

## השפעת מימשק ההשקיה על ההתפלגות ופעילות השורשים של עצי הדר

ח. בילורי, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, המכון לקרקע ומים

בשכבת הקרקע 0-60 ס"מ. משכבה זו הם קולטים כ-85% מהמים. למנות המים השונות יש השפעה על כמות וצפיפות השורשים, בעיקר בשכבות העליונות. עקת מים גורמת להפחתת כמות השורשים. הרטבה חלקית גורמת להתפתחות רבה יותר של שורשים באיזור הרטוב. כמות השורשים באיזור היבש קטנה יותר. פעילות השורשים באיזור זה נפסקת כאשר רטיבות הקרקע מגיעה לת"ח הכמישה. לצפיפות ולמקומם של השורשים יש השלכות מעשיות בקביעת מימשק ההשקיה והדישון בפרדס.

מבוא

מערכת השורשים קולטת את חומרי ההזנה הנצרכים ע"י הצמח. שטח המגע עם הקרקע וגורמים סביבתיים שונים קובעים את שיעור האספקה והקליטה. ככל ששטח המגע של השורשים עם הקרקע גדול יותר, הקליטה הפוטנציאלית גדולה יותר. קיימת התאמה בין אורך וצפיפות השורשים ושיעור הקליטה של המים וחומרי ההזנה. תנאים אלה קיימים גם לגבי מערכת השורשים של עצי הדר. נוסף

התפלגות ופעילות מערכת השורשים של עצי אשכוליות על כנת חושחש ושמוטי על כנת לימטה תמוכה בחו"שחש, נחקרה ונבדקה בסדרת ניסויי השקיה ודישון שנערכו בשני איזורים, בנגב ובשרון. שיטת המחקר היתה דגימות שורשים בנפח קרקע קבוע, במקטעים של כל 15 ס"מ לעומק, ובמרחק של כל 50 ס"מ ניצב לשורת העצים, עד 3 מ'. השורשים בעובי 2 מ"מ לפחות, הופרדו מהקרקע על ידי ניפוי ויבוש בתנור ב-60°C. צפיפות השורשים חושבה בק"ג/מ"ק קרקע, במשטרי ושיטות השקיה שונים. נבדקה השפעתם של הכנות, טיפוס הקרקע, המליחות וההזנה, מנת המים ושטחי ההרטבה השונים שנוצרו על ידי טפטוף, מתזים והמט"רה, על התפלגות השורשים ופעילותם. נמצא שהתפלגות השורשים לעומק ובמרחב של עצי שמוטי על כנת לימטה ושל אשכוליות על חושחש, היא שונה. צפיפות השורשים של עצי אשכוליות רבה יותר בהשוואה לצפיפות השורשים של תפוזים. מרבית השורשים, כ-80%, נמצאים

לגורמים הסביבתיים, גם הכנות השונות ויחסי הוכב/כנה משפיעים על התפתחות והתפלגות השורשים של עצי הדר.

מיד אחרי נביטת הזרע, השורש הוא האבר הראשון המופיע ומתפתח בקצב מהיר, כדי ליצור שורש שיפודי.

אולם נראה שברוב המינים התרבותיים השורש השיפודי נעלם עם העברת השתילים מהמשתלה לשטח המטע. בזמן השתילה מקצצים את השורש השיפודי. פעולה זו גורמת להתפצלות לשורשים ראשיים ומשניים, היוצרים יחד את מערכת השורשים.

קסל (1980) מגדיר את פילוג שורשי ההדרים כדימורפי. לחלק מהשורשים הנימיים, הנוצרים מהשורשים הראשיים, יש אוריינטציה אנכית וחלק מהשורשים הפורצים מהכתר מאורגנים בצורה אופקית. לשורשים הראשונים יש נטיה לגדול לעומק.

לפילוג השורשים העיקריים יש השלכות מעשיות. השורשים הנימיים מקובלים כשורשים הקולטים את המים וחומרי ההזנה. הם מופיעים בקבוצות שאורכן 20 עד 30 ס"מ. בשתילי הדרים הם יוצאים מהשורש השיפודי ואילו בעצי הדר מבוגרים מהשורשים הראשיים. עוביים בד"כ פחות מ-2 מ"מ. מרבית השורשים הנימיים מתפתחים בשכבות הקרקע העליונות, צבעם צהוב בהיר וקצותיהם לבנים. השורשים המתבגרים משחימים ועוברים סובריזציה.

מקובל שקליטת המים נעשית בקצות השורשים הנימיים, אולם יש גם הוכחות שגם שורשים שעברו סובריזציה קולטים מים וחומרי הזנה. (קירדמן 1981).

