

## דוח לקרן ע"ש מרג'ורי (ג'יג'י) סטרום ז"ל 2023

נושא המחקר: ניטור תמיסת הקרקע להערכת קצב אידי-דיות בעצי תמר מזן מג'הול המושקים במים עם רמות שונות של מוליכות חשמלית

חוקרת ראשית: דר"ר יעל רייך הופמן, מו"פ ערבה דרומית.

שותפים למחקר: אלון בן-גל, מנהל המחקר החקלאי-מכון וולקני, מרכז מחקר גילת; אהוד צאליים, מו"פ ערבה דרומית

שנת המחקר: 2023

### מבוא ומטרות המחקר:

המחקר התבצע על בסיס מחקר קיים במו"פ ערבה דרומית מנוהל על ידי אהוד צאליים (מו"פ ערבה דרומית 2020). התשתית כוללת מטע בוגר בן 8 שנים המושקה בטיפול איכות מי השקיה ורמות השקיה המתאימות לכל רמת מוליכות חשמלית של ההשקיה. טיפול 3 דצ"ס/מ' מושקה במנה משקית מקובלת באיכות זו (100%), טיפול 0.9 דצ"ס/מ' מושקה בכמות פחותה (80% מהמנה המשקית) וטיפול 6 דצ"ס/מ' מושקה בכמות גדולה (120% מהמנה המשקית) עקב הצורך בהדחת מלחים. הכנת תמיסות ההשקיה ברמת מוליכות החשמלית הנדרשת בכל טיפול מתבצעת באופן אוטומטי על ידי מיהול מים מותפלים ומי רכז מהמתפיל במו"פ.

ידוע מהספרות (Raij et al., 2016, 2018; Tripler et al., 2012) כי מערכות מושקות בעודף, במים עם מוליכות חשמלית יציבה (EC) מגיעות למצב פסאודו יציב מבחינת אוגר המים בקרקע ומבחינת מוליכות החשמלית הצפויה בתשטיפים מתחת לבית השורשים. במקרים אלו, ניתן לחשב את מנות השטיפה בפועל (LF) על ידי מוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע במרכז או מתחת לבית השורשים (EC<sub>D</sub>)(Ayers and Westcot, 1994) לפי נוסחה מספר 1. כאשר כמות ההשקיה ידועה (I), ניתן להשתמש במנת השטיפה לפי נוסחה מספר 2 כדי לחשב את כמות הנקז (D) מתחת לבית השורשים ובנוסחה מספר 3 כדי לחשב את האידוי-דיות (ET) בפועל בתנאי שדה. שיטה זו מאפשרת ניטור יעילות ההשקיה וגם בדיקת מנות השטיפה לאורך עונת הגידול.

כאשר מוליכות החשמלית של מי ההשקיה גבוהה אז רוב היונים השולטים בתמיסה (כלור ונטרן לדוגמה) מתנהגים בצורה שמרנית והנחות היסוד של נוסחה 1 מתקיימות. אם זאת, כאשר ההשקיה נעשית עם מים עם מוליכות חשמלית נמוכה, אז היונים השייכים ליסודות ההזנה הופכים ליותר משמעותיים, מתנהגים בצורה לא שמרנית ולכן נוסחה 1 יכולה להיות לא מדויקת.

$$[1] \quad LF = \frac{EC_I}{EC_D}$$

$$[2] \quad LF = \frac{D}{I}$$

$$[3] \quad ET = I - D$$

מכיוון שהניסוי של איכויות מים במו"פ קיים כבר כמה שנים, ניתן להעריך כי הנחת השיווי משקל נכונה ושזאת פלטפורמה אידיאלית לנסות שיטות מדידה של תמיסת הקרקע להערכת אידי-דיות ברמות שונות

של מליחות. ההבדלים הקיימים בטיפול השקיה ובתוצאות היבול רומזות כי קצת האידוי-דיות גם שונה בין הטיפולים.

לכן, **מטרת המחקר** הינה הערכת קצב אידוי-דיות בעצי תמר בוגרים מזן מג'הול על ידי מוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע ובניית פרוטוקול דיגום תמיסת הקרקע. מטרת משנה היא להשתמש בפרוטוקול זה בניסויים אחרים בהם כרגע אין מדידות ישירות או עקיפות של צריכת המים על ידי עצי תמר בוגרים.

