

رسالة



گروه علوم خاک

ارزیابی کمی عوامل کنترل کننده شدت فرسایش آبی
در حوزه آبخیز خلخال، استان اردبیل

استاد راهنما:

دکتر اباذر اسمعلی

اساتید مشاور:

دکتر شکراله اصغری - دکتر علی اصغری

توسط:

سجاد امیریان چایجان

دانشگاه محقق اردبیلی

زمستان ۱۳۸۹



ارزیابی کمی عوامل کنترل کننده شدت فرسایش آبی در حوزه آبخیز خلخال،

استان اردبیل

توسط:

سجاد امیریان چایجان

پایان نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم خاک

از

دانشگاه محقق اردبیلی

اردبیل - ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر اباذر اسمعلی (استاد راهنما و رئیس کمیته) استادیار

دکتر اردوان قربانی (داور داخلی) استادیار

دکتر هیراد عبقری (داور خارجی) استادیار

دکتر شکراله اصغری (استاد مشاور) استادیار

دکتر علی اصغری (استاد مشاور) استادیار

بهمن - ۱۳۸۹



تقدیم به:

مادرم؛

زیباترین واژه زندگی، چراغ فروزانی که همواره برایم منظر پاک، فدکاری و ایثار بود

مادری با قلبی وسیع و روحی بلند که همیشه قهرمان تمام زندگی ام بوده و نخواهد بود

و افسوس که فرصت قدردانی از زحماتش را نیافتیم

پدرم؛

او که حقیقت زندگی را به من آموخت و در همه لحظات زندگی تکیه‌گاهم بود

مردی که وجود پر مهرش به زندگیم معنای بخشید

و در هیچ زمینه‌ای قادر به جبران لطف و زحماتش نیستم و نخواهم بود

به پاس گوشه‌ای از الطاف بیکرانشان

سپاسگزاری:

خدای مهربان را حمد و سپاس می‌گوییم که فرصتی را برای کسب علوم و تجارب جدید در اختیارم قرار داد و شکر می‌مضاعف بجای می‌آورم که مهلت و توان داد و یاریم کرد تا راهی را که با امید و توکل به او شروع کرده بودم، با استعانت از درگاه ربوبیتش به پایان برسانم.

شایسته است مراتب سپاس و قدردانی خود را از زحمات بی‌وقفه استاد ارجمندم جناب آقای دکتر اباذر اسمعیلی که مدت زمان مدیدی از محبت‌های بی‌دریغ و رهنمون‌های بی‌شائبه ایشان استفاده کرده‌ام، ابراز داشته و خالصانه‌ترین قدردانی‌ها را از صمیم قلب نثار وجود ارزشمندشان نمایم. همچنین از مشاوره‌های ارزنده و دلسوزانه اساتید بزرگوام، جناب آقای دکتر شکراله اصغری و جناب آقای دکتر علی اصغری سپاسگزارم و از خداوند بزرگ، کامیابی و سلامتی این بزرگواران را خواستارم.

از اساتید ارجمند، جناب آقای دکتر هیراد عبقری از دانشگاه ارومیه و جناب آقای دکتر اردوان قربانی از دانشگاه محقق اردبیلی که قبول زحمت نموده و داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می‌دانم از دوستان مهربان، باوفا و صمیمی‌ام، آقایان علی یعقوبی و بهزاد شهبازی که در طول این مدت مرا مورد لطف و محبت خالصانه خویش قرار داده‌اند و کمک‌های ارزشمندشان رهگشای من بوده است، مراتب سپاس را به عمل آورم. همچنین، از تمامی دوستان و هم‌کلاسی‌هایم در گروه علوم خاک به خاطر کمک‌های بی‌دریغشان در طول دوره تحصیلی‌ام، کمال تشکر را دارم.

کاش قلم و زبانم توان سپاس و احترامی را داشت که لایق پدر و مادرم باشد. آنان که راستی قامت در شکستگی قامتشان تجلی یافت. توانشان رفت تا به توانی برسم. مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند. فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان، سرمایه جاودانه من است. در برابر وجود گرمشان زانوی ادب بر زمین می‌نهم و با قلبی مملو از عشق و محبت بر دستانشان بوسه می‌زنم. از برادر و خواهران عزیزم که در طول زندگی یار و راهنمای واقعی من بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم و برای همه این عزیزان، توفیق، عزت و سربلندی از ایزد منان آرزومندم.

