

## بر آورد هزینه‌های اقتصادی ناشی از تخریب جنگل‌های پده در حاشیه رودخانه تجن

حامد اکبرپور، سعید یزدانی، ایرج صالح، حامد رفیعی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۳

### چکیده

محیط‌زیست مجموعه بسیار مهم و گسترده و درهم‌پیچیده‌ای از اجزا و عوامل گوناگون است که بر اثر یک‌روند و تکامل تدریجی موجودهای زنده و اجزای سازنده سطح زمین شکل گرفته است یکی از این بوم‌نظام‌های مؤثر بر زندگی انسان و دیگر موجودها بوم‌نظام جنگلی است که برای ادامه حیات بشر و سایر موجودهای زنده در جهان وجود آن ضرورت دارد و از مهم‌ترین فراسنجه‌های ورودی در بوم‌نظام‌های جنگلی میزان بارندگی و دبی رودخانه‌ها می‌باشند، گونه پده از جمله گونه‌های درختی است که در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک در حاشیه رودخانه‌ها به صورت طبیعی رویش دارد. عامل اصلی شکل‌گیری توده‌های بذر زاد پده، حالت پیچان بودن رودخانه تجن و از سویی بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی در این منطقه‌ها می‌باشد. متأسفانه طی سالیان اخیر کاهش بارندگی و دبی آب رودخانه تجن باعث آسیب‌وزیان به محیط‌زیست و جنگل پده در دشت سرخس شده است. در این تحقیق برای برآورد میزان تخریب جنگل از روش سنجش‌ازدور از تصویرهای سنجنده‌های landsat7 و landsat8 طی سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۴۰۲ استفاده گردیده و برآورد ارزش خسارت وارد شده از روش انتقال منافع انجام شده است. ارزش کل زیان‌های بوم‌نظام‌های جنگل پده در سرخس برابر با ۱۸۷،۸۰۶ دلار و معادل ۹،۵۸۰/۳۳ میلیون ریال برآورد شد که بیشترین ارزش‌ها به ترتیب مربوط به کارکرد حفاظت خاک (جلوگیری از فرسایش و حفظ مواد غذایی خاک) ۴۳ درصد، کارکرد تولیدی جنگل (مواد خام و تولید غذا) ۲۳/۷۹ درصد و کارکرد تنظیم هوا (ترسیب کربن و تولید اکسیژن) ۱۶/۲۳ درصد بوده است. این میزان آسیب‌وزیان برابر با ۰/۸٪ از درآمد سرانه بخش کشاورزی در استان خراسان است که نشان‌دهنده اهمیت این بوم‌نظام طبیعی در دشت سرخس می‌باشد. پیشنهاد می‌شود ضمن تلاش برای کند کردن روند تخریب جنگل‌های پده - برنامه احیاء جنگل‌های این منطقه در دستور کار قرار بگیرد. همچنین بایستی از طریق ظرفیت‌های موجود در وزارت امور خارجه در مجامع بین‌المللی، نسبت به دریافت حق آب ایران و آب موردنیاز بوم‌نظام جنگل و رودخانه‌ی هریرود برابر تعهدهای بین‌المللی و دو جانبه بین ایران و افغانستان اقدام شود.

طبقه‌بندی JEL: Q51, Q56, Q25

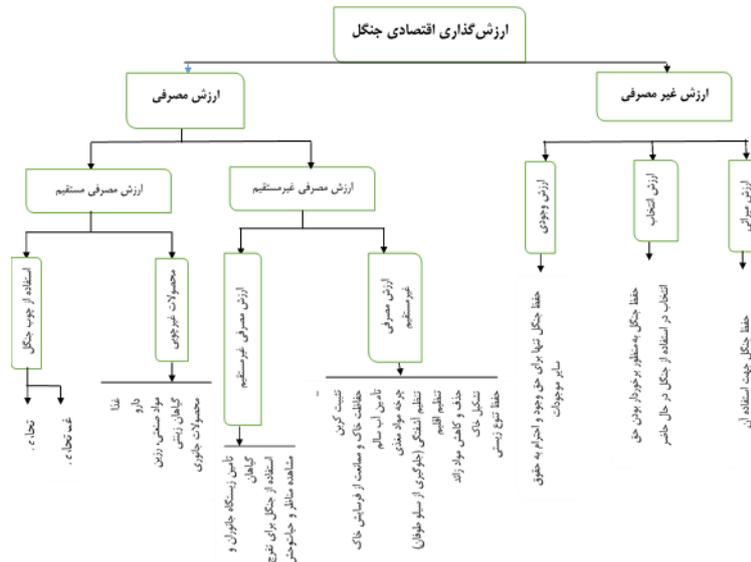
**کلیدواژه‌ها:** ارزش‌گذاری محیط‌زیست، بوم‌نظام جنگلی، انتقال سودمندی‌ها، دشت سرخس، رودخانه تجن.

<sup>۱</sup> به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد(نویسنده مسئول)، دانشیاران گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

### مقدمه:

محیط زیست مجموعه‌ای پیچیده و به هم پیوسته از اجزا و عامل‌های گوناگون است که طی فرایند تکامل طبیعی موجودهای زنده و اجزای سطح زمین شکل گرفته و شامل منبع‌هایی مانند آب، هوا، انرژی و حیات زیستی است. این محیط گسترده و گوناگون به عنوان بستر اصلی زندگی برای موجودهای زنده عمل می‌کند و نقشی کلیدی در حفظ تعادل محیط‌زیستی ایفا می‌کند. (Akbarpoor et al., 2017). یکی از بوم‌نظام‌های بسیار مهم در این مجموعه، بوم‌نظام جنگلی است که به دلیل ارائه خدمات گسترده و ارزش‌های محیط‌زیستی نقشی اساسی در پایداری حیات انسان‌ها و دیگر موجودهای زنده ایفا می‌کند. امروزه ثابت شده است که تخریب جنگل‌ها و کاهش کمی و کیفی خدمات بوم‌نظامی نه تنها رشد اقتصادی را در کوتاه‌مدت تضعیف می‌کند، بلکه ظرفیت‌های اقتصادی و محیط‌زیستی برای دستیابی به توسعه پایدار را نیز به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Stapleton & Garrod, 2008). تخریب بوم‌نظام‌ها اغلب به دلیل نبود بازارهای رسمی برای خدمات بوم‌شناختی رخ می‌دهد. این امر منجر به ارزش‌گذاری نادرست منابع طبیعی و تخریب فزاینده آن‌ها شده است، چراکه این منابع بی‌قیمت یا ارزان تلقی می‌شوند و بهره‌برداری بیش از حد از آن‌ها، بدون توجه به پیامدهای محیط‌زیستی صورت می‌گیرد. (Ninan & Perrings, 2012). امروزه این دیدگاه که جنگل‌ها تنها برای تولید چوب و دام‌پروری استفاده می‌شوند، جای خود را به نگرش جدیدی داده است که در آن ارزش‌های محیط‌زیستی جنگل‌ها در زمینه حفظ حیات، مهار تغییرپذیری‌ها اقلیمی، و ارائه خدمات بوم‌نظام مورد تأکید قرار گرفته است. خدماتی مانند تنظیم چرخه‌های زیستی، مهار آفات، تصفیه آب، تأمین منابع آبی، حفاظت از خاک، مهار سیلاب‌ها، و فراهم آوردن محیطی برای ارزش‌های زیبایی‌شناختی و فرهنگی، از جمله کارکردهای اساسی جنگل‌ها به شمار می‌آیند. مردم همگی تا زمانی که این خدمات دچار زوال و اخلاص نشوند، متوجه ارزش واقعی آن‌ها نمی‌شوند، و به دلیل نبود بازار برای نمایش این ارزش‌ها، جنگل‌ها اغلب مورد تعرض و تخریب قرار می‌گیرند. (Common, 2005 #17). در همین راستا، شکل ۱ ارزش‌های بوم‌نظامی جنگل‌ها را در قالب یک مدل ارزش کل اقتصادی نشان می‌دهد که شامل ارزش‌های کارکردی، تنظیمی، و زیبایی‌شناختی است (Pearce & Pearce, 2001).

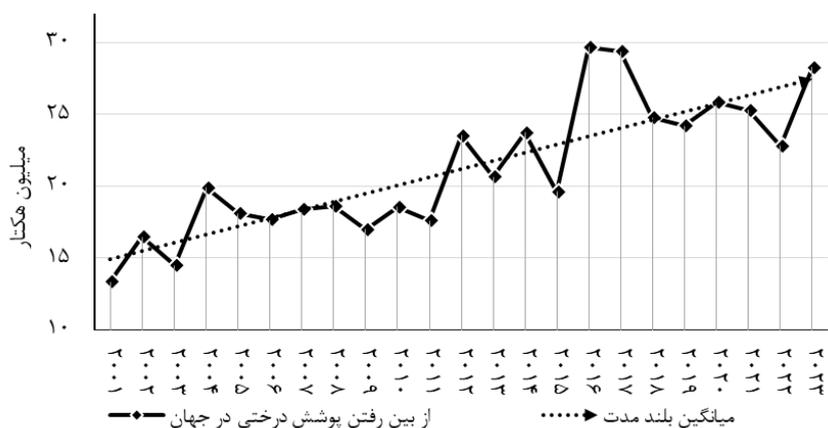
### برآورد هزینه های اقتصادی...۳



شکل (۱) ارزش های موجود در یک بوم نظام جنگلی در چهارچوب ارزش کل اقتصادی (Pearce & Pearce, 2001)

Figure (1) Values in a forest ecosystem in the framework of total economic value

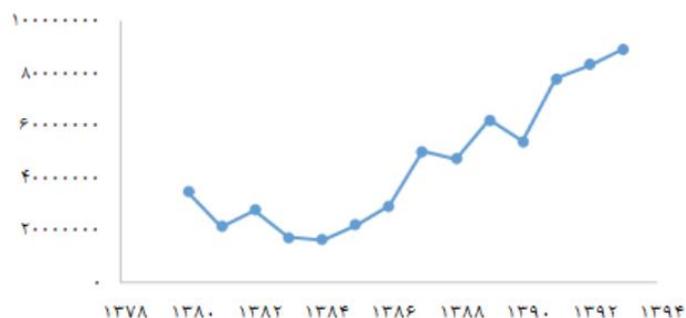
به عقیده کامون، آگاهی از ارزش های بوم نظامی جنگل ها می تواند به اتخاذ تصمیم های مؤثر در حوزه های مختلف کمک کند. نخست اینکه، این ارزش ها به عنوان بخشی از تحلیل هزینه-سود در پذیرش یا رد پروژه های عمرانی و صنعتی اهمیت دارند. دوم اینکه، در محاسبه های کلان اقتصادی و درآمد ملی، اطلاع از این ارزش ها ضروری است، زیرا اغلب آسیب وزیان های وارد شده به کالاها و خدمات بوم نظامی در این محاسبه ها در نظر گرفته نمی شوند و این امر به ارائه آمارهای نادرست از شاخص هایی چون تولید ناخالص ملی منجر می شود. در نهایت، ارائه ارزش های اقتصادی به صورت اعداد کمی می تواند درک عمومی و توجه سیاست گذاران را به مسئله های محیط زیست جلب کند و امکان مقایسه ملموس تر و دقیق تری را فراهم سازد (Common & Stagl, 2005). در واقع نکته اصلی این است که تعیین ارزش خدمات بوم نظامی به تنهایی هدف نیست بلکه به عنوان یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری وسیله ای است که ما را در گرفتن تصمیم های بهتر و صحیح تر در رابطه با محیط زیست یاری خواهد کرد. این در حالی است که گزارش های جهانی از ارزیابی به دست آمده از تصویرهای ماهواره ای (نمودار ۲) نشان دهنده روند رو به رشد تخریب پوشش گیاهی با تراکم بیشتر از ۳۰ درصد در سطح جهانی است.



نمودار (۱) روند تخریب پوشش گیاهی با تراکم بیشتر از ۳۰ درصد در جهان

منبع: <https://www.globalforestwatch.org>

تخریب بوم‌نظام جنگلی هزینه‌های سنگینی را به اقتصاد جهانی تحمیل کرده است. کاستانزا و همکاران، ارزش خدمات بوم‌نظامی را در سال ۲۰۱۱ بالغ بر ۱۲۵ تریلیون دلار برآورد کرده‌اند و بیان داشته‌اند که تخریب محیط‌زیست از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۱ به‌طور میانگین بین ۴/۳ تا ۲۰/۲ تریلیون دلار در سال آسیب‌وزیان‌هایی وارد کرده است (Costanza et al., 2014). نمودار ۲ نیز نشان می‌دهد که تخریب جنگل‌ها در ایران هزینه‌هایی بالغ بر میلیاردها دلار به اقتصاد وارد می‌کند که شامل آسیب‌وزیان‌های ناشی از کاهش تنوع زیستی، کاهش ظرفیت جذب دی‌اکسید کربن و افزایش پدیده گردوغبار است (Saleh et al., 2021).



نمودار (۲) آسیب‌وزیان ناشی از تخریب جنگل‌ها در ایران برحسب دلار (Saleh et al., 2021)  
Figure (2) Damage caused by the destruction of forests in Iran in terms of dollars

## برآورد هزینه های اقتصادی...<sup>۵</sup>

ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشکی جهان و داشتن ویژگی‌هایی همچون رطوبت کم، بارندگی اندک و نامنظم و میزان تبخیر و تعرق بالا، مستعد بحران منابع آبی است. نتایج برخی تحقیقات در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که متوسط بارندگی ایران از سال ۱۳۴۸ تا ۱۴۰۰ روند کاهشی داشته و میزان بارندگی تجمعی در سال ۱۴۰۰ برابر با ۱۴۳/۴ میلی‌متر بوده که نسبت به بارندگی بلندمدت کشور ۲۳۵/۲ میلی‌متر (۳۹٪) کمتر می‌باشد.

(Sabouri & Nouri Emamzadeh, 2015); Iran Meteorological Organization, 2021)

درخت پده

<sup>۱</sup>، از جمله گونه‌های درختی است که در منطقه‌های خشک نیمه‌خشک در حاشیه رودخانه‌ها به صورت طبیعی رویش دارد. پراکنش آن به طور عمده در کشورهای آسیائی و شمال آفریقا است. عامل اصلی شکل‌گیری توده‌های بذر زاد درخت پده، حالت پیچان رودخانه تجن در مناطق پست و طغیان رودخانه در زمان‌های سیلابی به‌ویژه هنگام رسیدن بذر درختان پده می‌باشد. از سوی دیگر بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی در این منطقه‌ها از جمله علت‌های مهم تداوم و بقای درختان پده است (Bozorgmehr, 2000). با این حال، تخریب و کاهش مساحت این جنگل‌ها در نتیجه برداشت از آب‌های زیرزمینی و افت سطح آب‌های زیرزمینی، بهره‌برداری‌های بی‌رویه، تغییرپذیری‌های اقلیمی و همچنین کاهش دبی رودخانه‌ها و نبود حالت طغیانی در آن‌ها می‌باشد که به تهدیدهای محیط‌زیستی جدی برای بوم‌نظام‌های حساس و افراد جامعه در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک منجر شده است.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که ارزیابی کارکردهای یک بوم‌نظام طبیعی در جهان دارای اهمیت بالایی است و تاکنون تحقیقات داخلی و خارجی بسیاری در زمینه ارزیابی کارکردهای بوم‌نظام جنگلی انجام شده است.

امیرنژاد و همکاران در تحقیقی، ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم آب برای هر هکتار از بوم‌نظام جنگلی پارک ملی بمو را برابر با ۷۹۲/۱ میلیون ریال در سال محاسبه کرده‌اند (Amirnejad et al., 2018). زندی و همکاران نیز در سال ۲۰۱۸ در تحقیقی با عنوان برآورد ارزش تفریحی جنگل قلعه رودخان با استفاده از روش هزینه سفر، ارزش این کارکرد را برابر با ۷۸/۴ میلیون ریال برآورد کرده‌اند (Zandi et al., 2018). جعفرزاده و همکاران در سال ۲۰۲۰ به برآورد ارزش ۴ کارکرد بوم‌نظامی (تولیدی، تولید آب، جلوگیری از فرسایش خاک و ذخیره کربن) در جنگل‌های زاگرس

---

<sup>۱</sup> euphratica Populus

در حوضه آبخیز میشخاص استان ایلام پرداخته‌اند. نتایج تحقیق آنان نشان داد مجموع ارزش‌های سالانه هر هکتار از این جنگل‌ها برابر با ۱۳۳/۶۷ میلیون ریال می‌باشد (Jafarzadeh et al., 2020). بادهیان و همکاران در سال ۲۰۱۷ به تعیین ارزش اقتصادی برخی از مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی در استان لرستان پرداختند که در نتیجه آن ارزش هر هکتار جنگل بلوط برابر با ۳۶/۷۴ میلیون ریال برآورد شده است. (Badehian et al., 2017) علیوت و همکاران نیز در ارزیابی‌های خود ارزش‌گذاری خدمات بوم‌نظام جنگلی به بررسی هشت کارکرد جنگلی در مرینند پرداختند که ارزش آن را برابر با ۱۶۱ میلیون دلار برآورد کردند (Elliott T & Tilley, 2014). وان و همکاران نیز در ارزش‌گذاری پارک ملی لوزر در سوماترا ارزش کارکردهای بازاری و غیر بازاری را برای یک دوره زمانی ۳۰ ساله برابر با ۵/۴ میلیارد دلار امریکا در سال ۲۰۰ برآورد نموده‌اند (Van Beukering et al., 2002)