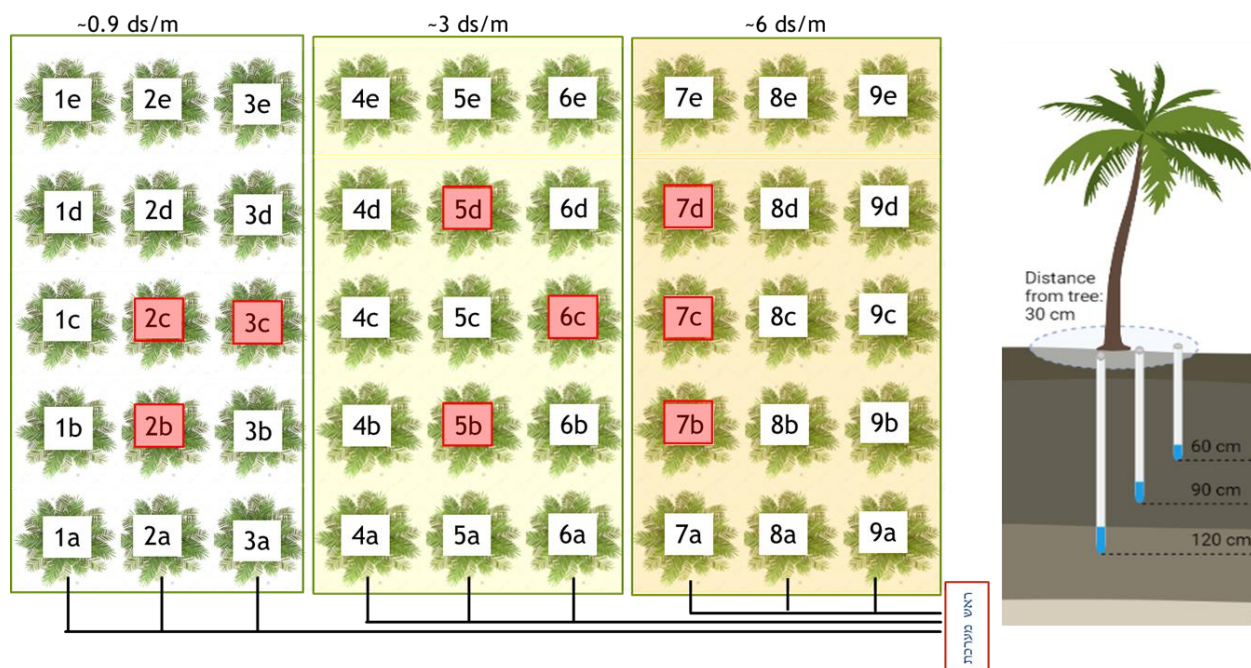
**טבלת משימות תכנון מול ביצוע:**

| משימה                                        | אופן ומועד ביצוע המשימה                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| התקנת מערכת משאבים                           | בחודש אפריל 2023 הותקנה מערכת משאבים בעומקים 60, 90 ו120 ס"מ בשלושה עצים בכל טיפול. סך הכול 27 משאבים. בשל התוצאות הטובות הוחלט לא להזיז אותם ולהמשיך למדוד באותם מיקומים בכל תקופת המחקר.                                                                                                               |
| דיגום משאבים                                 | פעם בשבוע או שבועיים לאורך כל תקופת המחקר נדגמה תמיסת הקרקע ונמדדה המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע.                                                                                                                                                                                                      |
| מדידה רציפה של המוליכות החשמלית של מי ההשקיה | תמיסת ההשקיה נדגמה פעם בשבוע ומוליכות ההשקיה נמדדה בצורה ידנית.                                                                                                                                                                                                                                          |
| חישוב שבועי וסיכום שנתי לכל טיפול            | בוצע ניתוח נתונים וחישובים של מנת שטיפה, נקז (מ"מ), אידוי דיות (מ"מ) לפי נוסחאות 1, 2 ו3.                                                                                                                                                                                                                |
| השוואה בין התוצאות של משאבים שונים           | בוצע לכל הפרמטרים הנ"ל.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| סיכום תוצאות                                 | בוצע סיכום תוצאות. נעשה שימוש בתוצאות ממחקר זה כתוצאות ראשוניות להצעת מחקר לקרן המרכזית של המדענית הראשית אשר התקבלה בסוף 2023. במחקר המשך נמשיך למדוד את המוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע בנוסף לריכוזי כלוריד ויפותח מודל אשר מחשב את תנועת המים והסעת המומסים אשר יכול בין היתר עם המדידות של המשאבים. |
| הצגת התוצאות לחוקרים ומגדלים                 | התוצאות הוצגו לחוקרים בפגישות הקשורות להצעת מחר המשך ולוועדת שיפוט של קרן ג'יג'. נבנתה מצגת שתהיה זמינה לעוד הזדמנויות להצגה מול קהלים שונים.                                                                                                                                                            |