גורמים רבים משפיעים על התפתחות השורשים של עצי הדר. יצירת נימים (root hairs) מושפעת על ידי מצב האיוורור, הטמפרטורה, רטיבות הקרקע וה-pH. אפשר לראות את הנימים על השורש הראשון אחרי פריצתו מהזרע, אולם פחות ידוע עליהם בתנאי שדה, הם נצפו בצורות, בגדלים ובכמויות שונים. התפתחות השורשים מושפעת על ידי סוג הכנה. פורד (1954) מצא שלכנת הלימטה מערכת שורשים מסועפת יותר מלכנת החושחש. ללימון הגס יש יותר שורשים נימיים מלכנת הקליאופטרה ואילו לכנת הטרופוליטה מערכת שורשים דלילה. מחקרים

רבים מיחסים לכנות שונות, עמידות שונה ליובש. הכנות משפיעות על קצב האידוי של נוף הרוכב. אופנהיימר ומנדל (1934) מצאו במחקר שערכו במטע, ששיעור הטרנספירציה של שמוטי על לימטה רב יותר לעומת שמוטי על כנת חושחש. תוצאות דומות נמצאו בעבודתו של בילורי (1967) בשתילי לימטה וחושחש, במחקר שנעשה בתנאים מבוקרים, בחדרי צמיחה.

מערכת השורשים מושפעת גם על ידי יחס כנה/רוכב. קלברט וחוברו (1977) מצאו שצפיפות השורשים הנימיים של אשכוליות היתה גדולה יותר בהשוואה לעץ התפוז, שניהם על כנות לימון גס או כנת חושחש. מכאן שעצי אשכוליות גדולים יותר בהשוואה לעצי תפוז באותו גיל.

בעבודה זו ננסה לתאר את התפתחות השורשים של עצי אשכוליות ותפוזים בשיטות ובמשטרי השקיה שונים, והשלכותיה על מימשק המים והדישון בפרדס.

## שיטות וחומרים

בדיקות השורשים נעשו במספר ניסויים שנערכו על ידינו במשטרים ובשיטות השקיה שונים, באיזורים שונים בארץ:

א. השקית אשכוליות על חושחש בתחנת הנסיונות גילת, בהמטרה ובטפטוף. שנת נטיעה 1959, מרחק נטיעה  $6 \times 6$  מ' (6,5).

ב. השקית אשכוליות על חושחש בנגב המערבי (סעד) בטפטוף לעומת המטרה. שנת נטיעה 1960, מרחק נטיעה  $6 \times 6$  מ' (4).

ג. בניסוי גורדיה, בו נבחנו השפעתם של הרטבה חלקית, השקיה ודישון על יבול שמוטי על כנת לימטה תמוכה בחושחש, שנת נטיעה 1962, מרחק נטיעה  $6 \times 4$  מ' (2).

## קרקעות

בפרדסי גילת וסעד טיפוס הקרקע הוא לט רגוסולי, שונים זה מזה בקיבול השדה, 17% ו-21% לפי משקל, בגילת ובסעד בהתאמה, אולם בשניהם המשקל הסגולי משתנה עם העומק. כ-1.35-1.45 גר"/סמ"ק. כמות המים הזמינים דומה, כ-150 מ"מ מים בעומק 1 מ'. בשני הפרדסים הקרקע אחידה למדי עד עומק 120 ס"מ ותלכידים של גיר בשכבה העמוקה. הקרקע



בחלקת הניסוי בנורדיה היא מטיפוס חמרה, המרקם חול סייני עד 60 ס"מ וסיין חולי מ"ס 60 ס"מ ומטה. במקומות מעטים מ"ס 90 ס"מ ומטה הקרקע היא סיין חרסיתי חולי עם כתמי נז בודדים. קיבול שדה 12%-22% לפי משקל ומשקל נפחי ממוצע 1.5 גר/סמ"ק. בכל המקומות הקרקע עמוקה ומאפשרת התפתחות שורשים תקינה.

