مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2023.128953
جلد ۳۰ شماره ۱، صفحه ۱۷۹-۱۶۴، (۱۴۰۲) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1402.30.2.10.0

ارزش‌گذاری اقتصادی تأثیر تخریب اکوسیستم‌های مرتعی بر هدررفت عناصر غذایی خاک (مطالعه موردی: مراتع حوزه آبخیز سلمان، قم)

محبوبه عباسی[۱]، محمد جعفری[۲*]، علی طویلی[۳]، حامد رفیعی[۴] و شهرام خلیقی[۵]

۱- دانش‌آموخته دکتری مرتع، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: Jafary@ut.ac.ir

۳ و ۵ – دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- استادیار، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۱

چکیده

یکی از مهمترین کارکردهای اکوسیستم‌های مرتعی، ممانعت از فرسایش خاک و افزایش قدرت نگهداشت مواد مغذی است. این پژوهش با هدف برجسته کردن تأثیر تخریب مراتع بر حفظ عناصر غذایی Mg، Ca، N، P و K در خاک با تأکید بر نقش پوشش گیاهی در ممانعت از هدررفت این عناصر، در درمنه‌زارهای حوزه آبخیز سلمان قم انجام شده است. برای این منظور، در هر یک از واحدهای کاری، در طبقات وضعیت ضعیف و خوب مرتع که به‌ترتیب معرف مراتع تخریب شده و تخریب نشده هستند از خاک رویشگاه نمونه‌برداری شد. سپس، با کاربرد مدل پسیاک اصلاح شده (MPSIAC)، میزان خاک فرسایش یافته از هر واحد برآورد شد. در ادامه، مقدار هدررفت عناصر مغذی با استفاده از نتایج تجزیه خاک و روابط مربوطه، محاسبه و بر مبنای روش هزینه جایگزین با برآورد کود جایگزین، ارزش پولی نگهداشت عناصر غذایی توسط اکوسیستم محاسبه شد. نتایج نشان داد که تخریب اکوسیستم‌های مرتعی منطقه، موجب فرسایش برابر ۳۵/۶۸ تن در هکتار در سال می‌شود که با کاهش عناصر مغذی خاک، سالانه هزینه‌ای در حدود ۱۱/۶ میلیارد ریال (۱۱۶۰۶۴۲۷۷۸۱ ریال) به خدمات کارکردی اکوسیستم خسارت وارد می‌کند. همچنین هر هکتار از مراتع خوب منطقه، می‌تواند سالانه از هدررفت عناصر مغذی به ارزش تقریبی ۳۳۵/۶ هزار ریال جلوگیری کند. نتایج حکایت از نقش مؤثر اکوسیستم‌های مرتعی در کنترل فرسایش و جلوگیری از هدررفت عناصر مغذی خاک دارد. آنچه مسلم است، برای تأکید بیشتر بر نقش اکوسیستم‌های مرتعی در کنترل فرسایش خاک توصیه بر این است که در پژوهش‌های بعدی میزان فرسایش خاک، توسط دیگر روش‌های رایج مانند مدل جهانی فرسایش خاک (USLE)، EPM و ... نیز برآورد و نتایج با همدیگر مقایسه شود.

واژه‌های کلیدی: تخریب پوشش گیاهی، فرسایش خاک، روش هزینه جایگزین، مراتع سلمان.

مقدمه

در یک منطقه اقلیمی معین، پیوند خاک و گیاهان به قدری تنگاتنگ است که نمی‌توان یکی را بدون تأثیر دیگری بررسی کرد (Kummar & Honda, 1999; Montgomery, 2007). خاک قشر طبیعی و پویای سطح زمین است که به‌عنوان مهمترین مؤلفه اکوسیستم‌های مرتعی با تأمین نیازهای غذایی و حمایت مکانیکی گیاهان زمینه را برای رشد آنها فراهم می‌کند (Alvarez *et al.*, 2007). یکی از مهمترین خدمات و کارکردهای اکوسیستم‌های مرتعی، ممانعت از فرسایش خاک و افزایش قدرت نگهداشت مواد مغذی در آن است و بروز هر

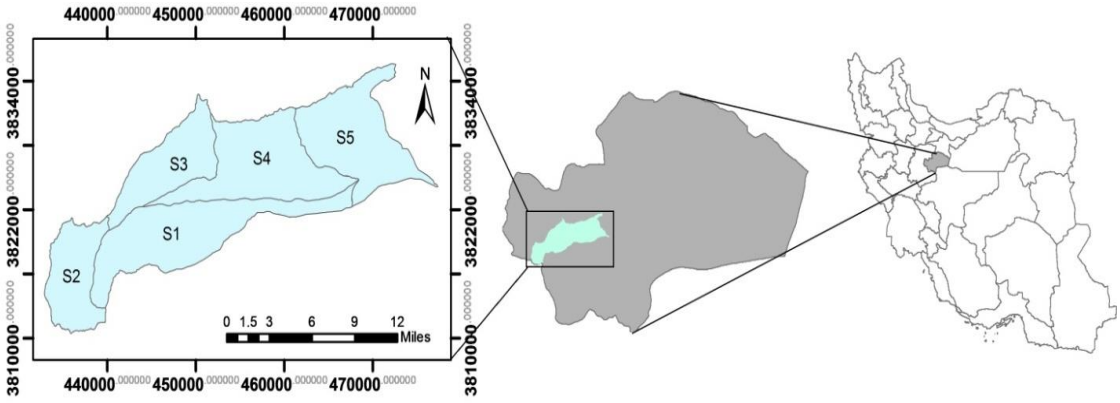
اختلالی در این کارکرد باعث از دست رفتن توان طبیعی اراضی برای میزبانی فون و فلور بومی خواهد شد. بیشتر محققان تداوم چرای دام را عامل مهمی بر تغییرپذیری منفی در خصوصیات شیمیایی خاک ازجمله غلظت عناصر غذایی، مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم قابل جذب، اسیدیته و هدایت الکتریکی و پوشش گیاهی دانسته که بازگوی تخریب بیشتر و فرسایش خاک هستند (Steffens *et al*., 2008; McSherry and Ritchie, 2013; Aghasi *et al*., 2006; Kohandel *et al*., 2009 ; Dunn *et al*., 2010). فرسایش خاک گذشته از اینکه از مهمترین عوامل محدودکننده در ارزیابی توان و تعیین کاربری مناسب خاک است، سبب از بین رفتن منابع آب نیز می‌شود، زیرا با نابودی خاک، آب فرصتی برای ذخیره و نفوذ در خاک نمی‌یابد (Barbier & Bishop, 1995). محققان زیادی از گذشته تا امروز با دیدگاه‌ها و اهداف گوناگون به تحقیق درباره عوامل بوجود آورنده تخریب و آثار و پیامدهای ناشی از گسترش آن در مناطق مختلف پرداخته‌اند. به‌طوری‌که می‌توان آن را به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین مسائل زیست محیطی معاصر مطرح کرد (Jahantab *et al*., 2016). بسیاری از سرمایه‌های اکوسیستم‌های طبیعی ازجمله مراتع به‌طور کامل در بازارهای تجاری داد و ستد نمی‌شود (Bostan *et al*., 2018) و به‌علت نبود امکان محاسبه کمی و دقیق در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان، توجه کافی به آنها نمی‌شود (Fatahi *et al*., 2016). نادیده گرفته شدن این سرمایه‌ها و تفکر رایگان بودن آنها، بهره‌برداری بی‌رویه از مراتع و تغییر کاربری اراضی را در پی دارد که نتیجه این اقدامات نیز تخریب منابع طبیعی است. در واقع این تخریب‌ها به این دلیل است که ارزش خدمات اکوسیستمی که مراتع ارائه می‌کنند به روشنی برای مردم و دولت تفهیم نشده است (Fenetahun *et al*., 2018). امروزه در گستره جهانی تلاش می‌شود تا ارزش این منابع با بهره‌گیری از تئوری های گوناگون اقتصادی در حساب‌های ملی گنجانده شود، چنین تلاش‌هایی می‌تواند در حفاظت از این منابع بسیار مؤثر باشد (Abedi *et al*., 2013; Ataei *et al*., 2013; Amirnezhad, 2012). مقوله ارزش‌گذاری اقتصادی (Economic valuation) یکی از ابعاد ارزیابی مسائل محیط زیست است که در چند دهه گذشته در ادبیات اقتصاد محیط زیست (Environmental Economics) و توسعه پایدار مطرح بوده است. مراتع حوزه سلمان یکی از منابع اقتصادی اهالی روستاهای حوالی شهر قم بوده و در حال حاضر برای چرای دام استفاده می‌شود. این مراتع هر ساله قادر است بخش اعظمی از علوفه قابل مصرف دام‌های (گوسفند و بز) مربوط به دامداران حوزه مذکور را به طور میانگین بمدت شش ماه تأمین کند (Agricultural and Natural Resources Research Center of Qoum Province, 2020). برخی مناطق تحت چرای مفرط و طولانی مدت قرار دارد و این دو عامل سیر قهقرایی پیدا کرده، به‌طوری‌که وضعیت آنها ضعیف است. برای ارزش‌گذاری کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی از روش‌هایی مانند تغییر در بهره‌وری، هزینه جایگزین، هزینه بهره‌برداری و هزینه فرصت در مطالعات مختلف استفاده شده است (Henareh *et al*., 2016; Mousavi *et al*., 2014; Keyvan Behjoo & Firoozi Asl, 2015; Ghasemi Arian *et al*., 2016; Hashemian *et al*., 2013; Rastegar *et al*., 2013; Yeganeh *et al*., 2014; Bennett, 1993; Stocking, 1986 and …). هر یک از این روش‌ها ابعاد و مسائلی را مورد توجه قرار داده و از مسائل و ابعاد دیگر صرف‌نظر کرده است. Nour و همکاران (۲۰۱۳)، تلفات اقتصادی فرسایش خاک در مراتع حوزه آبخیز لرستان را با استفاده از روش جایگزینی مواد غذایی برآورد کردند. نتایج آنان نشان داد که هزینه فرسایش مستقیم خاک حوزه ۶۰۳ میلیارد ریال برآورد شد. Mousavi و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک را با استفاده از روش جایگزینی مواد مغذی خاک محاسبه و مقدار آن را برابر ۸۹۱۵۲ هزار ریال در سال برآورد کردند. Henareh Khaliani و همکاران (۲۰۱۶) برای برآورد ارزش کارکردهای حفاظت خاک و آب در حوزه سروآباد استان کردستان، مقدار فرسایش را با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده برآورد و با به‌کارگیری رویکرد هزینه فرصت ارزش‌گذاری کردند. نتایج حکایت از ارزش میانگین سالانه‌ای برابر ۲۷۰۰۲/۸۲ ریال در هر هکتار دارد. Bostan و همکاران (۲۰۱۸) ارزش اقتصادی کارکردهای تنظیمی خاکی و

آبی اکوسیستم‌های مرتعی را در مراتع بابل برآورد و بیان کردند که ارزش خدمت حفاظت خاک توسط اکوسیستم مرتعی شیخ موسی برابر ۵۱۳۲ میلیون ریال و برای هر هکتار در حدود ۴۹۳۱۴۵/۶ ریال (۱۲/۱ دلار) است. بر این اساس، این مطالعه در نظر دارد هدررفت عناصر غذایی خاک را که بر اثر تخریب مرتع و فرسایش ناشی از کمبود یا عدم وجود پوشش گیاهی ناشی از تخریب مرتع بوجود می‌آید ارزیابی و از نظر اقتصادی ارزش‌گذاری کند. بنابراین هدف از این تحقیق ارزش‌گذاری اقتصادی اثر تخریب مرتع بر نگهداشت عناصر غذایی خاک در مراتع سلمان استان قم است.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سلمان (شکل ۱) با مساحت ۴۱۵۸۳/۴۸ هکتار در شرق و جنوب‌غربی شهر قم و در کنار حوزه زواریان واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در محدوده طول‌های شرقی ″۲۹,۴۱ ′۵ °۵۰ تا ″۱۱,۵۳ ′۴۵ °۵۰ و عرض‌های شمالی ″۲۴,۱۷ ′۱۵ °۳۴ تا ″۳۹,۶ ′۳۹ °۳۴ می‌باشد. حوزه مذکور از سرشاخه‌های اصلی رودخانه قمرود است. حداقل و حداکثر ارتفاع منطقه از سطح تراز دریا به ترتیب برابر ۱۰۲۱/۴۳ و ۲۷۲۶/۸۱ متر می‌باشد. بارندگی سالانه حوزه برابر ۲۳۶/۹ میلی‌متر است که بیشترین میزان آن در ماه اسفند در حدود ۳۹ میلی‌متر و کمترین میزان آن در ماه شهریور در حدود ۰/۷۵ میلی‌متر است. بارندگی در آن در اواسط پاییز شروع شده و در زمستان به بیشترین حد رسیده و تا اواسط بهار ادامه دارد. در این حوزه دمای متوسط حداکثر سالانه ۲۲/۹ درجه سانتیگراد، دمای متوسط سالانه سلمان برابر ۱۴/۷ درجه سانتیگراد و متوسط حداقل سالانه ۵/۲ درجه سانتی‌گراد است. مراتع مورد مطالعه در منطقه‌ای با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم قرار دارد. منطقه مورد مطالعه جزء زون ایران مرکزی است که مهمترین تشکیلات زمین‌شناسی آن شامل سازند قم بوده و به‌طورکلی شامل سنگ آهک، آهک ماسه‌ای، ماسه سنگ، مارن و کنگلومرا هستند.



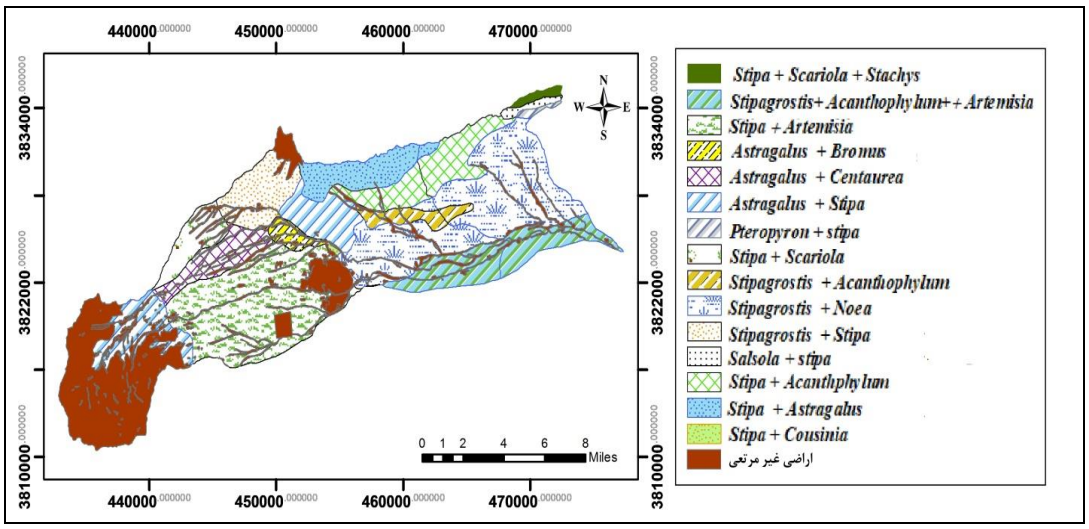
شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز مورد مطالعه در ایران و استان قم (به همراه کد واحد کاری)

Figure 1- The location of the Salman watershed Qom province, Iran. (Along with the unit code of the work unit)

بخش عمده مراتع در ارتفاعات پایین‌تر از ۲۰۰۰ متر واقع شده‌اند که مهمترین گونه‌های گیاهی آن از درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) و استپی ریش‌دار (*Stipa hohenackeriana*) تشکیل شده است. سایر گونه‌های گیاهی

که به‌صورت همراه با گونه‌های ذکرشده در منطقه حضور دارند عبارت است از: *Scariola orientalis*، *Stipagrostis plumosa*، *Noea mucronata* و *Buffonia macrocarpa*.

