شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: فیزیک خاک و رشد گیاه

ارزیابی دقت مدل SWAP در برآورد عملکرد برنج رقم هاشمی

حسین پندی*[۱]، صفورا اسدی کپورچال[۲]، مجید وظیفه‌دوست[۳]، مجتبی رضایی[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۲] استادیار گروه علوم خاک دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۳] استادیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

[۴] استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی دقت مدل اگروهیدرولوژی SWAP در شبیه‌سازی عملکرد اندام‌های مختلف گیاه برنج (ریشه، ساقه، برگ و شلتوک) رقم هاشمی، طی مراحل چندگانه رشد (رویشی، زایشی و رسیدگی) و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده بود. بدین منظور، پژوهشی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در استان گیلان در سال زراعی ۱۳۹۶ انجام شد. برای شبیه‌سازی مدل SWAP، پارامترهای مورد نیاز (خاک، آب، هواشناسی و گیاهی) در مدل وارد شد. مقادیر عملکرد اندام‌های مختلف گیاه برنج با توزین وزن تر و خشک اجزای گیاه (ساقه، برگ، ریشه و شلتوک) در فواصل ۷ روزه در مراحل مختلف رشد گیاه اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده از این پژوهش بیانگر آن بود که همبستگی بسیار بالایی (R^2>0.9) بین داده‌های عملکرد اندازه‌گیری شده اندام‌های گیاه برنج (ساقه، ریشه، برگ و شلتوک) و برآورد شده با مدل SWAP وجود دارد. در نهایت روند تغییرات عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP یکسان بوده و ارزیابی متغیرهای آماری بیانگر آن است که مدل SWAP از توانایی بالایی در برآورد عملکرد برنج برخوردار بوده است.

کلمات کلیدی: برنج، زیست توده، شبیه‌سازی، ماده خشک

مقدمه

برنج (*Oryza Sativa* L.) دومین غله مهم در جهان و محصولی راهبردی است که در سبد غذایی مردم جهان جایگاه ویژه‌ای دارد و نیمی از تولید این محصول نیز در قاره آسیا متمرکز شده است (FAO، ۱۹۹۵). مطالعه مراحل مختلف کشت گیاهان زراعی در شرایط مختلف، نقشی مهم در تولید محصولات و مدیریت زراعی دارد (نوابیان و همکاران،۱۳۹۰). مدل‌های شبیه‌ساز رشد و توسعه گیاهی با استفاده از مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی وابسته، امکان پیش‌بینی عملکرد محصول، برنامه‌ریزی و مدیریت مطلوب در فرآیند تولید محصول را فراهم می‌نمایند (Farshi و همکاران ۱۹۸۷). به‌طور کلی این مدل‌ها، نتایج آزمایش‌ها و تحقیقات کشاورزی را مورد آنالیز قرار می‌دهند. کاربرد دیگر مدل‌های گیاهی، استفاده از آنها به عنوان ابزار تصمیم‌گیری برای مدیریت سیستم و مزرعه است (Steduto و همکاران ۲۰۰۹). اولین نسخه‌ی مدل SWAP در سال ۱۹۷۸ توسعه و تکامل یافت (Feddes و همکاران ۱۹۷۸). Kabat و همکاران (۱۹۹۲)، نسخه‌ی مدل SWAP را برای شبیه‌سازی رشد گیاه توسعه دادند. در مدل SWAP برای شبیه‌سازی رشد گیاه از مدل ساده شده WOFOST استفاده می‌شود که در آن رشد محصولات بر اساس فرایندهای اکوفیزیولووژیکی شبیه‌سازی و تخمین زده می‌شوند. مدل SWAP با در نظر گرفتن داده‌های خاک (Soil)، آب (Water)، اتمسفر (Atmosphere) و گیاه (Plant)، شبیه‌سازی مراحل رشد و پیش‌بینی عملکرد محصولات کشاورزی را انجام داده و نتایج مطلوبی در مقایسه با اندازه‌گیری صحرایی به دنبال داشته است (شهیدی و احمدی، ۱۳۹۴). مدل اگروهیدرولوژیکی SWAP، یک مدل هیدرولوژیکی یک بعدی است که مبنای فیزیکی دارد. SWAP با ترکیب یک تابع نزولی نیمه تحلیلی قادر به شبیه‌سازی در انواع شرایط محیطی و خاک‌های گوناگون است (Hygen و همکاران ۱۹۹۷). خاکساری و همکاران (۱۳۸۵) بر اساس شبیه‌سازی‌هایی که با مدل‌های مختلف شبیه‌ساز انجام داده‌اند، بیان کردند که مدل SWAP نسبت به سایر مدل‌ها، کارایی بهتری در شبیه‌سازی داشته و مراحل رشد گیاه در خاک را به‌خوبی شبیه‌سازی می‌کند. بر اساس نتایج آنها، مدل SWAP از کارایی خوبی در شبیه‌سازی عملکرد اجزای گیاه برنج برخوردار بود. در پژوهش امیری و همکاران (۱۳۸۶)، مدل SWAP بر اساس ارزیابی‌های صورت گرفته، بسیاری از پارامترهای مورد بررسی را شبیه سازی کرده و برای شبیه‌سازی بیومس کل و بیومس پانیکول مناسب بوده است. برآورد عملکرد برنج، در اقدامات به موقع در امور تجاری و امنیت مواد

*ایمیل نویسنده مسئول: Olomekhak91@yahoo.com

غذایی و اتخاذ تصمیمات مرتبط از سوی برنامه‌ریزان بخش کشاورزی دارای اهمیت است (یاقوتی و همکاران، ۱۳۹۷). توزیع ماده خشک فرآیندی است که در آن، مواد فتوسنتزی در دسترس برای رشد به برگ، ساقه، ریشه و اندام ذخیره‌ای اختصاص داده می‌شوند و افزایش وزن ماده‌ی خشک کل گیاه به وزن ریشه، برگ، ساقه و اندام‌های ذخیره‌ای وابسته است (خادم‌پیر و همکاران، ۱۳۹۳). در سال زراعی ۹۵-۹۴، از حدود ۱۱/۷۷ میلیون هکتار سطح برداشت محصولات زراعی در ایران، حدود ۸/۴۴ میلیون هکتار معادل ۷۱/۷۵ درصد به غلات اختصاص داشته که از این مقدار ۴۲/۶ درصد آن مربوط به اراضی با کشت آبی بوده است. شلتوک برنج، ۷/۰۶ درصد از کل سطح برداشت غلات کل کشور می‌باشد. از مجموع ۸۳ میلیون تن تولید محصولات زراعی در سال زراعی ۹۵-۹۴، مقدار ۲۲/۴۱ میلیون تن معادل ۲۷ درصد غلات بوده که ۶۸/۲ درصد آن از اراضی با کشت آبی حاصل شده است و میزان تولید شلتوک برنج ۱۳/۰۴درصد از کل میزان تولید غلات می‌باشند. در ایران، سطح زیر کشت گیاه برنج در حدود ۵۹۶۰۳۵ هکتار و تولید این محصول ۲۹۲۱۰۴۶ تن بوده است. همچنین در استان گیلان، سطح زیر کشت گیاه برنج در حدود ۱۹۷۰۷۸ هکتار و تولید این محصول، ۹۱۲۰۱۶ تن بوده است. عملکرد شلتوک برنج در ایران در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴، ۴۹۰۱ کیلوگرم در هکتار و در استان گیلان، این عملکرد در حدود ۴۶۲۸ کیلوگرم در هکتار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). امیری و رضایی (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای، عملکرد برنج را ۳۸۹۳ تا ۴۲۷۱ کیلوگرم در هکتار به دست آوردند. یاقوتی و همکاران (۱۳۹۷)، عملکرد شلتوک برنج را بر روی ارقام بومی و پرمحصول به‌دست آوردند. نتایج ارزیابی میانگین عملکرد مشاهده‌ای رقم بومی، ۳۵۰۲ کیلوگرم در هکتار و عملکرد رقم پرمحصول، ۴۶۴۹ کیلوگرم در هکتار بوده است. ۳۲ درصد از اراضی زیرکشت ارقام بومی، عملکردی بیش از ۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار دارند و مابقی اراضی از عملکرد کمتری برخوردارند. در ارتباط با ارقام پرمحصول نیز، ۳۶ درصد از اراضی عملکرد کمتر از ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۴ درصد عملکردی بیش از ۵۲۵۰ کیلوگرم در هکتار دارند. رضایی (۱۳۹۴) با مطالعه ۱۱۰ شالیزار برنج در استان گیلان، میانگین عملکرد شلتوک و کاه (برگ و ساقه) گیاه برنج را به ترتیب ۳۵۷۵ و ۴۸۴۳ کیلوگرم در هکتار به دست آورد. استفاده از مدل‌های شبیه‌ساز، محدودیت‌های موجود در آزمایش‌های مزرعه‌ای را به مقدار بسیار زیادی کاهش می‌دهد، اما کاربرد این مدل‌ها و درستی نتایج به دست آمده از آنها باید با نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرند. با توجه به اینکه کشت برنج در استان گیلان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، هدف از انجام این مطالعه، اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی و ارزیابی دقت مدل شبیه‌ساز SWAP در شبیه‌سازی عملکرد برنج و مقایسه آن با مقادیر اندازه‌گیری شده بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت با مختصات جغرافیایی ′۱۲ °۳۷ عرض شمالی، ′۳۸ °۴۹ طول شرقی و در ارتفاع تقریبی ۲۴ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۶ انجام شد. نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شالیزارهای مورد مطالعه در لایه‌های مختلف (به صورت نمونه مرکب از چهار مزرعه مطالعاتی) تا عمق نفوذ ریشه برنج (۳۰ سانتی‌متری) پیش از شخم زمین‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شالیزارهای مورد مطالعه

عمق (سانتی‌متر)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت	جرم ویژه ظاهری (gr/cm^3)	هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/day)	رطوبت اشباع (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
۰-۱۰	۴۷	۳۹	۱۴	رسی	۱/۱۰	۵۷/۵۴	۶۵	۱/۷۲	۰/۱۶	۱۰/۱۰	۱۹۵
۱۰-۲۰	۴۴	۳۹	۱۷	رسی	۱/۲۰	۳۰/۸۰	۶۲	۱/۵۴	۰/۱۴	۷/۳۰	۱۷۶
۲۰-۳۰	۴۷	۴۴	۹	رس سیلتی	۱/۳۲	۰/۴۰	۶۲	۱/۲۵	۰/۰۷	۵/۲۰	۱۸۵

پارامترهای هیدرولیکی لایه‌های خاک مورد نیاز زیر مدل خاک، شامل میزان رطوبت اشباع و باقی‌مانده، هدایت هیدرولیکی اشباع و پارامترهای n و α ون‌گنوختن با استفاده از اطلاعات داده‌های جرم ویژه ظاهری و درصد رس، سیلت و شن در نرم‌افزار RETC محاسبه گردیدند. داده‌های زیر مدل هواشناسی روزانه در فصل زراعی از ایستگاه سینوپتیک رشت، به عنوان نزدیک‌ترین و قابل اعتمادترین ایستگاه هواشناسی دریافت و میانگین ماهانه آنها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲. میانگین داده‌های هواشناسی برای ماه‌های مختلف رشد برنج در منطقه رشت

تاریخ شمسی	دما حد اقل T.MIN	دما حد اکثر T.MAX	رطوبت نسبی حداقل RH MIN	رطوبت نسبی حداکثر RH MAX	بارندگی RA	تبخیر- تعرق مرجع ET0	سرعت باد متوسط AVG WIND	میانگین فشار بخار هوا ea'	تابش روزانه نور خورشید Rs (radiation)
	سلسیوس	سلسیوس	درصد	درصد	میلی متر	میلی متر	متر بر ثانیه	اتمسفر	کیلوژول بر متر مربع در روز
خرداد	۱۸/۷۹	۲۸/۲۸	۵۶/۹۷	۹۳/۰۳	۰/۶۰	۳/۴۴	۲/۳۰	۲/۱۰	۱۹۸۶۰/۷۱
تیر	۲۰/۶۷	۳۱/۱۶	۵۳/۸۷	۹۳/۷۴	۰/۴۶	۳/۵۱	۲/۰۰	۲/۳۵	۱۹۸۵۷/۷۴
مرداد	۲۱/۷۶	۳۳/۸۷	۴۶/۷۲	۹۰/۰۸	۰/۰۰	۴/۵۲	۲/۴۰	۲/۴۰	۲۱۳۵۸/۳۶

روش آبیاری مزارع بصورت سطحی و غرقاب دائم بوده است و عمق آب (پیش و پس از آبیاری، میزان کاهش توسط تبخیر-تعرق و افزایش ارتفاع آب توسط باران و آبیاری) توسط خط‌کش به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. زیر مدل گیاهی در مدل SWAP شامل مدل ساده و پیشرفته است که در این مطالعه با توجه به پارامترهای گیاهی اندازه‌گیری شده که شامل فنولوژی (زمان مورد نیاز برای رسیدن به مراحل مشخصی از رشد)، مورفولوژی (ارتفاع گیاه، حداکثر شاخص سطح برگ، عمق ریشه، سطح ویژه برگ، ویژگی‌های ریشه و پارامترهای دیگر گیاهی) و رشد (بازده استفاده از تشعشع، توزیع میزان ماده خشک بین اندام‌های ریشه، ساقه، برگ و شلتوک) بود، از مدل ساده استفاده شد. کل افزایش روزانه ماده‌ی خشک بر طبق عواملی که تابع مرحله رشد هستند، به قسمت‌های مختلف اندام گیاه نظیر ریشه، برگ، ساقه و اندام ذخیره‌سازی (شلتوک) اختصاص یافت. طول دوره رشد برنج ۸۷ روز بوده و مراحل رشد بر حسب روز پس از نشا کردن برنج در زمین به صورت متغیر DVS (مرحله توسعه و رشد گیاه) توصیف گردیدند. این عوامل از طریق مقدار ماده خشک جدید تولید شده‌ای که به اندام‌های گیاه در فاصله دو برداشت متوالی اختصاص یافته، به دست آمد. در پژوهش حاضر به منظور ارزیابی دقت، اعتبار و کارآیی مدل از آماره‌های ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطای نرمال شده یا درصد خطا (nRMSE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، ضریب مقدار باقی‌مانده (CRM) و کارایی مدل (EF) استفاده شد.

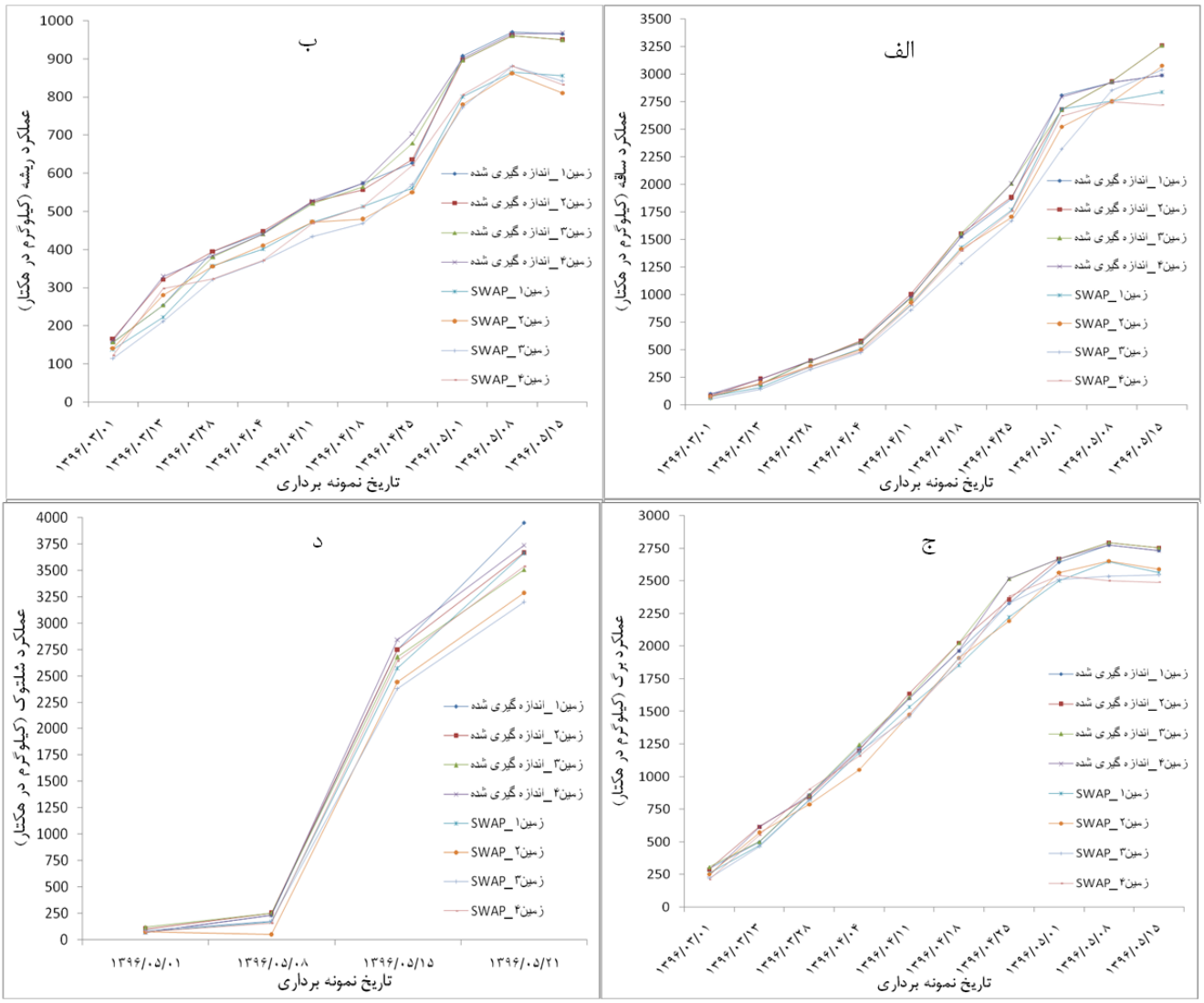
نتایج و بحث

مقادیر عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP در اندام‌های مختلف (ساقه، ریشه، برگ و شلتوک) گیاه برنج در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود برگ گیاه در ابتدای رشد خود بیشترین نسبت ماده خشک را در اندام‌های گیاه برنج دارا بوده و با رشد و توسعه گیاه، عملکرد سایر اجزای گیاه برنج نیز افزایش یافت که سرعت این افزایش با پایان دوره زایشی کاهش یافته است. Machado و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که به دلیل پیر شدن کانوپی گیاه برنج، کاهش اسیمیلاسیون (تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ گیاه)، زرد شدن برگ‌ها و کاهش میزان فتوسنتز گیاه نسبت به نیاز دانه‌ها به مواد فتوسنتز شده، سبب می‌شود تا طی پدیده انتقال مجدد، برگ و ساقه به عنوان مبدا ثانویه عمل کرده و مواد تولید شده و ذخیره شده در اندام‌ها و بافت‌های خود را به اندام‌های ذخیره‌ای گیاه مانند شلتوک منتقل کنند، که نتیجه آن کاهش وزن خشک آن‌ها می‌شوند. همانطور که در شکل ۱-د مشاهده می‌شود روند افزایشی ماده خشک شلتوک در ابتدای ظهور شلتوک، کند بوده و در انتهای دوره رسیدگی، به حداکثر میزان خود می‌رسد.

خادم‌پیر و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند که پس از یک مرحله از رشد برگ، ساقه و ریشه، دوره‌ای آغاز می‌شود، که این اندام‌ها و اندام زایشی یا ذخیره‌ای با هم رشد می‌کنند و در مرحله نهایی، تنها وزن اندام ذخیره‌ای با سرعت زیاد افزایش می‌یابد. در این پژوهش، عملکرد نهایی کاه، زیست توده و شلتوک در زمین ۱ به‌ترتیب برابر ۵۹۴۷/۳۳، ۹۹۰۱/۸۷ و ۳۹۵۳/۶۷ کیلوگرم در هکتار، در زمین ۲ به‌ترتیب برابر ۵۴۷۲/۳۳، ۹۱۴۳/۸ و ۳۶۷۱/۰۹ کیلوگرم در هکتار، در زمین ۳ به‌ترتیب برابر ۵۰۶۰/۳۳، ۸۵۶۷/۷۳ و ۳۵۰۷/۰۳ کیلوگرم در هکتار و در زمین ۴ به‌ترتیب برابر ۵۶۶۰/۲۱، ۹۴۰۲/۹۷ و ۳۷۴۱/۴۱ کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد.

در دوره ابتدایی بیشترین عملکرد اندام‌های گیاهی به‌ترتیب برگ و ریشه و کمترین میزان عملکرد مربوط به عملکرد ساقه گیاه است. پس از استقرار نشا گیاه برنج در زمین، ساقه گیاه با سرعت بیشتر نسبت به سایر اندام‌های گیاه برنج به رشد خود ادامه داده که این رشد ماده خشک ساقه تا اوایل دوره

رسیدگی ادامه و سپس کاهش یافت. با ظهور دانه برنج، عملکرد سایر اندام‌های گیاه تقریبا کاهش یا افزایش چشم‌گیری نداشتند و این موضوع تنها تفاوت میان برآورد مدل SWAP و مقدار اندازه‌گیری شده است. لیکن با نزدیک شدن به انتهای دوره رسیدگی، با کاهش بیشتر ماده خشک ساقه و برگ، نسبت ماده خشک ریشه با سرعت کمتری کاهش یافته و سرعت افزایش عملکرد شلتوک نیز افزایش یافت. زیست توده گیاه هم به صورت خطی در کل دوره رشد افزایش داشته است. عملکرد نهایی ریشه، ساقه، برگ، شلتوک، کاه و زیست توده زمین ۱ با استفاده از مدل SWAP به‌ترتیب برابر ۸۶۲، ۲۷۱۹، ۲۶۹۵، ۳۶۶۵، ۵۴۱۴ و ۹۰۷۹ کیلوگرم در هکتار، در زمین ۲ به‌ترتیب برابر ۷۷۱، ۲۹۷۰، ۲۳۴۹، ۳۲۹۱، ۵۳۱۹ و ۸۶۱۰ کیلوگرم در هکتار، در زمین ۳ به‌ترتیب برابر ۸۰۱، ۲۹۲۰، ۲۴۶۱، ۳۱۹۸، ۵۳۸۱ و ۸۵۷۹ کیلوگرم در هکتار و در زمین ۴ به‌ترتیب برابر ۷۹۹، ۲۷۸۰، ۲۳۶۵، ۳۵۴۱، ۵۱۴۵ و ۸۶۸۶ کیلوگرم در هکتار برآورد شد.



شکل ۱. عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده اندام‌های الف) ساقه، ب)ریشه، ج) برگ، د) شلتوک برنج در طی دوره رشد گیاه

جدول آماره‌های استفاده شده در ارزیابی عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP در شالیزارهای مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، همبستگی بسیار بالایی بین داده‌های عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP اندام‌های گیاه برنج

(ساقه، ریشه، برگ و شلتوک) وجود دارد. مقادیر میانگین مربعات خطا، نشان‌دهنده برآورد بسیار خوب و پراکنش مناسب مقادیر برآورد شده و اندازه‌گیری شده اندام‌های گیاه برنج در تمام زمین‌های مورد مطالعه است. درصد خطای مقایسه عملکرد اندام‌های گیاهی اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP نیز نمایان‌گر برآورد خوب مدل است. در مقایسه عملکردهای اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP، عملکرد برگ با میانگین درصد خطای ۷/۴۷ کم‌ترین خطا و عملکرد ریشه با میانگین مربعات خطای ۱۳/۳۷ درصد، دارای بیشترین خطای برآورد بود. در تمام زمین‌ها، مقدار جزئی بیش‌برآوردی عملکرد نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده مشاهده شده است. لیکن در نهایت با توجه به مقادیر بالای ضریب تبیین (R^2) و کارایی مدل (EF)، مدل SWAP از توانایی بسیار خوبی در برآورد دقیق عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج برخوردار بوده است.

جدول ۳. ارزیابی متغیرهای آماری مقادیر عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP در اندام‌های مختلف گیاه برنج

زمین	ساقه					ریشه					برگ					شلتوک				
	RMSE	nRMSE	CRM	EF	R^2	RMSE	nRMSE	CRM	EF	R^2	RMSE	nRMSE	CRM	EF	R^2	RMSE	nRMSE	CRM	EF	R^2
۱	۱۰۰/۰۳	۶/۹۶	۰/۰۶	۰/۹۶	۰/۹۹	۷۰/۳۸	۱۲/۱۰	۰/۱۰	۰/۸۳	۰/۹۸	۹۹/۵۳	۵/۸۷	۰/۰۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۱۷۱/۱۹	۹/۷۷	۰/۰۷	۰/۹۹	۰/۹۹
۲	۱۲۷/۰۲	۸/۶۹	۰/۰۷	۰/۹۷	۰/۹۹	۷۹/۸۶	۱۳/۶۴	۰/۱۲	۰/۹۰	۰/۹۷	۱۲۴/۹۸	۷/۲۶	۰/۰۶	۰/۹۸	۰/۹۸	۲۶۳/۳۹	۱۵/۵۸	۰/۱۳	۰/۹۹	۰/۹۸
۳	۲۰۰/۳۷	۱۳/۶۹	۰/۱۰	۰/۹۶	۰/۹۸	۸۵/۷۱	۱۴/۷۸	۰/۱۴	۰/۹۰	۰/۹۶	۱۴۸/۵۱	۸/۵۹	۰/۰۷	۰/۹۷	۰/۹۸	۲۱۸/۰۸	۱۳/۳۲	۰/۱۰	۰/۹۹	۰/۹۹
۴	۱۵۲/۲۴	۱۰/۴۷	۰/۰۸	۰/۹۷	۰/۹۸	۷۷/۱۷	۱۲/۹۶	۰/۱۲	۰/۹۱	۰/۹۸	۱۴۰/۶۶	۸/۱۹	۰/۰۶	۰/۹۷	۰/۹۸	۱۴۷/۷۰	۸/۵۷	۰/۰۶	۰/۹۹	۰/۹۹

نتیجه‌گیری

عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP در اندام‌های گیاه برنج (ساقه، ریشه، برگ و شلتوک) طی مراحل رشد افزایش یافته، بطوری‌که در ابتدای رشد، عملکرد برگ بیشتر از ساقه و ریشه بوده و با رشد گیاه، عملکرد ساقه در اوایل دوره زایشی با شیب زیادتری افزایش داشته است. با آغاز دوره رسیدگی گیاه، عملکرد ساقه از میزان عملکرد ریشه و برگ بیشتر شده است، لیکن با ظهور و افزایش عملکرد شلتوک، عملکرد سایر اندام‌های گیاه، حالت افزایشی خود را از دست داده و ثابت شده یا کاهش می‌یابند. در نهایت روند تغییرات عملکرد اندازه‌گیری شده و برآورد شده با مدل SWAP یکسان بوده و ارزیابی متغیرهای آماری بیانگر آن است که مدل SWAP از توانایی بالایی در برآورد عملکرد گیاه برخوردار بوده است. دقت مدل‌های شبیه‌ساز گیاهی به دقت داده‌های ورودی مدل مورد نظر بستگی دارد. اگر داده‌های ورودی با دقت بالا اندازه‌گیری شود، برآورد مدل‌سازی قابل اطمینان خواهد بود. با وجود این‌که تعداد ورودی‌های مدل SWAP زیاد است و تامین ورودی‌های مورد نیاز نیازمند اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای است، لیکن چنانچه پارامترهای ورودی مدل بطور دقیقی اندازه‌گیری شوند، نتایج حاصل از عملیات شبیه‌سازی، گویای اطلاعات کاربردی و مطلوبی از مزرعه است.

منابع

احمدی، ک.، قلی‌زاده، ح.ا.، عبادزاده، ح.ر.، حسین‌پور، ر.، عبدشاه، ه.، کاظمیان، آ. و رفیعی، و. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (جلد اول: محصولات زراعی). وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی کشور، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

امیری, ا.، رضایی، م.، یزدانی، م.ر. و رضوی‌پور، ت. ۱۳۸۶. ارزیابی کاربرد مدل SWAP جهت پیش‌بینی عملکرد برنج در شرایط خشکسالی. اولین همایش سازگاری با کم آبی، تهران، ماهنامه مهرآب.

امیری، ا. و م. رضایی، م. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات بهره‌وری آب در شالیزارهای گیلان. دومین همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان.

خادم‌پیر، م.، زینلی، ا.، سلطان، ا. و تورانی، م. ۱۳۹۳. بررسی شاخص سطح برگ، روند تجمع و تسهیم ماده خشک در دو رقم باقلا (*Vicia faba* L.) تحت تأثیر فاصلهٔ بین ردیف و تاریخ کشت. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی دانشگاه گنبد کاووس، ۱ (۳)، ۳۶-۱۵.

خاکساری، و.، موسوی، س.ع.ا.، چراغی، س.ع.م.، کامکار حقیقی، ا. و زند پارسا، ش. ۱۳۸۵. ارزیابی مدل‌های رایانه ای SWAP و LEACHC در آب-شویی مزرعه‌ای املاح خاک در منطقه چاه افضل یزد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰ (۲)، ۶۸-۵۷.

شهیدی، ع. و احمدی، م. ۱۳۹۴. آموزش تصویری مدلSWAP. انتشارات کلک زرین، تهران، ۱۶۸ صفحه.

نوابیان، م.، آقاجانی، م.، وظیفه دوست، م. و رضایی، م. ۱۳۹۰. ارائه رژیم بهینه آبیاری برنج تحت تنش شوری با استفاده از مدل SWAP. نشریه آب و خاک، ۶ (۲۵)، ۱۴۲۰-۱۴۱۳.

یاقوتی، ح.، پذیرا، ا.، امیری، ا. و مسیح آبادی، م.ح. ۱۳۹۷. کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش از دور برای تخمین عملکرد برنج. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۷ (۳)، ۶۹-۵۵.

رضایی، م. ۱۳۹۴. برآورد تاثیر تغییرات میزان کاربرد آب آبیاری بر بهره‌وری آب در سطح وسیع با استفاده از ترکیب داده‌های ماهواره‌ای و مدل DSSAT. رساله دکتری دانشکده مهندسی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

FAO. 1995. World rice information, issue NO 1. Rome, Italy.

Farshi, A.A., Feyen, J., Belman, S.C. and De wijngaert, K. 1987. Modeling of yield of winter wheat as a function of soil water availability. Agricultural Water Management, 12 (4), 323-339.

Feddes, R.A., Kowalik, P.J. and Zaradny, H. 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs, Pudoc, university of Wageningen, 189.

Hygen, J., Van Dam, J.C., Krose, J. and Wesseling, C. 1997. SWAP 2: users Guide: Input and Output manual. Wageningen Agricultural university and DLO Starting Centrum Wageningen.

Kabat, P., Van den, B.J. and Feddes, R.A. 1992. SWACROP: A water management and crop production simulation model. ICID Bulletin 92, 41 (2), 61-84.

Machado, S.E.D., Bynum, J., Archer, T.L., Lascano, R.J., Wilson, L.T., Bordovsky, J., Segarra, E., Bronson, K., Nesmith, D.M. and Xu, W. 2002. Spatial and temporal variability of corn growth and grain yield: Implication for sitespecific farming. Journal of Crop Science, 42, 1564-1576.

Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D. and Fereres, E. 2009. AquaCrop The FAO crop model to simulate yield response to water. concepts and underlying principles, Agronomy Journal, 101, 426-437.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil Physics and Plant Growth

Evaluation of SWAP model accuracy for estimating Hashemi rice variety yield

Pandi[*1], H., Asadi Kapourchal[2], S., Vazifedoust[3], M. Rezaei[4], M.

[1] M. Sc. Student, Soil Science Department, Faculty of Agricultural Sciences University of Guilan, Iran
[2] Assistant Prof., Soil Science Department, Faculty of Agricultural Sciences University of Guilan, Iran
[3] Assistant Prof., Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Sciences University of Guilan, Iran
[4] Research Assistant Prof., Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Abstract

The objective of this study was to evaluate the accuracy of SWAP agro-hydrology model for simulating the performance of various organs of Hashemi rice variety (root, stem, leaf and grain) during multiple stages of growth (vegetative, reproductive and ripening) and its comparison with measured values. For this purpose, an experiment was carried out in rice fields of rice research institute of Iran, Guilan, in 2017. To simulate the SWAP model, the required parameters (soil, water, Meteorology and plant) were introduced into the model. Fresh and dry weight of plant components (stem, leave, root and grain) were measured at 7 days intervals at different growth stages (including vegetative, reproductive, Ripening phase). Results indicated that there is a very high correlation (R^2> 0.9) between measured and estimated performance data of rice (stem, root, leaf and grain). Finally, trend of measured and estimated yield by the SWAP model are the same and the evaluation of statistics indicates that SWAP model has high accuracy in estimating the crop yield.

Keywords: Rice, Biomass, Simulation, Dry matter

[*] Corresponding author, Email: Olomekhak91@yahoo.com