مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص ۴۰-۲۹

ارزیابی سناریوهای افزایش بهره‌وری مصرف آب گندم دیم در حوزه کرخه با استفاده از آنالیزهای مدیریتی مدل رشد گیاهی CropSyst

رضوانه مؤمنی [*۱]، سید محمودرضا بهبهانی [۲]، محمد هادی نظری‌فر [۳] و بهزاد آزادگان [۴]

(E-mail: rhmomeni@gmail.com)

(تاریخ دریافت: ۸۷/۳/۵ – تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۲)

چکیده

بهره‌وری آب تابعی از عملکرد گیاه و عملیات مدیریتی است. تعیین سطوح متفاوت عملکرد از طریق آزمایش‌های مزرعه‌ای مشکل است. لذا، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی راهکاری است که امکان بررسی بیلان آبی، شبیه‌سازی فرآیند رشد و مطالعه سناریوهای مختلف مدیریتی را فراهم می‌نماید. استفاده از مدل رشد گیاهی CropSyst برای آنالیز بهره‌وری آب، به عنوان شاخصی از راندمان مصرف آب در مقیاس حوزه و بررسی سناریوهای مدیریتی در حوزه کرخه در غرب ایران مطالعه شد. وسیع بودن دامنه کارایی مصرف آب در منطقه (۰/۲۷ تا ۰/۴۵) امکان افزایش تولیدات کشاورزی با مصرف آب کمتر را نشان می‌دهد. نتایج بررسی توسط مدل نشان داد که رسیدن رطوبت اولیه خاک به حد ظرفیت زراعی (حدود ۱۹/۶ درصد)، عدم جمع‌آوری کل باقیمانده گیاهی از روی زمین، بارندگی و تاریخ کشت زودهنگام نسبت به روش مرسوم در منطقه و تعداد بذر (۳۰۰ عدد در مترمربع) در افزایش بهره‌وری آب و عملکرد مؤثر می‌باشند.

کلمات کلیدی: ایران (حوزه کرخه)، بهره‌وری مصرف آب، گندم دیم، CropSyst

---

۱ – کارشناس پژوهشی گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران – ایران **(نویسنده مسئول مکاتبه[*])**

۲ – دانشیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران – ایران

۳ – کارشناس پژوهشی گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران – ایران

۴ – استادیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران – ایران

مقدمه

آب منبعی محدود و در عین حال ضروری برای جوامع بشری و سیستم‌های اکولوژیکی وابسته به آن می‌باشد. با رشد جمعیت و توسعه اقتصادی در بسیاری از کشورها و مناطق جهان، این منبع باارزش به شکلی فزاینده رو به کاهش است. بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده آب جهت تولید غذای بیشتر با آب کمتر با چالش مواجه می‌باشد. در چنین شرایطی، نیاز به افزایش بهره‌وری آب محصول است که به صورت کسر عملکرد بر روی تبخیر و تعرق واقعی تعریف می‌شود (۱۳). بهره‌وری آب تابعی از فاکتورهای مختلف از جمله کمبود فشار بخار آب اتمسفر، حاصل‌خیزی خاک، آبیاری، آفت و کنترل بیماری می‌باشد (۱۶). به عنوان یک قاعده، هر فاکتور مدیریتی که منجر به افزایش عملکرد گیاهی شود، بهره‌وری آب را نیز افزایش می‌دهد زیرا معمولاً تبخیر و تعرق درمقایسه با عملکرد، واکنش کمتری به تغییر این فاکتورها نشان می‌دهد. جهت بهینه‌سازی عملیات مدیریتی در محیط‌های متغیر از مدل‌های گیاهی استفاده می‌شود که کاربرد آن در برون‌یابی نتایج حاصل مفید می‌باشد. مدل به عنوان ابزاری تحلیل‌گر برای مطالعه اثر مدیریت سیستم‌های کشت روی حاصل‌خیزی محصول و محیط عمل می‌کند. برای این منظور، اغلب مدل‌های گیاهی به شبیه‌سازی بودجه آبی خاک، فنولوژی گیاه، تولید بیوماس، عملکرد محصول و غیره می‌پردازند. نخستین مدل‌های رشد محصول که اغلب مورد استفاده محققین کشاورزی بود، در طول دهه ۱۹۷۰ وارد بازار شد. از جمله این مدل‌ها می‌توان به EPIC، SUCROS، CERES و CROPGRO اشاره کرد (۹). مدل رشد گیاهی CropSyst نمونه‌ای جامع از یک مدل شبیه‌سازی می‌باشد که تاکنون در بسیاری از مناطق دنیا مورد استفاده قرار گرفته است (۱۷). در شرق واشنگتن، شبیه‌سازی‌های مصرف آب گندم بهاره و زمستانه و عملکرد در تناوب آیش گندم با استفاده از عملیات شخم و شیار متفاوت و مدیریت باقیمانده در یک دوره شش ساله نشان‌دهنده تشابه ساختار آماری داده‌های شبیه‌سازی شده با مدل CropSyst و مقادیر میدانی بود (۱۵). برای سیستم‌های کشت مختلف در منطقه‌ای در جنوب ایتالیا، به‌جز تخمین‌های محتوای آب خاک در انتهای تابستان، ارزیابی بیلان آبی در CropSyst کارایی خوبی را نشان داد (۱۹). تحقیقاتی نیز در مورد بهبود بهره‌وری آب در مناطق دیم غرب آسیا و شمال آفریقا صورت گرفته است (۱۴). همچنین در پنجاب پاکستان آنالیز بهره‌وری آب سیستم کشت برنج – گندم، در مقیاس مزرعه‌ای انجام گرفته و نتایج نشان داد که تفاوت در میزان مصرف آب، تاریخ کشت، کاربرد کود، کیفیت خاک و شرایط اجتماعی – اقتصادی و مقدار و زمان بارندگی موجب تغییرپذیری بهره‌وری آب می‌شود (۸). در مطالعه‌ای با مقایسه اثر سه رژیم آبیاری، براساس کسرهای متفاوت رطوبت در لایه‌های بالایی خاک منطقه توسعه ریشه سه رقم گندم بهاره، نتیجه‌گیری شد که حداکثر بهره‌وری آب با انجام آبیاری در صورت مصرف ۵۰ تا ۶۰ درصد کل آب قابل استفاده خاک لایه پایینی به‌دست می‌آید (۱۲). در مطالعه‌ای دیگر نیز رابطه میان آبیاری، تبخیر و تعرق، رشد گیاه و بهره‌وری آب در یک تناوب گندم – ذرت بررسی و مشاهده شد که با کاهش میزان تبخیر از طریق استفاده از مالچ، آب آبیاری مصرفی به میزان ۸۰۰ مترمکعب کاهش و درنتیجه آن بهره‌وری آب افزایش یافت. یک آزمایش دو ساله در ناحیه جنوب گریت پلاین (Great Plains) نشان داد که افزایش میزان آب مصرفی سبب کاهش بهره‌وری مصرف آب گیاه ذرت علوفه‌ای گردید (۱۸). در سال‌های اخیر، مطالعات مفیدی با هدف بازبینی و بررسی مقادیر این پارامتر در نقاط مختلف دنیا صورت گرفته است. بررسی‌ها نشان داد که بهبود شیوه‌های مدیریتی آب و خاک در سال‌های اخیر موجب افزایش مقدار بهره‌وری آب گردیده است. هدف این مطالعه، استفاده از مدل

رشد گیاهی CropSyst برای بررسی سناریوهای افزایش بهره‌وری مصرف آب گندم دیم در حوزه کرخه می‌باشد.

مواد و روشها

مدل رشد گیاهی CropSyst

نرم‌افزار CropSyst برای شبیه‌سازی سیستم‌های کشت چند ساله، چند محصوله، با گام زمانی روزانه و برای تحلیل اثر اقلیم، خاک و مدیریت در بهره‌وری سیستم‌های کشت و محیط تهیه شده است. این نرم‌افزار بیلان آب خاک، مقدار ازت گیاه – خاک، فنولوژی محصول، سطح سایه‌انداز گیاه و رشد ریشه، تولید بیوماس، عملکرد محصول، تولید و تجزیه باقیمانده، فرسایش آبی خاک و شوری را شبیه‌سازی می‌کند. این فرایندها تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، مشخصات خاک و گیاه و گزینه‌های مدیریتی سیستم‌های کشت (تناوب محصول، انتخاب نوع شخم و شیار، آبیاری، مقدار کود ازته، شوری آب آبیاری و خاک، عملیات کشت و مدیریت مواد باقیمانده) قرار می‌گیرند. ویرایش‌گر پارامتر CropSyst، شبیه‌ساز سیستم‌های کشت (CropSyst model)، مولد داده‌های آب و هوایی (ClimGen)، همکار شبیه‌سازی (GIS-CropSyst ArcCS)، ابزار آنالیز حوزه آبخیز (CropSyst Watershed) و چندین برنامه مفید دیگر، از مؤلفه‌های مهم مجموعه CropSyst می‌باشند.

برآورد عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب در مدل

رشد محصول، رشد در سطح کل گیاه و اندام‌های آن با روش اولر و با گام زمانی روزانه توسط نرم‌افزار، شبیه‌سازی می‌شود (۱۷). در این مدل، میزان آب شامل بارش، آبیاری، رواناب، برگاب، نفوذ آب، توزیع مجدد آب در پروفیل خاک، فرونشت عمقی، تبخیر و تعرق گیاه است. توزیع مجدد آب در خاک با روش حل عددی معادله جریان خاک ریچارد شبیه‌سازی می‌شود (۱۰). همچنین برای محاسبه تبخیر – تعرق گیاه مرجع (ET_0) از دو گزینه مدل پنمن – مانتیث و مدل پریستلی – تیلور استفاده می‌شود. شبیه‌سازی عملکرد نیز به کل بیوماس تجمعی در بلوغ فیزیولوژیکی (B_{PM}) و شاخص برداشت (HI) بستگی دارد که از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$Y = B_{PM} HI \quad (۱$$

$$\text{HI} = \frac{\text{عملکرد قابل برداشت}}{\text{بیوماس روی سطح زمین}}$$

در این فرمول، Y عملکرد (kgm^{-2}) و واحد B_{PM} نیز kgm^{-2} می‌باشد. شاخص برداشت نیز بر مبنای یک شاخص در حالت عدم تنش تعیین می‌شود.

بهره‌وری آب (WP) به عنوان جرم فیزیکی یا ارزش اقتصادی محصول حاصل از آب مصرفی (جریانات ورودی ناخالص، جریان ورودی خالص، آب تخلیه شده، فرآیند تخلیه آب و یا آب در دسترس) تعریف می‌شود که از فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$\text{WP} = \frac{\text{عملکرد محصول}}{\text{مقدار آب مصرف شده}} \quad (۲$$

داده‌های مورد استفاده

داده‌های موردنیاز از هفت طرح اجرا شده توسط مراکز تحقیقاتی در سطح کل منطقه با سناریوهای مدیریتی مختلف استخراج گردید (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷). موقعیت حوزه رودخانه کرخه در شکل (۱) ارائه شده است.

اعتباریابی و کالیبراسیون مدل

کالیبراسیون مدل باتوجه به داده‌های حاصل از اجرای طرح‌های آزمایشی و زیر برنامه Crop Calibration نسخه ۴/۰۴/۱۳ مدل CropSyst انجام شد. از روشهای رگرسیون خطی، شاخص توافق ویلموت (d)، ریشه میانگین مربعات خطا و انحراف استاندارد کل (GSD) نیز برای آنالیز کارایی مدل استفاده شد.

بررسی سناریوهای مدیریتی افزایش بهره‌وری آب

بهره‌وری آب تابعی از عملکرد گیاه و عملیات مدیریتی است. روشهای متعددی برای افزایش بهره‌وری آب وجود دارد که می‌تواند از عملیات در تراز مزرعه تا سطح حوزه متغیر باشد. در این مطالعه، موارد زیر درنظر گرفته شد:

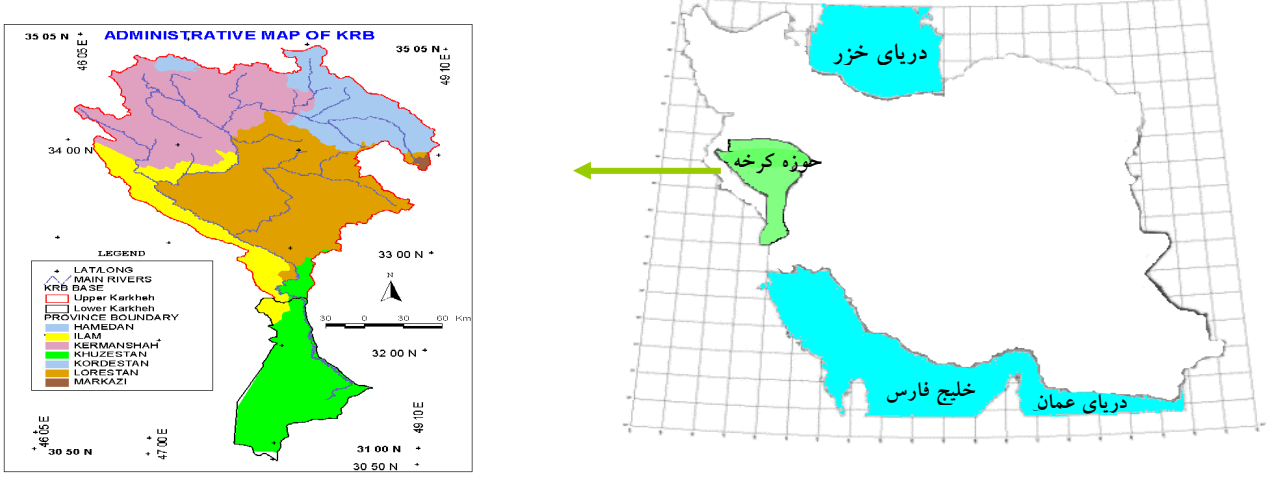
۱ – اثر رطوبت اولیه ذخیره شده در خاک: شبیه‌سازی برای دو حالت تر (ظرفیت زراعی) و خشک با درنظر گرفتن شرایط رطوبت اولیه خاک قبل از بذرپاشی در عمق ۳۰ سانتی‌متری، در دو حالت ۵۰ درصد آب قابل دسترس و ظرفیت زراعی انجام شد تا مزیت فراهم کردن آب قبل از بذرپاشی در فصل‌های خشک ارزیابی شود.

۲ – اثر باقیمانده‌های گیاهی در حفظ رطوبت خاک: برای شبیه‌سازی، تأثیر میزان ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد بقایای گندم تحت عملیات خاک‌ورزی دیسک تا عمق ۱۲ اینچ بر عملکرد، رطوبت خاک و تبخیر از سطح خاک بررسی شد.

۳ – اثر مقدار و زمان بارش بر عملکرد محصول: مقدار و زمان بارندگی نیز عامل مهمی است که بر عملکرد گندم دیم تأثیر دارد. این سناریو برای مدل تعریف و ارزیابی شد.

۴ – اثر تاریخ کشت: برای تعیین تاریخ کشت مناسب در سطح مورد مطالعه، سه زمان کشت زودهنگام، رایج و با تأخیر با فاصله زمانی ۱۰ روزه و برای یک دوره طولانی (۸۱–۱۳۳۹) شبیه‌سازی شد.

۵ – اثر تعداد بذر در واحد سطح بر عملکرد: مقادیر مختلف تعداد بذر در واحد سطح (۴۵۰، ۴۰۰، ۳۵۰، ۲۵۰ و ۲۰۰ بذر در مترمربع) برای بررسی تعداد مناسب در سطح مورد مطالعه، بررسی و از تابع توزیع تجمعی و عملکرد دانه شبیه‌سازی شده برای یک دوره طولانی (۸۱–۱۳۳۹) برای تعیین گزینه‌های مناسب استفاده شد.



شکل ۱ – نقشه موقعیت حوزه رودخانه کرخه

نتایج و بحث

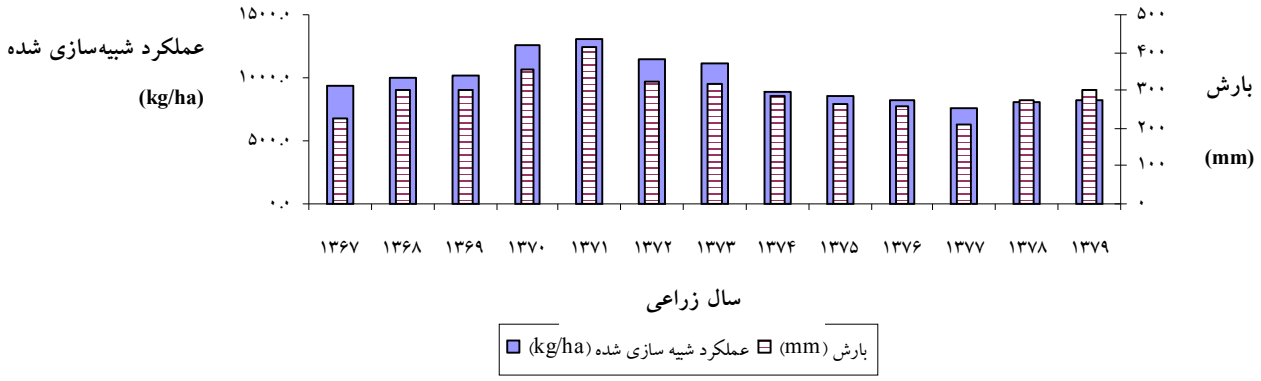
نتایج ارزیابی مدل گیاهی CropSyst

کمترین حد RMSE و GSD، عدد صفر است که سازگاری کامل را بین مقادیر تولید شده و واقعی نشان می‌دهد. شاخص ویلموت نیز بین صفر و یک متغیر بوده و مقدار یک دلالت بر توافق کامل دارد. مقایسه نتایج خروجی مدل و داده‌های واقعی عملکرد در محدوده مورد مطالعه براساس پارامترهای آماری، همبستگی بسیار خوبی را نشان داد (d = ۱/۰۰۰، GSD = ۰/۰۱۸ و RMSE = ۰/۰۳۹).

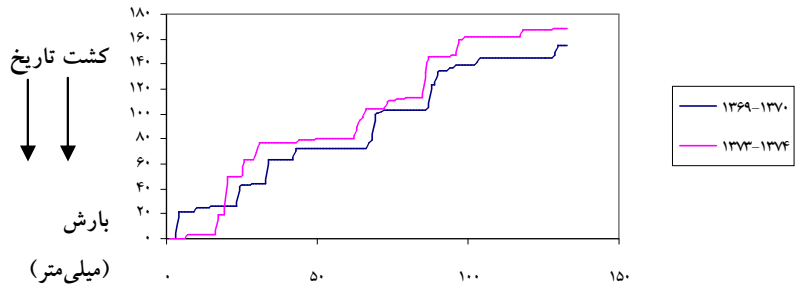
مقدار و زمان بارش بر عملکرد محصول

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که میزان عملکرد، در بیشتر اوقات با مقدار و زمان بارندگی محدود می‌شود. بارش عملکرد محصول در سال‌های مرطوب را افزایش داده و زمانی‌که بذر

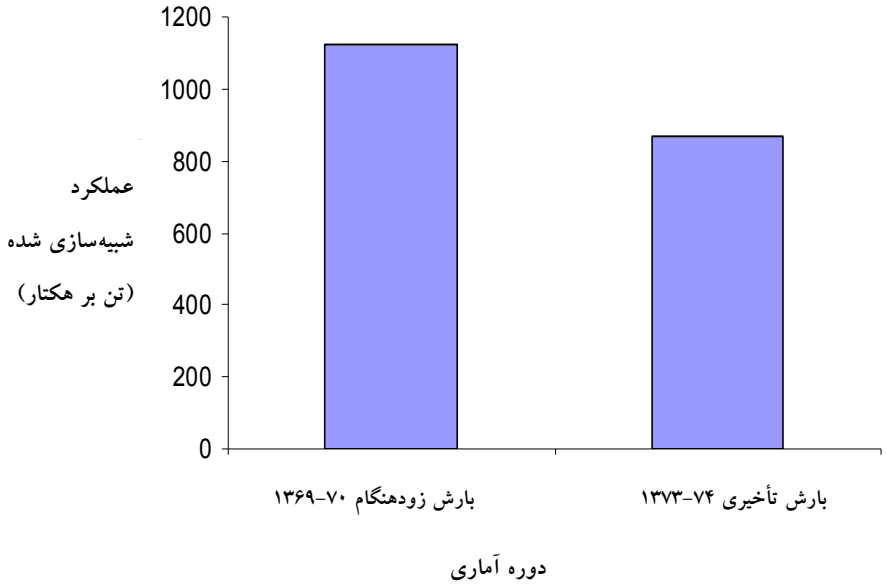
گیاه زودتر کشت می‌شود، آب موردنیاز گیاه در خاک ذخیره می‌گردد (شکل ۲). برای نمونه بارندگی تجمعی در طول فصل رشد در منطقه اهواز و در دو سال زراعی ۷۴-۱۳۷۳ و ۷۰-۱۳۶۹ در شکل (۳) نشان داده شده است. تاریخ کشت در مدل به گونه‌ای تنظیم شده است که میزان بارش مؤثر در آن زمان، بیشتر از ۲۰ میلی‌متر باشد. نتایج نشان می‌دهد که به دلیل تأخیر بارش در سال زراعی ۷۴-۱۳۷۳، کشت باید حدود ۱۳ روز دیرتر نسبت به سال زراعی ۷۰-۱۳۶۹ انجام شود. این تأخیر در شروع بارندگی، منجر به تأخیر در مرحله جوانه‌زنی، کاهش درجه روز لازم و تشکیل بوته ضعیف می‌گردد. تاریخ کشت متأثر از تأخیر بارندگی در میزان عملکرد نقش دارد (شکل ۴). کمبود بارش در دوره حساس گیاه نتیجه دیگر تأخیر در کشت است. تأثیر بارندگی بیشتر در مرحله گل‌دهی گندم باتوجه به حساس‌تر بودن این دوره نسبت به کمبود آب در میزان عملکرد زیاد است (۱۱). همچنین، درصورت کشت زودتر، به‌دلیل بارش مناسب در مرحله گل‌دهی گندم با استفاده از بارش‌های آخر فصل، عملکرد بیشتر می‌شود، اما در شرایط کشت با تأخیر، حتی در صورت میزان بارش بیشتر در یک زمان مشابه، فرصت دریافت بارش توسط گیاه در مرحله گل‌دهی کمتر است.



شکل ۲ - عملکرد شبیه‌سازی شده برای دوره آماری ۷۹-۱۳۶۷ برای تاریخ کشت ثابت اول آبان ماه (اهواز)



شکل ۳ - بارندگی تجمعی در طول فصل رشد

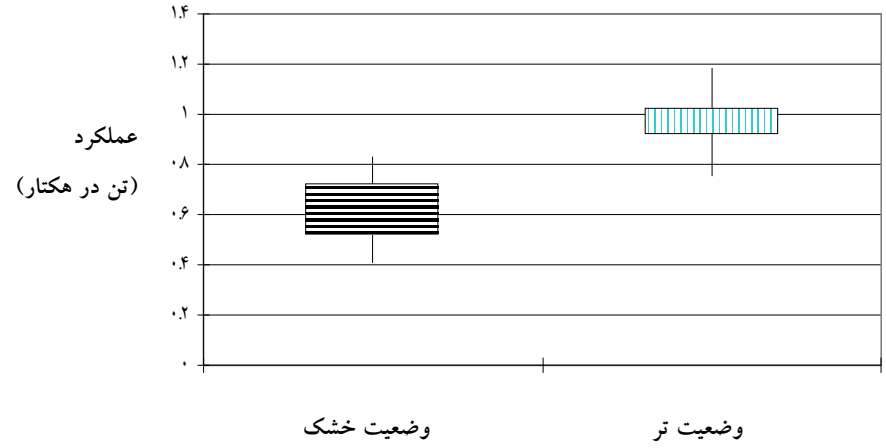


شکل ۴ - عملکرد شبیه‌سازی شده در دو سناریوی بارش زودهنگام و تأخیری

بر این اساس، انجام آبیاری اولیه باتوجه به عدم کشت سایر محصولات در زمان کشت گندم و در دسترس بودن آب بیشتر، می‌تواند منجر به بهبود عملکرد شود. در مواردی که خاک عمیق و دارای ظرفیت نگهداری خوب و با مقدار کافی ذخیره آب خاک باشد، این بهبود عملکرد بیشتر است.

رطوبت اولیه ذخیره شده در خاک

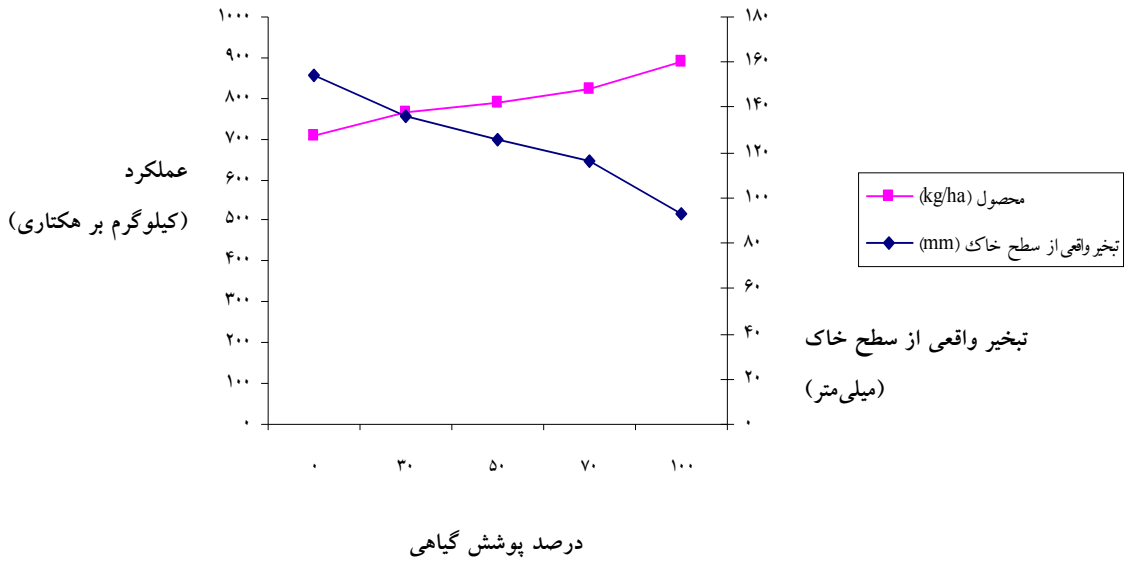
نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که افزایش متوسط عملکرد و نیز کاهش تغییرپذیری آن در شرایطی است که رطوبت اولیه در عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک قبل از بذرپاشی درحد ظرفیت زراعی (حدود ۱۹/۶ درصد) باشد (شکل ۵).



شکل ۵ - اثر رطوبت اولیه خاک در عملکرد شبیه‌سازی شده

باقیمانده‌های گیاهی در حفظ رطوبت خاک

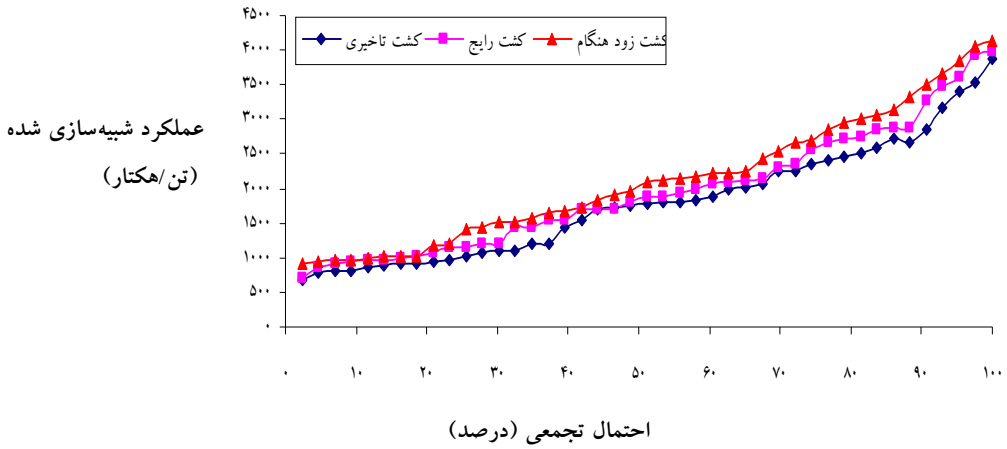
افزایش درصد کاربرد بقایای گیاهی (از صفر تا ۱۰۰ درصد) باعث کاهش میزان تبخیر واقعی از سطح خاک در طول فصل رشد از ۱۵۳/۸ به مقدار ۹۲/۹ میلی‌متر و درنتیجه افزایش عملکرد از ۷۲۲ به ۸۷۲ کیلوگرم در هکتار می‌گردد (شکل ۶). براساس نمودار، سرعت کاهش تبخیر (شیب خط تبخیر در نمودار فوق) و یا افزایش عملکرد در مقادیر مختلف بقایای گیاهی متفاوت است، به‌طوری‌که اثر استفاده از مقادیر ۵۰ و ۷۰ درصد بقایای گیاهی بر کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش عملکرد نسبت به مقادیر ۳۰ و ۱۰۰ درصد کمتر می‌باشد.



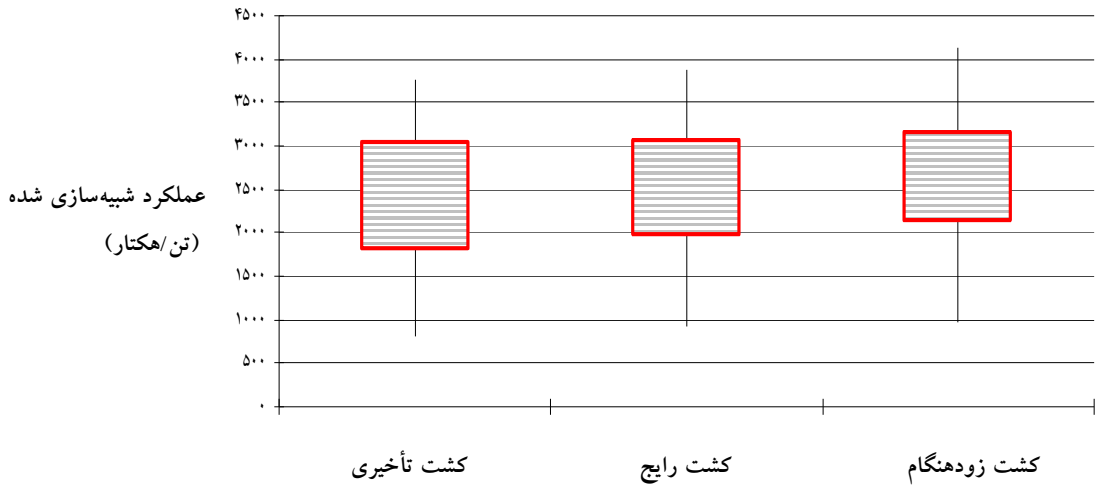
شکل ۶ - اثر درصدهای مختلف باقیمانده‌های گیاهی بر عملکرد و تبخیر واقعی از سطح خاک

تاریخ کشت

در شکل‌های (۷) و (۸)، میانگین افزایش عملکرد در زمان اجرای کشت زودهنگام درمقایسه با کشت تأخیری نشان داده شده است که می‌تواند به‌دلیل زمان مناسب رسیدن به مقدار اوج شاخص سطح برگ باشد (۳۰). همچنین با طولانی شدن دوره رشد، اندازه سطح برگ (LAD) توسعه یافته می‌تواند تابش خورشیدی بیشتری را برای فتوسنتز جذب کند. در مطالعه‌ای مشابه که در سوریه انجام شد، عملکرد گندم با هر هفته تأخیر در کشت بعد از شروع کشت رایج، ۴/۲ درصد کمتر بود (۱۶). معمولاً کشت تأخیری تابش خورشیدی حائل شده تجمعی را کاهش داده و موجب کوتاه‌تر شدن دوره رشد و تجمع ماده خشک کمتر در فصل رشد می‌شود. اما مهمترین اثر کشت تأخیری، خطر کاهش درجه حرارت فصلی موردنیاز گیاه و تنش کمبود آب در طول دوره رسیدن و به‌خصوص دوره‌های گل‌دهی و شکل‌گیری می‌باشد که مهمترین دوره‌های رشد گیاه گندم از نظر حساسیت به کمبود آب هستند (۱۱).



شکل ۷ – تابع توزیع تجمعی عملکرد گندم زمستانه (CDF) با سه سناریوی تاریخ کشت در منطقه اهواز (۸۱-۱۳۳۹)



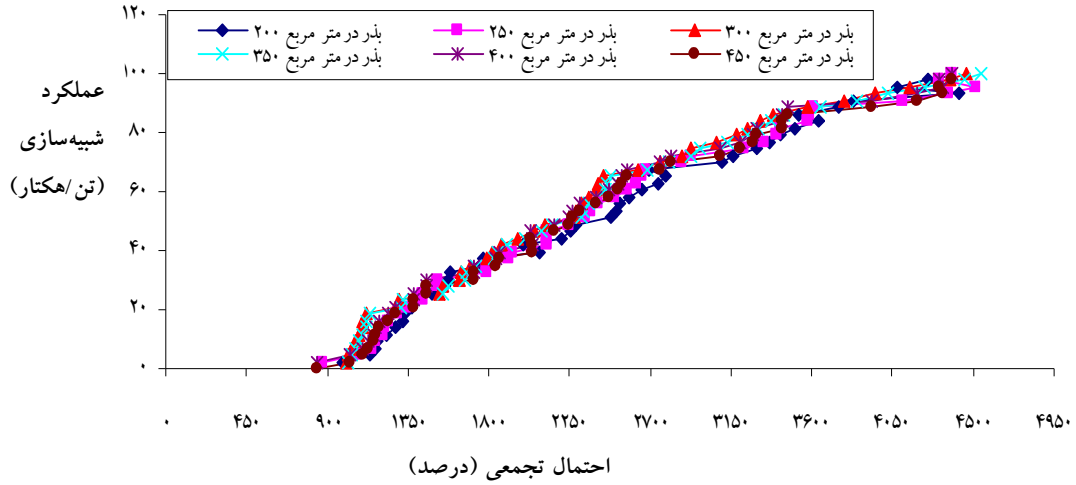
شکل ۸ – عملکرد بذر (کیلوگرم بر هکتار) گندم زمستانه با تاریخ‌های کشت مختلف در اهواز (۸۱-۱۳۳۹)

اثر تعداد بذر در مترمربع بر عملکرد

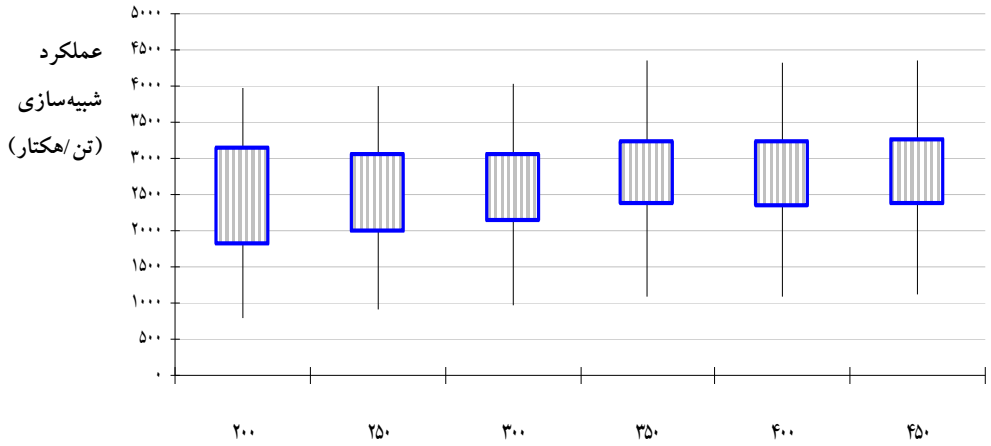
تفاوت عملکرد در سناریوهای مختلف تعداد بذر در مترمربع که در شکل‌های (۹) و (۱۰) ارائه شده است، زیاد نیست. بنابراین می‌توان با درنظر گرفتن قوه نامیه بذر، ظرفیت جوانه‌زنی و شرایط آب خاک بهترین گزینه را انتخاب نمود. در انتخاب تعداد بذر زیاد باید دو مطلب مهم را درنظر گرفت:

۱ – تعداد بذر زیاد اغلب برای جبران ریسک عدم جوانه‌زنی مطلوب استفاده می‌شود و ۲ – تعداد زیاد گیاه تولیدی، توسعه ریشه را کاهش داده و موجب کاهش استقامت آن می‌شود. این امر خطر استقرار مناسب گیاه و نیاز به تنظیم‌کننده‌های رشد را افزایش می‌دهد. در شرایطی که رطوبت اولیه خاک ۵۰ درصد آب قابل دسترس باشد، تغییرات محتوای آب خاک و عمق

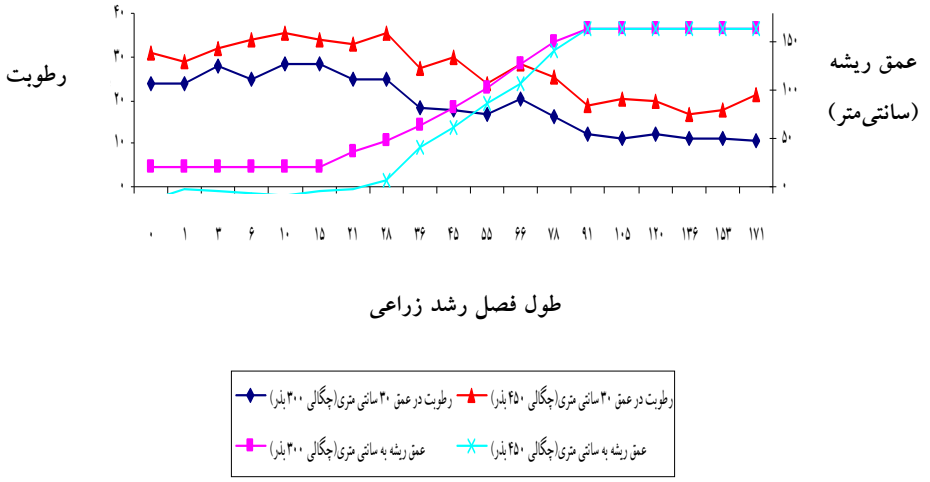
ریشه با تغییر تعداد بذر از ۳۰۰ به ۴۵۰ بذر در مترمربع در طول فصل رشد زیاد نیست (شکل ۱۱). لذا توصیه می‌شود که تعداد ۳۰۰ بذر در مترمربع برای این سطح و مناطق مشابه درنظر گرفته شود.



شکل ۹ – تابع توزیع تجمعی عملکرد بذر گندم زمستانه با شش سناریوی میزان بذر در منطقه اهواز (۸۱-۱۳۳۹)



شکل ۱۰ – عملکرد شبیه‌سازی شده بذر گندم زمستانه با شش سناریوی میزان بذر در منطقه اهواز (۸۱-۱۳۳۹)



شکل ۱۱ – بررسی تغییر عمق ریشه و رطوبت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری در دو سناریوی متفاوت تعداد بذر در مترمربع

نتیجه‌گیری

بهره‌وری آب تابعی از عملکرد گیاه و عملیات مدیریتی است. روشهای متعددی برای افزایش این شاخص وجود دارد. عملیات زراعی که در سطح مزرعه انجام می‌شود در میزان بهره‌وری آب مؤثر است. با استفاده از این مدل و اجرای سناریوهای مختلف می‌توان انواع گزینه‌های مدیریتی را اجرا و بررسی نمود. نتایج نشان داد که درنظر گرفتن رطوبت اولیه درحد ظرفیت زراعی بر عملکرد و کاهش رشد ریشه بسیار مؤثر است. کشت زودهنگام موجب افزایش تراز تولید می‌شود ولی تفاوت عملکرد در حالت استفاده از ۳۵۰ با ۴۰۰ عدد بذر در مترمربع زیاد نیست. بارندگی زودهنگام نیز در تاریخ کشت به موقع و افزایش عملکرد دیم بسیار مؤثر است، لذا برای پیش‌بینی پارامترهای هواشناسی به یک روش مناسب‌تر برای آنالیز بهتر بهره‌وری آب نیاز است. برای ذخیره آب، بارندگی که با تقویم کشت تنظیم شود یک مزیت به حساب می‌آید. در این مورد، با طراحی و برنامه‌ریزی دقیق رهاسازی آب از منبع ذخیره می‌توان حجم آب زیادی را برای اهداف دیگر درنظر گرفت. همچنین، توجه به رطوبت اولیه خاک به عنوان یک منبع پتانسیل در کشاورزی ضروری است. به‌طورکلی، این مطالعه نشان داد که برای افزایش بهره‌وری آب در حوزه کرخه، آزادی عمل فراوانی وجود دارد که به تعدادی از این موارد اشاره شد.

منابع مورد استفاده

۱ . اسدی م (۱۳۸۴) گزارش طرح پژوهشی ارزیابی کیفی شایستگی اراضی برای محصولات قابل کشت عمده در همدان (دشت بهار). مرکز تحقیقات آب و خاک.

۲ . اسکندری ا. و شفایی ف (۱۳۸۴) گزارش طرح پژوهشی ارزیابی تأثیر عمق کاشت روی سه نوع گندم در شرایط کشت دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

۳ . حیدری ن.، اسلامی ا.، قدمی فیروزآبادی ع.، کانونی ا.، اسدی م. ا. و خواجه عبداللهی م ح (۱۳۸۴) گزارش طرح پژوهشی تعیین کارایی مصرف آب محصولات زراعی در مناطق مختلف ایران (کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان). مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

۴ . رحیم‌زاده ر.، محفوظی س. و فیضی اصل و (۱۳۸۴) گزارش طرح پژوهشی تأثیر عمق بذرپاشی و بذرپاشی مستقیم در باقیمانده گیاهی روی رشد، استقرار گیاهی، سرمازدگی و عملکرد بذر در مناطق سردسیر دیم. وزارت جهادکشاورزی. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

۵ . فاتحی ش. و فتحی س (۱۳۸۵) گزارش پژوهشی ارزیابی کیفی و تعیین پتانسیل تولید محصول عمده در دشت کرمانشاه. مرکز تحقیقات آب و خاک.

۶ . کجباف ع (۱۳۷۲) گزارش طرح پژوهشی بررسی اثرات تاریخ‌های کاشت و میزان‌های متفاوت بذر بر روی عملکرد گندم تیپ دوررم رقم Cr"S"/stk"S"L92-6ap-Lap-oap، مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان.

۷ . نارکی ف.، وثوقی م.، موسوی ی.، پورمحمدی ج. و گرانمایه س (۱۳۸۳) گزارش طرح پژوهشی بررسی و تعیین مناسب‌ترین تناوب گندم دیم در منطقه گرم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

8 . Ahmad MD, Masih I and Turral H (2004) Diagnostic analysis of spatial and temporal variations in crop water productivity: A field scale analysis of the rice-wheat cropping system of Punjab, Pakistan. Applied Irrigation Science 39(1/2004): 43-63.

9 . Boote KJ, Jones JW, Hoogenboom G and Pickering NB (1998) The CROPGRO model for grain legumes. In: G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom and P. K. Thornton., Editors, Understanding Options for Agricultural Production, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. Pp. 99-128.

10 . Campbell GS (1985) Soil Physics with BASIC: Transport Models For Soil – Plant Systetm. Elsevier, Amsterdam. 150 p.

11 . Doorenbos J and Kassam AH (1979) Yield response to water. FAO Irrig. and Drain. Paper No. 33, FAO, Rome, Italy. 193 p.

12 . Feng-Min L, Yan X, Feng-Rui L and An-Hong G (2001) Effects of different water supply regimes on wate use and yield performance of spring wheat in a simulated semiarid environment. Agricultural Water Management 47(1): 25-35.

13 . Kjine JW, Barker R and Molden D (eds.) (2003) Water Productivity in Agriculture: limits and opportunities for improvement. CABI, Wallingford. Pp. 145-162.

14 . Oweis T and Hachum A (2003) Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne, W.J., Barker, R. and Molden, D. (eds.) Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement. CABI, Wallingford. Pp. 179-197.

15 . Pannkuk CD, Stöckle CO and Papendick RI (1998) Validation of CropSyst for winter and spring wheat under different tillage and residue management practices in a wheat-fallow region. Agric. Syst. 57: 121-134.

16 . Stapper M and Harris HC (1989) Assessing the productivity of wheat genotypes in a Mediterranean climate, using a crop simulation model. Field Crops Research 20: 129-152.

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

18 . Toulk JA and Howell TA (2003) Water use efficiencies of grain sorghum grown in three USA southern Great Plains soils. Agricultural Water Management 59(2): 97-111.

19 . Ventrella D and Rinaldi M (1999) Comparison between two simulation models to evaluate cropping systems in Southern Italy. Yield response and soil water dynamics. Agric. Med. 129: 99-110.

20 . Wang H, Zhang Lu, Dawes WR and Changing L (2001) Improving water use efficiency of irrigated crop in the North China Plain: Measurements and modeling. Agricultural Water Management 48(2): 151-167.

Journal of Water and Irrigation Management, Vol. 1, No. 1, Spring 2011

Evaluation of Increasing Water Productivity Scenarios for Rain-Fed Wheat by Management Analysis of CropSyst Crop Model in Karkheh Basin

R. Momeni [*1], S. M. R. Behbahani [2], M. H. Nazarifar [3] and B. Azadegan [4]

(E-mail: rhmomeni@gmail.com)

Abstract

Water productivity is a function of crop yield and management operation. Determination of different yield levels through field experiments is difficult. Therefore, applying simulation model is an approach which makes possible to assess water balance, simulate growth process and survey different scenarios. Using the CropSyst crop growth model to analyze water productivity, as an indicator of water use efficiency (WUE) at the basin scale, and evaluation of management scenarios in Karkheh basin in west of Iran was studied. The vast range of WUE (0.27-0.45) in this region shows that less water expenditure is able to increase agricultural products. Results of model study showed that achieving of soil initial moisture to field capacity about 19.6%, leave total crop residues, early rainfall and sowing date in comparison with conventional conditions, and seed density (300 seeds/m^2) are effective to increase water productivity and yield.

Keywords: CropSyst, Iran (Karkheh basin), Rain-fed wheat, Water productivity

1 - Research Expert, Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran **(Corresponding Author*)**

2 - Associate Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran

3 - Research Expert, Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran

4 - Asisstant Professor, Department of Irrigation and Drainage Engineering, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran