



دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

گروه آموزشی منابع طبیعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
در رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری

### عنوان:

**پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر میزان فرسایش و بار رسوب  
با استفاده از مدل RUSLE در حوزه آبخیز روضه‌چای ارومیه**

اساتید راهنما:

دکتر اباذر اسمعلی‌عوری

دکتر رئوف مصطفی‌زاده

استاد مشاور:

دکتر حبیب نظرنژاد

پژوهشگر:

خدیدجه حاجی

تابستان ۱۳۹۶

نام خانوادگی دانشجو: حاجی	نام: خدیجه
عنوان پایان نامه: پیش بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر میزان فرسایش و بار رسوب با استفاده از مدل RUSLE در حوزه آبخیز روضه چای ارومیه	
استاد راهنمای اول: دکتر اباذر اسمعیلی عوری	استاد راهنمای دوم: دکتر رئوف مصطفی زاده
استاد مشاور: دکتر حبیب نظر نژاد	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی منابع طبیعی
گرایش: آبخیزداری	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: کشاورزی و منابع طبیعی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۰۶/۱۲
	تعداد صفحات: ۱۰۵
<p><b>چکیده</b></p> <p>فرسایش خاک یکی از مشکلات محیطی است که تهدیدی برای منابع طبیعی، کشاورزی و محیط زیست به شمار می رود. در این راستا، اطلاعات زمانی و مکانی فرسایش خاک در اقدامات مدیریتی، کنترل فرسایش و مدیریت حوزه های آبخیز نقش مؤثری دارد. کاربری های مختلف اراضی مقادیر مختلف فرسایش را ایجاد می کند و بنابراین پوشش گیاهی نقش به سزایی در حفاظت خاک و مهار فرسایش دارد. در پژوهش حاضر، هدف برآورد و مقایسه میزان فرسایش خاک و تولید رسوب در کاربری های مختلف اراضی سال های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ و همچنین پیش بینی فرسایش و رسوب در ۲۰ سناریوی مدیریتی کاربری اراضی در حوزه آبخیز روضه چای واقع در غرب شهرستان ارومیه با استفاده از مدل RUSLE بود. برای پیش بینی موارد ذکر شده، معادله تجدیدنظر شده جهانی هدررفت خاک در چارچوب سیستم اطلاعات جغرافیایی و با به کارگیری تصاویر ماهواره ای لندست ۵ و ۷ و سنجنده های TM و ETM<sup>+</sup>، نقشه کاربری اراضی با استفاده از نرم افزار TerrSet و طبقه بندی شیء گرا تهیه شد. پس از تهیه عوامل مدل RUSLE شامل R، K، LS، C و P مدل اجرا شد و مقادیر متوسط هر کدام از فاکتورها محاسبه و از حاصل ضرب آنها نقشه فرسایش خاک در سه بازه زمانی مذکور و سناریوهای مدیریتی تهیه گردید. در این تحقیق براساس شرایط منطقه ۲۰ سناریوی تغییر کاربری اراضی در جهت بهبود و یا تخریب اراضی تدوین گردید. براساس نتایج، مقدار متوسط فرسایش خاک سالانه حوزه در سال های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ به ترتیب برابر با ۱۴/۷۱، ۱۶/۵۲ و ۱۷/۲۲ تن در هکتار در سال برآورد گردید. با توجه به این که سطح مراتع در بازه زمانی ۳۰ سال بیشترین درصد کاربری را در بین تمام کاربری ها به خود اختصاص داده است، ولی در فاصله سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ سطح مراتع دارای روند کاهشی بوده که بیانگر روند تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط - فقیر و مرتع خوب توسط کاربری زراعت دیم است. بنابراین صحت کل برای سال های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ به ترتیب برابر با ۹۷، ۹۰ و ۹۶ درصد و شاخص کاپا هم به ترتیب برابر با ۹۱، ۸۴ و ۹۴ درصد بود که نشان دهنده صحت بالای این روش در طبقه بندی است. همچنین براساس نتایج مدل، مقدار فرسایش در سناریوی مینا برابر ۱۷/۲۲ تن در هکتار در سال است. در این راستا می توان با انجام عملیات حفاظتی در اراضی دیم و شیب دار و تنها با اجرای سناریوی ۶ (حفاظت و احیا مراتع شخم خورده) مقدار فرسایش را از مقدار ۱۷/۲۲ به ۹/۷۵ تن در هکتار در سال کاهش داد. در حالی که بیشترین مقدار فرسایش مربوط به تخریب خیلی شدید مراتع در اثر چرا (سناریوی ۲۰) برابر با ۳۰/۴۲ تن در هکتار در سال می باشد. به عبارتی بیشترین مقدار کاهش فرسایش در سناریوی ۶ (حفاظت و احیا مراتع شخم خورده) به میزان ۴۳/۳۷ درصد صورت گرفته است، در نتیجه اثر عامل (P) در کاهش مقدار فرسایش بیش تر از</p>	

عامل (C) می‌باشد. به‌طور کلی نتایج حاکی از امکان ارزیابی اثرات سناریوهای مدیریتی بر کاهش فرسایش و اولویت‌بندی حفاظت خاک در منطقه مورد مطالعه است.

**کلید واژه‌ها:** عملیات حفاظتی، تغییر کاربری اراضی، مدیریت پوشش گیاهی، سناریوی مدیریتی، طبقه‌بندی شیء‌گرا، مدل RUSLE

### فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- کلیات.....	۲
۱-۲-۱- فرسایش خاک و تولید رسوب.....	۲
۲-۲-۱- کاربری اراضی.....	۴
۳-۲-۱- تغییرات پوشش و کاربری اراضی.....	۵
۴-۲-۱- سناریوی مدیریتی.....	۶
۳-۱- سؤال‌های پژوهش.....	۶
۴-۱- فرضیه‌های پژوهش.....	۷
۵-۱- اهداف پژوهش.....	۷
۶-۱- ضرورت و اهمیت پژوهش.....	۷

### فصل دوم: پیشینه پژوهش

۱-۲- مقدمه.....	۱۱
۲-۲- پیشینه پژوهش در زمینه تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست.....	۱۱
۱-۲-۲- مطالعات خارج از کشور.....	۱۱
۲-۲-۲- مطالعات داخل کشور.....	۱۳
۲-۳- پیشینه پژوهش در زمینه فرسایش و رسوب در کاربری‌های مختلف اراضی.....	۱۵
۱-۲-۳- مطالعات خارج از کشور.....	۱۵
۲-۳-۲- مطالعات داخل کشور.....	۱۸
۴-۲- پیشینه پژوهش در زمینه سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۱-۴-۲- مطالعات خارج از کشور.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۲-۴-۲- مطالعات داخل کشور.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۵-۲- جمع‌بندی پیشینه تحقیق.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

### فصل سوم: مواد و روش

۱-۳- مقدمه.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۲-۳- منطقه مورد مطالعه و موقعیت جغرافیایی آن.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۱-۲-۳- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز روضه‌چای.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۱-۱-۲-۳- ارتفاع حوزه.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
۲-۱-۲-۳- شیب حوزه.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Error! Bookmark not defined.....	۳-۱-۲-۳- جهت‌های جغرافیایی حوزه.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۳- نرم‌افزارهای مورد استفاده.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴- روش انجام تحقیق.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱- پیش پردازش و آماده‌سازی تصاویر.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۱- تصاویر رقومی ماهواره لندست.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۲- کاربرد باندهای ماهواره لندست.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۳- ادغام لایه‌ها.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۴- نرم‌افزار TerrSet.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۵- تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره‌ای.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۱-۶- تصحیحات رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۲- تصاویر آنلاین Google Earth در تهیه نقشه کاربری اراضی.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳- پردازش.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۱- ایجاد نمونه‌های تعلیمی.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۲- ایجاد نمونه‌های معرف.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۳- سگمنت‌سازی.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۴- تهیه نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۰۰.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۵- طبقه‌بندی به روش شیء‌گرا.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۳-۶- تهیه نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۴- پس پردازش.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۴-۱- ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۴-۲- آشکارسازی تغییرات با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵- مدل جهانی فرسایش خاک اصلاح شده (RUSLE).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۱- عامل فرساینده‌گی باران (R).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۲- عامل فرسایش‌پذیری خاک (K).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۳- عامل شیب و طول شیب (L.S).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۴- عامل مدیریت پوشش گیاهی (C).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۵- عامل حفاظت خاک (P).....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۵-۶- تلفیق لایه‌ها و تهیه نقشه فرسایش خاک.....
Error! Bookmark not defined.....	۳-۴-۶- تعیین مقادیر مشاهده‌ای میزان رسوب با استفاده از ایستگاه رسوب‌سنجی.....

defined.

۳-۴-۷- تبیین سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی و کاربری اراضی.....**Error! Bookmark not defined.**

نمرت مطالب

صفحه

عنوان

۳-۴-۷-۱- تعیین فعالیت‌های مدیریتی و استخراج قواعد و شرایط انجام فعالیت .....**Error! Bookmark not defined.**

۳-۴-۷-۲- جمع‌بندی و تدوین سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی و کاربری اراضی ... **Error! Bookmark not defined.**

۳-۴-۸- تحلیل همبستگی.....**Error! Bookmark not defined.**

۳-۵- جمع‌بندی مواد و روش پژوهش .....**Error! Bookmark not defined.**

### فصل چهارم: نتایج و یافته‌های پژوهش

۴-۱- مقدمه.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۲- خصوصیات فیزیوگرافی حوزه آبخیز روضه‌چای.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۲-۱- ارتفاع حوزه .....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۲-۲- شیب حوزه .....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۲-۳- جهت‌های جغرافیایی حوزه .....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳- استخراج نقشه‌های کاربری اراضی براساس تصاویر ماهواره لندست .....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۱- نقشه کاربری اراضی در سال ۱۹۸۵.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۲- نقشه کاربری اراضی در سال ۲۰۰۰.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۳- نقشه کاربری اراضی در سال ۲۰۱۵.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۴- مقایسه سطح کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ **Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۵- آشکارسازی تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۳-۱-۵- تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰.....**Error! Bookmark not defined.**

**defined.**

۴-۳-۲-۵- تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵.....**Error! Bookmark not defined.**

**defined.**

۴-۳-۳-۵- تغییرات در هر یک از طبقات کاربری اراضی در سال‌های (۲۰۰۰-۱۹۸۵) و (۲۰۱۵-۲۰۰۰)..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

۴-۳-۶- ارزیابی صحت نقشه طبقه‌بندی نهایی کاربری اراضی.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۴- برآورد میزان فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۴-۱- تهیه نقشه فرسایش خاک سالانه ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۴-۵- مقادیر مشاهده‌ای میزان رسوب با استفاده از ایستگاه رسوب‌سنجی.....**Error! Bookmark not defined.**

۴-۶- برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۷- سناریوهای تدوین شده مدیریت کاربری اراضی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۷-۱- عامل مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) در سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای

..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۷-۲- فرسایش خاک و تولید رسوب (تن در هکتار در سال) در سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای

..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۷-۳- فرسایش خاک و تولید رسوب (تن در هکتار در سال) در هر یک از کاربری‌های اراضی در سناریوهای مدیریتی

حوزه آبخیز روضه‌چای ..... **Error! Bookmark not defined.**

۴-۸- ارتباط عامل C و P با مقادیر فرسایش در سناریوهای مدیریتی ..... **Error! Bookmark not defined.**

نمرت مطالب

صفحه

عنوان

### فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- مقدمه ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۲- تحلیل طبقه‌بندی شیء‌گرا ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۳- برآورد فرسایش و تولید رسوب در سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۴- قابلیت اجرای سناریوهای مدیریتی ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۵- پیش‌بینی تغییر کاربری اراضی در دو وضعیت بهبود و تخریب ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۶- اثر عامل (C) و (P) روی فرسایش خاک ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۷- آزمون فرضیات ..... **Error! Bookmark not defined.**

۵-۸- پیشنهادات ..... **Error! Bookmark not defined.**

فهرست منابع و مآخذ: ..... **Error! Bookmark not defined.**

- جدول ۱-۳- مشخصات ایستگاه هیدرومتری کلهور در خروجی حوزه آبخیز روضه‌چای **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۲-۳- مشخصات سری تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۰۰ **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۳-۳- مشخصات باندهای سنجنده TM (لیلسند و همکاران، ۲۰۰۴) **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۴-۳- مشخصات باندهای سنجنده ETM<sup>+</sup> (لیلسند و همکاران، ۲۰۰۴) **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۵-۳- مشخصات تصویر ماهواره‌ای Google Earth برای سال ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۶-۳- مقادیر نمونه‌های تعلیمی گرفته شده برای هر یک از طبقات کاربری اراضی **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۷-۳- محاسبه و برآورد MFI و R برای ایستگاه‌های بارندگی حوزه آبخیز روضه‌چای ۴۱.....
- جدول ۸-۳- فرسایش‌پذیری خاک براساس یک درصد ماده آلی خاک ۴۲.....
- جدول ۹-۳- عامل مدیریت پوشش گیاهی (C) در کاربری‌های مختلف حوزه آبخیز روضه‌چای ۴۳.....
- جدول ۱۰-۳- قواعد تدوین سناریوهای مدیریتی کاربری اراضی ممکن در جهت اجباء یا تخریب **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۱۱-۳- سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی و کاربری اراضی با هدف حفاظت خاک در حوزه آبخیز روضه‌چای **Error! Bookmark not defined.**
- جدول ۱-۴- درصد مساحت طبقات شیب حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۲.....
- جدول ۲-۴- درصد مساحت طبقات جهت حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۳.....
- جدول ۳-۴- مساحت طبقات کاربری اراضی سال ۱۹۸۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۵.....
- جدول ۴-۴- مساحت طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ در حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۶.....
- جدول ۵-۴- مساحت طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۷.....
- جدول ۶-۴- ماتریس تغییرات کاربری اراضی سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ در حوزه آبخیز روضه‌چای ۵۹.....



جدول ۴-۷- ماتریس تغییرات کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۶۰  
 جدول ۴-۸- ماتریس خطای طبقه‌بندی شیء‌گرا در تصویر لندست سال ۱۹۸۵ حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۶۲  
 جدول ۴-۹- ماتریس خطای طبقه‌بندی شیء‌گرا در تصویر لندست سال ۲۰۰۰ حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۶۳  
 جدول ۴-۱۰- ماتریس خطای کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۶۳  
 جدول ۴-۱۱- مقادیر متوسط فرسایش خاک سالانه (تن در هکتار در سال) در حوزه آبخیز روضه‌چای **Error!**

**Bookmark not defined.**

جدول ۴-۱۲- کلاس‌های طبقه‌بندی شده فرسایش خاک سالانه حوزه آبخیز روضه‌چای **Error! Bookmark**

**not defined.**

جدول ۴-۱۳- مقادیر رسوب و فرسایش اندازه‌گیری شده در ایستگاه کلهور حوزه آبخیز روضه‌چای **Error!**

**Bookmark not defined.**

جدول ۴-۱۴- میزان فرسایش و رسوب در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه آبخیز روضه‌چای **Error!**

**Bookmark not defined.**

جدول ۴-۱۵- مقادیر فرسایش و رسوب (تن در هکتار در سال) و درصد تغییرات فرسایش در سناریوهای مدیریتی

**Error! Bookmark not defined.**.....

جدول ۴-۱۶- مقادیر مساحت (هکتار)، متوسط فرسایش خاک و رسوب (تن در هکتار در سال) در هر یک از کاربری‌های

اراضی در سناریوهای مدیریتی حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۸۲

ادامه جدول ۴-۱۶- مقادیر مساحت (هکتار)، متوسط فرسایش خاک و رسوب (تن در هکتار در سال) در هر یک از

کاربری‌های اراضی در سناریوهای مدیریتی حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۸۳

جدول ۴-۱۷- نتایج ضریب همبستگی پیرسون بین عامل (C) و (P) با فرسایش خاک در سناریوهای مختلف مدیریتی

حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۸۶

## فهرست اشکال

صفحه

عنوان

شکل ۳-۱- موقعیت حوزه آبخیز روضه‌چای در ایران و استان آذربایجان غربی ..... **Error! Bookmark not**

**defined.**

شکل ۳-۲- تصویر ترکیب رنگی کاذب (۴۳۲) سنجنده TM سال ۱۹۸۵ ..... ۳۳

شکل ۳-۳- تصویر ترکیب رنگی کاذب (۴۳۲) سنجنده ETM<sup>+</sup> سال ۲۰۰۰ ..... ۳۴

شکل ۳-۴- نتایج قطعه‌بندی تصاویر با مقیاس‌های متفاوت ..... ۳۶

شکل ۳-۵- رابطه بین بارندگی و عامل فرسایش باران در ایستگاه‌های اطراف حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۴۱

شکل ۳-۶- منحنی سنج‌رسوب ایستگاه کلهور در حوزه آبخیز روضه‌چای در سال ۱۳۹۲-۱۳۸۷ ..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۳-۷- نمودار جریانی مراحل انجام پژوهش ..... **Error! Bookmark not defined.**.....

شکل ۴-۱- نقشه مدل رقومی ارتفاع حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۵۱

شکل ۴-۲- نقشه طبقات شیب حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۵۲

شکل ۴-۳- نقشه جهات جغرافیایی حوزه آبخیز روضه‌چای ..... ۵۳

شکل ۴-۴- نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۵ حاصل از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصویر لندست TM ..... ۵۴

شکل ۴-۵- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ حاصل از طبقه‌بندی شیء‌نگرای تصویر لندست ETM<sup>+</sup>..... ۵۵

شکل ۴-۶- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۷- سطح کاربری اراضی (درصد) در بازه‌های زمانی مختلف در حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۸- توزیع مکانی تغییرات سطح کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ در حوزه آبخیز روضه‌چای **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۹- توزیع مکانی تغییرات سطح کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۶۰

شکل ۴-۱۰- تغییرات رخ داده هر یک از طبقات کاربری اراضی در سال‌های (۲۰۰۰-۱۹۸۵) و (۲۰۱۵-۲۰۰۰)..... ۶۱

شکل ۴-۱۱- نقشه عامل R حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۲- نقشه عامل K حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۳- نقشه عامل LS حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۴- نقشه عامل C حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۵- نقشه عامل P حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۶- نقشه متوسط فرسایش خاک سال ۱۹۸۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not**

**defined.**

شکل ۴-۱۷- نقشه متوسط فرسایش خاک سال ۲۰۰۰ در حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not**

**defined.**

شکل ۴-۱۸- نقشه متوسط فرسایش خاک سال ۲۰۱۵ در حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error! Bookmark not**

**defined.**

شکل ۴-۱۹- مقادیر فرسایش (تن در هکتار در سال) در کاربری‌های اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۰- مقادیر رسوب (تن در هکتار در سال) در کاربری‌های اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای..... **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۱- مقادیر فرسایش خاک (هزار تن) در کاربری‌های اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۶۹

شکل ۴-۲۲- نقشه پراکنش کاربری اراضی سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۷۱

ادامه شکل ۴-۲۲- نقشه پراکنش کاربری اراضی سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۷۲

ادامه شکل ۴-۲۲- نقشه پراکنش کاربری اراضی سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۷۳

ادامه شکل ۴-۲۲- نقشه پراکنش کاربری اراضی سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۷۴

ادامه شکل ۴-۲۲- نقشه پراکنش کاربری اراضی سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای..... ۷۵

### فهرست اشکال

صفحه	عنوان
------	-------

شکل ۴-۲۳- مقادیر عامل مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) در سناریوهای مدیریتی **Error!**

**Bookmark not defined.**

ادامه شکل ۴-۲۳- مقادیر عامل مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) در سناریوهای مدیریتی **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۴- نقشه متوسط فرسایش خاک (تن در هکتار در سال) در سناریوهای مدیریتی (۶ و ۲۰) **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۵- مقادیر متوسط فرسایش خاک (تن در هکتار در سال) در سناریوهای مدیریتی **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۶- مقادیر تغییرات فرسایش خاک نسبت به سناریوی وضعیت موجود در سناریوهای مدیریتی ۸۰.....

شکل ۴-۲۷- مقادیر تولید رسوب در سناریوهای مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای ۸۰.....

شکل ۴-۲۸- ارتباط بین عامل (C) با فرسایش خاک در کاربری اراضی سناریوهای مختلف مدیریتی **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲۹- ارتباط بین عامل (P) با فرسایش خاک در کاربری اراضی سناریوهای مختلف مدیریتی **Error!**

**Bookmark not defined.**

شکل ۴-۳۰- ارتباط بین عوامل (C) و (P) با فرسایش خاک در سناریوهای مختلف مدیریتی **Error! Bookmark**

**not defined.**

# فصل اول

## مقدمه و کلیات

## ۱-۱- مقدمه

منابع طبیعی یکی از ارزشمندترین ثروت‌های خدادادی کشور است که بهره‌برداری و مدیریت آن دقت و ظرافت خاصی می‌طلبد و سهل‌انگاری در بهره‌برداری و حفاظت از آن خسارت جبران‌ناپذیری به دنبال دارد. شواهد متعددی در خصوص ضرورت مطالعه و پویایی زمانی و مکانی کاربری اراضی و مدیریت آبخیز برای درک فرآیندهای رواناب و رسوب و تدوین استراتژی‌های مدیریتی وجود دارد (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹). انسان در طبیعت با اقدامات خواسته و ناخواسته موجب برهم خوردن تعادل و تشدید روند تخریب طبیعت می‌شود. از طرفی امروزه افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات کشاورزی موجب شده تا پوشش گیاهی به‌ویژه در اکوسیستم‌های جنگلی مرتعی با سرعت هشدار دهنده‌ای توسط انسان تخریب و باعث افزایش فرسایش شود. از آنجا که پوشش گیاهی مهم‌ترین مانع در برابر فرسایش می‌باشد می‌توان تأثیر آن را بر میزان از دست‌رفت خاک مشاهده کرد (احمدی، ۱۳۸۸). بنابراین فرسایش حاصل از کمبود پوشش گیاهی به دو دلیل صورت می‌گیرد، یکی تغییرات کاربری‌هاست، هنگامی که سطح زمین از یک کاربری به کاربری دیگر تغییر می‌کند. با تغییر در سیستم خاک و فعل و انفعالات شیمیایی خاک، از میزان مواد آلی خاک کاسته می‌شود و خاک قابلیت حاصل‌خیزی خود را از دست می‌دهد و پوشش گیاهی کاهش پیدا می‌کند و دیگری کاهش ناشی از استفاده غیر اصولی در همان نوع کاربری است که باعث فرسایش لایه‌های سطحی خاک می‌شود (رحیمی و مزبانی، ۱۳۹۲).

## ۱-۲- کلیات

### ۱-۲-۱- فرسایش خاک و تولید رسوب

فرسایش<sup>۱</sup> از ریشه لاتین Eroderi به معنی سائیدگی گرفته شده و عبارت است از سائیده شدن سطح زمین می‌باشد. به‌طور 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. مواد حاصل از فرسایش با حمل به روش‌های مختلف (جریان‌های آبی، باد و غیره) به پایین دست حوضه منتقل می‌شوند و با مهیا شدن شرایط مناسب، رسوب‌گذاری می‌کنند. فرسایش خاک باعث اثرات نامطلوب مانند از بین رفتن خاک، کاهش سطح زیرکشت و کاهش حاصل‌خیزی می‌شود (پژوهش و همکاران، ۱۳۹۰). اثرات فرسایش را می‌توان در دو دسته، اثرات درون رودخانه‌ای و برون رودخانه‌ای تقسیم‌بندی کرد، اثرات درون رودخانه‌ای شامل رسوب‌گذاری در آبراهه‌ها و مخازن سدها و در نتیجه کاهش ظرفیت حمل رودخانه‌ها، عمر مفید سدها و هم‌چنین آلودگی‌های

1- Erosion

ناشی از رسوبات سبب کاهش کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب و تخریب کیفی زیستگاه‌ها می‌شود و هم‌چنین اثرات برون رودخانه‌ای می‌تواند به افزایش هزینه تصفیه آب، مشکلات استفاده صنعتی از آب به دلیل سایش توربین‌های آبی و کاهش کارایی خنک‌کنندگی آب و رسوب‌گذاری در زمین‌های آبیاری شده اشاره کرد (رحیمی و مزبانی، ۱۳۹۲). از اثرات نامطلوب رسوب‌گذاری می‌توان به کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش ظرفیت آبراهه‌ها، کاهش ظرفیت مخازن و آلودگی منابع آبی اشاره کرد (رفاهی، ۱۳۸۸).

فرسایش خاک و تولید رسوب یکی از مشکلات محیطی است که تهدیدی برای منابع طبیعی، کشاورزی و محیط‌زیست به‌شمار می‌رود و در این راستا، اطلاعات زمانی و مکانی از فرسایش خاک در اقدامات مدیریتی، کنترل فرسایش و مدیریت حوزه‌های آبخیز نقش مؤثری دارد (نظرنژاد، ۱۳۹۳؛ شی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). بهینه‌سازی مدیریت فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز یکی از راه‌های مناسب جهت حفاظت از خاک می‌باشد. این امر مدیر حوزه را قادر می‌سازد تا از بین ترکیبات مختلف و متنوع کاربری‌های اراضی در داخل یک حوزه آبخیز گزینه بهینه را طوری انتخاب نماید که با وضعیت موجود، علاوه بر کاهش میزان فرسایش، درآمد مناسبی را برای ساکنین حوزه به ارمغان آورد (نیک‌کامی، ۱۳۸۱؛ بلاسری و لاخولی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶).

نرخ سالانه فرسایش خاک در ایران ۳۳ تن در هکتار گزارش شده که ۶/۵ برابر حد مجاز و استانداردهای بین‌المللی است (صادق‌زاده ریحان و یاراحمدی، ۱۳۹۲). گزارش‌ها نشان می‌دهد که فرسایش آبی به‌عنوان یک مشکل اساسی در حوزه‌های آبخیز کشور ایران به‌شمار می‌آید، به‌طوری که مقدار فرسایش ویژه بین ۸ تا ۱۶ تن در هکتار در سال برآورد شده است (مهدیان، ۱۳۸۴). بنابراین، تعیین عوامل مؤثر بر فرسایش و پیش‌بینی مقدار فرسایش خاک، نخستین گام در ارائه راهکارهای حفاظت از خاک می‌باشد. تاکنون مدل‌های زیادی جهت برآورد فرسایش خاک و توسعه طرح‌های مدیریت آبخیز ارائه شده، که از مهم‌ترین آن مدل‌ها می‌توان به معادله جهانی فرسایش خاک<sup>۳</sup> (USLE) اشاره نمود (جوزی و مرادی‌مجد، ۱۳۹۴).

به‌دلیل این که از یک سو تعیین مستقیم فرسایش و رسوب هزینه‌بر و مستلزم وقت زیاد می‌باشد و نیز نتایج حاصل از آن‌ها اغلب منطقه‌ای و محدود می‌باشد، روش‌هایی جهت برآورد فرسایش ارائه شده است (رضایی فرد، ۱۳۸۰؛ حاجی و همکاران، ۱۳۹۴). یکی از جنبه‌های مهم در بحث مدل‌ها، تعداد متغیرهای ورودی آن‌ها است که هر چه کم‌تر باشد کار با مدل آسان‌تر و سریع‌تر خواهد بود، سپس زیاد بودن تعداد متغیرهای ورودی می‌تواند شناخت مدل از طبیعت منطقه را افزایش دهد و دقت شبیه‌سازی را نیز بالاتر ببرد، ولی تجمع خطاهای مربوط به تعداد پارمترها و فرآیندهای مورد شبیه‌سازی باعث پیچیده‌تر شدن کار خواهد شد و در نتیجه زمان بیش‌تری برای انجام شبیه‌سازی و واسنجی مدل نیاز خواهد بود (اکبری مجدر و بهره‌مند، ۱۳۹۲). در زمینه مطالعات فرسایش و رسوب دامنه وسیعی از مدل‌ها وجود دارد که براساس درجه پیچیدگی، فرآیندهای قابل شبیه‌سازی و ماهیت دارای تنوع هستند، که از مهم‌ترین آن مدل‌ها برای برآورد فرسایش و بررسی عوامل

1- Shi

2- Belasri & Lakhouili

3- Universal Soil Loss Equation (USLE)

مؤثر بر آن در زمین‌های کشاورزی می‌توان به معادله جهانی فرسایش خاک (USLE) اشاره نمود (ویشمایر و اسمیت<sup>۱</sup>، ۱۹۷۸). مدل USLE در سال ۱۹۴۷ به‌وسیله ویشمایر به‌کار گرفته شد و تکامل یافت و به‌کارگیری آن در سطوح کوچک برای انواع کاربری‌های مختلف در عرصه‌های طبیعی نتایج مناسبی را به‌دست خواهد داد (اسمعی‌عوری و عبداللهی، ۱۳۹۰). در طی ۴۰ سال اخیر، پرکاربردترین روش تخمین فرسایش خاک و برآورد اثرات عملیات‌های مدیریتی مختلف، مدل USLE بوده است (کینل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰). فرسایش خاک در مدل USLE ترکیبی از شش عامل که نشان‌دهنده نیروی فرساینده‌گی باران، فرسایش‌پذیری خاک، طول و درجه شیب، عملیات مدیریتی و حفاظتی است، جهت پیش‌بینی تلفات خاک به‌کار می‌رود (ویشمایر و اسمیت، ۱۹۷۸؛ رنارد<sup>۳</sup> و همکاران، ۱۹۹۷). رابطه جهانی فرسایش خاک اصلاح شده<sup>۴</sup> (RUSLE)، که روش مورد استفاده در پژوهش حاضر می‌باشد، دارای پایه فیزیکی قوی‌تری نسبت به USLE که رابطه تجربی است، بوده و برای اراضی غیرزراعی و طبیعی نیز قابل استفاده است (رنارد و فریموند<sup>۵</sup>، ۱۹۹۴). مدل RUSLE قابلیت پردازش اطلاعات جغرافیایی برای ورود به مدل را دارد. همچنین بعد از شبیه‌سازی، نرم‌افزار ArcGIS خروجی‌های مدل را پردازش نموده و اطلاعات خروجی را به‌صورت گرافیکی یا جدول نمایش می‌دهد. سپس بار رسوب سالانه می‌تواند با استفاده از رسوبات معلق اندازه‌گیری شده در طول سیلاب‌ها پیش‌بینی شود. همچنین حلقه‌های سنج‌رسوب نیز ابزاری مناسب برای درک نقش کنترل‌کنندگی دبی در تولید رسوب محسوب می‌شود و بنابراین الگوی تغییرات رسوب معلق در طول وقایع سیلاب در شرایط مختلف بیانگر تغییرات شدید رابطه بین دبی و غلظت رسوب معلق تحت‌تأثیر عوامل متعدد می‌باشد (مصطفی‌زاده، ۱۳۹۳).

## ۱-۲-۲- کاربری اراضی

کاربری اراضی عبارت است از نوع و نحوه استفاده از زمین در وضعیت موجود، که در قالب یکی از کاربری‌ها شامل زراعت، باغ، جنگل، مرتع، چمن‌زار، مسکونی (شهری و روستایی)، صنعت و معدن و غیره نمود پیدا می‌کند. تغییر کاربری اراضی یکی از اقدامات عامل انسان است که می‌تواند بر کیفیت آب تأثیرگذار باشد (شعبانی و همکاران، ۱۳۸۵). تعیین کاربری اراضی یکی از اطلاعات پایه در ارزیابی منابع مختلف مانند قابلیت اراضی و خاکشناسی، مطالعات پوشش گیاهی، فرسایش و رسوب، مدیریت منابع طبیعی و محیط‌زیست، شناخت توان و استعداد اراضی و در کل مطالعات آبخیزداری و آمایش سرزمین است. معمولاً نقشه پوشش اراضی و نقشه کاربری اراضی به‌صورت ابهام‌آمیزی به جای هم‌دیگر، البته نه همیشه، استفاده و معمولاً اطلاعات کاربری اراضی از نقشه پوشش زمین استخراج می‌شود (پاکروان و قربانی، ۱۳۹۱). اراضی زراعی، مرتعی و جنگلی نیز مهم‌ترین اجزای منابع طبیعی محسوب می‌شوند و ادامه حیات جوامع انسانی مستلزم وجود و حفظ این منابع در ارتباط با آب و خاک است. استفاده نامناسب و بی‌رویه از اراضی، کاهش ارزش این منابع و تخریب آن‌ها را به‌دنبال دارد که در نهایت منجر به کاهش درآمد آبخیزنشینان می‌شود. بنابراین توسعه پایدار و استفاده بهینه از منابع طبیعی

1- Wischmeier & Smit

2- Kinnell

3- Renard

4- Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)

5- Renard & Freimund

بدون آسیب رساندن به آن‌ها برای نسل‌های آتی ضروری است. بهینه‌سازی کاربری اراضی یکی از روش‌های تخصیص منابع محسوب می‌شود که در آن فعالیت‌های مختلف یا کاربری‌های اراضی به واحدهای خاصی اختصاص داده می‌شود (خالدیان و نیک‌کامی، ۱۳۹۶). نقش این عامل از نظر کاهش کیفیت فیزیکی آب به صورت ایجاد تغییر گل آلودگی و کدورت آب از طریق ورود رسوبات ناشی از شکل‌گیری انواع فرسایش‌های آبی و بادی جای تردید ندارد. مشخص کردن رابطه بین گسترش اراضی زراعی و در مجموع تغییر در کاربری اراضی با تغییرات فیزیکی آب رودخانه‌ها تنها راهکار تعیین‌کننده و علمی-کاربردی برای دستیابی به راه‌حل‌های کنترل و بهبود هر چه بیشتر کیفیت آب و بهره‌برداری هر چه بهتر از منابع آب یک حوزه آبخیز می‌باشد (ضیائی، ۱۳۸۰). همچنین ایجاد فرسایش و رسوب خروجی حوزه آبخیز به ویژگی‌های فیزیوگرافی (شکل، اندازه، شیب و الگوی شبکه زهکشی)، الگوی پراکنش کاربری اراضی، نوع خاک، شدت و مدت وقوع بارندگی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد که در این میان، اهمیت کاربری اراضی به دلیل نقش مؤثر انسان در آن نسبت به دیگر عوامل زیادتر است. به عبارت دیگر، نوع بهره‌برداری از اراضی عامل بسیار مهمی در فرسایش و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز به شمار می‌رود (رام چندرا<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴؛ کساس<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳). چنانچه سهم مشارکت انواع استفاده از زمین در میزان رسوب‌دهی مشخص و قابل توجه باشد، با ارائه روش‌های مدیریتی در بهره‌برداری از اراضی، می‌توان از شدت فرسایش حوزه‌های آبخیز کاست و میزان درآمد ساکنین آبخیز را افزایش داد (نیک‌کامی، ۱۳۸۱؛ احمدی ۱۳۸۸).

### ۱-۲-۳- تغییرات پوشش و کاربری اراضی

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو در زمینه مدیریت منابع طبیعی، تهیه نقشه پوشش گیاهی و بررسی روند تغییرات آن به منظور ارزیابی تصمیمات مدیریتی، خصوصاً در بلندمدت است. سنجش از دور<sup>۳</sup> (RS) همراه با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی<sup>۴</sup> (GIS)، به طرز فزاینده‌ای جهت تعیین و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری و پوشش اراضی به کار گرفته می‌شوند (موسوی و همکاران، ۱۳۸۵). سنجش از دور با تولید داده‌های چند طیفی و چند زمانه، قادر به تعیین نوع، میزان و محل وقوع تغییرات پوشش و کاربری اراضی است. GIS یک محیط انعطاف‌پذیر را برای نمایش، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های رقومی موردنیاز برای بررسی تغییرات به وجود می‌آورد. با پرتاب ماهواره لندست (Landsat) در سال ۱۹۷۲ به فضا، عصر جدیدی در سنجش از دور آغاز و در پی آن توجه بیشتری به استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در زمینه‌ی ارزیابی گیاهان و بررسی روند تغییرات آن مبذول گردید. به طوری که امروزه با توجه به قدرت تفکیک مکانی و زمانی تصاویر لندست، این داده‌ها برای آنالیز تغییرات تدریجی و سریع پوشش‌های گیاهی و نیز پایش فرآیندهای زیست‌محیطی بسیار مناسب شناخته شده‌اند (گولر<sup>۵</sup> و همکاران ۲۰۰۷).

1- Ramachandra

2- Kassas

3- Remote Sensing (RS)

4- Geographical Information System (GIS)

5- Guler



تکنولوژی سنجش از دور، این فرصت را فراهم کرده است تا بدون صرف هزینه و وقت زیاد و با تکیه بر اطلاعات به دست آمده از ماهواره‌ها به بررسی تغییرات عرصه‌های وسیع منابع طبیعی پرداخت (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹).

دلایل عمده تغییر کاربری اراضی عبارتند از (لمبین و استراهلر<sup>۱</sup>، ۱۹۹۴):

- وقوع تغییرات طولانی مدت طبیعی در شرایط اقلیمی
  - فرآیندهای ژئومورفولوژیکی و اکولوژیکی (از قبیل فرسایش خاک و فرآیند توالی در گیاهان)
  - فعالیت‌های انسانی از جمله جنگل‌زدایی و تخریب اراضی
- تغییرات مطرح شده در منابع طبیعی را می‌توان براساس سرعت وقوع تغییرات (ناگهانی یا تدریجی)، میزان تغییرات رخ داده (تغییر جزئی یا کلی) و عوامل محرکه تغییرات (طبیعی یا انسانی)، تقسیم‌بندی کرد (کوپین<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۴).
- طبق نظر فاتو<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۰، تغییر پوشش زمین بر دو نوع است (چن<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲):
- ۱- تغییر از یک طبقه کاربری اراضی به طبقه‌ای دیگر به‌عنوان مثال، تغییر از جنگل به علفزار
  - ۲- تغییر در داخل یک طبقه، برای مثال تغییر از جنگل متراکم به جنگل با تراکم متوسط

### ۱-۲-۴- سناریوی مدیریتی

سناریوهای مدیریتی از ترکیب فعالیت‌های مدیریتی ایجاد می‌شوند که باید کاملاً از یکدیگر قابل تفکیک باشند. منظور از فعالیت مدیریتی، تغییری منحصر به فرد در راستای رسیدن به اهداف مدیریتی است که ممکن است شامل گزینه‌های حفظ شرایط موجود، عملیات بیولوژیکی، ساختمانی (یا ترکیبی از هر دو)، بهترین اقدام مدیریتی و یا تغییر رفتار انسانی باشد (مصطفی‌زاده، ۱۳۹۳؛ سماحسک<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). با بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی در دهه‌های گذشته و پیش‌بینی سناریوهای مدیریتی به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، هم‌چنین این امکان وجود خواهد داشت تا تغییرات احتمالی پوشش گیاهی و میزان فرسایش را در دهه‌های آینده و به شرط ادامه روند فعلی در این منطقه پیش‌بینی نمود و مناطق بحرانی و دارای اولویت اصلاحی را تشخیص داد.

### ۱-۳- سؤال‌های پژوهش

- ۱- میزان تغییر فرسایش و رسوب در مدل RUSLE در اثر تغییر کاربری اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای چگونه است؟
- ۲- عملیات‌های مختلف مدیریتی پوشش گیاهی در حوزه آبخیز روضه‌چای چه تأثیری روی فرسایش و تولید رسوب دارند؟

---

1- Lambin & Strahler  
2- Coppin  
3- Fao  
4- Chen  
5- Semmahasak

۳- تأثیر کدام عامل مدیریت پوشش گیاهی (C) یا عملیات حفاظتی (P) در سناریوهای مختلف مدیریت پوشش گیاهی بر مقدار فرسایش و رسوب مدل RUSLE بیش تر است؟

### ۱-۴- فرضیه‌های پژوهش

در این پژوهش فرضیه‌های زیر آزمون شدند:

- ۱- با تغییر کاربری اراضی از مرتع به کشاورزی، میزان رسوب در مدل RUSLE افزایش خواهد یافت.
- ۲- اعمال روش‌های مختلف مدیریتی در قالب سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی باعث کاهش فرسایش در مدل RUSLE خواهد شد.
- ۳- اثر عملیات حفاظتی (P) در مدل RUSLE بیش تر از مدیریت پوشش گیاهی (C) است.

### ۱-۵- اهداف پژوهش

هدف از تحقیق حاضر موارد زیر می‌باشد:

- ۱- ارزیابی تأثیر کاربری اراضی بر مقدار فرسایش و تولید رسوب با مدل RUSLE در حوزه آبخیز روضه‌چای
- ۲- برآورد مقدار فرسایش و رسوب تحت عملیات مختلف مدیریتی در حوزه آبخیز روضه‌چای
- ۳- تعیین اهمیت عوامل مدیریت پوشش گیاهی (C) و عملیات حفاظتی (P) با مقایسه سناریوهای مختلف مدیریت پوشش گیاهی

### ۱-۶- ضرورت و اهمیت پژوهش

به‌طور کلی وقوع فرسایش یک پدیده طبیعی است ولی فعالیت‌های انسان در تشدید یا کاهش آن می‌تواند نقش مهمی ایفاء نماید. پوشش گیاهی یکی از پارامترهایی است که به‌عنوان عاملی مهم در تعدیل تأثیر عوامل مؤثر بر فرسایش شناخته شده است (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه عدم استفاده صحیح از اراضی و تغییرات کاربری اراضی از قبیل تبدیل جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی، چرای مفرط، عدم استفاده صحیح از اراضی کشاورزی، شخم روی شیب‌های تند، باعث افزایش میزان فرسایش خاک و رسوب شده است. از آنجایی که تنظیم مشخصه‌های بارش مؤثر در تولید رواناب و رسوب نظیر شدت و مدت بارش، در اختیار انسان نمی‌باشند، لذا مدیریت پوشش گیاهی و طراحی و اجرای سیستم‌های حفاظتی و مدیریتی مناسب می‌تواند به کاهش تولید رسوب و فرسایش در حوزه‌های آبخیز کمک کند (کلارستاقی و همکاران، ۱۳۸۷).

بنابراین نقش و تأثیر مدیریت پوشش گیاهی در افزایش نفوذ آب باران به خاک و کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک یکی از مباحث اساسی حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد و برای رسیدن به این هدف مناسب‌ترین و کارآمدترین راه‌حل، ایجاد و تقویت پوشش گیاهی بر روی سطح زمین می‌باشد (همت‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). در نتیجه مجموعه عملیات مدیریتی اراضی می‌تواند منجر به کاهش میزان شیب دامنه‌ها، افزایش درصد پوشش گیاهی، نرخ نفوذپذیری و در نهایت کاهش میزان رواناب و رسوب گردد. از طرفی، منافع حاصل از مدیریت پوشش گیاهی در سطح یک آبخیز اغلب به شکل گسترده‌ای در سطح یک منطقه جغرافیایی وسیع توزیع می‌گردد ولی هزینه‌های آن و نیز اثرات اجتماعی آن ممکن است بر جوامع محلی ساکن در آن آبخیز تحمیل شود (سعدالدین و همکاران، ۱۳۸۶). امروزه حجم عظیمی از خاک حاصل‌خیز که میراث میلیون‌ها سال عمر کره زمین است در اثر پدیده فرسایش طبیعی و تشدید آن ناپدید شده و از دسترس خارج می‌گردد. برآورد و یا اندازه‌گیری میزان فرسایش خاک، کارشناسان، متخصصان، تصمیم‌گیران و مدیران جامعه را جهت بهره‌برداری اصولی از خاک رهنمون می‌سازد. برای جلوگیری و یا کاهش اثرات یاد شده، نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات حفاظت خاک و کنترل رسوب در چارچوب طرح‌های آبخیزداری است. ولی لازمه برنامه‌ریزی و اتخاذ تصمیم در این باره، آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب در یک حوزه آبخیز، شناسایی مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آن‌ها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری و به‌منظور کاهش فرسایش و مهار تولید و حمل رسوب است. از آنجایی که مدل‌های برآورد فرسایش و رسوب به‌عنوان ابزاری در راستای شناخت اولویت‌های فرسایشی حوزه آبخیز هستند، بیش‌ترین کاربرد را در مطالعات و پژوهش‌های آبخیزداری دارند. لذا تعیین تغییرات وضعیت فرسایش و رسوب در حوضه می‌تواند کمک مؤثری در اولویت‌بندی مناطق و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی داشته باشد. بر این اساس ارائه نتایج می‌تواند در جهت‌دهی عملیات آبخیزداری و مدیریت حوضه، مؤثر واقع شود و منجر به کاهش فرسایش و رسوب و آثار تخریبی مرتبط از آن باشد (بیات و همکاران، ۱۳۹۱).

استان آذربایجان غربی یکی از مناطق مستعد کشاورزی (زراعت آبی و دیم) در ایران است، در این مناطق مشاهده عینی و رجوع به گذشته نشان می‌دهد که زراعت آبی و دیم از گذشته مرسوم بوده است. اما این استفاده‌ها در اکثر مناطق براساس خصوصیات اکوسیستم و توجه به توان طبیعی و اکولوژیکی آن نبوده که در نتیجه باعث فرسایش، تخریب و کاهش تولید این اراضی شده است. به‌طور مثال اکثر کشاورزان منطقه محصولات خود را (خصوصاً گندم دیم) در شیب‌های نامناسب یعنی بالاتر از ۱۲ درصد کشت می‌کنند و عدم توجه به پتانسیل‌های موجود موجب نابودی این اراضی شده است. هم‌چنین توسعه بی‌رویه باغ‌ها و تخریب اراضی ملی موجب از بین رفتن پوشش گیاهی و افزایش فرسایش خاک می‌شود که علتی برای کاهش آب‌های زیرزمینی و در نهایت هدر رفت حبابه دریاچه ارومیه می‌شود. معضل فرسایش خاک در آذربایجان غربی موجب شده تا عمر مفید سدهای این منطقه از صد به سی سال کاهش پیدا کند.

با توجه به این که کاربری اراضی در میزان رواناب و فرسایش خاک نقش عمده‌ای داشته و امروزه به‌دلیل گسترش جوامع انسانی، تغییراتی در الگو و ساختار محیط‌زیست به وجود آمده است. بنابراین با به‌کارگیری سناریوهای مختلف مدیریت کاربری اراضی می‌توان ارتباط پراکنش، درصد و نوع کاربری و تأثیر آن در کاهش تولید رسوب و فرسایش با استفاده از مدل RUSLE در آبخیزها را کمی نمود. پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان فرسایش خاک و تولید رسوب در حوزه آبخیز

روضه‌چای ارومیه در استان آذربایجان غربی با استفاده از مدل RUSLE برنامه‌ریزی شده است. در این راستا مقدار فرسایش و رسوب حاصل از سناریوهای مختلف مدیریتی شبیه‌سازی شده و با یکدیگر مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت و همچنین مشخص کردن حساس‌ترین کاربری اراضی و اولویت‌بندی آن‌ها برای انجام عملیات حفاظتی می‌باشد تا با استفاده از نتایج به‌دست آمده مناطق بحرانی و مستعد به فرسایش خاک مشخص تا برنامه حفاظتی بهتری ارائه شود.

# فصل دوم

پیشینه پژوهش

## ۲-۱- مقدمه

در این فصل به معرفی منابع مرتبط با پژوهش حاضر در دو بخش داخل و خارج از کشور پرداخته می‌شود. براساس تناسب با موضوع پژوهش، و با توجه به نقش و مدیریت پوشش گیاهی در شکل‌گیری و تشدید فرسایش و تولید رسوب، محققان مختلف، تحقیقات گسترده‌ای را برای دستیابی به رابطه بین میزان تغییرات مقدار فرسایش و تولید رسوب با انواع مختلف کاربری اراضی و سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی در سراسر دنیا انجام داده‌اند که در ذیل تعدادی از پژوهش‌های مرتبط ارائه شده است:

## ۲-۲- پیشینه پژوهش در زمینه تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست

مطالعات متعددی در زمینه‌ی به‌کارگیری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات ایجاد شده در پوشش زمین انجام گرفته است که در زیر به آن‌ها اشاره می‌شود.

## ۲-۲-۱- مطالعات خارج از کشور

از جمله مطالعات انجام شده در زمینه استخراج نقشه‌های کاربری اراضی در خارج از کشور، مطالعه ستو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) تغییرات کاربری اراضی دلتای رود مروارید در چین را با استفاده از داده‌های لندست TM بررسی کردند. نتایج نشان داد بسیاری از تغییرات کاربری این منطقه مربوط به تبدیل زمین‌های کشاورزی به مناطق شهری است. بوری<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای آیکنوس تغییرات پوشش اراضی پارک ملی آلتا میورگا<sup>۳</sup> واقع در ایتالیا را مطالعه نمودند. این محققین براساس اختلاف در توزیع مکانی و الگوهای شکل کاربری اراضی، تبدیلات کاربری اراضی را در محدوده مورد نظر مطالعه نمودند. آن‌ها برای طبقه‌بندی تصویر از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده نمودند و نتیجه گرفتند که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در مقایسه با روش‌های سنتی نتایج بهتری را به‌دست می‌دهد. راجش و مورایاما<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) به وضعیت تغییرات در کاربری‌های مختلف در دره کاتماندو نپال پرداختند. ایشان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به

---

1- Seto  
2- Borri  
3- Alta murgia  
4- Rajesh & Murayama

سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۵ بیان نمودند که تغییرات در اراضی کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها بسیار زیاد بوده است. بنابراین نتایج آن‌ها در سال ۱۹۸۹ مناطق مسکونی ۲۳ درصد کل حوضه را تشکیل داده است. در حالی که در سال ۲۰۰۵ این مقدار ۱۷ درصد افزایش داشته است و سطح اراضی کشاورزی دیم در طول این سال‌ها از ۳۶ درصد کل حوضه در سال ۱۹۸۹ به ۲۲ درصد کاهش یافته است. تغییرات کاربری اراضی و توسعه‌ی شهری در بنگلادش بین سال‌های ۱۹۷۵ و ۲۰۰۳ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM، MSS و ETM<sup>+</sup> توسط دوان و یاماچوچی<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها از تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات طبقه‌بندی نظارت شده استفاده کردند و دریافتند که رشد قابل توجه نواحی ساختمانی و مسکونی در منطقه در دوره مورد مطالعه باعث کاهش بسیار زیاد نواحی آبی، زمین‌های کشاورزی، پوشش گیاهی و زمین‌های مرطوب گردیده است. همچنین سانداراکومار<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات پوشش زمین و تحلیل پراکندگی شهری در شهر ویجاوادا در هند را با استفاده از داده‌های لندست در طول ۳۶ سال (۱۹۷۳-۲۰۰۹) بررسی کردند، تجزیه و تحلیل و آشکارسازی تغییرات نشان داد که در طی دوره مورد مطالعه، مناطق شهری ۲۸/۳۷ درصد افزایش یافتند و زمین‌های کشاورزی و جنگلی هر کدام به ترتیب ۶۵/۱۶ و ۶۰/۹۸ درصد کاهش یافتند.

مکی<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی به تحلیل ساختار روش شیء‌گرا پرداخته و نشان داد که در این روش داده‌ها با هم ترکیب شده و قطعاتی را ایجاد می‌کنند که این قطعات کمک بسیاری به حل مشکلات طبقه‌بندی و افزایش دقت تصویر نهایی می‌کند. مالوپوتی و سرنیوسلا ردی<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) به تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای IRS در منطقه شهری تیری پاتی در هند (طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۷۶) پرداختند، نتایج این مطالعه نشان‌دهنده گسترش قابل توجه در مناطق شهری و همچنین کاهش معنی‌دار مناطق کشاورزی و جنگلی در طی دوره مورد مطالعه می‌باشد. زو<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر میزان فرسایش و رسوب حوضه لوس پلاتو<sup>۶</sup> واقع در کشور چین پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۵ تأثیر قابل توجهی بر کاهش رسوب حوضه در مقایسه با فرسایش داشته است، از طرف دیگر ایشان میزان رسوب و فرسایش را در بخش بالادست حوضه بیش‌تر از بخش پایین‌دست آن ارزیابی کردند. باتار<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی تغییرات پوشش/کاربری اراضی و تقسیم جنگل در منطقه هیمالیان گاروال هند پرداختند. هدف از پژوهش تجزیه و تحلیل تغییرات مشاهده شده در پوشش اراضی و قطعه قطعه شدن جنگل با ابزار LFT V2.0 برای سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ در منطقه هیمالیان گاروال هند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۲، ۵ و ۸ و سنجنده‌های MSS، TM و OLI می‌باشد. مقادیر تغییرات سالانه پوشش جنگلی برای سال‌های (۱۹۹۸-۱۹۷۶) و (۲۰۱۴-۱۹۹۸) به ترتیب برابر با ۰/۲۲ و ۰/۲۷ درصد بوده است. آنالیز قطعه قطعه شدن جنگل نشان می‌دهد که جنگل اصلی بزرگ در طول دوره مورد مطالعه کاهش یافته و

1- Dewan & Yamaguchi

2- Sundarakumar

3- Mackie

4- Mallupattu & Sreenivasula Reddy

5- Zuo

6- Loess Plateau

7- Batar

سطح قطعه قطعه شدن جنگل هم‌چنین از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ افزایش یافته است. نتایج نشان داد که فعالیت‌های انسان‌شناسی علل اصلی از دست دادن پوشش جنگل و تکه تکه شدن جنگل هستند، در حالی که عوامل طبیعی کمک به بهبود زمین‌های از دست رفته و غیرجنگلی می‌کنند. در نتیجه تعیین روند و میزان حفاظت پوشش اراضی برای برنامه‌ریزان توسعه به‌منظور ایجاد یک سیاست منطقی کاربری اراضی، ضروری می‌باشد.

## ۲-۲-۲- مطالعات داخل کشور

از جمله مطالعات انجام شده در زمینه استخراج نقشه‌های کاربری اراضی، مطالعه براتی قهفرخی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز قلعه شاهرخ طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴ پرداختند، آن‌ها بدین منظور از داده‌های سنجنده‌های MSS، TM و ETM+ ماهواره لندست استفاده کردند، بیش‌ترین وسعت کاربری اراضی مربوط به مرتع تنک و اراضی با پوشش پراکنده با ۶/۴۱ درصد و کم‌ترین وسعت مربوط به کشاورزی آبی با ۵/۱ درصد بوده است. در نهایت نتایج نشان داد که طی سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۸۱ اراضی مرتعی به شدت به دیم‌زارها تبدیل شدند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۸۹) به تهیه نقشه کاربری اراضی استان آذربایجان غربی براساس پردازش رقومی و روش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای سنجنده HDR ماهواره SPOT 5 پرداختند. برای این منظور، در ابتدا اقدامات لازم در مرحله پیش پردازش شامل تصحیحات هندسی، ارتفاعی و اتمسفری در محیط نرم‌افزار PciGeomatica بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. در نتیجه صحت نقشه طبقه‌بندی شده با استخراج پارامترهای معمول ارزیابی صحت، نظیر شاخص کاپا، ماتریس خطا، پایداری طبقه‌بندی مورد ارزیابی قرار گرفت، که صحت کلی نقشه تهیه شده برابر ۹۴ درصد محاسبه گردید. بنابراین روش مذکور خود دلالت بر مقبولیت صحت نقشه، تهیه شده است. نتایج این تحقیق نشان داد در روش شیء‌گرا ضمن امکان تشخیص تعداد طبقات بیش‌تر، صحت نقشه تولید شده نیز در مقایسه با روش پیکسل پایه از صحت بالایی برخوردار است.

در مطالعه‌ای دیگر، احمدی و همکاران (۱۳۹۲) به تهیه نقشه کاربری اراضی شهر اردبیل و اراضی حاشیه آن با استفاده از تصاویر ماهواره لندست TM سال ۲۰۱۰ به روش شیء‌گرا با استفاده از نرم‌افزار eCognition Developer پرداختند. سپس با استفاده از ماتریس خطا و نتیجه بهترین طبقه‌بندی، ارزیابی صحت نقشه تهیه شده صورت گرفت. نتایج نشان داد استفاده از روش شیء‌گرا و الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه برای استخراج کاربری‌های مختلف در سطح محدوده مورد مطالعه از جمله (آب، مرتع، مرتع متراکم (فرودگاه)، نواحی انسان ساخت، دیم‌زار، زراعت آبی)، نتایج قابل قبولی را با استفاده از تفسیر رقومی سنجنده فوق نشان می‌دهد. در نهایت کاربری‌های فوق در سطح منطقه کاری تفکیک که به تبع آن محدوده آبی با مساحت ۴۹/۲۵۵ هکتار دارای کم‌ترین مساحت و کاربری زراعت آبی با ۴۹/۱۹۰ هکتار بیش‌ترین مساحت را در بر گرفته است. با توجه به ارزیابی صحت نقشه تهیه شده، صحت کلی برابر ۰/۹۲ درصد و شاخص کاپا نیز ۰/۸۹ به‌دست آمد. هم‌چنین سنجری و برومند (۱۳۹۲) به پایش تغییرات کاربری اراضی منطقه زرد واقع در استان کرمان در طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۴ با استفاده از تکنیک سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند. در این مطالعه، نتایج حاصل از مقایسه



نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده و بررسی تغییرات کاربری اراضی نشان داد که در طی ۲۹ سال مورد مطالعه اراضی بایر و اراضی رسوبی کشت نشده منطقه زرنند به اراضی باغی و مناطق مسکونی تبدیل شدند.

مظاهری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی منطقه جیرفت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM و ETM+) در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۷ پرداختند. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی تصاویر نشان داد که طی ۲۳ سال مورد مطالعه مناطق مسکونی ۷/۹ درصد و مناطق زراعی ۴۲/۱۰ افزایش یافتند و از سویی دیگر مناطق باغی و بایر نیز هر کدام به ترتیب ۱۷/۹۳ و ۳۲/۰۷ درصد کاهش یافتند. نتایج این تحقیق به اهمیت کاربرد تناسب اراضی در مناطق با قابلیت کشاورزی، به منظور کاهش روند تغییرات اشاره دارد. عدم توجه و مدیریت مناسب در وضعیت هیدرولوژی منطقه، تأمین نهاده‌های کشاورزی و فقدان وضعیت ثبات اقتصادی، از عوامل مؤثر بر روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. تغییرات کاربری اراضی سه شهرستان اردبیل، نمین و نیر با استفاده از روش‌های شاخص‌های پوشش گیاهی، روش‌های حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شیء‌گرا توسط اسلمی (۱۳۹۳) مورد مطالعه قرار گرفت. ایشان تصاویر سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ سری لندست را استفاده نمود. نتایج نشان داد که در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۳، مراتع، چمنزارها و جنگل‌ها به میزان ۳/۸۶۱۹۱، ۸/۷۴۹۳ و ۹/۹۱۳ هکتار کاهش و زراعت دیم و مناطق انسان ساخت ۸/۶۴۴۶ و ۷/۷۸۹۶ هکتار افزایش داشته است. عمده‌ترین تغییراتی که در بازه‌های زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ و ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ رخ داده است، تبدیل مراتع به دیم‌زار به ترتیب برابر با ۵۹۵۲۵ و ۶۲۸۷۳ هکتار بوده است. هم‌چنین ایمانی هرسینی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به پایش تغییرات کاربری اراضی در محدوده استان همدان در طی سه دهه پرداختند، آن‌ها در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ی لندست و IRS استفاده کردند، سپس این تصاویر جهت تهیه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی به کمک الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شدند و در نهایت مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی نشان داد که طی این سال‌ها مساحت طبقات کاربری اراضی مرتعی، کوهپایه‌ای و صخره‌های کاهش یافته و در مقابل پهنه‌های آبی، اراضی بایر، مناطق مسکونی و صنعتی در حال افزایش است. آرخ (۱۳۹۴) به هدف آشکارسازی تغییرات پوشش/کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Idrisi selva در منطقه آبدانان پرداخت. برای انجام پژوهش از تصاویر سال ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ سنجنده TM، ETM+ و TM ماهواره لندست استفاده شد و پس از انجام تصحیحات مورد نیاز در مرحله پیش پردازش، با طبقه‌بندی شیء‌گرا نقشه آشکارسازی تغییرات تهیه شد. نتایج حاصله نشان داد در فاصله سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹، شاهد روند کاهشی اراضی با پوشش مرتعی متوسط و خوب بوده که بیانگر روند کلی تخریب در منطقه از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط و خوب توسط کاربری‌های مرتع فقیر و اراضی بایر می‌باشد. در نتیجه ضرایب ارزیابی صحت استخراج شده (صحت کل و شاخص کاپا به ترتیب برابر با ۰/۹۵ و ۰/۹۴) نشان‌دهنده صحت بالای این روش در طبقه‌بندی است. موسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات حاصل از آن در تالاب بین‌المللی انزلی ایران را در بازه زمانی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۳ در چهار دوره زمانی ۱۹۷۵، ۱۹۸۹، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳ مورد مطالعه قرار دادند. برای تهیه نقشه کاربری اراضی روش‌های طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شیء‌پایه استفاده نموده و نتایج ایشان نشان داد که ۶۹ درصد مراتع تخریب و عرصه‌های کشاورزی و شهری به ترتیب ۷۴ و ۶ درصد افزایش داشتند.

در مطالعه‌ای دیگر، شنانی هویزه و زارعی (۱۳۹۵) تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز ابوالعباس در دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۳۸۸ را با استفاده از تکنیک سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی قرار دادند. ایشان تصاویر ماهواره‌ای لندست TM با استفاده از الگوریتم شبکه‌ی عصبی مصنوعی با صحت قابل قبولی در هشت کلاس کاربری (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه، جنگل تنک، مراتع متوسط، مراتع فقیر و مناطق مسکونی) را طبقه‌بندی کردند. تجزیه و تحلیل تغییرات نشان داد که مساحت جنگل‌های انبوه و نیمه‌انبوه در طی این سال‌ها به ترتیب ۸/۴۸ و ۱۲/۲۶ درصد کاهش یافته‌اند و جای خود را به جنگل‌های تنک شده و مراتع دادند که هر کدام به ترتیب ۱۰/۳۹ و ۱۲/۳۵ درصد افزایش داشته است. هم‌چنین اراضی کشاورزی (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات) به‌طور کلی ۱/۷۹ درصد کاهش و مناطق مسکونی نیز در این سال‌ها ۰/۱۹ درصد افزایش یافتند. با توجه به این که پوشش زمین در این دوره دستخوش تغییر شده است، این تغییرات می‌توانند علاوه بر اثرات منفی بر محیط‌زیست و منابع طبیعی، سبب افزایش بلایای طبیعی مانند سیل نیز شود. موسوی و همکاران (۱۳۹۵) پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوزه ابرکوه را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (۲۰۱۴-۱۹۷۶) در این راستا از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های MSS (۱۹۷۶)، TM (۱۹۹۰)، ETM<sup>+</sup> (۲۰۰۰ و ۲۰۰۶) و OLI (۲۰۱۴) و تکنیک‌های دورسنجی نظیر طبقه‌بندی نظارت شده و ارزیابی صحت پس از طبقه‌بندی برای شناسایی نوع کاربری‌ها، استفاده شده است. نتایج طبقه‌بندی حاکی از بارزسازی هفت نوع کاربری شامل اراضی شهری، زراعی، بایر، صخره‌ای، مرتعی، جلگه رسی و کویر می‌باشد. که سال ۲۰۱۴ با مقادیر صحت کل ۰/۷۶ و شاخص کاپا ۸۲/۱۸ درصد بالاترین صحت را دارد. بیش‌ترین تغییرات کاربری از نوع مخرب و ویرانگر بوده و از لحاظ فضایی منطبق بر محدوده اطراف مراکز تجمع انسانی مانند شهرهای ابرکوه و مهردشت می‌باشد.

### ۳-۲- پیشینه پژوهش در زمینه فرسایش و رسوب در کاربری‌های مختلف اراضی

در زمینه علت و برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در کاربری‌های مختلف اراضی، مطالعات متعددی در ایران و خارج از کشور به‌شرح زیر صورت گرفته است.

### ۳-۲-۱- مطالعات خارج از کشور

از جمله مطالعات انجام شده در زمینه فرسایش و رسوب در خارج از کشور، مطالعه وان‌رمپی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی و مطالعه تغییرات ایجاد شده در استفاده از اراضی در طول حدود ۲۰۰ سال (طی سال‌های ۱۷۷۴ تا ۱۹۹۰) و تأثیر آن بر میزان فرسایش و رسوب آبخیز دیجلی در بلژیک مشخص نموده‌اند که تغییرات اندک در وسعت اراضی جنگلی در اثر

1- Van Rompaey

تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و یا برعکس، اثرات معنی‌داری بر میزان فرسایش خاک و تولید رسوب دارد. مارکوئز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) در جنوب شهر مادرید در اسپانیا اثر پوشش گیاهی روی رواناب و فرسایش خاک را تحت بارش‌های سبک شبیه‌سازی شده با استفاده از USLE مطالعه نموده‌اند، نتایج ثبت رواناب و رسوب ایجاد شده نشان داد فرسایش و رسوب در پلات‌های دارای پوشش گیاهی خوب ناچیز بود اما در پلات‌های عاری یا پوشش گیاهی کم، میانگین تخریب ۷۴ کیلوگرم در هکتار بود. عوامل مؤثر بر واکنش فرسایش خاک و تولید رسوب در چهار منطقه از اروپا توسط باکر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) مورد ارزیابی قرار گرفت. ایشان اثر معنی‌دار پراکنش کاربری اراضی بر رسوب‌دهی نسبت به سایر عوامل شیب، فرسایش‌پذیری خاک و فاصله از رودخانه را گزارش نمودند. ژئو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود با اثرات پوشش گیاهی بر روی فرسایش خاک نشان دادند که در حوزه‌های آبخیز کوهستانی، مهم‌ترین فاکتور مؤثر بر فرسایش در مدل USLE، پوشش گیاهی است و از بین بردن پوشش گیاهی در این مناطق تا حدی زیاد رواناب و فرسایش را افزایش می‌دهد. در نتیجه وجود پوشش گیاهی می‌تواند نفوذ آب به خاک را افزایش و رواناب را کاهش دهد و فرسایش بین‌شیاری را به تأخیر اندازد.

دسیلوا<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از USLE، مقدار خاک از دست‌رفته از حوضه جنگل کاری شده در کشور برزیل را مورد ارزیابی قرار دادند، آن‌ها نتیجه گرفتند که این معادله به‌همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی روشی بسیار مفید و دقیق در تعیین و نحوه پراکنش مکانی فرسایش خاک است. هم‌چنین شارما و کاملش<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) با مطالعه اثر تغییر کاربری اراضی بر روی فرسایش با استفاده از USLE در حوزه آبخیز مایتون در هند در طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ به این نتیجه رسیدند که در اثر تغییر کاربری مقدار فرسایش از ۱۲/۱۱ تن در هکتار در سال به ۱۳/۲۱ تن در هکتار در سال رسیده است. پراساناکومار<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تحلیل میزان فرسایش خاک در یک زیر حوضه کوهستانی در کرالای هند با استفاده از مدل RUSLE و GIS نشان دادند که نقشه فرسایش تولید شده با روش مذکور می‌تواند به‌عنوان ورودی در استخراج استراتژی برای برنامه‌ریزی مدیریت زمین در مناطق کوهستانی مؤثر باشد. در پژوهشی، میگوئل<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۱) برای پیش‌بینی فرسایش در یک حوزه آبخیز کوچک (۱۸۹۵ هکتاری) در جنوب برزیل، از USLE استفاده کردند و بیان نمودند که فاکتور LS فاکتور اصلی کنترل پتانسیل فرسایش خاک بوده و فاکتورهای CP و K در درجه اهمیت بعدی قرار دارند و در نهایت نتیجه‌گیری نمودند که پیش‌بینی تلفات خاک با مدل USLE در حوزه‌های آبخیز کوچک دارای محدودیت‌های قابل پذیرش می‌باشد. برآورد مقدار فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE و GIS توسط آمسالو و منگاو<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) در حوضه جبی تهیناورد اتیوپی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مناطق پرشیب زمین‌های لخت و رودخانه‌ها مقدار فرسایش زیادی را به خود اختصاص داده‌اند.

---

1- Marques  
2- Bakker  
3- Zhou  
4- Da silva  
5- Sharma & Kamlesh  
6- Prasannakumar  
7- Miguel  
8- Amsalu & Mengaw

در پژوهش دیگر، باجا<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۴) شبیه‌سازی فرسایش خاک را برای تناسب اراضی براساس GIS در رودخانه تالو در جنوب سالویس انجام دادند، این مطالعه نشان داد که حدود ۵۶/۵ درصد از منطقه مورد مطالعه متوسط فرسایش خاک سالیانه آن کم‌تر از ۱ تن در هکتار در سال می‌باشد در حالی که ۸/۹ درصد آن مقدار فرسایش بیش از ۲۵ تن در هکتار در سال را پوشش می‌دهد. با توجه به پوشش مناسب در اراضی جنگلی، بسیاری از مناطق شیب‌دار تلفات واقعی خاک ۱ الی ۵ تن در هکتار در سال را دارند مطالعه ایشان نشان داد که پوشش جنگلی ۹/۴ درصد به‌عنوان مناطق با خطر بالا، ۵/۴ درصد خطر بسیار کم و حدود ۸۴ درصد منطقه مورد نظر خطر فرسایش کم و متوسط و متناسب برای برداشت با شیوه‌های خاص مدیریت، محصولات چند ساله، چمن و جنگل می‌باشد. نتایج نشان داد که خروجی فرآیند شبیه‌سازی می‌تواند برای شناسایی واحد مدیریت اراضی براساس سطح تخریب و همچنین مناسب‌ترین کاربری اراضی با شیوه واحد اراضی مشخص براساس پایداری استفاده شود. فتحی‌زاد و همکاران (۲۰۱۴) کاربرد GIS و RS را برای تخمین فرسایش خاک و بار رسوب با استفاده از مدل RUSLE در دویرج استان ایلام مطالعه نمودند. فاکتورهای RUSLE که شامل R، K، LS، C و P می‌باشند به‌ترتیب از داده‌های بارندگی، نقشه خاک منطقه، مدل رقومی ارتفاع و تکنیک‌های سنجش از دور محاسبه شده‌اند و مقادیر متوسط آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۲۰۹/۰۴، ۰/۵۱، ۱۰/۱۶، ۵۳ و ۱ بودند. میانگین بار رسوب سالیانه در حوزه مورد مطالعه ۲۷۳/۶ تن در هکتار در سال برآورد شد که نزدیک به مقدار به‌دست آمده از ایستگاه رسوب‌سنجی دویرج (۲۵۳/۴۲ تن در هکتار در سال) بود، براساس محاسبه خطای نسبی، مقادیر شبیه‌سازی شده رسوب ۷/۹۶ درصد بیش‌تر از مقادیر مشاهداتی می‌باشد، بنابراین تفاوت معنی‌داری بین شبیه‌سازی شده و مشاهداتی وجود ندارد، همچنین نتایج نشان داد که اندازه‌گیری از تکنیک‌های GIS و RS می‌تواند برای ارزیابی و محاسبه میزان فرسایش و رسوب استفاده شود. ارزیابی فرسایش‌پذیری خاک در کاساگیر تالوک<sup>۲</sup> با استفاده از مدل RUSLE و تحلیل مکانی توسط کراتیک کومار<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۴) مورد مطالعه قرار گرفت. ایشان به این نتیجه رسیدند که مناطق پرشیب و دارای باران‌های موسمی شدید جزء مناطق حساس به فرسایش هستند. آدین<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) برآورد فرسایش خاک در حوضه کوش در هیمالیا را با استفاده از GIS و RS به‌منظور ارزیابی اولویت‌بندی منطقه حفاظت شده مورد مطالعه قرار دادند. ایشان به‌منظور توسعه و حفاظت منطقه مورد مطالعه و همچنین تغییرات بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰، فرسایش خاک را با استفاده از مدل RUSLE برآورد نمودند. مقادیر فرسایش خاک سالیانه برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ به‌ترتیب برابر ۴۰ و ۴۲ میلیون تن در سال بوده است. بنابراین فرسایش خاک به ۸ کلاس طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰، میزان خطر فرسایش در منطقه برابر ۸۷ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده تخریب منطقه است. مناطق با خطر بالا و افزایش فرسایش به‌عنوان مناطق اولویتی برای حفاظت از محیط‌زیست شناخته شدند. در نتیجه مدل مذکور دارای پتانسیل خوبی برای کاربرد در حوضه رودخانه‌های مشابه در منطقه هیمالیا است. مولا و سیشبر<sup>۵</sup> (۲۰۱۷) به برآورد خطر فرسایش خاک و ارزیابی اقدامات کنترل فرسایش برای برنامه‌ریزی

1- Baja  
2- Taluk Kothagir  
3- Kartic Kumar  
4- Uddin  
5- Molla & Sisheber

حفاظت خاک در حوزه آبخیز کوگا در مناطق بالادست اتیوپا با استفاده از مدل RUSLE پرداختند. برای این منظور از داده‌های خاک، بارش، روش‌های کنترل فرسایش، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی برای تعیین عوامل RUSLE استفاده شد. علاوه بر این، اندازه‌گیری ساختارهای حفاظتی آب و خاک به‌طور تصادفی در سه زیر حوزه آبخیز (آسانات، دبریاکوب و ریم) انجام شد. نتایج نشان داد که حوزه آبخیز تحت‌تأثیر فرسایش بالای خاک قرار دارد. بیش‌ترین تلفات خاک (۴۵۶ تن در هکتار در سال) از حوزه آبخیز فوقانی در اراضی کاشت شیب‌های شیب‌دار رخ می‌دهد. در نتیجه سهم ساختارهای حفاظتی موجود در کنترل فرسایش، به‌دلیل طراحی نادرست و مدیریت ضعیف، بسیار کوچک است. بیش‌تر ساختارهای موجود به علت بار زیاد رسوب، چرای مفرط دام و بارندگی شدید تخریب شده‌اند. بنابراین اقدامات مناسب و استاندارد حفاظت از خاک و آب برای استفاده‌های مختلف فرسایش زمین و فرم‌های زمین باید در حوزه آبخیز کوگا اجرا شود.

## ۲-۳-۲- مطالعات داخل کشور

از جمله مطالعات انجام شده در زمینه فرسایش و رسوب، مطالعه آقارزی و قدوسی (۱۳۸۰) با بررسی کاربری اراضی و شیب با فرسایش خاک و تولید رسوب در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی یونسی (خسبیجان) به این نتیجه رسیده‌اند که در هر کلاس شیب کاربری مرتع کم‌ترین فرسایش و کاربری شخم رها شده بیش‌ترین فرسایش و کاربری زراعت حد وسط فرسایش را به خود اختصاص داده‌اند. در مطالعه‌ای بررسی رابطه بین تغییر نوع استفاده از اراضی با مقادیر فرسایش و رسوب در مقاطع زمانی ۱۳۶۶-۱۳۴۹ و ۱۳۸۰-۱۳۶۷ توسط شعبانی و همکاران (۱۳۸۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس بررسی‌های انجام شده علت افزایش رسوب در دوره ۱۳۶۶-۱۳۴۹ بیش‌تر مربوط به تغییر در مقادیر ترسالی‌ها و علت کاهش رسوب نیز در دوره ۱۳۸۰-۱۳۶۷ بیش‌تر مربوط به تغییر در نوع استفاده از اراضی بوده است. علاوه براین، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل رابطه بین نوع استفاده از اراضی به‌عنوان متغیر مستقل با مقادیر رسوب به‌عنوان متغیر وابسته بیانگر این بود که عامل مؤثر در رسوب‌دهی زیرآبخیزها در دوره ۱۳۶۶-۱۳۴۹ مربوط به تغییرات دبی و وسعت اراضی دیم و در دوره ۱۳۸۰-۱۳۶۷ مربوط به تغییرات وسعت اراضی تحت پوشش مرتع و تغییرات مقدار بارش بوده است. یوسفی‌فرد و همکاران (۱۳۸۶) مطالعه‌ای را با هدف برآورد رسوب و فرسایش در چهار کاربری اراضی، شامل مرتع با پوشش گیاهی تقریباً خوب، ضعیف، دیم‌زار و دیم‌زارهای رها شده واقع در منطقه چشمه‌علی در استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند. نتایج نشان داد که به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار فرسایش و رسوب در کاربری دیم‌زار رها شده و دیم‌زار و کاربری مرتع با پوشش گیاهی خوب مشاهده شد.

طی پژوهشی اسمعیلی‌عوری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود از طریق مقایسه مقادیر برآوردی رسوب حاصله از سطح کل حوزه آبخیز پل الماس در استان اردبیل به این نتیجه رسیدند که مدل‌های MUSLE و USLE در صورتی که در سطح پیکسل‌ها و سطوح محدود به‌کار گرفته شوند، برآورد قابل قبولی از فرسایش سطحی و شیاری را به‌دست می‌دهند، اما نتایج حاصل از به‌کارگیری آن در سطوح وسیع‌تر و یا در حد واحدهای کاری به‌هیچ وجه منجر به نتایج درست نمی‌گردد.

<b>Family name:</b> Haji	<b>Name:</b> Khadijeh
<b>Title of Thesis:</b> Predicting the impacts of vegetation management scenarios on erosion and sediment yield using RUSLE in the Rozechai Watershed, Urmia	
<b>Supervisors:</b> Dr. Abazar Esmali Ouri and Dr. Raoof Mostafazadeh	
<b>Advisor:</b> Dr. Habib Nazarnejad	
<b>Graduate Degree M.Sc.</b>	
<b>Major:</b> Natural Resources Engineering	<b>Specialty:</b> Watershed Management
<b>University:</b> Mohaghegh Ardabili	<b>Faculty:</b> Agriculture and Natural Resources
<b>Graduation date:</b> 2017/09/03	<b>Number of pages:</b> 105
<b>Abstract:</b>	
<p>Soil erosion is one of the environmental problems which can be considered as a threat for natural resources, agriculture and the environment. Thus, determining the temporal and spatial extent of soil erosion is an effective way to management of soil erosion and sediment control through watershed management. The soil erosion rate is different among various land uses have, thus, the vegetation cover have a great impact on soil conservation and erosion control. The objective of this study was to estimate and compare the rate of soil erosion in different land uses over 1985, 2000, and 2015 in Rozechai Watershed in North West Urmia using RUSLE model. Towards this attempt, the revised universal soil loss equation was used in a GIS framework and Landsat 5 and Landsat 7 satellite imagery and land use maps were prepared using TerrSet software and object-oriented classification. The input parameters of RUSLE model including R, K, LS, C and P maps were prepared and the erosion map in different management scenarios through overlaying the input layers. The twenty land use-based management scenarios have been developed considering the condition of the watershed considering improvement and degradation approaches. Results showed that the average amount of soil erosion rate is estimated to be 14.71, 16.52, and 17.22 (ton/ha/yr) in study years. According to the extent of rangelands with respect to other land uses, its decreasing trend shows a degradation process of rangelands conversion to rainfed agriculture. The values of Kappa index were 91%, 84% and 94% for the 1985, 2000, and 2015 years, respectively. The erosion amount was 17.22 (ton/ha/yr) in the base scenario (current condition). Through applying conservation practices in dry agriculture on steep lands, the scenario 6 (conservation and restoration of plowed rangelands) would reduce the erosion rate from 17.22 to 9.75 (ton/ha/yr). While the highest amount of erosion is estimated to be 30.42 (ton/ha/yr) due to severe degradation and overgrazing of the rangelands. Accordingly, the highest amount of erosion reduction is 43.37% in scenario 6 (conservation and restoration of plowed rangelands). Thus the effect of P-factor (support practice factor) was greater than C-factor (crop/vegetation and management factor) on reducing the amount of erosion. The results indicates the possibility scenario-based framework in assessment of the effects of management scenarios on erosion and prioritization of soil conservation in the study area.</p>	
<b>Keywords:</b> Conservation practices, Land use change, Land management, Management scenario, Object-oriented classification, RUSLE model	



**University of Mohaghegh Ardabili**

**Faculty of Agriculture and Natural Resources**

**Department of Natural Resources**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
M.Sc. in Natural Resources Engineering - Watershed Management**

Title:

**Predicting the impacts of vegetation management scenarios on erosion and  
sediment yield using RUSLE in the Rozechai Watershed, Urmia**

Supervisors:

**Abazar Esmali Ouri (Ph.D)**

**Raof Mostafazadeh (Ph.D)**

Advisor:

**Habib Nazarnejad (Ph.D)**

By:

**Khadijeh Haji**

**Summer-2017**