

## תגובת שורשים וצמחים לממשקי השקיה ואיכות מים

זהבה יהודה<sup>1,2</sup>, אפי טריפלר<sup>1</sup>, מנחם מושליון<sup>2</sup> ואורי שני<sup>2</sup>.

(1- מו"פ ערבה דרומית; 2- האוניברסיטה העברית. הפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית)

### הצגת הבעיה

המפתח לייעול השימוש במים בחקלאות הינו הבנת התהליכים הפיזיקליים והביולוגיים המתרחשים במערכת הרצף קרקע-צמח-אטמוספירה (SPAC). שטף המים במערכת SPAC הינו פאסיבי ומצוי בהתאמה למפל הפוטנציאליים לאורך המערכת. המים נעים מהמדיה הנקבובית של הקרקע לעבר תווך רווי של דופן תאי השורש (המסלול האפופלסטי). מסלול מקביל הינו דרך תעלות מים המצויות על גבי ממברנות תאי השורש (המסלול הסימפלסטי). קליטת מים על ידי צמחים תלויה במפל עומד המים הכולל בשורש ועומד המים הכולל בקרקע (עומד הגובה, העומד המטריצי והעומד האוסמוטי). פוטנציאל המים בשכבת הגבול שבין הקרקע ובין השורש הנו ערך קריטי וחשוב במודלים לתיאור קליטת מים על ידי צמחים.

בעוד שפוטנציאל המים בעלים ובקרקע ניתנים למדידה וידועים, באופן עקרוני, ערכיו בפן הביניים שורש-קרקע, בו מתבצעת קליטת המים לצמח טרם נלמד באופן מלא. הפוטנציאל בפן הביניים שורש-קרקע נקבע על ידי שילוב של גורמי סביבה בקרקע (תכולת רטיבות, מוליכות הידראולית ופוטנציאל אוסמוטי) ובאוויר (לחץ אדי המים) עם משוב פיזיולוגי ממברנות תאי השורש המשנות את מוליכותן האוסמוטית ע"י בקרה של תעלות המים המצויות בהם, ומשמש כתנאי שפה במשוואות קליטת מים בקרקע ובצמח. מטרותינו במחקר זה היו: לפתח שיטה למדידת  $\psi_{\text{root}}$ , למדוד את ערכיו בתנאי סביבה שונים וליישם במודלים לקליטת מים בצמחים.

### מטרות המחקר

1. ללמוד את הקשר שבין פוטנציאל השורש ובין שילובים של עקות מליחות ומים.

2. ללמוד ולאפיין את קליטת המים של גידולים חקלאיים שכיחים בערבה הדרומית במרחב בית השורשים.

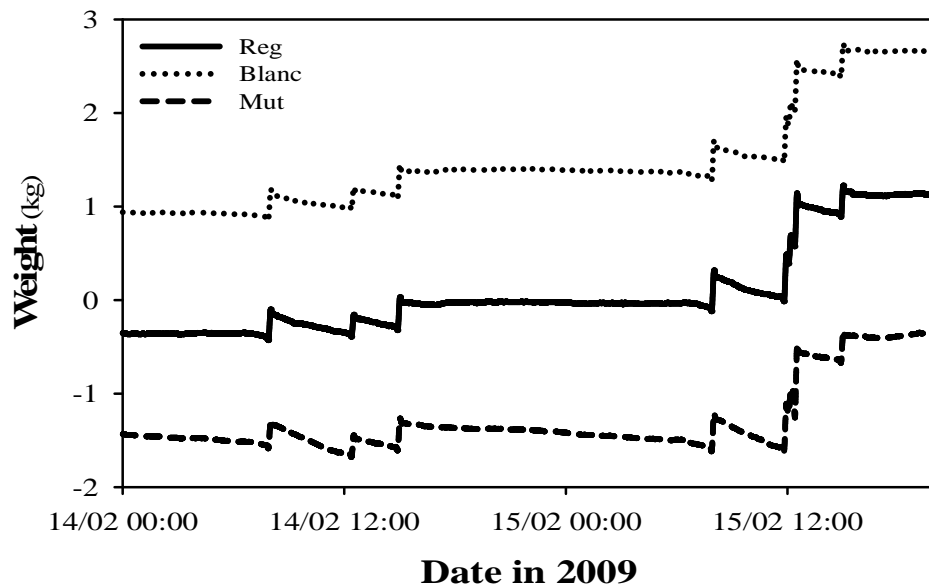
### מהלך המחקר ושיטות העבודה

צמחי עגבניה (5656) רגילים ומוטנטים (חסרי יכולת לסגור פיוניות) גודלו בליזימטרי שקילה במתקן סובב בחממה. פותח מיקרוטנסיומטר שהוצב בסמוך למקור המים. בכל ליזימטר הוצבו שני טנסיומטר-טפטפת במרחק של 5 ס"מ מהשתיל של הצמח הנבחן וטנסיומטר אחד רגיל במרחק של 10 ס"מ מהמקור, אשר קרא את פוטנציאל המים בקרקע.