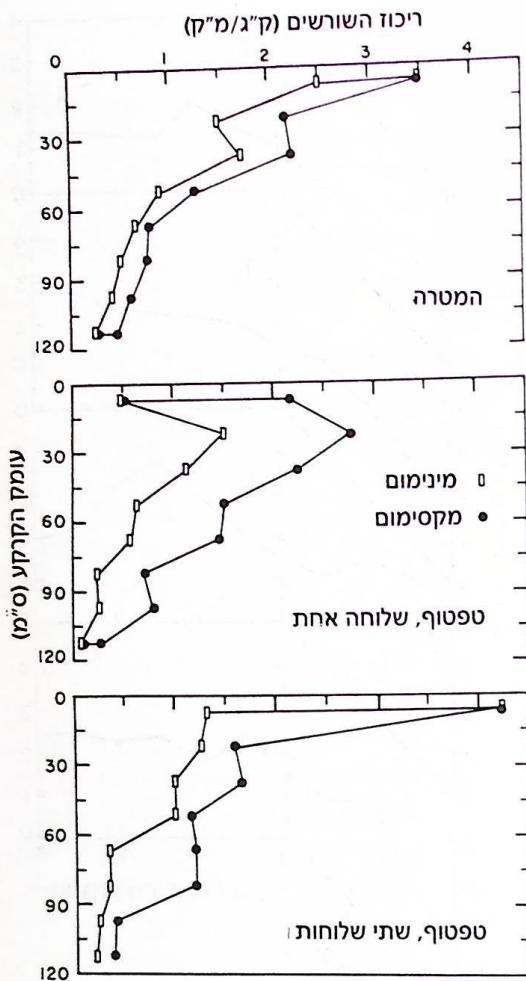
### בדיקות שורשים

הבדיקות נערכו במקדח בנפח 754 סמ"ק. המדגמים הוצאו בציר ניצב לקו העצים ובתוך קו העצים עד כ"מ 3 מ' מהעץ, במרחקים של כל 50 ס"מ ובמקטעים של כל 15 ס"מ עד עומק 120 ס"מ, בהתאם למרחקי הנטיעה השונים. כל השורשים עד עובי 2 מ"מ הופרדו מהקרקע על ידי שטיפה, ניפוי ויבוש בתנור בחום של 60 מ"צ. השורשים נשקלו וחושב משקלם (ק"ג חומר יבש לנפח של 1 מ"ק קרקע). להלן תיאור פילוגם בעומק ובמרחב בכל אחד מאתרי הניסוי. פעילותם מתוארת על ידי הוצאת המים היחסית משכבות הקרקע השונות, ובהתאם לצפיפותם. בתחילת הניסוי בגילת נבדקה התפשטות השורשים במרחב ובעומק על ידי שימוש בזרחן מסומן (P32).

### תוצאות ודין

התפלגות השורשים בפרדס אשכוליות בגילת נבדקה בחלקות מושקות בהמטרה ובטפטוף בשלוחה אחת ובשתי שלוחות. מרחקי הנטיעה  $6 \times 6$  מ'. מנת המים שניתנה בחלקות אלה היתה 750 עד 800 מ"מ, בתקופה אפריל-אוקטובר, בתדירות של פעם בשבוע בהמטרה ופעמיים בשבוע בטפטוף. פילוג הרטיבות בקרקע נקבע על ידי שיטת ההשקיה. בהמטרה הורטב כל השטח הנטוע ואילו בטפטוף נוצרו שני איזורים נפרדים - איזור רטוב ואיזור יבש.

בציור 1 מתוארים הריכוזים המקסימליים והמינימליים של השורשים השונים. בחלקות ההמטרה היה ריכוז השורשים בכל השטח הנטוע דומה, בעוד שבחלקות הטפטוף היה ריכוז השורשים באיזור הרטוב הקרוב לעץ גדול יותר באופן משמעותי מהריכוז באיזור היבש הרחוק מהעץ. ריכוז השורשים הולך ופוחת עם העומק



1: ריכוז השורשים (ק"ג/מ"ק) בפרופיל הקרקע בפרדס אשכוליות, גילת 1976.

בכל שיטות ההשקיה. מרבית השורשים נמצאו בשכבת הקרקע העליונה, עד עומק 30 ס"מ. אחוז השורשים מסה"כ השורשים עד עומק 60 ס"מ היה 80% בהמטרה וכ"כ 85% בטפטוף. איזור זה תרם גם את מרבית המים לעצים, כ"כ 80% ו-89% בחלקות שהושקו בשלוחה אחת ובשתי שלוחות, בהתאמה. שכבה זו בהמטרה תרמה כ"כ 82% מסה"כ המים שניתנו בהשקיה בתקופה אפריל-נובמבר, מדי שנה.

השפעת מנות המים על הפילוג וצפיפות השורשים. בציור 2 מובאים נתוני צפיפות השורשים במרחב בארבעה טיפולי המטרה בהם ניתנו מנות מים של 775, 663, 485 ו-867 מ"מ ובתדירות השקיה של 14, 21, 30, 40 יום,

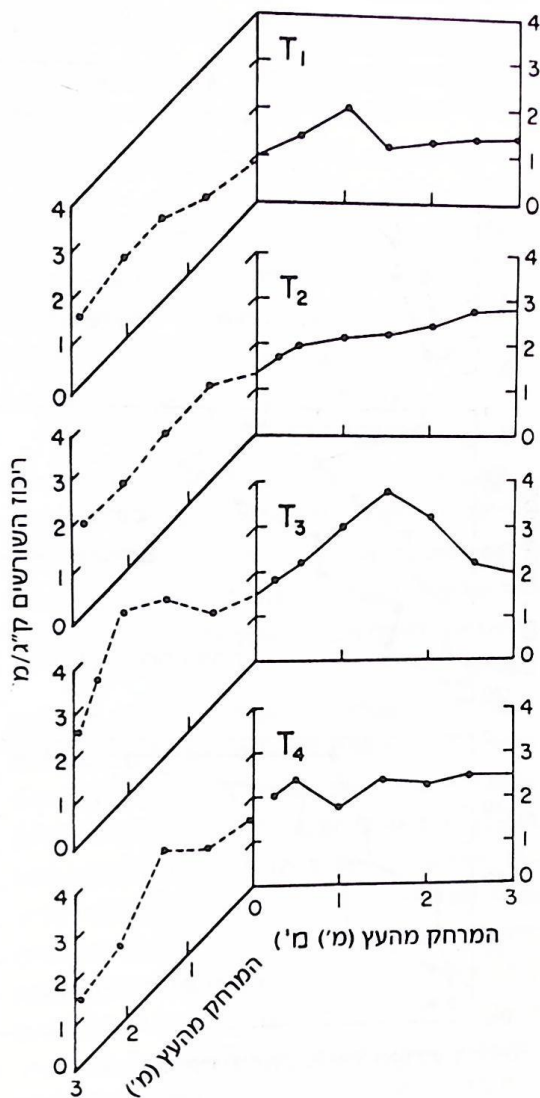
בהתאמה, וכמות גשם ממוצעת של כ־230 מ"מ בדיקות השורשים נעשו בשני צירים: ניצב לשורת העצים ובתוך השורה, במרחקים של 50 ס"מ מהעץ עד 3 מ'. נמצא שמנת המים הקטנה הפחיתה את ריכוז השורשים. בטיפול זה נמצאו כ־1.2 ק"ג/מ"ק שורשים במוצע, בעוד שבטיפולים הרטובים נע משקל השורשים בין 2.0 ל־3.5 ק"ג/מ"ק במוצע, הריכוז המקסימלי נמצא בד"כ כ־1 עד 1.5 מ' מהעץ.

