

شماره

محله آپساری و هنرکشی ایران

علمی - روشی



ارزیابی مدل SWAP در برآورد عملکرد چندرقند تحت کمیت‌های مختلف آبیاری

میرنوش خانی فربه کی، کامران داوری، امین علیزاده، سید مجید هاشمی نبا، اردوان ذوالفقاران^۱

در این تحقیق مدل اگروهیدرولوژیکی SWAP 2.07 در برآورد عملکرد چندرقند تحت شرایط کمیت و کیفیت‌های مختلف آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور ارزیابی مدل SWAP، آزمایشی در میال زراعی ۱۳۸۵ در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان (ایستگاه طرق) انجام شد. برای ایجاد گردابهای مقادیر مختلف آب و شوری در مزرعه از دولوله آبیاری بارانی تک شاخه‌ای (Line Source) که به صورت عمودی بر هم قرار گرفته بودند استفاده شد. برای شبیه‌سازی عملکرد چندرقند توسط مدل ابتدا مدل نسبت به پارامترهای گیاهی چندرقند در خراسان رضوی، به خوبی و استجوابی گردید و سپس جهت ارزیابی مدل، عملکرد شبیه‌سازی شده با مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که روند کلی تغییرات عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل در مقادیر مختلف آب آبیاری بروند تغییرات عملکرد به دست آمد که در مزرعه (واقعی) کاملاً مطابقت دارد و هر دو روش، حداقل مخصوص را در عمق آبیاری ۹۵۰ میلی‌متر نشان دادند. نتایج شبیه‌سازی شده همانند مقادیر اندازه گیری شده نشان دادند که شوری آب و خاک بر عملکرد تاثیری ندارند. ضریب همیلتون (R^2) بین عملکرد شبیه‌سازی شده توسط مدل و عملکرد اندازه گیری شده در مزرعه ۰,۸۳ به دست آمد که از لحاظ آماری معنی دار بود ($10, p < 0,05$). اما مدل عملکرد را به طور متوسط $R^2 = 0,95$ (RMSE = 10ton ha⁻¹) کمتر از مقادیر اندازه گیری شده برآورد کرد و آزمون مقایسه میانگین t-test نتایج معنی داری راین عملکرد را شنیده توسط مدل و عملکرد اندازه گیری شده نشان نداد. به طور کلی مدل بعد از واسنجی به نحو قابل قبولی توانست عملکرد را در مقادیر مختلف آب و شوری، پیش‌بینی نماید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی تک شاخه‌ای، چندرقند، شوری، عملکرد، مدل SWAP

دارند. مهمترین مستله این است که اعتبار آزمایشها به شرایط فیزیکی و منطقه‌ای که آزمایش در آن انجام می‌شود محدود می‌گردد. همچنین آزمایش‌های صحرایی معمولاً کوتاه مدت هستند و عامل اصلی در ارتباط با شوری یعنی عوامل بلند مدت را در نظر نمی‌گیرند. تعداد ستاریوهای که توسط آزمایش‌های صحرایی بررسی می‌شوند با ملاحظات عملی مانند ورودی‌های آزمایش و هزینه‌های بالا و محدودیت منابع مالی و انسانی محدود می‌گردد. کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی زراعی از جمله روش‌هایی است که محدودیتهای عنوان شده را تا حد زیادی مرتفع می‌سازد و در صورت دسترسی به داده‌های اولیه مورد نیاز برای اجرای این مدلها می‌توان به برآوردهایی کم و بیش مستند و معتبر دست یافت. لیکن قبل از به کار گیری چنین مدل‌هایی درستی نتایج آنها باید در مقایسه

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک برای نیل به تولید بالای اقتصادی، آبیاری نقش اساسی دارد. عامل بسیار مهم در ارزیابی آبیاری، شناسایی واکنش گیاه نسبت به میزان آب مصرفی می‌باشد. با توجه به اینکه در این مناطق منابع موجود آب، محدود و عدم موثر و نسبت شور هستند، گیاهان بر حسب کمیت و کیفیت آب، تحت تأثیر توأم ان تنفس خشکی و شوری قرار می‌گیرند. به براین در چنین شرایطی علاوه بر بررسی واکنش گیاهان نسبت به مقدار آب مصرفی، عامل شوری نیز باید همزمان مورد مطالعه قرار گیرد.

آزمایش‌های صحرایی برای تعیین و تحلیل مدیریت‌های مختلف آبری با آب شور مفید هستند اما محدودیت‌های قابل توجهی نیز

^۱. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زمکشی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، اعضای هیأت علمی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و عضو های هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی

Utset, 2003 &). همچنین این مدل برای شبیه‌سازی مصرف آب چغندر قند در شرایط آب و هوایی مدیرانه ای توسط آشنتز و همکاران ارزیابی و واسنجی شد. مجموع دما برای جوانه زمی تگلدهی و گلدهی تاریخی که آنها برای واسنجی به کار برداشت بسیار بزرگتر از آن مقداری بود که برای اروپای شمالی در مدل SWAP پیشنهاد شده بود (Utset et al, 2007). قهرمان و همکاران عملکرد شبیه‌سازی شده گندم و جو توسط مدل عددی SWAP93 را با مقادیر اندازه گیری شده در مزرعه در منطقه کرج مقایسه کردند و بدین وسیله مدل را مورد ارزیابی و واسنجی قرار دادند و نشان دادند که در فرآیند شبیه‌سازی پارامترهای LAI (شاخص سطح برگ) و K (هدایت هیدرولیکی اشباع) تأثیر قابل ملاحظه ای بر عملکرد دارند (قهرمان و همکاران، ۱۳۸۳). وظیفه دوست برای شبیه‌سازی مقادیر بیلان آبی مانند تعرق، تبخیر از خاک، نفوذ عمقی و پیش‌بینی عملکرد چهار محصول چغندر قند، گندم، آتابگردان و ذرت علوفه ای در منطقه برخوار اصفهان، مدل SWAP را ارزیابی و واسنجی کرد و نشان داد که شبیه‌سازی تولید ماده خشک مدل SWAP به پارامترهای SLA (شاخص ویژه سطح برگ)، ψ (راندمان مصرف نور) و A_{leaf} (سرعت پیشنهادی جذب CO_2) که خاص هر گیاه می‌باشد، نسبتاً حساس است و در نهایت نتیجه گرفت که مدل بعد از واسنجی می‌تواند برای پیش‌بینی عملکرد گیاه استفاده شود (Vazifedoust, 2007).

بررسی سابقه به کارگیری مدل SWAP نشان داد که مدل می‌تواند برای تأمین اهداف این تحقیق مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به محدودیت منابع آبی در استان خراسان رضوی که در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار دارد و همچنین سطح زیر کشت بالای چغندر در این استان، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی و واسنجی مدل SWAP2.07 در برآورد عملکرد چغندر قند انجام گرفت.

مواد و روشها

به منظور ارزیابی مدل SWAP، آزمایشی در زمینی به مساحت ۷۸۴ متر مربع (28×28 متر) در مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان (ایستگاه طرق) با عرض جغرافیایی 36° درجه و 16° دقیقه شمالی و طول جغرافیایی $59^{\circ}59'$ درجه و 16° دقیقه شرقی و ارتفاع

با نتایج آزمایش‌های مزرعه‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد. دقت مدل‌های شبیه‌سازی تا حد زیادی به دقت داده‌های مورد نیاز ورودی بستگی دارد و در صورتی که این مدل‌های به درستی واسنجی شوند، بدون محدودیت‌های زمانی و مکانی موجود در آزمایش‌های مزرعه‌ای و صرف هزینه و زمان زیادی می‌توانند جهت ارزیابی سناریوهای مختلف مدیریت آبیاری و اثرات دراز مدت این سناریوها به کار گرفته شوند (منصوری و مصطفی‌زاده، ۱۳۸۵)

امروزه مدل‌های شبیه‌سازی معتبری برای پیش‌بینی عملکرد از آن شده‌اند. یکی از این مدل‌ها، مدل SWAP¹ می‌باشد که در سالهای اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است. مدل SWAP یک مدل اگروهیدرولوژیکی بر پایه ارتباط فیزیکی بین پارامترهای خاک، آب، اتمسفر و گیاه می‌باشد و از زیر مجموعه‌های مختلفی از جمله شبیه‌سازی رشد محصول، مدیریت آبیاری، جریان آب و انتقال املاح و حرارت در خاک تشکیل شده است (Huygen et al, 2000). هسته اصلی این مدل، شبیه‌سازی جریان عمودی آب در منطقه اشباع و غیر اشباع می‌باشد که به وسیله معادله معروف ریچاردز تشریح می‌شود و شبیه‌سازی با ترکیب یکتابع نزولی نیمه تحلیلی انجام می‌گیرد (Van Dam et al, 1997). این مدل به منظور شبیه‌سازی و پیش‌بینی عملکرد محصول و جریان آب و املاح در سیستم‌های هیدرولوژیکی کشاورزی در کشورهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج خوبی در مقایسه با اندازه گیری‌های مزرعه‌ای داشته است.

در وکر و همکاران یک برآورد سریع برای ارزیابی تأثیر تغییر در کمیت و کیفیت آب آبیاری بر شوری خاک و عملکرد گیاه پنبه SWAP برای پیش‌بینی رودشت اصفهان با استفاده از مدل SWAP انجام دادند و نتیجه گرفتند که این روش روان، سریع و قابل انتقال به شرایط دیگر می‌باشد (Droogres et al, 2000). در کوبا برای ارزیابی مدل SWAP ابتدا مدل را برای منطقه مورد نظر واسنجی و سپس برای شبیه‌سازی محصول نیشکر استفاده شد. نتایج شبیه‌سازی شده با داده‌های اندازه گیری شده تطابق خوبی داشتند، اگر چه زمانی که از مقادیر متوسط برای پارامترهای ورودی مدل استفاده شد (قبل از واسنجی) ضریب همبستگی بین خروجی‌های مدل و مقادیر اندازه گیری شده تنها 40% بود (Ruiz

شدند. در هر نوبت آبیاری، بوته‌ها با توجه به موقعیت و فاصله‌ای که نسبت به لوله‌ها داشتند ترکیبی از آب شور و شیرین را دریافت کردند. چغندرهایی که در مرکز زمین کاشته شده بودند، آب را به صورت کامل و در حد نیاز آبی دریافت می‌کردند. آب رسیده به سایر نقاطی که دورتر از مرکز زمین بودند بتدریج کاهش می‌یافتد. بدلیل متفاوت بودن میزان آب پخش شده در سطح زمین از هر یک از لوله‌ها، متوسط شوری رسیده به هر نقطه از زمین نیز از ۱ تا ۶ دسی زیمنس بر متر متغیر بود. برای اندازه‌گیری مقادیر آب رسیده به هر نقطه زمین، قبل از کاشت گیاهان زمین به قطعات ۲ متر در ۲ متر (۴ متر مربع) تقسیم شد و در مرکز هر قطعه یک قوطی^۱ که بر روی پایه‌ای نصب شده بود قرار داده شد (تعداد ۱۹۶ قوطی).

آبیاری‌ها با دور ثابت و مدت زمان آبیاری متغیر اعمال شد. پس از هر نوبت آبیاری، مقدار عمق آب و شوری آن اندازه‌گیری و در انتهای فصل رشد متوسط شوری و مجموع آب رسیده به هر قوطی محاسبه گردید. در تاریخ ۹/۱۳۸۵ بروداشت محصول از ۳ متر مربع اطراف قوطی‌ها جهت تعیین عملکرد کمی و کیفی محصول انجام گرفت. پس از بروداشت محصول در یک چهارم مزرعه ۹ نقطه انتخاب گردید و شوری خاک (EC_h) در آن نقاط اندازه‌گیری شد و فرض شد تغییرات شوری در ربع‌های دیگر زمین نیز از این ربع تعیت می‌کند.

۹۸۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۸۵ اجرا شد. قبل از کاشت گیاه، از اعمق مختلف خاک مزرعه نمونه گیری انجام گرفت. سپس خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه در لایه‌های مختلف تعیین گردید (جدول ۱). پس از عملیات اولیه آماده سازی زمین، کشت در تاریخ ۱۰/۸۵ با دستگاه بذرکار چغندرقدت انجام شد. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی متر از یکدیگر و فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی متر یعنی با تراکم ۱۰۰۰۰ بوته در هکتار، در نظر گرفته شد. رقم چغندرقدت مورد استفاده در این پژوهش رقم دوریتی که مقاوم به بیماری ریزومانیا می‌باشد، انتخاب گردید.

به منظور ارزیابی مدل SWAP در شبیه سازی عملکرد چغندرقدت در دامنه‌های مختلف مقادیر آب آبیاری و سطوح مختلف شوری به دامنه نسبت^۲ گستردگی از داده‌های عملکرد واقعی (اندازه‌گیری شده در مزرعه) نیاز بود. برای تأمین این هدف و ایجاد گردیانهای مختلف آب و شوری، در این تحقیق برای آبیاری محصولات از دو لوله آبیاری بارانی نک شاخه‌ای^۱ که بصورت عمود بر هم قرار گرفته بودند، استفاده شد. این دو لوله طوری در زمین فرار گرفتند که زمین به ۴ قسمت مساوی تقسیم شد. بر روی هر کدام از لوله‌های نک شاخه‌ای سه آپاش به فاصله ۱۰ متر از یکدیگر قرار داده شد و هر یک از لوله‌ها به طور جداگانه به منابع آبی با شوری‌های در حدود ۱ و ۶ دسی زیمنس بر متر، متصل

جدول (۱) مشخصات اندازه‌گیری شده خاک مزرعه در اعمق مختلف

عمق (cm)	رس%	شن%	لای%	بافت خاک	چگالی ظاهری (g/cm ³)	pH	شوری عصاره اشیاع (dS/m) EC _h
۰-۲۰	۱۶	۲۸	۵۸	سیلتی لوم	۱/۴۱	۷/۷	۱/۷۴
۲۰-۴۰	۲۲	۲۴	۵۴	سیلتی لوم	۱/۵۱	۷/۸	۱/۷۸
۴۰-۶۰	۲۶	۲۶	۵۰	لوم	۱/۴۰	۸/۲	۱/۷۸
۶۰-۸۰	۱۸	۳۶	۴۶	لوم	۱/۴۲	۸/۲	۱/۷۸

1) Line Source

2) Catch Can

سازمان هواشناسی استان خراسان رضوی برای سال ۱۳۸۵ جمع آوری و تابش خورشیدی روزانه طبق روش پنمن-مانیث محاسبه و به مدل داده شدند.

مشخصات خاک
در فایل شرح پروفیل خاک، کل پروفیل خاک، ۴ لایه و ۲۰ طبقه در نظر گرفته شد و مشخصات هر لایه از قبیل درصد ذرات تشکیل دهنده (بافت خاک)، محدودیت‌های نفوذ ریشه، پدیده پسماند و شرایط رطوبتی اولیه در فایل مربوطه تعیین شدند. سپس برای تعریف روابط بار فشاری آب خاک، مقدار رطوبت خاک و ضریب هدايت هیدرولیکی غیراشباع برای هر لایه تعیین شده در شرح پروفیل خاک، ضرایب معادله^۱ ون گنوختن به مدل داده شد.
برای په دست آوردن این پارامترها از مدل RETC (Van Genuchten & Yates, 1999) استفاده شد، به طوریکه مشخصات هر لایه خاک ارائه شده در جدول ۱ مانند درصد ذرات تشکیل دهنده و چگالی ظاهری خاک به عنوان ورودی به مدل داده شد و مقادیر α و n و سایر پارامترهای معادله معلم وون گنوختن شامل θ_{sat} ، θ_{res} ، K_{sat} ، λ ، θ به عنوان خروجی به دست آمد.
مشخصات اندازه گیری شده پروفیل خاک و پارامترهای هیدرولیکی برآورده شده توسط مدل RETC در جدول ۲ ارائه شده است.

پارامترهای آبیاری
با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه‌ای به ازای هر قطعه در سطح مزرعه، ترکیب‌های مختلفی از کمیت و کیفیت آب آبیاری

که در آن R_m سرعت تنفس واقعی ($m\ kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$)، و N طول کل دوره رشد می‌باشد. ضریب — به تبدیل CO_2 به گلوکز اشاره دارد.

ماده خشک تولید شده (Y)، بین ریشه‌ها، برگها، ساقه‌ها و اندامهای ذخیره‌ای با استفاده از ضرایب تبدیلی که تابعی از مرحله رشد و نمو گیاه هستند، تقسیم می‌شود. افزایش خالص در ماده خشک برگ (Y) و شاخص سطح ویژه برگ ($LAI = (SLA \cdot Y)^{1/2}$) تعیین پویایی شاخص سطح برگ (SLA) و وزن خشک می‌کنند. در شرایط تنش آبی و شوری، SWAP پتانسیل (Y) را به وزن خشک (Y) در شرایط مزرعه کاهش می‌دهد. قابل ذکر است که اثرات تغذیه، آفات، علف‌های هرز و بیماری‌ها بر روی رشد گیاه و مقدار تولید آن در مدل SWAP اعمال نشده است.

داده‌های ورودی مدل SWAP
برای اینکه مدل SWAP بتواند عملکرد راشیبه سازی کند باید اطلاعات اقلیمی، زراعی، خاکشناسی و مدیریتی در قالب فایل‌های تعیین شده توسط مدل تعریف شوند.

پارامترهای هواشناسی
مدل برای محاسبه تبخیر - تعرق پتانسیل به وسیله معادله پنمن - مانیث به داده‌های هواشناسی مانند تابش خورشیدی روزانه (RAD)، حداقل و حداکثر دمای روزانه، میانگین فشار بخار، ساعت‌آفتابی، میانگین سرعت باد در ارتفاع ۲ متری و بارندگی روزانه نیاز دارد. این داده‌ها از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک

جدول (۲) پارامترهای معادله ون گنوختن استخراج شده از مدل RETC

θ_{res} ($cm^3 cm^{-3}$)	θ_{sat} ($cm^3 cm^{-3}$)	K_{sat} ($cm d^{-1}$)	α (cm^{-1})	λ (-)	n (-)	عمق cm
۰/۰۵۴۶	۰/۳۸۴۱	۲۱/۹۸	۰/۰۰۵۷	-۲/۶۶	۱/۶۴۸۶	۰-۲۰
۰/۰۶۶۰	۰/۳۸۶۳	۷/۸۳	۰/۰۰۶۸	-۲/۶۶	۱/۵۷۴۳	۲۰-۴۰
۰/۰۷۰۲	۰/۴۰۳۸	۹/۱۳	۰/۰۰۷۲	-۲/۶۶	۱/۵۶۶۴	۴۰-۶۰
۰/۰۹۲۸	۰/۴۵۵۲	۱۳/۶۷	۰/۰۱۹۵	-۲/۶۶	۱/۲۸۶۹	۶۰-۸۰

نتایج و بحث

محدودیت مدل

مدل SWAP دوره رشد گیاه را برای تمامی گیاهان به دو مرحله قبل و بعد از گلدهی تقسیم می کند و تا گیاه به دوره گلدهی نرسد از ماده خشک تولیدی درصدی را به اندام ذخیره‌ای اختصاص نمی دهد. در حالیکه گیاه چغندرفتند قبل از اینکه به مرحله گلدهی بر سر برداشت می شود. لذا این محدودیت مدل نه تنها باعث می شود که شبیه سازی عملکرد در طول دوره رشد بر نتایج واقعی منطبق نباشد، بلکه در پایان فرآیند شبیه سازی نیز نسبت وزن خشک غده به وزن خشک کل گیاه کم برآورد شود. در این پژوهش قبل از واسنجی مدل، این نسبت تنها ۵۵٪ به دست آمد، در صورتیکه در مزرعه این نسبت بین ۷۵٪ تا ۸۰٪ متغیر بود. لذا جهت تعديل و اصلاح نتایج شبیه سازی، مدل نسبت به فاکتور تخصیص ماده خشک تولیدی بین اندامهای گیاه و واسنجی شد.

ارزیابی مدل نشان داد که علاوه بر فاکتور تخصیص مراد، شبیه سازی تولید ماده خشک در مدل SWAP به پارامترهای مجموع دما از کاشت تا گلدهی، مجموع دما از گلدهی تا رسیدگی، راندمان مصرف نور، حداکثر سرعت رشد نسبی در شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت جذب نور و سطح ویژه برگ نیز حساس می باشد. بعد از انجام واسنجی، مدل SWAP وزن ترپتائیل کل گیاه را ۱۰۰٪ و وزن ترپتائیل غده را ۸۴٪ تن در هکتار برآورد کرد که این مقادیر تقریباً نزدیک به تولید پتائیل استان خراسان می باشند. در جدول ۳ مقادیر ورودی به کار رفته در مدل بعد از واسنجی آمده است.

عملکرد شبیه سازی شده در عمق های مختلف آب آبیاری: به منظور ارزیابی مدل، از آخرین نقطه شبیه سازی شده در انتهای فصل رشد (روز برداشت) که در آن عملکرد غده مد نظر است، استفاده شد. مقایسه عملکردهای به دست آمده از مدل و عملکردهای اندازه گیری شده در مزرعه (شکل ۱) نشان داد که روند کلی تغییرات عملکرد شبیه سازی شده در عمق های مختلف آبیاری کاملاً از روند تغییرات عملکرد اندازه گیری شده در مزرعه (واقعی) تبعیت می کند. منحنی مقدار آب - عملکرد به دست آمده از مدل مشابه تابع به دست آمده در مزرعه تا عمق آبیاری ۲۰۰

به دست آمد. بنابراین با داده های جمع آوری شده در طول اجرای طرح برای هر قطعه، یک فایل مشخصات آبیاری ایجاد شد (جمعاً ۱۹۶ فایل). اطلاعات ورودی به مدل عبارتند از تاریخ آبیاری، عمق آب آبیاری، میزان شوری آب آبیاری و روش آبیاری.

پارامترهای گیاهی

مدل SWAP حاوی سه بخش در فایل داده های ورودی شبیه سازی رشد و برآورد عملکرد محصولات زراعی می باشد:

- ۱- مدل شبیه سازی تفصیلی رشد^۱ - مدل مشابهی که به رشد و نمو گیاه چمن اختصاص دارد، و
- ۲- مدل ساده برای برآورد عملکرد محصولات زراعی (Huygen et al., 2000).

در این تحقیق از مدل شبیه سازی تفصیلی رشد برای پیش بینی عملکرد نسبی استفاده گردید. برخی از پارامترهای مورد نیاز این بخش برای مراحل مختلف رشد عبارتند از: ارتفاع گیاه، عمق ریشه، ضریب گیاهی^۲, شاخص سطح برگ^۳، فاکتور جذب و تبدیل به ماده خشک^۴، ضرایب تقسیم پندي ماده خشک به اندامها، آب مصرفی گیاه، آستانه تحمل به شوری، راندمان مصرف نور، سطح ویژه برگ، مجموع دما از کاشت تا گلدهی و مجموع دما از گلدهی تاریخی^۵. اطلاعات مورد نیاز این بخش از پژوهش ها و منابع مختلفی که این پارامترها را برای خراسان اندازه گیری و پیشنهاد کرده بودند به دقت جمع آوری و به مدل داده شد.

برای بررسی اولیه مدل SWAP، مدل را با داده هایی که برای چغندرفتند جمع آوری شده بود به طور آزمایشی اجرا کرده و با تغییر پارامترهای مختلف، ضرایب گیاهی که مدل به آنها حساس بوده و باید از دقت بالایی برخوردار باشند، شناسایی شدند. سپس مدل با اجرای متعدد با ترکیب های متفاوتی از مقادیر مبنی بر بازه های واقعی، به طور دستی واسنجی گردید.

بعد از واسنجی برای مقایسه مقادیر شبیه سازی شده توسط مدل SWAP با نتایج اندازه گیری شده در شرایط مختلف مقدار و کیفیت آب آبیاری در مزرعه، به ازای هر ۱۹۶ فایل آبیاری موجود، مدل یک مرتبه اجرا و عملکرد وزن خشک کل گیاه (Y₀) و وزن خشک اندام های ذخیره ای (Y_۱) گیاه چغندرفتند شبیه سازی شد.

1) Detailed model

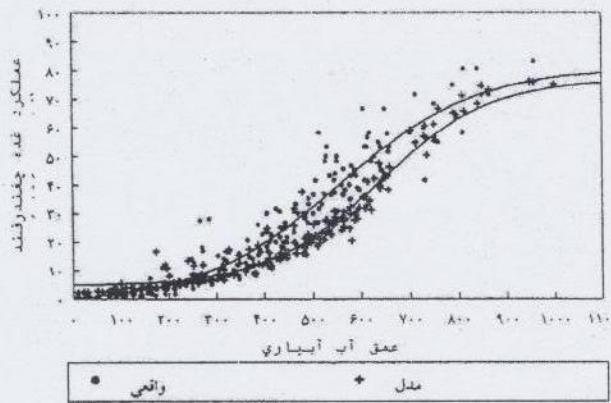
3) Leaf Area Index (LAI)

2) Simple model

4) Assimilation factor

جدول(۳) پارامترهای گیاهی مدل تفصیلی رشد به کار برده شده برای شرایط استان خراسان

پارامتر	مقدار
مجموع دما از کاشت تا گلدهی، $(^{\circ}\text{C})\text{TSUMEA}$	۷۰۰
مجموع دما از گلدهی تا بلوغ، $(^{\circ}\text{C})\text{TSUMAM}$	۲۲۰۰
حداکثر سرعت رشد نسبی در LAI ($\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$) RGRLAI (شاخص سطح برگ)،	۰/۰۲۹
راندمان مصرف نور، $\epsilon \text{ kg}^1 \text{ha}^{-1} \text{hr}^{-1} / \text{J m}^2 \text{s}$	۰/۶۶
حداکثر سرعت جذب نور، $A_{MAX} \text{ kg CO}_2 / \text{ha hr}$	۰/۴۷
سطح ویژه برگ، $(\text{ha/kg}) SLA$	۰/۰۰۲۳



شکل(۱) مقادیر شبیه سازی شده و اندازه گیری شده عملکرد در مقادیر مختلف آب آبیاری

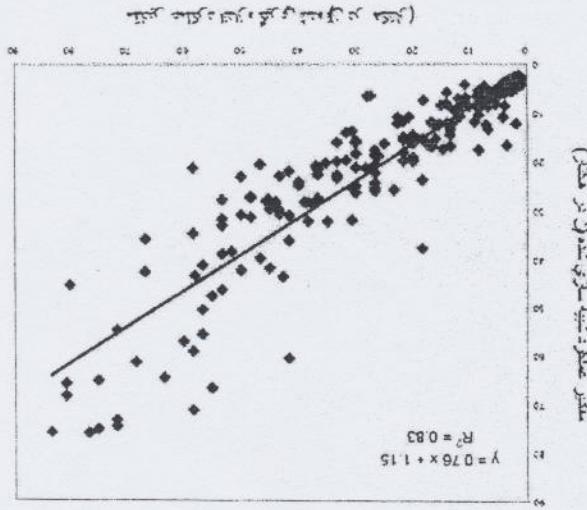
ضریب همبستگی بین عملکرد شبیه سازی شده و اندازه گیری شده، $R^2 = 0.83$ بود که از لحاظ آماری در سطح ۹۹ درصد معنی دار می باشد (شکل ۲). ارزیابی مدل توسط آزمون مقایسه میانگین t-test تفاوت معنی داری را بین میانگین عملکردهای پیش بینی شده توسط مدل و عملکرد واقعی نشان نداد.

عملکرد شبیه سازی شده در سطوح مختلف شوری: پس از پایان دوره کشت در یک چهارم مزرعه، شوری خاک در ۹ نقطه اندازه گیری شد نتایج در جدول شماره ۴ ارائه شده است. الگوی تغییرات مقدار آب آبیاری، متوسط شوری آب آبیاری، شوری خاک در عمق ۰-۲۰ سانتیمتری خاک و عملکرد غده به دست آمده در آن ۹ نقطه در یک چهارم زمین در شکل های (۳)، (۴)، (۵) و (۶) نشان داده شده اند. در این شکل ها ۹ نقطه ای که شوری خاک در

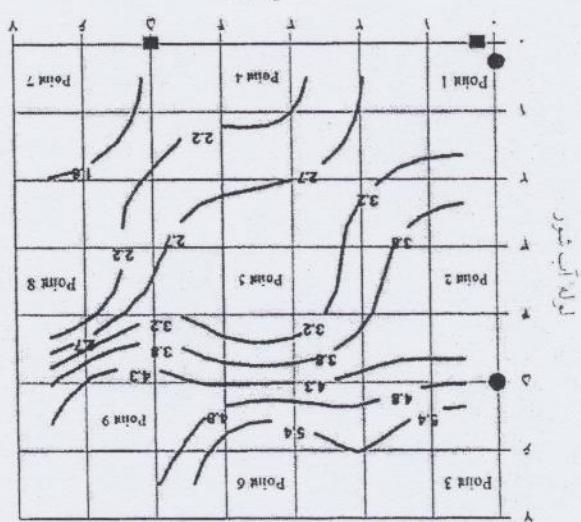
میلیمتر هیچ افزایش محصولی را نشان نداد. از عمق ۲۰۰ میلیمتر تا ۹۵۰ میلیمتر با افزایش عمق آبیاری عملکرد افزایش یافت و هر دوروش حداکثر عملکرد را در عمق آبیاری ۹۵۰ میلیمتر برآورد کردند. حداکثر عملکرد به دست آمده از مدل در این عمق ۷۶ تن و این مقدار در مزرعه ۸۳ تن به دست آمد. در هر دوروش، بعد از عمق آبیاری ۹۵۰ میلیمتر، عملکرد محصول با افزایش عمق آبیاری ثابت باقی ماند. اما به طور کلی مدل SWAP عملکرد محصول چندر قند را در عمق های مختلف آبیاری به طور متوسط ۱۰ درصد (ربیشه میانگین مربوطات خطای RMSE=۱۰ tonha⁻¹) کمتر از مقادیر واقعی پیش بینی کرد. همانطور که در شکل مشاهده می شود با حرکت از اعمق بیشتر آبیاری به سمت اعمق کمتر اختلاف بین مقادیر واقعی و شبیه سازی شده بیشتر می شود. عدم انتباط نتایج شبیه سازی و عملکرد واقعی ممکن است به این دلیل باشد که مدل تنها نسبت به پارامترهای گیاهی واسنجی شد و پارامترهای مشخصات خاک در فرآیند واسنجی در نظر گرفته نشدند. در حالیکه در مدل SWAP تازمانی که خاک مرتبط است، فلاکس تبخیر واقعی خاک E_B، تحت تأثیر تقاضای اتمسفریک و برابر تبخیر پتانسیل می باشد. اما در شرایط خشک، توسط حداکثر فلاکس آب خاک (E_{MAX}) در لایه فوکانی کنترل می شود. در این مدل پارامتر E_{MAX} با توجه به قانون دارسی محاسبه شده و از توابع هیدرولیکی لایه های فوکانی خاک استفاده می کند. با توجه به اینکه این روابط در این مدل با معادله ون گوختن تعریف می شوند نتایج مدل متاثر از پارامترهای این معادله به خصوص Ks و α هستند.

የተከናወነውን የሚከተሉት በቻ እንደሆነ የሚከተሉት በቻ እንደሆነ

ପାତ୍ର କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

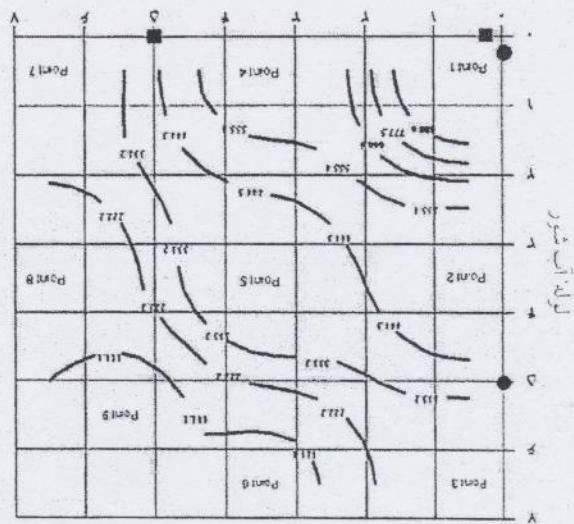


କାହାର ପାଇଁ ଏହା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

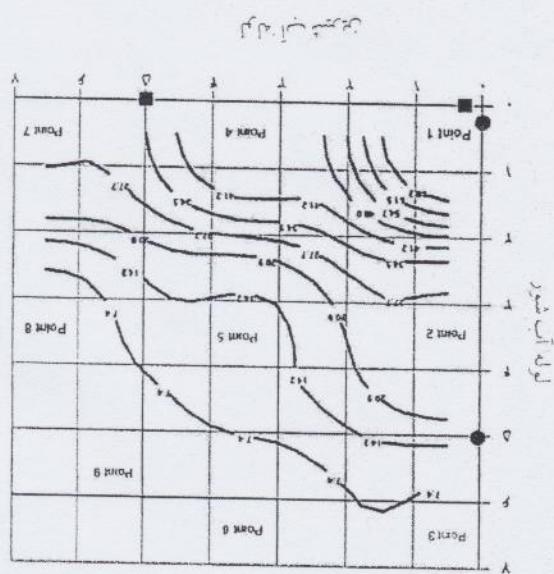


፩፻(፲) የሚከተሉት በኋላ እንደሆነ

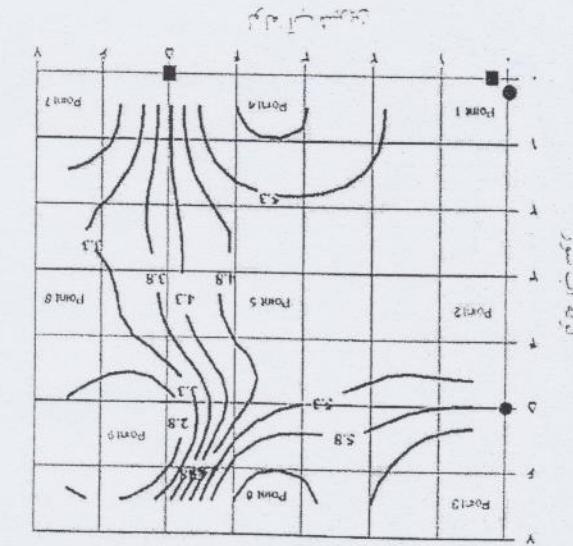
ମୁଦ୍ରଣ ତଥା



፳፻፲፭ (፪) የትምህር ስምምነት (የ፩፻፲፭ ዓ.ም.) ደንብ /፩፻፲፭



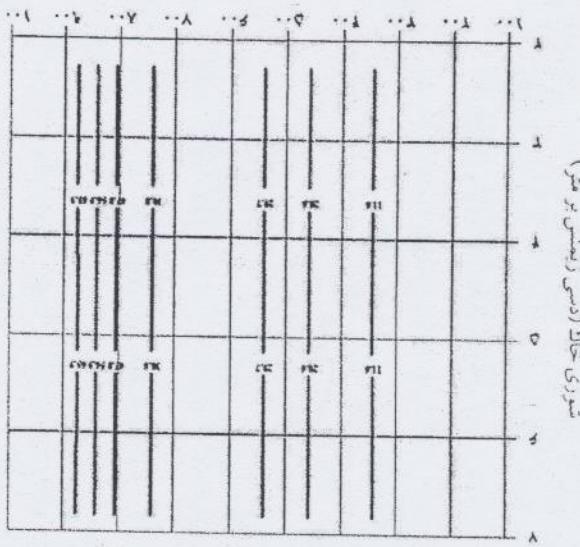
દ્વારા (અ) માટે એવી વિધિ કરી (u/sp) કે કેવી



“**תְּמִימָה**” וְ“**תְּמִימָה**” מֵאַתְּ מִלְּמָדָה (Rhoades & Lovejoy, 1990).

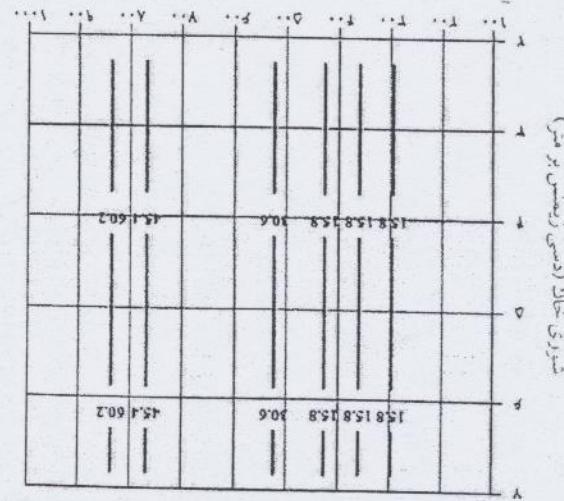
ଲେଖିବା ପାଇଁ କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା କିମ୍ବା

(፳፻፲፭)



ପାଇଁ(୮) ଏହିକିମ୍ବାନ୍ତିରୁ କିମ୍ବାନ୍ତିରୁ କିମ୍ବାନ୍ତିରୁ କିମ୍ବାନ୍ତିରୁ

፳፻፲፭ (፳፻፲፭)



Droogers, P., M. Akbari, M. Torabi and E. Pazarla, 2000. Exploring field scale salinity using simulation modeling, example for Rudashti area. Esfahan, Province, Iran. IAREI-IWMI Research Report 2, 16 pp.

Huygen, J., J. C. Van Dam, J. G. Kroes, 2000. Introduction to SwapGUI, the Swap 2.0 Graphical User Interface. Unpublished manual. Wageningen, The Netherlands, DLO-Stalling Centre and Wageningen Agricultural University. 98p. Record No: H 23829

Rhoades, J.D. and J. Loveday, 1990. Salinity in irrigated agriculture. In: Irrigation of Agriculture Crops. Agronomy monograph, no. 30: 1089-1142.

Ruiz, M.E., and A. Ustet, 2003. Models for predicting water use and crop yields. Report of College on Soil Physics, p: 323- 328.

Ustet, A., H. Velicua, B. deRito, R. Molillo, J. Antonio Centeno and J. Carlos Martinez, 2007. Calibrating and validating an agrohydrological model to simulate sugarbeet water use under Mediterranean conditions. Agricultural Water Management, Volume 94, Issues 1-3, P: 11-21.

ପ୍ରକାଶକ

၁၇၈၄ ခုနှစ်၊ ဧပြီလ၊ ၁၅၂၃ ရက်နေ့၊

- Van Dam, J. C., N. J. Huygen, J. G. Wesseling, R. A. Feddes, P. Kabat, P. E. V. Van Walsum, P. Groenendijk, and C. A. Van Diepen, 1997. Theory of SWAP version 2.0. The Netherlands: Wageningen Agricultural University, Report 71;167p.
- Van Genuchten, M. J., and S. R. Yates, 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. US Environmental Protection Agency, pp: 85.
- Vazifehdousti, M., 2007. Development of an agricultural drought assessment system, Integration of crop and soil modeling remote sensing and geographical information. Phd Dissertation, Wageningen Agricultural University.

Keywords: Line source irrigation system, sugar beet, salinity, yield, SWAP model.

Analysis of yield data also indicated that the production of sugar beet is not influenced by water or soil salinity. The results of SWAP model showed the same trend. In general, SWAP model was found to be a useful tool in predicting yield under different irrigation regimes.

Abstract

M. Khani, K. Davari, A. Alizadeh, H. Hashmiani, A. Zolfagharian

Water Quantities and Qualities.

SWAP Model Assesment for Stimulating Sugar beet Yield Under Different Irrigation