

Kalmar, D. and Lahav, E. (1976). Water requirements of avocado in the Western Galilee. a) The effect of different irrigation treatments on water consumption, salt content in the soil and root distribution. *Alón Hanotea* 30:629-643 (in Hebrew).

בחינת תצרוכת המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי

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

א) השפעת משטרי השקיה שונים על תצרוכת המים, תכולת המלחים בקרקע והתפשטות השרשים.

השימוש במדדים קרקעיים ופיזיולוגיים לקביעת מצב המים של העץ לצורך קביעת מועדי ההשקיה; לבחון שימוש בטנסיומטרים כמדד לקביעת מועדי ההשקיה באבוקדו. סיכום המחקר יובא להלן במספר מאמרים שיכללו:

- א. ההשפעה על תצרוכת המים, תכולת המלחים בקרקע והתפשטות השרשים.
- ב. ההשפעה על גידול העץ.
- ג. ההשפעה על היבול.
- ד. ההשפעה על איכות הפרי.
- ה. ניתוח כלכלי.

נתונים ושיטות

במשך כשלוש שנים, משנת הנטיעה ועד יולי 1966, גדלו עצי האבוקדו כגידול ביניים במטע בננות. עד להוצאת הבננות מהמטע הושקו העצים בהמטרה מעל גוף ולפי לוח ההשקיה שהיה מקובל בבננות אחת ל-7 ימים. לאחר מכן, באוגוסט 1966, הוחל בהמטרה קבועה מתחת לגוף, המאפשרת השקית העצים של כל טיפול בנפרד, על חזרותיו, במועדים מתוכננים. מירווחי הנטיעה היו 6×6 מ' והממטרים הוצבו במרכז השטח שבין כל ארבעה עצים; שיעור ההשקיה היה 7 מ"מ לשעה.

קבועות הקרקע נבדקו לפני תחילת הניסוי בשלושה התכי קרקע, עד לעומק של 150 ס"מ (טבלה 1). הקרקע הוגדרה כגרומוסול דל-גיר. החתכים נמצאו אחידים בתכונותיהם.

מבוא

מטעי אבוקדו רבים בגליל המערבי ניטעים יחד עם מטעי בננות, או בתוכם. בשנים הראשונות של המטע מושקים עצי האבוקדו כמקובל במטעי הבננה. לאחר חיסול הבננות יש לשנות את סדרי ההשקיה ולהתאימם לדרישות האבוקדו.

במטעי האבוקדו בגליל המערבי היתה נהוגה בשנות ה-60 מנת מים עונתית של 800—1000 מ"ק, שניתנה לרוב בתדירות של 5—14 ימים.

המחקרים שנעשו עד כה בהשקית אבוקדו הם מועטים ביותר ועסקו בעיקר בקביעת מועדי ההשקיה בעזרת טנסיומטרים (14, 16). בניסוי השקיה יחיד שנערך בזן האס, בקליפורניה, בשנות החמישים (15, 17) נמצא כי 31—46 השקיות לעונה גרמו עליה ביבולים ובגודל הפרי, בהשוואה ל-17—26 השקיות ול-8—11 השקיות. בארץ נערכו כמה תצפיות בהשקית אבוקדו (1, 2, 3) ובחיפוש מדדים פיזיולוגיים לקביעת הצורך בהשקיה (1).

בסתיו 1963 ניטע מטע אבוקדו בחוות המטע עים בעכו, והוא יועד לעריכת ניסוי השקיה. מטרת הניסוי היו: לברר את תגובת מטע האבוקדו למשטרי השקיה שונים בקיץ, במגמה למצוא משטר השקיה מיטבי לקבלת יבול מירבי באיכות המתאימה ליצוא; לברר את אפשרות

* מפרסומי מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני ביתרדגן, סדרה ה' 1976, מס' 1818.

טבלה 1. קבועות הקרקע לפני תחילת הניסוי (1968).

גיר (%)	pH	נקמנות כליית (%)	נקורת כמיישה לפי (%) נפח	קובול שרירי (%) נפח	משקל נפחי (גר/ק) כמייש	משקל כוילי	המדידה	הרכב מינרלי (%)				עומק השכבה (מ"מ)
								חריטה < 0.002 מ"מ	אבק 0.002-0.05	חול דק 0.05-0.2	חול גס 0.2-2.0	
5.4	7.5	54.5	27.4	45.7	1.07	2.7	חריטה	61.0	18.8	17.7	2.5	30-0
5.8	7.5	51.2	32.3	46.9	1.32	2.7	"	63.0	17.3	17.2	2.5	60-30
6.0	7.5	51.2	33.2	46.2	1.23	2.7	"	60.6	22.6	14.1	2.7	90-60
6.0	7.6	52.0	35.9	46.4	1.30	2.7	"	63.6	23.3	10.4	2.7	120-90
6.2	7.6	52.0	36.2	46.4	1.30	2.7	"	63.6	23.3	10.4	2.7	150-120

מבנה הניסוי :

טיפול ההשקיה החלו ב-1968. נבחנו ארבעה מירווחי השקיה: 7, 14, 21, ו-28 ימים (מיר-ווחים של 7 ו-28 יום נחשבו כקיצוניים בשנת 1968). הניסוי נערך בחמש חזרות, בשיטת הגושים באקראי. כל חלקה כללה תשעה עצים (שלושה עצים מכל אחד מהזנים: אטינגר, פוארטה, האס) ושתי שורות של עצי גבול הפרידו בין כל שתי חלקות.

כל העצים הנמדדים בניסוי היו מאותו צירוף של כנה (מכסיקנית) ורוכב.

בשל כמות מים בלתי מספקת שהיתה אמורה לעמוד באביב לרשות העץ שהושקה במירווחי זמן ארוכים, היה חשש לפגיעה בחנטת הפרי ולכן ניתנו ההשקיות הראשונות במירווחים של 12-14 יום, בכל הטיפולים. רק לאחר גמר החנטה — בחודשים מאי ויוני — שובו מירווחי ההשקיה בהדרגה, עד הגיעם למירווחים שנקבעו. ביום שרב ניתנה השקיה קלה נוספת לכל הטיפולים. עונת ההשקיה לפי טיפולים נסתיימה בסוף אוקטובר. לאחר מכן ניתנה השקיה אחידה נוספת במידת הצורך.