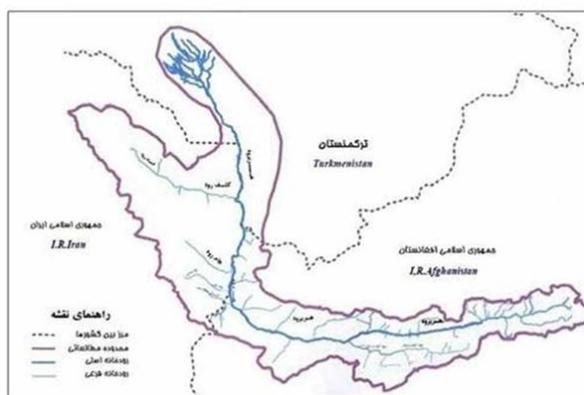
با توجه به وضعیت در معرض تخریب بوم‌نظام جنگلی پده در دشت سرخس و کارکردهایی که نتایج ارزش‌گذاری اقتصادی این بوم‌نظام می‌تواند برای تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان کشور داشته باشد و همچنین با عنایت به اینکه بررسی‌های پژوهش نشان داد که تاکنون برای این بوم‌نظام‌های جنگلی واقع در شمال شرق کشور، تحقیقات ارزش‌گذاری اقتصادی انجام نشده است، این منطقه به‌عنوان بررسی موردی این پژوهش باهدف ارائه یک برآورد کمی از ارزش‌های اقتصادی آن انتخاب شده است. بررسی این ارزش‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران محیط‌زیست در تدوین سیاست‌های حفاظتی و تخصیص منابع مالی به‌منظور احیای این جنگل‌ها کمک کند. این تحقیق تلاش دارد تا از طریق روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی نظیر ارزش‌گذاری انتقال منافع، به ارائه داده‌های کمی برای ارزش‌گذاری خدمات بوم‌نظامی جنگل‌های پده بپردازد و ارزش اقتصادی این خدمات را به‌طور دقیق‌تری برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری در اختیار مسئولان قرار دهد.

### منطقه مورد بررسی

دشت سرخس از جمله زیر حوزه‌های آبریز قره‌قوم با گستره ۱۹۳ هزار هکتار است (Regional Water Company, 2006) میانگین بارندگی بلندمدت در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۷۰-۰۰) برای ایستگاه سرخس برابر با ۲۰۷/۵ میلی‌متر می‌باشد. (Regional Water Company, 2006). دشت سرخس با توجه به موقعیت جغرافیایی و اقلیمی خاص خود و همچنین قرارگیری در مرز مشترک با ترکمنستان، از نظر مدیریت منابع آبی و حفاظت از تنوع زیستی، منطقه‌ای بسیار با اهمیت به

## برآورد هزینه های اقتصادی...۷

شمار می‌رود. کمبود منابع آبی به دلیل بارش‌های اندک و پراکنده و همچنین نوسان‌های دمایی شدید، این منطقه را نیازمند پژوهش‌های بیشتر درباره وضعیت اقلیمی، هیدرولوژیکی و محیط‌زیست ساخته است. جنگل مورد بررسی قسمتی از دشت سرخس می‌باشد که در منتهی‌الیه شمال شرق کشور در حاشیه رودخانه تجن که مرز مشترک ایران و ترکمنستان قرار دارد. رودخانه تجن از پیوستن رودخانه‌های کشف رود و هری‌رود که از افغانستان سرچشمه می‌گیرند، ایجاد شده و پس از عبور از خاک کشورمان به دشت قره‌قوم فرومی‌ریزد (شکل ۲). این ناحیه دارای اراضی به نسبت هموار بوده و ارتفاع آن حدود ۲۵۰-۴۰۰ متر از سطح دریا است. (Regional Water Company, 2006). جنگل‌های پده در حاشیه رودخانه تجن، یکی از مهم‌ترین بوم‌نظام‌های طبیعی در شرق ایران به‌شمار می‌آید که در طول هزاران سال در کنار این رودخانه شکل گرفته‌اند و تغییرپذیری‌های اقلیمی و تثبیت رودخانه تجن به تثبیت این پوشش گیاهی کمک کرده است. (Hosseini) جنگل‌های پده نقش مهمی در تنظیم چرخه تأمین آب منطقه دارند و از طریق حفظ پوشش گیاهی، از فرسایش خاک جلوگیری می‌کنند. این جنگل‌ها همچنین به دلیل پوشش گیاهی مقاوم و منحصربه‌فرد، به‌عنوان زیستگاهی برای گونه‌های بومی و مهاجر شناخته می‌شوند و از نظر بوم‌شناختی دارای ارزش فراوانی هستند که در حال حاضر به علت‌های مختلف انسانی و طبیعی بخش‌های زیادی از آن تخریب و از بین رفته است. یکی از اصلی‌ترین دلایل تخریب این جنگل از نظر کارشناسان مربوطه کاهش دبی آب رودخانه هری‌رود به دلیل توسعه‌سازهای آبی کشور افغانستان بر روی سرچشمه‌های این رودخانه می‌باشد.



شکل (۳) موقعیت جغرافیایی حوزه‌ی هری‌رود در سه کشور ایران، افغانستان و ترکمنستان (Thomas & Warner, 2015)

Figure (3) Geographical location of Harirrod Basin in three countries: Iran, Afghanistan and Turkmenistan

## روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از لحاظ هدف‌گذاری کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی می‌باشد گردآوری اطلاعات در بخش توصیفی از طریق مطالعه اسناد کتابخانه‌ای و در بخش تحلیلی پژوهش از طریق استخراج تصویرهای ماهواره‌ای لندست ۷-۸ برای محاسبه میزان تخریب جنگل در سال ۱۳۸۱ نسبت به سال ۱۴۰۲ در محدوده مورد بررسی انجام گرفته است. به منظور دستیابی به هدف پژوهش و تحلیل تصویرهای ماهواره‌ای نرم‌افزارهای ENVI و GIS استفاده شده است بر این مبنای پس از دانلود تصویرها با استفاده از نرم‌افزار Envi به ترتیب گام‌های زیر عمل شده است: گام اول: با استفاده از دستور Radiometric calibration تصحیح رادیومتریک انجام شد.

گام دوم: با استفاده از دستور Flaash تصحیح اتمسفری انجام شد.

گام سوم: با استفاده از دستور Gram Eshmit به ترکیب باند پانکروماتیک پرداخته شده است.

گام چهارم: با استفاده از دستور Rescale مقدارهای طیف باندی بین ۰ تا ۱ تعریف می‌شوند.

گام پنجم: با انتخاب مناسب‌ترین ترکیب باندی برای شناسایی ناحیه جنگلی از طریق تفسیر دیداری و اسناد کتابخانه‌ای موجود محدوده جنگلی مشخص شده است.

گام ششم: با استفاده از نرم‌افزار GIS به آشکارسازی و میزان تخریب جنگل پرداخته شده است گام هفتم: با بررسی چندین نمونه به صورت میدانی و مصاحبه با کارشناسان خبره در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استان در زمینه کمیت و کیفیت جنگل، نتایج مورد تأیید قرار گرفته است.

در انتها با استفاده از رابطه ۱ گستره تخریب‌شده جنگل‌های پده محاسبه شده است.

$$S_{2024} - S_{2002} = S_{stakhrib} \quad (1)$$

که در آن  $S_{2024}$ : گستره جنگل در سال ۲۰۲۴ و  $S_{2002}$ : گستره جنگل در سال ۲۰۰۲ می‌باشد. برای ارزیابی کارکردهای بوم‌نظامی گفته‌شده روش‌ها و دسته‌بندی‌های متفاوتی از جمله روش‌های مبتنی بر هزینه، روش‌های مبتنی بر ترجیح‌های بیان‌شده و ترجیح‌های آشکارشده وجود دارد. برخی از روش‌ها کاربرد گسترده‌ای دارند، برخی برای موضوع‌های ویژه کاربرد دارد و برخی از آن‌ها برای داده‌های ویژه مناسب می‌باشد. در این تحقیق برای برآورد ارزش خدمات بوم‌نظامی از دست‌رفته در جنگل‌های حاشیه رودخانه هری‌رود از روش انتقال منافع (BT) استفاده شده است. در روش انتقال منافع که از اطلاعات اقتصادی در یک موقعیت زمانی و مکانی خاص گردآوری شده است، برای دستیابی به نتایجی در مورد ارزش کالاها و خدمات محیط‌زیستی در موقعیت دیگر

## برآورد هزینه های اقتصادی...۹

استفاده می‌شود (Brouwer et al., 2009). با وجود آنکه کاربردهای این روش در منابع طبیعی و مسئله‌های محیط‌زیستی هنوز محدود است، اما به سرعت در حال افزایش است. در بسیاری از کاربردهای عملی برای ارزیابی سیاست‌های و یا سرمایه‌گذاری‌های مربوط به محیط‌زیست، همانند بررسی و ارزیابی‌های دانشگاهی، منابع لازم برای اجرای یک تحقیق مستقل به منظور تعیین منافع اقتصادی در دسترس نمی‌باشد و یا در تحقیقاتی که با محدودیت زمان روبه‌رو باشد. بنابراین، روش انتقال منافع به منظور ایجاد راه‌های مفیدتر و اقتصادی‌تر در این موارد قابل استفاده است. در این روش نیازی به ایجاد بازار مصنوعی و فرضی و اخذ اطلاعات پرسشنامه‌ای مربوط به تمایل به پرداخت و برآورد مدل‌های اقتصادسنجی وجود ندارد. بنابراین، کاهش هزینه در اجرای بررسی و ارزیابی‌های ارزش‌گذاری از هدف‌های اصلی و اولیه این روش پژوهش است.

اگرچه تقسیم‌بندی‌های متفاوتی از روش‌های انتقال منافع وجود دارد (Brookshire & Neill, 1992) که دو نوع مشخص آن شامل انتقال ارزش (VT)<sup>۱</sup> (ارزش برآورد شده از بررسی‌های پیشین) و انتقال تابع منافع (FT)<sup>۲</sup> (برآورد شده از بررسی‌های گذشته) است. انتقال منافع با روش انتقال ارزش در روش اول به دو صورت انتقال ارزش واحد (UVT)<sup>۳</sup> و یا انتقال ارزش‌های ثابت (FVT)<sup>۴</sup> انجام می‌شود. انتقال‌هایی که تنها از ارزش‌های یک مکان همانند گذشته استفاده می‌کند و انتقال‌هایی که از تجمیع و یا متوسط ارزش‌های مجموعه‌ای از بررسی‌های گذشته استفاده می‌کند. لازمه حالت اول وجود مشابهت زیاد در خصوصیات جمعیتی و فیزیکی مکان پیشین بررسی شده و مکان جدید مورد بررسی است. در حالت دوم امکان استفاده از بررسی‌های قبلی با همانندی فیزیکی و جمعیتی کمتر با مکان جدید وجود دارد. (Navrud & Ready, 2007) مقاله‌ها و بررسی‌هایی که در روش انتقال منافع جهت ارزش‌گذاری مکان جدید استفاده می‌شود باید از یک درجه اعتبار و درستی به منظور ارزیابی کیفیت ارزش‌های برآوردی مکان پیشین برخوردار باشند که بدین منظور، معیارهای زیر پیشنهاد شده است: (Desvousges et al., 1998)

۱- صحت علمی بررسی پیشین، شامل: فرآیند گردآوری داده‌ها، روش تجربی مورد استفاده، سازگاری نتایج با نظریه‌های اقتصادی یا علمی و روش‌های آماری مورد استفاده.

---

۱ Value transfers

۲ Function transfer

۳ Unit value transfers

۴ Fixed value transfers

۲- غنای بررسی پیشین برای تمرکز بر جزییات، شامل: تعریف متغیرها و میانگین‌ها، هزینه زمان (در ارزیابی هزینه سفر) نرخ مشارکت (به‌عنوان مثال: وسعت بازار و تعداد افراد تحت تأثیر)  
۳- تناسب بررسی پیشین با مکان جدید، شامل: تغییر در کیفیت محیط‌زیست، کیفیت محیط‌زیست پایه، کالاها و خدمات تحت تأثیر، ویژگی‌های مکانی کالاهای تحت تأثیر، دوام و زمان تأثیرگذاری‌های، ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی جمعیت تحت تأثیر و حقوق مالکیت.  
در این پژوهش برای تأمین شرایط سه‌گانه بالا برخی ملاحظه‌ها به شرح زیر به‌طور ویژه مورد توجه قرار گرفته است:

۱. سعی شده است حتی‌الامکان از معتبرترین و صحیح‌ترین مقاله‌های علمی نگاشته شده در این زمینه استفاده شود برای این منظور از نتایج بررسی‌های کاستانزا و همکاران (Costanza et al.) که به‌عنوان مرجع در بسیاری از ارزیابی‌های انتقال منافع استناد شده است (Plummer, 2009)، (Peng et al., 2024)، (Liu et al., 2010)، استفاده شده است.

۲. به جهت تأمین شرط تناسب ارزیابی‌های اولیه با جنگل‌های پده در منطقه مورد بررسی این پژوهش، سعی شده است، از مقاله کاستانزا و همکاران (Costanza et al.) ارزش‌های بوم‌نظامی مربوط به جنگل‌هایی که بیشترین تطبیق را با جنگل‌های پده دارد، به‌عنوان ارزش‌های بوم‌نظامی جنگل‌های پده در نظر گرفته شود. شایان یادآوری است در مقاله کاستانزا و همکاران (Costanza et al.) ارزش‌های بوم‌نظامی جنگل به تفکیک برای انواع ۵ بوم‌نظام جنگلی گزارش شده است که در این بین تیپ جنگل‌های تنک بیشترین تشابه را با جنگل‌های پده به لحاظ پراکنش درختان و فیزیولوژی دارد.

۳. ضمن اینکه بررسی‌های کاستانزا به ارزش‌گذاری کل جنگل‌های جهان پرداخته است که از نوع جنگل‌های پده در کشورهای چین، جمهوری خلق مغولستان، قزاقستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، پاکستان، افغانستان، هندوستان، ایران، عراق، سوریه ترکیه، مصر، لیبی، الجزایر و مراکش، مشاهده می‌شود (Viart). همچنین در ایران ناحیه‌های گرمسیر، جنوب کرمان، فارس، خوزستان، کویرهای مرکزی، کاشان، اصفهان، لرستان، مهران، کردستان تا دره سفیدرود و دامغان و حاشیه رودخانه اترک در منتهی‌الیه شمال شرق استان مازندران (مراوه تپه) و در حاشیه رودخانه تجن در سرخس این‌گونه درختی وجود دارد (Bozorgmehr) که نشان‌دهنده وجود پراکنش این تیپ جنگلی در ایران، خاورمیانه و دیگر کشورها است برای تأمین شرط تناسب در وضعیت اقتصادی بین دو منطقه، از نسبت درآمد سرانه برحسب شاخص قدرت برابری خرید

## برآورد هزینه های اقتصادی... ۱۱

برای تعدیل ارزش های مقاله مبدأ مقاله (Costanza et al). به منطقه مقصد (ایران) استفاده شده است. رابطه ۲ این شاخص از جمله ابزار کلیدی اقتصاد بین الملل است و با مقایسه نرخ ارز و هزینه های زندگی میان کشورها، امکان ارزیابی دقیق تری از قدرت خرید و هزینه های مصرفی را فراهم می کند. شاخص PPP بر این اصل استوار است که قیمت یک سبد کالای همانند در دو کشور باید یکسان باشد؛ به این معنی که نرخ ارز باید معادل قدرت خرید یکسانی در هر دو کشور ایجاد کند (Cassel, 1924). این شاخص به ویژه برای محاسبه و مقایسه تولید ناخالص داخلی (GDP) کشورها به شکلی واقعی تر و با در نظر گرفتن تفاوت های هزینه ای سودمند است، چراکه استفاده از نرخ ارز بازار ممکن است منجر به برآوردهای نادرست شود (World Bank, 2023)؛ اما در این تحقیق، از درآمد سرانه برحسب دلار PPP برای تعدیل نتایج استفاده شده است. تا درآمد سرانه برحسب دلار (PPP) در دو کشور مورد توجه قرار بگیرد به عنوان نمونه، در ایالات متحده تمایل به پرداخت افراد با توجه به درآمد سرانه ی ۱۰ دلار است، در حالی که این رقم در ایران به دلیل درآمد سرانه پایین تر، متفاوت است.

$$\frac{GDP \text{ per capital (PPP) IRN}}{GDP \text{ per capital (PPP) USA}} \quad (2)$$

مچنین با توجه به اینکه سال پایه بررسی های کاستانزا و همکاران مربوط به سال ۱۹۹۷ بوده لازم است ارزش های محاسبه شده برای خدمات بوم نظامی جنگل پیش از تعدیل نسبت به شاخص برابری قدرت خرید، به قیمت پایه سال ۲۰۲۴ تبدیل شوند. بدین منظور از رابطه ۳ استفاده شده است:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \rightarrow F = P(1+i)^n \quad (3)$$

که در آن P: ارزش کارکرد در سال مورد بررسی (Costanza et al)، F: ارزش کارکرد در سال (۲۰۲۴)؛ n: شمار سال و i: میانگین نرخ تورم سالانه کشور مبدأ طی دوره مورد نظر است. در انتها با استفاده از رابطه ۵ کل ارزش خدمات بوم نظام جنگلی سرخس طی یک دوره ۵۰ ساله محاسبه شده است.

$$A = \sum F_i \times S_{takhrib} \quad (4)$$

از آنجایی که جنگل ها کالاهای محیط زیستی می باشند و در صورتی که آسیب و زیان هایی به آنها وارد شود دارای پیامدهای بلندمدتی می باشد که در تحقیقات علمی دست کم برابر با ۵۰ سال در نظر گرفته می شود لذا برای محاسبه مجموع ارزش حال آسیب و زیان های وارد شده به دشت سرخس در طی ۵۰ سال آینده از رابطه اقتصادی (۵) استفاده شده است

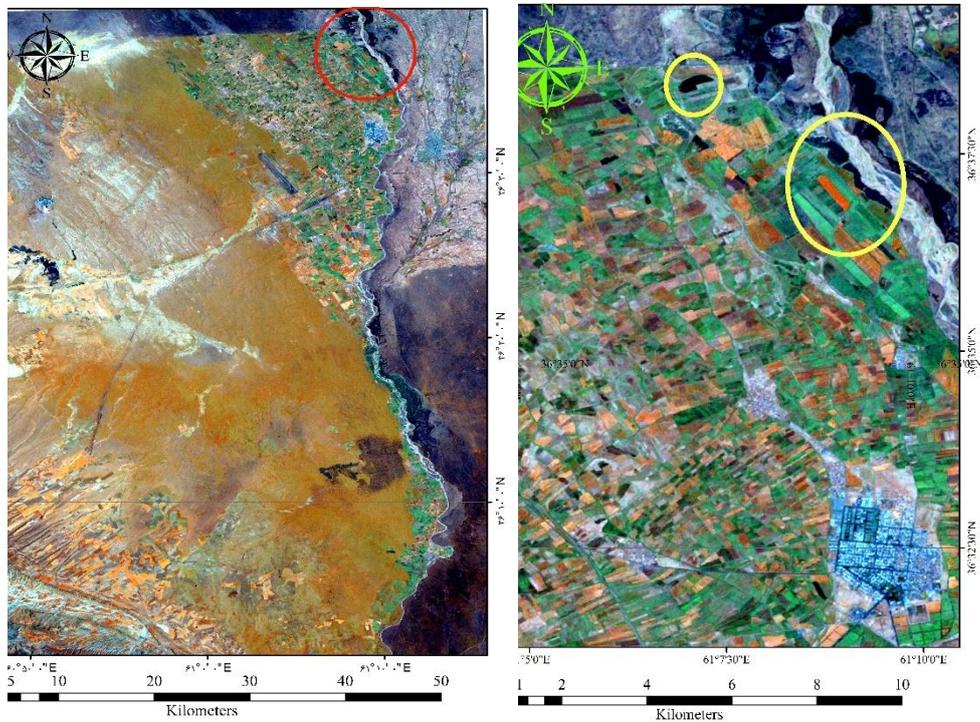
$$Total = \sum_{n=0}^{50} P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (5)$$

در رابطه ۵: total: مجموع ارزش حال آسیب و زیان‌های وارد شده به محیط‌زیست در طول یک دوره ۵۰ ساله، P: ارزش حال آسیب و زیان‌های وارد شده در سال n ام. i: نرخ تنزیل محیط‌زیستی، F: مبلغ آسیب و زیان‌های در سال n ام (Skonjad, 1996) است.

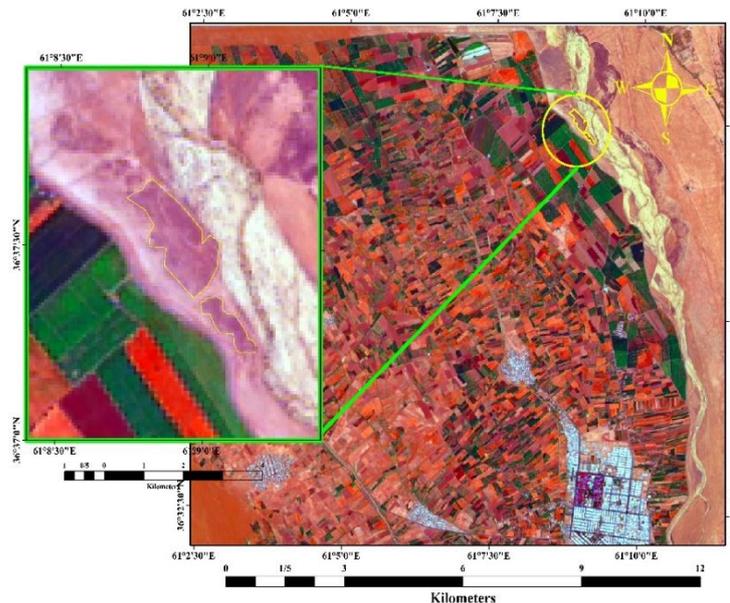
### نتایج

در این تحقیق، سال 1381 به‌عنوان نقطه آغاز بررسی تغییرپذیری‌های سطح جنگل‌های پده و مقایسه آن با سال ۱۴۰۲ در نظر گرفته شده است زیرا در این مقطع زمانی هنوز عامل‌های انسانی به‌ویژه پروژه‌های توسعه سازه‌های آبی در افغانستان و ایران بر روی رودخانه هری‌رود اجرا نشده است و دبی رودخانه برابر با میانگین بلندمدت آن می‌باشد. با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای LANDSAT 7 و LANDSAT 8 به محاسبه میزان تخریب جنگل‌های حاشیه رودخانه تجن در سال 1402 نسبت به سال 1381 پرداخته شده است. در شکل شماره ۴ منطقه‌های جنگلی حاشیه رودخانه تجن نشان داده شده است. تصویرهای استخراج شده از ماهواره LANDSAT 7 با استفاده از نرم‌افزار ENVI 5.6 مورد پردازش گرفت. در این راستا پس از پیش‌پردازش، تصحیح رادیومتریکی و اتمسفری انجام شد و سپس با انتخاب مناسب‌ترین ترکیب باندی برای شناسایی ناحیه جنگلی و از طریق تفسیر دیداری و اسناد کتابخانه‌ای موجود این ناحیه مشخص شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار GIS به برآورد میزان تخریب جنگل پرداخته شده است. نتایج استخراج شده از تصویرهای ماهواره‌ای در سال ۱۳۸۱ نشان‌دهنده وجود ۶۳/۱۳ هکتار جنگل در حاشیه رودخانه می‌باشد همچنین تصویرهای استخراج شده از ماهواره LANDSAT 8 در سال ۱۴۰۲ (شکل شماره ۵) نشان‌دهنده این است که این جنگل به کلی (۱۰۰٪) از بین رفته است؛ بنابراین میزان تخریب جنگل برابر با ۶۳/۱۳ هکتار می‌باشد

برآورد هزینه های اقتصادی...۱۳



شکل (۴) منطقه‌های جنگلی حاشیه رودخانه هریرود ایران در سال ۱۳۸۱ (نتایج تحقیق)  
Figure (4) Forest areas along the Harirroud river in Iran in 2002 (research results)



شکل (۵) منطقه‌های جنگلی حاشیه رودخانه هری‌رود ایران در سال ۱۴۰۲ Landsat 8 (نتایج تحقیق)

Figure (5) The forest areas along the Harirroud River in Iran in 2023 Landsat 8 (research results)

در این تحقیق برای همخوانی بهتر شرایط اقتصادی، با استفاده از نسبت درآمد سرانه ایران و آمریکا در سال ۲۰۲۳ بر حسب دلار PPP (به ترتیب ۱۷۹۲۱/۶۶ و ۸۱۶۹۵/۱۹) برابر با ۰/۲۲ می‌باشد؛ بنابراین کلیه داده‌های اقتباس شده برای ارزش خدمات بوم‌نظامی جنگل به روش انتقال منافع با این عدد تعدیل شده‌اند. نتایج محاسبه‌های ارزش اقتصادی هر یک از کارکردهای بوم‌نظام جنگلی بر مبنای قیمت‌های سال ۲۰۲۴ در جدولهای ۱ الی ۶ ارائه گردیده است.

جدول (۱) کارکردهای مصرفی مستقیم بوم‌نظام جنگل

Table (1) Direct consumptive services of the forest ecosystem

نوع کارکرد	تحقیق مورد استفاده	ارزش هر هکتار \$	ارزش به‌روز شده \$	ارزش تنزیل شده \$	
Function type	used study	Value per hectare \$	Updated value \$	discounted value \$	
تولید غذا	(De Groot et al., 2012)	52	69/44	15/28	16/7
Food production	(Costanza et al., 1997)	43	82/44	18/14	
مواد خام	(Costanza et al., 1997)	138	264/58	58/21	54/1
Raw materials	(De Groot et al., 2012)	170	227/03	49/94	
کل ارزش تولیدی	-	-	-	-	70/8
Total value					

Source: Research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

## برآورد هزینه های اقتصادی...۱۵

در جدول ۱ به بررسی کارکردهای مصرفی مستقیم حاصل از جنگل پرداخته شده است. همان طور که ملاحظه می شود ارزش تنزیل شده میانگین کارکرد تولید غذا (گیاهان و مواد خوراکی، گیاهان دارویی، تأمین علوفه دام و...) در بررسی های یاد شده برابر با ۱۶/۷ دلار (۰/۲۴٪) از کل کارکردهای مصرفی را به خود اختصاص داده است. همچنین دومین کارکرد مصرفی مستقیم تأمین مواد خام (چوب، صمغ و...) به طور میانگین برابر با ۵۴/۱ دلار (۰/۷۶٪) از کل ارزش کارکردهای مصرفی را به خود اختصاص داده است؛ بر این مبنای مجموع ارزش های مصرفی هر هکتار جنگل برابر با ۷۰/۸ دلار به دست آمده است.

در جدول های ۲ الی ۴ نیز نتایج مربوط به ارزش میانگین کارکردهای مصرفی غیرمستقیم و حفاظتی هر هکتار از جنگل ها گزارش شده است.

جدول (۲) ارزش کارکردهای مصرفی نامستقیم جنگل (تنظیم آب و هوا، ترسیب کربن و تولید اکسیژن)

**Table (2) Value of Indirect consumptive function of forests (weather regulation, carbon sequestration and oxygen production)**

تحقیق مورد استفاده used study	ارزش هر هکتار \$ Value per hectare \$	ارزش به روز شده \$ Updated value \$	ارزش تنزیل شده \$
(Costanza et al., 1997)	141	270/33	59/47
Karimzadegan et al., ) (2007	112	168/73	37/12
مجموع ارزش Total value	-	-	48/3

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

بر مبنای مقادیرهای جدول بالا، میانگین ارزش تنزیل شده کارکردهای تنظیمی هر هکتار جنگل شامل خدمات تنظیم آب و هوا، ترسیب کربن و تولید اکسیژن در هر هکتار جنگل برابر با ۴۸/۳ دلار در سال می باشد که این رقم حدود ۰/۱۶٪ از کل ارزش های بوم نظامی هر هکتار جنگل را تشکیل می دهد.

میانگین ارزش کارکردهای مصرفی نامستقیم جنگل ها برای حفاظت از خاک در جدول ۳ در سه دسته کارکرد ذخیره مواد آلی، جلوگیری از فرسایش خاک و تشکیل خاک گزارش شده است.

جدول (۳) کارکرد مصرفی نامستقیم حفاظت خاک و پیشگیری از فرسایش  
**Table (3) Indirect consumption function of soil protection and erosion prevention**

نوع کارکرد Function type	تحقیق مورد استفاده used study	ارزش هر هکتار \$ Value per hectare \$	ارزش به روز شده \$ Updated value \$	ارزش تنزیل شده \$ Updated value \$
ذخیره مواد آلی خاک Storage of soil organic matter	(Costanza et al., 1997)	361	692/13	152/3
ذخیره مواد آلی خاک Storage of soil organic matter	Karimzadegan et al., ) (2007)	50.4	75/93	16/7
پیشگیری از فرسایش Erosion prevention	(Costanza et al., 1997)	96	184/06	40/5
تشکیل خاک و مواد آلی Formation of soil and organic matter	(De Groot et al., 2012)	10	19/17	4/2
مجموع کارکرد Total Function	-	-	-	129/2

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

همان طور که ملاحظه می شود، میانگین ارزش خدمات حفاظت خاک شامل ذخیره مواد آلی، جلوگیری از فرسایش و تشکیل خاک و مواد عالی به ترتیب برابر با ۸۴/۵، ۴۰/۵ و ۴/۲ دلار در سال محاسبه شده است. سهم هریک از این خدمات از کل کارکرد حفاظت خاک به ترتیب برابر است با ۶۵٪، ۳۱٪ و ۳٪ می باشد. مجموع کارکردهای حفاظت خاک حدود ۴۳/۴٪ از کل ارزش خدمات بوم نظامی هر هکتار جنگل را تشکیل می دهد.

جدول (۴) کارکرد مصرفی نامستقیم حفاظت آب  
**Table (4) Indirect consumption function of water conservation**

نوع کارکرد Function type	تحقیق مورد استفاده used study	ارزش هر هکتار \$ Value per hectare \$	ارزش به روز شده \$ Updated value \$	ارزش تنزیل شده \$ Updated value \$
ذخیره آب water storage	(Costanza et al., 1997)	3	5/75	1/26
ذخیره آب water storage	Karimzadegan et al., ) (2007)	25/7	38/72	8/52
تنظیم آب جاری Regulate running water	(Costanza et al., 1997)	2	3/83	0/84
تنظیم آب جاری Regulate running water	Karimzadegan et al., ) (2007)	0/25	0/38	0/1
مجموع total	-	-	-	5/4

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

## برآورد هزینه های اقتصادی...۱۷

در جدول ۴ به بررسی میانگین ارزش تنزیل شده کارکرد مصرفی نامستقیم حفاظت آب پرداخته شده است. این کارکرد حفاظتی در دو تقسیم بندی به عنوان ذخیره آب و تنظیم آب های جاری و جلوگیری از سیل مورد توجه قرار گرفته است میانگین ارزش تنزیل شده هریک از این کارکردها به ترتیب برابر با ۴/۹ و ۰/۵ دلار و سهم هر کدام از کل کارکرد حفاظت آب به ترتیب برابر با ۹۱٪ و ۹٪ می باشد. مجموع ارزش کارکردهای حفاظت آب حدود ۱/۸٪ از کل ارزش خدمات بوم نظامی هر هکتار جنگل می باشد.

جدول (۵) کارکردهای مصرفی نامستقیم زیستگاهی

Table (5) Habitat indirect consumption functions

نوع کارکرد Function type	تحقیق مورد استفاده used study	ارزش هر هکتار \$ Value per hectare \$	ارزش به روز شده \$ Updated value \$	ارزش تنزیل شده \$	
گرده افشانی Pollination	Karimzadegan et ) (al., 2007	15/5	23/35	5/14	5/14
ذخیره تنوع ژنتیکی Conservation of genetic diversity	Karimzadegan et ) (al., 2007	36/4	54/84	12/1	9/4
ذخیره تنوع ژنتیکی Conservation of genetic diversity	Costanza et al., ) (1997	16	30/68	6/75	
کنترل بیولوژیکی Biological control	Costanza et al., ) (1997	2	3/83	0/84	0/84
مجموع total	-	-	-	-	15/4

Source: Research findings

منبع : یافته های تحقیق

در جدول ۵ به بررسی کارکردهای مصرفی نامستقیم زیستگاهی بوم نظام جنگلی پرداخته شده است. این گروه از خدمات در سه دسته گرده افشانی، ذخیره تنوع ژنتیکی و مهار زیستی آفات مورد توجه قرار گرفته است که به ترتیب میانگین ارزش تنزیل شده هر یک از آنها برابر است با ۵/۱۴، ۹/۴ و ۰/۸۴ دلار و سهم هر یک به ترتیب برابر با ۳۳٪، ۶۱٪ و ۶٪ از کل ارزش تنزیل شده کارکرد زیستگاهی می باشد. مجموع ارزش کارکردهای زیستگاهی، در حدود ۵/۱۸٪ از کل ارزش هر هکتار جنگل را تشکیل می دهد.

جدول (۶) کارکردهای غیر مصرفی

**Table (6) Non-consumptive functions**

نوع کارکرد Function type	تحقیق مورد استفاده used study	ارزش هر هکتار \$ Value per hectare \$	ارزش به روز شده \$ Updated value \$	ارزش تنزیل شده
ارزش تفریحی entertainment value	Costanza et al., (1997)	66	126/54	27/84
ارزش ذاتی intrinsic value	Costanza et al., (1997)	2	2/83	0.62

Source: Research findings

منبع: یافته های تحقیق

در جدول ۶ به بررسی کارکردهای غیر مصرفی جنگل پرداخته شده است در این بررسی دو کارکرد ارزش تفریحی و ارزش ذاتی جنگل از تحقیقات کاستانزا و همکاران در سال ۱۹۹۷ مورد استفاده قرار گرفته است که ارزش به روز شده این کارکرد به ترتیب برابر با ۲۷/۸۴ و ۰/۶۲ دلار و سهم آن ها به ترتیب برابر با ۹/۳۶٪ و ۰/۲٪ از کل ارزش هر هکتار جنگل می باشد.

جدول (۷) ارزش آسیب و زیان های وارد شده به جنگل سرخس

**Table (7) The value of damages caused to the fern forest**

کارکردها Functions	ha/yr/\$	ارزش دلاری جنگل پده The value of pade forest \$	ارزش ریالی جنگل پده (میلیون ریال) The value of pade forest M Rial	سهم کارکردها (%) share of functions%	
مصرفی مستقیم direct consumption	تولید مواد خام و غذا Production of raw materials and food	70/8	4469/6	2,279/5	23/8
مصرفی غیر مستقیم Indirect consumption	تنظیم گازها Gas regulation	48/23	3044/8	1,555/08	16/21
	حفاظت خاک soil protection	129/2	8156/4	4,159/76	43/43
	حفاظت آب Water conservation	5/4	340/9	173/86	1/82
	زیستگاهی habitat	15/4	972/2	495/82	5/18
	تفریحی recreational	27/84	1757/5	896/34	9/36
غیر مصرفی non-consumable	ذاتی inherent	0/62	39/1	19/96	0/2
مجموع ارزش Total value		297/75	187,806/5	9,580/33	100

Source: Research findings

منبع: یافته های تحقیق

## برآورد هزینه های اقتصادی...۱۹

با توجه به نتایج به دست آمده آسیب و زیان های وارد شده به ۶۳/۱۳ هکتار جنگل پده در دشت سرخس برابر است با ۱۸۷,۸۰۶/۵ دلار در سال محاسبه شده است که با احتساب نرخ تسعیر ارز به مبلغ ۵۱۰ هزار ریال به ازای هر دلار آمریکا، مقدار این آسیب و زیان سالانه در مجموع برابر با ۹۵۸۰/۳۳ میلیون ریال برآورد شده است. بیشترین ارزش های ازدست رفته به ترتیب مربوط به کارکرد حفاظت خاک (جلوگیری از فرسایش و حفظ مواد غذایی خاک) ۴۳ درصد، کارکرد تولیدی جنگل (مواد خام و تولید غذا) ۲۳/۸ درصد و کارکرد تنظیم هوا (ترسیب کربن و تولید اکسیژن) ۱۶/۲۱ درصد بوده است. با توجه به اینکه ارزش های محاسبه شده در بالا برای هر هکتار جنگل تنها بیانگر ارزش سالانه خدمات ازدست رفته جنگل است لازم است برای محاسبه کل خسارت وارده در اثر از دست رفتن جنگل ها (کل ارزش ازدست رفته انباره جنگل)، مجموع ارزش تنزیلی جریان سالانه منافع بوم نظامی جنگل در یک دوره زمانی ۵۰ ساله محاسبه شود نرخ تنزیل به عنوان یکی از عنصرهای کلیدی محاسبه منافع و هزینه ها در پروژه های محیط زیستی، اهمیت بالایی دارد؛ چراکه بیانگر ارزش دهی به سود یا هزینه های آینده در مقایسه با زمان حاضر است. انتخاب نرخ تنزیل مناسب برای این پروژه ها چالشی است، زیرا هدف اصلی آن ها حفاظت از منابع طبیعی و تأمین منافع بلندمدت برای جامعه است (Abdoli & Heydari, 2009). و (Shirdel, 2017) نشان می دهند که نرخ تنزیل اجتماعی در ایران به ترتیب ۷,۲٪ و ۱۲,۵٪ برآورد شده است. همچنین، نرخ تنزیلی که توسط سازمان برنامه و بودجه برای استفاده در تحلیل منافع به هزینه پروژه های عمرانی عام المنفعه بویژه طرح های توسعه منابع آب و کشاورزی تعیین شده است ۷٪ می باشد که می تواند الگویی برای پروژه های محیط زیستی باشد. با توجه به هدف های بلندمدت و غیرمالی این پروژه ها، نرخ های تنزیل پایین تر از نرخ های بازار مناسب تر هستند؛ اما به دلیل شرایط اقتصادی و نرخ تورم بالا در ایران، در این پژوهش نرخ ۸٪ با بازه حساسیت ۷ تا ۹ درصد برای تنزیل جریان منافع ازدست رفته جنگل های پده استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۸ گزارش شده است

جدول (۸) تحلیل حساسیت آسیب و زیان های وارد شده به جنگل

Table (8) Sensitivity analysis of forest damage

نرخ تنزیل (%)	کل ارزش حال خسارت (میلیون ریال)	خسارت سرانه (میلیون ریال)
Discount rate (%)	Present Value (MRI)	Damage per capita (MRI)
7	141,796/05	1/45
8	126,781/16	1/30
9	114,596/88	1/17

Source: Research findings

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۸، ارزش کل آسیب و زیان وارد شده به دشت سرخس در اثر نابودی جنگل‌های پده با احتساب نرخ تنزیل ۸٪ برابر با ۱۲۶،۷۸۱ میلیون ریال برآورد شده است. با توجه به جمعیت ۹۷،۵۱۹ نفری شهرستان سرخس مقدار سرانه کل آسیب و زیان‌های ناشی از تخریب این جنگل‌ها به عنوان یک دارایی محیط زیستی برابر با ۱/۳ میلیون ریال به ازای هر فرد می‌باشد که برابر با ۰/۸٪ از درآمد سرانه بخش کشاورزی و منابع طبیعی به قیمت جاری استان خراسان رضوی می‌باشد.

### پیشنهادها

این تحقیق نشان‌دهنده اهمیت بوم‌شناختی و ارزش بالای اقتصادی جنگل‌های پده در دشت سرخس است. با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد و تاکید می‌شود که در آغاز روند تخریب محیط زیست متوقف شود و برنامه احیاء جنگل در دشت سرخس در دستور کار قرار بگیرد. سپس با توجه به این که یکی از عامل‌های اصلی تخریب جنگل‌ها و کاهش دبی رودخانه هری رود توسعه صنعت سدسازی در کشور افغانستان بر روی رودخانه یاد شده بوده لذا ضرورت دارد با توجه به نتایج این پژوهش که می‌تواند به عنوان مستنداتی برای دفاع از مطالبات حقوقی و درخواست جبران آسیب و زیان‌ها افزون بر دریافت حق آب ایران از هری رود و تأمین آب مورد نیاز بوم‌نظام جنگلی و رودخانه‌ای در مجامع بین‌المللی مورد استفاده و توجه قرار بگیرد.

جنگل سرخس به لحاظ موقعیت جغرافیایی در نزدیکی کلان‌شهر مشهد و اقلیم حساس خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و با تخریب این جنگل‌ها پیامدهای محیط زیستی زیادی از جمله وجود ریزگردها در منطقه مورد بررسی بروز کرده است. نتایج تحقیقات پورهاشمی و همکاران در سال ۹۷ نشان داده که ۵ کانون ریزگرد استان خراسان در دشت سرخس قرار دارد لذا پیشنهاد و تاکید می‌شود برای برآورد دقیق‌تری از آسیب و زیان‌های ناشی از تخریب این جنگل‌ها، در تحقیقات آتی آسیب و زیان‌های ناشی از ریزگردها نیز مورد توجه قرار گیرد. (Poorhashemi et al., 2019)

با توجه به نتایج به دست آمده از میزان آسیب و زیان‌های سرانه ناشی از تخریب جنگل در شهرستان سرخس برابر با ۱/۳ میلیون ریال و درآمد سرانه‌ی استان در بخش کشاورزی و منابع طبیعی (۱۵ میلیون ریال) پیشنهاد و تاکید می‌شود در بررسی آمارهای کلان‌کشوری و استانی GDP سبز (میزان درآمدها و خسارت‌های ناشی از تخریب محیط زیست) مورد توجه مسئولان و سیاست‌گذاران قرار بگیرد تا بتوان میزان خالص رشد و توسعه را در استان محاسبه نمود. با توجه

## برآورد هزینه های اقتصادی... ۲۱

به آسیب و زیان‌های برآورد شده در جدول ۷ که برابر با ۰/۸٪ از درآمد سرانه بخش کشاورزی شهرستان می‌باشد چنانچه دیگر آسیب و زیان‌های محیط زیستی ناشی از تخریب جنگل و بوم‌نظام‌های وابسته به رودخانه و جنگل مانند (ریزگردها، تخریب سفره‌های زیرزمینی، فرونشست و ...) در نظر گرفته شود، مقدار آسیب و زیان‌ها می‌تواند به مراتب سهم بیشتری از درآمدهای بخش کشاورزی و منابع طبیعی در استان را پوشش بدهد.

## منبع‌ها

- Abdoli, G., & Heydari, H. (2009). An Estimation of Social Discount Rate Based on Hazard Rate for Iran and Selected countries. *Iranian Journal of Economic Research*, 13(38), 1-. <https://www.magiran.com/paper/641155>
- Akbarpoor, H., Mirbaghery, S. S., & Rafiee, H. (2017). Estimating Isfahan Citizens'-Willingness to Pay for Drinking Water Supplied from Agricultural Surplus Water. *Journal of Water & Wastewater*, 28(110), 1-9. <https://www.magiran.com/paper/1729926>
- Amirnejad, H., Solout, K. A., & Zarandian, A. (۲۰۱۸). Determining the economic value of water conservation function by plant coverage of Bamou national park. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(1), 216-226. <https://www.magiran.com/paper/1848148>
- Badehian, Z., Mansouri, M., & Sanjabi, H. (۲۰۱۷). Economic valuation of some of the most important functions and services of Quercus forests in the central Zagros (Casestudy: Lorestan province). *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(5), 353-363 .
- Bozorgmehr, A. (2000). *Ecological study of the limiting factors of the padeh (Populus euphratica) field on the banks of the Tajen-Farkhs River* Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources .[
- Brookshire, D. S., & Neill, H. R. (1992). Benefit transfers: conceptual and empirical issues. *Water resources research*, 28(3), 651-655 .
- Brouwer, R., Barton, D., Bateman, I., Brander, L., Georgiou, S., Martín-Ortega, J., Navrud, S., Pulido-Velazquez, M., Schaafsma, M., & Wagtendonk, A. (2009).

- Economic valuation of environmental and resource costs and benefits in the water framework  
directive: technical guidelines for practitioners. *Institute for Environmental Studies, VU University Amsterdam, the Netherlands* .
- Cassel, G. (1924). *The theory of social economy* (Vol. 1). Harcourt .
- Common, M., & Stagl, S. (2005). *Ecological economics: an introduction*. Cambridge University Press .
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., & Paruelo, J. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260 .
- Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158 .
- De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., & Hein, L. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, 1(1), 50-61 .
- Desvousges, W., Johnson, F., & Banzhaf, H. (1998). Environmental policy analysis with limited information: Principles and applications of the transfer method. In *Environmental Policy Analysis With Limited Information*. Edward Elgar Publishing .
- Elliott T, C., & Tilley, D. R. (2014). Valuing ecosystem services from Maryland forests using environmental accounting. *Ecosystem services*, 7, 141-151 .
- Hosseini, S. A. (2017). An overview of Hari Rood watershed. Afghanistan Institute of Strategic Studies
- Jafarzadeh, A. A., Mahdavi, A., Fallah Shamsi, S. R., & Yousefpour, R. (2020). Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros forests. *Environmental Sciences*, 18(1), 137-150 .
- Karimzadegan, H., Rahmatian, M., DEHGHANI, S. M., Jalali, R., & Shahkarami, A. (2007). Valuing forests and rangelands-ecosystem services .
- Liu, S., Costanza, R., Troy, A., D'Aagostino, J., & Mates, W. (2010). Valuing New Jersey's ecosystem services and natural capital: a spatially explicit benefit transfer approach. *Environmental management*, 45, 1271-1285 .
- Navrud, S., & Ready, R. C. (2007). *Environmental value transfer: issues and methods* (Vol. 1084). Springer .
- Ninan, K. N., & Perrings, C. (2012). *The economics of biodiversity conservation: valuation in tropical forest ecosystems*. Routledge .
- Pearce, D. W., & Pearce, C. (2001). *The value of forest ecosystems* .
- Peng, Q., Shen, L., Lin, W., Fan, S., & Su, K. (2024). Land-Use Transitions Impact the Ecosystem Services Value in a Coastal Region by Coupling the Geo-

- Informatic Tupu and Benefit-Transfer Method: The Case of Ningde City, China. *Applied Sciences*, 14(9), 3643 .
- Plummer, M. L. (2009). Assessing benefit transfer for the valuation of ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 38-45 .
- Poorhashemi, S., Ami Ahmadi, A., Zangane, M. A., & Salehi, m. (2019). Identification and Characterization of Dust Source in Khorasan Razavi Province [Original Research]. *Geographical Researches*, 34(1), 1-9. <https://doi.org/10.29252/geores.34.1.1>
- Regional Water Company. (2006). The report of consolidated studies of the Qaraqom area atlas. Khorasan Razavi: Regional Water Company of Khorasan Razavi
- Sabouri, M. S., & Nouri Emamzadeh, A. (2015). Analyzing of extension factors role affecting the adoption of water conservation Technologies in Semnan. *Iranian Journal of gricultural Economics and Development Research*, 46(3), 633-644. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2015.55814>
- Saleh, I., Rafiee, H., & Mirbagheri, S. S. (2021). Investigating the effects of climatic and economic variables on forest degradation of Iran. *Iranian Journal of Forest*, 12(4), 467-489. <https://www.magiran.com/paper/2244261>
- Shirdel, R. (2017). Estimation of Social Discount Rate in Iran with Using Social Time Preference Approach. *quarterly journal of fiscal and Economic policies*, 5(18), 7-24. <https://www.magiran.com/paper/1749346>
- Skonjad, M. M. (1996). *Engineering economics or economic evaluation of industrial projects* (Vol. 7). Amir Kabir University of Technology publication .
- Stapleton, L. M., & Garrod, G. D. (2008). Do we ecologically model what we economically value? *Ecological Economics*, 65(3), 531-537 .
- Thomas, V., & Warner, J. (2015). Hydropolitics in the Harirud/Tejen river basin : Afghanistan as hydro-hegemon? *Water International*, 40(4), 593-613 .
- Van Beukering, P., Cesar, H., & Janssen, M. (2002). Economic valuation of the Leuser ecosystem in Sumatra. *Asean Biodiversity* .
- Viart, M. (1988). Mini-monograph on *Populus euphratica* .
- Zandi, S., Limaiei, S. M., & Amiri, N. (2018). An economic evaluation of a forest park using the individual travel cost method (a case study of Ghaleh Rudkhan forest park in northern Iran). *Environmental & Socio-economic Studies*, 6(2), 48-55



---

## **Estimation of the economic costs caused by the destruction of Populus euphratica forests on the banks of the Tajan River**

*Hamed Akbarpoor, Saeed Yazdani, Iraj Saleh, Hamed Rafiee<sup>1</sup>*

Received: 11 Sept.2024

Accepted:23 Dec.2024

---

### *Extended Abstract*

#### **Introduction:**

The environment encompasses a complex set of natural and human factors that together form the habitat for all living organisms. Among its components, forest ecosystems play an irreplaceable role in sustaining human life and other species by providing diverse environmental services. However, the destruction of forests, driven by the lack of formal markets for ecosystem services and unsustainable exploitation, poses significant challenges to achieving sustainable development. The *Populus euphratica* forests along the Tajen River are a prime example of forests with substantial economic and ecological importance. These forests play a critical role in regulating water cycles, preventing soil erosion, and preserving habitats for native and migratory species. Nevertheless, factors such as the reduced flow of the Harirud River, excessive groundwater extraction, and climate change have placed these forests under serious threat. Given the importance of the *Populus euphratica* forests and the lack of comprehensive economic valuation studies in this area, this research aims to provide a quantitative assessment of the economic values of this ecosystem. The findings of this study can assist policymakers and managers in making more informed decisions to protect and restore these forests, while also laying the groundwork for sustainable natural resource management programs. The Sarakhs plain, located in Khorasan Razavi province, is a vital region due to its unique geographical and climatic conditions. These forests have evolved over millennia alongside the Tajen River, yet significant portions have been degraded due to both human and natural factors. A key driver of this degradation is the diminished flow of the Harirud River, primarily caused by the construction of water infrastructure in Afghanistan. This paper employs economic valuation methods, such as benefit transfer, to generate more precise data on the

---

<sup>1</sup>Respectively:PhD student, Professor (corresponding author), Associate Professor, Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

economic value of the ecosystem services provided by the *Populus euphratica* forests. These insights can serve as a practical guide for optimizing resource management, shaping environmental policies, and preserving these critical ecosystems in the face of mounting threats.

### **Materials and Methods**

To estimate the damage value to the *Populus euphratica* forests along the Harir Rud River in the Sarakhs plain, this study has employed the benefit transfer method. The benefit transfer method uses economic data gathered from a particular location and time to draw conclusions about the value of environmental goods and services in a different location. In many practical applications for evaluating environmental policies or investments, similar to academic studies, the resources required to conduct an independent study to determine economic benefits are not available. Therefore, the benefit transfer method provides a more useful and economical approach in such cases. For the necessary estimations, the required data were collected using remote sensing methods, specifically employing images from the Landsat 8 and Landsat 7 sensors over the years 2002 to 2023.

### **Results and Discussion**

According to the valuation of forest functions, the damage to 63/13 hectares of *Populus euphratica* forests in the Sarakhs plain is estimated at \$187,806/5. The greatest values are assigned to these functions: soil protection (43%), which includes preventing erosion and preserving soil nutrients; Gas regulation (16%), encompassing carbon sequestration and oxygen production; and forest production (24%), involving raw materials and food production. According to the assessment, the present value of damage from forest degradation in the Sarakhs plain over the next 50 years, based on these functions, is estimated at 126,781 Million Rial. Additionally, the per capita damage resulting from this forest degradation is 1/3 Million Rials, which is equivalent to 0.8% of the per capita income in the agriculture and natural resources sector of Khorasan Razavi Province.

### **Conclusion and Recommendations:**

This study highlights the ecological significance and high economic value of the *Populus euphratica* forests in the Sarakhs plain. Halting environmental degradation and implementing forest restoration programs in this region are essential. Given the impact of dam construction in Afghanistan on the reduced flow of the Harirod River and subsequent forest degradation, the findings of

this study can serve as evidence to advocate for Iran's water rights and to claim compensation for environmental damages in international forums. Moreover, due to the Sarakhs plain's location in a semi-arid and arid climate near Mashhad, addressing environmental issues such as dust storms is critical. Research indicates that five major dust storm sources in Khorasan are located in this plain, necessitating a comprehensive assessment of their associated damages. Incorporating green GDP analysis and environmental damage assessments in policy-making processes is recommended to achieve sustainable development in the province.

**JEL:** Q51, Q56, Q25

**Keyword:** Environmental valuation, benefits Transfer, Sarakhs plain, Harirod River