نشریه دانش آب و خاک/ جلد 22 شماره 2/ سال 1391

ارزیابی مدل شبیه‌سازی رشد ذرت (MSM2) با استفاده از داده‌های لایسیمتری

ابوالفضل مجنونی هریس[1*]، امیر حسین ناظمی[2]، علی اشرف صدرالدینی[3]، شاهرخ زند پارسا[4] و محمدرضا نیشابوری[5]

تاریخ دریافت: 88/11/5 تاریخ پذیرش: 89/10/21

1- دانشجوی دکتری، گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2و3- استاد و دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

4- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

5- استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: E-mail: majnooni1979@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه مدل شبیه سازی رشد ذرت (MSM2) با استفاده از داده‌های اندازه گیری شده در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز ارزیابی شد. برای ارزیابی از داده‌های حاصل از کشت ذرت هیبرید 704 در لایسیمتر استفاده گردید. مقایسه مقادیر پیش بینی شده رطوبت در ناحیه ریشه، تبخیر- تعرق ذرت، ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه با مقادیر اندازه گیری شده دقت خوب مدل را نشان داد. همچنین مقایسه روش تخمین مستقیم به کار رفته در مدل مذکور برای تخمین تبخیر- تعرق با روش‌های مرسوم محاسبه تبخیر-تعرق با لحاظ نمودن ضریب گیاهی منفرد و دوگانه نشان داد که دقت تخمین روش به کار رفته در مدل MSM2 نسبت به روش های مورد بررسی بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تبخیر-تعرق، رطوبت خاک، عملکرد ذرت، لایسیمتر، مدل MSM2

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of Maize Simulation Model (MSM2) by Lysimetric Data

A Majnooni-Heris[1]*, AH Nazemi[2], AA Sadraddini[3], S Zand-Parsa[4] and MR Neyshaburi[5]

Received: Jan 25, 2010 Accepted: Jan 11, 2011
[1]PhD Student., Irrig. and Drain., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran
[2,3] Prof. and Assoc. Prof., Dept. of Water Engin., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran
[4]Assoc. Prof., Dept. of Water Engin., Faculty of Agric., Univ. of Shiraz, Iran
[5]Prof., Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran
Corresponding author: E-mail: majnooni1979@yahoo.com

Abstract

In this paper, the MSM2 model was evaluated based on the field data measured at the agricultural research station of the University of Tabriz. The model was evaluated by data obtained from cultivated SC704 hybrid maize in a lysimeter. Comparisons between measured values of soil water content, maize evapotranspiration, grain yield and top dry matter with those predicted by the model showed the good estimation accuracy of the model. Also the comparisons between evapotranspiration estimation method of MSM2 model with conventional methods, considering single and dual crop coefficients, showed that the MSM2 model method had better accuracy than the conventional methods.

Key words: Evapotranspiration, Soil water content, Maize yield, Lysimeter, MSM2 model

مقدمه

امروزه بشر با استفاده از امکانات رایانه‌ای توانسته است بسیاری از پدیده‌ها را با شبیه سازی آسانتر از گذشته بررسی نماید. در دهه‌های اخیر مدل های زیادی جهت شبیه‌سازی رشد گیاهان زراعی، تبخیر - تعرق و مدیریت آب خاک توسط پژوهش‌گران توسعه داده شده است. این مدل ها در مدیریت کشاورزی نوین نقش غیر قابل انکاری برعهده دارند. تعیین دقیق اجزای معادله بیلان آب و خاک برای کاهش خطای پیش بینی مدل ها ضروری است (آگاروال1996، آدیسکات و همکاران 1995، ایتزینگر و همکاران 2004).

در اکثر مدل‌های گیاهی و آب و خاک اجزای بیلان آب مانند رواناب، نفوذ و توزیع رطوبت در خاک غیر اشباع بر اساس معادلات دارسی و شبیه‌سازی می‌شوند. این روش در مدل هایی همچون مدل CRPSM (هیل و همکاران 1984)، SPASM (استوکل و کمبل 1985)، CERES (جونز و کینری 1986)، LEACHM (هاتسون و واگنت 1992)، WOFOST (وان ایترسن و همکاران 2003)، HYBRID-MAIZE (یانگ و همکاران 2004)، GPFARM (شافر و همکاران 2004) و MSM (زندپارسا و همکاران 2006) و MSM2 (مجنونی هریس 1384، مجنونی هریس و همکاران 2011) مورد استفاده قرار گرفته است.

تبخیر- تعرق گیاه یکی از پیچیده‌ترین اجزای سیستم خاک-گیاه-اتمسفر می‌باشد. در تمامی مدل‌های ساده و پیچیده، تبخیر- تعرق برای تخمین مقادیر عملکرد، جریان آب خاک و تمامی عواملی که از رطوبت تأثیر می‌پذیرند، مورد نیاز می‌باشد. در دهه‌های اخیر

