مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱
صفحات ۶۹-۵۷

مقایسه دو مدل MEDIWY و LEACHW برای شبیه سازی رطوبت لایه‌های خاک در کشت گیاه گندم

Comparison of MEDIWY and LEACHW models for simulation of soil layers moisture in wheat agronomy

فیاض آقایاری*[۱]

چکیده

با توجه به ضرورت‌های موجود، در سال‌های اخیر مدل‌های فراوانی بسط و توسعه یافته است که با استفاده از آن‌ها می‌توان میزان عملکرد محصول را پیش‌بینی نمود. یکی از این مدل‌ها مدل MEDIWY می‌باشد که برای گندم زمستانه رقم عدل برای شرایط آبی و دیم در منطقه باجگاه واقع در استان فارس ارائه شده است. با توجه به کاربردی بودن مدل MEDIWY اهتمام ورزیده شد تا زیر مدل بیلان آب خاک در این مدل مورد بحث و بررسی بیشتری قرار گیرد. در پژوهش حاضر زیر مدل بیلان آب خاک مدل MEDIWY با یک مدل دیگری به نام مدل LEACHW که یک مدل توانا برای شبیه‌سازی رطوبت لایه‌های خاک می‌باشد، برای منطقه مراغه واقع در استان آذربایجان شرقی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. با مقایسه مقادیر عمق آب پروفیل خاک برآورد شده توسط مدل LEACHW با مقادیر مشاهده‌ای در منطقه مراغه، مشخص شد که این مدل پاسخ بسیار مناسبی از خود ارائه داده است. میزان خطای متوسط در برآورد رطوبت خاک در مدل LEACHW از ۱/۵۲ تا ۳/۳۱ درصد و در مدل MEDIWY از ۹/۱۲ تا ۱۴/۲۲ درصد متغیر بود که نشان دهنده برتری نسبی مدل LEACHW نسبت به MEDIWY در برآورد رطوبت خاک می‌باشد. بنابراین با تعدیل زیر مدل بیلان آب خاک در مدل MEDIWY و استفاده از مدل LEACHW به جای آن، می‌توان دقت مدل MEDIWY را برای تخمین عملکرد محصول افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی رطوبت خاک، گندم، مدل MEDIWY، منطقه مراغه

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
* نویسنده مسئول: Email: Aghayari_ir@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

نقش آب در تولیدات محصولات زراعی بسیار پیچیده بوده و با توجه به تداخل آن با دیگر عوامل مؤثر بر رشد، به سادگی به صورت کمی قابل بیان نمی‌باشد. مصرف آب در گیاه از طریق تعرق صورت می‌گیرد. مقدار آب قابل تبخیر و انرژی لازم برای تبخیر- تعرق از عوامل محدود کننده تعرق می‌باشد. در صورت فراوانی منبع آب (آبیاری و بارندگی) تعرق صرفاً تحت تأثیر انرژی قرار گرفته و عمدتاً توسط عوامل آب و هوایی مانند میزان تابش خورشید، سرعت باد، دما و رطوبت نسبی کنترل می‌گردد (پنمن، Penman, 1956).

مدل‌های شبیه‌سازی بیلان آب خاک را به طور کلی می‌توان به دو قسمت تقسیم نمود. دسته اول آنهایی هستند که روابط حاکم بر جریان آب در خاک را به عنوان رابطه اصلی در نظر گرفته و با اضافه نمودن عامل جذب آب ریشه به معادله حرکت آب در خاک غیر اشباع و حل آن، وضعیت آب خاک را مشخص می کند. دسته دوم این مدل‌ها از رابطه ساده بیلان حجمی آب در نیمرخ خاک و یا لایه‌های آن استفاده نموده و بیلان آب خاک را بدست می‌آورد. این مدل‌ها افزایش آب خاک را تا حد ظرفیت زراعی مجاز دانسته و مازاد بر آن را نفوذ عمقی در نظر گرفته و حداقل آب خاک را نقطه پژمردگی دائم در نظر می‌گیرند (هنکس، Hanks, 1974؛ راسموسن و هنکس، Rasmussen and Hanks, 1978).

مدلهای زیادی برای شبیه سازی رطوبت خاک ارائه شده است یکی از این مدل‌ها، مدل MEDIWY (ضیائی و سپاس‌خواه، ۲۰۰۳) بوده که بر اساس یافته‌های فیزیولوژیکی دهه‌های اخیر برای شبیه سازی بیلان آب خاک و همچنین تولید محصول گندم در منطقه باجگاه واقع در استان فارس بنا شده و در آن از معادلاتی که توسط اشخاص دیگر بدست آمده و ارزیابی شده است، استفاده گردیده تا حتی الامکان نیاز به عوامل واسنجی و برازش حداقل گردد. لازم به ذکر است که زیر مدل بیلان آب خاک بکار رفته در این مدل بر اساس رابطه ساده بیلان حجمی استوار است و معادلات جریان آب در داخل خاک در نظر گرفته نشده است. مدل LEACHW یک مدل کامپیوتری برای محاسبه رطوبت در لایه‌های مختلف خاک می‌باشد که در سال ۱۹۹۲ توسط هاتسون و وگنت (Hutson and Wagent) ارائه شده است و بعد از آن این مدل به عنوان یک مدل کارا و توانمند توسط افراد دیگر برای شبیه‌سازی حرکت آب خاک مورد استفاده و تأئید قرار گرفته است.

