

פיתוח חיישן השקיה על-פי משוב מהצמח (IOD) במטעים

אפי טריפלר, זהבה יהודה ואורי שני

**רקע, תאור הבעיה ומטרות המחקר:**

היעילות הממוצעת של שימוש במים בייצור חקלאי בעולם נמוכה. במוצע עולמי רק כ-50% מהמים המיושמים נקלטים על ידי הצמח. יתרת המים אובדת דרך התאדות ישירה מהקרקע, נגר עילי, או חלחול למי התהום. הבטחת התוצרת החקלאית הטריה ורווחיותה לחקלאים גורמת להם בדרך כלל להשתמש בכמויות מים ודשן מעבר לדרישות של הגידולים. השקיה מיטבית (כמות ועיתוי) עשויה להגביר את יעילות הקליטה של המים על ידי צמחים, ויחד עם זאת להפחית את כמות המים, המלחים והדשנים המוסעים למי התהום. לשם כך, יש לספק את מי ההשקיה בכמויות הנדרשות לצריכת המים שלהם ובעיתוי המתאים. במו"פ ערבה דומית עסקנו בשנים האחרונות בפיתוח של מערכת השקיה המספקת מים לצמח על-פי דרישה לאורך היום ולאורך עונת הגידול. המערכת מבוססת על מדי טנסיומטר המודדים את פוטנציאל המים סמוך לשורש, ומערכת ההשקיה מופעלת בערך מוגדר מראש של הפוטנציאל הנמדד. עד כה מערכת זו נוסתה בהצלחה בגידולי שדה כמו תירס, חמניות, בצל ירוק וצנוניות. מטרת המחקר, לפיכך, הינה לפתח מערכת חישה אמינה וזולה של תכולת המים בקרקע, המתאימה לשימוש במטעים.

**מועד התחלה וסיום המחקר: 2011-2013**

**מהלך המחקר ושיטות העבודה:**

בשלב הראשון פותח טנסיו-דריפר בעל מבנה המתאים למערכות שורשים גדולות. כיום מתנהלים שני ניסויים; הראשון במערכת ליזימטרים מבוקרת בה ניטעו עצי רימון ירוקי-עד, והניסוי השני במטע תמרים מסחרי בוגר מזן מג'הול בקיבוץ סמר. בשני הניסויים הללו מושווית היעילות של צריכת המים בעצים ומדדים פיזיולוגיים עיתיים שלהם בהשקיה לפי משוב מהעצים, בהשוואה לממשק ההשקיה המקובל

החל מנובמבר 2011 הופעל לראשונה ממשק ה-IOD, לפי השקיות המתאפשרות בכל משך היממה, כל אימת שהעומד המטריצי הנמדד יורד מתחת לערך סף קבוע (45- ס"מ). ממשק זה מפשט את אלגוריתם ניהול ההשקיה. הבקר הפשוט מנהל את ההשקיות ומודד את העומדים הקפילריים בטנסיודריפר, באמצעות מספר מועט של פרמטרים מוגדרים מראש (ערך סף וכמות מים בכל פולס השקיה), שאינם תלויים בעונת הגידול, במצבו הפיזיולוגי של העץ ובתנאים הסביבתיים. אלגוריתם השקיה זה (IOD24) מופעל בכל שעות היממה כטיפול נוסף לטיפול ה-IOD הרגילים וכטיפול בלעדי במטע התמרים.

**תוצאות:**

הדגם היומי של העומדים הקפילריים בממשק ההשקיה הרגיל הנהוג במטע קבוע. כלומר, לא נצפו השפעות של שינויים עיתיים בתנאי השפה העליון, קרי, התאדות פוטנציאלית, ותנאי השפה התחתון. דגם זה מצביע על כך שרמת ההשקיה הגבוהה בתדירות גבוהה מקטינה למינימום אפשרות של שינויים במצב המים בקרקע בשל תנאי אקלים משתנים.

התבנית העיתית של העומד הקפילרי בטנסיודריפר המצוי בבית השורשים של התמר, בעומק 30 ס"מ, מראה על כך שהפרש בין ערכי הקיצון הוא כ- 30 ס"מ. באופן שונה, העובי, בעומק דומה, בממשק הביקורת הוא כ- 50 ס"מ. הסיבה לכך יכולה לנבוע מהשקיה בתדירות גבוהה בממשק ה-IOD, בהשוואה לתדירות בטיפול הביקורת;

3-4 השקיות, לעומת 2 השקיות, בהתאמה. אנו סוברים כי ששמירה על עומד מטריצי ממוצע גבוה, בטיפול ה-IOD יגרום לאופטימיזציה של קליטת המים על ידי העצים.

נפח מי ההשקיה לעץ, המושקה לפי ממשק IOD, באפריל 2012, היה כ- 60% מהנפח בטיפול הביקורת (570 לעומת 326 מ"מ, בהתאמה). ההתאדות הפוטנציאלית היומית בתקופה זו הייתה כ- 11.5 מ"מ. מתוך 7 ההשקיות היומיות, המיוצגות ע"י עליה חדה ומהירה בעומד הקפילרי, 2 השקיות התרחשו בשעות החשיכה, והשאר במהלך שעות האור. באופן שונה, בתחילת יוני 2012, ההתאדות הפוטנציאלית היומית הייתה כ- 14 מ"מ. בהתאם לכך, מתוך 9 השקיות ביממה, 6 היו בשעות האור והיתר בלילה. המשמעות הנגזרת מכך היא שמערכת ה-IOD משקה לפי תנאי האקלים, בסקאלת זמן של שעות. הביטוי לכך הוא מספר רב של השקיות בין 10:00 לבין 19:00, והשקיות מעטות בשאר היממה. בסקאלת זמן של ימים, מערכת ה-IOD מתאימה את נפח ההשקיה היומי להתאדות הפוטנציאלית. היחס בין כמות ההשקיות ביום לבין הכמות בלילה הוא בתחום של 1/3-1/4.

עיתוי ההשקיות בממשק ה-IOD, במאי-יולי 2012, מראה על כך התפלגות היממתית של ההשקיות היא דינאמית. החל מ 08:00 ישנה עלייה מתמדת במספר ההשקיות ויציבות מתרחשת בין 12:00-18:00. ירידה חדה בצפיפות ההשקיות, כתוצאה מתחילת החשיכה נצפית עד 20:00. מכאן ועד שמונה בבוקר, שכיחות השקיות קבועה. דרישה להשקיה בשעות הערב המוקדמות יכולה להעיד על כך שהתמר קולט מים על מנת לשקם את עומד הטורגור שירד במהלך שעות האור.

רמות היבול הגלמי, קרי, היבול הנשקל מיד בתום נייעורו מהעץ, היה דומה בשני ממשקי ההשקיה שנבחנו. כלומר, השקיה לפי חישת עומד המים בטנסודריפר, במנה המהווה כ- 2/3 מרמת ההשקיה בממשק הביקורת מניבה יכול דומה.

#### **סיכום:**

לראשונה הופעל בהצלחה ממשק ה-IOD לפי השקיות המתאפשרות בכל משך היממה, כל אימת שהעומד המטריצי הנמדד יורד מתחת לערך סף קבוע (-52 ס"מ). ממשק זה מפשט את אלגוריתם ניהול ההשקיה. **לפיכך, ממשק ה-IOD במטע תמרים מסחרי מופעל בהצלחה, מניב יבולים דומים ליבול המקובל, תוך חיסכון ניכר של מים.**

המערכת לניהול ההשקיה ומדידת העומדים הקפילריים מתפקדת באופן עצמאי מוחלט. הבקר הפשוט מנהל את ההשקיות ומודד את העומדים הקפילריים בטנסודריפר, באמצעות מספר מועט של פרמטרים מוגדרים מראש, שאינם תלויים בעונת הגידול, במצבו הפיזיולוגי של העץ ובתנאים הסביבתיים.

מערכת ה-IOD מספקת לנו, בנוסף על האמור לעיל, מידע ייחודי וחדשני אודות משק המים היממתי של התמר. התמר קולט מים בשעות החשיכה בכמות המהווה כ- 1/3 מנפח ההשקיה היומי. לא זו בלבד שהשקיות אלו גורמות לאופטימיזציה של תנאי רטיבות הקרקע, אלא גם גורמות לשטיפה יעילה של מלחים שהצטברו בבית השורשים, במהלך היום.