Archive of SID

www.SID.ir

مدل‌های تجربی زیادی برای تخمین تبخیر- تعرق مرجع در شرایط اقلیمی متغیر توسط پژوهش‌گران مختلف ارائه شده است (جنسن و همکاران 1990). پنمن (1948) بر اساس قوانین فیزیکی معادله‌ای را برای محاسبه تبخیر- تعرق مرجع (ET_0) که شامل دو بخش تابش خورشیدی و کمبود بخار آب اتمسفر بود بنا نهاد. مانتیث (1965) معادله پنمن را با اعمال نقش گیاه در محاسبه ET_0 اصلاح کرد. سازمان خوار و بار و کشاورزی (FAO) معادله پنمن- مانتیث فائو را بعنوان تنها مدل استاندارد محاسبه تبخیر-تعرق مرجع توصیه نمود(آلن و همکاران 1998). تعدادی از مدل‌های گیاهی مانند مدل SWAP WOFOST و CERES مدل پنمن (1948) را بعنوان یک مدل پایه برای تخمین ET_0 استفاده می کنند. البته مدل‌های CRPSM و SWAT در کنار کاربرد مدل پنمن مانتیث از روش‌های دیگر نیز استفاده می‌کنند. تعدادی از مدل‌ها مثل SPASM و CERES-MAIZE (ما و همکاران 2006) معادله پریستلی- تیلور (1972) را برای محاسبه ET_0 به کار می‌برند. در مدل‌های فوق برای محاسبه تبخیر- تعرق گیاه (ET_c) از حاصلضرب ET_0 درضریب گیاهی (K_c) استفاده می‌شود. مدل MSM و MSM2 مقادیر تبخیر- تعرق ساعتی گیاه ذرت را بر اساس رابطه پنمن- مانتیث (آلن و همکاران 1998)، بدون در نظر گرفتن گیاه مرجع و ضریب گیاهی، مستقیماً محاسبه می- نماید(زندپارسا و همکاران 2006). در واقع مدل MSM ابتدا مقاومت آئرودینامیکی ذرت را با روش ارائه شده توسط هاول و همکاران (1997) محاسبه کرده و سپس در رابطه پنمن مانتیث قرار داده و تبخیر - تعرق ذرت را بدون نیاز به تبخیر و تعرق گیاه مرجع و ضریب گیاهی محاسبه می‌کند. در این مدل تعرق واقعی بر اساس توزیع ریشه در لایه‌های مختلف خاک تعیین می- شود. تبخیر واقعی بر اساس تشعشع رسیده به سطح خاک، رطوبت لایه سطحی خاک و توزیع دما در ستون خاک شبیه‌سازی می‌گردد.

تبخیر-تعرق و بیلان رطوبت خاک دو پارامتر اساسی برای کاربرد مدل‌های خاک-گیاه-اتمسفر می- باشد. برای به کارگیری در شرایط آب و هوایی مختلف بایستی مدل‌های فوق در مکان‌های مختلف مورد واسنجی و ارزیابی قرار گیرند. مجنونی هریس (1384) مدل MSM را به ازای سطوح مختلف آب و کود نیتروژنه برای آبیاری جویچه‌ای در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اصلاح، ارزیابی و سنجش اعتبار کرده و MSM2 را ارائه کردند.

مجنونی هریس و همکاران (1385) از مدل MSM ارزیابی شده برای بررسی امکان افزایش سطح زیر کشت ذرت در شرایط محدودیت آب استفاده کردند. همچنین مجنونی هریس و همکاران (1386) با استفاده از مدل MSM مقدار ET_c ذرت دانه ای را برای مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز برآورد کردند. آنها بر اساس اطلاعات اندازه گیری شده رطوبت خاک نشان دادند که مدل MSM مقدار ET_c ذرت را نسبت به روش‌های موجود در نشریه فائو 56 یعنی کاربرد معادلات پنمن- مانتیث فائو (آلن و همکاران 1998) و اعمال ضرایب گیاهی منفرد و دوگانه بهتر تخمین می زند.

در مطالعات اخیر (زندپارسا و همکاران 2006، مجنونی هریس و همکاران 1384، 1385 و 1386) داده- های لایسیمتری برای ارزیابی عملکرد زیر برنامه تبخیر-تعرق مدل استفاده نشده بود. همچنین تمامی مطالعات اخیر روی مدل مکانیستیکی MSM در منطقه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز صورت گرفته است. این در صورتی است که علاوه بر ارزیابی عملکرد مدل در تخمین تبخیر-تعرق بایستی مدل در شرایط آب و هوایی متفاوتی نیز مورد ارزیابی قرار می‌گرفت.

هدف اصلی این پژوهش ارزیابی زیربرنامه‌های تبخیر-تعرق، جریان آب خاک، ماده خشک تولیدی در روز برداشت و عملکرد دانه مدل گیاهی MSM2 در اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز می‌باشد. هدف بعدی این مقاله مقایسه نتایج حاصل از تخمین مستقیم تبخیر-تعرق گیاه ذرت بدون کاربرد ضریب گیاهی (هاول و همکاران 1997) که مدل MSM2 از آن استفاده می‌کند با روش‌های متداول محاسبه تبخیر-

Archive of SID

www.SID.ir

تعرق ذرت از روی رابطه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد و دوگانه می‌باشد.

مواد و روش ها

اطلاعات مزرعه‌ای

این پژوهش بر روی منطقه کرکج درشهرستان تبریز واقع در استان آذربایجان شرقی انجام شده است. اراضی کرکج دارای طول، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا بترتیب برابر '46°37 شرقی، '38°03 شمالی و 1567/3 متر می‌باشد. اطلاعات خاک‌شناسی منطقه شامل درصد ذرات خاک، رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (FC) و وزن مخصوص ظاهری (r_b) از گزارش جعفرزاده و همکاران (1372) تهیه گردید. همچنین ضرایب معادله ون گنوختن (1980) با استفاده از دستگاه سلول فشاری تعیین شدند. اطلاعات خاک شناسی منطقه مورد مطالعه در جدول (1) آورده شده است.

جدول1- اطلاعات خاک شناسی منطقه مورد مطالعه در عمق 0 تا 30 سانتی متری خاک

درصد ذرات خاک			رطوبت FC % وزنی	r_b g cm^{-3}	ضرایب معادله ون گنوختن	
لای	رس	شن	18/6	1/2	a	n
24/2	12/2	63/6			0/91	1/40

اطلاعات فوق بعنوان بخشی از ورودی‌ها به مدل MSM2 داده شد. داده‌های هواشناسی مورد نیاز شامل حداکثر و حداقل دما و رطوبت نسبی، بارش، سرعت باد و ساعات آفتابی روزانه از ایستگاه خلعت پوشان واقع در نزدیکی محل آزمایش تهیه گردید. بقیه اطلاعات لازم برای انجام پژوهش حاضر شامل اطلاعات مزرعه ای از منبع اسدی (1381) استخراج و مورد استفاده قرار گرفت.

