

**משרד החקלאות - דו"ח לתוכניות מחקר
לקרן המדען הראשי**

קוד זיהוי	א. נושא המחקר (בעברית)
20-13-0010 (16 - 0526 - 304)	שינויים דינמיים בתכונות של רשתות צל והשפעתם על משטרי ההשקיה והדישון : בננה בבית רשת כגידול מודל

ג. כללי			
מוסד מחקר של החוקר הראשי			
מינהל המחקר החקלאי – מרכז וולקני			
סוג הדו"ח			תאריכים
שנתי	תקופת המחקר		תאריך משלוח הדו"ח למקורות המימון
	עבודה מוגש הדו"ח		
	התחלה	סיום	
שנת המחקר: שנת מחקר/ סה"כ שנים	שנה חודש	שנה חודש	שנה חודש
	05 / 2016	04 / 2017	06 / 2017

ב. צוות החוקרים		
חוקר ראשי	שם משפחה	שם פרטי
	כהן	שבתאי
חוקרים משניים		
1	טנאי	יוסף
2	גלפז	נבות
3	ישראלי	יאיר
4	זילבר	אבנר
5		
6		
7		

ד. מקורות מימון עבורם מיועד הדו"ח		
שם מקור המימון	קוד מקור מימון	סכום שאושר למחקר בשנת תיקצוב הדו"ח
		בשקלים
קרן המדען הראשי	020382	130000

ה. תקציר שים לב - על התקציר להיכתב בעברית לפי סעיף ה' שבהנחיות לכתיבת דיווחים
הצגת הבעיה: בבתי רשת בננות בעמק הירדן מקובל להפחית כ- 25% ממנות ההשקיה בשטח פתוח ובגליל המערבי ובחוף הכרמל 10%. היחס התאדות בתוך ומחוץ יורד במשך העונה בעיקר בגלל הצטברות אבק על הרשת. מטרות המחקר: פיתוח משטרי השקיה ודישון לבתי רשת לפי שינויים דינמיים במיקרואקלים בתוך בית הרשת. מטרת המחקר מהשנה השנייה ואילך לעקוב אחרי פרמטרי פריחה והנבה במבנים ומשטרי השקיה השונים. שיטות עבודה: הניסוי ב-3 שטחים: כיסוי רשת 10%, רשת 20% וללא רשת (ביקורת). דו"ח זה כולל תוצאות יבול ראשונות. השקיה 1) לפי טבלאות כמקובל (טיפול ביקורת-מישקי) ו-2) לפי הת-דיות מחושבת פנמן-מונטית על בסיס נתונים שנמדדים בכל חלקה. מדידות יבול, פריחה ומאפייניהם, זרימה בגזעולים, טמפרטורות נוף, פוטוסינתיזה, מוליכות פיוניות והצטברות אבק. תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון: השקית פנמן בתוך בית הרשת חוסכת כמות משמעותית של מים, בעיקר בעונת הקיץ, כנראה בעיקר בגלל האבק. המנה הגדולה ניתנה בטיפול פנמן שטח פתוח והכי נמוכה עבור פנמן מתחת לרשת 20%. ההפרש המצטבר ב-5 ליוני 2017 עמד על 138 מ"מ, המהווה 32% מהמנה הכי גבוהה. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: משטרי ההשקיה החסכנים לא פגעו ביבול, וחסכון של כ-15% ממנת המים בבית הרשת עשוי להתקבל בהשקיה דינאמית. תוצאה של שנה בודדת אינה יכולה להוות בסיס לשינוי בהמלצות, אלא עידוד להמשך המחקר.

ו. אישורים

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

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

דו"ח שנתי (שנה ב') לתכנית מחקר מספר **20-13-0010** (304-0526-16)
שינויים דינמיים בתכונות של רשתות צל והשפעתם על משטרי ההשקיה והדישון: בבנה

בבית רשת כגידול מודל

Influence of dynamic changes in shade screen properties on irrigation and
fertilization: Screenhouse bananas as a model

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

שבתאי כהן, יוסף טנאי: המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי

נבות גלפז: צמח נסיונות ומו"פ צפון

יאיר ישראלי, אבנר זילבר: מו"פ צפון

Shabtai Cohen, Josef Tanny, Institute of Soil, Water and Environmental Sciences,
ARO, Volcani Center, P.O.B. 6, Bet Dagan 50250. tanai@volcani.agri.gov.il;
vwshep@volcani.agri.gov.il

Navot Galpaz, Yair Israeli, Avner Zilber, Northern R&D. Email: yairi@zemach.co.il;
avnsil@agri.gov.il; navot.galpaz@mail.huji.ac.il

נובמבר 2016

חשון תשע"ז

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים.

הממצאים אינם מהווים המלצות לחקלאים.

חתימת החוקר:

ניסויי השדה, עיבוד הנתונים והכנת הדו"ח נעשו בעזרתם של:

ויקטור לוקיינוב, דניאל חדד, אורי אחימן, אינדירה פאודל, אבישי לונדנר, ועידן אלינגולד

עמוד

תוכן עניינים

2	 תקציר
2	 מבוא – רקע מדעי ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח
3	 פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות לתקופת הדו"ח
11	 דיון
12	 סיכום עם שאלות מנחות

תקציר

הצגת הבעיה: בבתי רשת בננות בעמק הירדן מקובל להפחית כ- 25% ממנות ההשקיה בשטח פתוח ובגליל המערבי ובחוף הכרמל 10%. היחס התאדות בתוך ומחוץ יורד במשך העונה בעיקר בגלל הצטברות אבק על הרשת.