سجاد امیریان چایجان

نام خانوادگی دانشجو: امیریان چایجان	نام: سجاد
عنوان پایان نامه:	
ارزیابی کمی عوامل کنترل کننده شدت فرسایش آبی در حوزه آبخیز خلخال، استان اردبیل	
استاد راهنما: دکتر اباذر اسمعیلی	
اساتید مشاور: دکتر شکراله اصغری - دکتر علی اصغری	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: علوم خاک گرایش: - دانشگاه: محقق اردبیلی	
دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: ۸۹/۱۱/۲۰ تعداد صفحه: ۱۱۹	
کلید واژه‌ها:	
مدل منطقه‌ای، شدت فرسایش آبی، مدل EPM، GIS، خلخال	
چکیده:	
<p>فرسایش آبی به عنوان یکی از مسائل مهم در کشاورزی و آبخیزداری مطرح است. به منظور ارزیابی کمی خطرات فرسایش آبی حوزه‌های آبخیز فاقد آمار و اطلاعات، استفاده از مدل‌های تجربی منطقه‌ای اجتناب‌ناپذیر است. در این تحقیق، با به کارگیری مدل EPM که یکی از روش‌های متداول برآورد کمی فرسایش در ایران می‌باشد، ابتدا اقدام به برآورد مقادیر فرسایش آبی در سطح زیرحوزه‌ها شد. در مرحله بعد عوامل تشدید فرسایش در منطقه انتخاب و نقشه‌های وابسته شامل شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، ارتفاع متوسط رواناب سالانه، دبی پیک، دبی پیک ویژه، متوسط ارتفاع از سطح دریا، درصد انواع استفاده از اراضی، مساحت، ضریب شکل، طول و متوسط امتیاز فرسایش‌پذیری سازندهای زمین‌شناسی مربوط به هر یک از زیرحوزه‌ها با استفاده از GIS تهیه شدند. بررسی رابطه بین عوامل انتخابی با مقادیر برآورد شده‌ی فرسایش خاک در زیرحوزه‌ها از طریق مدل‌سازی آماری در محیط نرم‌افزار ArcGIS9.3 به انجام رسید. سپس با تعیین متغیرهای مستقل (شامل عوامل انتخابی) و متغیر وابسته (میزان فرسایش زیرحوزه‌ها) مراحل انجام آزمون به صورت تجزیه و تحلیل انتزاعی، آزمون چند متغیره و انجام تجزیه مسیر به منظور مشخص کردن اثرهای مستقیم و غیرمستقیم متغیرها در محیط نرم‌افزار SPSS16، مهمترین عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش آبی به دست آمد. در نهایت مدل منطقه‌ای فرسایش آبی در تطبیق با ویژگی‌های حوزه آبخیز مورد مطالعه به صورت رگرسیون چند متغیره تبیین و ارایه شد که بر اساس آن ارزیابی شدت فرسایش آبی در حوزه آبخیز خلخال استان اردبیل به انجام رسید.</p>	

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۲	۱-۱- مقدمه
۵	۲-۱- تعریف مسئله
۶	۳-۱- کلیات
۶	۱-۳-۱- فرسایش و مراحل آن
۸	۲-۳-۱- ارزیابی خطر فرسایش آبی
۸	۳-۳-۱- اشکال مختلف فرسایش آبی
۱۲	۴-۳-۱- نتایج حاصل از فرسایش خاک
۱۲	۵-۳-۱- عوامل مؤثر در فرسایش خاک
۱۲	۱-۵-۳-۱- عوامل اقلیمی
۱۶	۲-۵-۳-۱- فرسایش پذیری خاک
۱۸	۳-۵-۳-۱- توپوگرافی (شیب زمین)
۱۹	۴-۵-۳-۱- پوشش سطحی زمین
۲۰	۵-۵-۳-۱- نحوه بهره‌برداری از اراضی
۲۰	۶-۳-۱- مدل‌های فرسایش خاک
۲۲	۱-۶-۳-۱- مدل EPM
۲۶	۲-۶-۳-۱- محاسن و معایب روش EPM
۲۶	۷-۳-۱- سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
۲۷	۱-۷-۳-۱- تعریف (GIS)
۲۸	۲-۷-۳-۱- مزایای استفاده از (GIS)
۲۸	۳-۷-۳-۱- اجزاء تشکیل دهنده (GIS)
۲۸	۴-۱- فرضیات تحقیق
۲۹	۵-۱- اهداف تحقیق
۳۱	۶-۱- مروری بر تحقیقات گذشته