מנות המים העונתיות ומספר ההשקיות לעונה בהתאם לטיפולים השונים מסוכמים בטבלה 2. מנת המים השנתית נקבעה על פי מועדי התחלת עונת ההשקיה שנקבעה לפי מועד סיומם של משקעי החורף.

בטיפולים שבהם נבחנו המירווחים 7 ו-14 יום הושלם גרעון המים עד לעומק של 30 ס"מ בכל השקיה. כאשר היה גרעון גם בעומק רב יותר, הוגדלה מנת המים והושלם הגרעון עד לעומק של 90 ס"מ. בטיפולים שבהם נבחנו המירווחים של 21 ו-28 יום נקבעה מנת המים לפי הגרעון בשכבת הקרקע 0-60 ס"מ, וכאשר היה גיצול מים גם מעומק רב יותר הוגדלה המנה על מנת להשלים את הגרעון עד לעומק 120 ס"מ.

בדיקת איכות המים. במשך כל עונת ההשקיה נדגמו מים אחת לחודש, לשם בדיקת ריכוזי המלחים והכלור. איכות המים היתה יציבה במשך כל עונת ההשקיה: המוליכות החשמלית

ד. תכולת המלחים בקרקע. התפלגות המלחים בחתך הקרקע נבדקה לפני תחילת הניסוי, ולאחר מכן — מדי שנה, באביב ובסתיו, בכל חזרה בנפרד. הדגימות לבדיקות נלקחו משכבות בנות 30 ס"מ כ"א, עד לעומק 1.50 מ'. החל מ־1969 נערכו הבדיקות במסגרת סקר המלחות הארצי*. הבדיקה בוצעה במיצוי מימי של עיסת קרקע רוויה (כ־70% רטיבות). במיצוי נקבעו: מוליכות חשמלית, נתרן, כלור, סידן+ מגניון ואשלגן. ה־pH נבדק ישירות בעיסת הקרקע. כמו־כן חושב יחס ספיחת הנתרן (SAR).

ה. התפתחות מערכת השרשים. בתום השנה הרביעית לניסוי (אוקטובר 1971) נעשו ארבעה חתכי שרשים לבדיקת ההשפעה של מירווחי ההשקיה על התפתחות השרשים. במירווח של 7 ימים נחפרו שני חתכי קרקע ושניים בחלקה המושקית במירווח של 28 יום. נסקרו שני עצים (פוארטרה והאס) מכל חתך, ובס"ה — שמונה עצים. מאחר שהעצים נטועים על גדודיות, כלל חתך הקרקע את פסגת הגדודיות ואת שיפוען. אורך כל חתך היה 12 מ' והוא הגיע למרחק של כ־50 ס"מ מגזע העצים. חתך הקרקע כלל ארבע שכבות בנות 30 ס"מ כ"א, עד לעומק של 120 ס"מ. שניים מהחתכים נחפרו עד לעומק של 150 ס"מ ובחלקה המושקית במירווח של 28 יום הגיע החתך עד לעומק של 180 ו־200 ס"מ. דופן החפירה חולק לרשת ריבועים של 30×30 ס"מ. לצורך המיפוי המדויק חולקו השרשים לארבע קבוצות, בהתאם לעוביים: עד 1 מ"מ, 1—2 מ"מ, 2—4 מ"מ ומעל 4 מ"מ. נרשמו שרשים חיים בלבד.

תוצאות

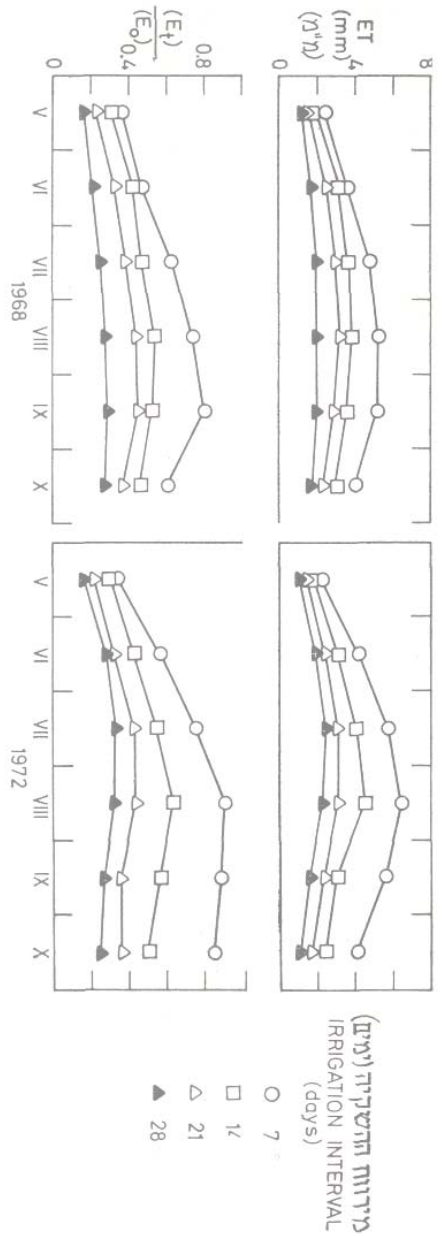
א. רטיבות הקרקע. אופי צריכת המים משכבות הקרקע השונות היה דומה בשתי שנות המדידה הראשונות — 1968 ו־1969 — אך השתנה בשנת 1972 (ציור 1). בכל הטיפולים

* בשיתוף עם י. האונברג, רכז צוות סקר המלחות הארצי, שרות שדה, מרכז.

עלתה צריכת המים משכבות עמוקות יותר כנראה בעקבות התפתחות מערכת השרשים לעומק. כמות המים שנצרכה בקיץ 1972 עלתה על זו שנצרכה ב־1968, אך למרות זאת, לא השתנתה הצריכה היחסית בין הטיפולים. בשנת 1972 נמצאה לאחר ההשקיה רמת רטיבות גבוהה יותר בשכבת הקרקע העליונה בהשוואה לזו שנמצאה בשנת 1968. זאת — בשל הידוק הקרקע במשך ארבע שנים שהשהה את החל־חול. מימצא זה אושר בבדיקת צפיפות הקרקע בשכבה 0—30 ס"מ. בעוד שב־1968 היה המשקל הנפחי 1.07 גר"/סמ"ק הרי בשנת 1972 הוא היה 1.23 גר"/סמ"ק. בשכבות העמוקות יותר לא נמצאו הבדלים בין השנים או בין הטיפולים.

ב. צריכת המים. נמצא כי גרעון הרטיבות היומי הושפע מתנאי האקלים וממשטר ההשקיה. ככל שהטמפרטורה וההתאדות עלו ומירווחי ההשקיה התקצרו — כן עלה גרעון הרטיבות היומי (ציור 2). בשנת 1972 עלה גרעון הרטיבות בהשוואה ל־1968, בעקבות התבגרות המטע. הדבר בלט במיוחד במירווח השקיה של 7 ימים, שבו גדל הגרעון לא רק באופן מוחלט אלא גם יחסי ליתר המירווחים. מקדם ההתאדות ($\frac{Et}{Eo}$) השתנה במשך העונה. הוא עלה במירווח של 7 ימים עד 0.8 או 0.9 בחודשים אוגוסט־ספטמבר ולאחר מכן — ירד. מירווח ההשקיה נמצא בהתאמה הפוכה למקדם ההתאדות המחושב. ככל שהתקצר מירווח ההשקיה — כן עלה מקדם ההתאדות. בדומה לגרעון הרטיבות היומי, גם במקדם ההתאדות נשמר היחס בין הטיפולים, ואף כאן גדל המקדם במירווחי ההשקיה של 7 ו־14 יום, בהשוואה למירווחים האחרים.

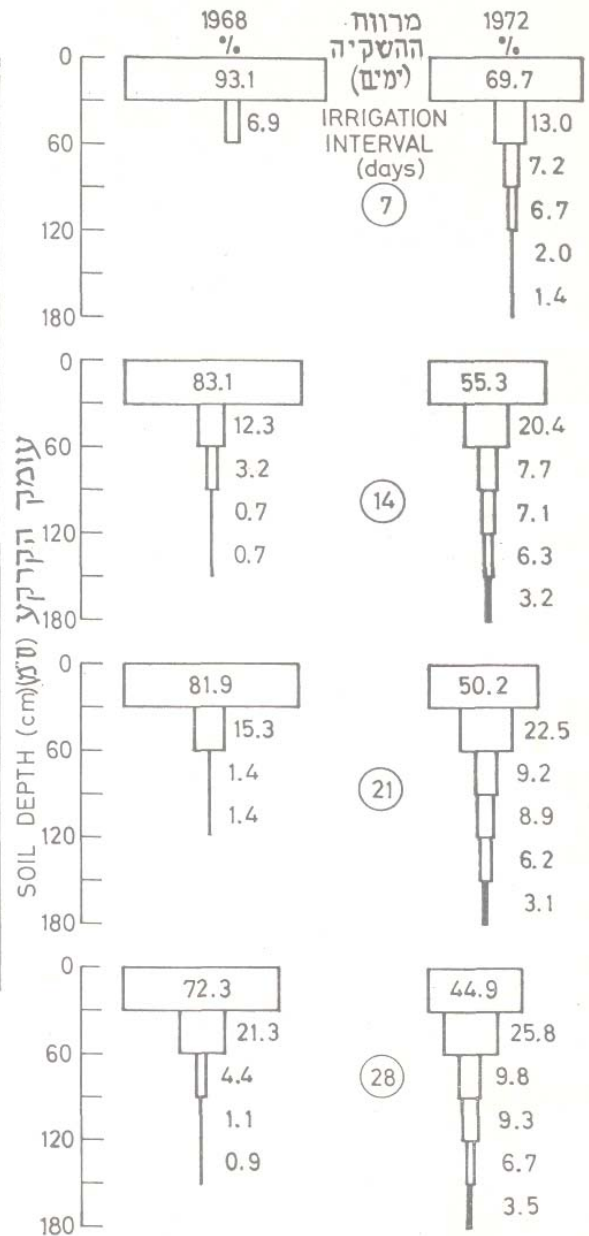
צריכת המים היחסית מחתך הקרקע מראה כי מרבית השינויים בתנודות הרטיבות, בכל הטיפולים, היו עד לעומק של 60 ס"מ (ראה ציור 1). עם זאת, בשנה החמישית נצרכו מים משכבות עמוקות יותר מאשר בשנה הראשונה. בשלוש שנות המדידה ירדה תרומתה של שכבת הקרקע העליונה לכלל הצריכה בד בבד עם הגדלת מירווח ההשקיה.



(ימים) מרווח ההשקיה
 IRRIGATION INTERVAL
 (days)

○ 7
 □ 14
 △ 21
 ▽ 28

ציור 2. השפעת מירווחי ההשקיה על גרעון הרטיבות היומי (Et) ועל היחס בין הגרעון לבין ההתאדות מניגית ($\frac{Et}{E_0}$).



ציור 1. השפעת מירווח ההשקיה על תצורת המים היחסית (אחוז) מחוץ הקרקע.

יעילות ההשקיה העונתית הממוצעת היתה 94%—96% בכל הטיפולים.

גמוכים. ההשקיות שניתנו בסוף העונה הספיקו להוריד את המתח עד 30 סנטיבר בלבד (ציור 4).

הטנסיומטרים בעומק של 120 ס"מ, בחלקה שהושקתה מדי 28 יום הראו עליה הדרגתית של המתח במשך העונה, עד לערך של כ-50 סנטיבר ולא הורגשה השפעה כלשהי של ההשקיה על המתח (ציור 5).

ד. תכולת המלחים בקרקע — לפני תחילת הניסוי, מפורטת בטבלה 3. רמת המלחים לכל עומק החתך היתה נמוכה ואפילו בשכבות העמוקות היתה המוליכות החשמלית, המאפיינת את כלל ריכוז המלחים, 0.8 מילימוס/ס"מ בלבד.

השפעת מירווחי ההשקיה ומנות המים על מלחות הקרקע מסוכמת בציור 6, בו מובאים נתונים על חלוקת המלחים בחתך הקרקע בראשית הניסוי ובסופו. במשך שש שנות הניסוי חלה הצטברות מלחים בולטת בכל שכבות החתך ובכל הטיפולים, עד לרמה של 2.0 מילימוס/ס"מ. מסתבר, כי עיקר ההצטברות חלה בשכבות מתחת ל-90 ס"מ.

