

## بررسی نقش کاربری اراضی بر نوع و شدت فرسایش خاک

(مطالعه موردی: حوزه آبخیز کسلیان)<sup>۱</sup>

سیدحمیدرضا صادقی، نصرت‌الله صفائیان و سبحان‌الله قنبری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۹/۲۷

### چکیده

میزان فرسایش و تولید رسوب در سطح حوزه‌های آبخیز به اثر شرایط پیچیده حاکم بر حوزه، کنترل گردیده و لذا مطالعه آنها برای درک مسایل موجود و مدیریت آن ضروری است. در این تحقیق، ابتدا ۳، ۷ و ۳ زیر حوزه آبخیز به ترتیب جنگلی، مرتعی، و کشاورزی در حوزه آبخیز معرف کسلیان واقع در دامنه شمالی البرز و با شرایط تقریباً مشابه فیزیکی، اقلیمی، زمین شناسی، و خاکشناسی انتخاب شد تا در خصوص عملکرد آنها در ایجاد فرسایش و تولید رسوب ارزیابی‌های لازم صورت پذیرد. برای دستیابی به اهداف مورد نظر، سه شاخص رسوب رسیده به خروجی زیرحوزه‌ها، حجم رسوب جمع شده در جعبه‌های گرلاچ، و شکل‌های مختلف فرسایش در این ارزیابی مد نظر قرار گرفتند. به دلیل محدود بودن تعداد رگبارها در دوره مورد مطالعه، امکان استفاده از اولین شاخص وجود نداشت. از این رو مقدار رسوب بر جا گذاشته در جعبه‌های گرلاچ و مقدار کل انواع فرسایش برای ارزیابی نقش کاربری اراضی بر فرسایش خاک مد نظر قرار گرفت و سپس روابط بین خصوصیات فیزیکی و پوشش گیاهی زیرحوزه‌های مورد مطالعه تهیه گردید. نتایج نشان می‌دهد که کاربری‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه نه تنها بر پیدایش انواع فرسایش، بلکه بر شدت آنها نیز تأثیرگذار است. وجود فرسایش سطحی در هر کاربری، فرسایش آبکندی در آبخیزهای جنگلی، فرسایش شیبی در آبخیزهای مرتعی، و لغزش در کاربری کشاورزی از یافته‌های این تحقیق است.

### واژه‌های کلیدی

تولید رسوب، حوزه آبخیز کسلیان، فرسایش خاک، کاربری اراضی، لغزش

- ۱- برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
- ۲- به ترتیب استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس. نور، خیابان امام خمینی (ره) دانشگاه تربیت مدرس، ص. پ. ۳۵۶-۶۴۴۱۴، تلفن: ۳-۶۲۵۳۱۰۱-۰۱۲۲)، دورنگار: ۶۲۵۳۴۹۹-۰۱۲۲)، پیام نگار: sadeghi@modares.ac.ir، استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران و دانش آموخته گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس



## مقدمه

موجب کاهش شدت تولید رسوب در حوزه‌های آبخیز کشاورزی شد. که خود تأثیرات بسیار پیچیده‌ای بر مناطق پایین دست این نواحی ایجاد کرده است (Trimble, 1999). تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که توزیع اندازه ذرات و سایر خصوصیات رسوب نیز در اثر تغییر کاربری‌ها دگرگون می‌شود. بهترین روش برای مقایسه نقش کاربری‌های مختلف در سطح حوزه‌های آبخیز، تعیین غلظت رسوب است که از تقسیم میزان رسوبات سالانه به حجم هرز آب سالیانه به دست می‌آید (Walling & Webb, 1993). علیزاده (Alizadeh, 1989)، جنی (Jenny, 1980)، مورگان و ریکسون (Morgan & Rickson, 1995) و بنت (Bennett, 2001) می‌گویند میزان فرسایش ایجاد شده در مناطق جنگلی و مرتعی خوب به مراتب کمتر از مقداری است که در اراضی کشاورزی رخ می‌دهد. در برخی از شرایط، میزان فرسایش در نوعی خاص از زیست بوم‌های جنگلی بیشتر از انواع دیگر گزارش شده که عمده‌تاً دلالت بر دخالت‌های نابجا و مفرط از طریق برداشت یا چرای مفرط بوده است (Davenport *et al.*, 1998). دهشتی (۱۳۷۳) با بیان ارتباط بین نوع کاربری و حرکات توده‌ای نشان می‌دهد که حجم حرکات توده‌ای در کاربری‌های کشاورزی بیش از سایر کاربری‌هاست (Sadeghi *et al.*, 2004). قدوسی (۱۳۷۵) طی تحقیقات خود در پلات‌های آزمایشی بر تأثیر شدید مالچ‌های گیاهی بر تقلیل میزان فرسایش تأکید می‌کند (Ghanbari, 1997). همچنین، شریعت جعفری (Shariat Jafari, 1996) اظهار می‌دارد که از بین بردن پوشش گیاهی جنگلی

خسارت ناشی از فرسایش خاک و از دست رفتن منابع غذایی آن در کشور سالانه بالغ بر ۷/۲ میلیارد دلار برآورد شده است (Soil Conservation & Watershed Management Bureau, 1985). از طرفی، مقدار رسوبات معلق بر اثر مواد فرسایش یافته از مناطق مختلف بالادست حوزه آبخیز کنترل گردیده و وضعیت و طبیعت غالب حوزه، نقش مهمی بر خصوصیات و شرایط بارهای رسوبی آن دارد. میزان رسوبات معلق موجود در هر رودخانه، مبین شرایط مؤثر بر حوزه آن رودخانه است. منابع بالقوه تأمین رسوب شامل فرسایش‌های رودخانه‌ای و کناره‌های آن، آبکندی و شیاری در دامنه‌های آبخیز و انتقال رسوبات به آبراهه‌ها در اثر حرکات توده‌ای است (Callow & Geoffrey, 1994; Morgan & Rickson, 1995). تغییر در نوع کاربری‌ها از پوشش‌های متراکم و دایمی به پوشش‌های تنک و موقتی همواره با افزایش میزان رواناب و فرسایش و به تبع آن تولید رسوب همراه بوده است (Gustafson, 2000). در برخی از کاربری‌ها میزان تخریب و فرسایش خاک به حدی است که اگر کنترل یا متوقف نشود، تمامی منابع خاکی آن ممکن است طی چند دهه از بین برود (Wilcox *et al.*, 1996).

مطالعه نقش پوشش گیاهی در حفاظت خاک، از طریق بررسی تغییرات فرسایش و تولید رسوب در مقاطع زمانی مشخص و عموماً از طریق بررسی‌های صحرائی انجام می‌پذیرد. اقدامات حفاظتی خاک

و تبدیل آن به مرتع موجب کاهش مقاومت برشی و افزایش گسیختگی و رانش زمین طی پنج تا ده سال، یعنی فرصت لازم برای پوسیدن ریشه‌های درختان، شده است. در استان فارس تحقیقات صمدنژاد (Samadnejad, 2002) دلالت بر تأثیر معنی‌دار کاربری اراضی دیم بر ایجاد و توسعه آبکندها دارد.

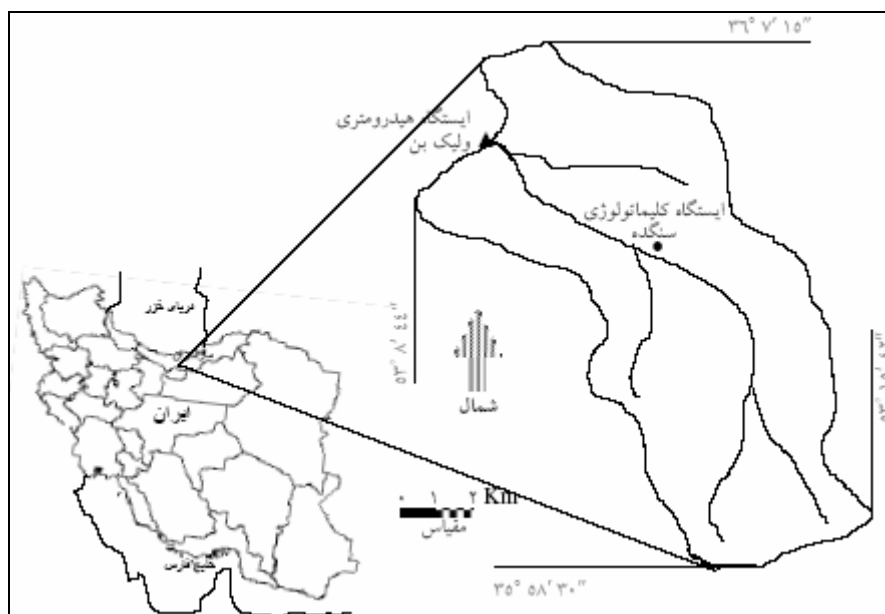
صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2004) نیز در منطقه لنگان علیا در استان اصفهان رابطه‌ای معنی‌دار بین توسعه آبکندها با تغییرات کاربری اراضی مشاهده کرده‌اند. نتایج تحقیقات شجاعی (Shojaee Vazhnani, 2005) در حوزه آبخیز مندریجان در استان اصفهان نیز بیانگر ارتباط معنی‌دار اکثر کاربری‌ها با انواع فرسایش‌ها (خصوصاً فرسایش سطحی متوسط با ضریب تبیین بیش از ۸۱ درصد) و نقش کنترل‌کنندگی بیشتر کاربری کشاورزی آبی بر تولید رسوب با ضریب تبیین ۹۹ درصد است.

تحقیق حاضر سعی در بررسی مقایسه‌ای نقش کاربری‌های مختلف در میزان فرسایش و تولید رسوب در حوزه آبخیز کسلیان دارد که نمونه‌ای از شرایط اقلیمی حاکم بر دامنه شمالی البرز است.

### مواد و روش‌ها

#### – حوزه آبخیز مورد مطالعه

حوزه آبخیز کسلیان واقع در جنوب استان مازندران به سبب وجود آمار و اطلاعات هواشناسی و هیدرومتری در یک دوره آماری مناسب، تشابه با اکثر حوزه‌های آبخیز دامنه شمالی البرز از نظر توپوگرافی، دارا بودن کاربری‌های اصلی جنگل، مرتفع، و کشاورزی (Ghanbari, 1997) و (Seradjzadeh, 2004) و سهولت دسترسی به آن برای اجرای تحقیق در نظر گرفته شد. حوزه آبخیز کسلیان با مساحت حدود ۶۷/۲۲ کیلومتر مربع، محیط ۴۶ کیلومتر و در حد فاصل ۳۰' ۱۰" ۵۳° و ۳۰' ۱۸' ۵۳° طول جغرافیایی شرقی و ۳۰' ۵۸' ۳۵° عرض جغرافیایی یکی از مهمترین زیرحوزه‌های رودخانه طالار است (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱- شمای کلی حوزه آبخیز کسپیلان (Mozayyan, 2003)

#### - روش کار

به منظور آگاهی از وضعیت فرسایش در انواع پوشش‌های گیاهی در سطح حوزه آبخیز کسپیلان، ۱۳ زیرحوزه به عنوان واحد هیدرولوژیکی کوچک با جهت فرعی غربی انتخاب شد. اغلب خصوصیات زیرحوزه‌ها از جمله بافت خاک، زمین‌شناسی، تندی و جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، مساحت، اقلیم، و نوع و مقدار بارش نسبتاً مشابه هستند و حداکثر تعداد ممکن واحدهای مطالعاتی مشخص شد. از مجموع واحدهای انتخاب شده ۷، ۳، و ۳ زیرحوزه به ترتیب در مناطق جنگلی، کشاورزی، و مرتعی تعیین گردید. مشخصات فیزیکی زیرحوزه‌های مورد مطالعه در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

#### - وضعیت پوشش گیاهی در زیرحوزه‌های جنگلی

مشخصات مختلف پوشش گیاهی جنگلی در زیرحوزه‌های شماره یک تا هفت شامل نوع و تعداد گونه‌ها، ارتفاع متوسط، میانگین قطر برابر سینه، درصد پوشش تاجی، عمق متوسط لاشبرگ و تعداد درخت در واحد سطح ارزیابی و در جدول شماره ۲ ارائه شده است. پارامترهای اشاره شده با استفاده از روش‌های استاندارد بیومتری و آنالیز توده‌های جنگلی (Zobeiri, 1992) بررسی شده است. راش، توسکا، ممرز و گیلان وحشی از گونه‌های درختی موجود در زیرحوزه‌های مطالعاتی هستند که راش در تمامی آنها غالب است تا آنجا که تعداد سایر گونه‌ها در مقایسه با آن قابل چشم‌پوشی است. از این رو در جدول شماره ۲ صرفاً نتایج به دست آمده در خصوص راش ارائه شده است.

**- وضعیت پوشش گیاهی در زیرحوزه‌های مرتعی**  
 در واحدهای مرتعی، درصد تاج پوشش کل، لاشبرگ، سنگ، و سنگریزه بررسی و نتایج در جدول شماره ۳ ارائه شده است. در اولین زیرحوزه مرتعی (واحد مطالعاتی ۸) گونه‌های شبدر سفید، زولنگ، چمن گوسفندی کوتاه، و چمن ایرانی به ترتیب با ۲۶/۶۶، ۱۲/۹۸، ۴/۱۸ و ۲/۴ درصد بیشترین پوشش گیاهی را به خود اختصاص داده‌اند. در زیرحوزه شماره دو مرتعی (واحد مطالعاتی ۹) گونه‌های شبدر سفید، زولنگ، چمن گوسفندی کوتاه، و چمن ایرانی به ترتیب ۱۱/۲۳، ۱۰/۷۳، ۱۰/۴۶ و ۴/۵۳ درصد و در واحد مطالعاتی ۱۰، گونه‌های مذکور به ترتیب ۱۷/۳۱، ۱۵/۵۳، ۱۲/۸۸ و ۱۰/۰۸ درصد از تاج پوشش کل گیاهان را تشکیل داده‌اند.

جدول شماره ۱- مشخصات فیزیکی زیرحوزه‌های مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسپلیان

زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
کاربری	جنگل											کشاورزی	
مساحت (متر مربع)	۲۸۵۰	۳۷۰۰	۴۶۲۵	۶۳۵۰	۴۷۷۵	۷۰۵۰	۷۰۵۰	۲۲۱۰۰	۸۳۷۵	۷۲۷۵	۳۸۵۰	۳۳۷۵	۸۳۰۰
شیب (درصد)	۱۸/۶۵	۱۷/۰۳	۱۹/۹۳	۲۰/۵۲	۲۴/۷۰	۲۷/۴۰	۳۰/۵۰	۲۰/۵۸	۳۲/۵۴	۱۳/۰۴	۳۹/۸۳	۳۲/۸۰	۳۴/۵۷
طول آبراهه (متر)	۱۴۴/۷	۱۶۱/۵	۱۵۲/۰	۲۲۳/۰	۱۴۴/۰	۱۷۳/۵	۱۹۱/۵	۲۳۲/۰	۱۳۹/۰	۱۶۲/۰	۹۵/۵	۱۱۷/۶	۱۷۱/۹
اختلاف ارتفاع (متر)	۲۶/۹۹	۲۷/۵۱	۳۰/۳	۴۵/۷۷	۳۵/۵۷	۴۷/۵۴	۵۸/۴۱	۴۷/۷۵	۴۵/۴۶	۲۱/۱۹	۳۸/۰۴	۳۸/۵۷	۵۹/۴۳

جدول شماره ۲- مشخصات پوشش درختی در زیرحوزه‌های جنگلی مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسپلیان

زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
فراوانی	۳۸	۸۲	۹۳	۱۱۱	۹۳	۱۷۱	۲۴۶
ارتفاع (متر)	۲۶/۱	۲۵/۷	۲۴/۹	۲۴/۵	۲۴/۳	۲۲/۸	۲۴/۲
قطر (سانتی‌متر)	۴۱/۵	۴۱/۰	۳۷/۹	۳۶/۳	۳۷/۴	۳۴/۲	۳۵/۰
تاج پوشش (درصد)	۷۰	۷۷	۷۲	۷۵	۶۵	۷۰	۸۱
ضخامت لاشبرگ (سانتی‌متر)	۱۳/۴	۱۳/۸	۱۳/۲	۱۳/۴	۱۶/۰	۱۲/۸	۱۴/۱
تعداد درخت در هکتار	۱۳۳/۰	۲۲۹/۴	۲۰۹/۶	۱۶۰/۲	۲۰۸/۵	۲۷۱/۰	۲۲۹/۰

جدول شماره ۳- مشخصات پوشش گیاهی مرتعی در زیرحوزه های مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسلیان

زیرحوزه	تاج پوشش (درصد)	لاشبرگ (درصد)	سنگ و سنگریزه (درصد)	خاک لخت (درصد)
۸	۵۲/۹۸	۱۱/۸۰	۱۰/۰۲	۲۵/۲۰
۹	۵۷/۳۳	۱۵/۵۰	۵/۶۷	۲۱/۵۰
۱۰	۶۴/۲۷	۱۵/۶۳	۲/۲۰	۱۷/۹۰

جدول شماره ۴- مشخصات پوشش گیاهی کشاورزی در زیرحوزه های مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسلیان

زیرحوزه	نوع محصول	میزان محصول (کیلوگرم در هکتار)	پوشش خاک در مراحل مختلف (درصد)	
			بعد از شخم	قبل از برداشت
۱۱	گندم	۶۵۰	۰/۰	۴۳/۰
۱۲	گندم	۷۵۰	۰/۰	۴۷/۰
۱۳	گندم	۷۰۰	۰/۰	۴۵/۰

### - وضعیت پوشش گیاهی در زیرحوزه های کشاورزی

قطع درختان جنگلی و تجاوز به مراتع و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مصاحبه با افراد محلی از قدمت حدود ۴۰-۵۰ ساله است. کشت اصلی مناطق تبدیل شده در واحدهای انتخاب شده گندم بوده که وضعیت میزان محصول و پوشش خاکی آنها در زمان های مختلف در جدول شماره ۴ ارائه شده است (Ghanbari, 1997).

### - روش های برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب در واحدهای مطالعاتی

برای برآورد مقادیر فرسایش خاک و تولید رسوب، از سه شاخص: رسوب رسیده به خروجی زیرحوزه ها، حجم رسوب جمع شده در جعبه های گِراچ، و شکل های مختلف فرسایش به شرح زیر استفاده شد.

### - اندازه گیری رسوب خروجی از فلوم ها

در این روش، در دهانه خروجی هر یک از واحدهای هیدرولوژیک، فلوم بتنی با سرریز مثلثی شکل و کف سیمانی ساخته شد (Seradjzadeh, 2004). مواد رسوبی همراه رواناب پس از رسیدن به داخل فلوم انباشته شدن، برداشت و توزین شدند و مقدار آن متناسب با سطح هر یک از واحدهای هیدرولوژیک محاسبه شد.

### - برآورد فرسایش با استفاده از جعبه های گِراچ

این روش که گِراچ (۱۹۶۶) برای برآورد تلفات خاک پیشنهاد کرده است، با تغییراتی بسیار جزئی در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفت (Alizadeh, 1989). برای این منظور، ۵۲ جعبه چوبی با در پوش به طول، عرض، و ارتفاع به ترتیب ۵۰، ۲۰ و ۱۰ سانتی متر ساخته شد. از مجموعه جعبه ها ۱۲، ۱۲ و ۲۸ عدد به ترتیب در زیر حوزه های کشاورزی، مرتعی و جنگلی و در

عکس‌های هوایی جنگل بوده است معلوم می‌شود که فرسایش مشاهداتی در طول حیات هر یک از انواع خاص کاربری‌ها صورت گرفته است. عمر درختان راش در مناطق جنگلی طبق بررسی‌ها و نظرات کارشناسی متخصصان حدود ۸۵ سال برآورد می‌شود؛ اراضی کشاورزی براساس مذاکرات و مصاحبه با صاحبان اراضی در حدود ۴۰ سال تحت کشت و کارند، و تبدیل وضعیت جنگلی به مرتع در حدود ۵۰ سال پیش صورت گرفته است.

### نتایج و بحث

بررسی‌ها در طول یک سال و در حد واسط سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶ صورت پذیرفته است. نتایج استفاده از روش‌های رسوب رسیده به خروجی زیرحوزه‌ها (فلوم‌ها)، حجم رسوب جمع شده در جعبه‌های گِردِلاچ، و شکل‌های مختلف فرسایش (مشاهداتی) به صورت زیر ارائه می‌شود. در اغلب واحدهای مطالعاتی این تحقیق در حین بررسی رگبار شدید یا درازمدت رخ نداد و در نتیجه روان‌آبی مشاهده نشد، لذا استفاده از روش فلوم در مقطع زمانی کوتاه یک سال به واسطه نرسیدن رسوب به محل فلوم‌ها ممکن نبود. از طرف دیگر تمامی ۱۲ جعبه نصب شده در زیرحوزه‌های مرتعی را دامداران و دام‌ها تخریب کردند و هیچ‌گونه اطلاعات رسوبی از آنها برداشت نشد. از مجموعه جعبه‌های نصب شده در اراضی کشاورزی و جنگلی تنها ۳ و ۱۵ عدد حفظ شده بود. رسوبات بر جامانده در این جعبه‌ها با کاردک جمع‌آوری، توزین، و محاسبه شد. نتایج در جدول شماره ۵ خلاصه شده است.

شیب‌های مختلف و در تیر ماه ۱۳۷۵ نصب شد. مقدار رسوب رسیده به هر جعبه با توجه به طول شیب مورد نظر برداشت، توزین، و محاسبه شد.

### - روش مشاهداتی و اندازه‌گیری شکل‌های مختلف فرسایش

کلیه واحدهای مطالعاتی به دقت پیمایش و انواع مختلف فرسایش با توجه به علایم شاخص آنها شناسایی شد و مورد مطالعه صحرایی قرار گرفت. به این منظور، تجمع خاک در بالادست گیاهان، سنگ‌ها، حصارها و موانع، بیرون افتادگی ریشه‌ها و یقه‌های گیاهی، شیارها، آبکندها و کلیه آشفتگی‌های زمین ناشی از هر نوع حرکت توده‌ای به دقت شناسایی شدند (Sadeghi, 1995). فرسایش سطحی با استفاده از خط‌کش در نزدیکی یقه درختان، گیاهان، و نرده‌های نصب شده در منطقه به صورت تصادفی اندازه‌گیری و پس از میانگین‌گیری به کل زیرحوزه مطالعاتی تعمیم داده شد و نهایتاً مقدار آن محاسبه گردید. مقدار فرسایش‌های شیار و آبکنده نیز با استفاده از خط‌کش، ژالن، و متر نواری و با لحاظ کردن وضعیت هندسی آنها اندازه‌گیری و مقدار کل فرسایش‌های مذکور از طریق جمع جزیی آنها با یکدیگر و در زیرحوزه مطالعاتی محاسبه شد. لغزش‌های موجود در زیر حوزه مطالعاتی نیز با دوربین نقشه‌برداری برداشت و حجم آنها با توجه به سطح اشغال و عمق هر یک تعیین شد. سپس حجم کل مواد فرسوده ناشی از انواع مختلف فرسایش‌ها در هر یک از زیرحوزه‌ها از طریق جمع آنها با یکدیگر محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد. از آنجا که کاربری اصلی همه واحدهای مطالعاتی در سال‌های گذشته بر اساس

جدول شماره ۵- رسوب اندازه‌گیری شده با استفاده از جعبه های گِراچ در زیرحوزه‌های مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسلیان

زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
کاربری	جنگل						مرتع			کشاورزی			
تعداد جعبه نصب شده	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴
تعداد جعبه باقیمانده	۲	۲	۱	۲	-	۲	۳	-	-	-	-	۱	۳
رسوب رسیده (گرم)	۹۰	۱۰۵	۷۸	۱۳۸	-	۱۲۰	۲۲۵	-	-	-	-	۳۵۰۰	۱۰۶۵۰
رسوب زیرحوزه (تن در هکتار در سال)	۰/۰۲۶۵	۰/۰۲۶۳	۰/۰۲۴۰	۰/۰۲۳۰	-	۰/۰۳۰	۰/۰۳۵۰	-	-	-	-	۲/۱۲۰۰	۲/۷۳۰۰

لذا این نوع حرکت مد نظر قرار گرفته است. خلاصه نتایج به دست آمده از این روش در خصوص نوع و حجم فرسایش‌ها در حوزه آبخیز کسلیان در جدول شماره ۶ ارائه شده است.

شرایط فرسایشی هر یک از ۱۳ واحد مطالعاتی ارزیابی و شکل‌های مختلف فرسایش شامل آب‌کندی، سطحی، شیاری، و حرکات توده‌ای در صحرا مشخص و به دقت اندازه‌گیری شد. از انواع حرکات توده‌ای تنها لغزش در منطقه مشاهده شده و

جدول شماره ۶- فرسایش اندازه‌گیری شده با استفاده از روش مشاهداتی در زیرحوزه‌های مورد مطالعه در حوزه آبخیز کسلیان

زیرحوزه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
کاربری	جنگل						مرتع			کشاورزی			
فرسایش سطحی (سانتی‌متر)	۵/۶	۷/۷	۶/۵	۹/۰	۷/۶	۸/۵	۷/۸	۱۴/۰	۱۳/۰	۱۲/۰	۱۹/۰	۲۰/۰	۱۸/۰
فرسایش سطحی (میلی‌متر در سال)	۰/۶۵	۰/۹۰	۰/۷۶	۱/۰۵	۰/۸۹	۱/۰۰	۰/۹۱	۲/۸۰	۲/۶۰	۲/۴۰	۴/۲۲	۴/۴۴	۴/۰۰
فرسایش شیاری (متر مکعب)	-	-	-	-	-	-	-	ناچیز	ناچیز	ناچیز	-	-	-
فرسایش آب‌کندی (متر مکعب)	۲/۶۳	-	-	۳۰/۱۶	۸/۱۸	۶/۴۴	۱۰/۳۳	-	-	-	-	-	-
لغزش (متر مکعب)	-	-	-	-	-	-	۲۰/۰	-	-	-	۲۲۵/۰	۹۰۰/۰	۱۰۹۳/۰
فرسایش کل (تن در هکتار در سال)	۶/۵۴	۹/۰۰	۷/۶۰	۱۰/۹۵	۹/۰۰	۱۰/۱۰	۹/۵۶	۲۸/۰۰	۲۶/۰۰	۲۴/۰۰	۴۸/۷۰	۷۰/۴۰	۷۱/۶۰



### نتیجه گیری

شده در سطح اعتماد بالاتر از ۹۹ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. نتایج مربوط به آنالیز واریانس در جدول شماره ۷ ارائه شده است. در اراضی جنگلی به دلیل جریان زیر قشری و آبشویی زیرین، شرایط ایجاد آبکند مهباست و تمامی آنها در نزدیکی خروجی شکل یافته اند. در اراضی کشاورزی به دلیل عملیات خاک ورزی و ایجاد شرایط نفوذ آب بیشتر به داخل خاک، زمینه های وزین شدن توده و غلبه نیروی برشی بر مقاومت برشی و نهایتاً حرکت توده را به دنبال داشته است. در زیرحوزه های مرتعی به دلیل چرای مفرط و لگدکوبی خاک سطحی، زمینه های تجمع رواناب سطحی و ایجاد کانال ها مهیا و از این رو مراحل ابتدایی تشکیل شیار مشاهده می شود، اما توسعه آنها به واسطه شرایط خوب اقلیمی حاکم و رشد گیاهان دائمی بسیار کند و بعضاً غیر قابل محسوس است. ارتباط بین بسیاری از خصوصیات واحدهای مورد مطالعه و میزان فرسایش نیز بررسی شد که نتایج آن در ماتریس همبستگی زیر (جدول شماره ۸) خلاصه شده است.

نتایج تحقیق (جدول های شماره ۵ و ۶) نشان می دهد که نوع و شدت انواع فرسایش در واحدهای مطالعاتی واقع در کاربری های جنگلی، مرتعی، و کشاورزی متفاوت است. در مناطق جنگلی فرسایش های سطحی و آبکندی، در اراضی کشاورزی فرسایش های سطحی و حرکات توده ای، و در مراتع فرسایش های سطحی و شیاری مشاهده می شود. مقادیر متوسط رسوب اندازه گیری شده در جعبه های گرواچ در کاربری های جنگل و کشاورزی به ترتیب ۰/۰۲۸ و ۲/۴۳۰ تن در هکتار در سال برآورد شده که در اراضی کشاورزی ۸۷ برابر اراضی جنگلی است. ضخامت میانگین فرسایش سطحی در کاربری های جنگل، مرتع، و کشاورزی به ترتیب ۰/۰۸۸، ۰/۲۶۰، و ۰/۴۲۲ سانتی متر در سال و در کشاورزی و مرتع به ترتیب ۵/۵ و ۳ برابری فرسایش در کاربری جنگلی است. به منظور بررسی ارتباط بین پوشش های مختلف گیاهی و میزان فرسایش و تولید رسوب از آنالیز واریانس استفاده شد. نتایج نشان می دهد که بین انواع مختلف کاربری اراضی و مقدار فرسایش سطحی مشاهده

جدول شماره ۷- نتایج مربوط به آنالیز واریانس رابطه انواع کاربری اراضی و فرسایش سطحی در حوزه آبخیز کسپیلان

منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	مقدار P
بین گروه ها	۲	۳۲/۱۷۳	۱۶/۰۸۶	۵۰۷/۴۵۴	۰/۰۰۰۰۱
داخل گروه ها	۱۰	۰/۳۱۷	۰/۰۳۲		
جمع	۱۲	۳۲/۴۹۰			

جدول شماره ۸ - ماتریس همبستگی بین متغیرهای مربوط به واحدهای جنگلی و فرسایش خاک در حوزه آبخیز کسبیلان

متغیر	تاج پوشش گیاهی (درصد)	مساحت (متر مربع)	شیب (درصد)	طول آبراهه اصلی (متر)	تعداد درختان	ارتفاع درخت (متر)	عمق لاشبرگ (سانتی متر)	میانگین قطر (سانتی متر)
رسوب جعبه‌های گولاچ	-۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۸۸**	۰/۴۳	۰/۸۳*	-۰/۵۲	۰/۲۵	۰/۵۳
فرسایش سطحی (سانتی متر در سال)	-۰/۶۷	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۷۰	۰/۵۴	-۰/۶۹	۰/۰۱	۰/۶۹
فرسایش آبکندی (متر مکعب)	-۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۸۶**	۰/۳۰	-۰/۸۹	-۰/۲۲	-۰/۳۱

\* اختلاف تیمارها در سطح ۵ درصد معنی دار است. \*\* اختلاف تیمارها در سطح ۱ درصد معنی دار است.

فرسایش خندقی ( $VE_G$ ) به متر مکعب در سال و طول آبراهه اصلی ( $L$ ) به متر ارائه شده است.

$$VE_G = ۰/۴۳۱ + ۰/۰۳۲L \quad (۳)$$

همچنین رابطه چند متغیره زیر نیز با ضریب همبستگی ۸۶ درصد بین برخی از خصوصیات زیرحوزه‌های جنگلی و حجم فرسایش آبکندی تهیه شده است:

$$VE_G = -۴۴/۹۲۱ + ۰/۱۳۱L - ۰/۲۳۳A - ۰/۰۵۳۹S \quad (۴)$$

که در آن،  $VE_G$  حجم فرسایش خندقی به متر مکعب در سال،  $L$  طول آبراهه اصلی بر حسب متر،  $A$  مساحت زیرحوزه به مترمربع و  $S$  شیب زیرحوزه به درصد است.

ارتباط بین برخی از خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی زیرحوزه‌های مرتعی و میزان فرسایش بررسی و نتایج به صورت ماتریس همبستگی زیر (جدول شماره ۹) خلاصه شده است.

نتایج جدول شماره ۸ نشان می‌دهد که در زیرحوزه‌های آبخیز کوچک جنگلی مورد مطالعه، بهترین رابطه بین شیب زیرحوزه و تعداد درختان موجود در واحد و مقدار رسوب رسیده به جعبه‌های گولاچ وجود دارد که به صورت زیر به دست آمده است:

$$S_f = ۱۰/۵۳ + ۰/۷۷۳S \quad (۱)$$

$$S_f = ۲۱/۴۴ + ۰/۰۴۸۳N \quad (۲)$$

که در آن،  $S_f$  میزان رسوب بر حسب تن در هکتار در سال،  $S$  درصد شیب متوسط زیرحوزه و  $N$  تعداد درختان موجود در هر واحد است. همچنین بیشترین همبستگی در کاربری جنگل بین فرسایش آبکندی و طول آبراهه اصلی با ضریب همبستگی ۸۶ درصد و در سطح معنی داری یک درصد وجود دارد و از این رو رابطه زیر بین حجم

جدول شماره ۹- ماتریس همبستگی بین متغیرهای مربوط به واحدهای مرتعی و فرسایش خاک در حوزه آبخیز کسپلیان

متغیر	تاج پوشش گیاهی (درصد)	مساحت (متر مربع)	شیب (درصد)	طول آبراهه اصلی (متر)	خاک لخت (درصد)	لاشبرگ (درصد)	تولید علوفه (کیلوگرم)
فرسایش سطحی (سانتی متر در سال)	۰/۹۸*	۰/۶۶	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۹۹*	۰/۹۵*	۰/۹۴

\* اختلاف تیمارها در سطح ۵ درصد معنی دار است.

جدول شماره ۹ نشان می دهد که افزایش تاج پوشش گیاهی، لاشبرگ، و تولید علوفه، میزان فرسایش را کاهش می دهد، حال آنکه افزایش خاک لخت، مساحت، و شیب، میزان فرسایش را بالا می برد که با نتایج به دست آمده از سوابق (Bennett, Ghadiri, 1989؛ Alizadeh, 1989) Shojaaee و Shariat Jafari, 1996؛ 2001 Vazhnani, 2005) همخوانی دارد. از این رو بهترین روابط به دست آمده بین متغیرهای مورد مطالعه به صورت زیر ارائه می شود:

جدول شماره ۹ نشان می دهد که افزایش تاج پوشش گیاهی، لاشبرگ، و تولید علوفه، میزان فرسایش را کاهش می دهد، حال آنکه افزایش خاک لخت، مساحت، و شیب، میزان فرسایش را بالا می برد که با نتایج به دست آمده از سوابق (Bennett, Ghadiri, 1989؛ Alizadeh, 1989) Shojaaee و Shariat Jafari, 1996؛ 2001 Vazhnani, 2005) همخوانی دارد. از این رو بهترین روابط به دست آمده بین متغیرهای مورد مطالعه به صورت زیر ارائه می شود:

$$E_R = 0.1142 + 0.0055b \quad (5)$$

$$E_R = 0.431 - 0.029V \quad (6)$$

$$E_R = 0.757 - 0.0403L \quad (7)$$

با توجه به نتایج به دست آمده می توان این گونه جمع بندی کرد که نوع کاربری اراضی نه تنها بر نوع فرسایش خاک بلکه بر شدت آن نیز اثر معنی دار دارد. از این رو، مدیریت صحیح در نحوه و میزان بهره برداری از کاربری ها بسیار اهمیت دارد. از طرفی، نتایج نشان می دهد که دخالت های انسان در تبدیل زمین جنگل به مرتع و کشاورزی زمینه های ایجاد فرسایش شدید و هدر رفت زیاد خاک را به دنبال داشته است.

که در آن؛  $E_R$  = ضخامت فرسایش سطحی به سانتی متر؛  $b$  = درصد متوسط خاک لخت؛  $V$  = درصد متوسط پوشش گیاهی؛ و  $L$  = متوسط لاشبرگ سطحی زیرحوزه های آبخیز مرتعی است. نتایج بررسی ارتباط بین متغیرهای مساحت،

## مراجع

- 1- Alizadeh, A. (Translator). 1989. Soil erosion and conservation. Ghods Razavi Publication. 258p. (In: Farsi)
- 2- Bennett, H. H. 2001. Soil conservation. Agrobis. India. 993p.
- 3- Callow, P. and Geoffrey, E. P. 1994. The river hand book, Vol. 1. 340p.
- 4- Davenport, D. W., Breshears, D. D., Wilcox, B. P. and Allen, G. D. 1998. Viewpoint: Sustainability of pinon-juniper ecosystems-A unifying perspective of soil erosion thresholds. J. of Range Manag. 51 (2): 231-240.
- 5- Ghadiri, H. (Translator). 1989. Soil conservation. Shahid Chamran University. 236p. (In: Farsi)
- 6- Ghanbari, S. A. 1997. Study on vegetation cover on soil conservation (Kasilian Watershed). M.Sc. Thesis. Rangeland Management Department. Tarbiat Modarres University. 176p. (In: Farsi)
- 7- Gustafson, A. F. 2000. Soils and soils management. Agrobis. India. 424p.
- 8- Jenny, H. 1980. The soil resources: Origin and behavior. Springer-Verlag. N. Y. 377p.
- 9- Morgan, R. P. C. and Rickson, R. J. 1995. Slope stabilization and erosion control. Silsoe College.
- 10- Mozayyan, M. 2003. Study on relationship between different components of rainfall and runoff in Kasilian River. M.Sc. Thesis. Watershed Management Department. Tarbiat Modarres University. 81p. (In: Farsi)
- 11- Sadeghi, S. H. R. 1995. Simple visual methods for recognition of sensitive watersheds. Watershed Management Department. Tarbiat Modarres University. 12p. (In: Farsi)
- 12- Sadeghi, S. H. R., Najafi, D. A. and Vafakhah, M. 2004. Study on land use variation on soil erosion (Case study: Lenjan-e-Olya in Isfahan province). Proceeding of National Conference on Watershed Management and Water and Soil Resources. Kerman. Iran. May 9-10. 115-123. (In: Farsi)

- 13- Samadnejad, A. H. 2002. Study on main reasons on initiation of gully erosion (Case study: Fars province). M. Sc. Thesis. Watershed Management Department. Tarbiat Modarres University. 69p. (In: Farsi)
- 14- Seradjzadeh, H. 2004. Study on role of vegetation cover on reduction of peak discharge in small watersheds. Jihad Agricultural Research. 197p. (In: Farsi)
- 15- Shariat Jafari, M. 1996. Landslide. Sazeh Pub. (In: Farsi)
- 16- Shojaee Vazhnani, Gh. R. 2005. Relationship between land use changes and soil erosion and sediment yield in part of ZayandehRud watershed. M. Sc. Thesis. Watershed Management Department. Tarbiat Modarres University. 92p. (In: Farsi)
- 17- Soil Conservation and Watershed Management Bureau. 1985. An overview on soil conservation and watershed management in Iran: Past, present and future. 108p. (In: Farsi)
- 18- Trimble, S. W. 1999. Decreased rate of alluvial sediment storage in the coon creek basin, Wisconsin, 1975-93. Science. 285, 1244-1246.
- 19- Walling, D. E. and Webb, B. W. 1993. Pattern of sediment yield, In: Background in palaeohydrology. England, p. 9-10.
- 20- Wilcox, B. P., Allen, B. D., Newman, K. D., Reid, D. B., Pitlik, J. and Davenport, D. W. 1996. Runoff and erosion on the pajarito plateau: Observation from the field. New Mexico geological guidebook. 433-439.
- 21- Zobeiri, M. 1992. Forest biometry. Tehran University Pub. (In: Farsi)

## **Study on the Effect of Land Uses on Type and Intensity of Soil Erosion**

**S. H. R. Sadeghi, N. A. Safaeian and S. A. Ghanbari**

Soil erosion and sediment yield study, caused by complex combination of various variables, is necessary to understand problems and manage the watersheds. In this study, seven forests, three rangelands and three agricultural sub-catchments were selected having almost similar physical, climatological, geological and pedological specifications in the Kassilian representative watershed in the northern Iran. To investigate the interrelationship between the aforesaid land uses and soil erosion, three indices of suspended sediment, which reaches the outlet of the sub-catchments, amount of sediment collected in Gerlach boxes and different features of erosion type were attempted. The ecological characteristics of each sub-watershed were studied, at first, and then the applicability of indicators was evaluated. The first approach could not be applied due to less number of storms occurrence as well as their low quantity of precipitation during one year study period. The sediment yield trapped in Gerlach boxes as well as eroded soil resulting from different types of erosion measured in each study area and the relationships between erosion and some of the physical and biometrical characteristics of the watershed were developed. It was observed that not only the type of erosion was affected by land use but the intensity of erosion was also controlled by a particular land use. The gully, land slide and sheet were the dominant types of erosion in forest, agricultural and rangeland land uses, respectively. The sheet erosion was found in high degree of severity in agricultural lands. In overall, the volume of soil erosion was declined from agricultural towards forest land uses.

**Key words:** Erosion Type, Iran, Kassilian Watershed, Land Slide, Land Use, Sediment Yield