספירציה והתאדות השנתית לשנים 1964/65 ו-1965/66. איבפורנספירציה מצטברת בשביל היער והשטח הפתוח מראה בערך עקומת סיגמה. האיבפורנספירציה מתחילה לאחר הרטבת הקרקע — ע"י הגשמים הראשונים (טבלה 3) וגוברת בין דצמבר לאפריל. במשך עונת החורף היא יכולה לפעמים להיות



ציור 4



ציור 3

ציורים 3 ו-4: מהלך עונתי של התאדות מצטברת ומגיגית ואיבפורנספירציה.

קו מקוטע — התאדות מגיגית A; קו שלם — איבפורנספירציה ביער;

נקודות — איבפורנספירציה בשטח פתוח.

ציור 3 — 1964/5 ; ציור 4 — 1965/66

טבלה 8

כמויות שנתיות ועונתיות של איזוטופיטריציה, התאדות מניגית
 וידום איזוטופיטריציה להתאדות מניגית.

יחס איזוטופיטריציה (E_1/E_0) להתאדות מניגית	יחס יער	התאדות מניגית E_0 במ"מ	איזוטופיטריציה E_1/E_0 במ"מ		ת ק פ ה	שנה
			שטח פתוח	יער		
0.16	0.30	1,517.36	247.8	454.8	10.9.62 — 28.8.63	1962/63
0.20	0.31	1,607.76	314.0	494.9	28.8.63 — 4.10.64	1963/64
0.44	0.84	435.73	189.7	367.5	4.10.64 — 3.4.65	1964/65
0.16	0.11	1,034.92	168.7	109.7	3.4.65 — 3.10.65	
0.24	0.32	1,470.65	358.4	477.2	4.10.64 — 3.10.65	
0.61	0.83	451.29	274.2	375.4	3.10.65 — 13.4.66	1965/66
0.09	0.06	1,005.00	95.4	60.5	13.4.66 — 2.10.66	
0.25	0.30	1,456.29	369.6	435.9	3.10.65 — 2.10.66	

גבוהה יותר מהתאדות מגיגית. החל במאי האיבופטרנספירציה מתאזנת ובגמר עונת היובש היא יורדת לערכים נמוכים מאוד. קיימת הקבלה בולטת באיבופטרנספירציה המצטברת משני השטחים כשהאיבופטרנספירציה של היער תמיד עולה על זו של השטח הפתוח. בשביל השנים 1962/63 — 1963/64 מובאים ערכים שנתיים; לשנים 1964/65 ו-1965/66 האיבופטרנספירציה וההתאדות מגיגית חושבו בנפרד לעונת החורף (אוקטובר—מרץ) ולעונת הקיץ (אפריל—ספטמבר). כפי שרואים מטבלה 8. ההתאדות של היער ביחס להתאדות מגיגית משתנה אך במעט והיא בממוצע 0.31 ± 0.01 , לעומת זאת בשביל השטח הפתוח משתנה היחס יותר ומגיע לממוצע של 0.21 ± 0.04 . לעונת החורף היחס של E_T ל- E_0 הוא כמעט קבוע בשביל היער (0.84 — 0.83) אבל משתנה באופן ניכר בשטח הפתוח (0.61 — 0.44) לעונת אפריל—ספטמבר היחסים היו 0.11 — 0.06 בשביל היער ו-0.16 — 0.09 בשביל השטח הפתוח.

דיון

חורשות אקליפטוסים, ובעיקר אקליפטוס המקור, מכסות כיום שטח של 91,000 דונם עם כרייתה שנתית ממוצעת של 20,000 מ³. רוב החורשות הן בקרקעות חול חמרה של שפלת החוף עם מי תהום עמוקים שאינם בהישג שורשי העצים, או באזורים של גשם שנתי פחות מ-400 מ"מ שאין בהם העשרת מי תהום. כדי להגדיל את תוצרת עץ האקליפטוס למען תוכל לענות על דרישות השוק, יש צורך להגדיל בהרבה את שטח הנטיעות. אולם ההידרולוגים וגם אחרים אינם מסתכלים בעין יפה על החורשות הקיימות ועל אפשרויות הרחבתן מתוך הנחה שהן משפיעות לרעה על אוצרות המים הדלים שלנו (23).

ברור שהוויכוח בנושא זה ימצא את פתרוננו רק ע"י מחקר מקיף בכל הצדדים של מאזן המים. למרות שנעשו ניסיונות רבים במאזן המים של יערות (16,20), הנתונים על יערות אקליפטוס הם מוגבלים מאוד. קוסטין וחבריו (6) עסקו באגני היקוות בהרים הגבוהים באפלים של אוסטרליה והנתונים שלהם מראים שעורכי האבופטרנספירציה שביער סקלרופילי לך (*E. delegatensis*) ויער סובאלפיני (*E. niphophila*) דומים לאלה של הצמחיה האחרת באותם האזורים ומגיעה ל-3.0 — 2.5 מ"מ ליום. לפי מרטין ושפכט (17) "אינדקס האיבופטרנספירציה" של יער *E. elaeophora* גבוה יותר מזה של יער *E. obliqua*. ברוקס וטורנר (3) הראו שביער צעיר של *E. regnans* האיבופטרנספירציה עולה עם עלית צפיפות היער. בדרום אפריקה חישה הנריצי (9) על סמך מדידות טרנספירציה בשיטת העלים הקטופים שאיבוד המים של אקליפטוסים מגיע ל-1,200 מ"מ לשנה (הגשם השנתי היה 760 מ"מ). בבראזיל הגיעו פרנקו ואינפורצטו (7) לפי אותה השיטה לערכי טרנספירציה של 4,900 עד 7,500 מ"מ בשביל יער *E. saligna* בן 7. ברור שחישובים אלה והדומים להם רק בקושי אפשר להתאימם לתנאי אקלים וקרקע שלנו והם בודאי אינם עשויים לשמש בסיס לתיכנון שימוש בקרקע ובמים. היות ובמחקר שלנו האיבופטרנספירציה והנגר העילי, או הניקוז, לא נמדדו ישירות, יש צורך בנתונים מדויקים על כמות הגשם הכללית המגיעה ליער כדי להעריך נכונה את מאזן המים של יער אקליפטוס המקור (טבלה 5). מדידות במשך 4 שנים הראו שזרימת גזע הגיעה בממוצע ל- $1.00 + 4.54$ אחוז מהגשם הכללי. למרות שמספר זה נמוך באופן יחסי, יש לקחתו בחשבון בשביל קביעת האינטרספציה; היות והוא מגיע ל-24% מהאינטרספציה שאינה מתחשבת בזרימת הגזע. זרימת הגזע מתחילה בדרך כלל לאחר שירדו שנים עד ארבע מ"מ גשם. דבר זה מראה שזו היא כמות המים הדרושה להרטבת העלווה לפני הגזע. בחורשות צעירות של *E. regnans* הגיעה זרימת גזע ל-2.9% מהגשם הכללי (3). הגשם החודר היווה $1.56 + 80.84$ אחוז מהגשם הכללי. ערך זה קרוב מאוד למספר שהובא בשביל חורשת *E. regnans* שהיה 78.4 עד 80.3 אחוז (3). כמויות גשם חודר הניתנות למדידה נרשמו מיד עם תחילת הגשמים אפילו לפני שהופיעה זרימת גזע. היות ומדי הגשם

חולקו באקראי בתוך היער ופוזרו באקראי מחדש, מוכיח דבר זה שכירת היער היתה פתוחה לגשם חודר, כי אין להניח שביער סגור אפשר יהיה לרשום גשם חודר לפני שהצמרות והגזעים נרטבו היטב.

