

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته

فیزیک و حفاظت خاک

ارزیابی تغییرات شاخص مدیریت پوشش گیاهی در معادله جهانی فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار با کاربری کشاورزی استان گلستان

پژوهش و نگارش:

محترم جنت علیپور

استاد راهنما:

دکتر فرشاد کیانی

شهریور ۱۳۹۳



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان

دانشکده مهندسی آب و خاک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته

فیزیک و حفاظت خاک

ارزیابی تغییرات شاخص مدیریت پوشش گیاهی در معادله جهانی فرسایش خاک در اراضی شیب دار با کاربری کشاورزی استان گلستان

پژوهش و نگارش:

محترم جنت علیپور

استاد راهنما:

دکتر فرشاد کیانی

استاد مشاور:

مهندس کامبیز علیپور

شهریور ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)‌های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت‌های علمی- پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می‌شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می‌شوند:

۱) قبل از چاپ پایان‌نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب محترم جنت علیپور دانشجوی رشته مهندسی علوم خاک - فیزیک و حفاظت خاک مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.



سپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

مویشان سپید شد تا ما رو سفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا کرم باخس وجود ما و رو سنگر را همان باشند...

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

که نبض نفس های امروزم را بزرگی روحشان ضربان بخشیده و بودنم، هدیه می بودن سبز آنها است.

و برادر دلسوزم، همسر مهربانش و آرامیک عزیزم که بودنشان به زندگی ام رنگ شادی می بخشد.

تقدیر و سپاس

سپاس یکمراں یکانه مهربانی را که به قلم قداست و به انسان کرامت بخشید و ما را به مسیر فراگیری دانش و بهره گیری از کنجینه علم و معرفت رهنمون و توفیق دستیابی به محمولات را به ما ارزانی داشت و ما را به سوره یاری بخشید.

امروز که با استغانت و عنایات حضرت حق تدوین این رساله به پایان رسید بر دستان پدر و مادر عزیز و مهربانم که پشتیبان همیشگی ام بوده اند بوسه مینرمم. اکنون که رحمت و اسوه پروردگار فرصتی داد تا به اقتضای توان و وسع خود از محضر اساتید گرانقدر بهره جویم، از استاد راهنمای گرامی جناب آقای دکتر فرهاد کیانی به خاطر مساعدت های فراوان و حمایت بی دریغشان کمال تشکر را دارم. از استاد مشاور و محترم جناب آقای مهندس کاظم علیپور به جهت تمام محبت ها تشکر می کنم. از جناب آقای مهندس امید عبدی به جهت راهنمایی های دلسوزانه شان سپاسگزارم. از اساتید محترم جناب آقای دکتر خرمالی و سرکار خانم دکتر عظیمی که زحمت داوری پایان نامه بردوش آنها بوده است بسیار ممنونم.

از کارشناسان گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرمان جناب آقای مهندس علاء الدین و جناب آقای مهندس عجمی تشکر می کنم. در پایان از همه دوستانی که در طی این دوران همراه من بوده اند خانم های مهندس کیان اسلوریان، شاهنظری، قزلباش، امانی، ملکی و سایر دوستان و همکلاسی هایم تشکر می نمایم و یاد و خاطره همکاری ها و همراهی های این عزیزان همیشه در ذهن من خواهد ماند.

محترم خست علیپور

از کارکنان محترم اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری و همچنین کارکنان محترم شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان به خاطر کمک ایشان تشکر
میکنم.

چکیده

میزان فرسایش در استان گلستان به علت موقعیت جغرافیایی، اقلیمی و تخریب منابع دارای نرخ بالایی می باشد. یکی از اولویت‌ها در جلوگیری از پدیده مخرب فرسایش، تعیین یک روش مناسب جهت اندازه گیری میزان فرسایش پذیری خاک‌هاست. یکی از مهمترین روش‌های محاسبه فرسایش خاک، معادله ویشمایر و اسمیت (۱۹۷۸) است که به فرمول جهانی فرسایش خاک معروف می‌باشد. در این معادله مدیریت پوشش گیاهی (C) یکی از عوامل شش‌گانه موثر در فرسایش است که اندازه‌گیری آن به‌سادگی امکان پذیر نمی‌باشد. یکی از روش‌های پرکاربرد جهت برآورد این شاخص، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی از طرق مختلف و تعیین ارتباط آنها با میزان ماده آلی، پایداری خاکدانه، حجم رواناب و وزن رسوب در طول فصل زراعی در دو کاربری زراعی و آیش صورت پذیرفت. برآورد شاخص C، حجم رواناب و وزن رسوب در ۷ زمان متوالی به کمک شبیه‌ساز باران در دو شدت بارش ۳۲ و ۱۰۵ میلی‌متر بر ساعت، در زمان تداوم ۲۰ دقیقه اندازه‌گیری شد. فاکتور مدیریت پوشش گیاهی به سه روش C_{SLR} ، C_f و C_{SERL} محاسبه و شاخص‌های گیاهی NDVI و SAVI با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به ۷ زمان موردنظر به کمک نرم‌افزار ERDAS IMAGIN 2011 بدست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که همزمان با رشد گیاه و افزایش پوشش گیاهی، ماده آلی خاک به‌طور معنی‌داری در طول زمان تا ماه اسفند افزایش و سپس کاهش یافت. در حالی‌که پایداری خاکدانه در طول دوره رشد، تفاوت معنی‌داری در دو کاربری و ۷ زمان از خود نشان نداد. نتایج نشان داد فاکتور C_f در طول فصل زراعی دارای روند کاهشی بوده به‌طوری‌که مقدار آن از ۰/۱۹ در ماه آبان به ۰/۰۴ در ماه خرداد رسید. فاکتور C_{SERL} نیز در طول فصل زراعی روند کاهشی در هر دو شدت بارش از خود نشان داد و به‌طور کلی از ۰/۲ در ماه دی تا ۰/۰۳ در ماه خرداد متغیر بود. مقدار فاکتور C_{SLR} نیز برای فصل زراعی گندم زمستانه در حوضه توشن به کمک AH537 (Agriculture Handbook 537) برابر با ۰/۳ به‌دست آمد. نتایج حاکی از آن بود که ارتباط بین ماده آلی و پایداری خاکدانه با شاخص SAVI بیشتر از ارتباط آنها با شاخص NDVI بود. همبستگی مثبتی بین ماده آلی و شاخص NDVI ($r = 0.56^*$) و همچنین ماده آلی و شاخص SAVI ($r = 0.68^{**}$) مشاهده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که جهت تعیین خصوصیات خاک شامل ماده آلی و پایداری خاکدانه استفاده از شاخص NDVI با دقت بالایی همراه نیست، اما با استفاده از شاخص SAVI می‌توان با دقت نسبتاً بالاتری این خصوصیات را تخمین زد. SAVI شاخص مناسب‌تری برای پیش‌بینی فاکتور C_f ($R^2 = 0.39$) نسبت به NDVI ($R^2 = 0.33$) بود. همچنین به‌منظور پیش‌بینی فاکتور C_{SERL} توسط تصاویر ماهواره لندست ۸ باید گفت شاخص NDVI ($R^2 = 0.76$) در مقایسه با شاخص SAVI ($R^2 = 0.54$) مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. شاخص‌های پوشش گیاهی به‌دست آمده توسط تصاویر ماهواره‌ای با C به‌دست آمده از شدت بارش بالاتر ارتباط بیشتری داشت. نتایج نشان داد شاخص NDVI بهترین برآورد را با فاکتور C_{SERL} در شدت بارش ۱۰۵ میلی‌متر بر ساعت ($R^2 = 0.76$) داشت و بنابراین به‌عنوان روشی با دقت مناسب پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: فرسایش، فاکتور مدیریت پوشش گیاهی، سنجش از دور، NDVI

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل ۱ مقدمه

۲	۱-۱ کلیات
۳	۱-۱-۱ تعریف فرسایش
۳	۲-۱-۱ اثرات فرسایش
۴	۳-۱-۱ فرسایش در ایران
۴	۴-۱-۱ لزوم پیشگیری از فرسایش
۵	۵-۱-۱ مدل‌های فرسایش خاک
۵	۶-۱-۱ معادله جهانی فرسایش خاک
۸	۷-۱-۱ عوامل موثر بر فرسایش
۹	۱-۷-۱-۱ ساختمان خاک
۱۰	۲-۷-۱-۱ پایداری خاکدانه
۱۰	۱-۲-۷-۱-۱ تاثیر عوامل مختلف بر پایداری خاکدانه‌ها
۱۳	۳-۷-۱-۱ ماده آلی
۱۵	۴-۷-۱-۱ عامل پوشش گیاهی
۱۶	۵-۷-۱-۱ نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش
۱۹	۸-۱-۱ روش‌های ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی
۱۹	۱-۸-۱-۱ به روش SLR
۱۹	۲-۸-۱-۱ به روش C_f

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۰	۳-۸-۱-۱ به روش SERL
۲۰	۱-۲-۸-۱-۱ محاسن استفاده از باران‌ساز
۲۱	۹-۱-۱ سنجش از دور
۲۲	۱-۹-۱-۱ امتیازهای سنجش از دور
۲۳	۲-۹-۱-۱ ماهواره لندست ۸
۲۴	۳-۹-۱-۱ مشخصات فنی لندست ۸
۲۵	۴-۹-۱-۱ استخراج شاخص‌های پوشش گیاهی
۲۶	۵-۹-۱-۱ استخراج شاخص‌های ویژه
۲۶	۶-۹-۱-۱ استفاده از نسبت‌های طیفی
۲۶	۷-۹-۱-۱ شاخص نرمال‌ته پوشش گیاهی
۲۸	۸-۹-۱-۱ شاخص گیاهی تعدیل‌کننده اثر خاک
۲۹	۲-۱ فرضیات
۳۰	۳-۱ اهداف
فصل ۲ سابقه تحقیق	
۳۲	۱-۲ فاکتور مدیریت پوشش گیاهی
۳۴	۲-۲ کاربری اراضی و فرسایش
۳۵	۳-۲ شبیه‌سازی باران
۳۷	۴-۲ ماده آلی و پایداری خاکدانه
۴۱	۵-۲ فن‌آوری سنجش از دور

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۳	۶-۲ شاخص‌های گیاهی
	فصل ۳ مواد و روشها
۴۸	۱-۳ معرفی منطقه مورد مطالعه
۴۸	۱-۱-۳ مشخصات منطقه
۴۹	۲-۱-۳ خصوصیات اقلیم منطقه
۵۰	۳-۱-۳ پوشش گیاهی و کاربری اراضی
۵۰	۱-۳-۱-۳ گندم
۵۰	۲-۳ نمونه‌برداری
۵۰	۱-۲-۳ روش نمونه‌برداری
۵۱	۲-۲-۳ زمان نمونه‌برداری
۵۲	۳-۲-۳ تعیین تاریخ نمونه‌برداری
۵۳	۳-۳ تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای
۵۴	۴-۳ تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها
۵۴	۱-۴-۳ تعیین خصوصیات فیزیکی نمونه‌ها
۵۵	۲-۴-۳ تعیین خصوصیات شیمیایی نمونه‌ها
۵۷	۵-۳ محاسبه فاکتور مدیریت پوشش گیاهی
۵۷	۱-۵-۳ محاسبه فاکتور C به روش SLR
۵۸	۱-۱-۵-۳ محاسبه نسبت هدررفت خاک
۵۹	۲-۱-۵-۳ شاخص E_{I30} یا شاخص ویشمایر
۶۰	۳-۱-۵-۳ قدرت فرساینده‌گی باران

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶۲	۴-۱-۵-۳ محاسبه E_{I30}
۶۳	۵-۱-۵-۳ محاسبه C فاکتور.....
۶۳	۲-۵-۳ محاسبه فاکتور مدیریت پوشش به روش C_f
۶۴	۳-۵-۳ محاسبه فاکتور C به روش SERL.....
۶۵	۱-۳-۵-۳ اندازه‌گیری هدررفت خاک توسط شبیه‌ساز باران.....
۶۷	۶-۳ آنالیز داده‌ها.....
۶۷	۷-۳ فلوچارت مربوط به مراحل انجام کار.....
فصل ۴ نتایج و بحث	

۷۰	۱-۴ برخی از مشخصات خاک مزرعه آزمایشی.....
۷۲	۲-۴ نتایج مربوط به ماده آلی و پایداری خاکدانه.....
۷۵	۱-۲-۴ آنالیز واریانس ماده آلی و پایداری خاکدانه.....
۷۹	۲-۲-۴ نتایج مقایسه میانگین ماده آلی و پایداری خاکدانه.....
۷۹	۳-۴ نتایج مربوط به شاخص‌ها.....
۸۰	۱-۳-۴ نتایج مربوط به شاخص NDVI.....
۸۰	۱-۱-۳-۴ نقشه‌های NDVI مربوط به ماه‌های مورد بررسی حوضه توشن.....
۸۵	۲-۱-۳-۴ نتایج آماری شاخص NDVI.....
۸۵	۲-۳-۴ نتایج مربوط به شاخص SAVI.....
۸۶	۱-۲-۳-۴ نقشه‌های SAVI مربوط به ماه‌های مورد بررسی حوضه توشن.....
۹۱	۲-۲-۳-۴ نتایج آماری شاخص SAVI.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴-۴ نتایج مربوط به شبیه‌سازی باران.....	۹۱
۴-۴-۱ بررسی روند تغییرات وزن رسوب و حجم رواناب در دو کاربری و ۶ زمان.....	۹۲
۴-۴-۲ آنالیز واریانس مربوط به وزن رسوب و حجم رواناب.....	۹۵
۴-۴-۲-۱ اثر متقابل شدت و زمان بر وزن رسوب و حجم رواناب.....	۹۷
۴-۴-۲-۲ اثر متقابل کاربری و زمان بر وزن رسوب و حجم رواناب.....	۹۹
۴-۵ روند تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و پارامترهای مربوط به شبیه‌سازی بارش.....	۱۰۱
۴-۵-۱ روند تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و حجم رواناب.....	۱۰۱
۴-۵-۲ روند تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و وزن رسوب.....	۱۰۴
۴-۶ نتایج مربوط به ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی.....	۱۰۶
۴-۶-۱ ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی به روش SLR.....	۱۰۶
۴-۶-۲ ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی به روش Cf.....	۱۰۷
۴-۶-۳ ارزیابی فاکتور مدیریت پوشش گیاهی به روش SERL.....	۱۰۷
۴-۷ روابط رگرسیونی.....	۱۰۹
۴-۷-۱ رابطه رگرسیونی بین ماده آلی و حجم رواناب.....	۱۰۹
۴-۷-۲ رابطه رگرسیونی بین ماده آلی و وزن رسوب.....	۱۱۱
۴-۷-۳ رابطه رگرسیونی بین پایداری خاکدانه و حجم رواناب.....	۱۱۲
۴-۷-۴ رابطه رگرسیونی بین پایداری خاکدانه و وزن رسوب.....	۱۱۴
۴-۷-۵ رابطه رگرسیونی بین شاخص NDVI و فاکتور C بدست آمده از روش Cf.....	۱۱۶
۴-۷-۶ رابطه رگرسیونی بین شاخص SAVI و فاکتور C بدست آمده از روش Cf.....	۱۱۷
۴-۷-۷ رابطه رگرسیونی بین شاخص NDVI و فاکتور C بدست آمده از روش SERL.....	۱۱۸

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۹	۸-۷-۴ رابطه رگرسیونی بین شاخص SAVI و فاکتور C بدست آمده از روش SERL.....
۱۲۰	۹-۷-۴ رابطه رگرسیونی بین شاخص NDVI ، ماده آلی و پایداری خاکدانه.....
۱۲۲	۱۰-۷-۴ رابطه رگرسیونی بین شاخص SAVI ، ماده آلی و پایداری خاکدانه.....
۱۲۳	۸-۴ معادلات بدست آمده از روابط رگرسیونی.....
۱۲۵	۹-۴ همبستگی بین پارامترهای ارزیابی شده.....
۱۲۶	۱۰-۴ مقایسه غلظت هدرروی خاک در دو کاربری و دو شدت بارش.....
۱۲۷	۱۱-۴ میزان هدررفت خاک منطقه توشن.....

فصل ۵ نتیجه گیری

۱۳۱	۱-۵ نتیجه گیری کلی.....
۱۳۳	۲-۵ پیشنهادات پژوهشی.....

منابع

پیوست الف

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۱- باندهای طیفی OLI ماهواره لندست ۸.....	۲۴
جدول ۱-۳- مراحل رشد ویشمایر برای زراعت‌ها.....	۵۱
جدول ۲-۳- مراحل تطبیق داده شده زرع گندم با مراحل رشد ویشمایر برای زراعت‌ها.....	۵۲
جدول ۳-۳- تاریخ تصاویر OLI تهیه شده از ماهواره لندست ۸.....	۵۳
جدول ۳-۵- زیر فاکتورهای مدیریت پوشش و اثرات آنها.....	۵۹
جدول ۴-۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه.....	۷۱
جدول ۴-۲- تجزیه واریانس اثر کاربری، موقعیت شیب و زمان بر ماده آلی و پایداری خاکدانه.....	۷۶
جدول ۴-۳- نتایج آماری شاخص NDVI.....	۸۵
جدول ۴-۴- نتایج آماری مربوط به شاخص SAVI.....	۹۱
جدول ۴-۵- تجزیه واریانس اثر کاربری، زمان و شدت بارش بر حجم رواناب و وزن رسوب.....	۹۶
جدول ۴-۶- اثر کاربری و زمان روی وزن رسوب و حجم رواناب.....	۹۷
جدول ۴-۷- اثر شدت و زمان روی وزن رسوب و حجم رواناب.....	۹۹
جدول ۴-۸- کل معادلات بدست آمده از روابط رگرسیونی بین پارامترها.....	۱۲۴
جدول ۴-۹- همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده.....	۱۲۵
جدول ۴-۱۰- مقدار هدر رفت خاک در منطقه.....	۱۲۷
جدول ۴-۱۱- مقدار هدررفت خاک در منطقه (تن در هکتار).....	۱۲۸

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱ رابطه میزان خاکدانه‌سازی با گذشت زمان از اضافه نمودن مواد آلی به خاک ۱۵
- شکل ۱-۳ نقشه موقعیت حوضه آبخیز توشن در کشور و استان گلستان ۴۹
- شکل ۲-۳ نمایی از شبیه‌ساز باران استفاده شده ۶۶
- شکل ۳-۳ نمایی از شبیه‌ساز باران در مزرعه آزمایشی ۶۷
- شکل ۴-۳ فلوچارت روند انجام مراحل تحقیق ۶۸
- شکل ۱-۴ روند تغییرات همزمان ماده آلی و پایداری خاکدانه در کاربری زراعی ۷۴
- شکل ۲-۴ روند تغییرات همزمان ماده آلی و پایداری خاکدانه در کاربری آیش ۷۵
- شکل ۳-۴ اثر کاربری و زمان بر پایداری خاکدانه در ۷ ماه مورد بررسی ۷۷
- شکل ۴-۴ اثر کاربری و زمان بر ماده آلی در ۷ ماه مورد بررسی ۷۸
- شکل ۵-۴ روند تغییرات میانگین شاخص نرمالته پوشش گیاهی مزرعه مورد آزمایش ۷۹
- شکل ۶-۴ نقشه NDVI مربوط به ماههای مختلف حوضه توشن ۸۱
- شکل ۷-۴ روند تغییرات میانگین شاخص SAVI مزرعه مورد آزمایش ۸۶
- شکل ۸-۴ نقشه SAVI ماههای مختلف حوضه توشن ۸۷
- شکل ۹-۴ روند تغییرات حجم رواناب در کاربری زراعی در شدت بارش ۱۰۵ میلی‌متر بر ساعت در زمان تداوم ۲۰ دقیقه ۹۲
- شکل ۱۰-۴ روند تغییرات حجم رواناب در کاربری زراعی در شدت بارش ۳۲ میلی‌متر بر ساعت در زمان تداوم ۲۰ دقیقه ۹۳
- شکل ۱۱-۴ روند تغییرات وزن رسوب در دو کاربری زراعی و آیش و شدت بارش ۱۰۵ میلی‌متر بر ساعت در زمان تداوم ۲۰ دقیقه ۹۴
- شکل ۱۲-۴ روند تغییرات وزن رسوب در دو کاربری زراعی و آیش و شدت بارش ۳۲ میلی‌متر بر ساعت در زمان تداوم ۲۰ دقیقه ۹۴
- شکل ۱۳-۴ رابطه بین سرعت نفوذ و شدت بارندگی ۱۰۰

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۴-۱۴ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و حجم رواناب در کاربری زراعی در ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۲
شکل ۴-۱۵ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و حجم رواناب در کاربری زراعی در شدت ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۲
شکل ۴-۱۶ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و حجم رواناب در کاربری آیش در شدت ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۳
شکل ۴-۱۷ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و حجم رواناب در کاربری آیش در شدت ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۳
شکل ۴-۱۸ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و وزن رسوب در کاربری زراعی در شدت ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۴
شکل ۴-۱۹ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و وزن رسوب در کاربری زراعی در شدت ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۵
شکل ۴-۲۰ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و وزن رسوب در کاربری آیش در شدت ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۵
شکل ۴-۲۱ تغییرات همزمان پایداری خاکدانه و وزن رسوب در کاربری آیش در شدت ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۰۶
شکل ۴-۲۲ روند تغییرات فاکتور Cf در طول دوره رشد.....	۱۰۷
شکل ۴-۲۳ مقایسه روند تغییرات فاکتور مدیریت پوشش به روش SERL در دو شدت بارش.....	۱۰۹
شکل ۴-۲۴ رابطه ماده آلی و حجم رواناب در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۱۰
شکل ۴-۲۵ رابطه ماده آلی و حجم رواناب در شدت بارش ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۱۰
شکل ۴-۲۶ رابطه ماده آلی و وزن رسوب در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۱۱
شکل ۴-۲۷ رابطه ماده آلی و وزن رسوب در شدت بارش ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه.....	۱۱۲

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۲۸-۴	رابطه پایداری خاکدانه و حجم رواناب در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۱۳
شکل ۲۹-۴	رابطه پایداری خاکدانه و حجم رواناب در شدت بارش ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۱۳
شکل ۳۰-۴	رابطه پایداری خاکدانه و وزن رسوب در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۱۴
شکل ۳۱-۴	رابطه پایداری خاکدانه و وزن رسوب در شدت بارش ۳۲ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۱۵
شکل ۳۲-۴	رابطه بین شاخص NDVI و فاکتور C_f	۱۱۷
شکل ۳۳-۴	رابطه بین شاخص SAVI و فاکتور C_f	۱۱۸
شکل ۳۴-۴	رابطه شاخص NDVI و فاکتور C_{SERL} در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۱۹
شکل ۳۵-۴	رابطه شاخص SAVI و فاکتور C_{SERL} در شدت بارش ۱۰۵ میلی متر در ساعت با زمان تداوم ۲۰ دقیقه	۱۲۰
شکل ۳۶-۴	رابطه شاخص NDVI و ماده آلی	۱۲۱
شکل ۳۷-۴	رابطه شاخص NDVI و پایداری خاکدانه	۱۲۱
شکل ۳۸-۴	رابطه شاخص SAVI و ماده آلی	۱۲۲
شکل ۳۸-۴	رابطه شاخص SAVI و پایداری خاکدانه	۱۲۳