تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری با آب شور بر عملکرد سورگوم دانه‌ای و شبیه‌سازی عملکرد آن با استفاده از مدل SWAP

مرضیه یزدخواستی[1*]، محمد شایان‌نژاد[1]، حمیدرضا عشقی‌زاده[2] و محمد فیضی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۸)

چکیده

با توجه به گسترش آب شور در کشور، استفاده از مدیریت کاربرد تلفیقی آب شور و شیرین یک راهکار بهینه برای تولید محصولات، تحت شرایط تنش شوری است. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارهای مورد استفاده پنج مدیریت آبیاری شامل: آبیاری با آب شور (شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر)، آبیاری با آب شیرین (آب شهری)، آبیاری یک در میان، آبیاری با آب تلفیقی و آبیاری با آب شیرین تا خوشه‌دهی و سپس آب شور بود. افزایش شوری اثر معنی‌داری بر عملکرد بوته تر، بوته خشک و دانه داشت. حداکثر عملکرد بوته تر، بوته خشک و دانه مربوطه به آبیاری با آب شیرین به‌ترتیب به‌میزان ۴/۱۴، ۲/۴۵ و ۰/۵۸۸ کیلوگرم بر مترمربع و حداقل آن مربوط به آبیاری با آب شور به‌ترتیب به‌میزان ۱/۳۴، ۰/۷۶۵ و ۰/۰۹۵۷ کیلوگرم بر مترمربع بود. پس از تیمار شاهد، مدیریت آبیاری تلفیقی بیشترین عملکرد را به خود اختصاص داد. شاخص‌های مختلف آماری نشان داد که مدل SWAP توانایی شبیه‌سازی عملکرد محصول را با دقت نسبتاً خوبی دارد. مقدار ضریب تبیین برای عملکرد محصول ۰/۶۵ به‌دست آمد. توانایی شبیه‌سازی عملکرد مدل به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری شور در انتهای فصل، یک در میان، آب شور، تلفیقی و آب شیرین است.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، آبیاری تلفیقی، عملکرد سورگوم دانه‌ای، مدل SWAP

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: marziehyazdekhasti1990@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کیفیت آب آبیاری در بیشتر مناطق ایران پایین بوده و به درجات مختلف با شوری همراه است که بروز خشکسالی این مشکل را تشدید کرده است. با اعمال مدیریت‌های درست کشاورزی می‌توان از این آب‌ها برای کشت گیاهان متحمل و نیمه‌متحمل به شوری استفاده کرد. یکی از روش‌های مدیریتی برای استفاده از آب‌های شور و لب شور، ترکیب آب شور و معمولی و یا استفاده تلفیقی از آنهاست. منابع آب غیرشور در مناطق خشک و نیمه-خشک محدود بوده و پیوسته در حال کاهش است (۱۶). بنابراین، کشاورزان مجبور به استفاده از آب‌های نامتعارف، مانند آب‌های شور و لب‌شور می‌شوند. آبیاری مزارع با این گونه آب-ها، حتی برای گیاهان مقاوم به شوری نیز، علاوه‌بر کاهش محصول، مشکلات ناشی از شور و نامرغوب شدن زمین‌ها را درپی دارد (۷). وجود این دو مشکل به طرح و ارائه راهکارهای فراوان منجر شده است. کاهش دور آبیاری و استفاده از آبیاری قطره‌ای به‌منظور مرطوب نگه‌داشتن خاک منطقه ریشه برای مقابله با پتانسیل اسمزی، مصرف آب بیشتر در آبیاری به‌منظور آب-شویی خاک منطقه ریشه، کاشت ارقام گیاهی مقاوم به شوری و ترکیب آب شور و غیرشور از آن جمله است. ترکیب آب شور و غیرشور به‌معنای استفاده همزمان از آب شور و غیرشور است؛ به‌گونه‌ای که اثر غلظت نمک در آب آبیاری کاهش یابد. هرچند به‌کارگیری این روش محدودیت‌هایی دارد، در صورت مدیریت و اجرای درست آن می‌تواند راه‌حلی کارامد در استفاده از آب-های شور و لب‌شور در کشاورزی باشد. در بسیاری از این پژوهش‌ها بهترین راه‌حل استفاده ترکیبی از آب شور و غیرشور، اختلاط این آب‌ها قبل از آبیاری (۸، ۱۷ و ۲۲) و یا استفاده دوره‌ای از آنها معرفی شده است (۲۰ و۲۳).

مین‌هاس و همکاران طی آزمایشی شش‌ساله (۲۰۰۳-۱۹۹۷) دو گیاه گندم و برنج به این نتیجه رسیدند که استفاده متناوب از دو آب با کیفیت شور و غیرشور بهتر از استفاده از آب شور به تنهایی است (۱۸). چروم و همکاران در آزمایشی بر زمین‌های شور و سدیمی جنوب اهواز با هدف بررسی تغییرات ویژگی‌های شیمیایی خاک و اصلاح آن گزارش کردند با اختلاط آب زهکش‌های مزرعه نیشکر با آب کارون برای آب‌شویی نیمرخ خاک، حتی در بدترین کیفیت آب، می‌توان شوری و سدیمی خاک را به زیر حد آستانه رساند (۱۱). مولوی و همکاران در تحقیقی به‌منظور ارزیابی اثر مدیریت آب شور بر عملکرد ذرت دانه‌ای و توزیع شوری در نیمرخ خاک، پنج روش مدیریتی در منطقه کرج و در شرایط لایسیمتری اجرا کردند. نتایج نشان داد در اثر استفاده از آب شور (شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر) برای آبیاری ذرت دانه‌ای، عملکرد ۴۱/۴۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یابد، درحالی‌که به‌کارگیری روش مدیریتی مخلوط و آبیاری تناوبی به‌صورت یک در میان، به‌ترتیب سبب کاهش عملکرد به‌میزان ۲۰/۵۹ و ۱۶/۳۴ درصد نسبت به تیمار شاهد شد (۱۹).

آزمایش‌های صحرایی برای تحلیل مدیریت‌های مختلف آبیاری با آب شور، مفید هستند، اما با وجود مزیت‌های فراوان نسبت به بررسی‌های آزمایشگاهی، محدودیت‌هایی نیز دارند. مهم‌ترین محدودیت این است که اعتبار آزمایش‌ها به شرایط فیزیکی و منطقه‌ای که در آن آزمایش انجام می‌شود، محدود می‌شود، همچنین آزمایش‌های صحرایی معمولاً طی مدت‌زمان کوتاه انجام می‌شوند، بنابراین عوامل بلندمدت که در مسائل شوری حائز اهمیت است را در نظر نمی‌گیرند. از دیگر محدودیت‌ها این است که تعداد سناریوهایی که توسط آزمایش‌های صحرایی بررسی می‌شوند با ملاحظات عملی مانند ورودی‌های آزمایش و هزینه‌های زیاد محدود می‌شود. از مدل‌های شبیه‌سازی می‌توان به‌عنوان طرح توسعه یافته‌ای از آزمایش‌های صحرایی برای غلبه بر این محدودیت‌ها استفاده کرد. امروزه مدل‌های شبیه‌سازی معتبری برای پاسخ گویی به مسائل مربوط به شوری توسعه یافته‌اند. یکی از این مدل‌ها، مدل SWAP (خاک، آب، اتمسفر و گیاه) است که توانایی شبیه‌سازی رشد محصولات و انتقال آب و نمک در مقیاس صحرایی را دارد (۱۳).

مدل SWAP عبارت از یک مدل شبیه‌سازی بیلان آب و

www.SID.ir

Archive of SID

املاح در یک خاک تحت کشت یا آیش با انواع مختلفی از شرایط مرزی و با در نظر گرفتن امکان زهکشی مصنوعی و آبیاری است. این مدل، یک مدل مزرعه‌ای است که عوامل مهمی مانند خاک، آب، اتمسفر و گیاه را در نظر می‌گیرد. این مدل در کشور هلند (دانشگاه کشاورزی واگنینگن و در مؤسسه تحقیقاتی آلترا) توسعه داده شده است. تئوری این مدل در سطح وسیع توسط ون دم و همکاران، تشریح شده است. راهنمای کاربردی مدل توسط کروس و همکاران، نوشته شده است. این مدل قابلیت شبیه‌سازی و پیش‌بینی جریان آب در خاک، انتقال املاح، انتقال حرارت، تبخیر از خاک، تعرق گیاه و رشد محصولات را دارد. (۳).

مدل SWAP برای انجام شبیه‌سازی از توابع نگه‌داشت رطوبت خاک ون‌گنوختن استفاده می‌کند. این در حالی است که اندازه‌گیری ضرایب این معادله نسبتاً وقت‌گیر و هزینه‌بر بوده و عموماً اندازه‌گیری دقیق آنها امکان‌پذیر نیست. تا به امروز مطالعات کاملی بر روی ایجاد و ارائه توابع انتقالی به انجام رسیده است، با استفاده از این توابع می‌توان به‌کمک پارامترهایی از خاک که اندازه‌گیری و برداشت مزرعه‌ای آنها به سهولت انجام می‌پذیرد و دقت اندازه‌گیری آنها عموماً بیشتر است، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک را تخمین زد، اما در زمینه بررسی کارایی این توابع و به‌کارگیری آنها در مدل‌های گیاهی، مطالعات زیادی صورت نگرفته است. در خصوص مدل SWAP، نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که این مدل توانمندی برای شبیه‌سازی جریان آب در خاک و همچنین بیلان آب در سطح مزرعه را دارد (۹ و ۲۴). به‌منظور افزایش بهره‌وری آب محصولات گندم، آفتابگردان، چغندرقند و ذرت علوفه‌ای، تحقیقی به‌کمک مدل SWAP در شرایط محدودیت آب در منطقه برخوار اصفهان انجام و مدل واسنجی شد. براساس نتایج، مقدار بهره‌وری تعرق به‌ترتیب ۱/۱۸، ۳/۳۸، ۰/۳۳، ۱/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب برای این محصولات به‌دست آمد (۲۹). مدل SWAP برای منطقه‌های نیمه‌خشک در شمال غرب هند، برای مدیریت آبیاری با آب شور در کشت متناوب گندم و پنبه به‌کار برده شد و نتایج نشان داده که امکان استفاده از آب شور و آب کانال با شوری به‌ترتیب ۱۴ و ۲ دسی‌زیمنس بر متر وجود دارد (۲۶).

نتایج پژوهشی که به‌منظور بررسی تأثیر مدیریت آبیاری و کیفیت آب آبیاری بر عملکرد تولید محصول و رطوبت خاک توسط مدل SWAP در منطقه رودشت اصفهان انجام شد، نشان داد درصورتی‌که شرایط مرزی مناسب در نظر گرفته شود، مدل در براورد مؤلفه‌های بیلان آب موفق عمل می‌کند (۲۵). این مدل برای شبیه‌سازی مصرف آب چغندرقند در شرایط آب‌وهوایی مدیترانه‌ای ارزیابی و واسنجی شد و نتایج آماری نشان‌دهنده وجود ضریب تعیین ۰/۷۵ بین مقادیر آب مصرفی شبیه‌سازی شده و مشاهداتی محصول مورد نظر بود (۲۸).

سورگوم (*Sorghum bicolor*) گیاهی چهارکربنه، یک‌ساله و از خانواده غلات است (۲ و ۱۳)، که در ایران ذرت خوشه‌ای نامیده می‌شود. شباهت ظاهری این گیاه با ذرت و ارزن باعث شده آمار سطح زیر کشت این دو گیاه، با هم مخلوط شود. برای ایجاد تمایز میان این دو از اسم سورگوم که یک اسم جهانی برای این گیاه است استفاده می‌شود. سورگوم از جمله گیاهان متحمل به خشکی است که به‌طور گسترده، تحت شرایط دیم برای تولید دانه و علوفه به‌کار می‌رود. در مناطق خشک با بارش کم، آبیاری تکمیلی می‌تواند به عملکرد مطلوب‌تر گیاه کمک کند (۳۰).

