مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۶ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳

مجله پژوهش‌های به زراعی

پیش‌بینی رطوبت لایه‌های مختلف خاک طی دوره رشد و صفات فنولوژیک ذرت شیرین از طریق مدل در منطقه گرگان

محبوبه ابراهیمی[1*]

۱-استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۱۵

چکیده

به منظور بررسی کارایی مدل CSM CERES-Sweet corn v4.5 روی ذرت شیرین دانه طلائی (SC_{403})، پژوهشی در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ انجام شد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل آبیاری بارانی و آبیاری جویچه‌ای (I_S و I_F) بود که هر تیمار آبیاری دارای دو سطح کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (N_{200} و N_{300}) بودند که به صورت تقسیط طی دو مرحله مصرف شد. به عنوان اولین قدم از خاک مزرعه انتخاب شده نمونه های خاک تا عمق ۱۰۰ سانتی متر برداشت و تجزیه های فیزیکی و شیمیایی روی آنها صورت گرفت تا در تفسیر نتایج مورد استفاده قرار گیرد. مراحل مختلف رشد ذرت شیرین به طور دقیق ثبت و رطوبت خاک طی دوره رشد در دو عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر به طور وزنی اندازه گیری شد. طی ۲ سال آزمایش با استفاده از مدل سیستم های گیاهی CSM-CERES-Sweet corn v4.5 از مجموعه DSSATv4.5 داده های مزرعه به عنوان ورودی های مدل به کار رفت با استفاده از شاخص آماری RMSE دقت و کارایی مدل مدل مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی مدل CSM-CERES-Sweet corn v4.5 نشان می‌دهد مدل به خوبی قادر به شبیه سازی مراحل فنولوژیک ذرت شیرین (RMSE کوچکتر از ۱٪) و همچنین تغییرات رطوبت خاک طی دوره رشد می‌باشد. نتایج شبیه سازی در تمام تیمار ها در عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک با میانگین RMSE ۴٪/۰۵ رضایت بخش تر از عمق ۳۰-۶۰ با میانگین RMSE ۵٪/۳۱ بود. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل قادر است، مراحل فنولوژیک رشد را به خوبی پیش بینی کند. نتایج شبیه سازی‌ها برای رطوبت خاک درصد خطای بالاتر از ۱۸ درصد را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: CSM-CERES-Sweet corn، کودآبیاری، ذرت شیرین، فنولوژی رشد، گرگان

[*]نگارنده مسئول (ebrahimi_mahboube@yahoo.com)

مقدمه

ذرت شیرین به دلیل تغییر ژنتیکی که روی آندوسپرم آن تاثیر می‌گذارد با انواع دیگر ذرت متفاوت شده است. دگرگونی های انجام شده مسیر تولید نشاسته را تغییر می‌دهد که نتیجه آن تولید مقادیر بیشتر شکر در آندوسپرم دانه و میزان نشاسته کمتر درآن می‌باشد (Tracy, 2001). یکی از دلایل کاهش جوانه زنی، سبز شدن و قدرت جوانه زنی دانه در ذرت شیرین در مقایسه با انواع گونه های ذرت معمولی، کاهش نشاسته آندوسپرم آن است. ذرت شیرین به دلیل کاهش سریع مقدار شکر آن، خشک شدن دانه، بیرنگ شدن غلاف و احتمال ابتلا به عوامل بیماری زا، عمر نگهداری کوتاهی دارد (Rodov *et al.*, 2000). حجم بالای تازه خوری، تولید آن در فصل مشخص و طبیعت زوال پذیر آن پیش بینی دقیق زمان رسیدگی و وزن تازه محصول را بسیار مشکل و در عین حال جالب توجه کرده است. در این بین مدل های شبیه سازی می‌توانند در برنامه‌ریزی تولید محصول با جستجوی تاریخ های دیگر کشت از طریق تطبیق نیازهای محصول با الگوی های آب و هوایی و خاک محلی کمک موثری باشند. با استفاده از مدل های شبیه سازی می‌توان با اعمال استراتژی های مدیریتی مانند تغییر در تراکم کاشت، بیماری ها، آبیاری و کوددهی با تشخیص زمان بهینه برداشت به حداکثر سود اقتصادی دست یافت. مدل‌های شبیه سازی گیاهی برای مقاصدگوناگون در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل سیستم پشتیبانی تصمیم برای انتقال تکنولوژی کشاورزی DSSATیک سیستم پشتیبانی تصمیم جامع شامل مدل سیستم های کشت از جمله مدل CSM-SWeet corn، که رشد و توسعه گیاه ذرت شیرین را با گام‌های زمانی روزانه از کاشت تا بلوغ شبیه سازی می‌کند. اساس کار فرایندهای فیزیولوژیکی است که عکس العمل گیاه را به تغییرات محلی خاک و آب و هوا نشان می‌دهد (Lizaso *et al.*, 2007). داده های ورودی مورد نیاز برای اجرای مدل شامل داده‌های هواشناسی (حداکثر و حداقل درجه حرارت هوا، میزان

