فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۳، شماره ۱، صفحه ۱۷۶-۱۶۱ (۱۳۹۵)

برآورد ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک (مطالعه موردی: تهم زنجان)

حسن یگانه[۱*]، حسین آذرنیوند[۲]، ایرج صالح[۳]، حسین ارزانی[۲] و حمید امیرنژاد[۴]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران، پست الکترونیک: hybadrabadi@gmail.com
۲- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- دانشیار، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران
۴- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۵

چکیده

یکی از مهمترین خدمات و کارکردهای اکوسیستم مرتعی، کارکرد حفظ خاک است که این موضوع به‌ویژه در مناطق پرشیب و کوهستانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که کارکرد حفاظت خاک نیز همانند بسیاری از دیگر خدمات این اکوسیستم، فاقد بازاری برای تعیین ارزش آنهاست، در سال‌های اخیر روش‌های جدیدی به‌منظور برآورد این ارزش ابداع شده است. در این مقاله ارزش عملکرد حفاظت از خاک در حوزه آبخیز تهم زنجان برآورد شده است. بدین‌منظور ابتدا میزان فرسایش و رسوب در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل EPM در هریک از زیرحوضه‌ها در وضعیت موجود بررسی شد. در ادامه با انجام نمونه‌برداری از خاک و تجزیه آزمایشگاهی، میزان مواد مغذی خاک محاسبه شد و با استفاده از نتایج حاصل از تجزیه خاک و استفاده از روش هزینه فرصت، ارزش اکوسیستم مرتعی در نگهداری از مواد مغذی خاک به تفکیک زیرحوضه‌ها برآورد شد. همچنین به‌منظور تعیین کارکردهای کاهش میزان از دست رفتن اراضی و کنترل رسوبات از رویکرد هزینه فرصت استفاده شد. جمع‌بندی ارزش اقتصادی کل کارکردهای حفاظت خاک در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که ارزش اکوسیستم‌های مرتعی منطقه تهم حدود ۱/۴۴ میلیارد ریال در سال برآورد شد که ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع برای کارکردهای حفاظت خاک نیز حدود ۱۰۴ هزار ریال تعیین شد. در میان تیپ‌های گیاهی منطقه مورد تحقیق، تیپ *Feov-Asmi-Brto* با ارزش ۱۷۱ هزار ریال در هکتار در سال بیشترین ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک را دارد.البته ارزش‌گذاری خدمات حفظ خاک اکوسیستم مرتع می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار مدیران و برنامه‌ریزان به‌منظور حفاظت از منابع طبیعی قرار دهد و منجر به تدوین برنامه‌هایی دقیق‌تر در این زمینه شود.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی مرتع، خدمات اکوسیستمی، حفاظت خاک، روش هزینه فرصت و حوزه آبخیز تهم.

مقدمه

خاک سرمایه اصلی منابع زیست محیطی است و معمولاً کارکردهای آن فراموش می‌شود. خاک از تخریب سنگ‌ها تشکیل می‌شود و رفته رفته با به هم پیوستگی مواد آلی گیاهان و جانوران و انتشار مواد معدنی در خاک، حاصلخیز می‌شود. انسان‌ها نیز مانند تمامی ارگانیسم‌های متکی به زمین، برای کالاهای مادی ضروری و خدمات اکوسیستمی به خاک متکی هستند. خاک یکی از مؤلفه‌های مهم دارایی‌های کشورهاست. زیرا ایجاد آن از صدها سال تا صدها هزار سال طول می‌کشد ولی در عرض چند سال می‌توان آن را تخریب کرد. تمدن‌ها از زمین قدرت گرفته‌اند و بعکس. بنابراین به نظر می‌رسد کاهش توانایی تولید از طریق مدیریت نامناسب، موجبات نابودی جوامع رو به رشد را فراهم آورده باشد. امروزه میزان تولید یکی از عوامل مهم

و تعیین‌کننده وضعیت اقتصادی کشورها و به‌ویژه در مورد کشورهای فقیر یکی از عوامل تعیین‌کننده دورنمای توسعه آینده آنها به‌شمار می‌آید (امیرنژاد و عطائی، ۱۳۹۰).

از دیدگاه اقتصادی، خاک در زمره منابع طبیعی بر قدرت ملی یک کشور مؤثر بوده و به‌عنوان محوری عمده در قدرت اقتصادی ارزیابی می‌شود. متوسط فرسایش خاک در ۱۲۶ میلیون هکتار از عرصه کشور برابر یک میلی‌متر کاهش سطح کل در سال است. این رقم بسیار قابل توجه بوده و ارزش اقتصادی بیش از صدها میلیارد ریال را شامل می‌شود. تنش‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی به‌ویژه تنش‌های حاصل از مهاجرت‌های روستاییان و عشایر نیز تا حد زیادی به این موضوع مرتبط می‌باشد (مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۷). از طرف دیگر، رشد روزافزون جمعیت در ایران و به دنبال آن مصرف بیشتر مواد غذایی، بهره‌برداران را به استفاده از اراضی شیب‌دار حساس به فرسایش واداشته و این از دلایل عمده تخریب منابع طبیعی بشمار می‌رود. یکی از مهمترین علل تشدید فرایند فرسایش خاک، عدم آگاهی از ارزش اقتصادی این موهبت اکوسیستمی است. البته 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 بشمار آورد.

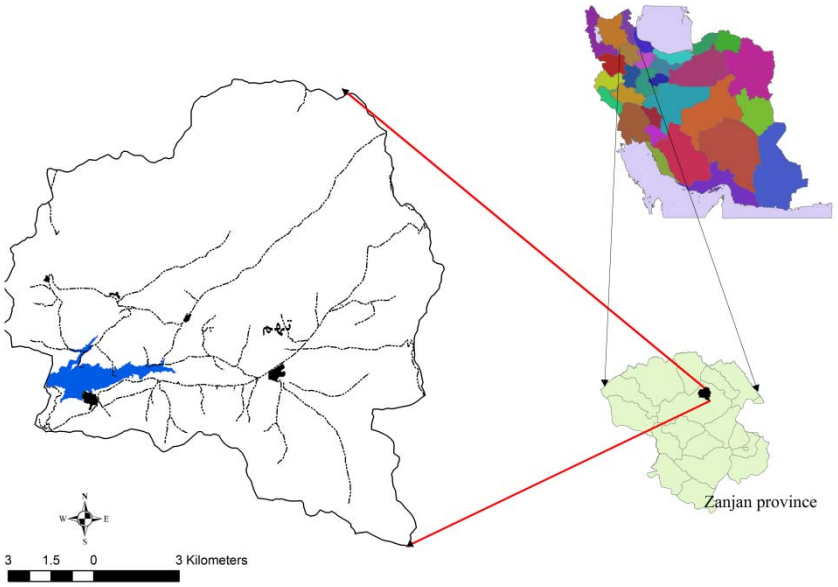
البته نقش پوشش گیاهی مرتع در کاهش فرسایش و رسوب فقط به قسمت فوقانی و بیرونی گیاهان محدود نمی‌شود، بلکه ریشه‌های گیاهان نیز در این زمینه نقشی حساس دارند، زیرا ریشه‌های گیاهان با نفوذ در اعماق خاک زمین موجبات چسبندگی خاکدانه‌های راه را به خود فراهم می‌کنند و مانع متلاشی‌شدن آنها به هنگام ریزش‌های جوی می‌شوند. مراتع همچنین نقش بسیار مهمی در جلوگیری از پرشدن مخازن سدها دارند. تخریب مراتع و پوشش گیاهی آن، موجب برهم خوردن تعادل هیدرولوژیکی، فرسایش خاک و تشکیل رسوبات و در نهایت پرشدن مخازن سدها می‌گردد و مشکلات و نابسامانی‌های غیرقابل اجتنابی را درپی دارد، ازجمله آنها موارد زیر قابل ذکرند: کاهش عمر مفید سدهای ذخیره‌ای، افزایش هزینه طراحی و احداث سدهای بزرگ، افزایش هزینه تصفیه آب مشروب بعلت وجود مواد معلق بیش از حد در سدها، انباشه شدن رسوبات در شبکه آبیاری و افزایش هزینه لایروبی، تقلیل ظرفیت نظام‌های آبیاری و زهکشی پایین‌دست و افزایش مواد فرسایش‌یافته بر روی آنها (رحیمی، ۱۳۸۲). بنابراین مطالعات نقش پوشش گیاهی مرتع را در حفظ و جلوگیری از فرسایش و رسوب نشان می‌دهد و لزوم ارزیابی و ارزش اقتصادی مرتع را در جلوگیری از فرسایش مشخص می‌کند. البته مطالعات خیلی کمی ارزش حفاظت خاک در حوزه‌های آبخیز مرتعی را تعیین کردند، در این میان می‌توان به گزارش معاونت آبخیزداری جهاد سازندگی (۱۳۸۲) اشاره کرد که حجم خسارتهای اقتصادی حاصل از تخریب و فقدان مدیریت آبخیزها را برابر نه میلیارد ریال برآورد کرده است. موسوی (۱۳۹۰) نیز برای تعیین نقش پوشش گیاهی مرتع در جلوگیری از فرسایش، سه کارکرد مرتع در حفاظت خاک شامل حفظ حاصلخیزی، کنترل رسوبات و کاهش میزان از دست رفتن اراضی را در مراتع نیمه‌استپی حوزه آبخیز طالقان مورد بررسی قرار داد. نتایج وی نشان داد که کارکرد کنترل رسوبات بیشترین ارزش اقتصادی را دارا بوده و ۶۲/۹ درصد از ارزش کل کارکرد حفاظت خاک را شامل می‌شود. وی ارزش کل کارکرد حفاظت خاک را ۴۱۵/۲۵ میلیون ریال در سال و ارزش هر هکتار مرتع را ۱۵۹۹۵/۲ ریال برآورد کرد. در ایران تاکنون بررسی‌های کمی در مورد برآورد اقتصادی خسارتها و هزینه‌های ناشی از فرسایش خاک به‌ویژه در مراتع نیمه‌استپی زنجان انجام شده است تا سهم آن از رخداد و گسترش فرسایش خاک در تولید ناخالص ملی (GNP: Gross National Product) مشخص گردد. یکی از دلایل و یا چالش‌های عمده در عدم تحقق این امر، نبود شاخص‌های لازم و روش یا روش‌های دستیابی به شاخص‌های تعیین ارزش اقتصادی آنها می‌باشد. بنابراین در این مطالعه سعی شده است با الگوبرداری از نتایج تحقیقات انجام شده در نقاط مختلف جهان، روش یا شیوه محاسبه کار برای تعیین کمی ارزش اقتصادی هدر