בספרות מועטים הנתונים על אצירת גשם ע"י חורשות אקליפטוסים. מיללט (19) הראה שהאצירה הגיעה ביער רב-גילי וכנראה פתוח מאוד ל-4%. קוסטין ווימבוש (5) מצאו כי הגשם שהגיע בימים שקטים ללא רוח, לקרקעית היער של *E. niphophila* היה 77% עד 100% מהגשם הכללי. בהתאם לברוקס וטורנר האינטרספציה ביער *E. regnans* צעיר הגיעה ל-18.7 — 16.8 אחוז מהגשם הכללי, וביער מבוגר יותר — 26% — 23% (מבלי להתחשב בזרימת גזע). בניסיון שלנו נמצא שהאצירה (לאחר תיקון לזרימת גזע) הגיעה ל- 14.63 ± 0.80 אחוז של הגשם הכללי. מיספר זה מתאים לרוב הנתונים המובאים ע"י קיטרדג' (16) המראה שהאצירה של טיפוס יער שונים נעה בין 3% — 48%. הפיזור הקטן מאוד של זרימת הגזע וגשם חודר ביחס לגשם כללי (ציורים 2,1) וההתאמה הטובה של העורכים שנמדדו ב-4 שנים רצופות מראים שהיחס בין האצירה והגשם הוא כמעט קבוע. כפי שמוכיח פנמן (20) אין לחשב את מי האצירה כאבודים, היות ובחלקם הגדול הם מתאדים ונחשבים כחלק של ההתאדות במאזן החום, בהקטנים ע"י כך את האנרגיה שלרשות הטרוספירציה. כאשר מי אצירה מתאדים, יש לצפות להקטנת הטרוספירציה.

בהשוואת נתוני מאזן המים במשך ארבע שנים ביער ובשטח הפתוח רואים הבדלים מובהקים בערכי העשרת רטיבות הקרקע ודילדולה (טבלה 6). העשרת רטיבות הקרקע ביער יותר גבוהה מאשר בשטח הפתוח למרות האצירה. באצירה ממוצעת של 96.6 ± 20.4 מ"מ ההבדל הוא ב- 140.1 ± 64.3 מ"מ. זאת יש לזקוף לחשבון הערכים הגבוהים יותר של הנגר והחילחול בשטח הפתוח, שעוברים את אלה של היער ב- 236.8 ± 67.8 מ"מ (טבלה 7). איבוד מים ע"י נגר או חלחול נרשמו למעשה ביער רק במשך שתי שנים בהן כמות הגשם השנתית עלתה על 700 מ"מ; בשטח הפתוח הם נרשמו במשך כל ארבעת שנות הניסיון. זאת אומרת שבשנים מעוטות גשמים פרופיל הקרקע ביער בעומק 120 ס"מ לא הגיע אף פעם לקיבול שדה, עקב האצירה והוצאת המים הגבוהה במשך החורף. לעומת זאת בשטח הפתוח נרטבה הקרקע לקיבול שדה כמה פעמים בשנה ואפילו בשנים מעוטות גשמים.

למרות תוספת רטיבות גדולה יותר ובגלל איבדורנספירציה גבוהה יותר היה מלאי רטיבות הקרקע ביער בסוף עונת היובש תמיד יותר נמוך מאשר בשטח הפתוח, וההפרש הגיע לממוצע של $39.0 + 10.3$ מ"מ. מסקנה זו מאשרת את מימצאיו של כהן וחבריו (4) באורן, אבל אינה מאפשרת לתמוך בדעתו של גינדל (8) שמלאי המים בחורשות אקליפטוס בגמר עונת היובש גבוה יותר מאשר בשטח הפתוח ושהיערות אינם מדלדלים את מלאי רטיבות הקרקע. השוואת הערכים השנתיים של תוספת רטיבות הקרקע והוצאתה מראה שלמעשה כל המים הניכנסים, מוצאים ע"י האיבדורנספירציה. השינויים במלאי רטיבות הקרקע מתחילת עונת הגשמים עד גמר עונת היובש מגיעים לממוצע של 5.0 ± 6.9 מ"מ ביער ו- 1.8 ± 19.3 מ"מ בשטח הפתוח. בשתי החלקות כמות הרטיבות השנתית המוצאת לאיבדורנספירציה מתקרבת לכמות המים המתוספת לקרקע וכמעט שלא נישארים מים לשנה הבאה. היות ובמשך כל השנה (פרט אולי לימים ספורים בחורף) האנרגיה הדרושה לאיבדורנספירציה אינה מהווה גורם מגביל, הרי שערכי האיבדורנספירציה השנתית של היער והשטח הפתוח תלויים בתוספת ובמלאי של רטיבות הקרקע. אם מחקר נוסף יראה שהבדלי רטיבות הקרקע באיזור השרשים במשך שנה הידרולוגית הינם באמת נמוכים, הרי שאפשר לא להתחשב במונח ΔS שבנוסחה ההידרולוגית (II) ואז נתקבל נוסחה:

$$ET \approx (Po - I) - R \quad \text{או} \quad Po \approx ET + I + R$$

ו"א האיבדורנספירציה שווה פחות או יותר לתוספת רטיבות פרופיל הקרקע (עם תיקון לנגר

ולחילחול). יחס זה מתאים כנראה גם למיני אקליפטוס אחרים שמקיפים את חלקת אקליפטוס המקור שבניסיון ועשו להתאים גם לצמחית יער אחרת אצלנו במידה שאינה פריאטופיטית. השקפה כזו נתמכת ע"י מסקנתו של ויכט (27), האומרת "שצריכת המים של יערות, או חברות צומח אחרות, תלויה בעיקרה בכמות המים הזמינה שבקרע". במקרה של רטיבות קרקע גבוהה יותר או שמי התהום הם בהישג שורשי העצים, יש להניח שהאיבפורנספירציה השנתית והעונתית תהיה גבוהה יותר מזו שנימדדה באילנות. הנחה זו מתקבלת ממדידות טרנספירציה שנעשו באקליפטוס המקור, שגדל במשטרי רטיבות שונים לפי שיטת העלים הקטופים (12). העובדה, שאפשר להגדיל את כמות המים שלרשות האיבפורנספירציה ע"י הקטנת האצירה והגברת החדירה ע"י מרחקים גדולים יותר בין העצים (באזורים יבשים) ועיבוד מתאים היא בעלת ערך מעשי.

השוואת מאזן המים של חלקת אקליפטוס המקור וחלקת השטח הפתוח (טבלה 7) לפי נוסחה (II) היא מעניינת מאד. ממוצעים של ארבע שנים מראים שעם גשם ממוצע שנתי של 640.2 ± 139.9 מ"מ היתה האיבפורנספירציה המרכיב העיקרי במאזן המים של היער (465.7 ± 25.8 מ"מ) ואיבודי המים הגיעו לממוצע של רק 82.8 ± 99.5 מ"מ. לעומת זאת, האיבפורנספירציה בשטח הפתוח (322.4 ± 55.5 מ"מ) היתה כמעט שווה לאיבוד המים (319.6 ± 148.6 מ"מ). מעניין לציין שערכי האיבפורנספירציה השנתית של אקליפטוס המקור הם באותו סדר גודל של ערכי הוצאת המים השנתית שמצאו שחורי וחבריו (22) בשביל חורש אלון ואורן (452 ו-410 בהתאם). אולם הנתונים שלהם — צריך לתרגמם למיספרים של מילוי רטיבות הפרופיל ע"י תיקון לחילחול.

כדי לקבוע את השפעת חורשת האקליפטוס על מאזן המים, יש להדגיש את הדברים הבאים: בתנאים של ממוצע גשם שנתי בן 640.2 ± 139.9 מ"מ ההפרש באיבפורנספירציה השנתית בין היער והשטח הפתוח היה 143.3 ± 63.3 מ"מ. כפי שצויין לעיל, היו איבודי המים מהשטח הפתוח גבוהים מאלה של היער וההפרש היה 236.8 ± 67.8 מ"מ. ההידרולוגים יכולים לראות בדאגה מספר זה אם יש הוכחה שאיבוד מים זה, כולו או לפחות בחלקו, מוסיף למילוי מי התהום. תיכנון השימוש היעיל במים ובקרע צריך להתחשב גם ביבול השנתי של העצה מהשטח — 1.1 מ"מ תוספת גידול שנתית לדונם של חורש האקליפטוס. בהשוואת הנתונים לתקופה 1963–66 מתקבל: תוספת גידול העץ לתקופה הנדונה היא 5.02 מ"מ לדונם בשווי של 90.36 ל"י. באותה התקופה היתה האיבפורנספירציה מהיער גבוהה יותר מזו של השטח הפתוח ב- 366.0 מ"מ, ובאותה תקופה הגיעו המים העודפים, שיצאו מהשטח הפתוח ע"י נגר או חילחול ל- 682.0 מ"מ. אין כל ספק שערך העץ עולה בהרבה על ערך אותו חלק מהמים שאולי היו מתווספים למי התהום.

