

כיוול מקדמי השקיה

אמנון עמיר

26 פברואר 2008

תקציר

1. מבוא

המטרה הינה להשתמש בהתאיידות מחושבת, מתוקנת במקדמי גידול מתאימים, כמדד השקיה תחליפי להתאיידות גיגית המתוקנת במקדמי גיגית בהתאם. הנתונים המטאורולוגיים הדרושים עבור החישוב אמורים להיות מסופקים על ידי תחנות מטאורולוגיות אוטומטיות. היתרון בשימוש בהתאיידות המחושבת כמדד השקיה לעומת התאיידות גיגית נובע מהנחיות בהפעלה והתחזוקה של תחנות אלה באופן תיקני בהשוואה לגיגיות, האפשרות לחברן בקלות למערכות מחשוב ותקשורת מודרניות וקבלת נתונים בזמן אמת.

2. השיטה

השיטה המוצעת מתבססת על כיוול מקדמים לתיקון ההתאיידות המחושבת על בסיס מקדמי גיגית קיימים. הכיוול מתבצע ע"י סימולציה יומית המחשבת את צריכת הצמח במקביל: כמכפלת מקדמי גיגית בהתאיידות גיגית וכמכפלת מקדמי ההתאיידות המחושבת בהתאיידות המחושבת והתאמת מקדמי התאיידות המחושבת המביאים למינימום את ההבדל בצריכה בשני האופנים במשך תקופת הסימולציה. גרסה של השיטה תוארה ע"י אמנון עמיר וענת לוינגרט-אייצ'יי¹.

3. הגידולים

במסגרת העבודה נכללו גידולי המטע העיקריים באזור הגליל המערבי: אבוקדו, הדורים ואפרסמון עבורם כוילו מקדמי מטע בוגר, ובנותן עבורן כוילו מקדמי מטע שנה ראשונה ומקדמי שנה שנייה ואילך עבור מטע רגיל ומטע פתוח וכן עגבניות לתעשייה וכותנת פימה.

4. נתוני אקלים

לביצוע סימולציה יומית של צריכת הצמח בשיטת ההתאיידות המחושבת דרושות סדרות יומיות תואמות של נתוני אקלים הכוללים טמפרטורות מכסימום ומינימום, לחות יחסית מכסימום ומינימום, קרינה גלובלית ומהירות רוח. הנתונים לשנים 2002-2006 התקבלו מהאגף לשימור קרקע והניקוז המתפעל את התחנה המטאורולוגית האוטומטית בחווה האזורית לניסיונות, גליל מערבי (עכו)². במקביל, לביצוע סימולציה יומית של צריכת הצמח בשיטת ההתאיידות גיגית דרושות סדרות יומיות (תואמות לסדרות האקלימיות) של התאיידות גיגית. סדרות יומיות מקבילות של התאיידות גיגית הממוקמת באותו אתר התקבלו מחוות הניסיונות. מיקום התחנה הינו $32^{\circ} 55'$ רוחב צפון, $35^{\circ} 05'$ אורך מזרח ו-m10 מעל פני הים. נתונים חסרים הושלמו. הסדרות נבדקו להומוגניות ותקינות (integrity).

5. מתודולוגיה

השיטה המוצעת מתבססת על כיוול מקדמים לתיקון ההתאיידות המחושבת על בסיס מקדמי גיגית קיימים. התאיידות המחושבת, להלן: ET_o חושבה בשיטת Penman-Monteith. לצורך ביצוע כיוול מקדמי הגידול, להלן: K_c נבחרה הגרסה היומית של American Society of Civil Engineers (ASCE)³, עבור משטח ייחוס המייצג עשב קצור⁴. לגרסאות ASCE שהינן תקניות בארצות הברית יש יתרון חשוב בגלל התאימות עם המידע המתפרסם שם. כיוול מקדמי K_c עבור הגידולים מתבסס על היחס העקרוני (1), להלן: $K_p * E_p = K_c * ET_o$ (1). K_p – מקדם גיגית של הגידול (יחס), E_p – התאיידות גיגית (מ"מ), K_c – מקדם גידול לתיקון ET_o (יחס), ET_o – התאיידות מחושבת (מ"מ), כל החישובים יומיים. מקדמי הגיגית K_p ומקדמי הגידול K_c מתייחסים להשקיה ברוטו הכוללת אבודי שדה בהתאם לשיטת ההשקיה ולרמת תפקוד הצידוד המקובלת בגידולים הנידונים באזור. ערכו של הפרמטר המכויל K_c על ציר הזמן נקבע בהתאם להשתנות מקדם הגיגית K_p . הכיוול נעשה באמצעות מודל סימולציה. המודל מדמה באופן יומי את צריכת הגידול היומי המחושבת על ידי המכפלה $K_c * ET_o$, ובמקביל את הצריכה המחושבת על ידי המכפלה $K_p * E_p$. הצריכות היומיות המחושבות בשתי השיטות נצברות לאורך אינטרוול ההשקיה לחישוב מנת ההשקיה. כמו כן מחושב ריבוע הפרש שבין שני חישובי מנת ההשקיה, ובהמשך סכימת ריבועים אלה עבור תקופת הסימולציה. הכיוול מתבצע באמצעות פונקציה כיוול המוצגת במשוואה (2): (2).

$$K_c = a_1 + a_2 * K_p + a_3 * K_p^2$$

הינם פרמטרים המכילים כך שסכום ריבועי ההפרשים שבין מנת ההשקיה בשתי השיטות יהיה מינימאלי.

