

# ارتباط کاربری اراضی با فرسایش خاک در زیرحوزه مندریجان در حوزه آبخیز سد زاینده رود

سیدحمیدرضا صادقی<sup>۱</sup>، دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس  
غلامرضا شجاعی، دانش آموخته دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس  
حمیدرضا مرادی، استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۰۵/۰۷

دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۱۲/۰۵

## چکیده

نوع و شدت فرسایش خاک در یک منطقه تابع شرایط اقلیمی، پستی و بلندی زمین، خاک و کاربری اراضی بوده که در این میان اهمیت کاربری اراضی به دلیل نقش موثر انسان بر آن نسبت به دیگر عوامل زیادتیر است. در این تحقیق برای بررسی ارتباط کاربری اراضی با فرسایش خاک، حوزه آبخیز مندریجان واقع در سراب حوزه سد زاینده رود با مساحت ۲۳۰۰۰ هکتار انتخاب شد. به منظور انجام تحقیق از نقشه‌های کاربری اراضی و سیمای فرسایش خاک تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MSS سال ۱۹۷۹، TM سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۸ و هم‌چنین ETM مربوط به سال ۲۰۰۲ استفاده شده است. سپس ارتباط وسعت هر یک از کاربری‌های اراضی با وسعت اشکال فرسایش و هم‌چنین حضور هر یک از آن‌ها به ترتیب با استفاده از روابط رگرسیونی و آزمون کای اسکوئر ارزیابی شد. نتایج به دست آمده از تحقیق بیانگر ارتباط معنی‌دار اکثر کاربری‌ها با انواع فرسایش، خصوصاً فرسایش سطحی متوسط به شکل توان سوم با حداقل ضریب تبیین ۸۱ درصد و حداکثر خطای تخمین ۳۹/۶۵٪ است. نتایج آزمون کای اسکوئر نیز بیانگر عدم ارتباط معنی‌دار نوع کاربری اراضی با حضور اشکال فرسایش و ارتباط معنی‌دار عمده کاربری‌ها با وسعت اشکال فرسایش در سطح احتمال یک درصد بوده که ضرورت توجه به کاربری صحیح اراضی و اعمال شیوه‌های مدیریتی مناسب در منطقه را ایجاب می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: تصویر ماهواره‌ای، تغییر کاربری اراضی، سیمای فرسایش، شدت فرسایش، شرایط اقلیمی

## مقدمه

فرسایش خاک یک مشکل جهانی است که به‌طور جدی آب و خاک را تهدید می‌نماید (Singh و Tripathi، ۲۰۰۱). از آنجایی که برای تشکیل یک سانتی‌متر خاک بیش از ۳۰۰ سال زمان لازم است (Singh و Tripathi، ۲۰۰۱)، لذا جلوگیری از فرسایش خاک به منظور حفظ ثروت‌های جبران ناپذیر امری حیاتی است. فرسایش همواره در جهت تغییر وضعیت خاک و آب عمل می‌کند و هر ساله میلیون‌ها تن مواد جامد از سطح حوزه‌های آبخیز را جابجا می‌نماید که باعث تبدیل اراضی حاصلخیز به اراضی بایر می‌شود. از جمله اثرات منفی فرسایش، نابودی منابع آب و خاک است که عوامل اصلی تامین غذای بشر است. پیامدهای این امر با رشد سریع جمعیت و کمبود مواد غذایی بیش-تر احساس می‌شود (Brown و Quine، ۱۹۹۹ و Toy و همکاران، ۲۰۰۲).

عوامل زیادی در نوع و میزان فرسایش خاک در یک حوزه آبخیز موثرند. یکی از این عوامل استفاده از اراضی<sup>۲</sup> است که به‌ویژه در دهه‌های اخیر با تغییرات گسترده‌ای که در نتیجه پیشرفت‌های فن‌آوری در طبیعت انجام شده نقش زیادی در افزایش مقدار فرسایش داشته است (Garcia-Ruiz و همکاران، ۱۹۹۶). ایران نیز در معرض تغییرات شدید

<sup>۱</sup> shrsadeghi@yahoo.com

<sup>۲</sup> Land Use

کاربری اراضی قرار گرفته است. کاهش وسعت اراضی جنگلی و مرتعی و تبدیل آن‌ها به کاربری‌های کشاورزی، تجاری و مسکونی و به تبع آن تشدید سیلاب و افزایش میزان تولید رسوب سالانه دلالت بر این امر دارد (کاشکی، ۱۳۸۰). لذا شناخت و بررسی میزان ارتباط بین تغییرات ایجاد شده در کاربری‌های مختلف و ارزیابی تاثیرپذیری هر یک از پیامدهای آن در راستای مدیریت صحیح و بهینه آن‌ها در حوزه‌های آبخیز ضروری بوده، زمینه‌های لازم در راستای مدیریت جامع و همه جانبه آبخیز را فراهم می‌نماید.

تحقیقات گسترده و زیادی در ارتباط با کاربری اراضی و نوع و شدت فرسایش خاک در سرتاسر جهان صورت گرفته است. Rapp و Temple (۱۹۷۲) در تحقیقات خود بر روی زمین لغزش‌ها در تانزانیا گزارش دادند که حدود یک درصد زمین لغزش‌ها در زمین‌های جنگلی، پنج درصد در زمین‌های مرتعی، ۴۷ درصد در زمین‌های زراعی و ۴۷/۵ درصد در زمین‌های آیش اتفاق افتاده است. Selbi و Rogers (۱۹۸۰) تبدیل کاربری جنگل به مرتع را باعث کاهش مقاومت برشی خاک و ایجاد فرسایش توده‌ای در نیوزلند می‌دانند. Fusagri (۱۹۸۸) علت و گسترش فرسایش را ناشی از تغییر مراتع دائمی به کشاورزی مکانیزه در حوزه آبخیز Unare تشخیص داد.

در تحقیقی Ongwenyi و همکاران (۱۹۹۳) در کشور کنیا به این نتیجه رسیدند که تخریب جنگل و تغییرات کاربری اراضی مهمترین عامل در ایجاد فرسایش خاک است. Rajendra و همکاران (۱۹۹۶) میزان فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف بخشی از تایلند را با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۱</sup> و سنجش از دور<sup>۲</sup> و رابطه جهانی فرسایش خاک از صفر تا ۲۷۹ تن در هکتار در سال برآورد نمودند. Sadeghi (۱۹۹۷) با مطالعه نقش پوشش گیاهی بر روی حفاظت خاک در مقابل فرسایش ارتباط معنی‌داری را بین اشکال فرسایش خاک و کاربری‌های اراضی در حوزه آبخیز کسلیان مشاهده نمود. Merzouk و Dhman (۱۹۹۸) با ارزیابی اثرات کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۹۷۶ و تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۶، تغییر کاربری اراضی در طول بهره‌برداری از جنگل‌ها و بوته زارها را باعث افزایش میزان فرسایش در مناطق کوهستانی مراکش اعلام نمود. Daniels و همکاران (۱۹۹۸) با تهیه نقشه فرسایش، بین تغییرات کاربری اراضی و وسعت اشکال فرسایش رابطه معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده نمود.

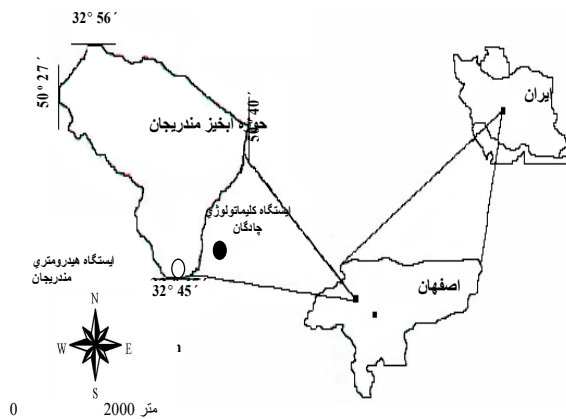
با تهیه نقشه پهنه‌بندی فرسایش و کاربری اراضی Kokh-Shrestha (۲۰۰۱) به رابطه معنی‌داری بین تغییرات اشکال فرسایش با هر یک از کاربری‌های موجود در نپال دست یافت. van Rompeay و همکاران (۲۰۰۲) در بلژیک اظهار داشتند که تغییرات جزئی کاربری اراضی از جنگل به اراضی کشاورزی تاثیر معنی‌داری بر افزایش میزان فرسایش خاک دارد. Stolte و همکاران (۲۰۰۴) هزینه فرسایش خاک در فیجی را برخلاف سودآوری تبدیل کاربری جنگل به کاربری کشاورزی بالا گزارش نمودند. در ایران نیز حسینی (۱۳۷۳) نقش اراضی جنگلی تخریب‌یافته، باغ‌های چای و مرکبات را در وقوع حرکت‌های توده‌ای منطقه جواهرده رامسر موثر ارزیابی نمود.

قنبری شورکائی (۱۳۷۶) بین وسعت اشکال مختلف فرسایش و کاربری‌های جنگل، مرتع و کشاورزی در حوزه آبخیز کسلیان ارتباط معنی‌داری در سطح اعتماد ۹۹٪ به دست آورده، بیش‌ترین پراکنش را مربوط به فرسایش سطحی در کاربری‌های مذکور ذکر نموده است. صادقی و همکاران (۱۳۸۳) نیز رابطه معنی‌داری را بین توسعه خندق‌ها با تغییرات کاربری اراضی در منطقه زاینده‌رود گزارش نموده‌اند. دقت در سوابق ارائه شده نشان می‌دهد که عمده آن‌ها بر ارتباط متفاوت بین کاربری اراضی و فرسایش خاک تاکید داشته‌اند و کم‌تر به نقش تغییر کاربری اراضی بر گسترش انواع فرسایش خاک پرداخته‌اند. لذا تحقیق حاضر درصدد مطالعه و بررسی ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و اشکال فرسایش خاک به‌وسیله آب در یکی از زیر حوزه‌های آبخیز زاینده رود در استان اصفهان بوده است.

1 Geographic Information System (GIS)

2 Remote Sensing (RS)

## مواد و روش‌ها



شکل ۱- موقعیت کلی حوزه آبخیز مندریجان

**منطقه مورد مطالعه:** حوزه آبخیز مندریجان با مساحت ۲۳۰۰۰ هکتار و متوسط بارش سالانه ۴۲۰ میلی‌متر در بالادست سد زاینده-رود در شهرستان چادگان استان اصفهان واقع شده است. این حوزه در حد واسط طول شرقی ۵۰°۲۷' تا ۵۰°۴۰' و عرض شمالی ۳۲°۴۵' تا ۳۲°۵۶' قرار گرفته است. (شکل ۱). ارتفاع حداکثر، متوسط و حداقل حوزه به ترتیب ۳۶۴۲، ۲۴۳۰ و ۲۱۰۰ متر و شیب متوسط آن ۱۳/۳ درصد و از نظر تقسیمات تکتونیکی جز حوزه زون سندج-سیرجان است. مطالعات پوشش گیاهی منطقه

حاکمی از آن است که اراضی مرتعی شامل ۱۰ تیپ گیاهی، اراضی زراعی مشتمل بر اراضی تحت کشت آبی، دیم و اراضی شخم خورده قبلی و باغ به ترتیب سطحی معادل ۳۱/۳، ۴۹/۷ و ۰/۵ درصد از حوزه را به خود اختصاص داده اند. در حدود ۰/۸ و ۱۷/۸ درصد از حوزه نیز به وسیله مناطق روستایی و بیرون زدگی‌های سنگی پوشیده شده است. همچنین طبق آخرین مطالعات صورت گرفته، در حال حاضر فرسایش سطحی، شیباری، آبکندی و آبراه‌های به ترتیب حدود ۲۰، ۱۳، ۴ و ۱۱ از سطح منطقه را در بر گرفته‌اند (مدیریت آبخیزداری استان اصفهان، ۱۳۷۶).

## روش تحقیق

به منظور انجام تحقیق حاضر ابتدا اطلاعات محدوده مورد مطالعه (مدیریت آبخیزداری استان اصفهان، ۱۳۷۶)، نقشه‌های رقومی شده موجود (Liaghati, ۲۰۰۰)، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای لندست، MSS1979، TM1990، TM1998 و ETM2002 به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۸، ۱۳۶۹، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۱ جمع آوری شد.

برای تهیه نقشه کاربری اراضی از روش چشمی همراه با پردازش رقومی و با تکمیل برداشت‌های صحرایی نقشه کاربری اراضی به صورت تلفیقی و با روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد (رضایی، ۱۳۸۲). در این راستا نقشه کاربری اراضی مربوط به سال ۱۳۸۱ با مراجعه به منطقه مورد نظر زمین مرجع<sup>۱</sup> شد و نقشه‌های دیگر مطابق با آن تهیه شدند. برای تهیه نقشه کاربری اراضی، در ابتدا محدوده حوزه آبخیز مورد مطالعه با انتخاب و ساخت نوارهای ترکیبی قرمز، سبز و آبی ۳، ۲ و ۴ تصویر لندست TM تعیین شد. سپس در محدوده مورد مطالعه بر اساس عوامل تن رنگ، بافت، فیزیوگرافی و شکل محدوده‌های همگن از بعد کاربری به صورت چشمی، تفسیر و تقسیم بندی شد. با انجام پردازش رقومی داده‌های تصویری با استفاده از شاخص پوشش گیاهی نرمال شده<sup>۲</sup>، آماده‌سازی اطلاعات و رده‌بندی شبکه‌ای آن‌ها در شش رده در نرم افزار ILWIS صورت گرفت. پس از طبقه‌بندی NDVI و مقایسه آن با تصاویر در نوارهای ۲، ۳ و ۴ با استفاده از دستور Geolink، رده‌های تعیین شده را با تصاویر مطابقت داده، کاربری‌ها تعیین شدند. سپس با برداشت و کنترل نقاط شاهد بر اساس تغییرات طبقات ایجاد شده با مقدار DN<sup>۳</sup>، ۴۰ نقطه در هکتار با توجه به شرایط طبیعی، پیچیدگی‌های خاص نقطه و دقت کار روی زمین در نظر گرفته شد. سپس موقعیت هر یک