**תוצאות:**

**התקנת מערכת משאבים**

בתוך ניסוי קיים במו"פ ערבה דרומית הותקנו 3 משאבים ב-9 עצים לפי הסימון במפה ולפי העומקים כפי שמתואר באיור 1. המשאבים הותקנו בצורה אנכית לפי איור 1.

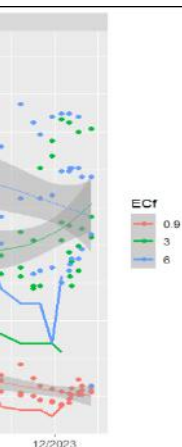


איור 1 – מפה של חלקת הניסוי ותרשים מיקום המשאבים סביב העץ

## דיגום משאבים

פעם בשבוע או פעמיים בחודש נגדמו המשאבים ובדקה מוליכות החשמלית (EC) בתמיסת הקרקע.

באיור 2 ניתן לראות את ה-EC בתמיסת ההשקיה לצד ה-EC אשר נמדד בתמיסת הקרקע לפי עומק. בטיפול עם השקיה עם EC 0.9 דצ"ס/מ' רואים כי תמיסת ההשקיה בעלת ערך דומה לזה שבהשקיה וכי רק במשאב אחד יש עליה של EC עם ירידה בעומק. בטיפול EC 3 דצ"ס/מ' רואים עליה של ה-EC בתמיסת הקרקע לעומת ההשקיה בכל העומקים. בטיפול EC 6 דצ"ס/מ' רואים עליה של ה-EC של תמיסת הקרקע עם העומק וגם ירידה של ה-EC במהלך העונה בתמיסת ההשקיה ותמיסת הקרקע.

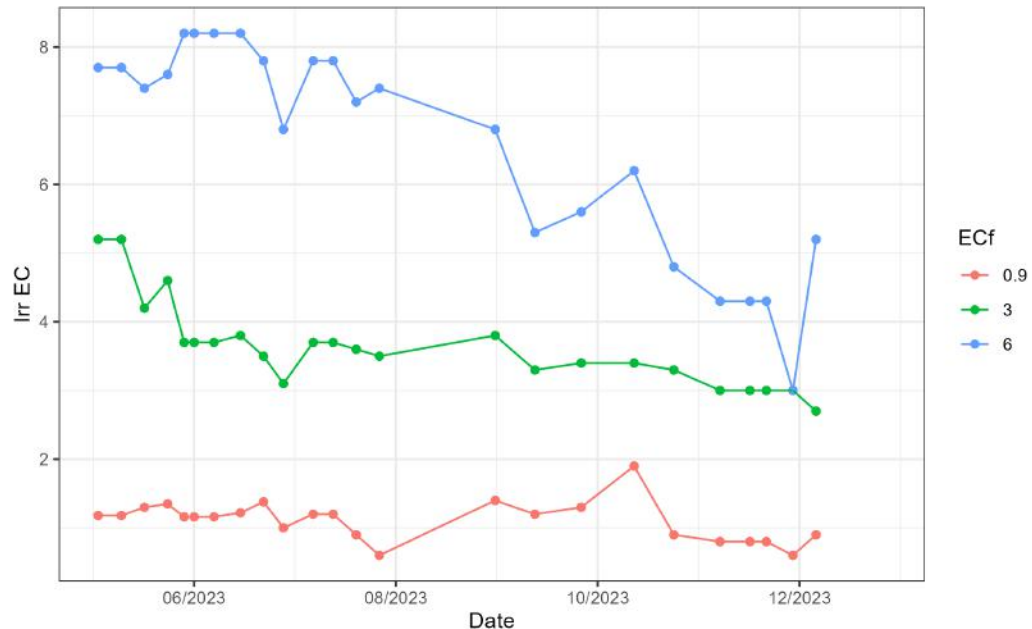


איור 2 - מוליכות חשמלית (EC, ds/m) בתמיסת הקרקע אשר נדגמה עם משאבים EC בתמיסת ההשקיה. המספרים מעל כל גרף הינם עומק המשאבים בס"מ.

## מדידה רציפה של המוליכות החשמלית של מי ההשקיה

פעם בשבוע נמדדה EC של תמיסת ההשקיה בקצה הקו השקיה. בתחילת המדידות, במאי 2023 נמדדו ערכים גבוהים מהמצופה בטיפולים 3 ו 6 דצ"ס/מ'. בטיפול הגבוה (6 דצ"ס/מ') היתה ירידה ב-EC לאורך השנה כך שאחרי אוקטובר הערכים היו נמוכים מהמצופה.

טיפול 0.9 היה יציב יותר עם ערכים קרובים למצופה.

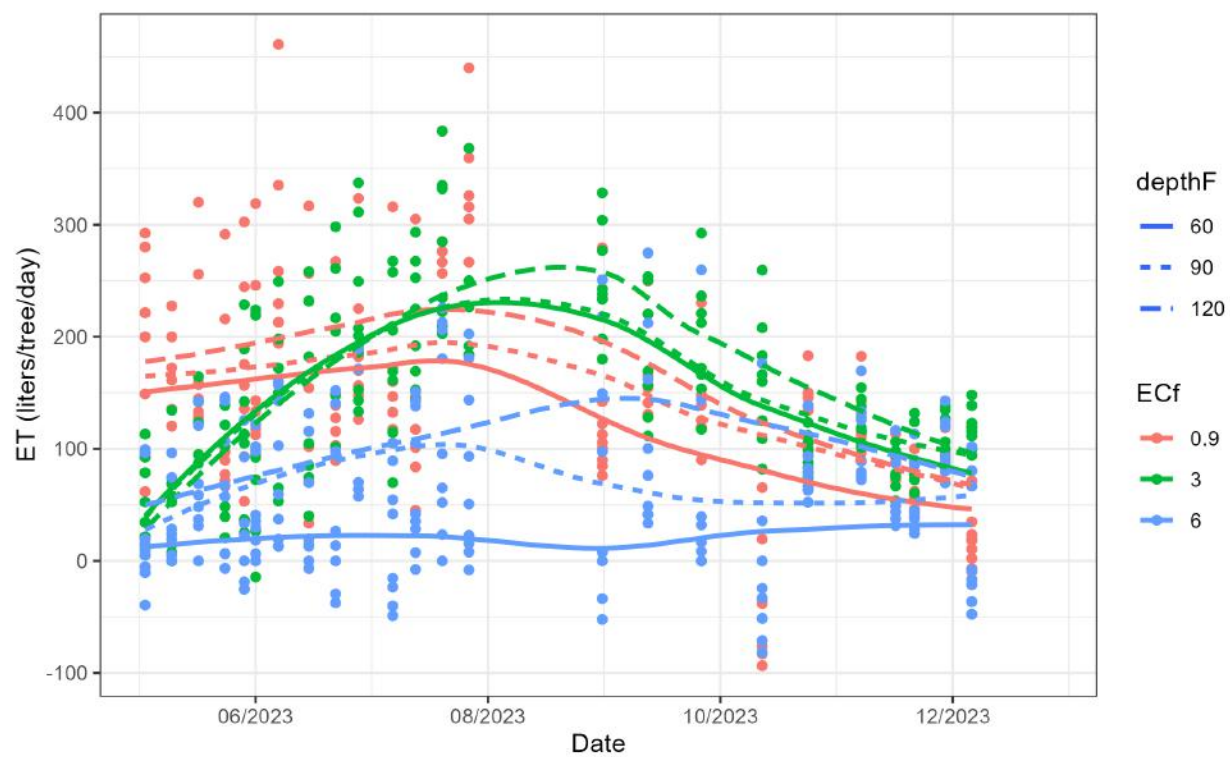


איור 3 – מוליכות חשמלית של תמיסת ההשקיה בכל 3 טיפולים

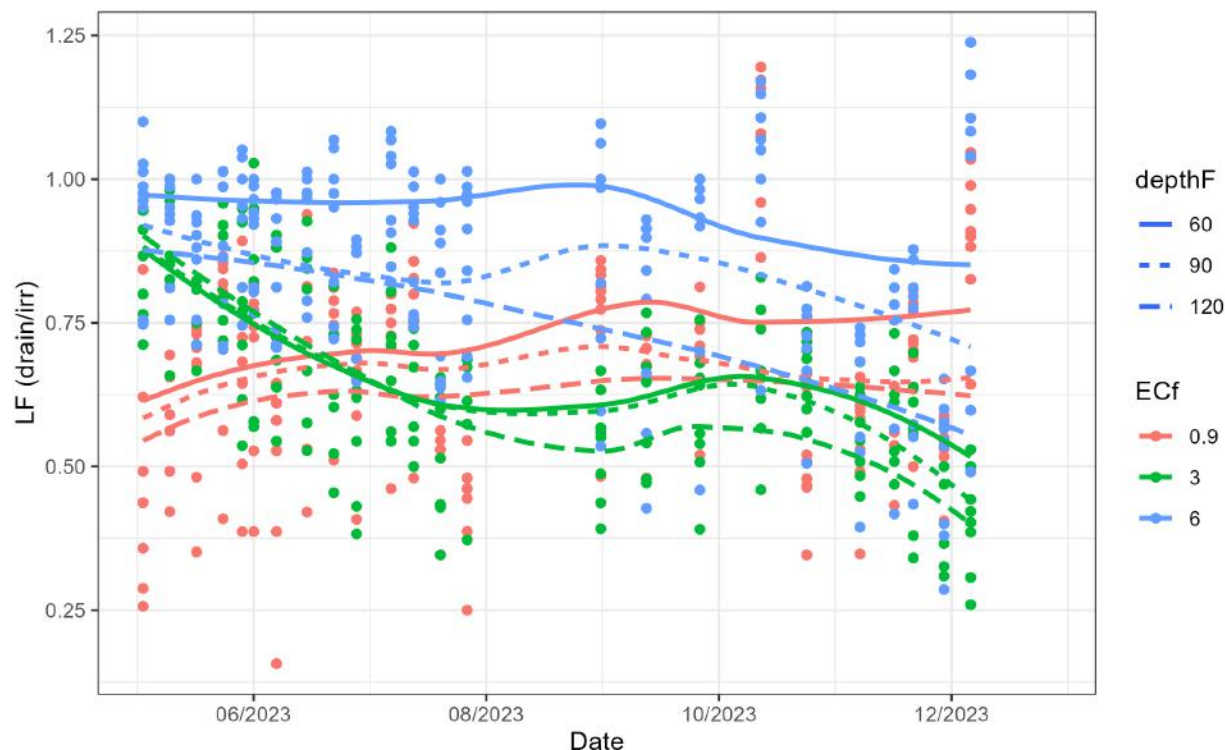
## חישוב שבועי וסיכום שנתי לכל טיפול והשוואה בין התוצאות של משאבים שונים

צריכת המים על ידי העץ (ET) ומקדמי שטיפה (LF) חושבו על ידי נוסחאות 1, 2 ו 3 עם הנתונים הנמדדים של תמיסת ההשקיה, כמויות השקיה ותמיסת הקרקע. בשל אופן החישוב והנחות המודל, איורים 4 ו 5 מאוד דומים אך הפוכים. ערכים גבוהים של ET יהוו ערכים נמוכים של LF.

צריכת המים המחושבת הייתה בממוצע הכי גבוהה בטיפול עם EC 3 והכי נמוכה בטיפול EC6. באותו אופן רואים שמנת השטיפה המחושבת על ידי נוסחות 1 ו 2 היא הכי גבוהה בטיפול EC6 והכי נמוכה בטיפול EC 3. בכל הטיפולים רואים הבדלים כשאר משתמשים במשאבים בעומק שונה. ההבדלים הכי גדולים מתייחסים לטיפול EC 6.



איור 4 – אידוי-דיות (ET) מחושב לכל טיפול. צבע הנקודות וקווים מסמנים את טיפול ההשקיה. סוג הקו מסמן את עומק המשאב אשר נעשה בו שימוש לחישוב ET.



