



بررسی شاخص فرسایش پذیری خاک در جنگل های ارسباران

سمیرا ساسانی فر^{۱*}، احمد علیجانپور^۲، عباس بانج شفیعی^۳، جواد اسحاقی راد^۳، مرتضی مولایی^۴

۱- *نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

پست الکترونیک: s.sasanifar@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۳- دانشیار، گروه جنگل داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

۴- دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

چکیده

فرسایش خاک یکی از بزرگترین معضلات عرصه های طبیعی مانند جنگل و مرتع است. عوامل بسیاری بر شدت فرسایش خاک در مناطق مختلف تاثیرگذار است. در تحقیق حاضر شاخص فرسایش پذیری خاک در منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی جنگل های ارسباران در دو طبقه ارتفاعی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج نشان داد از نظر شاخص فرسایش پذیری خاک بین دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظتی تفاوت معنی دار وجود دارد و مقدار این شاخص در منطقه غیرحفاظتی بیشتر است. همچنین بین دو طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ و ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا تفاوتی از نظر شاخص مورد مطالعه وجود ندارد. از طرفی نتایج نشان داد کمترین مقدار شاخص فرسایش پذیری خاک در طبقه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا در منطقه حفاظت شده است. از آنجا که شاخص K به طور مستقیم بر افزایش یا کاهش فرسایش خاک در منطقه اثر گذار است، در حالت کلی نتایج حاکی از تاثیر مثبت مدیریت مبتنی بر حفاظت بر بهبود مشخصه های خاکی و کاهش پتانسیل فرسایش پذیری خاک است.

واژه های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، ارسباران، شاخص فرسایش پذیری خاک (K)

۱- مقدمه

باوجود روشن بودن اهمیت مناطق جنگلی، مطالعات اخیر نشان داده که جنگل ها از لحاظ سطح کوچک تر و تکه تکه شده تر می شوند (Keenan et al., 2015) و این در حالی است که زمین های کشاورزی در ۷۰ درصد از کشورها رو به گسترش است (FAO, 2003). اعمال مدیریت مبتنی بر حفاظت از مهم ترین راه ها جهت جلوگیری از روند جنگل زدایی است. با توجه به زندگی اکثریت گونه های گیاهی و جانوری شناخته شده بر روی کره زمین در جنگل ها و در معرض خطر انقراض بودن نه درصد از گونه های درختی (JLG, 2008)، اهمیت جنگل ها به لحاظ حفاظت از تنوع زیستی به رسمیت شناخته شده است (Morales-Hidalgo et al., 2015). با این حال امروزه اعتقاد اصلی بر این است که تعیین مناطق حفاظت شده جنگلی، یکی از اساسی ترین و مهم ترین استراتژی ها برای حفاظت از تنوع زیستی و تولید سایر کارکردهای اکوسیستم جنگل است (Morales-Hidalgo et al., 2015).



حفاظت از جنگل اقداماتی است شامل کاشت و نگهداری منابع جنگلی برای خدمات‌دهی و پایداری آن برای نسل‌های بعدی (Pawar & Rothkar, 2015). خاک یکی از اجزا بسیار مهم اکوسیستم‌های جنگلی بوده و مطالعه تأثیرپذیری ویژگی‌های مختلف خاک‌های جنگلی از رویکردهای مختلف مدیریتی مرتبط با جنگل، ضروری است (رضائی و همکاران، ۱۳۹۵). به نظر می‌رسد پوشش گیاهی و ترکیب گونه‌ها نیز به دلیل تغییر در زی توده (بقایای مواد، زی توده هوایی و زیرزمینی)، بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اثرگذار است (Lal, 2004). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که شدت تغییر ویژگی‌های خاک‌های جنگلی به نوع مدیریت جنگل نیز بستگی دارد (Zhang et al., 2007) و اجرای شیوه‌های مختلف مدیریت در جنگل، اثرات متعددی بر روی بوم‌سازگان جنگل به ویژه خاک دارد. بنابراین مطالعه اثر کاربری و مدیریت‌های مختلف اکوسیستم‌های طبیعی بر نحوه تغییر ویژگی‌های خاک، امری اجتناب‌ناپذیر است (پولادی و همکاران، ۱۳۹۲). جنگل‌های ارسباران به دو بخش حفاظت شده و غیرحفاظتی تقسیم شده است و بخش حفاظت شده از سال ۱۳۵۲ تحت حفاظت قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیرپذیری شاخص فرسایش‌پذیری خاک (k) از مدیریت حفاظتی و ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های ارسباران است. به نظر می‌رسد حفاظت از جنگل موجب کاهش فرسایش‌پذیری خاک می‌شود.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر در جنگل‌های ارسباران در دو منطقه حفاظت شده و غیرحفاظت شده انجام شده است. کل سطح جنگل‌های ارسباران بیش از ۱۶۴۰۰۰ هکتار است که ۵۶ درصد از آن (بیش از ۷۲۴۰۰ هکتار) از سال ۱۳۵۰ تحت مدیریت مبتنی بر حفاظت سازمان محیط زیست کشور قرار گرفته است (Javanshir, 2000) و مابقی این جنگل‌ها غیرحفاظت شده بوده و تحت مدیریت اداره کل منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی است. منطقه ارسباران از نظر زمین‌شناسی متعلق به دوران سوم است و قسمت عمده سنگ‌شناسی منطقه را واحدهای آهکی و آذرین تشکیل می‌دهد. خاک منطقه در نقاط جنگلی اغلب از نوع خاک قهوه‌ای جنگلی و خاک قهوه‌ای آهکی است. این خاک‌ها بیشتر بر روی سنگ مادری آهکی سخت، مارن و ماسه سنگ واقع شده‌اند (Anonymous, 1995). در این جنگل‌ها گونه‌های ممرز، بلوط سیاه، بلوط سفید، افرا کرب، کیکم و گیلان وحشی، به عنوان گونه‌های اصلی و گونه‌های ملج، ون، گوشوارک، زغال اخته، ال، گلای وحشی، آردوج، سرخدار و پسته وحشی به عنوان گونه‌های همراه مطرح‌اند.

جمع‌آوری داده‌ها

مدل RUSLE، یک مدل برآورد فرسایش آبی است که با شش فاکتور فرسایشی رابطه دارد (رابطه ۱) (Wischmeier and Smith, 1978).

$$A = R.K.L.S.C.P \quad \text{رابطه ۱}$$

در این رابطه R، عامل فرسایش‌دهی باران، K، عامل فرسایش‌پذیری خاک، S، L، عامل طول و درجه شیب، C، عامل پوشش گیاهی و P، عامل حفاظت خاک است. فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (K)، سرعت فرسایش‌پذیری خاک به ازای واحد شاخص فرسایش باران است که اغلب با استفاده از خصوصیات خاک تعیین می‌گردد (Parysow et al., 2003). در واقع این شاخص میزان حساسیت ذرات خاک به جداسازی و انتقال توسط بارش و رواناب است (Asadolahi et al., 2017). فاکتور k با بافت، میزان ماده آلی و نفوذپذیری ساختمان خاک رابطه دارد (Wischmeier, 1971). بنابراین این فاکتور بر اساس مشخصه‌های

14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

محتوای ماده آلی خاک و کلاس بافت خاک تعیین می‌شود. فاکتور فرسایش‌پذیری خاک در مدل RUSLE را می‌توان از طریق نمودار نیز تعیین کرد (Wischmeier, 1971). در برخی موارد نیز از رابطه جبری زیر استفاده می‌شود (Wischmeier and Smith, 1978) که در این مطالعه نیز از رابطه ۲ برای برآورد شاخص K استفاده شد.

$$K = 2.73 \times 10^{-6} m^{1.14} (12 - a) + 3.25 \times 10^{-2} (b - 2) + 2.5 \times 10^{-2} (c - 3) \quad \text{رابطه ۲}$$

در این معادله، M: قطر ذره (درصد سیلت+درصد شن خیلی ریز)* (درصد رس - ۱۰۰)، a: درصد ماده آلی، b: کد ساختمان خاک و c: کلاس نفوذپذیری پروفیل خاک می‌باشند.

علاوه بر تیمار مدیریت، جهت بررسی تأثیر عامل ارتفاع از سطح دریا بر شاخص فرسایش‌پذیری خاک، با توجه به شرایط منطقه جنگلی ارسباران و محدوده رویش جنگل، مناطق مورد مطالعه حفاظت‌شده و غیرحفاظت‌شده به دو طبقه ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا تقسیم‌شده و در هر منطقه توده‌های جنگلی در دامنه‌های شمالی انتخاب شدند. در نهایت شبکه آماربرداری به روش تصادفی سیستماتیک به ابعاد ۱۵۰ در ۳۰۰ متر برای کل منطقه طراحی و تعداد ۱۳۲ قطعه نمونه در کل منطقه پیاده شد. سپس از هر سه قطعه‌نمونه به‌طور تصادفی یک قطعه‌نمونه به مساحت ۳۰۰ مترمربع برای برداشت نمونه خاک انتخاب شد (در هر طبقه ارتفاعی ۱۱ نمونه خاک و در هر منطقه ۲۲ نمونه و در مجموع ۴۴ نمونه خاک). در قطعه‌نمونه انتخابی چهار نمونه خاک از چهار گوشه قطعه‌نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری برداشت و پس از ترکیب، یک نمونه دو کیلوگرمی تهیه شد. مشخصه‌های رس، سیلت و شن با استفاده از روش هیدرومتری بایوکوس (Jafari Haghighi, 2003)، اندازه‌گیری شدند. به‌منظور تعیین ساختمان خاک و کلاس نفوذپذیری خاک از جداول استاندارد به‌منظور تعیین این شاخص‌ها طراحی شده‌اند، استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف تأیید و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه با طرح آماری فاکتوریل با دو فاکتور شامل الف- مدیریت در دو سطح (حفاظت‌شده و غیرحفاظت‌شده) و ب- طبقه ارتفاعی در دو سطح (طبقه ارتفاعی پایین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ و طبقه ارتفاعی بالا ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا) و در مجموع چهار تیمار استفاده شد. مقایسات میانگین‌های اثرات اصلی مدیریت و طبقه ارتفاعی با استفاده از آزمون تی مستقل و مقایسه میانگین اثرات متقابل با استفاده از آزمون دانکن انجام شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌ها در محیط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

۳- نتایج

نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به تجزیه واریانس دو طرفه ویژگی‌های مختلف خاک در جدول ۱ ارائه شده‌است.

14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

جدول ۱- تجزیه واریانس تغییرات شاخص فرسایش پذیری خاک تحت فاکتور مدیریت و عامل ارتفاع از سطح دریا

منبع تغییرات	df	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	Sig
اثر اصلی مدیریت	۱	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۷/۸۵	۰/۰۰**
اثر اصلی طبقه ارتفاعی	۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۱/۰۷	۰/۳۰ ^{ns}
اثرات متقابل	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۳۵	۰/۵۵ ^{ns}
خطا	۴۰	۰/۱۱۲	۰/۰۰۳		

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود اثرات اصلی تیمار مدیریت در سطح اطمینان یک درصد بر روی شاخص فرسایش پذیری خاک معنی دار است. اثرات اصلی فاکتور طبقه ارتفاعی و اثرات متقابل نیز بر روی شاخص مورد بررسی تاثیر معنی دار ندارند. نتایج مقایسه میانگین پارامترها مربوط به اثرات اصلی مدیریت و طبقه ارتفاعی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مقایسه میانگین شاخص فرسایش پذیری خاک مربوط به اثرات اصلی فاکتورهای مدیریت و طبقه ارتفاعی با استفاده از

آزمون تی مستقل (میانگین \pm اشتباه معیار)

مشخصه	منطقه	طبقه ارتفاعی
حفاظت شده	غیر حفاظت شده	Sig
۰/۰۵ \pm ۰/۰۰۹	۰/۰۹ \pm ۰/۰۱۲	۰/۰۰**
۱۵۰۰-۱۰۰۰	۱۵۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰
۰/۰۸ \pm ۰/۰۱۲	۰/۰۸ \pm ۰/۰۱۲	۰/۰۶ \pm ۰/۰۱۱
۰/۳۳ ^{ns}		

** وجود تفاوت معنی دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد ^{ns} عدم معنی داری تفاوت

جدول ۲ نشان می دهد، میانگین شاخص فرسایش پذیری خاک در بخش غیرحفاظت شده به طور معنی داری بیشتر از بخش حفاظت شده است. نتایج همچنین بیانگر آن است که در جنگل های ارسباران میانگین شاخص فرسایش پذیری خاک بین دو طبقه ارتفاعی تفاوت معنی دار ندارند. مقایسه نتایج مربوط به ترکیبات سطوح مختلف دو فاکتور مورد بررسی (اثرات متقابل فاکتورهای دوگانه) در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. مقایسه میانگین شاخص های خاک در طبقات ارتفاعی دو منطقه حفاظت شده و دیزمار (میانگین \pm اشتباه معیار)

مشخصه	حفاظت شده	غیر حفاظتی
شاخص فرسایش پذیری خاک	۱۵۰۰-۱۰۰۰	۲۰۰۰-۱۵۰۰
۰/۰۶ \pm ۰/۰۱ ^{ab}	۰/۰۳ \pm ۰/۰۰ ^b	۰/۰۱ \pm ۰/۰۱ ^a
۰/۰۹ \pm ۰/۰۱ ^a	۰/۰۸ \pm ۰/۰۱ ^a	

^{a, b} حروف معنی داری مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد بین دو منطقه برای هر طبقه ارتفاعی است.

با توجه به نتایج برش‌دهی اثرات متقابل (Slicing) (جدول ۳) مشاهده می‌شود که مدیریت مبتنی بر حفاظت تنها در طبقه ارتفاعی بالا موجب کاهش معنی‌داری مقدار شاخص فرسایش‌پذیری خاک شده‌است و حفاظت در طبقه ارتفاعی پایین اثر معنی‌داری بر روی این شاخص ندارد.

۴- بحث

در مطالعه حاضر با بررسی اثرات تیمار مدیریت حفاظتی بر روی شاخص فرسایش‌پذیری خاک جنگل‌های ارسباران مشخص شد که این نوع از مدیریت بر روی این شاخص اثر معنی‌دار کاهشی دارد. به نظر می‌رسد حفاظت از منابع جنگلی از شدت فرسایش خاک می‌کاهد. با توجه به اینکه شاخص فرسایش‌پذیری خاک با پارامترهای سیلت، شن، رس، ماده آلی در ارتباط است، از طرفی درصد سیلت و شن خیلی ریز در منطقه غیرحفاظتی بیشتر بوده و درصد رس در منطقه حفاظت‌شده بیشتر است (ساسانی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷). در بخش حفاظت‌شده منطقه ارسباران به دلیل وجود ممنوعیت قطع درختان، عواملی مانند زیاد بودن ورودی لاشبرگ و بقایای گیاهی به خاک، بالا بودن رطوبت خاک، سبب بهبود وضعیت پوشش گیاهی و تراکم بیشتر سیستم ریشه‌ای شده و در نتیجه به افزایش درصد ماده آلی در این منطقه منجر شده است (ساسانی‌فر و همکاران، ۱۳۹۷)، تمامی این عوامل منجر به افزایش شاخص فرسایش‌پذیری خاک در منطقه غیرحفاظتی شده است. به این صورت که در این منطقه مقاوت ذرات خاک نسبت به برخورد ذرات آب کمتر بوده و متلاشی شدن و فرسایش یافتن خاک در منطقه غیرحفاظتی سریع‌تر و بیشتر از منطقه حفاظت‌شده رخ می‌دهد. به طور کلی با توجه به نتایج این مطالعه مشخص شد که تیمار مدیریت حفاظتی سبب بهبود یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های خاک بخش حفاظت‌شده جنگل‌های ارسباران شده‌است. به دلیل زمان‌بر بودن تکامل خاک با گذر زمان اثرات مثبت مدیریت حفاظتی بر روی خاک توده‌های جنگلی این بخش، بیش از پیش نمود پیدا خواهد کرد. قابل ذکر است که علاوه بر پارامترهای یاد شده دیگر عوامل مانند کاهش قطع درختان در منطقه حفاظت‌شده، کاهش رفت و آمد به داخل مناطق جنگلی در بخش حفاظت‌شده و در نتیجه بهبود مشخصه‌های ساختاری و گیاهی جنگلی مانند پوشش درختی و علفی و همچنین بهبود سطح تاج‌پوشش در این منطقه از دیگر عوامل مهم تاثیرگذار در راستای کاهش فرسایش خاک در این منطقه است (رضائی و همکاران، ۱۳۹۷).

۵- منابع

۱. پولادی، پ.، امیر دلور، م.، گلچین، ا.، و موسوی کوپر، ع.، ۱۳۹۲. مقایسه تأثیر جنگل‌کاری صنوبر و توسکا بر ویژگی‌های کیفی خاک و ذخیره کربن آلی (مطالعه موردی: ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته، استان گیلان). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۱(۲): ۲۸۶-۲۹۹.
۲. رضائی، ع.ح.، جعفرزاده، ا.، علیجانپور، ا.، شهبازی، ف. و ولی‌زاده کامران، خ.، ۱۳۹۵. تکامل ژنتیکی خاک‌های جنگلی ارسباران در امتداد یک نیمرخ ارتفاعی زیر حوضه کلیبرچای سفلی، نشریه دانش آب و خاک، ۲۶(۴/۱): ۱۶۶-۱۵۱.
۳. ساسانی‌فر، س.، علیجانپور، ا.، بانج شفیع، ع.، اسحاقی‌راد، ج.، و مولایی، م.، ۱۳۹۷. تأثیر مدیریت مبتنی بر حفاظت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل‌های ارسباران. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۶(۱): ۱۰۴-۱۱۷.
4. Anonymous, 1995. Comprehensive studies of agricultural development in the Orumiyeh Lake and Aras. Iran Engineering Consulting Engineers. Twelfth volume of forest and thicket, 350 p (In Persian).
5. Asadolahi, Z., Salmanmahiny, A. and Sakieh, Y., 2017, Hyrcanian forests conservation based on ecosystem services approach, Environ Earth Sciences, 76(10): 365.
6. conservation planning, Agriculture Handbook, Vol. 537. US Department of Agriculture, Washington,
7. DC, PP. 58



14th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Watershed Management and Integrated Management of Water and Soil Resources

8. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), 2003. State of the World's Forests 2003. FAO, Rome, Italy, 151p.
9. Jafari Haghighi, M., 2003. Analytical methods of soil and the important physical and chemical sampling and analysis, with Emphasis on Theory and Application. Nedazehi Publish, 236p (In Persian).
10. Javanshir, K., 2000. History of the natural resource sciences of Iran. Agricultural Research, Education and Promotion Organization: Islamic Republic of Iran Academy of Sciences, Agricultural Sciences Department, Tehran, 470 p (In Persian).
11. Joint Liaison Group of the Rio Conventions (JLG), 2008. Forests: climate change, biodiversity and Land Degradation. <http://unfccc.int/resource/docs/publications/forest_eng.pdf>.
12. Keenan, R., Reams, G., Freitas, J., Lindquist, E., Achard, F. and Grainger, A., 2015. Dynamics of global forest area: results from the 2015 Global Forest Resources Assessment, Forest Ecology and Management, 352: 9-20.
13. Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change, Geoderma, 123(1): 1-22.
14. Morales-Hidalgo, D., Oswalt, S.N. and Somanathan, E., 2015. Status and trends in global primary forest, protected areas, and areas designated for conservation of biodiversity from the Global Forest Resources Assessment, 2015, Forest Ecology and Management, 352: 68-77.
15. Parysow, P., Wang, G.X., Gertner, G., and Anderson, AB. 2003. Spatial uncertainty analysis for mapping soil erodibility based on joint sequential simulation. Catena, 53: 65-78.
16. Pawar, K. V. and Rothkar, R. V., 2015. Forest conservation and environmental assessment, Global challenges, policy framework & sustainable development for mining of mineral and fossil energy resources (GCPF2015), Procedia earth and planetary science, 11: 212-215.
17. Wischmeier, W.H. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J. Soil and Water Conservation, 26: 189-193.
18. Wischmeier, W.H., & Smith, D.D., 1978, Predicting rainfall erosion. losses: a guide to
19. Zhang, H., Zhang, G.L. and Zhao, Y.G., 2007. Chemical degradation of Ferralsol (Oxisol) under intensive rubber (*Hevea brasiliensis*) farming in tropical China. Soil and Tillage Research, 93(1): 109-116.

Study of soil erodibility index in Arasbaran forests

Samira Sasanifar^{*1}, Ahmad Alijanpour², Abbas Banj Shafiei³, Javad Eshaghi Rad³, Morteza Molaei⁴

Abstract

The soil erosion is one of the major problems in natural areas such as forests and rangelands. Many factors influence the severity of soil erosion in different regions. In the present study, soil erodibility index in the protected and non-protected area of Arasbaran forests in two levels of altitude has been studied and compared. The results showed that there is a significant difference in the soil erodibility index between protected and non-protected areas, and the value of this indicator is higher in non-protected area. Also, there is no difference between the two levels of elevation 1000 to 1500 and 1500-2000 meters from the sea level. On the other hand, the results showed that the soil erodibility index in the altitude of 1500-2000 meters above sea level was lower in the protected area. Since the K index directly affects the increase or decrease of soil erosion in the region, in general, the results indicate a positive effect of conservation-based management on improving soil characteristics and reducing soil erosion potential.

Key words: Altitude, Arasbaran, soil erodibility index (K)