- مدل MSM

مدل MSM (Maize Simulation Model) جهت شبیه سازی رشد ذرت هیبرید SC704 در بخش آبیاری دانشگاه شیراز تهیه شده است (زندپارسا و همکاران 2006). این مدل دارای یک برنامه اصلی و نه زیر برنامه می‌باشد. زیر برنامه‌های مدل عبارتند از:1- جریان آب خاک 2- جریان گرمایی خاک 3- حرکت نیتروژن در خاک4- تحلیل تغییر شکل‌های نیتروژن 5- جذب نیتروژن توسط گیاه 6- تخمین تبخیر- تعرق 7- تحلیل توسعه ریشه 8- تحلیل تابش خورشیدی 9- تولید ماده خشک.

ورودی‌های مدل شامل اطلاعات خاک‌شناسی، مقدار و زمان کوددهی، مقادیر و زمان‌های آب آبیاری، دما و رطوبت خاک در روز کاشت و داده‌های هواشناسی می‌باشد. مدل تابش بالای جو، رسیده به سطح زمین، تابیده شده به برگ‌های گیاه و تابش خالص را در هر ساعت تخمین می‌زند. با استفاده از مقدار تابش تابیده شده به برگ های گیاه و اصلاح آن با دما و نیتروژن جذب شده، مقدار ماده خشک تولیدی تخمین زده می‌شود. شاخص سطح برگ، تبخیر-تعرق واقعی، توزیع دمای خاک، جریان گرمایی محسوس، جریان گرمایی خاک، هیدرولیز اوره، توزیع نیترات و آمونیوم در خاک را ساعت به ساعت در طول فصل رشد شبیه‌سازی می‌نماید و این عملیات تا زمان برداشت ادامه می‌یابد. در زیر برنامه تبخیر- تعرق مقدار تبخیر- تعرق بالقوه ذرت (ET_p) با استفاده از رابطه پنمن- مانتیث (آلن و همکاران 1998) ، مستقیماً و بدون تعیین تبخیر- تعرق بالقوه گیاه مرجع و ضریب گیاهی بصورت ساعتی پیش‌بینی می‌شود. در واقع مدل MSM بجای محاسبه تبخیر - تعرق گیاه مرجع از روش ارائه شده توسط هاول و همکاران (1997) برای محاسبه مقاومت آئرودینامیکی گیاه ذرت استفاده کرده و سپس با قرار دادن آن در رابطه پنمن مانتیث مستقیماً مقدار تبخیر و تعرق ذرت را حساب می‌کند. برای محاسبه تبخیر- تعرق بالقوه گیاه، مدل با برقراری بیلان انرژی در سطح خاک، جریان‌گرمایی(G) خاک را ساعت به

Archive of SID

www.SID.ir

ساعت تخمین می‌زند. این مدل برای شبیه سازی جریان آب خاک در ناحیه ریشه از معادله ریچادرز استفاده می‌نماید. مجنونی هریس (1384) و مجنونی هریس و همکاران (2011) این مدل را صلاح و واسنجی کرده و مدل MSM2 را ارائه دادند. برای مطالعه بیشتر مبانی نظری مدل به منابع مربوط به زندپارسا و همکاران (2006) و مجنونی هریس و همکاران (1386 و 2011) مراجعه شود.

- تحلیل آماری

برای بررسی دقت تخمین مدل از شاخص‌های آماری جذر میانگین مربع خطاها ($RMSE$[1])، شاخص همخوانی مدل (MEI[2])، متوسط خطای سوگیری (MBE[3]) و ضریب جرم مانده (CRM[4]) بصورت زیر استفاده گردید (وال پول و همکاران 1998):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(P_i - O_i)^2} \quad [2]$$

$$MEI = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left|P_i - \overline{P}\right|\left|O_i - \overline{O}\right|}\right] \quad [3]$$

$$MBE = \frac{\sum_{1}^{n}(P_i - O_i)}{N} \quad [4]$$

$$CRM = \frac{\sum_{1}^{n}(P_i - O_i)}{\sum_{1}^{n} O_i} \quad [5]$$

که در روابط فوق P_i، O_i، $\overline{P}$ و $\overline{O}$ بترتیب مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده در زمان i، میانگین‌های مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده و N تعداد داده‌ها هستند. هر چه مقدار $RMSE$ کمتر باشد نشان دهنده بالا بودن دقت تخمین مدل است. مقدار MEI بین صفر تا یک تغییر می کند. هر چه مقدار آن به یک نزدیکتر باشد، نشان دهنده‌ی تطابق بهتر مقادیر تخمینی با مقادیر اندازه گیری شده است. علامت جبری مقدار MBE نشان دهنده مثبت یا منفی بودن مقدار خطا می‌باشد. اگر مقدار MBE مثبت یا منفی باشد بیانگر این است که مقادیر تخمین زده شده بترتیب بیشتر یا کمتر از مقادیر اندازه گیری شده هستند. اگر مقدار ضریب CRM برابر صفر گردد کارایی مدل حداکثر بوده و وجود مقادیر + یا – نشان دهنده‌ی بیش برآورد یا کم برآورد مدل می‌باشد.