מעניין גם לבדוק את מהלך האיבפורנספירציה השנתית ביחס להתאדות מגיגית. כפי שכבר נזכר לעיל, היו נתוני ההתאדות מגיגית טיפוס A בחלקה הפתוחה נמוכים יותר מהמיספרים של השירות המטאורולוגי בשביל מרכז אזור החוף. למשל ב-1965 ההתאדות מגיגית באילנות היתה בממוצע 3.99 מ"מ ליום (טבלה 3) לעומת 4.85 מ"מ בבית דגן ו- 4.86 מ"מ בעין שמר (2).

ייתכן שזה נגרם בגלל מיקום לא מתאים של הגיגית, אולם המספרים שהתקבלו מתאימים ללא ספק בשביל השטח הפתוח, שבו גם נמדדו הגשם והבדלי רטיבות הקרקע, במרחק של פחות מ-20 מ' מהגיגית. היחס השנתי של האיבפורנספירציה להתאדות מגיגית היה בממוצע 0.31 ± 0.01 בשביל היער ו- 0.21 ± 0.04 בשביל השטח הפתוח (טבלה 8). יחסים עונתיים היו בשביל החורף 0.84 ו- 0.83 עבור היער לעומת 0.44 ו- 0.61 לשטח הפתוח; בשביל תקופת הקיץ (אפריל–ספטמבר) ירדו הערכים ל- 0.11 ו- 0.06 ו- 0.16 ו- 0.09 בהתאם.

לפי סטנהיל (24) מגיעה איבפורנספירציה פוטנציאלית ל-70% מהתאדות מגיגית טיפוס

A. אם יוצאים מתוך הנחה שנתוני התאדות מגיגית מתאימים גם לאקליפטוסים, הרי האיבפורנספירציה של היער בתקופת החורף (אוקטובר — מרץ) היתה קרובה להתאדות פוטנציאלית. זה גם מתאים לנתונים של קוסטין וחבריו (6) בשביל *E. niphophila*. לעומת זאת בעונה היבשה (אפריל — ספטמבר) כשמלאי המים בקרקע מנוצל, יורדת האיבפורנספירציה לחלק קטן מההתאדות הפוטנציאלית. מעניין יהיה גם להשוות את מדידות האיבפורנספירציה באילנות עם נתוני ההתאדות בשטח מים פתוח לפי נוסחת פנמן. לפי סטנהיל (26) התאדות משטח מים פתוח באיזור החוף הוא 1,599 מ"מ לשנה (1,121 מ"מ מאפריל עד ספטמבר). בהתאם לזה יחס האיבפורנספירציה להתאדות במשך שנה הוא 0.29 ± 0.01 בשביל יער אקליפטוסים ו- 0.20 ± 0.03 בשביל השטח הפתוח. לעומת 0.08 ו-0.12 לעונת הקיץ. בציורים 3 ו-4 מובאים מהלכי האיבפורנספירציה וההתאדות מגיגית. בשתי החלקות היתה האיבפורנספירציה נמוכה בתחילה לאחר הגשמים הראשונים, עלתה בתלילות בדצמבר ונשארה גבוהה עד אפריל. העליה התלולה באנגריה הניצרכת על ידי האיבפורנספירציה החל מחודש מאי אינה משתקפת בערכי האיבפורנספירציה. בחורשת האקליפטוסים היא נשארה די נמוכה במשך כל הקיץ והיתה קצת יותר גבוהה בשטח הפתוח, שבו הקרקע רטובה יותר. את העובדה, שערכי הטרנספירציה הם מצומצמים מאוד במשך העונה היבשה, יש ליחס לפתיחת הפיוניות שהינן רגישות מאוד לחוסר רטיבות ושנשארות כמעט סגורות במשך היום (12). מעניין לציין שמהלך האיבפורנספירציה העונתי של אקליפטוס המקור דומה לזה של *E. obliqua* ו- *E. elaeophora* (17).

לא נמצאה הוכחה שבגמר עונת היובש עשוי חוסר רטיבות בקרקע לפגוע בגידול אקליפטוס המקור. זה אפשר לראות מהמספרים הבאים: בחורף 1965/66 הגשם היה פחות מהממוצע והגיע ל-525.1 מ"מ (טבלה 3). ב-310.66 תכולת הרטיבות של העלים ושל העצה של אקליפטוס המקור (מחושב לחומר יבש) היו 84.9 ± 9.1 אחוז ו- 96.3 ± 8.4 אחוז. מספרים אלה גבוהים יותר מאלה שמצאו פוק וחבריו (21) לגבי *E. rossii* ו- *E. macrorhyncha* שניפגעו ע"י יובש.

בסיכום אפשר לומר שהנתונים שלנו על מאזן המים והאיבפורנספירציה של אקליפטוס המקור מרחיבים את ידיעותינו על האיקולוגיה שלו והתאמתו לאזורים השונים בהרבה מבית גידולו הטבעי (18). באיזור הים תיכוני מורכבת השנה ההידרולוגית מעונה לחה, קרירה, בה האיבפורנספירציה של אקליפטוס המקור הינה גבוהה במקרה שרטיבות הקרקע מספקת; ומעונות יובש חמה, בה האיבפורנספירציה מצטמצמת מאוד מחמת חוסר רטיבות בקרקע. ההתאמה הטובה בין המהלך העונתי של האיבפורנספירציה וגידול אקליפטוס המקור ניכרת גם ע"י נוכחות תקופת תרדמה ברורה הנימשכת מיולי — אוגוסט עד ספטמבר (14) ואז האיבפורנספירציה היא מינימלית. תרדמה זו אינה קשורה לחוסר רטיבות בקרקע כפי שמוכח מאי תגובה להשקאה (קרשון / טרם פורסם).

מסקנות

בעבר נהוג היה לנטוע אקליפטוסים בקנה מידה רחב לשם ייבוש שטחי ביצות (18). בתנאים של היום יתהוו החקלאים ללא כל ספק אחרת: הם ינקזו שטחי ביצות ויהפכו אותם לשטח חקלאי ולא יטעו בהם עצי-יער. בעבר היו מעוניינים בצריכת המים הגדולה של האקליפטוסים לשם סילוק עודף מים, ואילו כיום מסתכלים על כך בדאגה. הנתונים המובאים במחקר זה תורמים להבנה טובה יותר של התפקיד ההידרולוגי של חורשות אקליפטוס בשטחי קרקע, בהם מקור הרטיבות הוא הגשם ופני המים אינם בהישג שרשי העצים. רוב שטחי האקליפטוסים שניטעו בשנים האחרונות בארץ משתייכים לסוג זה.

הוצאת המים השנתית ע"י איבפורנספירציה בחלקת אקליפטוס המקור ובשטח הפתוח הקרוב תלויה קודם כל במילוי רטיבות הקרקע. היות והאיבפורנספירציה בשתי החלקות מוגבלת במילוי רטיבות הקרקע ע"י הגשם הכללי, יש לראות את הדיעה שנטיעות אקליפטוסים משפיעות לרעה על מקורות המים, כבלתי מבוססת. ערכי האיבפורנספירציה השנתית של היער היו גבוהים יותר מאשר בשטח הפתוח. כי למרות האצירה היה המילוי השנתי של רטיבות הקרקע ביער גבוה יותר בהשוואה לשטח הפתוח. עם גשם שנתי ממוצע של 640 מ"מ במשך 4 שנות הניסיון ההפרש באיבפורנספירציה הגיע ל-144 מ"מ לשנה. באותה תקופה איבוד מים ע"י נגר או חילחול היה גבוה יותר בשטח הפתוח לעומת היער ב-237 מ"מ. אנו מבכרים להשתמש במונח "איבוד מים" במקום יבול מים (22) היות והמונח האחרון יוצא מהנחה שכל המים או לפחות חלק מהם ניתנים לאיסוף ע"י זרימת עילית או מילוי מי התהום.