سورگوم دانه‌ای به‌عنوان غذای اصلی برای میلیون‌ها نفر در چین، هند و آفریقا مطرح است. تولید جهانی سورگوم دانه‌ای در سال ۲۰۰۹، حدود ۸۰ میلیون تن بوده است که به‌ترتیب اهمیت در بین غلات جهان پس از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار می‌گیرد (۱۴). سورگوم دانه‌ای به‌دلیل استفاده در غذای طیور و انسان و در تهیه نان مخلوط، از گذشته‌ای دور کشت می‌شد. سورگوم دانه‌ای در آفریقا و هند، یکی از غذاهای اصلی انسان است ولی در آمریکا، اروپا و ژاپن، سهم عمده‌ای در تغذیه دام و طیور دارد. این گیاه کم‌توقع و پرمحصول است و حتی در زمین‌هایی که از نظر مواد غذایی فقیر و یا شور و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های خاک مزرعه

عمق	شن	سیلت	رس	بافت خاک	سنگریزه	چگالی ظاهری خاک	FC	PWP	شوری
(cm)	(درصد)				(درصد)	(g/cm^3)	(درصد حجمی)		(dS/m)
۰-۲۰	۵۰/۴	۲۱/۸	۲۷/۸	لوم رسی شنی	۳۸/۰	۱/۵۷	۳۱/۵۷	۱۵/۰	۱/۴۲
۲۰-۴۰	۵۲/۳	۲۰/۳	۲۷/۴	لوم رسی شنی	۴۹/۶	۱/۶۸	۳۳/۷۱	۱۵/۰	۴/۷۵

FC ظرفیت زراعی مزرعه و PWP نقطه پژمردگی دائم است.

قلیایی هستند، کشت می‌شود، به‌طوری‌که از نظر استقامت و قناعت از آن به‌عنوان شتر خانواده گیاهی نام می‌برند (۱۲ و ۲۷).

درصورتی‌که بتوان اثر فاکتورهای مختلف از جمله مدیریت آب را بر عملکرد و محیط رشد گیاه از طریق شبیه‌سازی مطالعه کرد، امکان اعمال مدیریت مناسب در هر مرحله از رشد گیاه و کاهش خسارات احتمالی را خواهیم داشت که هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر آبیاری تلفیقی بر عملکرد سورگوم دانه‌ای و مقایسه عملکرد به‌دست آمده از داده‌های مزرعه‌ای و خروجی مدل SWAP است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ به‌منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری با آب شور بر عملکرد سورگوم رقم اسپیدفید دانه‌ای و شبیه‌سازی عملکرد آن با استفاده از مدل SWAP در مزرعه چاه‌اناری دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. این منطقه در موقعیت جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۱۶۴۵ متری از سطح دریا و فشار هوای ۱۰۱۱ میلی‌بار قرار دارد. این منطقه براساس تقسیم‌بندی کوپن، دارای آب‌وهوای نیمه‌خشک و خنک با تابستان‌های خشک و کمی گرم است، همچنین براساس تقسیم‌بندی ترنت وایت، دارای آب‌وهوای خشک است. براساس آمار ۴۰ سال گذشته در این منطقه، میانگین دمای سالیانه هوا ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمینه دما ۷/۳ و میانگین بیشینه دما ۲۳/۱ درجه سانتی‌گراد است. گرم‌ترین ماه سال تیر و سردترین آن آذرماه، دمای بیشینه و کمینه مطلق به‌ترتیب ۴۲/۵ و ۱۸/۵- درجه سانتی‌گراد، میزان بارندگی سالیانه درازمدت ۱۵۰/۹ میلی‌متر، بیشترین زمان وقوع بارندگی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند است. بیشینه بارندگی ۲۴ ساعته ۵۲/۵ میلی‌متر و تعداد روزهای یخبندان، ۸۸ روز در سال است. این منطقه در فاصله زمانی تیرماه تا اواسط مهر، بدون بارندگی است.

به‌منظور تعیین ویژگی‌های خاک پیش از مراحل آماده‌سازی زمین از دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. خاک مزرعه دارای بافت لوم رسی شنی و با سنگریزه فراوان بود. برخی خصوصات خاک منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

آنچه از نظر کشاورزی در رابطه با کیفیت آب مطرح است تأثیر آن بر گیاه و خاک است. این تأثیر ناشی از ناخالصی‌های فیزیکی و شیمیایی موجود در آب است که عوامل محیطی نیز گاهی اثر آنها را تشدید و یا تقلیل می‌دهد. ویژگی‌های شیمیایی آب شور و شیرین استفاده شده در طرح در جدول (۲) ارائه شده است.

آزمایش در زمینی به مساحت ۲۱۰ مترمربع با ابعاد ۱۵/۵ متر در ۱۳/۵ متر اجرا شد. طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش، در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. این طرح در چاه‌اناری دانشگاه صنعتی اصفهان از خرداد تا مهرماه سال ۱۳۹۳ در یک فصل زراعی انجام شد. تیمارهای مورد استفاده پنج مدیریت آبیاری شامل: آبیاری با آب شور (شوری پنج دسی‌زیمنس بر متر براساس عملکرد ۷۵ درصد)، آبیاری با آب شیرین (آب شهری)، آبیاری یک در میان (آبیاری یک‌بار با آب شور و بار دیگر با آب شیرین)، آبیاری با آب

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. برخی از ویژگی‌های شیمیایی آب آبیاری

	کاتیون‌ها (meq/lit)				آنیون‌ها (meq/lit)			pH	EC (dS/m)	SAR
	سدیم	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	کلرید	کربنات	بی‌کربنات			
آب شور	۴۷/۷	۰/۲۳	۶/۰۰	۱/۲۰	۵۰/۰	۰/۸۰	۲/۹۰	۸/۱	۵/۵	۲۵/۱
آب شیرین	۰/۸۸	۰/۱۸	۱/۴۰	۰/۴۰	۰/۶۰	۰/۰۰	۲/۱۰	۷/۵	۰/۴	۰/۹۳

جدول ۳. تاریخ و مقدار آب مصرفی

نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	عمق آبیاری (mm)	نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	عمق آبیاری (mm)
۱	۹۳/۰۳/۲۴	۷۰	۱۰	۹۳/۰۵/۰۱	۴۵
۲	۹۴/۰۳/۲۶	۷۰	۱۱	۹۳/۰۵/۰۸	۴۵
۳	۹۳/۰۳/۲۸	۷۰	۱۲	۹۳/۰۵/۱۴	۵۰
۴	۹۳/۰۳/۳۰	۵۰	۱۳	۹۳/۰۵/۱۹	۵۰
۵	۹۳/۰۴/۰۱	۵۰	۱۴	۹۳/۰۵/۲۵	۴۵
۶	۹۳/۰۴/۰۴	۵۵	۱۵	۹۳/۰۵/۲۹	۴۵
۷	۹۳/۰۴/۱۱	۵۵	۱۶	۹۳/۰۶/۰۴	۴۵
۸	۹۳/۰۴/۱۸	۵۰	۱۷	۹۳/۰۶/۱۰	۴۰
۹	۹۳/۰۴/۲۴	۵۰	۱۸	۹۳/۰۶/۱۷	۳۵

تلفیقی (نیمی از آبیاری با آب شور و نیمه دیگر با آب شیرین) و آبیاری با آب شیرین تا خوشه‌دهی و سپس آبیاری با آب شور بود. خاک مزرعه پیش از کشت توسط دیسک شخم خورده و خاک به‌خوبی زیر و رو شد، سپس توسط دستگاه شیارزن، جوی و پشته‌هایی با فواصل ۶۰ سانتی‌متر ایجاد و سپس ۱۵ کرت آزمایشی با فواصل ۳×۲/۴ ایجاد شد. فاصله کرت‌های آزمایش از یکدیگر ۱/۵ متر بود. سورگوم دانه‌ای به‌صورت کشت ردیفی با فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در تاریخ ۲۴ خرداد، روی دیواره پشته‌ها کشت شد.

به‌منظور تعیین دور آبیاری با توجه به رطوبت خاک در ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم که به‌ترتیب ۳۲ و ۱۵ درصد حجمی بود و در نظر گرفتن عمق ریشه ۵۰ سانتی‌متری، مقدار حداکثر تخلیه مجاز، ۵۰ درصد و با توجه به نیاز آبی گیاه سورگوم دور آبیاری شش روز، محاسبه شد. ارتفاع آب در تشت تبخیر در اولین آبیاری قرائت شد و پس از گذشت شش روز مجدداً ارتفاع آب در تشت خوانده شد. مقدار آب تبخیر شده در ضریب تشت ضرب و عمق آب مورد نیاز آبیاری، محاسبه شد. سپس با داشتن مساحت هر کرت عمق به حجم تبدیل شد. به‌منظور تنظیم حجم آب ورودی به کرت‌ها، از کنتور حجمی استفاده شد. تاریخ و عمق آب داده شده به هر کرت در جدول (۳) نشان داده شده است.

در تاریخ پنج مهرماه، بوته‌های هر تیمار برداشت شد. بدین ترتیب که با حذف گیاهان حاشیه هر کرت سایر بوته‌ها با داس از انتها جدا شد. ارتفاع گیاه، طول خوشه، شاخص سطح برگ، وزن تر کل و وزن خوشه‌ها اندازه‌گیری شد. سپس بوته‌ها در داخل پاکت کاغذی به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خشک شدن، وزن خشک گیاه و وزن خوشه‌ها اندازه‌گیری شد، سپس خوشه‌ها بوجاری شده و وزن دانه هر تیمار اندازه‌گیری شد. با جداکردن تصادفی هزار دانه از هر کرت، وزن هزار دانه هر تیمار نیز اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

شد. برای محاسبه عملکرد، وزن گیاه بر مساحت برداشت شده تقسیم و عملکرد به‌صورت کیلوگرم در مترمربع محاسبه شد.

داده های مورد نیاز مدل SWAP

مدل SWAP، شامل یک مدل اصلی است که به چند زیر برنامه متصل است و از آنها برای انجام کارهای معین استفاده می شود. هر زیر مدل، شامل یک برنامه اصلی است که این زیر برنامه از بخش‌های استاندارد ساخته شده است و زیر برنامه‌های دیگر را فراخوانی می‌کند. فایل کلید شامل اطلاعات کلی نام پروژه، نام ایستگاه، طول و عرض جغرافیایی منطقه، شروع و پایان شبیه‌سازی است. فایل اطلاعات هواشناسی شامل داده‌های هواشناسی روزانه تشعشع خورشیدی، دمای حداقل و حداکثر هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد و بارش تفصیلی است که از ایستگاه هواشناسی موجود در منطقه دریافت شد. فایل داده‌های آبیاری شامل دو فایل مجزای آبیاری زمان‌بندی شده و آبیاری ثابت است که اطلاعات مورد نیاز آبیاری ثابت شامل روز، ماه، عمق آبیاری (mm)، غلظت املاح در آب آبیاری ($mg.m^{-3}$) و نوع آبیاری است که با اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در هر آبیاری به‌دست آمد. داده‌های گیاهی شامل سه نوع فایل گیاه ساده، گیاه تفصیلی و چمن تفصیلی است، در این طرح از مدل گیاه ساده استفاده شد. اطلاعات محصول شامل تقویم گیاهی که در آن اطلاعات آبیاری، تاریخ سبز شدن و برداشت گیاه مشخص می‌شود. پارامترهای رشد گیاهی شامل ارتفاع گیاه، عمق ریشه، شاخص سطح برگ در جوانه‌زنی، بعد از ساقه رفتن، شروع خوشه‌دهی و پس از تکامل گیاه اندازه‌گیری شد. داده‌های خاک شامل دو فایل توصیف پروفیل خاک و خصوصیات هیدرولیکی است. برای توصیف پروفیل خاک نیاز به مشخصات لایه‌های خاک نظیر عمق و بافت است. در فایل خصوصیات هیدرولیکی از قسمت توابع تحلیلی و پارامترهای معلم ـ وان گنوختن استفاده شد. برای مقایسه داده‌های مزرعه‌ای و خروجی‌های مدل، از شاخص‌های مختلف آماری از جمله ضریب همبستگی، ریشه میانگین مربعات خطا، میانگین قدرمطلق خطا و میانگین خطا استفاده شد.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left|Y_i - \hat{Y}_i\right|}{\sum_{i=1}^{N}\left|Y_i - \bar{Y}_i\right|} \qquad [1]$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{N}} \qquad [2]$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left|Y_i - \hat{Y}_i\right|}{N} \qquad [3]$$