نتایج و بحث

در این مطالعه برای ارزیابی مدلMSM2 ، تعدادی از خروجی‌های آن با داده‌های لایسیمتری اندازه‌گیری شده در سال زراعی 1379 مقایسه شدند. خروجی‌های مربوط به تبخیر- تعرق در طول فصل رشد، رطوبت در عمق‌های مختلف ناحیه ریشه، کل ماده خشک تولیدی در قسمت‌های هوایی گیاه و عملکرد دانه با مقادیر متناظر حاصله از اندازه‌گیری‌های انجام شده در لایسیمتر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه تبریز مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارزیابی‌های قبلی مدل MSM (زندپارسا و همکاران 2006، مجنونی هریس 1384، مجنونی هریس و همکاران 1385 و1386) اغلب خروجی‌های مدل شامل ماده خشک تولیدی، شاخص سطح برگ، نیتروژن جذب شده توسط قسمت-های هوایی گیاه، نیترات موجود در خاک، رطوبت عمق-های مختلف خاک و عملکرد دانه با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در طول دوسال کشت ارزیابی و سنجش اعتبار شدند. در مطالعات فوق از داده‌های لایسمتری تبخیر-تعرق جهت تطبیق مقادیر پیش بینی شده و اندازه گیری شده تبخیر-تعرق ذرت استفاده نشده است. لذا به دلیل نبود داده‌های لایسیمتری امکان بررسی عملکرد مدل در تخمین مستقیم تبخیر-تعرق گیاه ذرت با استفاده از روش پیشنهادی هاول و همکاران (1997) نسبت به

[1]Root mean square error
[2]Modeling efficiency index
[3]Mean bias error
[4]Coefficient of residual mass

Archive of SID

www.SID.ir

روش محاسبه تبخیر-تعرق گیاه ذرت با استفاده از رابطه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد و دوگانه وجود نداشت.

اندازه‌گیری‌های لایسیمتری

اجزای معادله بیلان آب خاک اندازه گیری شده در لایسیمتر بصورت فصلی در جدول (2) آورده شده است. مطابق جدول فوق مقدار تبخیر- تعرق ذرت با استفاده از معادله بیلان آب خاک برابر 832/6 میلی متر محاسبه گردید.

همانطوری که در جدول مشاهده می‌شود رطوبت منطقه ریشه در طول فصل زراعی کاهش یافته است و گیاه از رطوبت موجود در خاک استفاده کرده است. قابل ذکر است که رطوبت داخل لایسیمتر هر هفته دوبار قرائت شده است. همچنین اجزاء معادله بیلان آب خاک نیز هر 3 یا 4 روز اندازه گیری و تبخیر- تعرق محاسبه گردید.

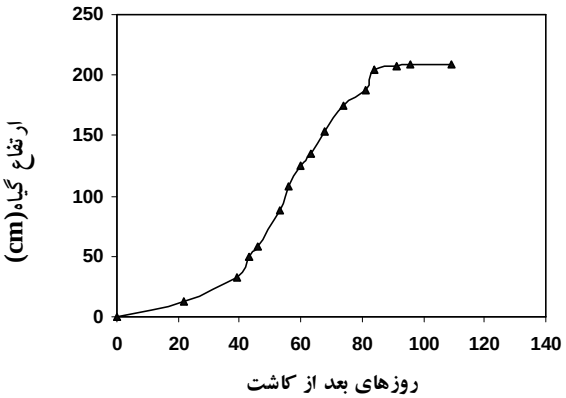
جدول 2- اجزاء معادله بیلان آب خاک برای لایسیمتر در طول فصل زراعی 1379(اسدی 1381)

اجزای معادله بیلان حسب میلی متر				
I	D	P	ΔS	ET_c
آب آبیاری	آب زهکشی	مقدار بارندگی	تغییرات رطوبتی	تبخیر-تعرق واقعی ذرت
775/4	13/5	14	-52/6	828/6

تخمین تبخیر-تعرق گیاه ذرت با روش پنمن مانتیث با اعمال ضرایب گیاهی منفرد و دوگانه

در این قسمت مقادیر تبخیر- تعرق بالقوه فصلی ذرت در محل آزمایش با استفاده از روش پیشنهادی آلن و همکاران (1998) محاسبه گردید. برای محاسبه تبخیر- تعرق بالقوه ذرت طبق توصیه نشریه فائو-56 عمل گردید و در این پژوهش دوره رشد ذرت دانه‌ای 140 روز در نظر گرفته شد. محدوده دوره‌های رشد شامل دوره ابتدایی، توسعه، میانی و انتهایی مطابق با شکل 1 بترتیب برابر 30، 45، 40 و 25 روز در نظر گرفته شدند که با توصیه نشریه فائو 56 مطابقت داشت.

طبق توصیه نشریه فائو 56 مقادیر ضریب گیاهی منفرد شامل ابتدایی (K_{cini})، میانی (K_{cmid}) و انتهایی (K_{cend}) بر اساس ارتفاع گیاه، حداقل رطوبت نسبی هوا و سرعت متوسط باد باید اصلاح شوند. مقادیر اصلاح شده ضریب گیاهی منفرد در دوره‌های فوق طبق روابط موجود در نشریه فائو 56 بترتیب برابر 0/39، 1/16 و 0/40 منظور شدند. در نهایت مقدار تبخیر- تعرق ذرت دانه‌ای در این منطقه با استفاده از رابطه پنمن مانتیث در بازه‌ای که بیلان برقرار شده بود، برابر 632/4 میلی متر در طول فصل زراعی 1379 محاسبه گردید.



