Archive of SID

پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۹، از صفحه ۳ تا ۱۲

برآورد ارزش کارکرد حفاظت از مواد مغذی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی

نغمه مبرقعی *

* استادیار پژوهشکده علوم‌محیطی دانشگاه شهید بهشتی

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۳؛ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱۰/۲۷)

چکیده

با توجه به فرایند بسیار طولانی تشکیل خاک و نقش کلیدی آن به عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی، لزوم حفاظت از آن اجتناب‌ناپذیر است. یکی از مهم‌ترین خدمات و کارکردهای اکوسیستم جنگلی، ممانعت از فرسایش خاک و افزایش قدرت نگهداشت مواد مغذی در آن است که این موضوع بخصوص در مناطق پر شیب و کوهستانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که خدمت کنترل فرسایش خاک نیز همانند بسیاری از دیگر خدمات این اکوسیستم، فاقد بازاری برای تعیین ارزش آنهاست، در سال‌های اخیر روش‌های جدیدی به منظور برآورد این ارزش ابداع شده است. در مقاله حاضر ارزش عملکرد حفاظت از خاک در بخشی از جنگل‌های خزری برآورد شده است. نکته قابل ملاحظه در این برآورد مکاندار بودن ارزشگذاری است‌که امکان مقایسه ارزش در حوضه‌های مختلف آبخیز را فراهم می‌سازد. بدین منظور ابتدا میزان فرسایش و رسوب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل پسیاک اصلاح شده (MPSIC) در هر یک از زیرحوضه‌ها در وضعیت موجود بررسی شد و در ادامه با تدوین دو سناریو مبنی بر تبدیل جنگل طبیعی به جنگل تخریب یافته و مرتع فرسایش یافته، تغییرات در میزان فرسایش و رسوب مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه با انجام نمونه‌برداری از خاک و تجزیه آزمایشگاهی، تغییرات روی داده در میزان مواد مغذی خاک در هر وضعیت محاسبه شد و با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه خاک و استفاده از روش هزینه جایگزین، ارزش اکوسیستم جنگلی در نگهداری از مواد مغذی خاک در هر یک از سناریوها به تفکیک زیرحوضه‌ها برآورد شد. در پایان با استفاده از اطلاعات به دست آمده، نقشه ارزش خدمت اکوسیستمی نگهداشت مواد مغذی خاک، با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی بر حسب زیرحوضه‌ها در منطقه مورد مطالعه تهیه شد. محاسبه ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک مبین ارزش میانگینی معادل ۲۵۲ هزار ریال در هکتار برای این خدمت اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی است. ارزش این عملکرد با توجه به عواملی چون نوع خاک، میزان فرسایش و شیب حوضه در پنج زیرحوضه منطقه مطالعاتی متفاوت بوده و از حداقل ۲۱۲/۷۲ تا حد اکثر ۴۰۱/۸۴ هزار ریال در هکتار تغییر می‌کند. تفاوت فاحش میان میزان فرسایش در وضعیت طبیعی نسبت به هر یک از سناریوها حاکی از نقش کلیدی جنگل در کنترل فرسایش خاک است. همچنین تفاوت آشکار میان برآوردهای مربوط به زیرحوضه‌های مختلف، حاکی از رابطه مؤثر میان ساختار و عملکرد اکوسیستم است. ارزشگذاری مکاندار این خدمت اکوسیستمی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان به منظور حفاظت از منابع طبیعی قرار دهد و منجر به تدوین برنامه‌هایی دقیق‌تر در این زمینه شود.

کلید واژه‌ها: ارزش جنگل، خدمات اکوسیستمی، حفاظت خاک، مواد مغذی خاک، روش هزینه جایگزین، خیرود کنار.

* نویسنده مسئول: Email: n_mobarghei@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

سرآغاز

نرخ سالانه فرسایش خاک در ایران ۳۳ تن در هکتار گزارش شده که ۶/۵ برابر حد مجاز و استانداردهای بین‌المللی است (حسینی و قربانی، ۱۳۸۴). به گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۵ خسارت ناشی از فرسایش خاک در ایران در سال ۲۰۰۲ معادل ۲۸۴۰ میلیون دلار برآورد شده که این رقم ۲/۵ درصد از کل GDP ایران را در این سال تشکیل می‌دهد (World Bank 2005). این در حالی است‌که هزینه‌های سالانه فرسایش خاک در کشورهای مالاوی ۴/۸٪ و بورکینافاسو ۸/۸٪ از کل GDP این کشورها را شامل می‌شود (World Bank 2003). پدیده فرسایش، قشر سطحی خاک را که به واسطه فرایند خاکزایی و انباشت مواد آلی مملو از عناصر غذایی است از بین می‌برد و به مقدار زیادی باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود (حق‌نیا ۱۳۷۰). یکی از مهم‌ترین علل تشدید فرایند فرسایش خاک، عدم آگاهی از ارزش اقتصادی این موهبت اکوسیستمی است. منظور نکردن هزینه فرسایش خاک در تحلیل‌های هزینه-منفعت و استفاده از خاک به‌عنوان نهاده رایگان در فرایند تولید را می‌توان از مهم‌ترین عوامل تخریب فزاینده خاک به‌شمار آورد.

یکی از خدمات اکوسیستم‌های جنگلی، حفظ و نگهداری از عناصر غذایی خاک به واسطه کنترل و کاهش فرسایش است. جنگل‌ها نه فقط با تاج پوشش انبوه مانع از برخورد شدید قطرات باران با خاک می‌شوند، بلکه وجود ریشه درختان جنگلی در خاک نیز نقش مؤثری در استحکام‌بخشی و ممانعت از فرسایش ایفا می‌کند. در سال‌های اخیر به منظور دستیابی به برآوردی از ارزش خاک و سهم پوشش گیاهی در محافظت از این ارزش‌ها، روش‌هایی متداول شده است که یکی از رایج‌ترین آنها برآورد ارزش خاک برحسب ارزش مهم‌ترین عناصر غذایی موجود درخاک است. از میان عناصر غذایی خاک، برخی از اهمیت بیشتری برای گیاه برخوردارند و کمبود آنها عوارض مشخصی برای رشد گیاه به همراه خواهد داشت. در میان این عناصر، سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دارای اهمیت بیشتری بوده و اتفاق نظر عمومی در این رابطه وجود دارد، به‌طوری‌که در بسیاری از تحقیقات ملاک برآورد ارزش خاک، محاسبه ارزش این سه عنصر کلیدی در خاک منطقه است (ابراهیمی، ۱۳۷۸؛ بختیاری، ۱۳۸۶؛ Xue & Tisdell, 2001). در رابطه با نیتروژن، اتلاف و از بین رفتن آن در قسمت‌های سطحی خاک که مستعد فرسایش هستند و زمین‌های شیب‌دار از جمله مهم‌ترین عوامل کمبود آن در خاک می‌باشد (زرین‌کفش، ۱۳۶۸). فسفر و پتاسیم نیز به واسطه فرسایش براحتی از دسترس گیاه خارج می‌شوند. همچنین سه عنصر غذایی مذکور، به‌عنوان عناصر غذایی پر مصرف (ماکروالمان) از جمله مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد در خاک به‌شمار می‌روند، به‌طوری‌که اگر گیاهی دچار کمبود در هر یک از این سه عنصرغذایی شود، جذب سایر عناصر غذایی کم مصرف (میکرو المان) نیز در آن با اخلال مواجه خواهد شد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). در این مقاله با مقایسه نقش جنگل در نگهداشت این عناصر کلیدی در خاک به برآورد ارزش خدمت اکوسیستمی حفاظت از خاک در اکوسیستم‌های جنگلی پرداخته شده است.

برای اکوسیستم جنگلی تحقیقات متعددی در زمینه برآورد ارزش حفظ حاصلخیزی خاک در ایران و جهان انجام داده است. پناهی در ایران طبق نتایج تحقیقات انجام شده در سه ناحیه از جنگل‌های خزری، ارزش هر هکتار جنگل در حفاظت از مواد مغذی خاک را معادل ۹۲/۶ میلیون ریال در هکتار نشان می‌دهد (پناهی، ۱۳۸۴). همچنین نتایج مطالعات بختیاری نشان می‌دهد هر هکتار جنگل از وارد آمدن ۱۳۱۵۶۶/۷ ریال خسارت با فرسایش خاک و هدر رفت سه عنصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مناطق جنگلی زاگرس جلوگیری می‌کند (بختیاری، ۱۳۸۶).

در تحقیقی در جنگل‌های آمیخته پهن برگ و سوزنی برگ در چین، ارزش نگهداشت سه عنصر NKP به میزان ۳۱/۲۵ دلار در هکتار در سال برآورد شده است (Xue and Tisdell, 2001). تحقیق دیگری این میزان را ۵۳/۶ دلار در هکتار برای جنگل‌های استان زینگشان چین نشان می‌دهد (Gou et al, 2001). مطالعات کومار در ۲۰۰۳ در جنگل‌های هند ارزشی معادل ۴۷۵ دلار در هکتار را برای کاهش فرسایش خاک به روش هزینه جایگزین برآورد نموده است (Kumar, 2003). مطالعات آمور و همکاران در سال ۲۰۰۰ ارزشی معادل ۱۲ تا ۴۰ دلار در هکتار را سالانه برای حفاظت مواد مغذی خاک در جنگل‌های گواتمالا برآورد کرده است که برای این برآورد از دو روش هزینه جایگزین و هزینه اجتناب شده استفاده کرده است (Ammour et al, 2000). در مطالعه دیگری نیز بن در ۱۹۹۸ رقم ۶ دلار در هکتار را برای ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک با استفاده از روش هزینه جایگزین برآورد کرد (Bann, 1998). شایان ذکر است که تفاوت موجود میان رقم‌های برآورد شده در

www.SID.ir

Archive of SID

هر تحقیق از یک سو ناشی از تفاوت در روش‌ها و زمان انجام محاسبات و از سوی دیگر مربوط به آن‌است‌که در برخی از تحقیقات رقم برآورد شده سالانه است که بی‌شک نسبت به برآوردهایی که مربوط به کل مواد مغذی در خاک در طول سالیان متمادی است رقم کمتری به‌دست می‌دهد.

مواد و روش‌ها

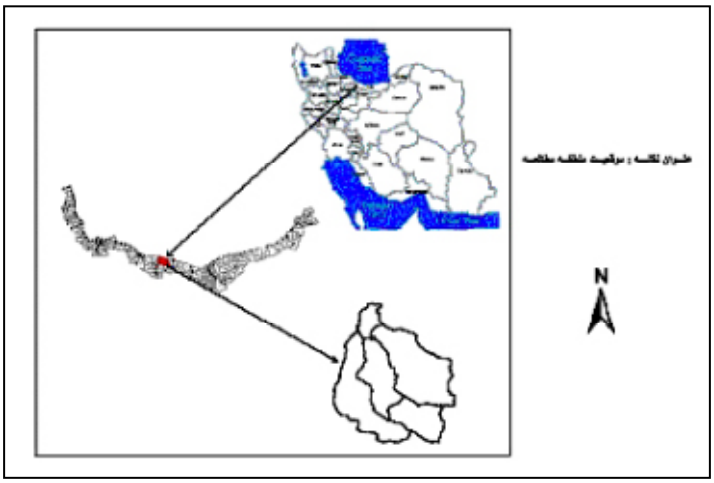
معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه آبخیز شماره (۱) از حوضه ۴۵ جنگل‌های خزری است‌که خود شامل ۵ زیرحوزه است. شکل (۱) موقعیت منطقه را در ایران و جنگل‌های خزری و همچنین جدول (۱) مشخصات هر یک از زیرحوضه‌ها را نشان می‌دهد.

منطقه مورد مطالعه دارای دو نوع کاربری جنگلی و مرتعی است که جدول (۲) درصد و مساحت هر یک از این دو کاربری را در زیرحوضه‌ها نشان می‌دهد.

جدول (۱): تقسیمات آبخیز شماره ۱ از حوضه ۴۵ جنگل‌های شمال (منطقه مورد مطالعه)

واحدهای هیدرولوژیکی	نام واحدها	مساحت (ha)
۱	خیرود کنار	۱۱۵۸/۲۱
۱-۱	خیرود کنار	۶۱۲۰/۰۰
۱-۱-۱	کلیک	۳۱۴۳/۵۶
۱-۲	ولارده	۳۹۱۹/۲۱
۱-۳	گلبند	۶۲۴۱/۵۱
کل منطقه	آبخیز شماره ۱	۲۰۵۸۲/۴۹



شکل (۱): موقعیت منطقه مطالعاتی نسبت به جنگل‌های خزری و کل کشور

روش پژوهش

در این تحقیق ابتدا میزان فرسایش خاک در هر یک از زیر حوضه‌ها در حالت طبیعی با استفاده از روش پسیاک اصلاح شده برآورد شد. در ادامه با فرض تخریب پوشش گیاهی طی دو سناریو میزان تخریب در هر یک از سناریو ها برآورد شد. سپس با محاسبه مقدار هر یک از عناصر غذایی سه گانه (نیتروژن، فسفر و نیتروژن) هدر رفته در هر سناریو و سهم جنگل و پوشش جنگلی در حفاظت از مواد مغذی خاک محاسبه گردید. در ادامه نیز با استفاده از روش هزینه جایگزین ارزش این عملکرد اکوسیستمی در منطقه مورد مطالعه برآورد و نقشه سازی شد.

معرفی مدل مورد استفاده برای تعیین میزان فرسایش و رسوب

مدل‌های بسیاری برای برآورد میزان رسوب و فرسایش استفاده می‌شوند که هر یک عوامل مختلفی را در سنجش این میزان مؤثر می‌دانند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل پسیاک اصلاح شده (M.P.S.I.A.C) اشاره کرد. در این مدل از ۹ عامل متعدد در محاسبه میزان فرسایش استفاده می شود. این عوامل عبارتند از زمین‌شناسی، خاک، آب و هوا، رواناب، پستی و بلندی، پوشش زمین، استفاده از زمین، وضعیت فعلی فرسایش در سطح حوضه آبخیز و فرسایش رودخانه‌ای. تجربه‌های متعدد در

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از این روش در ایران و جهان حاکی از دقت به نسبت مناسب آن در برآورد میزان فرسایش بوده است. (احمدی، ۱۳۷۸) با توجه به این‌که در این مدل برآورد میزان فرسایش بر حسب هر یک از عوامل متعدد و مؤثر در فرسایش صورت می‌گیرد، امکان بررسی میزان اثربخشی هر یک از عوامل در نتایج نهایی وجود داشته و می‌توان با تغییر ضرایب مربوط، که پس از انجام تحقیقات تجربی فراوان به‌دست آمده است، به نقش هر یک از عوامل به طور جداگانه پی برد. همچنین در این روش امکان برآورد میزان فرسایش به دو صورت کیفی و کمی وجود دارد. جدول (۳) عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب را در روش پسیاک اصلاح شده نشان می‌دهد.

جدول (۲): میزان پوشش جنگلی و مرتعی در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه (اداره کل منابع طبیعی نوشهر ۱۳۸۶)

واحد هیدرولوژیکی	درصدپوشش مرتعی	درصدپوشش جنگلی	مساحت مرتعی	مساحت جنگلی	درصد تراکم تاج پوشش
۱	۰	۱۰۰	۰	۱۱۵۸/۲۱	۹۸
۱-۱	۰	۱۰۰	۰	۶۱۲۰/۰۰	۹۷
۱-۱-۱	۲۵/۲	۷۴/۸	۷۹۲/۶	۲۳۵۰/۹۷	۹۴
۲-۱	۰	۱۰۰	۰	۳۹۱۹/۲۱	۹۷
۳-۱	۲۶/۸	۷۳/۲	۱۶۷۲/۷	۴۵۶۸/۸۱	۹۳
کل منطقه	۱۱/۶۸	۸۸/۰۲	۲۴۶۵/۳	۱۸۱۱۷/۲	–

جدول (۳): عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب به روش M. P.S.I.A.C (احمدی ۱۳۷۸)

شماره	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	حدود نمرات هر یک از عوامل	ویژگی‌های مهم هر یک از عوامل
۱	سنگ شناسی	۰-۱۰	نوع سنگ، سختی، خرد شدگی، حساسیت به فرسایش آبی، و تولید رسوب
۲	خاک	۰-۱۰	بافت خاصیت انقباض و انبساط، شوری، مواد آلی، ساختمان خاک
۳	آب و هوا	۰-۱۰	میانگین دما و بارش، شدت و مدت بارندگی، تواتر بارش
۴	رواناب	۰-۱۰	حجم آبدهی در واحد سطح، گروه‌های هیدرولوژیک خاک
۵	پستی و بلندی	۰-۲۰	شیب، ارتفاع، پستی و بلندی، وضعیت آبرفت‌ها و دشت‌های سیلابی
۶	پوشش سطح زمین	۰-۱۰	میزان پوشش گیاهی، تراکم تاج پوشش، میزان لاشبرگ
۷	استفاده از زمین	۰-۱۰	درصد اراضی زراعی، نوع کاربری سرزمین،
۸	وضعیت فعلی فرسایش در حوضه آبخیز	۰-۲۵	وضعیت منطقه از نظر میزان و انواع فرسایش شیاری، خندقی، و حرکت‌های توده‌ای
۹	فرسایش رودخانه‌ای	۰-۲۵	شیب متوسط بستر رودخانه، نوع سنگ بستر، نوع جریان، شیب هیدرولوژیک

یافته‌ها

با استفاده از مدل برآورد رسوب، میزان رسوب در هر یک از زیرحوضه‌ها در وضع موجود برآورد شد که نتایج آن در جدول (۴) ذکر شده است. از آنجا که با تغییر در میزان پوشش گیاهی، میزان فرسایش و رسوب به طور محسوسی تغییر خواهد کرد، با بروز تغییر در میزان پوشش گیاهی، امتیازات مربوط به میزان رواناب، پوشش گیاهی، نحوه استفاده از اراضی، فرسایش در سطح حوضه و فرسایش آبراهه‌ای و انتقال رسوب تغییر کرده و این تغییر در نهایت منجر به افزایش میزان فرسایش خواهد شد. به منظور برآورد نقش اکوسیستم جنگلی در کاهش میزان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۴): میزان رسوب‌دهی در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مطالعاتی (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیکی	مساحت (km^2)	جمع امتیازات ۹ گانه	$Q_s = 38.77 R^{0.035} e$ میزان رسوب ($m^3/km^2/y$)	حجم رسوب در هر حوضه (m^3/y)	تولید رسوب Ton/km^2	کلاس فرسایش
۱	۱۱/۵۸۲۱	۵۱/۵۶	۲۳۵/۶۲۶۲	۲۷۲۹/۰۴۶۴	۳۰۶/۳۱۴۱	کم
۱ -۱	۶۱/۲۰۰۰	۳۶/۵	۱۳۹/۰۹۳۵	۸۵۱۲/۵۲۵۴	۱۸۰/۸۲۱۶	کم
۱ -۱ -۱	۳۱/۴۳۵۶	۴۳/۹	۱۸۰/۲۱۴۳	۵۶۶۵/۱۴۴۹	۲۳۴/۲۷۸۶	کم
۲ -۱	۳۹/۱۹۲۱	۴۰/۹	۱۶۲/۲۵۱۳	۶۳۵۸/۹۷۱۶	۲۱۰/۹۲۶۸	کم
۳ -۱	۶۲/۴۱۵۱	۴۰/۷	۱۶۱/۱۱۹۵	۱۰۰۵۸/۲۹۳۹	۲۰۹/۴۵۵۴	کم
کل حوضه	۲۰۵/۸۲۴۹	-	۸۷۸/۳۰۵۰	۳۳۳۲۱/۹۸۲۵	۱۱۴۱/۷۹۶۵	کم

جدول (۵): میزان فرسایش و رسوب با فرض تبدیل اکوسیستم موجود به جنگل مخروبه (یافته‌های تحقیق)

واحد هید رولوژیکی	مساحت (km^2)	جمع امتیازهای عوامل ۹ گانه	حجم رسوب بر حسب ($m^3/km^2/y$)	میزان رسوب ($ton/km^2/y$)	ضریب رسوب‌زایی	میزان فرسایش ($ton/km^2/y$)	میزان فرسایش کل در هر یک از زیرحوضه‌ها (ton/y)
۱	۱۱/۵۸۲۱	۸۴/۸	۷۵۴/۱۹۱۸	۹۸۰/۴۴۹۴	۰/۴۱	۲۳۹۱/۳۴	۲۷۶۹۷
۱-۱	۶۱/۲۰۰۰	۷۰/۴	۴۵۵/۶۱۴۴	۵۹۲/۲۹۸۷	۰/۳۳	۱۷۹۴/۸۴	۱۰۹۸۴۴
۱-۱-۱	۳۱/۴۳۵۶	۷۱/۹	۴۸۰/۱۷۳۱	۶۲۴/۲۲۵۱	۰/۳۶	۱۷۳۳/۹۵	۵۴۵۰۸
۲-۱	۳۹/۱۹۲۱	۷۳/۲	۵۰۲/۵۲۵۷	۶۵۳/۲۸۳۴	۰/۳۷	۱۷۶۵/۶۳	۶۹۱۹۹
۳-۱	۶۲/۴۱۵۱	۶۸/۹	۴۳۲/۳۱۷۱	۵۶۲/۰۰۵۲	۰/۳۳	۱۷۰۳/۰۴	۱۰۶۲۹۶

جدول (۶): میزان فرسایش و رسوب با فرض تبدیل اکوسیستم موجود به مرتع فرسایش یافته (یافته‌های تحقیق)

واحد هید رولوژیکی	مساحت (km2)	جمع امتیازهای عوامل ۹ گانه	حجم رسوب بر حسب (m3/km2/y)	میزان رسوب (ton/km2/y)	ضریب رسوب‌زایی	میزان فرسایش (ton/km2/y)	میزان فرسایش کل در هر یک از زیرحوضه‌ها (ton/y)
۱	۱۱/۵۸۲۱	۱۱۲/۸	۲۰۰۹/۵۱۱	۲۶۱۲/۳۶۴	۰/۴۱	۶۳۷۲	۷۳۸۰۱
۱-۱	۶۱/۲۰۰۰	۹۹/۹	۱۲۷۹/۴	۱۶۶۳/۲۲	۰/۳۳	۵۰۴۰	۳۰۸۴۴۸
۱-۱-۱	۳۱/۴۳۵۶	۹۹/۹	۱۲۷۹/۴	۱۶۶۳/۲۲	۰/۳۶	۴۶۲۰	۱۴۵۲۳۲
۲-۱	۳۹/۱۹۲۱	۱۰۱/۷	۱۳۶۲/۵۹۶	۱۷۷۱/۳۷۴	۰/۳۷	۴۷۸۷	۱۴۹۳۱۶
۳-۱	۶۲/۴۱۵۱	۹۸/۴	۱۲۳۱/۹۶۵	۱۵۷۴/۱۵۴	۰/۳۳	۴۷۸۲	۲۹۸۴۶۹

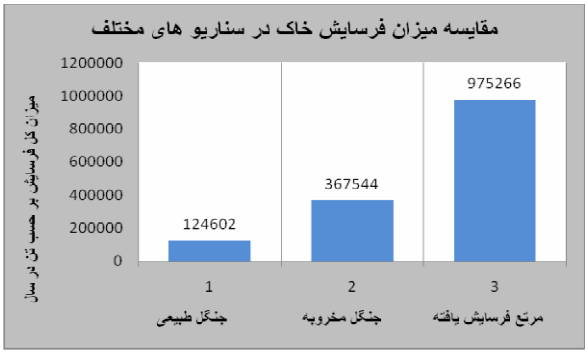
www.SID.ir

Archive of SID

فرسایش، با تدوین دو سناریو، امتیازهای مربوط در دو حالت برآورد شد. در سناریوی اول فرض بر این‌است‌که منطقه مورد مطالعه از وضعیت موجود که جنگلی انبوه و با تراکم متوسط تاج پوشش بالاتر از ۹۵٪ است، به جنگلی مخروبه با تراکمی بین ۲۰- ۳۰ ٪ تبدیل شود. در سناریوی دوم نیز فرض شده است که تمامی درختان در اکوسیستم جنگلی قطع شده و منطقه به مرتع فرسایش یافته تبدیل شد. با توجه به موجود بودن امتیاز هر یک از عوامل در مدل پسیاک در وضعیت‌های مختلف کاربری زمین، می‌توان امتیازهای مربوط به عوامل مختلف را درمورد هر یک از سناریوهای فوق برآورد کرد (احمدی، ۱۳۷۸). جداول (۵ و ۶) نتایج این برآورد را در هر یک از سناریوها نشان می‌دهد.

همان‌گونه‌که در جدول (۵) مشخص است میزان حجم رسوب تولیدی در مقایسه با وضعیت طبیعی، افزایش چشمگیری نشان می‌دهد. این موضوع در جدول (۶) نیز که برآورد میزان فرسایش و رسوب، در صورت تبدیل اکوسیستم طبیعی به مرتع فرسایش یافته را نشان می‌دهد نیز بخوبی مشهود است. همان‌طور که در شکل شماره (۲) مشخص است میزان فرسایش خاک در صورت تبدیل جنگل از حالت طبیعی به جنگل مخروبه، ۱۹۴ درصد و در صورت تبدیل از جنگل طبیعی به مرتع فرسایش یافته، ۶۸۲ درصد افزایش نشان می‌دهد.

به‌منظور برآورد ارزش هدر رفت مواد غذایی و در واقع نقش جنگل در ممانعت از این هدر رفت و حفاظت از مواد غذایی، لازم است تا میزان عناصر غذایی منتخب (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) در خاک منطقه مطالعاتی در هر یک از چهار وضعیت جنگل طبیعی، جنگل فرسایش یافته، مرتع طبیعی و مرتع فرسایش یافته اندازه‌گیری شود. بدین‌منظور چندین نمونه‌برداری از زیرحوضه‌های مختلف منطقه مطالعاتی صورت گرفت. نتایج مربوط به آنالیز خاک در وضعیت جنگل طبیعی در جدول (۷) ذکر شده است. تجزیه و تحلیل مربوط در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک انجام گرفته است.



شکل(۲): مقایسه میزان فرسایش خاک در سناریوهای مختلف (یافته‌های تحقیق)

به‌منظور ارزشگذاری خدمت اکوسیستمی حفظ مواد مغذی خاک از روش هزینه جایگزین استفاده شد. در این روش ارزش کالاها و خدمات اکوسیستمی بر حسب هزینه لازم برای تامین کالاها و خدمات انسان‌ساخت به عنوان جانشینی برای این خدمات محاسبه می‌شود. از آنجا که به منظور جبران مواد مغذی هدر رفته ناشی ازفرسایش خاک نیاز به افزودن کودهای شیمیایی است، ارزش بازاری این کودها می‌تواند برآوردی از ارزش خدمت اکوسیستمی کنترل فرسایش خاک توسط اکوسیستم جنگلی به دست دهد. بدین منظور از نرخ بازاری این کودها برای ارزشگذاری استفاده شده است. از آنجا که در ایران دولت یارانه سنگینی برای این‌گونه کودهای شیمیایی می‌پردازد به منظور انجام محاسبه از نرخ واقعی این کودها بدون در نظر داشتن یارانه استفاده شده است. جدول (۸) مبین این نرخ است.

جدول (۷): نتایج مربوط به آنالیز خاک در شش ناحیه مختلف از منطقه مورد مطالعه در وضعیت جنگل طبیعی در عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک (یافته‌های تحقیق)

شماره پروفیل	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	هدایت الکتریکی	مواد آلی (درصد)	ازت (درصد)	فسفرقابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm
نمونه شماره ۱	۲۰	۳۶	۴۴	۷۴/۰	۴/۸۱	۰/۳۳	۱۸	۴۵۰
نمونه شماره ۲	۲۲	۴۰	۳۷	۱۸/۱	۵/۲۳	۰/۳۶	۳۵	۳۹۰
نمونه شماره ۳	۲۹	۳۴	۳۷	۵۲/۰	۰/۴۵	۰/۶۸	۲۶	۳۸۰
نمونه شماره ۴	۲۱	۴۱	۳۸	۰/۴۸	۳/۲۳	۰/۶	۲۶	۳۵۰
نمونه شماره ۵	۹	۳۹	۴۲	۱/۰۱	۰/۹۵	۰/۱۵	۲۲	۳۱۰
نمونه شماره ۶	۳۰	۴۸	۲۲	۱/۱۱	۵/۲۳	۰/۳	۱۷	۵۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

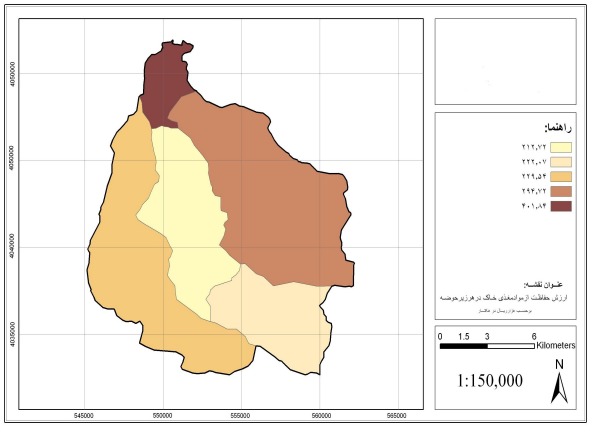
جدول (۸): قیمت یارانه‌ای و قیمت واقعی هر یک از کودهای شیمیایی محتوی نیتروژن فسفر و پتاسیم (شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، ۱۳۸۷)

نام کود	قیمت یارانه‌ای کیلوگرم/ ریال	قیمت واقعی (غیریارانه‌ای) کیلوگرم/ ریال
اوره	۴۵۰	۱۴۰۰
سوپر فسفات تریپل	۵۱۵	۱۰۰۰۰
کلرور پتاسیم	۴۱۰	۶۵۰۰

بدین‌ترتیب با ضرب نرخ واقعی هر یک از کودهای سه گانه در میزان عناصر حفاظت شده با اکوسیستم جنگلی میزان ارزش در هکتار حفاظت شده، در هر یک از زیرحوضه‌ها برآورد شد. جدول (۹) نتایج محاسبات را نشان می‌دهد.

بنابراین میزان ارزش سالانه نگهداری از سه ماده مغذی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک در صورت تبدیل جنگل به جنگل مخروبه، ۷۰۴ میلیون ریال و در صورت تبدیل منطقه به مرتع فرسایش یافته، ۵۱۹۸ میلیون ریال خواهد بود. به عبارت دیگر در سناریوی اول (تبدیل به جنگل مخروبه) به طور متوسط ارزش خدمت اکوسیستمی نگهداشت مواد مغذی در هر هکتار از منطقه مطالعاتی سالانه ۳۴۲۱۳ ریال و این مبلغ در سناریوی دوم سالانه ۲۵۲۵۳۰ ریال است.

از آنجا که هدف از این مطالعه دستیابی به برآوردی از ارزش خدمت نگهداشت مواد مغذی با اکوسیستم جنگلی است، بنابراین از ارزش‌های برآورد شده در سناریوی دوم یعنی تبدیل منطقه مورد مطالعه به مرتع فرسایش یافته، یا به عبارت دیگر حذف کامل پوشش گیاهی، به منظور نقشه‌سازی مکانی این خدمت استفاده شده است. شکل (۳) چگونگی توزیع فضایی این ارزش را در هر یک از زیرحوضه‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. میزان ارزش هریک از مواد به تفکیک واحدهای هیدرولوژیک نیز در جدول (۱۰) ذکر شده است. بررسی نقشه نشان می‌دهد که واحد هیدرولوژیک شماره یک با ارزش در هکتاری معادل ۴۰۱/۸۴ ریال از بیشترین میزان ارزش در زمینه حفاظت خاک برخوردارند و واحد هیدرولوژیک شماره ۱ تا ۲ با ارزش در هکتاری معادل ۲۱۲/۷۲ ریال ارزش بسیار کمی در زمینه حفاظت خاک دارند.



شکل (۳): چگونگی توزیع فضایی ارزش حفاظت از خاک در هر یک از زیرحوضه های منطقه

بحث و نتیجه‌گیری

محاسبه ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک مبین ارزش میانگینی معادل ۲۵۲ هزار ریال، یا ۲۷ دلار در هکتار برای این خدمت اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی است. با توجه به شکل (۳) مشخص می‌شود که ارزش این عملکرد با توجه به عواملی چون نوع خاک، میزان فرسایش و شیب حوضه در پنج زیرحوضه منطقه مطالعاتی متفاوت است و از حداقل ۲۱۲/۷۲ تا حداکثر ۴۰۱/۸۴ هزار ریال در هکتار تغییر می‌کند. نتایج این مطالعه با نتایج آمور و همکاران که به طور خاص به برآورد این خدمت اکوسیستمی یعنی جلوگیری از هدر رفت مواد مغذی خاک پرداخته است، مشابهت دارد. مطالعه آمور و همکاران به برآورد ارزشی معادل ۱۲ تا ۳۰ دلار در هکتار برای عملکرد حفظ مواد مغذی خاک انجامیده است (Ammour et al, 2000). همچنین مطالعات امیر نژاد نیز ارزشی معادل ۲۴/۲ دلار در هکتار را برای این خدمت اکوسیستمی برآورد کرده است (امیرنژاد، ۱۳۸۴). نتایج مربوط به برآورد ارزش این خدمت اکوسیستمی در جنگل‌های خزری ایران حاکی از نقش بسیار مؤثر اکوسیستم‌های جنگلی در کنترل فرسایش و حفاظت از مواد مغذی خاک است. همچنین محاسبه این ارزش به تفکیک زیرحوضه‌ها و وجود تفاوت آشکار میان برآورد مربوط به زیرحوضه‌های مختلف حاکی از رابطه مؤثر میان ساختار و عملکرد اکوسیستمی است. از سوی دیگر ارزشگذاری مکاندار این خدمت اکوسیستمی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان بهره‌برداری و حفاظت از منابع طبیعی قرار

www.SID.ir

Archive of SID

دهد و منجر به تدوین برنامه‌هایی دقیق‌تر در این زمینه شود. شایان ذکر است در تحقیق حاضر فقط یکی از چندین خدمت اکوسیستمی فاقد بازار مربوط به اکوسیستم‌های جنگلی ارزشگذاری شد. مسلماً ارزشگذاری سایر خدمات غیربازاری اکوسیستم‌های جنگلی رقم‌های غیر قابل تصوری در رابطه با ارزشهای نهفته این اکوسیستم‌ها به دست خواهد داد که می‌تواند زمینه‌ساز تحقیقات بعدی در این ارتباط باشد. زیرا به منظور وارد کردن این ارزش‌ها در تحلیل‌های هزینه- منفعت لازم است کلیه ارزش‌ها، شامل ارزش‌های استفاده ای و غیراستفاده‌ای مدنظر قرار گیرند.

جدول (۹): میزان عناصرغذایی و ارزش ریالی هدر رفت آنها در هر یک از سناریو ها (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیکی	سناریو ۱						سناریو ۲					
	میزان هدر رفت فسفر قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت پتاسیم قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت ازت (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت فسفر قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت پتاسیم قابل جذب (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)	میزان هدر رفت ازت (ton/y)	ارزش کل (هزار ریال)
۱	۰/۳	۳۰۰۰	۳/۲	۲۰۸۰۰	۲۲/۸	۳۱۹۲۰	۱/۱۲	۱۱۲۰۰	۲۰/۳	۱۳۱۹۵۰	۲۳۰/۲	۳۲۲۲۸۰
۱-۱	۱/۲	۱۲۰۰۰	۱۲/۸	۸۳۲۰۰	۹۱/۵	۱۲۸۱۰۰	۴/۷۳	۴۷۳۰۰	۸۵/۸	۵۵۵۷۵۰	۸۵۷/۷	۱۲۰۰۷۸۰
۱-۱-۱	۰/۴۲	۴۲۰۰	۶/۷	۴۳۵۵۰	۳۵/۵	۴۹۷۰۰	۱/۶۹	۱۶۹۰۰	۳۸/۱	۲۴۷۶۵۰	۳۰۹/۷	۴۳۳۵۸۰
۲-۱	۰/۷۴	۷۴۰۰	۷/۸	۵۰۷۰۰	۵۶/۲	۷۸۶۸۰	۲/۱۸	۲۱۸۰۰	۳۹/۶	۲۵۷۴۰۰	۳۹۶/۱	۵۵۴۵۴۰
۳-۱	۰/۷۷	۷۷۰۰	۱۳/۳	۸۶۴۵۰	۶۹	۹۶۶۰۰	۳/۴۴	۳۴۴۰۰	۷۹	۵۱۳۵۰۰	۶۳۲	۸۸۴۸۰۰
کل حوضه	۳/۴۵	۳۴۵۰۰	۴۳/۸	۲۸۴۷۰۰	۲۷۵	۳۸۵۰۰۰	۱۳/۱۶	۱۳۱۶۰۰	۲۶۲/۸	۱۷۰۸۲۰۰	۲۳۹۸/۷	۳۳۵۸۱۸۰
ارزش عناصر حفاظت شده در هر سناریو	۷۰۴ میلیون ریال						۵۱۹۸ میلیون ریال					

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۰): ارزش جنگل در حفاظت از مواد مغذی اصلی به تفکیک واحدهای هیدرولوژیک (یافته‌های تحقیق)

واحد هیدرولوژیک	مساحت هر واحد هیدرولوژیک (ha)	ارزش حفاظت از فسفر (ha / هزار ریال)	ارزش حفاظت از پتاسیم (ha / هزار ریال)	ارزش حفاظت از نیتروژن (ha / هزار ریال)	ارزش کل حفاظت از سه ماده مغذی (ha / هزار ریال)
۱	۱۱۵۸/۲۱	۹/۶۷	۱۱۳/۹۲	۲۷۸/۲۵	۴۰۱/۸۴
۱-۱	۶۱۲۰	۷/۷۲	۹۰/۸۰	۱۹۶/۲۰	۲۹۴/۷۲
۱-۱-۱	۳۱۴۳/۵۶	۵/۳۷	۷۸/۷۸	۱۳۷/۹۲	۲۲۲/۰۷
۲-۱	۳۹۱۹/۲۱	۵/۵۶	۶۵/۶۷	۱۴۱/۴۹	۲۱۲/۷۲
۳-۱	۶۲۴۱/۵۱	۵/۵۱	۸۲/۲۷	۱۴۱/۷۶	۲۲۹/۵۴
کل منطقه	۲۰۵۸۲/۴۹	۶/۳۹	۸۲/۹۹	۱۶۳/۱۵	۲۵۲/۵۳

یادداشت ها

1. Pacific South- west Inter-Agency Committee

فهرست منابع

ابراهیمی، ر. ۱۳۷۸. بررسی مقدار هدررفت عناصر غذایی پر مصرف (**NPK**) در اثر فرسایش در اراضی چایکاری شرق گیلان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

احمدی، ح. ۱۳۷۸. ژئومرفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ سوم، ۶۸۸ صفحه.

اداره کل منابع طبیعی نوشهر. ۱۳۸۶. مطالعات طرح جامع جنگلداری چند منظوره حوضه آبخیز ۴۵ گلبند.

امیرنژاد، ح. ۱۳۸۴. تعیین ارزش کل اقتصادی اکوسیستم جنگل‌های شمال ایران با تأکید بر ارزشگذاری زیست‌محیطی و ارزش‌های حفاظتی، رساله دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

بختیاری، ف. ۱۳۸۶. ارزشگذاری اقتصادی منابع خاک جنگل زاگرس. مطالعه موردی عرصه‌های جنگلی منتخب استان چهارمحال و بختیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته محیطزیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

پناهی، م. ۱۳۸۴. ارزشگذاری اقتصادی جنگل‌های خزری. مطالعات موردی در سه حوضه جنگلداری چوب و کاغذ مازندران، خیرود کنار وچوب و کاغذ گیلان. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران .

حسینی، ص.؛ قربانی، م. ۱۳۸۴. اقتصاد فرسایش خاک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ اول.

حق نیا، غ. ۱۳۷۰. مهندسی آب و خاک (چاپ اول) انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

زرین کفش، م. ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. چاپ اول انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۹ صفحه.

ملکوتی، م. ج.؛ طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

Bann, C. 1998. Turkey Forest Sector Review. Global Environmental Overlays Program. Final Report Washington DC: World Bank.

Guo, Z.; Xiao, X.; Gan, Y. and Zheng, Y. 2001. Ecosystem functions, Services and their values a case study in Xingshan county of China. Ecological Economics 38:141- 154.

Kumar, P. 2003. Economics of soil Erosion. Concept publishing company. New Delhi.

World Bank. 2003. A Review of the Valuation of Environmental Costs and Benefits in World Bank Projects. Environmental Economics Series.

World Bank. 2005. Islamic Republic of Iran Cost: Assessment of Environmental Degradation, Rural Development, Water and Environment Department Middle East and North African Region.

Xue, D. and Tisdell, C. 2001. Valuing ecological functions of biodiversity in changbaishan Mountain Biosphere Reserve in Northeast China. Biodiversity and conservation 10: 467- 481.

www.SID.ir