

Lahav, E. and Kalmar, D. (1976). Water requirements of avocado in the Western Galilee. b) The effect of different irrigation treatments on tree growth. *Alón Hanotea* 30:645-656 (in Hebrew).

ע. להב, המחלקה למטעים סובטרופיים  
ד. קלמר, המחלקה לפיזיולוגיה סביבתית והשקיה

## ב) השפעת משטרי השקיה שונים על גידול העץ.

היה סגור בחלקו, ובזנים פוארטה והאס השתלב עץ אחד במשנהו. לפיכך, נמדד שטחו של העץ מהקרקע. בכל עץ נעשו שמונה מדידות של המרחק, מהגזע עד קצה הנוף בשמונה כיוונים. כמו־כן נמדד גובהו של העץ והושב נפחו כנ"ל.

ב. היקף הגזע. נמדד בגובה של 20 ס"מ מעל למקום ההרכבה, באביב ובסתיו. כמו־כן, הושבו התוספת בהיקף הגזע בקיץ ובחורף והתוספת השנתית.

ג. מהלך גידול הגזע. במסגרת חיפוש מדדי־זור להכוונת משטר ההשקיה באבוקדו, נמדד בשנים 1969 ו־1970 גידולו של הגזע בעזרת מיקרומטר. המדידה בוצעה פעמיים בשבוע ולעתים — מדי יום ואף פעמיים ביום. תוצאות המדידות הראו, בין השאר, כי ההשפעה הרבה שיש למשטר ההשקיה על גידול הגזע חייבת להימדד במשך זמן ממושך יותר (1). כמו־כן נראה כי יש חשיבות לרישום מהלך הגידול, דבר המאפשר איפיון של כל שלבי הגידול וההתכווצות היומיים והעונתיים. למטרה זו פותחו דנדרוגרפים ובעזרתם נרשמו מהלכי הגידול ביחס של 1:50 וכך הושג דיוק רב יותר במדידה עצמה (צילום 1).

לאחר שבעבודה מקדימה לא נמצאו הבדלים במהלך גידול הגזע בין הזנים (1), נמדדו עצי האס בלבד. המדידות בוצעו בעצים שהושקו מדי 7 ימים, בהשוואה לאלה שהושקו אחת ל־28 יום. הניסוי כלל רק עצים שהיו בשנת שפע מאחר שנמצאו הבדלים משמעותיים בגידולו של הגזע בין עצים שהיו בשנת שפע ובשנת שפל. המדידות החלו בסתיו 1971 ונמשכו עד תום הניסוי. במשך שנות הניסוי נמדד גידולם

בניסוי שנערך בשנים 1968—1974 בחוות המטעים בעכו, נבחנה השפעת מירווחי השקיה ומנות מים על עצי אבוקדו. מטרות הניסוי היו למצוא משטר השקיה אופטימאלי לקבלת יבול מירבי באיכות המתאימה ליצוא ולברר את אפשרות השימוש במדדים קרקעיים ופיסיו־לוגיים לקביעת מצב המים של העץ לשם קביעת מועדי ההשקיה.

בניסוי נבחנו ארבעה מירווחי השקיה: 7, 14, 21, 28 יום ומנות המים היו בהתאמה: 594, 668, 745, 889 מ"ק/ד' (ממוצע לשש שנים).

במאמר קודם סוכמה ההשפעה על גידול המים בקרקע (2). להלן מסוכמת ההשפעה של משטרי ההשקיה על גידול העץ.

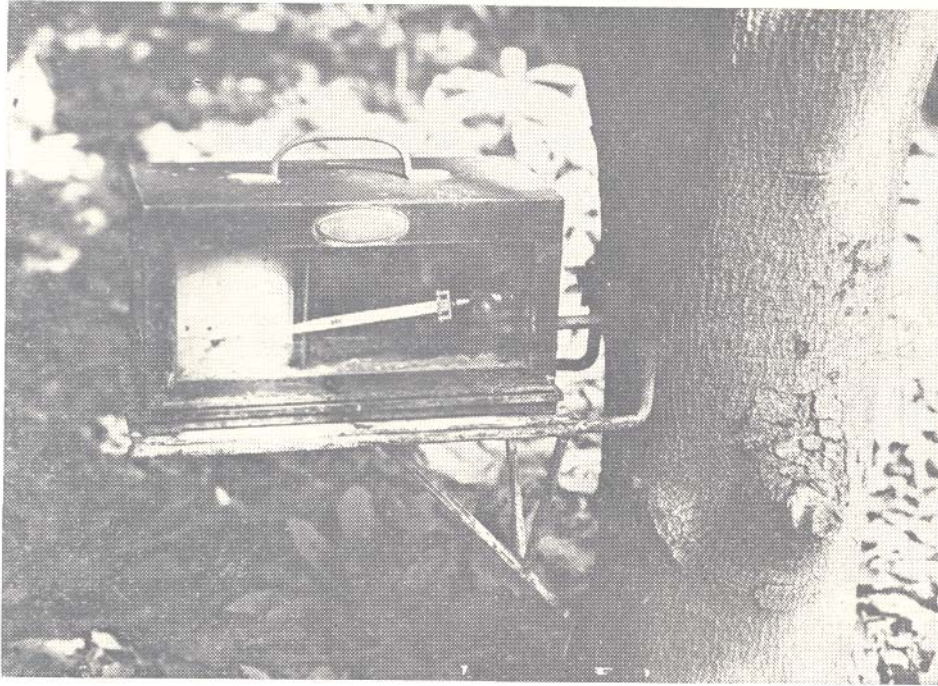
### שיטות

שיטת עריכת הניסוי ונתוניו פורסמו (2). המעקב אחר גידול העץ כלל:

א. גודל העץ. שטח נוף העץ נמדד לפי תצלומי אוויר 1:500 באביב 1968 ובאביב 1969. כמו־כן נמדד גובה העץ והושב נפחו לפי טורל (5). החישוב נעשה בהתאם למבנה העץ: בזן אטינגר — לפי  $v=4/3ab^2$ , ואילו בפוארטה ובהאס — לפי  $v=2/3ab^2$ , כאשר:  $v$  = נפח העץ;  $a$  = גובה העץ;  $b$  = מחצית הרוחב.

בתום הניסוי לא היה אפשר להיעזר בצילומי אוויר למדידת שטח נוף העץ, מאחר שהמטע

\* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני בית־דגן, סדרה ה' 1976, מס' 1819.



צילום 1. מדידת מהלך הגידול של רדיוס הגזע בעזרת מכשיר רושם.

גוף דומה לזה של העצים שהושקו במירווח של 7 ימים.

גובה העץ. כבר בשנת הניסוי הראשונה נמצא כי גובהם של עצי אטינגר שהושקו אחת ל-7 ימים היה גדול יותר מגובהם של העצים שהושקו מדי 21 או 28 יום (3). באותה השנה לא הושפע גובהם של עצי פוארטה והאס ממירווח ההשקיה. בסיום הניסוי נמצא כי, בדומה לעצי אטינגר, הושפע גם גובהם של עצי פוארטה והאס (טבלה 2). כאשר מחשבים את תוספת הגובה באחוזים נראה כי לא קיים שוני בין תוספת הגובה במירווח של 21 יום לבין התוספת במירווח של 28 יום. אולם, תוספות אלה היו נמוכות בשיעור ניכר מתוספת הגובה במירווחים של 7 ו-14 יום.

נפח העץ. כבר משנת הניסוי הראשונה נראה כי נפחם של עצי אטינגר כמעט כפול מזה של עצי פוארטה והאס. עצי שלושת הזנים גדלו

של גזעים רבים, אולם רק אחדים מביניהם נבחרו לצורך תיאור הממצאים, כי מהלכי הגידול המתוארים הם אופייניים וחזרו על עצמם פעמים רבות, במועדים אחרים ובעצים אחרים.

## תוצאות

### א. גודל העץ:

שטח הנוף. מדידות של שטח נוף העץ (טבלה 1) מראות כי עצי הון פוארטה שהושקו בתדירות של אחת ל-7 ימים הגיעו בגמר הניסוי לכיסוי כמעט מלא של השטח (33.8 מ"ר בממוצע מתוך 36 מ"ר בס"ה). בזנים אטינגר והאס נמצא שטחם של העצים ביחס הפוך למירווחי ההשקיה: ככל שמירווח ההשקיה היה גדול — כן היה שטח הנוף קטן. בעצי הון פוארטה שהושקו אחת ל-21 יום נמצא שטח

**טבלה 1. שטח הנוף (מ"ר) כפי שנמדד באביב 1968 ובאביב 1974 והגידול בשטח הנוף משך שש שנות הניסוי.**

זן	מירווח ההשקיה (ימים)	שטח הנוף (מ"ר)		ההפרש בין 1968 ל-1974	
		1968	1974	במ"ר	ב-%
אטינגר	7	א 14.3	א 26.2	א 11.9	83.2
	14	א 13.8	א 25.8	א 12.0	85.5
	21	ב 12.2	ב 23.4	א 11.2	91.8
	28	א 13.3	ג 20.9	ב 7.6	57.1
	ממוצע	13.4	24.1	10.7	79.9
מובהקות	0.05	0.01	0.01		
פוארטה	7	אב 19.2	א 33.8	א 14.6	76.0
	14	ב 18.6	ב 29.6	ב 11.0	59.1
	21	א 20.2	אב 31.4	ב 11.2	55.4
	28	א 19.8	ב 29.9	ב 10.1	51.0
	ממוצע	19.4	31.2	11.8	60.8
מובהקות	0.05	0.05	0.01		
האס	7	ב 15.5	א 30.6	א 15.1	97.4
	14	ב 16.3	א 29.8	ב 13.5	82.8
	21	א 18.9	אב 28.7	ג 9.8	51.8
	28	ב 16.0	ב 26.6	ג 10.6	66.2
	ממוצע	16.7	28.9	12.2	73.1
מובהקות	0.05	0.01	0.01		
סטיית תקן כללית	0.4	0.8	0.7		

הערה: ערכים בתוך כל זן המלווים באות שונה נבדלים זה מזה באופן מובהק. שאר ההבדלים לא מובהקים (ל"מ).

לעומת 28 מ"מ בשנה השישית. מבין שלושה הזנים היה גידול הגזע, היחסי והמוחלט, של הזן אטינגר הגדול ביותר, ושל הזן פוארטה — הקטן ביותר. בכל שלושת הזנים נמצא כי ככל שמירווח ההשקיה גדול יותר — כן קטן הגידול בהיקף הגזע. רק בזן פוארטה נמצא כי גזעם של עצים שהושקו מדי 28 יום גדול יותר מגזעם של עצים שהושקו מדי 21 יום, אם כי לא במידה מובהקת.

הבדל ניכר בגידול היקף הגזעים נמצא בין עונות הקיץ והחורף: בעוד שבקיץ גדל היקף

בנפח נופם בהתאם לטיפולי ההשקיה. נפח הנוף של העצים שהושקו במירווחים של 7 ימים היה הגדול ביותר, ואילו נפח הנוף של עצים שהושקו במירווחים של 28 יום היה הקטן ביותר (טבלה 3). יש לציין, כי נפח הנוף של עצי פוארטה והאס שהושקו כל 14 או 21 יום היה דומה.

**ב. היקף הגזע:**

עם כניסת העצים לפוריות, פחת הגידול בהיקף הגזע: 117 מ"מ בממוצע בשנה הראשונה

טבלה 2. השפעת משטר ההשקיה על גובה העץ (ס"מ) והגידול בגובה מאביב 1968 עד אביב 1974.

זן	מירווח ההשקיה (ימים)	גובה העץ (ס"מ)		הפרש בין 1968 ל-1974	
		1974	1968	כמ"ר	ב-%
אטינגר	7	א 444	א 704	א 260	58.6
	14	אב 423	א 708	א 285	67.4
	21	ב 410	ב 626	ב 216	52.7
	28	ב 407	ב 621	ב 214	52.6
	ממוצע		421	665	244
מובהקות		0.05	0.01	0.01	
פוארטת	7	374	א 526	א 152	40.6
	14	388	אב 491	ב 103	26.5
	21	386	ב 460	ב 74	19.2
	28	380	ב 461	ב 81	21.3
	ממוצע		382	485	103
מובהקות		ל"מ	0.01	0.01	
האס	7	ב 405	א 605	א 200	49.4
	14	ב 390	בג 552	ב 162	41.5
	21	א 438	אב 589	ב 151	34.5
	28	ב 390	ג 532	ב 142	36.4
	ממוצע		406	570	164
מובהקות		0.05	0.01	0.01	
סטיית תקן כללית		9.3	13.6	12.1	

ראה הערה לטבלה 1.

הגזע בהתאם למירווחי ההשקיה, כנ"ל, הרי בחורף היה הגידול דומה בכל הטיפולים, אולם לעתים השלים גידול הגזע בחורף את הגידול בקיץ; כלומר — דווקא בטיפול היבש היה גידול רב בהיקף הגזע (ציור 1). מאחר שהגידול בהיקף הגזע בקיץ היה גבוה כמעט פי-ארבעה מזה שבחורף, השפיעה הגדלת המירווח על הקטנת הגידול הקיצי, וגם — על הקטנת סה"כ הגידול השנתי של היקף הגזע.

בניתוח סטטיסטי נמצא, כי אפשר להחליף את מדידת גובה העץ במדידת היקף הגזע. נמצא כי המיתאם בין שני המדדים גבוה ביותר ג. מהלך גידול הגזע: גידולם של גזעי עצי האס עמוסים, בהשפעת שני משטרי ההשקיה בסתיו, מתואר בציור 2. מחזור השקיה אחד בן 28 יום, שהשווה לארבעה מחזורי השקיה בני שבעה ימים כ"א, הראה כי בתקופה זו היה גידול הגזע הסופי דומה

**טבלה 3. השפעת משטר ההשקיה על נפח העץ (מ"ק) והגידול בנפח העץ משך שש שנות הניסוי.**

הזן	מירווח ההשקיה (ימים)	נפח העץ (מ"ק)		ההפרש בין 1968 ל-1974	
		1969	1974	במ"ק	ב-%
אטינגר	7	37.0	88.9 א	51.9 א	140.2
	14	35.0	87.4 א	52.4 א	149.7
	21	34.4	70.8 ב	36.4 ב	105.0
	28	32.2	64.5 ג	32.3 ב	100.0
	ממוצע	34.7	77.9	43.3	124.8
מובהקות	ל"מ	0.01	0.01		
פוארטה	7	21.1	43.5 א	22.4 א	106.2
	14	18.7	35.7 ב	17.0 ב	90.9
	21	19.7	35.0 ב	15.3 ב	77.7
	28	19.0	33.2 ב	14.2 ב	74.7
	ממוצע	19.6	36.9	17.2	87.8
מובהקות	ל"מ	0.05	0.05		
האס	7	21.5	45.3 א	23.8	110.7
	14	18.0	39.9 אב	21.9 אב	121.7
	21	22.0	42.1 א	20.1 אב	91.4
	28	17.5	34.6 ב	17.1 ב	97.7
	ממוצע	19.8	40.5	20.7	104.5
מובהקות	ל"מ	0.01	0.05		
סטיות תקן כללית		1.5	1.9	2.2	

ראה הערה לטבלה 1.

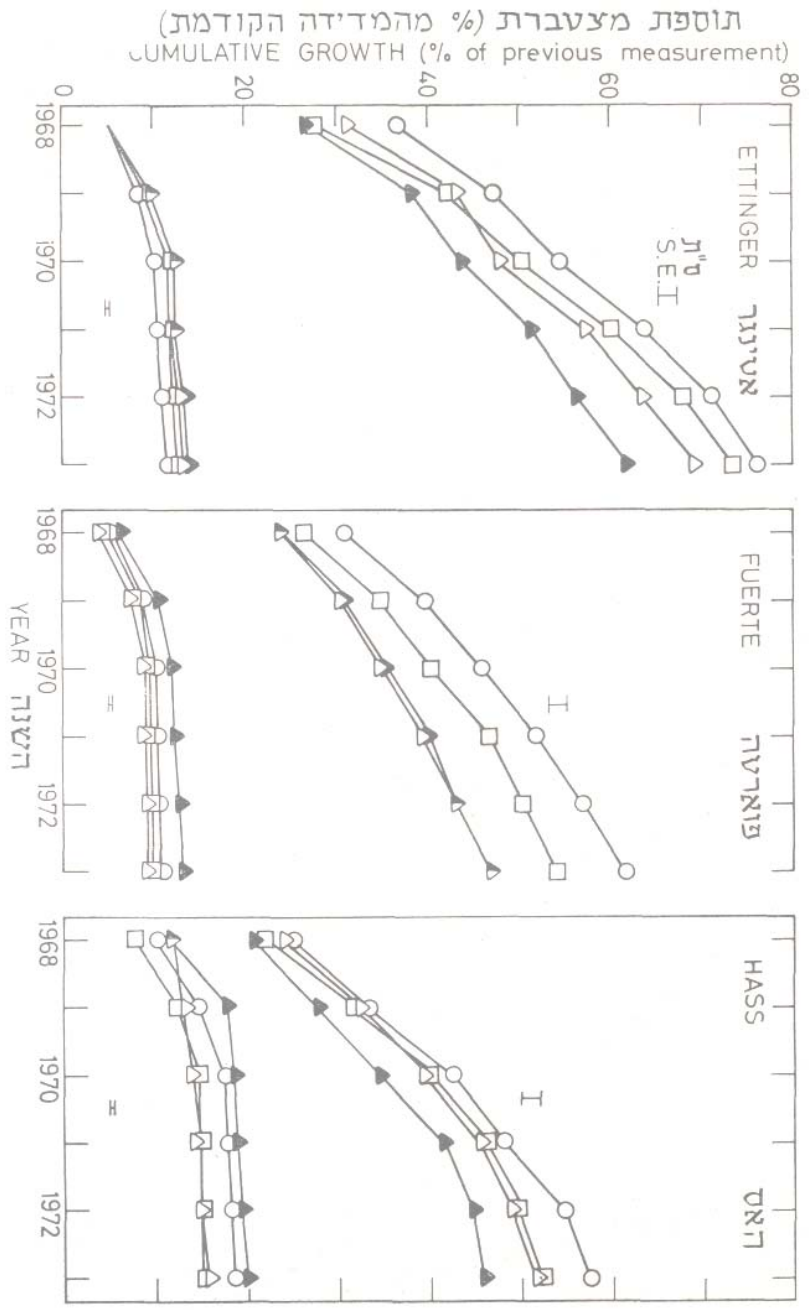
**טבלה 4. השפעת מירווח ההשקיה על המועד (ימים לאחר ההשקיה) שבו מתבטאים שינויים בגידול והתכווצות גזע עצי האס (אוגוסט-ספטמבר).**

המורד	השנה	מירווח ההשקיה (ימים)
הפסקת גידול	1970	3
	1972	2
	1973	1-2
הגזע	1970	2
	1972	2
	1973	0

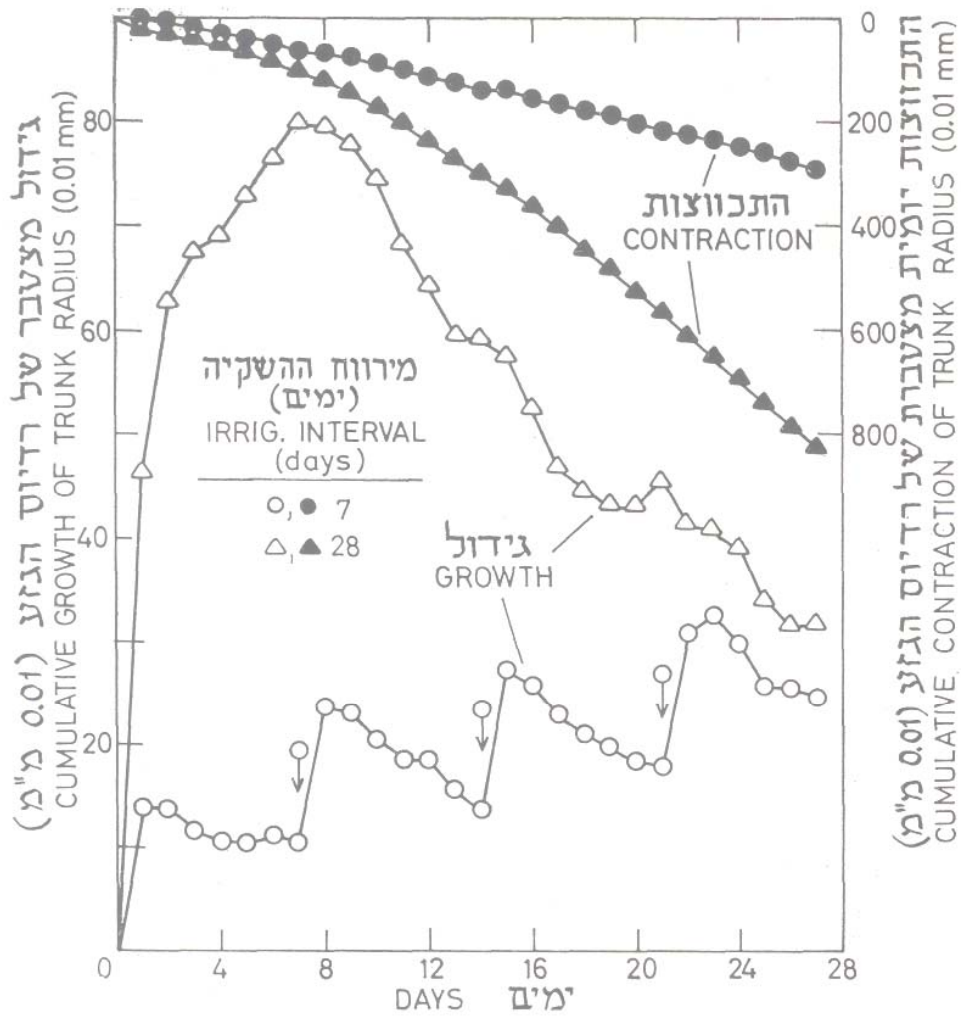
בשני הטיפולים. גידול ממשי (גידול יומי נטו) נמצא, בדרך כלל, ביום הראשון שלאחר ההשקיה במירווח של 7 ימים וב-7-12 הימים הראשונים שלאחר ההשקיה במירווח של 28 יום. הבדל מכריע בין הטיפולים נמצא בהתכווצות הגזע. ההתכווצות היומית של גזעי העצים שהושקו אחת ל-28 יום היתה גבוהה פי שלושה מהתכווצות גזעי העצים שהושקו אחת ל-7 ימים (ציור 2 וטבלה 4). כמו כן השפיעה ההשקיה על הקטנת ההתכווצות במשך 9-15 יום בעצים שהושקו אחת ל-28 יום ובמשך 3-4 ימים בעצים שהושקו מדי שבוע. בעצים המוצמאים נעלמה ההתכווצות כליל יום לאחר ההשקיה.

תדירות ההשקיה (ימים)  
IRRIGATION INTERVAL  
(days)

- 7
- 14
- △ 21
- ▲ 28



צויר 1. השפעת מירוח ההשקיה על גידול היקף הגזע בקייץ (למעלה) ובחורף.



ציור 2. גידול והתכווצות מצטברים אופייניים של רדיוס הגזע בעצי האס שהושקו אחת ל-7 ימים בהשוואה לעצים שהושקו אחת ל-28 יום (אוגוסט-ספטמבר, 1972).

הווגטטיבית של העץ — במיוחד לאור המיתאם ההדוק בינו לבין היקף הגזע וגידול הגזע; כלומר, הוא מבטא את הצימוח במשך העונה. ידוע, כי מתח המים גורם צימצום הצימוח של הגוף, הן כתוצאה מהאטת קצב חלוקת התאים

#### דיון

מדידות גודל העץ התיחסו לשטח כיסוי הגוף ולגובה העץ. בהתאם לשני ממדים אלה חושבו נפחי העצים (5). נראה, כי המושג „נפח גוף העץ“ מבטא היטב את סה"כ התפתחותו

וגידולם והן כתוצאה מפגיעה במערכות ההת-  
עוררות של פקעי הגידול. השפעה זו חמורה  
יותר ככל שמתחמים עולה (6). ואמנם,  
תוצאות מקבילות נתקבלו גם בגידול נוף  
האבוקדו.

התוספת הממוצעת של גידול הנוף בשלושת  
הזנים שנתקבלה במשך שש שנות הניסוי בעצים  
שהושקו מדי 7 ו-14 יום, היתה גבוהה מ-30  
מ"ק/עץ, לעומת תוספת ממוצעת של 22 מ"ק/  
עץ בלבד בעצים שהושקו מדי 21 ו-28 יום  
(טבלה 3). יחסית לנפח בשנת 1969 גדלו עצי  
הטיפוליים ה"רטובים" ב-125% לעומת 93%  
בלבד שגדלו עצי הטיפוליים ה"יבשים". התגובה  
למשטר ההשקיה היתה גדולה ביותר בעצי הזן  
אטינגר ומועטת — בעצי הפוארטת. גם בניסוי  
ההשקיה בזן האס שנערך בקליפורניה נמצאה  
הקטנה בגידול הגזע בהשפעת הקטנת מנות  
המים (4).

יתכן, כי ההשפעה הגדולה של מירווחי ההש-  
קיה על נפח נוף העץ נובעת מכך שכאשר  
החל הניסוי היו העצים צעירים (בשנתם החמי-  
שית) ועדיין לא נכנסו לפוריות מלאה. טבעי  
הדבר, כי מתחימים גבוהים ישפיעו דווקא  
על עצים צעירים הנמצאים בשלבים של בניית  
נוף. ההשפעה על גידול הנוף התבטאה בעיקר  
במספר גלי הצימוח. מאחר שהצימוח מושפע  
מעומס היבול (1—2 פריצות גידול בלבד בעצים  
עמוסים) נראו ההבדלים בעיקר בעצים שהיו  
בשנת שפל. בהשוואה ל-1—2 לבלובים בעצים  
שהושקו אחת ל-28 יום — נרשמו 3—4 פריצות  
גידול במשך הקיץ בעצים שהושקו מדי 7—14  
יום.

הגברת הגידול הקיצי בהשקיות הצפופות  
הצטמצמה, במידה ניכרת, בתום עונת ההשקיה  
ובתחילת הגשמים. בתקופה זו היו עדיין הטמ-  
פרטורות גבוהות ואיפשרו תוספת גידול רבה  
יותר במירווחי ההשקיה הגדולים, בהשוואה  
לקטנים. לכן, קטנה במקצת ההשפעה של  
טיפולי ההשקיה על ממדי העצים.

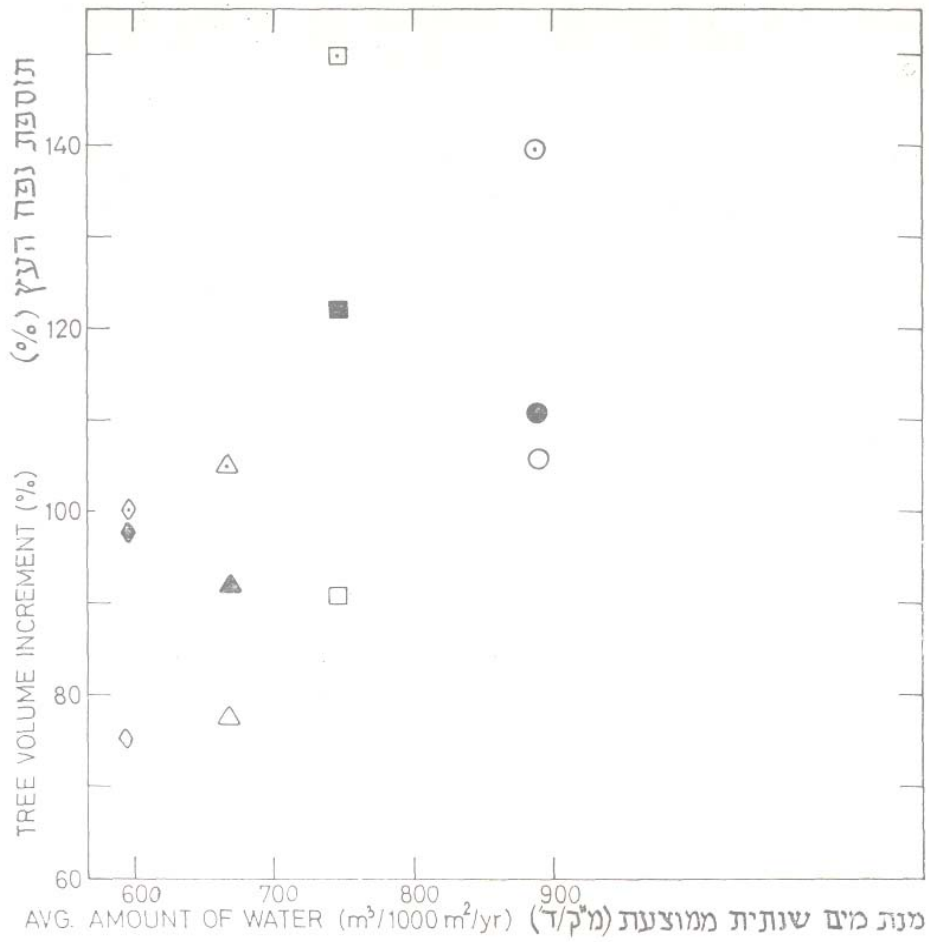
יעילות ניצול המים ליצירת נוף נמצאה גבוהה

בזן אטינגר, בהשוואה לעצי פוארטת והאס (ציור  
3). אולם, רק בזן פוארטת היתה השפעה  
מובהקת של תוספת המים על גידול הנוף.  
יעילות גבוהה, בזנים אטינגר והאס, הושגה  
במירווח השקיה של 14 יום בהשוואה למירווחי  
ההשקיה האחרים.

ההשקיה גרמה עליה בקצב גידול הגזע.  
עליה זו היתה גדולה הרבה יותר בעצים  
המוצמאים בהשוואה לעצים שהושקו אחת ל-7  
ימים. ההבדל השנתי הממוצע ברדיוס הגזע  
בין עצים שהושקו אחת ל-7 ימים לבין אלה  
שהושקו אחת ל-28 יום היה 1.4 ס"מ (שהם  
כ-1.7% מרדיוס הגזע). השינוי באופן מהלך  
גידול הגזע חל כ-18 יום לאחר ההשקיה. מועד  
זה נמצא בהתאמה עם הפסקת הגידול הממשית  
של הפרי (1). מאחר שהשינוי הוא איכותי,  
הוא עשוי לשמש מדד להכוונת מועד ההשקיה  
באבוקדו.

חישוב מקדמי המיתאם בין כמה גורמי אקלים  
לבין גדול הגזע, הראה כי ההתאדות והלחות  
השפיעו על הגידול וההתכווצות יותר מהטמ-  
פראטורה. במירווח של 7 ימים, שעה שרמת  
הרטיבות בקרקע היתה גבוהה, היתה מידת  
ההתכווצות במיתאם הפוך עם גורמים המשפיע-  
ים על הדיות (טראנספיראציה) והשפעתם של  
אלה היתה שונה מיום ליום. במירווח של 28  
יום נוספה גם ההשפעה של רמת הרטיבות  
בקרקע המגבירה את ההתכווצות. על כן נקבעת  
עקומת ההתכווצות היומית לפי תנאי האקלים  
ואילו עקומת הגידול אחר-הצהרים ובלילה  
נקבעת לפי זמינות המים ועקת המים של העץ.  
ניתן לסכם, כי ע"י סדרי השקיה מתאימים  
ניתן לשלוט על גודלו של העץ הווה ואומר  
להגביר גידולו בגיל צעיר ויתכן יהיה על ידי  
כך להקדים כניסתו לפוריות או להגביל גידולם  
הנמרץ של עצים הנמצאים בעודף צימוח על  
חשבון פוריותם. נראה כי מבהינת ההקטנה  
היחסית בגידול העץ, ולפיכך ההקלה בקטיף  
ודחיית מועד דילול העצים, עדיפה יעילות  
ניצול המים במירווח השקיה של 21 יום על  
מירווחי ההשקיה האחרים.





CULTIVAR	CORRELATION COEFFICIENT (r)	מירווח ההשקיה (ימים) IRRIGATION INTERVAL (days)				הזן
		28	21	14	7	
ETTINGER	0.499	◇	△	□	⊙	אטינגר
FUERTE	0.987**	◇	△	□	○	פוארטה
HASS	0.587	◆	▲	■	●	האס

צור 3. השפעת מנת מי החשקיה על היעילות היחסית של ייצור הנוף במשך שש שנים (1968—1974).

4. Richards, S.J., Warneke, J.E. and Bingham, F.T. (1962) Avocado tree growth response to irrigation. *Yb. Calif. Avocado Soc.* 46 : 83—87.

5. Turrell, F.M. (1946) Tables of Surfaces and of Prolate and Oblate Spheroids and Spheroidal Coefficients. Univ. of Calif. Press, Berkeley.

6. Zahner, R. (1968) Water deficits and growth of trees in : Water Deficits and Plant Growth. Kozlowski, T.T. (Ed.) Vol. II, pp. 191—254. Academic Press, N.Y.

## ספרות

1. להב ע' וקלמר ד' (1972) בחינת התאמתם של מדדים פיסיולוגיים בעץ האבוקדו לקביעת משטר ההשקיה. מכון וולקני לחקר התקלאות. פרסום מקדים מס' 725.

2. קלמר ד' ולהב ע' (1976) בחינת הצרכות המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. א. השפעת משטרי השקיה שונים על תצרוכת המים, תכולת המלחים בקרקע והתפשטות השורשים. עלון הנוטע, שנה ל', מס' 10, ע' 629.

3. קלמר ד' ולהב ע' (1976) בחינת הצרכות המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. (עכו 1968—1974). מינהל המחקר החקלאי, בולטין 157.