ג. מתח המים בקרקע. העקום של מתח המים בקרקע (כפי שנמדד בעזרת טנסיומטרים), האופייני לחודשים יולי—ספטמבר, מתואר בציור 3. נראה, כי מתח המים במירווח ההשקיה של 7 ימים לא הגיע, בדרך כלל, לערכים של 70—80 סנטיבר בשתי השכבות 30 ו-45 ס"מ. במירווח של 14 יום הוא הגיע לערכים אלה, בעומק של 30 ס"מ כבר לאחר שמונה ימים מההשקיה ובעומק של 45 ס"מ לאחר 12 יום. פעולת הטנסיומטרים, במירווחים של 21 ו-28 יום, נמשכה כתיקנה במשך כשבועיים. לאחר מכן עלה המתח בטנסיומטרים מעל לערכים של 70 סנטיבר וכך נפסקה פעולתם. בעקבות זאת הוחלט, בשנת 1971, להכניס את הטנסיומטרים עד לעומק של 90 ו-120 ס"מ.

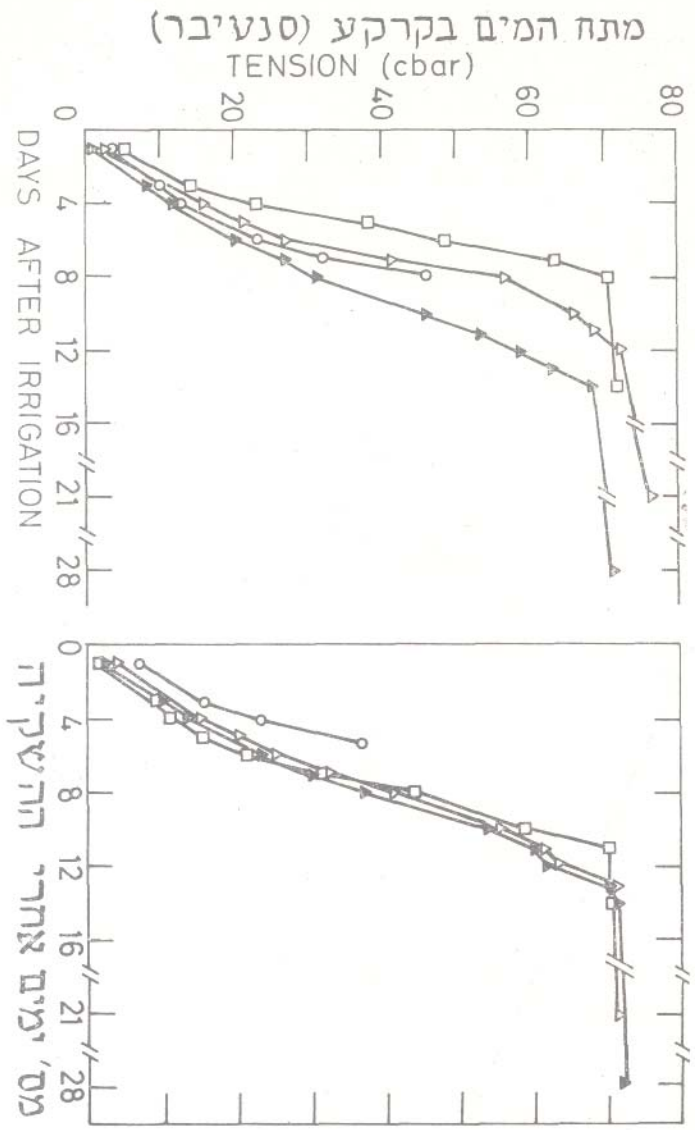
הטנסיומטרים שהוכנסו לעומק של 90 ס"מ בחלקה שהושקתה במירווח של 21 יום, פעלו במשך כל עונת ההשקיה, אם כי מתח המים לפני ההשקיה הלך ועלה במשך העונה. כמויות המים שניתנו בטיפול זה עד חודש אוגוסט חדרו לעומק של 90 ס"מ והחזירו את המתח לערכים

טבלה 3. נתונים על מליחות הקרקע לפני תחילת הניסוי (אביב 1968).

עומק הקרקע (ס"מ)	pH	רוויה (%) רמיכות)	כלור (מא"ק/ל')	נתרן (מא"ק/ל')	סידן+ מוגניון (מא"ק/ל')	אשלגן (מא"ק/ל')	מוליכות חשמלית (מילימוס/ס"מ)
0—30	7.6	71.9	2.1	2.2	3.6	0.071	0.53
30—60	7.5	70.8	2.6	2.2	3.3	0.023	0.50
60—90	7.5	70.1	3.9	2.7	3.6	0.026	0.73
90—120	7.5	70.8	3.0	4.6	3.5	0.025	0.81
120—150	7.7	69.5	2.8	5.4	1.7	0.030	0.69

התנהגותם של מרכיבי המלחים (נתרן, כלור וסידן+מוגניון) היתה דומה לזו של המוליכות החשמלית, לפיכך יתייחס הדיון שלהלן למוליכות החשמלית בלבד. בתחילת הניסוי נרשמה עליה מתונה בריכוז המלחים עם הירידה לעומק הקרקע (טבלה 3, ציור 6). מצב זה נשמר עד

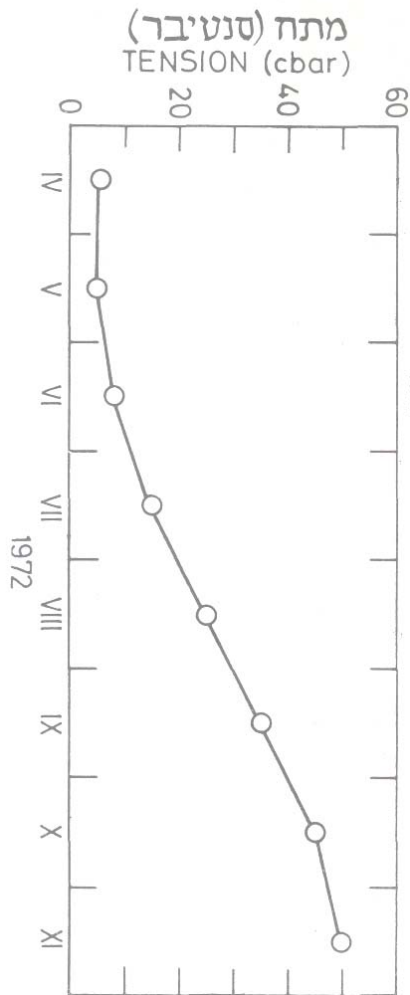
1970. לאחר מכן חלה עליה הדרגתית ומצטברת של ריכוז המלחים בחתך, והיא הגיעה לשיאה בעומק של 60—90 ס"מ; אפילו חורף גשום יחסית כ-1970/71 לא מנע עליה זו. משנת הניסוי השלישית נראתה גם השפעת הטיפולים על ריכוז המלחים בקרקע. בשכבות