מקור המים והטנסיומטר נעטפו בפיסת גאוטקסטיל, ובכך עודדו צמיחה של שורשים לכיוון מקור המים. הצפיפות הגבוהה של שורשים על-גבי הגאוטקסטיל אפשרה מדידה של פוטנציאל מים, המייצג את פני השורש.

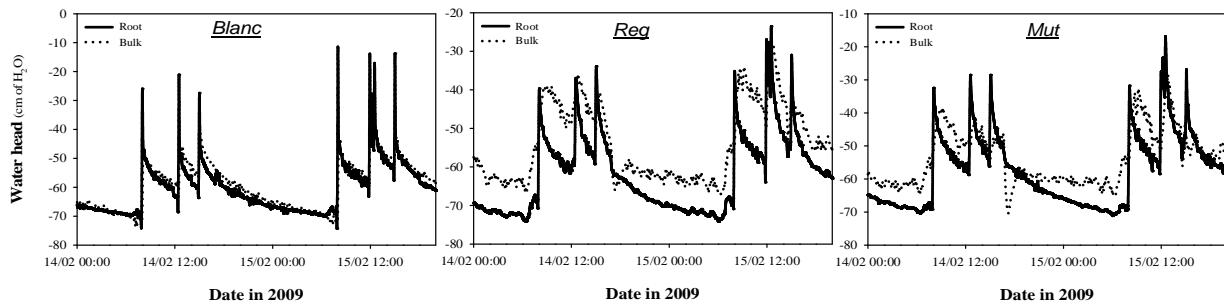
## תוצאות

משקל ליזימטר ללא צמח ומשקלי הליזימטרים בהם גדל צמח עגבנייה רגיל וצמח מוטנט, ב-14-15 לפברואר 2009, מוצגים באיור 1. איבוד המשקל במהלך היום, בליזימטר ללא צמח נובע מאו ופורציה של מים מפני הקרקע החשופה, בעוד שבשני הליזימטרים עם צמחים איבוד המשקל בשעות האור הוא תוצאה של דיות (אווופורציה וטרנספירציה). בצמח המוטנט (Mut) נמדדה ירידה מעטה במשקל בלילה, היות ומנגנון הבקרה על סגירת הפיוניות בו פגום. על-כן, צמחים אלו מאדים דרכם מים כתלות בגרעון לחץ האדים, ללא צורך בקרינה. בליזימטר בו גדל צמח עגבנייה רגיל ובליזימטר החשוף לא נמדדה ירידה במשקל בשעות החושך.



איור 1: משקל ליזימטר חשוף (Blanc), ליזימטר עם צמח עגבנייה רגיל (Reg) ועם צמח מוטנט (Mut), כתלות בזמן.

הצגה עיתית של עומדי מים בשלושת הליזימטרים באותם ימים מובאת באיור 2. עומדי המים ע"ג המקור (Root) ובקרקע (Bulk) בליזימטר החשוף, היו דומים. עומד מים נמוך ע"ג מקור ההשקיה נמדד בליזימטרים בהם גדלים צמחים בהשוואה לעומד שנמדד במרחק 8 ס"מ ממנו. בלילה קצב ירידת עומד המים בקרקע קטן, אולם ע"ג המקור נמדדה ירידה בעומד, שנובעת מקליטת מים אל השורש לשם שיקום פוט' הטורגור של הצמח. ניתן להסיק כי מדידת העומד ע"ג מקור ההשקיה הטמון מייצגת באופן טוב את פוטנציאל המים של השורשים העוטפים את המקור, היות ונוכחות של שורשים אחראית לדיפרנציאציה בין העומדים במקור לעומדים בקרקע.



**איור 1:** משקל ליזימטר חשוף (Blanc), ליזימטר עם צמח עגבנייה רגיל (Reg) ועם צמח מוטנט (Mut), כתלות בזמן.

## מסקנות והמלצות להמשך המחקר

פוטנציאל המים בקרקע ובשורש שיקפו תהליכים של ייבוש והרטבה באזור בית השורשים ובמרחק מה ממנו. העומד בפן הביניים היה נמוך מהעומד הקפילרי בכלל הקרקע. העומד בקרקע ירד לאחר אירוע ההשקיה, והגיע לערך הקרוב לקיבול השדה האופייני לקרקע. לכן פוטנציאל המים של השורש ניתן לשליטה על-ידי שינוי מנת ההשקיה ותדירותה. ממצא חשוב ומפתיע של עבודה זו הינו הערך הנמדד פוט' השורש -40 עד -75 ס"מ, הגבוה ב-1-3 סדרי גודל מהערכות שנעות בין -600 עד -15000 ס"מ (נקודת כמישה) המקובלות בספרות והמשמשות במודלים לחיזוי קליטת מים בצמחים.