

דו"ח לתכנית מחקר מספר 596-0415-09

**פיתוח פרוטוקול בקרת השקיה אוטומטי לנקטרינה ואפרסק בעזרת חיישני
עקת מים קרקעיים וצמחיים**

**Developing an automated irrigation protocol for nectarine and peach based
on soil and plant water stress sensors**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ופיתוח הכפר

על ידי

הוגו למקוף¹, דוד כהן³, שבתאי כהן¹, יוסי טנאי¹, עמוס נאור³, יוני גל², ומוטי פרס¹

¹המכון למדעי הקרקע המים והסביבה, מינהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

²שה"ס, משרד החקלאות

³מו"פ צפון

**Lemcoff Hugo¹, Cohen David³, Cohen Shabtai¹, Tanny, Y.¹, Naor, A.³, Gal Y.²,
Peres M.³**

¹*Institute of Water and Soil, ARO, the Volcani Center*

²*Extension Service, Ministry of Agriculture*

³*Northern R&D Station*

נובמבר 2010

כסלו תשע"א

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

רשימת פירסומים:

א. תקציר

הצגת הבעיה:

מטרת המחקר לפתח פרוטוקול עבודה לשימוש בחיישנים רציפים, כגון טנסיומטרים, מדי רטיבות קרקע נפחית, ודנדרומטרים לבקרת השקייה. החיישנים הרציפים ואלגוריתמים מתאימים ישמשו תחליף למדידות תא הלחץ.

מהלך ושיטות עבודה:

נבנה ניסוי במטע נקטרינה בכפר חרוב ברמת הגולן. השטח חולק לקראת 4 טיפולים עם 5 חזרות (5 בלוקים). השקייה לפי מקדמים מקובלים ובקרה ע"מ לקיים פוטנציאל מים בגזע דומה בטיפולים. הוצבו חיישנים ותחנה מטאורולוגית, כאשר רוב החיישנים מחוברים למערכת תקשורת אינטרנטית. הופעל מחזור ייבוש. התגובה של החיישנים לרמת המים, לעונה ולמחזור ייבוש הושוו לפוטנציאל מים בגזע ולקצב גדילת פרי. התוצאות ישמשו לבניית קשרים מתמטיים בין חיווי החיישנים לפוטנציאל מים בגזע.

תוצאות עיקריות:

המערכת נרכשה והותקנה במלואה בהצלחה. למדנו את החיישנים ונאספו נתונים רלוונטיים. יבולים ומיון פרי לפי גודל הראו העדר הבדלים בין החלקות כמצופה.

מסקנות והמלצות:

התוכנית הושגה במלואה. למדנו את המערכת והיא מוכנה לניסוי העיקרי כאשר השקייה תופעל לפי החיישנים במקביל לניהול שנעזר בפוטנציאל מים בגזע. בטיפולים פוטנציאל ייקבע לפי החיישנים.

