نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۶

ISSN 2251-7480

بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر راندمان کاربرد آب آبیاری نواری در شرایط عمق توسعه ریشه موجود و قابل توسعه گندم در اراضی حمیدیه (خوزستان)

آرش تافته[1*]، محمدرضا امداد[2]، سعید غالبی[3]

۱*) استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

***نویسنده مسئول مکاتبات: arash_tafteh@yahoo.com**

۲) استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳)مربی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۸/ ۱۳۹۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۲۹

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تغییرات ابعاد نوار و عمق توسعه ریشه گندم در منطقه حمیدیه خوزستان بر تغییر راندمان کاربرد آب انجام شد، خاک منطقه دارای بافت سنگین clay loam بوده و آزمایش در سه مزرعه آزمایشی بر اساس کار معمول زارع و اندازه‌گیری مستقیم جهت واسنجی مدل WIN- SRFR 4.1.3 در سال ۱۳۹۳ انجام شد. عمق مؤثر توسعه ریشه گندم رقم چمران ۱۰۰ روز پس از کاشت (اوایل اسفند ماه در زمان پس از گل‌دهی) ۴۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری و راندمان کاربرد آب در آبیاری نواری در شرایط زارع حدود ۳۰ درصد تعیین شد. نتایج شبیه‌سازی شده با این مدل در شرایط عمق توسعه ریشه ۴۰ سانتی‌متر و عمق خالص آب آبیاری ۵۰ میلی‌متر نشان داد که با دبی ورودی ۱۸ لیتر بر ثانیه، زمان آبیاری ۳ تا ۳/۵ ساعت، و ابعاد نوار با طول ۱۸۰ و عرض ۱۰ متر امکان افزایش راندمان کاربرد آب تا ۴۰ درصد فراهم می‌باشد. چنانچه عمق توسعه ریشه به ۵۰ سانتی‌متر و عمق خالص آب آبیاری ۷۰ میلی‌متر افزایش یابد (در شرایط بهبود وضعیت خاک) در شرایط پیشنهادی که ۳۳ درصد افزایش نسبی به شرایط زارع دارد، می‌توان راندمان کاربرد آب را به ۵۰ درصد افزایش داد. بنابراین با انجام عملیات مناسب شخم و بهسازی خاک و نیز اصلاح ابعاد نوار و مدیریت آبیاری امکان افزایش نسبی راندمان کاربرد آب نسبت به شرایط زارع در حدود ۶۶ درصد میسر می‌گردد.

کلید واژه‌ها: آبیاری نواری؛ حمیدیه؛ راندمان کاربرد آب؛ عمق توسعه ریشه

مقدمه

در ارزیابی راندمان کاربرد آب در مزارع آبی، یکی از عوامل مهم و تعیین کننده تغییر عمق توسعه ریشه گیاه در طول فصل داشت گیاه است. در این راستا مدل‌های متفاوتی مانند AquaCrop، Hydrus و غیره برای شبیه‌سازی رشد گندم و تغییرات عمق توسعه ریشه بکار برده می‌شوند (Khalili *et al.*, 2014). میزان رشد و توسعه ریشه متأثر از عوامل متعددی است که شامل تراکم کشت، مدیریت مزرعه، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، عملیات سم پاشی و رقابت گیاهان در مصرف آب و مواد غذایی می‌باشد. رویکرد مدل‌های روابط آب و گیاه در طی دو دهه اخیر بر پایه دو مفهوم اصلی توسعه یافته است که یک مفهوم شبیه‌سازی رشد و بازدهی محصول است و

دومی زیرمدلی از رشد ریشه است که باید توضیحات کافی از سیستم ریشه با در نظر گرفتن رشد و اثرات متقابل بین رشد ساقه و محیط خاک را داشته باشد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۰). پژوهشگران زیادی در زمینه اهمیت مدل جذب ریشه کار کرده اند و نشان داده اند که شبیه‌سازی رشد ریشه در تعیین دقت مدل‌های امروزی بسیار پر اهمیت است (Clothier and Green, 1994). مشخصات بافت خاک و سیستم توسعه ریشه گیاه که تابعی از نوع خاک می‌باشد تأثیر بسزایی در تعیین مقدار آب آبیاری و دور آبیاری دارد (Coelho and Or,1996). مدیریت صحیح آبیاری در مزرعه به‌طور کامل به این عوامل اساسی وابسته است. ساده‌ترین روش برای تخمین مقدار جذب آب توسط ریشه روش بیلان آبی است که توسط عامل تخلیه در مدل ریچاردز قابل تعریف بوده و در مدل‌های پیشرفته امروزی نیز از آن استفاده می‌شود (Hupet *et al.*,2003). در تحقیقاتی که بر روی تغییرات رشد گیاه کلزا و مدل کردن آن در منطقه باجگاه انجام شد، گزارش نمودند که مدل تغییرات رشد ریشه در خروجی مدل Hydrus-1D بسیار مؤثر بوده و در تابع جذب آب در ریشه تأثیر چشمگیری دارد لذا پیشنهاد نمودند که مدل تغییرات عمق ریشه برای سیستم واقعی کشت واسنجی شده و سپس برای مدل تعریف گردد. همچنین گزارش نمودند که در نظر نگرفتن عمق مناسب ریشه در نتایج نهایی جذب ریشه بین ۲۰ تا ۲۵ درصد خطا ایجاد می‌نماید. در آبیاری سطحی که از قدیمی‌ترین روش‌های آبیاری است تعیین دقیق عمق توسعه ریشه برای هر منطقه با توجه به شرایط محیطی امری ضروری است. چنانچه این عامل بدرستی تعیین نشود تصمیمات مدیریتی آبیاری به‌طور کامل اعمال نشده و در عمل با راندمان کاربرد پایین‌تری از آنچه شبیه‌سازی شده است روبرو خواهیم بود (Tafteh and sepaskhah, 2012).

توانایی سیستم آبیاری به منظور کاربرد و توزیع یکنواخت آب عامل مهمی در حفظ و ذخیره منابع آب قلمداد می‌شود و از نظر اقتصادی حائز اهمیت است که طراحی و مدیریت مناسب آبیاری می‌تواند تضمین کننده این موضوع باشد. در نظر گرفتن عمق واقعی توسعه ریشه نقش مؤثری در بهبود راندمان کاربرد آب دارد، لذا انجام اقدامات و راهکارهای مناسب در راستای افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه می‌تواند سهم شایانی در افزایش راندمان کل در شبکه آبیاری و زهکشی داشته باشد. همانطور که در تعاریف راندمان کاربرد تاکید شده است، گیاه تنها آب ذخیره شده در منطقه ریشه را استفاده نموده و آبی که به صورت رواناب و یا نفوذ عمقی از دسترس ریشه خارج می‌شود جزو تلفات به حساب می‌آید. از این رو راندمان کاربرد آب نسبت عمق آب ذخیره شده در منطقه ریشه به عمق کل آب ورودی به مزرعه است. بنابراین هرچه حجم آب ورودی بیش‌تر باشد (آبیاری بی رویه)، به علت نفوذ عمقی و رواناب سطحی، راندمان کاربرد آب کاهش می‌یابد. از این رو ضروری است تا با طراحی مناسب قطعات آبیاری، توسعه روش‌های نوین آبیاری و سایر موارد مرتبط با مدیریت آب در مزرعه، راندمان کاربرد آب در مزرعه بهبود یابد(Raine and Mcclymont,1997).

