Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 283-291

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 2، جلد 9، خرداد - تیر 1394، ص. 291-283

ارزیابی کارایی مدل CERES-Rice در تخمین عملکرد و بهره‌وری آب برنج در مقیاس وسیع

مجتبی رضایی[1*]، علی شاهنظری[2]، محمود رائینی‌سرجاز[3] و مجید وظیفه‌دوست[4]

تاریخ دریافت: 1393/10/9 تاریخ پذیرش: 1394/3/6

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی کارایی مدل شبیه‌ساز رشد CERES-Rice برای برآورد میزان زیست توده و عملکرد برنج در سطح وسیع انجام گردید. واسنجی و اعتبارسنجی مدل با استفاده از داده‌های طرح‌های پژوهشی انجام شد. سپس دقت برآورد این مدل در سطح وسیع با استفاده از اطلاعات 110مزرعه شالیکاران محلی شهرستان صومعه‌سرای استان گیلان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد دقت شبیه‌سازی عملکرد و زیست‌توده توسط مدل در سطح کوچک بسیار بالا است. ارزیابی مدل در سطح وسیع نشان داد برای مقادیر عملکرد نزدیک به متوسط منطقه نتایج برآورد عملکرد نزدیک به واقعیت است. ولی برای محدوده عملکرد بیش‌تر و یا کم‌تر از متوسط منطقه از میزان دقت مدل کاسته می‌شود. میزان RMSEn برآورد میزان عملکرد برنج معادل 21 درصد بوده است. ولی در 75 درصد از اراضی خطای برآورد کم‌تر از 10درصد و در 21 درصد از اراضی در محدود 20 تا 10درصد قرار دارد. بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده در بیش‌تر اراضی شالیزاری در حد 0/6 -0/5 کیلوگرم شلتوک بر متر مکعب آب مصرف شده می‌باشد. بهره‌وری آب مبتنی بر تعرق در اکثر اراضی منطقه بین 0/9 -0/85 کیلوگرم عملکرد شلتوک بر متر مکعب قراردارد. در مجموع می‌توان گفت مدل CERES-Rice از توانمندی نسبتاً مناسبی در برآورد عملکرد و زیست توده در سطح وسیع برخوردار می‌باشد و می‌تواند به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری‌های کلان در شبکه آبیاری سفیدرود استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: برنج ، DSSAT، سطح وسیع، عملکرد، مدل

مقدمه

گیاه برنج با سطح زیر کشت حدود 550 هزار هکتار از نظر اهمیت دومین غله مهم خوراکی بعد از گندم در ایران می‌باشد. پیش-بینی می‌شود نیاز کشور به برنج در آینده نزدیک معادل 4 میلیون تن خواهد بود (Wailes and Chavez, 2012). تولید این مقدار برنج با تکیه بر منابع داخلی بستگی زیادی به توسعه راهبردهایی جهت بهینه‌سازی کاربرد منابع موجود و افزایش عملکرد در واحد سطح دارد. دست‌یابی به چنین هدفی نیازمند شناخت دقیق و فهم بهتر فرآیندهای تولید محصول می‌باشد. از سوی دیگر ارائه راهکارهایی مناسب برای مدیریت بهینه سیستم‌های کشاورزی با هدف رفع عوامل محدودکننده عملکرد نیازمند انجام آزمایش‌های زیاد و هزینه‌بر در مناطق مختلف می‌باشد. از این رو یافتن راهی برای کاهش تعداد، زمان و هزینه انجام این آزمایش‌ها لازم و ضروری است (Godwin and Singh, 1998). امروزه انجام ارزیابی گزینه‌های مختلف تولید، برون‌یابی و تعمیم نتایج به دیگر مناطق با شرایط و اقلیم متفاوت (van Wart et al, 2013)از طریق شبیه‌سازی فرآیند تولید دانه با استفاده از مدل‌های رشد مبتنی بر معادلات ریاضی و در نظر گرفتن متغیرهای مؤثر بر عملکرد امکان‌پذیر شده است (Wolfram, 1991; Timsina and Humphreys, 2006).

تاکنون تلاش‌های زیادی در خارج و داخل کشور با هدف شبیه-سازی رشد گیاهان مختلف از جمله برنج طی فصل زراعی و برآورد عملکرد آن در شرایط مختلف تنش‌های آبی و کودی با استفاده از مدل‌های رشد گیاهی انجام شده است (Amiri et al, 2009; Amiri and Rezaei, 2010). مدل DSSAT یکی از معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین مدل‌ها است که برای بیش از 20 گیاه زراعی مختلف به همراه برنامه‌های رایانه‌ای در یک بسته نرم‌افزاری جمع شده‌اند (Soltani Hoogenboom, 2007). توانایی و دقت این مدل و نرم افزار CERES-Rice که بخش شبیه‌ساز رشد گیاه برنج می‌باشد برای برآورد عملکرد آن به اثبات رسیده است Dente et al,

1 - دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
2 - دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
3 - دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
4 - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان
(*) - نویسنده مسئول: (Email: mrezaeii @yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

(Amiri et al, 2013 ؛2008). نیاز به داده‌های ورودی کم، کاربردوست بودن، توانایی و صحت مناسب آن برای شبیه‌سازی رشد گیاه در فصل زراعی و برآورد عملکرد باعث گردید که این مدل مورد توجه زیادی قرار بگیرد. مطالعات بیانگر توانایی آن در شبیه‌سازی شرایط گوناگون (Iizumi et al, 2009) شامل انواع تنش‌های مختلف خشکی (Mahmood et al, 2004) محدودیت نیتروژن (Amiri et al, 2013)، دما (Mahmood ؛ Tao et al, 2008) 1998 و حتی افزایش CO2 (Lal et al, 2008) است.

از مدل CERES-Rice برای تعیین اختلاف بین عملکرد بالقوه قابل حصول و عملکرد واقعی کشاورزان و بررسی دلایل آن (Kalra et al, 2007)، بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر گیاهان مختلف از جمله برنج (Subash and Mohan 2012؛ Xiong et al, 2008) در سطوح مختلف کشوری، منطقه‌ای و بسیار بزرگ جهانی نیز استفاده گردیده است (Mahmood et al, ؛Mahmood 1998) 2004. در بیش‌تر این این مطالعات اطلاعات مورد نیاز برای شبیه‌سازی از راه‌هایی مانند سنجش از دور(Roerink et al, 2012) و داده‌های مکانی[1](Yun, 2003) به‌دست آمده است. به دلیل مشکلات اجرایی و هزینه بسیار زیاد، کم‌تر مطالعه‌ای به ارزیابی صحت این مدل در برآورد عملکرد برنج در سطوح بزرگ و با استفاده از داده‌های برداشت شده از مزرعه معطوف گردیده است. بررسی نگارندگان نشان داد تاکنون هیچ پژوهشی در این زمینه در ایران انجام نشده است. این پژوهش با هدف بررسی کارایی مدل CERES-Rice برای برآورد میزان زیست‌توده و عملکرد شلتوک برنج رقم محلی هاشمی در سطح وسیع انجام شد.

مدل DSSAT

در این تحقیق از ویرایش 4 مدل DSSAT استفاده گردید (Jones et al, 2003). این بسته شامل مجموعه‌ای از برنامه‌های مستقل است که با یکدیگر کار می‌کنند. مدل شبیه‌سازی گیاهان زراعی از جمله CERES-Rice در مرکز این نرم افزار قراردارند. اطلاعات ورودی مورد نیاز شامل موقعیت مکانی، اطلاعات هواشناسی، خاک‌شناسی، مدیریت زراعی، مصرف آب، کود و رقم گیاهی است که برای به‌کارگیری مدل در شرایط مختلف کاربرد دارند. نرم افزارهای کمکی موجود در مدل به کاربران کمک می‌کند تا این بانک اطلاعاتی را تهیه نمایند. مدل CERES-Rice قادر است با استفاده از این اطلاعات رشد و نمو فنولوژیکی، توزیع و تجمع زیست‌توده، شاخص سطح برگ، رشد ریشه، ساقه، برگ، و دانه را از زمان کاشت تا برداشت بر مبنای مراحل زمانی روزانه شبیه‌سازی Ritchie (Goudriaan, 1977؛ et al, 1998) و نتایج مدل را با مقادیر اندازه‌گیری شده مقایسه نمایند.

واسنجی مدل

تمامی اطلاعات مورد نیاز برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل CERES-Rice از تحقیقات انجام یافته در اراضی موسسه تحقیقات برنج کشور طی سال‌های 1381 لغایت 1386 اخذ شد. از داده‌های چند سال برای واسنجی و از داده‌های چند سال دیگر برای اعتبارسنجی مدل استفاده شد. جزییات انجام این تحقیق در گزارش‌های نهایی طرح‌های پژوهشی آورده شده است (رضایی، 1382؛ رضایی، 1387). از داده‌های روزانه ایستگاه هواشناسی کشاورزی رشت با مختصات طول جغرافیایی 49/39 درجه شرقی و عرض جغرافیایی 37/12 درجه شمالی و ارتفاع 24/9 متر استفاده گردید. به منظور واسنجی مدل لازم است ضرائب ژنتیکی رقم (در این پژوهش رقم هاشمی) تنظیم و تعیین گردند. این ضرایب ژنتیکی به شرح ذیل و با توجه به داده‌های اندازه‌گیری شده طی چند سال آزمایش در موسسه تحقیقات برنج کشور و با استفاده از بخش GENCAL مدل به روش سعی و خطا محاسبه گردید (جدول 1).

جدول 1 - ضرایب ژنتیکی مشاهده شده برای رقم هاشمی

P1	P2R	P2O	P5	G1	G2	G3	G4
350	20	13/5	350	54	0/025	1	1

ارزیابی مدل در سطح وسیع

ارزیابی مدل در مزارع شهرستان صومعه‌سرای استان گیلان واقع در طول جغرافیایی '15 °49 تا '33 °49 شرقی و عرض جغرافیایی '15 ° 37 تا '25 ° 37 شمالی انجام شد (شکل 1). این شهرستان دارای 26 هزار هکتار اراضی شالیزاری است که عموماً تحت کشت برنج رقم محلی هاشمی می‌باشد. شالیزارهای منطقه از کانال آب‌بر فومن آبیاری می‌گردند و در طول دوره 90 روزه رشدشان از ابتدای کاشت (عموماً اواخر اردیبهشت) تا انتهای دوره رشد (اواخر مرداد) به صورت غرقاب می‌باشند. داده‌های مزرعه‌ای مورد نیاز این پژوهش طی سال 1385 از 110 مزرعه شالیکاران محلی که تحت کشت رقم هاشمی بوده‌اند پس از ثبت مختصات محل با دستگاه موقعیت‌یاب برداشت شد. اطلاعات خاک‌شناسی هر مزرعه با برداشت نمونه خاک از هر مزرعه و تجزیه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها به‌دست آمد. پراکنش نقاط برداشت شده در شکل 1 نشان داده شده است. ناحیه مورد مطالعه از نظر شرایط اقلیمی

مشابه است. لذا برای اجرای مدل از اطلاعات هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (کشاورزی رشت) استفاده گردید. اطلاعات مدیریت زراعی شامل روز خزانه‌گیری، تعداد روز در خزانه، تعداد نشاء در کپه، تعداد کپه در مترمربع، تاریخ‌های کاشت، نشاکاری، 50%

1 - Spatial data

www.SID.ir

Archive of SID

گلدهی و رسیدگی، میزان مصرف کود، از طریق بازدید میدانی و پرسشنامه از کشاورزان تهیه شد. در نهایت عملکرد شلتوک، کاه و زیست‌توده (مجموع کاه و شلتوک) در این مزارع نمونه‌برداری و اندازه‌گیری گردید. اطلاعات مصرف آب از شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان اخذ و به عنوان پارامتر در مدل وارد شد. مدل در هر یک از این مزارع اجرا و خروجی مدل شامل میزان عملکرد و زیست‌توده با مقدار اندازه‌گیری شده مقایسه گردید.

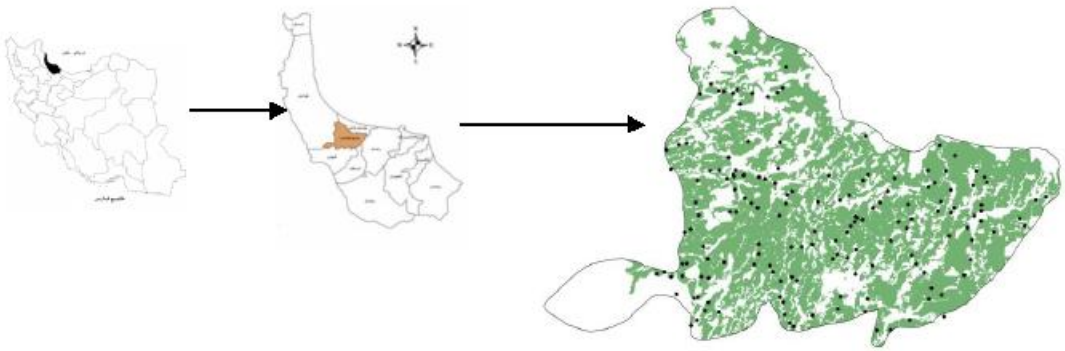
شاخص‌های آماری

برای محاسبه میزان خطای نسبی شبیه‌سازی مدل در هر یک از مزارع (Er_i) و مقایسه داده‌های شبیه‌سازی شده با مقادیر واقعی از شاخص‌های ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده (RMSEn) و ضریب تبیین رگرسیون خطی R^2 استفاده گردید. که در این روابط؛ P_i مقدار شبیه‌سازی شده توسط مدل، Oi مقدار واقعی، n تعداد اندازه‌گیری و Omean میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده است.

$$RMSE = (\sum_{I=1}^{n} (P_i - O_i)^2 / n)^{0.5} \quad (1)$$

$$RMSEn = 100 (\sum_{I=1}^{n} (P_i - O_i)^2 / n)^{0.5} / O_{mean} \quad (2)$$

$$Eri = \left(\frac{(P_i - O_i)}{(O_i)}\right) \times 100 \quad (3)$$



شکل 1- موقعیت استان گیلان، شهرستان صومعه‌سرا و نقاط برداشت شده

نتایج ارزیابی مدل در آزمایش مزرعه

شاخص‌های آماری ارزیابی واسنجی و اعتبارسنجی مدل در شبیه‌سازی عملکرد دانه و زیست‌توده برنج رقم هاشمی در طول آزمایش مزرعه‌ای سطح کوچک (جداول 2 و 3) نشان داد مقدار RMSEn عملکرد دانه و زیست‌توده برای واسنجی به ترتیب 9 و 5 و برای اعتبارسنجی برابر 8 و 9 درصد بود. دقت بسیار بالای مدل در شبیه‌سازی عملکرد دانه و زیست‌توده در این آزمایش را می‌توان به یکنواخت بودن شرایط آزمایشات مربوط نسبت داد (Timsina and Humphreys, 2006).

نتایج ارزیابی مدل در سطح وسیع

بر اساس جدول 4 متوسط عملکرد شلتوک و زیست‌توده مشاهده شده در 110 مزرعه از اراضی برنج‌کاری در محدوده شهرستان صومعه‌سرای استان گیلان به ترتیب 3575 و 8418 کیلوگرم در هکتار، کمینه و بیشینه عملکرد شلتوک منطقه 1636 و 5982 کیلوگرم در هکتار است که بیانگر تنوع در نوع اراضی منطقه است. نتایج بررسی توزیع عملکرد مشاهداتی (نمودار 2) نشان داد که عملکرد 75 درصد از این اراضی بین 4000 -3250 کیلوگرم درهکتار می‌باشد. حدود 1200 هکتار معادل 4 درصد مناطق برنج‌کاری عملکردی کم‌تر از 3000 کیلوگرم درهکتار داشته‌اند. بر طبق نقشه پهنه‌بندی عملکرد دانه مشاهده شده در سطح منطقه (شکل 2) این اراضی بیش‌تر در مناطق مرکزی متمایل به شرق و درحاشیه شهرستان صومعه‌سرا قرار دارند. می‌توان این پدیده را به اثرات فعالیت شهری بر کشاورزی نسبت داد (دواتگر، 1389). هم‌چنین 1800 هکتار معادل 6 درصد از سطح زیر کشت دارای عملکردی بیش‌تر از 4000 کیلوگرم در هکتار هستند که عمدتاً در مناطق شمال شرق منطقه و در حاشیه رودخانه محلی قرار دارند. دسترسی دائمی به آب رودخانه‌های محلی که از کیفیت مناسب‌تری در مقایسه با آب کانال برخوردار هستند و هم‌چنین خاک مناسب منطقه (دواتگر، 1389) می‌تواند یکی از دلایل عملکرد بالاتر این منطقه باشد.

جدول 2 - ارزیابی نتایج واسنجی شبیه سازی پارامترهای گیاهی مدل CERES-Rice

	تعداد نمونه	Omean	Pmean	R^2	RMSE	RMSEn (%)
عملکرد دانه (kg/ha)	10	3417	3334	0/75	293	9
زیست‌توده (kg/ha)	10	8419	8345	0/80	466	5

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3 - ارزیابی نتایج اعتبارسنجی شبیه سازی پارامترهای گیاهی مدل CERES-Rice

	تعداد نمونه	Omean	Pmean	R^2	RMSE	RMSEn (%)
عملکرد دانه (kg/ha)	5	3346	3497	0/86	265	8
زیست توده (kg/ha)	5	7249	7410	0/78	686	9

جدول 4 - ارزیابی نتایج شبیه سازی پارامترهای گیاهی مدل CERES-Rice در سطح صومعه سرا(kg/ha)

		متوسط	بیشینه	کمینه	دامنه	Sd	R^2	RMSE	RMSEn (%)
مشاهده	عملکرد دانه	3575	5982	1636	4346	877	-	-	-
	زیست‌توده	8418	13195	3895	9300	2004	-	-	-
مدل	عملکرد دانه	3053	4152	1986	2166	455	0/56	740	21
	زیست‌توده	7785	9429	5169	4260	1090	0/56	1905	22/7

برآورد عملکرد اراضی توسط مدل شبیه‌سازی Ceres-Rice نشان می‌دهد عملکرد قسمت عمده اراضی در محدوده 4000 -3000 کیلوگرم در هکتار می‌باشد (شکل3). بر اساس جدول 4 بیشینه عملکرد برنج برآورد شده 4152 کیلوگرم در هکتار و بسیار کم‌تر از حد واقعی است. متوسط عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل نیز 522 کیلوگرم از مقادیر مشاهده‌شده کم‌تر می‌باشد. با توجه به نمودار 2و 3 میتوان گفت در محدوده عملکردی متوسط دقت برآورد مدل بالا بوده و خروجی آن نزدیک و مشابه با واقعیت می‌باشد. ولی برای محدوده عملکرد بیش‌تر از متوسط منطقه میزان عملکرد برآورد شده کم‌تر از مقادیر مشاهده شده [1] است. برای محدوده عملکرد کم‌تر از متوسط عملکرد برآورد شده توسط مدل مقادیر بیش‌تر از میزان واقعیت[2] را نشان می‌دهد. بدین معنی که مدل تمایل به میانگین دارد. هم‌چنین بیش‌ترین سطح عملکرد شبیه‌سازی شده به بازه عملکردی 3500 - 3250 اختصاص دارد و پس از آن بازه 3250 -3000 بیش‌ترین سطح را به خود اختصاص داده است.

داده‌های مشاهداتی (نمودار4) بیانگر پراکنش و توزیع خوب در بازه‌های زیست‌توده می‌باشد. بیشینه میزان زیست‌توده در منطقه بیش‌تر از 14 تن در هکتار می‌باشد. اما مدل بیشینه تولید زیست توده را در حد 9 تن در هکتار برآورد نموده است. با توجه به شکل 5 در بیش از 70 درصد از اراضی زیست‌توده برآورد شده در بازه 8 -7 تن‌در هکتار می‌باشند. هم‌چنین مدل نشان داد فقط سطحی کم‌تر از 0/1 درصد دارای زیست توده بالاتر از 9 تن‌درهکتار می‌باشند که در مقایسه با واقعیت و مقادیر مشاهده شده بسیار کم‌تر است. نمودار 5 نشان می‌دهد پدیده برآورد کم‌تر در مقادیر عملکرد بالای میانگین و برآورد بیش‌تر در مقادیر عملکرد پایین‌تر از میانگین منطقه در میزان زیست توده نیز به‌نحو کاملاً مشابهی وجود دارد. به عبارت دیگر برآورد مدل دامنه کم‌تری در مقایسه با داده‌های مشاهداتی دارد.

میزان RMSEn شبیه‌سازی عملکرد برابر 21 درصد می‌باشد (جدول 4) اگرچه این مقدار خطا در سطح وسیع کم است ولی دقت آن در مقایسه با سطح کوچک کم‌تر است که می‌توان آن را به عدم توانمندی مدل برای شبیه‌سازی مناسب در شرایط کمبود آب و کمبود مواد غذایی در سطح مزرعه‌ها مرتبط دانست (Meyer et al, 1994). در شرایط تنش کم آبی و کمبود عناصر غذایی شاخص برداشت تغییر می‌کند (دواتگر،1389) در حالی‌که در شرایط حاضر توانمندی مدل برای در نظرگرفتن کم است (Jones et al, 2003). نکته مهم دیگر این است که واسنجی مدل با استفاده از داده‌های نقطه‌ای انجام گردیده است ولی ارزیابی آن در سطح وسیع انجام شد. در طرح‌های پژوهشی عملکرد گیاه به عملکرد پتانسیل نزدیک‌تر است. ولی در سطوح وسیع تنوع و تغییرات مکانی عوامل مؤثر در عملکرد (دواتگر،1389) مانند مدیریت زراعی و نوع خاک می‌تواند باعث خطا در برآورد عملکرد گردد (Dettori et al, 2011) مدل‌های رشد بر پایه تفاوت‌های رقم بنا شده‌اند و تغییرات در نوع رقم در سطوح بزرگ باعث خطای برآورد می‌گردد. برای افزایش دقت در برآورد عملکرد برنج لازم است ضرایب مدل برای کاربرد در سطوح وسیع واسنجی گردد. به همین دلیل پاره‌ای از مطالعات به واسنجی عوامل ژنتیکی که معرف نوع گیاه و رقم آن است در سطح وسیع اختصاص یافتند (Min and Jin, 2009).

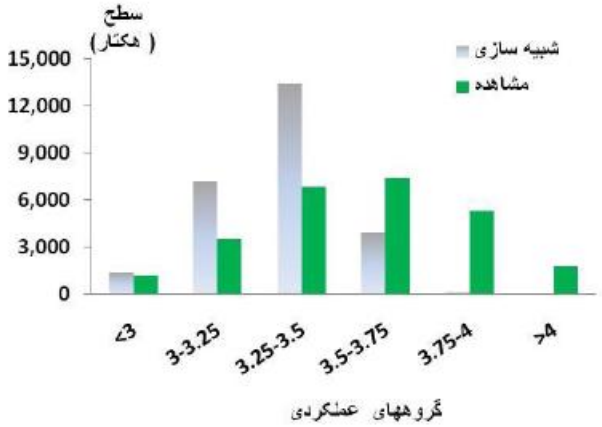
میزان دامنه خطای مطلق برآورد میزان عملکرد زیاد است (نمودار 6) بطوریکه در برخی نقاط به 50 درصد بالغ می‌گردد. این موضوع می‌تواند باعث بروز مشکلاتی در فرایند شبیه‌سازی در این نقاط گردد. ولی نقشه پراکنش خطای مطلق برآورد میزان عملکرد برنج توسط مدل Ceres-Rice (شکل6)[3] نشان می‌دهد خطای مطلق برآورد در 75 درصد از اراضی کم‌تر از 10درصد و هم‌چنین خطای مطلق برآورد در 21 درصد از اراضی در محدود 10 تا 20درصد قرار دارد و در تنها حدود 4 درصد اراضی خطای مطلق برآورد بالاتر از حد 20 درصد می‌باشد که بیانگر صحت قابل قبول برآورد عملکرد توسط مدل است.

1- underestimated
2- Overestimated

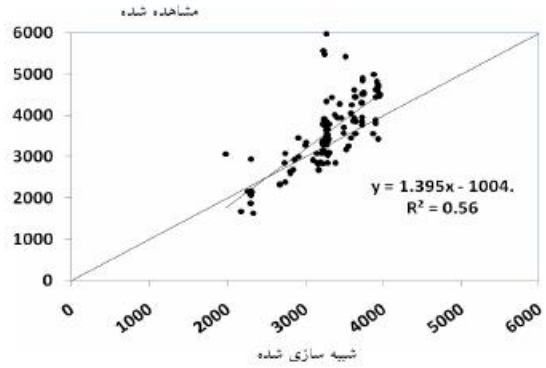
1 - خطا به صورت مطلق بدون علامت ارائه شده است.

www.SID.ir

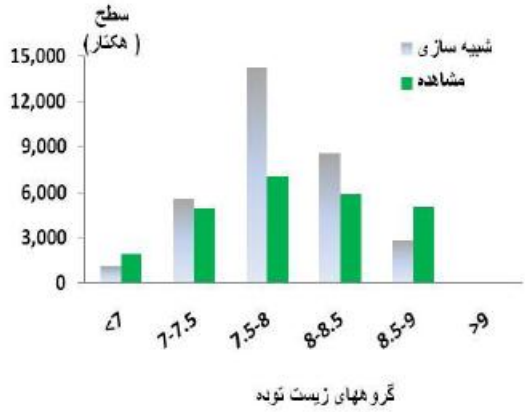
Archive of SID



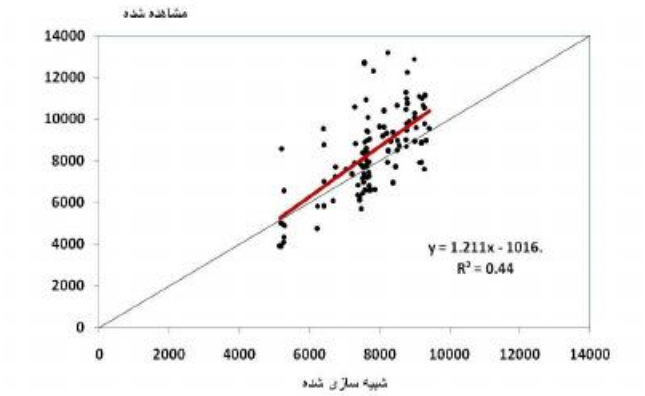
نمودار 2- سطح زیر کشت واقعی و شبیه‌سازی شده
توسط مدل در گروه‌های مختلف عملکردی (کیلوگرم در هکتار)



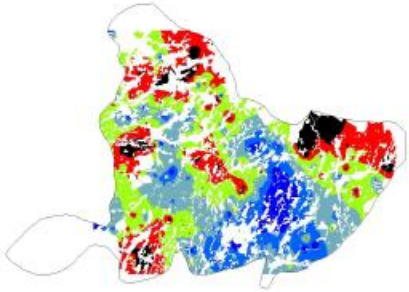
نمودار 3 - مقایسه عملکرد برنج مشاهداتی
و شبیه‌سازی شده توسط مدل در سطح وسیع (کیلوگرم در هکتار)



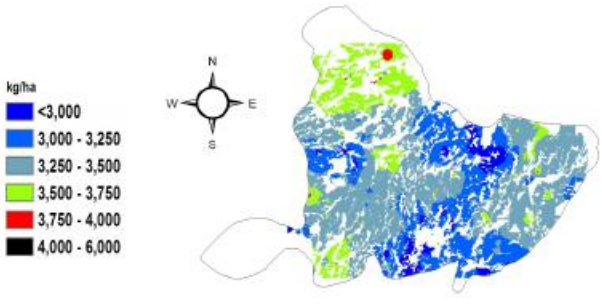
نمودار 4- سطح زیر کشت برنج واقعی و شبیه‌سازی شده
توسط مدل در گروه‌های مختلف زیست توده (کیلوگرم در هکتار)



نمودار 5 - مقایسه زیست توده برنج مشاهداتی
و شبیه‌سازی شده توسط مدل در سطح وسیع (کیلوگرم در هکتار)



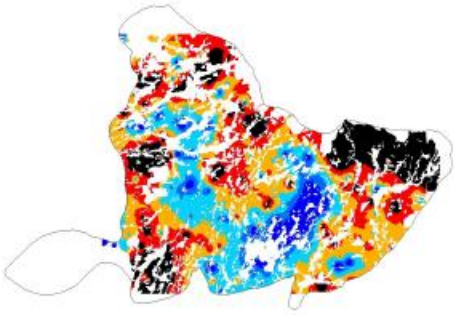
شکل 2 - نقشه عملکرد مشاهده شده



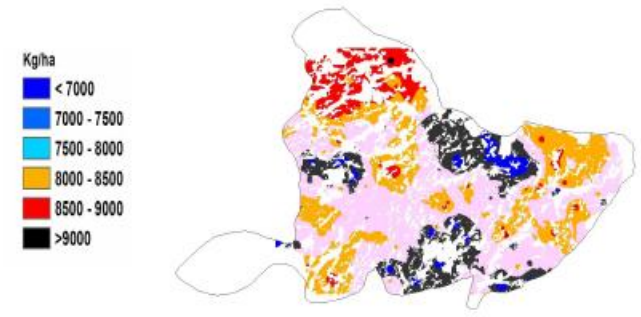
شکل 3 - نقشه عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل

www.SID.ir

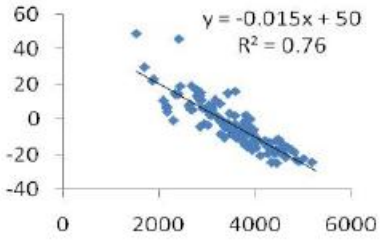
Archive of SID



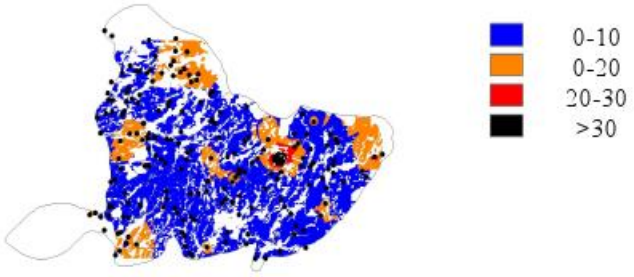
شکل 4 -نقشه زیست توده مشاهده شده



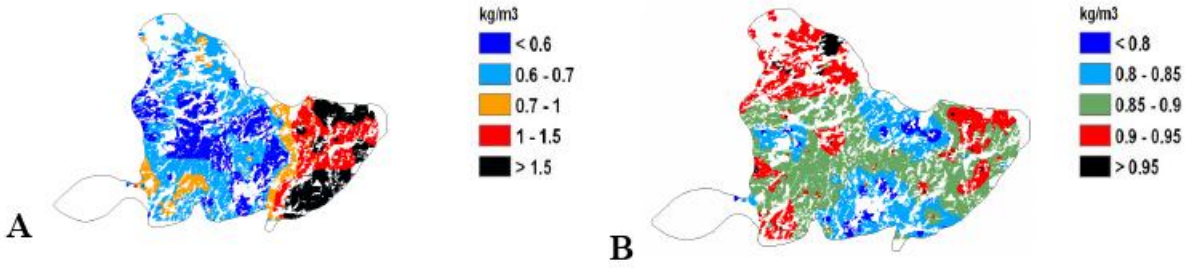
شکل 5 -نقشه زیست توده شبیه‌سازی شده توسط مدل



نمودار 6 - رابطه خطا با میزان عملکرد مشاهداتی (kg/ha)



شکل 6 -نقشه درصد خطای مطلق مدل برای پیش بینی عملکرد



شکل 7 - بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده مبتنی بر مصرف آب (A) و تعرق (B)

البته لازم است راهکاری برای کاهش خطای موجود جهت استفاده هرچه بهتر مدل در سطوح وسیع در نظر گرفته شود (Li et al., 2014). در برخی از مقالات استفاده از داده‌های سنجش از دور را برای رفع این کاستی پیشنهاد نمودند که می‌تواند موضوع تحقیقات بعدی باشد (Dente et al, 2008).

بهره‌وری آب

بهره‌وری آب اندازه‌گیری شده در بیش‌تر اراضی شالیزاری در حد 0/6 -0/5کیلوگرم شلتوک بر متر مکعب آب مصرف شده می‌باشد (شکل شماره 7). مناطق با بهره وری آب بالا بیش‌تر در قسمت شرقی منطقه قرار دارند که می‌توان آنرا به عملکرد نسبتاً بیش‌تر این مناطق که ناشی از خاک مناسب و دسترسی بهتر به آب است نسبت داد. وجود چند رودخانه محلی باعث شده است کشاورزان با برداشت مستقیم آب از این رودخانه‌ها دسترسی مناسب‌تری به آب داشته باشند که باعث افزایش عملکرد شده است. از آنجایی‌که این بخش از آب خارج از آب تحویلی شبکه بوده و در محاسبات در نظر گرفته نشده است. افزایش بهره‌وری آب قابل توجیه می‌باشد. بهره‌وری آب مبتنی بر تعرق در اکثر اراضی منطقه بین 0/9 -0/85 کیلوگرم عملکرد شلتوک بر متر مکعب تعرق قراردارد که مطابق با نقشه میزان عملکرد مشاهداتی (شکل 2) بیش‌تر این اراضی در قسمت مرکزی منطقه قرار دارند.[1]

نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا مدل رشد گیاهی Ceres-Rice با استفاده از

1 - لازم به ذکر است در این محاسبات آماده‌سازی زمین در نظر گرفته نشده است.

www.SID.ir

Archive of SID

اطلاعات به‌دست آمده از طرح‌های پژوهشی در سطح کوچک واسنجی و اعتبارسنجی شد. سپس دقت این مدل برای برآورد عملکرد و زیست‌توده در سطح وسیع با استفاده از اطلاعات 110مزرعه برنج-کاری شهرستان صومعه‌سرای استان گیلان ارزیابی گردید. نتایج نشان داد دقت مدل در برآورد عملکرد و زیست توده برنج در سطوح کوچک بسیار بالا می‌باشد. نتایج ارزیابی کارایی مدل در سطح وسیع نشان داد قدرت برآورد مدل در مقادیر عملکرد نزدیک به متوسط منطقه بالا بوده ولی در محدوده‌های عملکرد پایین‌تر و یا بالاتر از متوسط از دقت برآورد مدل کاسته شده است. این نقصان به تغییرات شدید مکانی و هم‌چنین نیاز به واسنجی مجدد مدل نسبت داده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در سطح 75% از اراضی مورد بررسی خطای برآورد عملکرد توسط مدل کم‌تر از 10% بوده است به همین دلیل می‌توان گفت مدل رشد گیاهی Ceres-Rice از توانمندی نسبتاً مناسبی در برآورد عملکرد و زیست‌توده و هم‌چنین شبیه‌سازی رشد برنج در سطح وسیع برخوردار است و می‌تواند به عنوان ابزاری برای تصمیم گیرهای کلان در شبکه آبیاری سفیدرود استفاده گردد.

منابع

دواتگر،ن. 1389. پیش بینی عملکرد گیاه برنج در شرایط محدودیت آب با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاه در مقیاس ناحیه‌ای. پایان نامه دکتری خاک شناسی دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز. 250 صفحه.

رضایی،م و نحوی،م. 1382. اثر دور آبیاری بر مقدار مصرف آب و عملکرد برنج در گیلان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. نشریه شماره 83 ، صفحه: 233- 240.

رضایی،م. 1387. گزارش نهایی طرح بررسی اثر آبیاری تناوبی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر عملکرد برنج رقم محلی هاشمی. انتشارات موسسه تحقیقات برنج کشور.

Amiri,E., Kavoosi,M and Kaveh,F. 2009. Evaluation of Crop Growth Models ORYZA2000, SWAP and WOFOST under Different Types of Irrigation Management. 2009. Journal of Agricultural Engineering Research. 10 . 3: 13-28.

Amiri,E and Rezaei,M. 2010. Evaluation of Water-Nitrogen Schemes for Rice in Iran, Using ORYZA2000 Model Communications in Soil Science and Plant Analysis, 4: 2459–2477.

Amiri,E., Rezaei,M., Bannayan,M and Soufizadeh,S. 2013. Calibration and Evaluation of CERES Rice Model under Different Nitrogen- andWater-Management Options in Semi-Mediterranean Climate Condition Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44:1814–1830 .

Dente,L., Satalino,G., Mattia,F and Rinaldi,M., 2008. Assimilation of leaf area index derived from ASAR and MERIS data into CERES-Wheat model to map wheat yield, Remote Sensing of Environment . 112.4 : 1395–1407.

Dettori,M., Cesaraccio,C., Motroni,A., Spano,D and Duce,P. 2011.Using CERES-Wheat to simulate durum wheat production and phonology in Southern Sardinia, Italy. Field Crops Research 120: 179–188.

Ewert,F., et al. 2014. Crop modelling for integrated assessment of risk to food production from climate change,Environmental Modelling and Software http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.12.003.

Godwin,D.C and Singh,U. 1998. Nitrogen balance and crop response to nitrogen in upland and lowland cropping systems. p. 41–54. In G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P.K. Thornton (ed.) Understanding options for agricultural production. Systems approaches for sustainable agricultural development. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, the Netherlands.

Goudriaan,J. 1977. Crop micrometeorology: a simulation study. Simulation Monographs. Wageningen (Netherlands): Production. 257 p.

Iizumi, T., Yokozawa, M., and Nishimori, M. 2009. Parameter estimation and uncertainty analysis of a large scale crop model for paddy rice: Application of a Bayesian approach. agricultural and forest meteorology. 149:333–348.

Jones,J.W., et al. . 2003. The DSSAT cropping system model. EuropeanJournal of Agronomy. 18:235–265.

Kalra,N., Chakraborty,D., Kumar,P.R., Jolly,M and Sharma,P.K. 2007. An approach to bridging yield gaps, combining response to water and other resource inputs for wheat in northern India, using research trials and farmers 'fields data, Agric. Water Manage. 93:54-64.

Lal,M., Singh,K.K., Rathore,L.S., Srinivasan,G and Saseendran,S.A. 1998. Vulnerability of rice and wheat yields in NW India to future changes in climate. Agricultural and Forest Meteorology. 89:101-114 .

Li,T. et al., 2014. Uncertainties in predicting rice yield by current cropmodels under a wide range of climatic conditions Global Change Biology doi: 10.1111/gcb.12758.

Mahmood,R., Legates,D.R and Meo,M. 2004. The role of soil water availability in potential rainfed rice productivity in Bangladesh: applications of the CERES-Rice model. Applied Geography. 24:139–159.

Mahmood,R. 1998. Air temperature variations and rice productivity in Bangladesh: a comparative study of the performance of the YIELD and the CERES-Rice models .Ecological Modeling 106 : 201–212.

Meyer,W.S., White,R.J., Smith,G.D.J and Baer B.D. 1994. Monitoring a rice crop to validate the CERES-rice model (CSIRO Technical Memorandum 94/13). CSIRO.

Min,J and Jin,Zh. 2009. A Method for upscaling genetic

www.SID.ir

Archive of SID

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

van Wart,J., Kersebaum,K.C., Peng,S., Milner,M., Cassman,K.G. 2013. Estimating crop yield potential at regional to national scales. Field Crops Research 143:34–43.

Wolfram,S. 1991. Mathematica: a system for doing mathematics by computer. Second edition. Redwood City, Calif. (USA): Addison-Wesley Publishing Company, Inc. 961 p.

Wailes,E.J and Chavez,E.C. 2012. World Rice Outlook. International Rice Baseline with Deterministic and Stochastic Projections, 2012-2021. University of Arkansas Department of Agricultural Economics and Agribusiness, Division of Agriculture Staff. 81 pp.

Xiong,W., Holman,I., Conway,D., Lin,E., and Li,Y. 2008. A crop model cross calibration for use in regional climate impacts studies. ecological modeling. 213: 365–380.

Yun,J.I. 2003. Predicting regional rice production in South Korea using spatial data and crop-growth modeling. Agricultural Systems 77: 23–38.

parameters of CERES-Rice in regional applications. Rice Science. 16.4: 292–300.

Ritchie,J.T., Singh,U., Godwin,D.C and Bowen,W.T. 1998. Cereal growth, development and yield. p. 79–97. In G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom, and P.K. Thornton (ed.) Understanding options for agricultural production. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, the Netherlands.

Roerink,G.J., Bojanowski,J.S., de Wit,A.J.W., Eerens,H., Supit,I., Leo,O and Boogaard,H.L. 2012. Evaluation of MSG-derived global radiation estimates for application in a regional crop model Agricultural and Forest Meteorology 160:36–47.

Soltani,A and Hoogenboom,G. 2007. Assessing crop management options with crop simulation models based on generated weather data. Field Crop Res. 103: 198-207.

Subash,N and Ram Mohan,H.S. 2012. Evaluation of the impact of climatic trends and variability in rice–wheat system productivity using Cropping System Model DSSAT over the Indo-Gangetic Plains of India Agricultural and Forest Meteorology. 164:71–81.

Tao,F., Yousay,H., Zhao,Zh., Toshihiro,S and Yokozawa M. 2008. Global warming, rice production, and water use in China: Developing a probabilistic assessment. agricultural and forest meteorology 148 : 94– 110.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 9, May.-Jun. 2015, p. 283-291

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 2، جلد 9، خرداد - تیر 1394، ص. 291-283

Large-scale Simulation of Rice yield and Water Productivity Using CERES-Rice Model

M. Rezaei [1*], A. Shahnazari [2], M. Raeini Sarjaz [2] and M. Vazifedoust [3]

Recived: Dec.30, 2014 Accepted: May.27, 2015

Abstract

In order to evaluate the performance of the CERES-Rice model in rice biomass and grain yield estimation in large scale, this study was carried out in paddy fields of Guilan, Iran. First the model was calibrated and evaluated using data from a research at Rice Research Institute of Iran, then the model accuracy was assessed in 26000 ha of Some Sara region. 110 common farmers fields were chosen, the soil, water, crop samples and other needed information were taken. The model was ran for each field. The results showed that the Error of yield and biomass estimation in research station were below 10 percent. The results in large scale showed that the model estimation of yield and biomass could be categorized in three different parts. While in fields with average biomass and yield observation the setimation error was negligible. Underestimation was observed in the fields with the yield above the average of the region while in high yielding fields overestimation was observed. The Normalized Root Mean Square Error was about 22.7 and 21% for biomass and yield prediction. Although in some cases the error was about 50% , in 75% of the region it was in range of 0-10% , and in 95 % of the region it was in range of 0-20% . Water productivity based on water used in most of the fields was in the range of 0.5-0.6 kg/m^3 and the water productivity based on transpiration was 0.85-0.9 kg/ m^3. The model showed a satisfactory accuracy to estimate both yield and biomass in large scale paddy fields.

Keywords : Rrice, DSSAT, Large scale, yield, model

1 - PhD student, Irrigation Science Dept., Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
2-Associate Professor, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
3-Associate Professor, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources
4 - Assistant Professor Irrigation Science Dept., University of Guilan
(*- Corresponding Author Email: mrezaeii@yahoo.com)

www.SID.ir