بارندگی و تشعشع خورشیدی)، داده‌های خصوصیات خاک (خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیکی برای هر لایه)، مجموعه ای از ضرایب کالتیوار که خصوصیات محصول مورد نظر را در غالب ضرایبی از توسعه گیاه و بیوماس دانه بیان می‌کند و اطلاعات مدیریت محصول مانند تراکم کشت، فاصله ردیف‌ها، عمق کشت بذر و کاربرد آبیاری و کوددهی می‌باشد (Ritchie, 1998). در این مدل تعادل آب خاک برای ازریابی پتانسیل کاهش محصول ناشی از کمبود آب خاک پایین تر از حد ظرفیت زراعی، شبیه سازی می‌شود. تغییرات آب خاک به طور روزانه به صورت تابعی از میزان بارندگی، آبیاری، تبخیر و تعرق، رواناب و زهکشی از لایه پایینی پروفیل خاک تعیین می‌شود. هدف از این تحقیق پیش بینی مراحل فنولوژیک همچنین شبیه سازی رطوبت لایه‌های مختلف خاک طی دوره رشد گیاه ذرت شیرین بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، در فاصله ۶ کیلومتری شمال شهرستان گرگان با طول جغرافیایی°۵۴ و´۲۰ عرض جغرافیای°۳۶ و´۵۵ و ارتفاع ۶ متر سطح دریا طی سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ اجرا گردید. میانگین سالانه بارندگی منطقه حدود ۴۵۰ میلی‌متر، خاک ایستگاه از نوع لوم رسی به عمق حدود ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. در این تحقیق طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در یک قطعه زمین با ابعاد ۱۰۰ در ۸۰ متر شامل دو تیمار روش آبیاری شامل آبیاری بارانی(IS) و آبیاری جویچه‌ای (IF) و برای هر یک این روش‌های آبیاری دو تیمار سطح کودی شامل ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (N_{200} و N_{300}) با سه تکرار اجرا گردید.

برای آبیاری کرت‌های بارانی از سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش‌ها VYR دو نازله قابل تنظیم در فواصل ۱۲ در ۱۲ متر استفاده شد. قطر لوله‌های اصلی و فرعی نیز ۳ اینچ از