یکی از روش‌های مرسوم آبیاری سطحی که در خوزستان رایج است آبیاری نواری می‌باشد. در این روش عموما مزرعه به نوارهایی با عرض ۸ تا ۱۲ متر و طول ۱۸۰ تا ۳۰۰ متر تقسیم می‌شود. این روش آبیاری برای غالب بافت‌های خاک مناسب است، ولی برای خاک‌هایی با بافت سبک و طول نوار زیاد توصیه نمی شود(*FAO,2001*). این روش بیش‌تر در زمین‌های کم شیب و برای گیاهان علوفه‌ای، غلات و باغ‌های میوه استفاده می‌شود. راندمان کاربرد آب آبیاری بسته به روش و مدیریت آبیاری، نوع محصول و مدیریت زارع تغییر می‌کند. در ۲۱ مزرعه انتخاب شده، متوسط راندمان کاربرد آب در مزارع کبوتر آباد اصفهان و پنبه کریم آباد گرگان که با روش آبیاری نواری و کرتی آبیاری شده اند بترتیب ۱۷/٦ و ۲۹/۷ درصد گزارش گردید (Abbasi *et al.*, 1999). محققین آبیاری و

زهکشی تحقیقات فراوانی جهت بررسی و ارزیابی مدیریت آبیاری در روش سطحی انجام داده‌اند. آنچه در آبیاری سطح حائز اهمیت است این است که جریان آب روی سطح خاک یک جریان ناپایدار متغیر زمانی و مکانی است که به سرعت نفوذ آب در خاک که خود با زمان و مکان تغییر می‌نماید بستگی دارد. مشکل عمده روش‌های آبیاری سطحی پایین بودن راندمان آبیاری است که عمدتا ناشی از ضعف مدیریت آبیاری می‌باشد (Khatri and Smith, 2006). در صورت اعمال صحیح مدیریت مناسب آبیاری و در نظر گرفتن تغییرات زمانی و مکانی خصوصیات خاک، راندمان‌های بالا در آبیاری سطحی دور از انتظار نخواهد بود (Gatta *et al.*,2007).

بمنظور تعیین تأثیر ابعاد نوار و همچنین تأثیر تغییرات دبی و شیب بر راندمان کاربرد آب و سایر اجزای مرتبط با آن، مدل‌های مختلفی توسط محققین آبیاری بسط و توسعه داده شده اند. تا با استفاده از این مدل‌ها شرایط آبیاری سطحی قابل شبیه‌سازی و مدیریت باشد. به عنوان مثال مدل‌های SIRMOD و WIN-SRFR از جمله مدل‌های معمول و کاربردی جدید می‌باشند که در راستای تأثیر تغییرات ابعاد(طول و عرض نوار)، دبی، شیب و سایر پارامترهای مرتبط با راندمان کاربرد آب در مزرعه به منظور ارائه مدیریت مناسب آبیاری و ارتقا راندمان کاربرد آب مورد استفاده قرار می‌گیرند (Bautista *et al.*,2012 ، Walker, 1989). با استفاده از این مدل‌ها تحقیقات گسترده ای در زمینه بهینه سازی ابعاد کرت و نوار در روش‌های آبیاری سطحی با هدف افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه انجام پذیرفته است (Zerihun *et al.*,2005 ،Mailhol *et al.*, 2005، Eldeiry *et al.*, 2005).

ارزیابی راندمان کاربرد آب در آبیاری جویچه‌ای در دشت مغان، نشان داده است که راندمان کاربرد آب در هر یک از قطعات انتخاب شده متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه ذرت حدود ٤١ درصد می‌باشد. همچنین متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه چغندرقند حدود ۵۵ درصد گزارش شده است. بر اساس نتایج حاصله، مدیریت آبیاری مزارع نقش بسزایی در جلوگیری از تلفات آبیاری دارد، به‌طوری که عدم توجه به ویژگی‌های خاک، طول قطعات آبیاری و عدم تناسب طول طراحی شده با زمان قطع آب، مشکلات زیادی را بوجود آورده و سبب پایین شدن عملکرد محصولات و راندمان کاربرد آب در مزارع شده است. برخی محققان از مدل WIN-SRFR برای شبیه‌سازی آبیاری جویچه‌ای در سه طیف بافت خاک سبک، متوسط و سنگین بدون پوشش گیاهی استفاده نمودند. نتایج آنها نشان داد که مدل با دقت خوبی اجزای بیلان حجمی آب را شبیه‌سازی نموده و در جویچه‌های کوتاه (۱۰۰ متری) تا نسبتا طولانی (۲۵۰ متری) نتایج قابل قبولی را ارائه کرده است. بر اساس این تحقیق بیش‌ترین خطای مدل در برآورد رواناب سطحی حدود ٦ درصد و کمترین آن در حجم آب ورودی حدود ۳ درصد گزارش شده است (Mokari Gahroodi *et al.*, .2013). همچنین در تحقیقی که با هدف افزایش راندمان کاربرد آب در مزارع نیشکر واحد سلمان فارسی با استفاده از مدل WIN-SRFR انجام شده است مشخص شد که با استفاده از نرم‌افزار WIN-SRFR در شرایط آبیاری جویچه‌ای، دبی ورودی برای رسیدن به راندمان کاربرد بالای ٦۰ درصد، حدود ۱/۵ لیتر بر ثانیه قابل دسترسی است (Moridnejad *et al.*, 2010). مدل WIN-SRFR در تحقیقات دیگری با استفاده از اطلاعات مزرعه‌ای در مزارع تحقیقاتی دانشگاه تهران در کرج بر روی ذرت دانه ای و بر اساس دو روش اینرسی صفر و موج کینماتیک ارزیابی شد و نتایج نشان داد که مدل بیش‌ترین تغییرات را نسبت به دبی ورودی، زمان قطع جریان و پارامترهای معادله نفوذ دارد (Taghizadeh *et al.*,2012). در تحقیقیاتی دیگر محققین در آبیاری جویچه ای بدون پوشش گیاهی در مزارع تحقیقاتی کرج با بهینه سازی دبی ورودی و واسنجی پارامترهای نفوذ نشان دادند که مدل WIN-SRFR قابلیت بالایی در بهینه سازی و شبیه‌سازی شرایط واقعی مزارع داشته و پارامترهای نفوذ

شبیه‌سازی شده توسط مدل با مقادیر اندازه‌گیری شده در سطح مزارع تحقیقاتی نشان دادند که از مدل در شبیه‌سازی آبیاری سطحی بخوبی می‌توان استفاده نمود (Valipour and Montazar, 2012). محققین در کوردبا اسپانیا با بهینه سازی دبی ورودی و زمان آبیاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک در آبیاری جویچه ای با بافت متوسط و سنگین نشان دادند که این دو پارامتر از نگاه فنی و اقتصادی در طراحی جویچه‌ها بسیار مهم و حائز اهمیت می‌باشد (Montesionos, 2001).