فصل دوم: مواد و روش تحقیق

- ۴۳-۱-۲- ویزگی های منطقه مورد مطالعه..... ۴۳
- ۴۳-۱-۱-۲- توپوگرافی و فیزیوگرافی..... ۴۳
- ۴۴-۲-۱-۲- هواشناسی..... ۴۴
- ۴۵-۲-۲- روش تحقیق..... ۴۵
- ۴۵-۱-۲-۲- مطالعات کتابخانه‌ای و اقدامات اولیه..... ۴۵
- ۴۶-۲-۲-۲- تهیه نقشه‌های پارامترهای مؤثر در ایجاد فرسایش منطقه..... ۴۶
- ۴۶-۱-۲-۲-۲- تهیه نقشه‌های شیب و ارتفاع از سطح دریا..... ۴۶
- ۴۹-۲-۲-۲-۲- تهیه و تکمیل نقشه نوع استفاده از اراضی..... ۴۹
- ۴۹-۳-۲-۲-۲- تهیه و تکمیل نقشه‌های همباران و همدمای..... ۴۹
- ۵۲-۴-۲-۲-۲- تهیه و تکمیل نقشه‌های سنگ‌شناسی و حساسیت سازندها به فرسایش..... ۵۲
- ۵۳-۳-۲-۲- مطالعه سیمای فرسایش آبی..... ۵۳
- ۵۴-۴-۲-۲- بررسی صحت و دقت نقشه‌های تهیه شده..... ۵۴
- ۵۵-۵-۲-۲- برآورد مقدار فرسایش آبی در هر زیرحوزه با استفاده از مدل EPM..... ۵۵
- ۵۶-۶-۲-۲- بررسی رابطه بین دبی آب و دبی رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در سطح حوزه آبخیز خلخال و محاسبه تولید رسوب کل و ویژه..... ۵۶
- ۵۶-۷-۲-۲- ارزیابی دقت و کالیبراسیون نتایج حاصل از اعمال مدل EPM..... ۵۶
- ۵۶-۸-۲-۲- انتخاب و تهیه نقشه‌های وابسته و محاسبه پارامترهای تکمیلی مؤثر در ایجاد فرسایش منطقه..... ۵۶
- ۶۱-۹-۲-۲- بررسی رابطه بین عوامل انتخابی با مقادیر برآورد شده فرسایش در سطح زیرحوزه‌ها..... ۶۱
- ۶۳-۱۰-۲-۲- تبیین و ارایه مدل مناسب فرسایش آبی در تطبیق با ویژگی‌های حوزه آبخیز مورد مطالعه..... ۶۳
- ۶۳-۱۱-۲-۲- آزمون دقت مدل..... ۶۳

فصل سوم: نتایج

- ۶۵-۱-۳- نتیجه مطالعات اولیه..... ۶۵
- ۶۵-۱-۱-۳- موزایک عکس‌های هوایی..... ۶۵
- ۶۵-۲-۳- نقشه‌های پارامترهای مؤثر در ایجاد فرسایش منطقه..... ۶۵
- ۶۵-۱-۲-۳- خطوط توپوگرافی و نقشه DEM منطقه..... ۶۵

۶۶	..... نقشه شیب	۲-۲-۳
۶۷	..... نقشه طبقات ارتفاع	۳-۲-۳
۶۷	..... نقشه نوع استفاده از اراضی	۴-۲-۳
۶۸	..... نقشه‌های مدل رقومی و طبقات بارش	۵-۲-۳
۷۰	..... نقشه مدل رقومی درجه حرارت	۶-۲-۳
۷۲	..... نقشه‌های سنگ‌شناسی و حساسیت سازندها به فرسایش	۷-۲-۳
۷۴	..... نقشه سیمای فرسایش آبی	۳-۳
۷۵	..... نتایج برآورد مقدار فرسایش آبی با استفاده از مدل EPM	۴-۳
۷۷	..... تخمین مقدار فرسایش از طریق مدل EPM	۱-۴-۳
۷۸	..... تعیین ضریب رسوب‌دهی حوزه آبخیز	۲-۴-۳
۷۸	..... برآورد تولید رسوب ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در سطح حوزه آبخیز خلخال	۵-۳
۸۱	..... نقشه‌های تکمیلی عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش منطقه	۶-۳
۸۳	..... نتایج بررسی رابطه بین عوامل انتخابی با مقادیر برآورد شده فرسایش در سطح زیرحوزه‌ها	۷-۳
۹۱	..... مدل منطقه‌ای فرسایش آبی در حوزه آبخیز خلخال	۸-۳
۹۴	..... تهیه نقشه خطر فرسایش آبی منطقه مورد مطالعه	۱-۸-۳
۹۵	..... نتایج بکارگیری مدل تهیه شده در حوزه آبخیز مورد ارزیابی	۹-۳
۹۵	..... تهیه نقشه و تعیین عوامل مدل	۱-۹-۳
۹۸	..... نقشه خطر فرسایش آبی منطقه مورد ارزیابی	۲-۹-۳
۹۸	..... مقایسه نتایج ارزیابی خطر فرسایش آبی در حوزه آبخیز مورد ارزیابی با مدل منطقه‌ای	۳-۹-۳

فصل چهارم: بحث و نتیجه‌گیری

۱۰۰	..... بحث	۱-۴
۱۰۳	..... نتیجه‌گیری	۲-۴
۱۰۵	..... پیشنهادها	۳-۴
۱۰۷	..... منابع	
۱۱۹	..... پیوست	

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

فصل دوم

- شکل ۲-۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه ۴۳
- شکل ۲-۲- نقشه زیرحوزه‌ها ۴۴
- شکل ۲-۳- موقعیت و پراکندگی ایستگاه‌های بارندگی ۴۵

فصل سوم

- شکل ۳-۱- فتوموزائیک منطقه مورد مطالعه ۶۵
- شکل ۳-۲- مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۶۶
- شکل ۳-۳- نقشه شیب منطقه (درصد) ۶۷
- شکل ۳-۴- نقشه شیب طبقه‌بندی شده ۶۷
- شکل ۳-۵- نقشه طبقات ارتفاعی (۵ کلاسه) ۶۸
- شکل ۳-۶- نقشه کاربری اراضی ۶۸
- شکل ۳-۷- رابطه ارتفاع- بارش منطقه ۶۹
- شکل ۳-۸- مدل رقومی بارش متوسط سالانه ۶۹
- شکل ۳-۹- نقشه طبقات بارش کلاسه‌بندی شده ۷۰
- شکل ۳-۱۰- رابطه ارتفاع- درجه حرارت منطقه ۷۱
- شکل ۳-۱۱- مدل رقومی دمای متوسط سالانه ۷۲
- شکل ۳-۱۲- نقشه سنگ‌شناسی منطقه ۷۲
- شکل ۳-۱۳- طبقه‌بندی سازندها بر اساس حساسیت به فرسایش ۷۴
- شکل ۳-۱۴- تهیه ترکیب رنگی کاذب ۷۵
- شکل ۳-۱۵- نقشه سیمای فرسایش آبی ۷۵
- شکل ۳-۱۶- نقشه ضریب فرسایش حوزه آبخیز ۷۶
- شکل ۳-۱۷- نقشه ضریب کاربری اراضی ۷۶
- شکل ۳-۱۸- نقشه ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش ۷۶
- شکل ۳-۱۹- نقشه ضریب شدت فرسایش ۷۷

- شکل ۳-۲۰- نقشه متوسط سالانه فرسایش ویژه..... ۷۸
- شکل ۳-۲۱- نقشه مقدار رسوب ویژه سالانه..... ۷۸
- شکل ۳-۲۲- رابطه دبی آب_ دبی رسوب ایستگاه آبگرم در روش حد وسط دسته‌ها..... ۷۹
- شکل ۳-۲۳- رابطه دبی آب_ دبی رسوب ایستگاه بفراجرد در روش حد وسط دسته‌ها..... ۸۰
- شکل ۳-۲۴- نقشه شاخص تفاوت پوشش گیاهی..... ۸۱
- شکل ۳-۲۵- نقشه تراکم آبراهه..... ۸۱
- شکل ۳-۲۶- نقشه ارتفاع متوسط رواناب سالانه..... ۸۲
- شکل ۳-۲۷- نقشه دبی پیک در سطح زیرحوزه‌ها..... ۸۲
- شکل ۳-۲۸- نقشه دبی پیک ویژه در سطح زیرحوزه‌ها..... ۸۲
- شکل ۳-۲۹- نقشه ضریب فشردگی در سطح زیرحوزه‌ها..... ۸۲
- شکل ۳-۳۰- مقدار متوسط شیب زیرحوزه‌ها..... ۸۳
- شکل ۳-۳۱- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط شیب..... ۸۳
- شکل ۳-۳۲- مقدار متوسط ارتفاع زیرحوزه‌ها..... ۸۳
- شکل ۳-۳۳- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط ارتفاع..... ۸۳
- شکل ۳-۳۴- متوسط ضریب سنگ‌شناسی زیرحوزه‌ها..... ۸۵
- شکل ۳-۳۵- رابطه بین فرسایش آبی با ضریب سنگ‌شناسی..... ۸۵
- شکل ۳-۳۶- درصد اراضی کشاورزی زیرحوزه‌ها..... ۸۵
- شکل ۳-۳۷- رابطه بین فرسایش آبی با درصد اراضی کشاورزی..... ۸۵
- شکل ۳-۳۸- درصد اراضی مرتعی زیرحوزه‌ها..... ۸۵
- شکل ۳-۳۹- رابطه بین فرسایش آبی با درصد اراضی مرتعی..... ۸۵
- شکل ۳-۴۰- درصد اراضی جنگلی زیرحوزه‌ها..... ۸۶
- شکل ۳-۴۱- رابطه بین فرسایش آبی با درصد اراضی جنگلی..... ۸۶
- شکل ۳-۴۲- درصد اراضی باغات و درختزار زیرحوزه‌ها..... ۸۶
- شکل ۳-۴۳- رابطه بین فرسایش آبی با درصد اراضی باغات و درختزار..... ۸۶
- شکل ۳-۴۴- متوسط بارش سالانه زیرحوزه‌ها..... ۸۶
- شکل ۳-۴۵- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط بارش سالانه..... ۸۶
- شکل ۳-۴۶- متوسط درجه حرارت سالانه زیرحوزه‌ها..... ۸۷

- شکل ۳-۴۷- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط درجه حرارت ۸۷
- شکل ۳-۴۸- دبی پیک زیرحوزه‌ها ۸۷
- شکل ۳-۴۹- رابطه بین فرسایش آبی با دبی پیک ۸۷
- شکل ۳-۵۰- دبی پیک ویژه زیرحوزه‌ها ۸۷
- شکل ۳-۵۱- رابطه بین فرسایش آبی با دبی پیک ویژه ۸۷
- شکل ۳-۵۲- متوسط NDVI زیرحوزه‌ها ۸۸
- شکل ۳-۵۳- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط NDVI ۸۸
- شکل ۳-۵۴- تراکم زهکشی زیرحوزه‌ها ۸۸
- شکل ۳-۵۵- رابطه بین فرسایش آبی با تراکم زهکشی ۸۸
- شکل ۳-۵۶- متوسط ارتفاع رواناب سالانه زیرحوزه‌ها ۸۸
- شکل ۳-۵۷- رابطه بین فرسایش آبی با متوسط ارتفاع رواناب سالانه ۸۸
- شکل ۳-۵۸- مساحت زیرحوزه‌ها ۸۹
- شکل ۳-۵۹- رابطه بین فرسایش آبی با مساحت ۸۹
- شکل ۳-۶۰- ضریب شکل زیرحوزه‌ها ۸۹
- شکل ۳-۶۱- رابطه بین فرسایش آبی با ضریب شکل ۸۹
- شکل ۳-۶۲- طول زیرحوزه‌ها ۸۹
- شکل ۳-۶۳- رابطه بین فرسایش آبی با طول زیرحوزه‌ها ۸۹
- شکل ۳-۶۴- ترسیم دیاگرام مسیر و بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم پارامترهای وارد شده در مدل انتخابی ۹۴
- شکل ۳-۶۵- نقشه درجه خطر فرسایش حوزه آبخیز خلخال ۹۵
- شکل ۳-۶۶- نقشه مقاومت به فرسایش سازندهای حوزه آبخیز مورد ارزیابی ۹۶
- شکل ۳-۶۷- نقشه درصد اراضی باغات و درختزار حوزه آبخیز مورد ارزیابی ۹۶
- شکل ۳-۶۸- نقشه ارتفاع رواناب سالانه حوزه آبخیز مورد ارزیابی ۹۷
- شکل ۳-۶۹- نقشه درصد اراضی جنگلی حوزه آبخیز مورد ارزیابی ۹۷
- شکل ۳-۷۰- نقشه درجه خطر فرسایش حوزه آبخیز مورد ارزیابی ۹۸

فهرست جداول

صفحه

عنوان

فصل اول

- جدول ۱-۱- تقسیم‌بندی باران بر حسب شدت آن ۱۳
- جدول ۲-۱- سرعت سقوط دانه‌های تگرگ بر حسب قطر آنها ۱۵
- جدول ۳-۱- مقادیر ضریب فرسایش حوزه آبخیز (ψ) در مدل EPM ۲۳
- جدول ۴-۱- مقادیر ضریب کاربری اراضی (Xa) در مدل EPM ۲۳
- جدول ۵-۱- مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) در مدل EPM ۲۴
- جدول ۶-۱- طبقه‌بندی شدت فرسایش در مدل EPM ۲۴

فصل دوم

- جدول ۱-۲- میانگین بارش سالانه ایستگاه‌های داخل و اطراف حوزه آبخیز خلخال ۴۹
- جدول ۲-۲- مشخصات کلی ایستگاه‌های داخل و اطراف حوزه آبخیز خلخال ۵۰
- جدول ۳-۲- میانگین دمای سالانه ایستگاه‌های داخل و اطراف حوزه آبخیز خلخال ۵۱

فصل سوم

- جدول ۱-۳- بارش متوسط زیرحوزه‌ها و کل منطقه تحقیق ۷۰
- جدول ۲-۳- درجه حرارت متوسط زیرحوزه‌ها و کل منطقه تحقیق ۷۱
- جدول ۳-۳- راهنمای نقشه زمین‌شناسی حوزه آبخیز خلخال و ضریب مقاومت سازندها و سنگ‌ها به فرسایش ۷۳
- جدول ۴-۳- رده‌بندی سازندها و سنگ‌ها بر اساس حساسیت به فرسایش ۷۴
- جدول ۵-۳- محاسبه مقدار رسوب‌دهی ایستگاه آبگرم با استفاده از روش حد وسط دسته‌ها ۷۹
- جدول ۶-۳- محاسبه مقدار رسوب‌دهی ایستگاه بفراگرد با استفاده از روش حد وسط دسته‌ها ۸۰
- جدول ۷-۳- محاسبه مقدار رسوب‌دهی ویژه ایستگاه‌های رسوب‌دهی ۸۱
- جدول ۸-۳- مقادیر فرسایش تولیدی و پارامترهای مؤثر انتخابی در زیرحوزه‌های حوزه آبخیز خلخال ۸۴
- جدول ۹-۳- خلاصه نتایج و پارامترهای منتخب در تجزیه و تحلیل انتزاعی ۹۰
- جدول ۱۰-۳- معادلات منطقه‌ای به دست آمده جهت ارزیابی مقدار فرسایش و رسوب آبی ۹۱

جدول ۳-۱۱- نتایج حاصل از آزمون چند متغیره بین متغیر وابسته (فرسایش) و عوامل متغیر مستقل	
مدل ۱.....	۹۲
جدول ۳-۱۲- نتایج حاصل از آزمون چند متغیره بین متغیر وابسته (فرسایش) و عوامل متغیر مستقل	
مدل ۲.....	۹۲
جدول ۳-۱۳- نتایج حاصل از آزمون چند متغیره بین متغیر وابسته (فرسایش) و عوامل متغیر مستقل	
مدل ۳.....	۹۳
جدول ۳-۱۴- انجام تجزیه مسیر و تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل مؤثر بر میزان فرسایش.....	۹۳

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

خاک، یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است. اگر استفاده از خاک بر اساس شناسایی استعداد و قدرت تولید آن و مبتنی بر رعایت اصول صحیح و علمی باشد، خاک از بین نمی‌رود. عاملی که موجودیت منابع آب و خاک را به خطر می‌اندازد، فرسایش است که همواره برای از بین بردن منابع عمل می‌کند (رفاهی، ۱۳۸۵).

فرسایش خاک هر چند یک پدیده طبیعی حتمی می‌تواند قلمداد شود، ولی تشدید آن بر اثر عوامل مصنوعی مانند اعمال نادرست انسان در بهره‌برداری از طبیعت، می‌تواند موجب بروز خطرات جدی و ایجاد نابسامانی‌هایی در زندگی بشر گردد. در دید ژئومورفولوژی درازمدت^۱ فرسایش وجود فرسایش خاک نه تنها مضر نیست، بلکه باعث تشکیل و توسعه دشت‌ها و اراضی مناسب برای کشت و زرع می‌گردد. ولی در مقیاس زمانی کوتاه‌تر، فرسایش باعث از دست رفتن خاک و کاهش تولید می‌گردد. بنابراین، برای انسان که نیاز به تولید غذا از خاک دارد، آسیب‌رسان است (فیلیپس^۲، ۲۰۰۲).

فرسایش خاک را می‌توان به عنوان یکی از مهمترین موانع دستیابی به توسعه کشاورزی پایدار و منابع طبیعی دانست. رسوبات ناشی از فرسایش حوزه‌های آبخیز علاوه بر هدررفت خاک و کاهش حاصلخیزی آن، موجب کاهش کیفیت آب شده و عمر مفید سدها را به دلیل انباشت رسوبات در مخزن آنها به مخاطره می‌اندازد (داوری و همکاران، ۱۳۸۳).

در کشور ما فرسایش خاک از یک سو به تخریب محیط‌زیست و از سوی دیگر به عنوان عامل محدوده‌کننده برای فعالیت‌های کشاورزی محسوب می‌گردد. فعالیت‌های کشاورزی غیر علمی نیز قادر است فرسایش خاک را تشدید نماید. تلفات خاک در مناطق کوهستانی به مراتب بیشتر از سرعت تشکیل خاک است (شکوری و پریوند، ۱۳۷۸). مقدار فرسایش خاک در کشور در طی ۴۸ سال رشدی در حدود ۴۵ درصد داشته است (احمدی، ۱۳۷۸). به طور کلی فرسایش خاک را می‌توان به انواع مختلف بارانی،

1- Catastroph

2- Philips

ورقه‌ای، بین‌شیاری، شیاری، خندقی، سیلابی، بدلند، کنار رودخانه‌ای، تونلی، حرکت‌های توده‌ای و غیره تقسیم‌بندی کرد (رفاهی، ۱۳۸۵).

امروزه فرسایش آبی به عنوان یکی از مسائل مهم در کشاورزی و آبخیزداری مطرح است و محققین با انجام تحقیقات مختلف به دنبال راهکارهایی برای به حداقل رساندن آن هستند (شریفیان، ۱۳۸۶). شکل‌گیری و تشدید فرسایش و تولید رسوب همواره متأثر از دو گروه عوامل ثابت و متغیر در زمان در یک حوزه آبخیز است که بر اساس شرایط حاکم مختلف ممکن است یک یا چند عامل مشارکت داشته باشند. در اکثر حوزه‌های آبخیز نوع استفاده از اراضی در مقایسه با سایر عوامل نقش بیشتری را در رخداد و تشدید فرسایش و تولید رسوب دارد (قدوسی و همکاران، ۱۳۸۵).

پوشش گیاهی یکی از عوامل مهم در کنترل فرسایش حوزه‌های آبخیز می‌باشد و با توجه به این که تحت تأثیر فعالیت‌ها و دخالت انسان تغییر می‌کند، می‌توان آن را در ارتباط با نحوه استفاده از زمین نیز بررسی نمود (شینجو^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

نحوه استفاده از اراضی (کاربری اراضی) و فعالیت‌های مرتبط با آن نیز هم بر روی نیروهای مؤثر روی فرسایش خاک (عوامل فرساینده) و هم روی مقاومت خاک (عوامل فرسایش پذیر) تأثیر گذار است (رنارد^۲، ۱۹۹۷). تغییر کاربری اراضی یکی از تغییرات مهم و اساسی طبیعت است که نتیجه تعامل ناعادلانه بشر با طبیعت است یکی از صور این تغییرات، تخریب پوشش منابع طبیعی و ازدیاد اراضی کشاورزی در شیب‌های نامتعارف بدون توجه به قابلیت توسعه اراضی می‌باشد (شتایی جویباری، ۱۳۷۵). در مطالعات فرسایش خاک و تولید رسوب، نحوه ارزیابی خطر فرسایش و تعیین مناطق با شدت‌های مختلف فرسایش، حائز اهمیت فراوان است، چرا که با شناسایی این مناطق و تشخیص حوزه‌های آبخیز دارای توان بالقوه فرسایشی و رسوبی، می‌توان مدیریت صحیحی در استفاده از اراضی ارایه نمود و باعث کاهش فرسایش و رسوب و یا جلوگیری از وقوع آن شد (لو و هیگیت^۳، ۲۰۰۰؛ کوپوس^۴ و همکاران، ۲۰۰۳).

به منظور ارزیابی کمی خطرات فرسایش آبی حوزه‌های آبخیز فاقد آمار و اطلاعات، استفاده از مدل‌های تجربی منطقه‌ای اجتناب‌ناپذیر است (هاشمی و عرب‌خدری، ۱۳۸۶). با استفاده از مدل‌های فرسایش خاک، نتیجه فرآیندهای فرسایش و رسوب را می‌توان بصورت کمی یا کیفی بیان نمود (محمدی

1- Shingo

2- Renard

3- Lu & Higgitt

4- Coppus

و کاظمی، ۱۳۸۶). روش‌ها و مدل‌های مختلفی برای ارزیابی و تهیه نقشه فرسایش وجود دارد که اطلاعات موجود در حوزه آبخیز آن را تعیین می‌کند.

امروزه با برخورداری از امکانات رایانه‌ای و نیز با بکارگیری علم سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ که ابزاری برای جمع‌آوری، مدیریت، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات زمینی می‌باشد، با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی می‌توان اطلاعات را جمع‌آوری، طبقه‌بندی و به روز نموده و با انجام تحلیل‌های مکانی اطلاعات سودمندی از وضعیت مکانی عوامل خاکی و روند تغییرات آنها بدست آورد و وضعیت این عوامل را به صورت نقشه ارایه نمود (علوی پناه، ۱۳۸۲؛ رضایی بنفشه و همکاران، ۱۳۸۶).

به طور کلی فرسایش یک پدیده اجتناب ناپذیر بوده و نمی‌توان آن را کاملاً از بین برد، ولی فعالیت‌های انسان می‌تواند آن را تشدید نموده و یا کاهش دهد. به هر حال فرسایش یک پدیده دائمی است و همیشه وجود خواهد داشت. ولی در صورتی که میزان آن کمتر از میزان خاک تشکیل شده باشد بحرانی نیست و هنگامی میزان فرسایش کمتر از میزان تشکیل خاک یا برابر آن است که خصوصیات خاک مانند بافت، عمق و حاصلخیزی آن در طول زمان ثابت بماند. فرسایش خاک در کشور ما روند نگران کننده‌ای دارد و به نظر می‌رسد برخورد سریع و عاجلانه با این معضل با دیدگاه علمی و منطقی هر چه زودتر باید انجام پذیرد. گام اول در این راستا شناسایی فرسایش و مناطقی است که بیشتر دستخوش این پدیده بطنی ولی خانمان برانداز می‌باشد (چکمه‌چی، ۱۳۸۶).

چون فرسایش نتیجه‌ای از ترکیب چندین عامل می‌باشد که به واسطه زمان و مکان تغییر می‌کنند، بنابراین هیچ روش ساده‌ای نمی‌تواند تمامی عوامل مربوطه را در ایجاد فرسایش در نظر گیرد، به خصوص در مناطقی که تأثیرات انسانی غالب می‌باشد. باید در نظر داشت که اساساً نمی‌توان عامل مشخص و معینی را به عنوان عامل اصلی فرسایش آبی در یک منطقه معرفی نمود، بلکه شرایط فرسایش موجود در منطقه را باید معلول تأثیرات متقابل مجموعه عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش دانست. باید اذعان نمود که هر عامل، عامل دیگری را تقویت و یا از فعالیت آن باز می‌دارد. عوامل اصلی مؤثر در فرسایش آبی عبارتند از: عوامل اقلیمی، فرسایش‌پذیری خاک، پستی و بلندی، پوشش زمینی و نحوه بهره‌برداری از اراضی (رفاهی، ۱۳۸۵؛ گدز و دانکرلی^۲، ۱۹۹۹؛ پرز^۳، ۲۰۰۰).

1- Geographical Information Systemes (GIS)

2- Geddes & Dunkerley

2- Perez

۱-۲- تعریف مسئله

امروزه کمتر منطقه‌ای را در سطح زمین می‌توان یافت که در معرض تخریب قرار نگرفته باشد و البته عامل اصلی آن افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد از زمین است (احمدی، ۱۳۷۸).

خاک در حیات انسانی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. بنابراین بهره‌برداری و استفاده از آن باید به صورت منطقی و اصولی صورت گیرد تا بتواند نیازهای انسان را تأمین کند و از فرسایش و تخریب آن جلوگیری کند (رفاهی، ۱۳۸۵). برای اجرای اقدامات حفاظت خاک لازم است اثرات عوامل مختلف فرساینده و روند تولید رسوب شناسایی شوند و اطلاعاتی در مورد نحوه فرسایش، شدت تولید رسوب و پراکنش مکانی آن بدست آید (احمدی و سکوتی، ۱۳۸۳).

یکی از مهمترین مشکلات مطالعه فرسایش و رسوب کمبود اطلاعات و آمارهای مورد نیاز می‌باشد. این مسأله در کشورهای در حال توسعه حادثتر بوده که ایران هم با این معضل روبرو است. ایستگاه‌های اندازه‌گیری رسوب در کشور ما به تعداد کافی وجود ندارد و یا اغلب در خروجی حوزه‌های آبخیز قرار دارند که این عوامل باعث استفاده از مدل‌های تجربی در حوزه‌های آبخیز فاقد ایستگاه‌های رسوب‌سنجی شده است (دادخواه و نجفی‌نژاد، ۱۳۷۶).

بررسی تعداد زیادی از گزارش طرح‌های موجود نشان دهنده وجود اشکالات عمده در نحوه به کارگیری مدل‌ها می‌باشد که باعث ایجاد خطا در میزان مقادیر برآورد شده می‌شود (نیک‌کامی، ۱۳۸۰). یکی از مسائل اساسی در مدل‌های فرسایش خاک، عدم دقت در استفاده، اجرا و مدیریت حجم زیادی از اطلاعات ورودی است که این اطلاعات پراکنده با استفاده از GIS و رقوم‌سازی نقشه‌ها، با مدل‌های ریاضی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند (جلیلی و حدیدی، ۱۳۸۴).

مدل‌های تجربی برآورد فرسایش و رسوب در دهه‌های گذشته به صورت یکپارچه و حداکثر در واحدهای بزرگ کاری مثل واحدهای هیدرولوژیک اجرا می‌شده‌اند. با ظهور GIS در عرصه تحقیقات و مطالعات و توسعه و تکمیل شدن نرم افزارهای مربوطه، امکان روی هم اندازی لایه‌های اطلاعاتی مختلف، وزن دهی، محاسبات مختلف و برآورد توزیعی- مکانی اطلاعات فراهم گردید (قرمز چشمه و بیات، ۱۳۸۴).

حوزه آبخیز منبع آب، انرژی و تنوع بیولوژیکی و همچنین منشاء منابع حیات چون مواد معدنی، فرآورده‌های جنگلی و کشاورزی و محل تفریح می‌باشد که به عنوان یک اکوسیستم بزرگ اکولوژی

پیچیده را داراست. حوزه‌های آبخیز به ویژه حوزه‌های آبخیز کوهستانی به سرعت در حال تغییر و مستعد فرسایش خاک و موارد متعدد می‌باشد. بنابراین بطور جدی منابع و توسعه اجتماعی و اقتصادی افراد نیازمند مدیریت صحیح می‌باشند.

مسئله مهم در بررسی فرسایش خاک در یک حوزه آبخیز، ارزیابی کمی میزان فرسایش می‌باشد تا برنامه‌ریزی جهت حل مشکلات موجود با دقت بیشتری صورت گیرد. این امر مستلزم وجود ایستگاه‌های رسوب‌سنجی در حوزه آبخیز می‌باشد.

۱-۳-۱ کلیات

۱-۳-۱-۱ فرسایش و مراحل آن

کلمه فرسایش که در انگلیسی و فرانسه به آن اروژن و اروزیون می‌گویند، از ریشه لاتین اردوری به معنای سائیدگی می‌باشد و عبارت است از سائیده شدن سطح زمین. به طور کلی فرسایش به فرآیندی گفته می‌شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می‌شود. در صورتی که عامل جدا کننده ذرات از بستر و انتقال آنها آب باشد، به آن فرسایش آبی گفته می‌شود. وقتی از فرسایش صحبت می‌شود فوراً آثار و علائمی که مشخص کننده نوع فرسایش است در نظر مجسم می‌شود که با تخریب و برداشت و حمل مواد و رسوب یا تجمع مواد همراه است. برای کنترل فرسایش آبی باید ابتدا با شناخت از عوامل مؤثر در آن راه‌حل مناسبی ارایه کرد. باید در نظر داشت که اساساً نمی‌توان عامل مشخص و معینی را به عنوان عامل اصلی فرسایش آبی در یک منطقه معرفی نمود بلکه شرایط فرسایش موجود در منطقه را باید معلول تأثیرات متقابل مجموعه عوامل مؤثر در ایجاد فرسایش دانست. باید اذعان نمود که هر عامل عامل دیگری را تقویت و یا آن را از فعالیت باز می‌دارد (رفاهی، ۱۳۸۵).

با توجه به خسارت‌های زیاد ناشی از فرسایش مانند پر شدن مخازن سدها، کاهش مرغوبیت خاک‌ها و متعاقب آن افت تولید محصولات زارعی، تخریب اراضی، مهاجرت روستائیان به شهرها و خالی شدن روستاها از سکنه، فزونی معضلات ناشی از آن در شهرها که اغلب از فرسایش ناشی می‌شود. لذا در هر منطقه‌ای به منظور برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های اساسی برای اولویت‌بندی کارهای حفاظت خاک و آبخیزداری، لازم است اطلاعات دقیقی درباره وضعیت فعلی فرسایش در دست باشد و مناطق حساس