אין כל ספק שערך ההכנסה השנתית מהיער — תוספת גידול שנתית 1.1 מ' לדונם בשווי של 19.98 ל"י — עולה בהרבה על ערך איבודי המים.

לסיכום, בתנאים בהם האיבפורנספירציה מוגבלת ע"י מילוי רטיבות הקרקע מהגשם הכללי, אין כל הוכחה להשפעה הידרולוגית רעה של חורשת אקליפטוס המקור כשיבול העץ מפצה עבור האבפורנספירציה הגבוהה יותר.

הבעת תודה

המחברים מודים לד"ר לייטון, אוקספורד. מר נ. רוזן, השרות המיטיאורולוגי וד"ר ג. סטנהיל, מכון וולקני לחקר החקלאות, רחובות עבור עצותיהם המועילות בביצוע המחקר.

כן מודים המחברים לצוות העובדים במכון לחקר היער באילנות שעזרתם הקבועה איפשרה ביצוע המחקר.

ספרות

1. Anon. (1963) Bio-Climatic Map of the Mediterranean Zone. *Arid Zone Res.* No. 21. UNESCO-FAO, Paris.
2. Anon. (1965-66) Monthly Summaries of Evaporation from Class A Pan. Meteorological Service, Ministry of Transport, Beit Dagon. (Hebrew).
3. Brookes, J. D. and Turner, J. S. (1963) Hydrology and Australian Forest Catchments. Reprint from *Australian Academy of Sciences National Symposium on Water Resources, Use and Management, Canberra 1963* No. C 10.
4. Cohen, O. P., Kaplan, J., and Sharabani, N. (1966) Water Balance Under Pine Plantations and Natural Herbaceous Vegetation in the Judean Foothills. [Docum.] 6th World Forestry Congress, Madrid No. 6CFM/E/C.T. IX/6.
5. Costin, A. B. and Wimbush, D. J. (1961) Studies in Catchment Hydrology in the Australian Alps. IV. Interception by Trees of Rain, Cloud and Fog. *Tech. Pap. Div. Pl. Ind. C.S.I.R.O. Aust.* No. 16.
6. Costin, A. B., Wimbush, D. J., and Cromer, R. N. (1964) Studies in Catchment Hydrology in the Australian Alps. V. Soil Moisture Characteristics and Evapo-transpiration. *Tech. Pap. Div. Pl. Ind. C.S.I.R.O. Aust.* No. 20.

7. Franco, C. M., and Inforzato, R. (1952) Nota sôbre a transpiracão do *Eucalyptus saligna* Sm. *Servicio Florestal do Estado* (Sao Paulo), pp. 1—3.
8. Gindel, I. (1964) Seasonal fluctuations in soil moisture under the canopy of xerophytes and in open areas. *Comm. For. Rev.* 43 : 219-234.
9. Henrici, M. (1946) Transpiration of South African Plant Associations. II. Indigenous and Exotic Trees Under Semi-Arid Conditions. *Sci. Bull. Dep. Agric. S. Afr.* No. 248.
10. Heth, D., and Karschon, R. (1963) Interception of rainfall by *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. In : *Contributions on Eucalypts in Israel*, II, pp. 7—12.
11. Irving, M. (1941) A study of the effects of eucalypts on the soil, their nutrient requirements, and transpiration. *S. Afr. J. Sci.* 37 : 133—135.
12. Kaplan, J. (1962) Water Relations of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. in Israel. MS., unpublished.
13. Kaplan, J. (1964) Water relations in eucalypts. In : *Rep. & Docum. 2nd World Eucalyptus Conf., Sao Paulo*, Vol. 2, pp. 1008—1014.
14. Karschon, R. (1964) Periodicity of Growth in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *E. gomphocephala* A. DC. *Leafl. For. Div. Nat. Univ. Inst. Agric., Ilanot* No. 24.
15. Karschon, R., and Van Praag, J. (1954) Growth of red gum as influenced by depth of hardpan. *La-Yaaran* 4 : 14—17 (Hebrew), 38 (English).
16. Kittredge, J. (1948) *Forest Influences*. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York-Toronto-London.
17. Martin, Helene A. and Specht, R. L. (1962) Are mesic communities less drought-resistant ? A study on moisture relationships in dry sclerophyll forest at Inglewood, South Australia. *Aust. J. Bot.* 10 : 106—118.
18. Métro, A. (1954) Les Eucalyptus dans les Reboisements. *FAO For. & For. Prod. Stud.* No. 11.
19. Millett, M. R. O. (1944) Evaporation and Rainfall Inside and Outside a Forest. *Leaf. For. Tim. Bur. Aust.* No. 57.
20. Penman, H. L. (1963) Vegetation and Hydrology. *Tech. Comm. Commonw. Bur. Soils, Harpenden* No. 53.
21. Pook, E. W., Costin, A. B. and Moore, C. W. E. (1966) Water stress in native vegetation during the drought of 1965. *Aust. J. Bot.* 14 : 257—266.
22. Shachori, A., Rosenzweig, D., and Poljakoff-Mayber, A. (1965) Effect of Mediterranean Vegetation on the Moisture Regime [Docum.] *Symposium on Forest Hydrology, Pennsylvania State University*.
23. Shaltiel, M. (1964) Les Possibilités de Reboisement en Israel du Point de Vue Hydrologique. Water Planning for Israel, Ltd., Tel Aviv.
24. Stanhill, G. (1961) A comparison of methods of calculating potential evapotranspiration from climatic data. *Israel J. agric. Res.* 11 : 159—171.
25. Stanhill, G. (1962) The effect of afforestation on water resources. *La-Yaaran* 12 : 3—6 (Hebrew), 24—29 (English).
26. Stanhill, G. (1963) Evaporation in Israel. *Bull. Res. Council Israel* 11G : 160—172.
27. Wicht, C. L. (1949) Forestry and Water Supply in South Africa. *Bull. Dep. For. S. Afr.* No. 33.

איקלום עצים בנגב¹

ד. חת², ר. בלוס ז"ל³, ב. וירצברג⁴

הקדמה

במסגרת המאמץ להרחיב את השטחים הנטועים עצי יער באזורים צחיחים וצחיחים למחצה בישראל, נערך מחקר באיקלום מינים וזנים של עצים ממקור זר, באזורים שונים של הנגב. למטרה זו הוקמו בתחילת שנות החמישים ארבורטום בגילת, חלקות ניסיון בסנאים וליד משטרת מרחבים, וכן חלקות נוספות שניטעו על קרקע הלס של הנגב הצפוני. סיכומים מוקדמים על התפתחות העצים באזורים אלה פורסמו לפני מספר שנים (2, 3, 4, 5).

עם הגברת ההתיישבות באזורים הצחיחים והצחיחים למחצה, גברה גם התביעה להרחיב את הנטיעות בסביבות הישובים, הן למטרות הגנה מפני רוחות, סופות, ותנועת חולות, והן לבני (6). הוחלט על כן להגדיל את מיספר חלקות הניסיון ולהרחיב את שטח הניסויים כדי למצוא מיני עצים שיוכלו להתפתח בתנאים הקשים. למטרה זו ניטעו בשנים 1960—1964 86 מינים, זנים ואיקוטיפים ב-19 חלקות, המאפיינות 12 אזורים גיאוגרפיים שונים בנגב.

שיטת העבודה

חלקות הניסיון נקבעו במקומות הבאים:

הנגב הצפוני

1. בארי 26° 31' רוחב ו-29° 34' אורך. גובה 65 מ' מפני הים. לס. חברת *Achilleetum santolinae* נטיעה 1960, במרחקים של 3.5 x 4.0 מ' דיסקוס פעמיים בשנה במשך 4 שנים, 5 השקאות לשנה במשך 3 שנים.