מטרות המחקר: פיתוח משטרי השקיה ודישון לבתי רשת לפי שינויים דינמיים במיקרואקלים בתוך בית הרשת. מטרת המחקר מהשנה השנייה ואילך לעקוב אחרי פרמטרי פריחה והנבה במבנים ומשטרי השקיה השונים.

שיטות עבודה: הניסוי ב-3 שטחים: כיסוי רשת 10%, רשת 20% וללא רשת (ביקורת). דו"ח זה כולל תוצאות יבול ראשונות. השקיה (1) לפי טבלאות כמקובל (טיפול ביקורת-מישקי) ו-2) לפי הת-דיות מחושבת פנמן-מונטית על בסיס נתונים שנמדדים בכל חלקה. מדידות יבול, פריחה ומאפייניהם, זרימה בגזעולים, טמפרטורות נוף, פוטוסינתיזה, מוליכות פיוניות והצטברות אבק.

תוצאות עיקריות לתקופת הדוח הנידון: השקית פנמן בתוך בית הרשת חוסכת כמות משמעותי של מים, בעיקר בעונת הקיץ, כנראה בעיקר בגלל האבק. המנה הגדולה ניתנה בטיפול פנמן שטח פתוח והכי נמוכה עבור פנמן מתחת לרשת 20%. ההפרש המצטבר ב-5 ליוני 2017 עמד על 138 מ"מ, המהווה 32% מהמנה הכי גבוהה.

מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: משטרי ההשקיה החסכנים לא פגעו ביבול, וחיסכון של כ- 15% ממנת המים בבית הרשת עשוי להתקבל בהשקיה דינאמית. תוצאה של שנה בודדת אינה יכולה להוות בסיס לשינוי בהמלצות, אלא עידוד להמשך המחקר.

הוגשה הצעה לממן שנתיים מעבר ל-3 שנים שאושרו על מנת לסיים מחזור גידול שלם, דבר שיעזור לנו בהסקת מסקנות לגבי שינויים במשטרי ההשקיה לחקלאים.

מבוא – רקע מדעי ומטרות המחקר לתקופת הדו"ח

הגידול תחת רשת משנה את המיקרואקלים של הצמחים, ומספר מחקרים קודמים הראו שינויים אלה וכן את האפשרות של הגדלת יעילות השימוש במים תחת רשתות (Tanny, 2013). בבננה בבתי רשת בעמק הירדן (טנאי וחובריו, דו"ח מסכם 304-0285, 2009) מצאנו כי ניתן להפחית את ההשקיה בכ- 30%, בהשוואה לגידול חשוף, וזאת ללא פגיעה משמעותית ביבול, ועם שיפור באיכות. ממצאי מחקר זה משמשים היום כהנחיות השקיה למגדלים באזור.

בעשור האחרון רוב גידול הבננות עבר לבתי רשת, בעיקר כדי לצמצם את צריכת המים של הגידול, בהסתמך על העבודות שלנו וניסיון בפועל בשטח, ולשפר את היבול. מקובל להשתמש ברשת לבנה "שקופה" (10%-13% צל) ובעמק הירדן להפחית כ- 25% ממנות ההשקיה המקובלות בשטח פתוח. אפילו עם החיסכון הנ"ל צריכת המים של בננות בבתי רשת בעמה"י גבוהה מאוד (כ-1650 מ"ק לדונם לשנה) ומדובר במים שפירים. מנה זאת מורכבת מכ-60 אחוז אוופוטרנספירציה ו-40% מקדם שטיפה. הסבר למקדם שטיפה ה"גדול" צורף לדו"ח המתקוקן של השנה הראשונה. בגליל המערבי ובחוף הכרמל

הפחתת ההשקיה תחת הרשת קטנה יותר (עד 10%). המלצות אלו תקפות לכל עונת הגידול ואינן מתחשבות בשינויים עונתיים בתכונות הרשת. בדיקות שנעשו בשנים האחרונות הצביעו כי בתקופת החורף והאביב היחס בהתאדות מגיגית בין בית רשת לשטח פתוח (מחקרי בננות-מים מותפלים, צמח עמק הירדן) היה כ- 0.8-0.9 אולם הוא ירד לפחות מ- 0.5 בסוף הקיץ ובסתיו. היחס הממוצע בעונת ההשקיה העיקרית, מאי-נובמבר, עמד על כ- 0.6. תופעה דומה נמדדה גם ביחס עצמת הקרינה הגלובלית שירד בצורה קבועה לאורך העונה היבשה. סיבות אפשריות לתופעות אלה הן: (א) שינויים בתכונות האופטיות של הרשת כתוצאה מהצטברות אבק במהלך העונה; (ב) שינויים עונתיים במקדם ההפחתה של הרוח בבית הרשת כתוצאה מעלייה בחיכוך בעקבות שינויים בעצמת הרוח; (ג) שינויים עונתיים בזווית הקרינה. מכאן, הפחתה אחידה ממנת ההשקיה למטע בננות בבית רשת ביחס למטע דומה בשטח פתוח עלולה להביא להשקיית חסר ולפגיעה ביבול בראשית עונת הגידול (מרץ-מאי) ואילו בהמשך העונה (יולי ואילך) להשקיה בעודף העלולה להביא לנזק (עקב מחסור באוויר) ולא לבזבז מים משמעותי.

מטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקורית:

פיתוח משטרי השקיה ודישון לצמחים בבתי רשת, שייקחו בחשבון שינויים דינמיים במיקרואקלים הנובעים משינויים בתכונות הרשת ומתחשבים גם בשינויים אפשריים בדרישות ההזנה של הצמח לאורך העונה ובהשפעת ההצללה. בנוסף למטרה החקלאית, אנו מעוניינים ללמוד יותר על ההתנהגות של מוליכות העלים (הפיוניות) והנוף (canopy) במשטרי הצללה. התחלנו עם סדרת מדידות שיפענחו את הנקודה הזאת.

