شبیه‌سازی آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان گندم با استفاده از مدل SIRMOD

امیر اسلامی[۱]

تاریخ ارسال:۱۳۹۶/۰۹/۲۳

تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۲/۲۳

مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی با عنوان کاهش مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب آبیاری گندم با روش آبیاری شیاری یک درمیان

چکیده

با توجه به کاهش کمی و کیفی منابع آب از یک سو و از سوی دیگر افزایش رشد جمعیت، یکی از اصلی‌ترین سیاست‌های کلان کشور برای امنیت غذایی، توسعه عمودی کشاورزی از طریق افزایش بهره‌وری آب می‌باشد. کم‌آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان یکی از روش‌های مدیریت آب در مزرعه بوده که کاربرد آن سبب افزایش بهره‌وری شده و تولید محصول به ازاء واحد آب آبیاری را افزایش می‌دهد. هدف از تحقیق حاضر ارزیابی و شبیه‌سازی جریان در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان گندم با استفاده از نرم افزار SIRMOD است. جهت نیل به این هدف از داده‌های تحقیقاتی انجام شده طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی شهید زنده روح کرمان استفاده شد. این تحقیق در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار روش آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک‌درمیان با دو فاصله کاشت ۵۰ و ۶۰ سانتی متر (T_{50}، T_{100}، T_{60} و T_{120}) در سه تکرار انجام شده است. نتایج ارزیابی توسط مدل حاکی از این است که راندمان‌های کاربرد، آبیاری و توزیع آب در روش جویچه‌ای یک‌درمیان تا دو برابر روش جویچه‌ای رایج قابل افزایش می‌باشد. نتایج مقایسه زمان پیشروی آب در داده‌های حاصل از آزمایش و خروجی مدل اختلافاتی به میزان ۴، ۱۰، ۲۷ و ۴۳ دقیقه را به ترتیب در تیمارهای T_{60}، T_{120}، T_{100} و T_{50} نشان داد. در مجموع نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که آبیاری یک درمیان با فاصله ۶۰ سانتی متر جویچه ها (T_{120})، برای محصول گندم حتی در خاک شنی لومی مناسب است و باعث افزایش راندمان‌های کاربرد، آبیاری و توزیع می‌گردد.

کلمات کلیدی:آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان، بهره‌وری آب، کم آبیاری، مدل SIRMOD

۱. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. amireslami.50@gmail.com

مقدمه

خشکسالی و کم‌آبی در ایران یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب مشکل خشکسالی در سال‌های آینده نیز خواهد شد. به‌طوری‌که بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی مدیریت آب، کشور ایران برای حفظ وضع فعلی خود تا سال ۲۰۲۵ باید بتواند ۱۱۲ درصد به منابع آب قابل استحصال خود بیفزاید. قطعاً این امر با توجه به پتانسیل‌ها و نیازهای روزافزون بخش‌های کشاورزی، شرب، صنعت و حفاظت از سایر منابع زیستی بسیار مشکل و حتی ناممکن است. لذا، در چنین شرایطی یکی از راهکارهای مؤثر و عملی استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب است. در این میان، مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از مصارف آب در ایران و جهان را نیز شامل می‌شود، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴).

کم‌بودن راندمان آبیاری سطحی (حدود ۳۰ درصد) که بیشترین درصد روش آبیاری را در کشور به خود اختصاص می‌دهد مهمترین عامل در پایین بودن بهره‌وری آب است (حیدری و حقایقی مقدم، ۱۳۸۰). با این حال انجام تحقیقات کاربردی و بکارگیری اصول مهندسی آبیاری می‌تواند راندمان آبیاری سطحی را تا حد قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. به‌طوری‌که بررسی روند تغییرات راندمان کل آبیاری طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۲، حاکی از این است که این شاخص سالانه حدود یک درصد رشد داشته است و از ۲۹/۷ به حدود ۴۵ درصد رسیده است. بر اساس نتایج حاصل از این گزارش مقادیر بهره‌وری مصرف آب از ۰/۹۴ تا ۱/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده و از مقدار ۰/۸ در سال ۱۳۸۰ (حیدری و حقایقی مقدم، ۱۳۸۰) بطور متوسط به ۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب رسیده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۴). با این وجود، و با توجه به کاهش شدید منابع آبی همچنان بایستی تحقیقات در زمینه راه‌کارهای افزایش بهره‌وری آب به انجام رسد.

کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان یکی از روش‌های مدیریت تقاضای آب در مزرعه می‌باشد که استفاده از آن سبب افزایش بهره‌وری آب می‌شود (Samadi and Sepaskhah, 1984). این محققین در بررسی سه روش آبیاری (یک در میان ثابت، یک در میان متغیر و روش معمول آبیاری) بر روی محصول لوبیا به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت و متغیر به‌ترتیب ۲۰ و ۲۷ درصد نسبت به روش معمول آبیاری، آب کمتری مصرف شده است. Tsegaye et al. (1993) در تحقیقات خود چنین نتیجه‌گیری نمودند که عملکرد سورگوم دانه‌ای در آبیاری یک‌درمیان ۱۰ درصد بیشتر از روش معمولی بود و کارایی مصرف آب نیز ۲۴ درصد بیشتر از آبیاری معمولی بود. شینی دشتگل و همکاران (۱۳۸۸) برای بررسی اثر آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان روی کارایی مصرف آب و ویژگی‌های نیشکر، آزمایشی در اراضی کشت و صنعت امیرکبیر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار آبیاری‌های جویچه‌ای معمولی، یک‌درمیان ثابت و متغیر به انجام رساندند. نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب به ازای شکر تولید، در تیمارهای آبیاری معمولی، یک‌درمیان ثابت و متغیر به ترتیب ۰/۴۱، ۰/۵۸ و ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود. همچنین تیمار آبیاری یک‌درمیان متغیر کمترین حجم آب مصرفی، بیشترین کارایی مصرف آب و عملکرد نیشکر و شکر تولیدی را داشته و شکر قابل استحصال آن با ۱۴/۵ تن در هکتار به ازای ۲۰۶۰۴ مترمکعب در هکتار آب مصرفی، بیشترین عملکرد را دارا بود.

Ali et al. (2007) آزمایش مزرعه‌ای به مدت ۳ سال متوالی به منظور مطالعه اثرات کم آبی بر عملکرد و بهره وری آب گندم انجام دادند. نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد دانه در تیمار بدون کمبود آب و همچنین بالاترین بهره وری آب در تیمار کم آبیاری متناوب بدست آمد، که در آن کمبودها در طول دوره رشد در حداکثر پنجه زنی و گلدهی تا مرحله خمیری نرم اعمال شدند و پس از آن یک آبیاری داده شد. کاربرد این استراتژی در برنامه‌ریزی و مدیریت آبیاری برای به حداکثر رساندن بازده سرمایه خالص از منابع محدود زمین و آب مفید خواهد بود.

مطالعه‌ای توسط Sepaskhah and Hosseini (2008) در باجگاه و کوشکک استان فارس برای بررسی

اثرات نرخ مختلف کاربرد نیتروژن، کم آبیاری از طریق روش آبیاری یک درمیان جویچه‌ای (AFI) و اثر متقابل آن‌ها بر روی عملکرد و کارایی مصرف آب نیتروژن و آب گندم زمستانه انجام شد. قالب آزمایشی طرح اسپلیت پلات با سه پلات اصلی تیمارهای آبیاری [آبیاری جویچه‌ای معمول (OFI)، آبیاری جویچه‌ای یکدرمیان ثابت (FAFI) و آبیاری جویچه‌ای یکدرمیان متغیر (VAFI)] و چهار کرت فرعی نرخ‌های کاربرد نیتروژن (۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) در سه تکرار بود. مقدار کل آب آبیاری ۴۳۹ و ۲۵۶ میلی‌متر برای OFI و AFI به ترتیب در منطقه باجگاه و ۳۶۷ و ۲۲۶ میلی‌متر به ترتیب در منطقه کوشکک بود. بارندگی کل فصل نیز ۴۰۹ و ۴۷۰/۵ میلیمتر در باجگاه و کوشکک به ترتیب بود. نتایج نشان داد که در تولید دانه، تیمار VAFI در هر دو منطقه باجگاه و کوشکک نسبت به FAFI برتر بود. در باجگاه و کوشکک تیمار VAFI سبب کاهش در مصرف آب آبیاری به میزان ۴۲ و ۳۹ درصد و کاهش عملکرد دانه به میزان ۲۲ و ۱۳ درصد به ترتیب در مقایسه با OFI بدست آمد. بنابراین، VAFI با نرخ کاربرد نیتروژن ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در مناطق تحت مطالعه توصیه می‌شود. Thind et al. (2010) در منطقه ای نیمه خشک در پنجاب هند روش آبیاری جویچه‌ای معمولی و یکدرمیان را با آبیاری کرتی استاندراد در محصول گندم و پنبه در یک خاک آهکی مورد مقایسه قرار دادند. در این تحقیق سه تیمار آبیاری، کیفیت مناسب آب کانال، کیفیت نامناسب آب چاه و ترکیب این دو استفاده گردید. نتایج نشان داد که روش آبیاری یک‌در میان در محصولات گندم و پنبه به ترتیب ۴۹ و ۴۲ درصد سبب صرفه‌جویی آب مصرفی در مقایسه با آبیاری کرتی شد. همچنین کاهش مصرف آب آبیاری تحت آبیاری یک‌درمیان، بدون کاهش معنی‌دار عملکرد، سبب افزایش کارایی مصرف آب گندم در تیمارهای مختلف آبیاری به ترتیب به میزان ۲۸/۱، ۲۳/۹ و ۴۳/۲ درصد گردید. در پنبه این افزایش ۸/۲، ۲/۱ و ۱۹/۵ درصد بدست آمد. Nasri et al. (2010) آبیاری جویچه‌ای با سه تیمار اصلی آبیاری جویچه ای یکدرمیان متغیر (AFI)، آبیاری جویچه ای ثابت (FFI) و آبیاری جویچه‌ای رایج (CFI) و پنج تیمار فرعی ترکیبات کودهای ماکرو و میکرو در قالب اسپلیت پلات برای محصول ذرت را انجام دادند. نتایج حاکی از این بود که روش AFI در صرفه جوئی آب نسبت به سایر روش‌ها موثرتر می‌باشد. همچنین کاربرد مواد مغذی میکرو به همراه عناصر ماکرو سبب افزایش سطح برگ و در نهایت تولید بیشتر می‌گردد. El-Halim (2013) دو آزمایش مزرعه‌ای در منطقه دلتای میانی نیل در مصر در طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ به منظور بررسی اثر آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان با تواتر ۷ روزه (AFI_7) و ۱۴ (AFI_{14}) روزه روی عملکرد، کارایی مصرف آب گیاه، بهره‌وری آب آبیاری و بازگشت اقتصادی ذرت در مقایسه با روش رایج آبیاری جویچه‌ای با دور ۱۴ روز (EFI) انجام داد. نتایج نشان داد که تیمار AFI_7 نه تنها عملکرد دانه را افزایش داد بلکه موجب افزایش نسبت منفعت به هزینه، بازگشت خالص و صرفه جوئی آب آبیاری گردید. بنابراین، در جاییکه آب در دسترس ناکافی باشد و برای کاهش هزینه آبیاری در شرایطی مشابه منطقه مورد مطالعه تیمار AFI_7 توصیه می گردد. بهبهانی و بابازاده (۱۳۸۴) در تحقیقات خود کارایی مدل SIRMOD را در مزرعه‌ای با خاک رسی واقع در مزارع تحقیقاتی دانشگاه تهران برای آبیاری جویچه‌ای رایج مورد ارزیابی قرار دادند. ۱۵ دبی مختلف از ۰/۸ تا ۱/۲ لیتر در ثانیه به جویچه‌هایی به طول ۲۰۰ متر و به فاصله ۰/۷۵ متر عرضه شد. نتایج نشان داد که میزان پیشروی در مدل هیدرودینامیک به مقادیر مشاهداتی نزدیک‌تر است. در مقایسه رواناب، مدل برآورد بیشتری از مقادیر مشاهده شده از خود نشان داد. مجدزاده و همکاران (۱۳۸۷) ارزیابی دو مدل ریاضی SIRMOD و SRFR برای بررسی عملکرد آبیاری پیوسته و موجی را انجام دادند. در این مطالعه دقت شبیه‌سازی نرم‌افزارهای SIRMOD و SRFR با داده‌های برداشت شده در مزرعه دانشکده کشاورزی کرج آزمون شدند. مقایسه نتایج اندازه‌گیری شده و شبیه‌سازی شده نشان داد که در آبیاری با جریان پیوسته نرم افزار SRFR زمان پیشروی، میانگین عمق نفوذ و توزیع یکنواختی را بهتر محاسبه نمود و در آبیاری با جریان موجی نرم افزار

SIRMOD این مقادیر را بهتر محاسبه نمود. بهرامی و همکاران (۱۳۸۷) مدل‌های مختلف نرم‌افزار SIRMOD را مورد ارزیابی قرار دادند. مهمترین هدف این تحقیق ارزیابی نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل‌های هیدرودینامیک، اینرسی صفر و موج کینماتیک به وسیله اطلاعات مزرعه‌ای می‌باشد. مقادیر پیش بینی شده در همه مدل‌ها، در فاز پیشروی بیشتر از مقدار واقعی و در فاز پسروی کمتر از مقدار واقعی بود. نتایج محاسبات نشان داد که برای پیش‌بینی منحنی‌های پیشروی و پسروی در جویچه مدل‌های هیدرودینامیک و اینرسی صفر مناسب‌ترند. Latif and Mahmood (2004) برای مقایسه آهنگ پیشروی در آبیاری شیاری پیوسته و موجی دبی‌های ۱/۷ تا ۲/۴ لیتر بر ثانیه راانتخاب نمودند. در آبیاری اول، کاهش ۲۳ تا ۶۰ درصدی حجم آب کاربردی در آبیاری موجی در مقایسه با آبیاری پیوسته مشاهده شد. همچنین نتایج شبیه‌سازی مدل SIRMOD نشان‌داد که منحنی پیشروی جبهه آب با مقادیر مشاهده شده در اغلب تیمارهای موجی مشابهت نزدیکی داشت. حسن‌لی و همکاران (۱۳۹۰) مدل SIRMOD را برای سه روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر و همچنین روش جویچه‌ای معمولی در نوبت‌های مختلف آبیاری (چهارم، هشتم و دوازدهم) در طول فصل رشد گیاه ذرت مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مدل با مقادیر مشاهده‌ای زمان پیشروی، زمان پسروی و دبی رواناب مورد مقایسه قرار گرفت و نشان داد که کارآیی مدل در برآورد این پارامترها در آبیاری جویچه‌ای یک در میان نسبتا بهتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی بود. برآورد مدل برای زمان پیشروی بیشتر از مقادیر مشاهده‌ای و برای زمان پسروی کمتر از آن بود. همچنین تلفات رواناب در جویچه‌های یک‌درمیان کمتر از جویچه‌های معمولی بدست آمد.

همانطور که از سوابق تحقیق مشخص است استفاده از روش آبیاری یک‌درمیان سبب افزایش بهره وری آب در محصولات مختلف از جمله گندم شده است. همچنین مدل SIRMOD توانایی خوبی در شبیه‌سازی آبیاری‌های سطحی داشته و برای طراحی آبیاری‌های جویچه‌ای کاربرد زیادی دارد. ولی تاکنون کمتر برای ارزیابی و شبیه‌سازی آبیاری یک در میان به خصوص در محصول گندم مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق امکان استفاده از این مدل برای ارزیابی و شبیه‌سازی جریان در آبیاری یک‌درمیان گندم در یک بافت شنی‌لومی بررسی می‌گردد.

مواد و روش‌ها

محل انجام تحقیق

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات شهید زنده روح متعلق به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان واقع در ۱۷ کیلومتری مرکز استان انجام شد. مختصات UTM ایستگاه عبارت است از: x= ۵۰۴۹۸۰ (طول شمالی)، y= ۳۳۳۱۶۰۴ (عرض شرقی) و ارتفاع ۱۸۱۳ متر از سطح دریا. آب مورد نیاز جهت انجام آزمایش از یک حلقه چاه با دبی حدود ۳۵ لیتر در ثانیه تامین گردید. بافت غالب ایستگاه سبک بوده و در قطعه آزمایشی بر اساس نمونه گیری انجام شده شنی لومی بدست آمد (جدول ۱). این منطقه دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با مقدار باران بسیار کم و متغیر می‌باشد. بطوریکه در طول دوره رشد گندم در سال آزمایش بارندگی به میزان ۹۳ میلیمتر (میانگین دراز مدت ۱۴۵ میلی‌متر) و حداقل دمای متوسط ۵/۲- و حداکثر ۳۱/۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است.

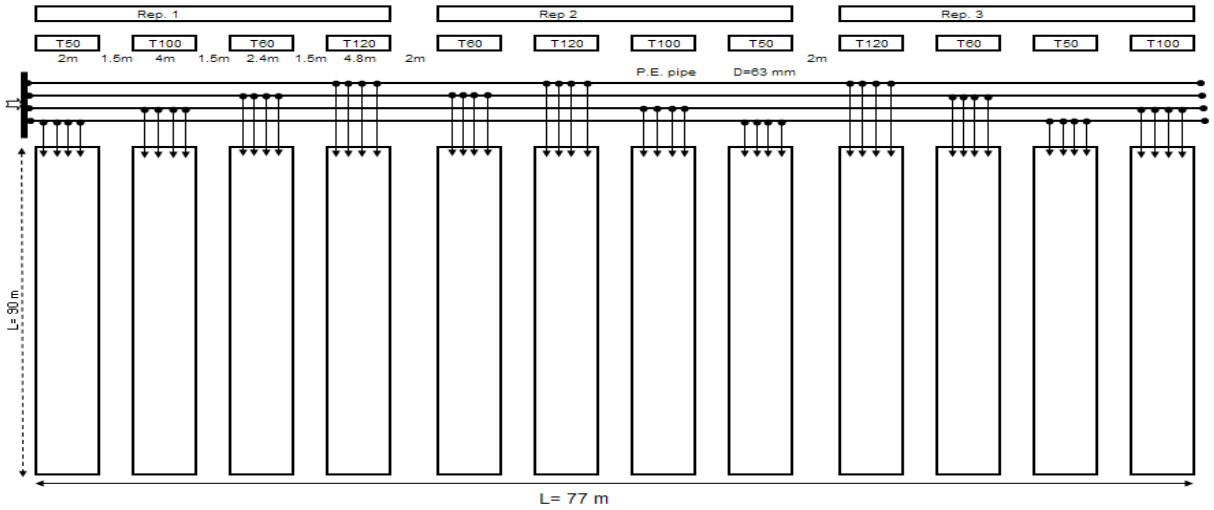
روش تحقیق

تحقیق انجام شده در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار روش آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک‌درمیان با دو فاصله کاشت ۵۰ و ۶۰ سانتی متر در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۶ بوده است (شکل ۱). با توجه به نوع تیمارها و فواصل بین آن‌ها قطعه زمینی به مساحت ۰/۷ هکتار انتخاب و نقشه طرح پیاده سازی گردید. با توجه به اینکه این طرح در سه استان کشور بصورت ملی انجام می‌شد طول جویچه‌ها در این مناطق یکسان در نظر گرفته شده بود تا در بافت‌های مختلف مورد مقایسه قرار گیرد که در اینجا تنها به نتایج اجرا شده در کرمان اشاره می‌گردد

جدول (۱): مشخصات نمونه خاک مزرعه آزمایشی

EC (dS/m)	pH	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	As	بافت خاک
۱/۳	۶/۷	۸۶	۸	۶	۰/۰۱۶	شنی لومی

همانطور که از شکل ۱ مشخص می‌گردد، جویچه‌ها با طول ۹۰ متر و شیب ۵ در هزار در نظر گرفته شده است. در هر بلوک به ازای هر تیمار ۴ جویچه تحت آبیاری و ۵ پشته زیر کشت قرار داشت. فاصله بین تیمارها و تکرارها به ترتیب ۱/۵ و ۲ متر بود. همچنین در این آزمایش انتهای جویچه‌ها باز و رواناب از انتهای آن خارج می‌گردید.



شکل (۱): ابعاد زمین، نحوه آبگیری جویچه‌ها و نوع آرایش تیمارهای طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار.
T_{50}: آبیاری معمولی با فاصله جویچه‌های ۵۰ سانتی‌متر، T_{100}: آبیاری یک‌درمیان با فاصله جویچه‌های ۵۰ سانتی‌متر
T_{60}: آبیاری معمولی با فاصله جویچه‌های ۶۰ سانتی‌متر، T_{120}: آبیاری یک‌درمیان با فاصله جویچه‌های ۶۰ سانتی‌متربعد از

آماده‌سازی زمین لوازم آبیاری مورد نیاز شامل لوله، کنتور، شیلنگ و ... فراهم گردید. برای کاشت گندم بر اساس توصیه کارشناسان زراعی، رقم پیشتاز که با شرایط آب و هوایی منطقه طرح سازگار بود، انتخاب و سپس توسط دستگاه خطی کار آزمایشی غلات به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و به تعداد ۳ ردیف بر روی هر پشته در اوایل آذرماه کاشته شد. برداشت آن نیز در خردادماه سال بعد صورت گرفت. تعداد نوبت‌های آبیاری در فصل رشد ۶ مرتبه و نحوه آبیاری در تیمارهای یک‌درمیان در مدت زمان آزمایش یک‌درمیان ثابت در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری‌های انجام شده

اولین پارامتری که لازم بود اندازه‌گیری شود ظرفیت زراعی یا همان FC می باشد. یکی از روش‌های کاربردی برای بدست آوردن این پارامتر، روش وزنی است. در این روش نمونه‌ای از خاک مزرعه درون گلدان ریخته و پس از اشباع نمودن آن، سطح گلدان برای جلوگیری از تبخیر آب با پلاستیک پوشانیده می‌شود. با قرار دادن گلدان بر روی ترازوی دیجیتال و توزین آن در روزهای متوالی، زمانی که اختلاف وزن در اندازه‌گیری‌های متوالی ناچیز گردد نتیجه گرفته می‌شود که آب ثقلی خارج و رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی رسیده است. سپس میزان رطوبت خاک از روش وزنی اندازه‌گیری و معادل FC در

نظر گرفته می‌شود. در این آزمایش میزان FC معادل ۲۳ درصد حجمی برآورد شد. مرحله بعد اندازه‌گیری رطوبت بود که قبل از هر آبیاری، نمونه خاک توسط مته نمونه‌برداری از داخل جویچه‌ها برداشت و میزان آن به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. بنابراین مقدار کمبود رطوبت خاک و عمق ناخالص آب آبیاری با استفاده از معادلات (۱) الی (۳) محاسبه می‌گردند:

$$SMD = \theta_{FC} - \theta_i \quad (۱)$$

$$d_n = A_s \times SMD \times D \times 1000 \quad (۲)$$

$$d_g = \frac{d_n}{E} \quad (۳)$$

که در آنها:

θ_i: رطوبت خاک قبل از هر آبیاری (درصد حجمی)؛ θ_{FC}: ظرفیت زراعی (درصد حجمی)؛ SMD:کمبود رطوبت خاک (درصد حجمی)؛ A_s: چگالی ظاهری خاک (اعشار)؛ D: عمق ریشه (m)؛ d_n: عمق خالص آبیاری (mm)؛ E: راندمان آبیاری (اعشار) و d_g: عمق ناخالص آبیاری (mm) می‌باشد.

برای ورود آب به داخل جویچه‌ها از شیلنگ استفاده شد (شکل ۲) و بعد از این که جریان خروجی از آنها ثابت گردید، دبی ورودی با استفاده از روش حجمی اندازه‌گیری شد. همچنین با نصب یک WSC فلوم در انتهای جویچه‌های هر تیمار (شکل ۳)، پس از عبور تمام جریان آب ۴ جویچه از داخل آن و ثابت شدن ارتفاع آب، دبی خروجی بسته به نوع تیپ فلوم که از نظر اندازه متفاوت می باشند، از معادلات زیر محاسبه گردید:

$$Q_{T1} = 0.0037 \times h^{2.646} \quad (۴)$$

$$Q_{T2} = 0.00374 \times h^{2.64} \quad (۵)$$

که: Q_{T1}: دبی آب در فلوم تیپ۱ (L/s)؛h: ارتفاع آب در داخل فلوم (cm)؛ Q_{T2}: دبی آب در فلوم تیپ۲ (L/s)

برای بدست آوردن دبی خروجی از هر جویچه می‌بایست دبی محاسبه شده بر تعداد جویچه‌ها (۴ عدد) تقسیم شود. با داشتن مقدار دبی ورودی و خروجی از هر جویچه و طول و عرض آن با استفاده از معادله (۶) سرعت نفوذ نهایی محاسبه گردید. مقدار ضرائب معادله نفوذ بر اساس جدول SCS و I_f محاسبه شده، بدست می‌آیند (علیزاده، ۱۳۸۵). در نتیجه با داشتن مقدار ضرائب نفوذ و عمق ناخالص آب، با استفاده از معادله (۷)، مدت زمان آبیاری یا زمان نفوذ برای هر تیمار آبیاری بدست آمد.

$$I_f = \frac{1}{2.54} \times \frac{(Q_{in} - Q_{out})}{L \times W} \times 360 \quad (۶)$$

$$T_o = \left(\frac{d_g - c}{a}\right)^{1/b} \quad (۷)$$

که در آنها:I_f : سرعت نفوذ نهایی (in/hr)؛Q_{in}: دبی ورودی به جویچه (L/s)؛ Q_{out}: دبی خروجی از جویچه (L/s)؛ L: طول جویچه (m)؛ W: عرض جویچه (m)؛ T_o: مدت زمان آبیاری یا زمان نفوذ (min)؛ a، b و c: ضرایب معادله نفوذ SCS می‌باشند

شکل (۲): نحوه آبیاری تیمارهای یک‌درمیان و اندازه‌گیری زمان پیشروی آب با توجه به فواصل ۱۰ متری میخ‌ها

شکل(۳): اندازه‌گیری دبی خروجی آب از طریق WSC فلوم

همانطور که در شکل ۲ مشخص است، در جویچه میانی هر تیمار، میخ‌کوبی به فواصل ۱۰ متری انجام گرفت تا با اندازه‌گیری زمان رسیدن جبهه آب به هر ایستگاه، زمان پیشروی آب در طول جویچه بدست آید. زمان قطع آبیاری در تیمارهای مختلف، با انتخاب مقدار مناسب برای زمان پسروی و بر اساس معادله ۸ بدست آمد. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری زمان پسروی در خاک شنی با توجه به نفوذ سریع آب در خاک بسیار مشکل بوده، بنابراین در این تحقیق بر اساس گزارش حیدری و همکاران (۱۳۸۴) این زمان معادل ۲۰ دقیقه انتخاب شد. اندازه‌گیری میزان آب آبیاری در تیمارهای مختلف از طریق کنتورهای حجمی با دقت ۰/۱ لیتر انجام گرفت.

$$T_{co} = T_o + T_a - T_r \quad (۸)$$

که در آن: T_{co}: زمان قطع آبیاری (min):Ta: زمان پیشروی آب در جویچه (min) و Tr: زمان پسروی آب در جویچه (min) می‌باشد.

شبیه‌سازی آبیاری با مدل SIRMOD

در پژوهش حاضر از داده‌های اندازه‌گیری شده در مزرعه در آبیاری نوبت دوم که داده‌های آن کامل بود، برای شبیه‌سازی آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک در میان با استفاده از مدل SIRMOD استفاده گردید. با توجه به اینکه آبیاری اول به عنوان خاک آب استفاده می‌شود و اندازه گیری های زمان پیش روی جبهه آب و رطوبت خاک در زمانی که رشد گندم زیاد شده مشکل می‌باشد و ممکن است از دقت مناسبی برخوردار نباشد، بنابراین از بین ۶ نوبت آبیاری، نوبت دوم انتخاب و داده های آن مبنای محاسبات قرار گرفت. جهت انجام شبیه‌سازی آبیاری صورت گرفته می‌بایست داده‌های موجود در قسمت ورودی داده نرم‌افزار که شامل ۴ بخش می‌باشد وارد گردند. در قسمت اول (inflow controls) رژیم جریان که شامل جریان پیوسته و هیدروگراف جریان پیوسته می‌باشد، نوع مدل شبیه‌سازی، دبی ورودی و

زمان قطع جریان وارد می‌شوند. در قسمت دوم (Field Topography) طول و عرض مزرعه، فاصله جویچه‌ها، روش آبیاری، شیب طولی زمین، ضریب زبری مانینگ و مشخصات شکل مقطع جویچه‌ها وارد می‌شوند. در قسمت سوم (infiltration characteristics) نوع بافت خاک برای آبیاری بعدی و عمق خالص آبیاری (Z_{req}) به مدل داده می‌شود. در قسمت چهارم (Hydrograph Inputs) داده‌های مربوط به هیدروگراف ورودی، خروجی و منحنی‌های پیشروی و پسروی وارد می‌گردند.

نتایج و بحث

داده‌های اندازه‌گیری شده در مزرعه

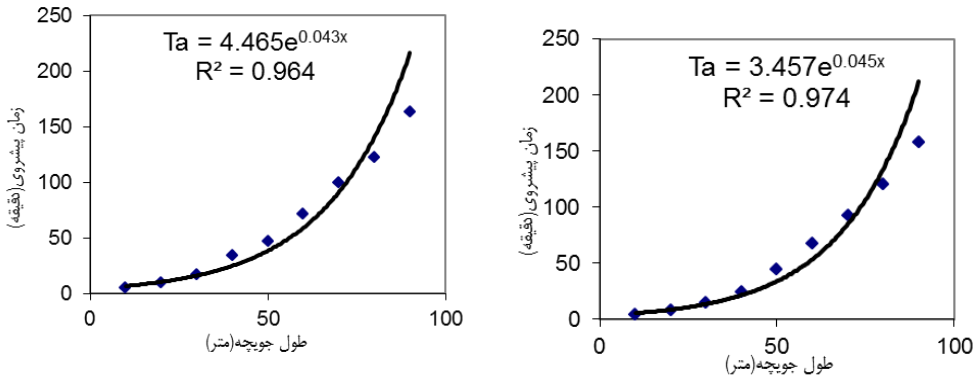
قبل از هر آبیاری، رطوبت خاک اندازه‌گیری و با توجه به ظرفیت زراعی، وزن مخصوص ظاهری خاک و عمق ریشه گندم، میزان عمق خالص در هر آبیاری بدست آمد. با فرض راندمان کاربرد ۶۰ درصد (حیدری و همکاران، ۱۳۸۰)، میزان عمق ناخالص در هر آبیاری نیز محاسبه شد. در جدول شماره ۲ محاسبات متوسط عمق ناخالص آبیاری در تیمارهای مختلف آزمایش برای آبیاری نوبت دوم با توجه به عمق اندازه‌گیری ۱۰ سانتی‌متری ریشه گندم، آورده شده است. با توجه به این که مقدار متوسط رطوبت اولیه خاک در تیمار T_{120} زیادتر از سایر تیمارها می‌باشد، بنابراین عمق ناخالص این تیمار نسبت به سایر تیمارها کمتر بدست آمده است. نتایج اندازه‌گیری زمان رسیدن جبهه آب به ایستگاه‌های متوالی (فواصل ۱۰ متری) در جویچه‌ی وسط هر تیمار به عنوان زمان پیشروی آب(آبیاری نوبت دوم) در جدول شماره ۳ آورده شده است. با توجه به نتایج این جدول مشخص است که پیشروی آب به انتهای جویچه‌ها در تیمارهای مختلف تفاوت زیادی با یکدیگر ندارند و حداکثر ۲۲ دقیقه بین تیمارهای T_{60} و T_{100} اختلاف وجود دارد که به نظر می‌رسد دلیل آن می تواند طول انتخابی جویچه‌ها باشد. چنانچه در ابتدا طول جویچه‌ها کمتر در نظر گرفته می شد به احتمال زیاد این اختلاف به حداقل ممکن می‌رسید.

جدول (۲): محاسبه متوسط عمق خالص و ناخالص آب آبیاری با استفاده از مقادیر حجمی ظرفیت زراعی، رطوبت قبل از آبیاری و عمق ریشه در تیمارهای مختلف برای آبیاری نوبت دوم گندم

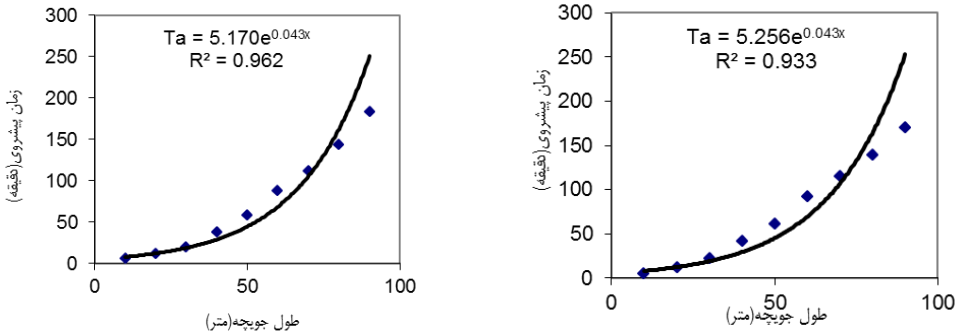
تیمارها	As	D(cm)	θ_i	θ_{FC}	d_n(mm)	d_g(mm)
T_{50}	۰/۰۱۶۶	۱۰	۰/۰۷۶۶	۰/۲۳	۲۵/۵	۳۴
T_{100}	۰/۰۱۶۶	۱۰	۰/۰۷	۰/۲۳	۲۶/۶	۳۵/۴
T_{60}	۰/۰۱۶۶	۱۰	۰/۰۸	۰/۲۳	۲۴/۹	۳۳/۲
T_{120}	۰/۰۱۶۶	۱۰	۰/۰۸۲۵	۰/۲۳	۲۴/۵	۳۲/۶

جدول (۳): متوسط زمان‌های پیشروی (دقیقه) جبهه آب از ابتدا به سمت انتهای جویچه در تیمارهای مختلف آبیاری نوبت دوم

فاصله از ابتدای جویچه	تیمارهای آزمایش			
(متر)	T_{120}	T_{60}	T_{100}	T_{50}
۱۰	۴/۸۷	۵/۶۷	۴/۲۷	۴/۸۶
۲۰	۱۱/۴۹	۱۱/۲۲	۷/۶۲	۱۰/۰۴
۳۰	۲۲/۶۳	۱۹/۸۳	۱۴/۶۸	۱۶/۷۰
۴۰	۴۱/۳۳	۳۷/۲۸	۲۴/۱۳	۳۴/۱۶
۵۰	۶۱/۱۱	۵۸/۳۷	۴۴/۶۹	۴۷/۴۷
۶۰	۹۲/۵۱	۸۷/۴۹	۶۷/۳۴	۷۱/۵۵
۷۰	۱۱۴/۷۷	۱۱۲/۱۹	۹۳/۰۷	۹۹/۷۸
۸۰	۱۳۹/۰۹	۱۴۳/۸۱	۱۲۰/۶۴	۱۲۲/۴۲
۹۰	۱۷۰/۴۸	۱۸۳/۸۱	۱۵۸/۰۶	۱۶۲/۸۹



شکل (۴): منحنی‌های پیشروی آب در جویچه‌ها برای تیمارهای T_{50}(راست) و T_{100} (چپ)



شکل (۵): منحنی‌های پیشروی آب در جویچه‌ها برای تیمارهای T_{60} (راست) و T_{120} (چپ)

جدول (۴): نتایج مربوط به پارامترهای لازم در محاسبه زمان قطع جریان در تیمارهای مختلف آزمایش

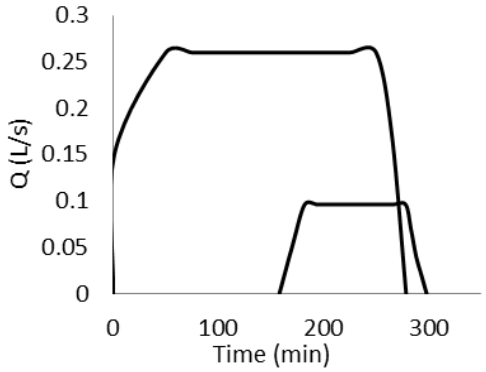
تیمارها	Q_{in} (L/s)	Q_{out} (L/s)	L*W (m^2)	I_f (in/hr)	a (cm)	b	c (cm)	I_g (cm)	T_o (min)	T_a (min)	T_r (min)	T_{co} (min)
T_{50}	۰/۲۷	۰/۱۱۱	۴۵	۰/۴۹	۰/۱۱۸۶	۰/۷۴۶۲	۰/۶۹۸۵	۳/۴	۶۶/۷	۱۶۲/۹	۲۰	۲۱۰
T_{100}	۰/۲۶	۰/۰۹۶	۹۰	۰/۲۶	۰/۰۸۶۴	۰/۷۱۱۶	۰/۶۹۸۵	۳/۵	۱۳۸/۸	۱۵۸/۱	۲۰	۲۷۷
T_{60}	۰/۲۳	۰/۰۹۵	۵۴	۰/۳۴	۰/۰۹۸۵	۰/۷۲۶۷	۰/۶۹۸۵	۳/۳	۹۳/۳	۱۸۳/۸	۲۰	۲۵۷
T_{120}	۰/۲۴	۰/۰۹۹	۱۰۸	۰/۱۸	۰/۰۷۴۳	۰/۶۸۹۴	۰/۶۹۸۵	۳/۳	۱۸۵/۳	۱۷۰/۵	۲۰	۳۳۶

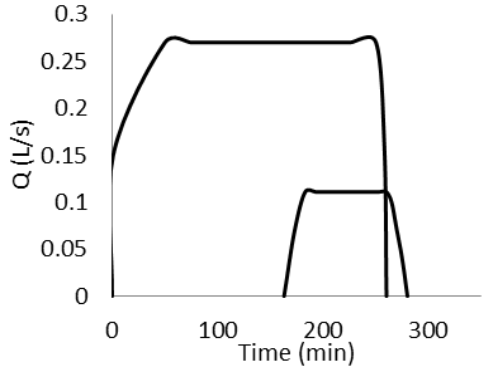
با مشاهده جدول ۴ مشخص می‌گردد که با توجه به اختلاف اندک (حداکثر ۰/۰۴ لیتر بر ثانیه) بین متوسط دبی‌های ورودی تیمارها که ممکن است ناشی از خطا در اندازه‌گیری باشد، دبی‌های خروجی نیز تفاوت کمی را نشان می‌دهند. به طوریکه در تیمار T_{50} با بیشترین دبی ورودی، بالاترین دبی خروجی نیز حاصل شده است. همانطور که از معادله ۶ مشخص است سرعت نفوذ نهایی در هر تیمار از نسبت اختلاف دبی ورودی و خروجی به مساحت جویچه حاصل می‌شود. با توجه به اینکه در آبیاری یک در میان عرض جویچه دو برابر در نظر گرفته می‌شود بنابراین مساحت جویچه نیز دو برابر می‌گردد (ستون چهارم جدول ۴). با این وجود کمترین سرعت نفوذ نهایی در تیمار T_{120} بدست می‌آید. بر این اساس متوسط ضرائب نفوذ (ستون‌های ۶ الی ۸ جدول ۴) نیز نسبت به سایر تیمارها کمتر حاصل می‌شود. با توجه به معادله ۷ کاهش در مقدار ضرائب a و b باعث افزایش مقدار T_o می‌گردد. به همین دلیل و با توجه به اینکه عمق ناخالص آبیاری در تیمارهای مختلف نزدیک به هم است، زمان نفوذ و زمان قطع جریان در تیمار T_{120} بیش از تیمارهای دیگر بدست آمده است.

شبیه‌سازی آبیاری با استفاده از مدل SIRMOD

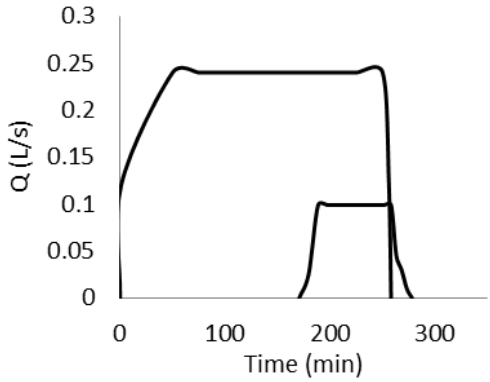
بر اساس داده‌های اندازه‌گیری شده آبیاری نوبت دوم به عنوان ورودی و انتخاب رژیم هیدروگراف جریان پیوسته که بر اساس هیدروگراف دبی‌های ورودی و خروجی (شکل‌های ۶ و ۷) بدست می‌آید، مدل SIRMOD اجرا و شبیه‌سازی آبیاری جویچه‌ای در تیمارهای معمولی و یک در میان صورت گرفت. لازم به ذکر است که ضریب زبری مانینگ در آبیاری نوبت دوم ۰/۰۴ بر اساس راهنمای نرم افزار (واکر، ۲۰۰۳) انتخاب گردید. همچنین ابعاد جویچه ها بر اساس بافت خاک و شکل سطح مقطع آنها (۱۰) شامل عرض بالا، عرض وسط، عرض پایین و عمق حداکثر آب به ترتیب ۰/۳، ۰/۲، ۰/۱ و ۰/۱ متر در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی با استفاده از مدل در جداول ۵ و ۶ آورده شده است

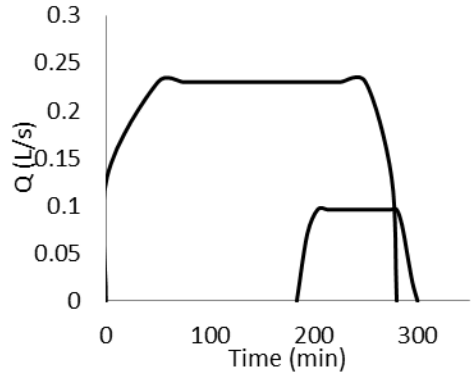
.





شکل (۶): هیدروگراف‌های دبی ورودی و خروجی جویچه‌ها برای تیمارهای T_{50}(راست) و T_{100} (چپ)





شکل (۷): هیدروگراف‌های دبی ورودی و خروجی جویچه‌ها برای تیمارهای T_{60}(راست) و T_{120} (چپ)

جدول (۵): نتایج خروجی مدل SIRMOD با استفاده از شبیه‌سازی آبیاری نوبت دوم گندم برای تیمارهای مختلف آزمایش در رژیم هیدروگراف جریان پیوسته

خروجی مدل	تیمارهای آزمایش			
	T120	T60	T100	T50
زمان پیشروی(min)	۱۶۰/۲	۱۷۹/۷	۱۳۰/۸	۱۱۹/۵
راندمان کاربرد(٪)	۷۱/۸۷	۳۸/۵۴	۶۰/۶۹	۲۷/۴۷
راندمان ذخیره (٪)	۹۸/۵۶	۹۹/۶۷	۹۹/۶۷	۹۹/۶۷
راندمان آبیاری (٪)	۷۵/۲۸	۴۰/۵۶	۶۳/۸۸	۲۸/۹۱
یکنواختی توزیع (٪)	۷۸/۳۲	۷۵/۴۱	۸۳/۳۵	۸۴/۹۴
راندمان توزیع (٪)	۷۴/۹۴	۳۹/۵۹	۶۵/۳۷	۳۰/۰۸
نسبت رواناب	۴/۰۹	۲/۶۷	۷/۱۵	۸/۷
نسبت نفوذ عمقی	۲۴/۰۴	۵۸/۷۹	۳۲/۱۵	۶۳/۸۳

جدول (۶): نتایج خروجی مدل SIRMOD با استفاده از شبیه‌سازی آبیاری نوبت دوم گندم برای تیمارهای مختلف آزمایش در رژیم هیدروگراف جریان پیوسته

خروجی مدل	تیمارهای آزمایش			
	T_{120}	T_{60}	T_{100}	T_{50}
حجم ورودی(m^3)	۳/۶	۳/۵	۳/۹	۴/۱
حجم خروجی(m^3)	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۳
حجم نفوذ (m^3)	۳/۵	۳/۴	۳/۶	۳/۷

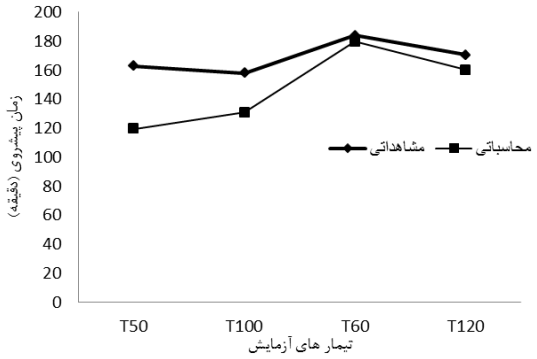
زمان های پیشروی آب در داده‌های برداشت شده از آزمایش و مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل در شکل ۸ مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف بین زمان پیشروی در داده‌های حاصل از آزمایش و مدل ۴۳ دقیقه و کمترین آن ۴ دقیقه به ترتیب در تیمارهای آبیاری معمولی T_{50} و T_{60} وجود دارد. این اختلاف در تیمارهای آبیاری یک‌درمیان T_{120} و T_{100} به ترتیب ۱۰ تا ۲۷ دقیقه بدست آمده است.

مقایسه نتایج راندمان های کاربرد، ذخیره، آبیاری و توزیع با استفاده از مدل SIRMOD (جدول ۵) در شکل ۹ آمده است. به جز راندمان ذخیره که در تمامی تیمارها مقدار نسبتا یکسانی دارد، مقادیر سایر راندمان‌ها در تیمارهای یک درمیان حدود ۲ برابر تیمارهای معمولی می‌باشند. همچنین در بین تیمارهای یک‌درمیان نیز مقادیر راندمان های کاربرد، آبیاری و توزیع در تیمار T_{120} نسبت به تیمار T_{100} بیشتر حاصل شده است.

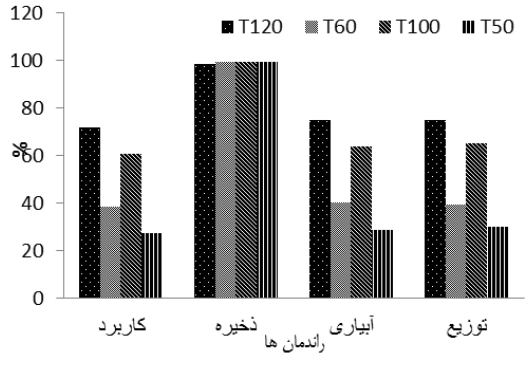
نتیجه‌گیری

قبل از هر چیز باید متذکر شد که ویژگی این تحقیق بررسی امکان شبیه‌سازی آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان ثابت با استفاده از مدل SIRMOD برای محصول گندم در یک خاک شنی لومی با جویچه‌های ۹۰ متری بود. نتایج حاصله نشان داد که همانند تحقیق حسن‌لی و همکاران (۱۳۹۰) برای محصول ذرت، کارآیی مدل در برآورد پارامترهای ارزیابی در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان گندم نسبتاً بهتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی بود. نتایج مقایسه زمان پیشروی آب در داده‌های حاصل از آزمایش و خروجی مدل اختلافاتی به میزان ۴، ۱۰، ۲۷ و ۴۳ دقیقه را به ترتیب در تیمارهای T_{60}، T_{120}، T_{100} و T_{50} نشان داد. این نتیجه حاکی از این است که داده‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل برای زمان پیشروی، در جویچه های با فاصله ۶۰ سانتی متر به داده‌های مشاهداتی نزدیک‌تر می‌باشند.

همچنین نتایج شبیه‌سازی مدل حاکی از این بود که راندمان‌های کاربرد، آبیاری و توزیع در تیمارهای یک‌درمیان ۲ برابر تیمارهای معمولی بود. در مقدار راندمان ذخیره و یکنواختی توزیع تمامی تیمارها اختلافی مشاهده نشد. با بررسی سایر نتایج مشخص شد که نسبت نفوذ عمقی در تیمارهای یک درمیان نسبت به تیمارهای معمولی کمتر بود که به نظر می‌رسد به دلیل نفوذ افقی (جانبی) آب می‌باشد. در مجموع نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که آبیاری یک‌درمیان با فاصله ۶۰ سانتی‌متر جویچه‌ها (T_{120})، برای محصول گندم حتی در خاک شنی لومی مناسب است و باعث افزایش راندمان‌های کاربرد، آبیاری و توزیع می‌گردد.



شکل (۸): مقایسه زمان پیشروی (دقیقه) در داده‌های حاصل از آزمایش و مدل



شکل (۹): مقایسه راندمان‌های کاربرد، ذخیره، آبیاری و توزیع (درصد) در تیمارهای مختلف آزمایش با استفاده از نتایج هیدروگراف جریان پیوسته مدل

منابع

بهبهانی، م. ر. و ح. بابا زاده. ۱۳۸۴. ارزیابی مزرعه‌ای مدل آبیاری سطحی (SIRMOD) (مطالعه موردی در آبیاری شیاری). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ۲. ۱۰ ص.

بهرامی، م.، س. برومند نسب، س. جلیلی و ع. ع. ناصری. ۱۳۸۷. مقایسه مدل‌های نرم افزار SIRMOD در طراحی آبیاری جویچه‌ای در مزارع دانشگاه شهید چمران. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. ۸ ص.

حسن‌لی، م.، م. شمس زهرایی، ح. ابراهیمیان و ع. لیاقت. ۱۳۹۰. ارزیابی مزرعه‌ای مدل SIRMOD برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان. نخستین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی. ۱۰ ص.

حیدری، ن.، ا. اسلامی، ا. قدمی، ا. کانونی، م. ا. اسدی و م. ح. خواجه عبدالهی. ۱۳۸۴. تعیین و ارزیابی بهره‌وری آب کشاورزی بعضی از محصولات غالب در مناطق مختلف ایران. گزارش تحقیقاتی. شماره ۹۸۸. موسسه تحقیقات مهندسی کشاورزی. کرج. ایران.

حیدری، ن. و س. ا. حقایقی مقدم. ۱۳۸۰. کارایی مصرف آب بعضی محصولات غالب در مناطق مختلف ایران. گزارش برای وزارت جهاد کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی. کرج. ایران.

شینی دشتگل، ع.، ح. ع. کشکولی، ع. ع. ناصری و س. برومند نسب. ۱۳۸۸. اثر آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان روی کارایی مصرف آب و ویژگی‌های نیشکر در جنوب اهواز. علوم آب و خاک، ۱۳ (۴۹): ۴۵-۵۷.

علیزاده، ا. ۱۳۸۵. طراحی سیستم‌های آبیاری، جلد اول طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. مشهد، دانشگاه امام رضا(ع). ۴۵۲ ص.

عباسی، ف.، ا. ناصری، ف. سهراب، ج. باغانی، ن. عباسی و م. اکبری. ۱۳۹۴. ارتقای بهره وری مصرف آب. دستاورد پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ناشر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۶۸ صفحه.

مجدزاده ب.، م. قبادی نیا، ت. سهرابی و ف. عباسی. ۱۳۸۷. ارزیابی دو مدل ریاضی SIRMOD و SRFR برای بررسی عملکرد آبیاری پیوسته و موجی. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی. ص. ۳۳۵ - ۳۴۳.

Ali, M. H., M. R. Hoque, A. A Hassan and A. Khair. 2007. Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. Agric. Water Manage. Vol. 92(3):151-161.

El-Halim A. A. 2013. Impact of alternate furrow irrigation with different irrigation intervals on yield, water use efficiency, and economic return of corn. CHILEAN Journal of agricultural research, 73(2): 175-180.

Latif M. and S. Mahmood . 2004. Field measurement and simulation of advance rates for continuous and surge irrigated furrows in Pakistan. Irrigation and Drainage.Volume 53, Issue 4, pages 437–447.

Nasri M., M.Khalatbari and H. Aliabadi Farahani. 2010. The effect of alternate furrow irrigation under different nutritional element supplies on some agronomic traits and seed qualitative parameters in corn (Zea maysL.). Journal of cereals and oilseeds 1(2):17-23.

Samadi, A. and A. R. Sepaskhah. 1984. Effect of alternative furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. Iran Agric. Res. 3: 95-115.

Sepaskhah A. R. and S. N. Hosseini. 2008. Effects of Alternate Furrow Irrigation and Nitrogen Application Rates on Yield and Water- and Nitrogen-Use Efficiency of Winter Wheat (Triticum aestivum L.). Plant Prod. Sci. 11(2): 250-259.

Thind, H. S., G. S. Buttar and M. S. Aujla. 2010. Yield and water use efficiency of wheat and cotton under alternate furrow and check-basin irrigation with canal and tube well water in Punjab, India. Irrigation Science, Published online.

Tsegaye, T., J. F. Stone and H. E. Reeves. 1993. Water use characteristics of wide spaced furrow irrigation. Soil Sci. Soc. Am. J. 57:240-245.

Walker, W. R. 2003. Surface irrigation simulation, evaluation and design, SIRMOD III. Guide and technical documentation. Biological and irrigation engineering Utah state university.

Simulation of Alternate Furrow Irrigation for Wheat using SIRMOD

Amir Eslami[1]

Abstract

According to decline in water resources availability and quality and also increases population growth, one of the most important strategic policies for food security is agricultural vertical development which can be achieved by improvement of water productivity. Deficit irrigation by employing alternate furrow irrigation is one of the methods of water management in the field that its application increases water productivity and yield per each irrigation water unit. This study was conducted to evaluate and simulate the alternate furrow irrigation for wheat using SIRMOD model. To reach these aim, some experimental data for Kerman Zenderooh agricultural and environmental research center during 2005-2007 were used. This research was based on randomized complete block statistical design with four treatments normal and alternate furrow irrigation method with two planting distances 50 and 60 cm (T50, T100, T60 and T120) in three replications. Evaluation results by model showed that efficiency of application, irrigation and distribution of water can be improved 2 times in alternate furrow method as compared to normal method. There were 4, 10, 27, 43 minutes difference between observed and computed data of water time advances in treatments T60, T120, T100 and T50, respectively. In total, observations showed that alternate furrow irrigation with a spacing of 60 cm (T120) is suitable for wheat, even in sandy loam soils. This increases the efficiency of application, irrigation and
distribution.

Keywords: Alternate furrow irrigation, Deficit irrigation, SIRMOD model, Water productivity.

[1] Assistant Professor of Agricultural Engineering Research, Agricultural and Natural Resources Research Center, Fars, Agricultural Research and Training Organization, Shiraz, Iran. amireslami.50@gmail.com