فصلنامه علوم محیطی، دوره هجدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹

۱۵۰-۱۳۷

ارزش‌گذاری اقتصادی برخی از مهمترین خدمات اکوسیستمی جنگل‌های زاگرس

علی اکبر جعفرزاده[۱]، علی مهدوی*[۱]، سید رشید فلاح شمسی[۲] و رسول یوسف پور[۳]

[۱] گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

[۲] گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

[۳] گروه برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل، دانشگاه فرایبورگ، آلمان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۵

جعفرزاده، ع.ا.، ع. مهدوی.، س.ر. فلاح شمسی و ر. یوسف پور. ۱۳۹۹. ارزش‌گذاری اقتصادی برخی از مهمترین خدمات اکوسیستمی جنگل‌های زاگرس. فصلنامه علوم محیطی. ۱۸(۱): ۱۵۰-۱۳۷.

سابقه و هدف: تاکنون سهم اکوسیستم‌های جنگلی در اقتصاد جهانی و سلامت بشر به‌طور گسترده در علم و سیاست مورد شناسایی قرار گرفته است. در جنگل‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری، خدمات چندمنظوره از جمله ترسیب کربن، تولید چوب و غذا، تنظیم آب و اکوتوریسم مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج به‌دست آمده از تحقیق‌های مختلف نشان داده که کارکردهای تولید و ذخیره آب دارای اولویت بیشتر در میان دیگر کارکردها بوده است. با یک تأخیر معنی‌دار نسبت به دیگر کشورها، در ایران نیز مطالعات مختلفی در سال‌های اخیر بویژه در جنگل‌های شمال، در ارتباط با شناسایی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم به انجام رسیده است. این مطالعه در نظر دارد تا مهمترین خدمات اکوسیستم موجود در چشم‌انداز جنگل‌های حوضه میشخاص استان ایلام شامل تولید آب، ذخیره کربن، جلوگیری از هدر رفت خاک و کارکرد تولیدی را مورد بررسی و ارزش‌گذاری اقتصادی قرار دهد.

مواد و روش‌ها: در این مقاله ۴ مورد از خدمات اکوسیستم جنگل‌های زاگرس در حوضه آبخیز میشخاص شهرستان ایلام از منظر اقتصادی مورد مطالعه و ارزش‌گذاری قرار گرفت. در این مطالعه برای محاسبه کارکرد تولیدی محصول‌های غیرچوبی جنگل مورد مطالعه از روش ارزش‌گذاری مستقیم بازار (ارزش فعلی خالص)، و برای برآورد خدمات اکوسیستمی شامل تولید آب، جلوگیری از فرسایش خاک و ذخیره کربن به‌ترتیب از مدل تولید آب InVESt[۱]، روش تجربی EPM[۲] اصلاح شده و محاسبه کربن کل (بیوماس هوایی، زیرزمینی، لاشبرگ و خاک) استفاده گردید.

نتایج و بحث: کل ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات بررسی شده برای منطقه، ۵۴۹۵۳۴ میلیون ریال به‌دست آمد، مجموع ارزش اقتصادی سالانه محصول‌های غیرچوبی جنگل‌های منطقه‌یعنی ارزش کارکرد تولیدی آن‌ها ۳۸۵۰۸ میلیون ریال و ارزش اقتصادی سالانه برای هر هکتار ۹/۳۷ میلیون ریال به‌دست آمد که نقش زیادی در اقتصاد خانوارهای بهره بردار در منطقه دارد. در این تحقیق، ارزش اقتصادی کارکرد تولید آب معادل ۵۸/۵ میلیون ریال برای هر هکتار از اکوسیستم جنگلی منطقه به‌دست آمد. همچنین مشخص شد که کارکرد تولید آب دارای بیشترین ارزش بین دیگر خدمات اکوسیستمی مورد مطالعه بود و ۴۳/۷ درصد از سهم ارزش‌گذاری خدمات را به خود اختصاص داد. در ارتباط با جلوگیری از فرسایش خاک نتایج نشان داد که در اکوسیستم جنگل مقدار فرسایش خاک ۱/۰۵ تن در هکتار نسبت به میانگین دیگر کاربری‌های حوضه کمتر است و سالیانه در هر هکتار از جنگل‌های منطقه میزان ۱۰۵۰ کیلوگرم در هکتار از هدر رفت عناصر خاک جلوگیری می‌شود، که دارای ارزش ریالی ۲۲ میلیون ریال می‌باشد. بعبارت دیگر جنگل‌های منطقه مورد مطالعه قادر هستند مانع از تحمیل

*Corresponding Author. *Email Address*: Ali.mahdavi@ilam.ac.ir

حدود ۹۰۶۰۴ میلیون ریال خسارات ناشی از فرسایش و هدر رفت خاک شوند. در هر هکتار از این جنگل‌ها ۴۱/۲۵ تن ذخیره کربن وجود دارد که با توجه به سطح زیر پوشش این جنگل‌ها کل مقدار ذخیره کربن ۱۶۹۴۴۲ تن بوده که دارای ارزشی معادل ۱۸۰۰۴۹ میلیون ریال می‌باشد و اهمیت این جنگل‌ها را نشان می‌دهد، از کل ارزش‌گذاری خدمات صورت گرفته در منطقه، ۳۲/۸ درصد آن مربوط به کارکرد ذخیره کربن بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق بیانگر آن است که خدمات و کارکردهای محیط زیستی جنگل‌های منطقه رایگان نیستند و ارزش و بهای اقتصادی به ظاهر نهفته‌ای دارند که بسیار مهم‌اند و دارای ارزش ریالی خیلی بیشتری نسبت به ارزش‌های بازاری و قابل تبادل در بازار (برداشت محصول‌های غیرچوبی) هستند.

واژه‌های کلیدی: کارکرد تولیدی، تولید آب، ذخیره کربن، جلوگیری از فرسایش خاک.

مقدمه

تاکنون سهم اکوسیستم‌های جنگلی در اقتصاد جهانی و سلامت بشر به‌طور گسترده در علم و سیاست مورد شناسایی قرار گرفته است (Egoh *et al.*, 2012; Müller and Burkhard, 2012). اکوسیستم‌های جنگلی دامنه وسیعی از کالاها و خدمات (مانند غذا، آب، ترسیب کربن، کنترل سیل، تنظیم آب و هوا، کنترل فرسایش، حس زیبایی‌شناختی و تفرج) را برای بشر فراهم می‌کنند (MEA, 2005). با این وجود، بسیاری از خدمات اکوسیستم جنگل خارج از سیستم بازار هستند (مانند ذخیره آب، ذخیره کربن و کنترل سیل و تنظیم آب و هوا)، بنابراین ارزش اقتصادی‌شان کمّی نیست و تنها خدمات اندکی از جمله تولید چوب و غذا دارای ارزش بازاری هستند (Seppelt *et al.*, 2012). این مسئله سبب تخریب خدمات غیربازاری کاربری‌های جنگل بویژه در ناحیه رویشی زاگرس به‌دلیل افزایش میزان عرضه و تقاضای خدمات بازاری شده است. حفظ و ارتقاء تأمین خدمات غیر بازاری یک اکوسیستم هم از جنبه انسانی و هم از جنبه اقتصادی بسیار مهم است. جنگل‌های زاگرس دارای خدمات اکوسیستمی فراوان هستند که در بعضی مناطق به‌دلیل سوء مدیریت و منافع شخصی نادیده گرفته شده اند، که منجر به کاهش بسیاری دیگر از خدمات عام المنفعه اکوسیستم همانند ذخیره کربن، تولید آب و خدمات محیط زیستی شده است. در جنگل‌های ایران و بویژه زاگرس، آینده‌ی دانش خدمات چندمنظوره اکوسیستم جنگل، وابسته به یافتن راهکارهایی برای مدیریت اکوسیستم جنگل است، که به‌طور همزمان خدمات اکوسیستم جنگل را در نظر بگیرد.

مطالعات زیادی در دنیا در ارتباط با شناسایی، ارزش‌گذاری، ارزیابی و مدل سازی خدمات اکوسیستمی در جنگل‌ها انجام شده است. در جنگل‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری، خدمات چندمنظوره از جمله ترسیب کربن، تولید چوب و غذا، تنظیم آب و اکوتوریسم مورد مطالعه قرار گرفته است (Costanza *et al.*, 2014; Elliott *et al.*, 2014; Stepniewska and Sobczak, 2017; Chawanji *et al.*, 2018). نتایج به‌دست آمده از تحقیق‌های مختلف نشان داده که کارکردهای تولید و ذخیره آب دارای اولویت بیشتر در میان دیگر کارکردها بوده است. با یک تأخیر معنی‌دار نسبت به دیگر کشورها، در ایران نیز مطالعات مختلفی در سال‌های اخیر بویژه در جنگل‌های شمال، در ارتباط با شناسایی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم به انجام رسیده است که از جمله آن می‌توان به مطالعه Hosseini *et al.* (2017)، اشاره کرد که ارزش کل اقتصادی بوم نظام جنگلی پارک ملی کیاسر را ۲۱۳۲/۶۴ میلیارد ریال برآورد کردند. در مطالعه‌ای دیگر Amirnejad and Ataie-selot (2017)، ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز شامل کارکرد تثبیت دی اکسید کربن و عرضه اکسیژن توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو را مورد بررسی قرار دادند. همچنین Asadolahi and Mahini (2017)، به بررسی اثر تغییر کاربری زمین‌ها بر عرضه خدمات اکوسیستم (ذخیره و ترسیب کربن) پرداختند و بیان کردند که که روند تغییر کاربری با کاهش ذخیره کربن همراه بوده است. با این وجود مطالعات خیلی

کمی برای شناسایی و ارزش‌گذاری کمّی بین خدمات و کالاهای اکوسیستم جنگل تحت استراتژی‌های مختلف در ایران صورت گرفته است. جمع بندی نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که جنگل‌های زاگرس در سال‌های متمادی دستخوش تخریب بالا بوده و سطح قابل توجهی از آن به دیگر کاربری‌ها تبدیل شده و این می‌تواند به‌طور پیوسته روی دیگر خدمات مهم این جنگل‌ها بویژه ذخیره کربن و تولید آب که برای کشور ما مهم هستند تأثیر بگذارند. این جنگل‌ها از لحاظ راهبردی، استراتژیک و ارائه خدمات محیط‌زیستی از جمله ۴۰ درصد تأمین آب شیرین کشور (Sagheb-Talebi *et al*., 2014)، ذخیره کربن (ترسیب کربن و کاهش دمای کره زمین) و تأمین نیازهای اقتصادی - اجتماعی جمعیت قابل توجهی از مردم ایران، دارای اهمیت هستند. این مطالعه در نظر دارد تا مهمترین خدمات اکوسیستمی موجود در چشم‌انداز جنگل‌های حوضه میشخاص استان ایلام شامل تولید آب، ذخیره کربن، جلوگیری از هدر رفت خاک و کارکرد تولیدی را مورد بررسی و ارزش‌گذاری اقتصادی قرار دهد. تلاش برای برآورد خدمات اکوسیستم و کارکرد تولیدی در جنگل‌های زاگرس از آن جا ضرورت می‌یابد که هم اکنون فشارهای گوناگون ناشی از انگیزه‌ها و مقاصد اقتصادی، زمینه ساز تخریب و تغییر این منابع شده است. از این رو ضرورت دارد از نظر اقتصادی و خدمات زیست بومی، این اکوسیستم‌های طبیعی ارزش‌گذاری شوند. بنابراین هدف از این مطالعه شناسایی و ارزش‌گذاری اقتصادی برخی از مهمترین کالاها و خدمات اکوسیستمی واقع در ناحیه رویشی زاگرس در استان ایلام می‌باشد.

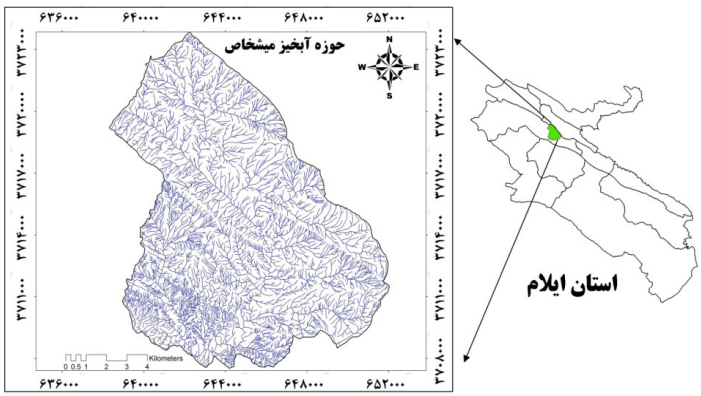
مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

حوضه آبخیز میشخاص با مساحت ۱۳۴۶۸/۸۷ هکتار در استان ایلام و شهرستان ایلام قرارگرفته، از نظر موقعیت جغرافیایی بین ″۱۲ ′۲۹ °۴۶ تا ″۲۳ ′۳۸ °۴۶ طول شرقی و″۴۶ ′۳۸ °۳۳ تا ″ ۱۲ ′۳۰ °۳۳ عرض شمالی واقع گردیده است. بیشترین ارتفاع حوضه ۲۶۰۳ متر و کمترین ارتفاع در خروجی حوضه برابر ۱۲۱۷ متر از سطح دریا می‌باشد (شکل ۱). مهمترین مشخصه حوضه آبخیز میشخاص تنوع در کاربری‌ها و پتانسیل منطقه در مورد بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی مردم منطقه می‌باشد که یک الگوی مناسب از شرایط موجود در حوضه رویشی زاگرس در غرب کشور می‌باشد. این منطقه دارای روستاهای زیادی از جمله روستای طولاب، زردالوآباد، حیدرآباد، داروند، میدان، حسین آباد، محمودآباد، جعفرآباد، کله کبود و سربیشه می‌باشد، که ساکنین آن‌ها وابستگی‌های مختلفی به جنگل‌های منطقه دارند.

