

משרד החקלאות דו"ח לתוכניות מחקר

לקרן המדען הראשי

א. נושא המחקר (בעברית)	קוד זיהוי
ייעול השימוש במים ובדשנים בגידול תפוא"א באמצעות השקיה בטפטוף בספיקות נמוכות	857069514

ג. כללי		
מוסד מחקר של החוקר הראשי		
אוניברסיטת בן-גוריון, המכונים לחקר המדבר, המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה		
תאריכים	סוג הדו"ח	
תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון	תקופת המחקר עבודה מוגש הדו"ח	שנתי
שנה / חודש	שנה / חודש	שנה / חודש
02 / 2016	05 / 2015	06 / 2014

ב. צוות החוקרים		
שם פרטי	שם משפחה	
אריה	גלבע	חוקר ראשי
חוקרים משניים		
לזרוביץ' פיין	נפתלי פנחס	1 2 3 4 5 6 7

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח בשקלים
מדען ראשי	110000	

ה. תקציר שים לב על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתובת דיווחים במחקר זה הוצע לבחון את השימוש בטפטוף בספיקה נמוכה לגידול תפוחי אדמה – גידול הידוע ברגישותו לעקות מים וחום. בטפטוף בספיקה נמוכה ניתן לשמור על תכולת רטיבות מיטבית וקבועה באזור בית השורשים במהלך עונת הגידול, להגדיל את זמינות המים, החמצן ויסודות הזנה לצמח וכן להפחית נגיעות של מחלות נוף המעודדות בהרטבתו. ממשק של השקיה בטפטוף בספיקה נמוכה עשוי להוביל לחסכון משמעותי בתשומות מים ודשן תוך מזער פוטנציאל הזיהום של מי תהום. יחד עם זאת, כיום, הרוב הכמעט מכריע של החקלאים עושה שימוש בהשקיה בהמטרה בגידול תפוא"א. מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התכונות גידול תפוא"א בהשקיה זעירה יעילות ההשקיה ומתן דשן חנקני. המחקר התבצע בשטחי הגד"ש של קיבוץ יטבתה הסמוכים לקיבוץ. מערך הניסוי בכל שנת מחקר כלל 12 טיפולים ב-4 חזרות עבור כל טיפול. בשנת המחקר הראשונה והשנייה, בחנו מהו השילוב האופטימלי של ספיקת טפטוף, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה. בשנת המחקר השלישית נבחנה יעילות מתן הדשן החנקני כתלות במנת ההשקיה עבור ספיקת ומרווח זהה בין הטפטפות. תוצאות המחקר מלמדות כי עבור ספיקות הטפטפות והמרווחים בין הטפטפות אין הבדל משמעותי ביבול שהתקבל ואיכותו. הגורם העיקרי שמשפיע הוא מנת ההשקיה לאורך כל עונת הגידול. יעילות מתן המים, דהיינו, היבול ביחס למנת ההשקיה, יורדת עם העלייה במנת ההשקיה, ללא תלות מובהקת במרווח או ספיקת הטפטפות. בחינת יעילות מתן הדשן החנקני בשנה השלישית, מלמדת כי ניתן לצמצם ב- 50% את מנת הדשן הנהוגה כיום (100 מג"ל). יתרה מזאת, גם כאשר ניתן רק קומפוסט כמקור לחנקן, עדיין התקבל יבול סביר (4-5 טון/דונם) שבחלק מהמקרים לא נבדל באיכותו (אורך, קוטר) מטיפולי הדשן. פרוס ריכוז צורוני החנקן בחתך הקרקע בתום הגידול הראה כי הצורון העיקרי הוא חנקן חנקתי אשר הצטברותו ניכרת בפני הקרקע עם העלייה במנת ההשקיה בממשק דישון רציף בריכוז נתון. נמצא כי חלקו היחסי של החנקן האורגני מהווה חלק ניכר מהחנקן הכללי ולכן יש לתת על כך את הדעת בחישוב מאזן החנקן הזמין בית השורשים.

1. אישורים
הנני מאשר שקראתי את ההנחיות להגשת דיווחים לקרן המדען הראשי והדו"ח המצ"ב מוגש לפיהן

	מנהל המחלקה	מנהל המכון (פקולטה)	אמרכלות (רשות המחקר)	רשות המחקר	תאריך (שנה) (חודש) (יום)
גלבע אריה חוקר ראשי					

אריה

דו"ח התקדמות – מחקר במימון המדען הראשי של משרד החקלאות

דו"ח לתוכנית מחקר 857069514

ייעול השימוש במים ובדשנים בגידול תפוז"א באמצעות השקיה בטפטוף בספיקות נמוכות

Increasing water and fertilizers use efficiency in potato using low discharge drip irrigation

גלבוה אריה (aryeg@bgu.ac.il), המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה באזורים צחיחים, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, שדה בוקר 84990.

נפתלי לזרוביץ, (lazarovi@bgu.ac.il), המכון לחקלאות וביוטכנולוגיה באזורים צחיחים, המכונים לחקר המדבר, אוניברסיטת בן גוריון בנגב, שדה-בוקר 84990.

פנחס פיין (finep@volcani.agri.gov.il), המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן 50250.

אלי ורד (eli.vered@netafim.com) - נטפים

Gilboa Arye (aryeg@bgu.ac.il), Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, the Jacob Blaustein Institutes for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, Midreshet Ben Gurion, 84990.

Naftali Lazarovitch (lazarovi@bgu.ac.il), Institute for Agriculture and Biotechnology of Drylands, the Jacob Blaustein Institutes for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, Midreshet Ben Gurion, 84990.

Pinchas Fine (finep@volcani.agri.gov.il), Agricultural Research Organization, Volcani Center, Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Bet-Dagan 50250.

Eli Vered (eli.vered@netafim.com) – NETAFIM

פברואר 2016

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר



תוכן עניינים

4.....	א. תקציר
4.....	ב. מבוא
5.....	ג. מטרות המחקר
5.....	ד. פירוט עיקרי הניסויים
8.....	ה. תוצאות
6.....	i. יבול כמות ואיכות
13.....	ii. אנליזות בחתך הקרקע
16.....	ו. דיון וסיכום
17.....	ז. ביבליוגרפיה

א. תקציר

במחקר זה הוצע לבחון את השימוש בטפטוף בספיקה נמוכה לגידול תפוחי אדמה – גידול הידוע ברגישותו לעקות מים וחום. בטפטוף בספיקה נמוכה ניתן לשמור על תכולת רטיבות מיטבית וקבועה באזור בית השורשים במהלך עונת הגידול, להגדיל את זמינות המים, החמצן ויסודות הזנה לצמח וכן להפחית נגיעות של מחלות נוף המעודדות בהרטבתו. ממשק של השקיה בטפטוף בספיקה נמוכה עשוי להוביל לחסכון משמעותי בתשומות מים ודשן תוך מזעור פוטנציאל הזיהום של מי תהום. יחד עם זאת, כיום, הרוב הכמעט מכריע של החקלאים עושה שימוש בהשקיה בהמטרה בגידול תפוחי אדמה. מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התכנות גידול תפוחי אדמה בהשקיה זעירה יעילות ההשקיה ומתן דשן חנקני. המחקר התבצע בשטחי הגדילה של קיבוץ יטבתה הסמוכים לקיבוץ. מערך הניסוי בכל שנת מחקר כלל 12 טיפולים ב-4 חזרות עבור כל טיפול. בשנת המחקר הראשונה והשנייה, בחנו מהו השילוב האופטימלי של ספיקת טפטפת, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה. בשנת המחקר השלישית נבחנו יעילות מתן הדשן החנקני כתלות במנת ההשקיה עבור ספיקת ומרווח זהה בין הטפטפת. תוצאות המחקר מלמדות כי עבור ספיקות הטפטפת והמרווחים בין הטפטפות אין הבדל משמעותי ביבול שהתקבל ואיכותו. הגורם העיקרי שמשפיע הוא מנת ההשקיה לאורך כל עונת הגידול. יעילות מתן המים, דהיינו, היבול ביחס למנת ההשקיה, יורדת עם העלייה במנת ההשקיה, ללא תלות מובהקת במרווח או ספיקת הטפטפת. בחינת יעילות מתן הדשן החנקני בשנה השלישית, מלמדת כי ניתן לצמצם ב-50% את מנת הדשן הנהוגה כיום (100 מג"ל). יתרה מזאת, גם כאשר ניתן רק קומפוסט כמקור לחנקן, עדיין התקבל יבול סביר (4-5 טון\דונם) שבחלק מהמקרים לא נבדל באיכותו (אורך, קוטר) מטיפולי הדשן. פרוס ריכוז צורוני החנקן בחתך הקרקע בתום הגידול הראה כי הצורון העיקרי הוא חנקן חנקתי אשר הצטברותו ניכרת בפני הקרקע עם העלייה במנת ההשקיה בממשק דישון רציף בריכוז נתון. נמצא כי חלקו היחסי של החנקן האורגני מהווה חלק ניכר מהחנקן הכללי ולכן יש לתת על כך את הדעת בחישוב מאזן החנקן הזמין בית השורשים.

ב. מבוא

אזורי הגידול העיקריים של תפוחי אדמה (תפוחי אדמה) בישראל הם הנגב המערבי ואבשלום (75%), השרון (20%) והערבה הדרומית והגליל (5%). הייצור השנתי הממוצע נאמד ב-625 אלף טונות, והמזרע הסתווי שווה בערך למזרע האביבי, אך יבולי המזרע האביבי גדולים באופן משמעותי. המחסור החריף במים שפירים בשנים האחרונות הביא לקיצוץ בהקצאת המים לגידול תפוחי אדמה שפוצתה בחלקה (בעיקר בדרום) בשימוש במי שפדין ובמים מליחים. שיטת ההשקיה הרווחת בגידול תפוחי אדמה היא המטרה ומיוחסים לה יתרונות תפעוליים בעיקר בהנבטה, ביישום קוטלי עשבים, בבקרת תהליך היווצרות הקליפה לאחר שריפת הנוף וכן בפינוי השטח מצידוד ההשקיה לפני האסיף. יחד עם זאת, ההשקיה בהמטרה אינה ממוקמת בפס הצמחים (כ-40% מהשטח), אלה מפוזרת בכל שטח השדה. כפועל יוצא, חלק ניכר ממי ההשקיה אינו נצרך ע"י הגידול ומחלחל ללא תכלית או מתאייד ישירות מפני הקרקע החשופה. השילוב של יעילות ההשקיה נמוכה יחד עם יעילות נמוכה באחידות פיזור המים, בא לידי ביטוי ביישום כמות עודפת של דשנים – בעיקר דישון חנקני, בכדי לפצות על שטיפתם אל מעבר לנפח בית השורשים הרדוד של תפוחי אדמה. במחקר זה נבחנו האפשרות לגדל תפוחי אדמה בטפטוף בספיקת טפטפת נמוכה בכדי לתת מענה לצורך בחסכון בתשומות מים, דשן ומזעור פוטנציאל זיהום מי התהום כמו גם הפחתת נגיעות למחלות המעודדות בהרטבת הנוף, תחת ההשקיה בהמטרה. השערת המחקר היא כי ממשק

השקיה בו יישומו מי ההשקיה בספיקה נמוכה, יאפשר לשמור על תכולת רטיבות מיטבית וקבועה יחסית בנפח בית השורשים וכן להגדיל את זמינות המים ויסודות ההזנה לצמח.

ג. מטרת המחקר

מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התכונות גידול תפוז"א בהשקיה זעירה – ספיקת טפטפת נמוכה מתמשכת.

מטרת המשנה של המחקר הן :

1. לבחון את יעילות ההשקיה בטפטוף בספיקות נמוכות כתלות בממשק ההשקיה (ספיקת טפטפת, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה).
2. לכמת את יעילות מתן הדשן החנקני בהשקיה בטפטוף בספיקות נמוכות.

מטרת המחקר הייחודית בשלוש שנות המחקר היו כדלהלן :

- א. מטרת המחקר הייחודית לשנת המחקר הראשונה הייתה: לבחון מהו השילוב האופטימלי של ספיקת טפטפת, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה.
- ב. מטרת המחקר הייחודית לשנת המחקר השנייה הייתה: לבחון מהו השילוב האופטימלי של מרווח בין טפטפות ומנת השקיה המיושמת בספיקה נתונה.
- ג. מטרת המחקר הייחודית לשנת המחקר השלישית הייתה: לבחון את יעילות מתן הדשן החנקני עם מערכת הטפטוף, כתלות במנת ההשקיה עבור ספיקת ומרווח זהה בין הטפטפת.

ד. פירוט עיקרי הניסויים

בשלוש שנות המחקר גודלו תפוז"א מזן Hermes בשטחי הגד"ש של קיבוץ יטבתה הסמוכים לקיבוץ. מרקם הקרקע הוא חול-סילטי (83% חול, 8%, סילט ו- 9% חרסית), צפיפות גושית 1.3 ג'סמ"ק, תכולת רטיבות ברוויה 36% ומוליכות הידראולית ברוויה 0.15 מ'שעה. זריעת תפוז"א התבצעה לקראת סוף אוקטובר והטמנת שלוחות הטפטוף התבצעה כשלושה ימים לאחר מכן. מליחות מי ההשקיה הזמינים לגידול תפוז"א ביטבתה נעה בין 2-4 דציסימנס/מטר ומשתנה במהלך עונת ההשקיה. אי לכך, לא ניתן לעשות שימוש במים אלו בהמטרה, למעט השקיות-הנבטה עד לתחילת הנביטה. השקיות הנבטה התבצעו בהמטרה במנות של כ-12 מ"מ/יום כל שלושה ימים עד למנת השקיה מצטברת של כ-100 מ"מ. רמת המשקעים עד לתחילת טיפולי המחקר הייתה זניחה (כשניים עד שלושה אירועי גשם בכל שנת מחקר בשיעור של כ-5 מ"מ). ממשק הדישון בשתי שנות המחקר הראשונות, כלל פיזור קומפוסט מפרדה בשיעור של 4 מ"ק/דונם לפני הזריעה ודישון יחד עם מערכת ההשקיה (דשן "יעילית") בשיעור של כ 100 מ"ג חנקן וליטר. בשנת המחקר השלישית, נבחנה יעילות מתן דשן חנקני עם מערכת ההשקיה בטפטוף ושיעורי הדשן שנבחנו היו 0, 50 ו- 100 מ"ג חנקן וליטר. מערך הניסוי בכל שנת מחקר כלל 12 טיפולים ב-4 חזרות עבור כל טיפול (סה"כ 48 חלקות - גודודיות). עבור כל חזרה (מתוך 4) בטיפול נתון, הוקצו 3 גודודיות באורך 15 מטר, כאשר החזרות פוזרו באופן אקראי בשטח המחקר. הדיגום במהלך ובסוף המחקר התבצע בגודודית המרכזית של כל טיפול.

בתום הגידול נאספו פקעות תפוח"א משטח של כ-2 מ"ר (אורך 200 ס"מ ברוחב הגדודית 90 ס"מ) שמוקם במרכז הגדודית האמצעית של כל חזרה. משקל היבול מכל 4 חזרות נמדד ועבור 2 חזרות מכל טיפול נערכו מדידות פרטניות של אורך, קוטר ומשקל, של כל הפקעות (כ-2000 פקעות)

האנליזות שהתבצעו במהלך הגידול הן: (1) ריכוז החנקן (החנקתי) במוהל הפטוטרות, (2) SPAD, (3) תכולת חנקן בעלים (לאחר ייבוש). המדידות לעיל התבצעו 5-6 פעמים במהלך עונת הגידול בעלים רביעי וחמישי מהעלה הצעיר. כמו כן, פרופיל הקרקע בית השורשים (0-60 ס"מ) נדגם בתחילת ובסוף הגידול. האנליזות הכימיות בדוגמאות הקרקע נמדדו לאחר מיצוי ביחס של 1:1 קרקע מים מזוקקים. תיאור מערכי הניסויים בשנה הראשונה והשנייה של המחקר הוצג בדו"חות הקודמים. מערך הניסוי עבור שנת המחקר השלישית מוצג באיור 1.

סיכום הטיפולים שנבחנו בכל אחת משלוש שנות המחקר מוצג בטבלה 1. מנת ההשקיה המצטברת (שהוגדרה כ-100%) שנמדדה במהלך כל אחת מעונות ההשקיה הייתה: 624 מ"מ בשנה הראשונה, 618 מ"מ בשנה השנייה ו-557 מ"מ בשנה השלישית למחקר. טיפולי מנת ההשקיה (כאחוזים ממנת ה-100%) עקבו בצורה טובה אחר המנה המתוכננת בהתאם לטיפולים שהוגדרו.

טבלה 1: סיכום הטיפולים בכל אחת משלוש שנות המחקר

שנה ג'	שנה ב'	שנה א'	טיפול
0.7	0.6	0.6, 1.6	ספיקה (ליטר\שעה)
25	25, 50	20, 40	מרווח בין טפטפות (ס"מ)
40,60,80,100	40,50,60,80,100, 120	40,60,80,100,120	מנת השקיה (%)
0, 50, 100	100	100	דשן חנקני (מג"ל)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Tap-1	Tap-1	Tap-1	Tap-2	Tap-2	Tap-2	Tap-3	Tap-3	Tap-3	Tap-4	Tap-4	Tap-4
B	Tap-5	Tap-5	Tap-5	Tap-6	Tap-6	Tap-6	Tap-7	Tap-7	Tap-7	Tap-8	Tap-8	Tap-8
C	Tap-9	Tap-9	Tap-9	Tap-10	Tap-10	Tap-10	Tap-11	Tap-11	Tap-11	Tap-12	Tap-12	Tap-12
D	Tap-11	Tap-11	Tap-11	Tap-9	Tap-9	Tap-9	Tap-12	Tap-12	Tap-12	Tap-10	Tap-10	Tap-10
E	Tap-3	Tap-3	Tap-3	Tap-1	Tap-1	Tap-1	Tap-8	Tap-8	Tap-8	Tap-6	Tap-6	Tap-6
F	Tap-7	Tap-7	Tap-7	Tap-5	Tap-5	Tap-5	Tap-4	Tap-4	Tap-4	Tap-2	Tap-2	Tap-2
G	Tap-11	Tap-11	Tap-11	Tap-10	Tap-10	Tap-10	Tap-5	Tap-5	Tap-5	Tap-4	Tap-4	Tap-4
H	Tap-7	Tap-7	Tap-7	Tap-6	Tap-6	Tap-6	Tap-1	Tap-1	Tap-1	Tap-8	Tap-8	Tap-8
I	Tap-3	Tap-3	Tap-3	Tap-2	Tap-2	Tap-2	Tap-9	Tap-9	Tap-9	Tap-12	Tap-12	Tap-12
J	Tap-2	Tap-2	Tap-2	Tap-12	Tap-12	Tap-12	Tap-3	Tap-3	Tap-3	Tap-9	Tap-9	Tap-9
K	Tap-10	Tap-10	Tap-10	Tap-8	Tap-8	Tap-8	Tap-7	Tap-7	Tap-7	Tap-5	Tap-5	Tap-5
L	Tap-6	Tap-6	Tap-6	Tap-4	Tap-4	Tap-4	Tap-11	Tap-11	Tap-11	Tap-1	Tap-1	Tap-1

Tap#	Treatment	Discharge	Spacing
1,2,3,4	F0%	0.7 L/h	25 cm
5,6,7,8	F50%	0.7 L/h	25 cm
9,10,11,12	F100%	0.7 L/H	25 cm

Tap#	Irrigation
1,5,9	40
2,6,10	60
3,7,11	80
4,8,12	100

איור 1: בטבלה העליונה מפורטת סכמת מערך הניסוי (שנה שלישית) – טיפולי ההשקיה ופיזורם בחלקת המחקר. בטבלה הימנית למטה מפורטים טיפולי מנות ההשקיה (Irrigation) בהתאם למספר ברז (Tap#). בטבלה שמאלית למטה, מפורטים טיפולי הדשן (F).



איור 2: הטמנת שלוחות הטפטוף בהתאם לטיפולי המחקר (ימין למעלה); תחילת ההשקיה בטפטוף (שמאל למעלה); שדה המחקר (ימין למטה); אסיף יבול תפוז"א ב- (שמאל למטה).

יבול – כמות ואיכות

תוצאות יבול תפוחי האדמה (כמשקל כולל) שהתקבלו בהתאם לטיפול המחקר בכל שנה מוצגים באיור 3. בהקשר זה, מפורטות להלן התובנות העיקריות:

ממצאי השנה הראשונה של המחקר מלמדים כי באמצעות שילוב בין השקיה בהמטרה (להנבטה) וטפטוף ניתן להגיע ליבול תפוחי אדמה גבוה, שאינו נופל מזה המדווח עבור יבול תפוחי אדמה שהתקבל בהמטרה בלבד. יתרה מזאת, ניתן להביא לחסכון משמעותי (כ-20%) במנות ההשקיה וליישם רק כ-80% מהמנה אותה מיישם החקלאי כיום. העובדה כי במנה זאת היבול הגבוה יותר התקבל ללא תלות במרווח וספיקת הטפטפת, מלמד כי גם ניתן לחסוך בעלות מערכת ההשקיה ע"י ריווח הטפטפות.

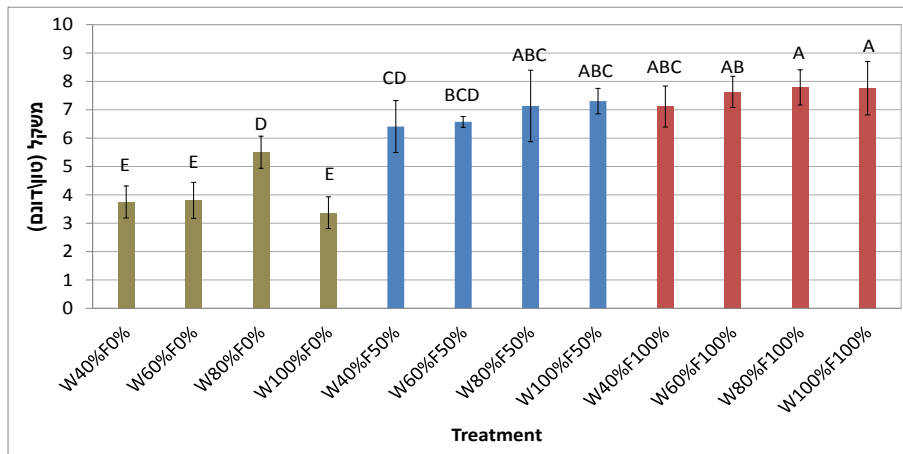
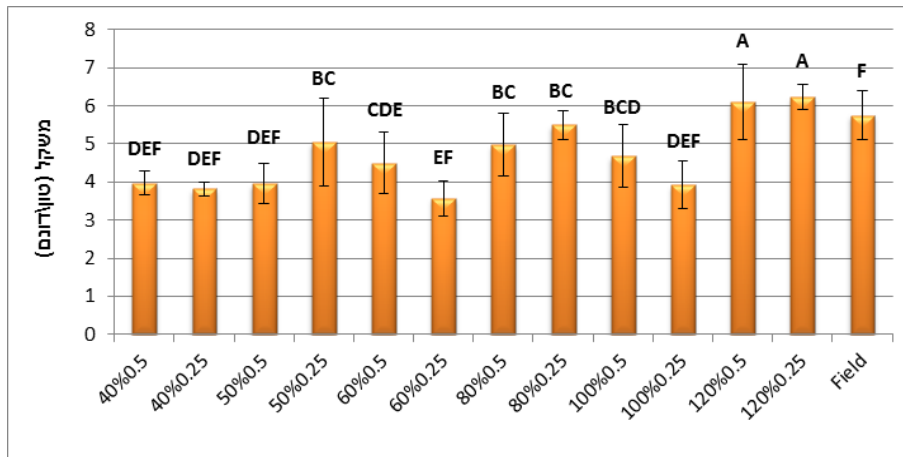
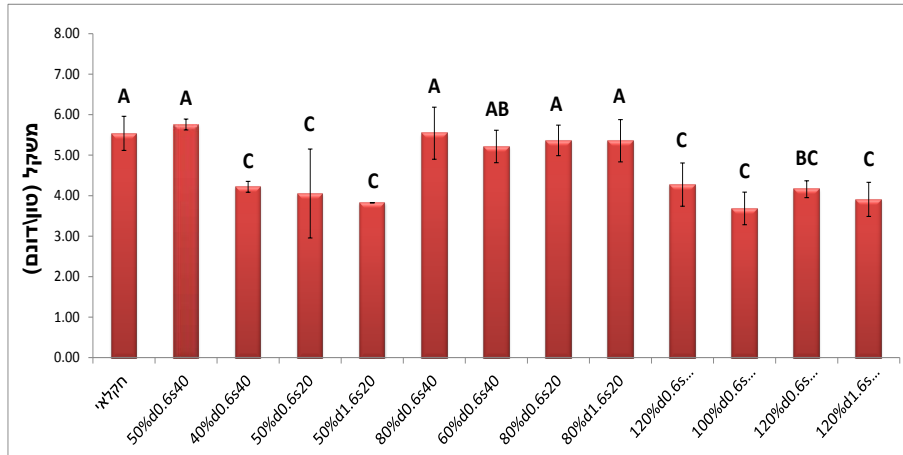
ממצאי השנה השנייה של המחקר עקבו אחר הממצאים משנת המחקר הראשונה, גם עבור מרווח טפטפות גבוהה יותר ובחינה מפורטת יותר של מנות ההשקיה. כמו כן, נמצא כי ניתן ליישם מנות מים נמוכות (יחסית ל-100%) אשר יביאו ליבול זהה או ליתר דיוק אינו נבדל סטטיסטית. יתרה מזאת, באופן כללי, נמצא בשתי שנות המחקר, כי בהשקיה בטפטוף בספיקה נמוכה-מתמשכת, יעילות מתן המים (איור 4), דהיינו, היבול ביחס למנת ההשקיה, יורדת עם העלייה במנת ההשקיה, ללא תלות מובהקת במרווח או ספיקת הטפטפת.