تیپ‌های گیاهی مراتع مورد بررسی در شکل (۲) دیده می‌شود. در جدول (۱) نیز وضعیت و گرایش تیپ‌های گیاهی موجود در منطقه آمده است.



شکل ۲- نقشه تیپ‌های گیاهی حوزه مورد مطالعه

Figure 2- Map of plant types in Salman watershed.

برآورد فرسایش خاک

ابتدا با رویهم‌گذاری مدل رقومی ارتفاع (DEM)، نقشه‌های شیب، جهت و طبقات، نقشه رقومی پوشش گیاهی و نقشه رقومی خاک‌شناسی (تهیه شده از سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور) و نقشه رقومی زمین شناسی (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور) در محیط نرم‌افزار Arc map نقشه واحدهای کاری منطقه مشخص شدند. در تعیین فرسایش و رسوب در صورت نبود ایستگاه‌های هیدرومتری در خروجی حوزه به ناچار باید از روابط تجربی استفاده کرد. مدل‌های زیادی برای تعیین میزان رسوب به طور مستقیم وجود دارند که در این میان مدل MPSIAC در مقایسه با سایر روش‌های تجربی، به دلیل بررسی عوامل متعدد (Molaei, 2009) از عمومیت و کاربرد بیشتری برخوردار است. عوامل مورد استفاده در برآورد فرسایش خاک به روش MPSIAC در منابع مختلف ارائه شده است (Alizadeh, 2015).

در این مورد، از آنجا که در روش MPSIAC رسوب خروجی از حوزه تعیین می‌شود، ازاین‌رو واحدهای کاری در نهایت واحدهای هیدرولوژیکی مستقل در نظر گرفته شدند. سپس با توجه به هدف مطالعه و پیمایش صحرایی این واحدها بر روی نقشه پایه مشخص و وارد سیستم گردید. برای نام‌گذاری واحدها بدین ترتیب عمل شده که این واحدها با علامت S مشخص و از ۱ تا ۵ کدگذاری شد (شکل ۱). پس از بررسی عوامل نه‌گانه مؤثر در تولید رسوب در روش MPSIAC از جمع امتیازات این نه عامل عدد رسوبدهی R بدست آمد که در جدول ۳ ارائه شده است.

برآورد مقادیر عناصر غذایی موجود در خاک

در این پژوهش ارزش اقتصادی خاک مرتع مبتنی بر ارزش مقادیر عناصر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در خاک منطقه به عنوان عناصر تعیین کننده حاصلخیزی

خاک در دو حالت مراتع تخریب شده و تخریب نشده مدنظر است تا از این راه هزینه خسارت ناشی از فرسایش خاک که در نتیجه تخریب پوشش گیاهی مرتع رخ می‌دهد تعیین شود. برای اندازه‌گیری پوشش گیاهی، ابتدا اطلاعات مربوط به وضعیت و گرایش تیپ‌های گیاهی در هر واحد کاری از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قم تهیه شد (جدول ۱). روش تعیین وضعیت تیپ‌های گیاهی، روش چهار فاکتوره تعدیل شده و برای گرایش آنها نیز روش ترازوی گرایش بوده است. سپس با کنترل صحرایی و پیمایش در عرصه، اقدام به برداشت نمونه خاک در دو حالت مراتع تخریب شده (مراتع با وضعیت ضعیف) و تخریب نشده (مراتع با وضعیت خوب) با روش تصادفی-سیستماتیک شد. گفتنی است در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه وضعیت خیلی ضعیف و عالی وجود نداشته است. همچنین مراتع با وضعیت متوسط که گرایش ثابت و مثبت داشته‌اند در طبقه مراتع تخریب نشده و مراتع با وضعیت متوسط که گرایش منفی داشته‌اند در طبقه مراتع تخریب شده قرار داده شد (جدول ۱). در تیپ Art.si- St.ho که مساحت زیادی از واحد S1 را به خود اختصاص داده است نیمه غربی مرتع قرق شده و وضعیت آن با نیمه شرقی تیپ متفاوت شده است. در واحد S2 نیز که تنها تیپ As.go - St.ho وجود دارد مراتع اطراف روستا به شدت تخریب شده و وضعیت متفاوتی نسبت به مراتع دورتر دارند، به‌طوری‌که در جدول (۱) در دو وضعیت مختلف گزارش شده است. به این ترتیب، با توجه به محدودیت هزینه و زمان در هر دو حالت مراتع تخریب شده و تخریب نشده منطقه مرجع مشخص و هشت نمونه خاک از عمق ۳۰ سانتیمتری برداشت شد. در مجموع از کل حوضه ۸۰ نمونه خاک برداشت و به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد. در آزمایشگاه مقادیر ازت (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، کلسیم (Ca) و منیزیم (Mg) نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید. برای تعیین ازت کل از دستگاه کجلدال (Jackson, 1967)، فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر (Allen, 1989)، پتاسیم از دستگاه فلیم‌فتومتر (Jackson, 1967) و کلسیم و منیزیم از روش تیتراسیون (Jackson, 1967) استفاده شد. بعد از بررسی معناداری اختلاف نتایج به‌دست آمده با آزمون T test، اقدام به برآورد مقدار هدررفت عناصر غذایی در هر واحد کاری شد. برای محاسبه هدررفت عناصر غذایی، ابتدا از میانگین مقادیر عناصر غذایی به دست آمده در دو حالت تخریب شده و تخریب نشده در هر واحد کاری تفاضل گرفته شد، سپس مقادیر به‌دست آمده از تفاضل در مورد هر عنصر و تبدیل واحد، در یک هکتار به‌دست آمد و در نهایت نیز با در نظر گرفتن مساحت هر واحد کاری و ضرب کردن مقادیر به‌دست آمده در مساحت هر واحد کاری، مقدار هر یک از عناصر از دست رفته در هر واحد کاری به‌دست آمد. شایان ذکر است که در برآورد مساحت مرتع، بخش‌هایی از حوزه که کاربری مرتع ندارند (شکل ۳) از مساحت کل واحدها کم کرده و محاسبات بر اساس مساحت اراضی مرتعی انجام شده است.

جدول ۱- وضعیت و گرایش تیپ‌های گیاهی موجود در هر واحد کاری در مراتع حوزه مورد مطالعه

Table 1- Condition and trend of plant types in each work unit in the rangelands of Salman watershed.

تیپ گیاهی Plant Type	واحد کاری Working Unit	وضعیت مرتع (Rangeland Condition)						گرایش (بر اساس ترازوی گرایش) Trend (based on the Trend scale)
		امتیاز مکتسبه عامل پوشش گیاهی The obtained score of the Plant Cover factor	امتیاز مکتسبه عامل خاک The obtained score of the soil factor	امتیاز مکتسبه عامل ترکیب گیاهی The obtained score of the plant composition factor	امتیاز مکتسبه عامل بنیه و شادابی The obtained score factor of foundation and freshness	جمع امتیازات Sum of Score	طبقه وضعیت condition class	
*St.ho- Sc.or- St.in	S5	4	10	4	6	24	ضعیف Weak	منفی negative
Sa.La- St.ho	S5	3	7	5	6	21	ضعیف Weak	منفی negative
Pt.ou - St.ho	S5	3	8	5	6	22	ضعیف Weak	منفی negative
St.ho - Ac.mi	S4, S5	5	10	5	6	26	ضعیف Weak	منفی negative
St.pl – No.mu	S1, S4	4.5	10	5	6	25.5	ضعیف Weak	ثابت constant
	S5	8	13	5	8	34	متوسط Weak	ثابت constant
St.ho- As.go	S3, S4, S5	8	16	6	8.5	38.5	خوب Good	ثابت constant
St.pl - St.ho	S3	8	18	7	8	41	خوب Good	ثابت constant
St.pl - Ac.mi	S4, S5	3	8	5	6	22	ضعیف Weak	منفی negative
	S1, S2	8	12	7	7	34	متوسط middle	مثبت
As.go - St.ho	S2	3	9	5	5	22	ضعیف Weak	منفی negative
	S3, S4	5.5	14	6	7	32.5	متوسط middle	منفی negative
St.ho - Sc.or	S3	3	10	4	6	23	ضعیف Weak	منفی negative
St.ho - Co.ne	S3, S4	3	8	3	4	18	ضعیف Weak	منفی negative
St.pl – Ac.mi- Art.si	S1, S4, S5	3	8	5	6	22	ضعیف Weak	منفی negative

تیپ گیاهی Plant Type	واحد کاری Working Unit	وضعیت مرتع (Rangeland Condition)						گرایش (بر اساس ترازوی گرایش) Trend (based on the Trend scale)
		امتیاز مکتسبه عامل پوشش گیاهی The obtained score of the Plant Cover factor	امتیاز مکتسبه عامل خاک The obtained score of the soil factor	امتیاز مکتسبه عامل ترکیب گیاهی The obtained score of the plant composition factor	امتیاز مکتسبه عامل بنیه و شادابی The obtained score factor of foundation and freshness	جمع امتیازات Sum of Score	طبقه وضعیت condition class	
As.go- Ce.vi	S1, S3, S4	8	12	7	8	35	متوسط middle	ثابت
As.go - Br.to	S3, S4	6	14	7	6	33	متوسط middle	مثبت
Art.si- St.ho	S1, S4	3.5	8	5	6	22.5	ضعیف Weak	منفی negative
	S1	6	12	5	7	30	متوسط middle	مثبت

**Stipa hohenackeriana, Artemisia sieberi, Scariola orientalis, Stachys inflate, Salsola larica, Pteropyron aucheri, Acanthophyllum microcephalum, Stipagrostis plumosa, Noea mucronata, Astragalus gossipinus, Cousinia nekarmanica, Centaurea virgate, Bromus tomentellus*

به این ترتیب پس از تعیین مقدار فرسایش خاک حفظ شده توسط اکوسیستم مرتع، کل مواد غذایی از دست رفته خاک بدلیل فرسایش در سال n ام با استفاده از رابطه ۱ برآورد شد.

$$D_{un} = S \times C_{un} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

در رابطه بالا، D_u مقدار عنصر از دست رفته در سال n ام در هر واحد کاری است (کیلوگرم در هکتار در سال). S مقدار فرسایش یا رسوب در هر واحد کاری (تن در هکتار در سال) و C_u تفاضل مقدار عنصر در نقاط در دو وضعیت تخریب شده و تخریب نشده در هر واحد کاری (کیلوگرم در هکتار در سال) و n (زمان بر حسب سال) می‌باشد. جمع کل هدررفت مواد غذایی در سال n ام از رابطه ۲ به دست می‌آید (Kummar & Honda, 1999).

$$An = D_{nN} + D_{nP} + D_{nK} + D_{nCa} + D_{nMg} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

تجزیه‌وتحلیل‌های اقتصادی عناصر غذایی از دست رفته خاک

به منظور برآورد عناصر غذایی از دست رفته خاک از روش هزینه جایگزین استفاده شد. در این روش با اندازه گیری تغییرات پدیدآمده در مقادیر ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم که به‌علت تخریب پوشش گیاهی مرتع بروز می‌کند و لزوم بازگرداندن همان مقدار مواد غذایی به خاک از طریق مقادیر برابر کودهای شیمیایی قابل مبادله در بازار، تصویری از ارزش خاک به‌دست می‌آید. کودهای حاوی عناصر غذایی ذکر شده که برای جبران نیازهای غذایی گیاهان در عملیات زراعی به خاک اضافه می‌شوند انواع متنوعی دارند که وجه تمایز آنها غیر از قیمت، محتوای عناصر غذایی موجود در آنهاست. در این پژوهش از کودهای اوره، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم، نیترات کلسیم و سولفات منیزیم به عنوان جایگزین‌های احتمالی مواد غذایی از دست رفته خاک استفاده شده است. از آنجا که در طی سال‌های اخیر، بیشتر کودهای شیمیایی از سبد

کالاهای حمایتی دولت خارج شده‌اند، برای انجام ارزش گذاری اقتصادی از قیمت واقعی این کودها بدون در نظر داشتن یارانه به شرح زیر (جدول ۲) استفاده شده است.

جدول ۲- قیمت هر یک از کودهای شیمیایی محتوای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم (Agricultural Support Services co, 2020)

Table 2- The price of each of the chemical fertilizers containing nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium (Agricultural Support Services co, 2020)

نام کود Fertilizer name	عنصر element	درصد عناصر در کود شیمیایی The percentage of elements in chemical fertilizers	مقدار مورد نیاز برای جایگزینی یک کیلوگرم از هر عنصر The amount required to replace one kilogram of each element	قیمت واقعی (غیریارانه‌ای) (کیلوگرم/ ریال) Actual price (non-subsidized) (kg/riyal)
اوره urea	ازت N	46%	2.17	100000
سوپر فسفات تریپل Triple superphosphate	فسفر P	46%	2.17	150000
سولفات پتاسیم Potassium sulfate	پتاس K	50%	2	400000
نیترات کلسیم Calcium nitrate	کلسیم Ca	26%	3.8	350000
سولفات منیزیم Magnesium Sulphate	منیزیم Mg	20%	5	300000

با در نظر گرفتن قیمت کودهای جانشین برای جبران عناصر از دست رفته خاک، ارزش اقتصادی عناصر با استفاده از رابطه ۳ برآورد شد.

(رابطه ۳)

$$V = (P_N D_N + P_P D_P + P_K D_K + P_{Ca} D_{Ca} + P_{Mg} D_{Mg})$$

در رابطه (بالا) P_N , P_P , P_K, P_{Ca}, P_{Mg} به ترتیب قیمت کودهای جایگزین برای عناصر پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کلسیم و منیزیم و V ارزش اقتصادی کل عناصر است. اختلاف ارزش عناصر در رسوب خاک مراتع تخریب شده و تخریب نشده ارزش حفظ حاصلخیزی خاک بوسیله مراتع منطقه را نشان می‌دهد. بدین ترتیب با ضرب قیمت هر کود در میزان هدررفت هر یک از عناصر غذایی، هدررفت عناصر غذایی در هر واحد کاری محاسبه شد و مجموع آنها نیز به عنوان ارزش پولی هدررفت عناصر غذایی در کل اکوسیستم مرتع در حوزه آبخیز سلمان برآورد گردید.

نتایج

با استفاده از مدل MPSIAC و رابطه (۲)، فرسایش هر یک از واحدهای کاری برآورد شد که نتایج آن در جدول (۳) آمده است. همانطور که در جدول نشان داده شده است کمترین میزان فرسایش خاک مربوط به واحدهای کاری S2 و S3 و بیشترین میزان آن در واحد S4 اتفاق افتاده است. با توجه به جدول، واحد S4 بیشترین مساحت را در بین واحدهای کاری در حوزه آبخیز مورد مطالعه دارد. در این واحد کاری حدود ده تیپ گیاهی وجود دارد که وضعیت بیشتر آنها ضعیف با گرایش منفی می‌باشد.

جدول ۳- میزان فرسایش و رسوب واحدهای کاری منطقه مورد مطالعه

Table 3- The rate of erosion and sedimentation of working units in the study area

پارامترهای فرسایش و رسوب Erosion and sedimentation parameters	واحدهای کاری حوزه آبخیز مورد مطالعه Working units of the studied watershed					
	S1	S2	S3	S4	S5	کل حوزه Total of Basin
مساحت (هکتار) Area (Hectar)	10832.35	5260.83	6074.09	10125.35	9290.87	41583.48
فرسایش (TON/HA/Y) Erosion	7.08	6.51	6.03	8.21	7.45	35.68
رسوب ویژه (TON/HA/Y) Special sediment	2.66	2.58	2.34	2.95	2.72	13.25

ارزیابی اقتصادی عملکرد مرتع در جلوگیری از هدررفت عناصر غذایی

بررسی نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل تغییرات عناصر غذایی خاک نشان داد چرای دام و تخریب ناشی از آن در مرتع سبب ایجاد تغییراتی در عناصر غذایی خاک شده است. در جدول (۴) نتایج هدررفت عناصر غذایی مورد مطالعه در هر یک از واحدهای کاری و در کل اکوسیستم مرتع آمده است. با توجه به جدول بیشترین مقادیر هدررفت عناصر نیتروژن و فسفر در واحد S2 و پتاسیم در واحد S4، کلسیم در واحد S3 و منیزیم در واحد S5 انجام شده است. همچنین کمترین مقادیر هدررفت عناصر نیتروژن در واحد S1، فسفر در واحد S3، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در واحد S2 بوده است. جدول ۵ مقادیر ریالی عناصر مغذی خاک را که در اثر تخریب مرتع و فرسایش خاک از دسترس خارج شده‌اند در هر واحد و در کل اکوسیستم مرتع نشان می‌دهد. متناظر با مقادیر هدررفت عناصر غذایی در واحدها (جدول ۵) از نظر اقتصادی بیشترین خسارت پولی عناصر نیتروژن و فسفر در واحد S2، منیزیم در زیرحوزه S5، کلسیم در زیرحوزه S3 و پتاسیم در واحد S4 انجام شده است. کمترین خسارت پولی عناصر نیتروژن مربوط به واحد S1، فسفر واحد S3، پتاسیم، کلسیم و منیزیم واحد S2 می‌باشد.

جدول ۴- هدررفت عناصر مغذی در هر یک از واحدهای کاری (کیلوگرم در هکتار)

Table 4- losses of nutrients in each of the working units (kg/hectare)

واحد کاری Working unit	مساحت مرتع (Hectar) Rangeland of Area	N	P	K	Ca	Mg
S1	8526.78	40.14	412.80	4264.07	127.01	136.08
S2	1117.56	208.88	460.17	136.95	54.78	30.99
S3	5706.07	46.23	61.42	1669.03	267.04	133.52
S4	9948.62	81.55	109.17	5135.97	117.39	58.69
S5	9290.87	88.08	135.45	546.27	136.46	164.26
کل مرتع Total of Rangeland	34589.9	464.90	1179.02	11752.29	702.69	523.56

مجموع خسارت مربوط به پنج عنصر در کل حوزه سلمان سالانه ۱۱۶۰۶۴۲۷۷۸۱ ریال برآورد شده است که برابر با ارزش حفظ حاصلخیزی خاک مراتع از نظر این عناصر می‌باشد. بر این اساس ارزش اقتصادی حفظ عناصر مغذی در هر هکتار از مراتع حوزه سلمان ۳۳۵۵۵۳ ریال برآورد می‌شود.

جدول ۵- ارزش ریالی مقدار عناصر از دست رفته خاک در اثر تخریب مرتع و فرسایش در یکسال

Table 5- Rial value of the amount of lost soil elements due to rangeland destruction and erosion in one year

زیرحوضه Sub-basin	N	P	K	Ca	Mg
S1	8711568	134365790.6	3411254858	168929695.3	204130942.3
S2	45328504	149787432.2	109565819.8	72861270.1	46493390.6
S3	10033279	19992256.22	1335220478	355168647.1	200383071.7
S4	17697606	35536840.31	4108780242	156133649.2	88045290.9
S5	19113011	44090106.27	438012569.8	181497548.7	246393915.3
کل مرتع Total of Rangeland	1010000000	383772425.5	9401833967	934590810.5	785346610.8

بحث

نتایج به‌دست آمده از برآورد فرسایش در واحدهای کاری مورد بررسی نشان می‌دهد که واحدهای S4 و S5 فرسایش و رسوب بیشتری نسبت به سایر واحدها داشته‌اند، این موضوع به دلیل این می‌باشد که این دو واحد در حوزه بیشترین مساحت را دارند و منطقی است. در واحد S5 هشت تیپ گیاهی وجود دارد (جدول ۱) که شش تیپ گیاهی آن وضعیت ضعیف با گرایش منفی دارند، تیپ گیاهی *St.pl – No.mu* که سطح قابل توجهی از این حوزه را دربر گرفته وضعیت متوسط با گرایش ثابت دارد و تنها تیپ گیاهی *St.ho- As.go* است که سطح اندکی از این واحد را پوشانده وضعیت خوب با گرایش مثبت دارد. در واحد S4 نیز با وجود ده تیپ گیاهی، ۵ تیپ آن وضعیت ضعیف با گرایش منفی (جدول ۱) و تیپ گیاهی *As.go - St.ho* با وضعیت متوسط و گرایش منفی جزء مراتع تخریب شده این واحد کاری به حساب می‌آید که در مقایسه با مراتع تخریب نشده آن که شامل تیپ‌های گیاهی *As.go- Ce.vi*، *As.go - Br.to* و *St.pl – No.mu* می‌شود سطح بیشتری از این واحد کاری را دربر گرفته است (شکل ۲). وضعیت ضعیف تیپ‌های گیاهی با گرایش منفی در این دو واحد کاری نشان دهنده تخریب پوشش گیاهی است که به‌طور مستقیم بر فرسایش خاک اثر گذاشته و باعث هدررفت عناصر غذایی خاک شده است. مهمترین عامل تخریب مراتع در این منطقه چرای بیش از ظرفیت و بهره‌برداری نامناسب از نظر زمان اکولوژی مراتع به همراه بروز خشکسالی‌های اخیر تشخیص داده شد (Agricultural and Natural Resources Research Center of Qoum Province, 2020). محققان زیادی در نتایج پژوهش‌های خود کاهش نفوذپذیری، افزایش رواناب و فرسایش خاک را پیامد تخریب پوشش گیاهی دانسته‌اند (Zhao *et al*., 2007; Siahmansour *et al*., 2015). میزان فرسایش در کل حوزه سلمان در حدود ۳۵/۶۸ تن در هکتار در سال و چند برابر میزان استاندارد جهانی (۵ تن در هکتار) است. این نتیجه گویای این مطلب است که اگر برنامه‌های مهار فرسایش در کل حوزه مورد بررسی اجرا نشود در مجموع سالانه ۱۳/۲۵ تن رسوب از حوزه خارج می‌شود. مطالعات مختلفی در ایران و جهان در مورد تأثیر شدت‌های مختلف چرا بر خاک و پیامدهای ناشی از آن انجام شده است (Eteraf & Telvari, 2005; Rolfe *et al*., 2020; Chaichi *et al*., 2005; Kohandel *et al*., 2007; Sanadgol *et al*.,

2002). در اکوسیستم‌های مرتعی چرای شدید دام از اصلی‌ترین دلایل تخریب خاک و پوشش گیاهی بیان شده است (Warren *et al*., 2001). محققان بیان کردند که درصد تاج پوشش گیاهی اگر به طور پیوسته تحت چرای دام قرار گیرد کاهش می‌یابد یا از بین می‌رود (Mirzai Musavand and Tarnian, 2020). Mirth (۱۹۹۱) و Danckworts و Madam (۱۹۹۱) نیز در تحقیقات خود چرای بالاتر از ظرفیت مراتع را عامل تخریب مراتع دانسته‌اند و گزارش کرده‌اند که چرای دام بر رویش پوشش گیاهی، تولید و تراکم آن تأثیر دارد. Zhao و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که با افزایش پوشش گیاهی منطقه می‌توان از فرسایش جلوگیری کرد و از دست رفتن مواد مغذی را تا حد زیادی کاهش داد. در این پژوهش، مقایسه مقدار هدررفت هر یک از عناصر غذایی N, P, K, Ca, Mg و خسارت ناشی از هدررفت آنها در زیرحوزه‌های مورد بررسی حکایت از این دارد که عنصر پتاسیم در واحد S4 هدررفت بیشتری نسبت به سایر واحدهای کاری داشته است. در این واحد شش تیپ گیاهی تخریب شدند که گونه های *Stipagrostis plumosa*، *Acanthophyllum microcephalum*، *Artemisia sieberi* و *Cousinia nekarmanica* جزء گونه‌های غالب بودند. به نظر می‌رسد درصد پوشش کمتر این گونه‌ها در مراتع منطقه نگهداشت عناصر غذایی را کاهش داده است. Ghorbanian و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهش خود در مورد مقدار عناصر معدنی تثبیت شده توسط گونه *Salsola rigida* در مناطق بیابانی بیان کردند که مقدار پتاسیم تثبیت شده در محدوده زیر بوته‌ها نسبت به بین بوته‌ها، از افزایش چشمگیری برخوردار بوده است. با توجه به نتایج، مقدار هدررفت و به‌تبع آن خسارت اقتصادی عناصر فسفر و نیتروژن در واحد S2 نسبت به کل حوزه بیشتر از این نسبت در مقایسه با چهار واحد دیگر بوده است. این در حالی است که مساحت این واحد کاری نسبت به مساحت واحدهای دیگر کمتر بوده و از ۵۲۶۰/۸۳ هکتار از مساحت آن، ۴۱۴۳/۲۶ هکتار را اراضی غیر مرتعی و بیشتر تخته سنگی تشکیل داده است (شکل ۲)؛ تنها ۱۱۱۷/۵۶ هکتار از آن را یک تیپ گیاهی با غالبیت دو گونه *Astragalus gossipinus* و *Stipa hohenackeriana* به خود اختصاص داده است. بخشی از این تیپ گیاهی به‌ویژه در نزدیکی روستا (سنجگان و یکه باغ) به شدت تخریب شده است. گونه *As. gossipinus* از خانواده لگومینوز است. گیاهان این خانواده بیشتر از سایر گیاهان، باعث افزایش نیتروژن در خاک می‌شوند (Abdi *et al*., 2012). محققان گزارش کردند که لگوم‌ها از طریق افزایش میزان عناصر غذایی قابل دسترس و میزان مواد آلی خاک باعث افزایش تولید گیاه همراهشان می‌شوند (Belachew and Bera, 2011). به نظر می‌رسد تخریب این تیپ گیاهی و به‌دنبال آن فرسایش خاک، موجب خروج نیتروژن تثبیت شده از خاک شده است. در این رابطه، محمد قاسمی و متین‌خواه (۲۰۱۸) با بررسی اثر گونه *Astragalus cyclophyllon* به‌عنوان گیاه تثبیت کننده نیتروژن بر خصوصیات خاک، بیان کردند که در خاک تحت تاج پوشش این گیاه پارامترهای درصد کربن آلی، درصد نیتروژن کل و نیتروژن معدنی خاک بیشتر از خاک بدون پوشش گیاهی و خاک تحت تاج پوشش *Bromus tomentalus* بوده است. با توجه به نتایج، بیشترین هدررفت عنصر کلسیم در واحد S3 و عنصر منیزیم در واحد S5 بوده است. مجموع هدررفت پنج عنصر مغذی در کل اکوسیستم مرتع حوزه سلمان برابر ۱۴۶۲۲/۵ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است. از نظر اقتصادی نیز متناظر با مقادیر هدررفت عناصر غذایی، بیشترین خسارت عناصر منیزیم در زیرحوزه S5، کلسیم زیرحوزه S3 و پتاسیم در واحد S4 انجام شده است. همچنین کمترین خسارت اقتصادی برای نیتروژن در واحد S1، فسفر واحد S3، پتاسیم، کلسیم و منیزیم نیز در واحد S2 بوده است. ارزش‌گذاری اقتصادی، ارزش پولی حفظ عناصر مغذی مربوط به پنج عنصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در سطح مراتع حوزه مورد بررسی سالانه حدود ۱۱/۶ میلیارد ریال (۱۱۶۰۶۴۲۷۷۸۱ ریال) برآورد شده است. همچنین مقدار خاک از دست رفته برای هر هکتار ۱/۰۳۲ تن و ارزش اقتصادی عناصر مغذی هدررفته در هر هکتار از مراتع این حوزه در سال ۹۹ برابر ۳۳۵۵۵۳ ریال برآورد می‌شود که این رقم در مقایسه با ارزش برآورد شده توسط موسوی در منطقه طالقان بیشتر است. Mousavi و

همکاران (۲۰۱۴) ارزش حفظ حاصلخیزی خاک در منطقه طالقان را برای هر هکتار از مرتع ۲۲۹۱۹ ریال در سال برآورد کردند. Yeganeh و همکاران (۲۰۱۶) این ارزش را برای هر هکتار از مراتع تهم زنجان ۵۷۷۸۲ ریال در سال برآورد کردند. تحقیقات متعددی که در سایر اکوسیستم‌های طبیعی ازجمله اکوسیستم‌های جنگلی انجام شده ارزش این کارکرد را فراتر از مطالعاتی که در اکوسیستم مرتع انجام شده است نشان می‌دهد. پژوهش‌های Mobarghei و همکاران (۲۰۱۰)، Ammour و همکاران (۲۰۰۰) و Xue و Tisdell (۲۰۰۱) ارزش حفاظت از عناصر غذایی مهم خاک در هر هکتار از جنگل را به ترتیب ۲۷ دلار، ۲۴/۲ دلار و ۳۱/۲۵ دلار برآورد کردند. نتایج این مطالعه با بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه حفظ حاصلخیزی خاک توسط اکوسیستم‌های مرتعی و تأثیر از نظر پوشش گیاهی با آن همسو می‌باشد (Costanza *et al*., 2014، Yeganeh *et al*., 2016) و تفاوت مقدار ارزش به‌دست آمده در این مطالعه با سایر مطالعات مربوط به دلیل تفاوت ماهیت اکولوژیکی اکوسیستم مورد بررسی و تعداد عناصری است که مورد ارزیابی و ارزش‌گذاری قرار گرفته‌اند. بیشتر مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی حفظ حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی اقلیم‌های کوهستانی و نیمه‌معتدل انجام شده است، به‌نحوی‌که از نظر تراکم و تنوع پوشش گیاهی غنی‌تر بوده و از نظر بارندگی، توپوگرافی و اقلیم تفاوت (بارندگی بیشتر، ارتفاع بالاتر و پستی و بلندی بیشتر و اقلیم مرطوب‌تر) داشته‌اند (Yeganeh Badrabadi *et al*., 2017; Keyvan Behjoo & Firoozi Asl, 2015; Rastegar *et al*., 2013)، یا در اکوسیستم جنگلی انجام شده است (Bakhtiari *et al*., 2009; Henareh *et al*., 2016). بخش عمده‌ای از مراتع حوزه سلمان دشتی است و در ارتفاعات پایین‌تر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا (حدود ۱۵۰ تا ۲۳۰ میلی‌متر بارندگی دارد) قرار دارد و عناصر گیاهی مراتع آن از نوع استپی و نیمه استپی تشکیل شده است. در بیشتر مطالعاتی که در زمینه ارزش‌گذاری اقتصادی نگهداشت عناصر غذایی خاک در اکوسیستم‌های طبیعی انجام شده تنها به سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم پرداخته شده است. در این مطالعه علاوه بر این سه عنصر، دو عنصر کلسیم و منیزیم نیز مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین فاصله زمانی این تحقیق‌ها و افزایش قیمت کودها که مبنای محاسبات بوده، در این تفاوت ارزش‌ها تأثیر گذاشته است. شایان ذکر است در برآورد ارزش نگهداری خاک با رویکرد هزینه جایگزین باید هزینه نیروی کار برای کودپاشی و هزینه بازسازی و نوسازی خسارت‌های ناشی از فرسایش خاک نیز در محاسبات منظور شود (Costanza *et al*., 2014). بدیهی است با احتساب چنین مؤلفه‌هایی رقم‌های یادشده افزایش چشمگیری می‌یابند و ارزش مرتع را از لحاظ حفظ حاصلخیزی خاک بهتر نشان می دهند. نتایج مربوط به برآورد ارزش حفظ حاصلخیزی خاک در مراتع این منطقه حکایت از نقش مؤثر اکوسیستم مرتع در کنترل فرسایش و حفاظت از مواد مغذی خاک و لزوم حفاظت و احیای پوشش گیاهی در این منطقه و حفظ خاک به عنوان بستر تولید دارد. مدیریت آینده مراتع می‌بایست درصدد مسائل مرتبط با تضعیف و تخریب پوشش گیاهی در این منطقه باشد. بر این اساس، با توجه به امکانات موجود، اقدامات و پروژه های مدیریتی و بیولوژیک قابل بررسی و اجرا در منطقه مطالعاتی ازجمله مدیریت اصولی چرا، بهبود ترکیب گیاهی (با بذرپاشی، بذرکاری، کپه‌کاری، بوته‌کاری، قرق طولانی‌مدت)، کنترل و ذخیره نزولات آسمانی، کاشت گونه‌های درختی، اجرای برنامه‌های ترویجی و انجام عملیات حفاظت خاک در بعضی مناطق حوزه توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Abdi, S., Tajbakhsh, M., Rasouli, S. M. and Abdollahi, M. B., 2012. Study the effect of different green manure plants on soil organic matter and nitrogen in salinity condition. Journal of Plant Production, 19(1): 127-144.
- Abedi, Z., Fatahi Ardakani, A., Hanifnejad, A.R. and Dashti Rahmatabadi, N., 2013. Groundwater valuation and quality preservation in Iran: The Case of Yazd. Iranian Journal of Environment Research, 8(1): 213-220.
- Aghasi, M.J., Bahmanyar, M.A. and Akbarzade, M., 2006. Comparison of the effect of exclosure and water distribution on rangeland vegetation and soil parameters (Mazandaran Province). Iranian Journal of Agricultural sciences and Natural Resources, 13:

of Ohio Society, 33:271-279.
- Bostan, Y., Fatahi Ardakani, A., Fehresti Sani, M. and Sadeghinia, M., 2018. A Pricing model for value of gas regulation function of natural resources ecosystems (Case Study: Sheikh Musa Rangeland, Mazandaran Province, Iran). Iranian Journal of Rangeland Science, 8(2):186-200.
- Chaichi, M.R., Mohseni Saravi, M. and Malekian, A., 2005. Effects of livestock trampling on soil physical properties and vegetation cover (Case Study: Lar Rangeland, Iran), International Journal of Agriculture & Biology, 7(6), pp. 909-914.
- Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Van Der Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S., and Turner, R., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change, 26: 152–158.
- Danckworts, Y.E. and Madam, K., 1991. Dynamic of Rangelands Ecosystems. In: Proceeding of Fourth International Rangelands congress Mont Palliser, France, 3: 1066-1069.
- Dunn, B., Smart, A., Gates, R., Johnson, P., Beutler, M., Diersen, M. and Janssen, L., 2010. Long-term production and profitability from grazing cattle in the Northern Mixed Grass Prairie. Journal of Rangeland Ecology and Management, 63: 233–242.
- Eteraf, H. and Telvari. A., 2005. Effects of animal grazing on some physical characteristics of loose soil in Maravetapeh rangelands, Golestan, Iran. Iranian Journal of Pajouhesh & Sazandegi, 66: 8-13.
- Fatahi, A., Bostan, Y. and Arab, M., 2016. The Comparison of Methods of Discrere Payment Vehicle (Dichotomous Choice) in Improving the Quality of the Environment (a case study of air pollution in Tehran). Third International Conference on Engineering, Science and Technology.
- Fenetahun, Y., Xu, X., Wang, Y., 2018. Assessment of range Land degradation, major causes, impacts, and alternative Rehabilitation Techniques in Yabello Rangelands Southern Ethiopia. Review paper. doi:10.20944/preprints201807.0198.v1
- Ghasemi Arian, Y., Azarnivand, H. and Kiani Rad, A., 2016. Economic evaluation of soil fertility conservation function in regenerated rangeland ecosystems in arid areas (Case Study: International Carbon Sequestration Project, South Khorasan). Iranian Journal of Rangeland and Watershed Management, 69 (4): 1031-1042.
- Ghorbanian, D., Jafari, M., Azarnivand, H. and Sarmadian, F., 2005. Variation as well as amount of mineral elements fixed by *Salsola rigida* and the effects on soil physical and chemical properties in desert regions. Iranian Journal of Natural Resources, 73-87.
- Agricultural and Natural Resources Research Center of Qoum Province. 2020. Ministry of Agriculture Jahad. Final report of the research project. Investigation of seasonal changes in production and consumption of rangeland plants in sample rangelands of five growing regions of Iran in Yeke Bagh site (Salafchegan).
- Agricultural Support Services co. Ministry of Jihad Agriculture. 2020. Prices of chemical fertilizers, Iran.
- Alizadeh, A., 2015. Principles of Applied Hydrology, Imam Reza University Press (In Persian).
- Allen, S.A., 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials, University of Blackwell, London, 120pp.
- Alvarez, R.J., Carrascob, L., Marin, C.M. and Martinez, J.J., 2007. Soils of a dune coastal salt marsh system in relation to groundwater level, micro-topography and vegetation under a semi-arid Mediterranean climate in SE Spain, Catena, 69: 111-121.
- Amirnezhad, H., 2012. Natural Resource Economics (Second edition with overall revision). Christophe Publications. (In Persian).
- Ammour, T., Windevoxhel, N. and Sencion, G., 2000. Economic valuation of mangrove ecosystems and subtropical forests in Central America. In: M. Dore and R. Guevara (Eds.), Sustainable forest management and global climate change. Cheltenham, Edward Elgar, 166- 197.
- Ataei, S., Joolaie, R., Fatahi Ardakani, A., Amirnejad, V. and Shirani Bidabadi, F., 2013. Estimating the recreational value of wilderness areas in the tourist season with contingent valuation method (Case Study: Sadiq Abad Desert). International Journal of Farming and Allied Sciences, 2-23/1112-1117.
- Bakhtiari, F., Panahi, M., Karami, M., Ghoddusi, J., Mashayekhi, Z. and Pourzadi, M., 2009. Economic valuation of soil nutrients retention functions of Sabzkouh forests. Iranian Journal of Forest, 1: 69-81.
- Barbier, E. and Bishop, J.T., 1995. Economic values and incentives affecting soil and water conservation in developing countries. Journal of Soil Water Conservation, 45 (4):133-137.
- Belachew, T. and Abera, Y., 2011. Effect of green maturing in combination with nitrogen on soil fertility and yield of bread wheat (Triticum aestivum) under double cropping system of Sinanadinsho, Southeast Ethiopia. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 1(1): 1-11.
- Bennett, H.H., 1933. The cost of soil erosion. Journal