המטרות העיקריות לשנה ב': המשך הרצת הניסוי בשטח וביצוע סידרה של מדידות, הכוללת פרמטרי פריחה, חנטה ויבול של המחזור הראשון של יבול, צריכת מים לפי זרימה בגזעול, פוטוסינתזה ומוליכות עלים. פריסת רשתות נוספות לאיסוף, כימות ואיפיון אבק המצטבר על הרשתות.

פירוט עיקרי הניסויים והתוצאות המחקר לתקופת הדו"ח

מערך הניסוי וטיפול השקיה:

הניסוי מתבצע בחוות הבננות בצמח על שטח של 10.2 דונם. הבננות נטועות בשורות מצפון לדרום, במרווח 2.65 מ' בין הבתים ו-4.2 מ' בין השורות. החלקה פוצלה ל-3 גושים, הגוש הצפוני כוסה ברשת קריסטל ארוגה 10% צל (הצללה התחלתית, כאשר הרשת נקייה מאבק); הגוש השני (המרכזי) ברשת פנינה-לנו ארוגה 20% צל והשלישי, הדרומי, נותר ללא רשת (אבל עם הגנת רוח מצד מערב). כל גוש מחולק ל-8 חלקות משנה, בכל אחת 4 שורות (אורך) 8 בתים בשורה; 2 שורות מרכזיות עם 6 בתים בכל אחת שימשו לאיסוף נתונים בניסוי והשאר גבולות. בין 8 החלקות שבכל גוש הוגרל הטיפול של השקיה לפי הטבלה המשקית לעומת השקיה לפי אוטוטרנספירציה מחושבת (בקיצור, "פנמן"), וכך התקבלו 8 חזרות של השוואה בין שני משטרי ההשקיה בכל אחד מתנאי הסביבה. וסה"כ 24

השוואות. במרכז כל גוש הוצבה עמדת מדידה מטאורולוגית המספקת את הנתונים לחישוב האופוטורנספירציה.

טיפולים:

- A. רשת 10%, השקיה משקית לפי טבלה עם מקדם כל עשרת
 B. רשת 10%, השקיה לפי פנמן-מונטית תחת הרשת בהכוונה יומ-יומית
 C. רשת 18%, השקיה משקית לפי טבלה עם מקדם כל עשרת
 D. רשת 18%, השקיה לפי פנמן-מונטית תחת הרשת בהכוונה יומ-יומית
 E. ללא רשת, השקיה משקית לפי טבלה עם מקדם כל עשרת
 F. ללא רשת, השקיה לפי פנמן-מונטית בחלקת הביקורת בהכוונה יומ-יומית

מהלך הניסוי

החלקה נטעה בבגנות גרנד ניין מתרבות רקמה, 3 לבית, ב-17.8.2015. ההשקיה בטפטוף, 3 שלוחיות לשורה, טפטפות 2.3 ל"ש במרווח 40 ס"מ. הטיפול בחלקה מתבצע כמקובל. מנת המים לטיפול ההשקיה המשקי נקבעת על-פי לוח ההשקיה המקובל. מנת המים לטיפול ה"פנמן" נקבעת מידי יום עפ"י ההתאידות המחושבת ("פנמן") של היום הקודם, כפול מקדם הגידול ("Crop factor") לבגנה, המבוסס על ניסיונות עבר בתצרוכת מים בבגנה, שנערכו בחוות הניסיונות בצמח ע"י דר' יאיר ישראלי. ההשקיה בקיץ הראשון הייתה שווה לכל הטיפולים (תקופת התבססות). השקיה לפי "פנמן" החלה במרץ 2016. מדידות קרינה בצהרים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (5 חזרות בכל אחד מהגושים) הראו שההצללה של שתי הרשתות בתוספת האבק שנצבר בקיץ היתה במועד זה דומה, 25% עד 26% (טבלה 1).

טבלה 1: ערכי קרינה פוטוסינתטית ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, PAR), שנמדדו בצהרים בסתיו בשנה השנייה (2016) ברגש Licor 190 בגובה הנוף (כל נתון הוא ממוצע 5 חזרות בכל אחד מהגושים)

קרינה בפועל ביום 19.11.16 בשעה 11:09			
רשת 20%	רשת 10%	שטח פתוח	
742	755	1006	ממוצע
3	3	8	ש"ת
73.8	75.1	100	%

1. קרה חורף 2015/16 ו 2016/17

בחורף 2015/16 התרחשו ארבעה אירועי קרה בהם הטמפרטורה בגובה דשא ירדה מתחת ל-0. אירוע חמור במיוחד התרחש ב-28.1.16 כאשר המינימום בגובה דשא ירד ל-2.7°C, ובגובה 2 מ' ל-0.3°C. הפגיעה בעלווה הייתה קשה, במיוחד בשטח הפתוח. על תוצאות הפגיעה אנו למדים מקטיפ

