





۹۲۲۰۵۱۷

دانشگاه شهید چمران اهواز
دانشکده مهندسی علوم آب
پایان نامه کارشناسی ارشد
گرایش آبیاری و زهکشی

عنوان:

**ارزیابی نرم افزار SIRMOD در شبیه سازی آبیاری جویچه ای تحت کشت ذرت
(مطالعه موردی: منطقه شاه نشین هرچگان)**

اساتید راهنما:

دکتر سعید برومندنسب
دکتر امیر سلطانی محمدی

استاد مشاور:

مهندس روان بخش رئیسین

نگارنده:

رسول پذیرش قهفرخی

بهمن ۱۳۹۲

تقدیم به

پشمان مهربان مادرم

که ساعت‌ها بیدار ماند تا من آسوده بخوابم

دستان پدرم

که راه و رسم مردانه زندگی کردن و کسب روزی حلال را به من آموخت

و همسر عزیزم

که با پشتیبانی و حمایت بی‌دریغ خود شعله دلگرمی و امید را در من زنده نگه داشت

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس از خدای متعال که توفیق انجام این خدمت علمی را به من کرامت فرمود، وظیفه خود می‌دانم که از اساتید محترم راهنما آقای دکتر سعید برومندنسب و دکتر امیر سلطانی محمدی و استاد مشاور محترم جناب آقای مهندس روان‌بخش رئیسیان و کلیه اساتید محترم گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز که مرا در تمامی تحصیل راهنمایی و مساعدت فرمودند کمال تشکر و قدردانی را بنمایم. همچنین از مسئولین محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری خصوصاً رئیس مرکز جناب آقای مهندس روان‌بخش رئیسیان و مهندس بیژن حقیقتی که امکان اجرای این تحقیق را فراهم نمودند کمال تشکر را دارم.

از دوستان و آشنایان عزیزم جناب آقایان مهندس احمدپور، سده، فکوری، روحانی، ریاحی و سایر عزیزانی که مرا در تمامی مراحل اجرای این پژوهش یاری نمودند نیز صمیمانه سپاسگزارم.

رسول پذیرش قهرقی

چکیده

نام خانوادگی: پذیرش قهفرخی	نام: رسول	شماره دانشجویی: ۹۰۲۰۵۰۲
عنوان پایان نامه: ارزیابی نرم افزار SIRMOD در شبیه سازی آبیاری جویچه ای تحت کشت ذرت (مطالعه موردی: منطقه شاهنشین هرچگان)		
اساتید راهنما: دکتر سعید برومندنسب ، دکتر امیر سلطانی محمدی		
استاد مشاور: مهندس روان بخش رئیسین		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی علوم آب	گرایش: آبیاری و زهکشی
دانشگاه: شهید چمران اهواز	دانشکده: مهندسی علوم آب	گروه: آبیاری و زهکشی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰		تعداد صفحه: ۱۶۲
کلید واژه‌ها: نرم افزار SIRMOD - موج سینماتیک - اینرسی صفر - هیدرودینامیک - ارزیابی - راندمان.		
<p>کشور ایران در کمربند خشک جهان قرار دارد و نیاز به انجام عملیات آبیاری در آن امری اجتناب ناپذیر است. در میان روش های آبیاری موجود در ایران آبیاری سطحی رایج ترین شیوهی آبیاری است. اما در عین حال این روش یکی از پایین ترین راندمان ها را در ایران دارد. یکی از راه های شناسایی و کنترل عوامل مؤثر بر عملکرد بهینه آن استفاده از روابط ریاضی و نرم افزارهای شبیه سازی کامپیوتری است. نرم افزار SIRMOD که ترکیبی از سه مدل هیدرودینامیک، اینرسی صفر و موج سینماتیک می باشد، کاربرد زیادی در طراحی و مدیریت آبیاری سطحی دارد. اما علی رغم کاربرد گسترده این مدل در جهان، کمتر در ایران شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. بنابراین در تحقیق حاضر با استفاده از آزمایش و داده برداری صحرائی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در محل مزرعه نمونه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری (منطقه شاهنشین هرچگان از توابع شهرستان شهرکرد- کشت ذرت علوفه ای) نخست مدل های هیدرودینامیک، اینرسی صفر و موج سینماتیک از بسته نرم افزاری SIRMOD مورد بررسی قرار گرفتند و سپس نزدیک ترین حالت به شرایط مزرعه معرفی شد تا توصیه های لازم جهت ارتقای کارایی سیستم آبیاری سطحی (جویچه ای) صورت گیرد. جهت انجام این تحقیق سه جویچه ایجاد گردید که طول هر کدام براساس بافت خاک و عرف منطقه ۵۰ متر تعیین شد. یکی از جویچه ها به عنوان جویچه اصلی و دوتای دیگر جهت تکرار انتخاب شد. بعد از آماده کردن جویچه ها، عملیات کشت ذرت علوفه ای رقم NS انجام شد. برای اندازه گیری دبی ورودی و خروجی در هر جویچه از فلوم WSC تیپ یک استفاده شد. بافت خاک مزرعه لوم رسی و شیب متوسط ۰/۰۰۲ به دست آمد. در ضمن آبیاری هر سه جویچه توسط سیفون های قوسی شکل انجام پذیرفت. ۱۲ مرحله آبیاری با دور آبیاری بین ۷ تا ۱۰ روز انجام شد و آب آبیاری توسط یک چاه نیمه عمیق تأمین گردید. بدین منظور پارامترهایی از قبیل خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه، عمق توسعه ریشه گیاه، هیدروگراف رواناب ورودی و خروجی، زمان های پیشروی و پسروی و غیره در مزرعه ثبت شدند. همچنین با استفاده از این پارامترها، ضرایب معادله کوستیاکف- لوئیس، عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و پارامترهای ارزیابی مزرعه مانند راندمان کاربرد آب در مزرعه، درصد تلفات رواناب و نفوذ عمقی و همچنین راندمان یکنواختی محاسبه گردید. سپس داده های لازم جهت اجرای نرم افزار SIRMOD وارد آن گردید و مدل ها اجرا شدند. در مرحله بعد خروجی های مدل با نتایج مزرعه ای متناظرشان مقایسه شد تا نزدیک ترین حالت به شرایط مزرعه معرفی گردد. براساس نتایج به دست آمده، هر سه مدل نرم افزار SIRMOD، پارامترهای راندمان کاربرد آب در مزرعه، راندمان یکنواختی، زمان پسروی، عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و درصد تلفات رواناب و نفوذ عمقی را با دقت قابل قبولی شبیه سازی کردند اما این مدل ها علی رغم تخمین مناسب زمان پیشروی در نقاط ابتدایی مزرعه، دقت مناسبی در شبیه سازی این پارامتر در نقاط انتهایی مزرعه نداشتند. هر سه مدل موج سینماتیک، اینرسی صفر و هیدرودینامیک، راندمان کاربرد آب در مزرعه را با متوسط خطای ۸/۹ درصد شبیه سازی نمودند. در نهایت براساس نتایج این تحقیق، توانایی نرم افزار SIRMOD در شبیه سازی بسیاری از پارامترهای نشان دهنده وضعیت مزرعه تحت آبیاری جویچه ای، در حد قابل قبول به دست آمد. از بین مدل های موجود در بسته نرم افزاری SIRMOD، مدل موج سینماتیک علی رغم ساده سازی های انجام شده در آن عملکرد بهتری نسبت به مدل های اینرسی صفر و مدل هیدرودینامیک داشت.</p>		

صفحه	عنوان
۱	فصل اول مقدمه و هدف.....
۲	۱-۱ مقدمه.....
۶	۲-۱ اهداف مطالعه.....
۷	۳-۱ فرضیه‌های تحقیق.....
۷	۴-۱ ساختار پایان‌نامه.....
۹	فصل دوم کلیات و بررسی منابع.....
۱۰	۱-۲ مقدمه.....
۱۰	۲-۲ روش‌های مختلف آبیاری سطحی.....
۱۲	۳-۲ شبیه‌سازی و معادله‌های ریاضی حاکم بر سیستم‌های آبیاری سطحی.....
۱۴	۴-۲ کار با نرم افزار SIRMOD.....
۱۴	۱-۴-۲ نرم افزار SIRMOD.....
۱۵	۲-۴-۲ وارد کردن اطلاعات و اجرای نرم افزار SIRMOD.....
۲۱	۳-۴-۲ خروجی‌های نرم افزار SIRMOD.....
۲۶	۵-۲ مرور منابع.....
	۱-۵-۲ تحقیقات انجام شده در زمینه ارزیابی و شناسایی عوامل تاثیرگذار در عملکرد بهینه سیستم‌های آبیاری سطحی.....
۲۶	۲-۵-۲ تحقیقات انجام شده بر روی مدل‌های شبیه سازی سیستم‌های آبیاری سطحی.....
۳۴	فصل سوم مواد و روش‌ها.....
۳۸	۱-۳ مقدمه.....
۴۰	۲-۳ عملیات صحرائی و اندازه‌گیری‌های مقدماتی.....
۴۰	۱-۲-۳ مشخصات محل انجام آزمایش.....
۴۱	۲-۲-۳ مشخصات آب و هوایی.....

۴۳.....	۳-۲-۳ مشخصات اقلیم.....
۴۴.....	۴-۲-۳ طرح و جانمایی تحقیق.....
۴۵.....	۳-۳ پارامترهای اندازه‌گیری شده و برخی اطلاعات جمع‌آوری شده صحرائی.....
۵۱.....	۴-۳ عملیات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های مربوطه.....
۵۲.....	۵-۳ عملیات نرم افزاری.....
۵۲.....	۱-۵-۳ استخراج پارامترهای ارزیابی.....
۵۲.....	۱-۱-۵-۳ استخراج پارامترهای معادله نفوذ.....
۵۴.....	۲-۱-۵-۳ محاسبه فرصت زمان نفوذ برای هر نقطه (T_n).....
۵۴.....	۳-۱-۵-۳ محاسبه مقدار عمق آبیاری مورد نیاز (Z_{req}).....
۵۵.....	۴-۱-۵-۳ محاسبه نفوذ تجمعی و حجم آب نفوذ یافته در طول شیار.....
۵۶.....	۵-۱-۵-۳ محاسبه پارامترهای عملکرد سیستم.....
۵۶.....	۱-۵-۱-۵-۳ راندمان کاربرد آب در مزرعه.....
۵۷.....	۲-۵-۱-۵-۳ درصد تلفات نفوذ عمقی.....
۵۷.....	۳-۵-۱-۵-۳ درصد تلفات رواناب.....
۵۷.....	۴-۵-۱-۵-۳ راندمان نیاز آبی (راندمان کفایت آبیاری).....
۵۸.....	۵-۵-۱-۵-۳ راندمان کل آبیاری.....
۵۹.....	۶-۵-۱-۵-۳ راندمان یکنواختی توزیع.....
۵۹.....	۲-۵-۳ تهیه نمودار جهت مقایسه نتایج مدل‌ها و اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای.....
۶۰.....	۳-۵-۳ مقایسه آماری نتایج مدل‌ها و نتایج مزرعه‌ای.....
۶۳.....	فصل چهارم نتایج و بحث.....
۶۴.....	۱-۴ مقدمه.....
۶۴.....	۲-۴ نتایج مزرعه‌ای.....
۶۴.....	۱-۲-۴ نتایج مربوط به مشخصات مزرعه.....

۶۶.....	۱-۲-۴ نتایج ثبت شده در مزرعه.....
۷۹.....	۲-۱-۲-۴ برآورد مقادیر و پارامترهای ارزیابی مزرعه‌ای.....
۸۰.....	۲-۲-۴ نتایج گرافیکی.....
۸۶.....	۳-۴ مقایسه بین نتایج مزرعه‌ای و نتایج شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD و توانایی سنجی.....
۸۷.....	۱-۳-۴ مقایسه گرافیکی نتایج مدل‌ها و نتایج مزرعه‌ای.....
۹۲.....	۲-۳-۴ مقایسه نتایج مدل‌ها و نتایج مزرعه‌ای با استفاده از شاخص‌های آماری.....
۹۸.....	۳-۳-۴ مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه.....
۱۰۷.....	۴-۴ مقایسه نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی با نتایج به‌دست آمده از تحقیقات گذشته.....
۱۱۰.....	فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....
۱۱۱.....	۱-۵ نتیجه‌گیری.....
۱۱۳.....	۲-۵ پیشنهادها.....
۱۱۵.....	پیوست ۱.....
۱۱۵.....	نمودارهای مربوط به نتایج مزرعه‌ای برای مراحل مختلف آبیاری.....
۱۱۶.....	الف-۱: نمودارهای مربوط به هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها.....
۱۲۱.....	الف-۲: نمودارهای مربوط به زمان‌های پیشروی و پسروی.....
۱۲۷.....	الف-۳: نمودارهای مربوط به عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه پس از اتمام آبیاری.....
۱۳۳.....	پیوست ۲.....
	نمودارهای مقایسه‌ای مربوط به مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD در شبیه‌سازی پارامترهای مختلف آبیاری جویچه‌ای.....
۱۳۳.....	۱۳۳.....
۱۳۴.....	ب-۱: نمودارهای مربوط به هیدروگراف رواناب خروجی.....
۱۳۹.....	ب-۲: نمودارهای مربوط به زمان پیشروی.....
۱۴۵.....	ب-۳: نمودارهای مربوط به زمان پسروی.....
۱۵۰.....	ب-۴: نمودارهای مربوط به عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه.....

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۵۶.....منابع

عنوان	صفحه
شکل (۱-۲) صفحه اصلی نرم افزار SIRMOD.....	۱۸
شکل (۲-۲) پنجره مربوط به ورود اطلاعات توپوگرافی و هندسه مزرعه.....	۱۹
شکل (۳-۲) پنجره مربوط به ورود اطلاعات کنترل جریان ورودی.....	۱۹
شکل (۴-۲) پنجره مربوط به ورود اطلاعات خصوصیات نفوذ.....	۲۰
شکل (۵-۲) پنجره مربوط به ورود اطلاعات هیدروگراف ورودی، رواناب خروجی و زمان‌های پیشروی و پسروی.....	۲۰
شکل (۶-۲) پنجره ورود اطلاعات طراحی.....	۲۱
شکل (۷-۲) منوی مربوط به گرفتن خروجی از نرم افزار SIRMOD و زیرمنوهای آن.....	۲۲
شکل (۸-۲) جدول مربوط به اطلاعات زمان‌های پیشروی و پسروی و نفوذ تجمعی شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD.....	۲۲
شکل (۹-۲) جدول مربوط به اطلاعات هیدروگراف رواناب خروجی و عمق آب نفوذ یافته در انتهای مزرعه در بازه‌های مختلف زمانی شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD.....	۲۳
شکل (۱۰-۲) زیرمنوی Plotted Results و زیر منوهای آن جهت ارائه نتایج به صورت نمودار.....	۲۳
شکل (۱۱-۲) نمودار مربوط به زمان‌های پیشروی و پسروی شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD.....	۲۳
شکل (۱۲-۲) نمودار مربوط به هیدروگراف رواناب خروجی شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD.....	۲۴
شکل (۱۳-۲) نمودار مربوط به عمق آب نفوذ یافته در انتهای مزرعه در بازه‌های مختلف زمانی شبیه‌سازی شده با نرم افزار SIRMOD.....	۲۴
شکل (۱۴-۲) نمودار مربوط به نفوذ تجمعی در نقاط مختلف مزرعه پس از اتمام آبیاری.....	۲۵
شکل (۱۵-۲) جدول مربوط به خلاصه اطلاعات شبیه‌سازی.....	۲۵
شکل (۱-۳) محل انجام تحقیق منطقه شاه‌نشین هرچگان استان چهارمحال و بختیاری.....	۴۰
شکل (۲-۳) خطوط هم‌دمای استان چهارمحال و بختیاری.....	۴۲
شکل (۳-۳) نقشه هم‌باران استان چهارمحال و بختیاری.....	۴۳
شکل (۴-۳) جانمایی طرح انجام شده در مزرعه.....	۴۴
شکل (۵-۳) نصب فلوم WSC(1) جهت اندازه‌گیری دبی‌های ورودی و خروجی.....	۴۷

- شکل (۳-۶) میخ‌کوبی جهت اندازه‌گیری زمان‌های پیشروی و پسروی..... ۴۹
- شکل (۳-۷) جبهه پیشروی آب در جویچه..... ۴۹
- شکل (۳-۸) اندازه‌گیری عمق ریشه به وسیله خط‌کش..... ۵۰
- شکل (۴-۱) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری اول..... ۸۱
- شکل (۴-۲) نمودار مربوط به زمان پیشروی (T_a) و زمان پسروی (T_r) در آبیاری اول..... ۸۲
- شکل (۴-۳) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف (Z) در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری اول..... ۸۳
- شکل (۴-۴) مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در مزرعه برای مراحل مختلف آبی..... ۸۴
- شکل (۴-۵) مقایسه مقادیر تلفات نفوذ عمقی در مزرعه برای مراحل مختلف آبیاری..... ۸۵
- شکل (۴-۶) مقایسه مقادیر تلفات رواناب در مزرعه برای مراحل مختلف آبیاری..... ۸۵
- شکل (۴-۷) مقایسه مقادیر راندمان یکنواختی در مزرعه برای مراحل مختلف آبیاری..... ۸۶
- شکل (۴-۸) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری اول..... ۸۸
- شکل (۴-۹) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری اول..... ۸۹
- شکل (۴-۱۰) مقایسه زمان‌های پسروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری اول..... ۹۰
- شکل (۴-۱۱) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری اول..... ۹۲
- شکل (الف-۱) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری دوم..... ۱۱۶
- شکل (الف-۲) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری سوم..... ۱۱۶
- شکل (الف-۳) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری چهارم..... ۱۱۷
- شکل (الف-۴) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری پنجم..... ۱۱۷
- شکل (الف-۵) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری ششم..... ۱۱۸

شکل (الف-۶) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری هفتم.....	۱۱۸
شکل (الف-۷) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری هشتم.....	۱۱۹
شکل (الف-۸) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری نهم.....	۱۱۹
شکل (الف-۹) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری دهم.....	۱۲۰
شکل (الف-۱۰) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری یازدهم.....	۱۲۰
شکل (الف-۱۱) هیدروگراف دبی ورودی و رواناب خروجی از جویچه‌ها مربوط به آبیاری دوازدهم.....	۱۲۱
شکل (الف-۱۲) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری دوم.....	۱۲۱
شکل (الف-۱۳) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری سوم.....	۱۲۲
شکل (الف-۱۴) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری چهارم.....	۱۲۲
شکل (الف-۱۵) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری پنجم.....	۱۲۳
شکل (الف-۱۶) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری ششم.....	۱۲۳
شکل (الف-۱۷) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری هفتم.....	۱۲۴
شکل (الف-۱۸) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری هشتم.....	۱۲۴
شکل (الف-۱۹) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری نهم.....	۱۲۵
شکل (الف-۲۰) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری دهم.....	۱۲۵
شکل (الف-۲۱) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری یازدهم.....	۱۲۶
شکل (الف-۲۲) نمودار مربوط به زمان پیشروی و زمان پسروی در آبیاری دوازدهم.....	۱۲۶
شکل (الف-۲۳) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری دوم.....	۱۲۷
شکل (الف-۲۴) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری سوم.....	۱۲۷
شکل (الف-۲۵) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری چهارم.....	۱۲۸

شکل (الف-۲۶) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری پنجم.....	۱۲۸
شکل (الف-۲۷) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری ششم.....	۱۲۹
شکل (الف-۲۸) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری هفتم.....	۱۲۹
شکل (الف-۲۹) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری هشتم.....	۱۳۰
شکل (الف-۳۰) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری نهم.....	۱۳۰
شکل (الف-۳۱) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری دهم.....	۱۳۱
شکل (الف-۳۲) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری یازدهم.....	۱۳۱
شکل (الف-۳۳) مقادیر عمق آب نفوذ یافته به نقاط مختلف مزرعه در مقایسه با نیاز رطوبتی ناحیه ریشه برای آبیاری دوازدهم.....	۱۳۲
شکل (ب-۱) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوم.....	۱۳۴
شکل (ب-۲) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری سوم.....	۱۳۴
شکل (ب-۳) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری چهارم.....	۱۳۵
شکل (ب-۴) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری پنجم.....	۱۳۵

شکل (ب-۵) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری ششم.....	۱۳۶
شکل (ب-۶) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هفتم.....	۱۳۶
شکل (ب-۷) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هشتم.....	۱۳۷
شکل (ب-۸) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری نهم.....	۱۳۷
شکل (ب-۹) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دهم.....	۱۳۸
شکل (ب-۱۰) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری یازدهم.....	۱۳۸
شکل (ب-۱۱) مقایسه هیدروگراف رواناب خروجی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوازدهم.....	۱۳۹
شکل (ب-۱۲) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوم.....	۱۳۹
شکل (ب-۱۳) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری سوم.....	۱۴۰
شکل (ب-۱۴) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری چهارم.....	۱۴۰
شکل (ب-۱۵) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری پنجم.....	۱۴۱
شکل (ب-۱۶) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری ششم.....	۱۴۱
شکل (ب-۱۷) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف	

۱۴۲.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هفتم.....
	شکل (ب-۱۸) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۲.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هشتم.....
	شکل (ب-۱۹) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۳.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری نهم.....
	شکل (ب-۲۰) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۳.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دهم.....
	شکل (ب-۲۱) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۴.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری یازدهم.....
	شکل (ب-۲۲) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۴.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوازدهم.....
	شکل (ب-۲۳) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۵.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوم.....
	شکل (ب-۲۴) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۵.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری سوم.....
	شکل (ب-۲۵) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۶.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری چهارم.....
	شکل (ب-۲۶) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۶.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری پنجم.....
	شکل (ب-۲۷) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۷.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری ششم.....
	شکل (ب-۲۸) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۷.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هفتم.....
	شکل (ب-۲۹) مقایسه زمان‌های پیشروی اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف
۱۴۸.....	نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هشتم.....

شکل (ب-۳۰) مقایسه زمان‌های پسروری اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری نهم.....	۱۴۸
شکل (ب-۳۱) مقایسه زمان‌های پسروری اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دهم.....	۱۴۹
شکل (ب-۳۲) مقایسه زمان‌های پسروری اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری یازدهم.....	۱۴۹
شکل (ب-۳۳) مقایسه زمان‌های پسروری اندازه‌گیری شده در مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوازدهم.....	۱۵۰
شکل (ب-۳۴) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوم.....	۱۵۰
شکل (ب-۳۵) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری سوم.....	۱۵۱
شکل (ب-۳۶) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری چهارم.....	۱۵۱
شکل (ب-۳۷) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری پنجم.....	۱۵۲
شکل (ب-۳۸) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری ششم.....	۱۵۲
شکل (ب-۳۹) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هفتم.....	۱۵۳
شکل (ب-۴۰) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هشتم.....	۱۵۳
شکل (ب-۴۱) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری نهم.....	۱۵۴

شکل (ب-۴۲) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دهم.....	۱۵۴
شکل (ب-۴۳) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری یازدهم.....	۱۵۵
شکل (ب-۴۴) مقایسه مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوازدهم.....	۱۵۵

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۴۶.....	جدول (۱-۳) برنامه آبیاری اعمال شده.....
۶۵.....	جدول (۱-۴) نتایج مربوط به مشخصات ثابت مزرعه.....
۶۵.....	جدول (۲-۴) نتایج مربوط به مشخصات گیاه در طول فصل رشد.....
اول.....	جدول (۳-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری اول.....
۶۷.....	جدول (۴-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری دوم.....
۶۸.....	جدول (۵-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری سوم.....
۶۹.....	جدول (۶-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری چهارم.....
۷۰.....	جدول (۷-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری پنجم.....
۷۱.....	جدول (۸-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری ششم.....
۷۲.....	جدول (۹-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری هفتم.....
۷۳.....	جدول (۱۰-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری هشتم.....
۷۴.....	جدول (۱۱-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری نهم.....
۷۵.....	جدول (۱۲-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری دهم.....
۷۶.....	جدول (۱۳-۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری یازدهم.....
۷۷.....

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول (۴-۱۴) آمار صحرایی زمان‌های پیشروی و پسروی و هیدروگراف ورودی و رواناب خروجی در آبیاری دوازدهم.....	۷۸.....
جدول (۴-۱۵) مقادیر به‌دست آمده پارامترهای ارزیابی مزرعه از اندازه‌گیری‌های صحرایی.....	۷۹.....
جدول (۴-۱۶) مقادیر عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه (cm) در مراحل مختلف آبیاری.....	۸۰.....
جدول (۴-۱۷) معادله‌های نفوذ کوستیاکف- لوئیس به‌دست آمده در هر آبیاری.....	۸۳.....
جدول (۴-۱۸) شاخص‌های آماری نشان‌دهنده میزان توانایی نرم افزار SIRMOD در مدل‌های مختلف برای شبیه‌سازی هیدروگراف رواناب خروجی برای مراحل مختلف آبیاری.....	۹۴.....
جدول (۴-۱۹) شاخص‌های آماری نشان‌دهنده میزان توانایی نرم افزار SIRMOD در مدل‌های مختلف برای شبیه‌سازی زمان پیشروی برای مراحل مختلف آبیاری.....	۹۵.....
جدول (۴-۲۰) شاخص‌های آماری نشان‌دهنده میزان توانایی نرم افزار SIRMOD در مدل‌های مختلف برای شبیه‌سازی زمان پسروی برای مراحل مختلف آبیاری.....	۹۶.....
جدول (۴-۲۱) شاخص‌های آماری نشان‌دهنده میزان توانایی نرم افزار SIRMOD در مدل‌های مختلف برای شبیه‌سازی عمق آب نفوذ یافته در نقاط مختلف مزرعه برای مراحل مختلف آبیاری.....	۹۸.....
جدول (۴-۲۲) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری اول.....	۱۰۱.....
جدول (۴-۲۳) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوم.....	۱۰۱.....
جدول (۴-۲۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری سوم.....	۱۰۲.....
جدول (۴-۲۵) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری چهارم.....	۱۰۲.....
جدول (۴-۲۶) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری پنجم.....	۱۰۳.....
جدول (۴-۲۷) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری ششم.....	۱۰۳.....

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول (۲۸-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هفتم.....	۱۰۴
جدول (۲۹-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری هشتم.....	۱۰۴
جدول (۳۰-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری نهم.....	۱۰۵
جدول (۳۱-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دهم.....	۱۰۵
جدول (۳۲-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری یازدهم.....	۱۰۶
جدول (۳۳-۴) مقایسه شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD برای آبیاری دوازدهم.....	۱۰۶
جدول (۳۴-۴) مقایسه متوسط شاخص‌های ارزیابی مزرعه و مقادیر شبیه‌سازی شده با مدل‌های مختلف نرم افزار SIRMOD.....	۱۰۷