ריכוז השורשים בהמטרה במרחק 3 מ' היה גבוה יחסית, ויש ליחס אותו לחפיפה של השורשים משני העצים השכנים זה לזה. ריכוז אחיד של שורשים נמצא בד"כ במרחב בתוך השורות (פרט לטיפול 3).

מעקב\* אחר פעילות השורשים בעזרת זרחן מסומן (P32). לשם קביעת התפשטות שורשים בפרדס אשכוליות מארש, נעשו בתחילת הניסוי בדיקות בעזרת זרחן מסומן (P 32). הזרקו לקרקע 12 מיליקרי של תמיסת פוספאט חופשי מנושא. ההזרקה בוצעה בעומק 40 ס"מ ב־20 חורים, בין שני עצים ובשתי חזרות. מדי שבוע נאספו דגימות עלים מהבלבול הצעיר והאקטיביות של הזרחן המסומן נספרה במונה גייגר (אחרי שעברו "איכול"). שלושה שבועות לאחר מועד ההזרקה ניתן היה להבחין בסימני קליטה ראשונים. במדידות שנעשו נמצא כי שורשי העץ קלטו את הזרחן המסומן מהמרחק המירבי של 6 מ', כיוון שהמירווח בין "עצי היבול" \*\* בטיפול השקיה אחד, לעצי היבול של טיפול השקיה שני, הוא 12 מ'. לא נמצאה קליטה חופפת בשני הטיפולים. הבדיקות הוכיחו כי התפשטות השורשים המירבית של עץ בודד היא למרחק 6 מ' בלבד.

בשנת הניסוי השניה נערכו בדיקות נוספות על מנת לקבוע את עומק ההשתרשות. הפעם עורבב הזרחן בקרקע והוכנס למקום הקידוח, בעומקים 15, 45, 75, 100 ו־135 ס"מ, ובמרחק 2 מ'.

\* הבדיקות בוצעו על־ידי ד"ר ע. כפכפי מהמחלקה לכימיה אנאורגנית ודישון, מכון לקרקע ומים, במרכז וולקני.  
\*\* "עצי יבול" - ארבעה העצים באמצע החלקה שיבולם נשקל.



הטיפול	מנות המים (מ"מ)	תכיפות ההשקיה (ימים)
T <sub>1</sub>	485	40
T <sub>2</sub>	663	30
T <sub>3</sub>	775	21
T <sub>4</sub>	867	14

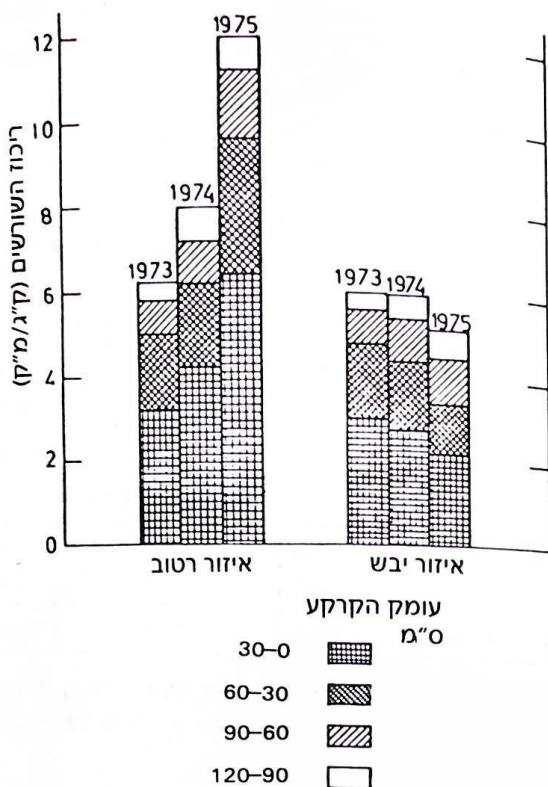
— ניצב לשורה  
--- בתוך השורה

2: השפעת מנות המים (מ"מ) על ריכוז השורשים בפרדס אשכוליות, גילת 1976. (ממוצע לשכבת הקרקע 0-60 ס"מ)

נמצאה התאמה טובה בין קליטת הזרחן המסומן והוצאת המים מהשכבות השונות.

