بنام خدا

همه امتیازات این پایان نامه به دانشگاه لرستان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب در مجلات، کنفرانس‌ها یا سخنرانی‌ها باید نام دانشگاه لرستان (استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

پایان نامه جهت دریافت کارشناسی ارشد

ارزیابی مدل هیبریدی ImpelERO در برآورد هدر رفت خاک و مقایسه آن با معادله جهانی تلفات خاک اصلاح شده (RUSLE)(مطالعه موردی: حوزه آبخیز پل هرو)

نگارش:

زهره بقائی

اساتید راهنما:

دکتر اکبر سهرابی

دکتر حمیدرضا متین فر

استاد مشاور:

دکتر فرزین شهبازی

بهمن ۱۳۹۲

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام می‌باشد:

به سبزترین نگاه زندگیم، مقدسترین واژه در لغت‌نامه دلم، مادر **مهربانم** که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت او می‌دانم

استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پر مهر **پدرم**، مهربانی مشفق، بردبار و حامی

برادران و خواهرانم، همراهان همیشگی و پشتوانه‌های زندگیم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌ای از دریای بی‌کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم

امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما.

تقدیر و تشکر

خدایا

برای داده هایت که نعمت است

برای نداده هایت که حکمت است

برای گرفته هایت که امتحانست

تو را حمد و سپاس

خدایا! دوست بدار آنهایی را که دوستمان دارند و نمی دانیم، و سلامت بدار آنهایی که دوستشان داریم و نمی دانند. . .

حمد و سپاس خداوندی را که توفیق کسب علم و دانش را به بندگان عطا فرمود. اکنون که به یاری خداوند متعال از تحریر این پایان نامه فراغت می یابم بر خود لازم می دارم از راهنمایی های اساتید گرامی، دوستان عزیزم و هر آنکه در این تحقیق اینجانب را یاری نموده اند تقدیر و تشکر نمایم.

از اساتید بزرگوار و صبورم دکتر اکبر سهرابی، دکتر حمیدرضا متین فر، دکتر فرزین شهبازی که با راهنمایی های بی دریغشان در طول این تحقیق، هدایت آن را بر عهده داشتند کمال تشکر را دارم. امیدوارم که با عمل به درس های آموخته در این دوره پاسخگوی زحمت ایشان بوده و بتوانم

در دستیابی به اهداف متعالی ایشان همراهشان باشم. همواره تلاش خواهم کرد که خوبی‌هایشان را ارج نهایم و با همه وجود جهت رسیدن به اهداف بلند ایشان همت ورزم.

از تمام همراهان و دوستان گرامیم در دوره کارشناسی ارشد در دانشگاه لرستان که در شرایط مختلف پشتیبان روحی و علمی‌ام بودند از صمیم قلب متشکرم؛ سرکار خانم ها: فاطمه رحیمیان و رضوان افتخاری.

همچنین از مهندس افشین شعبانی و مهندس رشیدی به خاطر کمک ها و مساعدت های بی دریغشان تشکر و قدردانی می نمایم.

