

رسالة محمد



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گنجان

دانشکده علوم زراعی

گروه مهندسی علوم خاک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته خاکشناسی

بر آورد رواناب و رسوب حوضه آبخیز تمر با استفاده از مدل SWAT

پژوهش و نگارش:

سارا مفتیان

اساتید راهنما:

دکتر فرشاد کیانی

دکتر مجید افیونی

اساتید مشاور:

دکتر ابوالفضل مساعدی

دکتر اسماعیل دردی پور

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 **سارا مفتیان** دانشجوی رشته **خاکشناسی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به:

دستان پر مهر پدر و مادرم

و تمامی آنان که توکل، امید و تلاش را

سر لوحه‌ی زندگانی خویش قرار داده‌اند.

شکر و قدردانی

حمد و سپاس یزدان پاک را که توان آموختنم بخشید تا قطره ای ناچیز از دریای بیکران علم بردانسته‌های خویش بپذیرایم. پدر و مادر عزیز و مهربانم، خواهران و برادرم را سپاس می‌گویم که تلاشم در تحصیل علم و کسب دانش بدون کمک و مساعدت آن‌ها هرگز برایم میسر نبود. کاش می‌توانستم از باغ آسمان ستاره‌ای بر چینم و تقدیمشان کنم.

از اساتید راهبهای عزیزم آقایان دکتر فرهاد کیانی و دکتر مجید افیونی که در تمامی مراحل این تحقیق به‌موازه یاریم نمودند، صمیمانه سپاسگزارم. از زحمات آقایان دکتر ابوالفضل مسعودی و دکتر اسماعیل دردی‌پور که مشاورت و بازنگری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، شکر و قدردانی می‌نمایم.

باسپاس فراوان از تمامی اساتید دوران تحصیلم به ویژه استاد بزرگوار و ارجمند آقای دکتر کریم عباس‌پور به خاطر تمامی راهبانه‌های ما و تجربیات مفیدی که در انجام این تحقیق در اختیارم قرار دادند.

باسپاس از زحمات خانم دکتر گل‌اله غفاری که در مراحل اجرایی نرم افزار مدل یاریم نمودند. با شکر از اداره آب منطقه‌ای استان گلستان که در تهیه آمار و اطلاعات مورد نیاز این تحقیق کمک نمودند. با سپاس از دوستانم سرکار خانم هاجر اتم‌سوری و مهتاب زرکوشی بخاطر تمام راهبانه‌های ما و دلگرمی‌های صمیمانه ایشان.

در پایان از کلیه عزیزانی که در این پژوهش به‌یاری و به‌کماری داشته‌اند سپاسگزار می‌نمایم.

چکیده

فرسایش خاک یکی از مهمترین مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در مدیریت منابع طبیعی در جهان است. طبق اطلاعات موجود، آسیا بیش از سایر قاره‌ها مشکل فرسایش خاک را داشته و در این میان ایران دارای میزان فرسایش خاک بالایی است. مدیریت حوضه‌های آبخیز در کاهش این معضل مهم می‌باشد. در کشور ما اکثر حوضه‌های آبخیز، به‌ویژه حوضه‌های آبخیز کوهستانی، فاقد ایستگاه‌های اندازه‌گیری به تعداد کافی می‌باشند و گاه ایستگاه‌های موجود فاقد آمار طولانی‌مدت هستند. به‌خاطر محدودیت دسترسی به داده‌های هیدرولوژیک کافی، مدل‌سازی حوضه‌ها نقش مهمی در مدیریت منابع دارد. در سال‌های اخیر، مدل‌های ریاضی هیدرولوژی حوضه‌ها به‌منظور بررسی طیف وسیعی از مشکلات زیست‌محیطی و منابع آب به‌کار گرفته شده‌اند. در مطالعه حاضر، توانایی مدل SWAT 2005 در شبیه‌سازی جریان و رسوب حوضه آبخیز تمر (از زیرحوضه‌های حوضه آبخیز گرگانرود) با مساحتی حدود ۱۵۲۴ کیلومترمربع بررسی شد. این مدل برای پیش‌بینی تاثیر روش‌های مدیریتی متفاوت بر جریان، رسوب، عناصر غذایی و بیلان مواد شیمیایی در حوضه‌های با خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی متفاوت برای دوره‌های زمانی طولانی ارائه شده است. واسنجی و آنالیز عدم قطعیت مدل با استفاده از برنامه SUFI-2 انجام پذیرفت. حوضه مورد مطالعه شامل دو ایستگاه باران‌سنجی تمر و گلیداغ بوده که آمار در دسترس جهت سال ۱۹۹۹ الی ۲۰۰۵ موجود می‌باشد. با توجه به آمار موجود مدل با دو ایستگاه باران‌سنجی گلیداغ و تمر اجرا و عملیات واسنجی نیز برای این دوره انجام گردید. که نتایج واسنجی مدل رضایت‌بخش نبود و برای بهبود بخشیدن نتایج مدل و همچنین برای نشان دادن اثر ایستگاه‌های مختلف باران‌سنجی حوضه تمر بر نتایج مدل، مدل تنها با ایستگاه باران‌سنجی گلیداغ اجرا گردید که عملیات واسنجی برای فاصله زمانی ۱۹۹۹-۲۰۰۵ و همچنین صحت‌سنجی مدل برای حالتی که مدل تنها با ایستگاه باران‌سنجی تمر اجرا گردیده بود برای دوره ۱۹۹۳-۱۹۹۰ انجام گردید. نتایج مدل برای متوسط رواناب ماهانه در مرحله واسنجی و اعتبارسنجی رضایت‌بخش بود. در مرحله واسنجی رواناب ماهانه، ضرایب P -factor، r -factor و R^2 و ناش-ساتکلیف به ترتیب ۰/۶۵، ۱/۲، ۰/۵۵ و ۰/۵۵ و در مرحله اعتبارسنجی رواناب ماهانه به ترتیب ۰/۵۶، ۱/۲، ۰/۷۷ و ۰/۷ به دست آمد. در مرحله واسنجی رواناب روزانه، این ضرایب به ترتیب ۰/۶۵، ۰/۱۵ و ۰/۱۵ و برای صحت‌سنجی به ترتیب ۰/۶۶، ۰/۹۵، ۰/۵ و ۰/۵۷ محاسبه شدند که در این مرحله دو فاکتور P -factor و r -factor رضایت‌بخش بودند و از دلایل پایین بودن دو شاخص

ناش - ساتکلیف و تبیین، می توان به ضعف مدل در شبیه سازی جریان های حداکثر اشاره نمود و نیز اینکه شدت بارندگی توسط مدل در نظر گرفته نمی شود. برای صحت سنجی رسوب روزانه ضرایب R^2 , r -factor, P -factor و ناش - ساتکلیف به ترتیب ۰/۵، ۰/۴۲، ۰/۱۳ و ۰/۱۳ و برای طول دوره صحت سنجی این ضرائب به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۰۳، ۰/۸۲ و ۰/۰۷ محاسبه شدند. در مجموع مدل در شبیه سازی رواناب بهتر از رسوب عمل نموده و از علت های ضعف مدل در شبیه سازی رسوب می توان به شبیه سازی ضعیف جریان، تعداد کم و صحت داده ها و همچنین عدم پیوستگی اطلاعات رسوب استفاده شده در این مرحله اشاره نمود.

واژه های کلیدی: رواناب، رسوب، واسنجی، مدل، SWAT، SUFI-2

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه

..... ۱-۱ مقدمه

فصل دوم: کلیات و بررسی منابع

..... ۱-۲ مدل

..... ۲-۲ ویژگی یک مدل برآورد فرسایش خاک

..... ۳-۲ مروری بر مدل‌های تخمین فرسایش

..... ۱-۳-۲ مدل ANSWERS

..... ۲-۳-۲ مدل GUEST

..... ۳-۳-۲ مدل EUROSEM

..... ۴-۳-۲ مدل SWRRB

..... ۴-۲ بررسی منابع

فصل سوم: مواد و روش‌ها

..... ۱-۳ معرفی مدل SWAT

..... ۲-۳ شرح اجمالی مدل SWAT

..... ۱-۲-۳ اقلیم

..... ۲-۲-۳ شبیه‌ساز آب و هوا

..... ۳-۲-۳ برف

..... ۴-۲-۳ رطوبت نسبی

..... ۵-۲-۳ طبقات ارتفاعی موثر بر بارندگی کوهستانی

..... ۶-۲-۳ هیدرولوژی

..... ۷-۲-۳ ذخیره آسمانه

..... ۸-۲-۳ نفوذپذیری خاک

..... ۹-۲-۳ تبخیر و تعرق

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	۱۰-۲-۳- تبخیر و تعرق پتانسیل
.....	۱۱-۲-۳- تبخیر و تعرق واقعی
.....	۱۲-۲-۳- رواناب سطحی
.....	۱۳-۲-۳- حداکثر میزان رواناب
.....	۱۴-۲-۳- معادلات آب خاک
.....	۱۵-۲-۳- نفوذ عمقی
.....	۱۶-۲-۳- جریان جانبی
.....	۱۷-۲-۳- آب زیرزمینی
.....	۱۸-۲-۳- تغذیه
.....	۱۹-۲-۳- آب زیرزمینی / جریان پایه
.....	۲۰-۲-۳- تبخیر مجدد
.....	۲۱-۲-۳- ارتفاع آب زیرزمینی
.....	۲۲-۲-۳- فرسایش خاک
.....	۲۳-۲-۳- تاخیر رسوب در رواناب سطحی
.....	۲۴-۲-۳- پوشش زمین / گیاه
.....	۲۵-۲-۳- واحدهای حرارتی
.....	۲۶-۲-۳- جذب آب توسط گیاهان
.....	۲۷-۲-۳- مدیریت آب
.....	۲۸-۲-۳- مناطق شهری
.....	۲۹-۲-۳- فرایندهای مورد بررسی در آبراهه اصلی
.....	۳۰-۲-۳- روندیابی آب
.....	۳۱-۲-۳- میزان تلفات آب
.....	۳۲-۲-۳- روندیابی رسوب
.....	۳-۳- معرفی حوضه مورد مطالعه
.....	۴-۳- توپوگرافی و فیزیوگرافی حوضه

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	۳-۵- داده‌های هیدرولوژیک مورد نیاز در مدل‌های هیدرولوژی
.....	۳-۶- هیدرولوژی آب‌های سطحی
.....	۳-۶-۱- قراوه
.....	۳-۶-۲- کرکل دره
.....	۳-۶-۳- شوردره
.....	۳-۶-۴- کچیک
.....	۳-۶-۵- مارس
.....	۳-۶-۶- زاس (زاو)
.....	۳-۶-۷- تنگراه
.....	۳-۷- جمع‌آوری اطلاعات عمومی هواشناسی حوضه تمر
.....	۳-۷-۱- بارش
.....	۳-۷-۲- درجه حرارت
.....	۳-۸- جمع‌آوری اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری
.....	۳-۹- نقشه‌های مورد نیاز جهت ورود به مدل SWAT
.....	۳-۹-۱- نقشه ارتفاعی
.....	۳-۹-۲- نقشه شبکه جریان
.....	۳-۹-۳- نقشه کاربری اراضی
.....	۳-۹-۴- نقشه خاک
.....	۳-۱۰- تحلیل داده‌ها
.....	۳-۱۰-۱- آزمون همگنی داده‌ها
.....	۳-۱۱- اجرای مدل و تحلیل نتایج
.....	۳-۱۲- واسنجی مدل
.....	۳-۱۳- مدل‌سازی معکوس
.....	۳-۱۳-۱- آنالیز عدم قطعیت

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

.....	۳-۱۳-۲- اساس مفهومی آنالیز عدم قطعیت SUFI-2
.....	۳-۱۴- الگوریتم SUFI-2
.....	۳-۱۵- آنالیز حساسیت
.....	۳-۱۶- اعتبارسنجی مدل
.....	۳-۱۷- شاخص‌های آماری ارزیابی مدل
.....	۳-۱۷-۱- ضریب تبیین
.....	۳-۱۷-۲- ضریب ناش - ساتکلیف

فصل چهارم: نتایج

.....	۴-۱- نتایج برخی از خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه
.....	۴-۱-۱- بررسی نتایج ماهانه دبی جریان حوضه
.....	۴-۱-۲- بررسی نتایج حداکثر جریان ماهانه حوضه
.....	۴-۲- بررسی بارندگی حوضه مورد مطالعه
.....	۴-۲-۱- بررسی نتایج بارش ایستگاه تمر
.....	۴-۲-۲- بررسی نتایج بارش ایستگاه گلیداغ
.....	۴-۳- آزمون همگنی داده‌ها
.....	۴-۴- شبیه‌سازی رواناب ماهانه حوضه تمر با استفاده از مدل SWAT
.....	۴-۴-۱- پارامترسازی
.....	۴-۴-۲- آماده‌سازی اولیه جهت اجراء مدل
.....	۴-۴-۳- اجراء مدل با استفاده از آمار بارش ایستگاه گلیداغ و تمر
.....	۴-۵- واسنجی رواناب ماهانه حوضه تمر
.....	۴-۶- اعتبارسنجی رواناب ماهانه حوضه تمر با استفاده از برنامه SUFI-2
.....	۴-۷- واسنجی رسوب روزانه حوضه تمر

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

.....	۱-۵- نتیجه گیری در بخش آمار بارش حوضه
.....	۲-۵- نتیجه گیری در بخش آمار دبی حوضه
.....	۳-۵- نتیجه گیری در بخش شبیه سازی رواناب
.....	۴-۵- نتیجه گیری در بخش شبیه سازی رسوب
.....	۵-۵- پیشنهادات
.....	فهرست منابع

فهرست جداول

صفحه

عنوان

- جدول ۳-۱- مشخصات ایستگاه‌های انتخابی هواشناسی حوضه تمر.....
- جدول ۴-۱- متوسط دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری حوضه تمر برای طول دوره آماری موجود به مترمکعب بر ثانیه.....
- جدول ۴-۲- متوسط دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری حوضه تمر برای طول دوره آماری اجرای مدل به مترمکعب بر ثانیه.....
- جدول ۴-۳- حداکثر دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری حوضه تمر برای طول دوره آماری موجود به مترمکعب بر ثانیه.....
- جدول ۴-۴- حداکثر دبی ماهانه ایستگاه هیدرومتری حوضه تمر برای طول دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۹ به مترمکعب بر ثانیه.....
- جدول ۴-۵- متوسط بارندگی ماهانه (میلی‌متر) ایستگاه سینوپتیک تمر برای طول دوره آماری موجود.....
- جدول ۴-۶- متوسط بارندگی ماهانه (میلی‌متر) ایستگاه سینوپتیک تمر برای طول دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۹....
- جدول ۴-۷- متوسط بارندگی ماهانه (میلی‌متر) ایستگاه گلیداغ برای طول دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۹.....
- جدول ۴-۸- نتایج نخستین اجرای مدل.....
- جدول ۴-۹- نتایج مدل پس از عمل واسنجی.....
- جدول ۴-۱۰- نتایج اجرای مدل تنها با ایستگاه بارانسنجی گلیداغ.....
- جدول ۴-۱۱- پارامترهای موثر بر رواناب.....
- جدول ۴-۱۲- نتایج واسنجی رواناب ماهانه حوضه تمر (مدل تنها با ایستگاه بارانسنجی گلیداغ اجرا شده)
- جدول ۴-۱۳- نتایج اعتبارسنجی رواناب ماهانه حوضه تمر (مدل تنها با ایستگاه باران‌سنجی تمر اجرا شده)...
- جدول ۴-۱۴- پارامترهای موثر بر رسوب.....
- جدول ۴-۱۵- نتایج واسنجی رواناب روزانه حوضه تمر.....
- جدول ۴-۱۶- نتایج اعتبارسنجی رواناب روزانه حوضه تمر.....
- جدول ۴-۱۷- نتایج واسنجی رسوب روزانه حوضه تمر.....
- جدول ۴-۱۸- نتایج اعتبارسنجی رسوب روزانه حوضه تمر.....

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۳-۱- چرخه هیدرولوژی در مدل SWAT.....
- شکل ۳-۲- مقایسه توزیع رطوبت مدل شده توسط روش گرین وامپت و یک توزیع عادی مشاهده شده....
- شکل ۳-۳- رفتار سفره آب که در مدل ذخیره جنبشی فرض شده است.....
- شکل ۳-۴- توزیع عمقی جذب آب.....
- شکل ۳-۵- ابعاد آبراهه زیرزمینی بررسی شده در مدل SWAT.....
- شکل ۳-۶- نقشه موقعیت حوضه آبخیز تمر در کشور و استان گلستان.....
- شکل ۳-۷- نقشه شبکه آبراهه‌های حوضه آبخیز تمر (شرکت آب منطقه‌ای گلستان، ۱۳۸۲).....
- شکل ۳-۸- نقشه تقسیم‌بندی حوضه آبخیز تمر.....
- شکل ۳-۹- نقشه موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی حوضه آبخیز تمر.....
- شکل ۳-۱۰- نقشه ارتفاعی حوضه آبخیز تمر.....
- شکل ۳-۱۱- نقشه شبکه جریان حوضه تمر تهیه شده توسط مدل SWAT.....
- شکل ۳-۱۲- نقشه کاربری اراضی حوضه تمر مورد استفاده در مدل SWAT.....
- شکل ۳-۱۳- نقشه خاک حوضه تمر مورد استفاده در مدل SWAT.....
- شکل ۳-۱۴- مفهوم عدم قطعیت برنامه SUFI-2 (عباسپور و همکاران، ۲۰۰۸).....
- شکل ۴-۱- نمودار مقدار بارش ایستگاه باران‌سنجی تمر جهت طول دوره آماری موجود.....
- شکل ۴-۲- نمودار مقدار بارش اندازه‌گیری شده ایستگاه باران‌سنجی گلیداغ جهت طول دوره آماری موجود.....
- شکل ۴-۳- زیرحوضه‌های حوضه تمر و محل خروجی حوضه تعیین شده توسط مدل SWAT.....
- شکل ۴-۴- رواناب ماهانه شبیه‌سازی شده و مشاهده‌ای ایستگاه تمر (ایستگاه باران‌سنجی گلیداغ و تمر)...
- شکل ۴-۵- رواناب ماهانه شبیه‌سازی شده حوضه تمر بعد از عمل واسنجی.....
- شکل ۴-۶- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ثابت جریان پایه زیرحوضه‌های
شماره ۱۲ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۱.....
- شکل ۴-۷- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ثابت جریان پایه زیرحوضه
شماره ۱۱-۱۸ و ۴ و ۲۰.....
- شکل ۴-۸- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ثابت ضریب مانینگ برای جریان در
کانال اصلی زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸ و ۱۴ و ۲۰.....

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۹-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر فاکتور جبران جذب گیاهی.....
- شکل ۱۰-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر فاکتور جبران تبخیر از خاک.....
- شکل ۱۱-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر زمان تاخیر برای تغذیه آبخوان زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....
- شکل ۱۲-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر زمان تاخیر برای تغذیه آبخوان زیرحوضه شماره ۱۲ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۱.....
- شکل ۱۳-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ضریب مانینگ برای جریان روی سطح زمین.....
- شکل ۱۴-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر عمق آستانه آب در آبخوان کم عمق برای برگشت جریان زیر حوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....
- شکل ۱۵-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ضریب آبی که از سفره‌های کم عمق به پروفیل خاک برمی‌گردد زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....
- شکل ۱۶-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ضریب آبی که از سفره‌های کم عمق به پروفیل خاک برمی‌گردد زیرحوضه شماره ۱۲ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۱.....
- شکل ۱۷-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ضریب نفوذ آبخوان زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....
- شکل ۱۸-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر ضریب نفوذ آبخوان زیرحوضه شماره ۱۲ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۱.....
- شکل ۱۹-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر شماره منحنی زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....
- شکل ۲۰-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر شماره منحنی زیر حوضه شماره ۱۲ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۱.....
- شکل ۲۱-۴- تاثیر حساسیت میزان رواناب حوضه تمر در اثر تغییر عمق آستانه آب در آبخوان کم عمق برای نفوذ به آبخوان عمیق زیرحوضه شماره ۱۱-۱۸-۱۴ و ۲۰.....