ב. מבוא

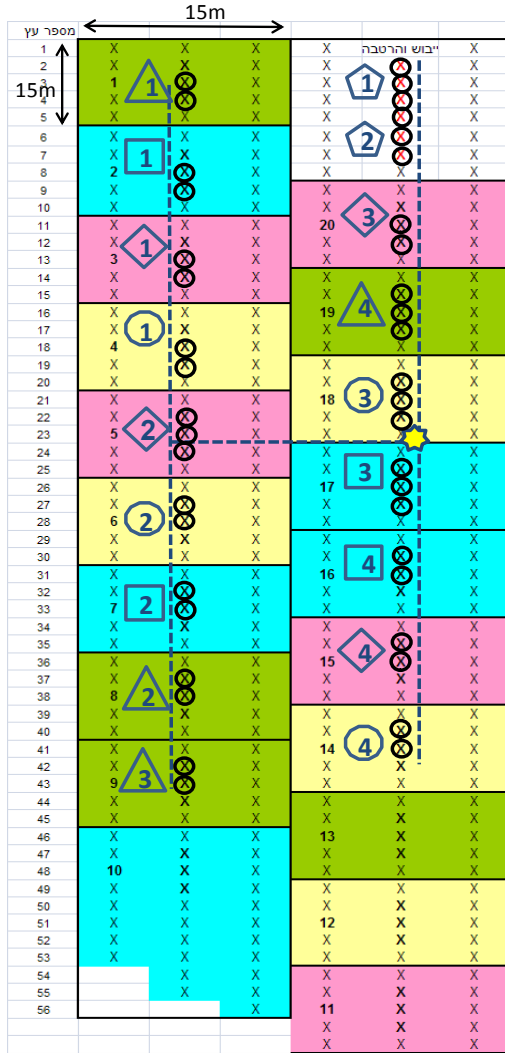
בעשור האחרון חל פיתוח מואץ בשטחים הנטועים באפרסק/נקטרינה בצפון. הנטיעות התמקדו בזני אמצע וסוף העונה, חלק גדול מהנטיעות ניטעו במשקים הקיבוציים על שטחים שהתפנו מגידולי שדה ותפוחים והמטעים הראו אלטרנטיבה ראויה. באזור הצפון נטועים היום כ-25,000 דונם אפרסק/נקטרינה המהווים כ-50% מסה"כ הנטיעות בישראל. גם בשנות המשבר שעברו על הענף ב-2004-2007 האזור היחיד שנשאר באותו היקף שטח נטוע הוא הצפון. כל יתר האזורים קטנו מאד עקב עקירות מסיביות. מנת ההשקיה העונתית במטעים אלו היא כ-650 קוב לדונם לשנה, כלומר באזור הצפון מדובר ביותר מ-16 מיליון קוב מים בענף זה בשנה. ייעול השימוש במים יכול להוביל לחסכון במים מחד ולאפשרות לנטוע עוד שטחי מטעים, מאידך, דבר שישפר את ההכנסות של חקלאי הצפון. המלצות ההשקיה של שה"ם מכילות טבלאות מקדמי השקיה או מנות השקיה המתיחסות להתאדות ממוצעת רב שנתית כאשר ההמלצות מתייחסות למטע מיצג מבחינת גודל עץ, עומס יבול ויעילות השקיה. במקומות בעייתיים ובמשקים מתקדמים המעוניינים לשפר את יעילות ההשקיה ע"י השקיה פרטנית של על חלקה החקלאים מודדים או מזמינים מדידות של פוטנציאל מים בגזע במשך

העונה. תוצאות אלה משמשות לכיוון עדין של ההשקיה – כאשר יש חריגה מעבר לסף פוטנציאל המים מעלים את מקדם ההשקיה וכאשר יש עליה משמעותית בפוטנציאל המים מורידים את המקדם. מדידות פוטנציאל מים בגזע בהיקף הנכון לבקרת השקיה דורשות צוות מיומן וזמן עבודה רב. אומנם תא הלחץ נייד וברמה הניסויית מוביל להשקיה מדויקת ויעילה, אך השיטה מסורבלת. לעומת זאת קיימים מספר חיישנים שמודדים תכולת או פוטנציאל מים בקרקע ובצמח, וחיישנים שמודדים התכווצות עלים וגזעים. עבודות בעולם הראו שניתן להשקות לפי חיישנים אלו בתנאי שיש למה לייחס את המדידות. בארץ נעשו ניסויים עם שיטות אלה ונמצא שאכן חלק מהחיישנים מראים קשר טוב עם פוטנציאל מים בגזע. אבל עוד לא פותחו פונקציות לקשר בין השניים. במטרה למלא חלל ידע ולסייע בפיתוח ממשק השקיה מושכל, מתבצע ניסוי לבחינת חיישנים רציפים כאמצעי חליפי או משלים למדידות פוטנציאל המים בגזע ע"י תא לחץ. ניסוי ההשקיה נבנה כך שתכנית ההשקיה בו תתבסס על טבלת מקדמי ההשקיה של שה"ם ובכל טיפול יותאמו מקדמי ההשקיה על פי חישן אחר (טנסיומטר, דנדרומטר, מד רטיבות קרקע נפחית ופוטנציאל המים בגזע כטיפול ביקורת). בשנה הראשונה בנינו את הניסוי כולל רכישה והתקנת מערך החיישנים וניתנה השקיה אחידה שבחנה את התגובה של החיישנים. בשנה השניה תבוצע בקרת ההשקיה ע"י החיישנים כאשר בכל טיפול יבדק גם פוטנציאל המים בגזע (המדד המקובל כיום).