روش انجام پژوهش

برای تهیه لایه کاربری زمین‌های منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ (سنجنده OLI) مربوط به تاریخ سپتامبر ۲۰۱۶ استفاده شد. برای تفسیر تصاویر ماهواره‌ای گرفته شده از نرم‌افزارهای سنجش از دوری



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (حوضه آبخیز میشخاص)

Fig. 1- Location of the study area (Mishkhas catchment)

ENVI4.5 و TerrSet که نسخه جدید نرم افزار IDRISI می‌باشد، استفاده شد. طبقه‌بندی تصاویر با ۴ کاربری مختلف (از جمله جنگل، مرتع، زراعت و باغ) صورت گرفت. خدمات اکوسیستمی که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت شامل تولید آب، ذخیره کربن، جلوگیری از فرسایش (هدر رفت خاک) و کارکرد تولیدی (محصول‌های غیرچوبی) حاصل از کاربری جنگل بود. در این مطالعه برای شناسایی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی مختلف از روش‌های مختلفی به شرح زیر استفاده شده است.

کارکرد تولیدی جنگل

براساس بررسی‌های بعمل آمده، کارکرد تولیدی حاصل از کاربری جنگل در منطقه، شامل درآمدهای حاصل از چوب سوخت، زغال‌گیری، چرای دام، گیاهان دارویی و غذایی و همچنین بذرها و میوه‌های جنگلی است که تحت عنوان محصول‌های غیرچوبی جنگل طبقه‌بندی می‌شوند. از طرف دیگر در این تحقیق مشخص شد که تنها محصول جنگلی که می‌توان در منطقه مورد مطالعه از نظر اقتصادی ارزش‌گذاری کرد و دارای حجم تولیدات مشخص است محصول سقز درختان بنه می‌باشد، دیگر محصول‌هایی که در منطقه وجود دارند دارای اطلاعات و آمار مشخص نیستند از جمله زغالگیری در منطقه که به‌صورت قاچاق صورت می‌گیرد، در نتیجه در این تحقیق معادل ۲۰ درصد از ارزش فعلی خالص از برداشت سقز در منطقه برای ارزش‌گذاری دیگر محصول‌های جنگلی منطقه منظور گردید (Fallah Shamsi, 2004). برای برآورد کارکرد تولیدی جنگل از بهره‌برداری صورت گرفته از درختان بنه در سال‌های گذشته استفاده شد. در این مطالعه برای محاسبه درآمد فعلی خالص و فعلی‌سازی هزینه‌ها و درآمدهای برداشت سقز از درختان بنه که هر ۳ سال یکبار و آخرین بار در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت از فرمول ارزش فعلی هزینه یا درآمدهای دوره‌ای نامحدود استفاده شد (رابطه۱) (Mahdavi, 2016).

$$V_0 = CF_{pl} / (1+i)^{pl} - 1 \qquad (۱)$$

V0 ارزش فعلی خالص،CF جریان پولی (هزینه یا درآمد)، iنرخ بهره و pl طول دوره یا فواصل زمانی که درآمدها یا هزینه‌ها اتفاق می‌افتند. در این مطالعه نرخ بهره یا همان نرخ فعلی کردن واقعی (i) ۵ درصد در نظر گرفته شد، که براساس تفریق نرخ سود بانکی سالانه از نرخ تورم به‌دست آمد (Mahdavi, 2016). براساس آمار منتشر شده از سوی بانک مرکزی ایران برای سال ۱۳۹۶ نرخ سود بانکی سالانه ۱۵ درصد و نرخ تورم ۱۰ درصد گزارش شده است،

تولید آب

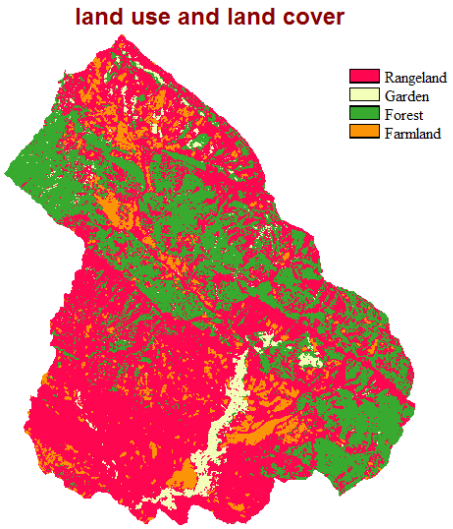
در این پژوهش، برای برآورد تولید آب در حوضه مورد مطالعه از مدل InVESt در نرم افزار سنجش از دوری TerrSet استفاده شد. مدل تولید آب بیان شده براساس منحنی Budyko (1974) و بارندگی سالیانه، عمل می‌کند. تولید آب سالانه براساس منحنی Budyko (1974) و برای هر پیکسل (Yxj) در سطح چشم انداز به‌صورت زیر تعریف شده است:

$$Y_{xj} = (1- ET_{xj} / P_x) \times P_x \qquad (۲)$$

که ETxj تبخیر و تعرق واقعی هر پیکسل x با کاربری j و Px بارندگی سالیانه پیکسل x هست. این مدل برای برآورد تولید آب سالانه در واحد سطح نیازمند لایه‌های مختلفی از جمله کاربری زمین‌ها، پوشش گیاهی، بارندگی، میانگین سالانه پتانسیل تبخیر و تعرق، عمق خاک، حجم آب در دسترس گیاه[۳]، مرز حوضه آبخیز و زیر حوضه‌ها و همچنین جدول بیوفیزیکی[۴] که منعکس کننده ویژگی‌های هر کلاسه کاربری یا پوشش گیاهی هست، می‌باشد.

ذخیره کربن

روش‌های مختلفی برای برآورد میزان ذخیره کربن وجود دارد، از جمله روش اندازه گیری در پلات‌های نمونه برداری، روش مدل سازی بوم‌سازگان و روش‌های سنجش از دور (Yang *et al*., 2018). در روش پلات‌های نمونه‌برداری، ذخیرهٔکربن درختان از طریق اندازه‌گیری قطر (گاهی اوقات ارتفاع و تاج) درخت در پلات‌های ثابت و سپس استفاده از معادلات آلومتریک برای برآورد زی توده، محاسبه می‌شود. در این مطالعه با توجه به اهداف تحقیق، از روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک برای محاسبه ذخیره کربن درختان و ذخیره کربن خاک استفاده شد و با پیاده سازی شبکه بر



شکل ۲- نقشه کاربری زمین‌های منطقه مورد مطالعه
Fig. 2- Land use map of the study area

روی نقشه منطقه با استفاده از GIS منطقه‌های نمونه‌برداری مشخص شدند. در مرحله بعد، ۳۰ پلات مشخص شد و برای آماربرداری درختان و نمونه برداری از خاک به موقعیت این پلات‌ها در عرصه مراجعه شد. ذخیره کربن در زی توده ی روی‌زمینی درختان بلوط، لاشریزه و خاک تا عمق ۲۰ سانتی متری مورد ارزیابی قرار گرفت. زی توده و ذخیره کربن درخت در جنگل با استفاده از معادلات آلومتریک موجود برای بلوط ایرانی براساس متغیر مستقل قطر متوسط تاج برآورد شد (Iranmanesh *et al.*, 2015). برای اندازه گیری کربن آلی خاک از روش والکی- بلاک استفاده شد. بمنظور تعیین میزان ذخیره کربن خاک بر حسب کیلوگرم در هکتار از معادله زیر استفاده شد (Zang *et al.*, 2018):

$$Cc(kg/ha) = 10000 \times OC\% \times Bd \times E \times PCS \quad (۳)$$

در این فرمول Cc میزان کربن ذخیره شده در واحد سطح، C درصد تراکم کربن آلی در عمق مشخصی از خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب (g/cm^3)، PCS، درصد پوشش خاک و E ضخامت عمق خاک بر حسب سانتیمتر (cm) است. در این تحقیق بمنظور تعیین ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن، با استناد به نتایج مطالعه Yeghane (2013) و Hosseini *et al.* (2017)، رقم ۲۵/۳ دلار بر تن (۱۰۶۲ هزار ریال) بعنوان ارزش سایه‌ای کربن مد نظر قرار گرفت و بر پایه آن، ارزش کارکرد اکوسیستم جنگلی منطقه محاسبه شد.

جلوگیری از فرسایش و هدر رفت خاک

روش به کار گرفته شده در مطالعه حاضر برای اندازه گیری میزان فرسایش خاک، از نوع تحلیلی توصیفی است که با توجه به اهداف اصلی از منابع متعدد اسنادی، مشاهداتی و میدانی در آن استفاده شده است. همچنین برای دست‌یابی به مستندات تحقیق از تکنولوژی‌های RS و GIS استفاده شده است. داده‌های مشاهداتی جمع آوری شده در محیط GIS تجمیع و پس از تشکیل بانک اطلاعاتی تخصصی این مطالعه، داده‌ها در فرمت رستری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مدل‌سازی فرآیند فرسایش در حوضه مورد مطالعه از روش تجربی EPM اصلاح شده استفاده گردید (Mahdavi, 2007). این مدل در ایران در محیط‌های جغرافیایی مختلف مورد استفاده قرار گرفته و به‌دلیل کمّی بودن و استفاده از پارامترهای متعدد نتایج قابل قبول و رضایت‌بخشی را نسبت به دیگر مدل‌های تجربی نشان داده است. در این روش نه عامل محیطی شامل زمین شناسی، خاک، آب و هوا، رواناب، شیب، پوشش زمین، کاربری زمین‌ها، فرسایش سطحی و رودخانه‌ای مورد بررسی قرارمی‌گیرد و سپس با ارزش‌گذاری کمّی هر پارامتر، میزان فرسایش و رسوب محاسبه می‌شود. در نهایت براساس روش اقتصادی هزینهٔ جایگزین، ارزش پولی نگهداری خاک در اثر حفاظت خاک به‌وسیله‌ی پوشش جنگلی برآورد گردید

(Bakhtiari *et al*., 2009).

نتایج و بحث

نقشه کاربری زمین‌های منطقه مورد مطالعه براساس تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در شکل ۲ نشان داده شده است که براساس آن به‌ترتیب کاربری مرتع با مساحت ۷۸۴۲/۶ هکتار (۵۸ درصد)، کاربری جنگل با مساحت ۴۱۰۷/۷ هکتار (۳۰/۵ درصد)، کاربری زراعت با مساحت ۱۰۶۹/۳ هکتار (۸ درصد) و کاربری باغ‌ها با مساحت ۴۶۴/۹ هکتار (۳/۵ درصد) بیشترین سطح را به خود اختصاص دادند.

نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه تعداد ۵ شرکت تعاونی بهره‌برداری سقز فعال بوده که در مجموع ۴۱۰۷ هکتار جنگل را پوشش می‌دهند و کل میزان برداشت مجاز سقز در منطقه ۶۱۰۰ کیلوگرم تعیین شده است (جدول ۱). در جدول۲ هزینه‌های برداشت محصول غیرچوبی سقز برآورد شده است و در جدول ۳ درآمد خالص فعلی بهره‌برداری از درختان بنه محاسبه شده است. برای اندازه گیری دیگر تولیدهای بخش جنگل که آمار دقیقی از آن‌ها وجود ندارد، معادل ۲۰ درصد از درآمد فعلی خالص به‌دست آمده از تولید سقز درختان بنه احتساب شد، که معادل ۱۵۶۲۴۷۰ ریال می‌باشد. در نتیجه کارکرد تولیدی سالیانه جنگل در هکتار معادل ۹۳۷۴۸۲۲ ریال به‌دست آمد (جدول ۳).

درآمد ناخالص در هکتار طی یک دوره برداشت برابر است با ۱۴۸۵۲۶۹ ریال می‌باشد:

$$R = 6100000000_{Rls} / 4107_{ha} = 1485269_{Rls/ha}$$

درآمد فعلی دوره‌ای نامحدود در هکتار برابر است با:

$$V_0 = 1485269_3 / (1+0.05)^3 - 1 = 9422801_{Rls/ha}$$

هزینه‌های تولید صمغ سقز درختان بنه شامل هزینه‌های بهره برداری ۶۱۲۵۰۰ هزار ریال (جدول ۲)، هزینه مربوط به بهره مالکانه ۴۲۷۰۰۰ هزار ریال (برای برداشت هر کیلو سقز تولید شده، ۷۰۰۰۰ ریال بهره مالکانه توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام اخذ می‌شود)، هزینه حمل و نقل ۳۰۵۰ هزار ریال (هزینه حمل هر تن سقز از محل برداشت تا بازار مصرف ۵۰۰۰۰۰ ریال محاسبه شده است) می‌باشد که در مجموع ۱۰۴۲۵۵۰ هزار ریال بوده

جدول ۱- درآمدهای ناخالص بهره‌برداری سقز در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۵
Table 1. Gross revenue of gum exploitation in the study area in 2016

شرکت تعاونی Cooperative company	میزان برداشت (kg) Harvest rate	تولید در هکتار (ton) Production per ha	درآمد ناخالص (هزار ریال) Gross revenue
محمود آبادMahmodabad	1200	1.4	1200000
کله کبودKalekabod	1300	1.5	1300000
طولاب Tolab	1200	1.7	1200000
زردآلوآباد Zardoloabad	1200	1.6	1200000
جعفرآباد Jafarabad	1200	1.26	1200000
جمع Sum	6100		6100000

منبع: اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام

که ارزش در هکتار و ارزش فعلی دوره‌ای نامحدود در هکتار به‌صورت زیر به‌دست آمد:

هزینه تولید در هکتار

$$R = 1042550000_{Rls} / 4107_{ha} = 253847_{Rls/ha}$$

هزینه فعلی دوره‌ای نامحدود تولید سقز در هکتار

$$V_0 = 253847_3 / (1+0.05)^3 - 1 = 1610449_{Rls/ha}$$

یکی از مهمترین کارکردهای اکوسیستمی زاگرس، تولید آب همراه با خدمات تنظیمی مربوط به سیستم‌های بارشی می‌باشد، به‌طوری که ۴۰ درصد آب شیرین کشور از جنگل‌های زاگرس سرچشمه می‌گیرد (Sagheb-Talebi *et al*., 2014). در شکل ۳ نقشه‌های مربوط میانگین سالانه بارندگی (mm)، میانگین سالانه تبخیر و تعرق (mm)، عمق خاک (mm)، حجم آب قابل دسترس گیاه نشان داده شده است. نتایج نشان داد در یک دوره آماری ۳۰ ساله که میزان بارندگی در حوضه مورد مطالعه بین ۵۶۵ تا ۷۱۳ میلیمتر در نوسان بوده و دارای میانگین ۶۳۳ میلیمتر می‌باشد. همچنین مشخص شد که

جدول ۲- هزینه‌های بهره‌برداری سقز در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۵
Table 2. Gum exploitation costs in the study area in 2016

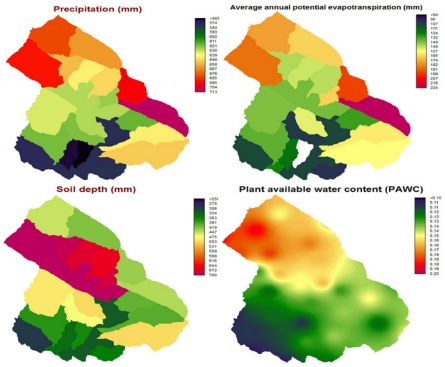
شرکت تعاونی Cooperative company	تعداد کارگر Number of workers	روز کاری Work day	هزینه‌های کارگری (هزار ریال) Labor costs	هزینه ایاب ذهاب (هزار ریال) Transportation costs	جمع (هزار ریال) Sum
محمود آباد Mahmodabad	10	25	100000	25000	125000
کله کبود Kalekabod	10	25	100000	25000	125000
طولاب Tolab	9	25	90000	22500	112500
زردآلوآباد Zardaloabad	9	25	90000	22500	112500
جعفرآباد Jafarabad	11	25	110000	27500	137500
جمع Sum			490000	122500	612500

منبع: اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان ایلام

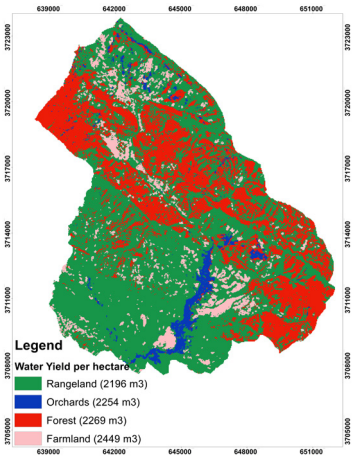
جدول ۳- درآمد فعلی سالیانه خالص کارکرد تولیدی جنگل در هکتار
Table 3.Current annual net income per hectare of forest production

نوع محصول Product type	درآمد ناخالص (ریال) Gross value	هزینه کل (ریال) Total cost	درآمد خالص (ریال) Net value
سقز Gum	9422801	1610448.9	7812352
سایر محصول‌ها Other products	-	-	1562470
جمع Sum	-	-	9374822

میانگین تبخیر و تعریق در سطح منطقه بین ۹۰ تا ۲۲۴ ملیمتر بوده و دارای میانگین ۱۵۱ میلیمتر می‌باشد. عمق خاک در بخش‌های مختلف حوضه بین ۰ تا ۷۰۰ میلیمتر و میانگین ۳۰۰ میلیمتر به‌دست آمد و مقادیر حجم آب قابل دسترس گیاه بین ۰/۱۰ تا ۰/۲۰ در نوسان بود (شکل ۳). در شکل ۴ نیز نقشه تولید آب در هکتار برای هر کاربری نشان داده شده است، که نتایج گویای این بود که در هر هکتار جنگل سالانه ۲۲۶۹ مترمکعب آب تولید می‌شود. ارزش تولید آب در هر هکتار از ناحیه رویشی زاگرس با استفاده از روش ارزش‌گذاری هزینه جایگزین برآورد شده است که معادل ۲۵۷۸۹ برای هر مترمکعب می‌باشد (Hosseini *et al.*, 2017). در این تحقیق، بر پایه محاسبات انجام شده، ارزش هر هکتار از اکوسیستم جنگلی منطقه برای تولید سالیانه آب معادل ۵۸/۵ میلیون ریال به‌دست آمد (جدول ۵). Hosseini *et al.* (2017)، در جنگل‌های کیاسر مازندران ارزش تولید آب را برای هر هکتار ۱۷۰ میلیون ریال به‌دست آورند، که دلیل بیشتر بودن این مبلغ نسبت به مطالعه حاضر می‌تواند تولید آب بیشتر و میزان بارندگی بیشتر در جنگل‌های شمال کشور باشد. همچنین Costanza *et al.* (2014) در جنگل‌های تروپیکال و Biao *et al.* (2010) در جنگل‌های چین ارزش کارکرد تولید آب را به‌ترتیب ۱۹۰ و ۱۷۲ میلیون ریال در هکتار برآورد کردند. در این تحقیق مشخص شد که کارکرد تولید آب دارای بیشترین ارزش بین دیگر خدمات اکوسیستمی مورد مطالعه بود و ۴۳/۷ درصد از سهم ارزش‌گذاری خدمات را به خود اختصاص داد که با پژوهش‌های Biao *et al.* (2010)، Costanza *et al.* (2014) و Elliott *et al.* (2014) هم سو بود. از آنجا که زیست توده جنگلی بخش اعظمی از ذخیره کربن در اکوسیستم‌های روی کره زمین را به خود اختصاص می‌دهد، نباید از اهمیت جنگل‌های طبیعی در ذخیره کربن اتمسفری غافل بود. این مهم در ارزیابی اقتصادی ذخیره کربن در اکوسیستم‌های جنگلی به روشنی قابل ملاحظه است. خلاصه آماره‌ها شامل میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف معیار کلیه پلات‌های منطقه در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین مقدار ذخیره کربن مربوط به کربن ترسیب شده در خاک می‌باشد که ۹۰ درصد کل کربن ذخیره شده را بخود اختصاص می‌دهد. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که ذخیره کربن در هر هکتار جنگل ۴۱/۲۵ تن می‌باشد، که دارای ارزشی معادل ۴۳/۸ میلیون ریال برای هر هکتار می‌باشد (جدول ۵).



شکل ۳- لایه‌های تهیه شده برای استفاده از مدل تولید آب
Fig. 3- The prepared layers for using the water yield model



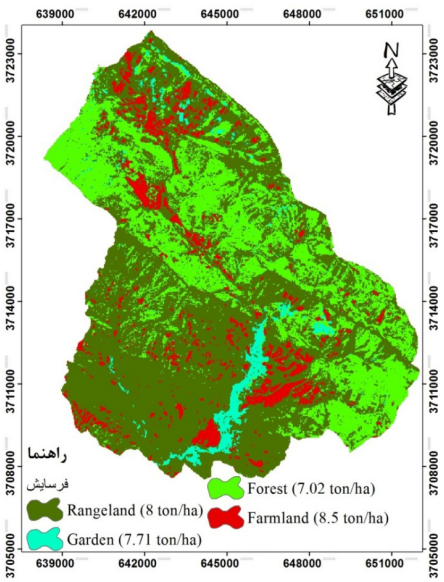
شکل ۴- تولید آب سالانه در هکتار برای کاربری‌های مختلف
Fig. 4- Annual water yield per hectare in different land uses

جنگل‌های منطقه مورد مطالعه به‌عنوان بخشی از پوشش جنگلی زاگرس نقش مهمی در این بین ایفا می‌کنند. تا آنجا که در این مطالعه نتایج نشان داد که در هر هکتار از این جنگل‌ها ۴۱/۲۵ تن از دی اکسیدکربن اتمسفری را از طریق فتوسنتز به دام انداخته و در زیست توده و خاک خود به‌عنوان مخزن پایداری از کربن نگهداری کنند. با توجه به سطح زیر پوشش این جنگل‌ها کل مقدار ذخیره کربن ۱۶۹۴۴۲ تن بوده که دارای ارزشی معادل ۱۸۰۰۴۹ میلیون ریال می‌باشد و اهمیت این جنگل‌ها را نشان خواهد داد، از کل ارزش‌گذاری خدمات صورت گرفته در منطقه ۳۲/۸ درصد آن مربوط به کارکرد ذخیره کربن بوده است، که نتیجه حاصله همسو با نتیجه مطالعات Amirnejad and Ataie-selot (2017)، Asadolahi and Mahini (2017) و Yousefi *et al*. (2017) بود.

یکی از دیگر سرویس‌های مهم پوشش گیاهی جنگلی منطقه، حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش آن است. فرسایش آبی دارای تأثیرهای مستقیم و غیرمستقیم بر سطح خاک می‌باشد که همراه با معضلاتی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی می‌باشد. خاک مهمترین بستر استقرار فعالیت‌های زیستی انسان است که در حال حاضر هیچ جانشینی برای آن وجود ندارد. به‌همین دلیل برآورد هزینه‌های فرسایش خاک از موضوع‌هایی است که در سال‌های اخیر مورد توجه اقتصاددانان محیط زیست، کشاورزی و برنامه ریزان توسعه اقتصادی قرار گرفته است. از بین رفتن پوشش گیاهی بویژه درختان سبب فرسایش و هدر رفت خاک می‌شود. فرسایش خاک گذشته از اینکه از مهمترین عامل‌های محدود کننده در ارزیابی توان و تعیین کاربری مناسب خاک است، سبب از بین رفتن منابع آب می‌شود، زیرا با نابودی خاک، آب مجالی برای ذخیره و نفوذ در خاک نمی‌یابد(Montgomery, 2007). نقشه نهایی شدت فرسایش در هکتار برای کاربری‌های

جدول ۴- خلاصه آماره‌های میزان ترسیب کربن کل در کاربری جنگل
Table 4. The statistics summary of carbon sequestration in the forest land use

انحراف معیار Std	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean	پارامتر Parameter
0.03	1.1	0.73	0.88	وزن مخصوص ظاهری Bulk density (g/cm^3)
0	20	20	20	عمق خاک Soil depth (cm)
2.89	28.2	20.3	25.3	سنگریزه Gravel(%)
0.5	3.1	1.98	2.8	کربن آلی خاک SOC(%)
6.62	41.9	33.3	37.6	ترسیب کربن خاک Carbon sequestration (ton/ha)
267	615	249	4423	بیوماس روزمینی Over ground biomass (kg/ha)
53.2	929	734	892	بیوماس زیرزمینی Underground biomass (kg/ha)
230	3376	2876	3120	بیوماس لاشبرگ Litter biomass (kg/ha)
0.14	2.25	1.98	2.12	کربن بیوماس روزمینی Over ground carbon (ton/ha)
0.02	0.487	0.458	0.476	کربن بیوماس زیرزمینی Underground carbon (ton/ha)
0.17	1.19	0.88	1.01	کربن بیوماس لاشبرگ Litter biomass carbon (ton/ha)
6.4	48.56	34.12	41.25	ترسیب کربن کل Total carbon sequestration (ton/ha)



شکل ۵- نقشه میزان فرسایش در هکتار کاربری‌های مختلف حوضه میشخاص
Fig. 5- Erosion rate map per hectare in different land uses of Mishkhas basin

مختلف منطقه مورد مطالعه در شکل ۵ نشان داده شده است، که براساس آن بیشترین شدت فرسایش مربوط به کاربری زراعت (دیم و آبی) با میزان ۸/۵ تن در هکتار و کمترین میزان فرسایش مربوط به کاربری جنگل با میزان ۷/۰۲ تن در هکتار می‌باشد. بنابراین میزان کاهش فرسایش خاک توسط بوم نظام جنگلی منطقه ۱/۰۵ تن در هر هکتار در سال محاسبه شد (شکل ۵). با توجه به اینکه میزان عناصر مورد نیاز گیاه و موجود در خاک‌های جنگلی

جدول ۵- برآورد ارزش اقتصادی خدمات و کارکردهای اکوسیستمی مورد مطالعه
Table 5. Estimating the economic value of studied ecosystem services and functions

خدمات اکوسیستم Ecosystem services	ارزش کل (میلیون ریال) Total value	ارزش هر هکتار (میلیون ریال) Value per ha	درصد هر یک از خدمات Percent of each services
محصول‌های غیرچوبی Sub-products	38508	9.37	7
تولید آب Water yield	240363	58.5	43.7
حفاظت از خاک Soil protection	90604	22	16.5
ترسیب کربن Carbon sequestration	180049	43.8	32.8
جمع Sum	549524	133.67	100

برای عنصرهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۱۹/۵، ۰/۸۱ و ۹/۷ کیلوگرم در هکتار در سال می‌باشد و قیمت هر کیلوگرم کود NPK موجود در بازار، ۷۰۰۰۰ ریال است (Agricultural Support Services, 2016)، ارزش کارکرد حفاظت خاک منطقه ۹۰۶۰۴ میلیون ریال برآورد گردید، که هر هکتار جنگل دارای ارزش ۲۲ میلیون ریال برای کارکرد حفاظت از خاک می‌باشد (جدول ۵).

در این مطالعه مشخص شد که در اکوسیستم جنگل مقدار فرسایش خاک ۱/۰۵ تن در هکتار نسبت به میانگین دیگر کاربری‌های حوضه کمتر است و سالیانه در هر هکتار از جنگل‌های منطقه میزان ۱۰۵۰ کیلوگرم در هکتار از هدر رفت عناصر خاک جلوگیری می‌شود، که دارای ارزش ریالی ۲۲ میلیون ریال می‌باشد. بعبارت دیگر جنگل‌های منطقه مورد مطالعه قادر هستند مانع از تحمیل حدود ۹۰۶۰۴ میلیون ریال خسارات ناشی از فرسایش و هدر رفت خاک شوند. Bakhtiari *et al*. (2009) در جنگل‌های سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری نیز کاهش عناصر خاک در اثر فرسایش خاک را معادل ۵۰۸۹۴ میلیون ریال برآورد کردند.

نتیجه گیری

ارزش‌گذاری اقتصادی کالاها و خدمات اکوسیستمی و برآورد هزینه‌های ناشی از تخریب جنگل‌ها و از دست دادن خدمات داده شده، راه چاره‌ای برای برنامه‌ریزان و سیاست گذاران محیط زیست به‌حساب می‌آید تا با استفاده از این ابزارها برای احیاء و حفاظت جنگل‌ها و تعیین بهترین کاربری زمین‌ها گام بردارند. یکی از راه‌های ایجاد انگیزه جهت نیل به این هدف‌های، مطالعه و معرفی توان اقتصادی جنگل‌ها در زمینه‌های تولیدی بویژه محصول‌های غیرچوبی در جنگل‌های زاگرس است. جنگل‌های منطقه مورد مطالعه ارزش‌های تجاری زیادی از لحاظ محصول‌های غیرچوبی ارائه می‌کنند. در این مطالعه مجموع ارزش اقتصادی سالانه محصول‌های غیرچوبی جنگل‌های منطقه‌یعنی ارزش کارکرد تولیدی آن‌ها ۳۸۵۰۸ میلیون ریال و ارزش اقتصادی سالانه برای هر هکتار ۹/۳۷ میلیون ریال به‌دست آمد که نقش زیادی در اقتصاد خانوارهای بهره بردار در منطقه دارد. بدون شک ارزش کارکرد تولیدی جنگل‌های منطقه خیلی بیشتر از این مبلغ می‌باشد، چرا که انواع برداشت‌های غیر مجاز در سطح منطقه وجود دارد که قابل اندازه گیری و محاسبه نمی‌باشد. بنابر بررسی‌های صورت گرفته ارزش کارکرد تولیدی در بخش محصول غیرچوبی برای جنگل‌های مختلف دنیا، تا حدودی متفاوت برداشت شده است که این اختلافات می تواند ناشی از نوع جنگل‌ها، نوع محصول‌ها و میزان برداشت آن‌ها در نقاط مختلف جهان باشد.

نتایج این تحقیق بیانگر این واقعیت است که خدمات و کارکردهای محیط زیستی جنگل‌های منطقه رایگان نیستند و ارزش و بهای اقتصادی به ظاهر نهفته‌ای دارند که بسیار مهم‌اند و دارای ارزش ریالی خیلی بیشتری نسبت به ارزش‌های بازاری و قابل تبادل در بازار (برداشت محصول‌های غیرچوبی) هستند و با توجه به اینکه این خدمات در سطح منطقه رایگان تلقی شده اند، اکوسیستم‌های جنگلی منطقه، مورد بهره برداری و سودجویی شدید قرار گرفته اند و تخریب شده و به کاربری‌های دیگراز جمله باغ و زراعت دیم تبدیل

شده اند. همچنین به‌دلیل این که خدمات مطالعه شده در اکوسیستم‌های جنگلی بیان شده به‌طور کامل در چارچوب نظام بازار مورد توجه قرار نمی‌گیرد و در مقایسه با دیگر خدمات اقتصادی و سرمایه‌های شناخته شده به‌طور کافی کمی نمی‌شود، اغلب در تصمیم گیری‌های سیاسی کشور به آن‌ها بهای کافی داده نمی‌شود و این نادیده گرفتن در نهایت ممکن است در پایداری بشر در روی زمین اختلال ایجاد کند.

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که عایدی خالص سالانه از زمین‌های طبیعی از جمله جنگل‌های منطقه و معرفی عایدات موجود و خدمات محیط زیستی آن به‌صورت کمی می‌تواند با همسویی انگیزه‌های اقتصادی، عامل موثری در تقویت موضع تخصیص زمین به جنگل و حفاظت از آن در برابر دیگر کاربری‌های موجود در همسایگی آن باشد. پیشنهاد می‌شود تا چارچوب‌های سیاسی، ملی و محلی موجود را که بر خدمات اکوسیستمی جنگل‌های منطقه تأثیر دارند، تقویت نموده، نقش و حقوق جوامع محلی را در مدیریت جنگل پررنگ تر کرده و روش‌های مدیریتی کارامد از جمله برنامه ریزی برای کاربری زمین‌ها و بهینه سازی کاربری آن‌ها را به کار گرفت.

پی‌نوشت‌ها

[1]Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs

[2]Erosion Potential Method

[3]Plant available water capacity

[4]Biophysical table

منابع

Agricultural Support Services, 2016. Prices of various fertilizers, plan and program office, Islamic Republic of Iran, Ministry of Jihad-e-Agriculture. Karaj, Iran.

Amirnejad, H. and Ataie-selot, K., 2017. Estimation of the economic valuation of gas regulation function by Bamou National Park's Rangeland Ecosystem case study: stabilization of carbon dioxide and oxygen supply. Environmental Researches. 8(15), 193-202.

Asadolahi, Z. and Mahini, A., 2017. Assessing the Impact of land use change on ecosystem services supply (sequestration). Environmental Researches. 8(15), 203-214.

Bakhtiari, F., Panahi, M., Karami, M., Ghoddusi, J., Mashayekhi, Z. and Pourzadi, M., 2009. Economic valuation of soil nutrients retention function of Sabzkouh forests. Iranian Journal of Forest. 1(1), 69-81.

Biao, Z., Wenhua, L., Gaodi, X. and Yu, X., 2010. Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. Ecological Economics Journal. 69, 1416–1426.

Chawanji, Sh., Masocha, M. and Dube, T., 2018. Spatial assessment of ecosystem service trade-offs and synergies in Zimbabwe. Journal of Transactions of the Royal Society of South Africa. 7(1), 4-11.

Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S. and Turner, R., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change. 26, 152–158.

Egoh, B., OFarrell, P., Charef, A., Gurney, L.J., Koellner, T., Abi, J.N., Egoh, M. and Willemen, L., 2012. An African account of ecosystem service provision: use, threats and policy options for sustainable livelihoods. Ecosystem Services. 2, 71-81.

Elliott, T., Campbell, D. and Tilley, R., 2014. Valuing ecosystem services from Maryland forests using environmental accounting. Ecosystem Services. 7, 141-151.

Fallah Shamsi, S.R., 2004. Economic assessment of different lanuse uses in the Kelibarchay watershed (Northern Arasbaran) using linear programming and geographic information system. Ph.D. Thesis. University of Tehran, Tehran, Iran.

Hosseini, H., Amirnezhad, H. and Oladi, J., 2017. The valuation of functions and services of forest ecosystem of Kiasar National Park. Agriculture Economics. 11(1), 211-239.

Iranmanesh, Y., Sagheb Talebi, Kh., Sohrabi, H., Jalali, G. and Hosseini, M., 2015. Biomass and carbon Stocks of Brant's oak (Quercus brantii Lindl.) in two vegetation forms in Lordegan, Chaharmahal & Bakhtiari Forests. Iranian journal of Forest and Poplar Research. 22(4), 749-762.

Mahdavi, A., 2016. Forest Planning and Management. Ilam University Press, Ilam, Iran.

Mahdavi, M., 2007. Applied Hydrology. Tehran University Press, Tehran, Iran.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis Report. Island Press, Washington, DC, USA.

Montgomery, D.R., 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. Department of Earth and Space Sciences. Ph.D. Thesis. University of Washington, USA.

Müller, F. and Burkhard, B., 2012. The indicator side of ecosystem services. Ecosystem Services. 1, 26-30.

SaghebTalebi, K.H., Sajedi, T. and Pouthashemi, M., 2014. Forest of Iran (A Treasure from The Past, A Hope for The Future). Dordrecht, Netherlands. p.157.

Seppelt, R., Fath, B., Burkhard, B., Fisher, J.L., Gret-Regamey, A., Lautenbach, S., Pert, P., Hotes, S., Spangenberg, J., Verburg, P.H. and Van Oudenhoven, A., 2012. Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies. Ecological Indicators. 21, 145-154.

Stepniewska, M. and Sobczak, U., 2017. Assessing the synergies and trade-offs between ecosystem services provided by urban floodplains: The case of the Warta River Valley in Poznań, Poland. Land Use Policy. 69, 238-246.

Yang, Sh., Sheng, D., Adamowaki, J., Gong, Y., Zhang, J. and Cao, J., 2018. Effect of land use change on soil carbon storage over the last 40 years in the soil Yang river basin, China. Land. 7(11), 1-9.

Yeghane, H., 2013. Assessment and evaluating of the revival projects in Rangeland ecosystems (Tahm Watershed in Zanjan). Ph.D. Thesis. University of Tehran, Iran.

Yousefi, M., Khoramivafa, M., Mahdavi Damghani, A., Mohammadi, Gh. and Beheshti Alagha, A., 2017. Assessment of carbon sequestration and its economic value in Iranian Oak Forests: case study Bisetoon protected area. Environmental Sciences. 15(3), 123-134.

Zhang, Zh., Zhou, Y.Ch., Wang, Sh. and Huang, X.F., 2018. Estimation of soil organic carbon storage and fractions in a small Karst watershed. Acta Geochim. 37(1), 113-127.

Environmental Sciences Vol.18/ No.1/ Spring 2020

137-150

Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros Forests

Ali Akbar Jafarzadeh[1], Ali Mahdavi*[1], Seyed Rashid Fallah Shamsi[2] and Rasoul Yousefpour[3]
[1]Department of Forestry, Faculty of Agricultural, Ilam University, Ilam, Iran
[2]Department of Natural Resources and Environmental Engineering, Shiraz University, Shiraz, Iran
[3]Department of Forest Economics and Forest Management Planning, ALU Freiburg, Germany

Received: 2018.07.04 Accepted: 2019.12.16

Jafarzadeh, A.A., Mahdavi, A., Fallah Shamsi, S.R. and Yousefpour, R., 2020. Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros Forests. Environmental Sciences.18(1): 137-150.

Introduction: The contribution of ecosystems to the world's economy and human well-being has been widely recognized in science and policy. In temperate and semi-temperate forests, multi-functional services have been studied such as carbon storage, wood and food production, water regulation, and ecotourism. The results of various studies have shown that the water yield and storage functions are top priorities. With a significant delay after other countries, various studies have been recently carried out in Iran, especially in the northern forests, on the identification and evaluation of ecosystem services. This study intended to consider the most important ecosystem services, including water production, carbon storage, soil loss prevention, and production function, in Mishkhas forests of the Ilam Province.

Material and methods: In this study, we used the direct market evaluation method (net present value) to calculate the forest production function and to estimate ecosystem services, including water yield, soil erosion, and carbon sequestration using the InVESt water production model, the modified EPM experimental method, and total carbon calculations (above ground, underground, litter, and soil biomass), respectively.

Results and discussion: The total economic value of services was 549534 million Rials for the region. The total annual economic value of non-forest products in the forests of the region, or the value of their productive function, was 38508 million Rials and the annual economic value was 9.37 million Rials per hectare, which had a large role in the economy of utilizing households in the region. In this research, based on the calculations, the value of each hectare of the forest ecosystem for annual water yield was 5.58 million Rials. In this study, water yield function had the highest value among other ecosystem services and accounted for 43.7 percent of all the ecosystem services. Concerning the prevention of soil erosion, the results showed that in the forest ecosystem, soil

*Corresponding Author. *Email Address*: Ali.mahdavi@ilam.ac.ir

erosion was 1.05 tons per hectare less than the average of other uses of the area, 1050 kg prevented from the soil waste by each hectare of the forest ecosystem, which has a value of 22 million Rials. In other words, the forests in the studied area were capable of preventing soil erosion damage about 90604 million Rials. Each hectare of these forests stored 24.25 tons of carbon that according to the coverage level of these forests, the total amount of carbon storage was 169442 tons, which is worth 180049 million Rials and shows the importance of these forests. In total, 32.8% of the total services evaluation in the region was related to the carbon storage function.

Conclusion: The results of this study indicated that the services and functions of the forests of the region were not free and there is a seemingly latent value and cost that are very important and have a lot more value than marketable commodities (sub-products harvest).

Keywords: Production function, Economic valuation, Water production, Carbon storage, Soil erosion protection.