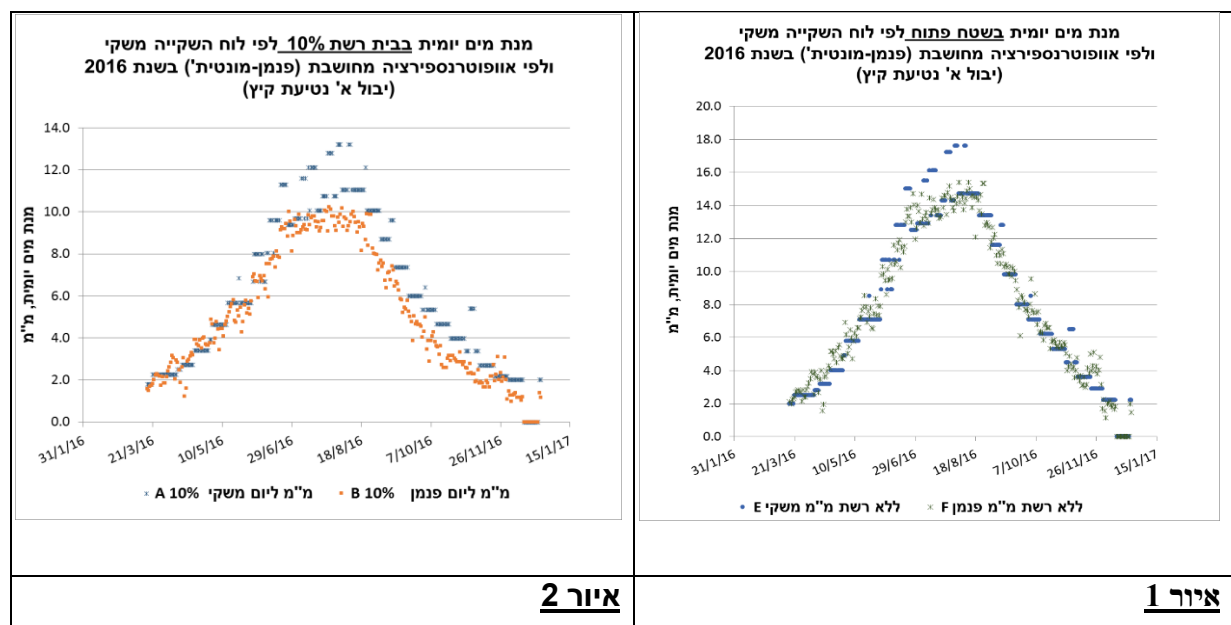
היבול בשנה זו (2016/17). בחורף 2016/17 התרחשו שוב 6 אירועי קרה (29/1, 2-4/2 ו-17-18/2) אשר תוצאתם תהיה ניכרת ביבול השלישי (מרבית הפרי נקטף לפני הקרה). חומרת האירועים היתה נמוכה מהשנה שעברה ולא צפוי נזק להמשך הניסוי.

2. מעקב הורטיקולטורי ובדיקות קרקע ועלים

בחלקה מתבצע מעקב אחר מועד הפריחה, התכונות בפריחה (גובה, היקף הגזעול ומספר הכפות באשכול), מועד הקטיף, משקל והיקף אצבע מייצגת בקטיף ומשקל האשכול. כמו כן, נערך מעקב אחר הרכב הקרקע (כדי ללמוד על תהליכי המלחה אפשריים) בסתיו, במדגם שנלקח במרחק 40 ס"מ מהבית ו 10 ס"מ מטפטפת, לעומק 2-30 ס"מ, מדגם לכל חזרה ו 4 מנטלים למדגם. בשנה א' בדקנו את רמת המלחים בקרקע בטיפול ההשקיה המשקית והשקיה לפי פנמן ברשת צל 10% בלבד. לבדיקת עלים נדגם טרף עלה 3 במרכז העלה מ- 5 צמחים מייצגים לכל חזרה, מאמהות בפריחה בקיץ ומנצרים בסתיו בוגרים בסתיו, מכל הטיפולים והחזרות.

תוצאות

החלקה התאוששה מהקרה ונתנה תוצאות חקלאיות סבירות בשנת 2016/17, כמפורט להלן. מנת המים השנתית בשטח הפתוח הייתה מעט מעל 2200 מ"מ בשנת 2016, הן בהשקיה מבוססת הטבלה המשקית, והן בהשקיה מבוססת נוסחת פנמן (טבלה 2); מנה מקובלת בשנת יבול ראשונה של נטיעת קיץ בעמק הירדן, ובעיקר כאשר האביב והסתיו של 2016 היו יבשים וההשקיה נמשכה מאמצע מרץ עד דצמבר. ההתאמה בין לוח ההשקיה המשקי ובין השקיה לפי פנמן במטע הפתוח הייתה טובה מאד בחודשים מאי עד אוקטובר, שהם עיקר עונת ההשקיה. חריגות לכאן ולכאן הופיעו בחודשי האביב והסתיו, אולם הן התאזנו והסה"כ השנתי בשתי השיטות היה זהה (איור 1).



בבית רשת 10% המנה השנתית (בהשקיה משקית) הייתה 1720 מ"מ לשנה, המהווים 77% מהמנה המשקית בשטח הפתוח (טבלה 1); ואילו בהשקיה לפי אוופוטנספירציה מחושבת, המנה הייתה 1447 מ"מ לשנה; חסכון של 16% במנה לעומת ההשקיה המשקית באותו בית רשת (איור 2). בבית רשת 20% המנה השנתית המשקית הייתה 1651 מ"מ ואילו בהשקיה לפי "פנמן" ניתנה מנה של 1367 מ"מ, חסכון של 17% מהמנה המשקית ברשת זו (טבלה 2, איור 3).

טבלה 2: מנות המים בשנת 2016

טיפול סביבה		בית רשת 10%		בית רשת 20%		מטע פתוח	
ציון הטיפול		A		C		E	
טיפול השקיה		משקי		פנמן		משקי	
מנה שנתית 2016 מ"מ		1720		1447		2246	
מנה שנתית 2016 % מביקורת פתוח		77		64		100	
בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי		16		17		1	
תוספת שניתנה להשקית שרב		75.3		72.5		95.1	
מנה שנתית ללא השקית שרב		1645		1579		2151	
מנה שנתית ללא השקית שרב		76		73		100	
% מביקורת פתוח		67		64		103	
בכל סביבה, חסכון ב % בשימוש בפנמן לעומת המשקי		12		13		-3	



המהלך העונתי של ההשקיה בשטח הפתוח ובבית הרשת לפי "פנמן" מתואר באיור 4. באיור מודגם ההבדל בין שטח פתוח לבית הרשת, וכן ה"פיזור" בין הימים הבוודיים בכל אחד מהגושים, המעיד על השונות בין יום למשנהו, הנובעת מנתוני ה"פנמן".

לסיכום- (1) ההשקיה לפי "פנמן" לא הביאה לחסכון במים בשטח הפתוח; (2) בית רשת הביא לחסכון של 23% ממנת המים בשטח פתוח ברשת 10% ו- 26% חסכון ברשת 20% (במנה המשקית); (3) בית הרשת הביא לחסכון מוגבר של 31% (רשת 10%) ו-39% (רשת 20%), כאשר משקים לפי "פנמן"; (4) השתנות המנה במהלך העונה נראית מתאימה לתצורות, להוציא חודשי האביב והסתיו בהם נדרשים כנראה מעט תיקונים במקדם הגידול.

השפעת השקיה לפי "פנמן" על רמת המלחים בקרקע ועל ריכוז יסודות המזון בעלים

החיסכון של 16% ממנת המים בבית הרשת לא הביא לשינויים ברמת המלחים בקרקע (טבלה 3). בעלים שנדגמו מאמהות בפריחה בקיץ נרשמה רמה גבוהה יותר של כלור בטרף העלה בטיפול רשת 20%, שבו נתנה מנת המים הנמוכה ביותר (טבלה 4). ייתכן שיש כאן רמז להמלחה. נצטרך להמשיך במעקב זה בהמשך הניסוי. לא נרשמו הבדלים משמעותיים אחרים.

טבלה 3: השפעת השקיה לפי לוח משקי ולפי "פנמן" על מליחות הקרקע בסתיו בבית רשת 10.

טיפול	EC, dS m ⁻¹	Cl, meq l ⁻¹	Na, meq l ⁻¹
משקי 10%	1.40	6.7	7.5
פנמן 10%	1.43	6.8	7.74
מובהקות	ל.מ.	ל.מ.	ל.מ.

טבלה 4: ריכוז יסודות המזון בעלים באמהות בפריחה בקיץ ובנצרים בסתיו

סתי 2016							קיץ 2016							
השפעת צפיפות הרשת				השפעת מנת המים			השפעת צפיפות הרשת				השפעת מנת המים			
מובה'	בקורת	רשת 10%	רשת 20%	מובה'	פנמן	משקי	מובה'	בקורת	רשת 10%	רשת 20%	מובה'	פנמן	משקי	
ל.מ.	2.83	3.01	2.81	ל.מ.	2.88	2.88	ל.מ.	2.55	2.56	2.54	ל.מ.	2.53	2.57	N
ל.מ.	0.19	0.19	0.19	ל.מ.	0.19	0.19	ל.מ.	0.16	0.17	0.17	ל.מ.	0.16	0.18	P
ל.מ.	3.38	3.25	3.31	ל.מ.	3.28	3.35	ל.מ.	3.61	3.76	3.62	ל.מ.	3.55	3.78	K
ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	0.03	ל.מ.	0.03	0.03	Na
ל.מ.	1.53	1.32	1.4	ל.מ.	1.39	1.45	0.00 1	1.62b	1.9a 9	1.7b 2	ל.מ.	1.83	1.72	Cl
							ל.מ.	1.2	1.26	1.23	ל.מ.	0.02	0.02	Ca
							0.00 1	197b	224b	608a	ל.מ.	282	404	NO ₃
							ל.מ.	39.8	34.3	40.3	ל.מ.	36.9	39.4	Mn

השפעת הטיפולים על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול ב 2016/17

הפריחה בשטח הפתוח התאחרה במידה ניכרת לעומת בתי הרשת: 28 ימים מאוחר יותר מרשת 10% ו-23 ימים מרשת 20% (טבלה 5). ההפרש הזה אינו מפתיע, משום שהשטח הפתוח סבל מפיגור בגדילה כבר בקיץ שלאחר הנטיעה, ונפגע במיוחד בקרה. ברשת 20% נרשם איחור של 5 ימים לעומת רשת 10%, שאינו מובהק. חשוב לראות כיצד יושפע מועד הפריחה בשנים הבאות מרמת ההצללה. בשטח הפתוח נרשמה נחיתות גם בשאר המדדים: במספר הכפות באשכול, בגובה בפריחה ובהיקף הגזעול, ובמשקל האשכול ומדדי האצבע המייצגת מכף 3. בין שני סוגי הרשתות לא נרשמו הבדלים מהותיים במדדים אלה, להוציא יתרון לרשת 10% מול 20% במשקל והיקף אצבע מייצגת (היינו: יתרון בהתמלאות הפרי). התרשמו כאילו הגוש המרכזי של רשת 20% נפגע מהקרה יותר מהגוש הצפוני של רשת 10% אך אין לכך תימוכין בפריחה וביבול. בין טיפול ההשקייה לפי הלוח המשקי לבין טיפול ההשקייה לפי פנמן לא נרשם שום הבדל מובהק במדדי היבול (למרות ההבדל במנות המים).

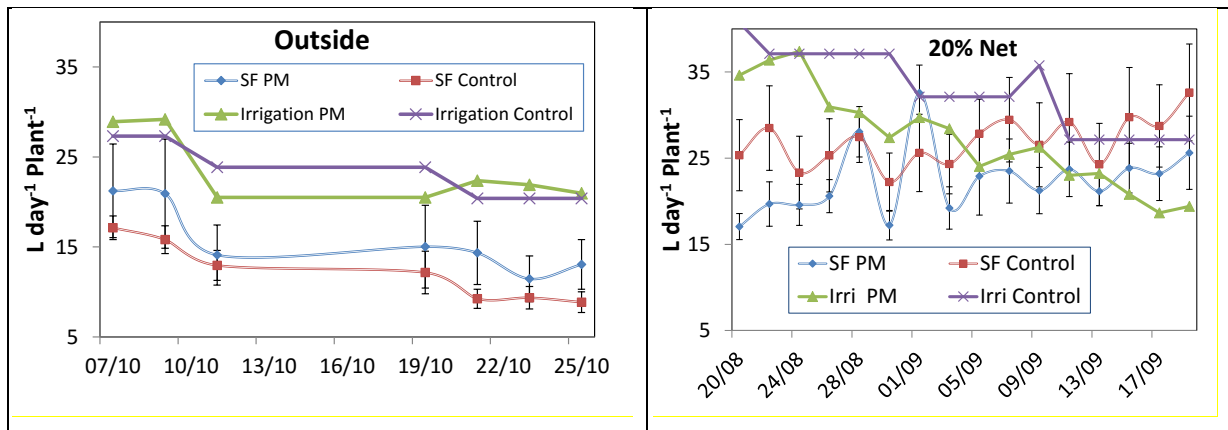
טבלה 5: השפעת הטיפולים על הפריחה, התכונות הוגטיביות והיבול הראשון בניסוי, ב- 2016/17

סוג הרשת					סוג ההשקיה			
מובהקות	בקורת	20%	10%	2016/17, יבול א'	מובהקות	פנמן	משקי	2016/17, יבול א'
0.001	15/8/2016a	23/7/2016b	18/7/2016b	תאריך פריחה ממוצע	ל.מ.	27/7/2016	30/7/2016	תאריך פריחה ממוצע
ל.מ.	259	251	259	מספר פרחים לד'	ל.מ.	255	258	מספר פרחים לד'
0.001	10.4b	11.7a	11.5a	מספר כפות באשכול	ל.מ.	11.1	11.4	מספר כפות באשכול
0.001	244b	288a	289a	גובה בפריחה, ס"מ	ל.מ.	272	276	גובה בפריחה, ס"מ

0.001	55.1b	63.1a	62.6a	היקף גזעול 1 מ', ס"מ	ל.מ.	60.0	60.5	היקף גזעול 1 מ', ס"מ
0.001	25.6b	33.6a	32.8a	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג	ל.מ.	30.3	31	משקל אשכול כל הקטיפים, ק"ג
0.001	25.7b	34.2a	35.8a	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג	ל.מ.	31.8	32	משקל אשכול קטיפים עיקריים, ק"ג
0.001	6648b	8419a	8469a	יבול מחושב לדונם, ק"ג	ל.מ.	7730	7961	יבול מחושב לדונם, ק"ג
0.001	18/11/2016a	29/10/2016b	13/10/2016c	תאריך קטיף ממוצע	ל.מ.	28/10/2016	2/11/2016	תאריך קטיף ממוצע
				אחוז קטיף עד:				אחוז קטיף עד:
0.001	88b	92a	92a	22/02/2017	ל.מ.	92	92	22/02/2017
				אצבע מייצגת מכף :3				אצבע מייצגת מכף :3
0.001	121c	181b	195a	משקל, גר'	ל.מ.	166	165	משקל, גר'
0.001	20.4b	23.0a	23.0a	אורך חיצוני, ס"מ	ל.מ.	22.1	22.2	אורך חיצוני, ס"מ
0.001	11.1c	12.5b	12.9a	היקף, ס"מ	ל.מ.	12.2	12.1	היקף, ס"מ

צריכת מים, טמפרטורת הנוף, פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות:

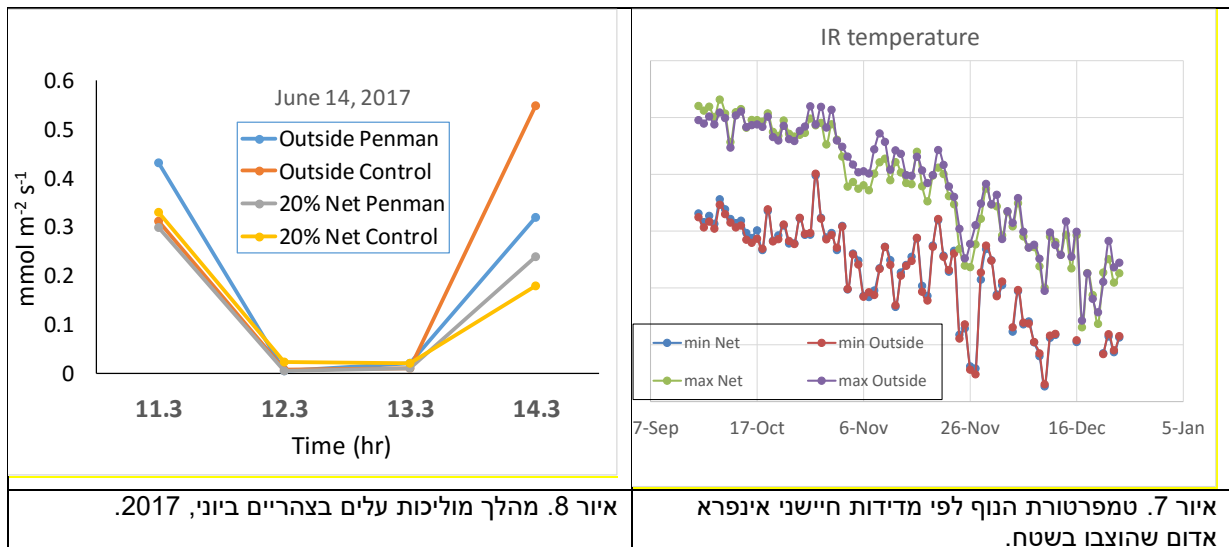
חיישני זרימה בגזעול (מסוג גראנייר) הותקנו ב-4 טיפולים: מישקי ופנמן X שטח פתוח ורשת 20%. 10 גזעולים לטיפול. מדידות מאמצע אוגוסט 2016, כאשר בחלקת ביקורת בלי רשת בעיה טכנית מנעה מדידות בחודש הראשון. התוצאות, באיורים 5 ו-6, מובאים יחד עם הערכה של ההשקיה לגזעול לפי ממוצע גזעולים לדונם. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין טיפול פנמן למישקי בשני המקרים. מתחת לרשת (איור 5) צריכת המים היתה פחות מההשקיה בתחילת תקופת המדידות, אך באמצע ספטמבר הצריכה היתה דומה ואף קצת יותר מההשקיה. בחלקה בלי רשת (איור 6) צריכת המים הרבה פחות מההשקיה. הירידה בצריכה בעונה זאת מתאורת גם בעבודה קודמת שלנו בצמח (Haijun et al., 2015).



איור 5. השקיה (IRRI) וצריכת מים של גזעול בודד לפי מדידת זרימה בגזעול, (SF) בכיסוי רשת 20%. היחידות הם ליטר ליום לצמח.	איור 6. השקיה (IRRI) וצריכת מים של גזעול בודד לפי מדידת זרימה בגזעול, (SF) במטע החשוף.
---	--

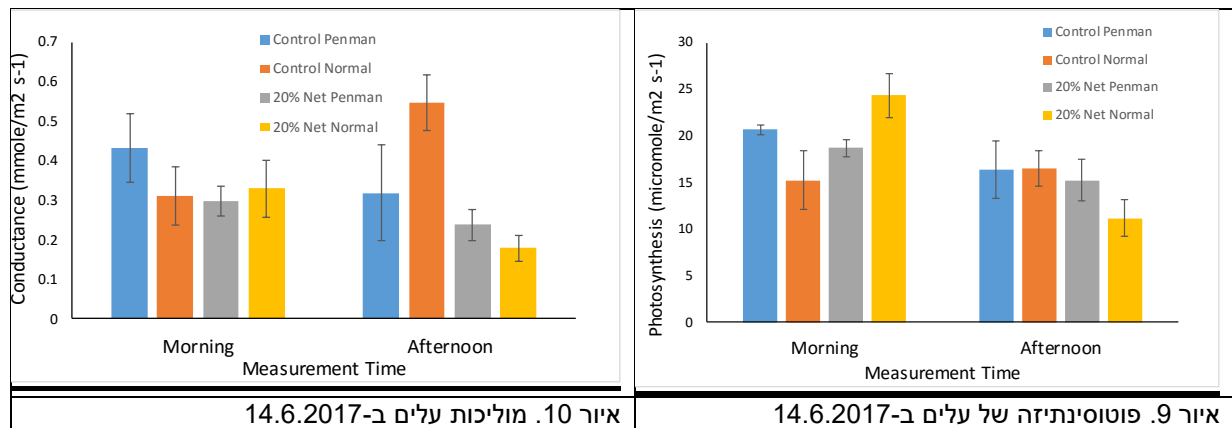
טמפרטורת הנוף נמדדה בעזרת חיישני אינפרא אדום מתחת לרשת 20% ובשטח הפתוח מספטמבר עד דצמבר 2016. איור 7 מביא את מהלך המינימום והמקסימום היומי עבור חיישנים מסוג Apogee שהופנו לעלים עליונים בנוף. נצפו הבדלים קטנים, כאשר רוב הזמן טמפרטורת מקסימום מתחת לרשת נמוכה יותר, כצפוי. קשה לקבוע ממדידות אלה מה ההבדלים בלילה. מדידות נוספות נעשו עם חיישנים מסוג Raytech, אבל בהשוואה בין חיישנים הם נתנו ערכים אחרים ולא למדנו משהו נוסף מהם.

מדידות פוטוסינתזה ומוליכות עלים נעשו ביום אחד ביוני 2017 (איורים 8-10). נמצא שבאמצע היום המוליכות נמוכה מאוד וכנראה שהפיוניות נסגרות. הבדלים בין הטיפולים לא היו מובהקים, אבל ייתכן שאחצה"צ פוטוסינתזה ומוליכות פיוניות בשטח הפתוח יותר גבוהים מאשר מתחת לרשת. סגירת פיוניות באמצע היום כנראה נובעת מתגובה של הפיוניות לעליה בגרעון לחץ אדי מים באוויר VPD ומעידה שהצמח מווסת את צריכת המים שלו לפי יכולות הידראוליות מוגבלות. כימות אבק על הרשתות נעשה ע"י הצבת 6 רשתות על מסגרות מאלומיניום המשמשים לחלונות הזזה בבתים. המסגרות נבנו עבור הניסוי וכל אחד בשטח של רבע מטר מרובע. המסגרות הוצבו מעל למטע של השטח הפתוח בסוף החורף. מידי פעם מורידים את הרשת, שוקלים ודוגמים את האבק. ממועד ההצבה ב-1 למרץ 2017 ועד אמצע יוני 2017 (כ-3 חודשים) הצטברו ברשתות בממוצע כ-9 גרם אבק למ"מ"ר ודוגמאות נשמרו לאנליזות של הרכב וגודל חלקיקים. לא היה הבדל מובהק בין שני הרשתות, ומתברר שההבדל בין רשת 10% ל-20% בניסוי איננו באחוז הכיסוי, אלא בתכונות של הסיבים.



איור 8. מהלך מוליכות עלים בצהריים ביוני, 2017.

איור 7. טמפרטורת הנוף לפי מדידות חיישני אינפרא אדום שהוצבו בשטח.



דיון

לאחר סיום איסוף הנתונים של שנת היבולים הראשונה לניסוי, מתברר שחיסכון של כ- 15% ממנת המים בבית הרשת עשוי להתקבל על ידי מעבר מהשקייה מבוססת טבלה, להכוונת ההשקייה באמצעות מדידה רציפה של משתנים אקלימיים בתוך בית הרשת, וחישוב האופוטורנספירציה הפוטנציאלית באמצעות מודל פנמן מונטית'. עם זאת, תוצאה של שנה בודדת אינה יכולה כמובן להוות בסיס לשינוי בהמלצות, אלא עידוד רב להמשך המחקר.

רשימה מלאה של הפרסומים המדעיים: לא פירסמנו עדיין.

ביבליוגרפיה

- Haijun L., Cohen S, Lemcoff JH, Israeli Y, Tanny J. (2015). Sap flow, canopy conductance and microclimate in a banana screenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 201:165-175
- Tanny, J. (2013). Microclimate and evapotranspiration of crops covered by agricultural screens: A review. *Biosystems Engineering*, 114(1), 26-43.

דו"ח שנתי (שנה א') לתכנית מחקר מספר 20-13-0010 (304-0526-15)

שינויים דינמיים בתכונות של רשתות צל והשפעתם על משטרי ההשקיה והדישון: בננה בבית רשת כגידול מודל

סיכום עם שאלות מנחות

אנא פרט מהם הניסויים שנעשו תוך השוואה לתכנית העבודה המתוכננת והתאמתם למטרות המחקר כפי שהופיעו בהצעה המקיפה

המשך הרצת הניסוי במטע בשני כיסויי רשת ובשטח פתוח בחוות צמח, תוך ניתור אקלימי וחישובי התאדות ייחוס פנמן-מונטית בזמן אמת והשקיה בהתאם. מדידת פרמטרי פריחה, צמיחה ויבול ראשון בניסוי. מעקב אחר מליחות קרקע ומלחים בעלים. ביצוע סדרות של מדידות של: צריכת מים (זרימה בגזעולים), פרמטרים פיסיוולוגיים, הצטברות אבק על רשתות, וטמפרטורת נוף. כל אלו הופיעו בתוכנית העבודה ובוצעו.

מהם עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח?

פרמטרי צמיחה, פריחה ויבולים בכיסויי רשת היו טובים יותר מאשר בשטח הפתוח, כנראה בגלל הייתרון של כיסוי רשת לאחר אירועי קרה בחורף. בטיפול 'פנמן' מתחת לרשת שבו מנות השקיה נמוכות, לא היתה פחיתה ביבול והחיסכון במים היה בסדר גודל של 15% מהטיפול המישקי. מליחות קרקע לא עלתה אך כלור בעלים היה טיפה גבוהה. מדידות אחרות נעשו אך לא הפתיעו.

בעקבות הניסויים שנעשו, אנא פרט והסבר כיצד הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח או חלק מהן

המטרות הושגו והתוצאות מעוררות עניין רב אצל החקלאים. נדרש לסיים מחזור גידול שלם של המטע כדי להמליץ על ממשק השקיה חדשה וחשכונית על בסיס הממצאים הראשוניים. יש גם להמשיך במדידות הפיסיוולוגיות ואחרות כדי להבין יותר טוב את התוצאות הכלליות.

בהתאם להצעה המקיפה, ציין מה התבצע מתוך טבלת המשימות ואבני דרך, כולל אבני דרך כמותיות

(סעיפים IV VI-ומהם הקריטריונים שפורטו בהצעה המקיפה כבחון להצלחת המחקר אכן הושגו)

מתוך טבלת המשימות התבצעו כל הסעיפים. מאבני הדרך יש לציין:

- כימות ואיפיון אבק על הרשת והשפעתו על תכונות קרינתיות – ביצוע חלקי, המשך בשנה ג'
- ביצוע מדידות פיסיוולוגיות – ביצוע חלקי, המשך בשנה ג'
- ניתוח רגישות לפי מודל לגבי השפעות אקלימיות על צריכת מים – יבוצע בשנה ג'
- המשך ניסוי השקיה – בוצע במלואו.

מהן המסקנות המדעיות ומהן ההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו בעתיד?

לאחר סיום איסוף הנתונים של שנת יבול הראשונה לניסוי, מתברר שחיסכון של כ- 15% ממנת המים בבית הרשת עשוי להתקבל על ידי מעבר מהשקיה מבוססת טבלה, להכוונת ההשקיה באמצעות מדידה רציפה של משתנים אקלימיים בתוך בית הרשת, וחישוב האופוטורנספירציה הפוטנציאלית באמצעות מודל פנמן מונטית. עם זאת, תוצאה של שנה בודדת אינה יכולה כמובן להוות בסיס לשינוי בהמלצות, אלא עידוד רב להמשך המחקר.

מהן הבעיות שונתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה ומה אמורה

להיות ההתייחסות בהמשך?

אין

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.

אין

פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט).