

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسم الله الرحمن الرحيم
دانشگاه یزد
دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
علوم و مهندسی آبخیزداری

بررسی کارایی مدل WEPP در برآورد رواناب، فرسایش و رسوب در حوزه‌های آبخیز مناطق
نیمه خشک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سنگانه، استان خراسان رضوی)

استاد راهنما:

دکتر علی طالبی

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر عباسی

پژوهش و نگارش:

شهربانو عباسی جندانی

مهر ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب با نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه / رساله متعلق به دانشگاه یزد است و هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی از این پایان‌نامه/ رساله برای تولید دانش فنی، ثبت اختراع، ثبت اثر بدیع هنری، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس و ارائه مقاله در سمینارها و مجلات علمی از این پایان نامه/ رساله منوط به موافقت کتبی دانشگاه یزد است.

شکر و سپاس خدا را که بزرگترین امید و یاور در لحظه لحظه زندگیت.

خداوند به ما توفیق تلاش در شکست، صبر در نومی، رفتن بی همراه، جهاد بی سلاح، کار بی
پاداش، فداکاری در سکوت، دین بی دنیا، مذهب بی عوام، عظمت بی نام، خدمت بی
نان، ایمان بی ریا، خوبی بی نمود، کساحی بی حامی، مناعت بی غرور، عشق بی هوس، تنهایی در
انبوه جمعیت و دوست داشتن بی آنکه دوست بدانند، راعنایت فرما.

آمین.

تقدیم به آستان پر مهر تو ای موعود مهربان که حضورت راتنه ایمم.

پروردگارا:

نه می توانم موباشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دست های پینه بسته شان
که شمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس تو فیتقم ده که هر لحظه سگر گذارشان
باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان همیشه منظر مادرم.

حمد و سپاس خداوند متعال را که نعمت وجود را در قالب انسان مختار بر ما ارزانی داشت و نعمت شکر و قدردانی را به عنوان یکی از زیباترین جلوه های زندگی به بندگان خویش عطا فرمود. بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه او، با زبان قاصد دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، پاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تا این می کند و سلامت امانت بانی را که به دستش سپرده اند، تضمین، بر خود لازم می دانم تا از استاد گرامی جناب آقای دکتر علی طالبی به دلیل راهبانی های ارزنده و سه صدر در طول این پیمان نامه کمال شکر و قدردانی را اعلام دارم. بی شک بدون راهبانی ها و دلسوزی های ایشان این پیمان نامه به سرانجام نمی رسید. همچنین از جناب آقای دکتر علی اکبر عباسی که مراد تکمیل و انجام هر چه بهترین پیمان نامه یاری دادند، شکر و قدردانی می کنم. علاوه بر این از زحمات و راهبانی های جناب آقای مهندس محمدرضا کوثری کمال شکر و قدردانی را اعلام می دارم. همچنین لازم است تا از زحمات و راهبانی های دکتر محمد انخوان قالیباف، دکتر حمیدرضا عظیم زاده، دکتر عبدالصالح رنخاور، دکتر علی گلکاریان، مهندس صادقان، مهندس خواجه و آقای امامیان تقدیر و شکر نمایم.

علاوه بر این بر خود لازم می دانم تا از آقای دکتر Dennis C. Flanagan که از مؤسسان مدل WEPP می باشد و نیز آقای James R. Frankenberger که در طول اجرایی این پیمان نامه پاسخگویی سوالات فراوان من بوده اند و نیز به خاطر راهبانی های ارزنده شان، تقدیر و شکر نمایم.

علاوه بر این از همکاری صمیمانه کارمندان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، شکر می کنم.

در پیمان نیز بر خود لازم می دانم تا از زحمات، دگر می ها و پشتیبانی های خانواده ام در پیشبرد این پیمان نامه کمال شکر و تقدیر

را به عمل آورم.



مدیریت تحصیلات تکمیلی

صور تجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی دوره
کارشناسی ارشد

شناسه: ب/ک/۳

دانشجوی کارشناسی ارشد

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای/ خانم:

رشته/گرایش:

تحت عنوان:

و تعداد واحد: در تاریخ / / ۱۳ باحضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان نامه با نمره: به عدد به حروف

و درجه مورد تصویب قرار گرفت.

<u>امضاء</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>	<u>عنوان</u>
		استاد/ استادان راهنما:
		استاد/ استادان مشاور:
		متخصص و صاحب نظر داخلی:
		متخصص و صاحب نظر خارجی:

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی:

امضاء:

چکیده

با توجه به رشد روزافزون جمعیت و تقاضای فزاینده برای تولید غذا، حفاظت از منابع آب و خاک و در نتیجه بررسی وضعیت فرسایش و رسوب، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. از طرفی با توجه به عدم وجود مدل بومی در کشور، نیاز است تا مدل‌های وارداتی ارزیابی شوند. بدین منظور در این تحقیق سعی شده است تا میزان کارایی مدل WEPP در سطح دامنه و به صورت تک رخدادی در حوزه آبخیز تحقیقاتی سنگانه کلات واقع در استان خراسان رضوی، مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور تعداد ۱۷ رگبار رخ داده طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ (۲۰۰۹-۲۰۰۶) انتخاب شده و سپس چهار فایل اقلیمی مورد نیاز برای سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ با استفاده از برنامه BPCDG تولید گردیده است. برای اجرای مدل WEPP علاوه بر فایل اقلیم، سه فایل مربوط به اطلاعات توپوگرافی، خاک و گیاه/مدیریت نیز لازم است. برای اجرای مدل در منطقه مطالعاتی، ۱۳ پلات واقع در دامنه‌ها و زیرحوزه‌های مختلف انتخاب و سپس به تعداد پلات‌های منتخب، فایل‌های توپوگرافی و خاک، آماده شده است. از طرفی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های مختلف، تعداد ۵۲ فایل گیاه/مدیریت نیز تهیه شده است. نتایج اولیه حاصل از اجرای مدل حاکی از این است که مدل WEPP به جز برای یکی از رگبارها، نتوانسته است مقادیری را برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی پیش‌بینی کند. علت این امر، شدت پایین رگبارها و بالا بودن هدایت هیدرولیکی مؤثر خاک در منطقه مطالعاتی می‌باشد. نتایج پیش‌بینی شده برای رگبار رخ داده در تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴ نیز حاکی از نتایج ضعیف مدل می‌باشد بطوریکه ضریب کارایی نش-ساتکلیم برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی به ترتیب ۱/۹۰-، ۰/۸۶- و ۰/۷۶- بوده است. سپس مدل با استفاده از پارامترهای هدایت هیدرولیکی مؤثر، تنش برشی بحرانی، فرسایش پذیری شیاری و بین شیاری، واسنجی شده است. پس از آن، مدل واسنجی شده در پنج پلات و برای کلیه رگبارها اعتبارسنجی شده است. نتایج حاصله نشان دهنده بهبود نتایج مدل می‌باشد (رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴). ضریب تعیین برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی به ترتیب به ۰/۸۳، ۰/۵۹ و ۰/۷۷ رسیده است. ضریب نش-ساتکلیم نیز در مرحله اعتبارسنجی برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی به ترتیب ۰/۴۲، ۰/۵۴ و ۰/۶۹ بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مدل دامنه WEPP زمانی می‌تواند در منطقه مطالعاتی کارایی نسبتاً مناسب و رضایت بخشی داشته باشد که برای رگبارهایی با شدت بالا اجرا شود. در غیر این صورت مدل در این منطقه و با این شرایط بارشی، نمی‌تواند کارایی مناسبی داشته باشد.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی، رواناب، تلفات خاک، بار رسوبی، مدل دامنه WEPP، حوزه

آبخیز سنگانه

شماره صفحه

فهرست مطالب

۱	..... فصل اول (مقدمه و کلیات).	-۱
۳	..... چهارچوب پایان نامه	-۱-۱
۳	..... مقدمه	-۲-۱
۹	..... مدل WEPP	-۳-۱
۱۰	..... مسئله اساسی تحقیق	-۴-۱
۱۱	..... ضرورت انجام تحقیق	-۵-۱
۱۲	..... اهداف تحقیق	-۶-۱
۱۳	..... فرضیات تحقیق	-۷-۱
۱۵	..... فصل دوم (سابقه تحقیق).	-۲
۱۷	..... مقدمه	-۱-۲
۱۹	..... تحقیقات انجام شده در داخل کشور	-۲-۲
۲۱	..... تحقیقات انجام شده در خارج از کشور	-۳-۲
۳۷	..... فصل سوم (مواد و روش‌ها).	-۳
۳۹	..... معرفی مدل WEPP	-۱-۳
۳۹	..... مقدمه	-۱-۱-۳
۳۹	..... قابلیت‌های مدل WEPP	-۲-۱-۳
۴۰	..... محدودیت‌های مدل WEPP	-۳-۱-۳
۴۰	..... نسخه‌های مدل WEPP	-۴-۱-۳
۴۲	..... تفاوت نسخه دامنه و حوزه آبخیز مدل WEPP	-۵-۱-۳
۴۳	..... نظریات اساسی در مدل WEPP	-۶-۱-۳
۴۴	..... اجزای نسخه دامنه مدل WEPP	-۷-۱-۳

۴۴	.....اقلیم	۱-۷-۱-۳
۴۵	.....هیدرولوژی زمستانی	۲-۷-۱-۳
۴۶	.....هیدرولوژی سطحی دامنه	۳-۷-۱-۳
۴۸	.....موازنه آب و نفوذ عمقی	۴-۷-۱-۳
۴۸	.....هیدرولوژی زیرسطحی	۵-۷-۱-۳
۴۹	.....خاک	۶-۷-۱-۳
۵۰	.....رشد گیاه	۷-۷-۱-۳
۵۱	.....تجزیه بقایا و مدیریت	۸-۷-۱-۳
۵۱	.....هیدرولیک جریان زمینی	۹-۷-۱-۳
۵۲	.....فرسایش سطحی دامنه	۱۰-۷-۱-۳
۵۴	.....آبیاری	۱۱-۷-۱-۳
۵۵	.....نسخه حوزه آبخیز مدل WEPP	۸-۱-۳
۵۵	.....اجرای مدل WEPP	۹-۱-۳
۵۵	.....اجرای نسخه دامنه مدل WEPP	۱-۹-۱-۳
۵۸	.....اجرای نسخه حوزه مدل WEPP	۲-۹-۱-۳
۵۸	.....خروجی مدل WEPP	۱۰-۱-۳
۵۹	.....معرفی منطقه مطالعاتی	۲-۳
۵۹	.....خصوصیات عمومی منطقه	۱-۲-۳
۵۹	.....آب و هوا	۱-۱-۲-۳
۶۰	.....زمین شناسی و ژئومورفولوژی	۲-۱-۲-۳
۶۱	.....چینه شناسی	۳-۱-۲-۳
۶۱	.....پوشش گیاهی	۴-۱-۲-۳

۶۲	.....خاکشناسی	۵-۱-۲-۳
۶۲	.....خصوصیات عرصه پایگاه تحقیقاتی سنگانه	۲-۲-۳
۶۲	.....احداث پلات‌ها	۱-۲-۲-۳
۶۶	.....تعیین حوزه‌های مناسب پایگاه تحقیقات سنگانه	۳-۲-۳
۶۶	.....وضعیت و شرایط حوزه‌ها	۴-۲-۳
۶۹	.....طراحی سیستم جمع آوری رواناب و رسوب حوزه‌ها	۵-۲-۳
۷۰	.....روش تحقیق	۳-۳
۷۰	.....تعیین پلات‌های منتخب برای اجرای مدل دامنه WEPP	۱-۳-۳
۷۱	.....بررسی خصوصیات بارندگی‌ها	۲-۳-۳
۷۲	.....تهیه فایل‌های ورودی مدل WEPP	۳-۳-۳
۷۲	.....فایل ورودی اقلیم	۱-۳-۳-۳
۸۰	.....فایل ورودی توپوگرافی	۲-۳-۳-۳
۸۰	.....فایل ورودی خاک	۳-۳-۳-۳
۸۵	.....فایل ورودی گیاه/ مدیریت	۴-۳-۳-۳
۱۰۱	.....تکمیل فایل‌های ورودی مدل دامنه WEPP	۵-۳-۳-۳
۱۰۲	.....اجرای مدل دامنه WEPP	۴-۳-۳
۱۰۲	.....آنالیز حساسیت مدل دامنه WEPP	۵-۳-۳
۱۰۴	.....واسنجی مدل دامنه WEPP	۶-۳-۳
۱۰۴	.....اعتبارسنجی مدل دامنه WEPP و برآورد خطا و تعیین کارایی مدل	۷-۳-۳
۱۰۷	.....فصل چهارم (نتایج و بحث)	۴
۱۰۹	.....تکمیل فایل‌های ورودی مدل WEPP	۱-۴
۱۰۹	.....فایل اقلیم	۱-۱-۴

۱۱۱	.....فایل توپوگرافی.....	-۲-۱-۴
۱۱۲	.....فایل خاک.....	-۳-۱-۴
۱۱۳	.....فایل گیاه/ مدیریت.....	-۴-۱-۴
۱۱۴	.....شاخص سطح برگ.....	-۱-۴-۱-۴
۱۱۵	.....نسبت ریشه به رشد بالا.....	-۲-۴-۱-۴
۱۱۵	.....شبیه سازی دوره رشد گیاه در منطقه مطالعاتی با استفاده از مدل WEPP.....	-۳-۴-۱-۴
۱۲۲	.....اجرای مدل.....	-۲-۴
۱۲۵	.....آنالیز حساسیت.....	-۳-۴
۱۴۳	.....نتایج اجرای مدل در حالت واسنجی.....	-۴-۴
۱۴۸	.....نتایج اجرای مدل در حالت اعتبارسنجی.....	-۴-۴
۱۵۵	.....فصل پنجم (نتیجه گیری و پیشنهادات).....	-۵
۱۵۷	.....نتیجه گیری.....	-۱-۵
۱۶۰	.....قابلیت‌ها و محدودیت‌های مدل WEPP در این تحقیق.....	-۲-۵
۱۶۰	.....قابلیت‌ها.....	-۱-۲-۵
۱۶۲	.....محدودیت‌ها.....	-۲-۲-۵
۱۶۳	.....پیشنهادات.....	-۳-۵
۱۶۷	.....منابع و مأخذ.....	

فهرست جداول

شماره صفحه

۸	مدل‌های فرسایش / انتقال رسوب (Merritt و همکاران، ۲۰۰۳).....	۱-۱-
۶۹	حجم رواناب و دبی پیک طراحی حوزه‌ها.....	۱-۳-
۷۰	پلات‌های معرف هر یک از حوزه‌های پایگاه تحقیقاتی سنگانه.....	۲-۳-
۷۱	مشخصات رگبارهای استفاده شده در تحقیق.....	۳-۳-
۸۰	مشخصات توپوگرافیکی پلات‌های منتخب.....	۴-۳-
۱۰۰	مشخصات پلات‌های منتخب در حوزه آبخیز سنگانه.....	۵-۳-
۱۰۴	مشخصات رگبارهای استفاده شده برای آنالیز حساسیت.....	۶-۳-
۱۱۳	جدول اطلاعات فایل خاک برای ۱۳ پلات منتخب.....	۱-۴-
۱۱۴	پارامترهای گیاهی برداشت شده در بازدید میدانی.....	۲-۴-
۱۱۵	شاخص سطح برگ برای منطقه مطالعاتی.....	۳-۴-
۱۱۵	نسبت ریشه به رشد بالای زمین.....	۴-۴-
۱۱۷	پارامترهای اقلیمی منحنی رشد برای گیاهان یکساله.....	۵-۴-
۱۱۷	پارامترهای اقلیمی منحنی رشد برای گیاهان چند ساله.....	۶-۴-
۱۱۷	درجه روز تا جوانه زدن تجمعی.....	۷-۴-
۱۱۸	درجه روز رشد تجمعی فصل رشد تجمعی.....	۸-۴-
۱۲۲	مقایسه نتایج رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴	۹-۴-
۱۲۳	نتایج اجرای مدل WEPP.....	۱۰-۴-
۱۲۷	تعیین درجه حساسیت پارامترهای مدل WEPP با استفاده از تخمینگر شیب Sen- پلات ۱۶.....	۱۱-۴-
۱۲۹	اولویت بندی پارامترها در چهار فایل ورودی مدل WEPP بر اساس رگبارهای انتخابی- رواناب- پلات ۱۶.....	۱۲-۴-

۱۲۹	اولویت بندی پارامترها در چهار فایل ورودی مدل WEPP بر اساس رگبارهای انتخابی - تلفات خاک - پلات ۱۶.....	۱۳-۴
۱۲۹	اولویت بندی پارامترها در چهار فایل ورودی مدل WEPP بر اساس رگبارهای انتخابی - بار رسوبی - پلات ۱۶.....	۱۴-۴
۱۳۶	اولویت بندی نهایی پارامترهای مدل WEPP به ترتیب حساسیت - روش Sen - پلات ۱۶.....	۱۵-۴
۱۳۶	اولویت بندی پارامترهای مدل WEPP به ترتیب حساسیت - روش Sen - پلات ۲۸.....	۱۶-۴
۱۳۷	اولویت بندی پارامترهای مدل WEPP به ترتیب حساسیت - روش Sen - پلات ۱۱.....	۱۷-۴
۱۴۶	مقایسه نتایج رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی - مرحله واسنجی - رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۱۸-۴
۱۴۶	نتایج اجرای مدل WEPP - مرحله واسنجی.....	۱۹-۴
۱۴۹	مقایسه نتایج رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی - مرحله اعتبار سنجی - رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۲۰-۴
۱۴۹	نتایج اجرای مدل WEPP - مرحله اعتبارسنجی.....	۲۱-۴
۱۵۲	محاسبه کارایی مدل با ضریب نش - ساتکلیف - رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۲۲-۴

فهرست اشکال

شماره صفحه

۴۱	..... حوزه کوچکی که مدل فرسایشی WEPP در آن به کار برده شده است.	۱-۳-
۴۴	.....فلوچارت سیستم مدل پیش بینی فرسایش WEPP.	۲-۳-
۶۳	.....موقعیت پایگاه تحقیقاتی سنگانه در کشور.	۳-۳-
۶۴	.....دورنمایی از پایگاه تحقیقاتی سنگانه.	۴-۳-
۶۴	.....شرایط متفاوت وضعیت سازند و خاک در پایگاه تحقیقاتی سنگانه.	۵-۳-
۶۵	.....پوشش‌های متفاوت گیاهی و شیب در پایگاه تحقیقاتی سنگانه.	۶-۳-
۶۵	.....سمت راست) نمونه‌ای از پلات‌های احداثی سیمانی در خاک کم عمق، سمت چپ) نمونه‌ای از پلات‌های احداثی فلزی در خاک عمیق.....	۷-۳-
۶۵	.....سمت راست) دسته ای از پلات‌های احداثی در دامنه شیب‌دار با پوشش گیاهی مناسب، سمت چپ) پلات‌های احداثی در دامنه شیب دار کم خاک و سنگریزه دار..	۸-۳-
۶۷	.....سمت راست) نمایی از حوزه (E1)، سمت چپ) نمایی از حوزه (E2).....	۹-۳-
۶۷	.....سمت راست) نمایی از حوزه (E3)، سمت چپ) نمایی از حوزه (E4).....	۱۰-۳-
۶۹	.....سمت راست) نمایی از حوزه (E5)، سمت چپ) نمایی از حوزه (E6).....	۱۱-۳-
۷۶	.....رابطه رگرسیونی بین دمای حداکثر منطقه سنگانه و ایستگاه مشهد.....	۱۲-۳-
۷۶	.....رابطه رگرسیونی بین دمای حداقل منطقه سنگانه و ایستگاه مشهد.....	۱۳-۳-
۷۶	.....فرمت نهایی فایل داده ورودی باران BPCDG، (sg2006PL.CSV).....	۱۴-۳-
۷۷	.....فرمت نهایی فایل داده دما و باد BPCDG (sg2006CS.CSV).....	۱۵-۳-
۷۷	.....فرمت فایل داده ورودی جداول باد، تابش و دمای نقطه شبنم، نمایش چهار بخش (sg2006CL.DAT).....	۱۶-۳-
۷۷	.....فایل ورودی داده موقعیت (sg2006ST.DAT).....	۱۷-۳-
۷۸	.....فایل استفاده شده برای کنترل دیگر مجموعه‌های داده‌های هواشناسی (sg2006CS.CTL).....	۱۸-۳-
۷۸	.....فایل کنترلی استفاده شده برای چک کردن الگوهای بارش، (sg2006PL.CTL).....	۱۹-۳-

۷۹	فایل استفاد شده برای کنترل نهایی داده‌های هواشناسی، (sg2006.ERR).....	۲۰-۳
۷۹	بخشی از فایل اقلیمی نقطه انفصال تولید شده توسط BPCDG (sg2006.cli).....	۲۱-۳
۸۲	سمت راست) آزمایش بافت خاک به روش هیدرومتری، سمت چپ) اندازه‌گیری درصد مواد آلی خاک.....	۲۲-۳
۸۳	آزمایش هدایت هیدرولیکی.....	۲۳-۳
۹۵	برداشت خاک برای به دست آوردن جرم ریشه موجود در ۱۰ cm خاک- زیر حوزه یک.....	۲۴-۳
۹۶	برداشت خاک برای به دست آوردن جرم ریشه موجود در ۱۰ cm خاک- زیر حوزه پنج.....	۲۵-۳
۹۶	جداسازی ریشه‌های زنده و مرده- زیر حوزه یک.....	۲۶-۳
۹۶	جداسازی ریشه‌های زنده و مرده- زیر حوزه پنج.....	۲۷-۳
۹۸	وضعیت رشد گیاه در آمریکا، (اطاعات اقلیمی ایستگاه نیدلیس، ایالت کالیفرنیا).....	۲۸-۳
۱۰۱	برداشت میدانی اطلاعات مربوط به گیاه- زیر حوزه یک.....	۲۹-۳
۱۰۲	برداشت میدانی اطلاعات مربوط به گیاه- زیر حوزه سه.....	۳۰-۳
۱۰۲	برداشت میدانی اطلاعات مربوط به گیاه- زیر حوزه پنج.....	۳۱-۳
۱۰۹	بررسی فایل اقلیمی سال ۲۰۰۶ در مدل WEPP.....	۱-۴
۱۰۹	بررسی فایل اقلیمی سال ۲۰۰۷ در مدل WEPP.....	۲-۴
۱۱۰	بررسی فایل اقلیمی سال ۲۰۰۸ در مدل WEPP.....	۳-۴
۱۱۰	بررسی فایل اقلیمی سال ۲۰۰۹ در مدل WEPP.....	۴-۴
۱۱۱	نمونه‌ای از فایل Notpad توپوگرافی (پلات شماره ۱۶).....	۵-۴
۱۱۱	پنجره ویرایشگر توپوگرافی مدل WEPP (پلات شماره ۱۶).....	۶-۴
۱۱۲	نمودار سرعت نفوذ برای خاک نمونه یک (درصد شن بیشتر).....	۷-۴
۱۱۲	نمودار سرعت نفوذ برای خاک نمونه دو (درصد شن کمتر).....	۸-۴

- ۹-۴- نمودار تغییرات درصد پوشش تاج پوشش بر پایه دوره رشد واقعی گیاه در پایگاه تحقیقاتی سنگانه- پلات ۱۶..... ۱۱۹
- ۱۰-۴- نمودار تغییرات درصد پوشش تاج پوشش بر پایه دوره رشد شبیه سازی شده با مدل WEPP برای پایگاه تحقیقاتی سنگانه- پلات ۱۷- سال ۲۰۰۶..... ۱۱۹
- ۱۱-۴- نمودار تغییرات درصد پوشش تاج پوشش بر پایه دوره رشد شبیه سازی شده با مدل WEPP برای پایگاه تحقیقاتی سنگانه- مرحله اعتبار سنجی- پلات ۱۶- سال ۲۰۰۶.. ۱۲۰
- ۱۲-۴- نمودار تغییرات بیوماس زنده بر پایه دوره رشد شبیه سازی شده با مدل WEPP- پلات ۱۶- سال ۲۰۰۶..... ۱۲۰
- ۱۳-۴- نمودار تغییرات جرم بقایای بر پایه دوره رشد شبیه سازی شده با مدل WEPP- پلات ۱۶- سال ۲۰۰۶..... ۱۲۱
- ۱۴-۴- انطباق دوره رشد واقعی و شبیه سازی شده در منطقه تحقیقاتی سنگانه..... ۱۲۱
- ۱۵-۴- مقایسه نتایج رواناب مشاهداتی و برآوردی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴..... ۱۲۴
- ۱۶-۴- مقایسه نتایج تلفات خاک مشاهداتی و برآوردی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴..... ۱۲۴
- ۱۷-۴- مقایسه نتایج بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴..... ۱۲۴
- ۱۸-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، رواناب- رگبار بهاره- پلات ۱۶..... ۱۳۱
- ۱۹-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، رواناب- رگبار پاییزه- پلات ۱۶..... ۱۳۱
- ۲۰-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، تلفات خاک- رگبار بهاره- پلات ۱۶..... ۱۳۱
- ۲۱-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، تلفات خاک- رگبار پاییزه- پلات ۱۶..... ۱۳۱
- ۲۲-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، بار رسوبی- رگبار بهاره- پلات ۱۶..... ۱۳۲
- ۲۳-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، بار رسوبی- رگبار پاییزه- پلات ۱۶..... ۱۳۲
- ۲۴-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، رواناب- رگبار بهاره- پلات ۲۸..... ۱۳۳
- ۲۵-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، رواناب- رگبار پاییزه- پلات ۲۸..... ۱۳۳
- ۲۶-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، تلفات خاک- رگبار بهاره- پلات ۲۸..... ۱۳۳
- ۲۷-۴- آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، تلفات خاک- رگبار پاییزه- پلات ۲۸..... ۱۳۳