מימצאים אלה מורים, שמרבית מערכת השורשים נמצאת בשכבה של 75-0 ס"מ, אשר ממנה הוצאו כ-80% מהמים הזמינים.

ריכוז השורשים באיזור הרטוב בחלקות שהושקו בטפטוף גדל משנה לשנה בעוד שבאיזור היבש הוא לא השתנה (ראה ציור 3).



3: התפלגות השורשים בטיפולי הטפטוף באיזור הרטוב והיבש. בפרסד אשכוליות, סעד 1975-1973.

מהעץ. הספירות בעלים מבלבול צעיר, שנעשו במונה גייגר, הורו על קליטה עד עומק 75 ס"מ, הקליטה מעומק רב יותר היתה קטנה ביותר.

השפעת הצטברות המלחים על ריכוז השורשים ופעילותם. המלחים שהצטברו משך עונת ההשקיה נשטפו בדרך כלל על ידי גשמי החורף ולא שינו כמעט את פעילות השורשים בטיפולי הטפטוף וההמטרה כאחד. רק כאשר ריכוז המלחים במי ההשקיה היה 2.0 מילימוס/ס"מ ומעלה והריכוז בתמיסת הקרקע הגיע ל-6 מילימוס/ס"מ נמצאה תמותה של שורשים בשכבות העמוקות והוצאת המים משכבות אלה פחתה.

נתוני האבפוטנספירציה Et מורים ששיעורם בחלקות שהושקו במים המלוחים ביותר קטן בכ-17% לעומת אלה שהושקו במים טובים, הסיבה היא עליה בפוטנציאל האוסמוטי של תמיסת הקרקע וכנראה גם בגלל תמותת וסובריציה של השורשים הנימיים בשכבות העמוקות - כך שפעילות השורשים מצטמצמת לשכבות העליונות. נמצאה קליטת מים ושורשים פעילים בשכבות העמוקות כאשר הפרסד הושקה במים שפירים, לפני שהצטברו המלחים עם הזמן.

טבלה 1: קליטת המים והתפלגות השורשים בפרסד אשכוליות, גילת, באחוזים

התפלגות השורשים			קליטת המים			איכות מי השקיה מילימוס/ס"מ
2.0	1.4	1.1	2.0	1.4	1.1	
						עומק הקרקע, ס"מ
						30 - 0
						60 - 30
						90 - 60
						120 - 90
						150 - 120
51	44	41	56	47	43	סה"כ Et מ"מ
31	37	37	33	34	35	
12	14	17	11	15	17	
6	5	5	0	4	4	
-	-	-	0	0	1	
			798	922	964	



טבלה 2: התפלגות השורשים (ק"ג/מ"ק קרקע) בטיפול ההשקיה השונים, פרדס סעד, 1979

100%					מרחק משורת העצים (ס"מ) תכיפות השקיה (ימים)
225	125	75	50	25	
ה מ ט ר ה					14 ( 80%) 14 (100%)
1.2 1.8	1.1 2.1	2.4 2.1	2.9 2.9	2.2 2.8	
13.9	14.8	21.3	26.8	23.1	% ממוצע
טפטוף שלוחה אחת					3 ( 80%) 3 (100%)
1.1 1.5	1.4 1.6	2.4 2.2	2.4 2.3	3.2 3.4	
12.0	13.9	21.3	22.2	30.5	% ממוצע
טפטוף שתי שלוחות					3 ( 80%) 3 (100%)
1.1 2.3	1.6 2.3	2.9 2.5	3.0 3.4	3.0 2.7	
13.6	16.6	21.6	25.5	23.2	% ממוצע

א. חובב האיזור הרטוב היה 1.1 מ' ו-1.41 מ' בחלקות שהושקו בשלוחה אחת ובשתי שלוחות, בהתאמה.  
ב. המספרים בסוגריים = מנת המים העונתית, 632 מ"מ; 803 מ"מ = 100%; 803 מ"מ = 100%.

דו"ח מסכם (1985). לשטחי ההרטבה השונים היתה השפעה על צפיפות השורשים בקרקע. בהשקיה במתלים ב-TI<sub>1</sub> ניתנה מנת מים של 550 מ"מ וב-TI<sub>2</sub> - 760 מ"מ, כאן נמצאה כמות השורשים הקטנה ביותר, כ-1 ק"ג לנפח של 1 מ"ק קרקע (ראה ציור 4) בשכבת הקרקע 0-60 ס"מ. בטיפול הרטוב TI<sub>3</sub> במתלים, כ-900 מ"מ מים, באותו שטח הרטבה גדלה כמות השורשים ל-1.5 ק"ג/מ"ק קרקע. בעומק 90 ס"מ ומטה היתה כמות השורשים זעירה ביותר. בממטיונים (טיפול M) היו 2 ק"ג שורשים ל-1 מ"ק קרקע בשכבה 0-30 ס"מ, וירידה דרגתית עם העומק. בממטירים (S) בהרטבה מלאה של השטח הגיע ריכוז השורשים בשכבת הקרקע 0-30 ס"מ ל-2.5 ק"ג/מ"ק בטיפול השקיה I<sub>3</sub> ורק 1 ק"ג/מ"ק קרקע בטיפולים I<sub>1</sub> ו-I<sub>2</sub>. מתחת לעומק זה חלה ירידה דרגתית בריכוז השורשים. מרבית השורשים בכל שטחי ההרטבה ובכל מנות המים התרכזו בשכבה 0-60 ס"מ. מעט מאוד שורשים נמצאו מתחת לעומק 90 ס"מ. כמות השורשים (הכללית וצפיפותם) של עצי השמוטי המורכבים על כנת לימטה תמוכה בחושש, קטנה יותר לעומת זו של עצי אשכוליות על חושש.

בדיקת שורשים שנעשתה בפרדס בסעד ב-1979, אחרי 4 שנים של השקיה בשיטות השונות, מורה שצפיפות השורשים בחלקות שהושקו בטפטוף היתה גדולה יחסית בהשוואה לריכוז בחלקות שהושקו בהמטרה. מרבית השורשים נמצאו באיזור הרטוב, 74% ו-70% בשלוחה אחת ושתי שלוחות, בהתאמה, לעומת 71% בחלקות שהושקו בהמטרה. ריכוז השורשים בחלקות שקיבלו 80% מכמות המים העונתית היה קטן יותר בהשוואה לחלקות שקיבלו 100%. כ-75%-85% מכלל השורשים נמצאו בשכבת הקרקע 0-90 ס"מ. שכבה זו תרמה כ-85%-90% מכמות המים שנוצלה על ידי העצים. נמצאה קורלציה טובה בין הוצאת המים וריכוז השורשים בשכבות הקרקע השונות.

התפלגות השורשים בזן שמוטי על כנת לימטה תמוכה חושש - נורדיה\*  
בניסוי זה נבחנה השפעתם של ההשקיה בהרטבה חלקית של איזור בית השורשים (ראה

\* העבודה בוצעה בשיתוף עם ש. דסברג, מהמכון לקרקע ומים, י. ארנר, מהמכון למטעים, המחלקה להדרים, ומ. ברום משירות שדה, רעננה.

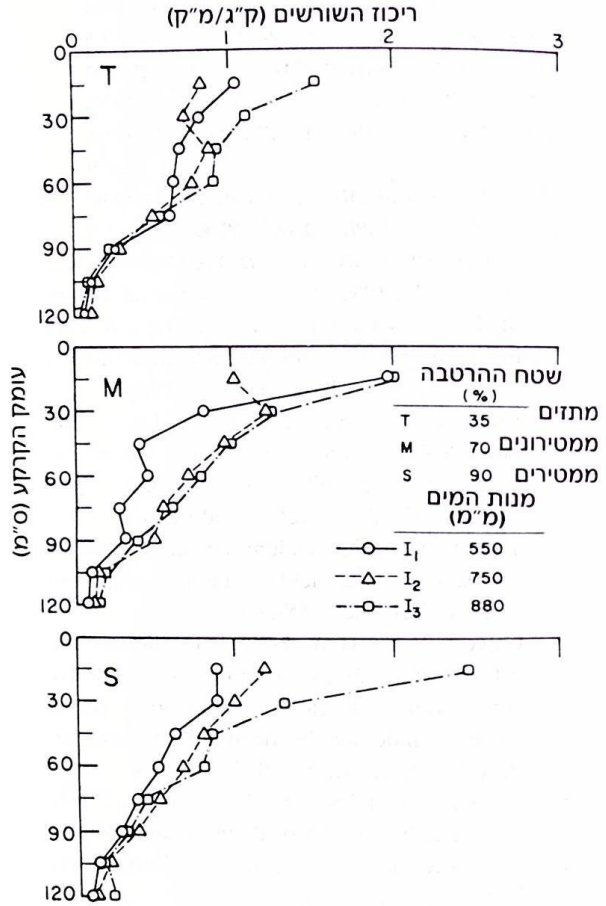
עומק השכבה, ס"מ/טיפול	TI <sub>1</sub>	TI <sub>3</sub>	SI <sub>1</sub>	SI <sub>3</sub>	מרחק מהעץ (מ')	TI <sub>1</sub>	TI <sub>3</sub>	SI <sub>1</sub>	SI <sub>3</sub>
	%	%	%	%		%	%	%	%
30-0	53	50	50	44	0	50	50	45	33
60-30	25	26	30	32	1.0	26	30	30	36
90-60	17	18	15	18	2.5	18	15	25	31
120-90	5	6	5	6		6	5		

המים הגבוהה וההרטבה העמוקה יותר, קטנו ההבדלים בין ריכוזי השורשים במרחקים השונים משורת העצים. גם בטיפול SI<sub>3</sub> לא נמצאו כמעט הבדלים בריכוז השורשים במרחב, עם זאת ריכוז השורשים באיזור היבש ובמרחק 2.5 מ' היה קטן. בטיפולי הדישון החנקני נמצאה התפתחות שורשים דומה בריכוז החנקן הבינוני והמירבי N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, ואילו בריכוז הנמוך N<sub>1</sub> נמצאה הפחתה בכמות השורשים במקביל לנסיגת הנוף.

לגשמי החורף יש השפעה מעטה על גדילת השורשים, בגלל הטמפרטורות הנמוכות בקרקע. תקופת הגדילה והתפתחות השורשים מוגבלת לשתי תקופות, האביב והסתיו המוקדמים (קרידמן 1981).

#### דיון וסיכום

בדיקות השורשים שנעשו בניסויים בפרדסים בנגב – גילת וסעד, בשרון ובנורדיה מצביעים באופן כללי על התפלגות דומה. צפיפות השורשים רבה יותר בשכבת הקרקע העליונה – ופוחתת עם העומק. עומק ההשתרשות נקבע על ידי טיפוס הקרקע, ואילו התפלגות השורשים במרחב נקבעת במידה רבה על ידי שטחי ההרטבה. קיימת ירידה בצפיפות השורשים עם המרחק משורת העצים. בהרטבה חלקית, בטפטוף ובמתזים, צפיפות השורשים רבה יותר באיזור הרטוב ופוחתת עם הזמן באיזור היבש. השורשים באיזור היבש פעילים עד אפיסת המים שנאגרו אחר גשמי החורף. בהמטרה, התפלגות השורשים במרחב דומה. צפיפות השורשים קטנה בד"כ באיזור הנמצא במחצית המרחק בין שתי שורות עצים. כמות וצפיפות השורשים פוחתת במנות מים קטנות. באופן כללי, כמות וצפיפות השורשים של עצי אשכוליות על כנת חושח גדולה יחסית בהשוואה לצפיפות השורשים של השמוטי על לימטה. בגלל הוריאביליות של



4: התפלגות השורשים בטיפולי ההרטבה ומנות המים (מ"מ) השונים, נורדיה 1983

בטבלה 3 מובאת ההתפלגות היחסית באחוזים של השורשים בעומק ובמרחב. שטחי ההרטבה השונים השפיעו בצורה ברורה על ריכוז השורשים במרחב. בטיפול ההשקיה TI<sub>1</sub> ו-SI<sub>1</sub> נמצאו הריכוזים הגבוהים ביותר של השורשים על ידי שורת העצים, וההפחתה עם המרחק היתה בהתאם לעקום פיזור המים של המתזים או עומק ההרטבה הרדוד של הממטירים. ב-TI<sub>3</sub>, במנת



יששכר וניסים שרבני - המחלקה להשקיה, על  
ביצוע דיגום השורשים בניסויים.  
המחקרים מומנו על ידי נציבות המים, המועצה  
לשיווק פרי-הדר, ענף ההדרים וקמ"ח.

#### ספרות:

1. בילורי ח. 1967. השפעת משטרי הרטיבות בקרקע  
על משק המים וההתמעה של שתילי הדרים.  
עבודת דוקטור, האוניברסיטה העברית ירושלים.
2. בילורי ח. דסברג ש., ארנר י., מ. ברום. 1985.  
תגובת פרדס למשטרי השקיה ודישון בהרטבה  
חלקית של איזור בית השורשים, נורדיה 1977-  
1984. דו"ח מסכם, מרכז וולקני, המכון לקרקע  
ומים.
3. מנטל א., א. גואל 1972. התגובה של עצי שמוטי  
למשטרי השקיה שונים. (שפלת החוף 70/71)  
המחלקה לפרסומים מדעיים. פרסום מקדים 709.
4. Bielorai, H. 1982. The effect of partial wetting  
of the root zone on yield water use efficiency  
in a drip and sprinkler-irrigated mature  
grapefruit grove. *Irrig. Sci.* 3: 84-100.
5. Bielorai, H., J. Shalhevet and Y. Levy. 1978.  
Grapefruit response to variable salinity in  
irrigation water. *Soil Science*, 61-70.
6. Bielorai, H., Shalhevet, J. and Levy, Y. 1983.  
The effect of high sodium irrigation water on  
soil salinity and yield of mature grapefruit  
orchard. *Irrig. Sci.* 255-266.
7. Calvert, D.V., H.W. Ford, E.H. Stewart and  
F.G. Martin. 1977. Growth response of twelve  
citrus rootstock-scion combinations on a  
spodosol modified by deep tillage drainage.  
*Proc. Int. Soc. Citric.* Vol. 1: 279-284.
8. Castle, W.S. 1978. Citrus root systems, their  
structure, function, growth and relationship to  
tree performance. *Proc. Int. Soc. Citriculture*.  
Vol. 1: 62-64.
9. Ford, W.H. 1954. The influence of rootstock  
and tree age on root distribution of citrus.  
*Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63: 132-142.
10. Kriedemann, P.E. and H.D. Barrs. 1981.  
Citrus orchards in water deficit and plant  
growth. Edited by T.T. Kozlowski 325-417.  
Academic Press Inc., New York, London.
11. Oppenheimer, H.R. and Mendel, K. (1934)  
Some experiments on water relations in citrus  
trees. *Hadar VII* 2-23.
12. Pat, Y., D., Carmeli and Z. I. Zafrir (1966)  
Influence of soil physical conditions on root  
development and on productivity of citrus  
trees. *Soil Sci.* 102(2) 82-84.

הקרקע בשרון, השורשים של עצי השמוטי  
מופיעים בקבוצות וצפיפותם נקבעת כאמור על  
ידי מבנה הקרקע. שורשים מועטים נמצאו  
בכתמי הנזז בשרון. בגילת פחתו השורשים  
בהשפעת הצטברות מלחים בשכבות העמוקות  
בפרדס אשכוליות שהושקה במים מלוחים.  
נמצאו פחות שורשים בחלקות שקיבלו דישון  
חנקני נמוך. נמצאה התאמה טובה בין צפיפות  
השורשים והוצאת המים משכבות הקרקע  
השונות. מרבית השורשים, כ-45%-50%, נמצאו  
בשכבת הקרקע 0-30 ס"מ.

כ-75% עד 80% מהשורשים נמצאו בשכבת  
הקרקע 0-60 ס"מ המוגדרת איזור השורשים  
העיקרי. השורשים קלטו מעומק זה כ-80%-  
85% מכלל המים שסופקו לעצים על ידי  
ההשקיה וגשמי החורף. התאמה זו בין צפיפות  
השורשים וקליטת המים דומה באשכוליות  
ובתפוזים. מימצאים דומים מובאים בעבודתם של  
א. מנטל וא. גואל (1972) בניסוי שנערך בפרדס  
מבוגר של שמוטי על לימטה, בקרקע חולית.

מידע מועט קיים לגבי התפתחות השורשים  
של עצי הדר בקרקע כבדה. בסקר שנעשה על ידי  
פת וחובריו (1966) בפרדסים נטועים בקרקע  
כבדה, נמצאה קורלציה טובה בין התפתחות  
השורשים וצפיפותם לבין אחוז האויר בקרקע  
והיבול. סף אחוז האויר הקריטי הוגדר כ-10%.  
ריכוז נמוך של חמצן מגביל את גדילת השורשים.  
אין כמעט מגבלה של איוורור להתפתחות  
שורשים בקרקעות קלות.

המעבר מהשקיה בהמטרה להשקיה בטפטוף  
(בסעד) או למתזים (בנורדיה) לא פגע בתגובת  
העצים ליצירת יבולים, ומערכת השורשים  
בהרטבה חלקית מתאימה את עצמה, תוך זמן  
קצר, לשינוי שיטת ההשקיה. צפיפות השורשים  
באיזור המורטב גדלה עם השנים. מאידך,  
אספקת המים והדשן לאיזור בו נמצאת מערכת  
השורשים העיקרית מגדילה את יעילות ניצול  
המים והדשן ומשפיעה להגדלת יבולים. בסיכום,  
יש להתחשב במערכת השורשים בקביעה  
והתאמה של מימשק המים והדשן בפרדס.

#### הבעת תודה

תודתי לטוביה גוטמן, משה זדה וציון לזר -  
מתחנת הנסיונות גילת. לאריה חימוביץ, ישראל



# The effect of irrigation management on root distribution and activity of citrus trees

H. Bielorai, Volcani Center,  
Institute of Soil and Water, Bet Dagan, Israel

## Abstract

The effect of various soil moisture regimes and irrigation methods on root distribution and activity of grapefruit on sour orange rootstock and of shamouti orange on sweet lime rootstock inarched with sour orange was investigated in the Negev and Sharon regions.

Roots were sampled by coring. The effects of various seasonal water amounts, soil type, irrigation methods (sprinkler, drip and microjets irrigation) to compare complete covering versus partial wetting were determined.

Root distribution and activity of grapefruit and orange trees is similar in depth and space. However, root density of grapefruit is greater than orange.

Most of the roots, about 80%, are concentrated in the 0–60 cm layer, and about 85% of the water is extracted from this depth. Root concentration diminished with distance from the tree line.

By partial wetting (achieved by dripping or microjets) wet and dry zones are established. Root concentration increased with time in the wet zone, while it remained almost constant in the dry zone. Root activity almost ceased in the dry zone after water stored by winter rainfall was depleted. A high correlation between root density in the various soil layers and water depletion was observed.

The practical implication of root density and distribution should be considered in citrus irrigation and fertilization management.