جنس آلومینیوم بوده که توسط هیدرانت از شبکه لوله‌های زیرزمینی ایستگاه تغذیه می‌شدند و برای تیمارهای جویچه ای از سیستم لوله‌های دریچه دار هیدروفیکس با قطر ۸ اینچ در فاروهای با انتهای باز و بدون کات بک استفاده گردید. طول فاروها ۱۰۰ متر و فواصل بین جویچه‌ای‌ها ۷۵ سانتیمتر بود. که در مقابل هر فارو و به فواصل ۷۵ سانتیمتر دریچه ای روی لوله نصب گردید. قبل از کشت طبق توصیه‌های فنی و آزمون خاک، ۱۸۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم و همچنین ۱۴۰ کیلوگرم کود نیترات آمونیوم به خاک داده شد. که بعد از پخش توسط دیسک با خاک مخلوط گردید. مابقی کود نیتروژن براساس هر تیمار به صورت کودآبیاری و در دو نوبت در اختیار گیاه قرار گرفت. نوع کود استفاده شده برای عملیات کودآبیاری اوره بود. در تیمارهای جویچه ای آب با مقدار کود لازم درون بشکه‌های شیردار مخلوط شده و با کارگذاری بشکه‌ها در ابتدای فاروها عمل کودآبیاری صورت گرفت. و در سیستم بارانی مقدار کود لازم هر تیمار درون بشکه ای همراه آب مخلوط گردید که درحین عمل آبیاری از طریق ونتوری به داخل سیستم آبیاری تزریق شد. در هر بار کودآبیاری ابتدا عمل آبیاری به مدت یک ساعت جهت بالا بردن پتانسیل اسمزی گیاه و همچنین پتانسیل ماتریک خاک انجام و بعد از آن عمل تزریق کود صورت گرفت. در سیستم بارانی بعد از اتمام تزریق کود عمل آبیاری ادامه یافت تا کود باقیمانده از روی برگ‌ها و همچنین داخل لوله‌ها آبشویی گردد. در هر عملیات کودآبیاری، برای تیمارهای N_{200} مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای تیمارهای N_{300} مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود به همراه آب آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت. در طول دوره انجام آزمایش برای تعیین زمان و عمق آب آبیاری بر اساس پایش رطوبت خاک، نمونه‌های خاک بصورت مرتب و یک روز در میان از ابتدا، وسط و انتهای هر کرت (هر کدام ۵ نمونه) از عمق ۳۰ سانتیمتری تهیه و برای تعیین درصد رطوبت خاک به طریق وزنی به آزمایشگاه منتقل گردید. در تیمارهای آبیاری جویچه ای، در هر آبیاری، سرعت

پیشروی آب با ثبت مدت زمان رسیدن جبهه آب به هر فاصله میخ‌کوبی شده در طول فاروها ثبت گردید.

در انتهای فصل رشد، خصوصیات کمی رشد رویشی و صفات زراعی در هر کرت شامل ارتفاع گیاه، تعداد برگ، شاخص سطح برگ (LAI)[1] ، طول برگ، تعداد بلال در روی هر بوته، وزن و طول بلال، کیل بلال(نسبت دانه به چوب بلال)، وزن ساقه و برگ، وزن چوب و پوست بلال، کل وزن مرطوب و خشک توده هوایی(بیوماس) تعیین گردید. مدل CSM CERES-Sweet corn $_{v4.5}$ با استفاده از داده‌های سال ۱۳۸۶ واسنجی شد. و با داده‌های بدست آمده در سال ۱۳۸۷ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای واسنجی مدل، ضرایب کالتیوار P_1, P_2, P_5, G_2,G_3 و PHINT با استفاده از پارامترهای توسعه فنولوژیکی شامل بازه ی زمانی از کاشت تا ظهور ابریشم، بازه زمانی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک و همچنین پارامترهای رشد گیاه شامل عملکرد دانه و وزن ماده خشک تولیدی در زمان برداشت استفاده شد. برای واسنجی کردن و همچنین ارزیابی مدل تاریخ های جوانه زنی، گلدهی و بلوغ شبیه سازی شده با مدل همانند عملکرد و اجزای عملکرد با داده‌های مشاهده شده در مزرعه مقایسه شد. برای مقایسه این دو داده از شاخص های آماری مختلف از جمله RMSE (ریشه میانگین مربعات خطا) و d (شاخص آماری که نشان دهنده میزان انطباق داده های مشاهده شده و شبیه سازی شده است) استفاده می‌شود.