- Mirzai Musavand, A. and Tarnian, F.A., 2020. Comparison of vegetation and soil properties in two areas of enclosure and grazing (Case study: Northeast of Delfan-Lorestan). Journal of Rangeland, 4 (2): 171-183 (In Persian).
- Mobarghei, N., 2010. Estimating the value of soil nutrient conservation function in forest ecosystems. Iranian Journal of Environmental Research, 1(2):3-12 (In Persian).
- Molaei, M., 2009. Economic-environmental assessment of Arasbaran Forest ecosystem (Ph.D. Dissertation). Faculty of Agriculture and Natural Resources, Tehran University (In Persian).
- Montgomery, D.R., 2007. Soil erosion and agricultural sustainability, Department of Earth and Space Sciences, University of Washington, PhD thesis, 350 pp.
- Mousavi, S.A.R., Arzani, H., Sharzehei, G.H., Azarnivand, H., Farahpour, M., Engel, A., Alizadeh, A. and Nazari Samani, A.A., 2014. Economic evaluation of the role of rangeland plant in soil protection (Case study: Taleghan Miany Basin). Journal of Rangeland and Watershed Management Iranian Journal of Natural Resources, 67 (2): 317-331.
- Nour, F., Nasri, M., Yeganeh, H., Moghiminejad, F., Ghasemi Aryan, Y. and Bani name, J., 2013. Estimation of economic losses of soil erosion of rangelands using Nutrient Replacement Cost Method (NRCM). Iranian Journal of Range and Desert Research, 20: 522-530 (In Persian).
- Rastegar, S.H., Barani, H., Drijani, A., Sheikh, V., Ghorbani, J. and Ghorbani, M., 2013. Estimation of direct economic value of soil conservation function of rangeland vegetation (Case study: summer rangelands of Noorrud watershed), Journal of Watershed Management, 7(13): 254-262 (In Persian).
- Rolfe, J., Star, M. and Curcio, A., 2020. Can extension programs improve grazing management in rangelands: a case study in Australia's Great Barrier Reef catchments? Journal of the Rangeland, 42: 447–459.
- Sanadgol, A., Moghadam, M. and Jafari, M., 2002. Effects of short-term grazing on some soil physical and chemical characteristics in a *Bromus tomentellus* pasture. Iranian Journal of Natural Resources of Iran, 55(4): 581-597.
- Siahmansour, R., Akbarzadeh, M., Zandi Esfahan, E., Khademi, K. and Javadi, S.A., 2015. Effects of exclosure on vegetation characteristics and soil conservation in summer rangelands of Gardaneh Zagheh. Iranian Journal of Range and Desert 58(2): 1-9.
- Hashemian, A., Panahi, M., Keyvan Behjoo, F. and Hassanzadeh, A., 2013. Economic evaluation of soil nutrients in Shimbar protected region based on potassium. The second national conference on the protection of natural resources and the environment, 13 and 14 May.
- Henareh Khaliani, J., Makhdoom, M. and Namiranian, M., 2016. Spatial estimation of economic value of soil and water conservation functions in Zagros Forests (Case Study: Sarvabad Basin, Kurdistan Province). Iranian Journal of Environmental Research, 9(1): 121-132.
- Jackson, M.L., 1967. Soil chemical analysis, Prentice Hall, New Delhi, Ph. D thesis, 320 pp.
- Jahantab, Z., Al Sheikh, A., Darvishi Blourani, A. and Bagheri, K., 2016. Presenting a method to calibrate the importance of criteria affecting land degradation modeling with emphasis on vegetation degradation. Journal of Spatial Information Technology Engineering, 6(2): 87-104.
- Keyvan Behjoo, F. and Firoozi Asl, M., 2015. Economic evaluation of the effect of rangeland ecosystem on the preservation of some important soil nutrients (Case study: Moghan rangelands). Iranian Journal of Rangeland Research, 11 (4): 499-510.
- Kohandel, A., Arzani, H. and Hosseini, M., 2009. Effect of different grazing intensities on organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium in soil. Iranian Journal of Watershed Management Science & Engineering, 3: 59-65.
- Kohandel, A., Chaichi, M.R., Arzani, H., Mohseni Saravi, M. and Zahedi Amiri, G., 2007. Effect of different grazing intensities on plant cover composition, and on moisture content, mechanical resistance and infiltration rate of the soils, Savojbolagh Rangelands. Iranian Journal of Natural Research, 59(4): 1001-1011.
- Kummar, H.M. and Honda, K., 1999. Estimating of soil erosion using remote sensing and GIS, Its valuation and economic implications in agricultural production, Conservation organization meeting, Purdue University and the USDA-ARS National soil erosion research Laboratory, Thailand.
- McSherry, M. and Ritchie, M.E., 2013. Effects of grazing on grassland soil carbon: A global review. Global Change Biology, 1-12. doi: 10.1111/gcb.12144
- Mirth, M.M., 1991. Range Damage and Recovery in the Weyden of North Saudi Arabia. In: 2 nd International Rangeland Congress in The Persian Guelph, Kuwaiti.

Research, 22 (3): 417-425 (In Persian).
– Steffens, M., Kolbl, A., Totsche, K. and Kogel-knabner, I., 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia. Journal of Geoderma, 143: 63-72.
– Stocking, M., 1986. The Cost of soil erosion in Zimbabwein terms of the loss of three major nutrients. Rome, FAO, 986. 165p.
– Warren, A., Batterbury, S. and Osbahr, H., 2001. Soil erosion in the West African Sahel: A review and an application of a local political ecology approach in South West Niger, Global Environment. Journal of Change-Human Policy Dimens, 11(1): 79-95.
– Xue, D. and Tisdell, C., 2001. Valuing ecological functions of biodiversity in Changbashan mountain biosphere reserve in Northeast china. Journal of Biodiversity and conservation, 10: 467-481.
– Yeganeh Badrabadi, H., Azarnivand, H., Saleh, A., Arzani, H. and Amirnejad, H., 2016. Estimating the economic value of soil conservation function (Case Study: Tham Zanjan). Iranian Journal of Range and Desert Research, 23 (1): 161-176 (In Persian).
– Yeganeh Badrabadi, H., Yari, R., Sanaee, A. and Ahmad Yosefi, V., 2017. Estimating the economical value of natural recreations and investigating effective variables on willingness to Pay of individuals (Case study: Charbagh rangelands of the Gorgan). Iranian Journal of Rangeland, 11(1): 57-72 (In Persian).
– Zhao, J., Feng, X., Deng, L., Yang, Y., Zhao, Z., Zhao, P., Peng, C.H. and Fu, B., 2020. Quantifying the Effects of Vegetation Restorations on the Soil Erosion Export and Nutrient Loss on the Loess Plateau. Frontiers in Plant Science, 1-13. Doi: 10.3389/fpls.2020.573126.
– Zhao, Y., Peth, S., Krummelbein, J., Horn, R., Wang, Z., Steffens, M., Hoffmann, C. and Peng, X., 2007. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Journal of Ecological Modeling, 205: 241-254.

An economic evaluation of the effect of rangeland ecosystems degredation on the loss of soil nutrients (Case study: rangelands of Salman in Qom)

M. Abbasi[1], M. Jafary[2*], A.Tavili[3], H. Rafiee[4] and S. Khalighi[3]

1-Ph.D. Graduated of Range Management, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2*-Corresponding author, Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email; jafary@ut.ac.ir
3- Associate Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4-Assiatance Professor Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 01/02/2022 Accepted: 02/20/2023

Abstract

One of the functions of rangeland ecosystems is to prevent soil erosion and increase nutrient retention capacity. The present study was conducted to highlight the effect of Rangelands degradation on the preservation of Mg, Ca, N, P, and K elements in the soil and emphasize the role of rangeland plants in preventing the wastage of these elements in the rangelands of the Salman watershed in Qom. For this purpose, a sample was taken from the soil of the habitat in each work unit, in the classes of poor and good rangeland conditions, representing degraded and non-degraded rangeland, respectively. Then, the amount of eroded soil was determined from each unit using the modified PSIAC (MPSIAC) model. In the following, the amount of loss of nutrients using the results of soil analysis and related relationships, was calculated and based on the replacement cost method; by estimating the alternative fertilizer, the monetary value of maintaining nutrients by the ecosystem was calculated. The results showed that the destruction of the rangeland ecosystems of the region causes erosion equivalent to 35.68 tons per hectare per year, which damages the functional services of the ecosystem at an annual cost of 11.6 billion rials (11606427781 rials) by reducing the nutrients of the soil. Also, each hectare of good rangelands in the region can prevent the loss of nutrients with an approximate value of 335.6 thousand rials. The results indicate the effective role of the rangeland ecosystem in controlling erosion and preventing the loss of soil nutrients. What is certain to emphasize more the role of rangeland ecosystems in soil erosion control; it is recommended that are also estimated the amount of soil erosion by other common methods, such as the global model of soil erosion (USLE), EPM, etc., and the results are compared with each other in future research.

Keywords: Destruction of plant cover, soil erosion, alternative cost method, Salman rangelands.