2. מנן 18° 31' רוחב, 25° 34' אורך. גובה 135 מ' מפני הים. לס. חברת *Achilleetum santolinae* נטיעה 1961, 4.0 x 4.0 מ', 1962 — 3.5 x 3.5 מ', 1963 — 3.0 x 4.0 מ'. עיבודים כנ"ל.

3. כרם שלום: 12° 31' רוחב, 17° 34' אורך, גובה 80 מ' מפני הים. חול לס. חברת *Lolium gaudini* — *Artemisia monosperma*. נטיעה 1960, 5.0 x 5.0 מ'. עיבודים כנ"ל.

4. סנאים: 19° 31' רוחב, 42° 34' אורך. גובה 200 מ' מפני הים. לס. חברת *Achilleetum santolinae* נטיעה 1964, 3.0 x 4.0 מ'. דיסקוס פעמיים בשנה. השקאה אחת בזמן הנטיעה.

5. ערד: 15° 31' רוחב, 13° 35' אורך, גובה 600 מ' מפני הים. לס. נטיעה 1962, 6.0 x 6.0 מ' ו-4.0 x 4.0 מ', 1963, 5.0 x 5.0 מ'. דיסקוס פעם בשנה 10—6 השקאות בשנה.

נגב מערבי

6. חלוצה: 09° 31' רוחב, 36° 34' אורך, גובה 195 מ' מפני הים. חולות. חברת *Artemisia monosperma* — *Aristida scoparia* נטיעה 1964, 5.0 x 5.0 מ'. השקאה אחת בשנה.

1 תרומת עט של המכון הלאומי והאוניברסיטאי לחקלאות, רחובות, סדרות 1967.

2 המחלקה לחקר היער, מכון וולקני לחקר החקלאות, אילנות.

3 המכון לחקר הנגב, באר שבע, גב' בלוס נפטרה בשנת 1965.

4 האגף לייעור, קרן קיימת לישראל, אשתאול.

7. משאבי שדה: $31^{\circ} 00'$ רוחב, $34^{\circ} 47'$ אורך, גובה 350 מ' מפני הים. לס פלוביאטילי המכוסה על ידי חול. חברת *Haloxyletum articulati*. נטיעה 1960, 3.0×3.5 מ'. 5 השקאות בשנה.

8. אשלים: $30^{\circ} 57'$, $34^{\circ} 41'$, גובה 320 מ' מפני הים. לס פלוביאטילי. חברת *Haloxyletum articulati*. נטיעה 1961, 5.0×5.0 מ'. 5 השקאות בשנה.

נגב מרכזי

9. דימונה: $31^{\circ} 04'$ רוחב, $35^{\circ} 02'$ אורך, גובה 650 מ'. לס. חברת *Artemisietum herbae-albae*. נטיעה 1960, 4.0×4.0 מ', 1961 — 4.0×4.0 מ', 1962 — 4.0×4.0 מ'. דיסקוס פעם או פעמיים בשנה, 7 השקאות בשנה.

10. שדה בוקר: $30^{\circ} 52'$ רוחב, $34^{\circ} 47'$ אורך, גובה 470 מ'. לס פלוביאטילי. חברת *Haloxyletum articulati*. נטיעה 1960, 4.0×4.0 מ'. דיסקוס פעמיים בשנה, 7 השקאות בשנה.

11. מישור ימין: $31^{\circ} 02'$ רוחב, $35^{\circ} 07'$ אורך, גובה 390 מ'. חולות. חברת *Anabasisetum retametosum*. נטיעה 1960, 4.0×4.0 מ'. 10 השקאות בשנה.

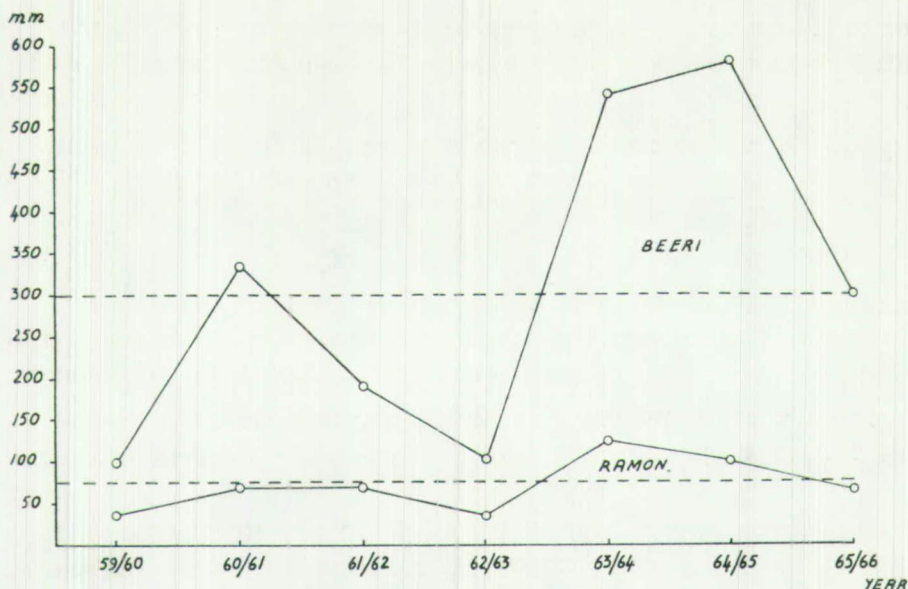
12. רמון: $30^{\circ} 37'$ רוחב, $34^{\circ} 48'$ אורך, גובה 860 מ' מפני הים. רג. חברת *Zygophyllum dumosi*. נטיעה 1960, 4.0×4.0 מ'. השקאה אחת או שתיים בשנה, במשך 4 שנים.

כמויות הגשמים שירדו בשנות הניסיון נרשמו בטבלה 1. האופי הבלתי יציב של המישי-קעים מובלט בציור מס' 1, המציין את כמות הגשמים שירדו בחלקה הגשומה ביותר ובחלקה היבשה ביותר מבין חלקות הניסיון.

ט ב ל ה 1

המישקעים באזורי הניסיון (7)

המקום	גשם שנתי ממוצע (מ"מ)	כמויות המישקעים בשנות הניסיון (מ"מ)					
		1965/66	1964/65	1963/64	1962/63	1961/62	1960/61
1. בארי	300	97	332	191	102	537	581
2. מגן	233	62	239	135	59	362	337
3. כרם שלום	198	107	165	123	60	280	257
4. סנאים	228	86	278	143	49	349	386
5. ערד	...	...	...	110	45	193	277
6. חלוצה	138	64	134	107	28	198	253
7. משאבי שדה	108	42	109	102	33	172	185
8. אשלים	...	...	...	47	23	160	155
9. דימונה	...	...	115	71	43	228	230
10. שדה בוקר	91	55	53	62	34	146	166
11. מישור ימין	...	26	68	48	33	85	116
12. מצפה רימון	78	34	69	69	33	124	101



ציור 1. משקעים בבארי ובמצפה רמון. קו שלם — כמויות הגשם החל מ-1959/60 עד 1965/66; קו מקוטע — ממוצע גשם שנתי.

86 מינים, זנים, ואיקוטיפים נוסו בחלקות הניסיון, שהדגש מושם על הסוגים אקליפטוס ואקציה. רוב השתילים גודלו במשתלת אילנות והועברו בעונת הנטיעה פברואר-מרץ. לחלקות הניסיון הנטיעה נעשתה לפי שיטת ה־Elimination trials כאשר 4 עצים ניטעו בדרך כלל ב־4 עד 6 חזרות, עם קביעת מיקום אקראית. שיטה זו מאפשרת סילוק מהיר יחסית של המינים הבלתי מתאימים, וקביעה מהירה של המינים המובחרים המתאימים לנטיעה בקנה מידה רחב יותר. הכוונה היתה להשקות את העצים, רק בשנתיים הראשונות, כדי להבטיח את הקליטה, אולם כתוצאה משנות הבצורת התכופות וכן מן התנאים האידפיים הקיצוניים, היה צורך במרבית החלקות להשקות יותר מאשר שנתיים. במרבית החלקות נעשה דיסקוס פעמיים בשנה — לפני ואחרי עונת הגשמים. בחלקות שבהן הדיסקוס לא היה אפשרי, נעשה עידור ביד מסביב לעצים. כמו כן נעשה עידור לאחר כל השקאה.