رفت خاک در اثر رخداد فرسایش در اکوسیستم‌های مرتعی ارائه شود تا از این طریق ابزار لازم در اختیار مدیران و کاربران سطح کشور قرار گیرد. در این تحقیق سعی شده است که کارکردهای مهم حفاظت خاک در اکوسیستم‌های مرتعی تهم با استفاده از روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز تهم با مساحت ۱۶۲۸۶/۳ هکتار در استان زنجان، در شهرستان زنجان قرارگرفته است. حوزه آبخیز تهم از سرشاخه‌های حوزه آبخیز زنجان‌رود می‌باشد و در موقعیت جغرافیایی بین ″۰۰′۳۷ و °۴۸ تا ″۰۰′۱۷ و °۴۸ طول شرقی و ″۰۰′۵۳ و °۳۶ تا ″۰۰′۴۶ و °۳۶ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط حوزه ۲۳۰۰ متر، حداکثر ارتفاع حوزه ۲۸۹۸ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۱۹۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. از نظر هیدرولوژیکی حوزه مطالعاتی تهم یکی از سرشاخه‌های رودخانه زنجان‌رود می‌باشد که این نیز از زیرحوضه‌های آبخیز قزل‌اوزن می‌باشد. مراکز عمده جمعیتی حوزه عبارتند از: روستاهای تهم، خشکه‌رود، گله رود و طاهرآباد.



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان زنجان

در منطقه مورد مطالعه سه طرح مرتع‌داری تهم، طاهرآباد، خشکه‌رود و گلهرود وجود دارد که کل حوزه آبخیز تهم را پوشش می‌دهد. در کل مراتع منطقه براساس این سه طرح، ۲۰۷ بهره‌بردار وجود دارد که بصورت مشاع از مراتع بهره‌برداری می‌کنند. براساس مطالعات، تعداد کل دام موجود در حوضه، به تعداد ۱۶۹۱۱ رأس عنوان شده است (اداره کل منابع طبیعی استان زنجان، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵).

جدول ۱- تعداد دام موجود و مجاز در حوزه آبخیز تهم به تفکیک (رأس)

طرح مرتع‌داری	دام موجود				دام مجاز	تعداد بهره‌بردار
	گوسفند	بز	گاو و گوساله	سایر احشام	جمع دام موجود		
تهم	۵۳۶۸	۱۰۰۳	۱۲۵۵	۱۰۵۵	۸۶۸۱	۴۶۱۸	۱۴۰
طاهرآباد	۷۹۵	۰	۲۷۰	۱۸۰	۱۲۴۵	۱۱۰۰	۲۹
گلهرورد	۲۵۹۰	۰	۹۵۵	۰	۴۵۴۵	۴۴۵۰	۳۸
خشکه‌رود	۱۶۰۰	۸۰۰	۴۰	۰	۲۴۴۰	–	–
جمع	۱۱۳۵۳	۱۸۰۳	۲۵۲۰	۱۲۳۵	۱۶۹۱۱	۱۰۱۶۸	۲۰۷

روش تحقیق

- برآورد میزان فرسایش و رسوب در سطح منطقه

روش‌های مختلفی برای بررسی فرسایش خاک ارائه شده است، در این تحقیق با توجه به لایه‌های اطلاعاتی در دسترس، مطالعه فرسایش خاک با استفاده از روش EPM (Erosion potential method) انجام شد. در این روش چهار مشخصه، شامل ضریب فرسایش (Ø)، ضریب کاربری اراضی (Xa)، ضریب حساسیت خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه (I) در واحدهای مختلف اراضی یا در شبکه‌های ایجاد شده در نقشه مورد بررسی قرار می‌گیرد (احمدی، ۱۳۸۶ و رفاهی، ۱۳۸۲). بر اساس این روش، شدت فرسایش برای هر واحد اراضی یا شبکه با استفاده رابطه ۱ تعیین می‌شود.

رابطه ۱ $$Z= Xa.Y\ (Ø+I^{1/2})$$

Z- ضریب شدت فرسایش، Xa- ضریب استفاده از زمین، Y- ضریب حساسیت خاک به فرسایش، Ø - ضریب فرسایش و I - شیب متوسط حوزه بر حسب درصد. پس از تعیین شدت فرسایش، می‌توان با استفاده از محاسبه (Z) وضعیت فرسایش را در حوزه آبخیز به صورت کیفی طبقه‌بندی کرد (جدول ۲).

جدول ۲- طبقه‌بندی شدت فرسایش

شدت فرسایش	طبقه‌بندی فرسایش	ارزش حد Z	ارزش متوسط Z
خیلی شدید	I	Z >۱	۱/۲۵
شدید	II	۱ > Z >۰/۷۱	۰/۸۵
متوسط	III	۰/۷ > Z >۰/۴۱	۰/۵۵
کم	IV	۰/۴ > Z >۰/۲	۰/۲
خیلی کم	V	۰/۱۹ > Z	۰/۱

در این روش برای بیان ارتباط ضریب شدت فرسایش با میزان کمی فرسایش (فرسایش ویژه) رابطه ۲ ارائه شده است:

رابطه ۲ $$W_{sp}=T.H.\pi.Z^{1.5}$$

که: W_{sp}: میانگین سالانه فرسایش ویژه بر حسب مترمکعب در کیلومتر مربع در سال، T : ضریب درجه حرارت که از رابطه $T=(t/10+0.1)^{0.5}$ به‌دست آمده و در آن t میانگین درجه حرارت سالانه است، H: ارتفاع متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی‌متر، Z: ضریب شدت فرسایش و π: عدد پی(۳/۱۴) می‌باشد. معمولا مقدار رسوبی که در محل خروجی رودخانه اندازه‌گیری می‌شود از خاک

فرسایش یافته در سطح حوزه آبخیز کمتر است. زیرا ممکن است مقدار زیادی از خاک فرسایش یافته در نقطه دیگری از حوزه رسوب کند و به همین دلیل لزوم تعیین ضریب رسوب‌دهی حوزه ضرورت دارد (احمدی، ۱۳۸۷).

$$Ru = 4(P \cdot D)^{0.5} / (L+10) \qquad \text{رابطه ۳}$$

که: Ru= ضریب رسوب‌دهی حوزه آبخیز، P= محیط حوزه آبخیز برحسب km، L= طول حوزه آبخیز به کیلومتر (منظور طویل‌ترین طول یا طول آبراهه اصلی است) و D= متوسط اختلاف ارتفاع در سطح حوزه، و در نهایت با استفاده از رابطه ۴ میزان رسوب کل حوزه محاسبه می‌شود.

$$G_S = G_{SP} \cdot F \quad \text{و} \quad G_{SP} = W_{SP} \cdot Ru \qquad \text{رابطه ۴}$$

G_{SP}= دبی رسوب ویژه بر حسب مترمکعب در کیلومتر مربع در سال، G_S= دبی رسوب کل حوزه بر حسب مترمکعب در سال، F= مساحت حوزه آبخیز بر حسب کیلومتر مربع

– ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک

با توجه به گستردگی ابعاد اثرات کنترل فرسایش توسط اکوسیستم‌های طبیعی، کارکردهای کاهش میزان از دست رفتن اراضی، میزان رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آبی و حفظ عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است.

– کارکرد کاهش میزان از دست رفتن اراضی

در هر کاربری با توجه به نوع پوشش گیاهی آن مقداری خاک فرسایش پیدا می‌کند. اختلاف فرسایش در یک کاربری با یک کاربری دیگر نشان می‌دهد که آن کاربری چه مقدار خاک را کمتر فرسایش داده است. بعبارت دیگر، آن کاربری نسبت به کاربری دیگر چه مقدار خاک را حفاظت کرده است. بنابراین، مقدار حفاظت خاک توسط اکوسیستم مرتعی از اختلاف فرسایش در اراضی مرتعی و دیمزارهای کم بازده رهاشده برآورد شد (*Guo et al., 2000*؛ Jing & *Zhiyuan, 2011*؛ مولایی، ۱۳۸۸ و موسوی، ۱۳۹۰):

$$S_t = S_D - S_R \qquad \text{رابطه ۵}$$

که در آن S_t مقدار کاهش فرسایش خاک به وسیله مرتع برحسب m^3/Km^2 در سال است، S_D و S_R به‌ترتیب مقدار فرسایش خاک در اراضی دیمزار کم بازده و مرتعی بر حسب m^3/Km^2 در سال است.

در این مطالعه برای برآورد ارزش اقتصادی نقش پوشش گیاهی مرتعی در کنترل فرسایش، تلاش شد تا نقشه‌های زمین‌شناسی، طبقات شیب، کاربری اراضی و تیپ‌های مرتعی منطقه پس از کنترل، رویهم‌اندازی شدند و نقشه واحدهای همگن تهیه شد. لازم به ذکر است که دیمزارهای کم بازده و رهاشده در منطقه تهم عموماً دارای پوشش گیاهی ناچیز بوده و در برخی مناطق به حال خود رها شده‌اند. این عرصه‌ها به‌عنوان مبنای مقایسه برای برآورد کارکرد پوشش گیاهی مرتعی در کنترل فرسایش مورد توجه قرار گرفتند. البته منابع زیادی بر نقش اکوسیستم مرتع در مقایسه با دیمزارها در کنترل فرسایش خاک تأکید دارند (احمدی ایلخچی و همکاران، ۱۳۸۱؛ یوسفی فرد و همکاران، ۱۳۸۴؛ Tiessen. و Ronggui، ۲۰۰۲؛ Erskine و همکاران، ۲۰۰۲؛ سکوتی اسکوئی و همکاران، ۱۳۸۴). تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی و انجام عملیات خاک‌ورزی، شدت تخریب‌پذیری را در این خاک‌ها افزایش می‌دهد. البته مدیریت غلط و تغییر کاربری اراضی مراتع شیب‌دار به دیمزار در حوزه آبخیز تهم زنجان باعث فرسایش آبی شدیدی شده است. پس از تعیین خاک حفظ شده توسط اکوسیستم مرتع، میزان آن را در مساحت مرتع ضرب کرده و میزان کل خاک حفظ شده توسط مرتع محاسبه شد.

$$S = S_t \times A \qquad \text{رابطه ۶}$$

A مساحت اکوسیستم مرتع می‌باشد. اگر عمق خاک مناسب برای زراعت در منطقه d متر (بطور متوسط ۳۰ سانتی‌متر) باشد، از تقسیم S بر آن مقدار خاکی که می‌توانست برای زراعت مورد استفاده قرار گیرد ولی به دلیل

فرسایش قابل استفاده نیست (S_d) بدست آمد (Xue & Tisdell, 2001).

$$S_d=S/d$$ رابطه ۷

چنانچه هر هکتار خاکی که به دلیل فرسایش قابل استفاده نیست، می‌توانست برای زراعت مورد استفاده قرار گیرد و سالانه R ریال سود خالص ایجاد کند، ولی به دلیل فرسایش و غیر قابل استفاده بودن خاک، این مقدار درآمد از دسترس جامعه خارج می‌شود، در نتیجه ارزش حفاظت خاک با استفاده از رهیافت هزینه فرصت برابر خواهد بود (Xue & Tisdell, 2001).

$$V_{SD}=S_d\times R$$ رابطه ۸

که در آن V_{SD} ارزش میزان از دست رفتن اراضی و R سود خالص هر هکتار زمین است که در آن زراعت انجام می‌شود. با توجه به اینکه دیمزارهای منطقه عمدتاً به کشت گندم، جو و یونجه اختصاص یافته است متوسط سود خالص این محصولات در منطقه زنجان مبنای محاسبات قرار گرفت.

کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک

(Protection of soil fertility)

یکی از کارکردهای مهم اکوسیستم‌های مرتعی، حفظ خاک‌های حاصلخیز است، به‌ویژه در مناطق پرشیب کوهستانی با بروز هر اختلالی در آن، از سطح زمین جدا شده و باعث از دست رفتن توان طبیعی اراضی می‌شود. آفریقا و بخش‌های وسیعی از آسیا بطور سنتی، بیشترین ارقام فرسایش را بخود اختصاص می‌دهند. بابیر و بیشاپ (۱۹۹۵)، تخمین زده‌اند که هزینه تخریب اراضی در کشورهای در حال توسعه گاه تا ۱۵ درصد از تولید ناخالص ملی می‌رسد. در تعیین ارزش این کارکرد، فرض بر بدون تغییر ماندن سایر عوامل (اقلیم، آفات، بیمارها، مقادیر کود، مدیریت زراعی، فن‌آوری و غیره) و کاهش برداشت محصول فقط در اثر فرسایش است. پس از تعیین واحدهای کاری و میزان فرسایش و رسوب با روش EPM در واحدهای کاری و تعیین میزان خاک حفظ شده توسط اکوسیستم مرتع، مرحله بعدی برآورد میزان عناصر اصلی غذایی موجود در خاک می‌باشد.

در این پژوهش، ارزش اقتصادی حفظ حاصلخیزی خاک‌های مرتعی مبتنی بر ارزش مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم به‌عنوان سه عنصر تعیین کننده حاصلخیزی خاک در اثر فرسایش می‌باشد تا از این راه هزینه خسارت ناشی از رخداد فرسایش خاک تعیین شود. از این‌رو، برای محاسبه مقدار عناصر غذایی مذکور در خاک‌های منطقه در محدوده مورد بررسی، موقعیت هر واحد کاری با استفاده GPS روی زمین مشخص شد. سپس از خاک سطحی (با توجه به عمق خاک زراعی و افق A در منطقه تا عمق ۲۰ سانتیمتر نمونه‌برداری شد) (بختیاری، ۱۳۸۶؛ مبرقعی، ۱۳۸۹؛ حسینی و قربانی، ۱۳۸۴) در هر واحد کاری، سه نمونه گرفته شد و مقادیر ازت (N)، پتاسیم (K) و فسفر (P) آنها اندازه‌گیری شد. برای تعیین ازت کل در نمونه‌های خاک از دستگاه کجلدال (Jackson, 1967)، فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر و روش Curtz و پتاسیم از دستگاه فلیم‌فتومتر (Jackson, 1967) و روش عصاره‌گیری از استات آمونیوم استفاده شد. با برآورد هزینه‌های لازم برای جایگزین کردن عناصر از دست رفته خاک (N,P,K) در زمین می‌توان به برآورد ارزش اقتصادی خاک در اکوسیستم‌های مرتعی پراخت. به عبارت دیگر، با اندازه‌گیری تغییرات پدیدآمده در مقادیر ازت، فسفر و پتاسیم که بعلت برنامه‌های مدیریتی 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 در اختیار قرار خواهد گرفت. برای جبران کمبود خاک از نظر کودهای ازت، فسفات و پتاسیم به‌ترتیب کودهای اوره $CO(NH_4)_2$، منوفسفات آمونیوم $NH_4H_2PO_4$ و سولفات پتاسیم K_2SO_4 یا SOP، مورد توجه قرار گرفت (Bishop, 1999).

پس از تعیین مقدار رسوب خاک حفظ شده توسط اکوسیستم مرتع، کل مواد غذایی از دست رفته خاک بدلیل فرسایش در سال nام را با استفاده از رابطه ۹، برآورد شد:

$$D_{un}=S\times M_n$$ رابطه ۹

در رابطه فوق، D_{un} مقدار عنصر u از دست رفته در

سال nام، S میزان رسوب خاک و M_n نسبت غنای رسوب در سال nام (درصد هریک از عناصر مورد نظر در رسوب) می‌باشد. جمع کل نابودی مواد غذایی در سال nام، از رابطه ۱۰ برآورد شد:

$$A_n = D_{nN} + D_{nP} + D_{nK}$$ رابطه ۱۰

با در نظر گرفتن قیمت کودهای جانشین برای جبران عناصر از دست رفته خاک، ارزش اقتصادی عناصر با استفاده از رابطه ۱۱ برآورد شد (Jing & *Zhiyuan, 2011* و مولایی، ۱۳۸۸):

$$V = (P_N D_N + P_P D_P + P_K D_K)$$ رابطه ۱۱

در رابطه (۱۱)، P_N , P_P , P_K به‌ترتیب قیمت کودهای جانشین برای عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن و V ارزش اقتصادی کل عناصر می‌باشد (Bishop, 1999).