۱۳۴	آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، بار رسوبی- رگبار بهاره- پلات ۲۸.....	۲۸-۴
۱۳۴	آنالیز حساسیت فایل گیاه مدل WEPP، بار رسوبی- رگبار پاییزه- پلات ۲۸.....	۲۹-۴
۱۳۸	آنالیز حساسیت مدل WEPP، رگبار بهاره- پلات ۱۶- به ترتیب برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی.....	۳۰-۴
۱۳۹	آنالیز حساسیت مدل WEPP، رگبار پاییزه- پلات ۱۶- به ترتیب برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی.....	۳۱-۴
۱۴۰	آنالیز حساسیت مدل WEPP، رگبار بهاره- پلات ۱۱- به ترتیب برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی.....	۳۲-۴
۱۴۱	آنالیز حساسیت مدل WEPP، رگبار پاییزه- پلات ۱۱- به ترتیب برای رواناب، تلفات خاک و بار رسوبی.....	۳۳-۴
۱۴۷	مقایسه نتایج رواناب مشاهداتی و برآوردی- مرحله واسنجی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۴-۴
۱۴۷	مقایسه نتایج تلفات خاک مشاهداتی و برآوردی- مرحله واسنجی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۵-۴
۱۴۷	مقایسه نتایج بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی- مرحله واسنجی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۶-۴
۱۵۱	مقایسه نتایج رواناب مشاهداتی و برآوردی- مرحله اعتبارسنجی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۷-۴
۱۵۱	مقایسه نتایج تلفات خاک مشاهداتی و برآوردی- مرحله اعتبارسنجی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۸-۴
۱۵۱	مقایسه نتایج بار رسوبی مشاهداتی و برآوردی- رگبار تاریخ ۲۰۰۸/۰۵/۰۴.....	۳۹-۴

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- چهارچوب پایان نامه

در این پایان نامه، پس از شرح کلیاتی در مورد فرسایش و فرآیندهای مرتبط با آن، طبقه بندی مدل‌های فرسایش و انتقال رسوب ارائه شده است. پس از آن کلیاتی در مورد مدل مورد استفاده، هدف و ضرورت ارزیابی مدل WEPP ارائه شده است. سپس در فصل دوم تحقیقات انجام با این مدل در ایران و جهان بررسی شده است. در فصل سوم مدل WEPP و اجزای آن تشریح شده است. سپس کلیاتی در مورد منطقه مطالعاتی ارائه و روش‌های جمع آوری داده و تهیه فایل‌های ورودی مدل WEPP تشریح شده است. در فصل چهارم، مدل دامنه WEPP برای کلیه رگبارها و پلات‌های مدنظر اجرا شده است. برای بهبود نتایج، مدل واسنجی شده است. برای واسنجی مدل پارامترهای هدایت هیدرولیکی مؤثر، فرسایش پذیری بین شیاری، فرسایش پذیری شیاری و تنش برشی بحرانی در نظر گرفته شده‌اند. سپس مدل واسنجی شده برای پنج پلات در مرحله اعتبارسنجی اجرا شده است. برای مقایسه نتایج مدل، از ضریب تعیین، RMSE، ضریب کارایی نش- ساتکلیف و آزمون تی استفاده گردیده است. در فصل پنجم، نتیجه‌گیری نهایی انجام شده است و قابلیت‌ها و محدودیت‌های مدل دامنه WEPP ذکر شده است. در پایان پیشنهاداتی برای کاربرد بهتر مدل در مطالعات بعدی ارائه شده است.

۱-۲- مقدمه

انسان برای ادامه حیات خود به مواد غذایی نیاز دارد که با استفاده از آب و خاک به دست می‌آید. عاملی که وجود آب و خاک را به خطر می‌اندازد، فرسایش است. طبق نظر بنت^۱ در یک خاک در شرایط دست نخورده حدود ۳۰۰ سال طول می‌کشد تا ۲۵ میلیمتر خاک سطحی تولید شود. این مقدار خاک تشکیل شده بمراتب کمتر از مقدار خاک فرسایش یافته می‌باشد [۵]. فرسایش خاک یک مشکل جهانی است که قدرت باروری خاک و کیفیت آب را کاهش داده و باعث تولید رسوب و افزایش احتمال سیل می‌شود. همچنین با پر کردن مخازن سدها، ظرفیت ذخیره و

¹ Bennett