על מנת להעריך את התפתחות העצים, נעשה בנובמבר 1966 סיכום ראשון שכלל את הנושאים הבאים: חיות (טובה, בינונית, חלשה), קליטה, גובה, קוטר בגובה החזה, מצב (עץ או שיח) וצורה (זקוף, בינוני, עקום). על בסיס הנתונים של הנושאים הנ"ל, אשר נרשמו לפי סדר חשיבותם, נעשתה הערכה על התפתחות העצים ב־3 דרגות: (+) — מין מבטיח, (m) — בינוני, (—) — בלתי מתאים. תנאי המינימום על מנת להיות מדורג כמין מבטיח, צריך שהעץ יהיה בעל חיות טובה, קליטה בינונית וגידול מהיר. הקליטה נרשמה כטובה מאוד (למעלה מ־80%), טובה (60%—80%), בינונית (35%—60%), חלשה (פחות מ־35%).

תוצאות

תוצאות הערכתנו את המינים השונים נרשמו בטבלאות 2 ו־3. להלן פרטים על המינים המבטיחים ביותר:

1. *Eucalyptus brockwayi* — חיות וקליטה טובות מאוד בקרקע לס בערד. במדידות 1962 (2) נקבעו חיותו והתפתחותו הטובות בקרקעות הלס בסנאים ובמרחבים אשר בנגב הצפוני. התפתחותו במגן היא בינונית. הגובה הממוצע בגיל שלש — 4.8 מ' (ערד).
2. *E. camaldulensis*¹ (ממקור אוסטרלי — Broken Hill, N.S.W.) חיות וקליטה טובות מאוד בקרקעות הלס, החול-לס והחול, גובה ממוצע בגיל שש 6.2 מ' (בארי), 5.2 מ' (משאבי שדה), 4.0 מ' (כרם שלום), ו-5.5 מ' (מישור ימין).
3. *E. dundasii* — חיות טובה מאוד בקרקעות הלס ברעים ובערד. חיות בינונית בכרם שלום ובמישור ימין. קליטה טובה, עד טובה מאוד בקרקעות הלס; בינונית עד חלשה בקרקעות החול (מישור ימין) והחול לס (כרם שלום). הגובה הממוצע בגיל שש: 6.6 מ' (בארי), 4.5 מ' (כרם שלום), 6.0 מ' (מישור ימין). בגיל: 3.8 מ' (ערד).
4. *E. lesouefii* — חיות טובה מאוד בדימונה ובערד. הקליטה בינונית עד טובה. הגובה הממוצע בגיל ארבע: 3.5 מ' (דימונה), 3.9 מ' ו-3.4 מ' (ערד).
5. *E. occidentalis* — גדל בקרקעות הלס, החול-לס והחול. חיות טובה מאוד בכל הקרקעות. קליטה טובה עד בינונית. הגובה הממוצע בגיל שש: 6.2 מ' (משאבי שדה וכרם שלום), 5.8 מ' (מישור ימין). בגיל חמש: 5.4 (מגן) בגיל שלוש: 5.2 מ' (ערד). 3.1 מ' (מגן).
6. *E. populnea* — חיות וקליטה טובות מאוד בקרקעות הלס והחול. התפתחות איטית אבל יציבה מאוד. במדידות קודמות נקבעה התפתחותו הטובה בסנאים ובמרחבים (2). בחלקות הצעירות, הגובה הממוצע בגיל שנתיים: 2.0 מ' (חלוצה, סנאים).
7. *E. stricklandii* — חיות טובה עד טובה מאוד בקרקעות הלס והחול. קליטה טובה עד בינונית. התפתחות איטית אבל יציבה. הגובה הממוצע בגיל חמש: 3.8 מ' (מישור ימין) 3.7 מ' (מגן). בגיל שלוש: 2.8 מ' (ערד) ו-2.2 (מגן).
8. *E. torquata* — חיות טובה מאוד בקרקעות לס, וטובה בחולות. הקליטה בינונית בקרקעות לס, וחלשה בחולות. הגובה הממוצע בגיל שלוש: 3.1 מ' (ערד). 2.3 מ' (מגן). בן שנתיים: 3.0 מ' (חלוצה), 2.8 (סנאים).
9. *E. oleosa* — עץ שיח. חיות טובה וקליטה טובה עד בינונית בקרקעות הלס. הגובה הממוצע בגיל שלוש: 2.2 מ' (ערד), 1.9 מ' (מגן).

קווארינות

10. *Casuarina glauca* — חיות וקליטה טובות מאוד בקרקעות הלס והחול. לעיתים צורתה שיחית. הגובה הממוצע בגיל שש: 3.2 מ' (מישור ימין). בגיל חמש: 3.2 מ' (אשלים), 3.4 מ' (דימונה) ו-2.9 מ' (מגן). בגיל ארבע: 3.2 מ' (ערד).
11. *C. lepidophloia* — החיות טובה עד טובה מאוד בשלושת סוגי הקרקעות. הקליטה בינונית. הגובה הממוצע בגיל שש: 4.6 מ' (בארי), 3.7 מ' (מישור ימין), 3.5 מ' (כרם שלום). בגיל חמש: 2.5 מ' (שדה בוקר), 3.0 מ' (דימונה), 2.0 מ' (מגן), 3.0 מ' (אשלים). בגיל ארבע: 2.7 מ' (ערד).

1 נקרא מקודם זן *subcinerea*, אולם כעת נישאר כלול במין.

טבלה 2

התפתחות האקליפטוסיים בחלקות הניסיון
(בקשר לסידור - עיין בטקסט)

מ"מ	נגב צפוני					נגב מערבי				נגב מרכזי			
	חלקות	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>E. angulosa</i>	...	---	...	...	...	m	...	...	...	+	...	...	...
<i>E. astringens</i>	...	+	...	...	...	...	...	---	...	---	m	m	---
<i>E. brockwayi</i>	...	+	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. burracoppinensis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	---	...	---	...
<i>E. camaldulensis</i> (local)	+	+	+	...	...	...	...	---	---	---	m	m	---
<i>E. camaldulensis</i> type ABL (Madagascar)	...	...	m	...	...	...	...	---	...	---	---	m	---
<i>E. camaldulensis</i> PRO 20 (Australia)	+	...	+	...	...	...	...	m	...	---	+	m	---
<i>E. camaldulensis</i> (Katherine, N.T.)	+	...	m	...	...	...	...	...	...	...	---	m	---
<i>E. camaldulensis</i> (Katherine, N.T.)	+	...	+	...	...	...	...	+	...	---	+	+	m
<i>E. camaldulensis</i> (Broken Hill, N.S.W.)	m	...	m	...	...	...	...	...	...	...	---	---	---
<i>E. cladocalyx</i>	...	m	...	...	...	m	...	...	...	+	...	...	...
<i>E. clelandii</i>	---	...	+	...	...	...	...	...	...	m	+	m	...
<i>E. x cornuta</i> (Cyprus)	...	---	...	...	...	...	...	...	...	---	...	m	...
<i>E. diversifolia</i>	+	m	m	...	+	...	...	...	...	...	m	m	...
<i>E. dundasii</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	---	---	...
<i>E. falcata</i>	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