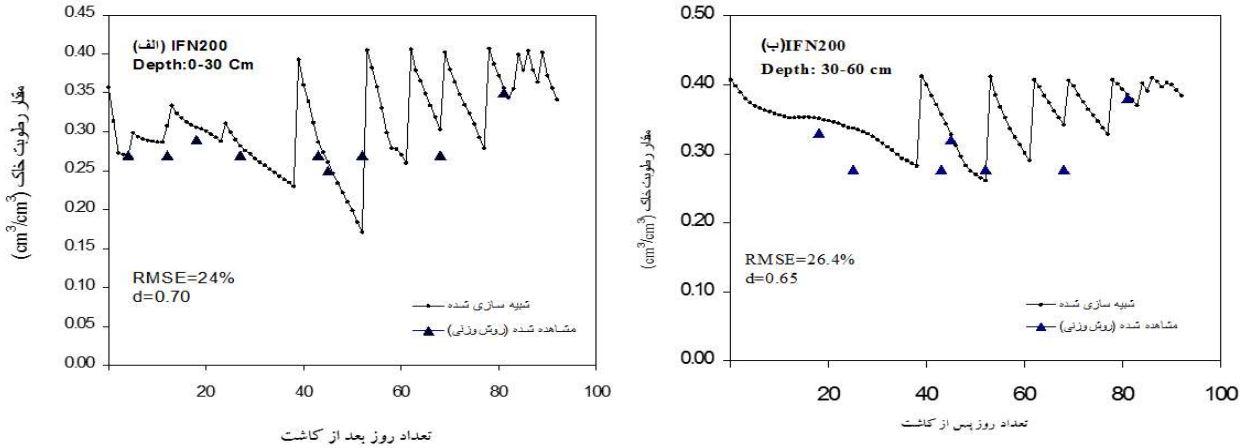
نتایج و بحث

شبیه سازی رطوبت خاک

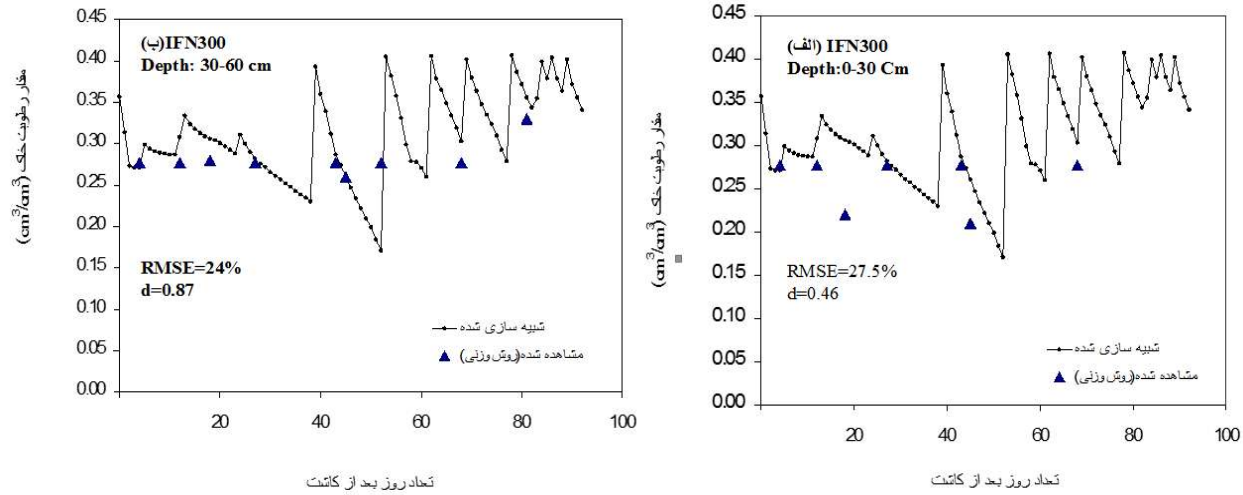
در شبیه سازی رطوبت خاک توسط مدل مقدار آب خاک برای تمام تیمارها در آزمایش سال ۱۳۸۷ در حد ظرفیت مزرعه نگه داشته شد تا گیاه از حداکثر ذخیره آبی در طی دوره رشد برخوردار شود و دچار تنش آبی نگردد. میزان رطوبت خاک به صورت وزنی در طی دوره رشد اندازه گیری شد و با نتایج بدست آمده از شبیه سازی مدل مقایسه گردید (شکل‌های ۱ تا ۴). نتایج ارزیابی مدل

[1] - leaf Area Index

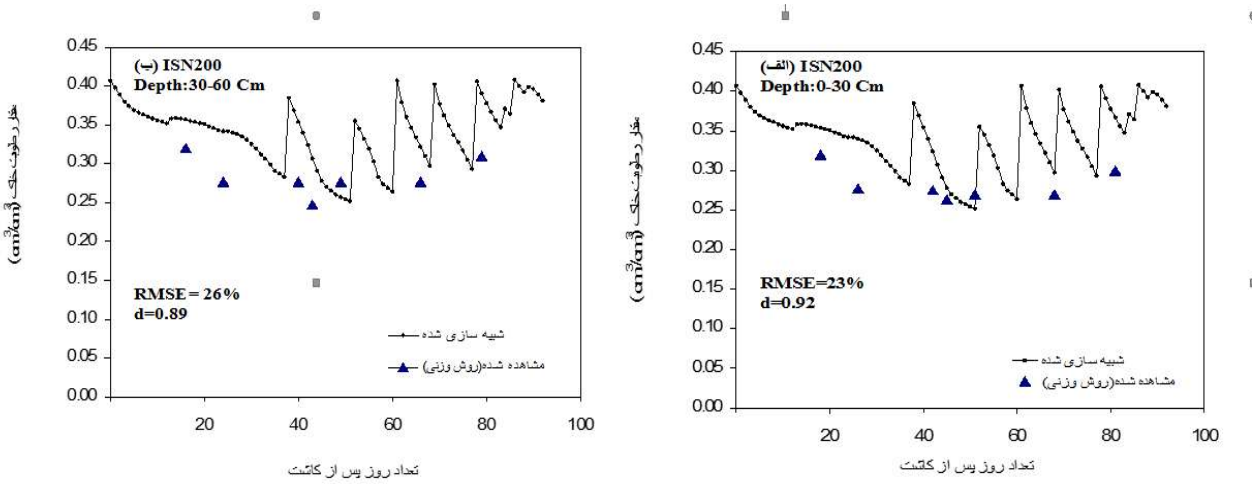
CSM CERES-Sweet corn $v_{4.0}$ با داده های سال ۱۳۸۷ نشان می‌دهد برای دو عمق اندازه گیری شده رطوبت، بین مقادیر شبیه سازی شده و مقادیر مشاهده شده مطابقت خوبی وجود دارد. بر اساس نتایج بدست آمده بهترین پیش بینی رطوبت خاک در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر، در تیمار کودآبیاری بارانی ISN200، با ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برابر ۲۳٪ و ضعیف ترین شبیه سازی در تیمار کودآبیاری بارانی ISN300 در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر (با RMSE=٪۲۸) مشاهده شد. به طور کلی نتایج پیش بینی‌های مدل در تیمارهای کودآبیاری جویچه ای و کودآبیاری بارانی روند یکسانی را نشان می‌دهد و با وجود اختلاف جزئی در تیمارهای مختلف متوسط ریشه میانگین مربعات خطا در تیمارهای کودآبیاری جویچه ای(RMSE= ٪۲۵/۳۷) و کودآبیاری بارانی(RMSE= ٪۲۵/۲۵) تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد، این امر نشان دهنده توانایی بسیار خوب مدل در شبیه سازی شرایط مختلف زراعی است. همچنین مدل تغییرات رطوبت در لایه‌های عمیق تر خاک (۶۰-۳۰ سانتیمتر) را که به طور معمول کمتر تحت تاثیر عوامل سطحی قرار دارند بهتر از لایه های سطحی (۳۰-۰ سانتیمتر) شبیه سازی می کند(متوسط ریشه میانگین مربعات خطا برابر با٪۲۴/۸=RMSE برای عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتردر مقایسه با عمق۳۰-۰ سانتیمتر با میانگین٪۲۵/۶=RMSE). مشابه نتایج بدست آمده از مطالعه ای که توسط هچانوا و همکاران(Hechanova & Briones, 1988) روی کشت ذرت در سه نوع خاک مختلف در فیلیپین با استفاده از مدل CERES-Sweet corn انجام شد مدل به نحو رضایت بخشی موجودی آب خاک را در اعماق مختلف برآورد نمود. همچنین نتایج تحقیق گابریل و همکاران (Gabriell, 1995) در زمینه تعیین بیلان آب خاک در فرانسه با استفاده از مدل CERES-Sweet corn نشان داد متوسط میانگین مربعات خطا بین مقادیر اندازه گیری شده و برآورد شده قابل توجه نیست.



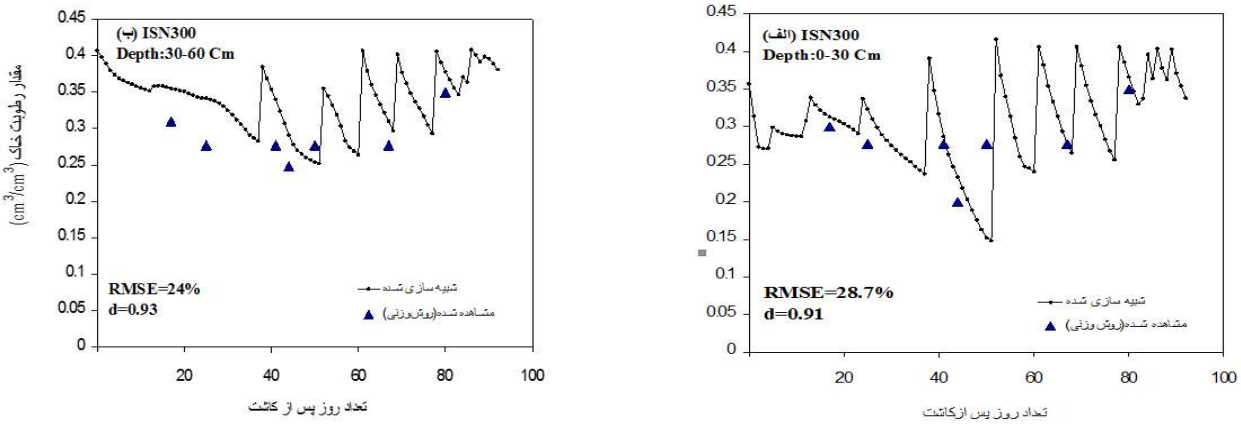
شکل۱- تغییرات رطوبت خاک در طول فصل رشد در دو عمق ۳۰-۰ (الف) و ۶۰-۳۰ (ب)سانتی متری برای تیمارکودآبیاری جویچه ای IFN200



شکل۲- تغییرات رطوبت خاک در طول فصل رشد در دو عمق ۳۰-۰ (الف)و ۶۰-۳۰ (ب)سانتی متری برای تیمارکودآبیاری جویچه ای IFN300



شکل۳- تغییرات رطوبت خاک در طول فصل رشد در دو عمق ۳۰-۰ (الف)و ۶۰-۳۰ (ب)سانتی متری برای تیمارکودآبیاری بارانی ISN200



شکل۴- تغییرات رطوبت خاک در طول فصل رشد در دو عمق ۳۰-۰ (الف) و ۶۰-۳۰ (ب)سانتی متری برای تیمارکودآبیاری بارانی ISN300

ضرایب فنولوژیکی ذرت

نتایج ارزیابی مدل برای شبیه سازی فاصله زمانی از کاشت تا ظهور ابریشم، با داده‌های آزمایش سال ۱۳۸۷ نشان داد بین داده‌های مشاهده شده و شبیه سازی شده توسط مدل اختلاف اندکی وجود دارد. مقدار مشاهده شده این پارامتر برای تمام تیمارها ۴۷ روز و مقدار پیش بینی توسط مدل ۴۶ روز بود. RMSE بسیار رضایت بخش و به میزان ۱روز بدست آمد. ارزیابی مدل برای شبیه سازی مدت زمانی از کاشت تا بلوغ فیزیولوژیکی نیز نشان داد مدل به خوبی این بازه زمانی را که در گیاه ذرت شیرین به دلیل تازه خوری از اهمیت بالایی برخوردار است پیش بینی می‌کند. مقادیر مشاهده شده برای طول دوره بلوغ فیزیولوژیکی در آزمایشات بدست امده از سال ۱۳۸۷ مدت زمانی ۷۹ روز را نشان داد در حالی که پیش بینی مدل این بازه زمانی را ۸۲ روز برآورد کرد. میزان RMSE برای پیش بینی این مرحله رشد، ۳ روز بدست آمد. Soler (2003) نیز از مدل CSM-CERES-Sweet corn برای پیش بینی فاصله زمانی بین کاشت تا مرحله ابریشمی شدن در چهار هیبرید ذرت دانه ای در برزیل استفاده کرد که نتایج تحقیق انجام شده نیز اختلاف یک روز را بین مقادیر پیش بینی شده و مقادیر شبیه سازی شده نشان داد. نتایج تحقیق Soler (2003) در مورد پیش بینی فاصله زمانی از کاشت تا بلوغ فیزیولوژیکی رضایت بخش تر از این آزمایش بود و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای این متغیرکمتر از ۰/۷٪ بدست آمد.

ارزیابی مدل CSM-CERES-Sweet corn نشان می‌دهد، مدل به خوبی قادر به شبیه سازی مراحل فنولوژیک ذرت شیرین (RMSE کوچکتر ار ۱٪) و همچنین تغییرات رطوبت خاک طی دوره رشد می باشد. نتایج شبیه سازی در تمام تیمارها در عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک با میانگین RMSE ۴٪/۰۵ رضایت بخش تر از عمق ۳۰-۶۰ با میانگین RMSE ۵٪/۳۱ بود. بهترین نتایج حاصل از شبیه سازی رطوبت خاک در تیمار آبیاری نشتی با مقدار کود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر بدست

آمد. و ضعیف ترین نتایج در شبیه ساز ی رطوبت خاک در همان تیمار با عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر حاصل شد.

منابع

مختار پور، ح.، و ر. بهمرام، و ص. زیادل .۱۳۸۰. دستورالعمل‌های فنی کاشت محصولات زراعی و باغی در استان گلستان. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان.

Lizaso, J.I., K.J. Boote, C.M. Cherr, and J.M.S. Scholberg. 2007. Developing a Sweet Corn Simulation Model to Predict Fresh Market Yield and Quality of Ears. Agronomy Department,University of Florida. J.AMER.SOC.HORT.SCI, 132(3): 415–422.

Park. S.U., S.N.cha, and Y.K. Son. 1994. Changes of suger content by different storage durations in sweet corn and super sweet corn. korean journal of crop science, 39(1)79-84.

Ritchie, J.T. and Godwin, D.C. 1989. Description of soil water balance. In: Virnami, S.M., Tandon, H.L.S., Alagarswamy, G.(Eds.). Modeling the growth and Development of sorghum and pearl millet. ICRISAT, Research bulletin12, Pradesh, India. pp14–16.

Rodov, V., A. Copel, N. Aharoni, Y. Aharoni, A. Wiseblum, B. Horev, and Y. Vinokur. 2000. Nested modified-atmosphere packages maintain quality of trimmed sweet corn during cold storage and the shelf life period. Post harvest Biol. Technol, 18:259–266.

Stapper, M. and G.F. Arkin. 1980. CORNF: A dynamic growth and development model for maize (Zeamays L.). Texas Agr. Expt. Sta., Black land Res. Center, Temple, Texas.

Tracy, W.F. 2001. Sweet corn, p.155–197. In:A.R.Hallauer (ed.). Specialty corns .2nded. CRC Press, BocaRaton, Fla. University of Florida. 2006. Florida automated weather network; reportgenerator. 21Dec. 2006.

Predicting moisture content of different soil layers during growth period and phenological traits of Sweet corn using model in Gorgan region

M. Ebrahimi[1*]

1. Assistant Professor of Department of Agriculture, Payame noor University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the efficiency of the CSM CERES-Sweet corn v4.5 model on golden-seeded sweet corn (SC403), a study was conducted at the Gorgan Agricultural Research Center station during 2017 and 2008. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The treatments included sprinkler irrigation and furrow irrigation (Is and IF), with each irrigation treatment including two levels of nitrogen fertilizer at 200 and 300 kg/ha (N200 and N300), which was applied as topdressing in two stages. As a first step, soil samples were taken from the selected field soil in depth 100 cm and physical and chemical analyses were performed on them to be used in the interpretation of the results. The different stages of sweet corn growth were accurately recorded and soil moisture was measured gravimetrically during the growth period at two depths of 0-30 and 30-60 cm. During 2 years of experiment using the CSM-CERES-Sweet corn v4.5 plant systems model from the DSSATv4.5 collections, field data were used as model inputs. The accuracy and efficiency of the model were evaluated using the RMSE statistical index. The evaluation of the CSM-CERES-Sweet corn v4.5 model shows that the model is well able to simulate the phrenological stages of sweet corn (RMSE less than 1%) and also the changes in soil moisture during the growth period. The simulation results in all treatments at a depth of 0-30 cm of soil with an average RMSE of 4.05% were more satisfactory than at a depth of 30-60 cm with an average RMSE of 5.31%. The results of this research showed that the model is able to predict the phenological stages of growth well. The simulation results for soil moisture showed an error percentage higher than 18%.

Keywords: CSM-CERES-Sweet corn, Fertilizer, Gorgan, Growth phenology, Sweet corn

* Corresponding author (ebrahimi_mahboube@yahoo.com)