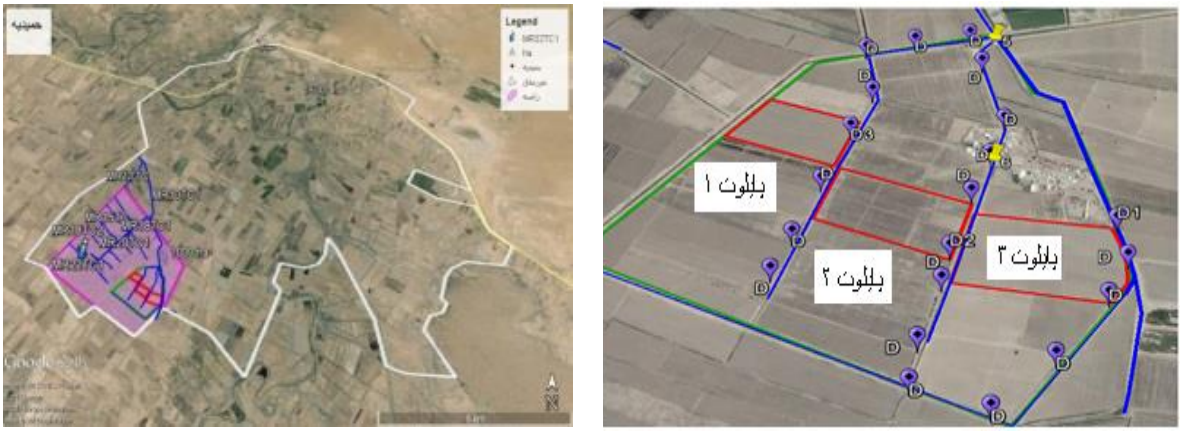
برای بهینه سازی ابعاد آبیاری نواری با استفاده از مدل WIN-SRFR محققین در یوچنگ در پایین دست رودخانه زرد در چین گزارش کردند که بهترین راندمان کاربرد گندم در آبیاری نواری در خاک نیمه سنگین مقدار ذخیره آب در خاک حدود ٤٩ میلی‌متر به‌دست آمد و برای آبیاری نواری با طول ۲۰۰ متر و بافت نیمه سنگین حداقل مدت زمان ۱۲۰ دقیقه را پیشنهاد نمودند و برای دستیابی به راندمان بالا در روش آبیاری نواری طول کمتر از ۱۲۰ متر و عرض ۳ تا ۵ متر را ارائه نمودند که این امر افزایش راندمان کاربرد آب تا ٢٦ درصد را بجهت بهبود مدیریت آب در مزرعه ارائه می‌نماید (Chen *et al.*,2012). با بررسی مدل WIN-SRFR محققین دیگری گزارش کردند که مدل شبیه‌سازی مناسبی از داده‌های مزرعه انجام داده و از آن برای مدیریت آب در آبیاری سطحی به خوبی می‌توان استفاده نمود. بررسی اندازه ابعاد نوار، دبی ورودی و ساعت آبیاری و تأثیر آن بر راندمان کاربرد آب نقش مهمی در مدیریت مصرف آب ایفا می‌کند. مدیریت آبیاری بایستی به گونه ای باشد که هم در مصرف آب صرفه جویی شود و هم از شسته شدن و خسارت زدن به خاک کشاورزی جلوگیری به عمل آید (Nie *et al.*, 2014). از این رو بررسی چند متغیره برای مدیریت آبیاری سطحی و راندمان کاربرد آب توسط محققین زیادی توصیه شده و در صورت در نظر گرفتن عوامل متعدد می‌توان نتایج مناسب‌تری بدست آورد (Sanchez *et* Ma *et al.*, 2010 ,*al.*,2009.). بنابراین ضروری است بمنظور ارتقا راندمان کاربرد آب در مزرعه عوامل تأثیرگذار بررسی و مناسب‌ترین سناریو آبیاری در راستای ارتقا کارایی مصرف آب انتخاب و توصیه گردد.

با توجه به تحقیقات انجام شده ملاحظه می‌گردد که عمق توسعه ریشه به عنوان یک عامل کلیدی به صورت تخصصی خیلی کمتر مد نظر قرار داده شده و تأثیر سایر پارامترها مانند ابعاد نوار، دبی ورودی و زمان قطع جریان که از مهمترین پارامترهای تأثیر گذار بر راندمان کاربرد آب در مزرعه می‌باشند مد نظر قرار داده شده است که طراحی و انتخاب مناسب این پارامترها نقش مهمی در ارتقا راندمان کاربرد آب دارد. این پارامترها از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر راندمان کاربرد آب در آبیاری سطحی هستند(Gillies *et al.*, 2008, Navabian *et al.*, 2009). از این رو در ادامه تغییرات عمق توسعه ریشه، ابعاد نوار، زمان قطع و دبی جریان ورودی بر راندمان کاربرد آب در اراضی گندمکاری حمیدیه (خوزستان) بررسی و در دو شرایط ممکن عمق توسعه ریشه، مناسب ترین ابعاد نوار، دبی جریان ورودی و زمان قطع جریان بمنظور حصول به راندمان کاربرد آب بالاتر که از نظر مدیریتی نیز قابل اجرا و عملیاتی شدن باشد، پیشنهاد شد.

مواد و روش‌ها

مدل win-SRFR یک بسته نرم‌افزاری برای تحلیل هیدرولیک سیستم‌های آبیاری سطحی توسعه یافته است. با این نرم‌افزار WIN-SRFR، کاربران می‌توانند رویدادهای آبیاری عملکردی را تحلیل و پارامترهای نفوذی را بر مبنای داده‌های میدانی اندازه‌گیری شده ، تنظیم راه‌های متناوب طرح و عملیات و رهبری تحقیقات شبیه‌سازی با استفاده از یک مدل جریان غیر یکنواخت تک بعدی برآورد کنند. بخاطر نیاز به تلفیق عاملیت‌ها، پروژه توسعه WIN-SRFR منجر به اصلاحات و توسعه‌هایی در برآورد پارامتری موجود و مراحل تحلیل طرح و عملیات‌ها شده است. WIN-SRFR در اصل یک ابزار کاربردی است اما به عنوان

نرم‌افزاری پایه برای توسعه مدل سازی هیدرولیک و تکنیک‌های تحلیلی برای آبیاری سطحی عمل می‌کند. بمنظور بررسی و ارزیابی راندمان کاربرد آب و شبیه‌سازی معتبر با استفاده از مدل WIN-SRFR در اراضی گندمکاری حمیدیه خوزستان در سال ۱۳۹۳، سه مزرعه آزمایشی در منطقه حمیدیه (رامسه) استان خوزستان انتخاب شدند. سه پایلوت منتخب در حوضه کرخه و در ۲۵ کیلومتری غرب شهر اهواز بین ٤٧ درجه و ٤١ دقیقه تا ٥٠ درجه و ٣٩ دقیقه طول شرقی و ٢٩ درجه و ٥٨ دقیقه تا ٣٣ درجه و ٤ دقیقه عرض شمالی، واقع شده است. نقشه مزارع منتخب در شکل ١ آورده شده است. در سال ١٣٩٤ نیز از همین پایلوت‌ها جهت ارزیابی نتایج بهینه به‌دست آمده استفاده شد.



شکل ۱. موقعیت منطقه و پایلوت‌های منتخب در اراضی حمیدیه

در هر پایلوت ۱۲ نمونه خاک بمنظور اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک قبل از شروع کشت برداشت شد. جدول ۱ میانگین برخی ویژگی‌های فیزیکی و جدول ۲ برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک پایلوت‌ها را ارائه می‌کند. بررسی‌های میدانی در منطقه جهت تعیین روش آبیاری اراضی گندمکاری منطقه و ویژگی‌های آن انجام شد. شیب اراضی منطقه مورد نظر در ۹ نوار به صورت جداگانه تعیین شد که با توجه به شیب عرضی منطقه و تسطیح به عمل آمده محدودیتی برای رشد گیاهان ندارد. بمنظور آماده سازی زمین در پایلوت‌های منتخب قطعات زراعی ابتدا از دستگاه شخم و دیسک استفاده شد و سپس با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ اقدام به کشت گندم شد. رقم گندم مورد استفاده چمران و محدوده تاریخ کاشت گندم بین ۱۵ الی ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۳ بود. مزارع حمیدیه تجهیز و نوسازی شده و ٤ سال است که تحویل کشاورزان شده و کشاورزان در حال کشت و کار بر روی آن هستند. عمق کل ریشه گندم با حفر ۹ پروفیل در کنار گیاه گندم در زمان پایان دوره تشکیل دانه (اوایل اسفندماه پس از اتمام گلدهی) در هر پایلوت (سه نوار آبیاری) اندازه‌گیری شد که حدود ٤٠ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. با توجه به عمق ریشه گندم و ویژگی‌های فیزیکی خاک پایلوت‌ها مقدار عمق خالص آب ٥٠ میلی‌متر برای عمق ریشه ٤٠ سانتی‌متر و ٧٠ میلی‌متر برای عمق ریشه ٥٠ سانتی‌متر از رابطه ١ تعیین شد.

$$d_n = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{FC_i - PWP_i}{100}\right) \times D_i \qquad (1)$$

که در آن d_n نیاز خالص آبیاری بر حسب میلی‌متر، FC درصد رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی خاک هر لایه بر حسب درصد، PWP درصد رطوبت حجمی قطه پژمردگی دائم در هر لایه بر حسب درصد و D ضخامت هر لایه بر حسب میلی‌متر است و اندیس i شماره لایه می‌باشد.

جدول ۱. میانگین ویژگی‌های فیزیکی خاک پایلوت‌های منتخب(حمیدیه)

عمق cm	بافت خاک	FC %	PWP %	ρb g/cm3	Ks m/d	EC dS/m	pH
۰-۲۵	Clay Loam	۳۱/۹	۱۹/۰	۱/٤۸	۰/۰٤۵	٤/۵	۷/۲
۲۵-٤۵	Clay Loam	۳٦/٤	۲۳/۰	۱/۵۳	۰/۰٤۵	۵/۰	۷/۵
٤۵-٦۰	Clay Loam	۳٦/٤	۲۳/۰	۱/۵۳	۰/۰٤۵	۵/٤	۷/۷

در سه پایلوت منتخب نفوذپذیری خاک در سه تکرار (۹ اندازه‌گیری نفوذ سطحی) با استفاده از استوانه مضاعف اندازه‌گیری شد.

با توجه به میانگین اندازه‌گیری‌های نفوذپذیری انجام شده در سه پایلوت مذکور رابطه نفوذپذیری خاک (میانگین سه پایلوت منتخب) نشان داد که معادله نفوذ بطور متوسط به صورت رابطه ۲ می‌باشد.

$$Z = 14.04t^{0.15} + 4t \qquad (۲)$$

که در آن Z مقدار نفوذ تجمعی بر حسب میلی‌متر، t مدت زمان تماس آب با خاک بر حسب ساعت می‌باشد. با استفاده از این معادله می‌توان شرایط نفوذ را برای مدل WIN-SRFR به صورت قابل قبولی تعریف نمود که با توجه به توصیه ای که *Strelkoff and Clemmens (2006)* ارائه داده اند از روش کوستیاکف لوییز اصلاح شده استفاده شد. منبع تامین آب در منطقه شبکه آبیاری و زهکشی حمیدیه است که از رودخانه کرخه آبگیری می‌نماید. اطلاعات مدیریتی آبیاری در پایلوت‌های مورد نظر شامل تعداد نوبتهای آبیاری، تاریخ آبیاری‌ها و مدت زمان آبیاری نیز تعیین شد. در هر مزرعه راندمان کاربرد آب در سه آبیاری مورد تحلیل و ارزیابی واقع شد. با استفاده از روش بیلان حجمی مقدار حجم آب ورودی به مزرعه اندازه‌گیری شد و از طرفی با استفاده از رابطه ۱ و اندازه‌گیری عمق ریشه در هر مزرعه مقدار آب قابل ذخیره در محیط ریشه محاسبه و از نسبت این دو پارامتر مقدار راندمان کاربرد اندازه‌گیری شد. پس از بررسی و ارزیابی کامل پایلوت‌ها، مدل WIN-SRFR برای شرایط فعلی بر اساس پارامترهای نفوذ، زمان آبیاری، دبی و شیب منطقه واسنجی شد و عوامل مهم طراحی مانند طول، عرض، دبی نوارهای آبیاری در منطقه مورد بررسی واقع شد. سپس مناسب‌ترین سناریو قابل اجرا و کاربردی از نظر طول، عرض، دبی و ساعت آبیاری مورد نیاز در راستای افزایش راندمان کاربرد آب توصیه گردید در سال دوم نیز الگوی پیشنهادی اجرا و نتایج مدل با شرایط طبیعی مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۲. میانگین ویژگی‌های شیمیایی خاک پایلوت‌های منتخب(حمیدیه)

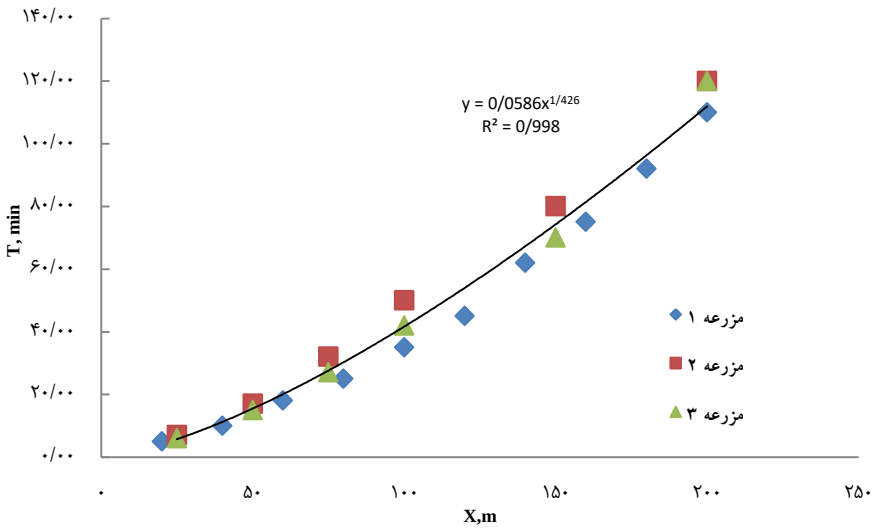
عمق cm	فسفر (PPM)	پتاسیم (PPM)	SAR	OC (%)
۰-۲۵	٤/۲۷	۱۹۳/۵	٤/۳۵	۰/۵
۲۵-٤۵	۱/۹۵	۱٦۹/۰	۵/۱٤	۰/۳
٤۵-٦۰	۰/۸۳	۱٦۱/۱	۵/٤۵	۰/۲۳

جدول ۳. ویژگی‌های شیمیایی آب منطقه پایلوت‌های منتخب (حمیدیه)

شماره آبیاری	EC dS/m	pH	HCO3- meq/lit	Ca++ meq/lit	Mg++ meq/lit	Na++ meq/lit	SAR
۱	۱/۸٦	۸/۰	۱۹۳/۵	۵/۵	۸/۵	۸	۳/۰
۲	۱/۸۷	۷/۹	۱٦۹/۰	۷/۵	۷/۵	۸	۲/۹
۳	۱/۸۸	۷/۹	۱٦۱/۱	۸/۰	٦/۵	۸	۳/۰

نتایج و بحث

از کانال ورودی به مزرعه نمونه‌های آبی تهیه شد که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. گندم دارای ریشه افشان سطحی بوده و عموما دارای عمق توسعه ریشه ای در حدود ٦۰ سانتی‌متر می‌باشد. نظر به جرم مخصوص ظاهری بالای خاک (۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و نفوذپذیری کم خاک، خاک مورد نظر فشرده بوده و طبق اندازه‌گیری بعمل آمده در زمان پس از گلدهی (۱۱۰ روز پس از کشت) عمق توسعه ریشه گندم حدود ٤۰ سانتی‌متر بوده است. طول نوارهای آبیاری ۲۰۰ متر و عرض آن ۱۰ متر بوده و همچنین با توجه به ویژگی‌های فیزیکی خاک عمق خالص آب آبیاری مورد نیاز برای رساندن محدوده توسعه ریشه گندم (٤۰ سانتی‌متر) به ظرفیت زراعی با استفاده از رابطه ۱ حدود ۵۰ میلی‌متر تعیین گردیده است. منحنی پیشروی بدست آمده از سه نوار در سه پایلوت به شرح شکل ۲ است. تمامی این شرایط واقعی به عنوان داده‌های ورودی برای مدل تعریف گردید. نتایج تغییرات راندمان کاربرد در پایلوت‌های مورد نظر در سه نوبت آبیاری به همراه مشخصات هر آبیاری در جدول ٤ ارائه گردیده است. همچنین مقادیر راندمان کاربرد آب که توسط مدل WIN-SRFR شبیه‌سازی شده است در جدول ٤ ارائه شده است. ملاحظه می‌گردد مدل WIN-SRFR نتایج مناسبی را از راندمان کاربرد آب شبیه‌سازی شده نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده راندمان کاربرد ارائه نموده است. محدوده راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های منتخب بین ۲٦ تا ۳۲ درصد می‌باشد که بیانگر این بوده که عمده آب مصرفی در مزرعه به صورت تلفات آبیاری از منطقه توسعه ریشه خارج گردیده است و تنها ۲٦ تا ۳۲ درصد از آب آبیاری در منطقه ریشه ذخیره شده است. بنابراین هرچه بیش از ۵۰ میلی‌متر بر میزان آبیاری بیافزاییم بر حجم تلفات افزوده ایم و این امر موجب کاهش راندمان کاربرد آب می‌گردد.



شکل۲. میانگین تغییرات جبهه پیشروی آب در پایلوت‌های مورد نظر

جدول٤. مقایسه تغییرات راندمان کاربرد آب اندازه‌گیری شده در پایلوت‌های منتخب در شرایط موجود

پایلوت	تاریخ آبیاری	دبی (لیتر بر ثانیه)	زمان آبیاری (دقیقه)	عمق کاربرد آب آبیاری (میلی‌متر)	عمق خالص آبیاری (میلی‌متر)	راندمان کاربرد آب اندازه‌گیری شده (درصد)	راندمان کاربرد آب شبیه‌سازی شده (درصد)	درصد خطا
	۹۳/۱۰/۲۷	۱۹	۲۸۰	۱٦۱	۵۰	۳۱	۲۸	۹/٦
۱	۹۳/۱۱/۲۰	۱۷	۳٦۰	۱۸۵	۵۰	۲۷	۲۵	۷/٤
	۹۳/۱۲/۲۲	۲۰	۲۸۵	۱۷۲	۵۰	۲۹	۲٦	۱۰/۳
	۹۳/۱۰/۲۷	۱۸	۲۹۰	۱۵٦	۵۰	۳۲	۳۰	٦/۲
۲	۹۳/۱۱/۲۰	۱۷	۳۱۵	۱٦۰	۵۰	۳۱	۲۸	۹/٦
	۹۳/۱۲/۲۲	۱۹	۳۷۰	۱۸۸	۵۰	۲٦	۲٤	۷/٦
	۹۳/۱۰/۲۷	۱۸	۳۳۵	۱۸۰	۵۰	۲۸	۲۵	۱۰/۷
۳	۹۳/۱۱/۲۰	۱۹	۲۹۰	۱٦۵	۵۰	۳۰	۲۷	۱۰/۰
	۹۳/۱۲/۲۲	۱۹	۲۸۰	۱٦۰	۵۰	۳۱	۲۸	۹/٦

با توجه به واسنجی انجام شده نتایج نشان می‌دهد که مدل با خطای ٦ تا ۱۱ درصد و به‌طور متوسط ۸/۵ درصد خطا، برآورد مناسبی از راندمان در شرایط موجود داشته و می‌توان از آن بمنظور شبیه‌سازی راندمان کاربرد آب با تغییرات ابعاد و دبی جریان ورودی استفاده نمود. البته مدل راندمان را کم برآورد نموده که آن هم بدلیل مسائلی است که برای مدل قابل تعریف نیست مانند عدم یکنواختی شیب جانبی و طولی و عدم تسطیح مناسب که باعث طولانی شدن زمان آبیاری می‌گردند لذا مدل با قبول این خطاها تخمین مناسبی را ارائه نموده است.

با توجه به اطلاعات اولیه از جمله ابعاد نوار، دبی ورودی به نوار، ساعت آبیاری، شیب، اطلاعات نفوذ، مدل WIN-SRFR برای شرایط مختلف اجرا گردید. در این ارتباط عوامل مختلف متناسب و قابل اجرا با شرایط منطقه در نظر گرفته شد. در این راستا طول‌های (۱۵۰ تا ۲۵۰ متر)، با عرض ۱۰ متر بر اساس حداقل عرضی که کمباین می‌تواند در آن کار کند و دبی‌های متفاوت (۱۵ تا ۲۲ لیتر بر ثانیه) با ساعات آبیاری مختلف با مدل WIN-SRFR به منظور مشاهده تأثیر تغییرات این پارامترها بر راندمان کاربرد با استفاده از مدل شبیه‌سازی شد. نتایج به‌دست آمده برای شیب ۰/۲ درصد و عمق ریشه ٤۰ سانتی‌متری (شرایط واقعی زارع) در جدول ۵ ارائه شده است. شایان ذکر است که این عمق ریشه بر اساس اندازه‌گیری مستقیم در مزارع به‌دست آمد. رنج تغییرات دبی و زمان آبیاری نیز با استفاده از اندازه‌گیری‌های مستقل تعیین شده اند که در منطقه قابلیت اجرایی دارند. نتایج مقادیر شبیه‌سازی شده راندمان کاربرد آب نشان داد که طول نوار در محدوده ۱۸۰ تا ۲۰۰ متر، راندمان کاربرد آب بالایی نسبت به سایر شرایط دیگر حاصل می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی شده مدل WIN-SRFR در شرایط موجود نشان داد که با طول و عرض نوار بترتیب برابر با ۱۸۰ و ۱۰ متر چنانچه دبی ورودی در محدوده ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه در نظر گرفته شود (با عمق توسعه ریشه ٤۰ سانتی‌متری) متوسط راندمان کاربرد آب حدود ٤۳ درصد می‌گردد که ۱۰ درصد از شرایط موجود بیش‌تر است و درصد نسبی افزایش آن به حالت اولیه حدود ۳٤ درصد است. البته آزمایش عوامل توصیه شده بر روی زمین در سال دوم نشان داد که راندمان ٤۰ درصد قابل دسترسی است و مدل برآورد مناسبی از راندمان کاربرد آب داشته است.

جدول ۵ .تغییرات راندمان کاربرد آب با تغییرات طول نوار، دبی و ساعت آبیاری (عمق ریشه ٤٠ سانتی‌متر)

ابعاد		عمق خالص آبیاری	دبی l/s							
			۱۵		۱۸		۲۰		۲۲	
طول (m)	عرض (m)	d_n (mm)	زمان آبیاری h	راندمان کاربرد آب (٪)	زمان آبیاری h	راندمان کاربرد آب (٪)	زمان آبیاری h	راندمان کاربرد آب (٪)	زمان آبیاری h	راندمان کاربرد آب (٪)
			۳	٤١	۲/۵	٤٠	۲/۵	۳۸	۲/۵	۳۵
۱۵۰	۱۰	۵۰	۳/۵	۳٦	۳	۳۵	۳	۳۳	۳	۳۰
			٤	۳۳	۳/۵	۳۲	۳/۵	۳۰	۳/۵	۲۷
			۳	٤٦	۲/۵	٤۵	۲/۵	٤۱	۲/۵	۳۹
۱۸۰	۱۰	۵۰	۳/۵	٤۱	۳	٤٠	۳	۳٦	۳	۳٤
			٤	۳۸	۳/۵	۳۷	۳/۵	۳۳	۳/۵	۳۱
			٤	٤۱	۳/۵	۳۹	۳/۵	۳٦	۳/۵	۳۳
۲۰۰	۱۰	۵۰	٤/۵	۳۷	٤	۳۵	٤	۳۲	٤	۲۹
			۵	۳۵	٤/۵	۳۳	٤/۵	۳۰	٤/۵	۲۷
			٤/۵	٤٠	٤	۳۷	٤	۳٤	٤	۳۲
۲۲۰	۱۰	۵۰	۵	۳۷	٤/۵	۳٤	٤/۵	۳۱	٤/۵	۲۹
			۵/۵	۳۵	۵	۳۲	۵	۲۹	۵	۲۷
			۵/۵	۳۹	۵	۳۵	۵	۳۲	۵	۲۹
۲۵۰	۱۰	۵۰	٦	۳۷	۵/۵	۳۳	۵/۵	۳۰	۵/۵	۲۷
			٦/۵	۳۵	٦	۳۱	٦	۲۸	٦	۲۵

به عبارت دیگر در این شرایط مناسب‌ترین راندمان کاربرد آب در مزرعه (حدود ٤٦ درصد) با طول نوار ۱۸۰ متر، عرض ۱۰ متر، دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه و زمان آبیاری حدود ۳ تا ۳/۵ ساعت حاصل می‌گردد. لازم به ذکر است چنانچه در شرایط فوق طول نوار ۲۰۰ متر در نظر گرفته شود، متوسط راندمان کاربرد آب برای دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر در ثانیه حدود ٤۱ درصد می‌گردد. به عبارت دیگر با افزایش طول نوار به ۲۰۰ متر، راندمان کاربرد به اندازه ۱۰ درصد نسبت به شرایط ۱۸۰ متر کاهش می‌یابد. همچنین این بررسی‌ها به‌طور مشابه در عمق ریشه ۵۰ سانتی‌متر، عرض نوار ۱۰ متر و شیب ۰/۲ درصد انجام شد. جدول ٦ نتایج مقادیر شبیه‌سازی شده رندمان کاربرد آب را در شرایط طول‌های مختلف نوار ۱۵۰ تا ۲۵۰ متر، عرض ۱۰ متر و دبی ورودی به نوار ۱۵ تا ۲۲ لیتر بر ثانیه با عمق توسعه ریشه ۵۰ سانتی‌متر (عمق خالص آبیاری ۷۰ میلی‌متر) را ارائه می‌نماید.

جدول٦- تغییرات راندمان کاربرد آب با تغییرات طول نوار، دبی و ساعت آبیاری (عمق ریشه ۵۰ سانتی‌متر)

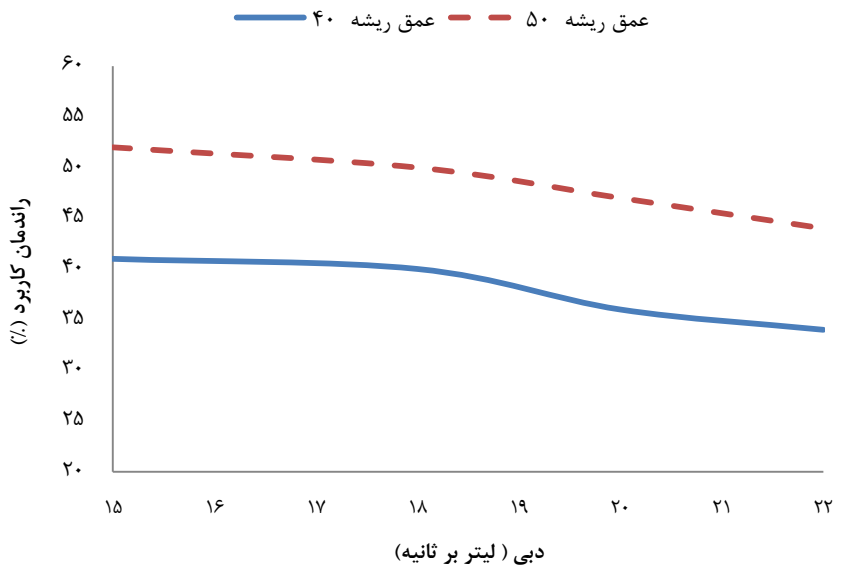
ابعاد			عمق خالص آبیاری	دبی l/s							
				۱۵		۱۸		۲۰		۲۲	
طول	عرض	d_n		زمان آبیاری	راندمان کاربرد آب	زمان آبیاری	راندمان کاربرد آب	زمان آبیاری	راندمان کاربرد آب	زمان آبیاری	راندمان کاربرد آب
m	m	mm		(hr)	(٪)	(hr)	(٪)	(hr)	(٪)	(hr)	(٪)
				۳	۵۲	۲/۵	۵۰	۲/۵	۴۷	۲/۵	۴۵
۱۵۰	۱۰	۷۰		۳/۵	۴۸	۳	۴۶	۳	۴۳	۳	۴۱
				۴	۴۴	۳/۵	۴۲	۳/۵	۳۹	۳/۵	۳۷
				۳	۵۷	۲/۵	۵۵	۲/۵	۵۲	۲/۵	۴۹
۱۸۰	۱۰	۷۰		۳/۵	۵۲	۳	۵۰	۳	۴۷	۳	۴۴
				۴	۴۸	۳/۵	۴۶	۳/۵	۴۳	۳/۵	۴۰
				۴	۵۱	۳/۵	۴۹	۳/۵	۴۵	۳/۵	۴۲
۲۰۰	۱۰	۷۰		۴/۵	۴۷	۴	۴۵	۴	۴۱	۴	۳۹
				۵	۴۴	۴/۵	۴۲	۴/۵	۳۸	۴/۵	۳۶
				۴/۵	۵۰	۴	۴۷	۴	۴۳	۴	۴۱
۲۲۰	۱۰	۷۰		۵	۴۷	۴/۵	۴۴	۴/۵	۴۰	۴/۵	۳۸
				۵/۵	۴۴	۵	۴۱	۵	۳۸	۵	۳۶
				۵/۵	۴۸	۵	۴۴	۵	۴۱	۵	۳۸
۲۵۰	۱۰	۷۰		٦	۴۵	۵/۵	۴۱	۵/۵	۳۸	۵/۵	۳۵
				٦/۵	۴۳	٦	۳۹	٦	۳۶	٦	۳۳

نتایج شبیه‌سازی شده مدل WIN-SRFR نشان می‌دهد که با طول و عرض نوار بترتیب برابر با ۱۸۰ و ۱۰ متر چنانچه دبی ورودی در محدوده ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه باشد، متوسط راندمان کاربرد آب به حدود ۵۰ درصد افزایش می‌یابد که نسبت به مقدار راندمان کاربرد آب شبیه‌سازی شده با عمق توسعه ریشه ۴۰ سانتی‌متر حدود ۱۰ درصد افزایش دارد که افزایش نسبی آن ۲۵ درصد است. به عبارت دیگر در این شرایط مناسب‌ترین راندمان کاربرد آب در مزرعه(حدود ۵۰ درصد) با طول نوار ۱۸۰ متر، عرض۱۰ متر، دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه و زمان آبیاری حدود ۳/۵ تا ٤ ساعت حاصل می‌گردد. لازم به ذکر است چنانچه در شرایط فوق طول نوار ۲۰۰ متر در نظر گرفته شود، متوسط راندمان کاربرد آب برای دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر در ثانیه حدود ٤۵ درصد می‌گردد. به عبارت دیگر با افزایش طول نوار، راندمان کاربرد آب کاهش می‌یابد، که این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط Raghuwanshi و همکاران (2011) که راندمان آبیاری نواری را در شرایط بهینه ابعاد و دبی با مدل WIN-SRFR تا ۵۰ درصد گزارش نمودند منطبق است. برای نتیجه‌گیری بهتر با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین

راندمان کاربرد آب در هر دو عمق ریشه در نظر گرفته شده در طول ۱۸۰ متر به‌دست آمده است. شکل ۳ متوسط تغییرات راندمان کاربرد آب را در دو عمق مختلف ریشه نشان می‌دهد. همانگونه که از شکل ۳ ملاحظه می‌گردد تغییرات راندمان کاربرد آب در دبی‌های ورودی مورد نظر در شرایط عمق توسعه ریشه ۵۰ سانتی‌متر نسبت به عمق توسعه ریشه ٤۰ سانتی‌متر بیش‌تر و به‌طور متوسط به میزان ۲٦/۵ درصد از شرایط اولیه بیش‌تر است. لذا چنانچه با مدیریت آبیاری موجود و با عملیات بهسازی خاک بتوان شرایطی را فراهم نمود که عمق ریشه تا ۵۰ سانتی‌متر افزایش یابد راندمان کاربرد آب در شرایط مناسب ابعاد ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد در شرایط موجود نیاز به اصلاح خاک و افزایش عمق ریشه وجود دارد. با استفاده از کشت حفاظتی و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک و افزایش ماده عالی خاک و عملیات شخ مناسب و استفاده از کودهای آلی و همچنین کودهای محرک رشد ریشه می‌توان به این مهم دست یافت (*Triplet et al., 1968*). بنابراین در شرایط معمول آبیاری در قطعات گندم حمیدیه (شرایط موجود)، اگر عمق ریشه گندم به ۵۰ سانتی‌متر افزایش یابد، حجم آب بیش‌تری در منطقه ریشه ذخیره شده و راندمان کاربرد آب به ۵۰ درصد افزایش پیدا می‌کند که درصد نسبی افزایش آن نسبت به عمق ریشه ٤۰ سانتی‌متری ۲۵ درصد است. از طرفی تغییرات راندمان کاربرد آب از دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه شیب کمتری داشته بنابراین در این بازه دبی ورودی به نوار راندمان کاربرد قابل قبولی حاصل می‌گردد. از دبی ۱۹ لیتر به بالا کاهش راندمان با شیب بیش‌تری صورت گرفته و بنابراین دبی بیش از آن توصیه نمی شود.

نتیجه‌گیری

در مزارع گندمکاری حمیدیه، طول و عرض نوار به‌ترتیب برابر ۱۸۰ و ۱۰ متر، دبی بین ۱۵ تا ۱۸ لیتر برثانیه و زمان آبیاری ۳ تا ۳/۵ ساعت موجب افزایش راندمان کاربرد تا ٤۰ درصد گردید که نسبت به شرایط زارع درصد افزایش نسبی راندمان کاربرد ۳۳ درصد است. این در حالی است که عمق توسعه ریشه در حدود ٤۰ سانتی‌متر و عمق خالص آب آبیاری ۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شود.



شکل ۳. تغییرات راندمان کاربرد آب با دبی و عمق ریشه مختلف در طول نوار ۱۸۰ متر

اما چنانچه شرایط فیزیکی خاک در اراضی مورد نظر با استفاده از روش‌های کشت حفاظتی مانند شخم مناسب، برگرداندن بقایای گیاهی به زمین، استفاده از کودهای آلی، استفاده از کودهای محرک رشد ریشه بهبود یابد، بطوریکه عمق توسعه ریشه به ۵۰ سانتی‌متری افزایش یابد (عمق خالص آب آبیاری ۷۰ میلی‌متر) راندمان کاربرد آب به ۵۰ درصد قابل ارتقا می‌باشد. که نسبت به شرایط زارع (مدیریت فعلی آبیاری در منطقه) درصد افزایش نسبی راندمان کاربرد به میزان ٦٦ درصد خواهد بود که معادل ۱۸ درصد افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه است. از طرف دیگر افزایش نسبی راندمان کاربرد آب در شرایط توسعه ریشه ۵۰ سانتی‌متر نسبت به شرایط توصیه شده در شرایط عمق ٤٠ سانتی‌متر ریشه ۲۵ درصد بیش‌تر است که معادل ۱۰ درصد افزایش راندمان کاربرد است. بنابراین چنانچه شرایط فیزیکی و عملیات بهسازی خاک به نحوی بهبود یابد که عمق توسعه ریشه در محدوده ۵۰ سانتی‌متر قرار گیرد با انتخاب طول و عرض نوار به‌ترتیب ۱۸۰ و ۱۰ متر، دبی ۱۵ تا ۱۸ لیتر بر ثانیه و مدت زمان آبیاری ۳ تا ۳/۵ ساعت در آبیاری نواری امکان ارتقا و افزایش راندمان کاربرد آب تا ۵۰ درصد میسر می‌باشد که این مقدار به میزان ۱۸ درصد نسبت به راندمان کاربرد آب در شرایط زارع بیش‌تر است.

فهرست منابع

شریفی, علی؛ حسین رضایی؛ سینا بشارت و جواد بهمنش، ۱۳۹۰، مدل جریان اب در خاک و جذب آب توسط گیاه بر اساس شکل و توسعه ریشه، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر،کرمان، بهمن ماه.

Abbasi, F., Mamanpoosh A., Baghani, J., Kiyani, A., Sohrabi, T., Keshavarz, A., and Ashrafi SH. 1999. Evaluation eficency of surface irrigation methods and how work in the country (Esfahan,Khorasan, Golestan). Journal of Agricultural Engineering Research Institute, No 123, Reference number in Center of scientific Information and Documentation in Agriculture: 78.49 (4 may 1999).

Bautista, E., Schlegel, J.L., and Strelkoff, T.S.2012. WinSRFR 4.1 - User Manual. USDA-ARS Arid Land Agricultural Research Center. 21881 N. Cardon Lane, Maricopa, AZ, USA.

Chen, B., Zhu, O., and Zhigang, S., Lanfang W., and Fadong, L.2012. Evaluation on the potential of improving border irrigation performance through border dimensions optimization: a case study on the irrigation districts along the lower Yellow River. Irrigation Science (2013) 31:715–728.

Clothier BE and Green SR, 1994. Rootzone processes and the efficient use of irrigation water. Agricultural Water Management. 25:1–12.

Coelho EF and Or D, 1996. A parametric model for two-dimensional water uptake by corn roots under drip irrigation. Soil Science Society of America Journal. 60, 1039–1049.

Eldeiry, A., Garcia, L., Ei-Zaher, A.S.A. and El-Sherbini Kiwan, M. 2005. Furrow Irrigation System Design for Clay Soils in Arid Regions. Applied Engineering in Agriculture., 21(3): 411- 420.

FAO.2001.irrigation method.irrigation water management. Training manual.No 5.

Gatta G.; Giuliani M.M.; Monteleone M.; Nardella E.; De Caro A. 2007. Deficit irrigation scheduling in processing tomato. Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs. Vol. 1 . pp: 277-289.

Gillies, M. H., Smith, R. J. and Raine, S. R. 2008. Measurement and Management of Furrow Irrigation at the Field Scale.Irrigation Australia 2008-Share the Water,Share the Benefits: Irrigation Australia National Conference and Exhibition, Melbourne, Australia.

Hupet F, Lambot S, Feddes RA, van Dam JC and Vanclooster M, 2003. Estimation of root water uptake parameters by inverse modeling with soil water content data. Water Resour Res 39(11) 1312.

Khalili, N., Davary, K., Alizadeh, A., Kafi, M., and Ansari, H.2014. Simulation of Rainfed Wheat Yield using AquaCrop Model, Case Study: Sisab. Rainfed Researches Station, Northern Khorasan. Journal of Water and Soil. 28(5):930-939.

Khatri, K.L. and Smith, R.J., 2006. Real-time prediction of soil infiltration characteristics for management of furrow irrigation. Irrigation Science, 25(1):33-43.

Ma, J. J., Sun, X. H., Guo, X. H. and Li, Y. F. 2010. Multi-objective Fuzzy Optimization Model for Border Irrigation Technical Parameters. Journal of Irrigation and Drainage Engineering.28(2):160-163,178.

Mailhol, J. C., Ruelle, P., and Popova, Z. _2005. "Simulation of furrow irrigation practices _SOFIP_: A field-scale modelling of water management and crop yield for furrow irrigation." Interfaces, 241, 37–48.

Mokari Gahroodi, E., Liaghat, AM., and Nahvinia, M.J. Application of WinSRFR3.1 Model in Furrow Irrigation Simulation.2013. Iranian Journal of Irrigation and Drainage. No,1(7):59-67.

Montesionos, P., Camacho, E., Alvarez, S., 2001. "Seasonal furrow irrigation model with genetic algorithms (OPTIMEC)." Agriculture Water Management 52, 1–16.

Moridnejad, A., Kavei deylami, R., and Sadi, A. 2010. Optimization of furrow irrigation under implemented conditions in Salman Farsi Agro-Industry by using of SRFR model. Collected paper of third National Conference on Irrigation and Drainage Network Management. Shahid Chamran University. Ahvaz. Deparment of Water Sciences.

Navabian, M., Liaghat, A. M., Smith, R. J. and Abbasi, F. 2009. Empirical Functions for Dependent Variables in Cutback Furrow Irrigation. Irrigation Science. 27(3): 215-222.

Nie, W. B., Fei1, L. J. and X. Y. Ma. 2014. Applied Closed-end Furrow Irrigation Optimized Design Based on Field and Simulated Advance Data. Journal of Agricultural Science and Technology (16): 395-408.

Raine, R. and J. Mcclymont. (1997). "The development of guidelines for surface irrigation in areas with variable infiltration." Proceeding of Australian Society of Sugarcane Technologists: 293-301.

Raghuwanshi, N. S., Saha, .Damodhara, R., Mailapalli S., and S. K. Upadhyaya.2011. nfiltration Evaluation Strategy for Border Irrigation Management. Journal of Irrigation and Drainage Engineering.137(9):601-609.

Sanchez, C. A., Zerihun, D. and Farrell-Poe K.L. 2009. Management Guidelines for Efficient Irrigation of Vegetables Using Closed-end Level Furrows. Agricultural Water Management., 96(1): 43-52.

Strelkoff, T. S., and Clemmens, A. J. (2006). "Hydraulics of surface systems." Design and operation of on-farm irrigation systems, 2nd Ed.,Chap. 13, G. J. Hoffman, R. G. Evans, M. E. Jensen, D. L. Martin, and R. L. Elliott, eds., ASABE Special Monograph, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.

Tafteh, A. and Sepaskhah AR. 2012. Application of HYDRUS-1D model for simulating water and nitrate leaching from continuous and alternate furrow irrigated rapeseed and maize fields. Agricultural water management 113, 19-29.

Taghizadeh, Z., Verdinejad, V.R., Ebrahimian H. and Khanmohammadi, N.2012. Field Evaluation and Analysis of Surface Irrigation System with WinSRFR (Case Study Furrow Irrigation). Journal of Water and Soil. Vol. 26(6):1450-1459.

Triplet Jr, G. B., D. M. VanDoren, and B. L. Schmidt. 1968.Effect of corn stover mulch on no-tillage corn yield and water infiltration. Agronomy Journal. 60: 236- 239.

Valipour, M. and Montazar, A. A. 2012. An Evaluation of SWDC and WinSRFR Models to Optimize of Infiltration Parameters in Furrow Irrigation. American Journal of Scientific Research, 69: 128- 142.

Walker, W. 1989. Guideline for designing and evaluating surface irrigation systems. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 45, Rome: 1-137.

Zerihun, D., Sanchez, C. A., and Farrell-Poe, K. L. (2005). "Analysis and design of border irrigation systems." Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 48(5), 1751–1764.

ISSN 2251-7480

Investigation of effective factors on water use efficiency of border irrigation at actual and extensible root zone depth of wheat in Hamidieh (Khuzestan)

Arash Tafteh [1*], Mohamad reaza Emdad [2] and Saeed Ghalebi[3]

1*) Assistant professor, Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
*Corresponding author email: arash_tafteh@yahoo.com
2) Assistant professor, Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3) Lecturer, Department of irrigation and soil physics, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: 8-12-2016 Accepted: 18-04-2017

Abstract

This study was conducted to investigate changing of border dimension and the root zone depth in Hamidieh Khuzestan on water application efficiency. Soil of site has heavy soil texture (Clay Loam) and investigation in three farms base of usual method of farmer and direct measurement to calibration of WIN-SRFR model in 2015 was applied. The effective depth of root development of wheat (Chamran verities) 100 days after planting date (Late February ,After flowering) about 40 cm and water application efficiency in border irrigation in farmer situation about 30% were determined. The simulation results by this model in condition of 40 cm root zone depth and 50 cm net depth of irrigation water show that with 18 lit/s discharge, 3-3.5 h cutoff time and border dimension with 180 m length and 10 m width, the possibility of increasing water application efficiency is up to 40% is provided. If root zone depth and net depth of irrigation water increase respectively 50cm and 70 mm (In condition of improving soil) can be water application efficiency increased to 50% in proposed condition that percent relative increase is about 33% more than farmer situation. So by applied convenient operation plowing and soil emendation and also correction of border dimension and irrigation management can be increase percent relative increase of water application efficiency up to 66 percent in comparison of farmer condition.

Keywords: border irrigation, Hamidieh, root zone depth, water application efficiency