

תגובת צמחים והתפלגות המים וחומרי ההזנה בקרקע

במשטר השקייה בתדירות גבוהה

טריפלר אפיל¹, לאה זיגמונד¹, גלעד הורוביץ¹, אלכס דוידוף¹, זהבה יהודה^{1,2} ואורי שני^{1,2}
1- מו"פ ערבה דרומית; 2- האוניברסיטה העברית בירושלים. הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה.

בשנים האחרונות פותח ציוד השקיה המאפשר השקייה בתדירות גבוהה: (I) השקיה זעירה-השקיה בספיקות נמוכות מאד (פחות מ-500 מ"ל לשעה לטפטפת; Assouline, 2002) ולכן מאפשר השקיה של כמות מים נתונה בזמן ארוך; (II) טפטוף במערכת אל-נגר המונעת התרוקנות של מערכת ההשקיה בין פולס לפולס (השקיה בפולסים), ולכן מגדילה את אחידות ודיוק ההשקיה (Assouline, 2002; Segal et al., 2001). במקביל התפתחו והוזלו מערכות הבקרה והשליטה, ופותחו שיטות דיגום של נפח הקרקע המושקה לאפיון תמיסת הקרקע.

מחזור השקיה כולל שלושה שלבים: (1) חידור; (2) רדיסטריבוציה; ו- (3) קליטת מים מאוגר הקרקע (Polak and Wallach, 2001). בשיטות השקייה בתדירות נמוכה השלב השלישי הוא הארוך ביותר, ועיקר קליטת המים מהקרקע נעשית בו. לעומת זאת, בתדירות השקייה גבוהה שני השלבים הראשונים הופכים אף הם משמעותיים גם מבחינת הקליטה של מים מהקרקע ולא רק מבחינת פירוסם. בתהליך קליטת מים מהקרקע בשלב האוגר חל ייבוש של הקרקע באזור המידי של השורש (Polak and Wallach, 2001). ייבוש זה גורם לירידה במוליכות ההידראולית, ומכאן להקטנה בשטף המים והמינרלים לשורש. בתנאים של השקיה בתדירות גבוהה, ולכן של זרימת מים בבית השורשים בתהליכי החידור והרדיסטריבוציה, נשמרים בסביבה המיידית של השורש ערכים גבוהים של רטיבות ומוליכות הידראולית, ולכן גם שטף גבוה אל השורש (Segal et al., 2006).

מערכות ההשקייה הזעירות נלמדו באופן אינטנסיבי בחממות (Koenig, 1997), ותוצאות ראשוניות הראו שהן הפחיתו מים בצמחי עגבניה ב-38%, העלו את היבול ב-14-26%, והפחיתו את הנזק ב-10-40% (Assouline, 2002). בניסוי שדה בתירס מתוק Assouline et al. (2002) הראו שבהשוואה להשקיה שגרתית בטפטוף, השקיה זעירה עשויה לשפר יבול, להפחית את שטף הנזק ולהשפיע על התפלגות תכולת הרטיבות ברזוספרה. כמו כן, נצפתה הפחתה בשינויים הדינמיים בתכולת הרטיבות במהלך היום בחלק הפעיל ביותר של אזור השורשים בתירס (Assouline, 2002). שמירה על תכולת רטיבות גבוהה באזור בית השורשים על-ידי אספקת מים בתדירות גבוהה מצמצמת את תנודות הייבוש וההרטבה (Bresler 1977), ומעלה את שטף המים וזמינות נוטרינטים לשורשים (Ben-gal and Dudley, 2003; Silber et al., 2003).

השקיה בתדירות גבוהה השרתה עליה משמעותית בריכוז הזרחן בעלים של חסה בריכוזי זרחן נמוכים בתמיסת ההשקיה, בעוד שבריכוזי זרחן גבוהים לא נצפתה השפעה מובהקת של תדירות ההשקיה (Xu et al., 2004). חוקרים אלה מצאו מתאם הקושר בין תכולת הזרחן בצמח והיבול בלבד. הם ייחסו את ההשפעה העיקרית של תדירות ההדשיה לשיפור בניידות הזרחן ובקליטתו בצמח. תדירות גבוהה של

הדשיה מעלה את שיעור הקליטה של יסודות הזנה בצמח באמצעות שני מנגנונים עיקריים: (1) העשרה מחודשת מתמשכת ביסודות מזון של אזור פן הביניים המדולדל של השורש; ו- (2) ניווד מוגבר של מומסים ההשפעה של השקיה בתדירות גבוהה על ההרכב הכימי של תמיסת הקרקע ועל קליטת יסודות ההזנה בצמח טרם נחקרה דיה. בעבודה קודמת בחנו את ההשפעה של שילוב עקות מלח עם רמות שונות של דישון חנקני על קליטת החנקן בצמחי תירס מתוק. התוצאות הצביעו על כך, שעקום התגובה של הצמח לדישון חנקני עשוי להיות שונה בממשקי גידול שונים. כך למשל ריכוז החנקן המומלץ עלול להיות גבוה בכ- 50% מהמהנדרש לקבלת יכול מירבי או קרוב לכך בשימוש בתדירות השקיה גבוהה. הדשנים שאינם נצרכים על-ידי הצמח עלולים להשטף למי התהום ולזהמם.

המחקר הנוכחי מתבסס על שתי הנחות יסוד השלובות זו עם זו. האחת היא שהשקיה בתדירות גבוהה ו/או בתדירות מתמשכת גורמת להתפלגות מרחבית של מים, חמצן וחומרי הזנה, ומאפשרת את קליטתם היעילה על ידי הצמח. ההנחה השנייה הינה שהשקיה תכופה גורמת לאופטימיזציה של פונקציות הייצור של הגידול.

מטרות מחקר:

1. ללמוד על התפלגות המים וחומרי ההזנה במשטר השקיה רציף ממקור נקודתי.
2. לאפיין רמות אופטימאליות של חומרי הזנה בתנאי השקיה תכופה.
3. לפתח פרוטוקול לשימוש במים ובחומרי הזנה לגידולים בשטח פתוח ובמבנים.

שיטות

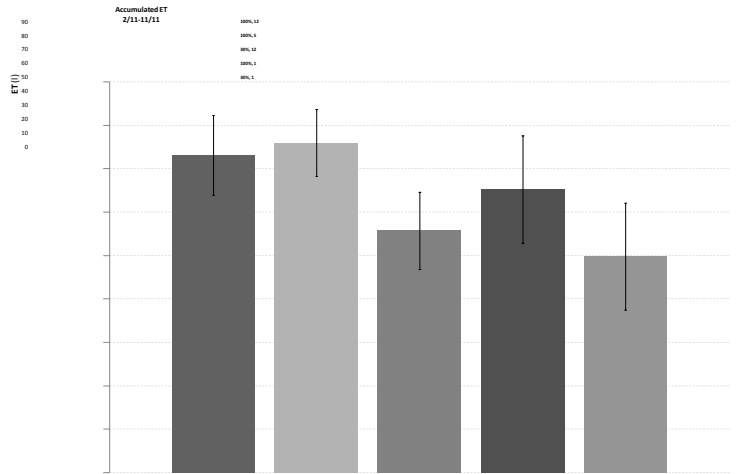
ההשפעה המשולבת של תדירות ההשקיה ורמות חנקן במי ההשקיה על יכול וצימוח של צמחי עגבנייה נלמדת בניסוי דו-גורמי המבוצע בליזימטרי שקילה ובשדה. שתילי עגבנייה נשתלו ב 25/10 בכל ליזימטר ובשדה העוטף את הליזימטרים.

מנת ההשקיה היומית בכל הטיפולים זהה, אך תדירויות ההשקיה בליזימטרים משתנות על-פי הטיפולים השונים והינן: [1] השקיה בתדירות יומית; [2] 5 פעמים ביממה; [3] 12 השקיות ביום. רמות החנקן, האשלגן והזרחן הם: [1] לפי המלצות המקובלות על ידי משרד החקלאות; [2] 30% מההמלצות. כל טיפול מתבצע בשלוש חזרות. בניסוי השדה נבחנת השפעת רמת הדשן בלבד, והוא ניתן בהשקיה יומית. הפרמטרים הנמדדים: א. אוטורנספירציה יומית ומצטברת; ב. תכולת חנקן, זרחן ואשלגן בעלים, בקרקע, במי ההשקיה ובמי הנקז; ג. כלורופיל בעלים; ד. יכול פירות ויבול כללי.

תוצאות

ערכי האוטורנספירציה המצטברת ב- 10 ימי גידול של צמחי העגבניה במהלך חודש נובמבר, מוצגת באיור 1. תדירות השקיה נמוכה גרמה לירידה בצריכת המים בשתי רמות הדשן. ברמת הדישון של 100% האוטורנספירציה ירדה מ- 73.2 ליטר, בהשקיה שניתנה ב- 12 פולסים ביממה, ל- 55 ליטר עבור השקיה בת פולס בודד. לא נמדד הבדל ברמות האוטורנספירציה בין שתי תדירויות ההשקיה הגבוהות (5 ו- 12 פולסים ביממה). השקיה ברמת דישון המומלצת העלתה את צריכת המים ב 25%

בהשוואה להשקיה ברמה של 30% מההמלצות. אך בשלב הזה של הגידול, כשבוע-שבועיים משתילה, ההבדלים בין האופטרנספירציה שנמדדה בצמחים שטופלו ברמת הדשן הגבוהה והושקו פעם אחת ביום לבין הערכים המקבילים שנמדדו בצמחים שטופלו ברמת דשן של 30% מהמומלץ לא היו מובהקים.



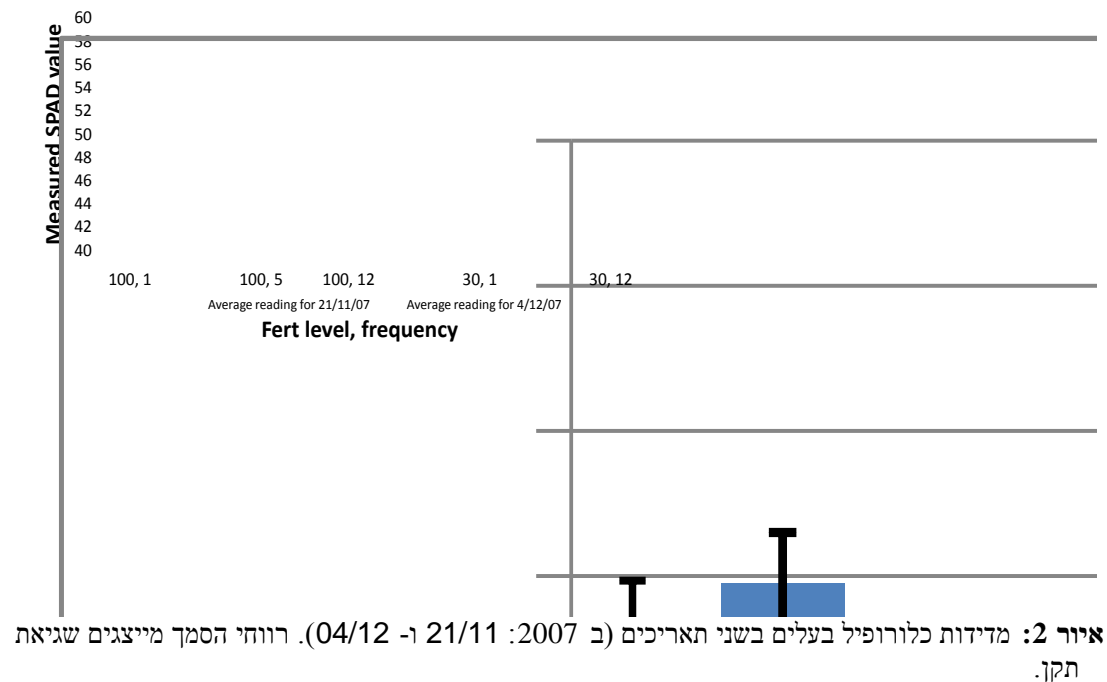
איור 1. אופטרנספירציה מצטברת בנובמבר 2007, כפונקציה של רמות ההשקיה

מדידות כלורופיל בעלים שבוצעו בשני תאריכים (ב 2007: 21/11 ו- 04/12) מוצגות באיור 2. שתי תדירויות ההשקיה הגבוהות (12 ו- 5 פעמים ביממה) בטיפול בו רמת הדשן הייתה לפי המלצות הגידול המקובלות, הניבו את ריכוז הכלורופיל הגבוה (54 – 56 יחידות). ריכוז כלורופיל נמוך נמדד רמת הדישון הנמוכה בשתי התדירויות: 47 יחידות בתאריך המדידה המאוחר.

קו מגמה לינארי המתאר את הקשר בין שיעור האופטרנספירציה (ET, באיור 1) ובין מדידות הכלורופיל (CI) מניב את הקשר הבא:

$$ET = 5.34 \cdot CI - 220.15 \quad [1]$$

מקדם המתאם של קו מגמה זה הינו 0.81. מכאן שרמת כלורופיל גבוהה גורמת לעלייה באופטרנספירציה.



רשימת ספרות

- Assouline S. 2002. The effect of microdrip and conventional drip irrigation on water distribution and uptake. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1630-1636.
- Assouline S., S. Cohen, D. Meerbach, T. Harodi, and M. Rosner. 2002. Microdrip irrigation of field crops: effect on yield, water uptake and drainage in sweet corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:228-235.
- Ben-gal, A. and L.M. Dudley. 2003. Phosphorus availability under continuous point source irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:1449-1456.
- Bresler, E. 1977. Trickle-drip irrigation: principles and application to soil-water management. *Adv. Agron.* 29:343-393.
- Koenig, E. 1997. Methods of micro-irrigation with very small discharges and particularly low application rates. (In Hebrew.) *Water Irrig.* 365:32-38.
- Segal, E., A. Ben-Gal and U. Shani. 2006. Root water uptake efficiency under ultra-high irrigation frequency. *Plant and Soil* 282:333-341.
- Silber, A. B. Bar-Yosef and Y. Chen. 1999. pH dependent tuff dissolution kinetics. *Geoderma* 93:125-140.
- Silber, A., G. Xu, I. Levkovitch, S. Soriano, A. Bilu and R. Wallach. 2003. High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. *Plant and soil.* 253:467-477.

Xu, G., I. Levkovitch, S. Soriano, R. Wallach, and A. Silber. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. *Plant and soil*. 263:297-309.