زهره بقائی

بهمن ۱۳۹۲

چکیده

مدیریت خاک به منظور بهره برداری مطلوب و کاهش تخریب آن ضروری می‌باشد. پهنه بندی شدت فرسایش و الویت‌بندی مناطق از این دیدگاه گامی مؤثر برای سازمان دهی، حفاظت و بهره‌برداری از خاک است. فرسایش خاک اثرات نامطلوبی بر تولیدات کشاورزی، زیر ساخت‌ها و کیفیت آب در سرتاسر جهان می‌گذارد. با توجه به این که اکثر عملیات‌های حفاظت خاک به میزان فرسایش در مقیاس حوضه آبخیز نیازمند هستند برآورد میزان فرسایش خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فرسایش در مقیاس حوضه، متنوع و ناهمگن بوده و در نتیجه ارزیابی آن مشکل است. این مشکل با استفاده از مدل‌های برآوردکننده‌ی فرسایش تا اندازه‌ای قابل حل است. یکی از این مدل‌ها ImpelERO می‌باشد. مدل ارزیابی فرسایش خاک (ImpelERO)، یک مدل هیبریدی شبکه عصبی / درخت تصمیم توسعه یافته است که حساسیت فرسایشی، کاهش باروری و راهبردهای مدیریتی بهینه در واحدهای کشاورزی را پیش بینی می‌کند. علاوه بر پیش بینی هدررفت خاک بوسیله فرسایش آبی، ImpelERO می‌تواند به عنوان ابزاری بهینه برای انتخاب کاربری‌ها و عملیات مدیریتی که حفاظت بهینه محیطی که کاهش فرسایش خاک را در برداشته باشد، استفاده شود. در این مدل فرآیند فرسایش خاک توسط سه نوع ویژگی اراضی مورد بررسی قرار گرفته است: ۱.قدرت فرسایندگی بارندگی (LQr)، ۲.فاکتور پستی و بلندی (LQt)، ۳.فرسایش پذیری خاک (LQk) به همراه خصوصیات اراضی. همچنین شیوه‌های مدیریتی زراعی در این روش، توسط ۳ نوع ویژگی مدیریتی ارائه می‌شوند: ۱.حفاظت محصول (MQc)، ۲.تأثیر شخم (MQz)، ۳.تأثیر حاصلخیزی (MQy)، به همراه خصوصیات مدیریتی. روش شبکه عصبی برای به دست آوردن ارتباط بین ویژگی‌ها و محاسبه متوسط هدررفت خاک بر حسب تن در هکتار در سال به کار رفته است. در این مطالعه از نرم افزار ImpelERO برای محاسبه پتانسیل فرسایش خاک در حوزه آبخیز پل هرو استفاده شد. سپس خطر فرسایش خاک در قالب مدل RUSLE، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS)، با تعیین پارامترهای مدل مورد ارزیابی قرار گرفت. نهایتا نتایج حاصل از دو مدل با هم مقایسه شدند. برای مقایسه نتایج از آزمون آماری t-test استفاده شد. نتایج نشان دادند که بین داده‌های حاصل از دو مدل اختلافی وجود ندارد.

کلمات کلیدی: درخت تصمیم، سنجش از دور، شبکه عصبی، فرسایش خاک.

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل اول-مقدمه و اهمیت موضوع

۱-۱-مقدمه و اهمیت موضوع ۲

۱-۲-اهداف تحقیق ۵

۱-۳-فرضیات تحقیق ٦

فصل دوم-کلیات و بررسی منابع

۲-۱-کلیات ۸

۲-۲-تعریف فرسایش ۸

۲-۳-عوامل مؤثر بر فرسایش ۹

۲-۳-۱-عوامل اقلیمی ۹

۲-۳-۱-۱-نقش باران در فرسایش خاک ۹

۲-۳-۱-۲-نقش حرارت در فرسایش خاک ۱۰

۲-۳-۱-۳-نقش باد در فرسایش خاک ۱۰

۲-۳-۲-فرسایش پذیری خاک ۱۰

۲-۳-۳-شیب زمین ۱۱

۲-۳-٤-پوشش گیاهی ۱۲

۲-۳-۵-مدیریت و نحوه‌ی بهره برداری از اراضی ۱۲

۲-٤-اثرات فرسایش ۱۳

۲-۵-انواع مدل‌های برآورد فرسایش ۱۳

۲-۵-۱-تقسیم بندی مدل‌های فرسایشی ۱٤

۲-۵-۱-۱-انواع مدل‌ها از دیدگاه فرآیند محاسباتی ۱٤

۲-۵-۱-۲-انواع مدل‌ها از دیدگاه ساختار فرمولی ۱۵

۲-۵-۱-۳-انواع مدل‌ها از دیدگاه ساختار مکانی ۱٦

۲-۵-۱-٤-انواع مدل‌ها از دیدگاه پایه‌ی نظری (مفهومی) ۱٦

۲-٦-مدل‌های برآورد فرسایش خاک ۱۷

۲-٦-۱-مدل جهانی فرسایش خاک (USLE) ۱۷
۲-٦-۲-مدل جهانی اصلاح شده‌ی هدررفت خاک (RUSLE) ۱۹
۲-٦-۲-۱-نقش سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در فرسایش و رسوب ۲۲
۲-٦-۲-۱-۱-سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۲۲
۲-٦-۲-۱-۲-سنجش از دور ۲۳
۲-٦-۳-مدل جهانی تعدیل یافته هدررفت خاک (MUSLE) ۲٤
۲-٦-٤-مدل PSIAC و MPSIAC ۲۵
۲-٦-۵-مدل ImpelERO ۲۵
۲-٦-۵-۱-سیستم میکرولیز (MicrolEIS DSS) ۲۵
۲-٦-۵-۲-ImpelERO ۲۹
۲-٦-۵-۲-۱-کاهش عمق خاک و باروری محصول ۳۰
۲-٦-۵-۲-۲-توصیه عملیات مدیریتی ۳۲
۲-٦-۵-۲-۳-درخت تصمیم گیری هوشمند ۳۵
۲-٦-۵-۲-٤-شبکه‌های عصبی مصنوعی ۳٦
۲-٦-۵-۲-۵-تجزیه و تحلیل اعتبار مدل ۳۷
۲-۷-پیشینه تحقیق (همراه با ذکر منابع) ۳۸
۲-۷-۱-مدل RUSLE ۳۸
۲-۷-۲-مدل ImpelERO ٤۱
فصل سوم-مواد و روش‌ها
۳-۱-مقدمه ٤۳
۳-۲-منطقه مورد مطالعه ٤۳
۳-۳-مواد و روش‌ها ٤۷
۳-۳-۱-فاکتورهای مدل RUSLE ٤۷
۳-۳-۱-۱-فاکتور فرسایندگی باران (R) ٤۸
۳-۳-۱-۲-فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) ٤۸
۳-۳-۱-۳-فاکتور طول شیب (L) و درجه شیب (S) ٤۹

۳-۳-۱-٤-فاکتور مدیریت پوشش گیاهی (C) ۵۰
۳-۳-۱-۵-فاکتور عملیات حفاظتی (P) ۵۰
۳-۳-۲-مدل ImpelERO ۵۲
۳-۳-۲-۱-داده‌های ورودی به مدل ImpelERO ۵۲
۳-۳-۲-۱-۱-خصوصیات مربوط به اقلیم ۵۲
۳-۳-۲-۱-۲-خصوصیات مربوط به خاک ۵٤
۳-۳-۲-۱-۳-خصوصیات مدیریت زراعی ۵۷
۳-۳-۲-۱-٤-خصوصیات واحد اراضی ۵۹
۳-۳-۲-۱-۵-وارد کردن داده‌ها ٦۰
فصل چهارم-نتایج و بحث
٤-۱-مقدمه ٦٤
٤-۲-مدل RUSLE ٦٤
٤-۲-۱-فاکتور فرسایندگی باران (R) ٦٤
٤-۲-۲-فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) ٦۵
٤-۲-۳-فاکتور طول و درجه شیب (LS) ٦۸
٤-۲-٤-فاکتور مدیریت پوشش گیاهی (C) ۷۰
٤-۲-۵-فاکتور عملیات حفاظتی (P) ۷۱
٤-۲-٦-تهیه نقشه پتانسیل خطر فرسایش سالیانه خاک براساس مدل RUSLE ۷۲
٤-۳-مدل ImpelERO ۷۳
٤-۳-۱-خصوصیات مربوط به اقلیم ۷٤
٤-۳-۲-خصوصیات مربوط به خاک ۷۵
٤-۳-۲-۱-ماده آلی ۷۵
٤-۳-۲-۲-درصد وزنی سنگریزه حاک سطحی و جرم مخصوص ظاهری ۷٦
٤-۳-۲-۳-گروه هیدرولوژیکی خاک ۷٦
٤-۳-۲-٤-درصد سدیم اشباع ۷۷
٤-۳-۲-۵-جهت شیب ۷۷

٤-٣-٢-٦-بافت خاک ٧٨
٤-٣-٣-خصوصیات مربوط به مدیریت ٧٩
٤-٣-٤-واحد مزرعه ٧٩
٤-٤-نتایج حاصل از مدل ImpelERO ٨٠
٤-٤-١-میزان فرسایش سالیانه و عمق هدررفت خاک ٨٠
٤-٤-٢-عملیات مدیریتی توصیه شده توسط مدل ImpelERO ٨٤
٤-٥-انواع فرسایش مشاهده شده در منطقه ٨٤
٤-٥-١-فرسایش سطحی یا ورقه‌ای ٨٥
٤-٥-٢-فرسایش شیاری ٨٥
٤-٦-مقایسه نتایج حاصل از دو مدل ImpelERO و RUSLE ٨٨
٤-٧-نتیجه گیری ٩٢
٤-٨-پیشنهادها ٩٣
منابع ٩٥

عنوان	فهرست جداول	صفحه

جدول ۲-۱-کلاس خطر، مقدار هدررفت خاک و شاخص آسیب پذیری تخمین زده شده با شبکه‌های عصبی ۳۱

جدول ۲-۲-ارتباط بین کیفیت‌های مدیریتی/اراضی و زیر مجموعه کیفیت‌ها و خصوصیات مدیریتی/اراضی ۳٤

جدول ۳-۱-مشخصات فیزیوگرافی ایستگاه مورد مطالعه ٤٤

جدول ۳-۲-ارزش P برای کاربری و پوشش راضی مختلف ۵۱

جدول ۳-۳-ارزش P برای عملیات حفاظتی مختلف ۵۲

جدول ۳-٤-مشخصات اقلیمی مربوط به اراضی ۵۳

جدول ۳-۵-مشخصات مربوط به خاک ۵٤

جدول ۳-٦-مشخصات مربوط به مدیریت کشاورزی ۵۹

جدول ٤-۱-محاسبه و برآورد فاکتورهای R و F برای ایستگاه هیدرومتری موجود در حوزه ٦٤

جدول ٤-۲-مقدار فرسایش پذیری خاک اندازه‌گیری شده در واحد نقشه ٦٦

جدول ٤-۳-داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل پروفیل‌ها ۷٤

جدول ٤-٤-داده‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه برای نرم افزار ImpelERO ۷٤

جدول ٤-۵-میزان ماده آلی خاک در واحد نقشه ۷۵

جدول ٤-٦-مقدار جرم مخصوص ظاهری و درصد سنگریزه سطحی موجود در واحدهای نقشه ۷٦

جدول ٤-۷-کلاس بافت خاک در واحد نقشه ۷۸

جدول ٤-۸-عملیات مدیریتی برای واحدهای اراضی مورد بررسی ۷۹

جدول ٤-۹-نتایج حاصل از مدل ImpelERO ۸۱

جدول ٤-۱۰-میزان فرسایش محاسبه شده (تن در هکتار در سال) از طریق مدل ImpelERO و RUSLE ۹۰

جدول ٤-۱۱-مقایسه میانگین مدل ImpelERO و مدل RUSLE با استفاده از آزمون t مستقل ۹۲

عنوان	فهرست شکل‌ها	صفحه

شکل ۲-۱-عامل‌های مؤثر در مدل RUSLE ۲۱
شکل ۲-۲-توضیح کلی از محتوای مدل MicroLEIS ۲۸
شکل ۲-۳-طرح کلی استفاده از شبکه عصبی–درخت تصمیم برای توصیه عملیات مدیریتی ۳۳
شکل ۲-٤-مدل هیبریدی ارزیابی اراضی (ImpelERO) ۳۵
شکل ۳-۱-موقعیت منطقه مورد مطالعه ٤٤
شکل ۳-۲-موقعیت ایستگاه هیدرومتری دهنو در سطح حوزه ٤٥
شکل ۳-۳-موقعیت نمونه‌های سطحی برداشت شده از سطح حوزه ٤٦
شکل ۳-٤-موقعیت پروفیل‌های حفرشده در سطح حوزه ٤٦
شکل ۳-٥-بخش مربوط به خصوصیات اقلیم در نرم افزار ImpelERO ٥۳
شکل ۳-٦-بخش مربوط به خصوصیات خاک در نرم افزار ImpelERO ٥٥
شکل ۳-۷-بخش مربوط به خصوصیات مدیریت زراعی در نرم افزار ImpelERO ٥۷
شکل ۳-۸-بخش مربوط به خصوصیات مدیریت زراعی در نرم افزار ImpelREO ٥۸
شکل ۳-۹-بخش مربوط به خصوصیات واحد اراضی در نرم افزار ImpelERO ٦۰
شکل ۳-۱۰-نمونه‌ای از درخت تصمیم استفاده شده در مدل ImpelERO برای بافت خاک ٦۱
شکل ۳-۱۱-نحوه طراحی شبکه‌های عصبی برای محاسبه شاخص تخریب پذیری در مدل ImpelERO. ٦۲
شکل ٤-۱-عامل فرسایندگی باران، برآورد شده استفاده از روش کریجینگ ساده ٦٥
شکل ٤-۲-عامل فرسایش پذیری خاک، تهیه شده با استفاده از روش برون یابی ٦۷
شکل ٤-۳-مدل رقومی ارتفاع ٦۸
شکل ٤-٤-عامل طول و درجه شیب ٦۹
شکل ٤-٥-عامل پوشش گیاهی حاصل از تبدیل خطی معکوس شاخص NDVI ۷۰
شکل ٤-٦-عامل عملیات حفاظتی ۷۱
شکل ٤-۷-نقشه پهنه بندی فرسایش سالیانه خاک بر اساس مدل RUSLE ۷۲
شکل ٤-۸-نقشه جهت شیب ۷۷

شکل ٤-٩-طبقه بندی کلاس‌های خطر فرسایش در مدل ImpelERO ٨٣
شکل ٤-١٠-قسمتی از نتایج خروجی مدل ImpelERO ٨٣
شکل ٤-١١-راهبردهای مدیریتی توصیه شده در محیط نرم افزار ImpelERO ٨٤
شکل ٤-١٢-فرسایش سطحی مشاهده شده در سطح حوضه ٨٥
شکل ٤-١٣-فرسایش شیاری مشاهده شده در سطح حوضه ٨٥
شکل ٤-١٤-اثر قطع بوته‌ها در سطح منطقه مطالعاتی ٨٦
شکل ٤-١٥-اثر چرای بیش از حد در سطح حوزه ٨٧
شکل ٤-١٦-اثر توسعه بی رویه اراضی در سطح حوزه ٨٧
شکل ٤-١٧-نقشه سطح زیر کشت در حوضه مورد مطالعه ٨٩

فصل اول

مقدمه و اهمیت موضوع

۱-۱-مقدمه و اهمیت موضوع

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی و زیر بنای فعالیت‌های کشاورزی است که حیات موجودات بستگی به نحوه بهره‌برداری از آن دارد، لذا شناخت پتانسیل تولید اراضی و تعیین بهترین و در عین حال پایدارترین سیستم بهره‌وری برای خاک از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عدم توجه به خصوصیات اراضی و استفاده از آن‌ها بدون توجه به استعداد و توان تولیدی آن‌ها می‌تواند تخریب و از دسترس خارج شدنشان را به دنبال داشته باشد. تخریب اراضی به معنای کاهش ظرفیت تولید آن است (مهدیان، ۱۳۸٤). تخریب اراضی به دلیل اثر آن روی پایداری تولیدات کشاورزی یک معضل مهم جهانی به شمار می‌رود. این مشکل در کشورهای در حال توسعه به سبب افزایش جمعیت، جدی‌تر است. هر فرآیندی که باعث کاهش تولید از زمین شود، تخریب خاک محسوب می‌شود (ولی پور و همکاران، ۱۳۸۷). زمانی‌که انسان تعادل طبیعی موجود در محیط زیست را بر هم می‌زند، آثار سویی از خود بر جای می‌گذارد. تخریب جنگل‌ها و مراتع و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی از جمله موارد بر هم زدن توازن طبیعی موجود در محیط زیست است که مشکل بسیاری از نقاط دنیا می‌باشد (ولی پور و همکاران، ۱۳۸۷). بر اثر تغییر کاربری اراضی و بی‌توجهی به خصوصیات کیفی خاک، بسیاری از ویژگی‌های خاک تخریب شده و تدریجا حاصلخیزی خود را از دست داده و به بیابان تبدیل می‌گردد. تخریب خاک ممکن است در مدت زمان کوتاهی اتفاق بیفتد در حالی‌که بازیابی خاک تخریب یافته و استقرار مجدد پوشش گیاهی در آن به زمان طولانی نیاز دارد (Zhao *et al.*,2005).

تخریب خاک را می‌توان استهلاک و هدررفت خاک یا کاهش در انرژی خاک تعریف کرد. از آنجایی‌که تمام عملکرد و استفاده‌ای که از خاک می‌شود براساس میزان انرژی است، می‌توان گفت که تخریب خاک نیز مساوی است با هدررفت یا کاهش عملکرد و بهره‌وری خاک. اراضی تخریب شده، اراضی هستند که نسبت به شرایط قبلی‌شان از نظر خصوصیات خاک و انتظارات مدیران اراضی دچار تغییر نامطلوب شده‌اند. کاهش پتانسیل تولید زمین نیز می‌تواند به معنای تخریب اراضی باشد (یغماییان و همکاران، ۱۳۹۰). تخریب اراضی می‌تواند به دلایل مختلفی رخ دهد که ازجمله آن‌ها می‌توان به مدیریت نامطلوب اراضی، سیل، کیفیت نامطلوب آب‌های زیر زمینی، فرسایش خاک، زمین لغزش، رسوب، استفاده نامطلوب از اراضی و دیم‌کاری اشاره نمود. بررسی‌های موجود نشان می‌دهد که در حدود ۲/۷٦ درصد از اراضی جهان، معادل ۱۲۵ میلیون هکتار، تحت تأثیر فرسایش خاک می‌باشند. استفاده نامطلوب از اراضی به عنوان بدترین پدیده تخریب زیست محیطی است که در حال تشدید شدن است. در حدود ۱۰ میلیون

هکتار از اراضی کشور زیر کشت دیم کاری است. متاسفانه اکثر کشاورزان اصول صحیح دیم کاری را رعایت نمی‌کنند. لذا اعداد و ارقام فوق نشان می‌دهد که معضل تخریب اراضی جدی بوده و لازم است برای کنترل و مهار آن راهکارهای عملی و منطقی به کار گرفته شود (مهدیان، ۱۳۸٤).

هیچ پدیده خاکی در مقیاس جهانی مخرب‌تر از فرسایش ناشی از باد و آب نیست. در نسل امروز، زارعین مجبور شده‌اند تولید محصولات غذایی را برای رفع نیازهای افزایش بی سابقه جمعیت، به بیش از دو برابر برسانند. در کشورهای کم درآمد نسبت جمعیت به اراضی زراعی قابل استفاده که از قبل نیز بسیار بالا بوده در حال افزایش است. در حالی‌که کشت و کار در اراضی حاصلخیز مسطح تمرکز یافته و در تأمین بیشتر غذای مورد نیاز کمک کرده‌است، بسیاری از ملت‌ها مجبورند که سطح اراضی زیر کشت خود را توسعه داده و به سوزاندن و جنگل تراشی در شیب‌های تند و شخم زدن مراتع اقدام کنند. فشار جمعیت همچنین سبب چرای بی‌رویه دام‌ها در مراتع و استخراج بیش از حد منابع چوب گردیده است. تمامی این فعالیت‌ها سبب تخریب و یا حذف پوشش گیاهی و در معرض قرار گرفتن هر چه بیشتر خاک حساس زیرین این منطقه به فرسایش می‌شود. نتیجتا حاصل این چرخه، تخریب یا تنزل کیفیت اراضی است. تخریب سبب کم شدن محصول، فقر انسانی و کاهش پوشش گیاهی در روی خاک است، که به نوبه‌ی خود سبب فرسایش تشدیدی شده و عده‌ی بیشتری از مردم نیازمند را به قطع درختان، شخم و تخریب اراضی وادار می‌سازد. ذرات خاک شسته شده و یا باد رفته از مناطق فرسایشی بعدا در جای دیگر مانند اراضی پست مجاور رودخانه‌ها و نهرها و یا در مخازن و لنگرگاه‌های پایین دست ترسیب خواهند یافت. خسارت زیست محیطی و اقتصادی در مناطقی که مواد خاکی فرسایش یافته در آن ترسیب می‌یابد، ممکن است به اندازه مناطق فرسایشی که خاک از آن‌ها جدا شده است بوده و یا از آن‌ها بیشتر باشد. مواد خاکی جابجا شده سبب بروز مسایل آلودگی آب و هوا شده و هزینه سنگین اقتصادی و اجتماعی را در جامعه به دنبال خواهد داشت. حفاظت از خاک و تلاش در جهت اصلاح و حاصلخیز نمودن آن یک امر استراتژیک برای هر کشوری می‌باشد. چرا که نه تنها بستر حیات و عرصه‌ی تولید است، بلکه تنظیم کننده‌ی تعادل اکوسیستم و چرخه‌ی آب در طبیعت نیز می‌باشد. استفاده‌ی نادرست از منابع اراضی، در نهایت منجر به بروز فرسایش می‌گردد. از طرف دیگر فرسایش و انتقال مواد رسوبی تحت شرایطی خاص انجام می‌گیرد. لذا می‌باید عوامل مؤثر بر آن تا حد امکان شناخته شود تا بتوان به نحو مؤثرتری فرسایش را تحت کنترل درآورد. به دلیل پرهزینه بودن احداث ایستگاه‌های رسوب سنجی، بسیاری از حوزه‌های آبخیز کشورمان فاقد این ایستگاه‌ها بوده و در تعداد قابل توجهی از حوضه‌هایی که دارای ایستگاه رسوب سنجی می‌باشند

با توجه به پایین بودن تعداد سال‌های آماری اندازه گرفته شده و دقت پایین این آمار، استفاده از روش‌های تجربی برای ارزیابی و برآورد فرسایش و رسوب لازم است که هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و معایب ویژه‌ای می‌باشند. اثرات منفی فرسایش و پیامدهای ناشی از آن، نه تنها در محل اصلی وقوع آن در حوضه‌ها و اراضی زراعی به صورت کاهش توان تولیدی و تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک بروز می‌کند، بلکه در محل خارج از وقوع آن به صورت انباشت و رسوب مواد فرسایش یافته بر روی اراضی مرغوب کشاورزی، مراتع، منابع ذخیره آب و ... مشهود است (رضایی و همکاران، ۱۳۸٦). فرسایش در مقیاس حوضه، متنوع و ناهمگن بوده و در نتیجه ارزیابی آن مشکل است. این مشکل با استفاده از مدل‌های برآورد کننده‌ی فرسایش تا اندازه‌ای قابل حل است (Lufafa *et al.*,2003). تدوین و اجرای مؤثر برنامه‌های کنترل فرسایش، نیاز به درک کامل فرآیندهای فرسایش خاک، دقت در اندازه‌گیری و برآورد شدت آن، شناخت عمیق مسأله و در نهایت کنترل عملی آن دارد (Toy *et al.*, 2002). از آنجایی‌که پدیده فرسایش، حاصل اثرات متقابل مجموعه عواملی است که در طول زمان و مکان تغییر می‌کنند، هیچ مدل ساده‌ای وجود ندارد که بتواند تمام این عوامل را مورد بررسی قرار دهد (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۸٤). به طور کلی تلاش‌های انجام شده در بررسی مدل‌های برآورد رسوب با مشکلات اساسی روبرو بوده که مهمترین آن‌ها به اهداف مورد نظر باز می‌گردد. تحقیقات انستد (Onstad, 1984)، نشان داده است که استفاده از مدل‌ها، اغلب برای دستیابی به ۳ هدف شامل برنامه‌ریزی برای مهار فرسایش، برنامه‌ریزی و طراحی برای منابع آب و بالأخره برنامه‌ریزی در مورد کنترل کیفی آب‌های سطحی بوده است. نکته اساسی در استفاده از مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب، علاوه بر دستیابی به مقادیر فرسایش و تولید رسوب انتخاب مناسب‌ترین مدل به ویژه در حوضه‌های فاقد آمار رسوب سنجی می‌باشد که در این زمینه بتواند پاسخگوی نیاز باشد. مشکل اساسی که در رد یا عدم رد مدل‌های برآورد فرسایش و تولید رسوب وجود دارد به صحت و دقت مقدار رسوب اندازه‌گیری شده و صحت و دقت مقدار رسوب برآورده شده بوسیله مدل مورد استفاده بستگی دارد (Hadley *et al.*,1985). چالش‌های بیان شده نشان می‌دهد که یکی از عمده‌ترین مشکلات در استفاده از انواع مدل‌های برآورد رسوب تعیین میزان اطمینان به صحت نتایج آن‌ها در محل مورد استفاده می‌باشد (داوری و همکاران، ۱۳۸٤).

از اوایل سال ۹۰ میلادی سیستم تصمیم میکرولیز مشتمل بر ۱۲ مدل بیوفیزیکی با استفاده از روش‌های مختلف مدل‌سازی در اسپانیا با هدف توسعه کشاورزی پایدار ابداع شده است (Shahbazi *et al.*, 2010). نرم افزار میکرولیز یک برنامه کامپیوتری بر مبنای سیستم ارزیابی اراضی اروپایی و مدیترانه‌ای است که در

جهت حل مشکل تصمیم گیرندگان و کاربران اراضی تعبیه شده است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). عمل تطابق و ارزیابی توسط روش‌های مختلفی کیفی، پارامتریک و عددی، روش‌های هوشمند و شبکه های عصبی، روش‌های آماری یا تلفیقی از آن‌ها در این نرم افزار امکان پذیر است. بعد از انجام مدل‌سازی در ارزیابی به کمک سیستم‌های GIS در ارتباط با طراحی و برنامه‌ریزی از اراضی تصمیم گیری مناسب صورت می‌گیرد (ایوبی و جلالیان، ۱۳۸۵). هدف از مدیریت و برنامه‌ریزی کاربری اراضی در سیستم میکرولیز حمایت از خاک می‌باشد در صورتی‌که در دیگر سیستم‌های مطالعات ارزیابی هدف بررسی توان تولید اراضی می‌باشد.

درطی ٤٠ سال اخیر، مدل USLE به سبب داشتن محاسبات ساده، پرکاربردترین روش تخمین پتانسیل فرسایش خاک و برآورد تأثیرات عملیات مدیریتی مختلف بر آن بوده است و به دنبال آن، نسخه جدید مدل USLE با نام معادله تجدید نظرشده جهانی هدر رفت خاک (RUSLE) توسعه یافته که برآوردهای دقیق‌تری ازفاکتورهای R، K، C، P و فرسایش خاک انجام می‌دهد (Renard *et al.*, 1997; Van Romertel *et al.*, 2004). به سبب این‌که سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS)، امکان تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی را فراهم می‌آورند، مدل‌های RUSLE/ USLE، با سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور تلفیق شده‌اند (Ouyang and Bartholic, 2001; Lufafa *et al.*,2003). یکی دیگر از مزایای استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS، امکان برآورد فرسایش خاک و توزیع مکانی فرسایش، با هزینه و دقت قابل قبول در مناطق وسیع می‌باشد (Milward and Mersey, 1999; Wang *et al.*, 2003). برای مثال، از طریق تلفیق تکنیک‌های سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و این مدل، می‌توان پتانسیل فرسایش خاک را به صورت شبکه‌ای (توزیعی) برآورد نمود (Milward and Mersey, 1999).

۱-۲-اهداف تحقیق

فرسایش خاک از عوامل اساسی در بحث منابع طبیعی به شمار می‌رود. این حالت به تخریب تدریجی سنگ‌ها، انتقال و ته نشینی آن‌ها به شکل مواد ریز دانه در قسمت‌های پایین دست حوزه‌های آبریز اطلاق می‌شود. به طور مسلم ادامه این فرآیند موجب از بین رفتن و شسته شدن خاک‌های حاصلخیز زراعی می‌شود که برای تولید دوباره آن‌ها باید مدت زمان بسیار زیادی به انتظار نشست. کاهش خاک‌ها و در نتیجه شدت گرفتن سیلاب‌ها از جمله تبعات این پدیده مخرب طبیعی است. مطالعات نشان می‌دهد که عوامل طبیعی متعددی در شدت یافتن فرسایش خاک حوزه‌های آبریز دخالت دارند که میزان شیب توپوگرافی، شدت

بارش‌ها، پوشش گیاهی موجود، لیتولوژی و ... از جمله این عوامل به شمار می‌آیند. با توجه به این موضوع مشخص است که همه مکان‌های جغرافیایی- به لحاظ تفاوت در ساختارهای محیط طبیعی- یکسان آسیب پذیر نیستند؛ بدین معنا که به لحاظ شدت و ضعف‌های عوامل طبیعی، میزان فرسایش خاک در واحدهای طبیعی بسیار متفاوت است. به همین منظور اولین قدم در مبارزه و کاهش اثر این بلایای طبیعی، شناسایی و پهنه بندی مناطق آسیب پذیر است تا با ارائه راه حل‌های فنی، میزان تولید رسوب به حداقل ممکن کاهش یابد. برای شناسایی و تعیین میزان فرسایش خاک در حوزه‌های طبیعی محققان از روش‌های تجربی متعدد استفاده می‌کنند. تفاوت این گونه روش‌ها در انتخاب پارامترها و ضرایب کمی فرمول‌های تجربی است که ناشی از به کارگیری روش‌های مذکور در محیط‌های جغرافیایی مختلف است. از جمله مهمترین اهداف تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱-ارزیابی هدررفت خاک با استفاده از مدل ImpelERO

۲-مدل‌سازی میزان فرسایش خاک از طریق تلفیق مدل RUSLE با RS و GIS

۳-مقایسه نتایج حاصل از دو مدل ImpelERO و RUSLE

۱-۳-فرضیات تحقیق

۱-به نظر می‌رسد روش ImpelERO در ارزیابی خطر فرسایش خاک نتایج قابل قبولی دارد.

۲-به نظر می‌رسد روش RUSLE در برآورد میزان رسوب حاصل از منطقه دقت قابل قبولی داشته باشد.

۳-به نظر می‌رسد نتایج بدست آمده از دو مدل که با استفاده از آزمون t بررسی می‌شود، قابل قبول باشد.