شکل 1- تغییرات ارتفاع گیاه ذرت در طول فصل رشد

آلن و همکاران (1998) و آلن (2000) مدلی برای تخمین ET_c ارائه کردند که در آن تبخیر از سطح خاک و تعرق گیاه جداگانه تخمین زده می‌شوند. در این روش ET_0 از معادله پنمن- مانتیث محاسبه می‌شود و بجای ضریب گیاهی منفرد (K_c) از دو ضریب شامل ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) که نشان دهنده تعرق گیاه و ضریب تبخیر (K_e) که مربوط به تبخیر از سطح خاک هستند استفاده می‌شود. ضریب گیاهی پایه نیز نشان دهنده مقداری است که از طریق تعرق خارج شده است. مطابق توصیه نشریه فائو56، مقدار اصلاح شده ضریب گیاهی پایه (K_{cb}) برای دوره‌های رشد ابتدایی ($K_{cb\ ini}$)، میانی ($K_{cb\ mid}$) و انتهایی($K_{cb\ end}$) ذرت پس از اصلاح

Archive of SID

www.SID.ir

بترتیب برابر 0/15، 1/27 و 0/15 در این منطقه در نظر گرفته شدند. در محاسبات مربوط به تعیین ET_c با اعمال ضریب گیاهی دوگانه، نسبت سطح خیس شده خاک در هر آبیاری برابر 0/8 و ضخامت لایه تبخیر برابر 0/15 متر در نظر گرفته شدند و با توجه به بافت خاک منطقه مورد مطالعه، مقادیر آب سهل التبخیر(REW[1]) و کل آب قابل تبخیر(TEW[2]) برای خاک مورد مطالعه بترتیب برابرmm 10 و 25 mm منظور شدند (آلن و همکاران 1998). مقادیر فصلی تبخیر- تعرق، تعرق و تبخیر از سطح خاک در این منطقه، با استفاده روش ضریب گیاهی دوگانه در فصل زراعی 1379 بترتیب برابر 723، 582 و 141 میلیمتر تخمین زده شدند.

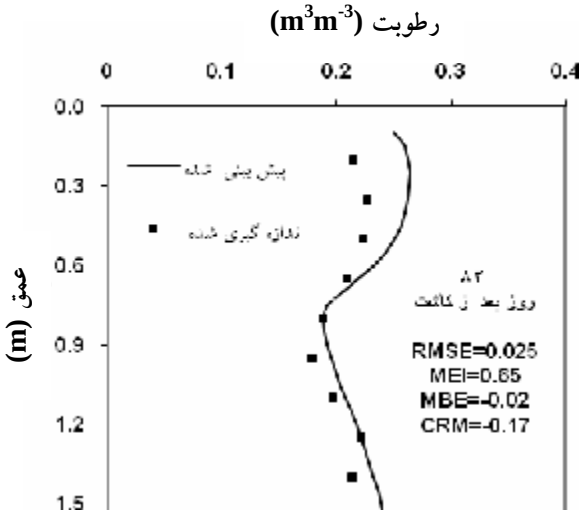
ارزیابی مدل MSM2

ارزیابی زیربرنامه‌های جریان آب خاک و تبخیر- تعرق

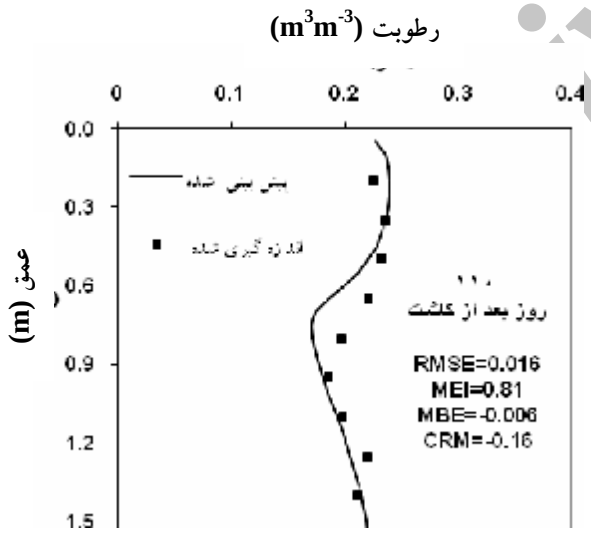
در شکل‌های 2 و 3 مقادیر پیش بینی شده و اندازه-گیری شده رطوبت در لایه‌های مختلف خاک بترتیب در 83 و 110 روز بعد از کاشت نشان داده شده است.

مقادیر شاخص‌های آماری RMSE، MEI، MBE و CRM جهت تحلیل نتایج، محاسبه و روی شکل‌ها نشان داده شده است. مقادیر حاصله برای شاخص‌های آماری نشان می‌دهد که پیش بینی رطوبت ناحیه ریشه توسط مدل MSM2 رضایت بخش می-باشد و اختلاف چند درصدی مقادیر مشاهداتی و پیش بینی شده در لایه سطحی خاک می‌تواند به دلیل خطای قرائت نوترون متر در نزدیکی‌های سطح خاک باشد و یا به خطای محاسبه تبخیر از سطح خاک توسط مدل برگردد.

در شکل4 مقادیر پیش بینی شده رطوبت توسط مدل MSM2 در روز های کاشت و برداشت ذرت آورده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود در طول فصل رشد رطوبت در ناحیه ریشه کاهش یافته است و این نشان می‌دهد که گیاه از رطوبت موجود در خاک برداشت کرده است. چنانچه در جدول 2 مشاهده می‌شود مقدار رطوبت برداشتی از خاک در طول این فصل برابر 52/6- میلی متر اندازه گیری شده است.



شکل2- مقایسه رطوبت‌های اندازه‌گیری شده با نوترون متر و پیش‌بینی شده توسط مدل MSM2 در خاک ناحیه ریشه و شاخص‌های آماری در 83 روز بعد از کاشت



شکل3- مقایسه رطوبت های اندازه‌گیری شده با نوترون متر و پیش‌بینی شده توسط مدل MSM2 در خاک ناحیه ریشه و شاخص‌های آماری در 110 روز بعد از کاشت