بنابراین هدف نهایی از این تحقیق ارزیابی و مقایسه دو مدل MEDIWY و LEACHW برای شبیه‌سازی آب خاک مزرعه گندم زمستانه (رقم سبلان) در منطقه مراغه واقع در استان آذربایجان شرقی (به عنوان یکی از مناطق مهم کشت گندم)، می‌باشد. تا اینکه در آینده بتوانیم از مدل‌های شبیه سازی بیلان آب خاک به طور دقیق‌تر، جهت به کارگیری در مدل‌های تخمین عملکرد محصول استفاده نمود. به عبارت دیگر در صورت برتری نسبی مدل LEACHW به MEDIWY در شبیه‌سازی رطوبت لایه‌های خاک در منطقه مراغه، در آینده می‌توان قسمت زیر مدل بیلان آب خاک مدل MEDIWY را تغییر داده و به جای آن از مدل LEACHW استفاده کرده و یک مدل جدیدی را ارائه نمود.

مواد و روش‌ها

مدل MEDIWY توسط ضیائی و سپاسخواه (۲۰۰۳) و بر اساس روابط ارائه شده توسط کردری و گراهام (Cordery and Graham, 1989) به زبان فرترن پاوراستیشن نوشته شده است. در این مدل برای تعیین آب خاک از معادلات ساده بیلان حجمی آب خاک استفاده شده است بدین معنی که حداکثر آب قابل ذخیره در خاک حد ظرفیت زراعی دانسته شد و لایه سطحی خاک که مشتمل بر ۱۰ سانتی‌متر اولیه خاک می‌باشد تا رطوبت هوا خشک تخلیه گردید. رطوبت در لایه دوم که از انتهای لایه اول تا عمق ۱۱۰ سانتی‌متری را در بر می‌گیرد تا حد نقطه پژمردگی دائم قابل تخلیه شدن می‌باشد. مدل MEDIWY از دو زیر مدل بیلان آب خاک و عملکرد محصول تشکیل شده است که در قسمت ذیل زیر مدل بیلان آب خاک مدل MEDIWY و

Archive of SID

www.SID.ir

در ادامه مدل LEACHW بطور مختصر تشریح می‌گردد.

زیر مدل بیلان آب خاک در مدل MEDIWY

در زیر مدل بیلان آب خاک عوامل مورد استفاده شامل بارندگی و قدرت تبخیر پذیری اتمسفر هستند که در قالب تبخیر از تشت کلاس الف تجلی یافته است. تفکیک انرژی موجود برای تبخیر- تعرق، به تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح پوشش گیاهی با استفاده از درجه سایه انداز گیاه انجام می‌شود که این درجه با شاخص سطح برگ LAI بیان می‌گردد. هنگامی که در سطح خاک آب وجود ندارد (بدین معنی که نگهداشت سطحی و لایه سطحی دارای آب قابل تبخیر نیستند)، تبخیری نیز صورت نمی‌گیرد و تنها تعرق باعث کاهش ذخیره آب می‌گردد. مقدار تبخیر واقعی از سطح خاک و همچنین تعرق واقعی که توسط گیاه صورت می‌پذیرد به ترتیب بستگی به فراهم بودن آب در لایه سطحی خاک و عمق نفوذ ریشه دارد. البته تعرق واقعی به عمق نفوذ ریشه، تراکم و خاصیت جذب آن نیز وابسته است. خاکی که ریشه گیاه در آن رشد و نمو می‌کند به دو لایه تقسیم می گردد که در هر کدام از آنها تعرق، تبخیر و زهکشی معمول‌ترین حالت خارج شدن آب از منطقه ریشه می‌باشد. علاوه بر این دو لایه، مقدار جزئی برگاب و نگهداشت سطحی نیز مد نظر واقع شده است. معادلات مورد استفاده برای تعیین پارامترهای مورد نظر در زیر مدل بیلان آب خاک در زیر به اختصار ارائه می‌گردد. برای محاسبه شاخص سطح برگ از حاصلضرب نسبت سطح برگ و ماده سبز بالای سطح زمین استفاده می‌شود (ضیائی و سپاسخواه، ۲۰۰۳).

$$LAI = LAR \times GDM \qquad (۱)$$

که در آن:

LAI: نمایه سطح برگ بصورت نسبت

LAR: نسبت سطح برگ (هکتار بر کیلوگرم)

GDM: مقدار ماده سبز بالای سطح خاک (کیلوگرم بر هکتار)

برای محاسبه LAR از روابط جداگانه‌ای برای مرحله قبل از گلدهی و بعد از آن تا مرحله بلوغ استفاده شده است. رابطه مورد استفاده برای مرحله قبل از گلدهی بصورت زیر می‌باشد(ضیائی و سپاسخواه، ۲۰۰۳):

(۲)

$$LAR = \min.\left(220,\ 238 - 0.846 \times EOS + 0.0009 \times EOS^2\right)$$

که در آن:

EOS: تبخیر تجمعی از تشت از زمان کاشت (میلی‌متر)

برای مرحله گلدهی و پس از آن تا بالغ شدن گیاه رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفته است(ضیائی و سپاسخواه، ۲۰۰۳):

$$LAR = \max.\left(35,\ 120 - 0.11 \times EOS\right) \qquad (۳)$$

جهت برآورد تبخیر بالقوه از سطح خاک و تعرق بالقوه گیاه معادلات زیر که شبیه معادلات بلمنز و همکاران (Belmans et al., 1983) و سپاسخواه و ایلام‌پور (Sepaskhah and Ilampour, 1996) می‌باشد استفاده شده است:

$$E_{pot} = E_{pan} \times \exp(-0.5\ \ LAI) \qquad (۴)$$

$$T_{pot} = E_{pan} \times [1 - \exp(-0.5\ \ LAI)] \qquad (۵)$$

که در آنها:

E_{pot}: شدت تبخیر بالقوه از سطح خاک (میلی‌متر در روز)

E_{pan}: شدت تبخیر از تشت کلاس الف (میلی‌متر در روز)

LAI: شاخص سطح برگ (بدون بعد)

T_{pot}: شدت تعرق بالقوه (میلی‌متر در روز)

برای محاسبه تعرق واقعی در این زیر مدل فرض می‌گردد زمانیکه لایه‌های خاک مرطوب بوده یعنی رطوبت قابل استفاده در خاک بالاتر از حد مشخصی می‌باشد تعرق بصورت بالقوه صورت گرفته و پس از آن بصورت خطی همراه با خشک شدن خاک به صفر نزدیک می‌شود.

$$AT = T_{pot} \quad \text{اگر} \quad ASW \geq (1 - MAD)HCL \qquad (۶)$$

$$AT = \left(\frac{T_{pot}}{1 - MAD}\right)\left(\frac{ASW}{HCL}\right) \quad \text{اگر} \quad ASW < (1 - MAD)HCL \qquad (۷)$$

که در آنها:

AT: مقدار تعرق واقعی (میلی‌متر)

Archive of SID

www.SID.ir

ASW: کل آب موجود در خاک (میلی‌متر)

HCL: کل آب قابل استفاده در لایه‌های خاک (میلی‌متر)

MAD: ضریب تخلیه مجاز آب خاک (بدون بعد)

به منظور اجرای مدل MEDIWY برای ۴ تیمار آبیاری در ۲ سال زراعی ۸۰-۱۳۷۸ در منطقه مراغه، مقادیر روزانه تبخیر از تشت و بارندگی و همچنین میزان آبیاری تهیه شد. این اطلاعات (مقادیر روزانه تبخیر از تشت و بارندگی همراه با آبیاری) در قالب ۸ فایل (۴ فایل برای هر سال) ذخیره گردید و سپس مدل برای این ۸ حالت اجرا شد. با توجه به اینکه تاریخ کاشت برای سال زراعی مورد مطالعه معلوم بود بنابراین در اجرای مدل از گزینه مربوط به قبول کردن یک تاریخ کاشت استفاده گردید. تاریخ کاشت برای سال زراعی اول و دوم (۷۹-۱۳۷۸ و ۸۰-۱۳۷۹) به ترتیب برابر ۲۲ و ۱۴روز از ابتدای مهر وارد مدل گردید.

مدل LEACHW

مدل LEACHW یک مدل کامپیوتری برای محاسبه رطوبت در لایه‌های مختلف خاک می‌باشد که بر اساس حل عددی یک بعدی غیرماندگار معادله ریچاردز استوار است. شبیه‌سازی حرکت آب در خاک غیراشباع می‌تواند با استفاده از معادله ریچاردز به صورت زیر انجام پذیرد (هاتسون و وگنت، ۱۹۹۲):

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial Z}\left[K(\theta)\frac{\partial \psi_M}{\partial Z} - K(\theta)\right] - U(Z,t) \qquad (۸)$$

که در آن:

θ: رطوبت حجمی خاک (L^3L^{-3})،

Ψ_M: پتانسیل ماتریک خاک (L)،

K(θ): هدایت هیدرولیکی متناسب با رطوبت حجمی خاک (LT^{-1})،

U(z,t): مقدار جذب آب توسط ریشه گیاه (T^{-1})،

Z: عمق نیمرخ خاک (L) و

t: زمان (T) می باشد.

معادله ریچاردز از طریق حل عددی و روش تفاضل‌های محدود (Finite Difference) برای پیش‌بینی رطوبت خاک، شدت جریان و مکش خاک حل می‌گردد. برای این منظور نیاز به یک سری مشخصات هیدرولوژیکی خاک (منحنی مشخصه رطوبتی خاک و هدایت هیدرولیکی غیر اشباع)، منابع تغذیه و تخلیه (آبیاری، بارندگی و تبخیر و تعرق) و شرایط مرزی می‌باشد که باید محاسبه یا تعریف شوند.

در مدل LEACHW، برای تعیین رابطه بین رطوبت و پتانسیل ماتریک از رابطه کمپل (Campbell, 1974) که به صورت زیر می‌باشد استفاده می گردد:

$$h = a\left(\frac{\theta}{\theta_s}\right)^{-b} \qquad (۹)$$

که در آن:

a,b: ضرایب معادله کمپل، که از برازش داده‌های آزمایشگاهی تعیین می‌شوند،

θ_s: رطوبت حجمی خاک در نقطه اشباع خاک (L^3L^{-3}) و

h: پتانسیل ماتریک خاک (Kpa) می‌باشد.

درمدل LEACHW برای تعیین هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک از معادله کمپل که به صورت زیر می‌باشد استفاده می‌شود.

$$K(\theta) = K_s\left(\frac{\theta}{\theta_s}\right)^{2b+2+p} \qquad (۱۰)$$

که در آن:

K_s: هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (LT^{-1})،

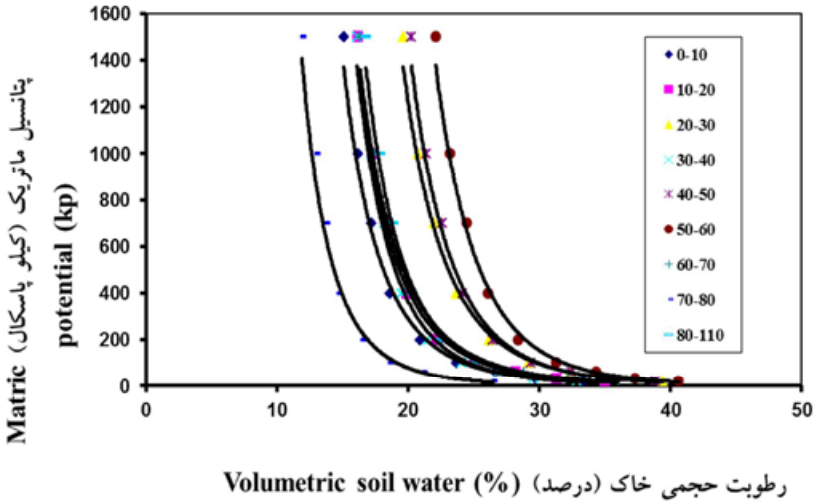
P: اثر متقابل منافذ (هاتسون آن را یک فرض نمود) و

$K(\theta)$: هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک در رطوبت حجمی θ می‌باشد.

با توجه به اهمیت منحنی رطوبتی خاک در مدل LEACHW و همچنین در دسترس بودن مقادیر اندازه‌گیری شده مقدار رطوبت در پتانسیل‌های مختلف در لایه‌های مختلف خاک، منحنی رطوبتی خاک (معادله کمپل) از طریق برازش داده‌های آزمایشگاهی به دست آمد. شکل ۱ نتیجه برازش داده‌های آزمایشگاهی به منظور تعیین معادله کمپل را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – منحنی مشخصه رطوبتی خاک بر اساس داده‌های آزمایشگاهی
Fig. 1. Soil moisture characteristic curve by experimental data

با توجه به اینکه مدل LEACHW به مقادیر رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم و همچنین به مقادیر درصد توزیع ذرات خاک در لایه‌های مختلف خاک وابستگی زیادی دارد، خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش درجدول ۱ ارائه شده است.

خصوصیات تیمارهای بکار برده شده

آنچه که در این تحقیق مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد، ارزیابی و مقایسه دو مدل MEDIWY و LEACHW به منظور شبیه سازی رطوبت لایه‌های خاک برای شرایط آب و هوایی منطقه مراغه می‌باشد. برای این منظور از اطلاعات ۴ تیمار گندم رقم سبلان که در طی ۲ سال زراعی (۸۰-۱۳۷۸) در این منطقه توسط مرکز مطالعات دیم مراغه اجرا شده است، استفاده گردید. تیمارهای آبیاری شامل: دیم کامل (تیمار صفر)، تیمار ۳۳ درصد آبیاری کامل (تیمار ۱)، تیمار ۶۶ درصد آبیاری کامل (تیمار ۲) و تیمار آبیاری کامل (تیمار ۳) می‌باشد. در ضمن سایر اطلاعات مورد نیاز دیگر یعنی اطلاعات هواشناسی(مقادیر روزانه تبخیر از تشت و بارندگی) از مرکز مطالعات دیم مراغه تهیه و جمع‌آوری گردید. سطح آب زیرزمینی در این منطقه پایین بوده، لذا هیچ جریان آبی از آن به ناحیه ریشه وجود ندارد (توکلی، ۱۳۸۱). نتایج مقادیرعمق و زمان آبیاری در تیمارهای مختلف در منطقه مراغه در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش در منطقه مراغه

Table 1. The soil physical characteristics in Maragheh area

عمق لایه خاک (سانتیمتر) Soil layer (cm)	توزیع ذرات خاک (درصد) Distribution of soil grains (%)			بافت خاک Soil texture	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتیمتر مکعب) Bulk density (gr/cm^3)	رطوبت حجمی (درصد) Volumetric moisture (%)		هدایت هیدرولیکی اشباع (میلی متر در روز) Saturated hydraulic conductivity (mm/day)
	شن sand	رس clay	سیلت silt			ظرفیت زراعی FC	نقطه پژمردگی PWP	
0-10	25	21	54	Silt Loam	1.43	30.4	15.2	621
10-20	21	23	56	Silt Loam	1.41	31.3	16.2	631
20-30	19	30	51	Silty Clay Loam	1.24	35.9	20.8	145
30-40	31	24	45	Loam	1.46	30.1	16.4	585
40-50	22	32	46	Clay Loam	1.31	35.4	20.2	232
50-60	21	36	43	Clay Loam	1.29	37.7	22.6	218
60-70	16	23	61	Silty Loam	1.42	32.3	16.1	657
70-80	47	16	37	Sandy Loam	1.49	23.5	11.7	612
80-110	25	25	50	Loam	1.46	31.4	16.6	635

جدول ۲- مقادیر عمق و زمان آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری در طول مدت فصل رشد

Table 2. Irrigation depth (mm) in different irrigation treatments during the growing seasons

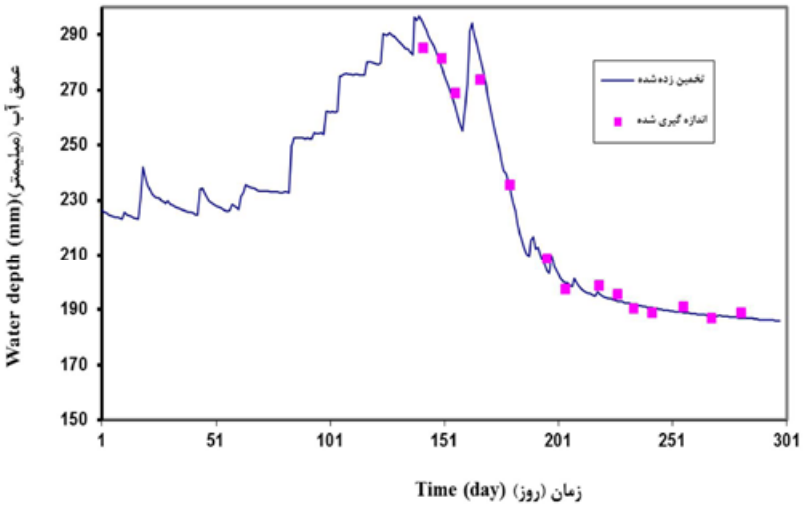
شماره آبیاری Irrigation time	سال زراعی Growing season	تاریخ آبیاری Irrigation time	شماره روزها از زمان کاشت Number of days from sowing	مقدار عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف حسب میلی‌متر Irrigation depth in different irrigation treatment (mm)			
				0	1	2	3
1	(1378-79)	1378/7/22	1	0	36	36	36
2	(1378-79)	1379/2/31	220	0	24	48	72
3	(1378-79)	1379/3/15	235	0	24	48	72
1	(1379-80)	1379/7/23	10	0	40	40	40
2	(1379-80)	1380/2/4	201	0	24	48	72
3	(1379-80)	1380/2/25	222	0	24	48	72
4	(1379-80)	1380/3/8	236	0	24	48	72

Archive of SID

www.SID.ir

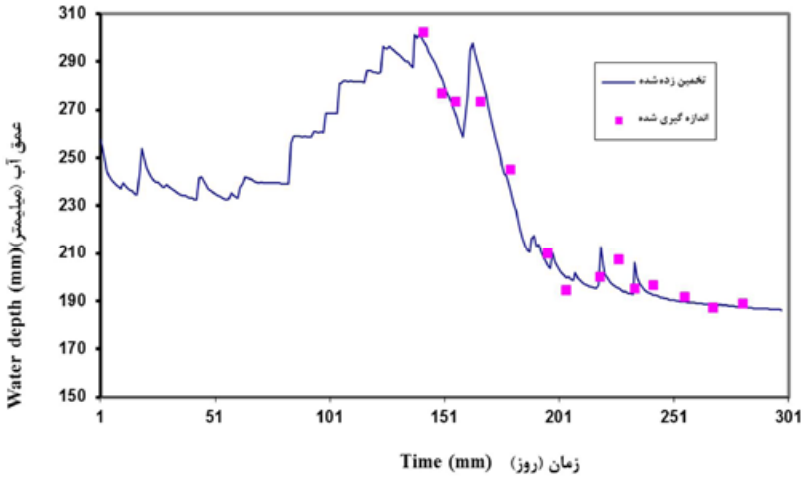
نتایج و بحث

بعد از اجرای مدل LEACHW برای ۴ تیمار آبیاری، مقادیر آب پروفیل خاک تخمین زده شده توسط مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفت. شکل‌های ۲تا ۵ به عنوان نمونه، مقادیر عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده توسط مدل LEACHW و نحوه تغییرات آن نسبت به زمان و همچنین مقایسه آن با مقادیر مشاهده‌ای را به ترتیب در سالهای اول و دوم زراعی و در تیمارهای شماره ۱ آبیاری (دیم) و شماره ۲ آبیاری نشان می‌دهد. مدل LEACHW جواب بسیار مناسبی نسبت به هر کدام از تیمارها در منطقه مراغه از خود نشان داده است. می‌توان گفت دقت مدل LEACHW در برآورد رطوبت خاک در تیمار دیم قدری بیشتر از تیمارهای آبی نیز بوده است. به طور کلی مدل نتایج قابل قبولی را برای تمامی تیمارها به دست آورده است.



شکل ۲ - نحوه تغییرات عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده با استفاده از مدل LEACHW نسبت به زمان از شروع کاشت و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده در سال زراعی اول (۷۹-۱۳۷۸) برای تیمار شماره صفر آبیاری (دیم)

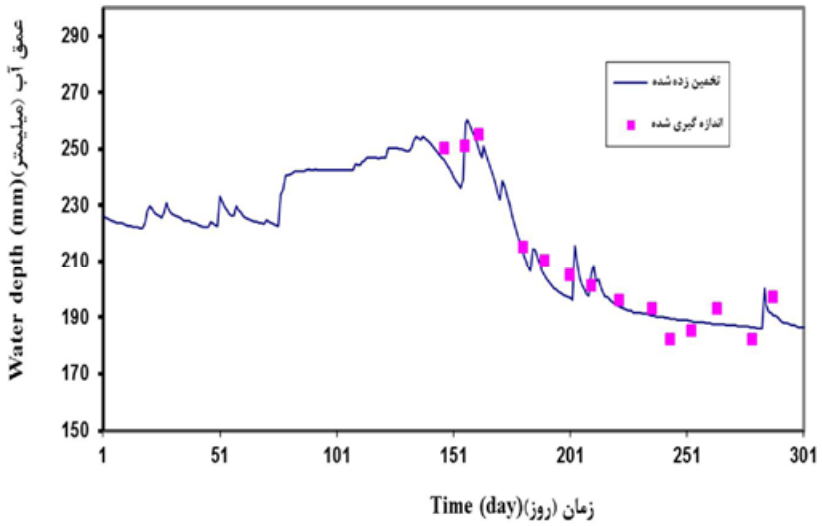
Fig. 2. Comparison of measured and predicted soil water contents from sowing for non-irrigated treatment during the first growing season (1378-79) by LEACHW model



شکل ۳ - نحوه تغییرات عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده با استفاده از مدل LEACHW نسبت به زمان از شروع کاشت و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده در سال زراعی اول (۷۹-۱۳۷۸) برای تیمار شماره ۱ آبیاری

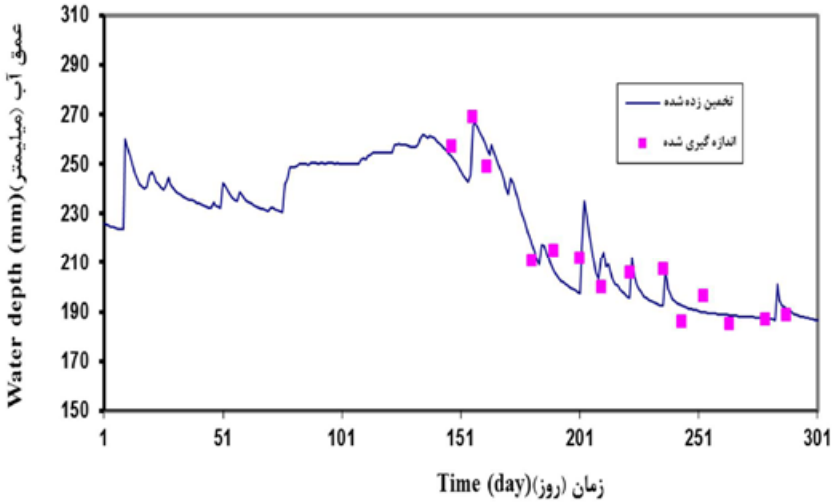
Fig. 3. Comparison of measured and predicted soil water contents from sowing for irrigation treatment (number 1) during the first growing season (1378-79) by LEACHW model

www.SID.ir



شکل ۴ - نحوه تغییرات عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده با استفاده از مدل LEACHW نسبت به زمان از شروع کاشت و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده در سال زراعی دوم (۸۰-۱۳۷۹) برای تیمار شماره صفر آبیاری (دیم)

Fig. 4. Comparison of measured and predicted soil water contents from sowing for non-irrigated treatment during the second growing season (1379-80) by LEACHW model

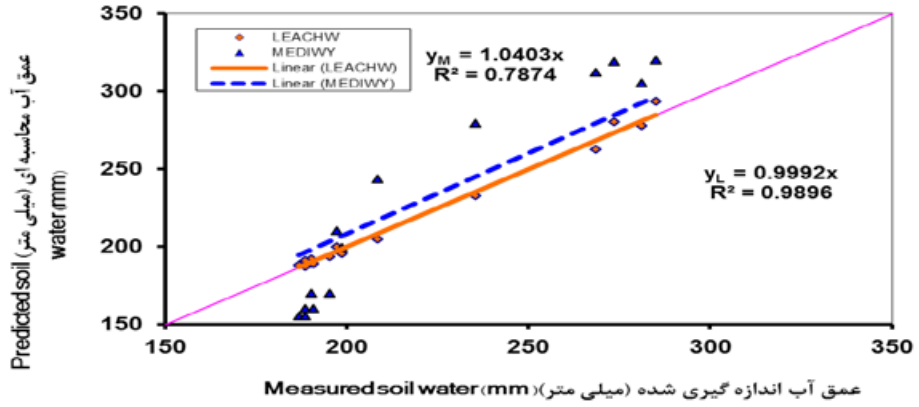


شکل ۵ - نحوه تغییرات عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده با استفاده از مدل LEACHW نسبت به زمان از شروع کاشت و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده در سال زراعی دوم (۸۰-۱۳۷۹) برای تیمار شماره ۱ آبیاری

Fig. 5. Comparison of measured and predicted soil water contents from sowing for irrigation treatment (number 1) during the second growing season (1379-80) by LEACHW model

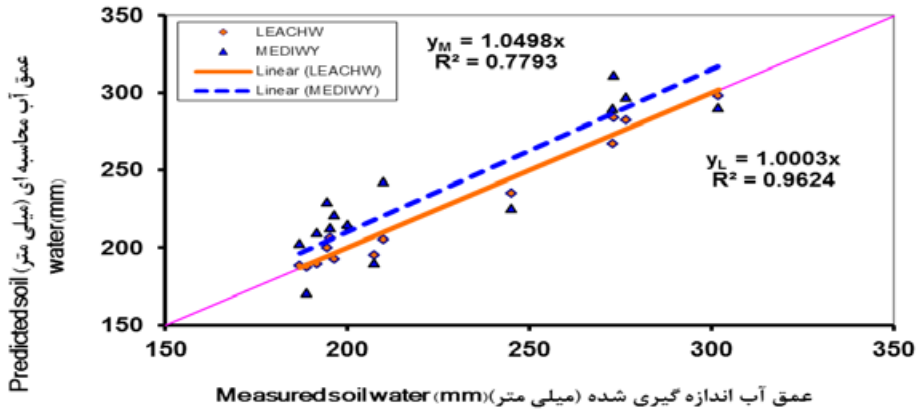
www.SID.ir

بعد از اجرای مدل MEDIWY برای تیمارهای مختلف آبیاری، مقادیر عمق آب پروفیل خاک تخمین زده شده توسط این مدل به دست آمد. مقادیر عمق آب خاک تخمین زده شده و اندازه‌گیری شده با استفاده از دو مدل MEDIWY و LEACHW و مقایسه آنها با خط یک به یک انجام پذیرفت. شکل‌های ۶ تا ۹ به عنوان نمونه، نتیجه مقایسه را به ترتیب در سالهای اول و دوم زراعی و در تیمارهای شماره ۱ آبیاری (دیم) و شماره ۲ آبیاری نشان می‌دهد. نتایج ارائه شده گویای تجمع اکثر نقاط در نزدیکی خط یک به یک و بالا بودن ضریب همبستگی آنها در مدل LEACHW و پراکندگی و دوری نقاط به دست آمده نسبت به خط یک به یک و پائین بودن ضریب همبستگی آنها در مدل MEDIWY می‌باشد.



شکل ۶ – مقایسه نتایج تخمین زده شده و مشاهده‌ای عمق آب پروفیل خاک با خط یک به یک با استفاده از دو مدل MEDIWY و LEACHW در سال زراعی اول (۷۹–۱۳۷۸) برای تیمار شماره صفر آبیاری (دیم)

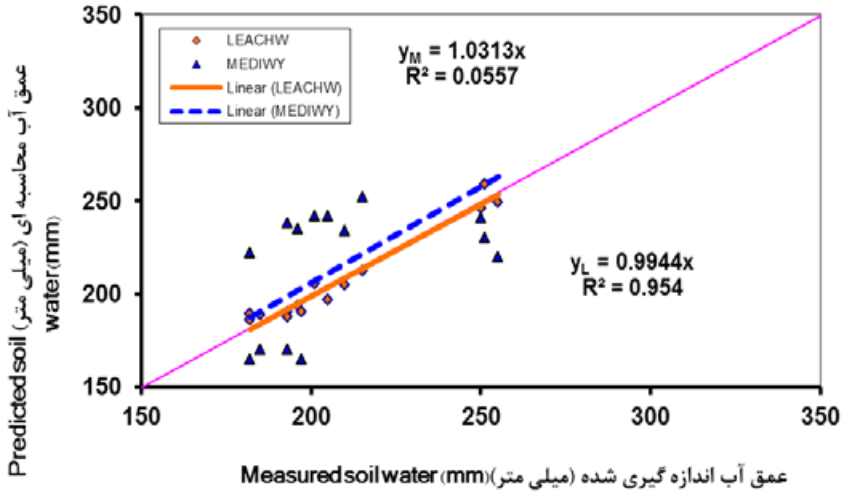
Fig. 6. Comparison between measured and predicted soil water contents for non-irrigated treatment during the first growing season (1378-79) by MEDIWY and LEACHW models



شکل ۷ – مقایسه نتایج تخمین زده شده و مشاهده‌ای عمق آب پروفیل خاک با خط یک به یک با استفاده از دو مدل MEDIWY و LEACHW در سال زراعی اول (۷۹–۱۳۷۸) برای تیمار شماره ۱ آبیاری

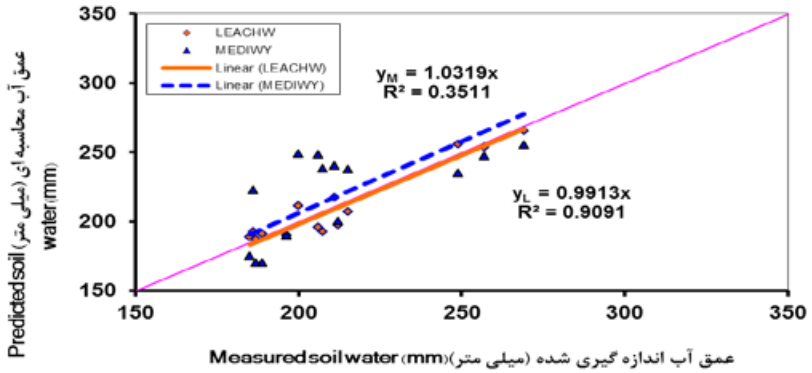
Fig. 7. Comparison between measured and predicted soil water contents for irrigation treatment (number 1)during the first growing season (1378-79) by MEDIWY and LEACHW models

www.SID.ir



شکل ۸- مقایسه نتایج تخمین زده شده و مشاهده‌ای عمق آب پروفیل خاک با خط یک به یک با استفاده از دو مدل MEDIWY و LEACHW در سال زراعی دوم (۸۰-۱۳۷۹) برای تیمار شماره صفر آبیاری

Fig. 8. Comparison between measured and predicted soil water contents for non-irrigated treatment during the second growing season (1379-80) by MEDIWY and LEACHW models



شکل ۹ - مقایسه نتایج تخمین زده شده و مشاهده‌ای عمق آب پروفیل خاک با خط یک به یک با استفاده از دو مدل MEDIWY و LEACHW در سال زراعی دوم (۸۰-۱۳۷۹) برای تیمار شماره ۱ آبیاری

Fig. 9. Comparison between measured and predicted soil water contents for irrigation treatment (number 1)during the second growing season (1379-80) by MEDIWY and LEACHW models

به منظور بررسی و مقایسه بهتر دو مدل MEDIWY و LEACHW در تخمین رطوبت خاک، شاخص‌های آماری مورد نظر برای ارزیابی مدل‌ها یعنی مقادیر میانگین خطای مطلق، خطای متوسط، ضریب تغییرات و ضریب کارایی مدل در جدول شماره ۳ ارائه شده است. به طور کلی شاخص‌های آماری به دست آمده از طریق مدل LEACHW دارای مقادیر عددی مناسب‌تری نسبت به شاخص‌های به دست آمده از طریق مدل MEDIWY می‌باشد. میزان خطای متوسط در برآورد رطوبت خاک در مدل LEACHW از ۱/۵۲ تا ۳/۳۱ درصد و در مدل MEDIWY از ۹/۱۲ تا ۱۴/۲۲ درصد متغیر می‌باشد که نشان دهنده برتری نسبی مدل LEACHW به MEDIWY در برآورد رطوبت خاک می‌باشد. مقدار ضریب

www.SID.ir

تغییرات نیز در مدل LEACHW بین ۰/۰۱۱۷۹ تا ۰/۰۴۱۲ و در مدل MEDIWY بین ۰/۱۰۰۲ تا ۰/۱۵۱۴ در نوسان بود. مقدار کارایی مدل، که نشان دهنده کیفیت و چگونگی برازش داده‌های مشاهده‌ای و تخمین زده شده می‌باشد، در مدل LEACHW بین ۰/۹۰ تا ۰/۹۹ و در مدل MEDIWY بین ۰/۶۳- تا ۰/۶۶ تغییر می‌کند. این مقادیر حاکی از دقت بالای مدل LEACHW نسبت به مدل MEDIWY در برآورد رطوبت خاک می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه نتایج ارزیابی آماری دو مدل LEACHW و MEDIWY برای پیش‌بینی عمق آب خاک

Table 3. Comparison of statistical indexes between MEDIWY and LEACHW models for simulation of soil water contents

شاخص‌های آماری Statistical indexes	سال زراعی Growing season	مدل Model	تیمارهای آبیاری Irrigation treatments			
			0	1	2	3
میانگین خطای مطلق، MAE (میلیمتر)	1378-79	LEACHW	3.36	6.49	7.46	7.21
		MEDIWY	29.23	21.43	22.02	25.84
	1379-80	LEACHW	5.01	7.01	6.82	5.30
		MEDIWY	29.60	22.27	22.78	19.89
خطای متوسط، ME (درصد)	1378-79	LEACHW	1.51	2.89	3.28	3.08
		MEDIWY	13.24	9.55	9.68	11.03
	1379-80	LEACHW	2.40	3.31	3.21	2.43
		MEDIWY	14.22	10.50	10.62	9.12
ضریب تغییرات ، CV	1378-79	LEACHW	0.0179	0.0338	0.0412	0.0369
		MEDIWY	0.1431	0.1017	0.1036	0.1153
	1379-80	LEACHW	0.0257	0.0387	0.0368	0.0267
		MEDIWY	0.1514	0.1208	0.1353	0.1002
کارایی مدل، EF	1378-79	LEACHW	0.99	0.96	0.94	0.94
		MEDIWY	0.30	0.66	0.61	0.46
	1379-80	LEACHW	0.95	0.90	0.90	0.94
		MEDIWY	-0.63	0.05	-0.35	0.19

نتیجه گیری

شاخص‌های آماری مورد نظر برای ارزیابی مدل‌ها در برآورد عمق آب پروفیل خاک به دست آمد. به طور کلی شاخص‌های آماری به دست آمده از طریق مدل LEACHW دارای مقادیر عددی مناسب‌تری نسبت به شاخص‌های به دست آمده از طریق مدل MEDIWY می‌باشد. میزان خطای متوسط به دست آمده در مدل LEACHW در تمامی تیمارهای آبیاری کمتر از مقادیر خطای به دست آمده در مدل MEDIWY می‌باشد. این وضعیت در تیمار دیم به مراتب بیشتر به چشم می‌خورد. مقدار خطای متوسط در برآورد رطوبت خاک در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ در تیمار دیم در مدل‌های LEACHW و MEDIWY به ترتیب برابر ۱/۵۲ و ۱۳/۲۴ درصد و در سایر تیمارهای آبیاری در مدل LEACHW بین ۲/۸۹ تا ۳/۲۸ درصد و در مدل MEDIWY

Archive of SID

www.SID.ir

بین ۹/۵۵ تا ۱۱/۰۳ درصد در نوسان می‌باشد. همچنین مقدار خطای متوسط در برآورد رطوبت خاک در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ در تیمار دیم در مدل‌های LEACHW و MEDIWY به ترتیب برابر ۲/۴۰ و ۱۴/۲۲ درصد و در سایر تیمارهای آبیاری در مدل LEACHW بین ۲/۴۳ تا ۳/۳۱ درصد و در مدل MEDIWY بین ۹/۱۲ تا ۱۰/۶۲ درصد در نوسان می‌باشد. بنابران می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مدل LEACHW در برآورد رطوبت خاک دقیق‌تر از مدل MEDIWY خواهد بود. همچنین لزوم استفاده از مدل LEACHW نسبت به مدل MEDIWY در برآورد عمق آب خاک در تیمارهای دیم به مراتب بیشتر از تیمارهای آبی می‌باشد. بنابراین برتری نسبی مدل LEACHW به MEDIWY در برآورد رطوبت خاک برای منطقه مورد مطالعه کاملاً مشهود می‌باشد. لذا می‌توان برای بالا بردن دقت پیش بینی مدل MEDIWY در شبیه‌سازی عملکرد محصول، زیر مدل بیلان آب خاک در مدل MEDIWY را حذف کرده و بجای آن از مدل LEACHW که یک مدل توانمندی در محاسبه رطوبت لایه‌های خاک در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، استفاده نمود. در مطالعات بعدی می‌توان این تغییر و دگرگونی در مدل MEDIWY را مورد بحث و بررسی قرار داد.

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع

Aian, A. 1992. Calibration of computer model (CRPSM) for irrigation management and scheduling and yield estimation of irrigated wheat. MSc. Thesis. Irrigation Department, Shiraz University, Shiraz, I.R. of Iran. 377 P.

Belmans, C., J. R. Wesseling and R. A. Feddes. 1983. "Simulation model of a water balance of a cropped soil: SWATRE", J. Hydrol., Vol. 63, pp. 271-286.

Cordery, I. and A. C. Graham. 1989. "Forecasting wheat yields using a water budgeting model", Asut. J. Agric. Res., Vol. 40, pp. 715-728.

Hanks, R.J. 1974. "Model for predicting plant yield as influenced by water use", Agron. J., Vol. 66, pp. 660-665.

Hutson, J. L. and A. Cass. 1987. A retentivity function for use in soil-water simulation modeles. J. Soil. Sci. Vol. 38, pp. 105-113.

Hutson, J. L. and R. J. Wagent. 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 Agronomy, Cornell University, Ithaca. NY.

Kang, S. F. and J. Zhang. 2001. A Simulation model of water dynamics in winter wheet field and its application in a semiarid region Agri. water manage. Vol. 49, pp.115-129.

Nima, M. N. and R. J. Hanks. 1973. Model for estimation of soil water, plant, and atmospheric interrelations: I. Description and sensitivity. Soil Sci. Amer. Proc. Vol. 37, pp. 522-527.

Penman, H. L. 1956. Evaporation: An introductory survey. Neth. J. Agric. Sci. Vol. 4, pp. 9-29.

Rasmussen, V. P. and R. J. Hanks. 1978. "Spring wheat yield model for limited moisture conditions", Agron. J. Vol. 70, pp. 940-944.

Sepaskhah, A. R. and S. Ilampour. 1995, "Effects of soil moisture stress on evepotranspiration partitioning", Agric. Water. Manag. Vol. 28, pp. 311-323.

Sepaskhah, A. R. and S. Ilampour. 1996. "Relationships between yield, crop water stress index (CWSI) and transpiration of cowpea (Vigna sinensis L.)", Agronomie, Vol.16, pp. 269-279.

Sepaskhah, A. R. 1998. Application of crop simulation models. Letter of Academy of Sciences, I.R. of Iran. 5(10,11), pp. 89-106.

Ziaei, A. N. and A. R. Sepaskhah. 2003. "Model for simulation of winter wheat yield under dryland and irrigated conditions", Agric. Water Manag. Vol. 58, pp. 1-17.

Archive of SID

www.SID.ir