نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال پنجم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۴

ISSN 2251-7480

شبیه‌سازی شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای با استفاده از مدل‌سازی فصلی در شرایط مختلف مدیریت آب در مزرعه

محبوبه قبادی[۱]، حامد ابراهیمیان[۲*] و فریبرز عباسی[۳]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی؛ گروه مهندسی آبیاری و آبادانی؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ دانشگاه تهران؛ تهران؛ ایران

۲*) استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ دانشگاه تهران؛ تهران؛ ایران

نویسنده مسئول ebrahimian@ut.ac.ir

۳) استاد پژوهش؛ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ سازمان تحقیقات؛ آموزش و ترویج کشاورزی؛ کرج؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰٦/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۰/۰٦

چکیده

محدود بودن منابع آب کشور باعث شده‌است که افزایش راندمان آبیاری به‌عنوان یکی از راهکارهای اساسی در افزایش بهره‌وری آب در مزرعه مطرح گردد. هدف این پژوهش استفاده از یک مدل شبیه‌سازی فصلی آبیاری جویچه‌ای به‌منظور تعیین شاخص‌های عملکرد آبیاری برای حالت‌های مختلف کم‌آبیاری، دور آبیاری و دبی ورودی در دو مزرعه واقع در کرج (مزارع پردیس کشاورزی دانشگاه تهران و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر) با هدف کاهش تلفات آب آبیاری و افزایش یکنواختی توزیع آب بود. نتایج نشان دادند مزرعه پردیس به‌دلیل بافت خاک سنگین‌تر و طول جویچه کوتاه‌تر تلفات رواناب بیشتری نسبت به مزرعه دیگر داشته و هرچه دبی و دور آبیاری کمتر شد مقدار راندمان کاربرد آبیاری افزایش یافت، به طوری که در دورهای آبیاری بیشتر با کاهش دبی از ۰/۶۴ لیتر بر ثانیه به ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه، مقدار راندمان حدود ۴۰ درصد افزایش داشت، همچنین بیشترین مقدار راندمان در دور آبیاری ۳ روز و دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه اتفاق افتاد. تلفات نفوذ عمقی در مزرعه مؤسسه تحقیقات بیشتر از مزرعه پردیس بود. همچنین در دبی‌ها و دورهای آبیاری کمتر (مانند دور آبیاری ۳ روز و دبی ۰/۳ لیتر بر ثانیه در مزرعه موسسه تحقیقات و دور آبیاری ۳ روز و دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه در مزرعه پردیس)، تفاوت بین مقادیر حداقل و حداکثر رطوبت خاک در هر دو مزرعه کمتر بود. مدل شبیه‌سازی فصلی توانایی خوبی در ارزیابی عملکرد آبیاری جویچه‌ای در شرایط مختلف مدیریت آب در مزرعه داشت.

کلید واژه‌ها: راندمان آبیاری؛ رطوبت خاک؛ رواناب؛ شبیه‌سازی؛ نفوذ عمقی؛ یکنواختی

مقدمه

تقاضای فزاینده مصرف آب در جهان از یکسو و محدودیت منابع آب تجدید شونده از سوی دیگر سبب افزایش توجهات به کشت‌های آبی و ارائه راهکارهایی برای مصرف بهینه آب شده است. با توجه به محدودیت منابع آب در اغلب نقاط کشور، استفاده بهینه از آب در طرح‌های توسعه منابع آب امری ضروری و بهره برداری از راهکارهای علمی و عملی در این خصوص از جمله ارزیابی مداوم از عملکرد سیستم های آبیاری و زهکشی مورد توصیه و تاکید است. در این راستا راندمان آبیاری و بهره‌وری آب از مهمترین شاخص‌ها در سنجش مصرف آب کشاورزی می‌باشد به نحوی که می‌توان در اتخاذ هر تصمیمی در جهت بهبود مدیریت مصرف استفاده نمود (زبردست و همکاران، ۱۳۹۳). محدود بودن منابع آب و خاک کشور باعث گردیده است که گزینه افزایش راندمان آبیاری و کاهش تلفات آب بعنوان یکی از اصول اساسی در توسعه کشاورزی مطرح گردد (کانونی، ۱۳۸٤). نتایج تحقیقات و مطالعات مختلف بیانگر آن است که مقدار قابل

توجهی از آب به شکل‌های مختلف در بخش کشاورزی کشور تلف می‌شود. به نحوی که متوسط راندمان آبیاری در کشور بین ۳۳ تا ۳۷ درصد تغییر می‌نماید که مقدار آن از متوسط کشورهای توسعه یافته (٦٠ درصد) پایین‌تر است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). طائفه‌رضایی و همکاران (۱۳۸۲) از سال ۱۳۷٤ تا ۱۳۷۸ راندمان کاربرد آب را در ۲۱ مزرعه در استان‌های آذربایجان غربی، کرمان و خوزستان تحت شرایط زارعین مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند که راندمان کاربرد آبیاری بسته به مدیریت زارع، روش آبیاری و نوع محصول متغیر است. Playán و Mateos (۲۰۰٤) تغییر در راندمان کاربرد آب آبیاری را با اعمال تغییر در مدیریت آبیاری در منطقه باردناس اسپانیا ارزیابی کردند. سیستم آبیاری در این منطقه ۱۵ هزار هکتاری بیشتر روش آبیاری سطحی بود و زمان معمول آبیاری در این ناحیه ۲/۸ ساعت در هکتار بود. نتایج نشان داد که با کاهش زمان آبیاری به مقدار بهینه ۱/۷ ساعت در هکتار، راندمان کاربرد از ٤٤ درصد به ۷۰ درصد افزایش داشت. نگرش مجدد به راندمان کاربرد آب در مزرعه نشان داد که در شرایطی که طراحی و مدیریت درستی برای آبیاری سطحی در مزرعه به کار برده شود، می‌توان انتظار راندمان ۷۰ درصد داشت. Hornbuckle و همکاران (۱۹۹۸) بیان کردند که اکثر روش‌های آبیاری که دارای طراحی و مدیریت خوبی هستند دارای این پتانسیل هستند که راندمان کاربرد بالای ۹۰ ٪ داشته باشند ولی اکثر آبیاری‌های جویچه‌ای دارای راندمان کاربرد پایین‌تری هستند. آنها استفاده از مدل‌های شبیه سازی را یکی از راه‌های ارتقاء راندمان و عملکرد آبیاری جویچه‌ای عنوان کردند.

مدل‌های آبیاری سطحی ابزاری برای طراحی و ارزیابی روش‌های آبیاری سطحی می باشند (Ebrahimian and Liaghat, 2011; Bautista et al., 2009 a, b, Walker, 2003). با استفاده از این مدل‌ها می‌توان یک واقعه آبیاری کامل را شبیه سازی و طراحی نموده و با تغییر عوامل ورودی آن که در حقیقت عوامل طراحی نیز می‌باشند به راندمان و یکنواختی بالایی در آبیاری دست یافت. اما به منظور حداکثر کردن راندمان در طول کل فصل رشد و در نظر گرفتن تاثیر آبیاری‌ها بر یکدیگر می‌توان از یک مدل فصلی آبیاری که توانایی شبیه‌سازی کل وقایع آبیاری را دارد استفاده کرد. هدف از این پژوهش تعیین شاخص‌های عملکرد آبیاری جویچه‌ای در حالت‌های مختلف کم آبیاری، دور آبیاری و دبی ورودی در دو مزرعه متفاوت واقع در کرج به منظور تعیین حداکثر راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب در کل فصل رشد با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی فصلی بود.

مواد و روش‌ها

توصیف مدل شبیه‌سازی فصلی

به منظور تعیین شاخص‌های عملکرد آبیاری و بررسی تاثیر پارامترهای مختلف روی آن‌ها از یک مدل شبیه‌سازی فصلی آبیاری جویچه‌ای ارائه شده در تحقیق قبادی (۱۳۹٤) استفاده شد که این مدل توانایی شبیه‌سازی کل فصل رشد را دارد و تاثیر هر آبیاری بر آبیاری دیگر و تغییرات رطوبتی خاک را در برآورد مقدار تلفات را در نظر می‌گیرد. در مدل ارائه شده به منظور تعیین تلفات رواناب، از مدل اینرسی صفر (Abbasi *et al.*, 2003) و از مدل بیلان آب برای تعیین تلفات نفوذ عمقی و رطوبت خاک استفاده می‌شود. این مدل همچنین شامل زیربرنامه اصلاح ضرایب نفوذ با توجه به تغییر دبی (محیط خیس شده جویچه) است که به این منظور، از معادله (۱) (USDA, 1983) برای تعیین ضریب اصلاحی استفاده شد:

$$P_f = 0.265\left(\frac{Qn}{\sqrt{s_0}}\right)^{0.4247} + 0.227 \qquad (۱)$$

که P_f محیط خیس شده اصلاح شده (متر) Q دبی ورودی جویچه (لیتر بر ثانیه)، n ضریب زبری مانینگ برای جویچه و S_0 شیب جویچه یا گرادیان هیدرولیکی(متر بر متر) است، همچنین برای تعیین ضریب تنش کم آبی از رابطه (۲) استفاده شد:

$$k_s = \frac{\theta_1 - \theta_{pwp}}{\theta_c - \theta_{pwp}} \quad (۲)$$

که در آن، θ_c رطوبت بحرانی (درصد حجمی)، θ_{PWP} رطوبت در حالت نقطه پژمردگی و θ_1 رطوبت آبیاری جدید (حجمی) است. سپس با استفاده از رابطه (۳) مقدار تبخیر-تعرق واقعی (ET_C) محاسبه می‌شود:

$$ET_c = k_s\, k_c\, ET_0 \quad (۳)$$

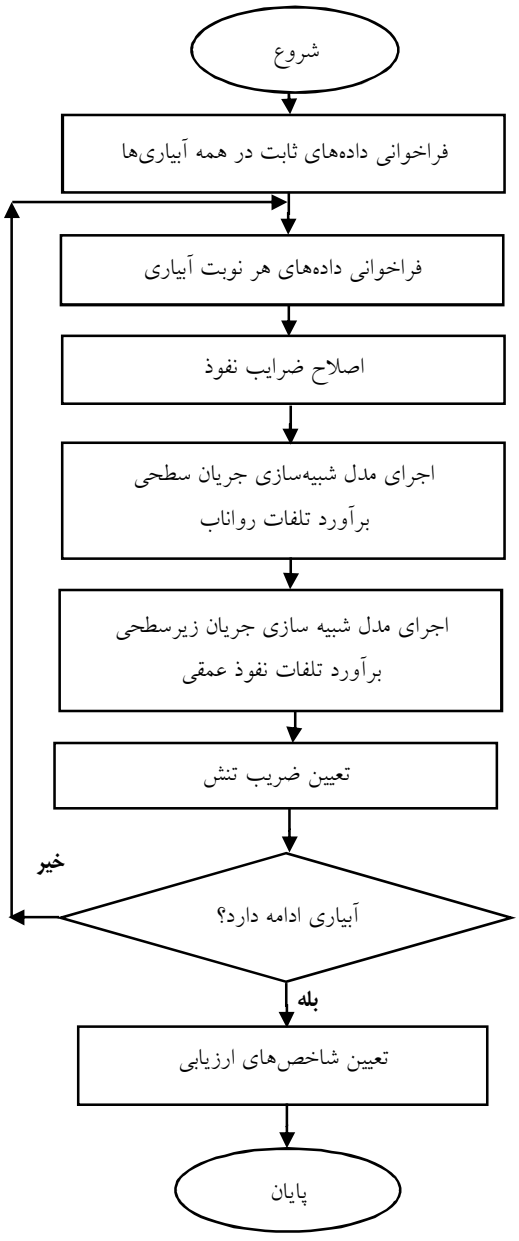
در این مدل، زمان قطع جریان با توجه به عمق آب آبیاری مورد نیاز براساس معادلات مدل SIRMOD (Walker, 2003) محاسبه شد.

این مدل همچنین شامل زیربرنامه‌هایی برای تعیین عمق ریشه در طول فصل (بر اساس روابط ارائه شده در نشریه ۵۶ فائو) و تعیین شاخص‌های ارزیابی (مانند راندمان کاربرد، ضریب یکنواختی کریستیانسن و تلفات نفوذ عمقی و رواناب) است. در شکل ۱ فلوچارت نحوه اجرای مدل آورده شده است.

واسنجی و اجرای مدل

برای ارزیابی و واسنجی مدل شبیه‌سازی فصلی از داده‌های آبیاری برای فصل رشد گیاه ذرت از داده‌های مطالعات ابراهیمیان (۱۳۹۰) و علیزاده (۱۳۸۸) استفاده شد. تحقیق ابراهیمیان (۱۳۹۰) در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با طول و فاصله جویچه‌ها به ترتیب ۸۶ و ۰/۷۵ متر و شیب طولی و عرضی جویچه به ترتیب ۰/۰۰۹۳ و ۰/۰۰۱۹ انجام شد. بافت خاک تا عمق ۲۰ سانتی‌متری لوم رسی، از ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری لومی و تا عمق ۶۰ سانتی‌متری لوم شنی بود و در زیر عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک یک لایه سنگریزه وجود داشت.

سری دوم داده‌های مورد استفاده، داده‌های تحقیق علیزاده (۱۳۸۸) است. این تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با بافت خاک لومی و عمق ۸۰ سانتی با شیب عمومی مزرعه ۰/۰۰۶ متر بر متر، فاصله جویچه ها ۷۵ سانتی متر و طول جویچه‌ها برابر طول قطعه زراعی (۱۶۵ متر) انجام شد. پس از ارزیابی مدل با این دو سری داده با تغییر ضرایب نفوذ به منظور کم کردن خطای تخمین حجم آب نفوذ کرده، واسنجی مدل برای این دو مزرعه با استفاده از داده‌های حجم آب ورودی و حجم رواناب انجام شد. که با استفاده از سه معادله نفوذ تغییر داده شده در طی فصل نسبت به یک معادله نفوذ برای کل فصل، در مزرعه



پردیس متوسط خطای نسبی مدل در برآورد حجم آب نفوذ کرده به حدود ۵ درصد و در تعیین عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب به ترتیب به مقادیر ۵/۵۹ و ٦/۷ درصد رسید. در مزرعه موسسه تحقیقات نیز خطای مدل در برآورد عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب از ۱۱/۳۰ و ٦/۸۲ درصد به ۳ و ۱/۵۲ درصد رسید. همچنین متوسط خطای حجم آب نفوذ کرده با استفاده از سه معادله نفوذ تغییر داده شده کاهش داشت و در مزرعه پردیس به حدود ۵ درصد و در مزرعه ٤۰۰ هکتاری به حدود ۱۰ درصد رسید. جدول ۱ ضرایب نفوذ واسنجی شده را برای هر دو سری داده نشان می‌دهد.

جدول ۱. ضرایب نفوذ واسنجی شده در دو مزرعه پردیس و مزرعه ٤۰۰ هکتاری

مزرعه	شماره آبیاری	a (-)	K (متر مکعب بر متر بر دقیقه به توان a)	f_o (متر مکعب بر متر بر دقیقه)
پردیس	۱-٦	۰/۳۰٤	۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۰۰۰۸۳
	۷-۹	۰/۳۰٤	۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۰۰۱۱۳
	۱۰-۱٦	۰/۲۹٤	۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۰۰۰۷۱
مزرعه ٤۰۰ هکتاری	۱-٦	۰/۱٦٦	۰/۰۰۰۵۷۰	۰/۰۰۰۰۷۱
	۷-۱۳	۰/۲۷٤	۰/۰۰۰۵۳۰	۰/۰۰۰۰٦۲
	۱٤-۱۵	۰/۳٤۹	۰/۰۰۰۳۹۰	۰/۰۰۰۰۹۰

به منظور بررسی تاثیر حالت‌های مختلف بر شاخص‌های آبیاری سناریوهای مختلف براساس درصد کم آبیاری، دبی ورودی به جویچه و دور آبیاری تعریف شد. مدل واسنجی شده برای این حالت‌ها اجرا و شاخص‌های آبیاری برای هر حالت تعیین شد. برای داده‌های ابراهیمیان (۱۳۹۰)، برنامه ریزی آبیاری با استفاده از چهار دبی ۰/۲۲، ۰/۳۲، ۰/٤۸ و ۰/٦٤ لیتر بر ثانیه، چهار دور آبیاری ۳، ۵، ۷ و ۱۰ روز و نهایتا اعمال کم آبیاری صفر، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد در انتهای جویچه انجام شد. برای داده‌های علیزاده (۱۳۸۸)، ٦٤ حالت با استفاده از چهار دبی ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵ و ۰/٦ لیتر بر ثانیه، چهار دور ۳، ۵، ۷ و ۱۰ روز و کم آبیاری ۰، ۱۰ ، ۲۵ و ۵۰ درصد در انتهای جویچه تعریف شد و با استفاده از مدل فصلی ارائه شده و واسنجی شده اجرا و نتایج مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، علاوه بر شاخص‌های عملکرد آبیاری (راندمان کاربرد، یکنواختی و تلفات رواناب و نفوذ عمقی)، رطوبت خاک در منطقه ریشه و ضریب تنش کم آبی در طول فصل رشد شبیه‌سازی شد.

نتایج و بحث

مزرعه پردیس

راندمان کاربرد آبیاری

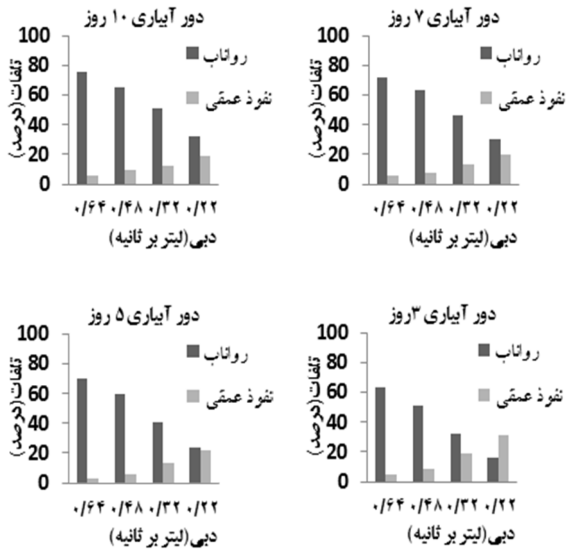
در جدول ۲، مقادیر متوسط راندمان کاربرد آبیاری در طول فصل رشد به ازای حالت‌های مختلف کم آبیاری، دبی ورودی و دور آبیاری برای مزرعه پردیس ارائه شده است. کاهش دبی و کاهش دور آبیاری و همچنین درصد بیشتر کم آبیاری باعث افزایش راندمان آبیاری شد. علت آن کاهش تلفات رواناب در دبی‌های کم و دورهای آبیاری کم و کاهش تلفات نفوذ عمقی به دلیل اعمال کم آبیاری است. محدوده تغییرات راندمان آبیاری در کل فصل رشد از ۱۷ درصد تا ۸۳ درصد بود که این مقدار از تقسیم کل حجم آب ذخیره شده در منطقه ریشه به کل حجم آب به کاربرده شده در طول فصل رشد به دست آمد. بیشترین مقدار راندمان آبیاری در طی فصل، در آبیاری با دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه، دور آبیاری ۳ روز و کم آبیاری ۵۰ درصد بود که کمترین میزان تلفات رواناب و نفوذ عمقی را داشت. کانونی (۱۳۸٦) حداقل راندمان کاربرد آب در مزرعه ذرت در منطقه مغان را ٦/۹ و حداکثر آن را ۹۳/٤ و به طور متوسط ٤۵ درصد برآورد کرد. همچنین میر ابوالقاسمی (۱۳۷۳)، با انجام آزمایش‌هایی در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشت‌های خوزستان، تبریز و کرمانشاه، متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه را بین ٤۵ تا ٦۰ درصد برآورد کرد. نتایج تحقیقات قبلی نشان داد که مدیریت و روش آبیاری، طول جویچه، شیب مزرعه و بافت خاک تاثیر بسزایی در افزایش راندمان کاربرد آب در مزرعه دارد (رضایی، ۱۳۸٦). تحقیقات انجام شده بر روی راندمان

آبیاری مزارع تحت کشت محصولات مختلف در سطح کشور در سه دهۀ اخیر حاکی از آن است که در استانهای مختلف کشور راندمان کاربرد آب آبیاری بسته به مدیریت مزرعه، روش آبیاری، نوبت آبیاری، مرحله رشد گیاه و نوع گیاه از ۱۱ درصد در شهریار کرج در سال ۱۳۷۵ در روش آبیاری جویچه ای تا ۹٤/۷ درصد در ارومیه در سال ۱۳۷۵ در روش آبیاری نواری -کرتی متغیر بود که علت بالا بودن راندمان آبیاری در این روش، مناسب بودن بافت خاک، جویچه و نوارهای با انتهای بسته، طول کوتاه و شیب کم بود (سهراب و عباسی، ۱۳۸٤).

جدول ۲. تاثیر دور آبیاری، دبی و درصد کم‌آبیاری بر راندمان کاربرد آبیاری (بر حسب درصد) برای کل فصل رشد در مزرعه پردیس

دور آبیاری (روز)	دبی (لیتر بر ثانیه)	درصد کم‌آبیاری ۰	۱۰	۲۰	۵۰
۳	۰/٦٤	۲٦/۷۳	۳۰/۹۱	۳۷/۱۷	۵۷/۰۹
	۰/٤۸	۳٤/۲۲	۳۹/۳۹	٤۷/٦۱	٦۸/۹۳
	۰/۳۲	٤۵/۰۹	۵۱/۰۸	٦۱/۸۷	۷۷/٦٦
	۰/۲۲	۵۱/۹٤	۵۷/۱۸	٦۸/۱۵	۸۳/۰٦
۵	۰/٦٤	۲۲/۲۱	۲٤/۹۲	۲۹/۲۸	۳۵/٦۰
	۰/٤۸	۲۸/۹٦	۳۲/۳٦	٤۰/٦۵	٤٦/٤۸
	۰/۳۲	٤۰/۳۰	٤۵/۵۸	۵۵/۹۰	٦٤/۹۵
	۰/۲۲	۵۱/۷۸	۵۷/٦٦	٦۸/۲٤	۸۱/۸۰
۷	۰/٦٤	۲۰/۲۰	۲۲/۹۳	۲٦/۷۱	۳۱/۲۳
	۰/٤۸	۲٦/۳۳	۲۸/٤٦	۳۵/۷۷	٤۳/۱٦
	۰/۳۲	۳۷/۰٤	٤۱/٦۵	٤۹/۷۷	۵۸/۱٦
	۰/۲۲	٤۹/۰۳	۵٤/۹۱	٦٤/۵٦	۷۵/۷۳
۱۰	۰/٦٤	۱۷/٤٦	۱۸/۷۷	۲۲/۲۳	۲۵/۱٦
	۰/٤۸	۲۳/۱٤	۲۵/۵۹	۲۹/۸۷	۳۵/۰٦
	۰/۳۲	۳٤/٦۰	۳٦/۳۹	٤۳/۱۰	۵۲/۳۳
	۰/۲۲	٤٦/۷۵	۵۰/۸۷	۵۸/۲۳	۷۱/۰٤

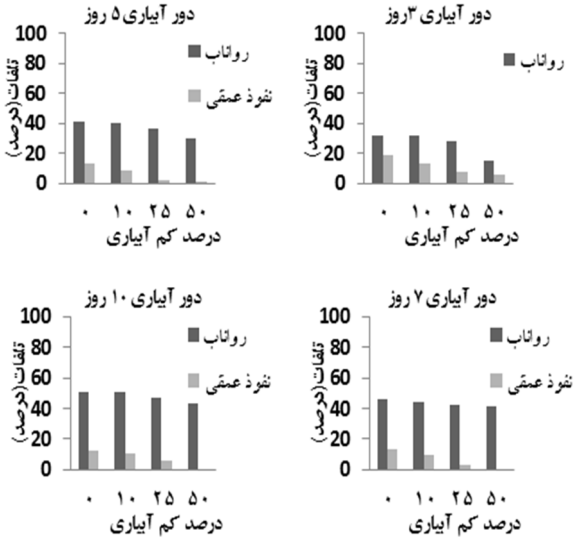
در شکل ۲، تاثیر دبی بر مقدار تلفات رواناب و نفوذ عمقی در یک دور آبیاری ثابت (دورهای آبیاری ۳، ۵، ۷ و ۱۰ روز) و در شرایط آبیاری کامل نشان داده شده است. در این شکل، تلفات رواناب با کم شدن دبی کاهش یافت. زیرا در دبی‌های کمتر زمان آبیاری بیشتر است و آب فرصت بیشتری برای نفوذ به خاک دارد. ولی تلفات نفوذ عمقی به دلیل بیشتر شدن زمان آبیاری در دبی‌های کمتر افزایش یافت به طوری که در دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه مقدار تلفات رواناب و نفوذ عمقی به مقدار تقریباً یکسانی رسید. حتی در دور آبیاری ۳ روز و دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه، تلفات نفوذ عمقی بر تلفات رواناب غالب شد. اما با این وجود مجموع تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه حداقل بود. نوابیان و مسلمی کوچصفهانی (۱۳۹۱) در بررسی روند تغییرات طول بهینه جویچه و راندمان آبیاری، نسبت به دبی با استفاده از مفهوم شبیه سازی و بهینه سازی و انجام آزمایش‌های صحرایی در مزرعه پردیس کشاورزی دانشگاه تهران نشان دادند که با افزایش دبی جریان، راندمان آبیاری کاهش می‌یابد.



شکل ۲. تاثیر دبی و دور آبیاری بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی در شرایط آبیاری کامل (مزرعه پردیس)

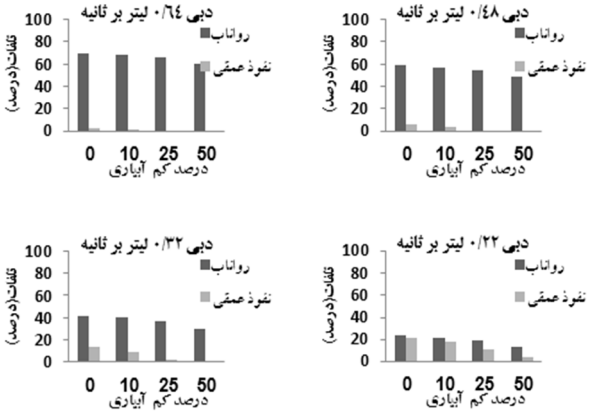
شکل ۳، تاثیر اعمال کم‌آبیاری بر مقدار تلفات در دبی ثابت (۰/۳۲ لیتر بر ثانیه) در دورهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. اعمال کم آبیاری بیشترین تاثیر را بر تلفات نفوذ عمقی و دور آبیاری بر تلفات رواناب داشت و با افزایش میزان کم آبیاری، مقدار تلفات نفوذ عمقی کمتر و با کاهش دور آبیاری، مقدارتلفات رواناب کمتر شد. البته به

خاطر اینکه با اعمال کم آبیاری، حجم آب داده شده نیز کمتر می‌شود تلفات رواناب نیز با افزایش درصد کم آبیاری کاهش کمی داشت. همچنین دور آبیاری ۳ روز، با اعمال کم آبیاری بیشترین کاهش تلفات نفوذ عمقی را در بین دورهای آبیاری مختلف داشت، زیرا در این حالت پتانسیل نفوذ عمقی بیشتر از حالت‌های دیگر بود. این حالت به علت حداقل شدن تلفات رواناب به دلیل دور آبیاری کوتاه‌تر و تلفات نفوذ عمقی کمتر به دلیل کم آبیاری، حداقل تلفات را در بین حالت‌های مختلف داشت. کانونی (۱۳۸٦) در پژوهش خود در دشت مغان روی دو محصول چغندرقند و ذرت نشان داد که در مزارع ذرت در مدیریت‌های بخش خصوصی راندمان مصرف آب به مراتب بهتر از مدیریت‌های بخش دولتی است که یکی از علل بالا بودن راندمان‌های آبیاری در بخش خصوصی اعمال کم آبیاری در مزرعه و تحت تنش قرار گرفتن محصول بود.



شکل ۳. تاثیر دور آبیاری و کم آبیاری بر روی تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دبی ۰/۳۲ لیتر بر ثانیه (مزرعه پردیس)

شکل ٤، تاثیر اعمال کم آبیاری بر مقادیر تلفات نفوذ عمقی و رواناب در دور آبیاری ۵ روز و دبی‌های مختلف را نشان می‌دهد. در این حالت نیز اعمال کم آبیاری بیشترین تاثیر را بر تلفات نفوذ عمقی داشته و با کاهش دبی تلفات رواناب کم و تلفات نفوذ عمقی به دلیل زیاد شدن زمان آبیاری زیادتر شد به طوری که در حالت دبی ۰/۲۲ لیتر بر ثانیه و شرایط آبیاری کامل مقادیر تلفات نفوذ عمقی و رواناب به مقدار تقریبا یکسانی رسید.



شکل ٤. تاثیر دبی و کم آبیاری بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دور آبیاری ۵ روز (مزرعه پردیس)

یکنواختی توزیع آب

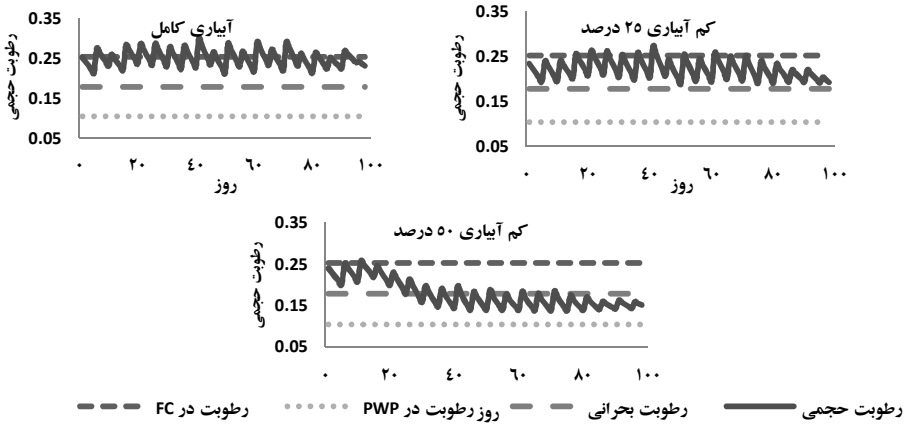
جدول ۳، تاثیر حالت‌های تعریف شده بر یکنواختی توزیع آب آبیاری را نشان می‌دهد. مقادیر ضریب یکنواختی در حالت‌های مختلف از ٦۸/۵ تا ۹۹/٦ درصد متغیر است. در یک دور آبیاری ثابت و شرایط کم‌آبیاری یکسان، با افزایش دبی، یکنواختی به علت جریان زیاد آب بیشتر شد به گونه‌ای که بیشترین یکنواختی در دبی ۰/٦٤ لیتر بر ثانیه اتفاق افتاد. در مورد دور آبیاری نیز شرایط به همین شکل بود به گونه‌ای که بیشترین یکنواختی در دور آبیاری ۱۰ روز و کمترین آن در دور آبیاری ۳ روز بود. اعمال کم‌آبیاری نتیجه عکس بر روی یکنواختی داشت و هرچه درصد کم آبیاری اعمال شده بیشتر بود یکنواختی کمتر شد به طوری که کمترین مقدار یکنواختی در کم آبیاری ۵۰ درصد بود. بالا بودن مقادیر یکنواختی در حالت‌های مختلف به علت طول کوتاه جویچه (۸٦ متر) و بافت نسبتاً سنگین خاک مزرعه پردیس بود.

جدول۳. تاثیر دور آبیاری، دبی و درصد کم‌آبیاری بر محدوده ضریب یکنواختی (درصد) در مزرعه پردیس

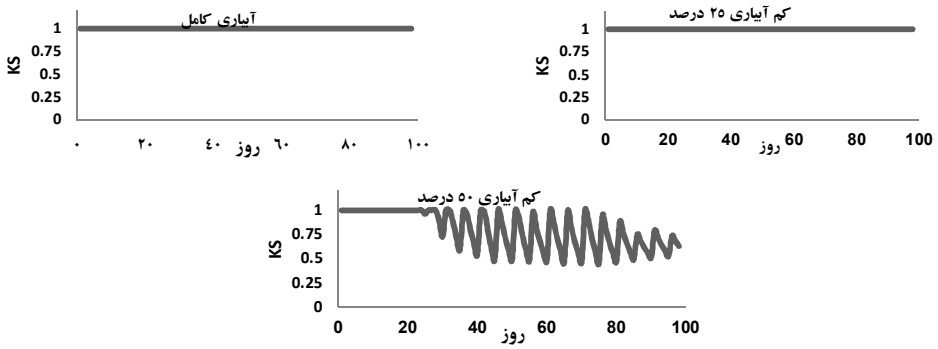
دور آبیاری (روز)	دبی(لیتر بر ثانیه)	درصد کم‌آبیاری			
		۰	۱۰	۲۵	۵۰
۳	۰/٦٤	۸۷/۲–۹۸/٦	۸۹/۸–۹۸/۵	۸۷/۸–۹۷/۹	۷۳/۱–۹٦/۵
	۰/٤۸	۸۳/۱–۹۸/۳	۸۳/۰–۹۸/۰	۸۵/۱–۹۷/٤	۷۰/۲–۹۵/٤
	۰/۳۲	۸۰/۸–۹۷/۵	۷۱/۱–۹۷/۲	۸۰/٦–۹٦/۵	٦۸/۸–۹۳/۳
	۰/۲۲	۷۹/۱–۹۵/۸	۷۸/۲–۹۵/۲	۷۵/۱–۹٤/۱	٦۹/۹–۹۰/٦
۵	۰/٦٤	۹۲/۵–۹۹/۲	۹۰/٦–۹۹/۱	۸٦/٤–۹۸/۹	۸٦/٤–۹۸/۲
	۰/٤۸	۹۰/۱–۹۸/۹	۸۸/٦–۹۸/۸	۸٤/۹–۹۸/۵	۸٦/٦–۹۷/۷
	۰/۳۲	۸٦/۲–۹۸/۵	۸٤/۱–۹۸/۳	۸۰/٦–۹۷/۹	۸۰/٦–۹٦/۷
	۰/۲۲	۸۱/۸–۹۷/۳	۷۹/۱–۹۷/۱	۷۹/۱–۹٦/٤	٦۸/۵–۹٤/۵
۷	۰/٦٤	۹۵/۵–۹۹/٤	۹٤/۸–۹۹/۳	۹۳/۱–۹۹/۱	۸٤/٦–۹۸/۷
	۰/٤۸	۹٤/۲–۹۹/۲	۹۳/۳–۹۹/۱	۹۱/۱–۹۸/۹	۸۳/۲–۹۸/۲
	۰/۳۲	۹۰/۸–۹۸/۹	۸۹/٦–۹۸/۷	۸٦/۲–۹۸/۵	۸۷/۹–۹۷/٦
	۰/۲۲	۸۸/۱–۹۸/۱	۸۵/۵–۹۷/۸	۸۲/۷–۹۷/۳	۸۱/۹–۹٦/۱
۱۰	۰/٦٤	۹۷/٤–۹۹/٦	۹٦/۹–۹۹/۵	۹٦/۱–۹۹/٤	۹۳/۱–۹۹/۱
	۰/٤۸	۹٦/٦–۹۹/٤	۹٦/۳–۹۹/٤	۹۵/۵–۹۹/۲	۹۱/۲–۹۸/۸
	۰/۳۲	۹۵/٤–۹۹/۲	۹٤/٦–۹۹/۱	۹۳/۰–۹۸/٦	۸۸/۱–۹۸/۳
	۰/۲۲	۹۱/۵–۹۸/٦	۹۱/۲–۹۸/٤	۸۹/٤–۹۸/۱	۸۸/۱–۹۸/۳

تغییرات زمانی رطوبت خاک و ضریب تنش

همان طور که بیان شد مدل فصلی توانایی شبیه سازی تغییرات رطوبت خاک در طی فصل رشد را دارد. در شکل‌های ۵ و ٦ تغییرات رطوبت و ضریب تنش کم آبی در طول فصل به عنوان نمونه برای دور آبیاری ۵ روز و دبی ۰/۳۲ لیتر بر ثانیه و کم آبیاری های متفاوت نشان داده شده است. با توجه به کوتاه بودن دور آبیاری تغییرات حداقل و حداکثر رطوبت کم بوده و حتی با کم آبیاری ۲۵ درصد متوسط رطوبت خاک از حد بحرانی پایین نیامده و ضریب تنش در کل فصل برابر یک بود. اما در کم آبیاری ۵۰ درصد، بعد از گذشت ۲۵ روز، رطوبت خاک کمتر از رطوبت مجاز خاک و ضریب تنش کمتر از یک شد.



شکل۵. تغییرات رطوبت در طول فصل برای دبی ۰/۳۲ لیتر بر ثانیه، دور آبیاری ۵ روز و درصدهای مختلف کم آبیاری‌ها در مزرعه پردیس



شکل٦. تغییرات متوسط ضریب تنش در طول فصل برای دبی ۰/۳۲ و دور آبیاری ۵ روز و درصدهای متفاوت کم آبیاری در مزرعه پردیس

مزرعه ٤۰۰ هکتاری

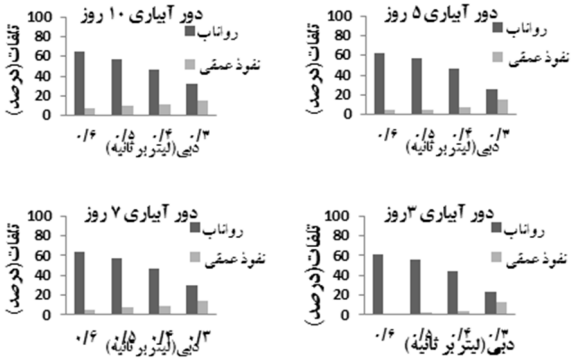
راندمان کاربرد آبیاری

جدول ٤، راندمان آبیاری در کل فصل آبیاری را در حالت‌های مختلف نشان می‌دهد که محدوده تغییرات آن بین ۲۷ تا ۷۳ درصد بوده است. در این سری از داده‌ها، نسبت به سری اول، راندمان در دبی‌های بیشتر و دور آبیاری بیشتر، افزایش داشت زیرا راندمان متناسب با خصوصیات فیزیکی خاک تغییر می‌کند. Doorenbos و Pruitt (۱۹۷۷) ارقامی برای راندمان آبیاری در طرح‌هایی که به خوبی طراحی شده و چند سال در حال بهره‌برداری بوده ارائه نموده که راندمان کاربرد آبیاری سطحی در خاک با بافت سبک، ۵۵ درصد، در بافت متوسط ۷۰ درصد و در بافت سنگین ٦۰ درصد بوده است. با توجه به اینکه بافت خاک مزرعه در سری دوم داده‌ها لومی بود که نسبت به بافت خاک سری اول، خاک سبک‌تری (بافت خاک متوسط) است تلفات رواناب خیلی کمتر شد. در حالت‌هایی که پتانسیل افزایش تلفات رواناب وجود داشت، راندمان افزایش داشت و در حالت‌هایی که پتانسیل تلفات نفوذ عمقی وجود داشت، تلفات بیشتر شد و راندمان نسبت به سری اول داده‌ها کاهش داشت.

جدول ٤. تاثیر دور آبیاری، دبی و درصد کم‌آبیاری بر متوسط راندمان کاربرد آبیاری (بر حسب درصد) برای کل فصل در مزرعه ٤۰۰ هکتاری

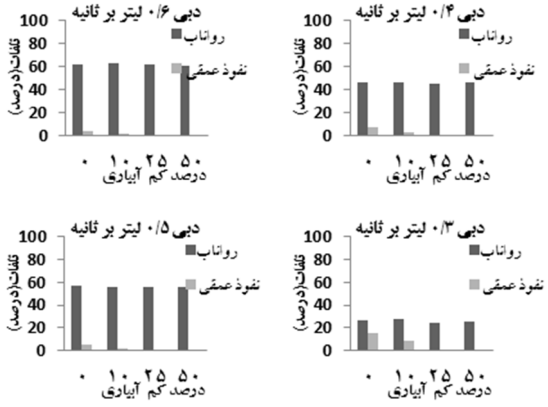
دور آبیاری (روز)	دبی	درصد کم‌آبیاری			
	(لیتربر ثانیه)	۰	۱۰	۲۵	۵۰
۳	۰/٦	۳٤/۹۹	۳۷/۵۲	۳۸/٤۲	۳۹/٤۸
	۰/۵	٤۰/۰۱	٤۱/۷۲	٤۲/۵۳	٤٦/۵۸
	۰/٤	٤۸/۸۳	۵۱/٤٤	۵٤/٤٦	٦۰/٦۱
	۰/۳	۵۷/۹٤	٦۵/۲۱	۷۲/٦۹	۷۳/۸۹
۵	۰/٦	۳۰/٤۱	۳٤/۱٦	۳۷/۰٤	۳۸/۷۵
	۰/۵	۳۵/۵۱	٤۰/۳۱	٤۳/۱٦	٤۲/٤۸
	۰/٤	٤۳/۵٤	٤۹/۸۵	۵٤/۵۸	۵۵/٤۳
	۰/۳	۵٤/۷٦	٦۰/۸۷	۷۱/۷۱	۷۱/۷۷
۷	۰/٦	۲۹/۰۰	۳۲/۰۹	۳۵/۵۱	۳٦/٦٦
	۰/۵	۳۳/۹۰	۳۷/۱۳	٤۳/۳٦	٤۲/۵۳
	۰/٤	٤۱/۷۲	٤۵/۹٦	۵۳/٤۲	۵٤/۰۳
	۰/۳	۵۲/۸٤	۵۸/۸۸	٦۸/۱۰	۷۱/۰۷
۱۰	۰/٦	۲۷/۱٤	۳۰/٤۷	۳۳/۳۸	۳۳/۸٦
	۰/۵	۳۱/٤۵	۳۵/۸۱	٤۰/٦۰	٤۲/۸۸
	۰/٤	٤۰/٤۲	٤٤/۳۱	۵۰/۷۲	۵٤/٤۰
	۰/۳	۵۱/۵۵	۵٦/۳۵	٦۵/۲۲	٦۹/۸۹

شکل ۷، تاثیر دبی‌های مختلف بر روی تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دور آبیاری ثابت و در شرایط آبیاری کامل نشان می‌دهد. با کاهش دبی، تلفات رواناب کاهش و تلفات نفوذ عمقی به دلیل افزایش زمان آبیاری در دبی‌های کمتر افزایش داشت.



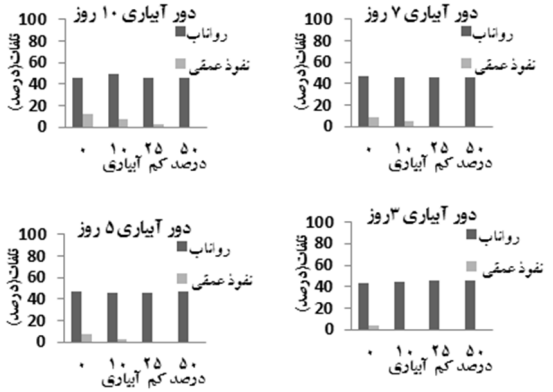
شکل ۷. تاثیر دبی و دور آبیاری بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی در شرایط آبیاری کامل (مزرعه ٤٠٠ هکتاری)

شکل ۸، تاثیر اعمال کم‌آبیاری بر روی مقادیر تلفات نفوذ عمقی و رواناب در دور آبیاری ثابت و دبی‌های متفاوت را نشان می‌دهد. اعمال کم‌آبیاری تاثیر زیادی بر روی تلفات رواناب نداشت و بیشترین تاثیر را بر روی تلفات نفوذ عمقی داشت به طوری که در کم آبیاری ۲۵ و ۵۰ درصد در انتها به صفر رسید، ولی کاهش دبی باعث افزایش تلفات نفوذ عمقی و کاهش تلفات رواناب شد.



شکل۸. تاثیر دبی و کم‌آبیاری بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دور آبیاری ۵ روز (مزرعه ٤٠٠ هکتاری)

شکل ۹، تاثیر اعمال کم‌آبیاری بر روی تلفات نفوذ عمقی و رواناب در یک دبی ثابت و دورهای آبیاری متفاوت نشان می‌دهد. این حالت نیز شرایطی مانند حالت قبل داشت و کم آبیاری بر روی تلفات نفوذ عمقی بیشترین تاثیر را داشت و رواناب در همه حالت‌ها تقریبا مقدار ثابتی بود. در دورهای آبیاری مختلف نیز از نظر تلفات رواناب شرایط تقریبا یکسانی به علت مناسب بودن دبی با توجه به بافت خاک بود.



شکل ۹. تاثیر دور آبیاری و کم‌آبیاری بر تلفات رواناب و نفوذ عمقی در دبی ۰/٤ لیتر بر ثانیه(مزرعه ٤٠٠ هکتاری)

یکنواختی توزیع آب

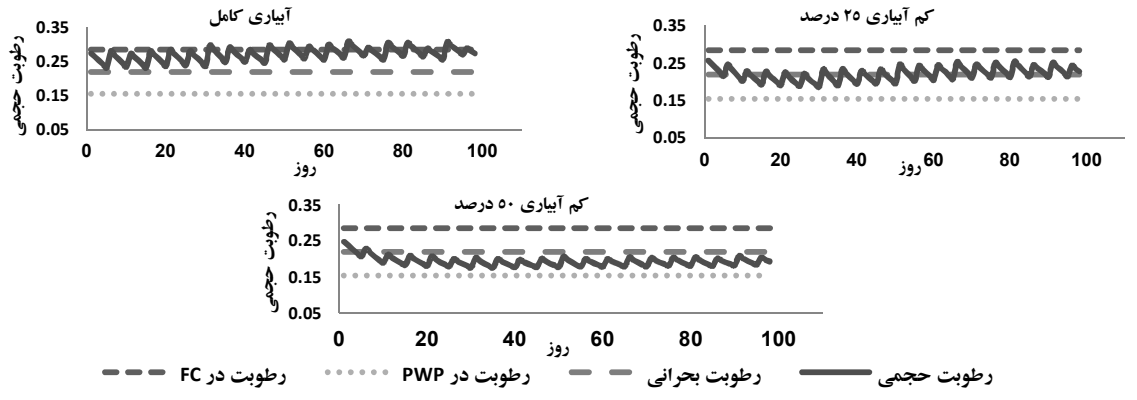
جدول ۵، محدوده ضریب یکنواختی و تاثیر حالت‌های تعریف شده بر یکنواختی توزیع آب آبیاری را نشان می‌دهد که مقادیر ضریب یکنواختی توزیع آب در حالت‌های مختلف از ٦١/١ تا ٩٨/٧ درصد متغیر است. همانند سری اول داده‌ها، در دورهای آبیاری بیشتر و دبی‌های بیشتر، یکنواختی بیشتری حاصل شد و با افزایش درصد کم آبیاری از یکنواختی کاسته شد. بیشترین ضریب یکنواختی در حداکثر دبی (٠/٦٤ لیتر بر ثانیه)، دور آبیاری ۱۰ روز وشرایط آبیاری کامل بود. در این سری از داده‌ها چون طول جویچه بیشتر از سری اول بود (١٦٥ متر) بطور کلی، ضریب یکنواختی نسبت به سری اول کاهش داشت.

تغییرات زمانی رطوبت خاک و ضریب تنش

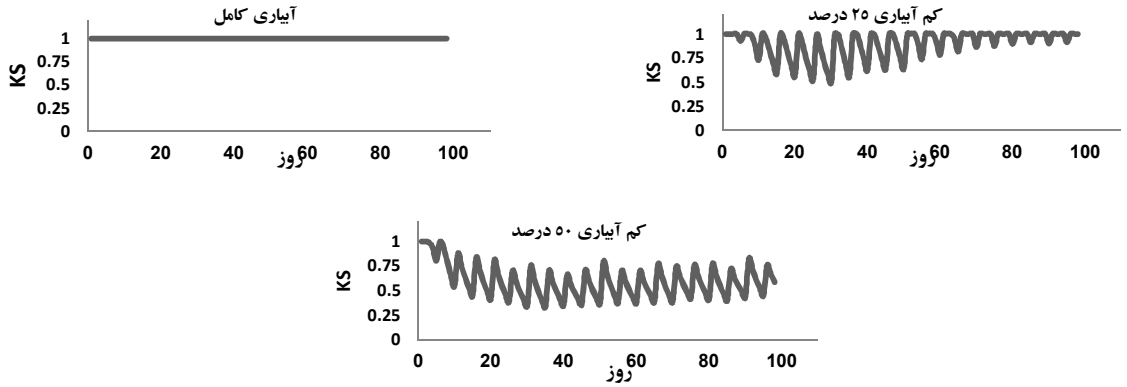
شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نیز به ترتیب تغییرات رطوبت خاک و ضریب تنش در طول فصل برای مزرعه ٤۰۰ هکتاری و دور آبیاری ۵ روز و دبی ۰/٤ لیتر بر ثانیه نشان می‌دهد. در این حالت بخاطر زیاد بودن تلفات نفوذ عمقی در دبی و دور آبیاری کم با اعمال کم آبیاری تغییرات رطوبت و ضریب تنش در طول فصل زیاد بود و در کم آبیاری ۲۵ درصد بعد از ٤ روز رطوبت خاک کمتر از رطوبت مجاز خاک و ضریب تنش کمتر از یک شد.

جدول ۵. تاثیر دور آبیاری، دبی و درصد کم‌آبیاری بر محدوده ضریب یکنواختی در مزرعه ٤۰۰ هکتاری

دور آبیاری (روز)	دبی (لیتر بر ثانیه)	درصد کم‌آبیاری			
		۰	۱۰	۲۵	۵۰
۳	۰/٦	۷۹/۱–۹۳/۲	۷۳/۱–۹۲/٤	٦۹/۷–۹۰/۵	٦۹/۷–۸۵/۵
	۰/۵	۷۹/۹–۹۳/۱	۷٤/۵–۹۱/۸	۷۲/٤–۸۹/٦	۷۲/٤–۸۵/۸
	۰/٤	۷۲/۲–۹۲/۱	۷۳/۰–۹۱/٤	۷۲/۲–۹۱/۲	٦۱/۱–۸۰/۷
	۰/۳	٦۲/۱–۹۰/٤	٦۲/۱–۸۹/۸	٦۲/۹–۸۷/۲	٦۲/۰–۸۰/۲
۵	۰/٦	۹۳/۵–۹۷/۱	۹۱/٤–۹٦/۳	۸۸/۵–۹۵/۳	۷۹/۹–۹۲/۷
	۰/۵	۹۲/۱–۹٦/۷	۹۰/۸–۹٦/۲	۸۸/۸–۹۵/۲	۷٦/۱–۹۱/۱
	۰/٤	۹۰/٦–۹٦/۱	۸۸/۵–۹۵/۵	۸۵/۵–۹٤/۲	۸٤/۱–۹۳/۸
	۰/۳	۸۷/۸–۹٤/۵	۸۵/۱–۹٤/۱	۸۵/۱–۹۲/۸	۷۸/۹–۹۱/۸
۷	۰/٦	۹۵/۱–۹۷/۹	۹٤/٦–۹۷/۵	۹۳/۱–۹٦/۹	۸۷/۱–۹٤/٦
	۰/۵	۹٤/۹–۹۷/۷	۹٤/٦–۹۷/٤	۹۳/۱–۹٦/۸	۸۷/۵–۹٤/۷
	۰/٤	۹٤/۹–۹۷/۵	۹۳/۸–۹۷/۱	۹۲/٦–۹٦/٤	۸٤/۱–۹۳/۳
	۰/۳	۹۲/۸–۹٦/٦	۹۲/۱–۹٦/۲	۹۰/۱–۹٦/۰	۸۵/۹–۹٤/۵
۱۰	۰/٦	۹۷/۱–۹۸/۷	۹٦/٦–۹۸/۵	۹٦/۲–۹۸/۲	۹۳/۱–۹٦/۹
	۰/۵	۹۷/۱–۹۸/٦	۹٦/۷–۹۸/۳	۹۵/۹–۹۸/۱	۹۳/۱–۹٦/۸
	۰/٤	۹٦/٦–۹۸/۳	۹٦/۳–۹۸/۲	۹۷/۷	۹۲/٦–۹٦/۳
	۰/۳	۹۵/۹–۹۷/۸	۹٦/۲–۹۷/۷	۹٤/٦–۹۷/۱	۹۳/۲–۹٦/۳



شکل ۱۰. تغییرات رطوبت در طول فصل برای دبی ۰/٤ لیتر بر ثانیه، دور آبیاری ۵ روز و کم آبیاری‌های متفاوت در مزرعه موسسه تحقیقات



شکل ۱۱. تغییرات متوسط ضریب تنش در طول فصل برای دبی ٠/٤لیتر بر ثانیه و دور آبیاری ۵ روز و کم آبیاری‌های متفاوت در مزرعه موسسه تحقیقات

نتیجه گیری

راندمان کاربرد، یکنواختی توزیع آب و عملکرد محصول (یا به عبارتی رطوبت خاک و تنش رطوبتی) از جمله عواملی هستند که در اجرا یا مدیریت یک سیستم آبیاری در نظر گرفته می‌شوند. در این پژوهش شاخص‌های عملکرد آبیاری برای ٦٤ حالت مختلف و در شرایط دو مزرعه متفاوت با استفاده از یک مدل شبیه سازی فصلی آبیاری جویچه‌ای تعیین شدند. نتایج نشان دادند که مزرعه پردیس به دلیل بافت خاک سنگین‌تر و طول جویچه کوتاه‌تر تلفات رواناب بیشتری نسبت به مزرعه ٤٠٠ هکتاری داشته و هرچه دبی و دور آبیاری کمتر شده بود مقدار راندمان کاربرد آبیاری بیشتر شد. اما در مزرعه ٤٠٠ هکتاری، تلفات رواناب کمتر از مزرعه پردیس بوده و تلفات نفوذ عمقی عمده تلفات بود. با کاهش دبی و دور آبیاری مقدار نفوذ عمقی بیشتر از تلفات رواناب شد. در رابطه با ضریب یکنواختی نیز در دورهای آبیاری بیشتر و دبی‌های بیشتر، در هر دو مزرعه، یکنواختی بیشتر بود و با افزایش درصد کم آبیاری از مقدار آن کاسته شد. در مزرعه ٤٠٠ هکتاری نیز به دلیل طول بیشتر جویچه یکنواختی در تمام حالات کمتر بود. همچنین بررسی تغییرات رطوبت و ضریب تنش در طول فصل نشان داد که در دبی و دورهای آبیاری کمتر به دلیل کاهش تلفات، تفاوت بین مقادیر حداکثر و حداقل رطوبت کمترین مقدار است و در این حالت‌ها مقدار رطوبت در روزهای کمی به پایین‌تر از حد بحرانی می‌رسد و تنش وارد می‌شود. در نهایت، نتایج نشان دهنده کارآیی خوب مدل شبیه‌سازی فصلی در تعیین شاخص‌های عملکرد آبیاری در طول فصل رشد در شرایط مختلف مدیریت آب در مزرعه‌است.

فهرست منابع

ابراهیمیان، ح. ۱۳۹۰. شبیه‌سازی و بهینه‌سازی کود آبیاری در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به منظور کاهش آلودگی نیترات. رساله دکتری آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران.

احسانی، م . و خالدی، ه.، ۱۳۸۲ . بهره وری آب کشاورزی . کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران . شمارهٔ ۸۲. ۱۱۵ صفحه.

زبردست، س.، ریاحی فارسانی، ح. و طباطبائی، س. ح. ۱۳۹۳. ارزیابی دقت روش‌های حل مدل بیلان حجمی در تخمین پیشروی آب در آبیاری جویچه‌ای. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ٤ (۱): ۱-۱۲.

رضایی، م. ر، اسدی . ا، امیری. م، کاتوزی . ۱۳۸٦. مطالعه بهترین شیوه مدیریت آبیاری و ارقام برنج مناسب شرایط خشکسالی در شبکه آبیاری گیلان. اولین همایش سازگاری با کم آبی . تهران.

سهراب، ف. ف، عباسی. ۱۳۸٤. ارزیابی بازده آب آبیاری طی چند دهۀ گذشته در سطح کشور. کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه. کرج. ۱۳ آذر. ص ۵۷-۷۰.

طایفه رضایی، ح .، معیری، م . و ریاحی، ح .، ۱۳۸۲ . ارزیابی بازدهی روشهای آبیاری سطحی و نحوه کار آنها در سطح کشور. گزارش پژوهش نهایی مؤسسۀ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شمارۀ ۸۲/۱۰۰۲، کرج، ۷۰ صفحه.

علیزاده، ح. ۱۳۸۸. بررسی اثر کودآبیاری جویچه ای بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران.

قبادی، م. ۱۳۹٤. ارائه مدل فصلی آبیاری جویچه ای به منظور ارتقای کارآیی مصرف آب. پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران.

کانونی، ا.، ۱۳۸٦. ارزیابی راندمان آبیاری جویچه ای دشت مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد۸. شماره ۲. ص ۳۲-۱۷.

میرابوالقاسمی، ه .، ۱۳۷۳ . ارزیابی بازده آبیاری در تعدادی از شبکه های سنتی ایران . مجموعه مقالات هفتمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۳۱ مردادماه لغایت ۲ شهریور ۱۳۷۳ ، تهران، صفحات ۱-۱٦.

نوابیان، م و م مسلمی کوچصفهانی. ۱۳۹۱. بهینه یابی طول جویچه و دبی جریان در آبیاری جویچه‌ای. مجله پژوهش آب ایران، ٦ (۱۱): ۷۲-۳٤.

Abbasi, F., Shooshtari, M. M., and Feyen, J. 2003. Evaluation of various surface irrigation numerical simulation models. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129(3): 208-213.

Bautista, E., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S. and Schlegel, J. 2009a. Modern analysis of surface irrigation systems with WinSRFR. Agricultural Water Management, 96:1146-1154.

Bautista, E., Clemmens, A.J., Strelkoff, T.S. and Niblack, M. 2009b. Analysis of surface irrigation systems with WinSRFR-Example application. Agricultural Water Management, 96:1162-1169.

Doorenbos, J. and W. O. Pruitt, 1977.Guide lines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper, No 24.

Ebrahimian, H., and Liaghat, A. 2011. Field evaluation of various mathematical models for furrow and border irrigation systems. Soil and Water Research, 6(2):91-101.

Hornbuckle, J.W, Christenl, E.W and Faulkner, R.D. 1998. Improving the Efficiency and Performance of Furrow Irrigation Using Simulation Modeling in South-Eastern Australia. CSIRO Land and Water, PMB No. 3,Griffith, New South Wales, Australia, 2680 pp.

Playán, E., and Mateos, L. 2004. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep. – 1 Oct., 2004, Brisbane, Australia.

Soil Conservation Service (SCS). 1983. United States Department of Agriculture (USDA), National Engineering Handbook, 86 pp.

Walker, W. R. 2003. SIRMOD III: Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design. Guide and Technical Documentation. Department of Biological and Irrigation Engineering. Utah State University, Logan, UT, USA.

ISSN 2251-7480

Simulation of furrow irrigation performance using seasonal modeling under various on-farm water managements

Mahboobeh Ghobadi[1], Hamed Ebrahimian[2*] and Fariborz Abbasi[3]

1) Graduate student of Irrigation and Drainage, Department of Irrigation and Reclamation Eng., College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran
2) Assistant professor, Department of Irrigation and Reclamation Eng., College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, P. O. Box 4111, Karaj 31587-77871, Iran
* Corresponding author: e-mail: ebrahimian@ut.ac.ir
3) Professor at Agricultural Engineering Research Institute, Karaj

Received: 24-08-2015 Accepted: 27-12-2015

Abstract

Increasing irrigation efficiency has been become one of the main solutions to be considered on-farm increasing water productivity due to limited water resources. The objective of this study was to apply a seasonal simulation model to determine irrigation performance indicators for different scenarios such as deficit irrigation, inflow rate and frequency of irrigation, under two different fields in Karaj (College of Agriculture and Natural Resources and Seed and Plant Improvement Institute farms) in order to decrease irrigation losses and improve irrigation water uniformity. The results showed that the College farm had more runoff losses due to heavier soil texture and shorter furrows compared with to the Institute farm. Irrigation efficiency increased when reducing inflow rate and frequency of irrigation, irrigation efficiency increased about 40% in the higher irrigation frequency by reducing inflow rate from 0.64 to 0.22 L/s. In addition, the highest efficiency happened in three-day irrigation frequency with 0.22 L/s inflow rate. However, the Institute farm had larger deep percolation losses than the college farm. Moreover, the results of simulated soil moisture during the growing season showed that the difference between the minimum and maximum soil moisture was less under lower values of inflow rate and irrigation frequency (such as three-day irrigation frequency and 0.3 L/s inflow rate in the Institute farm and three-day irrigation frequency and 0.22 L/s in the College farm). The seasonal simulation model had good capability to evaluate furrow irrigation performance under different on-farm water managements.

Keywords: application efficiency; deep percolation; run off; simulation; soil moisture; uniformity