ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفظ و نگهداشت عناصر غذایی خاک در جنگل‌های منطقهٔ سبزکوه

فاطمه بختیاری[۱]، مصطفی پناهی[۲]، محمود کرمی[۳]، جمال قدوسی[۴]، زهرا مشایخی[*۵] و مونا پورزادی[۶]

[۱]دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۲]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

[۳]استاد گروه محیط زیست دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۴]استادیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

[۵] دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد محیط زیست دانشگاه تهران

[۶]دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۵ / ۸ / ۸۷، تاریخ پذیرش: ۲ / ۲ / ۸۸)

چکیده

ارزشگذاری اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستمی و برآورد هزینه‌های ناشی از تخریب جنگل‌ها و فرسایش خاک آن‌ها راه چاره‌ای برای برنامه‌ریزان و سیاستگذاران محیط زیست به‌حساب می‌آید تا با استفاده از این ابزارها برای احیا و حفاظت جنگل‌ها و تعیین بهترین کاربری اراضی گام بردارند. در این پژوهش یکی از مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل، یعنی کارکرد حفظ و نگهداری خاک در جنگل‌های بلوط منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری ارزشگذاری شده است. بدین منظور ابتدا زیرحوزه‌های منطقهٔ مورد بررسی تفکیک و میزان رسوب خارج شده از هر زیرحوزه با استفاده از روش برآورد فرسایش و رسوب EPM تعیین شد. سپس مقدار هدررفت N,P,K بر اساس مقادیر عناصر غذایی اندازه‌گیری‌شده در خاک مناطق فرسایش نیافته به‌عنوان نقاط شاهد تعیین و در نهایت بر اساس روش اقتصادی هزینهٔ جایگزینی ارزش پولی نگهداری عناصر غذایی در اثر حفاظت خاک به‌وسیلهٔ پوشش جنگلی محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهند که هر هکتار از جنگل‌های محدودهٔ مورد بررسی می‌تواند سالانه ۴۵۲/۱۹ کیلوگرم از عناصر N,P,K به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال را نگهداری و از هدررفتن آن در اثر فرسایش جلوگیری کند. همچنین سالانه حدود ۸۸ تن از عناصر N,P,K در اثر فرسایش خاک در محدودهٔ مورد بررسی هدر می‌رود که به معنای کاهش حاصلخیزی و تحمیل هزینهٔ ثابت سالیانه، معادل ۵/۴۳۳ میلیارد ریال به محیط زیست است که در صورت فعلی‌شدن برابر ۵۰/۸۹۴ میلیارد ریال در دورهٔ ۲۹ سال است.

واژه‌های کلیدی: ارزشگذاری اقتصادی، فرسایش خاک، EPM، منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ سبزکوه، عناصر غذایی، هزینهٔ فرصت.

[*]نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۲۷۱۳۴۲۴ Email: mashayekhi.zahra@gmail.com

مقدمه و هدف

در کنار کالاهایی که تولیدشان به اشکال مستقیم یا غیرمستقیم به جنگل وابسته است، تأمین و عرضهٔ بسیاری از خدمات و مواهب طبیعی نیز با اکوسیستم-های جنگلی در ارتباط است که نقش غیرقابل انکاری را در ارتقای رفاه و بهزیستی انسان بازی می‌کنند. بهره-مندی از این خدمات شاید متضمن پرداخت هزینه‌های مالی خاصی نباشد، اما محرومیت از دستیابی به آن‌ها هزینه‌های گزافی را بر زندگی فردی و اجتماعی انسان تحمیل خواهد کرد (پناهی، ۱۳۸۴).

خدمات و کارکردهای زیست‌محیطی جنگل‌ها رایگان نیستند و ارزش و بهای اقتصادی به‌ظاهر نهفته‌ای دارند که بسیار مهم‌اند و در صورتی‌که این خدمات رایگان تلقی شوند، اکوسیستم‌های جنگلی مورد بهره‌برداری و سودجویی بی‌رویه قرار می‌گیرد و تخریب‌شده یا به کاربری‌های دیگر تبدیل می‌شوند. همچنین به‌دلیل اینکه خدمات اکوسیستم‌های طبیعی به‌طور کامل در چارچوب نظام بازار مورد توجه قرار نمی‌گیرند و در مقایسه با دیگر خدمات اقتصادی و سرمایه‌های شناخته‌شده به‌طور کافی کمی نمی‌شوند، اغلب در تصمیم‌گیری‌های سیاسی کشور به آن‌ها ارزش کافی داده نمی‌شود و این نادیده گرفتن در نهایت ممکن است در پایداری بشر در روی زمین اختلال ایجاد کند (پناهی،۱۳۸۴؛ مشایخی، ۱۳۸۶). به‌همین دلیل ارزشگذاری کالاها و خدمات ناملموس حاصل از محیط-های طبیعی و جنگل‌ها، امروزه از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده و ابعاد محلی، ملی و بین‌المللی آن در بحث‌های مربوط به تخریب منابع طبیعی و جنگل‌زدایی جایگاه ویژه‌ای یافته است (پناهی، ۱۳۸۴).

در حقیقت، هدف اصلی ارزشگذاری جنگل، کسب آگاهی‌های مورد نیاز برای تصمیم‌گیری دربارهٔ نحوهٔ مدیریت اقتصادی منابع جنگلی تحت اختیار است. برای ساماندهی رویه‌های تصمیم‌گیری در مورد استفاده از منابع تحت اختیار، هم باید هزینه‌ها و فایده‌های قابل کمی‌سازی (کالاها و خدمات مبادله‌ای) را به پول تقویم کرد و هم هزینه‌ها و فایده‌های غیربازاری و نامحسوسی که تاکنون ارزش آن‌ها فقط از حیث مصرفی مورد توجه بوده، باید در حوزهٔ دید و محاسبات اقتصادی مربوط گنجانده شود.

از مهم‌ترین خدمات محیط زیستی جنگل‌ها می‌توان به حفظ و نگهداری خاک و جلوگیری از رخداد و تشدید فرسایش اشاره کرد (قربانی و حسینی، ۱۳۸۱؛ قدوسی، ۱۳۸۶). خاک مهم‌ترین بستر استقرار فعالیت‌های زیستی انسان است که در حال حاضر هیچ جانشینی برای آن وجود ندارد. خاک، بستر رشد گیاهان و به-عبارت دیگر بستر تولید است، به‌طوری که در نبود یا در اثر تخریب خاک، کشاورزی نیز نابود می‌شود. به‌همین دلیل برآورد هزینه‌های فرسایش خاک از موضوع‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه اقتصاددانان محیط زیست، کشاورزی و برنامه‌ریزان توسعهٔ اقتصادی قرار گرفته است. در یک منطقهٔ اقلیمی معین، پیوند خاک و درختان به قدری تنگاتنگ است که نمی‌توان یکی را بدون تأثیر دیگری بررسی کرد (Kummar & Honda, 1999; Montgomery, 2007). از بین رفتن پوشش گیاهی، به‌ویژه درختان سبب فرسایش و هدررفت خاک می شود. 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 مجالی برای ذخیره و نفوذ در خاک نمی‌یابد (Barbier & Bishop, 1995)

در پژوهشی در هندوستان مقدار هدررفت عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم در اثر کاهش پوشش و فرسایش خاک، به‌طور متوسط حدود ۸۲،۴۷ و ۶۵ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد شده است (Richardson & King, 1996). همچنین فرسایش سطحی خاک در باغ-های جمهوری آذربایجان سبب هدررفت ۲۴۰۰ کیلوگرم هوموس،۱۵۰ کیلوگرم ازت و ۲۵ کیلوگرم فسفر شده است (قلی‌اف، ۱۳۷۴). فرسایش، پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نامطلوبی در بهره‌وری، توزیع درآمد و محیط زیست دارد که ممکن است در اقتصاد ملی، فراملی و توسعهٔ پایدار و متوازن

بخش کشاورزی، نقش منفی برجسته‌ای داشته باشد. بر پایهٔ اعلام فائو (۱۹۹۵) به‌طور متوسط، سالانه ۳۶۰۰ دلار خسارت در اثر هدررفت عناصر غذایی N,P,K به هر کشاورز وارد می‌شود. Hussain و Badola (2008) ارزش هر هکتار از جنگل‌های مانگرو را از نظر نگهداری عناصر غذایی ماکروی خاک در هندوستان ۲۳۲/۵ دلار برآورد کردند. در مطالعهٔ دیگر در خلیج بینتونی (اندونزی)، ارزش عملکرد حفظ و نگهداری عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک، با استفاده از روش هزینهٔ فرصت از دست‌رفته، معادل ۸۰۰ دلار برآورد شده است (Ward *et al*., 2009).

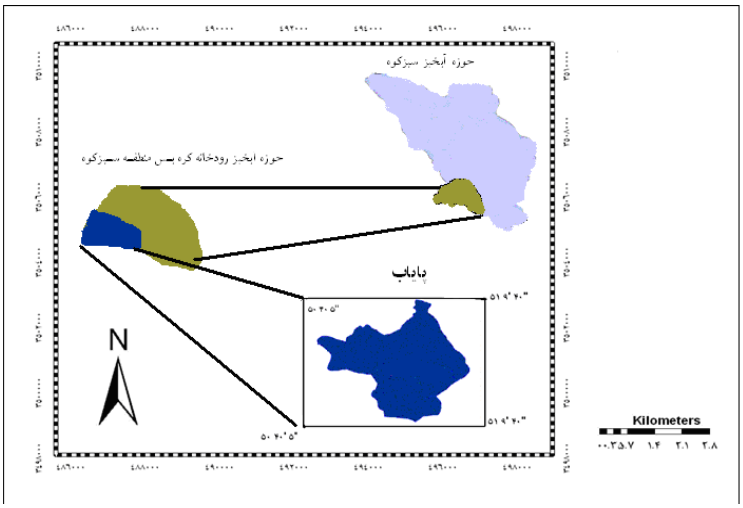
کریم‌زادگان و همکاران (۱۳۷۹) با استفاده از روش ارزشگذاری مشروط، ارزش هر هکتار از جنگل‌های دست‌کاشت گربایگان شیراز را در جلوگیری از فرسایش خاک و تثبیت شن‌های روان، سالانه معادل ۳۷۲۷/۳ ریال برآورد کردند. در مطالعه‌ای برای تعیین ارزش کارکردها و خدمات عمدهٔ غیرتجاری جنگل‌ها و مراتع کشور، ارزش خدمات خاک‌زایی و کنترل فرسایش بادی در ناحیهٔ رویشی زاگرس، به‌ترتیب ۸۷۴۸۶۰ و ۱۰ ریال در هکتار در سال برآورد شده است (مهندسان مشاور بوم‌آباد، ۱۳۸۲). بر اساس برآورد پناهی (۱۳۸۴) نیز ارزش حفظ عناصر غذایی توسط جنگل‌های شمال کشور، سالانه ۹۲/۶ میلیون ریال در هکتار است.

جنگل‌های واقع بر روی رشته‌کوه زاگرس به‌عنوان بخشی از منابع طبیعی حیاتی کشور دارای کارکرد اساسی حفاظت از آب و خاک هستند و در مواجهه با روند فزایندهٔ دخل و تصرف‌های بی‌رویهٔ ناشی از نیازهای روزافزون بهره‌برداران، با تغییرات مهمی از نظر کمی و کیفی روبه‌رو شده‌اند. به موازات رشد جمعیت در طی دهه‌های اخیر و افزایش تعداد دام و گسترش تخریب جنگل‌ها به منظور توسعهٔ زمین‌های کشاورزی و تأمین سوخت موجب افزایش فقر و بیکاری آشکار و پنهان جوامع محلی شده و از این راه، شرایط لازم را برای تشدید بهره‌برداری‌های بی‌رویه از منابع محیطی فراهم آورده است. به نظر می‌رسد که آگاهی از ارزش واقعی این منابع و رایگان تلقی نکردن آن‌ها می‌تواند تا حد زیادی از تخریب و نابودی آن‌ها جلوگیری کند، چرا که تصمیم‌گیری‌ها و سیاستگذاری‌ها نیز اغلب بر اساس معیارهای اقتصادی صورت می‌گیرند (پناهی، ۱۳۸۴؛ مشایخی، ۱۳۸۶).

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد بررسی

جنگل‌های بخش پایاب زیرحوزهٔ آبخیز رودخانهٔ کره‌بس واقع در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ سبزکوه در استان چهارمحال و بختیاری، به وسعت ۵۴۵۰ هکتار برای ارزشگذاری انتخاب شد. این منطقه که در محدودهٔ جغرافیایی ″۴۰٬۰۵ ˚۵۰ تا ″۴۰ ′۹ ˚۵۱ طول شرقی و ″۲۵ ′۳۶ ˚۳۱ تا ″۵۵ ′۵۳ ˚۳۱ عرض شمالی واقع است، دارای ارتفاع متوسط ۲۵۰۰ متر، شیب متوسط ۵۰ درصد و متوسط بارش سالانهٔ ۶۴۰ میلی‌متر و سنگ مادر آهکی است (شکل۱). پوشش خاکی در این منطقه به‌علت کوهستانی بودن محدوده، کم‌عمق تا نیمه‌عمیق است یا اصلاً پوشش خاکی وجود ندارد. بر اساس تقسیم‌بندی آمریکایی در این منطقه دو تیپ خاک تشخیص داده شده است: Lithic Cryorthents و Calcic Argixerolls. از نظر پوشش گیاهی، خانوادهٔ Rosaceae با ۹ جنس و ۱۶ گونه در منطقه دارای بیشترین فراوانی است و گونهٔ بلوط ایرانی *Quercus persica*، گونهٔ غالب منطقه است. منطقه از نظر زیستگاه گونه‌های حیات وحش نیز اهمیت خاصی دارد به‌طوری که ارتفاعات منطقه، زیستگاه پازن، پلنگ، گرگ، کبک و کبک دری است. خرس قهوه‌ای، تیهو، گراز و کفتار نیز در ارتفاعات پایین‌تر و در دره‌های نزدیک به جریان‌های آبی منطقه به‌چشم می‌خورند. درختان بلوط منطقه نیز زیستگاه خاص سنجاب ایرانی به‌شمار می‌روند. بیشتر روستاییان ساکن منطقه درآمد چندانی ندارند و برای گذران زندگی خود به فعالیت‌های کشاورزی در اراضی منطقه وابسته‌اند. بهره‌برداری سنتی از درختان منطقه و نیز چرای دام سبب از بین رفتن پوشش جنگلی و کاهش توانایی آن‌ها در جلوگیری از فرسایش می‌شود.



شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد بررسی در استان چهارمحال و بختیاری

روش کار

برای شناسایی، کمی‌سازی و برآورد ارزش اقتصادی محصولات و خدمات اکوسیستمی جنگل‌ها، تاکنون شیوه‌ها و ابزارهای متعددی از سوی صاحب‌نظران ارائه شده است که هر یک مزایایی دارند و به کاستی‌هایی دچارند. به‌طور کلی هر پژوهشی در زمینهٔ ارزشگذاری اقتصادی منابع جنگلی، دربرگیرندهٔ دو بخش ساختاری است: یکی، کمی سازی تولیدات و خدمات و دیگری، تلاش برای تقویم ارزش اقتصادی آن‌ها از راه محاسبات مالی و ارزش‌های پولی. در این زمینه، باید ارزش استفاده‌های مستقیم و غیرمستقیم را به ارزش‌های مبادله‌ای تبدیل کرد و با کمک رشته‌ای از قیمت‌های سایه‌ای به برآوردهایی دست یافت که برای عموم افراد، از سیاستگذاران و برنامه‌ریزان گرفته تا جوامع محلی بهره‌بردار، زبانی آشنا و قابل فهم باشد (سعید، ۱۳۸۰). برای کمی‌سازی کارکرد نگهداری عناصر غذایی خاک توسط جنگل‌های منطقهٔ سبزکوه از داده‌های هواشناسی، نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، تصویر ماهواره‌ای ETM+ سال ۲۰۰۲ میلادی و نقشهٔ زمین‌شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده شده است. برای پردازش اطلاعات جغرافیایی و نقشه‌سازی منابع از قابلیت نرم‌افزارهای ArcView و ArcGIS و برای پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده شده است.

روش کار شامل چهار مرحلهٔ کلی است:

الف) تهیهٔ نقشه‌های طبقات شیب زمین، جهت، خاک و خطوط همباران منطقه به‌دلیل تأثیر مستقیم و مؤثر آن‌ها در فرم رویشی گیاهان و تعیین واحدهای کاری در تطبیق با عوامل لحاظ‌شده در مدل EPM برای برآورد مقادیر فرسایش و رسوب که از میان آن‌ها ۷ واحد کاری با پوشش جنگلی به نسبت خوب شامل واحدهای (۹،۷،۲۷،۲۱،۱۶،۱۵،۱۴) و ۶ واحد با پوشش غیرجنگلی یا جنگلی تخریب‌شده شامل واحدهای (۱۷،۲۲،۱۰،۶،۵،۴) برای تهیهٔ نمونهٔ خاک و آزمایش‌های مورد نظر انتخاب شد. برای محاسبهٔ ضریب شدت فرسایش بر اساس رابطهٔ ۱ ابتدا نقشه‌های نحوهٔ استفاده از زمین و سنگ‌شناسی، رقومی و بر اساس معیارهای روش EPM امتیازدهی شدند. برای تهیهٔ نقشهٔ فرسایش منطقه از تصویر ماهواره‌ای ETM+ و عکس‌های هوایی به‌منظور تشخیص نوع فرسایش استفاده شد. سپس با اعمال رابطهٔ ۱، ضریب شدت فرسایش منطقه محاسبه و بر اساس آن نقشهٔ کلاسه‌های فرسایشی منطقه تهیه شد (شکل ۲).

رابطهٔ ۱)
$$Z = Y.X_a(\phi + I^{0.5})$$

که در آن:

Z : ضریب شدت فرسایش، Y: ضریب مقاومت خاک و سنگ به فرسایش، Xa : ضریب استفاده از زمین، ϕ: ضریب فرسایش حوزهٔ آبخیز و I: شیب متوسط حوزه بر حسب درصد است.

ب) برآورد مقدار سه عنصر اصلی غذایی موجود در خاک شامل ازت، فسفر، پتاسیم. شایان ذکر است که در این پژوهش، ارزش اقتصادی خاک‌های جنگلی مبتنی بر ارزش مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم به‌عنوان سه عنصر تعیین‌کنندهٔ حاصلخیزی خاک در دو حالت هدررفت و عدم هدررفت در اثر فرسایش مورد نظر بود تا از این راه هزینهٔ خسارت ناشی از رخداد فرسایش خاک تعیین شود. از این رو، برای محاسبهٔ مقدار عناصر غذایی مذکور در خاک‌های جنگلی در محدودهٔ مورد بررسی، موقعیت هر واحد کاری با استفاده GPS روی زمین مشخص و سپس نقاط فرسایش‌یافته و نقاط شاهد فرسایش‌نیافته در هر واحد کاری تعیین شد که برای تعیین این نقاط از روش ارائه‌شده توسط Walling[1] در سال ۱۹۹۳ استفاده شده است. سپس از خاک سطحی (تا عمق ۲۰ سانتی‌متر) نقاط شاهد (فاقد فرسایش) و نقاط فرسایش‌یافته در هر واحد کاری، شش نمونه (سه نمونه از هر نقطه) گرفته شد و مقادیر ازت (N)، فسفر(P) و پتاسیم (K) آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین ازت کل در نمونه‌های خاک از دستگاه کجلت (Jackson, 1967)، فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر (Allen, 1989) و روش Curtz و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر(Jackson, 1967) و روش عصاره‌گیری استات آمونیوم استفاده شد.

پس از بررسی رابطهٔ بین هدررفت خاک در اثر فرسایش با مقادیر(N,P,K) در خاک از راه آزمون t استیودنت، مقدار هدررفت عناصر در اثر فرسایش در مناطق فرسایش‌یافته و فرسایش‌نیافته (شاهد) در هر واحد کاری با استفاده از رابطهٔ ۲ (پناهی، ۱۳۸۴) تعیین شد.

$$D_{un} = S.C_{un}$$ رابطهٔ ۲)

که در آن:

D_u : مقدار عناصر غذایی هدررفتهٔ سالانه در هر واحد کاری (کیلوگرم در هکتار در سال)، n= زمان(سال)

U: نام عنصر غذایی مورد نظر در خاک، S: مقدار فرسایش در هر واحد کاری (تن در هکتار در سال)

C_U: تفاضل مقدار عنصر در نقاط شاهد و فرسایش‌یافته در هر واحد کاری (کیلوگرم/تن)

ج) برآورد مقدار عناصر غذایی از دست‌رفتهٔ خاک در اثر فرسایش خاک توسط آب (فرسایش آبی) با استفاده از روابط ۳ و ۴ (Kummar & Honda, 1999).

$$A_n = D_{Nn} + D_{Kn} + D_{Pn}$$ رابطهٔ ۳)

$$A_T = \int_{n=0}^{\infty} (D_{Nn} + D_{Kn+} D_{Pn})$$ رابطهٔ ۴)

که در آن‌ها An ، مجموع مقدار هدررفت عناصر غذایی در یک حوزهٔ آبخیز و D_{Nn}، D_{Kn}، D_{Pn} به‌ترتیب مجموع مقادیر هدررفت هر یک از عناصر غذایی (N,P,K) در واحدهای کاری و AT، مجموع مقدار هدررفت تراکمی عناصر غذایی خاک در طی زمان مورد نظر است[2].

د) برآورد ارزش اقتصادی عناصر غذایی خاک با استفاده از روش هزینهٔ فرصت از دست‌رفته. در این روش با برآورد هزینه‌های لازم برای جایگزین‌کردن عناصر از دست‌رفتهٔ خاک (N,P,K) در زمین می‌توان به برآورد ارزش اقتصادی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی

[1] نتایج تحقیقات در داخل و خارج از کشور نشان می‌دهد که بین سزیم-۱۳۷ موجود در خاک و مقدار فرسایش، همبستگی بسیار زیادی وجود دارد و نیز مشخص شد که در نقاطی از منطقه، موجودی سزیم در طی زمان ثابت است و تغییری نمی‌کند، برخلاف نقاط دیگری در منطقه که در معرض فرسایش‌اند. از این رو این نقاط به‌عنوان نقاط شاهد معرفی شدند که اغلب در زیر بوته‌ها، سنگ‌ها و درختان قرار دارند. در این پژوهش نیز نقاط واقع‌شده در این محل‌ها به‌عنوان نقاط معرف مقدار عناصر غذایی (N,P,K) فرض شده‌اند که مقدار عناصر در این نقاط با نقاط مطالعاتی (فرسایش-یافته) مقایسه می‌شوند (Walling & Quine, 1993)

[2] برای ۲۹ سال در نظر گرفته شده است.

پرداخت. به‌عبارت دیگر با اندازه‌گیری تغییرات پدیدآمده در مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم که به‌علت تغییر کاربری اراضی جنگلی بروز می‌کند و لزوم بازگرداندن همان مقدار مواد غذایی به خاک از طریق مقادیر معادل کودهای شیمیایی قابل مبادله در بازار، تصویری از ارزش خاک در اختیار قرار خواهد گرفت. به‌این منظور قیمت بازاری سه کود اوره، فسفات دی-آمونیوم و سولفات پتاسیم به‌عنوان جانشین‌هایی برای مواد غذایی از دست‌رفته (K،P،N) در اثر فرسایش خاک مبنای محاسبات ارزشگذاری قرار گرفته است.

با داشتن P_N ,P_P و P_K به‌عنوان قیمت بازاری کودهای جبرانی مربوط به عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و نیز r که همان نرخ سود بازار است، ارزش خاک فرسایش-یافته (B_T) در فاصلهٔ زمانی ۰ تا ∞ از رابطهٔ ۵ به‌دست می‌آید:

رابطهٔ ۵)

$$B_T = \int_{t=0}^{\infty} \frac{(P_N D_{Pn} + P_K D_{Kn} + P_P D_{Pn})}{(1+r)^n}$$

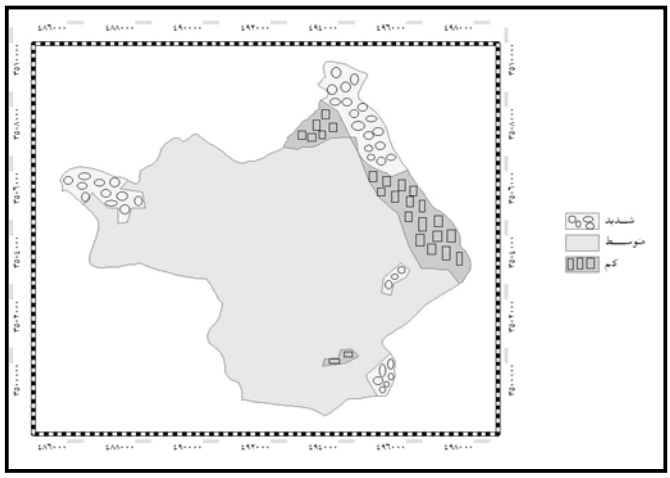
شایان ذکر است که قیمت‌های CIF کودهای شیمیایی (بدون رایانه) ازته، فسفاته و پتاسه در سال ۱۳۸۶ به‌ترتیب برابر با ۱۳۲۵، ۸۳۰۰ و ۸۶۶۰ ریال در کیلوگرم است (مبرقعی، ۱۳۸۷).

نتایج

نخست بر اساس نقشه‌های طبقات خاک، شیب، جهت و خطوط همباران منطقه، نقشهٔ واحدهای همگن منطقه تهیه و مجموع ۲۸ واحد کاری در بین آن‌ها تعیین و شماره‌گذاری شد. شکل ۲ واحد کاری منطقهٔ مورد بررسی را نشان می‌دهد.

نتایج به‌دست آمده از آزمون t استیودنت بررسی معنی-داری اختلاف بین میانگین مقادیر (N،P،K) بین دو تیمار شاهد و فرسایش‌یافته، حاکی از معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌های مقادیر عناصر غذایی مورد بررسی در سطح ۰/۹۵درصد است که نشان‌دهندهٔ تأثیر معنی‌دار هدررفت عناصر غذایی مورد بررسی در اثر فرسایش خاک است که خود از وجود یا نبود پوشش گیاهی به‌ویژه پوشش جنگلی تأثیر می‌پذیرد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود مقدار فرسایش ویژه در واحدهای کاری دارای پوشش غیرجنگلی یا جنگلی تخریب‌شده نسبت به واحدهای دارای پوشش جنگلی بیشتر است، ضمن اینکه این واحدها به لحاظ شرایط و ویژگی‌های فیزیکی مانند نوع سنگ بستر (مارن) و رسوبات (رسوبات جوان حاشیهٔ رودخانه‌ای) به فرسایش حساس‌اند. برای برآورد مقدار هدررفت عناصر غذایی در هر واحد کاری از دو تیمار فرسایش‌نیافته و فرسایش-یافته نمونه‌برداری شد که از تفاضل این دو مقدار، هدررفت عناصر بین دو نقطهٔ نمونه‌برداری تعیین می-شود (جدول ۱).

شکل۲- واحدهای کاری منطقهٔ سبزکوه



شکل۳- نقشهٔ شدت فرسایش در منطقهٔ مورد بررسی

جدول۱- مقادیر فرسایش و رسوب ویژه و مقدار عناصر غذایی K، P وN در نقاط شاهد و فرسایش‌یافته

واحدهای کاری		مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم در نقاط شاهد			مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم در نقاط فرسایش‌یافته		
شمارهٔ واحد کاری	(WSP) فرسایش ویژه (ton/km2Y-)	میانگین درصد ازت (N) در نقاط	میانگین فسفر (P) در نقاط شاهد	میانگین پتاسیم (K) در نقاط شاهد	میانگین درصد ازت در نقاط فرسایش‌یافته	میانگین فسفر در نقاط فرسایش‌یافته	میانگین پتاسیم در نقاط فرسایش‌یافته
۱	۱۹۴/۸۱	۰/۱۳	۲۰/۱۰	۶۰۰/۰۱	۰/۰۶	۲/۰۱	۴۱۰/۱۰
۲	۵۸۵/۴۱	۰/۲۷	۲۱/۷۰	۴۲۱/۳۰	۰/۰۶	۳/۷۰	۱۸۱/۳۰
۳	۵۹۵/۰۰	۰/۲۵	۲۵/۷۰	۵۳۱/۳۰	۰/۰۷	۸/۳۰	۲۸۷/۰۱
۴	۹۶۰/۲۳	۰/۳۷	۳۹/۷۰	۸۵۰/۷۰	۰/۱۳	۲۷/۲۰	۵۸۰/۲۰
۵	۱۰۲/۰۰	۰/۴۴	۴۲/۲۰	۸۹۸/۳۰	۰/۲۵	۲۷/۳۰	۵۱۹/۳۰
۶	۱۰۶/۰۰	۰/۲۶	۴۸/۸۱	۸۴۰/۰۰	۰/۰۸	۳۳/۳۰	۴۸۰/۰۱
۷	۶۹۸/۶۱	۰/۲۴	۲۰/۹۰	۵۹۸/۰۱	۰/۰۵	۳/۱۰	۳۱۰/۰۱
۸	۵۹۶/۱۳	۰/۳۴	۲۱/۹۰	۴۰۰/۶۰	۰/۰۴	۳/۱۰	۱۴۲/۶۰
۹	۶۵۶/۱۰	۰/۱۲	۳۱/۲۰	۴۸۲/۳۰	۰/۰۷	۱۰/۷۰	۱۰۲/۳۰
۱۰	۹۹۸/۸۳	۰/۳۱	۱۹/۹۰	۴۵۲/۰۱	۰/۰۳	۶/۱۰	۲۰۳/۰۱
۱۱	۷۱۱/۰۸	۰/۲۰	۲۲/۰۰	۴۰۰/۰۲	۰/۰۶	۹/۰۱	۱۹۹/۷۰
۱۲	۵۶۵/۲۱	۰/۳۱	۱۸/۰۰	۴۲۰/۳۰	۰/۰۴	۴/۷۱	۲۷۲/۰۱
۱۳	۱۱۹۰/۰۰	۰/۳۱	۱۹/۰۰	۴۲۰/۳۰	۰/۰۵	۵/۲۰	۲۱۰/۰۰
۱۴	۶۱۰/۰۰	۰/۱۴	۲۸/۰۱	۳۹۰/۵۰	۰/۰۵	۸/۵۰	۱۶۵/۵۰
۱۵	۶۱۰/۰۹	۰/۲۵	۳۱/۱۰	۴۰۱/۳۰	۰/۰۹	۱۲/۵۰	۱۴۵/۰۱
۱۶	۷۱۶/۰۷	۰/۱۷	۳۲/۴۰	۴۶۰/۰۱	۰/۰۴	۲۱/۲۰	۲۱۰/۰۰
۱۷	۱۱۸۸/۰۰	۰/۳۴	۲۳/۰	۴۴۰/۲۰	۰/۰۶	۵/۱۰	۱۲۹/۹۰
۱۸	۶۸۳/۲۹	۰/۴۲	۳۹/۱	۵۶۰/۰۰	۰/۲۰	۲۲/۹	۳۰۹/۰۱
۱۹	۱۹۴/۸۷	۰/۱۲	۳۲/۶	۴۲۰/۰۳	۰/۰۴	۴/۲۱	۳۳۰/۰۰
۲۰	۵۴۵/۳۹	۰/۳۴	۴۸/۸۰	۸۳۰/۰۱	۰/۰۵	۳۳/۲	۵۹۰/۰۱
۲۱	۲۱۷/۲۰	۰/۳۲	۴۶/۰۱	۵۳۳/۰۲	۰/۲۳	۳۰/۷۰	۲۸۲/۰۱
۲۲	۱۱۴۰/۰۰	۰/۳۶	۳۵/۰۱	۸۵۰/۳۰	۰/۱۵	۱۷/۶۰	۶۰۰/۰۰
۲۳	۶۹۸/۱۵	۰/۲۷	۲۹/۰۱	۸۹۸/۳۰	۰/۰۷	۱۷/۸۰	۶۴۸/۰۱
۲۴	۵۵۹/۲۷	۰/۳۴	۴۱/۰۰	۸۴۹/۵۰	۰/۱۰	۲۵/۵۱	۴۹۹/۰۱
۲۵	۱۹۶/۹۹	۰/۲۶	۳۳/۰۱	۷۶۰/۳۰	۰/۱۷	۱۵/۶۱	۶۵۹/۹۰
۲۶	۶۹۹/۳۶	۰/۳۶	۲۸/۰۱	۴۹۲/۵۰	۰/۰۹	۱۲/۵۱	۱۲۰/۵۰
۲۷	۶۸۷/۲۰	۰/۲۸	۴۱/۰۰	۳۹۸/۵۰	۰/۱۱	۲۵/۶۱	۱۶۷/۰۰
۲۸	۶۹۴/۱۵	۰/۳۶	۳۱/۰۰	۷۵۰/۵۰	۰/۱۱	۲۱/۵۰	۴۹۴/۰۱

نتیجهٔ حاصل از محاسبهٔ ارزش حفظ عناصر غذایی از تفاضل ارزش پولی مقادیر سالانهٔ هدررفت عناصر غذایی در دو منطقه با پوشش جنگلی و پوشش تخریب‌یافته محاسبه شده و نتایج در جدول‌های ۲ و ۳ آورده شده است. بر این اساس ارزش اقتصادی سالانهٔ جنگل در حفاظت از عناصر غذایی K، P و N و جلوگیری از هدررفت آن‌ها در منطقهٔ مورد بررسی، معادل۹۹۶ هزار ریال در هکتار برآورد شده است.

جدول۲: مقادیر سالانهٔ نابودی عناصر غذایی K، P و N و ارزش پولی آن‌ها در هر واحد کاری و کل منطقه در اثر فرسایش

شمارهٔ واحد کاری	مساحت (ha)	نوع پوشش	جمع هدررفت (N,P,K) (کیلوگرم/سال)	جمع هدررفت (N,P,K) کیلوگرم/هکتار/سال	ارزش یا بهای هدررفت (N,P,K) (ریال/هکتار/سال)
۱	۲۷/۵۰	ج	۴۸۰/۶۰	۱/۷۷	۵۲۹۳/۳۳
۲	۲۸/۷۰	ج	۳۹۵/۷۴	۱۳/۷۷	۲۹۰۶۳/۰۶
۳	۳۰/۱۰	ج	۳۹۱/۵۲۲	۱۲/۰۲	۲۷۵۶۸/۷۳
۴	۳۸/۳۱	ج-ت	۹۹۶/۲۳	۲۶	۵۴۷۰۳/۴۲
۵	۳۸/۸۱	ج-ت	۹۰۸/۹۴	۲۳/۴۲	۶۰۶۶۳/۲۸
۶	۳۹/۷۱	ج-ت	۹۱۷/۵۳۶	۲۳/۰۹	۵۹۹۸۱/۵۸
۷	۴۲/۲۰	ج	۶۵۱/۵۳۸	۱۵/۴۲	۳۶۱۸۹/۲
۸	۴۲/۱۰	ج	۸۳۱/۰۸۷	۱۹/۵	۳۷۶۸۹/۹۷
۹	۴۳/۱۰	ج	۲۱۵/۸۱۹	۱۱/۰۲	۲۲۷۴۲/۷۲
۱۰	۴۹/۸۰	ج-ت	۱۵۲۵/۰۳۷	۳۰/۵۸	۵۹۶۹۵/۵۸
۱۱	۶۲/۵۸	ج	۷۱۸/۱۸۴	۱۱/۴۷	۲۶۳۳۶/۴۲
۱۲	۶۷/۲	ج	۱۰۸۸/۹۴۸	۱۶/۲۰	۲۸۳۸۳/۵
۱۳	۷۱/۰۷	ج-ت	۲۳۹۲/۳۷۸	۳۳/۶۵	۶۴۴۵۵/۴۹
۱۴	۸۳/۸۲	ج	۵۸۴/۷۳۵	۶/۹۷	۲۰۱۰۱/۸۲
۱۵	۸۶/۵۵	ج	۹۸۵/۸۰۶	۱۱/۳۹۰	۲۷۰۲۲/۵۱
۱۶	۸۹/۳۶	ج	۱۰۰۳/۲۳۵	۱۱/۲۳	۲۸۹۰۴/۲
۱۷	۱۲۱/۴۰	ج-ت	۴۴۸۱/۵۷۷	۳۶/۹۱	۷۷۲۴۹/۸۶
۱۸	۱۴۶/۳۷	ب	۲۴۶۶/۵۰۶	۱۶/۸۵	۳۵۶۷۳/۹۱
۱۹	۱۴۷/۶۸	ج	۲۵۶/۴۶۶	۱/۷۴	۳۵۹۵/۷۶
۲۰	۱۹۴/۵۹	ج	۳۳۴۶/۶۷۴	۱۷/۱۹۸	۳۲۹۷۴/۵۷
۲۱	۲۱۴/۵۵	ج	۵۴۳/۰۱۱	۲/۵۳۱	۷۵۸۰/۱۳
۲۲	۲۶۰/۷۸	ج-ت	۷۰۳۴/۵۴۹	۲۶/۹۷۵	۵۷۹۳۴/۳۴
۲۳	۲۷۲/۴۸	ج	۴۳۰۱/۱۵۱	۱۵/۷۸۵	۳۴۲۷۴/۹۴
۲۴	۳۰۷/۹۱۲	ب	۴۷۵۹/۱۹۹	۱۵/۴۵۶	۳۵۴۱۵/۴۵
۲۵	۴۶۴/۷۲۶	ج	۹۲۶/۷۷۹	۲/۰۰۱	۴۳۱۶/۳۷
۲۶	۸۹۸/۰۸۹	ج	۱۹۳۸۸/۶۷	۲۱/۵۸	۴۸۴۲۷/۷۹
۲۷	۶۹۰/۹۲۲	ج	۹۲۳۸/۸۴۹	۱۳/۳۷۲	۳۰۰۹۵/۹۶
۲۸	۸۸۶/۸۱۷	ج-ت	۱۷۹۱۸/۸۵۹	۲۰/۲۰۶	۴۰۵۵۴/۶۵
کل منطقه	۵۴۴۷/۴۶۸		۸۸۳۱۸/۸۳۸	۴۵۲/۱۹۰	۹۹۶۸۸۸/۶

ج: جنگلی، ج ت: جنگلی تخریب‌شده ، ب: بیرون‌زدگی سنگی

جدول۳- ارزش پولی عملکرد جنگل در جلوگیری از هدررفت عناصر غذایی در اثر فرسایش خاک

پوشش غیر جنگلی			پوشش جنگلی		
شمارهٔ واحد کاری	مقدار هدررفت عناصر غذایی N,P,K (کیلوگرم در هکتار)	ارزش یا بهای هدررفت عناصر غذایی N,P,K (ریال در هکتار)	شمارهٔ واحد کاری	مقدار عناصر غذایی هدررفته N,P,K (کیلوگرم در هکتار)	ارزش یا بهای هدررفت عناصر غذایی N,P,K (ریال در هکتار)
۴	۲۶/۰۰	۵۴۷۰۳/۴۲	۷	۱۹/۲۸	۳۶۱۸۹/۲
۵	۲۳/۴۳	۶۰۶۶۳/۲۸	۹	۵/۰۰۱	۲۲۷۴۲/۷۲
۶	۲۳/۰۹	۵۹۹۸۱/۵۸	۱۴	۶/۹۷	۲۰۱۰۱/۸۲
۱۰	۳۰/۵۸	۵۹۶۹۵/۵۸	۱۵	۱۱/۴۱۴	۲۷۰۲۲/۵۱
۱۳	۳۳/۶۵	۶۴۴۵۵/۴۹	۱۶	۱۱/۲۱۴	۲۸۹۰۴/۲
۱۷	۳۶/۹۱	۷۷۲۴۹/۸۶	۲۱	۲/۵۳۰	۷۵۸۰/۳۶
۲۲	۲۶/۹۸	۵۷۹۳۴/۳۴	۲۷	۱۳/۳۸۰	۳۰۰۹۵/۹۶
جمع	۲۰۰/۶۴	۴۳۴۶۸۳/۶۰	جمع	۶۹/۷۸۹	۱۷۲۶۳۶/۵۰

بر اساس پژوهش‌های صورت‌گرفته در منطقه، متوسط عمق (ارتفاع) خاک، ۲۰/۳ سانتی‌متر است. بر اثر رخداد فرسایش ویژه در این منطقه که ۶/۸ تن در سال است، ارتفاع خاکی که فرسایش می‌یابد و همراه رسوبات از منطقه خارج می‌شود به‌طور متوسط، سالیانه برابر ۰/۷ سانتی‌متر است. بنابراین با فرض عدم خاک‌زایی در منطقه، مدت زمان زوال خاک ۲۹ سال و هزینه (خسارت وارده به منطقه) در اثر هدررفت عناصر غذایی ناشی از فرسایش خاک در دوره ۲۹ سال، سالانه حدود ۵/۴۳۳ میلیارد ریال است. هزینهٔ فعلی کل در دورهٔ ۲۹ ساله با نرخ بهرهٔ ۱۰ درصد به سال صفر بر اساس فرمول فعلی‌کردن درآمدهای سالانه (سعید، ۱۳۸۰) برابر است با:

$$V0 = a \times \frac{(1+i)^t-1}{i(1+i)^t}$$

V0= هزینهٔ فعلی کل ، a= هزینهٔ ثابت سالیانه ، i = نرخ بهره ، t = مدت از بین رفتن خاک

بنابراین(V0) هزینهٔ فعلی کل ناشی از هدررفت مواد غذایی خاک با هزینهٔ ثابت سالانه ۵/۳۳ میلیارد در ۲۹ سال برابر ۵۰/۸۹۴ میلیارد ریال خواهد بود.

بحث

در این پژوهش، میانگین فرسایش ویژه در منطقه، حدود ۶/۸ تن در هکتار برآورد شده که از استاندارد جهانی (۵ تن در هکتار) (Furtan & Hosseini, 1995) بیشتر است. این موضوع نشان‌دهندهٔ لزوم حفاظت و احیای پوشش جنگلی در این منطقه و حفظ خاک به‌عنوان بستر تولید است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، میانگین فرسایش در این منطقه حدود ۵/۹ تن است (سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۸۱) که با نتیجهٔ به‌دست آمده در تحقیق حاضر همخوانی دارد و منعکس‌کنندهٔ روند تخریب خاک، منابع طبیعی و محیط زیست در این منطقه به واسطهٔ تخریب پوشش گیاهی و فرسایش خاک است.

بررسی خصوصیات واحدهای کاری در منطقهٔ سبزکوه نشان می‌دهد که واحدهایی که شدت فرسایش خاک در آنها زیاد است، به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی مانند نوع سنگ بستر (مارن) و رسوبات (رسوبات جوان حاشیهٔ رودخانه‌ای) به فرسایش حساس‌اند؛ در عین حال، پوشش جنگلی در این نقاط نیز در حال تخریب و نابودی است. این موضوع بیانگر تأثیر فرسایش خاک در پسرفت و تخریب پوشش گیاهی از یک سو و تأثیر پوشش گیاهی در حفظ خاک و جلوگیری از رخداد

فرسایش و تشدید آن است. یافتهٔ یادشده که بیانگر نقش و اهمیت پوشش جنگلی در حفظ خاک و ارزش آن است، با یافته‌های محققان دیگر مطابقت دارد (بهاروند، ۱۳۸۵)(Barbier & Bishop, 1995; Boardman *et al*., 2003, Alix *et al*., 2004).

با دادن نام نهاده به خاک و محاسبهٔ هزینه‌ها و قیمت‌های بازاری برای استفاده از نهاده‌های مصنوعی جبران‌کننده (کودهای مصنوعی) به‌جای نهاده‌های از دست‌رفته (عناصر غذایی خاک)، بهره‌گیری از رویکرد هزینهٔ جایگزینی ضروری می‌نماید که در این بررسی از آن استفاده شده است. نتایج ارائه‌شده در جدول ۲ گویای این مطلب است که در کل محدودهٔ مورد بررسی که شدت فرسایش در آن متوسط است، در صورت اجرا نشدن برنامه‌های مهار فرسایش، در مجموع سالانه ۸۸/۳ تن K، P و N در اثر فرسایش خاک از منطقه خارج می‌شود. هدررفت K، P و N به منزلهٔ کاهش حاصلخیزی است، چنانچه مسئول حفاظت خاک بخش توسعهٔ آب و خاک فائو به نقل از دولت استرالیا می‌نویسد که در اثر فرسایش ناشی از تخریب پوشش طبیعی، سالانه ۳۶۰۰ دلار خسارت به‌دلیل کاهش عناصر غذایی (N,P,K) و افت کیفیت اراضی به هر کشاورز وارد می‌شود (FAO, 1995). Richardson & King (1996) با تحقیق بر روی اثر پوشش جنگلی در فرسایش خاک، تلفات عناصر غذایی ازت، فسفر و پتاسیم را در اثر فرسایش خاک در هندوستان، به ترتیب ۶۴/۵، ۴/۷ و ۸۶ کیلوگرم در هکتار در سال برآورد کردند. ملاحظه می‌شود که همبستگی معنی‌داری بین فرسایش و هدررفت مواد غذایی خاک وجود دارد، به‌طوری که هدررفت سالانهٔ عناصر غذایی در کل منطقهٔ مورد بررسی با مساحت ۵۴۴۷ هکتار، سالانه حدود ۵/۴۳۳ میلیارد ریال به منطقهٔ مورد بررسی و حدود ۶۳ میلیارد ریال به کل منطقهٔ سبزکوه خسارت وارد می‌کند که این مقدار اگر برای سال صفر با نرخ بهرهٔ ذکرشده در قبل فعلی شود برابر ۵۹۰×۱۰^{۳} میلیارد ریال می‌شود. به‌عبارت دیگر خسارت ثابت سالیانهٔ وارد آمده فقط از نظر هدررفت عناصر غذایی N,P,K حدود ۹۹۶۸۸۸ریال در هکتار است. با در نظر گرفتن نرخ سود ملاحظه می‌شود که خسارت‌های فعلی‌شده برای سال صفر برای مدت ۲۹ سال بیش از هزینه ثابت سالیانه و برابر با ۹/۳۳ میلیون ریال خواهد بود .

مقایسهٔ مقدار هدررفت عناصر غذایی K ، P و N و خسارت ناشی از هدررفت آن‌ها در پهنه‌های جنگلی و بدون جنگل و جنگل‌های تخریب‌شده حاکی از این است که هر هکتار از جنگل‌های محدودهٔ مطالعاتی قادر است مانع از تحمیل حدود ۱۳۱۶۰۰ریال خسارت ناشی از فرسایش و هدررفت سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم شود. کریم‌زادگان (۱۳۷۹) این ارزش را برای هر هکتار از جنگل‌های غرب شیراز ۳۷۲۷/۳۰ ریال محاسبه کرد. همچنین ارزش نگهداری عناصر غذایی در ۱۴۵ کیلومتر مربع از جنگل‌های مانگرو، ۳/۴ میلیون دلار (هر هکتار حدود ۲۳۵ دلار) برآورد شده است (Hussain & Badola, 2008).

گفتنی است که در این پژوهش، ارزش بخشی از خدمات اکوسیستمی جنگل در ارتباط با جلوگیری از فرسایش خاک فقط از نظر نگهداری عناصر غذایی خاک بررسی شده است. در برآورد ارزش نگهداری خاک با رویکرد هزینهٔ جایگزینی باید هزینهٔ نیروی کار برای کودپاشی و هزینهٔ بازسازی و نوسازی خسارت‌های ناشی از فرسایش خاک نیز در محاسبات منظور شود (Predo *et al.*, 1997). بدیهی است با احتساب چنین مؤلفه-هایی رقم‌های یادشده افزایش چشمگیری می‌یابند و ارزش جنگل را از حیث حفاظت خاک و کاهش فرسایش بهتر نمایش می‌دهند، ضمن اینکه جنگل خدمات و کارکردهای محیط زیستی زیادی دارد که با برآورد آن‌ها در مجموع ارزش اقتصادی کل (TEV)[1] جنگل نمایان می‌شود. همان‌طور که ذکر شد، جنگل‌های زاگرس به واسطهٔ بهره‌برداری بی‌رویه و چرای دام در حال تخریب‌اند. در شرایط فعلی تراکم پوشش جنگلی در این منطقه، متوسط است. بنابراین (بدون در نظر گرفتن نرخ سود) در صورت حفظ و

[1]Total Economic Value

احیای چنین پوشش جنگلی و به‌دنبال آن حفظ عناصر غذایی خاک از وارد آمدن سالانه ۵/۴۳۳ میلیارد ریال خسارت جلوگیری می‌شود.

از پژوهش انجام‌شده و پژوهش‌های مشابه چنین می‌توان نتیجه گرفت که خدمات اکوسیستمی و از جمله خدمات و فواید هیدرولوژیک نقش مهمی در رفاه بشر در این سیاره دارند از این‌رو در فرایند تصمیم‌گیری باید برای سرمایه‌های طبیعی برآمده از این خدمات ارزش لازم را قائل شد. از آنجا که سرمایه‌های طبیعی و خدمات اکوسیستمی در آینده بیشتر زیر فشار قرار می‌گیرند و کمیاب‌تر می‌شوند، باید طرز استفاده و حفاظت از آن‌ها را دانست. ارزشگذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی تنها یک نقطهٔ شروع مناسب است.

منابع

بهاروند، فریبرز، ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کمی تغییرات استفاده از اراضی در تولید رسوب، مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز نوژیان خرم‌آباد، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ص۱۰۰.

پناهی، مصطفی، ۱۳۸۴. ارزشگذاری اقتصادی جنگل‌های خزری، رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۲۹۴.

سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۱. طرح جامع مطالعات استان چهارمحال بختیاری، مهندسین مشاور ورزبوم، ص۱۸۲.

سعید، ارسطو، ۱۳۸۰. نقش جنگل‌ها در اقتصاد ملی، دفتر بهره‌برداری و صنایع چوب، سازمان جنگل‌ها و مراتع، ص۲۱۰.

قدوسی، جمال، ۱۳۸۶. جزوهٔ درسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، ص۱۵۰.

قربانی، محمدحسین و صفدر حسینی، ۱۳۸۱. فقر مواد غذایی: نگرشی اقتصادی بر فرسایش خاک، مجلهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۴: ۱۴۷- ۱۵۷.

قلی‌اف، فرد، ۱۳۷۴. فرسایش در باغ‌های چای و راه‌های مبارزه با آن، مجلهٔ زیتون، ۱۲۷: ۳۰ - ۲۸.

مبرقعی، نغمه، ۱۳۸۷. ارزشگذاری اقتصادی اکوسیستم‌های جنگلی البرز، رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران، ص۲۱۰.

مشایخی، زهرا، ۱۳۸۶. ارزشگذاری اقتصادی اکوسیستم‌های جنگلی زاگرس در کاهش رواناب سریع به‌عنوان یک خدمت محیط زیستی (مطالعهٔ موردی: جنگل‌های بازفت استان چهار محال و بختیاری). پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص۱۳۶.

مهندسان مشاور بوم‌آباد، ۱۳۸۲. مطالعهٔ تعیین ارزش کارکردها و خدمات عمدهٔ غیرتجاری جنگل‌ها و مراتع کشور، گزارش مدیریتی، ص۲۹.

Alix, J., A. Janvry & E. Sadoulet, 2004. A Tale of Two Communities: Explaining Deforestation in Mexico, University of California at Berkeley, USA. PhD thesis, 325pp.

Allen S.A., 1989. Chemical analysis of ecological materials, University of Blackwell, London, 120pp.

Barbier, E. & J.T. Bishop, 1995. Economic Values and Incentives Affecting Soil and Water Conservation in Developing Countries, *Journal of Soil Water Conservation*, 45 (4):133-137.

Boardman, J., J. Poesen & R. Evans, 2003. Socio-economic factors in soil erosion and conservation. Environmental Change Institute, School of Geography and the Environment, University of Oxford, PhD thesis, 230pp.

FAO, 1995. Agricultural investment to promote improved capture and use of rainfall in dry land farming, FAO Investment Center Technical paper No.10, Rome.

Furtan W.H. & S.S. Hosseini, 1995. Economic and institutional considerations for soil depletion. *Journal of Sale Occasional*, 75(5): 1-10.

Hussain S.A. & R. Badola, 2008. Valuing mangrove ecosystem services: linking nutrient

retention function of mangrove forests to enhanced agro ecosystem production, *Journal of Soil Water Conservation*, 32(8):120-130.

Jackson M.L., 1967. Soil chemical analysis, Prentice Hall, New Delhi, PhD thesis, 320 pp.

Kummar H.M. & K. Honda, 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.

Montgomery, D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability, Department of Earth and Space Sciences, University of Washington, PhD thesis, 350 pp.

Predo, C., p. Grist, & K.R. Menz, 1997. Estimating the on-site cost of soil erosion in the Philippins: The replacement cost approach, Imperata project paper improving smallholder farming systems in Inpeata areas of Southeast Asia, 8: 25-36.

Richardson, C. & K.W. King, 1996. Erosion and nutrient losses from zero tillage on a clay soil, *journal of Agriculture Engineering Research*, 61: 81-86.

Walling, D.E. & T.A. Quine, 1993. Use of Cs-137 technique, Department of Geography, University of Exete, UK, PhD thesis, 350 pp.

Ward, P.J., H. Renssen, J.C.J.H. Aerts, R.T. Van Balen & J. Vandenberghe, 2009. The impact of land use and climate change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment, J. Geomerphology, 103: 389-400.

Economic valuation of soil nutrients retention function of Sabzkouh forests

F. Bakhtiari[1], M. Panahi[2], M. Karami[3], J. Ghoddusi[4], Z. Mashayekhi[*5] and M. Pourzadi[6]
[1]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2]Assistant Prof., Science & Research branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran, I. R. Iran
[3]Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[4]Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tarbiat Modares, I. R. Iran
[5]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[6]M.Sc. Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
(Received: 26 October 2008, Accepted: 22 April 2009)

Abstract
As a strong supporting tool, valuation of forest ecosystems' goods and services and estimating the costs of forest degradation and soil erosion are an effective remedy for planners and policy maker of environment. This could lead to restoration, preservation and choice of the best land uses.
This research was carried out in forest lands of Sabzkouh protected area (Chaharmahal-e-Bakhtiari province) located in Zagros forest. This study was conducted to assess the soil conservation and prevention of nutritional losses as the principle economic functions of the forest land; First, sub-catchments of the studied region were separated and the outflowing volume of each sub-catchment was measured with Erosion Potential Method (EPM), then N,P,K losses based on measured nutrients in non-eroded regions were determined as control. Finally, the economic cost of nutritional conservation based on forest coverage was calculated. Results showed that 452.19kg of N, P, K elements were annually lost due to soil erosion in degraded forests with a net present value of 103.75US$/ha/year. Also, nearly 88 tons of N,P,K elements were lost annually in 5447.648 hectares at the studied area due to soil erosion leading to decrease of fertility and undertaking the environmental costs about 56597 US$.

Key words: Soil erosion, Natural assets, Erode and non-eroded areas, Erosion Potential Method (EPM), Replacement cost Method.

[*]Corresponding author Tel: +98 913 2713424 Email: mashayekhi.zahra@gmail.com