برآورد ارزش اقتصادی منافع زیست محیطی جنگل‌ها (مطالعه‌ی موردی: بخش نمخانه‌ی جنگل خیرود در شهرستان نوشهر)

سعید یزدانی[۱] و اکرم عباسی*[۲]

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱

چکیده

با توجه به روند افزایشی تخریب جنگل‌ها، در بیش‌تر کشورها از جمله ایران، برای حفاظت و مدیریت جنگل‌ها، طرح‌های جنگلداری اجرا می‌گردد. یکی از مهم‌ترین جنگل‌هایی که در ایران شامل طرح جنگلداری شده است، جنگل خیرود می‌باشد. این مطالعه کارکردهای زیست‌محیطی جنگل (با توجه به آمار موجود و قابل بهره برداری شامل حفظ خاک، تنظیم آب، جذب کربن و خاکزایی) را با استفاده از روش‌های مبتنی بر هزینه‌ی ارزش‌گذاری مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بر اساس نتایج مطالعه، میانگین ارزش ریالی سالانه‌ی کارکردهای تنظیم آب، خاکزایی و جذب کربن در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۸ - ۱۳۷۹ به ترتیب ۰/۴۳، ۱۱۸/۸۴ و ۱/۸۲ میلیون ریال و میانگین ارزش ریالی سالانه‌ی کارکرد حفظ خاک۷۲/۷۴ میلیارد ریال، برآورد گردید. نتایج هم‌چنین، نشان می‌دهند که بیش‌ترین ارزش ریالی از بین کارکردهای جنگل یاد شده مربوط به کارکرد حفظ خاک بوده که بیش از ۹۰ درصد از کل ارزش زیست‌محیطی مربوطه را شامل می‌شود. با توجه به ارزش زیست محیطی جنگل خیرود، توصیه می گردد که اجرای طرح کماکان ادامه یابد.

واژه‌های کلیدی: طرح جنگلداری، جنگل خیرود، کارکردهای زیست محیطی، ایران.

طبقه‌بندی JEL : Q_{59}, Q_{23}

۱و۲ – به ترتیب استاد و کارشناس ارشد گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه تهران.

*- نویسنده‌ی مسئول مقاله:Zahir_1379@yahoo.com

پیشگفتار

بی گمان منابع تجدید شونده و وضعیت آن‌ها در سیر تحولات اقتصادی و اجتماعی جوامع گوناگون جهان پیوسته نقش اساسی و سازنده داشته و سرمایه‌های طبیعی و پشتوانه‌ی رشد و توسعه‌ی اقتصادی در هر کشوری بشمار می‌روند. لذا، اگر رشد اقتصادی با بهبود شاخص‌های زیست محیطی همگام شود، شرط کافی برای پیشرفت منابع طبیعی بوجود خواهد آمد. در دهه‌های اخیر، حوضه‌ی اقتصاد اکولوژیک، شاهد افزایش فعالیت‌های قابل توجهی در رابطه با تعیین ارزش کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم‌های طبیعی بوده است.

دلایل ارزش‌گذاری کارکردهای کالاها و خدمات جنگلی از دیدگاه اقتصاددانان و اکولوژیست‌ها، شناخت منافع زیست‌محیطی و اکولوژیکی جنگل‌ها به وسیله‌ی انسان، شناسایی سهم جنگل‌ها در رفاه اجتماعی و طبیعی کشور، ارایه‌ی مسایل و مشکلات زیست محیطی کشور به تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان، فراهم آوردن یک ارتباط میان سیاست‌های اقتصادی و درآمدهای حاصل از اکوسیستم جنگل، تصمیم‌گیری درباره‌ی تخصیص زمین بین جنگلداری و سایر کاربردهای زمین، ارزیابی میزان خسارت‌های اجتماعی ایجاد شده به وسیله‌ی تخریب جنگل‌ها و استفاده‌ی معقول از جنگل‌ها برای کالاها و خدمات مربوطه، تعدیل و اصلاح حسابداری ملی از جمله تولید ناخالص داخلی (GDP) و جلوگیری از تخریب و بهره‌برداری بی‌رویه‌ی منابع جنگلی می‌باشد (واز[1]، ۱۹۹۸؛ اشیم[2]، ۲۰۰۰ ؛ سیساک[3]، ۲۰۰۰).

مطالعات متعددی نقش جنگل‌ها و کارکردهای مربوطه در تنظیم و تعدیل آبخیزها را تأیید می‌کند. این کارکردها شامل حفاظت خاک و کاهش رسوب‌گذاری، حفاظت در مقابل سیل، عرضه‌ی آب، تنظیم کیفیت آب و هدایت مواد غذایی خاک به بیرون می‌باشند. این در حالی است که اگر پوشش گیاهی اراضی جنگلی واقع در شیب‌های تند نابود شوند، خاک‌های جنگلی ظرفیت جذب آب را از دست داده و بیش‌تر بارش‌ها به سرعت باعث وقوع سیل در بستر رودخانه‌های پایین‌دست می‌شوند. خاکی که به وسیله‌ی ریشه‌ی گیاهان جنگلی تولید می‌شود، حاصلخیزترین و با ارزش‌ترین خاک جهت انجام فعالیت‌های زراعی و کشاورزی است؛ لذا، حفظ و توسعه‌ی عرصه‌های جنگلی، وسعت اراضی حاصلخیز را افزایش داده و به موجب آن تولید بیش‌تر و بهتر محصولات زراعی را به همراه دارد.

---

[1] -Vaze
[2] -Asheim
[3] -Sisac

اکوسیستم جنگل هم‌چنین با جذب کربن نقشی مهم در چرخه‌ی جهانی انرژی، بویژه اثر گلخانه‌ای دارد. لذا، یکی از مهم‌ترین سیستم‌های طبیعی تنظیم‌کننده‌ی دی‌اکسیدکربن جو، می‌باشد. پوشش گیاهی جنگل به وسیله‌ی فتوسنتز، دی‌اکسیدکربن را از جو جدا کرده و بخشی از آن را با تنفس به محیط باز می‌گردند. از آن‌جا که کربن به طور میانگین بین ۵۰ - ۲۵ درصد از وزن هر درخت را تشکیل می‌دهد، آشکار است که جنگل‌ها نقشی مهم در جذب دی‌اکسید کربن منتشره به وسیله‌ی انسان بر عهده دارند.

مهم‌ترین برنامه‌ای که طی سال‌های اخیر بمنظور حفظ پوشش گیاهی و جنگلی در بیش‌تر کشورها اجرا می‌شود، طرح جنگلداری و جنگل‌کاری است. یکی از جنگل‌های شمال کشور که طرح جنگلداری در آن اجرا شده، جنگل خیرود می‌باشد که در منطقه‌ی خیرودکنار و در ۱۰کیلومتری شرق نوشهر قرار دارد. این طرح از سال ۱۳۴۵ بمنظور انجام فعالیت‌های آموزشی و پرورشی در زمینه‌ی علوم و فنون گوناگون جنگل، تهیه‌ی طرح‌های جنگلداری نمونه برای بهره‌برداری اصولی و هم‌چنین، فراهم آوردن مکانی برای بازدید کارشناسان سازمان‌های مرتبط با مدیریت و نظارت دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران شروع شد. تاکنون سه طرح با نام‌های پاتم، نمخانه و گرازین در مقیاس‌های گوناگون در جنگل‌های خیرود کنار اجرا شده است. در این مطالعه، در نظر است تا کارکردهای زیست‌محیطی عرصه‌ی جنگلی طرح نمخانه در چهار زمینه‌ی حفظ خاک، تنظیم آب، ترسیب کربن و خاکزایی مورد بررسی قرار گرفته و ارزش ریالی این خدمات زیست‌محیطی برآورد گردد.

مواد و روش ها

بمنظور تعیین ارزش اقتصادی کارکردهای زیست محیطی بخش نمخانه از رویکرد ارزش‌گذاری مبتنی بر هزینه (رویکرد تمایل به پرداخت نسبت داده شده)، استفاده می‌شود. این رویکرد شامل روش‌های هزینه‌ی خسارت اجتناب شده[1]، هزینه‌ی جایگزین[2] و هزینه‌ی جانشین[3] می‌باشد. بر اساس این روش‌ها، ارزش‌های خدمات اکوسیستم براساس هزینه‌های خسارت اجتناب شده در نتیجه‌ی نبود خدمات، هزینه‌ی جایگزینی خدمات و یا هزینه‌ی فراهم‌سازی خدمات جانشین، برآورد می‌گردد. به بیان دیگر، برآورد ارزش‌های اقتصادی براساس هزینه‌های اجتناب شده‌ی ناشی از کاهش یا نابودی خدمات اکوسیستم، هزینه‌های جایگزین خدمات اکوسیستم و یا هزینه‌های

[1] - Damage Cost Avoided Method
[2] - Replacement Cost Method
[3] - Substitute Cost Method

فراهم‌سازی خدمات جانشین پایه‌ریزی می‌گردد (باتمن و ویلیس[۱]،۱۹۹۹). به همین دلیل، بـه ایـن روش‌ها، روش‌های مبتنی بر هزینه[۲] نیز اطلاق می‌شود.

روش هزینه‌ی خسارت اجتناب شده، ارزش دارایی حفاظت‌شده یا هزینه‌ی اعمال شـده را بـرای جلوگیری از زیان‌ها، به عنوان معیاری برای منافع فراهم‌شده بوسیله‌ی یک اکوسیستم بکار می‌بـرد. بر اساس روش هزینه‌ی جایگزین، از هزینه‌ی جایگزین نمودن یـک اکوسیـستم یـا خـدمات آن بـه عنوان یک برآورد برای ارزش یک اکوسیستم و یا خدمات آن استفاده می‌شود. به گونه‌ی مشابه، در روش هزینه‌ی جانشین نیز از هزینه‌ی فراهم‌سازی جانشین‌ها برای یک اکوسیستم یا خدمات آن، به عنوان یک برآورد برای ارزش یک اکوسیستم یا خـدمات مربوطـه اسـتفاده مـی‌شـود. در بـیش‌تـر مطالعات گذشته، برای برآورد ارزش کارکرد جذب کربن، از روش‌های هزینه‌ی جـایگزین، هزینـه‌ی اجتناب‌شده و مخارج پیشگیری استفاده شده‌است.

کروز و همکاران[۳] (۱۹۸۸) هزینه‌ی فرسایش خاک را در حوضه‌ی آبخیز گامات واقع در فیلیپین، با روش هزینه‌ی جایگزینی برآورد نموده‌اند. گیو و همکاران[۴] (۲۰۰۱)، در مطالعه‌ای کارکرد حفاظت خاک را به چهار کارکرد کاهش عدم استفاده از زمین، جلوگیری از افزایش گل، لای و لجن، کاهش رسوب‌گذاری و حفظ حاصلخیزی خاک تقسیم کردنـد. سـپس بـا اسـتفاده از روش‌هـای هزینـه‌ی اجتناب شده و هزینه‌ی جایگزین، ارزش اقتصادی هر یک از کارکردها را بـرآورد نمودنـد. مطالعـات دیگری، با استفاده از روش‌های مخارج پیشگیری، هزینه‌ی جایگزین و هزینه‌ی اجتناب شده کارکرد جذب کربن بوسیله‌ی اکوسیستم جنگل را ارزش‌گذاری نموده‌اند (موسکوویتز و تالبرت، ۱۹۹۸ ؛ ون بیوکرینـگ و همکـاران[۵] ،۲۰۰۳ ؛ پیـرس ۱۹۹۶؛ کـروتیلا[۶] ، ۱۹۹۱ ؛ پیـرس و مـوران[۷]، ۱۹۹۴ و کاستانزا و همکاران[۸]، ۱۹۹۷).

روی هم رفته، الگوی تجربی پژوهش شامل چهار بخش بوده که در ادامه هر یک از آن‌هـا ارایـه می‌شود:

۱- تعیین ارزش ریالی منافع ناشی از خدمات حفاظت خاک

---

[1] - Bateman & Willis
[2]- Cost-Based Method
[3]- Cruz
[4] - Guo et al.
[5] - Van Beukering & et al.
[6] - Krutilla
[7] - Pearce & Moran
[8]- Costanza & et al.

ارزش اقتصادی کاهش فرسایش خاک به وسیله‌ی جنگل، با توجه به کاهش عدم استفاده از زمین زراعی، کاهش رسوب‌گذاری در سدها و حفظ حاصلخیزی خاک، بررسی می‌شود. فرسایش خاک می‌تواند باعث از بین رفتن خاک سطحی زمین‌های کشاورزی و در نهایت عدم استفاده از اراضی زراعی شود (شکوری،۱۳۷۴). با توجه به میزان کاهش فرسایش خاک به وسیله‌ی جنگل و ضخامت خاک سطحی مورد نیاز برای گیاهان، می‌توان مساحت کاهش عدم استفاده از زمین را برآورد نمود. در این روش، سود اقتصادی سالانه‌ی فعالیت‌های کشاورزی به‌عنوان هزینه‌ی فرصت کاهش عدم استفاده از زمین کشاورزی بوسیله‌ی جنگل درنظر گرفته می‌شود. سپس ارزش کارکرد اکوسیستم جنگل در کاهش عدم استفاده از زمین، محاسبه می‌شود.

اگر خاک، نهاده‌ای برای تولید محصولات کشاورزی در نظر گرفته‌شود، هزینه‌ها و قیمت‌های بازاری مربوط به جانشین‌کردن نهاده‌ی خاک از دست‌رفته با نهاده‌های مصنوعی جبران‌کننده (کودهای مصنوعی)، به عنوان ارزش حفاظت خاک درنظر گرفته می‌شود که همان رویکرد هزینه‌ی جایگزین است. در این مطالعه هزینه‌ی ساخت یک مترمکعب سد بتونی در کشور به عنوان هزینه‌ی فرصت مناسب در تعیین ارزش کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب، درنظر گرفته شده و بمنظور برآورد ارزش حفظ حاصلخیزی خاک، از روش هزینه‌ی جایگزین برای تأمین عناصر اصلی مغذی خاک مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم استفاده می‌شود.

برای بهره‌گیری از رویکرد هزینه‌ی جایگزینی، ابتدا باید مقدار تولید رسوب را در هر یک از واحدهای جغرافیایی برآورد کرد. در این مطالعه، از نتایج پژوهش پناهی (۱۳۸۴)، بمنظور برآورد میزان رسوب‌دهی خاک جنگل خیرود استفاده شده‌است. پس از تعیین مقدار رسوب خاک جنگل، می‌توان کل مواد غذایی از دست رفته‌ی خاک به دلیل فرسایش در سال jام را با استفاده از رابطه‌ی ۱ بدست آورد:

$$D_{un} = S \times M_n \qquad (۱)$$

در رابطه‌ی بالا، 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 هر یک از عناصر مورد نظر در رسوب)، می‌باشند. جمع کل نابودی مواد غذایی در سال nام، چنین برآورد می‌شود:

$$A_n = D_{nN} + D_{nP} + D_{nK} \qquad (۲)$$

با درنظر گرفتن قیمت کودهای جانشین برای جبران عناصر از دست رفته‌ی خاک، می‌توان ارزش اقتصادی عناصر را برآورد نمود:

$$V = (P_N D_N + P_P D_P + P_K D_K) \qquad (۳)$$

در رابطه‌ی ۳، P_N , P_P , P_K به ترتیب قیمت کودهای جانشین برای عناصر پتاسیم، فسفر و نیتروژن و V ارزش اقتصادی کل عناصر می‌باشند. حال می‌توان این نتایج را با ارزش ریالی عناصر در اراضی غیرجنگلی که به وسیله‌ی رحمانی (۱۳۸۴)، برآورد شده‌است، مقایسه نمود. اختلاف ارزش عناصر در رسوب خاک‌های جنگلی با رسوب خاک‌های غیرجنگلی، بخشی از ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل خواهد بود.

۲- تعیین ارزش ریالی منافع بدست آمده از خدمات تنظیم آب:

ذخیره‌ی آب (آب نفوذی) و تنظیم آب جاری (آب غیرنفوذی)، به عنوان دو کارکرد در زمینه‌ی حفاظت آب بوسیله‌ی جنگل، درنظر گرفته شده است. بمنظور برآورد ارزش اقتصادی این کارکردها، ابتدا لازم است میزان ذخیره‌ی آب و میزان تنظیم آب جاری محاسبه شوند. سپس ارزش ذخیره‌ی آب با استفاده از روش هزینه‌ی جایگزین و قیمت هر مترمکعب آب برمبنای قیمت استحصال و فروش آب در پای سد، محاسبه می‌شود.

$$V_i = F_i \times P_i \qquad (۴)$$

در رابطه‌ی ۴ ، V ارزش اقتصادی کارکرد ذخیره‌ی آب برحسب ریال، F مقدار آب ذخیره شده برحسب مترمکعب در سال، P قیمت هر مترمکعب آب بر حسب ریال و i سال مورد مطالعه می‌باشند.

ارزش اقتصادی تنظیم آب جاری به وسیله‌ی جنگل نیز نظیر مطالب ذکر شده، بر اساس روش هزینه‌ی جایگزین برآورد می‌شود، با این تفاوت که پس از محاسبه‌ی حجم آب جاری در جنگل، قیمت هر مترمکعب آب مورد استفاده در کشاورزی، در نظر گرفته می‌شود زیرا آب جاری در جنگل خیرود، برای آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳ - تعیین ارزش ریالی منافع ناشی از خدمات ترسیب (جذب) کربن

در این مطالعه برای تعیین و ارزیابی ارزش ریالی تثبیت کربن و عرضه‌ی اکسیژن به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل از روش فتوسنتز و تنفس ارایه شده به وسیله‌ی گیو (۲۰۰۱)، استفاده خواهد شد.

(۵)

$$CO_2(264g) + H_2O(108g) \rightarrow C_{16}H_{12}O_6(180g) + O_2(193g) \rightarrow Amylase(162g)$$

با توجه به رابطه‌ی ۵، اکوسیستم جنگل برای تولید ۱۶۲گرم ماده‌ی خشک، ۲۶۴گرم دی‌اکسیدکربن جذب و ۱۹۳گرم اکسیژن آزاد می‌کند. به بیان دیگر، ۱/۶۳گرم دی‌اکسیدکربن و ۱/۲ گرم اکسیژن برای تولید یک‌گرم ماده‌ی خشک، مورد نیاز است. برای تعیین ارزش جذب دی‌اکسیدکربن ابتدا میزان رشد سالانه‌ی ماده‌ی خشک جنگل محاسبه می‌شود. پس از برآورد

میزان تولید و رشد ماده‌ی خشک در اکوسیستم مورد مطالعه، می‌توان حجم کل کربن ذخیره شده به وسیله‌ی جنگل را بدست آورد. کل کربن ذخیره‌شده به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل شامل کربن ذخیره‌شده در اندام هوایی، اندام زمینی، لاشبرگ کف جنگل و کربن ذخیره‌شده در خاک جنگل می‌باشند.

$$C_1 + C_2 + C_3 = C_T \qquad (۶)$$

در رابطه‌ی ۶، C_3 و C_2 ، C_1، به ترتیب مقدار کربن ذخیره شده در اندام هوایی، اندام زمینی، لاشبرگ کف جنگل و در خاک جنگل را نشان می‌دهند. سپس نظیر مطالعه‌ی استرانگ[1] (۱۹۹۱)، با استفاده از روش مخارج انتشار کربن و یا مالیات بر انتشار کربن، ارزش اقتصادی ترسیب کربن به وسیله‌ی جنگل، برآورد می‌گردد.

۴- تعیین ارزش ریالی منافع حاصل از کارکرد خاکزایی

بمنظور ارزش‌گذاری خاک تولید شده به وسیله‌ی جنگل نیز ابتدا مقدار خاک برحسب هکتار تعیین می‌شود. سپس با استفاده از روش هزینه‌ی جایگزین و داده‌های هزینه‌ی هر هکتار زهکشی، می‌توان ارزش اقتصادی خاکزایی را برای هر هکتار محاسبه نمود (امیرنژاد، ۱۳۸۴).

$$EVs_i = S_i \times P_i \qquad (۷)$$

در رابطه‌ی بالا، EVs ارزش اقتصادی خاکزایی، S میزان خاک تولید شده (مترمربع)، P هزینه‌ی زهکشی و i سال مورد مطالعه می‌باشند.

نتایج و بحث

تعیین ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت خاک به وسیله‌ی عرصه‌ی جنگلی نمخانه

ارزش ریالی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک

بمنظور برآورد ضریب فرسایش‌پذیری خاک، از نتایج مطالعه‌ی کریمی (۱۳۸۳) و پناهی (۱۳۸۴)، استفاده شده و درصد رسوب‌دهی بخش نمخانه معادل ۶۴/۵۱ برآورد شد. لذا، میزان رسوب سالانه‌ی آن ۳۷۶/۱۴ مترمکعب بر کیلومتر بوده که تقریباً معادل ۴/۸۸ تن در هکتار در سال است (برای تبدیل واحد مترمکعب بر کیلومتر به واحد تن در هکتار از ضریب ۰/۰۱۳ استفاده شده‌است).

از آن‌جا که معمولاً حاصلخیزی خاک بر مبنای محتوای سه عنصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم تعیین می‌گردد، لذا لازم است تا میزان این عناصر در خاک منطقه‌ی مورد مطالعه تعیین

[1] -Strange & et al.

شود. بر مبنای نتایج مطالعه‌ی پناهی (۱۳۸۴)، محتوای عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک جنگل خیرود به ترتیب ۸/۹۴، ۲۱/۵۶ و ۲۷/۷۴ تن در هکتار می‌باشد[۱]. نتایج محاسبه‌ی میزان نابودی عناصر خاک جنگل خیرود، در جدول ۱ آمده‌است.

در بین کلیه‌ی کودهای جایگزین، معمولاً برای جبران کمبود نیتروژن از کود اوره، برای فسفر از کود فسفات آمونیوم و برای پتاسیم از سولفات پتاسیم استفاده می‌شود. با در اختیار داشتن قیمت بازاری کودهای جبرانی که داده‌های مربوطه از شرکت خدمات حمایتی کشاورزی جمع آوری شده‌است و با استفاده از رابطه‌ی ۸، می‌توان ارزش مواد غذایی نابود شده‌ی خاک را محاسبه نمود.

$$V = \sum (P_N D_N + P_P D_P + P_K D_K) \qquad (۸)$$

نتایج محاسبات مربوط به برآورد ارزش پولی مواد غذایی نابود شده‌ی خاک منطقه‌ی مورد مطالعه در جدول ۲، آمده‌است.

اعداد جدول مربوط به بخش نمخانه‌ی جنگل خیرود که یک جنگل حفاظتی است، می‌باشد. لذا، بمنظور تعیین ارزش ریالی حفظ حاصلخیزی باید همین ارزش‌ها را برای اراضی تخریب یافته‌ی جنگلی محاسبه کرده و با نتایج جنگل خیرود مقایسه نمود. مقدار رسوب‌دهی ویژه در خاک اراضی جنگل تخریب‌شده ۱۴۳تن در هکتار در سال و محتوای عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در آن‌ها به ترتیب ۲۳/۴، ۷۰/۶ و ۴۹/۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (پناهی،۱۳۸۴). جدول ۳، ارزش عناصر غذایی از بین رفته در خاک اراضی جنگلی تخریب‌شده را نشان می‌دهد.

از تفاضل ارقام جداول۲ و ۳ ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل بدست می‌آید که نتایج مربوط به این محاسبات در جدول۴ گزارش شده است.

ارزش ریالی کارکرد کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب

با توجه به این‌که ۲۵ درصد از کل فرسایش تبدیل به رسوب می‌شود (کریمی، ۱۳۸۳)، برای بدست آوردن میزان کاهش رسوب‌گذاری به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل، ابتدا کل کاهش فرسایش به وسیله‌ی جنگل را برآورد کرده و سپس ۲۵ درصد آن به عنوان کاهش رسوب‌دهی به وسیله‌ی جنگل، در نظر گرفته می‌شود. کاهش فرسایش به وسیله‌ی جنگل نیز از اختلاف میزان فرسایش در اراضی غیرجنگلی و اراضی جنگلی بدست می‌آید. بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، در مناطق شمالی کشور، میانگین فرسایش در اراضی غیرجنگلی ۱۱تن در هکتار و در اراضی

۱- با توجه بنظر کارشناسان، این محتوا در زمان اجرای طرح تغییر چندانی نداشته است لذا، برای سال‌های گذشته نیز از همین داده‌ها استفاده خواهد شد.

جنگلی ۶/۲۶ تن در هکتار بوده است. بنابراین، کاهش فرسایش به وسیله‌ی جنگل‌های شمال تقریباً معادل ۳/۶۵ متر مکعب در هکتار در سال برآورد می‌شود. کل کاهش سالانه‌ی فرسایش در بخش نمخانه ۵۱۲۴ تن، معادل ۳۹۴۵/۵ متر مکعب در سال می‌باشد که در نهایت ۲۵ درصد آن میزان کاهش رسوب‌گذاری خواهد بود. بنابراین، کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن به وسیله‌ی بخش نمخانه‌ی جنگل خیرود، ۹۸۶/۴ متر مکعب در سال است. نتایج محاسبه‌ی ارزش ریالی کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب در جدول ۵ ، نشان داده شده‌است.

ارزش ریالی کارکرد کاهش عدم استفاده از زمین کشاورزی

میزان سطح عدم استفاده از زمین کشاورزی را می‌توان از کاهش تقسیم میزان کاهش فرسایش به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل بر ارتفاع خاک سطحی مورد نیاز برای رشد گیاه (۰/۳ متر)، محاسبه نمود. با توجه به این‌که در بخش پیش کل کاهش سالانه‌ی فرسایش در بخش نمخانه ۳۹۴۵/۵مترمکعب در سال برآورد شد، لذا کاهش سالانه‌ی مساحت عدم استفاده از زمین کشاورزی برای منطقه‌ی نمخانه ۱۳۱۵۱/۷مترمربع، معادل ۱/۳هکتار در سال می‌باشد. حال می‌توان با استفاده از سود اقتصادی سالانه‌ی محصولات غالب کشاورزی(لوبیا سفید)، به عنوان هزینه‌ی فرصت کاهش استفاده از زمین زراعی به وسیله‌ی جنگل، ارزش ریالی کارکرد حفاظت خاک را در راستای کاهش عدم استفاده از زمین کشاورزی بدست آورد. درآمد خالص سالانه‌ی محصول لوبیا که با حاصلضرب سود تمام شده برای هر کیلوگرم در عملکرد هر هکتار محاسبه می‌شود، به‌عنوان شاخص سود سالانه‌ی فعالیت‌های کشاورزی در استان مازندران و منطقه‌ی نوشهر، در نظر گرفته می‌شود. نتایج محاسبات برای سال‌های مورد مطالعه در جدول ۶، ارایه شده است.

نتایج برآورد ارزش ریالی کارکرد حفاظت خاک به وسیله‌ی عرصه‌ی جنگلی نمخانه

جمع ارزش اقتصادی حاصل از کارکردهای حفظ حاصلخیزی، کاهش رسوب‌گذاری و کاهش عدم استفاده از زمین، ارزش ریالی کارکرد حفاظت خاک به وسیله‌ی اکوسیستم جنگل در بخش نمخانه، می‌باشد که نتایج مربوطه در جدول ۷، نشان داده شده است.

نتایج جدول ۷، نشان می‌دهد که کارکرد کاهش رسوب‌گذاری به‌طور میانگین بیش‌ترین ارزش را ایجاد کرده است. هم‌چنین، ارزش کارکرد حفظ خاک، طی سال‌های ۱۳۸۸ - ۱۳۷۹، روند صعودی و افزایش داشته است که این افزایش به‌دلیل افزایش قیمت کود، بهای آب و سود اقتصادی کشت لوبیا در منطقه‌ی نمخانه می‌باشد.

تعیین ارزش اقتصادی کارکرد حفظ آب به وسیله‌ی عرصه‌ی جنگلی نمخانه

ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب باران

از آن‌جا که درصد نفوذپذیری آب در خاک برای منطقه‌ی خیرود ۲۵ درصد است (معاونت امور جنگل،۱۳۸۶)، اگر میزان بارندگی سالانه در درصد نفوذپذیری آب ضرب شود، میزان آب ذخیره شده در خاک بدست می‌آید. ارزش ذخیره‌ی آب بر اساس روش ارزش‌گذاری هزینه‌ی جایگزین، با استفاده از رابطه‌ی ۴ و نیز با در اختیار داشتن هزینه‌ی تمام شده‌ی استحصال هر مترمکعب آب در پای سد، میزان آب ذخیره شده در خاک محاسبه می‌شود. نتایج محاسبات مربوطه در جدول ۸، آمده‌است.

جدول ۸ نشان می‌دهد که ارزش ریالی کارکرد ذخیره‌ی آب در عرصه‌ی جنگلی نمخانه که طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ صعودی بوده، در سال ۱۳۸۶، دچار کاهش ناگهانی شده و بار دیگر تا سال ۱۳۸۸، روند افزایشی را طی کرده است. تنها دلیل کاهش ارزش اقتصادی کارکرد ذخیره‌ی آب در سال ۱۳۸۶، کاهش بارندگی در این سال در مقایسه با سال‌های گذشته است.

ارزش ریالی کارکرد تنظیم آب جاری

برای بدست آوردن ارزش اقتصادی تنظیم آب جاری به وسیله‌ی جنگل، ابتدا لازم است تا حجم رواناب را در منطقه‌ی نمخانه برآورد نمود. با استناد به نتایج مطالعه‌ی پناهی (۱۳۸۴)، رابطه‌ی بین دبی متوسط سالانه (Q) و مساحت ایستگاه باران‌سنجی (A) در حوضه‌ی خیرود، به صورت رابطه‌ی ۹ خواهد بود.

$$Q = 0/0081A + 0/1817 \qquad R^2 = 0/93 \qquad (۹)$$

بر اساس این رابطه در بخش نمخانه‌ی حوضه‌ی خیرود، دبی متوسط سالانه برابر است با:

$Q = 0/0081(1081) + 0/1817 = 0/27$ مترمکعب بر ثانیه

هم‌چنین، حجم رواناب در منطقه‌ی نمخانه به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$V = 0/27 \times 365/25 \times 24 \times 3600/106 = 8520/802$ هزار مترمکعب

بنابراین حجم رواناب در عرصه‌ی جنگلی نمخانه ۸۵۲۰/۸۰۲ هزار مترمکعب، معادل ۸/۵ میلیون مترمکعب، بدست می‌آید.

با توجه به این‌که آب جاری در جنگل خیرود، برای آبیاری زمین‌های کشاورزی اطراف مورد استفاده قرار می‌گیرد، با دراختیار داشتن میزان کل آب جاری (حجم رواناب) و قیمت هر مترمکعب آب سطحی در شبکه‌های آبیاری سنتی برای محصولات گوناگون در استان مازندران و با استفاده از روش هزینه‌ی جایگزین، می‌توان ارزش تنظیم آب جاری به وسیله‌ی جنگل نمخانه را طی سال‌های

۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ بدست آورد. نتایج محاسبات برای بخش نمخانه در سال‌های مورد مطالعه در جدول ۹، نشان داده شده‌است.

با توجه به نتایج برآورد ارزش اقتصادی تنظیم آب جاری و ذخیره‌ی آب، می توان ارزش اقتصادی حفاظت آب توسط بخش نمخانه را بدست آورد. جدول ۱۰ ، ارزش اقتصادی ذخیره‌ی آب، تنظیم آب سطحی و ارزش اقتصادی کارکرد حفاظت آب را طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸ برای هر هکتار از جنگل خیرود و بخش نمخانه نشان می‌دهد.

در جدول ۱۰ ، مشاهده می‌شود که به موجب کاهش بارندگی در سال ۱۳۸۶، ارزش اقتصادی کارکرد حفظ آب در مقایسه با سال‌های گذشته، کاهش ناگهانی داشته و روند صعودی این ارزش را که از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵، مشاهده می‌شود، دچار نوسان کرده است.

تعیین ارزش اقتصادی کارکرد خاکزایی به وسیله‌ی عرصه‌ی جنگلی نمخانه

با توجه به گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۸۱)، زمان لازم برای تشکیل یک سانتی متر خاک ۱۰۰ سال بوده و فاکتور خاکزایی برای مناطقی که پوشش جنگلی دارند، ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. برای منطقه‌ی نمخانه که ۱۰۸۱هکتار وسعت دارد، حجم خاک تولید شده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

حجم تولید خاک در ۱۰۰ سال (مترمکعب) $1081 \times 100 = 108100$

حجم سالانهٔ تولید خاک (مترمکعب) $108100 \div 100 = 1081$

بنابراین، به طور میانگین، حجم خاک تولید شده در بخش نمخانه ۱۰۸۱مترمکعب، معادل ۱۴۰۵/۳تن در سال است (برای تبدیل مترمکعب به تن از ضریب ۱/۳ استفاده شده‌است). عمق ریشه‌ی گیاهان عاملی مهم در تبدیل حجم خاک تولید شده‌ی سالانه بر حسب هکتار می‌باشد (عباسی،۱۳۸۱). از آن‌جا که ارتفاع سطح‌الارض تقریباً ۰/۳متر است؛ لذا، معمولاً عمق ریشه‌ی گیاهان را ۰/۳متر در نظر می‌گیرند. در این صورت مساحت خاک تولید شده را می‌توان چنین محاسبه کرد:

مساحت خاک تولید شده در یک سال (متر مربع) $1081 \div 0/3 = 3603/3$

یعنی تولید خاک به وسیله‌ی منطقه‌ی نمخانه‌ی جنگل خیرود، سالانه ۱۰۸۱ متر مکعب معادل ۳۶۰۳/۳ متر مربع و یا تقریباً ۰/۴ هکتار خاک حاصلخیز در سال می‌باشد. با درنظر گرفتن هزینه‌ی سیستم‌های زهکشی به عنوان شاخص کمینه برای هزینه‌ی فرصت کارکرد خاکزایی اکوسیستم

جنگل، می‌توان ارزش اقتصادی این کارکرد را برآورد نمود (امیرنـژاد، ۱۳۸۴). نتـایج محاسـبات در جدول ۱۱، نشان داده شده‌است. ارزش کارکرد خاکزایی طی سال‌های مورد بررسی، رونـد افزایـشی داشته است که با توجه به افزایش سالانه‌ی هزینه‌ی زهکشی، دور از انتظار نبوده‌است.

تعیین ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن به وسیله‌ی عرصه‌ی جنگلی نمخانه

براساس مطالعه‌ی یخکشی (۱۳۸۱)، میانگین رشد سـالانه‌ی مـاده‌ی خـشک در جنگـل‌هـای شمال ۳ متر مکعب در هکتار است. لذا، در منطقه‌ی نمخانه با داشتن ۱۰۸۱ هکتار مساحت، سالانه ۳۲۴۳ مترمکعب ماده‌ی خشک تولید می‌شود. ضمن این‌که رشد گونه‌هایی که قطر سـینه‌ی آن‌هـا کم‌تـر از ۱۲/۵سـانتی‌متـر اسـت، ۳۰ درصـد رقـم بالاسـت (گیـو و همکـاران، ۲۰۰۱ ؛ حـسینی و همکاران،۱۳۷۳). لذا، با احتساب مقدار یادشده (معادل ۹۷۲/۹مترمکعب)، مجمـوع رشـد سـالانه‌ی ماده‌ی خشک در بخش نمخانه ۴۲۱۵/۹ مترمکعب خواهد بود. بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۸۳)، وزن مخصوص گونه‌های جنگلی در جنگـل شـمال ۰/۶۵تـن در متـر مکعـب است. بنابراین، میزان رشد ماده‌ی خشک در بخش نمخانه سالانه ۲/۷۴هزار تن برآورد می‌شود. حال می‌توان مقدار جذب کربن را در اندام‌های هوایی جنگل‌های بخش نمخانه محاسبه نمود.

با توجه به این‌که در عمل فتوسنتز، برای تولیـد یـک تـن مـاده‌ی خـشک در منـاطق جنگلـی، ۱/۶۳تن دی‌اکسیدکربن مصرف می‌شود (رابطـه‌ی ۶)، مجمـوع جـذب دی‌اکـسیدکـربن در بخـش نمخانه برای تولید ۲/۷۴هزار تن ماده‌ی خشک، ۴/۴۷هزار تن خواهد بود. لذا، مقدار C_1 در رابطه‌ی ۶ ، ۴/۴۷ هزار تن می‌باشد. بمنظور برآورد C_2 ، لازم است تا در ابتدا حجم زیست‌توده‌ی زیرزمینـی را بدست آورد. بر اساس گزارش فائو (۲۰۰۲) و مطالعه‌ی مک دیکن (۱۹۹۷)، حجـم زیـست‌تـودی زیرزمینی یک پنجم اندام هوایی است. بنابراین، مقدار C_2 برای منطقه‌ی نمخانه برابر با ۸۹/ ۰هـزار تن بدست می‌آید، یعنی طی انجام فعالیت فتوسنتز در نمخانه، سالانه ۰/۸۹هزار تن دی‌اکسیدکربن به وسیله‌ی اندام‌های زیرزمینی درختان جنگلی ذخیره می‌شود. با توجه به این‌که مقدار کربن جذب شده در خاک جنگل برای جنگل‌هـای هیرکـانی یـک تـن در هکتـار اسـت (فـائو،۲۰۰۲)؛ لـذا، در منطقه‌ی نمخانه سالانه ۱/۱ هزار تن کربن ذخیره می‌شود. با توجه به مطالعه‌ی عاقلی کهنه شهری (۱۳۸۲)، نسبت وزنی دی‌اکسیدکربن به کربن ۳/۶۷ اسـت. بنـابراین، ۱/۱ هـزار تـن کـربن تقریبـاً معادل ۴/۰۱ هزار تن دی‌اکسیدکربن خواهد بـود. بـه ایـن ترتیـب، بـر اسـاس رابطـه‌ی ۶ ، مقـدار سالانه‌ی ذخیره‌ی کربن در عرصه‌ی جنگلی بخش نمخانه ۹/۳۷ هزار تن معادل ۸/۶۷ تن در هکتار بدست می‌آید. بر اساس گزارش بخش انرژی ایالات متحده[1] ، میزان جذب کربن بر اساس گونه‌های

[1]-U.S. Department of Energy

جنگلی در جنگل‌های شمال ایران، ۸/۶۴ تن در هکتار است (پناهی،۱۳۸۴) که با رقم برآورد شده‌ی بالا تفاوت چندانی ندارد. در این مطالعه در نظر است تا برای محاسبه‌ی ارزش اقتصادی جذب و ذخیره‌ی کربن از روش مخارج انتشار کربن استفاده شود. بررسی مطالعات گذشته نشان داد که میانگین نرخ مالیات اعمال شده برای انتشار هر تن کربن در سال‌های ۱۹۹۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴، به ترتیب معادل ۲۱/۸، ۲۸/۴ و ۳۴/۴ دلار بوده است. با استناد به این داده‌ها، ارزش ریالی کارکرد ذخیره‌ی کربن برای عرصه‌ی جنگلی نمخانه در جدول ۱۲ گزارش شده است.

حال می‌توان با استفاده از جداول۷،۱۰،۱۱ و ۱۲، ارزش کل خدمات زیست‌محیطی جنگل نمخانه را محاسبه نمود. نتایج این برآورد در جدول۱۳ نشان داده شده‌است.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه مشخص گردید که ارزش کارکردهای حفظ عناصر خاک، کاهش رسوب و کاهش عدم استفاده از زمین زراعی، طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۸، روند افزایشی داشته‌اند، اما نکته‌ی مهم آن است که مهم‌ترین علت این افزایش کاهش فرسایش و یا رسوب‌گذاری نمی‌باشد بلکه علت آن تغییر در قیمت کودهای جایگزین، افزایش در هزینه‌ی ساخت سد و افزایش در سود سالانه‌ی فعالیت کشاورزی بوده است. لذا، تنها با استناد به روند افزایش ارزش ریالی کارکرد حفظ خاک نمی‌توان عملکرد جنگل را در زمینه‌ی کاهش و کنترل فرسایش مثبت ارزیابی کرد و لازم است به خدمات زیست‌محیطی و روند تغییرات آن‌ها توجهی بیش‌تر نشان داد. میانگین ارزش کارکردهای گوناگون اکوسیستم جنگل در بخش حفظ خاک نشان داد که طی سال‌های اجرای طرح، کارکرد کاهش رسوب‌گذاری ۸۸/۳۳ میلیون ریال، کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک ۷۲/۶۴ میلیون ریال و کارکرد عدم استفاده از زمین ۷/۱۴ میلیون ریال، ارزش اقتصادی ایجاد کرده‌اند. در نتیجه، بیش‌ترین ارزش مربوط به کارکرد کاهش رسوب‌گذاری بوده‌است که این امر به دلیل هزینه‌ی قابل توجه احداث سد و زیان‌های هنگفت ناشی از تخریب سدها به علت افزایش رسوب می‌باشد. بنابراین، عرصه‌ی جنگلی نمخانه در بخش کارکرد حفظ خاک، بیش‌ترین ارزش اقتصادی را با حفظ سدها و جلوگیری از افزایش رسوب‌گذاری در آن‌ها، ایجاد می‌کند.

در مورد ارزش ریالی کارکرد حفظ آب نیز بررسی‌ها نشان داد که از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۵، ارزش اقتصادی این کارکرد افزایش و در سال ۱۳۸۶، در مقایسه با سال ۱۳۸۵، درحدود ۲۵/۸ هزار ریال کاهش یافته است. این کاهش ارزش به‌دلیل عملکرد پایین جنگل در حفظ آب نبوده‌است بلکه به‌علت کاهش میزان بارندگی سالانه در سال ۱۳۸۶، ذخیره‌ی سالانه‌ی آب در خاک نیز کاهش یافته که منجر به کاهش ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب در خاک و کاهش ارزش ریالی کارکرد حفظ

آب شده‌است. میانگین ارزش کارکرد تنظیم آب جاری در بخش نمخانه، ۲۰۰/۷ ریال در هکتار و میانگین ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب در خاک، ۱۹۳/۸ ریال در هکتار برآورد شد. این نتیجه نشان می‌دهد که در بخش کارکرد حفظ آب، کارکرد تنظیم آب جاری، منافع اقتصادی بیش‌تری را در مقایسه با ذخیره‌ی آب، ایجاد می‌کند که مهم‌ترین دلیل آن کوهستانی بودن و شیب منطقه‌ی نمخانه است که امکان جذب آب را کاهش داده و باعث جاری شدن حجم زیادی از بارش‌ها در سطح جنگل می‌شود. مقایسه‌ی ارزش اقتصادی کارکردهای زیست‌محیطی در بخش نمخانه‌ی جنگل خیرود نشان دادکه بیش‌ترین ارزش ریالی، به کارکرد حفظ خاک مربوط بوده که در حدود ۹۰ درصد از کل ارزش زیست‌محیطی را شامل می‌شود. ارزش کل خدمات زیست‌محیطی عرصه‌ی جنگلی نمخانه، در سال‌های مورد بررسی، روند صعودی را طی کرده‌است و در مقایسه با منافع اقتصادی حاصل از فروش فرآورده‌های چوبی و منافع اقتصادی چوب‌های هیزمی، در حدود ۹۵ درصد از کل منافع اقتصادی را شامل می‌شود.

با توجه به مطالب عنوان شده، چنانچه اجرای طرح جنگلداری متوقف و بنا به پیشنهاد برخی کارشناسان، طرح قرق اجرا گردد، از آن‌جا که هیچ گونه عملیات جنگل‌کاری و یا واکاری انجام نمی‌شود، هیچ درخت یا نهال تازه‌ای هم جایگزین درختان ازبین رفته نمی‌شود؛ لذا، عرصه‌ی جنگل لحظه به لحظه توان خود را برای ارایه‌ی خدمات زیست‌محیطی از دست می‌دهد. بنابراین، با در نظر گرفتن نقش مهم این کارکردها در ایجاد ارزش‌های ملی و اقتصادی (ارزش های ریالی محاسبه شده برای کارکردهای زیست محیطی در این مطالعه)، پیشنهاد می‌شود اجرای طرح بمنظور حفظ ارزش‌های اقتصادی حاصل از اکوسیستم جنگل، متوقف نگردد زیرا اجرای طرح جنگلداری شرایطی را فراهم می‌سازد که منافع زیست‌محیطی بیش‌تری نسبت به قرق جنگل ایجاد گردد.

افزون بر این، هر چند تاکنون مطالعه‌ای برای تعیین توان اکولوژیک و قابلیت طبیعی اراضی یاد شده در کشور ما انجام نگرفته است تا به کمک آن‌ها بتوان از پایداری یا ناپایداری بهره‌برداری از منابع جنگلی، سخن به میان آورد، ولی تنها بر اساس قضاوت‌های تحلیلی می‌توان اظهار داشت که در روندی مشخص در سیمای ظاهری و کیفی بخش نمخانه‌ی جنگل خیرود انحطاط و تخریب مشاهده نمی‌شود و سطح جنگل در آن کاهش نیافته است. از این نکته چنین برداشت می‌شود که وضعیت کنونی مدیریت جنگل به نوعی حکایت از مدیریت پایدار دارد، اما بمنظور اقتصادی‌تر کردن طرح لازم است تغییراتی در مدیریت و نظارت اجرای طرح، اعمال شود.

References

1- Agriculture Organization of Mazandaran province. 2007. Cost and income of agricultural production. *Plan and Program deputy*.

2- Agriculture Organization of Mazandaran province, 2005. Drainage system and estimate its cost. *Water and soil studies office*.

3- Agheli kohne shahri, L. 2003. Calculating the green tax and sustainability grade of national income. PhD thesis of Economics Sciences, University of Tarbiat Modarres.

4- Amir Nezhad, H. 2005. Determining the total economic value of northern forest ecosystems with emphasis on environmental and ecological valuing and the protection values. Phd thesis of University of Tarbiat Modarres.

5- Ashiem, G. B. 2000. Green national accounting: Why and How? *Environment and Development Economics*, 5: 25-48.

6- Bateman, I., and Willis K. 1999. Valuing environmental preferences, Theory and practice of the contingent valuation method in the US, EU, and Developing Countries. Oxford: Oxford University Press. 511- 539.

7- Beckerman. W., and Pasek, J. 2001. What price posterity? Environmental ethics for a new millennium, Oxford: Oxford University Press.

8- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasson, M., Hannon, B., and et al. 1997. The value of the word's ecosystem services and natural capital. Nature, 253- 260.

9- Costanza, R. 1998. The Value of ecosystem services. *Ecological Economics*, 25(1), 12.

10- Costanza, R., and Farber S. 2002. Introduction to the special issue on dynamics and value of ecosystem services: Integrating economic and ecological perspectives. *Ecological Economics*, 41(3), 367 -373.

11- Cruz, W. 1988. The onsite and downstream costs of erosion in the Magat and Pantabangan watershed, *Journal of Philippines Development*. 26 (25, 1): 85-111.

12- De Groo, R.S., Wilson, M. A., and Boumans, R. M. J. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, good and services. *Ecological Economics*, 41: 393-408.

13- Forests and Rangelands Organization of Iran.2005 and 2006. Summary of forest products status in the field of Iran's natural resources offices. The wood and utilization office reports.

14- Forests and Rangelands Organization of Iran. 2005. Technical Forestry Bureau. Estimation report of biological mass in northern forests.

15- Forests and Rangelands Organization of Iran. 2001. Caspian forests is future heritage. Joint meeting of Iran and Germany.

16- Forest and Rangeland and Watershed Organization of Iran. 2006. Statistics and performance bulletin. Planning and Statistics Office publications.

17- Guo, Z., Xiao, X., Can, Y., and Zheng, Y. 2001. Ecosystem functions, services and their values, a case study in Xingshan Country of China, *Ecological Economics*. 38: 141- 154.
18- Joint-Stock Company of Agricultural Support Services. 2008. The Price of fertilizers kind. Plan and Program office
19- Khalilian, S. 1997. Analysing the Position of natural resources in the country's economic development, PhD thesis in agricultural economics, Agricultural College of University of Tarbiat Modarres.
20- Karimi, M. 2004. Studies of soil and evaluation the erosion of northern forests. Environmental protection organization.
21- Krutilla, J. 1991. Conservation reconsider, *The American Economic Review*., 57:787- 796.
22- Moskowitz, K., and Talberth, J. 1998. The economic case against logging our national forests. Forest Guardians, New Mexico.
23- Ministry of Agriculture. 2005. Drainage system and estimate its cost, water and soil studies office.
24- Memaryany, F. 1999. Studying of Vegetation in Golestan National Park after the 1995 fires and Its ecological value. Ms Thesis in Plant Sciences, University of Tarbiat Modarres.
25- Ministry of Agriculture. 2005. Drainage system and estimation of its cost. Water and soil studies office.
26- Ministry of Agricultural. 2005. Drainage system and estimation of its cost. Industry and Infrastructure affairs Deputy.
27- Ministry of Energy. 2006. The report of construction costs of concrete dams in Iran. General office of water in Mazandaran province.
28- Ministry of Energy. 2007. The report of water pricing, price of extraction and water sale at the foot of dams and agricultural water price. Energy affairs Office.
29- Office of Watershed Management. Forest and Rangeland and Watershed Organization of Iran. 2006. Planning and statistics Office publications.
30- Panahi, M. 2005. Economic valuation of Caspian forest: (Case studies in 3 Forestry areas conclude of "Wood and Paper of Mazandaran", "Kheirud kenar" and Wood and Paper of Gilan). Ph.D thesis of University of Tehran.
31- Pearce, D., and Moran, D. 1994. The economic value of biodiversity. London: Earthscan.
32- Pearce, D. W. 1996. Global environmental value and the tropical forests: demons tration and capture, in W. Adamowicz, P. Boxxall, M. Luckert, W. Phillips and W. White (eds.), Forestry Economics and the environment, Wallingford: CAB international. 11, 48.
33- Pearce, D. W., and Moran E. 1994. The economic value of biodiversity. Earthscan publications, London.

34- Rahmani, R. 2005. Evaluation of nutrient of northern forestry soils. Environmental protection organization.
35- Soltani, J. 1995. The review of Range and Range Management in Iran. *Journal of Forest and Range*, (15): 20-31.
36- Saeid, A. 2001. The role of forests in the national economy. Utilization and Wood industry Office. Forest and Rangeland Organization of Iran, *Ministry of Agriculture.*
37- Sharifi, M. 1377. Parkry, forestry and development of green space activities since before Revolution until now and potential of natural resource in climate change. *Watershed Deputy of Jahad*, 30-57.
38- Shakur, B. 1995. Soil erosion and its consequences on the ecosystem. *Journal of water, soil and machinery*, (6): 55-64.
39- Sisak, K. L. 2000. Importance of main non timber for products in the Czech Republic in 1998. *Journal of Forest Science*, 46(7): 331-339.
40- Strange N. P., Tarp, F., and Helles, J. D. Brodic. 1999. A four-stage approach to evaluate management alternatives in multiple-use forestry. *Forest Ecology and management*. 124: 79-91
41- Shahraji Rostami, T. 2001. Evaluation of current strategies of forest planing. National Conference of North forest management and Sustainable development. Volume II, Forests and Rangelands Organization of Iran, *Ministry of Agriculture*.
42- Van Beukering, P. J. H., Cesar, H. S. J., and Janssen, M. A. 2003. Economic valuation of the Leuser National Park on Summatra, *Indonesia. Ecological Economics*, 44: 43-62.
43- Vaze, P. 1998. System of environment and economic accounting (SEEA). Chapter 13, London: ONS, UK.
44- Yakhkeshy, A. 2002. Recognition, protection and improvement of Iran Environment. Agricultural education publishing, Scientific and practical training Institute of Agriculture of Tehran.
45- Zare Mayvan, H., and Mojarad Ashena, M. 1999. Ecosystem valuation of refugee camp of Iraq and Kuwait in West Azerbaijan. Research and Construction (43): 124-126.
46- Zare Mayvan, H. 1999. Ecosystem damage and economic losses ofPools in southern of Iran that caused by Atmospheric pollution of Kuwait oil wells fire in 1991, Research and Construction (43): 113-115.
47- Zahedi, Gh. 2005. Making quantitative of Carbon Sequestration services in Northern Forests. Forests and Rangelands Organization of Iran, *Ministry of Agriculture*.

پیوست‌ها

جدول ۱- مقدار سالانه‌ی عناصر غذایی نابود شده در خاک جنگل خیرود.

نام عنصر	وزن عنصر (تن در هکتار)	وزن تراکمی عناصر (تن در هکتار)	نسبت غنای رسوب (درصد)	رسوب‌دهی ویژه (تن در هکتار در سال)	مقدار نابودی عناصر (کیلوگرم در هکتار)
نیتروژن	۸/۹۴	۵۸/۲۴	۰/۱۵	۴/۸۸	۷۳۲
فسفر	۲۱/۵۶		۰/۳۷		۱۸۰۵/۶
پتاسیم	۲۷/۷۴		۰/۴۸		۲۳۴۲/۴

مأخذ: پناهی (۱۳۸۴) و یافته‌های پژوهش

جدول ۲- ارزش پولی مواد غذایی نابود شده‌ی خاک جنگل طی سال‌های ۱۳۸۸ – ۱۳۷۹.

سال / عنصر	نیتروژن (N) (هزار ریال در هکتار)	فسفر (P) (هزار ریال در هکتار)	پتاسیم (K) (هزار ریال در هکتار)	جمع کل (NPK) (هزار ریال در هکتار)	بخش نمخانه (میلیارد ریال)
۱۳۷۹	۲۲۳/۰	۷۸۲/۲	۸۴۸/۲	۱۸۵۳/۴	۲/۰
۱۳۸۰	۲۳۴/۱	۸۲۱/۳	۸۹۰/۶	۱۹۴۶/۰	۲/۱
۱۳۸۱	۲۶۰/۴	۸۶۲/۳	۹۳۵/۱	۲۰۵۷/۸	۲/۲
۱۳۸۲	۲۵۸/۱	۹۰۵/۵	۹۸۱/۹	۲۱۴۵/۵	۲/۳
۱۳۸۳	۲۷۱/۰	۹۵۰/۷	۱۰۳۱/۰	۲۲۵۲/۷	۲/۴
۱۳۸۴	۲۸۴/۵	۹۹۸/۳	۱۰۸۲/۵	۲۳۶۵/۳	۲/۶
۱۳۸۵	۲۹۸/۸	۱۰۴۸/۲	۱۱۳۶/۶	۲۴۸۳/۶	۲/۷
۱۳۸۶	۳۱۳/۷	۱۱۰۰/۶	۱۱۹۳/۵	۲۶۰۷/۸	۲/۸
۱۳۸۷[1]	۳۲۹/۴	۱۱۵۵/۶	۱۲۵۳/۲	۲۷۳۸/۲	۲/۹
۱۳۸۸	۳۳۶/۰	۱۱۷۸/۷	۱۲۷۸/۳	۲۷۹۳/۰	۳/۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول۳- ارزش عناصر غذایی نابود شده در اراضی تخریب‌شده طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ (میلیون ریال در هکتار).

عنصر / سال	نیتروژن (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	جمع کل (NPK)
۱۳۷۹	۷/۱	۳۰/۶	۱۷/۷	۵۵/۴
۱۳۸۰	۷/۵	۳۲/۱	۱۸/۶	۵۸/۲
۱۳۸۱	۷/۹	۳۳/۷	۱۹/۶	۶۱/۲
۱۳۸۲	۸/۳	۳۵/۴	۲۰/۵	۶۴/۲
۱۳۸۳	۸/۷	۳۷/۲	۲۱/۶	۶۷/۵
۱۳۸۴	۹/۱	۳۹/۰	۲۲/۷	۷۰/۸
۱۳۸۵	۹/۶	۴۱/۰	۲۳/۸	۷۴/۴
۱۳۸۶	۱۰/۰	۴۳/۰	۲۵/۰	۷۸/۰
۱۳۸۷	۱۰/۵	۴۵/۲	۲۶/۲	۸۱/۹
۱۳۸۸	۱۰/۷	۴۶/۱	۲۶/۷	۸۳/۵

مأخذ: رحمانی (۱۳۸۴)

جدول ۴- ارزش ریالی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹.

نوع اراضی / سال	اراضی جنگلی حفاظت شده (میلیون ریال در هکتار)	اراضی جنگلی تخریب‌شده (میلیون ریال در هکتار)	ارزش حفظ حاصلخیزی خاک (میلیون ریال در هکتار)	ارزش حفظ حاصلخیزی خاک در نمخانه (میلیارد ریال)
۱۳۷۹	۱/۸	۵۵/۴	۵۳/۶	۵۷/۹
۱۳۸۰	۱/۹	۵۸/۲	۵۶/۳	۶۰/۹
۱۳۸۱	۲/۰	۶۱/۲	۵۹/۲	۶۴/۰
۱۳۸۲	۲/۱	۶۴/۲	۶۲/۱	۶۷/۱
۱۳۸۳	۲/۲	۶۷/۵	۶۵/۳	۷۰/۶
۱۳۸۴	۲/۴	۷۰/۸	۶۸/۴	۷۳/۹
۱۳۸۵	۲/۵	۷۴/۴	۷۱/۹	۷۷/۷
۱۳۸۶	۲/۶	۷۸/۰	۷۵/۴	۸۱/۵
۱۳۸۷	۲/۷	۸۱/۹	۷۹/۲	۸۵/۶
۱۳۸۸	۲/۸	۸۳/۵	۸۰/۷	۸۷/۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- ارزش کارکرد کاهش رسوب‌گذاری در سدها و مخازن آب طی سال‌های ۱۳۸۸- ۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
هزینهٔ احداث سد (هزار ریال بر مترمکعب)	۵۴	۵۹/۲	۶۵/۸	۷۲/۲	۸۶/۰	۹۲/۱	۱۰۱/۲	۱۱۲/۲	۱۲۰/۵	۱۲۸/۷
ارزش کاهش رسوب (میلیون ریال)	۵۳/۳	۵۸/۴	۷۴/۸	۶۴/۹	۸۴/۸	۹۰/۸	۹۹/۸	۱۱۰/۷	۱۱۸/۹	۱۲۶/۹

مأخذ: وزارت نیرو (۱۳۸۵) و یافته‌های پژوهش

جدول ۶- ارزش کارکرد کاهش عدم استفاده از زمین کشاورزی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
سود فعالیت کشاورزی (میلیون ریال در هکتار)	۲/۴	۱/۹	۲/۳	۳/۰	۴/۰	۵/۲	۷/۰	۸/۴	۹/۴	۱۱/۳
ارزش کاهش عدم استفاده از زمین (میلیون‌ریال)	۳/۱۲	۲/۴۷	۲/۹۹	۳/۹۰	۵/۲۰	۶/۷۶	۹/۱۰	۱۰/۹۲	۱۲/۲۲	۱۴/۶۹

مأخذ: جهاد کشاورزی استان مازندران (۱۳۸۶) و یافته‌های پژوهش

جدول ۷- نتایج برآورد ارزش ریالی کارکرد حفاظت خاک در بخش نمخانه طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
ارزش حفظ حاصلخیزی خاک (میلیارد ریال)	۵۷/۹	۶۰/۹	۶۴/۰	۶۷/۱	۷۰/۶	۷۳/۹	۷۷/۷	۸۱/۵	۸۵/۶	۸۷/۲
ارزش کارکرد کاهش رسوب (میلیون ریال)	۵۳/۳	۵۸/۴	۷۴/۸	۶۴/۹	۸۴/۸	۹۰/۸	۹۹/۸	۱۱۰/۷	۱۱۸/۹	۱۲۶/۹
ارزش کاهش عدم استفاده از زمین (میلیون ریال)	۳/۱	۲/۵	۳/۰	۳/۹	۵/۲	۶/۸	۹/۱	۱۰/۹	۱۲/۲	۱۴/۷
ارزش کارکرد حفظ خاک (میلیارد ریال)	۵۷/۹۶	۶۰/۹۶	۶۴/۰۸	۶۷/۱۷	۷۰/۶۹	۷۴/۰۰	۷۷/۸۱	۸۱/۶۲	۸۵/۷۳	۸۷/۳۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۸- ارزش ریالی کارکرد ذخیره‌ی آب باران در بخش نمخانه طی سال‌های ۱۳۸۸ - ۱۳۷۹.

سال	مقدار بارندگی سالانه ($M^3/H\alpha$)	میزان ذخیره‌ی سالانه‌ی آب در خاک($M^3/H\alpha$)	قیمت فروش آب در پای سد (ریال در مترمکعب)	ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب (هزار ریال درهکتار)	ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب در بخش نمخانه (هزار ریال)
۱۳۷۹	۸۳۲۵	۲۰۸۱/۲	۵۱/۶	۱۰۷/۴	۱۱۶/۱
۱۳۸۰	۱۰۲۵۴	۲۵۶۳/۵	۵۸/۸	۱۵۰/۷	۱۶۲/۱
۱۳۸۱	۱۰۰۲۲	۲۵۰۵/۵	۶۲/۲	۱۵۵/۸	۱۶۸/۴
۱۳۸۲	۱۰۳۶۸	۲۵۹۲/۰	۷۲/۵	۱۸۷/۹	۲۰۳/۱
۱۳۸۳	۹۹۵۶	۲۴۸۹/۰	۷۷/۴	۱۹۲/۶	۲۰۸/۲
۱۳۸۴	۱۰۲۱۹	۲۵۵۴/۷	۸۷/۲	۲۲۲/۸	۲۴۰/۸
۱۳۸۵	۱۰۴۹۳	۲۶۲۳/۲	۹۰/۳	۲۳۶/۹	۲۵۶/۱
۱۳۸۶	۱۱۰۸۰	۲۷۷۰/۰	۹۲/۵	۲۱۰/۰	۲۲۷/۰
۱۳۸۷	۱۰۲۳۱	۲۵۵۷/۴	۱۰۰/۰	۲۵۵/۷	۲۷۶/۴
۱۳۸۸	۱۰۲۵۸	۲۵۶۴/۵	۱۰۱/۹	۲۶۱/۳	۲۸۲/۵

مأخذ: وزارت نیرو (۱۳۸۶)، معاونت امور جنگل (۱۳۸۲ و ۱۳۸۴) و یافته‌های پژوهش

جدول ۹- ارزش ریالی کارکرد تنظیم آب جاری در بخش نمخانه طی سال‌های ۱۳۸۸ – ۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
قیمت آب کشاورزی (ریال در مترمکعب)	۶/۷	۶/۲	۶/۳	۶/۱	۶/۲	۶/۴	۶/۳	۶/۴	۶/۵	۶/۸
ارزش کارکرد تنظیم آب جاری(ریال در هکتار)	۲۰۹/۷	۱۹۴/۱	۱۹۷/۲	۱۹۰/۹	۱۹۴/۱	۲۰۰/۳	۱۹۷/۲	۲۰۰/۳	۲۰۳/۴	۲۱۲/۸
ارزش کارکرد تنظیم آب جاری در نمخانه (هزارریال)	۲۲۶/۷	۲۰۹/۸	۲۱۳/۲	۲۰۶/۴	۲۰۹/۸	۲۱۶/۵	۲۱۳/۲	۲۱۶/۵	۲۱۹/۹	۲۳۰/۱

مأخذ: معاونت امور جنگل، بی‌نام (۱۳۸۲ و ۱۳۸۴) و یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰- نتایج برآورد ارزش ریالی کارکرد حفاظت آب طی سال‌های ۱۳۸۸ – ۱۳۷۹.

سال	ارزش کارکرد ذخیره‌ی آب (ریال در هکتار)	ارزش کارکرد تنظیم آب جاری (ریال در هکتار)	ارزش کارکرد حفظ آب (ریال در هکتار)	ارزش کارکرد حفاظت آب در بخش نمخانه (هزار ریال)
۱۳۷۹	۱۰۷/۴	۲۰۹/۷	۳۱۷/۱	۳۴۲/۸
۱۳۸۰	۱۵۰/۷	۱۹۴/۱	۳۴۴/۸	۳۷۲/۷
۱۳۸۱	۱۵۵/۸	۱۹۷/۲	۳۵۳/۰	۳۸۱/۶
۱۳۸۲	۱۸۷/۹	۱۹۰/۹	۳۷۸/۸	۴۰۹/۵
۱۳۸۳	۱۹۲/۶	۱۹۴/۱	۳۸۶/۷	۴۱۸/۰
۱۳۸۴	۲۲۲/۸	۲۰۰/۳	۴۲۳/۱	۴۵۷/۴
۱۳۸۵	۲۳۶/۹	۱۹۷/۲	۴۳۴/۱	۴۶۹/۳
۱۳۸۶	۲۱۰/۰	۲۰۰/۳	۴۱۰/۳	۴۴۳/۵
۱۳۸۷	۲۵۵/۷	۲۰۳/۴	۴۵۹/۱	۴۹۶/۳
۱۳۸۸	۲۶۱/۳	۲۱۲/۸	۴۷۴/۱	۵۱۲/۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۱- نتایج برآورد ارزش ریالی کارکرد خاکزایی طی سال‌های ۱۳۸۸- ۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
هزینهٔ زهکشی (هزار ریال در مترمربع)	۱۵/۳	۱۷/۹	۲۱/۵	۲۵/۸	۲۹/۰	۳۲/۳	۳۷/۵	۴۳/۵	۵۰/۰	۵۷/۰
ارزش خاکزایی (میلیون ریال)	۵۵/۱	۶۴/۵	۷۷/۵	۹۳/۰	۱۰۴/۵	۱۱۶/۴	۱۳۵/۱	۱۵۶/۷	۱۸۰/۲	۲۰۵/۴

مأخذ: دفتر مطالعات آب و خاک استان مازندران (۱۳۸۴)، معاونت صنایع و امور زیر بنایی وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۴) و یافته‌های پژوهش

جدول ۱۲- نتایج برآورد ارزش ریالی کارکرد ترسیب کربن طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
هزینه‌ی انتشار کربن (هزار ریال بر تن)	۱۱۳/۰	۱۲۴/۲	۱۳۳/۴	۱۸۰/۵	۲۴۱/۶	۲۲۸/۵	۲۲۳/۵	۲۲۳/۸	۲۳۲/۱	۲۴۴/۱
ارزش ترسیب کربن (میلیون ریال در هکتار)	۰/۹۸	۱/۱	۱/۲	۱/۶	۲/۱	۲/۰	۱/۹	۱/۹	۲/۰	۲/۱
ارزش ترسیب کربن در نمخانه (میلیون ریال در هکتار)	۱/۰۶	۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۶۹	۲/۲۶	۲/۱۴	۲/۰۹	۲/۱۰	۲/۱۷	۲/۲۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۳- نتایج برآورد ارزش ریالی خدمات زیست‌محیطی بخش نمخانه طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹.

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
ارزش کارکرد حفظ آب (میلیون ریال)	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۲	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۱
ارزش کارکرد حفظ خاک (میلیارد ریال)	۵۷/۹۶	۶۰/۹۶	۶۴/۰۸	۶۷/۱۷	۷۰/۶۹	۷۴/۰	۷۷/۸۱	۸۱/۶۲	۸۵/۷۳	۸۷/۳۴
ارزش کارکرد خاکزایی (میلیون ریال)	۵۵/۱	۶۴/۵	۷۷/۵	۹۳/۰	۱۰۴/۵	۱۱۶/۴	۱۳۵/۱	۱۵۶/۷	۱۸۰/۲	۲۰۵/۴
ارزش کارکرد ترسیب کربن (میلیون ریال)	۱/۰۶	۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۶۹	۲/۲۶	۲/۱۴	۲/۰۹	۲/۱۰	۲/۱۷	۲/۲۹
کل ارزش خدمات زیست‌محیطی (میلیارد ریال)	۵۸/۰۲	۶۱/۰۳	۶۴/۱۶	۶۷/۲۶	۷۰/۸۰	۷۴/۱۲	۷۷/۹۵	۸۱/۷۸	۸۵/۹۱	۸۷/۵۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش