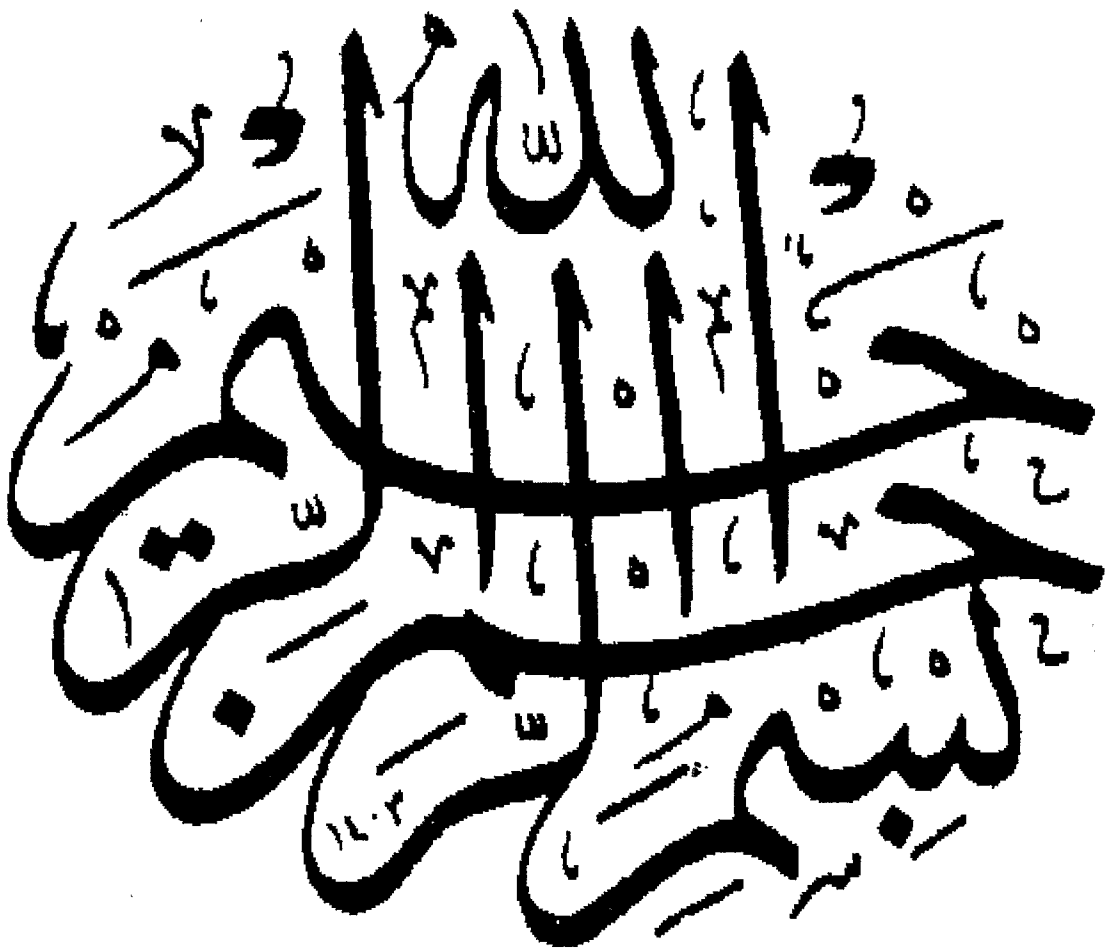


١٢٦٩٧٧

دانشگاه یزد
دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی منابع طبیعی -آبخیزداری

ارزیابی مدل WEPPدر برآورد رسوب و فرسایش آبی (مطالعه موردی: حوزه تیمارجان اقلید)

استادان راهنما: دکتر محمدرضا اختصاصی،دکتر محمد اخوان قالیباف

استادان مشاور: دکتر حمیدرضا عظیم‌زاده، مهندس سید حمید مصباح

پژوهش و نگارش: محمدرضا کوثری

۱۳۸۸/۷/۱۱
مرکز اطلاعات مدارک علمی ایران
ثبت مدارک

اسفندماه ۱۳۸۷

۱۲۶۹۷۷

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی الگو و مشوق من بوده اند

تقدیر و تشکر

سپاس بیکران خدواندی را که لطف و رحمتش را هر لحظه در زندگی احساس کردم و باری دیگر به من توفیقی عطا فرمود تا گامی هرچند کوتاه در راستای تحصیل علم بردارم. در طول دوره تحصیل در مقطع کارشناسی‌ارشد از محضر اساتیدی بهره جستم که هریک به نوبه خویش مرا در راه رسیدن به جایگاه رفیع انسانی که علم و دانش تنها بارقه‌ای از آن است راهنمایی نمودند؛ اساتیدی که دلسوزانه تجربیات گران‌بهای خود را چراغ راه من قرار دادند؛ از زحمات آن‌ها کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایم.

در این مقطع تحصیلی افتخار شاگردی استاد بزرگوار، جناب آقای دکتر محمدرضا اختصاصی را یافتم که همواره برای من الگویی شایسته در زمینه دانش و ادب بوده‌اند. از ایشان به خاطر همه زحمت‌ها و راهنمایی‌هایشان تشکر و قدردانی می‌نمایم و خداوند بزرگ را به خاطر بهره‌مندی از چنین نعمتی سپاسگزارم. جای دارد از زحمات و راهنمایی‌های بی‌شائبه استاد گرانقدر جناب آقای دکتر حمیدرضا عظیم‌زاده که همواره به عنوان استاد، دوست و برادر، در تمامی مراحل تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد در کنار بنده بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم. بی‌شک اگر راهنمایی‌ها و دلسوزی‌های ایشان نبود، این پایان نامه به سرانجام نمی‌رسید. همچنین از زحمات و راهنمایی‌های ارزنده جناب آقای دکتر محمد اخوان قالیباف و مهندس حمید مصباح، که مرا در تکمیل و هرچه بهتر به انجام رسیدن این تحقیق یاری دادند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در طی اجرای این پایان نامه از راهنمایی‌های دکتر Martin Minkowski از طراحان GeoWEPP و نویسنده راهنمای تکنیکی این برنامه نیز بهره‌مند بودم. از ایشان به خاطر صبر و تحمل بی‌نظیرشان در پاسخ به سؤال‌های فراوان من قدردانی می‌نمایم.

همچنین از زحمات و حمایت‌های پژوهشکده منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه یزد که از پایان‌نامه حاضر پشتیبانی ویژه‌ای به عمل آورد تشکر و قدرانی می‌نمایم. در نهایت جای آن دارد از پشتیبانی اداره کل منابع طبیعی استان فارس و همچنین اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان اقلید که مرا در انجام این پایان نامه یاری دادند کمال تقدیر و تشکر را به عمل آورم.

بسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی	صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد	شناسه: ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان نامـه تحصیلی آقای محمد رضا کوثری دانشجوی کارشناسی ارشد

رشتـه/گرایش: مهندسی منابع طبیعی –مرتع و آبخیزداری به شماره دانشجویی: ۸۵۰۳۶۲۴

تحت عنوان: ارزیابی مدل WEPP در برآورد رسوب و فرسایش آبی (مطالعه موردی: حوزه تیمارجان اقلید)

و تعداد واحد: ۶ درتاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۰ باحضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان‌نامه با نمره: به عدد ۱۹/۸۳ به حروف نوزده و هشتاد و سه صدم و درجه عالی مورد تصویب قرارگرفت.

عنوان	نام و نام خانوادگی	امضاء
استاد/ استادان راهنما:	محمد رضا اختصاصی محمد اخوان قالیباف	
استاد/ استادان مشاور:	حمید رضا عظیم زاده حمید مصباح	
متخصص وصاحبنظرداخلی:	علی طالبی	
متخصص و صاحبنظر خارجی:	علی فتح زاده	

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام ونام خانوادگی: شایسته دادفر نیا

امضاء:

چکیده

سالانه ده‌ها هزار تن خاک با ارزش از سطح حوزه‌های آبخیز فرسایش یافته و بخشی از آن به صورت رسوب وارد شبکه زهکشی شده و به بیرون از حوزه انتقال می‌یابد. فرسایش به شدت توان اکولوژیک حوزه‌های آبخیز را مورد هدف قرار داده و به تدریج سیر قهقرایی آن‌ها را موجب و تشدید می‌کند. از آنجا که اندازه‌گیری مستقیم فرسایش و رسوب مستلزم هزینه و وقت زیادی است، تا کنون به منظور برآورد فرسایش راه‌کارها و روش‌های متفاوتی ارائه شده است. تا به حال اغلب، مدل‌های مورد استفاده از نوع مدل‌های ساده و تجربی بوده و کمتر به مدل‌های با ساختارهای پیچیده و جدید توجه شده است. لذا در تحقیق حاضر، کارایی مدل WEPP به عنوان یکی از مدل‌های مبتنی بر فرآیند کمی و بروز که گرایش زیادی به استفاده از آن در سرتاسر جهان بوجود آمده است، در حوزه تیمارجان شهرستان اقلید، مورد ارزیابی واقع گردید. همچنین برای استفاده بهتر از مدل WEPP ، مدل دیگری با عنوان جستجوگر ایستگاه‌های مشابه هواشناسی (SCES) طراحی و تدوین شد. در این تحقیق، مدل WEPP با استفاده از رابط گرافیکی GeoWEPP در حوزه آبخیز تیمارجان اجرا گردید. مقادیر واقعی رسوب از اندازه‌گیری حجم و وزن رسوبات در داخل مخزن سدهای انتهایی این حوزه بدست آمد. نتایج نشان دهنده مقادیر برآورد شده و اندازه‌گیری‌شده رسوب به ترتیب برابر با ۰/۸ و ۰/۲۴۴ تن در هکتار در سال بوده است. نتایج در کل نشان می‌دهد که مدل WEPP مقادیر پیش‌بینی شده را بیش از مقدار واقعی برآورد کرده است. همچنین نقشه‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل به روش مسیر جریان و حوزه آبخیز نشان می‌دهد که مدل مناطقی را که از لحاظ پوشش گیاهی ضعیف بوده و در ارتفاعات پرشیب هستند به عنوان مناطق حساس در برابر فرسایش و تولید رسوب معرفی می‌نماید. ارتباط با سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، خروجی‌های متعدد، قابلیت کاربرد در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی و ارائه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر فرسایش و تولید رسوب از جمله مزیت‌های مهم WEPP و GeoWEPP محسوب می‌گردد. از طرف دیگرجمع‌آوری داده‌های مورد نیازمدل، محدودیت استفاده در حوزه‌های بزرگ، در نظر نگرفتن شرایط آب پایه در شبیه‌سازی‌ها و همچنین عدم انجام محاسبات مربوط به فرسایش‌های خندقی از جمله محدودیت‌های این مدل می‌باشد.

کلمات کلیدی: حوزه آبخیز تیمارجان، رسوب، فرسایش، GeoWEPP، WEPP.

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱

۱-۱ کلیات ۱

۱-۲ ضرورت تحقیق ۵

۱-۳ اهداف ۱۱

۲- مرور منابع ۱۳

۳- مروری بر مدل WEPP ۲۱

۳-۱ کلیات مدل WEPP ۲۱

۳-۲ توسعه مدل ۲۳

۳-۲-۱ محدودیتها ۲۳

۳-۲-۲ چهارچوب مدل ۲۴

۳-۳ مولفه‌ها و زیرمدل‌های WEPP ۲۸

۳-۴ ورودی‌های WEPP ۲۹

۳-۵ خروجی‌های مدل ۲۹

۴- معرفی محدوده مطالعاتی ۳۰

۴-۱ معرفی حوزه ۳۰

۴-۲ خصوصیات فیزیوگرافی حوزه ۳۴

۴-۲-۱ مساحت ۳۵

۴-۲-۲ محیط ۳۵

۴-۲-۳ ارتفاع حوزه ۳۵

۴-۲-۴ پستی و بلندی ۳۵

۴-۲-۵ طبقات ارتفاعی حوزه ۳۵

۴-۲-۶ هیپسومتری حوزه ۳۶

۴-۲-۷ شیب حوزه ۳۷
۴-۲-۸ جهت حوزه ۳۸
۴-۲-۹ شیب آبراهه اصلی ۴۰
۴-۲-۱۰ تراکم زهکشی ۴۰
۴-۲-۱۱ مشخصات آب و هوایی حوزه ۴۱
۵- مواد و روش‌ها ۴۳
۵-۱ نمودار جریانی ۴۳
۵-۲ ورودی آب و هوا ۴۴
۵-۲-۱ بررسی اطلاعات آب و هوایی مورد نیاز در دسترس ۴۷
۵-۲-۲ تشکیل پایگاه داده اطلاعات آب و هوایی ایالات متحده ۵۰
۵-۲-۳ تعیین پارامترهای اقلیمی مقایسه ۵۰
۵-۲-۴ تشکیل ماتریس پارامترهای مقایسه از اطلاعات آب و هوایی ایران ۵۱
۵-۲-۵ نحوه محاسبه پارامترهای ۹ گانه ۵۳
۵-۲-۶ برآورد پارامترهای مبنا از ایستگاه هواشناسی اقلید ۵۴
۵-۲-۷ روند مقایسه و تعیین شباهت‌های آب و هوایی ۵۵
۵-۲-۸ تعیین مشابه‌ترین ایستگاه‌ها و اولویت‌بندی ایستگاه‌ها ۵۶
۵-۲-۹ نتایج برنامه جستجوگر اقلیم‌های مشابه ۵۸
۵-۲-۱۰ ساخت فایل اقلیمی توسط Cligen ۶۲
۵-۲-۱۱ مزیت مدل جستجوگر ایستگاه‌های مشابه اقلیمی ۶۳
۵-۳ تهیه اطلاعات لایه مدیریت ۶۴
۵-۳-۱ تهیه نقشه مدیریت ۶۴
۵-۳-۲ تهیه فایل‌های مدیریت ۷۶
۵-۴ تهیه اطلاعات لایه خاک ۹۸

۵-۴-۱ تهیه نقشه خاک ۹۸
۵-۴-۲ تهیه نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز تیمارجان ۹۹
۵-۴-۳ تهیه نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی ۱۰۱
۵-۴-۴ نمونه‌برداری ۱۰۵
۵-۴-۵ تهیه فایل‌های خاک در محیط مدل WEPP ۱۰۵
۵-۴-۶ نحوه فراخوانی فایل خاک ۱۰۶
۵-۴-۷ پارامترهای پنجره خاک ۱۰۷
۵-۴-۸ آزمایش نمونه‌های خاک ۱۱۴
۵-۵ تهیه اطلاعات لایه شیب ۱۱۷
۵-۵-۱ نحوه تعیین شیب در مدل WEPP ۱۱۷
۵-۵-۲ تعیین شیب بوسیله GeoWEPP ۱۱۸
۵-۶ آماده‌سازی داده‌ها برای پردازش در محیط GeoWEPP ۱۲۰
۵-۶-۱ اجرای GeoWEPP ۱۲۱
۵-۶-۲ تعدیل CSA و MCSL ۱۲۱
۵-۶-۳ تعیین مرز حوزه ۱۲۲
۵-۶-۴ شروع به عملیات شبیه‌سازی ۱۲۳
۵-۶-۵ روش‌های مختلف شبیه‌سازی ۱۲۴
۵-۶-۶ خروجی مدل ۱۲۵
۵-۶-۷ اجرای GeoWEPP در حوزه آبخیز تیمارجان ۱۲۶
۵-۶-۸ برآورد مقدار رسوب در مخزن سد ۱۲۷
۵-۶-۹ اندازه‌گیری فرسایش در حوزه ۱۳۲
۵-۶-۱۰ آنالیز عدم قطعیت ۱۳۳
۶- نتایج، بحث و پیشنهادات ۱۳۵

۶-۱ نتایج ۱۳۵
۶-۲ بحث ۱۴۳
۶-۲-۱ بررسی حوزه تیمارجان از لحاظ تولید رسوب ۱۴۳
۶-۲-۲ مقایسه مقدار برآورد شده و اندازه‌گیری شده ۱۴۵
۶-۲-۳ بررسی نتایج آنالیز عدم قطعیت ۱۴۸
۶-۲-۴ ارزیابی قابلیت‌ها و محدودیت‌های مدل WEPP با توجه به اجرای مدل در حوزه مورد بررسی ۱۵۰
۶-۲-۵ پیشنهادها ۱۵۷
۷- منابع و مراجع ۱۵۹

فهرست جداول

جدول ۴-۱- پارامترهای مهم اقلیمی حوزه آبخیز تیمارجان بر مبنای ایستگاه سینوپتیک شهرستان اقلید ۴۱

جدول ۵-۱- پارامترهای آماری مورد استفاده در فایلهای Cligen ۴۸

جدول ۵-۲-جدول پارامترهای آماری۹ گانه و نام اختصاری آنها در فایل‌های Cligen ۵۵

جدول ۵-۳- پارامترهای آماری ۹ گانه استخراج شده از داده‌های ایستگاه اقلید ۵۵

جدول ۵-۴-جدول طبقات لایه‌های تولید شده در مراحل قبلی ۷۳

جدول ۵-۵- مقادیر واقعی و برآورد شده درصد پوشش گیاهی و بقایای گیاهی در ۴۲ نقطه کنترل زمینی ۷۵

جدول ۵-۶– پارامترهای پایگاه داده گیاه و شرایط جمع‌آوری و تکمیل اطلاعات آن‌ها ۹۷

جدول ۵-۷- جدول مربوط به اشکال مختلف زمین (land forms) در حوزه آبخیز تیمارجان ۱۰۴

جدول ۵-۸- جدول تعیین CEC بر اساس اطلاعات بافت خاک ۱۱۲

جدول ۵-۹- جدول تعیین CEC بر اساس اطلاعات کلوئیدهای خاک ۱۱۲

جدول ۵-۱۰– جدول اطلاعات بافت خاک، ماده آلی، CEC، رس و درصد سنگ برای ۱۳ پروفیل مورد بررسی ۱۱۶

جدول ۵-۱۱- داده‌های مورد نیاز جهت اجرای GeoWEPP ۱۲۰

جدول ۶-۱- نتایج حاصل از بررسی گزارش‌های متنی روش حوزه آبخیز (مقدار رسوب) ۱۳۶

جدول ۶-۲ - درصد عدم قطعیت برآورد مدل با مقدار اندازه‌گیری شده رسوب در تعداد سال‌های شبیه‌سازی معین ۱۳۶

فهرست اشکال

شکل ۱-۱- مکانیسم فیدبک مثبت در فرآیند فرسایش آبی خاک بر اثر جریان سطحی.....۲

شکل ۳-۱- مدل حوزه آبخیز متشکل از سه جز مخزن، کانال و دامنه ۲۳

شکل ۳-۲ - صفحه اول مدل WEPP ، این صفحه بیانگر مدل دامنه WEPP است ۲۵

شکل ۳-۳ نمودار جریانی مدل WEPP و قسمت‌های مختلف آن ۲۵

شکل ۳-۴- مثال مدل حوزه آبخیز WEPP و رابطه بخش‌های مختلف آن با یکدیگر ۲۷

شکل ۴-۱- موقعیت حوزه آبخیز تیمارجان در کشور، استان فارس و شهرستان اقلید ۳۲

شکل ۴-۲ - نمایی از دشت و ارتفاعات حوزه آبخیز تیمارجان ۳۲

شکل ۴-۳ - تصویر Google earth حوزه آبخیز تیمارجان.....۳۳

شکل ۴-۴- نقشه خطوط تراز حوزه آبخیزتیمارجان ۳۴

شکل ۴-۵– نمودار آلتیمتری حوزه آبخیز تیمارجان اقلید ۳۶

شکل ۴-۶- نقشه طبقات ارتفاعی حوزه آبخیزتیمارجان.....۳۶

شکل ۴-۷ – نمودار هیپسومتری حوزه آبخیز تیمارجان ۳۷

شکل ۴-۸- نمودار فراوانی طبقات شیب حوزه آبخیز تیمارجان ۳۷

شکل ۴-۹- نمودار فراوانی درصد جهات شیب حوزه آبخیز تیمارجان ۳۹

شکل ۴-۱۰– نقشه جهت شیب حوزه آبخیز تیمارجان.....۳۹

شکل ۴-۱۱- نقشه آبراهه‌های حوزه آبخیز تیمارجان.....۴۰

شکل ۵-۱– نمودار جریانی اجرای پروژه.....۴۴

شکل ۵-۲ - نمونهای از فایل‌های Cligen و پارامترهای آن ۴۸

شکل ۵-۳- نمودار جریانی برنامه تشکیل ماتریس پارامترهای مقایسه از اطلاعات آب و هوایی ایران.....۵۲

شکل ۵-۴- مقایسه میانگین بارش در ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۵۹

شکل ۵-۵- مقایسه انحراف معیار بارش در ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۵۹
شکل ۵-۶- مقایسه چولگی بارش در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۵۹
شکل ۵-۷- مقایسه احتمال روز مرطوب بعد از روز مرطوب در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۰
شکل ۵-۸- مقایسه احتمال روز مرطوب بعد از روز خشک در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۰
شکل ۵-۹- مقایسه میانگین حداکثر در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۰
شکل ۵-۱۰- مقایسه میانگین حداقل دما در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۱
شکل ۵-۱۱- مقایسه انحراف معیار حداکثر دما در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۱
شکل ۵-۱۲ - مقایسه انحراف معیار حداقل دما در دو ایستگاه با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) و ایران (اقلید).....۶۱
شکل ۵-۱۳- موقعیت ایستگاه مبنا با کدCA۰۴۴۶۴۷ کالیفرنیا (آمریکا) که برای تولید داده‌های آب و هوایی ۶۲
شکل ۵-۱۴ - قسمتی از فایل اقلیمی ساخته شده توسط Cligenبرای حوزه تیمارجان.....۶۳
شکل ۵-۱۵ - رابطه درصد پوشش گیاهی با مقدار عددی شاخص NDVI ۶۹
شکل ۵-۱۶- نقشه پراکنش پوشش گیاهی حوزه آبخیز تیمارجان و مناطق اطراف ۶۹
شکل ۵-۱۷- ارتباط بین درصد پوشش بقایای گیاهی و درصد پوشش گیاهی ۷۱
شکل ۵-۱۸– نقشه پراکنش درصد بقایای گیاهی حوزه آبخیز تیمارجان و مناطق اطراف ...۷۱

شکل ۵-۱۹- نقشه طبقه بندی مجدد لایه درصد پوشش گیاهی ۷۳
شکل ۵-۲۰- نقشه طبقه بندی مجدد لایه درصد پوشش باقی‌مانده‌های گیاهی ۷۴
شکل ۵-۲۱- نقشه واحدهای کاری به عنوان مبنای تهیه فایل‌های مدیریتی مدل WEPP .. ۷۴
شکل ۵-۲۲- نحوه وارد شدن به فایل اطلاعات مدیریت پروژه جاری ۷۷
شکل ۵-۲۳- پنجره‌ای ویرایش فایل مدیریت یا Management Editor..... ۷۷
شکل ۵-۲۴- نحوه ویرایش و تعیین تاریخ نوع عملیات (Operation Type) ۷۸
شکل ۵-۲۵- پنجره تعیین تاریخ ۷۹
شکل ۵-۲۶- نحوه انتخاب ردیف مورد نظر برای حذف یا قرار دادن ردیف جدید قبل از ردیف انتخاب شده ۷۹
شکل ۵-۲۷- تعیین نوع عملیات مورد نظر برای مدل ۸۰
شکل ۵-۲۸- پنجره اطلاعات شرایط اولیه یا Initial Conditions Database ۸۱
شکل ۵-۲۹- پنجره پایگاه اطلاعات گیاه یا Plant Database ۸۱
شکل ۵-۳۰- نحوه وارد سازی نوع کاربری مورد نظر از طریق لایه مدیریت صفحه اول مدل WEPP ۸۲
شکل ۵-۳۱- پنجره انتخاب نوع فایل مدیریت..... ۸۲
شکل ۵-۳۲- ارتباط مقدار ماده خشک گیاهی بر درصد تاج پوشش ۹۰
شکل ۵-۳۳- ارتباط بین مقدار ماده گیاهی خشک و حداکثر ارتفاع تاج پوشش ۹۱
شکل ۵-۳۴- رابطه شاخص سطح برگ و بایومس گیاهی ۹۱
شکل ۵-۳۵- فایل اطلاعات چرای دام برای حوزه آبخیز تیمارجان ۹۵
شکل ۵-۳۶- نمای کلی یکی از فایلهای مدیریتی تهیه شده در حوزه آبخیز تیمارجان..... ۹۸
شکل ۵-۳۷- نمودار درصد فراوانی سازندهای زمین‌شناسی موجود در حوزه آبخیز تیمارجان..... ۱۰۰
شکل ۵-۳۸- نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز تیمارجان ۱۰۰

شکل ۵-۳۹- رخساره دامنه نامنظم و توده سنگی در ارتفاعات حوزه ۱۰۲
شکل ۵-۴۰- سازندهای آهکی دارای درز و شکاف ۱۰۲
شکل ۵-۴۱- برون‌زدهای سنگی همراه با پوشش گیاهی..... ۱۰۲
شکل ۵-۴۲ - استقرار پوشش گیاهی مناسب بر روی رخساره مخروط افکنه حوزه ۱۰۳
شکل ۵-۴۳- نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی حوزه آبخیز تیمارجان..... ۱۰۴
شکل ۵-۴۴- نقشه موقعیت پروفیل‌های خاک در رخساره‌های ژئومورفولوژی حوزه آبخیز تیمارجان ۱۰۵
شکل ۵-۴۵- نحوه احضار فایل‌های خاک در محیط نرمافزار WEPP ۱۰۶
شکل ۵-۴۶- پنجره انتخاب نوع فایل خاک ۱۰۷
شکل ۵-۴۷- پنجره ویرایش اطلاعات فایل خاک..... ۱۰۷
شکل ۵-۴۸- تعیین نوع لایه محدود کننده ۱۱۳
شکل ۵-۴۹- تعیین نوع لایه محدود کننده توسط کاربر به صورت (User Difined)..... ۱۱۳
شکل ۵-۵۰- نمونه‌برداری از پروفیل شماره ۷ ..... ۱۱۴
شکل ۵-۵۱ – نمونه‌برداری از پروفیل شماره ۱۲ ..... ۱۱۴
شکل ۵-۵۲- آزمایش بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری..... ۱۱۵
شکل ۵-۵۳- پنجره ویرایش اطلاعات فایل شیب در محیط مدل WEPP ۱۱۷
شکل ۵-۵۴- ارتباط بین WEPP و GIS ۱۱۹
شکل ۵-۵۵- GeoWEPP بعد از بالا آمدن و قبل از اجرای فرآیندهای شبیه‌سازی..... ۱۲۱
شکل ۵-۵۶- حوزه و زیرحوزه‌های تعیین شده توسط GeoWEPP..... ۱۲۲
شکل ۵-۵۷- پنجره تعیین و معرفی فایل اقلیم به GeoWEPP..... ۱۲۳
شکل ۵-۵۸- پنجره جستجوگر فایل‌های مدیریت و خاک ۱۲۴
شکل ۵-۵۹- پنجره نهایی GeoWEPP قبل از شروع به اجرای عملیات شبیه‌سازی و محاسبات مدل..... ۱۲۴

شکل ۵-۶۰- GeoWEPP بعد از شبیه‌سازی و اجرا و نقشه‌های رستری تولید شده ۱۲۶
شکل ۵-۶۱ - نقشه سد و موقعیت آن در انتهای آبراهه اصلی حوزه تیمارجان ۱۲۸
شکل ۵-۶۲- قسمت اول سد احداث شده در نقطه خروجی حوزه ۱۲۸
شکل ۵-۶۳- قسمت دوم سد احداث شده در نقطه خروجی حوزه..... ۱۲۸
شکل ۵-۶۴- مدل رقومی ارتفاع مخزن اول قبل از رسوبگیری ۱۲۹
شکل ۵-۶۵- مدل رقومی ارتفاع مخزن اول بعد از رسوبگیری..... ۱۲۹
شکل ۵-۶۶- نقشه رستری ارتفاع رسوب در مخزن شماره یک..... ۱۳۰
شکل ۵-۶۷- مجرای هدایت سیلاب به مخزن سد ۱۳۱
شکل ۵-۶۸- بند انحرافی بر روی آبراهه اصلی حوزه..... ۱۳۱
شکل ۵-۶۹- محدود تعیین عدم قطعیت برای مقدار برآورد شده با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده ۱۳۴
شکل ۶-۱ - نقشه پراکنش مقدار رسوب حوزه آبخیز تیمارجان به روش حوزه آبخیز یا Offsite (شبیه‌سازی ۲ سال) ۱۳۸
شکل ۶-۲ - نقشه پراکنش مقدار فرسایش حوزه آبخیز تیمارجان به روش مسیرجریان یا Onsite (شبیه‌سازی ۲ سال) ۱۳۸
شکل ۶-۳ - نقشه پراکنش مقدار رسوب حوزه آبخیز تیمارجان به روش حوزه آبخیز یا Offsite (شبیه‌سازی ۵ سال) ۱۳۹
شکل ۶-۴ - نقشه پراکنش مقدار فرسایش حوزه آبخیز تیمارجان به روش مسیرجریان یا Onsite (شبیه‌سازی ۵ سال) ۱۳۹
شکل ۶-۵ - نقشه پراکنش مقدار رسوب حوزه آبخیز تیمارجان به روش حوزه آبخیز یا Offsite (شبیه‌سازی ۱۲ سال)..... ۱۴۰
شکل ۶-۶- نقشه پراکنش فرسایش حوزه آبخیز تیمارجان به روش مسیرجریان یا Onsite (شبیه‌سازی ۱۲ سال) ۱۴۰

شکل ۶-۷- نقشه پراکنش مقدار رسوب حوزه آبخیز تیمارجان به روش حوزه آبخیز یا Offsite (شبیه‌سازی ۷۵ سال) ۱۴۱
شکل ۶-۸ - نقشه پراکنش مقدار فرسایش حوزه آبخیز تیمارجان به روش مسیرجریان یا Onsite (شبیه‌سازی ۷۵ سال) ۱۴۱
شکل ۶-۹ - نقشه پراکنش مقدار رسوب حوزه آبخیز تیمارجان به روش حوزه آبخیز یا Offsite (شبیه‌سازی ۱۰۰ سال) ۱۴۲
شکل ۶-۱۰ - نقشه پراکنش فرسایش حوزه آبخیز تیمارجان به روش مسیرجریان یا Onsite (شبیه‌سازی ۱۰۰ سال) ۱۴۲

فصل اول

مقدمه

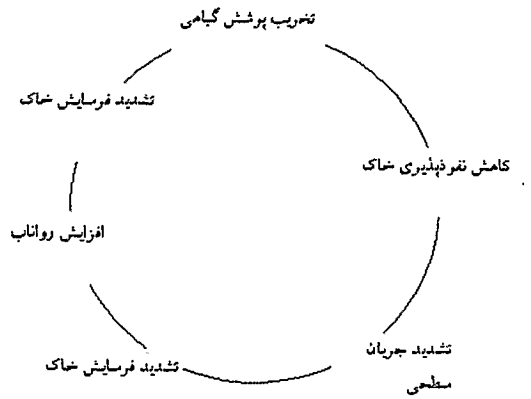
۱-۱ کلیات

سالانه ده‌ها هزار تن خاک با ارزش از سطح حوزه‌های آبخیز فرسایش یافته و بخشی از آن به عنوان رسوب از طریق شبکه زهکشی به بیرون از حوزه انتقال می‌یابد. البته فرسایش فقط شامل ذرات خاک نشده، بلکه شامل هر ذره از هر سازندی که توان مقاومت در برابر نیروها و تنش برشی باران، باد یا جریان آب را نداشته باشد، می گردد.

فرسایش و رسوب از زمان شکل‌گیری این کره خاکی وجود داشته، و در آینده نیز وجود خواهد داشت و همواره از عوامل اصلی تأثیرگذار و تحول و تکامل سیمای زمین بوده‌اند. این دو پدیده به عنوان ابزار اصلی فرآیند دشت‌سازی عمل نموده، از یک طرف موجب تخریب ارتفاعات و کوهستان‌ها و از طرف دیگر موجب تشکیل و گسترش دشت‌هایی است که امروزه بستر بسیاری از فعالیت های انسانی به حساب می‌آیند، به طوری که بخش اعظمی از سازندهای کواترنری، پیامد دو پدیده فرسایش و تولید رسوب است[۱].

شواهد نشان می‌دهد که در گذشته نیز فرآیندهای فرسایش و رسوب، با شدت و حدت مختلف وجود داشته است. بررسی نهشته‌های قدیمی کواترنری قدیمی همه نمایانگر عملکرد گسترده این فرآیندها در گذشته است که دارای مقیاس زمانی چند صد هزار ساله و فراتر از تاریخ تمدن انسانی است. اما در مقیاس زمانی کوتاهتر و در حد دهه یا قرن، عملکرد فرسایش خصوصاً فرسایش خاک، به عنوان تهدیدی برای زندگی بشر مطرح است و پیامدهای فاجعه‌باری را به دنبال خواهد داشت. باید گفت که فرسایش همواره وجود دارد، اما آنچه موجب تهدید است، تغییر شدت فرسایش یا به عبارتی بهتر افزایش شدت آن می‌باشد.

شاید یکی از مهمترین جنبه‌های ناشی از خسارت فرسایش، از دست رفتن خاک است که تولید یک سانتی‌متر آن، نیازمند گذشت ۳۰۰ تا ۷۰۰ سال و یا بیشتر است. خاک بستر اعظم تولیدات کشاورزی و دامداری است که بخش عمده‌ای از غذای انسان بدان مربوط بوده و هرگونه خطری برای آن، تهدیدی جدی برای زندگی و امنیت غذایی بشر محسوب می‌گردد. علی‌رغم زمان طولانی فرآیند تولید خاک، فرسایش به سرعت منجر به از بین رفتن خاک شده و آن را به رسوب تولید می‌کند که این واقعه نیز بر خسارات آن می‌افزاید. این در حالی است که فرآیند فرسایش به صورت چرخشی (سیکلی) عمل نموده و فرسایش‌های قبلی زمینه ساز افزایش شدت فرسایش خاک در مراحل بعدی است. به عبارتی فرسایش خاک داری خاصیت فیدبک مثبت است[۲]. شکل زیر این واقعیت را بهتر نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- مکانیسم پس‌خور مثبت در فرآیند فرسایش آبی خاک بر اثر جریان سطحی

افزایش فرسایش، منجر به افزایش رواناب و افزایش رواناب موجب افزایش فرسایش می‌گردد، این پس‌خور مثبت (تشدید شونده) تا آنجا ادامه می‌یابد که یا یک عامل نگهدارنده مانع آن گردد و یا خاک به کلی فرسایش یافته و از دست برود.

فرسایش خاک موجب از دست رفتن خاک و حاصلخیزی آن می‌گردد که این دو عامل، کاهش تولید را به دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر، اکثراً لایه سطحی خاک، دارای مواد آلی بیشتری نسبت به سایر افق‌هاست که در صورت وجود فرسایش، این لایه سطحی با ارزش از بین رفته یا تضعیف می‌شود و پیرو آن حاصلخیزی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد." فرسایش خاک مهمترین عامل هدررفت مواد غذایی خاک سطحی و کاهش فرسایش در شرایط آب و هوای مرطوب است[۳، ۴، ۵ و ۶].

از این طریق است که فرسایش، توان اکولوژیک حوزه‌های آبخیز را مورد هدف قرار داده و با کاهش این توان، موجب سیر قهقرایی اکوسیستم‌ها می‌گردد. فرسایش موجب تضعیف پوشش گیاهی شده و این عامل منجر به افزایش رواناب و متعاقب آن افزایش فراوانی وقوع و بزرگی سیلاب‌ها می‌گردد. همراه با هر سیلاب، حتی سیلاب‌های با دوره بازگشت پایین، حجمی از خاک، مواد آلی و معدنی با ارزش از سطح حوزه خارج می‌شود. این مواد به صورت رسوب موجب ایجاد خسارت‌های بیشتر می‌گردد. چه بسا در صورت تداوم افزایش فرسایش خاک و پیرو آن کاهش توان اکولوژی حوزه، خطر بیابان‌زایی جلوه‌گر گردد که مدیریت اکوسیستم را با مشکلات جدی و زندگی انسانی را با خطرات جدی‌تر همراه می‌سازد.

اثرات بعدی فرسایش، مربوط به تولید رسوب است. رسوب، شامل آن قسمت از فرسایش است که وارد شبکه هیدروگرافی شده و همراه جریان آب انتقال می‌یابد. پس رسوب تابعی از مقدار فرسایش است و افزایش فرسایش منجر به افزایش تولید رسوب می‌گردد. البته این رابطه به صورت خطی نبوده و در نهایت بستگی به پتانسیل حوزه در انتقال و بده رسوب دارد. ولی به هر حال افزایش فرسایش منجر به بیشتر شدن تولید رسوب می‌گردد و تولید رسوب نیز مشکلات خاص خود را به همراه دارد.