<sup>۱</sup> Georeference

<sup>۲</sup> Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

<sup>۳</sup> Digital Number

از نقاط با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی<sup>۱</sup> کنترل و وضعیت و شرایط کاربری و رده‌بندی آن‌ها بر اساس مطالعات پوشش گیاهی منطقه (مدیریت آبخیزداری استان اصفهان، ۱۳۷۶) با تصویر مقایسه شد و نقشه کاربری اراضی تهیه شد (رضایی، ۱۳۸۲) در نهایت پس از تهیه نقشه کاربری اراضی در هر یک از تصاویر ماهواره‌ای مساحت کاربری‌ها محاسبه شد.

برای تهیه نقشه فرسایش خاک از ترکیب مختلف نوارها و تصاویر رنگی کاذب گوناگون و با استفاده از تنظیم‌های مختلف در تن و کنتراست مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله بعد پس از تشخیص اشکال مختلف فرسایش موجود و قابل تفکیک در مقیاس انتخابی، اقدام به جداسازی آن‌ها با استفاده از ابزار AOI موجود در پنجره نرم‌افزار مزبور شد. نحوه جداکردن چند ضلعی‌ها به این صورت بوده است که ابتدا با توجه به تعریف هر یک از اشکال فرسایش و شناخت کارشناسی از هر یک از اشکال در روی زمین و بر مبنای تفسیر چشمی، محدوده‌ها به صورت اجمالی تفکیک شد. در این نقشه پراکنش اشکال فرسایش‌های سطحی (شدید، متوسط و خفیف)، شیاری، آبکندی نشان داده شد. با توجه به این که تشخیص فرسایش‌های سطحی و شیاری با توجه به مقیاس نقشه و نیز قدرت تفکیک تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق، کاری بسیار دشوار بود (صادقی، ۱۳۷۳؛ صادقی ۱۳۸۱ و Sadeghi، ۲۰۰۵)، لذا برای تهیه نقشه با استفاده از GPS در صحرا چند ضلعی‌های تفکیک‌شده با شرایط طبیعی تطبیق داده شده، در صورت عدم تطابق با شرایط واقعی، اصلاح شد و در نهایت پس از اعمال تصحیحات (رضایی، ۱۳۸۲)، نقشه نهایی سیمای فرسایش حوزه آبخیز تهیه شد. طبقه‌بندی شدت فرسایش سطحی بر اساس روش دفتر مدیریت اراضی آمریکا<sup>۲</sup> (Sadeghi، ۲۰۰۵) صورت پذیرفت (رضایی، ۱۳۸۲، صادقی، ۱۳۷۳ و ۱۳۸۱ و Temple and Rapp، ۱۹۷۲). هم‌چنین برای اعمال دقت بیشتر در تهیه نقشه اشکال فرسایش حوزه آبخیز از عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۶۵ استفاده گردید و در منطقه مورد بازبینی قرار گرفت. در ادامه پس از تهیه نقشه سیمای فرسایش هر یک از تصاویر ماهواره‌ای مساحت اشکال مختلف فرسایش محاسبه شد.

در مرحله بعد ارتباط بین وسعت هریک از کاربری‌های اراضی با مساحت هر یک از اشکال فرسایش در دوره‌های منطبق با سال هر یک از تصاویر از طریق ایجاد روابط رگرسیونی و برازش اشکال مختلف رگرسیون دومتغیره در راستای دستیابی به حداکثر ضریب تبیین و همچنین سطح معنی‌داری انجام پذیرفت. به منظور ارزیابی کارایی معادلات رگرسیونی به دست‌آمده از خطای نسبی در مدل‌سازی و حد قابل قبول کم‌تر از ۴۰ درصد استفاده شد. نهایتاً ارتباط حضور و وسعت هریک از اشکال فرسایش با کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون کای-اسکوئر بررسی شد.

## نتایج و بحث

مساحت انواع مختلف کاربری‌ها و همچنین وسعت انواع فرسایش در چهار دوره مطالعاتی بر اساس روش کار ارائه شده استخراج و نتایج به دست‌آمده پس از انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری در جدول ۱ خلاصه شده است. معادلات بدست آمده بین وسعت انواع کاربری‌ها و فرسایش‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده اند.

بررسی ارتباط حضور هریک از اشکال فرسایش با کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه با استفاده از آزمون کای-اسکوئر با حداقل و حداکثر سطح احتمال ۰/۷۴۴ و ۰/۹۲۷ به ترتیب مربوط به دوره‌های دوم و چهارم مبین معنی‌دار نبودن آن‌ها بوده، است. حال آن‌که ارتباط وسعت هریک از اشکال فرسایش با کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه با خطای نزدیک به صفر در تمامی دوره‌ها کاملاً معنی‌دار بوده است.

با توجه به جدول ۲ و سطوح اعتماد مربوط به هر یک از روابط به‌دست آمده بین تغییرات کاربری اراضی و اشکال فرسایش، می‌توان استنباط نمود که عامل کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده وسعت انواع مختلف فرسایش در منطقه مورد مطالعه است.

<sup>۱</sup> Global Position System (GPS)

<sup>۲</sup> US Bureau of Land Management (USBLM)

جدول ۱- وسعت کاربری اراضی و اشکال فرسایش در دوره‌های مختلف حوزه آبخیز مندیرجان

دوره	سال	کاربری اراضی (ha)					اشکال فرسایش (ha)					
		کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	مرتع متوسط	مرتع ضعیف	خاک لخت	رخنمون سنگی	سطحی خفیف	سطحی متوسط	سطحی شدید	شیاری	آبکندی
اول	۱۹۷۹	۱۳۹۴	۰	۴۹۸۰	۱۱۴۶۹	۴۰۴۱	۴۳۳۷	۱۳۵۷۲	۲۳۷۵	۹۰۰	۶۹۹	۱۱۱۵
دوم	۱۹۷۹-۱۹۹۰	۱۷۹۵	۲۱۷۴	۲۵۱۶	۱۲۸۵۹	۲۴۷۵	۶۳۷۵	۳۶۰۰	۸۱۱۰	۳۱۵۰	۶۴۷	۱۱۱۵
سوم	۱۹۹۰-۱۹۹۸	۱۲۹۲	۲۳۰۵	۵۴۳۵	۱۰۳۷۶	۲۴۷۵	۱۰۲۵	۶۶۶۲	۹۹۴۷	۸۰۰	۳۴۴۹	۱۱۱۵
چهارم	۱۹۹۸-۲۰۰۲	۱۴۹۳	۱۷۲۸	۵۶۲۴	۱۱۸۶۲	۱۱۷۵	۶۲۵	۹۳۴۶	۸۵۶۲	۶۰۰	۲۷۵۰	۱۱۱۵

جدول ۲- روابط بین کاربری اراضی و اشکال فرسایش آبی

کاربری	رابطه	اشکال فرسایش	مدل نهایی	خطای تخمین (%)	ضریب تبیین	سطح معنی داری
کشاورزی آبی	۱	سطحی خفیف	$S_1^T = 15/4 \times 10^{-10} + 68/55 (I_f)^T$	۳۶/۴۵	۰/۸۱	۰/۰۰۴**
	۲	سطحی متوسط	$LogS_2 = -5/5 - 14/4 \times 10^{-9} (1/I_f^T)^2 + 20.758(1/ab^3)^3$	۳۱/۵۲	۰/۹۷	۰/۰۰۲**
	-	سطحی شدید	رابطه معنی دار برقرار نشد.	----	----	----
	۳	شیاری	$R = -1.068776 + 6/9(I_f)$	۲۱/۴۵	۰/۸۶	۰/۰۰۴**
کشاورزی دیم	۴	خندقی	$G = 5/0.4 + 1/0.0(I_f)$	۲۱/۱۵	۰/۹۹	۰/۰۰۰**
	-	سطحی خفیف	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	۵	سطحی متوسط	$S^T = 2/5 \times 10^{-12} - 4/8 \times 10^{-10}(D_f)^{1/5}$	۳۴/۲۱	۰/۹۶	۰/۰۱۰*
	۶	سطحی شدید	$1/S_r = 0/0.0421 - 4/0.2(D_f)$	۳۹/۶۵	۰/۹۹	۰/۰۰۱**
	-	شیاری	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	-	خندقی	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
مرتع متوسط	-	سطحی خفیف	$S_1^T = 2/8 \times 10^{-11} - 1/6(R_m)$	۳۴/۵۶	۰/۹۹	۰/۰۰۴**
	-	سطحی متوسط	$1/S^T = -3/3 + 0/77(R_m)$	۲۱/۴۹	۰/۸۳	۰/۰۴۰*
	-	سطحی شدید	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	۹	شیاری	$R = 52.0652 - 0/82(R_m)$	۱۶/۱۹	۰/۹۹	۰/۰۰۴**
مرتع ضعیف	-	خندقی	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	۱۰	سطحی خفیف	$S_1^T = 2/1 \times 10^{-10} + 3/3(R_z)^T - 5/4 \times 10^{-2}(R_z)^T$	۲۷/۲۴	۰/۸۳	۰/۰۴۰*
	۱۱	سطحی متوسط	$1/S_r = 0/0.8 + 6/1 \times 10^{-9}(1/R_z^T)^2 - 147/2(1/R_z^T)^T$	۱۹/۶۹	۰/۹۹	۰/۰۰۰**
	-	سطحی شدید	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	۱۲	شیاری	$R^T = 3/8 \times 10^{-11} + 0/58(R_z)^T - 9631/0.4(R_z)^T$	۳۶/۴۶	۰/۹۸	۰/۰۱۰*
	-	خندقی	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
خاک لخت	-	سطحی خفیف	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
	-	سطحی متوسط	$S_r^T = 8/3 \times 10^{-12} + 6/12(B_s^T)^T - 3/6(B_s^T)^T$	۳۵/۲۵	۰/۹۹	۰/۰۴۰*
	-	سطحی شدید	$1/S^T = 5/9 + 5/2(B_s^T)$	۳۸/۱۲	۰/۹۳	۰/۰۳۰*
	-	شیاری	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----
-	خندقی	فاقد رابطه معنی دار	----	----	----	