¹ אמנון עמיר, ענת לוינגרט-אייצ'יי, קביעת מנת ההשקיה על ידי התאיידות מחושבת ומקדמי גידול, מים והשקיה, פברואר 2007.

² הנתונים התקבלו בפורמט Excel ע"י מרק פרל מהאגף לשימור הקרקע והניקוז.

³ The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation, Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration, EWRI-ASCE, January 2005, Final Report

⁴ clipped grass (a short smooth crop)... ראה הגדרות ב-reference המופיע בהערות שוליים 3.

6. נתוני התשומה

הנתונים הדרושים לסימולציה הינן סדרות יומיות של ערכי ETo ו- E_p , בהתאם לדיון בסעיף 4. כמו כן דרושים מקדמי גיגית והגדרת משטר ההשקיה כולל תאריכי התחלה וסיום ההשקיה, והשתנות אינטרוול השקיה לאורך תקופת ההשקיה, נתונים אלו מוצגים באופן מפורט עבור כל אחד מהגידולים בדו"ח המחקר.

7. הרצות הסימולציה

לצורך ביצוע הסימולציה נכתבה רוטינה שבאמצעותה מכילים מקדמי Kc המביאים למינימום את סכום ריבועי ההבדלים של מנות ההשקיה. הרצות הכיול כללו את עונות ההשקיה 2002-2006.

8. תוצאות

תוצאות ההרצות שהוצגו בדו"ח המחקר כוללות:

- מקדמי a_1 , a_2 , a_3 עבור פונקציות הכיול (2), (סעיף 5), עבור כל הגידולים.
- הצגה גרפית של מקדמי Kc לאורך תקופת ההשקיה עם השוואה למקדמי הגיגית K_p .
- לוחות ההשקיה לתקופות של עשרת כפי שנתקבלו בהרצות הסימולציה עבור ההשקיות לפי התאיידות גיגית והתאיידות מחושבת לעונות ההשקיה 2002-2006. לוחות ההשקיה היומיים מוצגים בנספח לדו"ח המחקר.

9. בדיקת מהימנות התוצאות

לבדיקת רמת הדמיון שבין סדרות ההשקיה, תוצאת הדמית שתי שיטות ההשקיה, לפי התאיידות גיגית ומקדמי גיגית מחד והתאיידות המחושבת ומקדמי הגידול Kc מאידך, שימשו המדדים הבאים שחושבו על סדרות אירועי ההשקיה הנדונים:

ממוצע מנות ההשקיה בסדרה (מ"מ), סטית התקן של סדרת מנות ההשקיה בסדרה (מ"מ), מקדם המתאם המרובה בריבוע שבין שתי סדרות מנות השקיה (יחס), שורש ממוצע ריבועי הסטיות של סדרת מנות ההשקיה בסדרה (מ"מ), ממוצע הסטיות המוחלטות שבין אברי שתי סדרות מנות השקיה (מ"מ) והסטייה מוחלטת מכסימלית שבין אברי שתי סדרות מנות השקיה (מ"מ). המדדים חושבו לכל הגידולים לכל אחת מעונות ההשקיה 2002-2006. מדדי ההשוואה שהתקבלו מצביעים על פילוגי סדרות אירועי השקיה דומים עבור כל הגידולים, לדוגמה מדדי המתאם המרובה בריבוע (Rsquare) הינו בטווחים 0.80-0.93, 0.88-0.94 ו-0.89-0.92 עבור האבוקדו, האפרסמון וההדרים, 0.85-0.93, 0.83-0.93 ו-0.79-0.91 עבור בננות שנה ראשונה, שנה שנייה והלאה מטע רגיל ומטע פתוח, 0.80-0.94 עבור העגבניות לתעשייה, ו-0.95-0.99 עבור כותנת פימה בהתאמה. המדדים במלואם מוצגים בדו"ח המחקר. בדיקת אימות נוספת נעשתה ע"י השימוש במקדמי Kc שכוילו עבור התקופה 2002-2006 על נתונים מטאורולוגיים ונתוני התאיידות גיגית של שנת 2007. הבדיקה ותוצאותיה מוצגים בנספח לדו"ח המחקר.

10. סיכום ומסקנות

הודגמה שיטה למעבר משימוש בהתאיידות גיגית ומקדמי גיגית לשימוש חילופי בהתאיידות מחושבת מנתוני תחנה מטאורולוגית אוטומטית ומקדמים המכילים בהתאם, כמדד השקיה. השיטה הודגמה לגבי גידולי אבוקדו, אפרסמון, הדרים, בננות, עגבניות לתעשייה וכותנת פימה באזור הגליל המערבי. במקרים שנבחנו התקבלו תוצאות סבירות המעידות על ישימותה של השיטה. השיטה מאפשרת מעבר משימוש בהתאיידות מגיגית ומקדמי גיגית לשימוש חילופי בהתאיידות מחושבת מנתוני תחנה מטאורולוגית ללא צורך בהשקעות תקציביות גדולות ובזמן רב הכרוך בניסויי שדה.