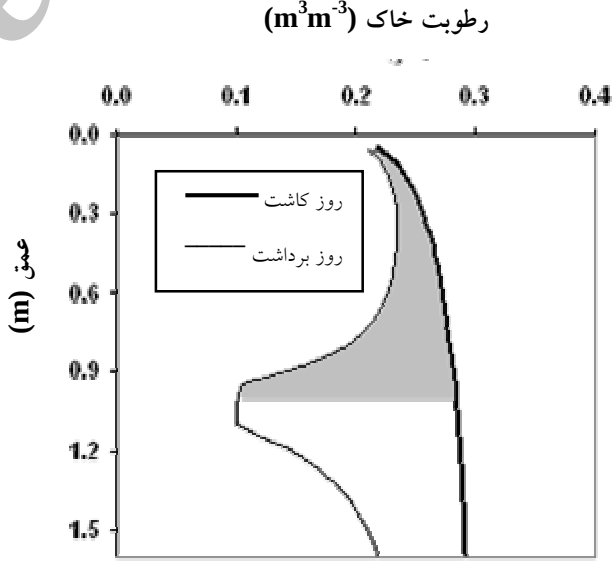
با توجه به اینکه اجزاء معادله بیلان تا عمق یک متر محاسبه گردیده است. لذا از روی سطح قسمت رنگی شکل (4) می‌توان استنباط کرد که عمق آب برداشتی تا

[1]Readily evaporable water
[2]Total evaporable water

Archive of SID
www.SID.ir

عمق یک متری خاک با مقدار 52/6- مطابقت دارد، که این همخوانی نشان می‌دهد زیر برنامه جریان آب خاک مدل در طول فصل رشد رطوبت خاک را بخوبی شبیه-سازی کرده است.

در شکل 5 مقادیر پیش بینی شده تبخیر، تعرق و تبخیر-تعرق ذرت در مقایسه با مقادیر اندازه گیری شده تبخیر-تعرق ذرت در طول مدت بیلان نشان داده شده است. مدل MSM2 مقدار تبخیر، تعرق و تبخیر-تعرق را بترتیب برابر 243، 546 و 789 بر آورد کرده است. مقایسه مقادیر تبخیر-تعرق پیش بینی شده از مدل MSM2، رابطه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد و دوگانه با مقادیر اندازه گیری شده تبخیر- تعرق و آب آبیاری در روزهای مختلف بعد از کاشت و در مدت اعمال بیلان در شکل 6 نشان داده شده است. این شکل نشان می دهد که رابطه پنمن مانتیث مقدار تبخیر- تعرق ذرت را در کل کمتر از مقدار اندازه گیری شده آن برآورد کرده است.



شکل4- مقایسه رطوبت‌های پیش‌بینی شده توسط مدلMSM2 در خاک ناحیه ریشه در روزهای کاشت و برداشت

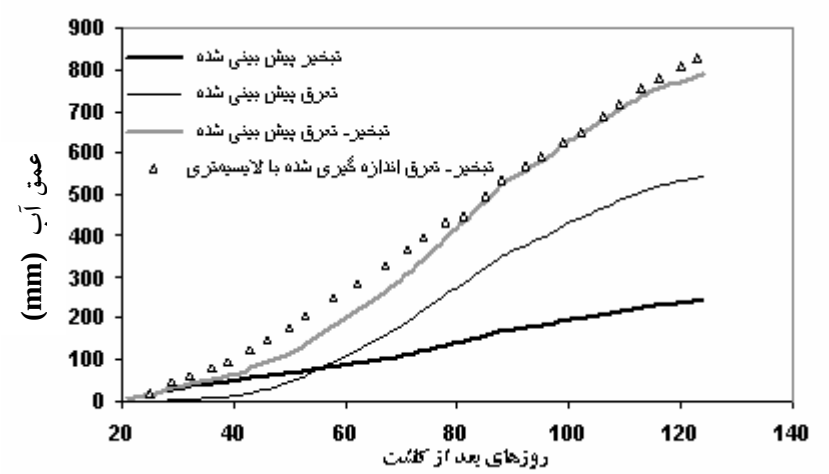
با توجه به شکل مشخص است که تا 75 روز بعد از کاشت همخوانی خوبی بین داده های اندازه گیری شده و پیش بینی شده تبخیر- تعرق با روش پنمن مانتیث وجود دارد. اما از آن به بعد رابطه پنمن مانتیث مقدار تبخیر-تعرق را کمتر برآورد کرده است که این احتمالاً به وجود پدیده پهن رفت گرمایی[1] در منطقه مورد مطالعه بر می‌گردد. چراکه هرچه از تاریخ کاشت بیشتر می‌گذرد پوشش گیاهی مزرعه ذرت زیاد و هوا نیز گرمتر می شود. افزایش پوشش گیاهی و گرمای هوا باعث افزایش سهم تعرق می‌گردد که خود باعث خنکی بیشتر محیط مزرعه شده و باعث ایجاد گرادیان گرمایی شدیدتر شده و تبخیر و تعرق را افزایش می‌دهد. قابل ذکر است که اراضی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در کرکج حدوداً در زمینی به مساحت 300 هکتار واقع گردیده است، که بیش از 90 درصد محدوده اراضی دانشکده و اراضی خارج از دانشکده بصورت لم یزرع می‌باشد که این مسئله وجود حرکت افقی گرما را در این منطقه محتمل می‌نماید. این عوامل می‌تواند پدیده پهن رفت گرمایی را تشدید کند.

برای تحلیل آماری نتایج این بخش *RMSE*، *MEI* ،*MBE* و CRM بترتیب برای مدل MSM2 برابر 36/3mm، 30/03mm- ، 0/98 و 0/07- و برای رابطه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد برابر mm 84/33، 62mm- ، 0/89 و 0/15- و با اعمال ضریب گیاهی دوگانه بترتیب برابر 61/45، 51/02-، 0/93 و 0/12- محاسبه گردید. نتایج آماری حاصل شده، تخمین مناسب مدل MSM2 و روش هاول و همکاران (1997) در مقایسه با روش‌های متداول محاسبه تبخیر-تعرق گیاه با استفاده از حاصلضرب تبخیر- تعرق مرجع در ضریب گیاهی منفرد و دوگانه را نشان می‌دهد.

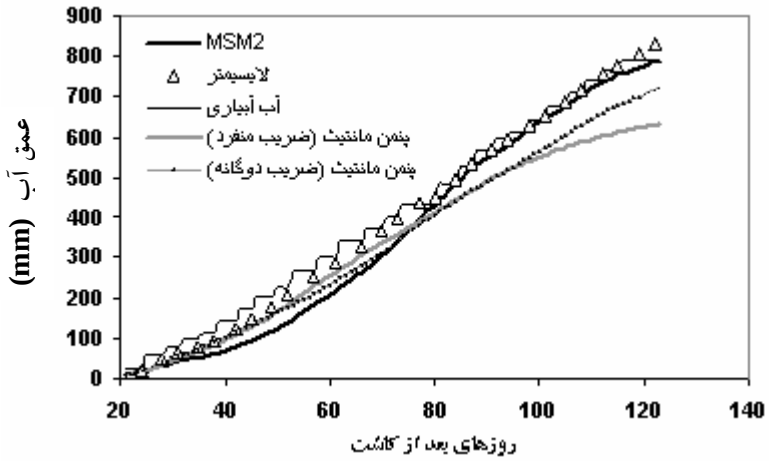
[1]Advection

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 5- مقادیر پیش بینی شده تبخیر، تعرق و تبخیر-تعرق ذرت با مدل MSM2 و مقادیر اندازه‌گیری شده لایسیمتری در روزهای بعد از کاشت



شکل 6- مقایسه مقادیر پیش بینی شده تبخیر-تعرق با استفاده از مدلMSM2، رابطه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد و دوگانه با مقادیر لایسیمتری و آب آبیاری در روزهای بعد از کاشت

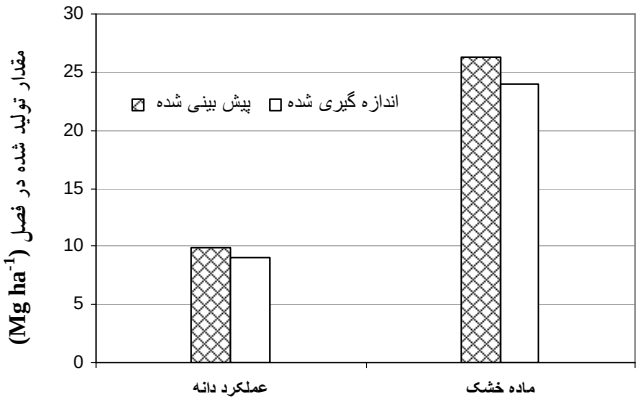
در این مطالعه حداکثر مقدار شدت تبخیر-تعرق برای ذرت در 66 روز بعد از کاشت برابر 12/41 میلی متر بر روز اندازه گیری شد. مدل MSM2 مقدار حداکثر شدت تبخیر-تعرق ذرت را در منطقه مورد مطالعه برابر 14/2 میلی متر بر روز در 65 روز بعد از کاشت پیش بینی کرده است. همچنین حداکثر شدت تبخیر- تعرق ذرت با استفاده از روش‌های ضریب گیاهی منفرد و دوگانه بترتیب در روزهای 64 و 65 بعد از کاشت برابر 9/83 و 10/11 میلیمتر بر روز تخمین زده شد. هاول و همکاران (1997) مقدار حداکثر شدت تبخیر-تعرق ذرت را برابر 12 میلی متر بر روز گزارش کرده‌اند.

ارزیابی زیربرنامه تخمین ماده خشک و عملکرد دانه

در شکل 7 مقادیر اندازه گیری شده و پیش بینی شده ماده خشک تولید شده در قسمت‌های هوایی گیاه و عملکرد دانه در هکتار با هم مقایسه شده‌اند. همانطوری که مشخص است مقادیر پیش بینی شده و اندازه گیری

www.SID.ir

شده مطابقت قابل قبولی باهم دارند. در صد خطای متوسط فصلی برای ماده خشک عملکرد دانه پیش‌بینی شده از طریق مدل MSM2 بترتیب برابر 8/40 و 8/72 است که نشان دهنده دقت خوب مدل در تخمین عملکرد می‌باشد.



شکل7- مقایسه مقادیر پیش بینی شده فصلی ماده خشک تولیدی و عملکرد دانه توسط مدل MSM2 با مقادیر اندازه‌گیری شده در روز برداشت سال زراعی 1379

نتیجه گیری

مدل MSM2 مقدار تبخیر-تعرق فصلی ذرت را برای این منطقه برابر 789 میلی متر برآورد کرده که نزدیک به مقدار واقعی بدست آمده در تحقیقات لایسیمتری (اسدی 1381) یعنی 826/6 میلی‌متر می‌باشد. روش محاسبه پنمن مانتیث با اعمال ضریب گیاهی منفرد مقدار تبخیر- تعرق ذرت را برابر 632/4 میلی‌متر و با اعمال ضریب گیاهی دوگانه برابر 723 میلی متر تخمین زده است. نتایج نشان داد که روش استفاده شده در مدل MSM2 برای تخمین تبخیر- تعرق ذرت بدون اعمال ضریب گیاهی نسبت به روش‌های متداول محاسبه تبخیر-تعرق از طریق حاصلضرب تبخیر-تعرق مرجع در ضریب گیاهی منفرد و دوگانه مناسب می‌باشد. مقدار دانه و ماده خشک تولیدی در قسمت‌های هوایی گیاه در روز برداشت بترتیب برابر 9 و 24 تن بر هکتار اندازه گیری شد. مدل MSM2 مقادیر دانه و ماده خشک را در روز برداشت بترتیب برابر 9/86 و 26/2 تن بر هکتار تخمین زد. نتایج حاصله از مقایسه آماری مقادیر اندازه‌گیری و پیش بینی شده تبخیر-تعرق و رطوبت نیمرخ خاک نشان داد که مدل عملکرد قابل قبولی را در منطقه مورد مطالعه دارد و مقادیر ماده خشک و دانه تولیدی توسط مدل بسیار نزدیک به مقادیر اندازه‌گیری شده آنها می‌باشد. با توجه به اینکه مدل MSM2 یک مدل دینامیکی بوده و شامل اغلب عوامل مؤثر بر رشد گیاه می‌باشد لذا کاربرد آن در مکان‌های دیگر با شرایط جوی متفاوت با محل ابداع احتمالاً بدون اشکال خواهد بود.

منابع مورد استفاده

اسدی ا، 1381. اندازه‌گیری میزان تبخیر و تعرق ذرت علوفه‌ای با استفاده از لایسیمتر و مقایسه با مدل‌های مختلف بر آورد تبخیر و تعرق در منطقه کرکج تبریز. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی دانشگاه تبریز.

Archive of SID

www.SID.ir

جعفرزاده ع الف، کسرایی ر و نیشابوری م ر. 1372. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعات تفضیلی 18 هکتار از مزارع و خاکهای ایستگاه کرکج. انتشارات اداره کل امور پژوهشی دانشگاه تبریز.

مجنونی هریس الف، 1384. ارزیابی مدل شبیه سازی رشد ذرت (MSM) در مقادیر مختلف آب و کود نیتروژنه تحت آبیاری جویچه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. 271 صفحه.

مجنونی هریس الف، زندپارسا ش، سپاسخواه ع ر و کامگار حقیقی ع الف. 1385. ارزیابی مدل MSM و استفاده از آن برای پیش‌بینی محصول و آب مورد نیاز ذرت علوفه‌ای جهت کاشت در یک محدوده زمانی مناسب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. شماره 10. صفحه‌های 83 تا 96.

مجنونی هریس الف، زندپارسا ش، سپاسخواه ع ر و کامگار حقیقی ع الف. 1386. ارزیابی مدل MSM جهت پیش‌بینی تبخیر-تعرق ذرت دانه‌ای و مقایسه نتایج آن با مقادیر حاصله از روش‌های پیشنهادی فائو 56. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. شماره 11. صفحه‌های 29 تا 42.

Addiscot T, Smith J, Bradbury N, 1995. Critical evaluation of models and their parameters. J Environ Qual 24: 803–807.

Aggarwal, PK, 1996. Uncertainties in crop, soil and weather inputs used in growth models implications for simulated outputs and their applications. Agric Syst 48 (3): 361–384.

Allen RG, 2000. Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study. Journal of Hydrology 229: 27–41.

Allen RG, Pereria LS, Raes D, and Smith M, 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. No. 56, Rome, Italy.

Eitzinger J, Trnka M, Hosch J, Zalud Z and Dubrovsky M, 2004. Comparison of CERES, WOFOST and SWAP models in simulating soil water content during growing season under different soil conditions. Ecological Modeling 171: 223–246.

Hill RW, Rayan KH, Butrats RL, Keller AA, Mulkay LM, Stewart FR and Bomen BJ, 1984. (CRPSM) Yield simulation model. Utah State University. Logan, Utah.

Howell TA, Steiner JL, Schneider AD, Evett SR, and Tolk JA, 1997. Seasonal and maximum dialy evapotranspiration of irrigated winter wheat, sorghum, and corn- southern high plains. Transactions of ASAE 40(3):623-634.

Hutson IL, Wagene RJ, 1992. LEACHM. Leaching estimation and chemistry model: A process based model of water and solute movement, transformations, plant uptake and chemical reactions in unsaturated zone, Version 3. Dept of Agron, Cornell Univ, Ithaca, NY.

Jensen ME, Burman RD and Allen RG, 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. Manuals and Reports on Engineering Practice. American Society of Civil Engineering. No. 70, Michigan USA.

Archive of SID

www.SID.ir

Jones CA and Kiniry JR, 1986. The CERES-maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A& M Univ Press, College Station.

Ma L, Hoogenboom G, Ahuja LR, Ascough II JC and Saseendran SA, 2006. Evaluation of the RZWQM-CERES-Maize hybrid model for maize production. Agricultural Systems 87: 274–295.

Majnooni-Heris A, Zand-Parsa Sh, Sepaskhah AS, Kamgar-Haghighi AA and Yasrebi J. 2011. Modification and validation of maize simulation model (MSM) at different applied water and nitrogen levels under furrow irrigation. Arch of Agron and Soil Sci 57(4): 401-420.

Montith JL, 1965. Evaporation and Environment. Pp. 19: 205-234. 19th Symposia of the Society for Experimental Biology. University Press, Cambridge.

Penman HL, 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc R Soc Ser A 193:120–146.

Priestley CHB and Taylor RJ, 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation large scale parameters. Monthly Weather Rev 100 (2): 81–82.

Shaffer MG, Bartling PNS and McMaster GS, 2004. GFARH modeling of corn yield and residual soil nitrate-N. Computer and Electronics in Agriculture 43: 87-107.

Stockle C and Campbell G, 1985. A simulation model for predicting effect of water stress on yield: An example using corn. Advance in Irrigation 3: 283-311.

van Genuchten MTH, 1980. A closed- form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. Soil Sci Soc Am J 44:892-898.

van Ittersum, MK, Leffelaar PA, van Keulen H, Kropff MJ, Bastiaans L and Goudriaan J, 2003. On approaches and applications of the Wageningen crop models. Eur J Agron18:201-234.

Walpole RE, Myers RM and Myers SL, 1998. Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Sixth Edition. New Jersey: Prentice Hall International.

Yang HS, Dobermann A, Lindquist JL, Walters DT, Arkebauer TJ and Cassman KG, 2004. Hybrid-maize- a simulation model that combines two crop modeling approaches. Field Crop Research 87: 131-154.

Zand-Parsa, Sh, Sepaskhah AR, Rownaghi A, 2006. Development and evaluation of integrated water and nitrogen model for maize. Agric Water Manag 81:227-256.

Archive of SID

www.SID.ir