نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴، ص. ۵۶ - ۴۹

Water Management in Agriculture
Vol. 2, No. 1, Spring and Summer 2015, p. 49 - 56

# بررسی عملکرد برنج تحت رژیم های مختلف آبیاری در یک دوره آمار هواشناسی طولانی‌مدت با مدل CropSyst

نرجس زارع[۱]، محمدرضا خالدیان[۲*]، نادر پیرمرادیان[۳]، مجتبی رضایی[۴]

## چکیده

مدل CropSyst ازجمله مدل‌های گیاهی است که در سال‌های اخیر موردتوجه محققین قرارگرفته است. از ویژگی‌های منحصربه‌فرد مدل CropSyst امکان شبیه-سازی عملکرد چند گیاه طی چند سال آماری است که امکان ارزیابی عملکرد گیاه در طولانی‌مدت را فراهم کرده است. این مدل پس‌ازآنکه برای سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶ در منطقه رشت، برای برنج مورد واسنجی و اعتبارسنجی قرار گرفت و دقت آن در رده عالی قرار گرفت (مقادیر به‌دست‌آمده Crm و nRMSE در سال اعتبارسنجی مربوط به عملکرد دانه گیاه برنج، به ترتیب ۰/۱۱ و ۹/۷ درصد بودند) به‌عنوان ابزاری برای یک ارزیابی بلندمدت آمار هواشناسی در مکان موردمطالعه مناسب دیده شد. پس از جمع‌آوری داده‌های طولانی‌مدت و معرفی آن‌ها به مدل، نتایج اجرای مدل ارائه شد. در این مطالعه، آبیاری‌های مختلفی توسط مدل شبیه‌سازی شد و مقدار محصول به‌دست‌آمده در طی سال‌های موردمطالعه تعیین شد. ازجمله عوامل مورد ارزیابی مقادیر بهره‌وری مصرف آب بر اساس تبخیر–تعرق به‌دست‌آمده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که بهره‌وری مصرف آب برای تمامی تیمارهای آبیاری، از ۰/۴۲ تا ۱/۰۱ کیلوگرم در مترمکعب متغیر بوده است. پس از بررسی خروجی‌های به‌دست‌آمده از مدل، تیمار آبیاری سه‌روزه به‌عنوان تیمار بهینه معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: آنالیز طولانی‌مدت، برنج، شبیه‌سازی، تیمارهای آبیاری

## مقدمه

روش‌های کمی برای پیش‌بینی رشد، نمو و عملکرد دانه گیاه با استفاده از برخی ضرایب ژنتیکی و متغیرهای محیطی، به‌عنوان تعریفی از مدل‌های گیاهی بیان می‌شود (Monteith, 1996). این مدل‌ها ازنظر ساختاری به دو گروه عمده نظری و تجربی تقسیم می‌شوند. گروه اول بر اساس اصول فیزیکی و فیزیولوژیکی و گروه دوم بر پایه توابع حاصل از اندازه‌گیری صحرایی و یا آزمایشگاهی استوارند. معمولاً مدل‌ها ترکیبی از هر دو گروه می‌باشند (Beker, 1996). مدل‌های رشد گیاهی با توجه به کاهش نیاز به بازدیدها و اندازه‌گیری‌های مستقیم مزرعه‌ای می‌توانند امر مدیریت آبیاری و کود دهی را تسهیل نماید. از طرفی اغلب به دلیل پیچیدگی و سختی درک و فهم این‌گونه مدل‌ها و در دسترس نبودن اطلاعات ورودی موردنیاز، استفاده از آن‌ها را به‌ویژه در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی که باید قبل از فصل کشت

۱دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری وزهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان، رشت، ایران ۲ * استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت و گروه مهندسی آب و محیط زیست پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر (*نویسنده مسئول Email: khaledian@guilan.ac.ir)۳ استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان، رشت، ایران۴ پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۲۵

صورت گیرد، دچار مشکل می‌کند (غلامی و پیرمرادیان، ۱۳۹۰). توسعه مدل CropSyst از اوایل دهه ۹۰ شروع شد. مدل‌های سیستم‌های گیاهی نیازمند ایجاد شرایط تناوب گیاهی بودند که تا قبل از این زمان برآورده نشده بود. همکاری مؤثر در میان محققان در مناطق مختلف دنیا، سیاست توزیع آزاد، همکاری فعال توسعه‌گراهای مدل‌ها و استفاده‌کنندگان در پروژه‌های خاص و همچنین توجه ویژه به طراحی نرم‌افزار باعث ایجاد انگیزه در توسعه و بهبود مدل‌ها به‌ویژه CropSyst گشته است. مدل CropSyst بر اساس مفاهیم مدل EPIC طراحی‌شده است که این مدل شامل فرآیندهای مختصاتی گسترده‌تر است تا رشد گیاه و اثر متقابل مدیریت‌ها و محیط اطراف را شبیه‌سازی کند. CropSyst با داشتن طراحی نرم‌افزاری قوی‌تر، از دو مدل EPIC و DSSAT متمایز گشته است. از ابتدای توسعه این مدل، تلاش برای ایجاد ترکیب تعادلی بین علوم و به‌کارگیری طراحی نرم-افزاری مناسب و کافی صورت گرفته است (Stockle et al., 2003).

پارامترهای هواشناسی یکی از مهم‌ترین پارامترهایی است که بر رشد، توسعه و میزان محصول گیاه تأثیر قابل‌توجهی دارند. با توجه به بخش-ها و ورودی‌های مختلف مدل CropSyst، امکان واسنجی سایر پارامترهای مؤثر بر گیاه در شرایط مختلف آب‌وهوایی وجود خواهد داشت ازجمله واسنجی عوامل مختلف هواشناسی. در این راستا پژوهشی در کشور سویس توسط کلین و همکاران (Klein et al., 2012) در خصوص بررسی تأثیر تغییرات آب‌وهوا بر کشاورزی در مقیاس‌های مکانی مختلف صورت گرفت. واسنجی مدل CropSyst در منطقه‌ای واقع در شمال کشور سویس اعمال شد. اعتبارسنجی مدل با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای درازمدت به همراه اطلاعات جزئی از کاربرد کود، نشان داد که در مناطق موردمطالعه، شبیه‌سازی تأثیر پارامترهای هواشناسی به‌طور مناسب انجام شد. برای بررسی بیش‌تر واسنجی صورت گرفته به منطقه‌ای با شرایط آب‌وهوایی خشک‌تر منتقل شد و با نتایج میزان محصول، با نتایج به‌دست‌آمده از واسنجی مجدد منطقه مقایسه شد. مشاهده شد که با در نظر گرفتن تأثیر تغییرات آب‌وهوایی، اختلافات به‌وضوح دیده خواهد شد.

در سال‌های اخیر این مدل در خصوص محصولات باغی نیز بکار گرفته‌شده است تا بتوان با پیش‌بینی وضعیت آب گیاه، برنامه‌ریزی آبیاری را انجام داد. مارسال و استوکل (Marsal and Stockle, 2012) پتانسیل آبی گیاه را با اندازه‌گیری تعرق درخت توسط تناسب قانون اهم پیش‌بینی کردند. در یک دوره شبیه‌سازی ۴۰ روزه، داده‌های پیش‌بینی و اندازه‌گیری شده پتانسیل‌های آب ساقه دارای همبستگی بالایی ($r^2$= 0.71) بود. در شبیه‌سازی‌های درازمدت (۷۵ روز) مقدار همبستگی کاهش یافت ($r^2$ = 0.61)؛ بنابراین مدل CropSyst در دوره‌های کوتاه‌تر از ۴۰ روز اطلاعات مناسبی را برای مدیریت کم-آبیاری درختان فراهم می‌کند.

با توجه به تحقیقی که بر اساس داده‌های یک دوره ۱۶ ساله (۲۰۰۱-۱۹۸۶) در مورد گیاه گندم زمستانه صورت پذیرفت، به محدودیت پارامترهای گیاهی مدل CropSyst در مورد این محصول اذعان شده است. پارامترهای تحت بررسی شامل ماده خشک، غلظت نیتروژن گیاه و جذب نیتروژن بودند که در مورد هر یک، nRMSEدر مراحل واسنجی و اعتبارسنجی مشخص شد که به ترتیب برابر ۳۰-۹ درصد و ۳۲-۱۷ درصد، ۱۰ درصد و ۴۰-۶ درصد و در نهایت ۲۸-۸ درصد و ۲۴-۹ درصد گزارش شدند. در این مقاله بیان‌شده است که با توجه به وجود اختلاف زیاد در سال‌های مختلف و سطوح کودی متفاوت، واسنجی صورت گرفته توسط مدل کافی می‌باشد (Bechini et al., 2006).

با توجه به کاربرد گسترده مدل CropSyst در مناطق مختلف دنیا و همچنین محدودیت‌های آبی که در سال‌های اخیر در استان گیلان اتفاق افتاده است، تصمیم گرفته شد که ارزیابی طولانی‌مدت زمانی روی محصول برنج صورت گیرد تا بتوان در پیش‌بینی میزان محصول در سال‌های متمادی آینده و انجام برخی برنامه‌ریزی‌های آبیاری لازم، گام بلندی برداشته شود. اهمیت کاربرد مدل روی سری طولانی‌مدت داده‌های هواشناسی ازنظر اهمیت دارد که تنوع سال‌ها اعم از ترسالی، خشک‌سالی و سال نرمال را در نظر می‌گیرد و بهترین مدیریت آبیاری

را مشخص می‌نماید؛ بنابراین هدف از این مطالعه، انجام آنالیز طولانی-مدت زمانی و بررسی برخی پارامترها در تعین میزان رضایت‌بخش بودن نتایج این تحقیق می‌باشد تا بتوان در مدیریت‌های آبیاری آینده این استان به کار گرفته شود. نتایج این تحقیق می‌تواند برای مدیریت شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود موردتوجه شرکت آب منطقه‌ای گیلان و تشکل‌های آب‌بران منطقه قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش، در اراضی شالیزاری موسسه تحقیقات برنج کشور، واقع در شهرستان رشت، با مختصات جغرافیایی ″۱۹ ′۱۲ °۳۷ عرض شمالی و ″۲۸ ′۳۸ °۴۹ طول شرقی در ارتفاع ۲۴/۶ متری از سطح دریا، انجام شد. اقلیم منطقه رشت بر اساس طبقه‌بندی روش دومارتن در یک دوره آماری ۵۰ ساله (۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵) بسیار مرطوب تعیین شد. در این دوره آماری دمای رشت از ۱۳/۳ تا ۱۷/۲ درجه سلسیوس با میانگین ۱۵/۹ درجه سلسیوس و محدوده تغییرات رطوبت نسبی متوسط از ۷۵ تا ۸۷ درصد با میانگین رطوبت نسبی ۸۱ درصد بود. همچنین میانگین بارش سالیانه ۱۳۵۹ میلی‌متر در دوره آماری فوق بود.

اطلاعات موردنیاز برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل از آزمایش‌های مزرعه‌ای که در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در موسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) انجام‌گرفته است، استخراج شد. از بین سه سال گفته‌شده، دو سال (۱۳۸۴ و ۱۳۸۵) برای واسنجی و سال آخر (۱۳۸۶) برای اعتبارسنجی مدل در نظر گرفته شدند. مقدار کود اعمالی معادل ۴۵ کیلوگرم در هر هکتار بوده است.

پس اینکه کارایی مدل مورد تأیید قرار گرفت و با توجه به توانایی مدل برای شبیه‌سازی چند سال آماری، لازم دانسته شد که یک ارزیابی طولانی‌مدت (از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۳) روی مدل انجام شود؛ بنابراین پس از استخراج داده‌های هواشناسی شامل بارندگی، دمای حداقل و حداکثر، رطوبت نسبی حداقل و حداکثر، سرعت باد و در نهایت تشعشع طول‌موج کوتاه، به‌عنوان پارامترهای ورودی به مدل معرفی و در طی سال‌های بیان‌شده پارامترهای مختلف شبیه‌سازی شد. در این آزمایش، چهار تیمار مختلف آبیاری شامل غرقاب، دورهای آبیاری سه، چهار و پنج‌روزه برای مدل تعریف و مقادیر عملکرد دانه گیاه برنج در هر تیمار شبیه‌سازی شد.

برای ارزیابی مقادیر شبیه‌سازی‌شده در تمامی تیمارها، از بهره‌وری مصرف آب استفاده شد. بهره‌وری مصرف آب ($kg\ m^{-3}$) از نسبت میزان عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$) و تبخیر–تعرق حاصل می‌شود.

$$\text{بهره‌وری مصرف آب (WP)} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{تعرق–تبخیر}} \quad (۱)$$

## نتایج و بحث

با توجه به شبیه‌سازی انجام‌شده در سال‌های واسنجی و اعتبارسنجی توسط مدل CropSyst، نتایج آن در جدول ۱ ارائه‌شده است. در این جدول مقادیر ماده خشک و عملکرد دانه در طی سال‌های مختلف مورد ارزیابی، شبیه‌سازی شد و با مقادیر به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای با استفاده از شاخص‌های آماری Crm و nRMSE مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن است که کارایی مدل در رده عالی (nRMSE<10%) قرار دارد.

پس‌ازآنکه نتایج مدل قابل‌قبول بود، بر اساس مقادیر واسنجی شده، یک آنالیز طولانی‌مدت صورت گرفت. جدول ۲ نتایج مقادیر بهره‌وری مصرف آب در ارزیابی موردنظر در چهار تیمار آبیاری را نشان می‌دهد. این تیمارها شامل آبیاری غرقاب، آبیاری سه‌روزه، چهار روزه و پنج‌روزه است. حداکثر مقدار بهره‌وری آب در بین تمامی تیمارها ۱/۰۱ و حداقل آن ۰/۴۲ است. در یک نگاه کلی به جدول ۲ و مقایسه بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای مختلف هر سال، بالاترین مقادیر بهره‌وری مصرف آب تعیین شد؛ بنابراین مشخص شد که در ۳۴ درصد داده‌ها،

مقدار حداکثر مربوط به آبیاری غرقاب، ۳۱ درصد آن مربوط به آبیاری با دور ۳ روزه، ۷ درصد آن مربوط به آبیاری ۴ روزه و ۲۸ درصد باقی‌مانده به آبیاری ۵ روزه مربوط بوده است.

**جدول۱- مقادیر شبیه‌سازی و مشاهده‌شده ($kg\ ha^{-1}$) در سال‌های زراعی مختلف**

| | Crm | RMSE ($kg\ ha^{-1}$) | nRMSE (%) |
|---|---|---|---|
| **واسنجی (۱۳۸٤ و ۱۳۸۵)** | | | |
| ماده خشک نهایی | ۰/۰۱ | ۶۵۹ | ۸/۳ |
| عملکرد دانه | ۰/۰۶ | ۳۳۱ | ۹/۳ |
| **اعتبار سنجی (۱۳۸٦)** | | | |
| ماده خشک نهایی | ۰/۰۳ | ۷۲۲ | ۹/۶ |
| عملکرد دانه | ۰/۱۱ | ۳۳۶ | ۹/۷ |

با توجه به اینکه بهره‌وری مصرف آب، تحت تأثیر توأمان عملکرد محصول و مقدار تبخیر-تعرق می‌باشد، ممکن است به‌طور مثال، درعین‌حال که میزان تبخیر-تعرق افزایش‌یافته، مقدار عملکرد محصول نیز افزایش یابد و تغییری در بهره‌وری مصرف آب ایجاد نشود؛ بنابراین برای قضاوت درست‌تر، بهتر است تغییرات میزان عملکرد و تبخیر-تعرق نیز بررسی شوند تا دلیل رفتار بهره‌وری مصرف آب مشخص شود.

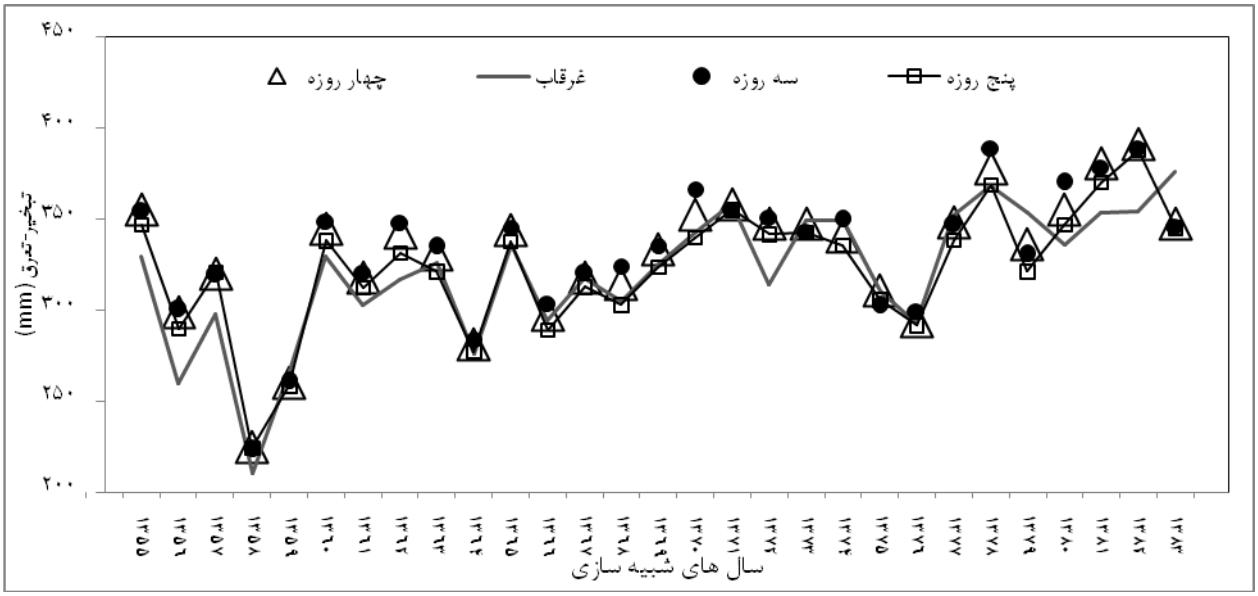
در شکل ۱ میزان عملکرد دانه تیمارهای مختلف در هر سال مقایسه شده است. از بین تمامی سال‌های شبیه‌سازی، در ۳۸ درصد موارد، بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به آبیاری غرقاب، ۱۴ درصد آن مربوط به آبیاری چهار روزه، ۳۸ درصد آن مربوط به آبیاری ۳ روزه و ۱۰ درصد آن به آبیاری پنج‌روزه برمی‌گردد. بر اساس شکل ۲ که مقادیر تبخیر-تعرق تیمارها نشان داده‌شده است، مشاهده می‌شود که کم‌ترین مقدار تبخیر-تعرق مرتبط با آبیاری غرقاب است و تبخیر-تعرق سه تیمار دیگر، به هم نزدیک هستند و مقادیری بالاتر از غرقاب دارند. میانگین‌های تبخیر-تعرق تیمار آبیاری غرقاب، سه‌روزه، چهار روزه و پنج‌روزه در تمامی سال‌ها، به ترتیب ۳۲۱، ۳۳۲، ۳۳۰ و ۳۲۳ میلی‌متر به دست آمدند. مقادیر تبخیر-تعرق آبیاری‌های سه، چهار و پنج‌روزه با یک‌روند منطقی، به‌صورت نزولی می‌باشد اما مشاهده می‌شود که مقدار تبخیر-تعرق آبیاری غرقاب برخلاف انتظار پایین‌تر از سایرین می‌باشد. دلیل این امر ممکن است در نحوه اعمال آبیاری غرقاب در مدل باشد که در عین اعمال عمق آبیاری بیش‌تر، تبخیر-تعرق کم‌تری دیده‌شده است؛ اما باوجود اختلاف مشاهده‌شده، مقادیر تبخیر-تعرق حاصله به یکدیگر نزدیک می‌باشند.

در یک ارزیابی کلی و در نظر گرفتن روند تغییرات بهره‌وری مصرف آب، می‌توان آبیاری سه‌روزه را پیشنهاد کرد. دلیل این انتخاب این است که باوجود بالا بودن مقدار تبخیر-تعرق همچنان بهره‌وری مصرف آب بالایی دارد که این موضوع دستیابی به عملکرد بالا را نشان می‌دهد.

**جدول ۲- برآورد مقادیر بهره‌وری آب در تیمارهای مختلف آبیاری در طول سال‌های مختلف مورد آنالیز**

| سال‌های آنالیز | بهره‌وری آب ($WP_{ET}$) بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب | | | |
|---|---|---|---|---|
| | غرقاب | ۳ روزه | ۴ روزه | ۵ روزه |
| ۱۳۵۵ | ۰/۹۶ | ۰/۹۹ | ۱/۰۰ | ۱/۰۱ |
| ۱۳۵۶ | ۰/۷۹ | ۰/۷۱ | ۰/۷۲ | ۰/۷۴ |
| ۱۳۵۷ | ۰/۵۵ | ۰/۴۶ | ۰/۴۶ | ۰/۴۸ |
| ۱۳۵۸ | ۰/۷۸ | ۰/۷۷ | ۰/۸۰ | ۰/۷۹ |
| ۱۳۵۹ | ۰/۹۴ | ۰/۹۴ | ۰/۹۴ | ۰/۹۵ |
| ۱۳۶۰ | ۰/۸۲ | ۰/۸۴ | ۰/۸۶ | ۰/۸۷ |
| ۱۳۶۱ | ۰/۸۵ | ۰/۷۸ | ۰/۷۹ | ۰/۸۱ |
| ۱۳۶۲ | ۰/۷۶ | ۰/۷۹ | ۰/۸۰ | ۰/۷۹ |
| ۱۳۶۳ | ۰/۸۰ | ۰/۷۳ | ۰/۷۴ | ۰/۷۹ |
| ۱۳۶۴ | ۰/۸۲ | ۰/۹۱ | ۰/۸۹ | ۰/۸۷ |
| ۱۳۶۵ | ۰/۸۶ | ۰/۸۱ | ۰/۸۴ | ۰/۸۹ |
| ۱۳۶۶ | ۰/۷۹ | ۰/۸۱ | ۰/۸۰ | ۰/۷۷ |
| ۱۳۶۷ | ۰/۸۷ | ۰/۹۰ | ۰/۹۵ | ۰/۹۹ |
| ۱۳۶۸ | ۰/۷۸ | ۰/۷۹ | ۰/۷۶ | ۰/۷۵ |
| ۱۳۶۹ | ۰/۸۵ | ۰/۸۱ | ۰/۸۶ | ۰/۹۱ |
| ۱۳۷۰ | ۰/۶۵ | ۰/۶۸ | ۰/۶۶ | ۰/۶۶ |
| ۱۳۷۱ | ۰/۶۶ | ۰/۵۷ | ۰/۶۱ | ۰/۶۳ |
| ۱۳۷۲ | ۰/۵۵ | ۰/۵۹ | ۰/۵۶ | ۰/۵۵ |
| ۱۳۷۳ | ۰/۷۲ | ۰/۶۵ | ۰/۷۰ | ۰/۷۲ |
| ۱۳۷۴ | ۰/۶۵ | ۰/۷۵ | ۰/۷۰ | ۰/۷۲ |
| ۱۳۷۵ | ۰/۸۱ | ۰/۶۴ | ۰/۷۳ | ۰/۷۴ |
| ۱۳۷۶ | ۰/۸۵ | ۱/۰۱ | ۰/۹۳ | ۰/۹۴ |
| ۱۳۷۷ | ۰/۷۰ | ۰/۶۰ | ۰/۶۶ | ۰/۶۷ |
| ۱۳۷۸ | ۰/۶۲ | ۰/۷۲ | ۰/۶۸ | ۰/۷۱ |
| ۱۳۷۹ | ۰/۶۴ | ۰/۵۰ | ۰/۵۶ | ۰/۵۷ |
| ۱۳۸۰ | ۰/۸۰ | ۰/۹۳ | ۰/۹۱ | ۰/۹۳ |
| ۱۳۸۱ | ۰/۵۹ | ۰/۴۲ | ۰/۴۶ | ۰/۴۸ |
| ۱۳۸۲ | ۰/۶۳ | ۰/۶۳ | ۰/۶۲ | ۰/۶۲ |
| ۱۳۸۳ | ۰/۶۵ | ۰/۵۳ | ۰/۵۷ | ۰/۵۸ |
| میانگین | ۰/۷۵ | ۰/۷۳ | ۰/۷۴ | ۰/۷۶ |

**شکل ۱- مقایسه مقادیر عملکرد دانه ($kg\ ha^{-1}$) در تمامی تیمارهای هر سال**




**شکل ۲- مقایسه تبخیر-تعرق (mm) در چهار تیمار آبیاری**

## نتیجه‌گیری کلی

مدل‌های گیاهی بسیاری در جهان در مدیریت‌های آبی و کودی مورداستفاده قرار می‌گیرند. مدل استفاده‌شده در این پژوهش، مدل CropSyst است که با توجه به ویژگی چندساله آن، به ارزیابی سناریوی طولانی‌مدت آبیاری پرداخته شد. با آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده از بهره‌وری مصرف آب در طی سال‌های متمادی و تحت آبیاری‌های مختلف، مشخص شد که بهینه‌ترین مدیریت آبیاری، آبیاری با دور سه روز است. این نتیجه با توجه به بهره‌وری مصرف آب بالاتر و داشتن عملکرد محصول بیش‌تر بوده است. دشت گیلان بیشتر توسط شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود آبیاری می‌شود و علیرغم بارندگی فراوان در استان به دلیل پراکنش نامناسب زمانی و عدم تطابق با فصل کشت برنج منبع اصلی تأمین آب کشاورزی به شمار می‌رود که سرچشمه‌های آن در خارج استان هستند. در سال‌های اخیر آورد رودخانه در محل سد سفیدرود به نصف تقلیل یافته است لذا مدیریت درست آبیاری و کاهش هدر رفت آب امری ضروری است. یکی از شیوه‌های قابل توصیه در منطقه به‌جای روش سنتی غرقاب دائم استفاده از روش آبیاری تناوبی است که ضمن حفظ سطح اقتصادی عملکرد سبب کاهش چشمگیر مصرف آب و درنتیجه بهبود بهره‌وری آب می‌شود. برای تعیین دور آبیاری مناسب نیاز به آزمایش‌های طولانی‌مدت مزرعه‌ای است که زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد از طرفی ممکن است جواب‌ها تحت تأثیر نوع سال ازنظر ترسالی یا خشک‌سالی قرار گیرد. در مقابل استفاده از مدل‌ها روی آمار بلندمدت هواشناسی ارزان‌تر و سریع‌تر می‌باشد. لذا پژوهش حاضر با استفاده از مدلی که صحت‌سنجی شده بود روی آمار موجود انجام شد تا بهترین دور آبیاری تناوبی مشخص گردد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند برای کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای برای توزیع مناسب آب در شبکه آبیاری و همچنین کشاورزان برای مدیریت آبیاری مفید باشد. توصیه می‌شود که در صورت امکان، تیمارهای کودی مختلف نیز در یک ارزیابی مناسب، موردمطالعه قرار گیرند تا بتوان مدیریت‌های بهینه کودی را نیز مشخص شود.

## مراجع


غلامی، ع.ر و پیرمرادیان، ن. ۱۳۹۰. واسنجی یک مدل ساده (VSM) جهت پیش‌بینی عملکرد ذرت تحت مدیریت‌های مختلف آب و نیتروژن. نشریه آب‌وخاک. جلد ۲۵، شماره ۲. صفحه ۲۶۵-۲۵۸.

Bechini, L., S. Bocchi, T. Maggiore and R. Confalonieri. 2006. Parameterization of a crop growth and development simulation model at sub-model components level. An example for winter wheat (Triticum aestivum L.). Environmental Modelling & Software. 21: 1042-1054.

Marsal, J. and C. O. Stockle. 2012. Use of CropSyst as a decision support system for scheduling regulated deficit irrigation in a pear orchard. Irrig Sci. 30: 139–147.

Montuith, J. L. 1996. The quest for balance incrop modeling. Agronomy Journal. 88: 695-697

Beker, J. M. 1996. Use and abuse of crop simulation models. Agronomy Journal. 88: 689.

Klein, T., P. Calanca, A. Holzkamper, N. Lehmann, A. Roesch and J. Fuhrer. 2012. Using farm accountancy data to calibrate a crop model for climate impact studies. Agricultural Systems. 111: 23–33.

Raza, A., J. K. Friedel, A. Moghaddam, M. R. Ardakani, W. Loiskandl, M. Himmelbauer and G. Bodner 2013. Modeling growth of different lucerne cultivars and their effect on soil water dynamics. Agricultural Water Management. 119: 100– 110.

Stöckle C.O., Donatelli M., and Nelson R. 2003. CropSyst, A cropping system simulation model. European Journal of Agronomy, 18(3-4):289-307

Water Management in Agriculture
Vol. 2, No. 1, Spring and Summer 2015, p. 49 - 56

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۲، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۴، ص. ۵۶ - ۴۹

# Assessment of rice yield under different irrigation treatments over a long-term weather data with CropSyst model

**N. Zare[1], M. Khaledian[2*], N. Pirmoradian[3], M. Rezaei[4]**

**Abstract**

CropSyst model is one of crop models that is being used by researcher in recent years. One of the unique characteristics of CropSyst model is a multi-crop and multi-year that provides long time analysis. This model is used for long time assessment after excellent calibration and validation in Rasht in 2005-2007 (measurement of Crm and nRMSE on validation year for rice were 0.11 and 9.7%, respectively). Results of running model were presented after collection data of determined years. In this study, different irrigation treatments were simulated and yield of each treatment was determined. Water productivity based on evapotranspiration was used in assessment. Because of results water productivity were variable in 0.42 to 1.01 kg m-3. Three day irrigation treatment was selected as optimum treatment after analyzing of model outputs.

**Keywords:** Irrigation treatments, Long time analysis, Rice, Simulation**.**

[1] MSc. Student, Irrigation and drainage, University of Guilan,

[2]Assistant professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht and Dept. of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center, Rasht, Iran. *- ( Corresponding author Email: khaledian@guilan.ac.ir)

[3] Assistant professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

[4] Rice Research Institute, Rasht, Iran

Received: July 8, 2015
Accepted: November 16, 2015