בשנת המחקר השלישית הושם הדגש על בחינת יעילות מתן הדשן החנקני עבור ספיקת טפטפת ומרווח קבוע וארבע מנות השקיה. בחינת היבול הכללי כתלות בטיפול הדשן מציגה ההבדל משמעותי בין החלקות בהם יושם קומפוסט בלבד לבין החלקות בהם יושם דשן חנקני בשיעור 50 ו-100 מג"ל במשך כמעט כל עונת ההשקיה - בין טיפולי דשן אלה לא נמצא הבדל מובהק. מכאן ניתן להסיק כי ניתן לחסוך בכ-50% בכמות הדשן המיושמת. ראוי לציין כי גם ללא מתן דשן כלל (קומפוסט בלבד), עדיין מתקבל יבול הנע בין 4-5 טון לדונם בהשוואה ל-5-6 טון לדונם. גם בשנה זאת התקבלה תמונה ברורה של יעילות מתן המים (איור 4). עבור מנת דשן נתונה, עם הירידה במנת ההשקיה עולה היעילות. יחד עם זאת, ניתן לראות כי עבור מנת מים נתונה, היעילות יורדת עבור הטיפול בו לא יושם דשן אך נבדלת באופן משמעותי בין טיפולי הדשן.

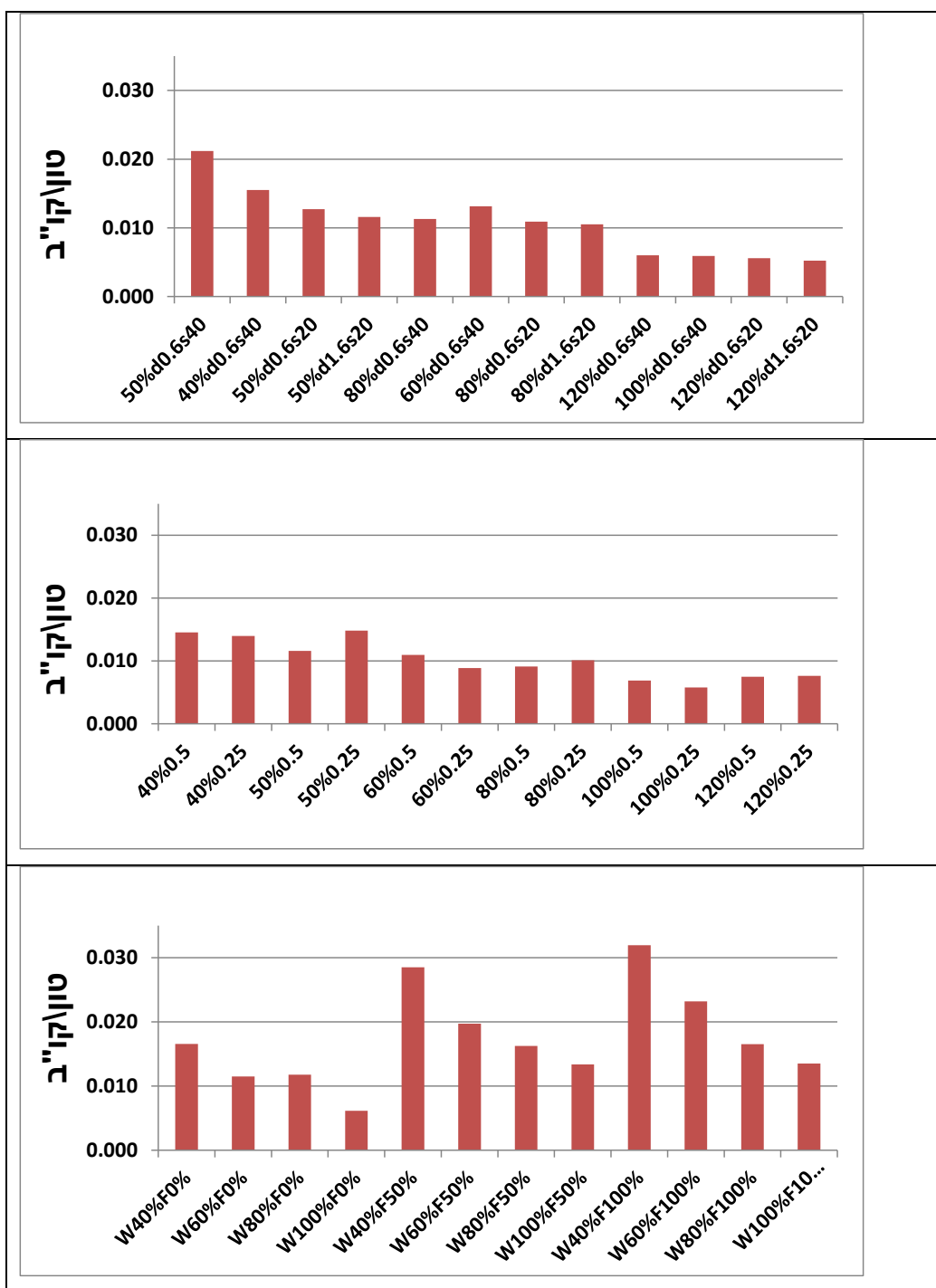
בחינה נוספת שהתבצעה בכל אחת משנות המחקר הייתה של התפלגות משקל, אורך וקוטר תפוחי האדמה. התוצאות הוצגו כשכיחות משקל תפוחי אדמה - אחוז ממספר תפוחי אדמה שנספרו עבור טיפול נתון.

בשנת המחקר הראשונה נמצא כי אחוז משקל תפוחי אדמה הנמוך מ-100 גרם נע בין 30-35% בטיפול בו מנת ההשקיה הייתה 80%. בטיפול בו מנת ההשקיה הייתה 120% אחוז משקל תפוחי אדמה הנמוך מ-100 גרם נע בין 40-60% ובטיפול מנות ההשקיה הנמוכות (40 ו-50) בין 40-50%. מאחר ואחד הקריטריונים לשיווק תפוחי אדמה הוא גם גודלם (אורך וקוטר) נבחן המתאם בין משקל קוטר או אורך תפוחי אדמה. ניתן לראות כי ניתוח הנתונים עבור משקל תפוחי אדמה הנמוך מ-100 גרם עוקב אחר קוטר תפוחי אדמה של כ-50 מ"מ ואורך של כ-70 מ"מ.

תוצאות דומות התקבלו בשנת המחקר השנייה. אחוז משקל תפוחי אדמה הנמוך מ-100 גרם היה גבוה יותר עבור מנות ההשקיה הנמוכות – שכיחות גבוהה יותר מ-100 ג' ימינה. עם העלייה במנת ההשקיה ניתן לראות התפלגות רחבה יותר.



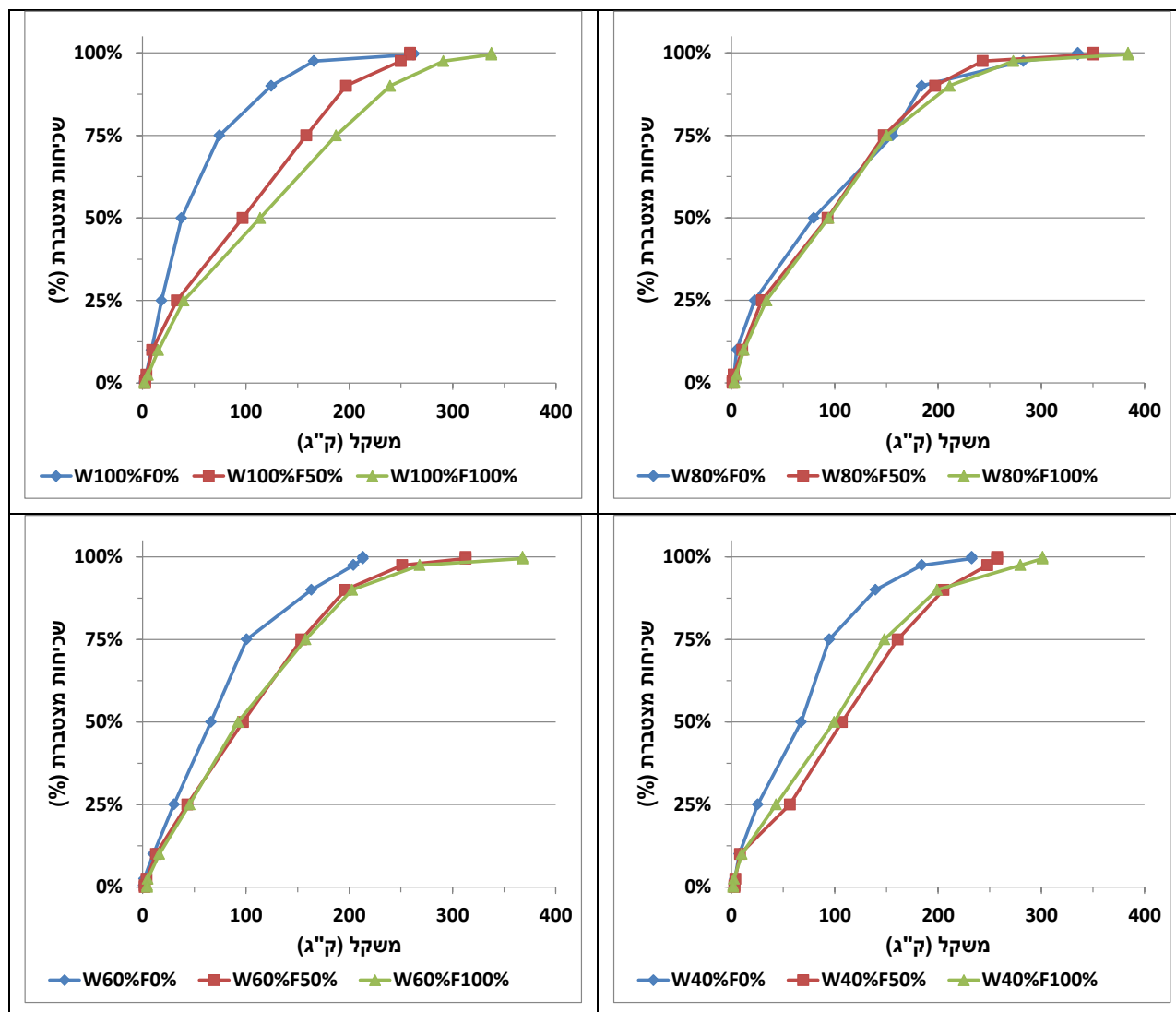
איור 3: ממוצע (n=4) משקל כולל של תפוא"א כפי שנדגם משטח של 200×90 ס"מ בארבע גדודיות. הקווים האנכיים מציינים את סטיית התקן. טיפולים בעלי אות משותפת, אינם נבדלים באופן מובהק ($\alpha=0.05$, student's test).



איור 4: יעילות השקיה - תנובת תפוחי"א ממוצעת ($n=4$) ביחס לכמות מים (טון/קוב מים)

השכיחות המצטברת של משקל תפוחי האדמה שהתקבלה בשנת המחקר השלישית, מוצגת באיור 5. עבור מנת השקיה נתונה ניתן לראות הבדלים קטנים בין טיפולי הדשן (F50% ו-F100%). עבור טיפול האפס (F0%), ההבדלים משתנים כתלות במנת ההשקיה. ההבדל הגבוה ביותר שהתקבל (בהשוואה לשני טיפולי הדשן) הוא עבור W100% אחריו ב- W50% ו-60% וב-W80% ההבדלים זניחים. תוצאות אלו מרמזות כי במנת

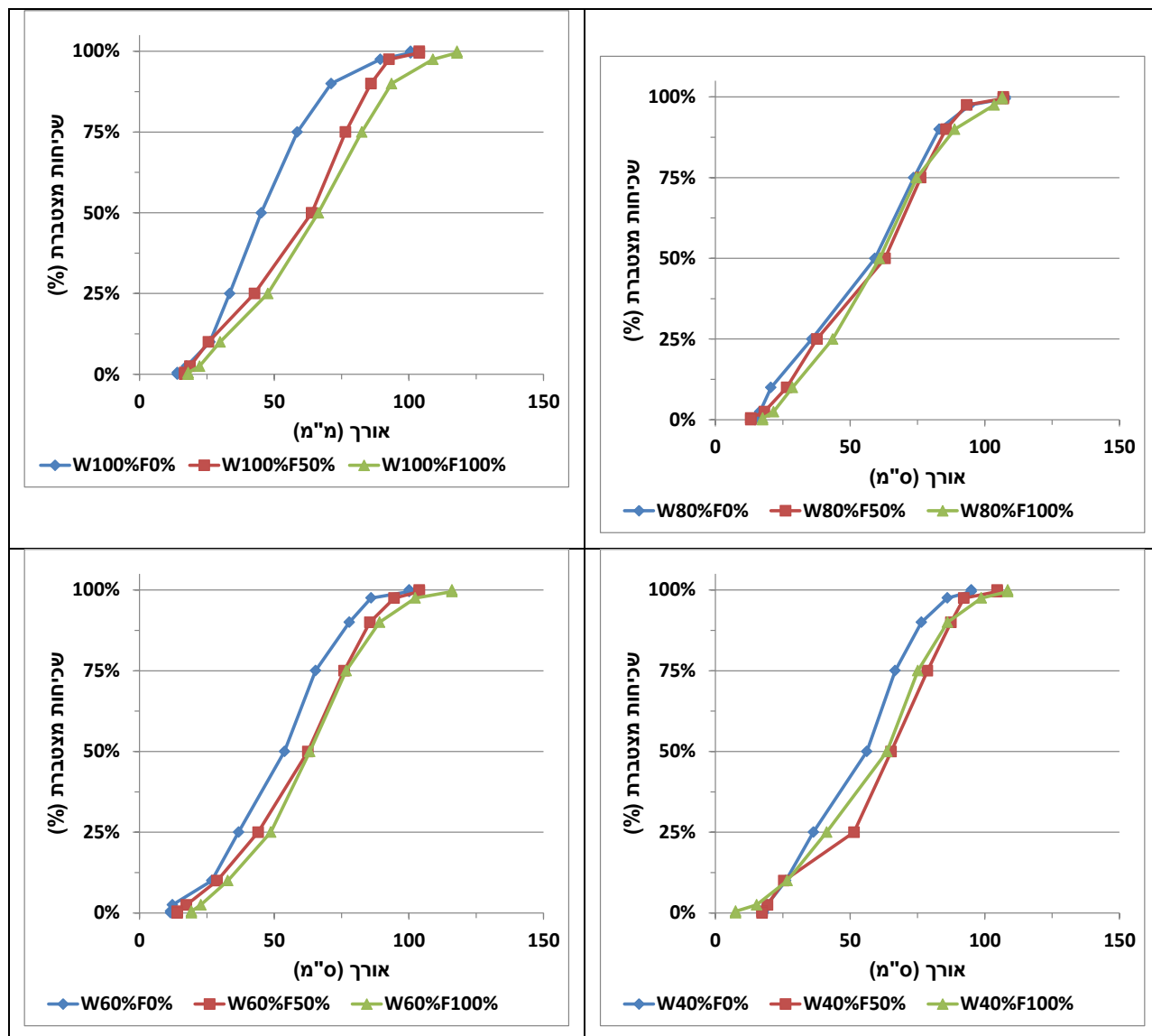
ההשקיה הגבוהה התקבלה שטיפה של חנקן אל מעבר לבית השורשים. מאחר ואין תשומה נוספת של החנקן יתכן מחסור, הבא לידי ביטוי בירידה ביבול. עבור מנות ההשקיה הנמוכות (50 ו-60%) ניתן להעריך כי ההשפעה היא של מנת ההשקיה. ההבדלים הזניחים שהתקבלו עבור W80% מלמדים כי זוהי מנת ההשקיה האופטימלית אשר ככל הנראה גם מנעה שטיפה מוצאת של חנקן אל מעבר לבית השורשים באופן בו היה חנקן זמין לאורך כל תקופת הגידול.



איור 5: שכיחות מצטברת של משקל תפוחי-אדמה כתלות בטיפול מנת המים (W) והדשן (F).

השכיחות המצטברת עבור אורך תפוחי אדמה שהתקבל עבור כל אחד מטיפולי המחקר מוצגת באיור 6. ניתן לראות כי חלקם היחסי תפוחי אדמה שאורכם גדול מ-50 מ"מ נע בין 65-75% בכל הטיפולים (דשן ומנת השקיה). בטיפול בו יושם רק קומפוסט ומנת ההשקיה הייתה 100% רק כ-50% מהיבול הציג ממדים הגדולים מ-50 מ"מ. בדומה לתוצאות שהתקבלו עבור שכיחות המשקל, ניתן לראות כי מנת ההשקיה האופטימלית הייתה 80% ללא תלות

בטיפול הידשן. תכן ועצירת הגידול באמצעות שריפת הנוף, מנעה התפתחות נוספת של הפקעות עבור חלק או כל הטיפולים. אי לכך יתכן ולא מומש פוטנציאל ההתפתחות של כל הטיפולים והיינו עשויים לקבל יבול נוסף אשר היה מצמצם את ההבדלים בין טיפולי המים וואו הידשן.



איור 6: שכיחות מצטברת של אורך תפוחי-אדמה כתלות בטיפול מנת המים (W) והדשן (F).

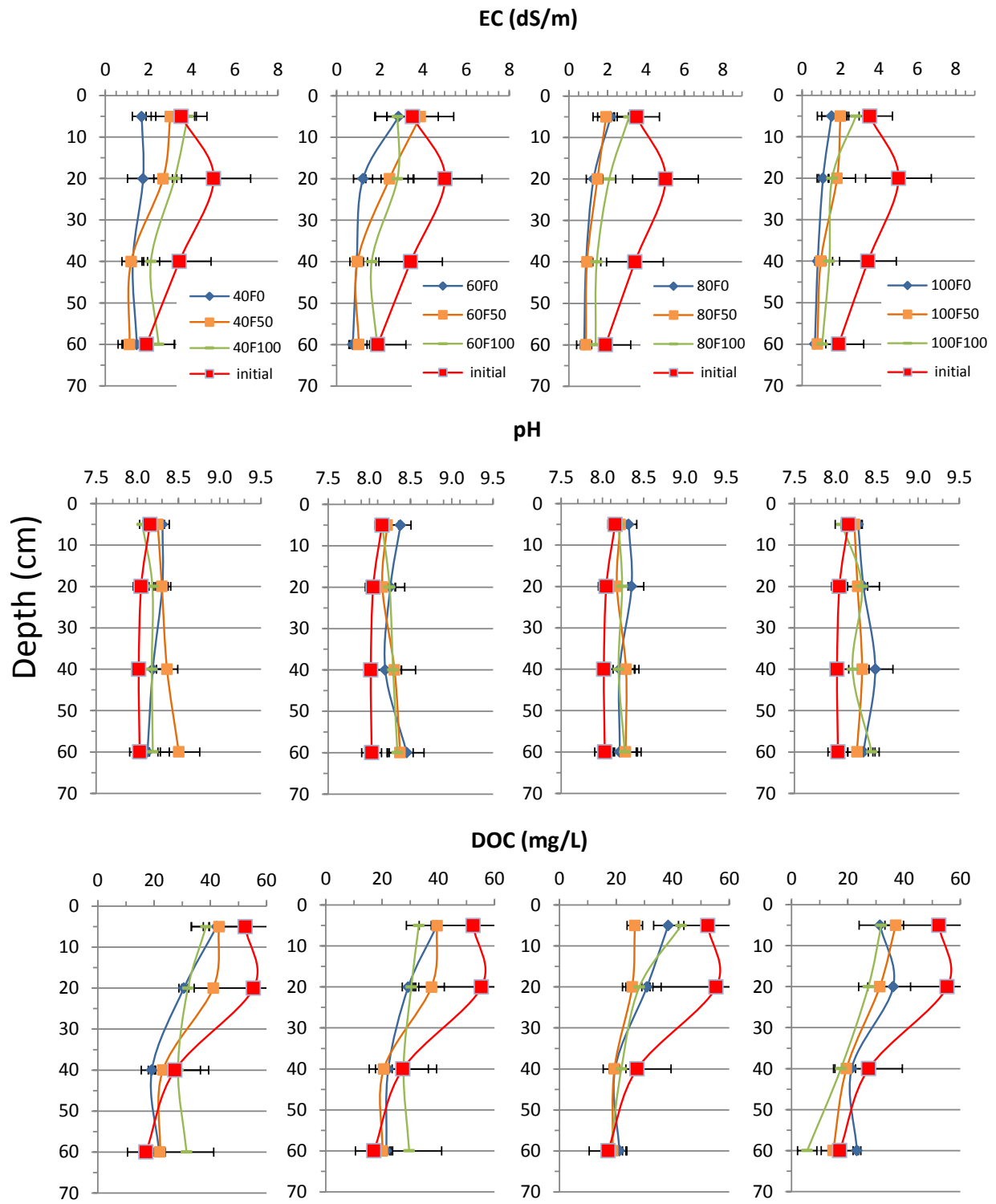
ראוי לציין כי על אף ההבדלים בהתפלגות המשקל, לא נמצאו הבדלים משמעותיים וואו ייחודיים לטיפול נתון בבדיקות האיכות שהתבצעו במפעל תפוגן. ביתר פירוט, הצבע שנבדק היה דומה בכל הטיפולים עם סטייה של כ-4%. ממוצע אחוז המוצקים הכללי עמד כל 21% עם סטייה של 2%. עבור תכולת הסוכר (Dextrose) הממוצע עמד על 0.35 גרם/לי עם סטייה של כ-49%.

אנליזות בחתך הקרקע

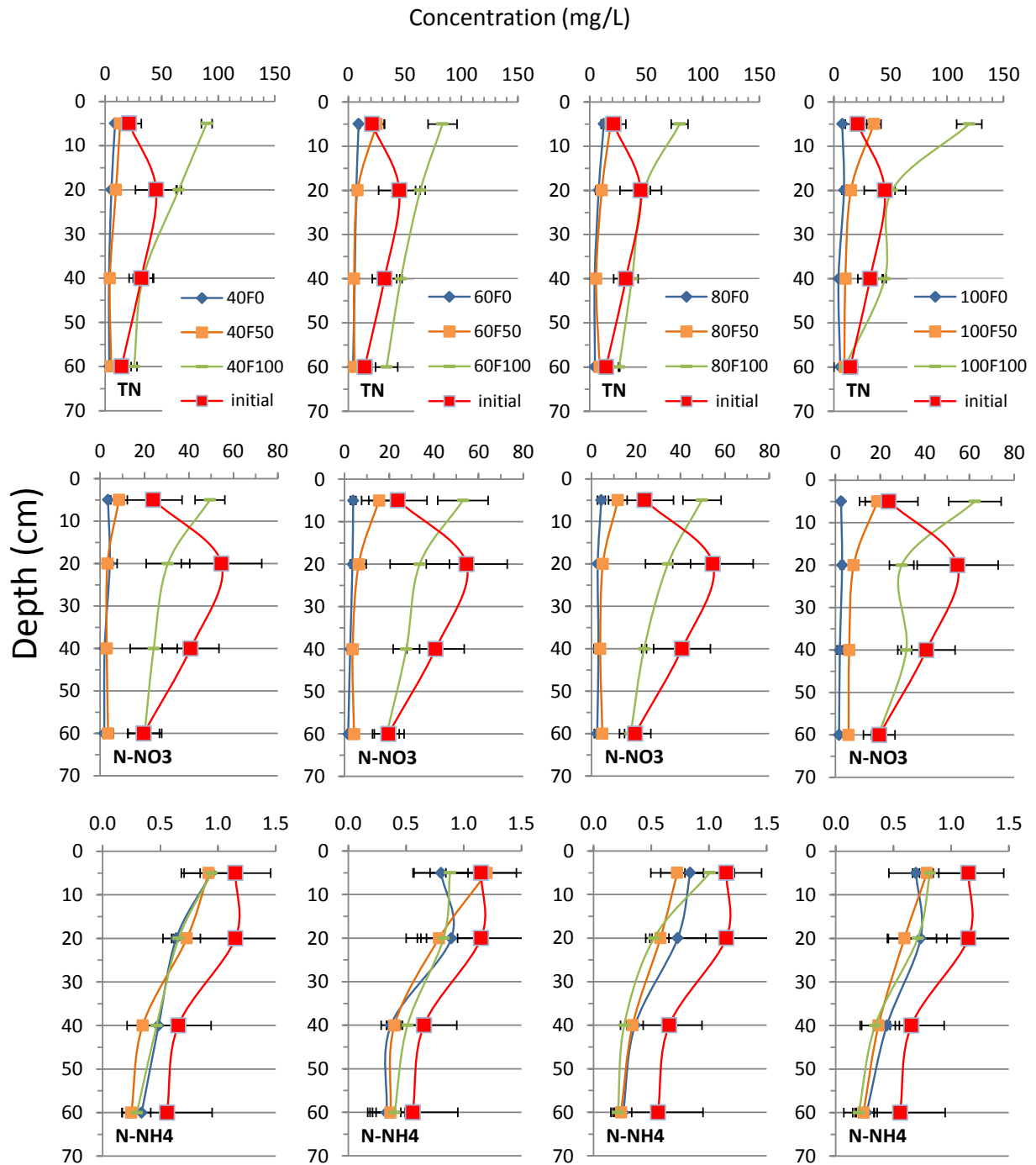
בשנת המחקר הראשונה והשנייה נמצא כי פרופיל מליחות הקרקע (לפי ה-EC) הראה שטיפה בפני הקרקע והצטברות בעומק של כ- 40 ס"מ. בניגוד לכך, ריכוז הכלוריד בחתך מציג שטיפה יעילה לעומק של 60 ס"מ והצטברות בפני הקרקע הנובעת כנראה משיעור האיידוי הגבוה בשכבת הקרקע העליונה. ניתן להעריך כי המליחות הכללית מקורה גם בהמסת מלחים מסיסים למחצה המצויים בקרקעות הערבה. ערך הגבה (pH) קבועים יחסית ונעים בין 8 ל-8.5 לפני ואחרי הגידול. עבור ריכוז החנקן הכללי (TN) ניתן היה לראות עלייה בריכוז בפני הקרקע ושטיפה לעומק מעבר לשכבה זאת. עיקר החנקן בחתך הקרקע הוא חנקן-חנקתי וריכוז החנקן האמוניאקלי נמוך בסדר גודל. ניתן לשער כי במהלך מחזור השקיה ייבוש מתרחשת מינרליזציה וניטרפיקציה בעיקר בפני הקרקע כך שבהשקיה העוקבת התוצרים – בעיקר חנקה, נשטפים לעומק הקרקע. כמו כן, יש לקחת בחשבון את צריכת החנקן ע"י הגידול, אשר יכול להיות ממקור חנקתי, אמוניאקלי או אורגני. ניתן להעריך כי ריכוז הפחמן האורגני (DOC) מקורו בעיקר בקומפוסט שיושם בתחילת הגידול. יחסית למצב ההתחלתי, ניתן לזהות ברוב הטיפולים דחיקה של ה-DOC עד לעומק של כ-30 ס"מ ושטיפה לעומק רב יותר בטיפולים עם מנות ההשקיה הגבוהות.

בדומה לשנות המחקר הראשונה והשנייה גם בשנת המחקר השלישית ניתן לזהות שטיפת מלחים בהשוואה לתחילת עונת ההשקיה. הצטברות המלחים בפני הקרקע גבוהה יותר עבור טיפול הדשן הגבוה (100 מג"ל) וגם הערכים בחתך הקרקע. ניתן להעריך כי הדבר נובע מיישום רציף של ריכוז נתון כך שהכמות המצטפרת גבוהה יותר בטיפול זה. ערך הגבה (pH) שהתקבל דומה לשנות המחקר הראשונה והשנייה. כאמור, מקור הפחמן האורגני הוא בקומפוסט, ולא ניתן להבחין בהבדלים משמעותיים כתוצאה מיישום הדשן החנקני. התפלגות ריכוז צורוני החנקן בקרקע כתלות בטיפול הדישון ומנות ההשקיה מוצגים באיור 7. ניתן לראות כי בעוד ריכוז החנקן האמוניאקלי מהווה חלק זניח מריכוז החנקן הכללי (TN), חלקו היחסי של החנקן החנקתי גבוהה בשיעור ניכר. יחד עם זאת, ברוב המקרים, סכום ריכוזי החנקן החנקתי האמוניאקלי קטן מזה הכללי. את ההפרש ניתן לייחס לחנקן האורגני שמקורו בעיקר בקומפוסט שיישם לקרקע בתחילת הגידול והשתחרר לתמיסת הקרקע בהתאם למנות ההשקיה. בהתייחס לטיפול מנות הדשן המינרלי שיישמו, ניתן לראות כי עבור מנת הדשן של 100 מג"ל התקבלה הצטברות של חנקן בשכבת הקרקע העליונה בהשוואה לתחילת הגידול. הצטברות זאת לא נצפתה עבור טיפולי הדשן ומנות ההשקיה הנמוכות. מאחר וריכוז דשן נתון, ייושם לאורך כל עונת ההשקיה, הכמות המצטברת הגבוהה יותר, התקבלה עבור מנת ההשקיה הגבוהה (100%). מקורו של החנקן בפני הקרקע עשוי גם לנבוע מתהליכי אמוניפיקציה וניטרפיקציה של החומר האורגני. שיעורם של תהליכים אלה גבוה יותר בשכבת הקרקע העליונה בשל תנאי האוורור.

לסיכום, שיעור הצטברות החנקן בפני הקרקע גדל עם העלייה במנת ההשקיה ומנת הדשן. מעבר לשכבה זאת ניתן לזהות שטיפה לעומק בית השורשים בהשוואה לתחילת הגידול, למעט טיפול הדשן הגבוה המציג עלייה. העובדה כי עבור החנקן החנקתי ניתן לראות שטיפה לעומק הקרקע בשכבות העמוקות יותר מלמדת כי בשכבות אלו התוספת או חוסר השינוי בריכוז החנקן הכללי מקורו בעיקר בחנקן אורגני המשתחרר במהלך עונת הגידול.



איור 8: מוליכות חשמלית (EC, dS/m), pH וריכוז הפחמן האורגני (DOC, mg/l) בחתך הקרקע בתחילת ובסוף הגידול.



איור 7: צורני החנקן בחתך הקרקע בתחילת וסוף הגידול

ו. דיון – סיכום

שני הגורמים העיקריים המגבילים גידול של תפוזים הינם מחסור מים וטמפרטורה גבוהה (King and Stark, 1997), ומכאן עולה חשיבותו הכלכלית של ממשק ההשקיה באזורים חמים, בהם על פי רוב, נדרשות כמויות מים גבוהות להשגת יבול מיטבי (Shalhevet et al., 1983). ההשקיה בעודף או בחסר עשויות לגרום לפחיתה ביבול כבר בהבדל של 10% מכמות המים המיטבית (Pereira and Shock, 2006). בהשקיה עודפת הפחיתה ביבול נגרמת כתוצאה מאוורור לקוי של הקרקע ומחסורי חמצן למערכת השורשים, ומגבירה את ההופעה של מחלות צמחים ואת עוצמתן. השקיה בחסר גורמת לפחיתה ביבול ובאיכות הפקעות, הנגרמת כתוצאה מהקטנת שטח הפנים של העלווה ומירידה בפוטוסינתזה ליחידת שטח של עלה (van Loon, 1981).

במחקר זה הוצע לבחון את השימוש בטפטוף בספיקה נמוכה לגידול תפוזי אדמה – גידול הידוע ברגישותו לעקות מים וחום. בטפטוף בספיקה נמוכה ניתן לשמור על תכולת רטיבות מיטבית וקבועה באזור בית השורשים במהלך עונת הגידול, להגדיל את זמינות המים, החמצן ויסודות המזון לצמח וכן להפחית נגיעות של מחלות נוף המעודדות בהרטבתו. ממשק של השקיה בטפטוף בספיקה נמוכה עשוי להוביל לחסכון משמעותי בתשומות מים ודשן תוך מזעור פוטנציאל הזיהום של מי תהום. יחד עם זאת, כיום, הרוב הכמעט מכריע של החקלאים עושה שימוש בהשקיה בהמטרה בגידול תפוזים. מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התכנות גידול תפוזים בהשקיה זעירה יעילות ההשקיה ומתן דשן חנקני. בשנת המחקר הראשונה והשנייה, בחנו מהו השילוב האופטימלי של ספיקת טפטפת, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה. בשנת המחקר השלישית נבחנו יעילות מתן הדשן החנקני כתלות במנת ההשקיה עבור ספיקת ומרווח זהה בין הטפטפת.

תוצאות המחקר מלמדות כי עבור ספיקות הטפטפת והמרווחים בין הטפטפות אין הבדל משמעותי ביבול שהתקבל ואיכותו (אורך וקוטר). הגורם העיקרי שמשפיע הוא מנת ההשקיה המצטברת לאורך כל עונת הגידול. התוצאות מלמדות כי מנת מים הגבוהה מהמנה שהוגדרה כ-100% אינה באה לידי ביטוי ביבול גבוהה יותר. המנה האופטימלית במחקר זה הייתה 80%. בנוסף, בכל שנות המחקר, יעילות מתן המים, דהיינו, היבול ביחס למנת ההשקיה המצטברת, יורדת עם העלייה במנת ההשקיה, ללא תלות מובהקת במרווח או ספיקת הטפטפת. המשמעות החקלאית היא, כי במידה ושטחי הגידול אינם גורם מגביל, ניתן לייצר יבול גבוה יותר גם במנות השקיה נמוכות וזאת בנוסף לחיסכון במתן מנות השקיה נמוכות מה-100%. יחד עם זאת, הדבר צריך להיבחן יחד עם עלויות השונות הקבועות והמשתנות הנוספות לגידול. כאמור, בשתי שנות המחקר הראשונות, החנקן לא היווה גורם מגביל בניסוי וניתן בעודף לכל הטיפולים. בחינת יעילות מתן הדשן החנקני בשנה השלישית מלמדת כי ניתן לצמצם ב-50% את מנת הדשן הנהוגה כיום (100 מג"ל). יתרה מזאת, גם כאשר ניתן רק קומפוסט כמקור לחנקן, עדיין התקבל יבול סביר (4-5 טון/דונם) שבחלק מהמקרים לא נבדל באיכותו (אורך, קוטר) מטיפולי הדשן. פרוס ריכוז צורוני החנקן בחתך הקרקע בתום הגידול הראה כי הצורון העיקרי הוא חנקן חנקתי אשר הצטברותו ניכרת בפני הקרקע עם העלייה במנת ההשקיה וממשק דישון רציף בריכוז נתון. נמצא כי חלקו היחסי של החנקן האורגני מהווה חלק ניכר מהחנקן הכללי ולכן יש לתת על כך את הדעת בחישוב מאזן החנקן בנפח בית השורשים.

- King, B.A., Stark, J.C., 1997. Potato irrigation management, Bul. 789. Cooperative Extension System. College of Agriculture Idaho, University of Idaho, 16 pp.
- Shalhevet, J., Shimshi, D. & Meir, T. 1983. Potato irrigation requirements in a hot climate using sprinkler and drip methods. *Agronomy Journal* 75: 13-16
- Pereira, A.C., and C. C. Shock. 2006. Development of irrigation best management practices for potato from a research perspective in the United States. *Sakia.org e-publish*, 1(1): 1-20
- van Loon, C.D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development, and yield. *Am. Potato. J.* 58:51-69

סיכום עם שאלות מנחות

<p>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p> <p>מטרתו העיקרית של מחקר זה הייתה לבחון את התכנות גידול תפוזי בהשקיה זעירה, יעילות ההשקיה ומתן דשן חנקני. המחקר התבצע בשטחי הגד"ש של קיבוץ יטבתה הסמוכים לקיבוץ. מערך הניסוי בכל שנת מחקר כלל 12 טיפולים ב-4 חזרות עבור כל טיפול. בשנת המחקר הראשונה והשנייה, בחנו מהו השילוב האופטימלי של ספיקת טפטפת, מרווח בין טפטפות ומנת השקיה. בשנת המחקר השלישית נבחנו יעילות מתן הדשן החנקני כתלות במנת ההשקיה עבור ספיקת ומרווח זהה בין הטפטפת.</p>
<p>עיקרי התוצאות.</p> <p>תוצאות המחקר מלמדות כי עבור ספיקות הטפטפת והמרווחים בין הטפטפות אין הבדל משמעותי ביבול שהתקבל ואיכותו. הגורם העיקרי שמשפיע הוא מנת ההשקיה לאורך כל עונת הגידול. יעילות מתן המים, דהיינו, היבול ביחס למנת ההשקיה, יורדת עם העלייה במנת ההשקיה, ללא תלות מובהקת במרווח או ספיקת הטפטפת. בחינת יעילות מתן הדשן החנקני בשנה השלישית, מלמדת כי ניתן לצמצם ב-50% את מנת הדשן הנהוגה כיום (100 מג"ל). יתרה מזאת, גם כאשר ניתן רק קומפוסט בשיעור של 4% כמקור לחנקן, עדיין התקבל יבול סביר (4-5 טון\דונם) שבחלק מהמקרים לא נבדל באיכותו (אורך, קוטר) מטיפולי הדשן.</p>
<p>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם יושגו מטרות המחקר לתקופת הדו"ח?</p> <p>המסקנה העיקרית במחקר זה היא כי ספיקות הטפטפת והמרווחים בין הטפטפות אינם באים לידי ביטוי משמעותי ביבול שהתקבל ואיכותו (אורך וקוטר). הגורם העיקרי שמשפיע הוא מנת ההשקיה המצטברת לאורך כל עונת הגידול. כמו כן ניתן ליישם מנות מים ודשן נמוכות עד כדי 20%-50%, בהתאמה.</p>
<p>בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?</p>
<p>שלוש שנות המחקר הסתיימו</p>
<p>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי;</p>
<p>פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)</p>
<p>✓ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>
<p>חסוי – לא לפרסום: יש לצרף אישור ומידע ממוסד המחקר</p>
<p>האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא -</p>

*יש לענות על שאלה זו רק בדו"ח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדו"ח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים