شبیه‌سازی رطوبت خاک در شرایط مدیریت آبیاری و نیتروژن گندم با استفاده از مدل CERES-Wheat

فرناز سالکی[۱] و ابراهیم امیری[۲]
۱- کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز و ۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

چکیده

برای ارزیابی مدل CERES-Wheat، جهت شبیه سازی رطوبت در لایه های مختلف خاک، تحقیقی در مزرعه واقع تبریز انجام گردید، در این تحقیق تیمار آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در فواصل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزه و کود ازت به عنوان فاکتور فرعی در شش سطح (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰) کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد، رقم مورد استفاده در این تحقیق الوند بود. مقادیر شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده رطوبت در اعماق مختلف خاک، با استفاده از پارامتر های ریشه میانگین مربعات خطا و شاخص توافق ویلموت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که مدل در عمق ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتر مقدار رطوبت خاک در تیمارهای آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز یکبار و مدیریت کود نیتروژن را با دقت خوبی شبیه سازی می کند اما برای تیمارآبیاری ۳۰ روز یکبار دقت مدل کمتر می‌باشد.

واژه های کلیدی: مدل CERES-Wheat، رطوبت خاک، نیتروژن

مقدمه

خشکسالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در جهان با محدودیت روبه‌رو ساخته است. در کشاورزی خشکی به وضعیتی اطلاق می‌شود که میزان و توزیع بارندگی در طی فصل رشد به اندازه‌ای ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود (Siani and Aspinall, 1981). در ایران، تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی مطرح است. بخش زیادی از اراضی زیر کشت گندم در ایران در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در این مناطق، به علت کمبود منابع آب و در نتیجه بروز تنش برای گیاه، عملکرد گندم به شدت کاهش می‌یابد. درک تأثیر تنش خشکی و رژیم‌های دمایی بر عملکرد دانه، گامی موثر در توسعه ارقامی با عملکرد بالا و پایدار می‌باشد. با توجه به اینکه دستیابی به روش‌های رفع عوامل محدود کننده عملکرد نیاز به انجام آزمایش‌های زیاد و هزینه‌بر در مناطق مختلف دارد، یافتن راهی برای کاهش تعداد، زمان و هزینه انجام این آزمایش‌ها می‌تواند کمک بسیار موثری محسوب شود. امروزه انجام این مهم با شبیه‌سازی فرآیند تولید دانه و با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری مبتنی بر معادلات ریاضی و با در نظر گرفتن متغیرهای بسیار موثر بر عملکرد امکان‌پذیر شده است. مدل شکل ساده شده‌ای از یک سیستم، و شبیه‌سازی مطالعه رفتار سیستم به کمک مدل است. مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی، ابزارهای سودمندی برای شناخت فرایندهای بیوفیزیکی حاکم بر سیستم خاک-گیاه- اتمسفر می‌باشند (Timsina and Hympherys, 2006). این مدل‌ها اثرات تغییرات آب و هوا، خصوصیات ژنوتیپ‌های گیاهی، ویژگی‌های خاک و عوامل مدیریتی را روی رشد گیاه شبیه‌سازی می‌نمایند.

به کمک مدل و شبیه‌سازی می‌توان از تکرار آزمایشات و افزایش هزینه‌ها جلوگیری نموده، بدون اینکه به نتایج حاصله خدشه‌ای وارد گردد. مدل‌های شبیه‌سازی، به‌طور قابل توجهی برای بهینه‌سازی مدیریت تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند (نصیری‌محلاتی، ۱۳۷۹). آزمایش‌های مزرعه‌ای متداول فقط تعداد خیلی محدودی از عوامل موثر بر رشد گیاه را در یک منطقه خاص و در یک فصل زراعی مورد ارزیابی قرار می‌دهند. مدل‌های شبیه‌سازی نه‌تنها می‌توانند تعداد زیادی از

متغیرهای آب و هوایی و مدیریتی را همزمان روی رشد گیاه مورد ارزیابی قرار دهند، بلکه برای انتقال و تعمیم نتایج آزمایش‌های انجام شده در یک منطقه و یک فصل زراعی، به مناطق و سال‌های زراعی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bannayan et al, 2003). البته آزمایشات مزرعه‌ای برای اعتبارسنجی و واسنجی نتایج مدل‌سازی مورد نیاز است.

باتوجه به توانایی مدل CERES-Wheat در تعیین اثر کمی پارامترهای مختلف اقلیمی، محیطی و مدیریتی بر تولید گندم، می‌توان با انتخاب استراتژی‌های مختلف مثل ارزیابی تولید واریته‌های مختلف، تاریخ کاشت‌های متفاوت، بررسی مقدار و زمان مصرف نیتروژن و نیز شبیه‌سازی اثرات این عوامل با داده‌های هواشناسی بلندمدت، رشد، نمو و عملکرد گندم را در سطوح منطقه‌ای و ملی مورد ارزیابی قرار داد (Boote, et al., 1996). از طرف دیگر، با توجه به کاربردهای گسترده مدل CERES-Wheat در شرایط مختلف تولیدی و در نظر داشتن اقلیم خشک و نیمه خشک کشور و وجود تنش‌های مختلف آبی و شوری در سیستم‌های تولیدی و با توجه به محدودیت‌های مالی برای انجام تحقیقات، به نظر می‌رسد مدل‌ها می‌توانند نقش قابل توجهی در تحقیقات کشاورزی کشور داشته باشند (کیانی، ۱۳۸۳).

هدف از این تحقیق ارزیابی مدل Ceres – wheat در منطقه شمالغرب کشور و پیش‌بینی رطوبت خاک در مزرعه گندم در شرایط توامان محدودیت آب و ازت می‌باشد. لذا می‌توان بعد از واسنجی و بررسی صحت کارکرد مدل آن را برای اهداف پژوهشی مورد نظر در شرایط اقلیمی این منطقه به ویژه آذربایجان‌شرقی به کار برد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی بهار در مزرعه‌ای واقع در منطقهٔ خواجه دیزج در غرب تبریز در سال زراعی ۹۰- ۹۱در قطعه زمینی به ابعاد ۷۲×۱۵ متر اجرا شد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۸° و َ ۷ شمالی و طول جغرافیایی ۴۴° و َ ۹ شرقی واقع گردیده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۲۵ متر می‌باشد. از خاک قطعه زمین مورد کشت نمونه در عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر و در نهایت یک نمونهٔ ۱ کیلوگرمی و ۳ نمونه دست نخورده جهت آنالیز به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل گردید. در این تحقیق تیمار آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در فواصل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزه و کود ازت به عنوان فاکتور فرعی در شش سطح (۰، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰، ۱۶۰، ۲۰۰) کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد، رقم مورد استفاده در این تحقیق الوند بود. عملیات تهیهٔ زمین در پائیز ۱۳۸۹ اجرا گردید. جهت آماده‌سازی زمین عملیات شخم و دیسک زدن مجدّد زمین به منظور خرد شدن کلوخه‌ها و مالکشی در اوایل اسفند و بعد از بهبود نسبی دمای هوا صورت گرفت. براساس آزمون خاک و نیز اجرای تیمارهای کودی، نیمی از کود نیتروژن که بار هر کرت بر حسب تیمارها متفاوت بود، همزمان با کاشت و همراه با آبیاری اول و ۵۰ درصد دیگر آن در ابتدای گلدهی به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت.

اولین آبیاری در تاریخ ۱۵ اسفند بلافاصله بعد از کاشت بذور به صورت کرتی انجام شد. شروع جوانه زنی حدود ۱۲-۹ روز بعد از تاریخ کاشت اتفاق افتاد. عملیات آبیاری با توجه به برنامه‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزه به طور متناوب انجام گردید و در این فاصله نیز بارندگی‌های مکرر در فصل بهار نیاز آبی گیاه تأمین شد. سایر عملیات داشت نظیر کوددهی (کود اوره به صورت سرک)، مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز و مبارزه شیمیایی با سن گندم در مراحل مختلف رشد انجام شد. کود اوره به صورت سرک حدود اواسط خرداد به صورت دستپاش به کرت‌ها اضافه شد. مبارزه شیمیایی با سن گندم در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد پس از تهیهٔ سم دسیس به صورت تقریبی ۵۰۰cc در هکتار مورد استفاده قرار گرفت. کنترل علف‌های هرز به صورت شیمیایی و دستی انجام شد. قطع آبیاری در تاریخ‌های ۹۱/۳/۱۵ در کرت‌های آبیاری ۳۰ روزه، ۹۱/۳/۵ در کرت‌های آبیاری ۲۰ روزه و ۹۱/۳/۱۵ در کرت‌های آبیاری ۱۰ روزه انجام گرفت. در طول فصل هر ۱۰ روز یکبار ۹ نمونهٔ خاک از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر خاک توسط اوگر برداشت و برای ارزیابی کیفی به آزمایشگاه ارسال گردید و پس از توزین با ترازو در آون خشک شده و میزان رطوبت وزنی آنها اندازه‌گیری گردید. البته در آغاز تحقیق قرار بود که نمونه‌برداری خاک هر ۷ روز یکبار ۲۷ نمونه خاک برداشت کرد که با توجه به ابعاد و شرایط تقریباً یکنواخت زمین زمان و نحوهٔ انجام آن تغییر یافت.

مدل CERES-Wheat دارای قسمتهای مختلفی است که پس از وارد کردن اطلاعات هر قسمت مدل آماده اجرا می‌شود.

قسمتهای مدل CERES-Wheat عبارت‌اند از:

۱- Crop Management Data، قسمت مدیریت مزرعه: در این قسمت اطلاعات مدیریتی مزرعه در اختیار مدل قرار می‌گیرد. این قسمت از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است و اطلاعاتی در مورد نحوه اجرای آزمایش و چگونگی کاشت، آنالیز خاک، ارقام مورد استفاده، تاریخ و نحوه آبیاری، کودهای مورد استفاده، تاریخ و چگونگی برداشت محصول و....که توسط مدل خواسته شده است در اختیار آن قرار می‌گیرد.

۲- Soil Data، قسمت اطلاعات مربوط به خاک محل آزمایش: در این قسمت خصوصیات خاک مربوط به محل آزمایش شامل رنگ و نوع خاک، درصد شن، رس و سیلت و... در اختیار مدل قرار می‌گیرد.

۳- Experimental Data ، قسمت وارد نمودن داده‌های مشاهده شده: این قسمت از دو بخش AFile و TFile که به ترتیب مربوط به داده‌های عملکرد و اجزای عملکرد و داده‌های در طول فصل رشد (۶ مرحله نمونه‌گیری از مزرعه) تشکیل شده است، که این اطلاعات در قالب فایل‌های جداگانه در اختیار مدل قرار می‌گیرد.

۴- Weather Data، قسمت اطلاعات مربوط به آب و هوای محل آزمایش: حداقل داده‌های هواشناسی جهت اجرای مدل گیاه زراعی عبارت‌اند از: حداقل و حداکثر دمای روزانه، بارندگی روزانه و تشعشع خورشیدی روزانه؛ این داده‌ها باید برای دوره مورد انتظار شبیه‌سازی گیاه و چند روز قبل و بعد از آن تهیه و در یک فایل وارد شوند. این فایل همچنین باید شامل سال میلادی داده‌های هواشناسی و نیز تاریخ هرروز در طی سال باشد. دلیل استفاده از سال میلادی یکنواخت‌سازی فایل هواشناسی مورد استفاده با آنچه سایرین استفاده می‌کنند، می‌باشد.

جهت اجرای مدل CERES-Wheat دو دسته داده مورد نیاز است:

۱- اندازه‌گیری شده ، که همان داده‌های مشاهده شده در مزرعه است.

۲- داده‌های شبیه‌سازی شده، که مدل CERES-Wheat با استفاده از اطلاعات ورودی، شبیه‌سازی را انجام می‌دهد. که در نهایت با مقایسه داده‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده می‌توان توانایی مدل را در شبیه‌سازی مورد بررسی قرار داد.

برای مقایسه داده‌های شبیه‌سازی شده با داده‌های به‌دست آمده از آزمایشات مزرعه‌ای از شاخص‌های ارزیابی، مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE)، شاخص توافق ویلموت (Willmott, 1982)، (d) و ضریب تبیین (R^2)[1] حاصل از آنالیز رگرسیون خطی و خط ۱:۱ استفاده گردید.

چنانچه در نتایج شبیه‌سازی توسط مدل مقدار RMSE بدست آمده از فرمول زیر کمتر از ۱۰٪ میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده باشد، مبین توانایی خوب مدل CERES-Wheat در شبیه‌سازی می‌باشد همانطور که در آزمایشات اندرزیان و همکاران (۱۳۸۹) و کیانی و همکاران (۱۳۸۳) مشاهده شده است.

$$RMSE = \left[\sum_{i=1}^{n} \frac{(p_i - o_i}{n}\right]^{0.5}$$

که p_i و o_i به ترتیب مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده، n: تعداد مشاهدات

هر چه مقدار d به‌دست آمده توسط مدل با استفاده از فرمول زیر به یک نزدیک‌تر باشد، همبستگی بالای مقادیر شبیه‌سازی شده و مشاهده شده را نشان می‌دهد و بیانگر آن است که مدل در شبیه‌سازی موفق بوده و توانسته روند شبیه‌سازی را نسبت به مقادیر مشاهده شده به‌خوبی پیش‌بینی نماید. لازم به ذکر است که در کلیه نتایج شبیه‌سازی مقادیر d بالای ۶۰ درصد ملاک توانایی مدل برای شبیه‌سازی در نظر گرفته شده است.

[1] - Coefficient of Correlation

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{n}(p_i - o_i)^2}{\sum(|p_i - o_{iavg}|) + (|o_i - o_{iavg}|)^2}$$

o_{iavg} میانگین مقادیر مشاهده شده است.

هر چه مقدار R^2 حاصل از آنالیز رگرسیون خطی توابع و خط ۱:۱ به یک نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده همبستگی بالا بین مقادیر شبیه‌سازی شده و مشاهده شده است و توانایی بالای مدل را در شبیه‌سازی نشان می‌دهد. از طرفی لازم به توضیح است که در ارزیابی توانایی مدل‌ها برای پیش‌بینی گفته شده است که مقدارR^2 باید بیش از ۶۰ درصد باشد.

نتایج و بحث

شبیه سازی رطوبت لایه های مختلف خاک

شبیه سازی رطوبت عمق ۲۰- ۰

با توجه به جدول ۱ مشاهده می شود که رطوبت مربوط به لایه ۲۰- ۰ برای سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری ۱۰ روز یکبار دارای محدوده RMSE ۰/۰۲- ۰/۰۴۲ بوده و شاخص توافق ویلموت (d) در حدود ۰/۷- ۰/۸۵ بدست آمد. همچنین این نتایج برای آبیاری ۲۰ روز یکبار در سطوح مختلف نیتروژن برای RMSE در محدوده ۰/۰۲۹- ۰/۰۴ و d در محدوده ۰/۶-۰/۷۷۵ توسط مدل بدست آمد. در آبیاری ۳۰ روز یکبار برای سطوح مختلف نیتروژن RMSE در محدوده ۰/۰۳۵- ۰/۰۵۶ و d در محدوده ۰/۴۵۵- ۰/۸۰۱ بدست آمد. با توجه به نتایج حاصله مشخص شد که شبیه سازی رطوبت عمق ۲۰-۰ برای تیمار های ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ روز آبیاری در کلیه سطوح نیتروژن مناسب بود و نتایج رضایت بخش بود. همچنین برای کرت های آبیاری ۳۰ روز یکبار تیمار های نیتروژن ۴۰ و ۱۲۰ (به ترتیب با d ۰/۴۹ و ۰/۴۵۵) نتایج رضایت بخش نبود. به طوریکه مطابق گزارشات d پایین تر از ۰/۶ مناسب نبوده و کمتر از این مقدار نشان دهنده این است که مدل به خوبی شبیه سازی را انجام نداده است (سلطانی، ۱۳۸۸).

جدول ۱- ارزیابی نتایج شبیه سازی رطوبت عمق ۲۰- ۰ رقم الوند در سه شرایط آبیاری

تیمار	کرت های آبیاری ۱۰ روز یکبار		کرت های آبیاری ۲۰ روز یکبار		کرت های آبیاری ۳۰ روز یکبار	
سطوح نیتروژن	RMSE	d	RMSE	d	RMSE	d
N_0	0.02	0.851	0.032	0.602	0.045	0.499
N_{40}	0.034	0.738	0.04	0.714	0.044	0.764
N_{80}	0.042	0.702	0.033	0.633	0.035	0.801
N_{120}	0.037	0.702	0.03	0.775	0.056	0.455
N_{160}	0.038	0.713	0.029	0.77	0.037	0.759
N_{200}	0.038	0.738	0.039	0.692	0.044	0.762

شبیه سازی رطوبت عمق ۴۰- ۲۰

با توجه به آنچه که در جدول ۲ مشاهده می شود، رطوبت مربوط به لایه ۴۰- ۲۰ برای سطوح مختلف نیتروژن و آبیاری ۱۰ روز یکبار دارای محدوده RMSE ۰/۰۲- ۰/۰۲۶ بوده و شاخص توافق ویلموت (d) در حدود ۰/۶۸- ۰/۸۸ بدست آمد. همچنین این نتایج برای آبیاری ۲۰ روز یکبار در سطوح مختلف نیتروژن برای RMSE در محدوده ۰/۰۱۳- ۰/۰۲۵ و d در محدوده ۰/۷۹۷-۰/۹۳۹ توسط مدل بدست آمد. در آبیاری ۳۰ روز یکبار برای سطوح مختلف نیتروژن RMSE در محدوده ۰/۰۲- ۰/۰۳۲ و d در محدوده ۰/۷۲۴- ۰/۸۹۷ بدست آمد. با توجه به نتایج حاصله مشخص شد که شبیه سازی رطوبت عمق ۴۰-۲۰ برای تیمار های ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ روز آبیاری در کلیه سطوح نیتروژن مناسب بود و نتایج رضایت بخش بود. به طوریکه بالاترین d مربوط به تیمار آبیاری ۱۰ روز یکبار مربوط به نیتروژن سطح ۴۰ کیلوگرم در هکتار است (۳). همچنین بالاترین d

آبیاری ۲۰ روز یکبار مربوط به تیمار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار (۰/۹۴) بدست آمد. در تیمار آبیاری ۳۰ روز یکبار نیز بالاترین d مربوط به نیتروژن ۴۰ کیلوگرم در هکتار بود.

جدول ۲- ارزیابی نتایج شبیه سازی رطوبت عمق ۴۰- ۲۰ (cm^3/cm^3) رقم الوند در سه شرایط آبیاری

تیمار	کرت های آبیاری ۱۰ روز یکبار		کرت های آبیاری ۲۰ روز یکبار		کرت های آبیاری ۳۰ روز یکبار	
سطوح نیتروژن	RMSE	d	RMSE	d	RMSE	d
N_0	0.024	0.797	0.022	0.797	0.025	0.848
N_{40}	0.02	0.883	0.02	0.851	0.024	0.896
N_{80}	0.026	0.802	0.018	0.886	0.02	0.897
N_{120}	0.023	0.841	0.017	0.911	0.032	0.724
N_{160}	0.026	0.688	0.013	0.939	0.027	0.812
N_{200}	0.02	0.871	0.025	0.812	0.028	0.854

با افزایش عمق از روند نوسانات رطوبت ابتدای فصل کم می شود، که بیان کننده این مطلب است که مقدار رطوبت رسیده به لایه های پایین، از مقدار آب تخلیه شده از لایه های بالایی بیشتر است. مقدار رطوبت در لایه دوم پس از آبیاری در شرایط مدیریت ۲۰ و ۳۰ روز نسبت به لایه اول دارای تغییرات کمتری است، که علت آن خروج بیشتر آب از لایه اول تحت تاثیر تبخیر و تعرق می باشد.