$I_f$  کشاورزی آبی،  $D_f$  کشاورزی دیم،  $R_m$  مرتع با پوشش متوسط،  $R_z$  مرتع با پوشش ضعیف،  $B_s$  خاک با پوشش لخت،  $S_1$  سطحی خفیف،  $S_2$  سطحی متوسط،  $S_3$  سطحی شدید،  $R$  شیاری،  $G$  خندقی

نتایج حاصله هر چند مربوط به رابطه بین گستره انواع فرسایش آبی با کاربری اراضی است، اما با یافته‌های به دست آمده از تحقیقات Rogers و Selbi (۱۹۸۰)، Fusagri (۱۹۸۸)، Sadeghi (۱۹۹۷)، Daniels و همکاران (۱۹۹۸)، Merzouk و Dhman (۱۹۹۸)، Kokh-Shrestha (۲۰۰۱)، van Rompeay و همکاران (۲۰۰۲)، حسینی (۱۳۷۳)، قنبری شورکائی (۱۳۷۶) و صادقی و همکاران (۱۳۸۳) در خصوص ارتباط کاربری اراضی با نوع و مقدار فرسایش خاک هم‌خوانی دارد (۲۰، ۱۳، ۲۱، ۱۲، ۱۶، ۱۴، ۲۷، ۱، ۶ و ۵). علاوه بر این ارتباط توان سوم بین خاک لخت با فرسایش سطحی متوسط با ضریب تبیین بالاتر و خطای تخمین کم‌تر در رابطه ۱۴، کاربری کشاورزی دیم در رابطه ۵ و شکل معکوس کاربری مرتع با پوشش ضعیف در رابطه ۱۱ دلالت بر کنترل فرسایش سطحی متوسط به‌وسیله این نوع کاربری‌های اراضی بوده، تغییرات کاربری اراضی در طول دوره‌های مورد مطالعه بیش‌تر بر روی تغییر وسعت این نوع فرسایش تاثیرگذار بوده است در حالی که در کاربری کشاورزی آبی ارتباط خطی این نوع کاربری با فرسایش خندقی با ضریب تبیین بالاتر و خطای تخمین کم‌تر در رابطه ۴ را می‌توان به دلیل عملیات کشاورزی و نوع مدیریت غلط به کار گرفته شده در این نوع کاربری و شخم و شیاری که در اثر تبدیل مراتع به کاربری کشاورزی صورت گرفته دانست که در تطبیق با یافته‌های صادقی و همکاران (۱۳۸۳) است. در مورد کاربری مرتع با پوشش متوسط، شکل ارتباط به صورت خطی با فرسایش شیاری با ضریب تبیین بالاتر و خطای تخمین کم‌تر در رابطه ۱۱ نشان داده شده است. درحالی که این نوع فرسایش در کاربری مرتع ضعیف به شکل رابطه درجه دو است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ارتباط بین گستره انواع فرسایش آبی با کاربری اراضی، یکسان و مشابه نیست. علت این امر را می‌توان در ساز و کار ایجاد فرسایش خاک و نقش متفاوت انواع مختلف کاربری اراضی در ایجاد و توسعه اشکال متفاوت فرسایش آبی آن جستجو نمود که با اظهارات Toy و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت کامل دارد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون کای‌اسکوئر استنباط می‌شود که در دوره‌های مختلف حضور اشکال فرسایش در سطح یک و حتی پنج درصد معنی‌دار نیست، دلیل این را می‌توان احتمالاً در عدم تطابق زمانی اعمال تغییرات کاربری اراضی و تغییرات استخراج شده از طریق تصاویر ماهواره‌ای در رابطه با انواع مختلف فرسایش خاک ذکر نمود. تاثیرپذیری مقطعی فرسایش خاک از عوامل موثر بر آن را هم‌چنین می‌توان به‌عنوان یکی دیگر از دلایل نتیجه به دست‌آمده محسوب نمود که با یافته‌های Riebe و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه دوگانه انجام شده با استفاده از آزمون کای اسکوئر نیز می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف بین نقش هر یک از کاربری‌های اراضی با وسعت انواع مختلف فرسایش آبی در دوره‌های مختلف، به استثنای کاربری کشاورزی آبی با کشاورزی دیم، معنی‌دار بوده که این شرایط در دوره‌های اول و دوم به مراتب بیش‌تر از دوره‌های سوم و چهارم بوده است، این امر نیز خود دلیلی بر نزدیک شدن وسعت انواع فرسایش خاک به توان حداکثر فرسایش در منطقه مورد مطالعه باشد. یافته‌های مبنی بر عدم یکسانی نقش انواع کاربری اراضی با توسعه انواع فرسایش خاک با نتایج سایر محققین مانند (Fusagri, ۱۹۸۸؛ Sadeghi, ۱۹۹۷؛ Daniels و همکاران، ۱۹۹۸؛ Merzouk و Dhman، ۱۹۹۸؛ حسینی، ۱۳۷۳ و صادقی و همکاران، ۱۳۸۳) مطابقت دارد.

با توجه به نتایج بیان شده به شرح فوق می‌توان به این نتیجه رسید که مهار تغییر در کاربری اراضی نیاز به لزوم بهینه‌سازی مدیریت منابع خاک در منطقه مورد مطالعه را به دنبال داشته است. به همین دلیل ضرورت دارد تصمیمات مدیریتی مقتضی برای اصلاح روند تغییر در کاربری اراضی به منظور کاهش فرسایش خاک در آبخیز زاینده رود اتخاذ و به مرحله اجرا گذاشته شود.

### منابع مورد استفاده

۱. حسینی، س.م. ۱۳۷۳. آمایش سرزمین حوزه آبخیز جواهرده رامسر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. رضایی، خ. ۱۳۸۲. راهنمای کاربردی نرم افزار ILWIS. انتشارات ناقوس، تهران.
۳. صادقی، س.ح.ر. ۱۳۷۳. طرح تهیه شکل سیمای فرسایش خاک ایران. دفتر مطالعات و ارزیابی آبخیزها، وزارت جهاد سازندگی، ۴۰ صفحه.
۴. صادقی، س.ح.ر. ۱۳۸۱. مطالعات فرسایش خاک و تولید رسوب حوزه آبخیز برهمون استان مرکزی، ۳۴ صفحه.

۵. صادقی، س.ح.ر.، د.ع. نجفی و م. وفاخواه. ۱۳۸۳. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر فرسایش خاک (مطالعه موردی منطقه لنجان علیا در استان اصفهان). اولین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان، ۱۱۵-۱۲۳.
۶. قنبری شورکائی، س.ا. ۱۳۷۶. بررسی نقش پوشش گیاهی در حفاظت خاک در حوزه آبخیز کسلیلیان. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۷۶ صفحه.
۷. کاشکی، م. ۱۳۸۰. فرسایش آبی و نقش آن در بیابان زایی مناطق خشک، مطالعه موردی حوزه آبخیز کویر بجستان، خراسان. مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی- فرسایش خاک و توسعه پایدار، ۴۰۹-۳۹۸.
۸. مدیریت آبخیزداری استان اصفهان. ۱۳۷۶. مطالعات تلفیقی حوزه آبخیز B<sub>2</sub>، ۱۵۱ صفحه.
۹. موحّدانش، ع.ا. ۱۳۶۶. مقدمه‌ای بر هیدرولوژی و هیدرولوژی آماری. جلد اول، انتشارات عمیدی، تبریز، چاپ اول، ۴۰۳ صفحه.
10. Brown, A.G. and T.A. Quine. 1999. Fluvial processes and environmental change. John Wiley and Sons, Publications, 413p.
11. Garcia-Ruiz, G.M.L., T. Ruiz-Flano, P. Ortigosa, L. White, S. Gonzhlez and C. Marti. 1996. Land-use changes and sustainable development in mountain areas: A case study in the Spanish Pyrenees. *Landscape Ecology*, 11(5): 267-277.
12. Daniels, R.C., R.H. Huxford and D. McCandiess. 1998. Soil erosion assessment and its policy implications: A case study of RS and GIS applications in Uthai Thani, Thailand. Meteorological Department, Bangkok, 36p.
13. Fusagri, A. 1988. Soil erosion in the catchment of the Unare River. *Noticias Agricolas*, (28):116-119.
14. Kokh-Shrestha, M. 2001. Soil erosion modelling using remote sensing and GIS: A case study of Jhikhu watershed, Nepal. M. Tech. Thesis, Andhra University, 78p.
15. Liaghati, H. 2000. Assessment of the sediment yield and erosion processes using on-site and off-site measurements and RS-Imagery: A case study in the B<sub>2</sub>-sub cathment Zayandeh- Roud basin, Isfahan, Iran, ITC, 70p.
16. Merzouk, A. and H. Dhman. 1998. Shifting land use and its implication on sediment yield in the Rif Mountains (Morocco). In: *Proceedings of International Soil Conservation Organization*, Bonn, Germany, 31(1):333-340.
17. Ongwenyi, G.S., S.M. Kkitthiia, F.O. Denga and T. Mizuyama. 1993. An overview of the soil erosion and sedimental problems in Kenya. In: *Proceedings of International Symposium on Sediment Problems*, Yakohoma, (217):217-224.
18. Rajendra, P., A. Eiumonoh and S. Baimoung. 1996. Soil erosion assessment and its policy implication: A case study of RS and GIS applications in Uthai Thani, Thailand. Meteorological, Meteorological Department, Bangkok, 66p.
19. Riebe, C., J. Kirchner, D. Granger and R. Finkel. 2001. Minimal climatic control on erosion rates in the Sierra Nevada, California. *Geology Journal*, 29(5):447-450.
20. Rogers, N.W. and M.J. Selbi. 1980. Mechanisms of shallow transnational landsliding during summer rainstorms: North Island, New Zealand. *Geografiska Annaler*, 62(1):11-21.
21. Sadeghi, S.H.R. 1997. Study on the role of vegetation cover on soil conservation. In: *Proceedings 6th International Seminar on Rain water Catchment*, Tehran, Iran.
22. Sadeghi, S.H.R. 2005. A Semi-Detailed Technique for Soil Erosion Mapping Based on BLM and Satellite Image Applications. *Journal of Agricultural Sciences and Technology (JAST)*, 7(3&4):133-142.
23. Stolte, J., C.J. Ritsema, W.Vermeulen, D. Hunter, M. Elder, W.Liebregts and E. Vanden Elsen. 2004. An erosion model as a tool for farmers' involvement for defining land use strategies in Figi and Samoa. 13<sup>th</sup> International Soil Conservation Organization Conference-Brisbane, July 2004, 4p.
24. Temple, P.H. and A. Rapp. 1972. Landslides in the Mgeta area, Western Ulugura Mountains, Tanzania. *Geografiska Annaler*, (54):157-193.
25. Toy, T.J., G.R. Foster and K.G. Renard. 2002. *Soil erosion*, John Wiley and Sons Pub. Inc., 338p.
26. Tripathi R.P. and H.P. Singh. 2001. *Soil Erosion and Conservation*. New Age International Ltd, Publishers, 350p.
26. van Rompaey, A.J., G. Govers, and C. Puttemans. 2002. Modelling land use changes and their impact on soil erosion and sediment supply to rivers. *Journal of Earth Surface Processes and Landforms*, (27):481-494.

## Relationship Between Land Use and Soil Erosion in Manderijan Catchment in Zayandehrud Dam Basin

Seyed Hamid Reza Sadeghi<sup>1</sup>, Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Gholam Reza Shojaee, MSc, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Hamid Reza Moradi, Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Received: 23 February 2010

Accepted: 28 July 2010

### Abstract

The intensity and type of soil erosion are functions of climatic, topographic, soil and land use characteristics. The role of land use is more than others due to the human impacts. In order to study the relationship between land use change and soil erosion, the Manderijan watershed located upstream of Zayandehrud dam basin, comprises 23000 ha, was selected. The satellite images of MSS1979, TM1990, TM1998 and ETM2002 were used to map land use as well as soil erosion features during the study periods. The relationship between the existence as well as areas of each particular soil erosion feature and land use was also investigated using regression and Chi-square analyses. The results of the study verified a significant relationship between areas of land uses and soil erosion features. The moderate sheet erosion was further related to the land use changes in particular in the form of cubic regression equation having the determination coefficient of less than 81% and relative error of below 39.65%. The Chi-square analysis was also certified the insignificant relationship between existence of each particular soil erosion feature and land use whereas the relationship between land use and soil erosion areas could be significantly approved. The results of the study therefore can be utilized for proper management of the area through devoting necessary attention into the land uses.

**Key words:** Climatic condition, Intensity of soil erosion, Land use change, Satellite Image, Soil erosion feature

---

<sup>1</sup> sadeghi@modares.ac.ir