<i>E. gardneri</i>	---	...	...	...	...	...	...	...	---	+	---	...
<i>E. gomphocephala</i>	+	+	m	...	...	...	...	m	---	---	m	---
<i>E. lehmanni</i>	...	---	...	...	...	...	...	...	---	---	...	...
<i>E. lesouefii</i>	...	m	...	...	+	...	...	...	...	+	...	...
<i>E. leucoxydon</i>	+	...	m	...	...	...	...	m	...	---	m	---
<i>E. meliodora</i>	...	---	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. microcarpa</i>	+	...	---	...	...	...	...	...	---	---	...	...
<i>E. occidentalis</i>	+	+	+	...	+	...	...	m	...	m	+	m
<i>E. oleosa</i>	...	+	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. x paulistana</i>	...	...	...	...	...	...	---	...	---	---	...	...
<i>E. platypus</i>	...	m	...	---	+	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. populnea</i>	...	...	...	+	...	...	+	...	...	...	...	...
<i>E. rudis</i>	m	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. salubris</i>	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. sideroxydon</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	---	...	...
<i>E. stricklandii</i>	...	+	...	+	+	...	...	...	...	m	...	+
<i>E. tereticornis</i>	+	...	m	...	...	...	...	---	...	---	m	---
<i>E. torquata</i>	...	+	...	+	+	...	m	...	...	...	...	...
<i>E. transcendentialis</i>	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<i>E. viridis</i>	...	...	...	...	...	...	...	...	...	---	m	...
<i>E. woodwardii</i>	...	---	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

טבלה 3

התפתחות מינים אחרים בתלקות תניסין

מין	תלקות					נגב מערבי				נגב מזרחי			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	נגב צפוני												
Acacia acinacea	...	...	...	...	...	...	...	—	...	...	...	...	
A. acuminata	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. albida	...	...	...	...	+	...	...	...	...	...	...	...	
A. aneura	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. benthamii	...	—	...	...	m	...	...	...	+	...	...	...	
A. cardiophylla	...	...	...	—	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. ciliata	...	...	...	+	...	+	...	...	...	...	...	...	
A. cyanophylla	+	m	+	...	...	+	—	...	—	—	m	—	
A. elata	...	...	...	+	...	—	...	...	...	...	...	...	
A. farnesiana	...	m	...	...	+	...	...	...	+	...	...	...	
A. fediana	...	...	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. graefiana	...	...	...	...	...	m	...	...	...	...	...	...	
A. greggii	...	...	...	...	m	...	...	...	...	...	...	...	
A. koa	...	...	...	...	m	...	...	...	...	...	...	...	
A. microbotrya	...	+	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. nerifolia	...	...	...	...	...	...	...	—	...	...	...	...	
A. notabilis	...	...	...	+	...	m	...	...	...	...	...	...	
A. pendula	...	...	...	+	...	...	...	—	+	...	...	...	
A. reniformis	...	...	...	m	...	...	...	...	...	...	...	...	
A. retinodes	...	...	...	+	...	—	...	...	...	...	...	...	

12. *C. rigida* — בקרקעות הלס — החיות טובה, עד טובה מאוד, והקליטה בינונית. בקרקעות החול והחול-לס הקליטה טובה והחיות בינונית. הגובה הממוצע בגיל שש: 3.8 מ' (מישור ימין), 4.4 מ' (בארי), 2.8 מ' (כרם שלום), בגיל חמש: 3.5 מ' (שדה בוקר).

שיטות

13. *Acacia ciliata* — חיות טובה מאוד וקליטה בינונית בקרקעות הלס והחול. הצורה שיחית. הגובה הממוצע בגיל שנתיים: 2.8 מ' (סנאים), 2.9 מ' (חלוצה).

14. *A. pendula* — חיות טובה מאוד בקרקעות הלס. הקליטה טובה מאוד בדימונה ובינונית בסנאים. הגובה הממוצע בגיל חמש: 2.8 מ' (דימונה) בגיל שנתיים: 1.7 מ' (סנאים).

15. *A. salicina* — חיות טובה מאוד בקרקעות הלס והחול. הקליטה טובה מאוד בלס וחלשה בחולות. הגובה הממוצע בגיל שנתיים 3.4 מ' (סנאים), ו-3.9 מ' (חלוצה).

16. *A. sclerosperma* — חיות וקליטה טובות בקרקע לס, באשלים. התפתחות איטית; גובה ממוצע בגיל חמש: 1.8 מ' (אשלים).

מספר מינים נוספים מתפתחים היטב, אולם עדיין מוקדם מדי מלהכלילם בין המינים המבטיחים. מביניהם ראוי להזכיר את המינים הבאים:

— *E. camaldulensis*, *E. astringens*, *Eucalyptus angulosa* (ממקור זרעים — *E. x cornuta*, *E. clelandii*, (Katherine, N.T.), *C. luehmanni*, *Casuarina tenuissima*, *E. flocktoniae*, *A. sentis*, *A. microbotrya*, *A. farnesiana*, *Acacia albida*

דיון ומסקנות

כפי שמתבלט מן התוצאות, מספק הסוג אקליפטוס את מרבית המינים המבטיחים התפתחות טובה באזורים הצחיחים והצחיחים למחצה בנגב. עם זאת מצטרפים אליו גם כמה מינים נוספים של קווארינה ושיטה.

באשר לשלושת המינים שנחשבו עד לפני זמן לא רב כמתאימים לאזורים יבשים *E. camaldulensis* (ממקור מקומי), *E. gomphocephala*, ושיטה כחללה, (*Acacia cyanophylla*) מראות התוצאות הנוכחיות שהם מסוגלים להתקיים ולהתפתח רק בשטחים הלחים ביותר יחסית של הנגב. אולם בהתחשב בתנודות החזקות של גבול הארדיות בישראל (1), הרי כדאיות נטיעתם בקנה מידה גדול מוטלת בספק אף במקומות אלה. כמו כן אקליפטוס המקור (*E. camaldulensis*) המקומי רגיש לאחוז הגיר הגבוה שבקרקע הלס.

אף על פי שהטיפול בחלקות הניסיון לא חפף בדיוק את תכנית המחקר המקורית, ניתן להסתמך על הנתונים שנאספו. חלק מן המינים שצוינו כמבטיחים, כבר ניטעים בנגב בקנה מידה רחב. במידה של הכשרה ועיבודי קרקע מתאימים, בהתאם לתנאים הטופוגרפיים במקום (6) — נצול מי השטפונות באגני הקוות קטנים — מצליחים המינים העמידים ליובש, להתפתח באזורים מדבריים מובהקים אף ללא תוספת השקאה.

הצעד הבא הוא לבחון את המינים המבטיחים ביותר שצוינו לעיל בנטיעות נרחבות יותר. תימשכנה התצפיות והמדידות בחלקות הקיימות ותתווספנה חלקות חדשות.

המחקר הנ"ל הוחל ביוזמת ד"ר מ. נתנון ומהווה מבצע משולב של המכון לחקר הנגב, המחלקה לחקר היער אילנות ואגף היעור של הקק"ל. תודתנו נתונה לכל מי שהשתתף בהליכים השונים של ביצוע המחקר ובמיוחד, מ. פורטי מן המכון לחקר הנגב, נ. יפה וי. קפלן מן האגף ליעור, קק"ל, וד"ר קרשון מן המחלקה לחקר היער.

1. גנור, א. (1963) — תגודות גבול הארדיות בארץ ישראל. ליערן 13 (4) : 142—136.
2. חת, ד. (1962) — איקלום אקליפטוסים בנגב הצפוני. ליערן 12 (4) : 142—138.
3. קפלן, י. (1967) — גן האקלום בגילת, ליערן 7 (4—3) : 11—9.
4. קרשון, ר. (1962) — איקלום עצי קווארינה (תוצאות ראשוניות). ליערן 12 (2) : 43—41.
5. Kaplan, J. (1963) — *Eucalyptus occidentalis* Endl. in the northern Negev (preliminary results). In: *Contributions on Eucalypts in Israel*, II pp. 19—23, Nat. Univ. Inst. Agric. Ilanot, and Land Development Authority, Kiriath Hayim.
6. Karschon, R. (1964) — Afforestation and tree planting in the arid area of the Negev of Israel. *Ann. Arid Zone* : 13—24.
7. Meteorological Service (1960—66) — Annual Rainfall summaries. Series B, No. 13/2—19/2. Bet Dagan.

It is concluded that under conditions of soil moisture recharge by incident rainfall limiting evapotranspiration, there is no evidence of an adverse hydrological effect of *E. camaldulensis* plantations.