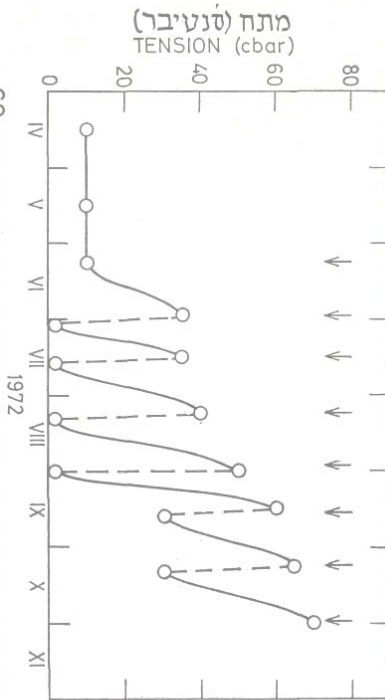
ציון 3. השפעה אופיינית של מרווח ההשקיה על מתח המים בקרקע במשך מחזור השקיה אחד (אוגוסט 1969) בעומק של 45 ס"מ (מימין) ובעומק של 30 ס"מ (משמאל).

מרווח ההשקיה (ימים)
IRRIG. INTERVAL (days)

○ 7
□ 14
△ 21
▽ 28



ציור 5. השפעת מירווח השקיה של 28 יום על מתח המים בעומק של 120 ס"מ.



ציור 4. השפעת מירווח השקיה של 21 יום על מתח המים בעומק של 90 ס"מ.

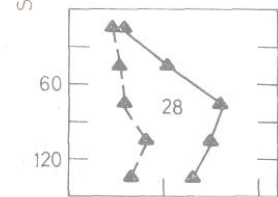
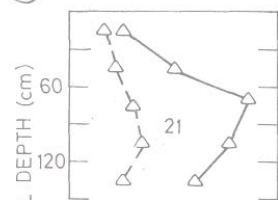
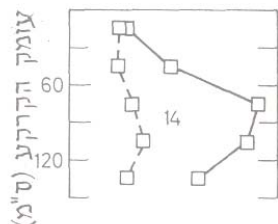
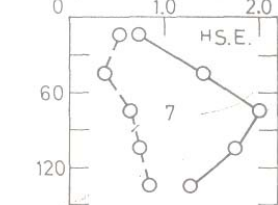
הקרקע העליונות היה ריכוז המלחים במירווח של 7 ימים גבוה מאשר במירווחים האחרים. לעומת זאת, במירווח של 28 יום היתה הצטברות המלחים קטנה מאשר במירווחים האחרים (ציור 6). כללית נמצא, שככל שמירווח ההשקיה צפוף יותר, מנות המים קטנות יותר וכמות המים הכללית גדולה יותר — כן עולה הצטברות המלחים בחתך.

ה. התפתחות מערכת השורשים. המטע לא עובד ולא עברו בו טרקטורים. לפיכך, אפשר לראות את מיקום השורשים כבלתי מופרע על-ידי אמצעים אגרוטכניים. ואמנם, נמצא כי רוב

מירווח ההשקיה (ימים)
IRRIGATION INTERVAL
(days)

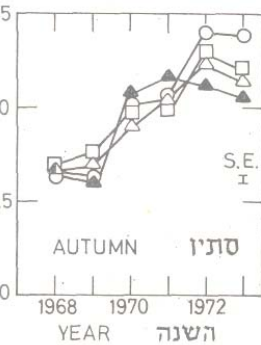
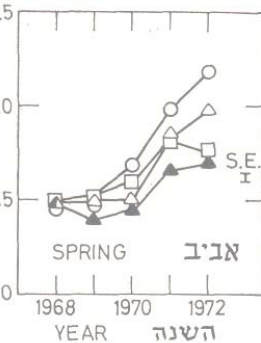
- 7
- 14
- △ 21
- ▲ 28

מוליכות השמלית (מילימוס/ס"מ)
ELECT. COND. (mmhos/cm)



מוליכות השמלית (מילימוס/ס"מ)

ELECTRICAL CONDUCTIVITY (mmhos/cm)



ציור 6. השפעת מירווח ההשקיה על הצטברות המלחים בחתך 0-150 ס"מ מאביב 1968 (קו מקוטע) ונד סתיו 1974 (קו מלא, משמאל) ובחתך 0-90 ס"מ במשך 6 שנות הניסוי (מימין).

השטח היה מכוסה ברשת שורשונים סבוכה, מתחת לכיסוי העלים היבשים, בעיקר באזורים המוצלים של העץ ופחות בשוליים.

חלוקת השורשים לפי העומק והעובי: כ- 82% מהשורשים נמצאו בשכבה 0–60 ס"מ. באותם החתכים שבהם העמקנו עד 150 ס"מ, נמצאו שבעה שורשים בממוצע במשבצת (30×30 ס"מ) שהם 2.5% מס"ה השורשים. במקרים שבהם העמקנו עד 180 ס"מ נמצאו שני שורשים בלבד למשבצת, שהם 0.7% מס"ה השורשים. בעומק שבין 180 ל-200 ס"מ לא נמצאו שורשים כלל.

השורשים העבים מ-2 מ"מ הם מיעוט קטן (4%) של כלל השורשים; רוב השורשים (כ- 87%) היו בעובי של 1 מ"מ ומטה. להלן מפורטים הגורמים שהשפיעו על מערכת השורשים:

השפעת הזן. נמצא כי מספר השורשים הממוצע לחתך הקרקע (30×120 ס"מ) דומה בעצי פוארטה והאס (272 ו-263, בהתאמה). אולם, שורשי הזן פוארטה היו שטחיים במידת-מה משורשי הזן האס. כ-59% מהשורשים נמצאו בשכבה העליונה, בהשוואה ל-53% בזן האס (טבלה 4).

טבלה 4. השפעת הזן והמיקום בגודוית על חלוקת השורשים לפי עובי ועומק בחלקת הניסוי בעכו.

חלוקת השורשים לפי עובי ועומק	גודוית		שיפוע		סטיית התקן	פוארטה		האס		סטיית התקן
	%	מס'	%	מס'		%	מס'	%	מס'	
העובי במ"מ										
עד 1	88.9	264	86.3	201*	10.1	87.5	238	87.5	230	8.2
1–2	7.4	22	9.5	22	2.1	8.4	22	8.5	22	2.4
2–4	2.7	8	3.4	8	0.7	3.0	8	3.3	8	0.6
4 ויותר	1.0	3	0.8	2	0.2	1.1	3	0.7	2	0.2
ס"ה	100.0	297	100.0	233	10.2	100.0	272	100.0	263	17.2
העומק בס"מ										
0–30	58.6	174	51.1	119*	8.8	53.3	140*	58.8	160	5.7
30–60	24.9	74	27.5	64*	1.9	26.6	70	25.0	68	8.7
60–90	10.8	32	13.7	32	2.5	12.9	34	10.7	29	2.8
90–120	5.7	17	7.7	18	1.5	7.2	19	5.5	15	0.8
ס"ה	100.0	297	100.0	233*	10.2	100.0	263	100.0	272	17.2

* הפרש מובהק $p = 0.05$ הניתוח הסטטיסטי מתייחס למספר השורשים בלבד.

השפעת הגודוית. בראש הגודוית נמצאו יותר שורשים מאשר בשיפוע הגודוית, ובממוצע היו 297 שורשים בחתך 120×30 ס"מ, בהש-וואה ל-233 שורשים בשיפוע (טבלה 4); הבדל זה נמצא בעיקר בשתי השכבות העליונות ובשורשים הדקים. ככל שהשורשים היו עבים יותר שורשים מאשר בהבדלים.

השפעת מירווחי ההשקיה. התבדלים בין מירווחי ההשקיה לא התבטאו בס"ה השורשים לחתך (259 — במירווח של 7 ימים, בהשוואה ל-274 — במירווח של 28 יום) אלא —

בחלוקתם לעומק (טבלה 5). הגדלת מירווח השורשים במירווח של 7 ימים, לעומת 23% ההשקיה גרמה להעמקתם של השורשים. בש- במירווח של 28 יום. כבות 60–120 ס"מ נמצאו כ-14% מס"ה במקרים שבהם העמקנו עד 150 ס"מ נמצאו,

טבלה 5. השפעת מירווח ההשקיה על חלוקת השורשים לפי עובי ובשכבות קרקע שונות.

כטיית התקן	מירווח ההשקיה (ימים)				חלוקת השורשים לפי עובי ועומק
	28		7		
	%	מס'	%	מס'	
	העובי במ"מ				
					עד 1
18.5	87.6	240	87.6	227	1-2
2.2	8.4	23	8.1	21	2-4
0.6	2.9	8	3.1	8	4 ויותר
0.1	1.1	3	1.2	3	
25.2	100.0	274	100.0	259	סה"כ
	העומק בס"מ				
					0-30
20.1	52.9	145	59.8	155	30-60
5.4	24.8	68	26.6	69	60-90
1.9	13.9	38*	9.7	25	90-120
0.7	8.4	23*	3.9	10	
25.2	100.0	274	100.0	259	סה"כ

* ראה הערה לטבלה 4.

בשכבה זו, בעצים שהושקו כל 7 ימים 3 שורשים למשבצת שהם 1.2% בהשוואה ל-11 שורשים שהם 4.0% מסה"כ השורשים בעצים שהושקו כל 28 יום. הקשר בין תצרוכת המים לבין צפיפות השורשים. נתוני הוצאת המים משכבות שונות בהתדוך יכולים לשמש אומדן מהימון של צפיפות השורשים הדקים (עד 1 ס"מ) בכל שכבה (ציור 7).

דיון

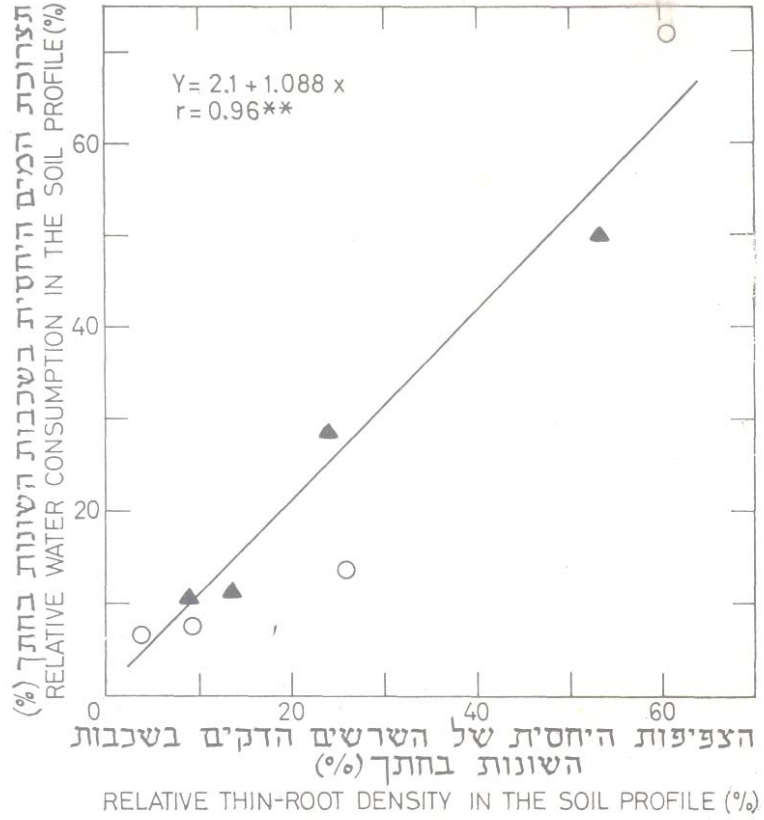
הטיפולים התבססו על השקית שכבות הקרקע השונות כאשר גרעון הרטיבות שלהם הגיע לערכים שנקבעו מראש. על פי העקרון של החזרת מנת המים לשכבה העליונה (0-30 ס"מ במירווחים של 7 ו-14 יום ו-60 ס"מ במירווחים של 21 ו-28 יום) הוחזרה מנת המים במירווח ההשקיה של 21 יום – אשר נמצא טיפול המיטבי (7, 8) ע"י השקיות של 60

מ"מ/ק'ד' בתחילת העונה. מאחר שגרעון הרטיבות הלך וגדל בהמשך העונה, הוגדלו בהתאם גם מנות המים שהשלימו את הגרעון עד עומק 90 ס"מ ע"י מנות של כ-80 מ"מ/ק'ד' להשקיה. יש לציין כי מנת המים היומית הממוצעת היתה בטיפול זה 3.2 מ"מ/ק' בלבד ומנת המים השנתית הממוצעת 668 מ"מ/ק'ד', 75% בלבד מהמנה שניתנה במירווח 7 ימים שהיא אף המקובלת במרבית מטעי האבוקדו בארץ. על בסיס בדיקות מפור גויטרונים נמצא כי במירווח 7 ימים גדל גרעון הרטיבות היומי בהשוואה לשאר המירווחים במשך כל עונת ההשקיה (ציור 2). נראה לנו שהסיבות לכך נובעות בעיקר מהתפתחות נוף גדולה יותר, בעקבות ההשקיות המרובות וכמות המים העונה תית הגדולה יותר. וכן, למרות שמנת המים ניתנו ללא עודפים, התנקז חלק ממנת המים מתחת לאזור המדידה, כתוצאה מאופייה של ההמטרה והשפעת הנוף על שווי הפיזור. יש

מירווח ההשקיה (ימים)
IRRIGATION INTERVAL
(days)

○ 7

▲ 28



צויר 7. המיתאם בין תצרוכת המים היחסית לבין מספר השרשים הדקים, בכל שכבות חתך הקרקע (1972).

בכך יש אישור לתנאי הגידול הטובים יותר המתקבלים בעזרת הגדודיות בתנאי הקרקעות הכבדים של הגליל המערבי. שילוב של שלושת הגורמים הבאים עשוי לגרום תופעה זו:

א. עודפי מים בחורף בשני מירווחי ההשקיה (ובמירווח של 7 ימים יתכן גם בקיץ), התנקוז לשקע הגדודית וגרמו לתנאי איורור לקויים.

ב. הצל שמטיל נוף העץ גורם קירור והת-גדפות קטנה ליד העץ, בהשוואה לשיפוע החשוף לשמש.

ג. יתכן כי הידוק קרקע רב יותר בשקע הגדודית, בעקבות הליכה מרובה בשטח, השפיע אף הוא על הרעת תנאי הקרקע באיורור זה.

בתנאי הניסוי ראינו כי ניתן להשתמש בטנ-סיומטרים להכוננת מועד ההשקיה. במירווחי השקיה של 7 ו-14 יום פעלו הטנסיומטרים היטב כאשר הוכנסו לעומק של 30–45 ס"מ (ציור 3). במירווח השקיה של 21 יום ניתן להשתמש בטנסיומטרים בעומק של 90 ס"מ בלבד (ציור 4). במירווח של 28 יום עולים מתחי המים בקרקע על טווח המדידה של הטנסיומטרים בעומק 90 ס"מ. טנסיומטרים הנמצאים בעומק 120 ס"מ היו מתחת לבית השורשים העיקרי ולפיכך בלתי יעילים (ציור 5). העליה ההדרגתית במתח המים בטנסיו-מטרים אלה (מ-5 סנטיבר בתחילת העונה עד 50 סנטיבר בסתיו) מוכיחה כי היה ניצול משכבה זו וכן כי לא ניתנו עודפי מים.

ידוע כי כמות מי ההשקיה משפיעה על הצטברות המלחים. ההמלצות המקובלות להש-קיה במים בעלי מליחות ניכרת, מדגישות כי יש הכרח לשתף את המלחים המצטברים בבית השורשים תוך כדי השקיה (13). לכן מומלצת השקיה במנות מים שהן גדולות מצריכת המים של הגידול. מטע האבוקדו בעכו הושקה במים בעלי שיעור מליחות נמוך ביותר (50 מג"ר/ל' כלור) רמה זו נמצאת הרבה מתחת לתחום הגורם נזק לעצי אבוקדו, אפילו לאלה המור-כבים על הכנה המכסיקנית (12). למרות זאת כמות המלחים העונתית המובאת לקרקע ע"י מי ההשקיה היא ניכרת (40–60 ק"ג כלור לדונם).

לציין שגם בניסוי השקיה בהדרים שנערך באותו מקום ובאותה קרקע (9), נמצא שמירווחי ההשקיה הגדולים בקיץ – אפילו עד 42 יום – הביאו ליבולים גבוהים מאלה שהושגו במירווחי השקיה צפופים. יתכן כי בשני המקרים הסיבה לכך היא משטר ההרטבה והיבוש העדיפים המושגים בצורה זו. משטר השקיה המקפיד על יבוש ניכר של הקרקע הכבדה מאפשר שמירה על מבנה קרקע טוב, בניגוד להרס המבנה המתקבל בעקבות השקיות צפופות שהן משטר השקיה ללא יבוש כלל*.

בדומה להדרים (4) נמצא כי גם באבוקדו משתנה מקדם ההתאדות מדי חודש. הסיבות לכך עלולות להיות שטח עלוה שונה במשך העונה או נוכחות הפרי. אולם, משמעותם היחסית של גורמים אלה לא נבדקה עדיין.

המקדם המומלץ כיום להשקיה הוא -0.55 – 0.6 לכל העונה. נראה כי בתנאי הניסוי (קרקע כבדה) ניתן לרדת במקדם בשיא העונה, במירווח ההשקיה של 21 יום הגענו למקדם של 0.43 בלבד בחודשים יוני–אוגוסט (ציור 2). יש לציין שמקדם זה נבדק לגבי ההשקיה בהמטרה. יש לצפות להורדה נוספת במקדם ולחסכון נוסף במים בעזרת שיטות השקיה מתקדמות, כטיפ-טוף וכו'.

בשכבת הקרקע העליונה (0–60 ס"מ) נמצאו 82% מס"ה השורשים ו-77% מתצרוכת המים. המיתאם בין צריכת המים למספר השורשים נמצא הדוק ביותר: $r=0.96$ (10). לפיכך נתוני ניצול המים מהשכבות השונות יכולים בהחלט לשמש אומדן מהימן של צפיפות השורשים בכל שכבה. בכך מאומתת גם ההנחה כי ההשקיה חיבת להיות מכוונת לשכבה זו.

עוד יודגש כי השיפת השורשים אימתה את ההנחה כי הגדלת מירווח ההשקיה מביאה להעמקת ההשתרשות, עובדה העשויה להיות בעלת משמעות רבה בתנאים של חוסר ניקוי, עודפי מים בחורף, עיגון לקוי ועוד.

בשני מירווחי ההשקיה נמצא בגדודית מספר שורשים רב יותר (13%–30%) מאשר בשיפוע.