ג. עיקרי הניסויים בתקופת הדו"ח

ניסוי השקיה נבנה במטע נקטרינה בכפר חרוב ברמת הגולן. נבחרו 6 שורות עצים באזור אחיד של המטע והשטח חולק לחלקות ובלוקים כמתואר באיור 1. בכל אחד מחמשת הבלוקים הוצבו ארבעה טיפולים, אחד לכל סוג בקרת השקיה המתוכננת לשנה שנייה של הניסוי (שנה הבאה). חלקה נוספת הוגדרה כחלקת ייבוש והרטבה, שבו נעשה ניסוי לקבוע רגישות של החיישנים למחזורי ייבוש והרטבה. בשנה הראשונה נעשתה הרצה של הניסוי ע"מ לבחון שאין הבדלים ביבולים בשטח ולהתקין, להריץ וללמוד את החיישנים השונים בניסוי. בנוסף, ביצענו מחזור ייבוש והרטבה. המערכת המרכזית של הניסוי נרכש מחברת נטפים לאחר מכרז מתאים. הם התקינו בתאריך 29.4.2010 מערכת Irriwise התומכת בשידור לאינטרנט של נתונים מהחיישנים שנרכשו מהם והותקנו בשטח. נתונים אלו נכנסים למערכת תוכנה המאפשרת גישה לנתונים כמספרים, גרפים והורדתם לקבצי אקסל. חברת נטפים עוקבת אחר הניסוי ע"מ לוודא שהציוד יעבוד כמו שצריך. החיישנים הבאים הותקנו בשטח:

טיפול טנסיומטרים :



1	אדום	טנסיומטר
2	ירוק	מד רטיבות
3	כחול	דנדרומטר
4	צהוב	תא לחץ
5	סגול	מחזור ייבוש

איור 1. חלוקת המטע לחלקות ובלוקים לניסוי. מיקום חיישני זרימה בגזע מסומן בעיגול. מספר חלקה מופיע 3 עצים מרכזיים הם עצי שקילה ומדידה.

עומקים 30 ו-60 ס"מ - 2 חיישנים לעומק לחזרה
ב-5 חזרות (20 יחידות)

עומק 90 ס"מ – חיישן אחד לכל אחד מ-5 החזרות

טיפול חיישן רטיבות נפחית Decagon EC-5

חיישן רטיבות נפחית בטכנולוגית

Irriwise - capacitance/frequency domain עם שידור.

הפריסה זהה לטיפול טנסיומטרים (כלומר 25 חיישנים)

טיפול דנדרומטרים – 2 לחזרה X 5 חזרות – אחד

לעץ – גם מחובר ל-Irriwise – החיישנים מסופקים ע"י חברת רותם.

בנוסף לני"ל בחלקת ייבוש והרטבה – 6 עצים – בכל

עץ הותקנו כל החיישנים – 3 טנסיומטרים, 3 מדי רטיבות

נפחית, ודנדרומטר אחד (7 חיישנים X 6 חזרות=42 חיישנים).

מערכת נוספת הותקנה ע"י המשתתפים ממרכז

וולקני. המערכת כוללת אוגר נתונים מסוג CR1000

ומולטיפלקסר תוצרת חברת Campbell Sci עם מצברים

וטעינה סולארית. הותקנו חיישני זרימת מים בגזע מסוג

"דיסיפצית חום" המכונה "גראנייר". החיישנים הוחדרו

לגזעים של 2 או 3 עצים ב-16 מתוך 20 החלקות של הניסוי

(4 בלוקים, ראה איור 1) ולששת העצים בחלקת "ייבוש

והרטבה (סה"כ 42 חיישנים). הותקנה תחנה מטאורולוגית

על תורן בשטח הכוללת מדי קרינת שמש (Kipp and)

(Zonen CM11), טמפרטורה ולחות אוויר (Campbell)

(HMP45), ועוצמת רוח (MetOne), שהתחברה ג"כ לאוגר

נתונים הני"ל.

שיגרת הניסוי כללה מדידות פעם בשבוע של פוטנציאל מים בגזע בצהריים (עלה אחד משני עצים

בכל 5 החזרות מכל טיפול = 80 עלים + עלה לעץ בחלקת ייבוש) וקוטר של 20 פרות מהעצים הני"ל

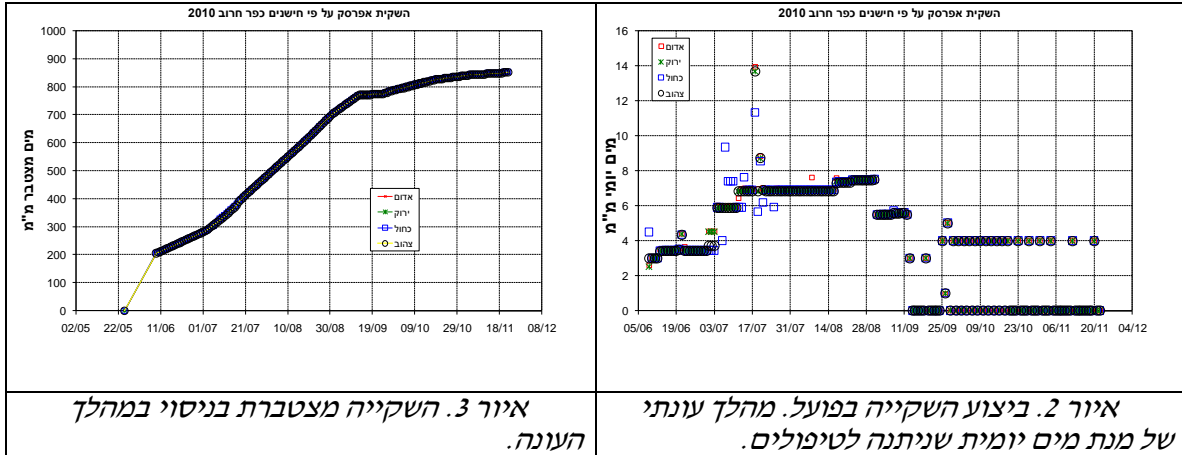
(400 פרות).

השקייה התבצעה דרך מחשב השקייה לפי טבלת השקייה מומלץ באיזור לנקטרינה אך נעשו

תיקונים ע"מ לשמור על פוטנציאל מים קבוע ושווה בכל הטיפולים במשך עונת השקייה.

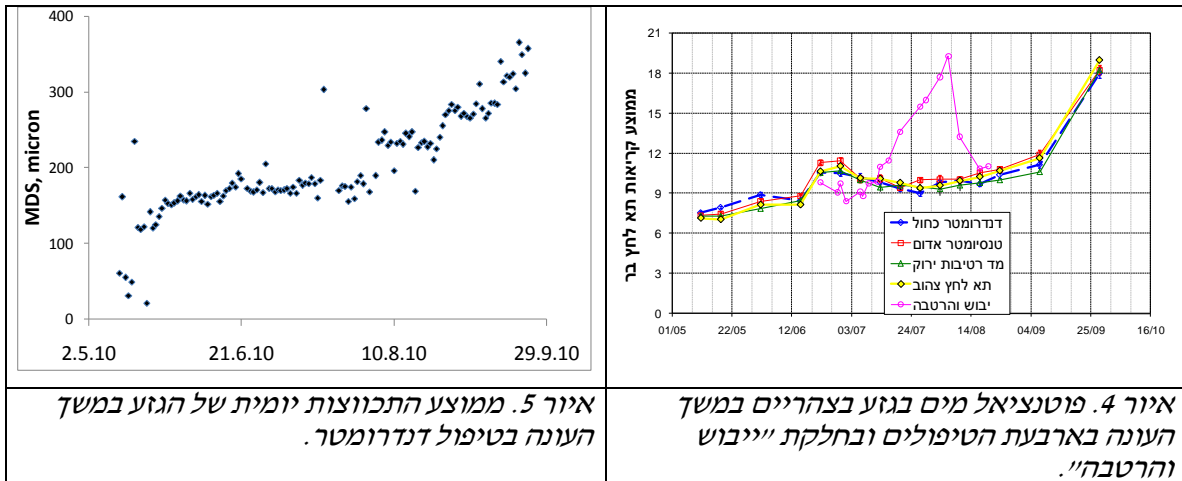
ד. תוצאות, מסקנות והשלכותיהן על המשך ביצוע המחקר

איורים 2 ו-3 מראים את ביצוע השקייה בפועל בניסוי במשך העונה. עד לאמצע ספטמבר ניתנו כ-780 מ"מ השקייה בטיפולים השונים וההבדלים ביניהם קטנים ביותר. לאחר מכן מנת השקייה היומית ירדה אך בגלל העדר גשמים ניתנו עוד כ-80 מ"מ עד אמצע נובמבר.



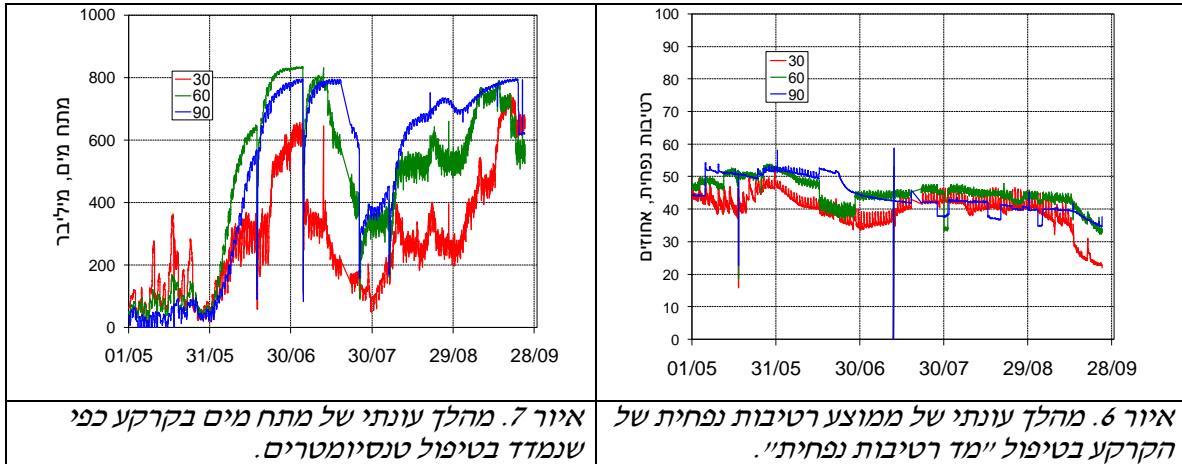
פוטנציאל מים בגזע במהלך העונה מובא באיור 4. נעשה מעקב שבועי אחר נתון זה וכאשר התגלו סטיות השקייה תוקנה.

לקראת סוף יוני נותקה חלקת "ייבוש והרטבה" מהמערכת השקיה המרכזית. בגלל תקלה בהתחלה פוטנציאל מים שלילי בגזע שם ירד, אבל לאחר מכן הוא עלה במשך חודש באופן תלול עד לערכים קרובים ל-20 בר (איור 4). מהלך הייבוש הזה יאפשר לנו לקבוע את התגובה של החיישנים

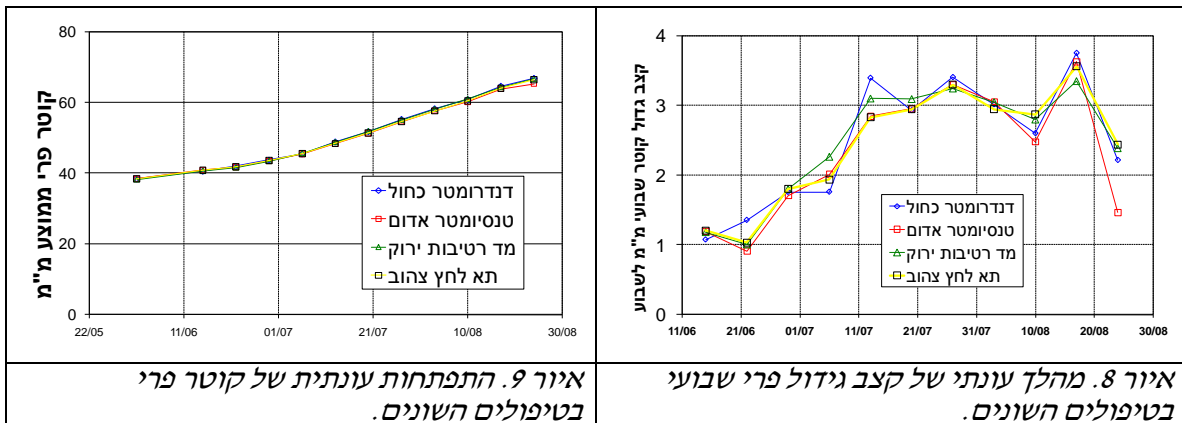


השונים לייבוש. התגובות הני"ל מתורגמות לשיפועים ושינויים יחסיים ישמשו לקביעת ספים לחיישנים בשנה הבאה (תוצאות של הניתוחים הני"ל טרם הסתיימו ולכן הם לא מופיעים פה). חיישן שאולי יוכל להחליף את מדידות תא הלחץ הוא הדנדרומטר, כאשר הפרמטר החשוב שניתן לחלץ

ממדידות ממנו הוא התכווצות יומית MDS, המובא באיור 5. הסתכלות ראשונית מגלה את הדמיון הרב בין המהלך העונתי של MDS לפוטנציאל מים. איורים 6 ו-7 מביאים את המהלכים העונתיים של שני החיישני רטיבות קרקע – חיישן רטיבות נפחית (איור 6) ומתח מים בקרקע שנמדד ע"י טנסיומטרים (איור 7). אין ספק שהמהלך העונתי של מתח מים איננו משקף את המהלכים האחרים ונצטרך לתת את הדעת בנושא.

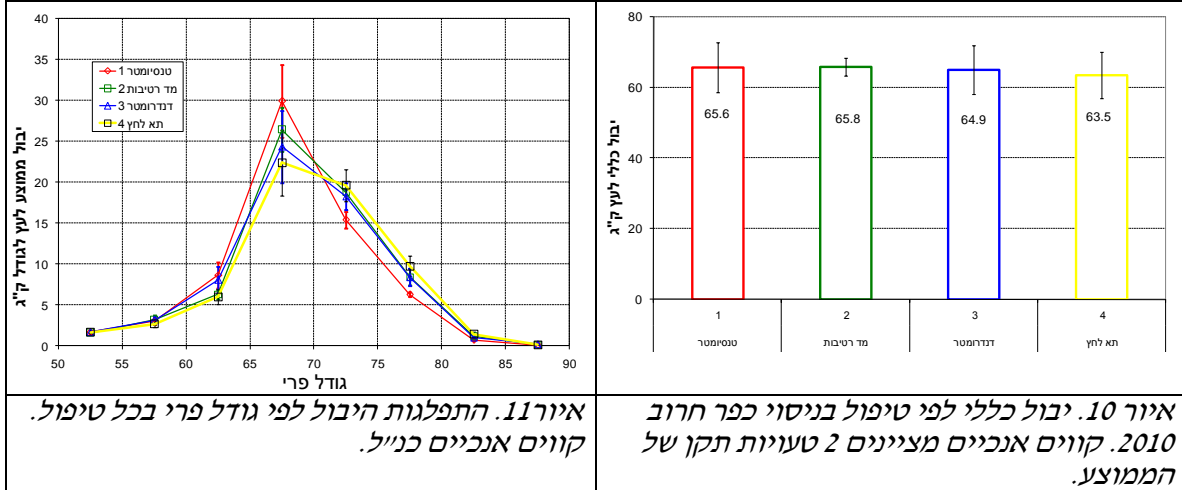


המהלכים עונתיים של קוטר פרי וקצב גידול פרי (שניהם מאותם מדידות) מובאים באיורים 8 ו-9. הצורה של איור 9 גם מזכיר את המהלכים שקיבלנו עבור פוטנציאל מים (איור 4) וקוטר גזע (נתונים לא מובאים).



איורים 10 ו-11 מראים את היבולים והתפלגות גודל פרי. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הטיפולים. תוצאות נוספות התקבלו מהמערכת שמדדה זרימת מים בגזע ומהתחנה המטאורולוגית. ההתקנה של המערכות האלה התבצעה באמצע אוגוסט ובעיות באספקת חשמל וטעינה סולארית גרמו להפרעות במדידות זרימת מים בגזע. התחנה המטאורולוגית עבדה טוב. הבעיות הני"ל טופלו ואנו מקווים שמערכת הזרימה בגזע תעבוד טוב מתחילת העונה הבאה.

התוצאות הני"ל מראות שהשנה הראשונה של הניסוי התבצעה בצורה טובה ובהצלחה. מערכת החיישנים שעליה תתבסס הניסוי בשנה השנייה נפרסה בשטח בתחילת העונה (סוף אפריל) וסיפקה נתונים אמינים במשך כל העונה. פיקוח על ההשקייה הבטיח שלא יתפתחו הבדלים בין הטיפולים במצב המים בצמח וכתוצאה מכך לא היו הבדלים ביבולים.



ה. פרסומים מדעיים

אין בינתיים.