TREE INTRODUCTION TRIALS IN THE NEGEV By D. HETH, R. BLUM ו"ל and B. WIRZBERG

ABSTRACT

Data are provided on elimination trials in the semi-arid and arid parts of the Negev, where 86 species, varieties and ecotypes of trees are being tested.

Promising species of the genera *Eucalyptus*, *Acacia* and *Casuarina* are listed.

The need is stressed for proper soil preparation and cultivation, with particular emphasis upon floodwater irrigation.

**THE WATER BALANCE OF A PLANTATION OF
EUCALPTUS CAMALDULENSIS DEHN.***

By R. KARSCHON and D. DETH,

Forestry Division, The Volcani Institute of Agricultural Research, Ilanot.

ABSTRACT

Investigations are reported on the comparative water balance of a 9-12-year-old plantation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and a nearby clearing in the central Coastal Plain. The climate is accentuated thermo-Mediterranean; the soil consists of red sandy loam underlain at 120 cm depth by an illuvial clay horizon not penetrated by the tree roots.

Linear regressions were calculated between measured amounts of throughfall plus stemflow in the forest and incident rainfall. Four year-averages of throughfall, stemflow and interception were 80.8%, 4.6%, and 14.6%, respectively, of incident rainfall.

The water balance of the plots under review was determined according to the equation

$$P_0 = ET + I + R \pm \Delta S$$

where P_0 represents incident rainfall, ET — evapotranspiration, I — interception, R — water losses by run-off and drainage, and ΔS — changes in the moisture content of the root zone. With annual rainfall P_0 averaging 640 mm, four year-averages in mm for the forest and the open plot (between brackets) were: ET — 466 (322), I — 96 (0), R — 83 (320) and ΔS — -5 (-2). Average soil moisture recharge $[(P_0 - I) - R]$ in the forest exceeded that in the open plot by 141 mm per year.

The seasonal course was plotted of evapotranspiration and pan evaporation. Evapotranspiration from the forest proceeded at near-potential rates during the cool wet season and dropped to very low levels during the warm dry season. The annual ratio of evapotranspiration to pan evaporation averaged 0.31 for the forest and 0.21 for the open plot.

The analysis of the annual rates of soil water recharge and depletion showed that in both plots evapotranspiration depends primarily upon soil moisture recharge, with practically all of the incoming water spent for evapotranspiration.

Mean annual evapotranspiration of the eucalypt plantation exceeded that of the open plot by 144 mm, while average water losses from the open plot exceeded those from the forest by 237 mm per year. The excess water consumption of the eucalypt plantation is believed to be offset by timber production — a mean annual increment of 11.1 m³ per hectare valued at IL. 200 (U.S. \$ 67).

* Contribution from the National and University Institute of Agriculture, Rehovot, 1967 Series.

a better understanding of the rôle of the forest and more investigations are needed prior to far-reaching policy decisions.

SYLVICULTURE IN ISRAEL

Preparations are well under way for the 7th Sylvicultural Study Tour, FAO European Forestry Commission, which will take place in May in Israel and Cyprus.

Afforestation and forest management in dry areas will provide the background for an extensive tour through Israel, from Galilee and the Huleh Valley in the north to the Negev and Dead Sea in the south. Visits are also planned to wood-working industries, collective settlements, agricultural and industrial development projects and places of both major and minor touristic interest. At the opening ceremony, the visitors will hear an address by Mr. Sh. Weitz, Director of Forests; at the end of their tour, they will be received in Jerusalem by the Minister of Agriculture and the Chairman of the Land Development Authority.

FAO WORLD SYMPOSIUM ON MAN-MADE FORESTS AND THEIR INDUSTRIAL IMPORTANCE

On the occasion of this symposium which is to take place in April at Canberra, Australia, the Forestry Division and the Forest Department have published a new issue in the series "Contributions on Eucalypts in Israel". Previous issues appeared in 1961 and 1963.

It is hoped that the new publication presenting some of the results of the research carried out here on problems connected with the cultivation of eucalypts, will constitute a fitting contribution to the symposium. Israel has 37,000 hectares of man-made forests which amount to 52% of the total forest area; more than half of the total annual cut is produced by the 9,000 hectares of eucalypt plantations.

In this issue of La-Yaaran, two of the four papers presented to the symposium are reproduced in Hebrew. It is hoped that the other papers will appear in future issues.

"Contributions on Eucalypts in Israel" is available upon request from the Forestry Division, Ilanot, and from the Forest Department, Kiriath Hayim.

VISITORS

Since we last wrote it has been a great pleasure to welcome the following visitors:

Messrs. R. Bouchet and Y. Cormary from France;
Professor H. Erdtman from Sweden;
Messrs. W. Eggli and K. B. Juul from Switzerland;
Mr. H. Williamson from the U.K.;
Dr. John H. G. Pierson from the U.S.

L A - Y A A R A N

THE JOURNAL OF THE ISRAEL FORESTRY ASSOCIATION

Vol. 17, No. 1

March 1967

EDITORIAL NOTES

WATER AND THE FOREST

Hydrologists, soil conservationists and others should have a new look at the old controversy that forests deplete our water resources.

Foresters have for long contended that decisions on land and water use planning can be based only upon experimental evidence which so far was completely lacking. Three investigations have now for the first time provided some evidence of the hydrological rôle of the forest in Israel. Although it is still too early to draw final conclusions, it should by now be possible to oppose sound figures to the wild claims sometimes advanced in committees and reprinted in the daily press.

In a paper presented to the 6th World Forestry Congress (reproduced in the September 1966 issue of this journal) *Cohen and co-workers* provide conclusive evidence of the fact that in the Judean hills the water balance of pine plantations and natural pastures is similar. *Shachori's* research — a Ph.D. thesis at the Hebrew University of Jerusalem (available only in Hebrew) — shows that on Mt. Carmel the annual rates of moisture withdrawal were: oak scrub — 475 mm, pine — 466 mm, pasture — 346 mm, bare land — 265 mm; annual evapotranspiration rates were 303 mm for oak scrub and 170 mm for pasture. No accurate water balance was drawn but tentative calculations suggest the expected higher rates of groundwater recharge on bare land and pasture than under oak scrub and pine. *Karschon and Heth* (in this issue) conclude that under conditions of soil moisture recharge by incident rainfall limiting evapotranspiration, eucalypt plantations do not adversely affect the water balance; they stress that to discuss the hydrological rôle of the forest, timber production and the protective functions of the forest need to be taken into account as they may at times outweigh its higher evapotranspiration and lower water yield.

Foresters have never denied that forests — like all living beings — need water. But they feel that general statements on the adverse rôle of the forest will not do any good since they do not conform to reality and do not serve the best interests of the country. Results of research available so far are mere milestones toward

ISRAEL FORESTRY ASSOCIATION

Ilanot, Doar Na, Lev Hasharon

<i>President:</i>	J. Weltz
<i>Executive Committee:</i>	G. Douer
	Y. Ephraty
	G. Horn
	Dr. R. Karschon
	M. Kolar
<i>Editors:</i>	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 forestry 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, Ilanot, Doar Na, Lev Hasharon. The Association does not hold itself responsible for statements or views expressed by authors of papers.

RECENT PUBLICATIONS 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.

Leaflet No. 29: Environment and microclimatic differentiation at the oasis of Ein Amazyahu.

From the Forest Department, Land Development Authority, P.O. Box 45, Kiriat Hayim:

Les Bosques en Israel — Forests of Israel — Forêts d'Israël (a pictorial account published on the occasion of the 6th World Forestry Congress, Madrid, 6.6.1966).

L A - Y A A R A N

WORLD-LIST ABBREVIATION: *La-Yaaran*.

Vol. 17, No. 1

March 1967

CONTENTS

	Page *
Editorial Notes :	
Water and the forest	1
Sylviculture in Israel	1
FAO World Symposium on Man-Made Forests and Their Industrial Importance	2
Visitors	2
The water balance of a plantation of <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn. — R. Karschon and D. Heth	2
Tree introduction trials in the Negev — D. Heth, Ronit Blum and B. Wirzburg	20

* Page numbers refer to the Hebrew text.