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر مدلCERES-Wheat برای شبیه سازی رطوبت خاک در عمق های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۰ سانتیمتری مورد استفاده قرار گرفت که نتایج نشان از مناسب بود این مدل در شبیه سازی رطوبت در اعماق در تیمارهای مدیریت آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز یکبار در شرایط توامان کود نیتروژن دارد بطوری که دامنه مقدار شاخص ویلموت برای آبیاری ۱۰ و ۲۰ روز یکبار در محدوده ۰/۹۱-۰/۶۳ و برای آبیاری ۳۰ روز در محدوده ۰/۸۹-۰/۴۵ می‌باشد که نشان از دقت بهتر مدل در شبیه سازی رطوبت در آبیاری های ۱۰ و ۲۰ روزه دارد و می‌توان این مدل را برای تخمین رطوبت خاک در کشت گندم برای مدیریت مصرف آب توضیه نمود.

منابع

اندرزیان،ب.، ع.بخشنده،ق.فتحی،خ.عالمی،م.بنایان،ی.امام. ۱۳۸۶.CDSS-Model:مدلی برای شبیه سازی مراحل نمو گیاهان زراعی. مجله پژوهش و سازندگی.زراعت و باغبانی شماره ۷۶. ۷۰-۷۹.

سلطانی، ا.، ۱۳۸۸. مدل سازی ریاضی در گیاهان زراعی. جلد ۱. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۷۵ص.

کیانی.ع،ع.کوچکی،م.نصیری محلاتی،م.بنایان،۱۳۸۳. ارزیابی مدل CERES-WHEATدر دو نقطه متفاوت اقلیمی در استان خراسان، شبیه سازی فنولوژی و پارامتر های رشد. بیابان.جلد۹ شماره ۱. ۱۲۵-۱۴۲.

نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۹. مدل سازی فرآیندهای رشد گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ اول. ۲۸۰ ص.

Bannayan, M., Crout, N.M.J., and Hoogenboom, G. 2003. Application of the CERES-Wheat model for within-season prediction of winter wheat yield in the United Kingdom. Agron J.95:114-125.

Boote, K. J., Jones, J. W and Pickering, N. B., 1996. Potential uses and limitations of crop models. Agron. J. 88(5): 704-716.

Siani, R., and Aspinall, D. 1981. Effect of water deficit on sporogensis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.

Timsina. J, E. humphreys, 2006. Performance of CERES-Rice and CERES-Wheat models in rice-wheat systems: A review. Agricultural system .90. 5-31. Science Direct.

Willmott, C. J. 1982. Some comments on the evaluation of the model performance. Bulletin of American Metrology Society. 63:1309-1313.

Simulation of soil moisture in irrigation management and wheat nitrogen conditions using the Ceres-Wheat model

F. Saleki[1] and E. Amiri[2]
1- Master of Science in Soil Science, Islamic azad university of Tabriz and 2- Master of water institute, Islamic azad university of Lahijan

Abstract
To evaluate the CERES-Wheat model, soil moisture analysis in different soil layers was conducted in Tabriz field. In this research, irrigation treatment was used as the main factor at 10, 20 and 30 days intervals, and N fertilizer as a sub-factor in six The levels (0, 40, 80, 120, 160, 200) kg N ha-1 were split plot based on randomized complete block design with 3 replications. The Alvand cultivar was used in this study. The simulated and measured values of moisture at different depths of the soil were evaluated using root mean square error parameters and Wilmot's agreement index. The results of the study showed that the model at depth of 0-20 and 40-20-40 cm moisture content in irrigation treatments 10 and 20 days once and simulates N fertilizer management accurately, but for irrigation for 30 days, the model's accuracy is less. .

Keywords: CERES-Wheat model**,** soil moisture**,** Nitrogen