نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۲۶۵-۲۵۸

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 258-265

واسنجی یک مدل ساده (VSM) جهت پیش بینی عملکرد ذرت تحت مدیریت های مختلف آب و نیتروژن

علیرضا غلامی[۱] – نادر پیرمرادیان[۲*]

تاریخ دریافت:۸۹/۲/۱۶
تاریخ پذیرش:۸۹/۱۰/۱۸

چکیده

استفاده از مدل های رشد گیاه با توجه به کاهش نیاز به بازدیدها و اندازه گیری های مستقیم مزرعه ای می‌تواند امر مدیریت آب آبیاری و کود را تسهیل نماید. از طرفی اغلب به دلیل پیچیدگی وسختی درک و فهم این گونه مدل ها و در دسترس نبودن اطلاعات ورودی مورد نیاز، استفاده از آنها را به ویژه در تصمیم گیری های مدیریتی که باید قبل از فصل کشت صورت گیرد، دچار مشکل می‌کند. در این مطالعه یک مدل ساده (VSM) جهت پیش بینی عملکرد ذرت تحت مدیریت های مختلف آب و نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت. در فرآیند واسنجی، پارامترهای مدل شامل حداکثر مقدار شاخص سطح برگ، دوره زمانی گلدهی و برداشت، شاخص برداشت و بازده استفاده از نور بر اساس نهاده های آب و نیتروژن برآورد گردید. واسنجی مدل با استفاده از اطلاعات یک آزمایش مزرعه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کرت های خرد شده در سه تکرار با چهار تیمار آبیاری و چهار سطح کاربرد نیتروژن انجام شد. مقایسه مقادیر اندازه گیری شده و تخمین مدل واسنجی شده نشان داد که مدل در تخمین عملکرد محصول برای دامنه وسیعی از اطلاعات آزمایش موفق بوده و می‌تواند پس از ارزیابی، در تصمیم گیری های مدیریتی آب و نیتروژن در کشت ذرت مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، این مدل می‌تواند مقادیر بهینه این نهاده ها را قبل از شروع فصل رشد تعیین نماید.

واژه های کلیدی: واسنجی مدل، مدل VSM، آب، نیتروژن، ذرت

مقدمه

کاربرد مدل های کامپیوتری در کشاورزی با سرعت زیادی در حال گسترش است. مدل های رشد گیاهی ابزاری مفید جهت فهم بهتر نحوه تغییرات عملکرد تولید بر اساس تغییرات نهاده ها و عوامل محیطی می‌باشند. میزان عملکرد محصول نتیجه برهمکنش بین عوامل خاک، آب، گیاه و اتمسفر به عنوان یک سیستم پیوسته می‌باشد. در این راستا شبیه سازی مراحل رشد گیاه و در نتیجه پیش بینی عملکرد محصول، منجر به برنامه ریزی بهتر و مدیریت کاراتر در روند تولید محصول خواهد شد. در این راستا مدل هایی که علاوه بر حفظ دقت قابل قبول، نیاز به اطلاعات ورودی کمتری دارند از موفقیت بیشتری در کارهای اجرایی برخوردار می‌باشند. مدل VSM دارای ساختاری ساده و با دقت قابل قبول می‌باشد که قبل از استفاده در برنامه ریزی های مدیریتی مزرعه لازم است با توجه به شرایط منطقه و نوع محصول واسنجی گردد.

آب و نیتروژن از عوامل اصلی محدود کننده جهت دستیابی به حداکثر محصول می‌باشند که مدیریت صحیح این دو نهاده علاوه بر کاهش هزینه، افزایش کارایی مصرف آنها را نیز به دنبال خواهد داشت (۷ و ۱۱). در پژوهشی در منطقه کوشکک استان فارس، اثر تنش رطوبت و مقادیر نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت مورد بررسی قرار گرفت و حداکثر عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل با کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره بدست آمد (۴). همچنین در پژوهشی در منطقه فیروزآباد استان فارس، اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای بررسی شد. بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین کاهش عملکرد مربوط به تنش رطوبتی و کمبود نیتروژن در مرحله زایشی بود و کمترین کاهش عملکرد مربوط به تنش رطوبتی و کمبود نیتروژن در مرحله پر شدن دانه بود (۲).

در دهه های اخیر مدل های زیادی جهت شبیه سازی رشد محصولات زراعی و مدیریت آب خاک ارائه شده که نقش آنها در مدیریت کشاورزی نوین غیرقابل انکار است. جونز و کینیری (۸) با در

۱- مربی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: npirmoradian@guilan.ac.ir)

نظر گرفتن اثر آب و کود در رشد گیاه، مدل CERES را ارائه کردند. یانگ و همکاران (۱۹) مدل CERES را با مدل های INTERCOM و WOFOST ترکیب کرده و مدل Hybrid-Maize را ارائه کردند. زند پارسا و همکاران (۲۱) مدل MSM را با هدف لحاظ اثرات آب، خاک، کود و عوامل هواشناسی در پیش بینی محصول ذرت ارائه نمودند. این مدل مقدار ماده خشک تولیدی گیاه را از روی تشعشع تابیده شده به برگ های گیاه شبیه سازی می‌کند. همچنین این مدل با استفاده از آزمایشاتی که در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام گرفت مورد واسنجی و اعتبار سنجی قرار گرفت (۳).

در رابطه با آب آبیاری، مدل های کامپیوتری با توجه به نیاز کمتر به بازدیدها و اندازه گیری های مداوم، مدیریت آبیاری در مزرعه را تسهیل می‌کند. در این راستا مدل های رشد و نیز مدل های بیلان آب مختلف با سطوح مختلف پیچیدگی بسته به نوع نیاز و دقت ارائه گردیده است (۵، ۶، ۱۲، ۱۷، ۲۰ و ۲۲). همچنین مدل های رگرسیونی بین عملکرد محصول و میزان کاربرد نیتروژن (۱۴ و ۱۸) و نیز عملکرد محصول با میزان کاربرد نیتروژن و آب آبیاری (۹ و ۱۶) ارائه گردیده است.

مدل VSM یک مدل ساده می‌باشد که جهت رشد گیاه و تخمین عملکرد محصول ارائه شده و اطلاعات ورودی کمی نیاز دارد (۱۰). این مدل برای شبیه سازی رشد و تخمین عملکرد محصول برنج اولین بار در منطقه کوشکک استان فارس مورد واسنجی و ارزیابی قرار گرفت. واسنجی مدل با استفاده اطلاعات حاصل از آزمایشات مزرعه ای انجام شده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام گرفت و ارزیابی مدل برای اطلاعات منطقه مورد مطالعه و منطقه شمال کشور که غالب کشت برنج در آنجا صورت می‌گیرد انجام شد. نتایج حاکی از دقت مدل VSM در تخمین قابل قبول ماده خشک و عملکرد محصول در منطقه مورد مطالعه و همچنین منطقه شمال کشور بود (۱۵).

استفاده از مدل های رشد اغلب به دلیل پیچیدگی وسختی درک و فهم آنها مشکل می‌باشد. علاوه بر آن معمولا این مدل ها نیاز به اطلاعات ورودی زیادی دارند که اغلب آنها در دسترس نبوده و استفاده از این مدل ها را به ویژه در تصمیم گیری های مدیریتی که باید قبل از فصل کشت صورت گیرد، دچار مشکل می‌کند. مدل VSM یک مدل ساده می‌باشد که جهت شبیه سازی رشد گیاه و تخمین عملکرد محصول ارائه شده و اطلاعات ورودی کمی نیاز دارد. جهت استفاده از مدل VSM نیاز به وجود متغیرهای مورد نیاز در مدل می‌باشد. اندازه گیری مستقیم برخی پارامترهای مدل مانند شاخص سطح برگ و شاخص برداشت مشکل بوده و باید در طول فصل رشد انجام گیرد. جهت استفاده و کارایی بهتر مدل و رفع مشکل فوق می‌توان رابطه اینگونه پارامترها را با عوامل مدیریتی مهم و موثر بر تولید مانند میزان آب آبیاری یا میزان کاربرد نیتروژن در مزرعه بدست آورد. بدین طریق می‌توان مقادیر بهینه کاربرد اینگونه نهاده ها را قبل از شروع دوره رشد با استفاده از مدل بدست آورد. کوشش حاضر با بهره گیری از اطلاعات حاصل از یک آزمایش مزرعه ای، در این راستا صورت گرفت.

مواد و روش ها

در این قسمت ابتدا اشاره ای کوتاه به ساختار کلی مدل VSM می‌شود. این مدل بر اساس سه فرض استوار است (۱۰). فرض اول اینکه تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) در طول دوره رشد دارای یک الگوی مثلثی به صورت زیر می‌باشد.

$$L= 0, \text{ for } 0 < t \le T_0, \quad (۱)$$

$$L= \alpha (t - T_0) = L_f (t - T_0)/(T_f - T_0), \text{ for } T_0 < t \le T_f, \quad (۲)$$

$$L= L_f - \beta(t - T_f) = L_f [1- (t - T_f)/(T_h - T_f)], \text{ for } T_f < t \le T_h \quad (۳)$$

در این روابط L شاخص سطح برگ (LAI)، t تعداد روزهای بعد از جوانه زنی، α افزایش روزانه LAI، T_0 تعداد روز از جوانه زنی تا افزایش خطی LAI، L_f حداکثر مقدار LAI که حدودا در زمان گلدهی (T_f) اتفاق می‌افتد، β کاهش روزانه LAI، و T_h تعداد روز از جوانه زنی تا زمان برداشت می‌باشد.

در فرض دوم تجمع ماده خشک روزانه بر اساس میزان تشعشع خورشیدی به صورت زیر برآورد می‌گردد.

$$dW/dt = \varepsilon s [1- \exp(-kL)] \quad (۴)$$

که در آن dW/dt تجمع ماده خشک روزانه، ε بازده استفاده از نور، s تشعشع طول موج کوتاه رسیده و k ضریب خاموشی نور می‌باشد و بالاخره در فرض سوم میزان عملکرد محصول به صورت حاصل ضرب کل ماده خشک تولیدی در مقدار شاخص برداشت بیان می‌گردد. با توجه به فرضیات فوق و انتگرال گیری از رابطه دیفرانسیلی تجمع ماده خشک در محدوده تغییرات LAI، در نهایت رابطه تخمین عملکرد در مدل VSM به صورت زیر ارائه می‌شود.

$$Y \approx 0.85[1 - \exp(-0.55kL_f)](vT_v\varepsilon_v + rT_r\varepsilon_r)HI \quad (۵)$$

که در آن، Y میزان عملکرد دانه ($g\ m^{-2}$)، v میانگین تشعشع ورودی روزانه از زمان کاشت تا زمان گلدهی (T_v) ($MJ\ d^{-1}\ m^{-2}$)، r میانگین تشعشع ورودی روزانه از زمان گلدهی تا زمان برداشت (T_r) ($MJ\ d^{-1}$)، ε_v بازده استفاده از نور قبل از زمان گلدهی ($g\ MJ^{-1}$)، ε_r بازده استفاده از نور بعد از زمان گلدهی ($g\ MJ^{-1}$) و HI شاخص برداشت می‌باشد. متغیرهای دیگر مدل نیز در قسمت های قبل تعریف گردید. جهت استفاده از مدل VSM نیاز به وجود متغیرهای مورد نیاز در مدل می‌باشد. اندازه گیری مستقیم برخی پارامترهای فوق مانند L_f، T_v، T_r، HI و ... مشکل بوده و باید در طول فصل رشد انجام گیرد که این

مسئله کاربرد مدل را در تصمیم گیری های مدیریتی قبل از شروع فصل کاشت با مشکل روبرو می‌سازد. از طرفی جهت استفاده و کارایی بهتر مدل و رفع مشکل فوق می‌توان رابطه اینگونه پارامترها را با عوامل مدیریتی مهم و موثر بر تولید مانند میزان آب آبیاری یا میزان کاربرد نیتروژن در مزرعه بدست آورد. بدین طریق می‌توان مقادیر بهینه کاربرد اینگونه نهاده ها را قبل از شروع دوره رشد با استفاده از مدل بدست آورد.

آزمایشات مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۵ در منطقه ای واقع در کیلومتر ۴ جاده ارسنجان – مرودشت با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه با ارتفاع ۱۶۵۰ متر از سطح دریا انجام گردید. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۷۰ میلی‌متر و آب و هوای آن نیمه خشک می‌باشد. متوسط دمای هوا در گرم‌ترین زمان سال با توجه به آمار دراز مدت منطقه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و دما در خنک‌ترین زمان سال ۰/۸ درجه سانتی‌گراد بوده است. بیش از ۵۰ درصد بارندگی‌های منطقه در فصل زمستان انجام می‌شود و بارش در بلندی‌ها به صورت برف می‌باشد.

قبل از انجام آزمایش به منظور آگاهی از وضعیت عناصر غذایی و تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از محل آزمایش نمونه برداری شد و مورد آزمون قرار گرفت. نتایج آزمایش در جدول شماره ۱ آورده شده است.

اطلاعات مورد نیاز جهت واسنجی مدل از آزمایشی که به صورت فاکتوریل در قالب طرح کرت های خرد شده در سه تکرار انجام شد، برداشت گردید. تیمار اصلی تیمار آبیاری بود که شامل تامین آب مورد نیاز به میزان ۱۰۰ (تیمار شاهد)، ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد آبیاری کامل در نظر گرفته شد. روش آبیاری جویچه‌ای معمولی و تیمار فرعی شامل چهار سطح نیتروژن بود. نوع بذر، شرایط کاشت، فعالیت‌های مزرعه‌ای و میزان کود کاربردی به جز نیتروژن برای تمام تیمارها یکسان بود. میزان نیتروژن کاربردی با توجه به آزمون خاک و تحقیقات انجام شده و توصیه‌های موجود انتخاب شد. بر این اساس سطوح نیتروژن شامل ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار (بر مبنای میزان توصیه)، ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۲۵ درصد بالاتر از سطح توصیه)، ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار (۲۵ درصد پایین‌تر از سطح توصیه) و ۹۰ کیلوگرم در هکتار (۵۰ درصد پایین‌تر از سطح توصیه) به کار برده شد. نحوه کاربرد نیز به صورت تقسیط در سه مرحله (زمان کاشت، مرحله شش برگی و مرحله قبل از ظهور گل های نر) صورت گرفت (۱).

روش کاشت به صورت جوی پشته با فاصله بین ردیف ۷۵ سانتی متر و فاصله گیاه روی ردیف ۱۲ سانتی متر بود. بذر مصرفی ذرت سنیگل کراس ۷۰۴ بود. رقم مذکور دیررس با طول دوره ۱۳۰ تا ۱۴۰ روز بوده و دو منظوره می‌باشد. ضد عفونی بذر در همان شرکت تولید کننده انجام گرفته بود. هر کرت آزمایشی شامل ۸ خط به طول ۱۰ متر بود که با احتساب دو خط نکاشت، ایجاد پشته و قرار دادن پلاستیک تا عمق ۷۰ سانتی متر از نفوذ آب به کرت مجاور جلوگیری شد. کاشت در تاریخ اول خرداد به تعداد ۳ بذر در هر کپه انجام گرفت. پس از تنک کردن در مرحله ۴ تا ۵ برگی فقط یک بوته در هر کپه نگهداری شد. میزان آب آبیاری توسط نمونه برداری تصادفی از سه قسمت مختلف هر کرت و تعیین درصد رطوبت خاک ۲۴ ساعت قبل از آبیاری محاسبه گردید. میزان آب ورودی به هر کرت با استفاده از یک کنتور حجمی اندازه گیری شد.

در طول فصل رشد، پارامترهای مدل مانند L_f، T_v، T_r، HI در تیمارهای مختلف اندازه گیری شد. برای تعیین سطح برگ ذرت به منظور بدست آوردن L_f، طول برگ و پهن ترین قسمت عرض هر برگ، برای سه بوته از هر کرت در مقاطع زمانی هفتگی، اندازه گیری و سپس مساحت برگ ها از رابطه زیر محاسبه گردید (۱۳).

$$A = L \times W \times 0.5 \qquad (۶)$$

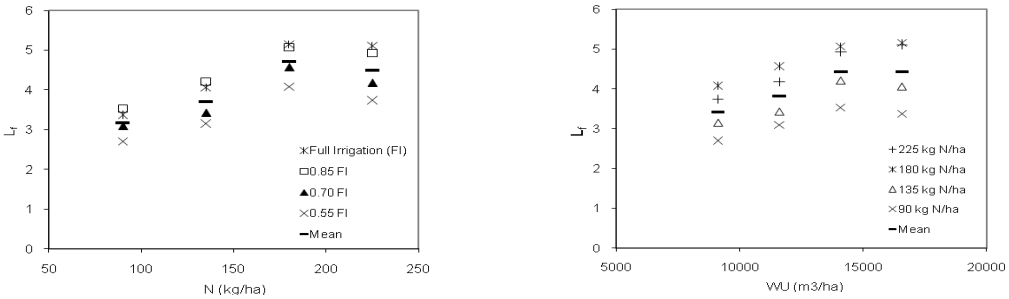
در این رابطه A مساحت برگ (سانتی متر مربع)، L طول برگ (سانتی متر) و W بزرگترین عرض برگ (سانتی متر) می‌باشد. مقادیر T_v و T_r با ثبت زمان کاشت، زمان گلدهی و زمان برداشت بدست آمد. مقدار HI نیز با برداشت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در تاریخ ۱۰ مهر از دو خط وسط هر کرت و با احتساب یک متر حاشیه از طرفین، محاسبه گردید. میانگین بازده استفاده از نور با تقسیم کل ماده خشک تولید شده بر تشعشع طول موج کوتاه رسیده در دوره رشد، محاسبه شد (۱۵). با داشتن پارامترهای فوق، ارتباط بین این پارامترها با میزان آب مصرفی و نیتروژن کاربردی بدست آمد. با استفاده از این روابط و جایگذاری آنها در مدل VSM، این مدل برای شرایط منطقه واسنجی شده و می‌تواند در تصمیم گیریهای مدیریتی آب و نیتروژن در کشت ذرت مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج و بحث

شکل ۱ تغییرات حداکثر شاخص سطح برگ واقع شده در طول دوره رشد را نسبت به آب مصرفی و در تیمارهای مختلف نیتروژن کاربردی نشان می‌دهد. بیشترین مقدار L_f در اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نیتروژن، برابر ۵/۱۵ بود که در تیمار آبیاری کامل همراه با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. بیشترین مقدار L_f در اثر مستقل تیمارهای مختلف آبیاری، برابر ۴/۴۳ بود که در تیمار ۸۵ درصد آبیاری کامل با میزان آب مصرفی ۱۴۰۹۳ متر مکعب در هکتار بدست آمد. در این بخش، کمترین مقدار L_f برابر ۳/۴۱ در تیمار ۵۵ درصد آبیاری کامل با میزان آب مصرفی ۹۱۱۹ متر مکعب در هکتار بدست آمد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان آب آبیاری در برخی از تیمارهای کودی مقدار L_f کاهش می‌یابد که دلیل آن می‌تواند کاهش قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن کاربردی در اثر شستشوی آن و در نتیجه کاهش بازده استفاده از نیتروژن توسط گیاه باشد (۱۳ و ۱۶).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

خصوصیت	مقدار	خصوصیت	مقدار	خصوصیت	مقدار
آهک T.N.V %	۳۵	ازت (٪)	۰/۰۴	شوری EC(dS/m)	۰/۷۸
رس (٪)	۳۷/۴	کربن آلی (٪)	۰/۳۶	رطوبت اشباع (SP%)	۴۴
سیلت (٪)	۴۶	فسفر (ppm)	۴/۰۲	واکنش (pH)	۷/۹۸
شن (٪)	۱۶/۶	پتاسیم (ppm)	۳۴۰	عمق خاک (cm)	۰-۳۰



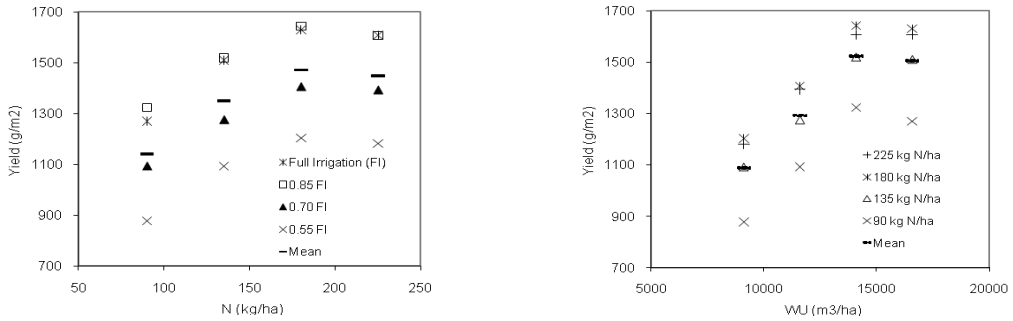
شکل ۱- تغییرات حداکثر شاخص سطح برگ (L_f) نسبت به آب مصرفی (WU) و نیتروژن کاربردی (N)

بیشترین مقدار L_f در اثر مستقل کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن، برابر ۴/۷۲ بود که با اعمال ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در این بخش، کمترین مقدار L_f برابر ۳/۱۷ بدست آمد که با کاربرد ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. همانطور که مشاهده می‌گردد، با افزایش میزان نیتروژن کاربردی از ۱۸۰ به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، مقدار L_f حاصله در مقادیر کمتر آب آبیاری کاهش می‌یابد. این کاهش می‌تواند ناشی از اثر متقابل آب و نیتروژن و کاهش توانایی برداشت نیتروژن توسط گیاه در مقادیر کمتر آب باشد (۴ و ۱۶).

شکل ۲ تغییرات مقادیر عملکرد محصول را نسبت به آب مصرفی و در تیمارهای مختلف نیتروژن کاربردی نشان می‌دهد. بیشترین مقدار عملکرد در اثر متقابل تیمارهای آبیاری و نیتروژن، برابر ۱۶۴۳ گرم در متر مربع بود که در تیمار ۸۵ درصد آبیاری کامل همراه با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. حداکثر مقدار عملکرد در اثر مستقل تیمارهای مختلف آبیاری، برابر ۱۵۲۳ گرم در متر مربع بود که در تیمار ۸۵ درصد آبیاری کامل با میزان آب مصرفی ۱۴۰۹۳ متر مکعب در هکتار بدست آمد. در این بخش، کمترین مقدار عملکرد برابر ۱۰۸۸ گرم در متر مربع در تیمار ۵۵ درصد آبیاری کامل با میزان آب مصرفی ۹۱۱۹ متر مکعب در هکتار بدست آمد. همانطور که مشاهده می‌گردد با افزایش میزان آب آبیاری در تیمارهای مختلف نیتروژن مقدار عملکرد ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. این کاهش در برخی مطالعات قبلی (۱۵، ۱۶ و ۲۱) نیز گزارش شده که می‌تواند ناشی از شستشوی نیتروژن و خارج ساختن آن از دسترس گیاه با افزایش میزان آب آبیاری باشد. همچنین به نظر می‌رسد افزایش میزان نیتروژن کاربردی از ۱۸۰ به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار، تفاوت محسوسی در میزان عملکرد حاصله ایجاد نکرده است. البته جهت نتیجه گیری دقیق تر در این رابطه باید تحلیل آماری صورت گیرد که با توجه به اینکه جزء اهداف این تحقیق نمی باشد، از پرداختن به آن در اینجا صرف نظر می‌شود.

در بررسی اثر مستقل تیمارهای نیتروژن بر میزان عملکرد، بیشترین مقدار عملکرد (۱۴۷۰ گرم در مترمربع) در اثر اعمال ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. در این بخش، کمترین مقدار عملکرد در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، برابر ۱۱۴۱ گرم در متر مربع حاصل گردید. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان نیتروژن کاربردی مقدار عملکرد در تیمارهای مختلف آب مصرفی، ابتدا افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. این روند در برخی پژوهش های قبلی (۲۱) نیز مشاهده شده و می‌تواند مرتبط با ظرفیت برداشت نیتروژن توسط گیاه باشد. همچنین به نظر می‌رسد تفاوت چندانی بین آبیاری کامل و مصرف ۸۵ درصد آب مورد نیاز جهت آبیاری کامل در حصول عملکرد وجود ندارد.

جهت واسنجی مدل، ابتدا پارامترهای مدل مانند L_f، T_v، T_r، ε و HI در تیمارهای مختلف در طول فصل رشد اندازه گیری شد. سپس با استفاده از مدل های رگرسیونی ارتباط بین این پارامترها با متغیرهای مدیریتی آزمایش، یعنی میزان آب مصرفی و میزان نیتروژن کاربردی استخراج گردید که روابط بدست آمده به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۲- تغییرات عملکرد محصول نسبت به آب مصرفی (WU) و نیتروژن کاربردی (N)

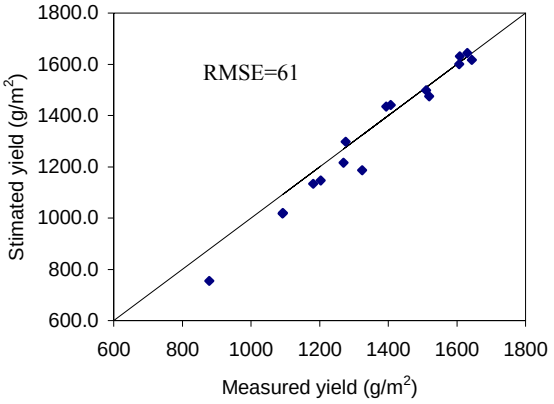
$$L_f = -4.328+9.567(W/W_m)-4.61(W/W_m)^2+7.335(N/N_r)-3.06(N/N_r)^2 \quad (۷)$$
$$R^2=0.90, \quad SE=0.287$$
$$T_v = 34.19+115.9(W/W_m)-77.78(W/W_m)^2+44.6(N/N_r)-20(N/N_r)^2 \quad (۸)$$
$$R^2=0.68, \quad SE=2.92$$
$$T_r = 83.49-78.03(W/W_m)+47.2(W/W_m)^2-41.85(N/N_r)-17(N/N_r)^2 \quad (۹)$$
$$R^2=0.67, \quad SE=3.19$$
$$HI = 0.388-0.117(W/W_m)+0.139(W/W_m)^2+0.1575(N/N_r)-0.07(N/N_r)^2 \quad (۱۰)$$
$$R^2=0.97, \quad SE=0.0042$$
$$\varepsilon = -0.763+4.9(W/W_m)-2.74(W/W_m)^2+0.99(N/N_r)-0.486(N/N_r)^2 \quad (۱۱)$$
$$R^2=0.96, \quad SE=0.032$$

در روابط فوق W میزان آب مصرفی در طول دوره رشد، W_m حداکثر میزان آب مصرفی در طول دوره رشد (آبیاری کامل)، N نیتروژن کاربردی در طول دوره رشد و N_r نیتروژن توصیه شده جهت کاربرد براساس آزمون خاک می‌باشد. معرفی دیگر پارامترها دربخش های قبلی صورت گرفته است. روابط فوق معادلات واسنجی مدل می‌باشند. با جایگذاری این روابط در رابطه ۵ مدل واسنجی شده تخمین عملکرد VSM براساس متغیرهای آب و نیتروژن بدست می‌آید. این مدل می‌تواند بدون نیاز به اندازه گیری پارامترهای گیاهی مانند L_f و فقط با توجه به نهاده های زراعی آب و کود به تخمین عملکرد بپردازد و ما را در راستای اعمال مدیریت بهتر یاری کند. شکل ۳ مقادیر اندازه گیری شده عملکرد محصول را در مقابل عملکرد تخمینی به وسیله مدل واسنجی شده و مقایسه آن با خط 1:1 نشان می‌دهد. در این حالت، جهت تخمین عملکرد، ابتدا روابط ۶ تا ۱۰ در رابطه اصلی مدل یعنی رابطه ۵ جایگذاری گردیده و با توجه به مقادیر آب مصرفی و نیتروژن کاربردی، عملکرد حاصل از مدل محاسبه گردید. همانطور که مشاهده می‌گردد مدل واسنجی شده در تخمین عملکرد محصول برای دامنه وسیعی از اطلاعات آزمایش موفق بوده و با دقت قابل قبولی توانسته است عملکرد را تخمین بزند.

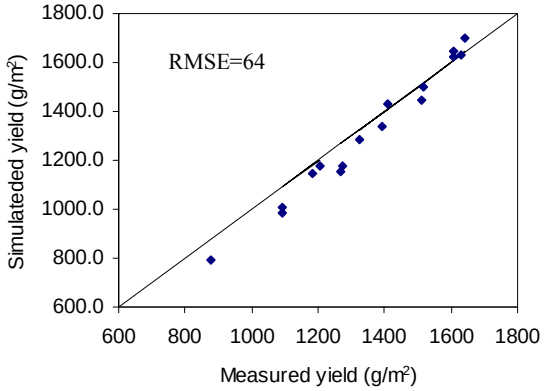
جهت ملاحظه دقت معادلات واسنجی، شکل ۴ مقادیر اندازه گیری شده عملکرد را در مقابل مقادیر عملکرد شبیه سازی شده به وسیله مدل نشان می‌دهد. در اینجا مقادیر عملکرد با توجه به مقادیر اندازه گیری شده پارامترهای رابطه ۵، (L_f، T_v، T_r، ε و HI) در طول فصل رشد و استفاده از رابطه مذکور بدست آمد. همانطور که مشاهده می‌گردد دو شکل ۳ و ۴ به یکدیگر نزدیک بوده و این مسئله بیانگر دقت معادلات واسنجی بدست آمده می‌باشد. لازم به ذکر است که قبل از استفاده و جهت اطمینان از دقت مدل حاضر، ارزیابی آن در منطقه و همچنین مناطق دیگر ضروری می‌باشد و توضیح اینکه، هدف این پژوهش ارائه مدل واسنجی شده بوده و ارزیابی مدل در پژوهش های آتی دنبال خواهد شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حوزه های معاونت پژوهشی منطقه یک دانشگاه آزاد اسلامی و دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز به جهت پیگیری مراحل تایید و همچنین تامین هزینه طرح پژوهشی حاضر، تشکر و سپاسگزاری می گردد.



شکل ۳- مقادیر اندازه گیری شده عملکرد در مقابل عملکرد تخمینی به وسیله مدل واسنجی شده و مقایسه آن با خط 1:1



شکل ٤- مقادیر اندازه گیری شده عملکرد در مقابل مقادیر عملکرد شبیه سازی شده به وسیله مدل با توجه به اندازه گیری پارامترهای رابطه ۵ در طول فصل رشد

منابع

۱- ضیائیان ع.، لطف‌الهی م. و ملکوتی م.ج. ۱۳۸۰. نقش مدیریت مصرف بهینه کود در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت ذرت دانه‌ایی در کشور (یادداشت فنی)، ویژه‌نامه مصرف بهینه کود، جلد ۱۲، شماره ۱۴.

۲- علیزاده ا.، مجیدی ا.، نادیان ح.، نورمحمدی ق. و عامریان م.ر. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم کشاورزی، سال سیزدهم، شماره ۲، صفحات ۴۳۷-۴۲۷.

۳- مجنونی هریس ا.، زندپارسا ش.، سپاسخواه ع.ر. و کامگار حقیقی ع.ا. ۱۳۸۵. ارزیابی مدل MSM و استفاده از آن برای پیش بینی محصول و آب مورد نیاز ذرت علوفه ای جهت کاشت در یک محدوده زمانی مناسب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم(الف)، صفحات ۹۵-۸۳.

۴- مجیدیان م. و غدیری ح. ۱۳۸۱. تاثیر تنش رطوبت و مقادیر مختلف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد، بازده استفاده از آب و برخی ویژگیهای فیزیولوژیک گیاه ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۳، شماره ۳، صفحات ۵۳۳-۵۲۱.

5- Annandale J.G., Benade N., Jovanovic N.Z., Steyn J.M., and Dusautoy N. 1999. Facilitating irrigation scheduling

by means of the soil water balance model. Water Research Commission Report No. K5/753/99, Pretoria, South Africa.
6- Benade N., Annandale J.G., and Van Zijl H. 1997. The development of a computerized management system for irrigation schemes. Water Research Commission Report No. 513/1/95, Pretoria, South Africa.
7- Cassman K.G., Peng S., and Dobermann A. 1997. Nutritional physiology of the rice plant and productivity decline of irrigated rice systems in the tropics. Soil Science Plant Nutrition, 43: 1111-1116.
8- Jones C.A. and Kiniry J.R. 1986. The CERES-Maize: A Simulation Model of Maize Growth and Development. Texas A & M University Press, College Station.
9- Khaledian M.R., Maihol J.C., Ruelle P., and Rosique P. 2008. Adapting PILOTE model for water and yield management under direct seeding system: The case of corn and durum wheat in a Mediterranean context. Agricultural Water Management, 96: 757-770.
10- Kobayashi K. 1994. A very simple model of crop growth: derivation and application. International Rice Research Notes. 19(3):50-51.
11- Kropff M.J., Cassman K.G., Vanlaar H.H., and Peng S. 1993. Nitrogen and yield potential of irrigated rice. Plant Soil, 156: 391-394.
12- Lisson S., and Robertson M. 2003. APSIM rice: a growth and development model for rice. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, Geelong.
13- Mansouri Far C., Modarres Sanavy S.A.M., and Saberali S.F. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. Agricultural Water Management, 97: 12–22.
14- Muchow R.C., Sinclair T.R., and Bennett J.M. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. Agronomy Journal, 82: 338-343.
15- Pirmoradian N., and Sepaskhah A.R. 2006. A very simple model for yield prediction of rice under different water and nitrogen applications. Biosystems Engineering, 93(1): 25-34.
16- Pirmoradian N., Sepaskhah A.R., and Maftoun M. 2004. Effect of water-saving irrigation and nitrogen fertilization on yield and yield component of rice (Oriza sativa L.). Plant Production Science, 7(3): 337-346.
17- Schapendonk A.H.C.M., Stol W., Van Kraalingen D.W.G., and Bouman B.A.M. 1998. LINGRA, a sink/source model to simulate grassland productivity in Europe. European Journal of Agronomy. 9: 87-100.
18- Sinclair T.R., and Hoire T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A review. Crop Science, 29: 90-98.
19- Yang H.S., Dobermann A., Lindquist J.L., Walters D.T., Arkebauer T.J., and Cassman K.G. 2004. Hybridmaize-a simulation model that combines two crop modeling approaches. Field Crop Research, 87: 131-154.
20- Yin X., Schapendonk A.H.C.M., Kropff M.J., Van Oijen M., and Bindraban P.S. 2000. A generic equation for nitrogen-limited leaf area index and its application in crop growth models for predicting leaf senescence. Annals of Botany. 85: 579-585.
21- Zand Parsa Sh., Sepaskhah A.R., and Ronaghi A. 2006. Development and evaluation of integrated water and nitrogen model for maize. Agricultural Water Management, 81:227-256.
22- Ziaei A.N., and Sepaskhah A.R. 2003. Model for simulation of winter wheat yield under dryland and irrigated conditions. Agricultural Water Management, 58: 1-17.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 258-265

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۲۶۵-۲۵۸

Calibration of a Simple Model (VSM) for Yield Prediction of Corn under Different Water and Nitrogen Managements

A.R. Gholami[1] - N. Pirmoradian[2*]

Received:6-5-2010
Accepted:8-1-2011

Abstract

The application of the crop growth models could facilitate irrigation water and fertilizer management due to reduce of field visits and direct measurements. These models are often so complex that it is difficult to understand them and some of those input data are not accessible. In this study, a simple model (VSM) was used to yield prediction of corn under different water and nitrogen managements. In calibration process, the model parameters including maximum leaf area index, flowering and harvest time period, harvest index, and light use efficiency were estimated based on irrigation water and nitrogen application. The model was calibrated using data from a corn field experiment that involved a split-plot factorial design with three replications, four irrigation treatments and four nitrogen application rates. Comparing of the measured and estimated values showed that the model could successfully estimate the yield for experiment data. The validated model can be used in managing of water and nitrogen for corn cultivation. However, it could be determined the optimum level of inputs before starting of the growth season.

Keywords: Model calibration, VSM model, Water, Nitrogen, Corn

1- Lecture of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Shiraz Branch
2- Assistant Professor of Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Guilan
(*-Corresponding Author Email: npirmoradian@guilan.ac.ir)