* דב קלמר. ע"ר.

ספרות

1. אוריאל א' (1956) מעקב אחר תהליכים פיסיו-לוגיים בעץ ובפרי האבוקדו תוך בדיקת התאמתם למדידת הצורך בהשקיה. עבודת גמר לקבלת התואר „מוסמך למדעי החקלאות“ מוגשת לאוניברסיטה העברית ירושלים.
2. א' אהרוני, ינאי ע' ובן-יעקב א' (1974) תגובת האבוקדו על משטרי ההשקיה בהמטרה. סקירה מקדימה לתקופה 1969—1973. מינהל המחקר החקלאי (שכפול).
3. אהרוני א', שגי א', ש' ברום מ', ינאי ע', ליטמן ג' וכהן י' (1967) בקרת השקיה במטעי אבוקדו במישור החוף. שה"מ משרד החקלאות (שכפול).
4. בילורי ח' (1969) השפעת משטרי רטיבות קרקע שונים על צריכת המים, היבול והצטברות המלחים בקרקע של פרדס אשכוליות מרש — חוות גילת. דו"ח התקדמות לשנת 1968/69. מכון וולקני לחקר החקלאות (שכפול).
5. ברסלר א', שמואלי א', גואל א' ואלטמן א' (1967) ניסויי עור בהשקית הדירים בעונות 1964 ו-1965. מכון וולקני לחקר החקלאות. סקירה מקדימה מס' 583.
6. להב ע' וקלמר ד' (1976) בחינת תצרוכת המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. ב. השפעת משטרי השקיה שונים על גידול העץ. עלון הנוטע, שנה ל', מס' 10, ע' 645.
7. להב ע' וקלמר ד' (1976) בחינת תצרוכת המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. ג. השפעת משטרי השקיה שונים על היבול. עלון הנוטע, שנה ל', מס' 10, ע' 657.
8. עשת י', להב ע' וקלמר ד' (1976) בחינת תצרוכת המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. ה. ניתוח כלכלי. עלון הנוטע, שנה ל', מס' 10, ע' 675.
9. קלמר ד', גואל א', גולומב א' והלר י' (1973) תגובת פרדס שמוטי על חושש באדמה כבדה למשטרי השקיה שונים באביב ובקיץ. משרד החקלאות עכו (שכפול).
10. קלמר ד' ולהב ע' (1976) בחינת תצרוכת המים של מטע אבוקדו בגליל המערבי. מינהל המחקר החקלאי מרכז וולקני. בולטין מס' 157.
11. Bingham, F.T. and Richards, S.J. (1958) Effects of irrigation treatment and rates of nitrogen fertilization on young Hass avocado trees. III. Changes in soil chemical properties. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.* 71: 304—309.

בדרך כלל ריכוז המלחים בעיסת הקרקע הרוויה בסתיו, מושפע מהריכוז ההתחלתי (הריכוז באביב לפני עונת ההשקיה). כמות המשקעים הגדולה יחסית, בשנות הניסוי הראשונות, שטפה את כל המלחים שהצטברו בעקבות טיפולי ההשקיה. לפיכך ניתן היה לבדוק בשנים אלה בעיקר את ההשפעה העונתית ולא את ההשפעה הרב-שנתית המצטברת. בשלוש השנים האחרונות הלכה כמות המשקעים ופחתה, ואמנם בעקבות זאת נרשמה עליה הדרגתית במליחות. במירווח ההשקיה של 7 ימים ניתנו מנות המים הגדולות ביותר (889 מ"ק/ד') בממוצע לשש שנות הניסוי. לפיכך הוחדרו לקרקע בטיפול זה כמויות המלחים הגדולות ביותר. נוסף לכך היה בטיפול זה כושר שטיפה חלש עקב ההשקיות הקלות והתכופות, ואמנם מצאנו עליה יחסית בריכוז המלחים בקרקע שהושקתה במירווח 7 ימים. סיבה נוספת לאי שטיפת המלחים מטיפול זה עלולה להיות הגדלת הצריכה הקשורה בתוספת מים ובעצים גדולים יותר במירווח השקיה זה (6). גם בניסוי השקיה שנערך בעצי האס בקליפורניה נמצאה עליה בריכוז הכלור במשטר ההשקיה „הרטוב“ בהש" וואה ל"יבש" (11).

לעומת זאת, היתה הצטברות מלחים קטנה יחסית בקרקע שהושקתה במירווח של 28 יום. ועומק הצטברות העיקרי היה 60—90 ס"מ; הסיבה — מתן מנות מים גדולות במירווח השקיה זה במשך כל שנות הניסוי.

בהקשר זה נציין כי גם בניסויים שנערכו בהדרים לא הביאה הכפלת כמות המים בעונת ההשקיה לשטיפת המלחים מבית השורשים ובמקרים רבים אף גרעה מבחינת מאזן המלחים באיזור זה (5).

מכל הנאמר נובע כי מבחינת ההמלחה עדיף להשקות במירווחי השקיה גדולים, שפירושו מנות השקיה גדולות שיביאו לשטיפת מלחים ומנת מים עונתית קטנה.

אפשר להניח כי משמעותם של מימצאים אלה תהיה גדולה הרבה יותר באזורי גידול גבוליים של האבוקדו, בהם רבה מליחות המים וכמותם מוגבלת.

12. Kadman, A. (1963) The uptake and accumulation of chloride in avocado leaves and the tolerance of avocado seedlings under saline conditions. **Proc. Am. Soc. hort. Sci.** 83 : 280—286.
13. Richards, L.A. (Ed.) (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. **Handbook U.S. Dep. Agric.** 60.
14. Richards, S.J. (1950) Soil moisture conditions in avocado groves. **Yb. Calif. Avocado Soc.** 35 : 70—72.
15. Richards, S.J. Moore, P.W. Bingham, F.T., Embleton, T.W. and Labanauskas, C.K. (1958) Avocado irrigation and nitrogen fertilization plots at the citrus experiment station. **Yb. Calif. Avocado Soc.** 42 : 25—29.
16. Richards, S.J., Warneke, J.E. and Bingham, F.T. (1962) Avocado tree growth response to irrigation. **Yb. Calif. Avocado Soc.** 46 : 83—87.
17. Richards, S.J., Warneke, J.E. and Weeks, L.V. (1960) Irrigation of Avocados. **Yb. Calif. Avocado Soc.** 44 : 73—74.