איור 5 – מנת שטיפה (LF) מחושבת לכל טיפול. צבע הנקודות וקווים מסמנים את טיפול ההשקיה. סוג הקו מסמן את עומק המשאב אשר נעשה בו שימוש לחישוב ET.

## סיכום תוצאות והצגת התוצאות

התוצאות הפרלימינריות של המחקר הוצגו בפני קבוצת חוקרים ובעלי עניין בקרן המלגות ע"ש ג'יג'י. המצגת מצורפת בקישור:

[https://moparava-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/mopres5\\_aravard\\_org\\_il/Ee9EDuzo2DpKmQXTbrXaXIYBkyy8TjZkp3BU6Slh22rOeg?e=a8lmNa](https://moparava-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/mopres5_aravard_org_il/Ee9EDuzo2DpKmQXTbrXaXIYBkyy8TjZkp3BU6Slh22rOeg?e=a8lmNa)

תוצאות המחקר הוצגו גם מול חוקרים ומדריכים באופן פרטני והוחלט להשתמש בתוצאות אלו כתוצאות מקדימות להגשת הצעת מחקר רחבה, בה חלק מהפרויקט יהיה ממוקד על העצים והמשאבים המוצגים במחקר זה. הצעת המחקר הוגשה ואושרה למימון בקרן המרכזית של המדענית הראשית לשנת 2024 עד 2026. במחקר החדש נמשיך לדגום את המשאבים ונשתמש בנתונים כדי לכייל ולאמת מודל נומרי אשר מחשב את תנועת המים והסעת המומסים ברצף קרקע-צמח-אטמוספירה. המודל יאפשר ייצור של תרחישים שונים וחישוב מנות השקיה ושטיפה לפי מוליכות חשמלית של מי ההשקיה.

## דין ומסקנות:

מטרת המחקר העיקרית "הערכת קצב אידוי-דיות בעצי תמר בוגרים מזן מג'הול על ידי מוליכות החשמלית של תמיסת הקרקע" הושגה לפי איור 4. אם זאת, החלק השני של מטרות המחקר "בניית פרוטוקול דיגום תמיסת הקרקע" טרם הושלם. מטרת משנה הייתה "להשתמש בפרוטוקול זה בניסויים אחרים בהם כרגע אין מדידות ישירות או עקיפות של צריכת המים על ידי עצי תמר בוגרים" גם היא בתהליך.

השערות המחקר היו כי המערכת הנחקרת נמצאת בשיווי משקל כאשר מוליכות החשמלית של תמיסת ההשקיה קבועה. אם זאת, שנת 2023 הייתה מאתגרת מבחינה טכנית וטיפולית ההשקיה לא היו מדויקים כמו בעבר (איור 3). לפי הספרות, היה מצופה כי הטיפול עם ה-EC הכי נמוך יהיה בעל הET הכי גבוה. בפועל, הטיפול הבינוני (EC 3) היה עם הET הכי גבוה.

כמו שנאמר בסיכום, המחקר המוצג ימשיך בשנים הקרובות עם בדיקות של EC, ריכוזי כלוריד ובניית מודל שיסייע עם המטרה של בניית פרוטוקול דיגום ויכולת לייצר תרחישים אשר אינם אפשריים במציאות מסיבות לוגיסטיות ותקציביות.

### **ספרות מצוטטת:**

מו"פ ערבה דרומית, סיכום מחקרים שנתי קק"ל 2020, אופטימיזציה של השקיית מג'הול, בחינת השפעה ארוכת טווח של איכות מי השקיה על תמרים מזמן'הול, אהוד צאליים.

Ayers, R. S., and D. W. Westcot (1994), Water Quality for Agriculture, FAO Irrig. Drain. Pap. 29, Food and Agric. Organ. of the U. N., Rome.

Raij Hoffman, I. (2018). *In-situ Drainage Lysimeters for Water and Solute Balances: Field and Numerical Experiments*. Ben-Gurion University of the Negev.

Raij, I., Šimůnek, J., Ben-Gal, A., & Lazarovitch, N. (2016). Water Flow and Multicomponent Solute Transport in Drip Irrigated Lysimeters - Additional Supporting Information. *Water Res. Research*, 1–6.

Tripler, E., Shani, U., Ben-Gal, A., & Mualem, Y. (2012). Apparent steady state conditions in high resolution weighing-drainage lysimeters containing date palms grown under different salinities. *Agricultural Water Management*, 107, 66–73.