در این روابط، R^2 ضریب تعیین، RMSE ریشه میانگین مربعات خطا، MAE میانگین قدرمطلق خطا، Y_i مقادیر اندازه‌گیری شده، $\hat{Y}_i$ مقادیر شبیه‌سازی شده توسط مدل، $\bar{Y}_i$ میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده و N تعداد مشاهدات است.

نتایج و بحث

در این قسمت با در نظر گرفتن طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار برای هر تیمار تجزیه آماری به‌کمک نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج تجزیه واریانس صفات گیاهی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴) نشان داد که اثر تیمارهای مختلف مدیریت آبیاری در صفات عملکرد علوفه‌تر، عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، طول خوشه و شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است.

جدول (۵) نتایج مقایسات میانگین ویژگی‌های زراعی با آزمون LSD تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. طبق نتایج حاصل شده، عملکرد علوفه تر و خشک در تیمار آب شیرین، بیشترین مقدار بود و تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. تیمار یک در میان و تیمار شوری انتهای فصل، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر از نظر عملکرد علوفه تر و علوفه خشک نداشتند. پس از تیمار آب شیرین، تیمار آبیاری تلفیقی، بیشترین عملکرد را داشت و می‌توان این تیمار را

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. خلاصه نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های زراعی گیاه سورگوم تحت تأثیر تیمارهای مدیریت آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						عملکرد دانه
		وزن هزار دانه	ارتفاع گیاه	طول خوشه	شاخص سطح برگ	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک	
تیمار	۴	۱۰۴**	۱۰۸۷**	۴/۰۴**	۰/۹۸۵**	۳/۳۱**	۱/۲۸**	۰/۱۲۵**
تکرار	۲	۶/۵۴^{ns}	۶/۶۶^{ns}	۰/۰۵۶^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۲۳۳^{ns}	۰/۱۳۲^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}
خطا	۸	۲/۹۹	۲۴/۲	۰/۰۸۶	۰/۰۱۲	۰/۰۵۳	۰/۰۳۷	۰/۰۰۷

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین پارامترهای زراعی تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری

مدیریت آبیاری	وزن هزار دانه (g)	ارتفاع گیاه (cm)	طول خوشه (cm)	شاخص سطح برگ	عملکرد علوفه تر (kg/m^2)	عملکرد علوفه خشک (kg/m^2)	عملکرد دانه (k/m^2)
آب شور	۲۷/۳^{d}	۱۴۰^{d}	۶/۶۷^{d}	۲/۵۵^{d}	۱/۳۴^{d}	۰/۷۶۳^{d}	۰/۰۹۳^{c}
آب شیرین	۴۳/۱^{a}	۱۸۶^{a}	۹/۴۷^{a}	۴/۰۹^{a}	۴/۱۴^{a}	۲/۴۵^{a}	۰/۵۸۷^{a}
یکی درمیان	۳۵/۴۰^{c}	۱۴۵^{cd}	۷/۱۰^{cd}	۲/۹۲^{c}	۲/۳۰^{c}	۱/۱۹^{c}	۰/۲۲۰^{bc}
تلفیقی	۳۹/۴^{b}	۱۶۹^{b}	۸/۵۷^{b}	۳/۱۴^{b}	۳/۰۰^{b}	۱/۸۵^{b}	۰/۳۴۰^{b}
شوری انتهای فصل	۲۷/۳^{c}	۱۵۳^{c}	۷/۳۰^{c}	۳/۳۳^{b}	۲/۱۳^{c}	۱/۳۰^{c}	۰/۱۰۳^{c}

به‌عنوان تیمار مناسب معرفی کرد. در عملکرد دانه تیمار آب شیرین تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت اما تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری در تولید دانه با یکدیگر نداشتند. افزایش شوری تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ داشت، به‌طوری‌که تیمار شور، کمترین شاخص سطح برگ را داشت. به‌نظر می‌رسد مصرف مناسب آب در تیمار آب شیرین منجر به افزایش فعالیت برگ‌ها و به‌دنبال آن افزایش فتوسنتز و تولید موادغذایی می‌شود و در نتیجه وزن توده زنده گیاهی افزایش می‌یابد، درحالی‌که بروز تنش شوری در تیمار شور از طریق آب آبیاری سبب کاهش سطح برگ‌ها و ریزش آنها و در نتیجه کاهش منبع فتوسنتزی می‌شود. در نتیجه این وضعیت، افت شدید محصول در این تیمار رخ می‌دهد. آب شور سبب کاهش ارتفاع گیاه و طول خوشه در تیمار شور شد، به‌طوری‌که کمترین ارتفاع و کمترین طول خوشه مربوط به این تیمار بود. بیشترین ارتفاع گیاه و طول خوشه بعد از تیمار آب شیرین، مربوط به آبیاری تلفیقی بود.

تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد علوفه تر سورگوم در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با عملکرد ۴/۱۴ کیلوگرم در مترمربع، عملکرد ماده تر بوته‌های سورگوم در تیمار آب شور ۶۷/۶ درصد، تیمار یکی در میان ۴۴/۴ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی ۲۷/۵ درصد و شوری انتهای فصل ۴۸/۵ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد ماده خشک سورگوم در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با عملکرد ۲/۴۵ کیلوگرم در مترمربع عملکرد ماده خشک بوته‌های سورگوم در تیمار آب شور ۶۸/۸ درصد، تیمار یکی در میان ۵۱/۴ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی ۲۴/۵ درصد و شوری انتهای فصل ۴۶/۹ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه سورگوم در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار آبیاری با آب شیرین با عملکرد ۰/۵۸۷ کیلوگرم در مترمربع، عملکرد دانه سورگوم در تیمار آب شور ۸۴/۱ درصد، تیمار یکی در میان ۶۲/۵ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی ۴۲/۰ درصد و شوری انتهای فصل ۸۲/۴ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با شاخص سطح برگ ۴/۰۹ در تیمار آب شور، ۳۷/۶ درصد، تیمار یکی‌درمیان، ۲۸/۶ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی ۲۳/۲ درصد و شوری انتهای فصل، ۱۸/۵ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با ارتفاع ۱۸۷ سانتی‌متر در تیمار آب شور ۲۵/۱ درصد، تیمار یکی در میان ۲۲/۴ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی ۹/۶۰ درصد و شوری انتهای فصل ۱۸/۱ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر طول خوشه گیاه سورگوم در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با طول خوشه ۹/۴۷ سانتی‌متر در تیمار آب شور، ۲۹/۵ درصد، تیمار یکی در میان، ۲۵/۰ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی، ۹/۵۰ درصد و شوری انتهای فصل، ۲۲/۹ درصد کاهش یافت. تأثیر تیمارهای آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار شد. در مقایسه با تیمار آبیاری با آب شیرین با وزن هزار دانه ۴۳/۱ گرم در تیمار آب شور، ۳۶/۶ درصد، تیمار یکی در میان، ۱۷/۸ درصد، تیمار آبیاری تلفیقی، ۸/۳۵ درصد و شوری انتهای فصل، ۳۶/۴ درصد کاهش یافت.

نتایج پژوهشی که قائدی و همکاران در استفاده تلفیقی از آب شور و غیرشور در کشت سورگوم و آفتابگردان در دشت سیستان انجام دادند نشان داد، که پس از تیمار آب شیرین، بهترین عملکرد مربوط به تیمار یک‌سوم آب شور است. این تیمار از نظر وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، وزن خشک اندام هوایی و شاخص سطح برگ پس از تیمار شاهد بیشترین عملکرد را داشت و با دیگر تیمارها در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار داشت (۴). در پژوهشی که نتوندو و همکاران انجام دادند، گزارش کردند تنش شوری سبب کاهش ماده خشک گیاهی، شاخص سطح برگ، میزان کلروفیل و هدایت روزنه‌ای درگیاه سورگوم می‌شود (۲۱). نتایج پژوهشی که برای بررسی نقش شیوه آبیاری با آب شور بر عملکرد سورگوم انجام شد از تأثیر مثبت مدیریت صحیح آبیاری با آب شور در تیمار آبیاری یک در میان متناوب با آب شور و غیرشور از نظر میزان توده کل تولیدی، جذب آب و عناصر غذایی در مقایسه با سایر تیمارهای تنش‌زا را نشان می‌دهد (۵).

نتایج شبیه‌سازی با مدل SWAP

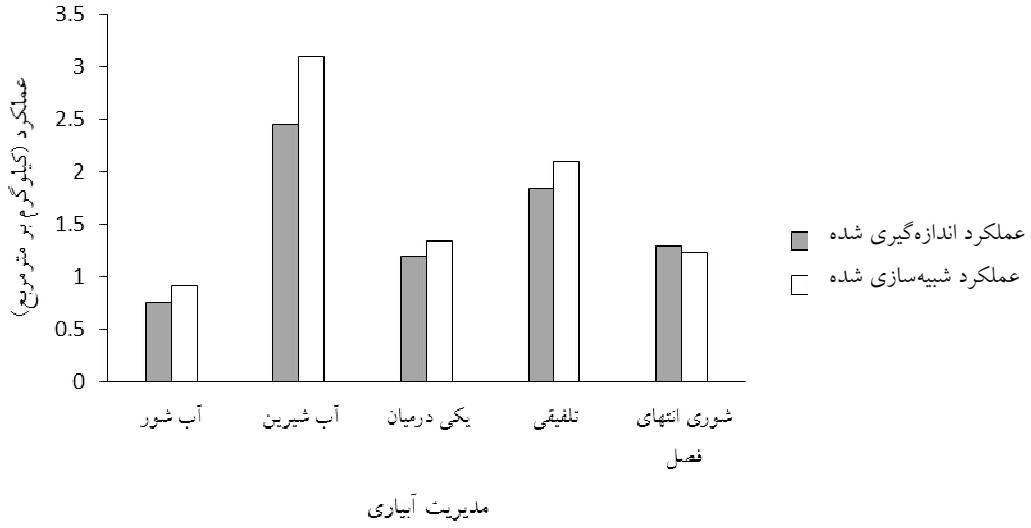
در شکل (۱)، مقادیر عملکرد واقعی و عملکرد شبیه‌سازی شده باهم مقایسه شده‌اند. همان‌طورکه در شکل مشخص شده است، با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که مدل SWAP برای براورد عملکرد سورگوم کارایی مطلوبی دارد که در این رابطه، اکبری (۱۳۸۳) برای دو گیاه گندم و چغندرقند در منطقه کبوترآباد اصفهان، مصطفی‌زاده و همکاران (۲۰۰۷) برای گندم در منطقه رودشت اصفهان، سینگ و همکاران (۲۰۰۳)، براندیل و همکاران (۲۰۰۵) و آینس و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود در خصوص انجام شبیه‌سازی توسط مدل SWAP برای گیاهان مختلف و درشرایط کمی و کیفی مختلف آب و خاک، به نتیجه مشابه دست یافتند (۱ و ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۶). برای مقایسه داده‌های مزرعه‌ای و خروجی‌های مدل از شاخص‌های مختلف آماری از جمله ضریب همبستگی، ریشه میانگین مربعات خطا، میانگین قدرمطلق خطا و میانگین خطا استفاده شد. جدول (۶) نتایج ارزیابی شاخص‌های آماری عملکرد شبیه‌سازی محصول توسط مدل SWAP را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق پنج مدیریت آبیاری با آب شور و شیرین بر روی گیاه سورگوم بررسی شد. نتایج نشان داد که آبیاری تلفیقی در عملکرد بوته تر، ۱۶/۹ درصد، عملکرد بوته خشک، ۲۶/۹

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. مقایسه عملکرد اندازه‌گیری شده و عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل

جدول ۶. نتایج ارزیابی شاخص‌های آماری عملکرد شبیه‌سازی محصول توسط مدل SWAP

شاخص آماری	R^2	RMSE	MAE
مقدار شاخص	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۵۲

درصد و عملکرد دانه ۲۰/۵ درصد نسبت به آبیاری یک در میان کمتر کاهش محصول داشت. چنان‌چه در آبیاری‌ها ابتدا از آب شور برای خیس کردن زمین و سپس از آب شیرین برای آبیاری استفاده شود، عمده تلفات آب از سهم آب شور خواهد بود و گیاه از آب غیرشور بهره بیشتری خواهد برد به‌نظر می‌رسد در این شرایط در قسمت فوقانی ستون خاک، که تراکم ریشه در آن بیشتر است، به‌دلیل جایگزینی آب شور، گیاه در معرض تنش شوری کمتری قرار خواهد گرفت. در نتیجه علاوه‌بر استفاده مستمر از آب شور و ذخیره‌سازی آب غیرشور، افت محصول و خطر شورشدن لایه‌های سطحی خاک نیز نسبت به استفاده کامل از آب شور به‌میزان قابل توجه کاهش می‌یابد. پس، این روش می‌تواند روش مدیریتی موثری در استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی باشد.(۴) نتایج شبیه‌سازی عملکرد گیاه با مدل SWAP نشان داد که در آبیاری شور بین عملکرد شبیه‌سازی شده و عملکرد اندازه‌گیری شده تفاوت کمتری نسبت به تیمار شاهد وجود دارد. شاخص‌های آماری نشان داد که این مدل توانایی شبیه‌سازی عملکرد سورگوم در منطقه اصفهان را دارد.

منابع مورد استفاده

۱. اکبری، م. ۱۳۸۳. بهبود مدیریت آبیاری مزارع با استفاده از تلفیق اطلاعات ماهواره‌ای، مزرعه‌ای مدل SWAP، پایان‌نامه دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۲. امام، ی. ۱۳۸۲. *زراعت غلات*. انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

۳. شهیدی، ع. ۱۳۸۷. اثر بر همکنش کم آبیاری و شوری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام گندم با تعیین تابع تولید آب ـ شوری در

www.SID.ir

منطقه بیرجند. پایان‌نامه دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده علوم مهندسی آب گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران، اهواز.

۴. قائدی، س.، پ. افراسیاب و ع. لیاقت. ۱۳۹۴. استفاده تلفیقی از آب شور و غیرشور در کشت سورگوم و آفتابگردان در دشت سیستان. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران* ۴۶ (۲): ۲۷-۲۳.

۵. کاراندیش، ف. و ا. توراج‌زاده. ۱۳۹۴. بررسی نقش شیوه آبیاری با آب شور بر عملکرد سورگوم و ارتقای کارایی مصرف آب و عناصرغذایی. *نشریه پژوهش آب در کشاورزی* ۲۹(۱): ۶۱-۴۹.

۶. مستشفی حبیب‌آبادی، ف.، م. شایان‌نژاد، م. دهقانی و س. ح. طباطبایی. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر چهار نوع رژیم تلفیقی آبیاری با آب شور بر روی شاخص‌های کمی و کیفی آفتابگردان. *مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)* ۲۵ (۴): ۷۰۷- ۶۹۸.

7. Abdelgawad, G., A. Arslan, A. Gaihbe and F. Kadouri. 2005. The effects of saline irrigation water management and salt tolerant tomato varieties on sustainable production of tomato in Syria (1999–2002). *Agricultural Water Managment* 78: 39-53.
8. Abdelgawad, G. and A. Ghaibeh, 2001. Use of low quality water for irrigation in the Middle East. *In:* Proceeding of the Symposium on the Sustainable Management of Irrigated Land for Salinity and Toxic Elements Control, US Salinity Laboratory Riverside California PP: 20-25.
9. Boesten, J. J. T. I. and A. M. A. Van der Linden, 1991. Modeling the influence of sorption and transformation on pesticide leaching and persistence. *Journal of Environmental Quality* 20(2): 425-435.
10. Brandyle, T., L. Szaty, S. Gnatow and O. Tomasz, 2005. Examination of SWAP Suitability to Predict Soil Water Conditions in a Field Peat-Moorsh Soil, Department of Environmental Improvement, Warsaw Agricultural University, Poland.
11. Chorom, M., J. Dinarvand and S. Jafari 2009. Study mixed of irrigation water and drainage water sugarcane plantations on the changes soil specification. *In:* Proceeding of the 2nd Irrigation and Drainage Network Management National Conference, 20 Jan., Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
12. Dogget, H. 1988. Sorghum. John Wieley and Sons.Ins., New York, USA.
13. Droogers, P., M. Akbari, M. Torabi and E. Pazira. 2000. Exploring Filed Scale Salinity Using Simulaion Modeling, Example for Rudasht Area, Esfahan Provinc, Iran.
14. FAO. 2009. Food outlook, Global Market Analysis. http://www.Fao.Food outlook.Com.
15. Ines, A. V. M., K. Honda, A. Das Gupta, P. Droogers and R. S. Clemente. 2006. Combining remote sensing-simulation modeling ang genetic algorithm optimization to explore water management options in irrigated agriculture, *Agricultural Water Managment* 81: 221-232
16. Jianga, J., Z. Huo, SH. Feng and CH. Zhang. 2012. Effect of irrigation amount and water salinity on water consumption and water productivity of spring wheat in Northwest China. *Field Crops Reserch* 137: 78-88.
17. Khamisia, S. A., S. A. Prathaparb and C. M. Ahmed, 2012. Conjunctive use of reclaimed water and groundwater in crop rotations. *Agricultural Water Managment* 116: 228-234.
18. Minhas, P. S., S. K. Dubey and D. R. Sharma. 2006. Comparative effects of blending, intera/inter-seasonal cyclic uses of alkali and good quality waters on soil properties and yields of paddy and wheat. *Agricultural Water Managment* 87: 83-90.
19. Molavi, H., M. Mohammadi and A. Liaghat, 2012. Effect of saline water management on yield and yield components of corn and soil salinity profile. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 35(3) 11-18.
20. Moreno, F., F. Cabrera, E. Fernandez-Boy, I. F. Giron, J. E. Fernandez and B. Bellido, 2001. Irrigation with saline water in the reclaimed marsh soils of south-west Spain: impact on soil properties and cotton and sugar beet crops. *Agricultural Water Managment* 48: 133-150.
21. Netondo, G. W., J. C. Onyango and E. Beck. 2004. Growth and gas exchange characteristics of Avocado plants under salinity stress. *Crop Science* 44: 806-811.
22. Qureshi, A. S., H. Turral and I. Masih, 2004. Strategies for the management of conjunctive use of surface water and groundwater resources in semi-arid areas: A case study from Pakistan. *Agricultural Water Managment* 24: 18-26.
23. Rhoades, J. D. 1997. Strategies for the use of multiple water supplies for irrigation and crop production. *In:* Proceedings of the Regional Workshop on Management of Salt Affected Soils in the Arab Gulf States, Abu Dhabi, FAO Regional Office for the North East, Cairo. PP: 79-87.
24. Sani, B. M., N. M. Danmowa, Y. A. Sani and M. M. Jaliya. 2011. Growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop at Samaru, Northern Guinea Savannah, Northern Guinea Savannah, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences* 19: 253–259.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Singh, U. K., L. Ren and M. Kangs. 2010. Simulation of soil water in space and time using an agrohydrological model and remote sensing techniques, *Agricultural Water Managment* 97(8): 1210-1220.
26. Singh, R. 2003. Simulation on Direct and Cyclic use of Saline Waters for Sustaining Cotton-Wheat in a Semi-Arid Area of North-West India, Department of Soil and Water Engineering, College of Agricultural Engineering, CCS Haryana Agricultural University, Hisar 125004, India.
27. Sunseri, F., D. Palazzo, N. Montemurro and F. Montemurro. 2002. Salinity tolerance in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench): Field performance under salt stress. *Italian Journal of Agronomy* 2: 111–116.
28. Utest, A. H., B. Velicia, R. Delrio, J. Morillon, A. Centeno and C. Martinez, 2007. Calibrating and validating an agrohydrological model to simulate sugerbeet water use under mediterranean condition. *Agricultural Water Managment* 94: 11-21.
29. Vazifedoust, M., J. C. Van Dam, R. H. Feddes and M. Feizi. 2008. Increasing water productivity of irrigated crops under limited water supply at field scale. *Agricultural Water Managment* 95:89-102.
30. WWW.FAO.org/nr/water/cropinfo_sorghum.html.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 3, Fall 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Different Saline Irrigation Regimes on the Yield of Grain Sorghum and Yield Simulation using SWAP Model

M. Yazdekhasti[1*], M. Shayannejad[1], H. R. Eshghizadeh[2] and M. Feizi[3]

(Received: April 8-2017 ; Accepted: May. 8-2017)

Abstract

Due to the dry climate and limitation of fresh water resources, using fresh and salt water is a solution for crop production under salinity conditions. This study was conducted at Isfahan University of Technology as a randomized complete block design with three replications and five irrigation management treatments in 2014. The treatments included irrigation with saline water (with the salinity of 5 dS/m, based on the relative yield of 75%), irrigation with fresh water (municipal water), alternate irrigation (irrigation with saline water and the next irrigation with fresh water), conjunctive irrigation (half of irrigation with saline water and the other one with fresh water) and irrigation with fresh water to reach the raceme stage, and irrigation with saline water. The maximum wet yield, dry yield and grain yield were related to the fresh water treatment with 4.14, 2.45 and 0.588 kg/m^2 and the minimum values were obtained for water their water treated with 1.34, 0.765 and 0.0957 kg/m^2 respectively. The conjunctive treatment had the highest yield after fresh water treatment. The various statistical indices showed that this model could be used for sorghum in Isfahan. The determination coefficient for yield was 0.65.The priority of model for yield simulation was salt water at the last stage, alternate irrigation, saline water, conjunctive irrigation and fresh water treatments, respectively.

Keywords: Salinity Stress, Conjunctive Irrigation, Grain Sorghum Yield, SWAP Model

1. Department of Water Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
3. Resources Research Center Soil and Water Specialist, Isfahan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: marziehyazdekhasti1990@yahoo.com

www.SID.ir