کارکرد کنترل رسوبات و کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب (Decrease of soil deposit)

یکی دیگر از ابعاد جانبی منفی و شناخته شده در مورد فرسایش خاک، رسوب‌گذاری در مخازن آب، تأسیسات برق‌آبی و یا کانال‌های آبیاری و آبراهه‌های موجود در مناطق پایین‌دست است. رسوب‌گذاری مخزن سدها بدان سبب انجام می‌شود که با احداث سد بر روی رودخانه‌ها، خصوصیات هیدرولیکی جریان آب و ظرفیت حمل رسوب تغییرکرده و سرعت ورود آب به مخزن بعلت افزایش سطح مقطع کاهش می‌یابد. رسوب‌گذای سبب کاهش ظرفیت رودخانه‌ها و کانال‌ها، ایجاد مشکل در تصفیه‌خانه‌ها، خسارت به تأسیسات سد شامل دریچه‌ها و توربین‌ها، تخریب در پایاب سد و از بین رفتن آبزیان می‌شود (مهدوی، ۱۳۷۸). وجود اکوسیستم مرتعی علاوه بر کاهش میزان فرسایش، از حمل بخشی از رسوبات فرسایش یافته نیز جلوگیری کرده، در نتیجه طول عمر مخازن پایین‌دست و کانال‌ها افزایش می‌یابد. در این قسمت به‌منظور تعیین کارکرد فوق از رویکرد هزینه فرصت استفاده شده است. در این روش، ارزش کارکرد مراتع در کنترل رسوب با هزینه‌های پرداخت شده به‌منظور دستیابی به همان کارکرد برابری می‌کند. در این مطالعه هزینه ساخت یک مترمکعب سد بتونی در کشور به‌عنوان هزینه فرصت در تعیین ارزش کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب، مورد استفاده قرار می‌گیرد (عباسی‌فر، ۱۳۸۷ و مولایی، ۱۳۸۸).

نتایج

نتایج ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک

ارزش اقتصادی کارکرد میزان از دست رفتن اراضی

در این مطالعه برای برآورد ارزش اقتصادی نقش پوشش گیاهی مرتعی در کنترل فرسایش، نقشه‌های زمین‌شناسی، طبقات شیب، کاربری اراضی و تیپ‌های مرتعی منطقه پس از کنترل، رویهم‌اندازی شدند و نقشه واحدهای همگن تهیه شد. مجموع مقادیر کنترل خاک در برابر فرسایش در اثر وجود پوشش مرتعی در منطقه برابر با ۳۷۲۳۴/۲ مترمکعب در سال می‌باشد. این میزان را می‌توان به‌عنوان نقش مرتع در کنترل فرسایش و کاهش میزان از دست رفتن خاک قلمداد کرد. بررسی داده‌های سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان (شهرستان زنجان) بیانگر آن است که میانگین سود خالص سالانه حاصل از کشت تناوبی یک هکتار محصول دیم در سال ۱۳۹۱ (گندم، جو و یونجه دیم) برابر با ۳۶۹۷۳۳۳ ریال می‌باشد. با توجه به محاسبات انجام شده، مساحت کاهش یافته عدم استفاده از زمین به وسیله اکوسیستم مرتع برابر ۱۲ هکتار در سال بدست آمد. ارزش اقتصادی کارکرد کاهش میزان از دست رفتن اراضی در اثر وجود پوشش مرتعی حدود ۴۵/۸ میلیون ریال برآورد شد. مبلغ محاسبه شده (۴۵/۸ میلیون ریال در سال) برابر با هزینه فرصت اکوسیستم‌های مرتعی منطقه در کاهش میزان عدم استفاده از اراضی می‌باشد که در صورت عدم وجود این اکوسیستم‌ها هر ساله از دسترس خارج می‌شود. بنابراین با تقسیم این مبلغ بر مساحت اکوسیستم‌های مرتعی منطقه، ارزش کارکرد عدم استفاده از اراضی توسط هر هکتار از مراتع در مقایسه با دیمزارهای کم بازده به میزان ۳۳۲۷ ریال به‌دست می‌آید. همچنین ارزش اقتصادی این کارکرد در تیپ‌های مرتعی نیز محاسبه شده که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- ارزش اقتصادی کارکرد کاهش میزان از دست رفتن اراضی در سطح تیپ‌های مرتعی منطقه

تیپ گیاهی	مساحت (هکتار)	میزان خاک حفظ شده (m^3/y)	سطح حفظ شده (هکتار)	ارزش سالانه کارکرد (ریال)
Asmi-Acsq-Agli	۱۸۹۶/۸۸	۵۱۲۷/۷۹	۱/۷۱	۶۳۱۷۲۵۳/۷۵
Asmi-Agli	۴۷۹۸/۲۲	۱۰۱۵۷/۷۱	۳/۳۹	۱۲۵۱۸۸۱۳/۲۴
Asmi-Feov-Brto	۱۷۴۰/۷۰	۴۸۲۲/۵۵	۱/۶۱	۵۹۴۵۲۵/۷۲
Asmi-Stba	۱۳۶۲/۰۱	۳۵۸۹/۹۴	۱/۲۰	۴۴۲۴۴۰۵/۴۳
Feov-Asmi-Brto	۳۹۹۴/۷۷	۱۳۵۳۸/۲۴	۴/۵۱	۱۶۶۸۵۱۳۳/۹۶
جمع	۱۳۷۹۲/۵۸	۳۷۲۳۴/۲۴	۱۲/۴۱	۴۵۸۸۹۱۳۲

ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک

در منطقه مورد مطالعه سالانه توسط اکوسیستم مرتع ۳۷۲۳۴/۲۴ مترمکعب برابر ۵۵۹۲۷/۱۳ تن خاک در مقابل فرسایش حفظ می‌شود. تغییرات NPK در واحدهای همگن خاک و میزان عناصر حفظ شده توسط مرتع برحسب کیلوگرم در جدول ۴ آورده شده است. در حوزه آبخیز تهم اکوسیستم‌های مرتعی سالانه از هدرفت ۶۱۲۰۷/۷ کیلوگرم نیتروژن (۴/۴ کیلوگرم در هکتار)، ۱۲۸۶/۶ کیلوگرم فسفر (۰/۰۹ کیلوگرم در هکتار) و ۲۰۸۰۹/۲ کیلوگرم پتاسیم (۱/۵۱ کیلوگرم در هکتار) جلوگیری می‌کنند. بنابراین تخریب اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم باعث می‌شود سالانه میزان مواد غذایی قابل توجهی (NPK) از دسترس خاک خارج شود.

جدول ۴- متوسط میزان عناصر مغذی نیتروژن (**N**)، فسفر (**P**) و پتاسیم (**K**) در واحدهای همگن خاک

واحدهای همگن	متوسط میزان عناصر مغذی در واحدهای همگن			میزان عناصر حفظ شده توسط مرتع برحسب کیلوگرم در منطقه		
	N(gr/kg)	P(gr/kg)	K(gr/kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Asmi-Agli-EK2	۱/۶۲	۰/۰۳	۰/۴۲	۳۶۸۲/۱	۶۹/۱۱	۹۴۲/۷
Asmi-Agli-EK4	۱/۵۵	۰/۰۳	۰/۴۹	۴۰۱۵/۷	۶۵/۲۳	۱۲۷۸/۴
Asmi-Feov-Brto-EK4	۰/۷۶	۰/۰۱	۰/۳۲	۳۲۸/۲	۶/۴۳	۱۴۰/۱
Asmi-Feov-Brto-Eav2	۰/۹۸	۰/۰۲	۰/۲۵	۴۷۸/۱	۹/۱	۱۲۲/۳
Asmi-Feov-Brto-Eav4	۱/۰۹	۰/۰۲	۰/۳۲	۱۴۳۸/۶	۲۷/۵۱	۴۲۷/۲
Asmi-Feov-Brto-Eav3	۱/۰۶	۰/۰۳	۰/۳۳	۱۳۶۹	۳۷/۵۹	۴۳۴
Asmi-Feov-Brto-EK3	۱/۲۸	۰/۰۳	۰/۵	۳۳۶۹/۳	۶۷/۸۳	۱۳۱۳/۹
Asmi-Agli-EK.a3	۱/۰۸	۰/۰۱	۰/۲۲	۱۰۸۷/۵	۱۳/۹۳	۲۲۰/۲
Asmi-Feov-Brto-EK.a3	۱/۳۳	۰/۰۲	۰/۲۸	۷۹۲/۷	۱۳/۸۷	۱۶۴/۳
Asmi-Agli-Eav3	۰/۵۹	۰/۰۱	۰/۱۳	۱۶۵۷/۵	۳۵/۲۹	۳۵۸/۳
Asmi-Agli-Eav2	۰/۷۵	۰/۰۱	۰/۲۲	۶۵۱/۱	۱۲/۰۶	۱۹۱/۱
Feov-Asmi-Brto-Eav3	۱/۳۱	۰/۰۳	۰/۴۵	۱۶۹۳۰/۲	۳۹۵/۹	۵۷۷۱/۹
Feov-Asmi-Brto-Eav4	۰/۷۵	۰/۰۲	۰/۳	۳۹۵۶/۹	۱۱۲/۶	۱۵۷۴/۲
Feov-Asmi-Brto-EK3	۲/۵۱	۰/۰۴	۰/۶۷	۱۷۳۷	۲۴/۸۱	۴۶۳
Feov-Asmi-Brto-EK4	۲/۱۷	۰/۰۲	۰/۴۵	۲۵۲۰/۱	۲۴/۸۱	۵۲۶/۴
Asmi-Agli-EK1	۰/۷۴	۰/۰۱	۰/۲	۲۷۷/۴	۳/۵۳	۷۶/۱۵
Asmi-Agli-EK.a1	۰/۹۱	۰/۰۲	۰/۲	۷۶۲/۷	۱۴/۶	۱۶۷/۴۴

واحدهای همگن	متوسط میزان عناصر مغذی در واحدهای همگن			میزان عناصر حفظ شده توسط مرتع برحسب کیلوگرم در منطقه		
	N(gr/kg)	P(gr/kg)	K(gr/kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)
Asmi-Agli-EK.a2	۰/۹۱	۰/۰۲	۰/۲۴	۳۹۸۲/۵	۸۷/۵۸	۱۰۷۲/۵
Feov-Asmi-Brto-EK.a3	۰/۶۱	۰/۰۱	۰/۲	۳۱۸/۶	۴/۷۲	۱۰۵/۷
Feov-Asmi-Brto-EK.a2	۰/۵۸	۰/۰۱	۰/۲۵	۱۹۰/۵	۳/۶۴	۸۳/۲
Asmi-Agli-EK3	۰/۵۴	۰/۰۱	۰/۲۷	۲۱۴/۴	۴/۴۸	۱۰۷/۸
Asmi-Acsq-Agli-EK.a3	۱/۱۵	۰/۰۱	۰/۲۴	۱۲۹۷/۱	۱۴/۲۴	۲۷۰/۵
Asmi-Acsq-Agli-EK.a2	۰/۵۴	۰/۰۲	۰/۳۲	۵۰۷/۹	۱۵/۴۸	۳۰۶/۷
Asmi-Acsq-Agli-EK3	۱/۵۳	۰/۰۱	۰/۴۱	۱۰۷۸/۸	۹/۶۹	۲۹۱/۱
Asmi-Acsq-Agli-Eav3	۰/۹۵	۰/۰۳	۰/۵۳	۴۱۵۲/۵	۱۱۲/۸۵	۲۳۱۸/۲
Asmi-Stba-EK.a2	۰/۵	۰/۰۱	۰/۱۴	۸۲۴/۲	۱۸/۳۹	۲۲۷/۸
Asmi-Stba-EK3	۰/۹۶	۰/۰۲	۰/۵۷	۸۴۹/۹	۱۷/۰۶	۵۰۴/۸۵
Asmi-Stba-EK2	۰/۷۹	۰/۰۱	۰/۳۵	۴۷۷/۴	۶/۷۳	۲۱۱/۸۶
Asmi-Stba-EK.a3	۰/۶۱	۰/۰۲	۰/۴۳	۷۶۱/۹	۲۰/۹۱	۵۳۶/۹
Asmi-Stba-Eav4	۱/۳۱	۰/۰۳	۰/۴۵	۱۰۸۳/۱	۲۵/۳۳	۳۶۹/۳
Asmi-Acsq-Agli-Eav4	۰/۹۵	۰/۰۳	۰/۵۳	۴۱۴/۸	۱۱/۲۷	۲۳۱/۵۵
جمع	–	–	–	۶۱۲۰۷/۷	۱۲۸۶/۶	۲۰۸۰۹/۲

در میان کلیه کودهای جایگزین، معمولا برای جبران کمبود نیتروژن از کود اوره، برای جبران کمبود فسفر از کود منوفسفات آمونیوم و برای جبران کمبود پتاسیم از سولفات پتاسیم استفاده می‌شود. با در اختیار داشتن قیمت بازاری کودهای جبرانی، ارزش مواد غذایی نابود شده خاک محاسبه شد. قیمت تعزیراتی کودهای شیمیایی ازت، فسفات و پتاسیم در سال ۱۳۹۱ به‌ترتیب برابر با ۴۰۰۰، ۷۰۰۰ و ۶۰۰۰ ریال در کیلوگرم است (شرکت خدمات حمایتی کشاورزی، ۱۳۹۱). بنابراین ارزش اقتصادی سالانه کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک توسط اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم به میزان ۷۹۶/۹ میلیون ریال بدست آمد. این مبلغ بیانگر هزینه فرصت وجود اکوسیستم‌های مرتعی منطقه در حفظ حاصلخیزی خاک می‌باشد. با تقسیم این مبلغ بر مساحت اکوسیستم‌های مرتعی منطقه، ارزش کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک توسط هر هکتار از مراتع به میزان ۵۷۷۸۲ ریال به‌دست می‌آید. ارزش کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در تیپ‌های مرتعی در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در تیپ‌های مرتعی منطقه

تیپ‌های مرتعی	مساحت (هکتار)	میزان خاک حفظ شده (M^3/year)	ارزش اقتصادی سالانه کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک (میلیون ریال)
Asmi-Acsq-Agli	۱۸۹۶/۸	۵۱۲۵/۸	۱۰۷/۷
Asmi-Agli	۴۷۹۸/۲	۱۰۱۵۷/۷	۱۹۸/۶
Asmi-Feov-Brto	۱۷۴۰/۷	۴۸۲۲/۵	۱۰۰/۷
Asmi-Stba	۱۳۶۲	۳۵۸۹/۹	۵۸
Feov-Asmi-Brto	۳۹۹۴/۸	۱۳۵۳۸/۲	۳۳۲
جمع	۱۳۷۹۲/۶	۳۷۲۳۴/۲	۷۹۶/۹

- ارزش اقتصادی کارکرد کنترل رسوبات

در این مطالعه، هزینه ساخت سدها و مخازن آب به‌عنوان هزینه فرصت در تعیین ارزش کاهش رسوب‌گذاری خاک به وسیله اکوسیستم مرتع در نظر گرفته شد. برای محاسبه میزان رسوبات کنترل شده توسط پوشش گیاهی مرتعی در منطقه تهم از ضریب رسوب‌دهی و میزان کنترل فرسایش توسط مراتع استفاده شد. با در نظر گرفتن وزن مخصوص، مقدار کل رسوب کنترل شده توسط اکوسیستم‌های مرتعی منطقه تهم برابر با ۳۵۷۹۳/۳۶ تن در سال (۲۳۸۲۹/۹ مترمکعب در سال) خواهد بود. در این مطالعه برای تعیین ارزش کاهش رسوب‌گذاری خاک توسط اکوسیستم‌های مرتعی منطقه تهم، میزان کاهش رسوب‌گذاری توسط اکوسیستم مرتع در هزینه ساخت سد بتونی ضرب می‌شود. به عبارت دیگر، از هزینه ساخت سد به‌عنوان هزینه فرصت استفاده می‌گردد. حجم مفید سد مخزنی تهم برابر با ۸۲/۷ میلیون مترمکعب و مبلغ کل هزینه ساخت آن در سال ۱۳۸۲ برابر با ۵۰۷/۰۰۸ میلیارد ریال می‌باشد (سازمان آب منطقه‌ای استان زنجان، ۱۳۹۱). بنابراین هزینه ساخت هر مترمکعب از ظرفیت این سد در سال ۱۳۸۲ برابر با ۶۱۳۰/۶ ریال بوده است. ارزش حال این هزینه براساس سال ۱۳۹۱ با میزان تنزیل ۱۷ درصد، به میزان ۲۵۱۸۷/۳۲ ریال برآورد شد. بنابراین با توجه به هزینه هر مترمکعب ساخت سد تهم، ارزش کارکرد سالانه مراتع منطقه در کاهش رسوب‌گذاری برابر با ۶۰۰/۲ میلیون ریال محاسبه شد. ارزش این کارکرد در سطح تیپ‌های مرتعی با توجه به میزان کنترل فرسایش توسط هر تیپ و هزینه فرصت ساخت هر مترمکعب از ظرفیت مفید سد تهم در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- ارزش اقتصادی کارکرد کنترل رسوبات توسط تیپ‌های مرتعی منطقه

تیپ‌های گیاهی	مساحت (هکتار)	میزان کنترل رسوب (تن در سال)	ارزش اقتصادی سالانه کارکرد (میلیون ریال)
Asmi-Acsq-Agli	۱۸۹۶/۸	۴۸۵۵/۲	۸۲/۶
Asmi-Agli	۴۷۹۸/۲	۹۹۴۲/۹	۱۶۳/۷
Asmi-Feov-Brto	۱۷۴۰/۷	۴۳۲۳/۳	۷۷/۷
Asmi-Stba	۱۳۶۲	۳۳۲۵/۲	۵۷/۹
Feov-Asmi-Brto	۳۹۹۴/۸	۱۳۳۴۶/۸	۲۱۸/۲
جمع	۱۳۷۹۲/۶	۳۵۷۹۳/۴	۶۰۰/۲

با تقسیم این مبلغ بر مساحت اکوسیستم‌های مرتعی منطقه، ارزش کارکرد کنترل رسوب توسط هر هکتار از مراتع به میزان ۴۳۵۱۶ ریال بدست می‌آید. به‌طوری‌که پس از تعیین ارزش اقتصادی، سه کارکرد مهم حفاظت خاک شامل کاهش عدم استفاده از زمین زراعی، کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب و حفظ حاصلخیزی خاک (ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک به وسیله هر هکتار مرتع و کل آن) محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

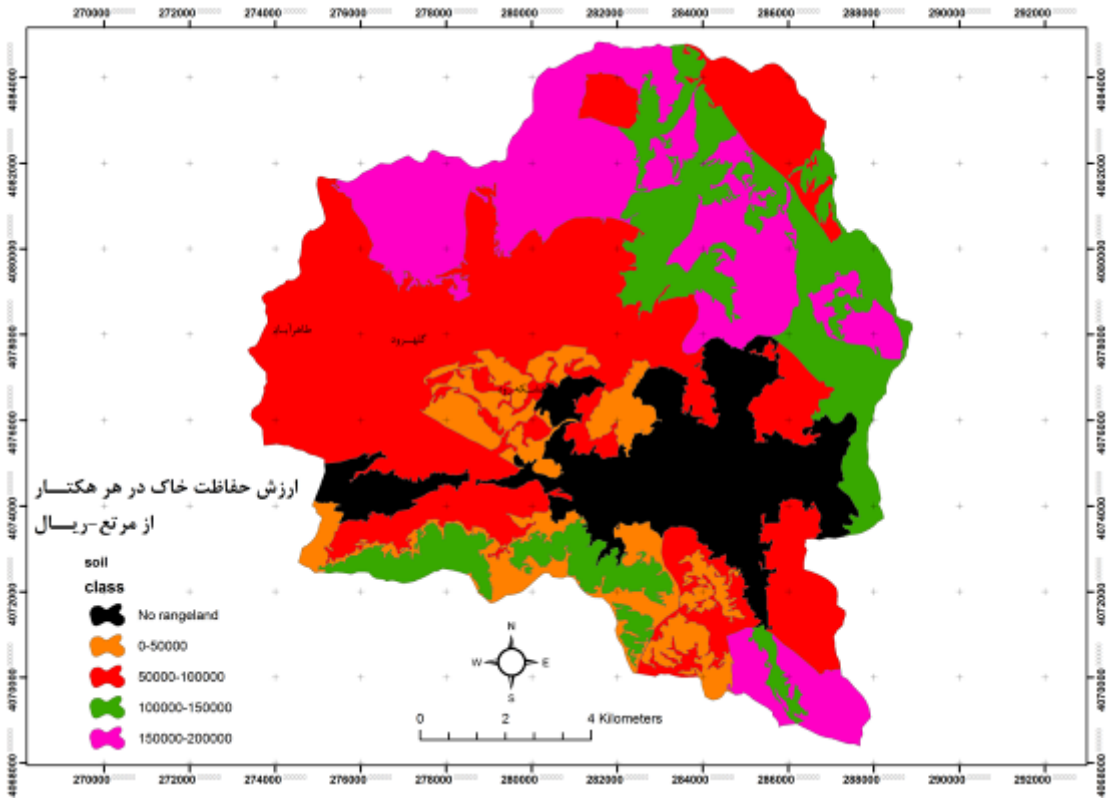
جدول ۷- برآورد ارزش کارکرد حفاظت خاک توسط اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم

کارکرد	ارزش کارکرد در واحد سطح (ریال در هکتار در سال)	ارزش کل کارکرد (میلیون ریال در سال)
کاهش میزان از دست رفتن اراضی	۳۳۲۷	۴۵/۸۹
حفظ حاصلخیزی خاک	۵۷۷۸۲	۷۹۶/۹۶
کاهش رسوب‌گذاری در مخازن سدها	۴۳۵۱۶	۶۰۰/۲۱
جمع	۱۰۴۶۲۵	۱۴۴۳/۰۶

ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک به تفکیک برای سه کارکرد مختلف در تیپ‌های مرتعی منطقه نیز برآورد شد که نتایج آن در جدول ۸ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تیپ *Feov-Asmi-Brto* بیشترین میزان ارزش حفاظت خاک را در میان تیپ‌های مرتعی بخود اختصاص داده است.

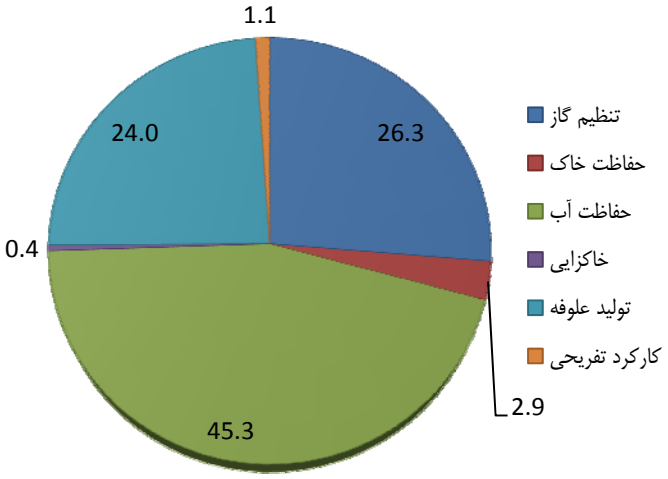
جدول ۸- جمع‌بندی ارزش اقتصادی کل کارکردهای خاک در تیپ‌های گیاهی (میلیون ریال در سال)

تیپ گیاهی	مساحت (هکتار)	کاهش میزان از دست رفتن اراضی	کاهش رسوب‌گذاری در مخازن	حفظ حاصلخیزی خاک	کل کارکرد حفاظت خاک
Asmi-Acsq-Agli	۱۸۹۶/۸	۶/۳۲	۸۲/۶۳	۱۰۷/۷	۱۹۶/۶
Asmi-Agli	۴۷۹۸/۲	۱۲/۵۲	۱۶۳/۷	۱۹۸/۵	۳۷۴/۸
Asmi-Feov-Brto	۱۷۴۰/۷	۵/۹۴	۷۷/۷	۱۰۰/۷	۱۸۴/۴
Asmi-Stba	۱۳۶۲	۴/۴۲	۵۷/۹	۵۸	۱۲۰/۳
Feov-Asmi-Brto	۳۹۹۴/۸	۱۶/۷	۲۱۸/۲	۳۳۲	۵۶۶/۹
جمع	۱۳۷۹۲/۶	۴۵/۹	۶۰۰/۲	۷۹۶/۹	۱۴۴۳



شکل ۲- نقشه ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک در اکوسیستم‌های مرتعی تهم (ریال در هکتار)

شکل شماره ۲ ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع براساس کارکرد حفاظت خاک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است مراتع واقع در قسمت‌های شمالی و قسمت کوچکی در جنوب حوزه آبخیز تهم دارای بیشترین ارزش می‌باشد. البته مراتع واقع در اطراف اراضی زراعی و نزدیک روستاها دارای کمترین ارزش اقتصادی از نظر حفاظت خاک می‌باشند.



شکل ۳- مقایسه کارکرد حفاظت خاک با سایر کارکردهای اکوسیستم تهم (برحسب درصد)

مقایسه کارکرد حفاظت خاک با سایر کارکردهای اکوسیستم نشان می‌دهد که این کارکرد تنها ۲/۹ درصد از سهم کل ارزش اکوسیستم را بخود اختصاص داده است و در مقایسه با سایر کارکردها سهم ناچیزی است (شکل ۳).

بحث

بررسی ابعاد مختلف کارکردهای مختلف حفاظت خاک نشان می‌دهد که کارکرد کنترل رسوبات بیشترین ارزش اقتصادی را بخود اختصاص داده است. ارزش این کارکرد در کل منطقه تحقیق حدود ۶۰۰ میلیون ریال در سال برآورده شده است. موسوی (۱۳۹۰) نیز در مراتع نیمه‌استپی طالقان میانی ارزش اقتصادی این کارکرد را بیشتر نسبت به بقیه کارکردهای خاک معرفی کرده است، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. این امر بدلیل هزینه‌های قابل توجه احداث سد و زیان‌های هنگفت ناشی از تخریب سدها و به علت افزایش رسوب می‌باشد. ارزش اقتصادی بالای این کارکرد با توجه بوجود سدمخزنی تهم در پایین‌دست حوضه و نقش این حوضه در تأمین و عرصه آب شرب و کشاورزی منطقه زنجان حائز اهمیت است. البته باید توجه داشت که یک مترمکعب رسوب انتقال یافته به پشت سد با یک مترمکعب خاک تثبیت شده در نقاط بالادست حوضه دارای ارزش اقتصادی یکسانی نمی‌باشد. با توجه به محدودیت‌های موجود در روش‌های ارزش‌گذاری کارکردهای اکوسیستمی، ارزش برآورد شده به‌عنوان حداقل ارزش اکوسیستم محسوب می‌شود. از طرف دیگر با توجه به تأثیرات مخرب رسوب‌گذاری که سبب کاهش ظرفیت رودخانه‌ها و کانال‌ها، ایجاد مشکل در تصفیه‌خانه‌ها، خسارت به تأسیسات سد شامل دریچه‌ها و توربین‌ها، تخریب در پایاب سد و از بین رفتن آبزیان می‌شود (مهدوی، ۱۳۷۸)، نقش اکوسیستم مرتع در این امر بارزتر می‌شود. بنابراین با حفظ اکوسیستم مرتع و همچنین کنترل فرسایش توسط پوشش گیاهی طبیعی، بهترین و آسانترین روش برای کنترل رسوبات است.

بعد از کارکرد کنترل رسوبات، کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک در مراتع منطقه بیشترین میزان ارزش اقتصادی را بخود اختصاص داده است. ارزش این کارکرد در منطقه تحقیق حدود ۷۹۷ میلیون ریال در سال برآورده شده است و ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع براساس این کارکرد ۵۷۷۸۲ ریال در سال برآورد شد. این رقم در مقابل ارزش برآورد شده توسط موسوی (۱۳۹۰) در منطقه طالقان، بزرگ‌تر به نظر می‌رسد. وی ارزش کل کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک را ۸۹/۲ میلیون ریال در سال برآورد کرد. علت این افزایش می‌تواند به تفاوت قیمت کودهای شیمیایی در این مطالعه که افزایش چند برابری را نشان می‌دهد و تفاوت در پوشش گیاهی و عوامل محیطی ازجمله

زمین‌شناسی و توپوگرافی در دو منطقه مربوط باشد. در مطالعه‌ای مشابه در خلیج بینتونی (اندونزی)، ارزش عملکرد حفظ و نگهداری عناصر غذایی خاک، با استفاده از روش هزینه فرصت از دست رفته، برابر ۸۰۰ دلار برآورد شده است (Ward *et al.*, 2009). از طرف دیگر بختیاری و همکاران (۱۳۸۸) ارزش سالانه حفظ حاصلخیزی خاک جنگل‌های منطقه سبزه کوه را حدود ۵ میلیارد ریال برآورد کرده‌اند. آنان بیان می‌کنند هر هکتار اکوسیستم جنگل سالانه ۴۵۲/۲ کیلوگرم از عناصر NPK به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال را نگهداری و از هدر رفتن آن در اثر فرسایش جلوگیری می‌کند. رقم ارائه شده مربوط به اکوسیستم جنگل با توجه به نقش درختان جنگلی در حفظ خاک، بیشتر بودن آن نسبت به مرتع منطقی به نظر می‌رسد. FAO (۱۹۹۵) نیز نسبت به اهمیت هدررفت عناصر غذایی در خاک سطحی هشدار داده است و اعلام کرده است به‌طور متوسط، سالانه ۳۶۰۰ دلار در اثر هدررفت عناصر غذایی N,P,K به هر کشاورز خسارت وارد می‌شود. البته تحقیقات دیگری که در اکوسیستم‌های جنگلی انجام شده است ارزش این کارکرد را فراتر از مطالعاتی که در اکوسیستم مرتع انجام شده است، نشان می‌دهد. مطالعات مبرقعی (۱۳۸۹)، *Ammour* و همکاران (۲۰۰۰)، امیرنژاد (۱۳۸۴) و *Xue* و *Tisdell* (۲۰۰۱) ارزش حفاظت از مواد مغذی خاک هر هکتار جنگل را به‌ترتیب ۲۷ دلار، ۱۲ تا ۴۰ دلار، ۲۴/۲ دلار و ۳۱/۲۵ دلار برآورد کردند. نتایج مربوط به برآورد ارزش این خدمت اکوسیستمی در جنگل‌ها حکایت از نقش بسیار مؤثرتر اکوسیستم‌های جنگلی در کنترل فرسایش و حفاظت از مواد مغذی خاک دارد. شایان ذکر است که تفاوت موجود میان رقم‌های برآورد شده در هر تحقیق از یکسو ناشی از تفاوت در روش‌ها و زمان انجام محاسبات و از سوی دیگر مربوط به ماهیت اکوسیستم‌ها می‌باشد.

در ارتباط با ایرادات وارده به برآورد ارزش حفظ حاصلخیزی خاک با استفاده از روش فوق، موارد متعددی از صاحب‌نظران مورد اشاره قرار گرفته و عدم کارایی جانشین سازی مواد از دست رفته خاک از طریق اقدامات فیزیکی را به بحث و تحلیل گذارده‌اند. یکی از نقدهای مطرح شده در این زمینه به رفتار گیاهان در برابر عناصر غذایی مربوط می‌شود. براین اساس، یافته‌های علمی حکایت از آن دارند که گیاهان فقط سهمی از مواد غذایی خاک در دسترس را جذب خود می‌سازند و از این‌رو، ارزش منبع محاسبه شده فراتر از ارزش تولیدی خاک به‌طور واقعی خواهد بود. در مقابل، با وجود متخصصان خاک، فقط مواد غذایی خاک نیستند که ترکیبات و عناصر ضروری موجود در خاک بشمار می‌آیند. ویژگی‌های دیگری مثل ساختار فیزیکی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، محتوای مواد آلی و ابعاد کمی و کیفی موجودات زنده حاضر در خاک و غیره هم در این زمینه تأثیرگذارند. به این ترتیب می‌توان مدعی شد که ارزش منبع خاک در صورت برخورداری از اطلاعات جامع درباره خاک و صفات گوناگون آن، بسیار بزرگ‌تر از رقمی است که در استفاده از رویکرد ارزش منبع و محاسبه هزینه‌های لازم برای جانشین سازی مواد غذایی از دست رفته خاک از طریق کودهای شیمیایی خاص، بدست می‌آید (Bateman & Lovett, 2000 و Bishop, 1999).

یکی از روش‌های شناخته شده که برای برآورد ارزش خاک محدوده مورد مطالعه تاکنون در ادبیات علمی اقتصاد خاک و ارزیابی فرسایش مورد استفاده قرار می‌گیرد، هزینه جایگزینی مواد غذایی است که در اثر فرسایش نابود شده است. این روش، با وجود برخورداری از شایستگی‌هایی برای برآورد ارزش خاک، با کاستی‌های عدیده‌ای مواجه است که بعضی از موارد از سوی صاحب‌نظران مختلف ازجمله علوم خاک، مورد انتقاد قرار گرفته است. اما با توجه به کاستی‌های موجود از نظر اطلاعات و داده‌های میدانی، این راه در حال حاضر به‌عنوان دست‌کم یکی از عملی‌ترین روش‌های مطالعاتی تلقی می‌شود؛ به همین دلیل، استفاده از آن در دستور کار قرار گرفته است. کارکرد کاهش میزان از دست رفتن اراضی در این اکوسیستم کمترین میزان را بخود اختصاص داده است (۴۵/۹ میلیون ریال در سال). این عدد نشان می‌دهد در صورت عدم وجود این اکوسیستم‌ها هر ساله برابر ۱۲ هکتار از مساحت منطقه از دسترس خارج

می‌شود. همچنین ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع براساس این کارکرد ۳۳۲۷ ریال در سال برآورد شد. ارزش محاسبه شده در این مطالعه با نتایج تحقیقات موسوی (۱۳۹۰) در مراتع حوزه آبخیز طالقان مطابقت دارد، وی ارزش این کارکرد را ۶۴/۷ میلیون ریال در سال و ارزش هر هکتار مرتع را ۲۴۹۳ ریال در هکتار، برآورد کرده است.

در این تحقیق کارکرد حفاظت خاک با ارزش ریالی حدود ۱/۴۴ میلیارد ریال در سال برآورد شد که حدود ۳ درصد از ارزش اقتصادی کل را بخود اختصاص داده است که سهم ناچیزی از ارزش اقتصادی کل را تشکیل می‌دهند. این نتایج با مطالعات محققان دیگر مطابقت دارد. امیرنژاد (۱۳۸۴) سهم کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های جنگلی شمال کشور را از ارزش کل حدود ۲/۷ درصد بیان کرده است. موسوی (۱۳۹۰) نیز سهم این کارکرد را از ارزش اقتصادی کل کمتر از یک درصد برآورد کرده است. در مطالعه‌ای که توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست کشور (۱۳۹۰) در پارک ملی بمو انجام شده است سهم این کارکرد از ارزش اقتصادی کل ۱/۱۷ درصد بیان شده است. به‌طورکلی ارزش سالانه کارکرد حفاظت خاک هر هکتار از اکوسیستم مرتع نیز به‌طور متوسط معادل ۱۰۴/۶ هزار ریال در سال برآورد شد. این میزان برابر هزینه حفظ خاک و جلوگیری از فرسایش خاک است که در صورت تخریب خاک مراتع نیاز است سرمایه‌گذاری شود تا خاک مرتع بهبود یابد.

در شرایط فعلی تبدیل بی‌رویه اکوسیستم‌های طبیعی ازجمله مراتع به سایر کاربری‌ها هر چند در کوتاه‌مدت ممکن است، اما سبب افزایش درآمد خانوارهای محلی می‌گردد ولی در بلندمدت بدلیل بی‌نظمی‌های هیدرولوژیکی، فرسایش خاک و رسوب‌گذاری و سرانجام ناپایداری محیط زیستی حداقل درآمد خود آنان را نیز به مخاطره می‌اندازد و امنیت عمومی و ملی را کاهش می‌دهد. با توجه به تخمینی که از درآمدهای غیرتجاری مراتع در منطقه بعمل آمد بنظر می‌رسد که سرمایه‌گذاری‌های فعلی دولت در بخش منابع طبیعی نمی‌تواند برای حفاظت از این منابع و به‌ویژه آب و خاک کافی باشد. بنابراین آنچه این پژوهش را از بقیه تحقیقات متمایز می‌کند مکان‌دار بودن ارزش‌گذاری کارکرد حفاظت خاک و انجام نشدن میانگین در کل حوضه است، البته انجام شدن پژوهش‌ها در واحدهای همگن می‌تواند منجر به افزایش دقت در برنامه‌ریزی‌ها شود.

منابع مورد استفاده

–احمدی ایلخچی، ع.، حاج عباسی، م. و جلالیان، ا.، ۱۳۸۱. اثر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به دیم‌کاری بر تولید روان آب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان، چهارمهال بختیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶(۴): ۱۰۳-۱۱۴.

- احمدی، ح.، ۱۳۷۸. ژئومرفولوژی کاربردی. جلد ۱، فرسایش آبی، دانشگاه تهران، ایران، ۶۸۸ ص.

- اداره کل منابع طبیعی استان زنجان.، ۱۳۷۵. طرح مرتعداری گلهرود. شرکت بذر استقلال، تحت پوشش موسسه جهاد استقلال، ایران، ۷۷ص.

- اداره کل منابع طبیعی استان زنجان.، ۱۳۸۰. طرح مرتعداری تهم. شرکت جهاد سبز، ایران، ۵۴ ص.

- اداره کل منابع طبیعی استان زنجان.، ۱۳۸۵. طرح مرتعداری طاهرآباد، جهاد دانشگاهی تهران، دانشکده منابع طبیعی، ایران، ۳۴ص.

- امیرنژاد، ح.، ۱۳۸۴. تعیین ارزش کل اقتصادی اکوسیستم جنگل‌های شمال ایران با تاکید بر ارزش‌گذاری زیست محیطی اکولوژیکی و ارزش‌های حفاظتی. رساله دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ایران، ۲۳۷ص.

- امیرنژاد، ح.، عطائی سلوط، ک.، ۱۳۹۰. ارزش‌گذاری اقتصادی منابع زیست محیطی. آوای مسیح، ایران، ۴۳۲ص.

- بختیاری، ف.، پناهی، پ.، کرمی، م.، قدوسی، ج.، مشایخی، ز. و پورزادی، م.، ۱۳۸۸. ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفظ و نگهداشت عناصر غذایی خاک در جنگل‌های منطقة سبزکوه. جنگل ایران، ۱(۱): ۶۹-۸۱.

- حسینی، ص. و قربانی، م.، ۱۳۸۴. اقتصاد فرسایش خاک. دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، ۱۲۸ص.

- رحیمی، ح.، ۱۳۸۲. بررسی نقش زیست محیطی مراتع در توسعه پایدار. پیک نور، ایران، ۱(۳): ۴۹-۵۷.

- رفاهی، ح.، ۱۳۸۲، فرسایش آبی و کنترل آن. دانشگاه تهران، ایران، ۵۵۱ص.
- سازمان آب منطقه‌ای استان زنجان.، ۱۳۹۱. هزینه‌های ساخت و مشخصات سد تهم زنجان. ایران.
- سازمان حفاظت محیط زیست کشور.، ۱۳۹۰. ارزش‌گذاری اقتصادی منابع محیط زیستی- پارک ملی بمو. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
- سکوتی اسکوئی، ر.، قائمیان، ن.، جعفری اردکانی.، ع. و احمدی. ع.، ۱۳۸۴. تاثیر تبدیل اراضی مرتعی به دیم‌کاری در فرسایش و تولید رسوب. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. تهران - مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
- شرکت خدمات حمایتی کشاورزی.، ۱۳۹۱. قیمت انواع کودهای شیمیایی، ایران.
- عباسی‌فر، ا.، ۱۳۸۷. ارزیابی مالی و اقتصادی طرح‌های جنگلداری جنگل خیرودکنار با تأکید بر منافع زیست‌محیطی (مطالعه موردی: جنگل خیرودکنار). پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۷۸ص.
- مبرقعی، ن.، ۱۳۸۹. برآورد ارزش کارکرد حفاظت از مواد مغذی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی. ۱(۲): ۳-۱۲.
- مهدوی، م.، ۱۳۷۸. هیدرولوژی کاربردی. دانشگاه تهران، ایران، ۳۶۴ص.
- موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.، ۱۳۸۷. خاک. کتاب اول: شناخت وضع موجود و منابع (مبانی لایحه قانون جامع خاک کشور)، وزارت جهادکشاورزی، ۴۴۹ص.
- موسوی، س، ع.، ۱۳۹۰. مدیریت بهینه اراضی با تاکید بر ارزش اقتصادی کارکردهای اکوسیستمی و با استفاده از یک سامانه پشتیبان برنامه ریزی(مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان میانی). پایان‌نامه دکتری مرتعداری، دانشگاه تهران، ۳۱۸ص.
- مولایی، م.، ۱۳۸۸. ارزش‌گذاری اقتصادی-زیست محیطی اکوسیستم جنگلی ارسباران. رساله دکتری مهندسی اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، ایران، ۱۹۲ص.
- یوسفی‌فرد، م.، جلالیان، ا. و خادمی، ح.، ۱۳۸۴. اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر هدررفت خاک، مواد آلی و عناصر غذایی در منطقه چشمه علی استان چهار محال و بختیاری. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب. تهران - مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
-Ammour, T., Windevoxhel, N. and Sencion, G., 2000. Economic valuation of mangrove ecosystems and subtropical forests in Central America. 166- 197. In: M. Dore and R. Guevara (Eds.), Sustainable forest management and global climate change. Cheltenham, Edward Elgar.
-Barbier, E. B. and Bishop, J. T., 1995. Economic values and Incentives affecting soil and water conservation in developing countries. Journal of Soil and Water Conservation, 50 (2):133-137.
-Bateman Ian, J and Lovett, A. A., 2000. Estimated value of carbon sequestered in softwood and hardwood Trees, timber Products and forest soils in Wales. Journal of Environmental Management, 60: 301-323.
-Bishop, J . T., 1999. Valuing Forests, A review of methods and applications in developing countries. Environmental Economics Programme, International Institute for Environment and Development (IIED).
-Erskine, W. D., Mahmoudzadeh, A. and Myers, C., 2002. Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney NSW, Australia. Catena, 49: 271-287.
-FAO, 1995. Agricultural investment to promote improved capture and use of rainfall in dry land farming. FAO Investment Center Technical paper No.10, Rome.
-Guo, Z., Xiao, X., Gan, Y. and Zheng, Y., 2001. Ecosystem functions, services and their values a case study in Xingshan country of China. Ecological Economics, 38: 141-154.
-Jackson, M. L., 1967. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersy, USA, 521p.
-Jing, L. and Zhiyuan. R., 2011. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in the loess plateau in Northern Shaanxi province, China. International Journal of Environment Resources, 5(1):109-118.
-Ronggui, Wu. and Tiessen, H., 2002. Effect of land use on soil degradation in Alpine grassland soil, China. Soil Sciences Society, American Journal,,66: 1648-1655.
-Ward, P. J., Renssen, H., Aerts, J. C. J. H., Van Balen, R. T. and Vandenberghe, J., 2009. The impact of land use and climate change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment, Journal of Geomerphology, 103: 389-400.
Xue, D. and Tisdell, C., 2001. Valuing ecological functions of biodiversity in Changbashan mountain biosphere reserve in Northeast china. Biodiversity and conservation, 10, 467-481

Estimating the economic value of soil conservation function (Case study: Taham watershed, Zanjan province)

H. Yeganeh[1*], H. Azarnivand[2], I .Saleh[3], H. Arzani[2] and H. Amirnejad[4]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, Email: hybadrabadi@gmail.com

2- Professor, Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Associate Professor, Faculty of Agricultural Economic and Development, University of Tehran, Iran

4- Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received: 4/30/2014 Accepted: 3/6/2015

Abstract

In this study, the economic value of soil conservation function was estimated for the Taham watershed, Zanjan. Therefore, the amount of erosion and sedimentation in the study area was determined using EPM models. Soil nutrient levels were determined with soil sampling and laboratory analysis, and the value of rangeland ecosystems in the maintenance of soil nutrients were estimated separately using the results of soil analysis and opportunity cost method. In addition, the opportunity cost method was used to determine the functions of reduced loss of lands and sediment control. According to the results obtained for total economic value of soil conservation functions, the value of rangeland ecosystems in the study area was estimated to be 1.44 billion Rials per year, and the economic value per hectare rangeland was determined to be 104000 Rials. Among the vegetation types investigated, the highest economic value was recorded for *Feov-Asmi-Brto* (171000 Rials per hectare per year). The valuation of soil conservation function can provide accurate information for managers and planners for natural resources conservation, leading to develop more accurate plans in this field.

Keywords: Economic value of rangeland, ecosystem services, soil conservation, opportunity cost method, Taham watershed.