IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology
بوم‌شناسی کاربردی/ سال چهاردهم / شماره چهارم / ۱٤۰٤/ صفحات ٤۳ تا ۵۷

ارزش‌گذاری اقتصادی خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی مبتنی بر مدل Scenic Quality- InVEST

فاطمه محمدیاری[*] [۱]، اردوان زرندیان[۲]، رویا موسی‌زاده [۳]، خدایار عبدالهی[٤] و مجید رمضانی مهریان[۵]

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۵/۰۱/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۵/۰۳/۱۲)

چکیده

خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی با تمرکز بر کیفیت بصری در مناظر اطراف شهر، برای درک نقش خدمات فرهنگی در برنامه‌ریزی شهری کلیدی است. بدین منظور، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی در استان چهارمحال و بختیاری انجام شده است. در این راستا برای سنجش کیفیت مناظر و تعیین الگوی مکانی این خدمت، از مدل Scenic Quality در نرم‌افزار InVEST استفاده شد. داده‌های اصلی شامل مدل رقومی ارتفاع، عوارض انسان‌ساخت مؤثر بر کاهش کیفیت بصری، شعاع دید و وزن ادراکی هر عارضه بود. نتایج نشان داد که نواحی کوهستانی غرب و جنوب‌غرب استان، به‌دلیل غلبه پوشش‌های طبیعی، مراتع و لکه‌های جنگلی، از کیفیت بصری بالاتری برخوردارند. در مقابل، بخش‌های مرکزی، شرقی و شمال‌شرقی که دارای تراکم بیشتر سکونتگاه‌ها، زیرساخت‌ها و اراضی کشاورزی هستند، کیفیت بصری پایین‌تری نشان دادند. الگوی مکانی حاصل می‌تواند در مدیریت منظر، برنامه‌ریزی کاربری زمین و حفاظت از نواحی دارای ارزش زیبایی‌شناختی نقش مؤثر داشته باشد. همچنین، براساس نتیجه حاصل از مدل‌سازی خدمت زیبایی‌شناختی و روش انتقال ارزش، ارزش اقتصادی کل خدمت زیبایی‌شناختی در استان، ۲۸٤۳۲٦٤۸۷ میلیون ریال برآورد شده است. ارزش‌گذاری اقتصادی این خدمت اکوسیستمی امکان مقایسه منافع و هزینه‌های توسعه و حمایت از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر خدمات اکوسیستم را فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: خدمات فرهنگی اکوسیستم، ارزش زیبایی‌شناختی، ارزش‌گذاری اقتصادی، Scenic Quality- InVEST، استان چهارمحال و بختیاری

۱. استادیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
۲. دانشیار گروه پژوهشی ارزیابی و مخاطرات محیط‌زیستی، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران.
۳. استادیار گروه پژوهشی اقتصاد محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ایران.
٤. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منبع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۵. استادیار گروه مطالعات محیطی، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی (سمت)، تهران، ایران.
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohammadyari.f@sku.ac.ir

مقدمه

توسعه شهرنشینی، تغییرات اقلیمی و تشدید چالش‌های اجتماعی- محیط‌زیستی، شهرها را با چشم‌اندازهای در حال تغییر و کاهش تنوع‌زیستی مواجه کرده است (٤٦). با گسترش شهرها، فضاهای آبی و سبز اغلب با زیرساخت‌های انسانی جایگزین می‌شوند که این امر دسترسی ساکنان به طبیعت را محدود کرده و ارتباط آن‌ها با طبیعت را تضعیف می‌کنند (۱۸). در مناطق شهری، اکوسیستم‌های مختلفی مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، پارک‌ها، درختان خیابانی و جنگل‌ها وجود دارند که هر کدام از طریق ساختارها و فرآیندهای اکولوژیکی مختلف، رفاه انسان را فراهم می‌کنند (۳۵) و در شکل‌دهی تجربیات انسان با طبیعت نقش دارند (٤۱). خدمات فرهنگی اکوسیستم از مهمترین خدمات اکوسیستمی در شهرها هستند (۲۳) که به مزایای غیرمادی که از تعامل انسان و اکوسیستم‌ها پدید می‌آیند، اشاره دارد. این خدمات شامل زیبایی‌شناختی، معنویت، میراث فرهنگی، الهام‌بخشی هنری، اطلاعات علمی و آموزشی است (۲۹) که برگشت‌ناپذیر هستند، یعنی وقتی به دلیل تغییرات در اکوسیستم از بین بروند، قابل جایگزینی نیستند (۲۲). خدمات فرهنگی اکوسیستم به بخشی اساسی از ارزیابی‌های سلامت و ارزش‌گذاری اکوسیستم تبدیل شده است (۱۲ و ۳۱) بنابراین حفظ و ارتقای آن‌ها در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری شهری برای تضمین جوامع سالم‌تر و تاب‌آورتر بسیار مهم است (٤۷). این خدمات همچنین دارای دو عنوان خدمات ابزاری و ارتباطی هستند که می‌توانند محصولات طبیعت (مثلاً زیبایی‌شناختی یک گل) و روابط غیرقابل جایگزینی (مثلاً زیبایی‌شناختی درختی که برای بزرگداشت یک تولد کاشته می‌شود)، باشند که مردم با طبیعت یا ویژگی‌های طبیعی خاص دارند (۲٤). پرداختن به این دوگانگی نیازمند رویکردهای طراحی جامعه‌محور است که می‌توان از آن‌ها برای استخراج ترجیحات افراد برای معیارهای طراحی (مثلاً تنوع‌زیستی، نشانه‌های مراقبت و غیره) و تجربیات طبیعت‌گردی آن‌ها استفاده کرد (۲٦ و ۳۹). نقشه‌برداری این خدمات شامل شناسایی، کمی‌سازی و نمایش مکانی خدمات مختلف ارائه شده توسط اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی است (۵۲ ؛۱۵). این فرآیند امکان تجسم توزیع و تمرکز خدمات اکوسیستم در سراسر سیمای سرزمین را فراهم می‌کند و به سیاست‌گذاران، مدیران و ذینفعان گردشگری اجازه می‌دهد تا تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد استفاده و مدیریت پایدار منابع بگیرند (۳٤). به دلیل دشواری‌های موجود در کمی‌سازی و ادغام این خدمات در فرآیندهای تصمیم‌گیری (٤۵ ؛۱۰)، ارزیابی آن‌ها در مقایسه با خدمات ملموس‌تر اکوسیستم مانند خدمات تنظیمی چالش برانگیزتر است (٦). این خدمات در مقایسه با سایر خدمات اکوسیستم کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است و اغلب تنها خدماتی که به راحتی کمی می‌شوند، مانند تفریح و گردشگری ارزیابی می‌شوند (۱٦). مسائل مربوط به ارزیابی خدمات فرهنگی اکوسیستم با مفاهیمی مرتبط هستند که نمی‌توان آنها را با روش‌های سنتی، به ویژه از دیدگاه اقتصادی، کمی کرد. بنابراین، کمی‌سازی آن‌ها، به ویژه از دیدگاه اقتصادی، همچنان مشکل است (٤۰). مطالعات قبلی برای ارزیابی خدمات فرهنگی اکوسیستم اغلب بر رویکردهای منابع‌محور مانند نقشه‌برداری مشارکتی (۵۰) نظرسنجی‌ها (۱۷)، مصاحبه‌ها (۳۰) یا مشاهدات میدانی (۳٦) که مقیاس‌بندی و تکرار آن‌ها دشوار است (۷) متکی بوده‌اند. در نتیجه، تقاضای فزاینده‌ای برای روش‌های مقیاس‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه به‌منظور ادغام این خدمات در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری حفاظت وجود دارد (٤۲). مدل کیفیت منظر (Scenic Quality)، نرم‌افزار InVEST با هزینه کم و دقت بالا می‌تواند نمایش قابل قبولی از توزیع مکانی خدمت زیبایی‌شناختی را ارائه دهد. کمی‌سازی این خدمت با روش‌های متفاوت مورد توجه محققان (۱، ۱۹ و ۳۲) قرار گرفته است. به‌عنوان مثال Mohammadyari و Tavakoli (۳۲) با ترکیب معیارهای اکولوژیکی و بصری به مدل‌سازی ارزش زیبایی‌شناختی در حوزه آبخیز ایلام پرداختند. نتایج حاکی از این بود که بحش‌هایی از شمال، شرق، جنوب شرقی و غرب این حوزه از کیفیت زیبایی-شناختی بالاتری برخوردارند. بر اساس نتایج، مناطق انسان‌ساخت و مناطق با پوشش جنگلی به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین ظرفیت

ارائه این خدمت اکوسیستمی را دارند. مطالعات (۳، ۹، ۱۳، ۱٤، ۲۵ و ۲۸) از نمونه مطالعات خارجی هستند که بر کمی‌سازی و ارزش‌گذاری زیبایی‌شناختی تمرکز کردند. به‌عنوان مثال Do و همکاران (۹) به ارزیابی مزایای زیبایی‌شناختی در خدمات اکوسیستم فرهنگی پرداخته و فواید زیبایی‌شناختی را براساس احساسات، عقاید و برداشت های عاطفی از مناطق طبیعی تعریف می‌کند. از دیدگاه او، داده‌های مبتنی بر اینترنت، مانند عکس‌ها، متون مختصر در میکروبلاگ‌ها و غیره می‌توانند قضاوت زیبایی-شناختی از مناطق طبیعی را منعکس کنند. همچنین Luo و همکاران (۲۸) تاثیر کیفیت زیبایی‌شناختی فضاهای آبی شهری در سه فضای آبی شهری در ژاپن را بررسی کردند. این پژوهش با بررسی ادراک بازدیدکنندگان از کیفیت محیط‌زیستی فضاهای آبی شهری (کالبدی و زیبایی‌شناختی)، رابطه بین ترجیح و کیفیت محیط‌زیست را تعیین می‌کند. بدین منظور پرسشنامه از سه فضای آبی شهری جمع‌آوری و تحلیل رگرسیون خطی چندگانه انجام شد. نتایج نشان داد که شش مولفه کیفیت محیط‌زیستی تاثیر معنی‌داری بر ترجیحات بازدیدکنندگان دارند.

خدمت زیبایی‌شناختی عمدتاً بر کیفیت بصری و ترجیحات اوقات فراغت عمومی تمرکز دارد (۲۱) که در مناظر اطراف شهر، برای درک نقش خدمات فرهنگی در برنامه‌ریزی شهری کلیدی است. همچنین با افزایش آگاهی مردم نسبت به محیط‌زیست از نظر شناختی حائز اهمیت است (۲۵). با توجه به اهمیت روزافزون خدمات فرهنگی در مناطق شهری، بررسی چگونگی درک ساکنان از این خدمات و ادغام آنها در زندگی روزمره ضروری است. درک این برداشت‌ها می‌تواند بینش‌های ارزشمندی برای برنامه‌ریزی شهری پایدار، به‌ویژه در شهرهایی که به سرعت در حال گسترش هستند، فراهم کند. در این راستا، مطالعه حاضر برای اولین بار در کشور با هدف کمی‌سازی خدمت زیبایی‌شناختی با مدل Scenic Quality- InVEST و سپس ارزش‌گذاری اقتصادی این خدمت با روش انتقال ارزش در استان چهارمحال و بختیاری انجام شده است.

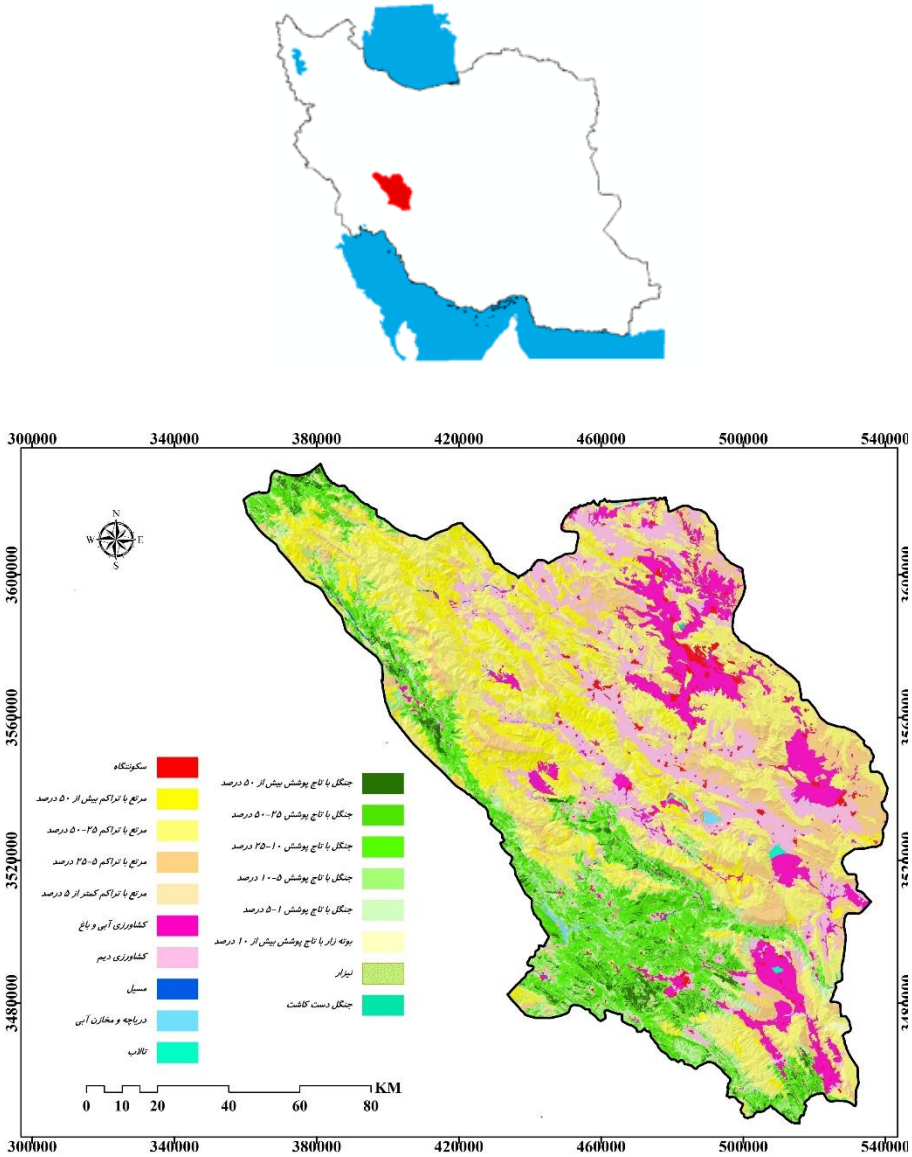
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱٦٤۱۰/۲۹ کیلومتر مربع به دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی، جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی و زیستگاه‌های متنوع، اکوسیستم منحصر به فردی را تشکیل داده است. این استان با بارندگی سالانه ٥٦۰ میلی‌متر و میانگین سالانه دمای هوا ۸/۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد دارای اقلیم گرم و خشک تا سرد و مرطوب است (۳۳). اراضی مرتعی با ٥۲ درصد پوشش غالب این استان را تشکیل می‌دهند. زمین‌های جنگلی و اراضی کشاورزی- باغی نیز پس از مراتع به ترتیب بیشترین درصد پوشش زمین را به خود اختصاص داده‌اند. ساختار سیمای سرزمین در استان چهارمحال و بختیاری از الگوی نسبتاً مشخصی تبعیت می‌کند که تحت تأثیر شرایط توپوگرافی، اقلیم و دسترسی‌های انسانی شکل گرفته است. در بخش‌های غربی و جنوب‌غربی استان، که عمدتاً با ارتفاعات و دامنه‌های زاگرس مرکزی منطبق هستند، کاربری‌های طبیعی غالب‌اند و پهنه‌های وسیعی از مراتع با درجات مختلف تراکم و لکه‌هایی از پوشش‌های جنگلی مشاهده می‌شود. در مجموع پهنه‌های کوهستانی غرب استان بیشتر تحت سیطره کاربری‌های طبیعی قرار دارند، در حالی که دشت‌ها و مناطق نسبتاً هموار شرقی کانون اصلی فعالیت‌های کشاورزی و استقرار سکونتگاه‌ها محسوب می‌شوند؛ الگویی که نقش مهمی در شکل‌دهی به ساختار فضایی منظر و نحوه بهره‌برداری از منابع سرزمین در مقیاس استانی ایفا می‌کند (شکل ۱).

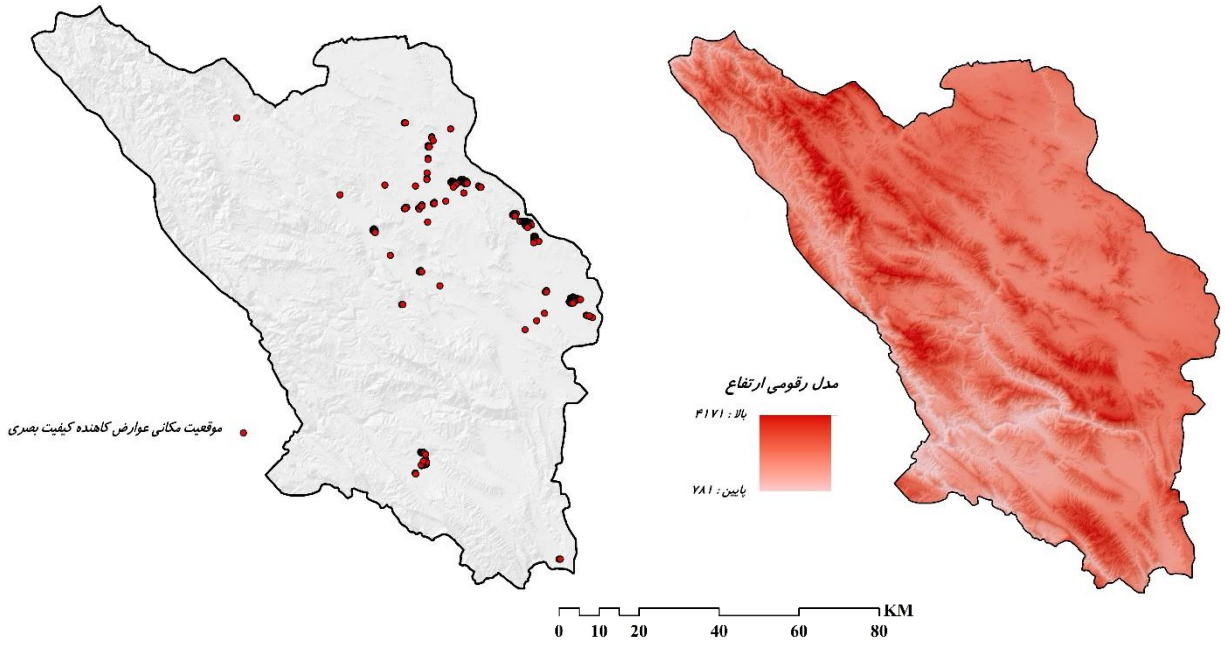
نقشه کاربری اراضی

نقشه کاربری/پوشش اراضی استان با استفاده از تلفیق تصاویر ماهواره‌ای سنتینل LEVEL-2A با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر و لندست ۸ (OLI) با قدرت تفکیک ۳۰ متر برای سال۱٤۰۳ از وب سایت Copernicus (dataspace.copernicus.eu) تهیه شد. ابتدا پیش‌پردازش‌های لازم شامل تصحیحات اتمسفری شامل



شکل ۱. موقعیت استان چهارمحال و بختیاری و نقشه کاربری اراضی استان (منبع: یافته‌های تحقیق)

روش تصحیح توپوگرافی و هم‌مرجع‌سازی دقیق تصاویر انجام گرفت. سپس با استفاده از الگوریتم فیوژن پان‌شارپنینگ از نوع Gram-Schmidt، تصاویر لندست-۸ به قدرت تفکیک ۱۰ متر ارتقاء یافتند و با باندهای سنتینل-۲ تلفیق شدند. طبقه‌بندی تصاویر با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و کرنل تابع پایه شعاعی (RBF) انجام شد. مراحل ذکر شده در نرم‌افزار ENVI 5.6 انجام شد. برای تفکیک طبقات درصد تاج‌پوشش جنگل‌ها و تراکم مراتع، ابتدا شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی (NDVI) محاسبه شد. سپس با استفاده از نقاط کنترلی که به روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده در سطح استان برداشت شدند، مقادیر درصد تاج‌پوشش و تراکم پوشش گیاهی به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شد. با برازش توابع رگرسیونی بین مقادیر NDVI و داده‌های میدانی، آستانه‌های عددی NDVI برای هر طبقه تعیین شد. برای جنگل، طبقات تاج‌پوشش شامل <٪۵۰، ٪۵۰-۲۵، ٪۲۵-۱۰، ٪۱۰-۵ و ٪۵-۱ و برای مرتع، طبقات تراکم شامل <٪۵۰، ٪۵۰-۲۵، ٪۲۵-۵ و >٪۵ تفکیک شدند. صحت‌سنجی نقشه نهایی با استفاده از نقاط مستقل میدانی و محاسبه ضریب کاپا (۰/۹) و صحت کلی (۰/۹۱) انجام شد.



شکل ۲. لایه‌های تهیه شده برای اجرای مدل

معرفی مدل کیفیت منظر InVEST

برای سنجش کیفیت بصری مناظر از مدل Scenic Quality در بسته نرم‌افزاری InVEST 3.16.2 استفاده شد. این مدل با تحلیل قابلیت مشاهده عوارض در منظر، اطلاعاتی را فراهم می‌کند که برای شناسایی تأثیرات بصری و تصمیم‌گیری در برنامه‌ریزی سرزمین مفید است (٤٤). داده‌های ورودی مدل شامل نقشه محدوده مطالعه، مدل رقومی ارتفاع (DEM) با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و نقشه نقطه‌ای عوارض کاهنده کیفیت بصری است. در این مطالعه از لایه مناطق صنعتی به‌عنوان لایه عوارض کاهنده کیفیت بصری استفاده شد. جدول توصیفی این لایه شامل سه ستون شعاع دید (۱۵۰۰۰ متر)، وزن (در این مطالعه وزن یکسان برای همه عوارض صنعتی) وارتفاع نقاط دید (۵۰۰۰ متر) است. همچنین مدل به مقدار عددی ضریب شکست نیاز دارد که در این مطالعه مقدار پیش فرض (۰/۱۳) در نظر گرفته شد. لایه نقطه‌ای مناطق صنعتی با استفاده از پلاگین QuickOSM در نرم‌افزار QGIS 3.40.1 تهیه شد. مدل سه خروجی اصلی تولید می‌کند که شامل نقشه تعداد نقاط قابل مشاهده، نقشه مجموع ارزش‌دهی بصری هر سلول و نقشه کیفیت بصری طبقه‌بندی‌شده (شامل طبقات بدون آسیب، آسیب متوسط، آسیب زیاد و آسیب بسیار زیاد) است. اجرای مدل در پنج گام شامل محاسبه قابلیت مشاهده هر نقطه، وزن‌دهی، جمع رسترها، چهارک‌بندی و تولید نقشه نهایی کیفیت بصری انجام می‌شود. جزئیات بیشتر مدل در راهنمای آن توسط Sharp و همکاران ارائه شده است (٤٤).

نیازهای داده‌ای مدل زیبایی‌شناختی InVEST که برای محدوده مورد مطالعه تهیه شد در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس نقشه موقعیت مکانی عوارض کاهنده کیفیت بصری، پراکنش این عوارض در سطح استان یکنواخت نیست و تمرکز اصلی آنها در بخش‌های مرکزی، شرقی و شمال‌شرقی استان مشاهده می‌شود. در این نواحی تعداد نقاط ثبت‌شده بیشتر بوده و به صورت خوشه‌ای در برخی مناطق ظاهر شده‌اند که بیانگر تراکم بالاتر عناصر انسان‌ساخت و فعالیت‌های انسانی است. در مقابل، در بخش‌های غربی و جنوب‌غربی استان تعداد این

جدول ۱. ارزش یک هکتار از خدمت زیبایی‌شناختی تعدیل و استاندارد شده برای ایران در سال ۱٤۰۳ به تفکیک کاربری‌ها

ردیف	نوع کاربری	ارزش (ریال/ هکتار)
۱	تالاب‌های داخلی	۳٤٦۹٥٤۱۸٤
۲	رودخانه‌ها ودریاچه‌ها	۸٥٤۹۳۰٦۹٤
۳	بوته‌زار	۲۳۱۳۰۲۷۹
٤	کشاورزی	۲۷۸٤٥۲۹۷۳
٥	جنگل معتدله	۱۱۱۲۹۲۲۲٦۷
٦	مرتع	۷۹۱۹۲۸٦۹

عوارض به‌مراتب کمتر است و پراکنش آنها به صورت محدود و پراکنده دیده می‌شود. این الگو نشان می‌دهد که مناطق شرقی و مرکزی استان بیشترین حضور عوامل بالقوه مؤثر بر کاهش کیفیت بصری را دارند، در حالی که بخش‌های غربی استان از نظر تعداد این عوارض وضعیت مناسب‌تری دارند.

ارزش‌گذاری اقتصادی خدمت زیبایی‌شناختی با استفاده از روش انتقال ارزش

مساحت کاربرارزش برآوردی یک هکتار از خدمت زیبایی-شناختی به تفکیک کاربری‌های مدنظر در محدوده مطالعاتی (شکل ۱) با استخراج از مطالعات جهانی ارزش زیبایی‌شناسی مربوط به اکوسیستم‌های مربوطه و تعمیم به پژوهش حاضر بر اساس مطالعات Brander و همکاران (٤) و De Groot و همکاران (۸) انجام شد. لازم به ذکر است که سال میلادی استخراج ارزش‌های دلاری در دو مطالعه چاپ شده به ترتیب ۲۰۲۰ و ۲۰۰۷ معادل سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۳۸٦ در ایران است. سپس ارزش‌های دلاری مربوطه بر اساس رابطه زیر تعدیل و استانداردسازی شد. در حالت ایده‌آل در چنین تعدیلاتی، باید از تعدیل درآمدی (معیارهای درآمد فردی یا خانواده) استفاده شود (٥) اما در مواردی که اطلاعات بر درآمد بهره‌برداران در دسترس نیست، از اطلاعات در تولید ناخالص داخلی (GDP) سرانه به‌عنوان نماینده درآمد استفاده می‌شود.

رابطه ۱

$$WTP_{PS} = WTP_{SS}(GDP_{PS}/GDP_{SS})^{\varepsilon}$$

ε: کشش درآمدی تمایل به پرداخت نهایی است؛ WTPPS: تمایل به پرداخت در سایت هدف (مقصد) (کشوری که در آن ارزش می‌خواهد استفاده شود)؛ WTPSS: تمایل به پرداخت در سایت موردمطالعه (مبدأ) (کشوری که ارزش‌های منتقل‌شده به‌صورت اصلی محاسبه‌شده و انتقال داده می‌شود)؛ GDPPS و GDPSS: سرانه GDP در دلار PPP (GDP per capita in PPP (Purchasing Power Parity) dollars) به ترتیب در سایت هدف (مقصد) و سایت مورد مطالعه (مبدأ) است (۱۱). لازم به ذکر است نسبت سرانه GDP ایران به متوسط جهانی و کشش درآمدی تمایل به پرداخت از شاخص‌های اقتصادی سایت بانک جهانی (Data.worldbank.org/indicator) برآورد شده است (٤۹). بعد از تعدیل و استانداردسازی، تبدیل نرخ ارز مبادله‌ای به ریال صورت گرفت. بر این اساس، نرخ ارز مبادله‌ای در سال ۲۰۲۰ (۱۳۹۹)، معادل ۲۳۰۰۰۰ ریال و در سال ۲۰۰۷ (۱۳۸٦) معادل ۹۳٥۰ ریال برآورد و ارزش هر هکتار از خدمت زیبایی‌شناختی در کاربری‌های مختلف برآورد شد (جدول ۱).

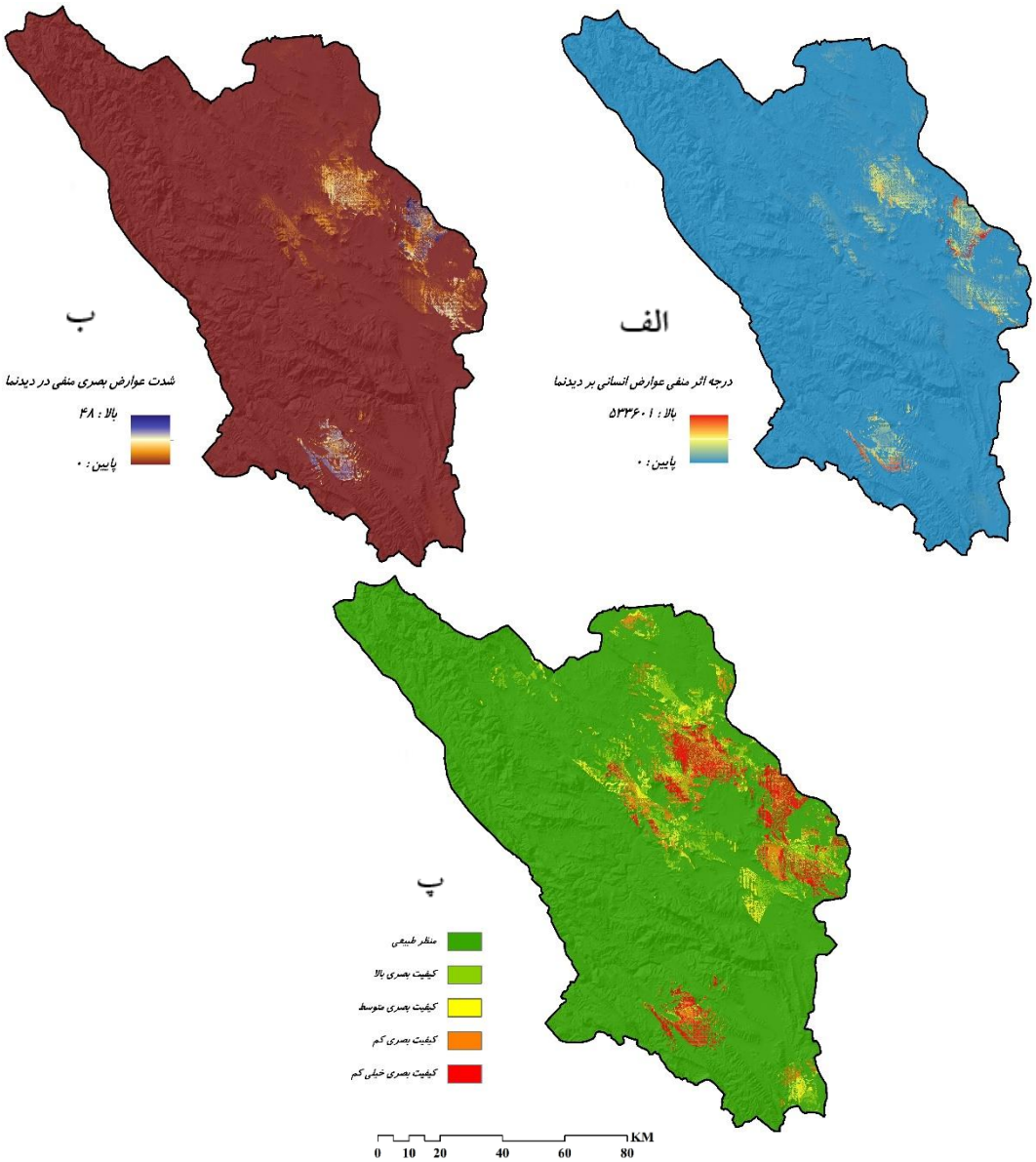
در نهایت با استفاده از محاسبه‌گر نرخ تورم سالانه مرکز آمار ایران، برای سال ۱٤۰۳ (۲۰۲٤)، ارزش‌ها به روز شد و به طور میانگین ارزش یک هکتار از خدمت زیبایی‌شناسی به تفکیک کاربری‌ها در استان با اعمال ضرایب اهمیت بر اساس تراکم مطابق با جدول ۲ تخمین زده شد.

جدول ۲. ارزش یک هکتار از خدمت زیبایی‌شناختی تعدیل و استاندارد شده برای ایران در سال ۱۴۰۳ به تفکیک کاربری‌ها در محدوده مطالعاتی با اعمال ضرایب اهمیت بر اساس تراکم

کاربری	ارزش اقتصادی با اعمال ضریب اهمیت بر اساس تراکم (ریال/ هکتار)
سکونت‌گاه	۰
جنگل با تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد	۱,۱۱۲,۹۲۲,۲۶۷
جنگل با تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد	۶۶۷,۷۵۳,۳۶۰
جنگل با تاج پوشش ۱۰-۲۵ درصد	۳۳۳,۸۷۶,۶۸۰
جنگل با تاج پوشش ۵-۱۰ درصد	۱۱۱,۲۹۲,۲۲۷
جنگل با تاج پوشش ۱-۵ درصد	۵۵,۶۴۶,۱۱۳
جنگل دست‌کاشت	۳۳۳,۸۷۶,۶۸۰
بوته‌زار با تاج پوشش بیش از ۱۰ درصد	۲۳,۱۳۰,۲۷۹
مرتع با تراکم بیش از ۵۰ درصد	۷۹,۱۹۲,۸۶۹
مرتع با تراکم ۲۵-۵۰ درصد	۴۷,۵۱۵,۷۲۱
مرتع با تراکم ۵-۲۵ درصد	۱۵,۸۳۸,۵۷۳
مرتع با تراکم کمتر از ۵ درصد	۳,۹۵۹,۶۴۳
کشاورزی آبی و باغ	۲۷۸,۴۵۲,۹۷۳
کشاورزی دیم	۲۷۸,۴۵۲,۹۷۳
تالاب	۳۴۶,۹۵۴,۱۸۴
دریاچه و مخازن آبی	۸۵۴,۹۳۰,۶۹۴
مسیل	۸۵۴,۹۳۰,۶۹۴
نیزار	۱۳۸,۷۸۱,۶۷۴

نتایج و بحث

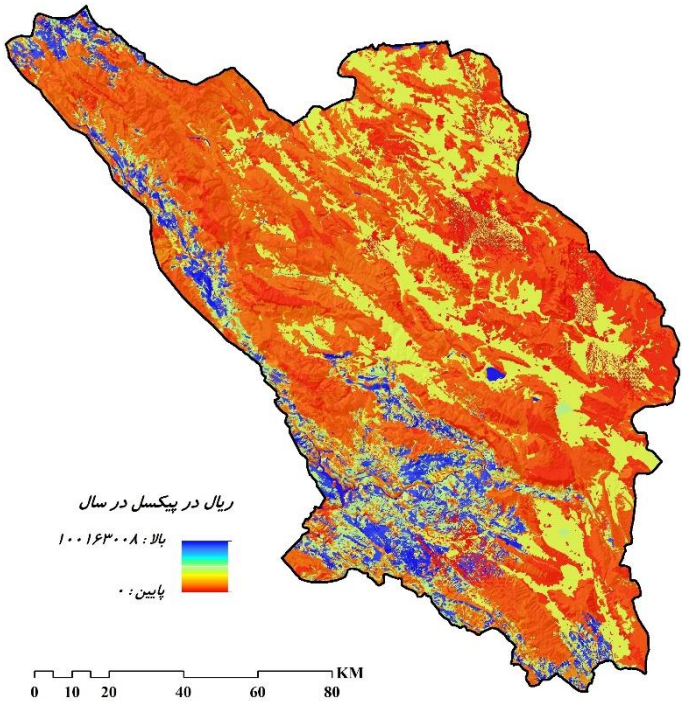
پس از تهیه لایه‌های ورودی (شکل ۲) مدل کیفیت منظر اجرا شد. شکل ۳ خروجی‌های مدل را نشان می‌دهد. بر اساس نقشه شدت عوارض بصری منفی در سیمای منظر، بیشترین شدت عوارض بصری عمدتاً در بخش‌های شرقی و جنوب‌شرقی استان و به‌صورت لکه‌هایی در شمال‌شرق مشاهده می‌شود. این پهنه‌ها به‌ویژه در محدوده دشت‌های شرقی و در امتداد محورهای توسعه انسانی قرار دارند. تمرکز نسبی سکونتگاه‌ها، زیرساخت‌های ارتباطی، اراضی کشاورزی و سایر کاربری‌های انسان‌ساخت در این نواحی باعث شده است عناصر مصنوعی بیشتری در سیمای منظر ظاهر شوند و در نتیجه شدت اغتشاش بصری افزایش یابد. علاوه بر این، بسیاری از این مناطق دارای توپوگرافی نسبتاً باز و هموار هستند که میدان دید وسیع‌تری ایجاد می‌کند؛ در چنین شرایطی عوارض انسانی از فواصل دورتری قابل مشاهده بوده و تأثیر بصری آنها تشدید می‌شود. در مقابل، در بخش‌های غربی استان شدت عوارض بصری بسیار محدود است و بیشتر سطح استان در این نواحی در طبقات پایین شدت قرار دارد. علت اصلی این وضعیت، غلبه سیمای منظر طبیعی، پوشش‌های مرتعی و جنگلی و همچنین توپوگرافی کوهستانی زاگرس است که هم میزان مداخلات انسانی را کاهش داده و هم با ایجاد موانع طبیعی،



شکل ۳. خروجی‌های مدل خدمت زیبایی‌شناختی

الف: درجه اثر منفی عوارض انسانی بر سیمای منظر؛ ب: شدت عوارض بصری منفی در سیمای منظر؛ پ: نقشه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی (رتبه‌بندی کیفیت منظر)

قابلیت مشاهده عناصر مصنوعی را محدود می‌کند. الگوی فضایی مشاهده‌شده در نقشه درجه اثر منفی عوارض انسانی بر سیمای منظر نیز تا حد زیادی با نتایج نقشه شدت عوارض بصری منفی در سیمای منظر همخوانی دارد، اما این نقشه بیشتر بر دامنه تأثیرگذاری این عوارض در میدان دید ناظر تمرکز دارد. بر اساس این نقشه، بیشترین درجه اثر منفی عوارض انسانی در نوار شرقی استان و به‌ویژه در بخش‌های شمال‌شرقی تا جنوب‌شرقی متمرکز است. در این مناطق علاوه بر تراکم بالاتر فعالیت‌های انسانی، ساختار باز سیمای سرزمین و نبود موانع طبیعی مؤثر باعث می‌شود عناصر مصنوعی در محدوده دید گسترده‌تری قرار گیرند و اثرگذاری آنها بر کیفیت منظر افزایش یابد. در مقابل، در بخش‌های مرکزی متمایل به غرب استان درجه اثر منفی عوارض



شکل ٤. نقشه ارزش اقتصادی خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی

انسانی به‌طور محسوسی کمتر است. یکی از عوامل موثر در شکل‌دهی به چنین الگوئی در این مناطق وجود پوشش گیاهی متراکم‌تر، ناهمواری‌های کوهستانی و دره‌های متعدد می‌تواند باشد که موجب می‌شود میدان دید محدودتر شده و بسیاری از عناصر انسانی کمرنگ شوند. بنابراین حتی در صورت حضور برخی فعالیت‌های انسانی، تأثیر بصری آنها در مقیاس سیمای سرزمین کاهش می‌یابد.

با توجه به نقشه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی (پ)، ۸۹ درصد از منطقه در طبقه منظر طبیعی قرار گرفته است. ٤١٢٣١/٣٧ هکتار معادل ۳ درصد از منطقه کیفیت بصری بالایی دارد. در مقابل، ٥٥٧١٩/١ هکتار از منطقه کیفیت بصری خیلی کم است. همچنین ٤٠٣٤٢/٢٣ هکتار از منطقه دارای کیفیت بصری متوسط است. بیشترین کیفیت بصری و بالاترین سطح ارائه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی در بخش‌های غربی، شمال‌غربی و تا حدودی جنوب‌غربی استان مشاهده می‌شود. این مناطق عمدتاً با سیمای منظر طبیعی کوهستانی زاگرس، پوشش‌های مرتعی و جنگلی و ناهمواری‌های متنوع منطبق هستند که به دلیل تنوع فرم‌های زمین، بافت‌های طبیعی و حداقل مداخلات انسانی، از جذابیت بصری بالایی برخوردارند. وجود شیب‌ها، دره‌ها و پوشش‌های طبیعی پیوسته در این بخش‌ها موجب شکل‌گیری سیمای منظری با پیچیدگی بصری و تنوع ساختاری بالا شده که از دیدگاه ارزیابی منظر، از مهم‌ترین عوامل افزایش کیفیت زیبایی‌شناختی محسوب می‌شوند. عوامل توپوگرافی و ژئومرفولوژی در افزایش کیفیت منظر تاثیر دارد که همسو با مطالعات قبلی (۲، ۳۲ و ٤٨) است. این عوامل باعث تغییر در مقیاس بصری و ایجاد مناظر متنوع با تغییر هندسه آن‌ها می‌شود. در مقابل، بخش‌های شرقی و برخی نواحی مرکزی استان در نقشه خدمت اکوسیستمی عمدتاً در طبقات کیفیت بصری متوسط تا پایین قرار گرفته‌اند. این الگو با تمرکز بالاتر عوارض انسانی در همین نواحی همخوانی دارد؛ به‌طوری‌که توسعه سکونتگاه‌ها، گسترش اراضی کشاورزی و حضور زیرساخت‌های مختلف باعث شده است یکپارچگی طبیعی سیمای منظر کاهش یابد و ساختار منظر به صورت موزاییکی از کاربری‌های مختلف درآید. چنین شرایطی معمولاً موجب کاهش انسجام بصری و در نتیجه

کاهش ادراک زیبایی منظر می‌شود که با یافته Zhao و همکاران (۵۳) و Jangi و همکاران (۲۰) مطابقت دارد.

براساس نتیجه حاصل از مدل‌سازی خدمت زیبایی‌شناختی و روش انتقال ارزش، ارزش اقتصادی کل خدمت زیبایی‌شناختی در استان، ۲۸٤۳۲٦٤۸۷ میلیون ریال برآورد شده است. شکل ٤ بیانگر توزیع مکانی متفاوت ارزش اقتصادی حاصل از خدمات اکوسیستمی منظر در سطح استان است. متعاقب الگوی قبل بیشترین مقادیر ارزش اقتصادی در بخش‌های غربی، جنوب‌غربی و تا حدودی شمال‌غربی استان مشاهده می‌شود که به صورت لکه‌هایی با مقادیر بالا نمایان شده‌اند. این مناطق عمدتاً با سیمای منظر طبیعی کوهستانی، پوشش‌های مرتعی و جنگلی و تنوع توپوگرافی قابل توجه منطبق هستند که به دلیل برخورداری از کیفیت بصری بالاتر، توان بالقوه بیشتری برای ایجاد منافع اقتصادی مرتبط با خدمات زیبایی‌شناختی دارند. در مقابل، بخش‌های شرقی و برخی نواحی مرکزی استان عمدتاً در طبقات پایین‌تر ارزش اقتصادی قرار گرفته‌اند که این امر با کاهش نسبی کیفیت بصری و افزایش حضور کاربری‌های انسان‌ساخت در این نواحی ارتباط دارد. به طور کلی، الگوی مشاهده‌شده در این نقشه نشان می‌دهد که ارزش اقتصادی خدمات زیبایی‌شناختی نیز همانند نقشه کمی‌سازی آن، بیشتر در نواحی دارای سیمای منظر طبیعی و مداخلات انسانی کمتر متمرکز شده است و در مناطقی که تغییرات کاربری اراضی و توسعه فعالیت‌های انسانی بیشتر بوده، این ارزش کاهش یافته است. این نتایج بیانگر آن است که حفاظت از سیمای منظر طبیعی و مدیریت کاربری اراضی می‌تواند علاوه بر حفظ کیفیت بصری، نقش مهمی در حفظ و تقویت ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستمی مرتبط با زیبایی‌شناختی در سطح استان ایفا کند.

رزش اقتصادی زیبایی‌شناختی به تفکیک طبقات پوشش در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین ارزش مربوط به طبقه جنگل با تاج پوشش ۲۵-۵۰ است. مناطق مسکونی فاقد ارزش زیبایی‌شناختی بودند و ارزش صفر را به خود اختصاص دادند.

با توجه به نتایج مدل‌سازی و ارزش‌گذاری خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی، ترکیب و تنوع پوشش گیاهی، آب و توپوگرافی منجر به ایجاد مناظر جذاب و متنوع و افزایش کیفیت بصری می‌شود. بر اساس نتایج و با توجه به نقشه کاربری اراضی مناطق دارای تالاب و دریاچه و مخازن آبی کیفیت بصری بالایی دارند و به دنبال آن ارزش اقتصادی این مناطق بالا است که در تایید با یافته‌های مطالعات قبلی (۲ و ۵۳) است. نتایج مطالعات پیشین (۲۰، ۲۷، ۳۷ و ۵۱) نیز تاثیر مثبت پوشش گیاهی بر کیفیت منظر را تایید می‌کند. در مجموع، نوع کاربری اراضی عاملی تاثیرگذار بر ارزش زیبایی‌شناختی است که در نتایج کاملا مشهود است و مناطق با مناظر طبیعی و نیمه‌طبیعی دارای کیفیت منظر بالاتر و در نتیجه ارزش اقتصادی بالاتری هستند که همسو با یافته‌های (٤۳ و ٥٤) است.

نتیجه‌گیری

علی‌رغم مزایای شناخته شده خدمات فرهنگی اکوسیستم، این خدمات همچنان در ارزیابی‌های کمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است و این امر مستلزم تحقیقات بین رشته‌ای بیشتر در مورد اندازه‌گیری و ادغام آنها در چارچوب‌های سیاستی است. بدین منظور، در این مطالعه به کمی‌سازی و ارزش‌گذاری اقتصادی خدمت زیبایی‌شناختی از دسته خدمات فرهنگی اکوسیستم در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته شد. شواهد نشان می‌دهد که ترجیحات عمومی برای ارزش‌های زیبایی‌شناختی بر گردشگری و درآمد آن تأثیر می‌گذارد و به پوشش هزینه‌های مدیریتی و بهبود فرصت‌های اقتصادی کمک می‌کند. در این مطالعه برای مدل‌سازی زیبایی‌شناختی از مدل کیفیت منظر InVEST استفاده شد که نتایج آن با واقعیت منطقه تطابق دارد اما باید توجه داشت که این مدل مانند مدل‌های دیگر دارای محدودیت‌هایی است. در این مدل کیفیت و دقت داده‌های ورودی به‌ویژه لایه DEM اهمیت بالایی دارد و کیفیت پایین این لایه منجر به خروجی با دقت کمتر می‌شود. از طرف دیگر، ارزیابی کیفیت منظر فرآیندی پیچیده و چندبعدی است که

جدول ۳. ارزش اقتصادی خدمت زیبایی‌شناختی به تفکیک پوشش کاربری

کاربری	مساحت (هکتار)	ارزش اقتصادی زیبایی‌شناسی	
		ریال	ریال/ هکتار
سکونت‌گاه	۲۱٤۲۵/۵	۰	۰
جنگل با تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد	۲۸۹٤۸/۲	۳۰,۷۰۳,۵٦۷,۸۲۰,۳۰۰	۱,۰۵۹,۰۵۰,۹۳۸
جنگل با تاج پوشش ۲۵-۵۰ درصد	۹۲۱۰۰/۳	٦۰,۲۳۲,۰۰۲,۳۹٦,۳۰۰	٦۵۲,۹۷۸,۲۱٤
جنگل با تاج پوشش ۱۰-۲۵ درصد	۱۳۰۹۲۸/۷	٤۲,٦۲٤,۱۲۷,۰۹۵,۸۰۰	۳۲٦,۰٦۱,۲۵۱
جنگل با تاج پوشش ۵-۱۰ درصد	۷۹۳۷۸/۳	۸,۷۲۵,٤۸۹,٤۰۲,۷۰۰	۱۰۹,۷۸۲,۱۳۸
جنگل با تاج پوشش ۱-۵ درصد	٦۲۷۷۳/۸	۳,٤٤۵,٤۱۱,۸۸۲,۱۵۰	۵٤,۸۲۹,۵۷۵
جنگل دست‌کاشت	۲۸۰/۱۹	۹۲,۷۳۰,۹۱۱,۵۷۲	۳۳۰,۳٦۸,۹۱۵
بوته‌زار با تاج پوشش بیش از ۱۰ درصد	٤٤۸۹/٦	۱۰۳,٦۰۱,۲۱٤,۲۹٦	۲۳,۰٤۷,۲٦۷
مرتع با تراکم بیش از ۵۰ درصد	۱۷۸۹٦۰/۹	۱٤,۰۰۳,۳۳٤,۰۸۳,۳۰۰	۷۸,۱۰٤,۵۸۲
مرتع با تراکم ۲۵-۵۰ درصد	٤۵۷۷٤٤/٦	۲۱,۰۰۷,۹۱٤,۳٤٦,۰۰۰	٤۵,۸۲٦,۰۰۵
مرتع با تراکم ۵-۲۵ درصد	۲۱۹۷٦۲	۳,۳٦٤,۳۹۲,٤۲۷,٤٤۰	۱۵,۳۵۵,۹۷۹
مرتع با تراکم کمتر از ۵ درصد	۳۰۹۷/۵	۱۰,۸٦٤,۲۳۱,۹۸۹	۳,۵۰۷,۱۰۸
کشاورزی آبی و باغ	۱٤۵۰۳۹/۷	۳٦,۸٤٦,٤۷۱,۲۷۸,۹۰۰	۲۵۳,۸٦۰,۸۹۷
کشاورزی دیم	۲۰۵۹۸۳/۵	۵۵,٦۰۵,٤۰۸,٤۳٦,۱۰۰	۲۷۰,۸۰٦,۸۱٤
تالاب	۱٦۹۲/۸	۵۸,۵٦۱۰,۰۷۸,۵۰٤	۳٤۵,٤۳۰,۸۰۱
دریاچه و مخازن آبی	۵۲۷۱/۷	٤,۵۰۲,۳٦٤,۱۱٦,٤۰۰	۸۵۲,۸۰۱,۷٤۸
مسیل	۲۸٤۷/٤	۲,٤۳۱,۰۳۸,۰۹۷,۲۰۰	۸۵۲,۳٦۱,۱۳۰
نیزار	۳۰۵/۸	٤۲,٤۷۹,٦۸۳,۷۵۱	۱۳۸,۷۱۰,۱۳۵

تحت‌تاثیر متغیرهای مختلف و الگوهای فضایی قرار می‌گیرد که در این مدل متغیرهایی مانند عوامل اقلیمی و ذهنی ناشی از تجربه انسان در نظر گرفته نمی‌شود. همچنین اعتبارسنجی نتایج این مدل دشوار است زیرا به دلیل ماهیت ذهنی خدمات فرهنگی مانند زیبایی‌شناختی تطبیق خروجی مدل با داده‌های پرسش‌نامه‌ای یا میدانی مشکل است. در مجموع، مدل کیفیت منظر، برای تحلیل مکانی کیفیت بصری به دلیل ساده‌سازی، بدون در نظر گرفتن مولفه‌های احساسی- تجربی- ادراکی که نقشه‌سازی آن‌ها دشوار است و وابستگی به داده‌های دقیق مفید است و پیشنهاد می‌شود که نتایج این مدل با ارزیابی میدانی، داده‌های ادراکی انسانی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ادغام شود.

بررسی هم‌زمان نقشه‌های شدت عوارض بصری منفی، درجه اثر منفی عوارض انسانی بر سیمای منظر (شکل ۲) و نقشه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی (شکل ۳) امکان تبیین الگوی فضایی کیفیت منظر در استان چهارمحال و بختیاری را فراهم می‌کند. این الگو تا حد زیادی بازتابی از شرایط طبیعی استان، به‌ویژه توپوگرافی کوهستانی زاگرس، توزیع پوشش‌های طبیعی و تمرکز فعالیت‌های انسانی در دشت‌ها و محورهای ارتباطی است. مقایسه نتایج شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد که الگوی فضایی خدمات اکوسیستمی زیبایی‌شناختی در استان چهارمحال و بختیاری به‌شدت تحت تأثیر توزیع فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های طبیعی سیمای منظر قرار دارد. مناطقی که در آنها

شدت و دامنه اثر عوارض بصری انسانی کمتر است به‌ویژه نواحی کوهستانی غرب و جنوب‌غرب استان بیشترین ظرفیت تولید این خدمت اکوسیستمی را دارند، در حالی که تمرکز فعالیت‌های انسانی در دشت‌ها و نواحی شرقی استان موجب افزایش عوارض بصری منفی و کاهش کیفیت منظر شده است. این نتایج نشان می‌دهد که حفظ یکپارچگی سیمای منظر طبیعی زاگرسی و مدیریت توسعه انسانی در مناطق حساس منظر می‌تواند نقش مهمی در حفاظت و تقویت خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناختی در استان ایفا کند. با توجه به نقش برجسته جنگل‌ها و مراتع متراکم در ارائه این خدمت، حفاظت و احیای این عرصه‌ها باید در اولویت برنامه‌های منابع طبیعی قرار گیرد. همچنین ارقام ارزش‌گذاری این خدمت باید در محاسبه تولید ناخالص داخلی سبز (Green GDP) استان و در ارزیابی پروژه‌های عمرانی گنجانده شوند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی و با حمایت اداره کل محیط‌زیست استان چهارمحال و بختیاری و دفتر مدیریت اقتصاد و فناوری محیط‌زیست است. بدینوسیله از حمایت‌های آن‌ها تشکر و قدردانی می‌کنیم.

منابع

1. Abdollahi, S., Iildoromi, A.R., Salmanmahini, a. and Fakheran, s., 2019. Determination and Quantification of the Landscape Aesthetic Value in Central Part of Isfahan Province. *Iranian of applied ecology*, 7(4): 31-42. (In Persian)
2. Ahmadi Mirghaed, F., Mohammadzadeh, M., Salmanmahiny, A. and Mirkarimi, S.H., 2020. Assessing the interactions between landscape aesthetic quality and spatial indices in Gharasoo watershed, North of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17: 231-242.
3. Albaladejo-García, J.A., Zabala, J.A., Alcon, F., Dallimer, M. and Martínez-Paz, J.M., 2023. Integrating socio-spatial preference heterogeneity into the assessment of the aesthetic quality of a Mediterranean agricultural landscape. *Landscape and Urban Planning*, 239:104846.
4. Brander, L. M., De Groot, R., Schägner, J. P., Guisado-Goñi, V., Van't Hoff, V., Solomonides, S. and Thomas, R., 2024. Economic values for ecosystem services: A global synthesis and way forward. *Ecosystem Services*, *66*: 101606
5. Brander, L., 2013. Guidance manual on value transfer methods for ecosystem services. UNEP.
6. Cheng, X., Van Damme, S., Li, L. and Uyttenhove, P., 2019. Evaluation of cultural ecosystem services: a review of methods. *Ecosystem Services*, 37, 100925.
7. Comalada, F., Acuña, V. and Garcia, X., 2025. Modelling cultural ecosystem services of river landscapes in the Iberian Peninsula with deep learning and social media images. *Journal of Environmental Management*, 394, 127667.
8. De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L. and Van Beukering, P., 2012. *Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services*, 1: *50–61*.
9.Do, Y. (2019). Valuating Aesthetic Benefits of Cultural Ecosystem Services Using Conservation Culturomics. *Ecosystem Services*, 36, 1-5.
10. Riechers, M., Pătru-Dușe, I.A. and Balázsi, Á., 2021. Leverage points to foster human–nature connectedness in cultural landscapes. Ambio, 50(9): 1670-1680.
11. Figueroa, E. and Pasten, R., 2011. Improving benefit transfer for wetland valuation: income adjustment and economic values of ecosystem goods and services. Wadden Academy-KNAW, The Netherlands.
12. Gould, R. K., Morse, J. W. and Adams, A. B., 2019. Cultural ecosystem services and decision-making: How researchers describe the applications of their work. *People and Nature*, 1(4): 457-475.
13. Gungor, S. and Polat, A.T., 2018. Relationship between visual quality and landscape characteristics in urban parks. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19: 939–948.
14. Hatan, Sh., Fleischer, A. and Tchetchik, A., 2021. Economic valuation of cultural ecosystem services: The case of landscape aesthetics in the agritourism market. *Ecological Economics*, 184 (2021) 107005
15. Hunter, C.E. and Lauer, M., 2025. Cultural ecosystem services research as a situated practice. In *The Routledge Handbook of Cultural Ecosystem Services* (pp. 256-269). Routledge, London.
16. Hynes, S., Ghermandi, A., Norton, D. and Williams, H., 2018. Marine recreational ecosystem service value

estimation: A *meta-analysis with cultural considerations. Ecosystem services*, 31: 410-419.
17. Inacio, M., Gomes, E., Bogdzeviˇc, K., Kalinauskas, M., Zhao, W. and Pereira, P. 2022. Mapping and assessing coastal recreation cultural ecosystem services supply, flow, and demand in Lithuania. *Journal of Environmental Management*, 323: 116175.
18. Jabbar, M., Yusoff, M. M. and Shafie, A., 2022. Assessing the role of urban green spaces for human well-being: A systematic review. *GeoJournal*, 87(5): 4405-4423.
19. Jangi, H., Tavakolinia, J. and Razavian, M.T., 2020. Assessment of Sustainability and Landscape Aesthetic Value (LAV) in Urban Green Spaces. The case of Tehran, District *Geographical Urban Planning Research (GUPR), 8*(1): 213-236. (In Persian).
20. Jangi, H., Tavakolinia, J. and Razavian, M.T., 2021. A participatory framework in the concept of landscape aesthetic in Cultural Ecosystem Services. Case Study: District 22 of Tehran. *Geographical Urban Planning Research (GUPR), 8*(4): 671-693. (In Persian).
21. Jiang, X., Chen, X., Zhang, Q., Li, Y., Wang, M., Li, Y. & Lu, Y., 2025. Spatial heterogeneity of cultural ecosystem services in Grand Canal rural heritage sites: A community gradient framework using participatory mapping. *Ecological Indicators*, 178: 113978. 22. Kičić, M., Scheuer, S., Korpilo, S., Vuletić, D., Seletković, A., Haase, D. & Ostoić, S. K., 2025. Relationships between urban green space types, cultural ecosystem services and disservices-a Public Participation Geographic Information System study in Zagreb, Croatia. *Science of the Total Environment*, 981: 179549
23. Krajter Ostoi´c, S., Marin, A.M., Kiˇci´c, M. and Vuleti´c, D., 2020. Qualitative exploration of perception and use of cultural ecosystem services from tree-based urban green space in the city of Zagreb (Croatia). *Forests*, 11 (8): 876.
24. Krauss, L., Rippy, M. A. and Blumenauer, M., 2025. Using virtual reality to characterize cultural ecosystem services provisioning by green stormwater infrastructure–lessons for participatory design. *Urban Forestry & Urban Greening*, 113:129087.
25. Langemeyer, J., Calcagni, F. & Baró, F., 2018. Mapping the intangible: Using geolocated social media data to examine landscape aesthetics. *Land use policy*, 77: 542-552.
26. Li, J., Nassauer, J.I., 2020. Cues to care: a systematic analytical review. *Landscape Urban Planning*, 201: 103821.
27. Li, Xin., Wang, X., Jiang, X., Han, J., Wang, Z., Wu, D., Lin, Q., Li, L., Zhang, Sh. and Dong, Y., 2022. Prediction of riverside greenway landscape aesthetic quality of urban canalized rivers using environmental modeling. *Journal of Cleaner Production*, 367: 133066
28. Luo, S., Xie, J. and Furuya, K., 2023. Effects of perceived physical and aesthetic quality of urban blue spaces on user preferences–A case study of three urban blue spaces in Japan. *Heliyon*, *9*(4): e15033.
29. Mahjoubi, I., Osorio-Peláez, C., Mallow, B., Scheef, L., Kaczmarek, N., Sanchez, L. M. S. N. & Bossenbroek, L., 2025. Echoes of the Oasis: Water-dependent cultural ecosystem services in the Middle Drâa valley, Morocco. *Ecosystem Services*, 76: 101766.
30. Margaryan, L., Prince, S., Ioannides, D. and Roslmaier, M., 2022. Dancing with cranes: a humanist perspective on cultural ecosystem services of wetlands. Tour. *Geogr*, 24 (4–5): 501–522.
31. McElwee, P. D., Allen, K. E., Gould, R. K., Hsu, M. and He, J., 2025. The Routledge Handbook of Cultural Ecosystem Services. *Taylor & Francis*, London.
32. Mohammadyari, F. and Tavakoli, M., 2024. Cultural Ecosystem Services of Ilam urban watershed: Modeling Aesthetic Value. *Environment & Interdisciplinary Development*, 8 (82):63-75. (In Persian).
33. Mohammadyari, F. and Abdollahi, M., 2024. Spatial Analysis of Cultural Ecosystem Services for Sustainable Land-Use Planning in Chaharmahal-Bakhtiari Province. *Integrated Watershed Management*, 4(4), 51-65. (In Persian).
34. Muhamad, K., Yuta, L., Jay, U., Quevedo, M. D. and Kohsaka, R., 2022. Tourism impacts on small island ecosystems: Public perceptions from Karimunjawa Island, Indonesia. *Journal of Coastal Conservation*, 26(14): 1–14.
35. Mundoli, S. & Nagendra, H., 2020. Values, justice, and urban ecosystems. *In: The Routledge Handbook of Urban Ecology* (pp. 685-693). Routledge, London.
36. Nabout, J.C., Tessarolo, G., Baptista Pinheiro, G.H., Matos Marquez, L.A., de Carvalho, R. A., 2022. Unraveling the paths of water as aquatic cultural services for the ecotourism in Brazilian protected areas. Global Ecology and Conservation, 33: e01958.
37. Polat, A.T. and Akay, A., 2015. Relationships between the visual preferences of urban recreation area users and various landscape design elements. *Urban Forestry & Urban Greening*, *14*(3): 573-582.
38. Rastkhadiv, A., Fouladi, A. & Bapiri, J., 2025. Perceived cultural ecosystem services in Zaribar Coastal Park: Implications for tourist well-being. *Journal of the Bulgarian Geographical Society*, 28: 1–28.
39. Rippy, M.A., Krauss, L., Pierce, G. and Winfrey, B., 2021. Plant functional traits and viewer characteristics co-regulate cultural services provisioning by stormwater bioretention. *Ecological Engineering*,168, 106284.
40. Romanazzi, G.R. R., Koto, A., De Boni, G.O, Palmisano, M. and Cioffi, R., 2023. Cultural Ecosystem services: A

review of Methods and Tools for Economic Evaluation, *Environmental and Sustainability Indicators*, 20(6141):100304
41. Rolando, J. L., Turin, C., Ramírez, D. A., Mares, V., Monerris, J. and Quiroz, R., 2017. Key ecosystem services and ecological intensification of agriculture in the tropical high Andean Puna as affected by land-use and climate changes. Agriculture, *Ecosystems & Environment*, 236: 221–233.
42. Schirpke, U., Ghermandi, A., Sinclair, M., Van Berkel, D., Fox, N., Vargas, L. and Willemen, L., 2023. Emerging technologies for assessing ecosystem services: a synthesis of opportunities and challenges. *Ecosystem Services*, 63: 101558.
43. Schirpke, U., Timmermanna, F., Tappeinera, U, and Tasser. E. 2016. Cultural ecosystem services of mountain regions: Modelling the aesthetic value. *Ecological Indicators*, 69: 78–90.
44. Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay,D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron,D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M.,Bernhardt, J., Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M. Mandle, L., Hamel, P., Vogl, A.L., Rogers, L., Bierbower, W., Denu, D. and Douglass, J., 2020. InVEST 3.7.0 user's guide. The Natural Capital Project. Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.
45. Small, N., Munday, M. and Durance, I., 2021. The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global Environment Chang*, 66: 102206
46. Son, J., Lee, Y., Kramer, C. and Saha, S., 2025. Residents' perceptions of cultural ecosystem services from urban green spaces: A comparative study of Korea and Germany. *Basic and Applied Ecology*, 88: 32-51
47. Tian, T., Huang, S., Wu, Y., Zeng, P., Liu, Y. and Che, Y., 2024. Non-ecological factors affect human interaction with urban nature and perception of cultural ecosystem services. *Sustainable Cities and Society*, 112: 105643.
48. Thiele, J., von Von Haaren, C. and Albert, C. 2019. Are river landscapes outstanding in providing cultural ecosystem services? An indicator-based exploration in Germany. *Ecological Indicators*, 101: 31–40.
49. World Bank, 2025. Data.worldbank.org/indicator
50. Xu, H., Zhao, G., Fagerholm, N., Primdahl, J. and Plieninger, T., 2020. Participatory mapping of cultural ecosystem services for landscape corridor planning: a case study of the silk roads corridor in zhangye, China. *Journal of Environmental Management*, 264: 110458
51. Zhang, L.B., Hao, C.Z., Song, Y., Wang, Y.Y., Zhang, W.T., Huang, Y.H. and Liang, T. 2022. Basic principles of gross ecosystem product (GEP) accounting. *Journal of Resources and Ecology*, 213(3):501-510.
52. Zhang, J., Dou, S., Liu, J. & Chen, Y., 2023. Ecological challenges on small tourist islands: A case from chinese rural ecological challenges. *Sustainable Development*, 32(3): 1723-1742.
53. Zhao, J., Wang, R., Luo, P., Xing, L. and Sun, T., 2017. Visual ecology: exploring the relationships between ecological quality and aesthetic preference. *Landscape and Ecological Engineering*, *13*: 107-118.
54. Zoderer, B.M., Lupo Stanghellini, P.S., Tasser, E., Walde, J., Wieser, H. and Tappeiner, U. 2016. Exploring socio-cultural values of ecosystem service categories: the influence of socio-demographic factors and landscape type. *Regional Environmental Change*, 16(7): 2033-2044.

Economic Valuation of Aesthetic Ecosystem Services Based on the Scenic Quality - InVEST

Fatemeh Mohammadyari*[1], Ardavan Zarandian[2], Roya Mousazadeh[2], Khodayar Abdollahi[4] and Majid Ramezani Mehrian[5]

(Received: March 25-2026; Accepted: June 02-2026)

Abstract

This study examines the aesthetic ecosystem service, which pertains to the visual quality of urban landscapes and its significance in cultural urban planning. Focusing on Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province, Iran, the research employs the Scenic Quality module of the InVEST toolkit to model landscape visual quality. Input data include a digital elevation model, anthropogenic features that diminish visual appeal, and parameters such as viewshed radius and perceptual weighting of features. Results reveal that mountainous regions in the west and southwest, characterized by natural land covers, rangelands, and forests, exhibit high visual quality with minimal disturbance. Conversely, central, eastern, and southeastern areas—dominated by settlements, infrastructure, and agriculture—show a higher concentration of negative visual features and reduced aesthetic quality. The spatial analysis underscores the importance of aesthetic considerations in land-use planning, landscape management, and conservation of visually valuable areas. Economically, the aesthetic ecosystem service in the province is valued at approximately 284.3 billion Rials, based on the value transfer method. This valuation offers critical insights for policymakers and planners, enabling them to weigh benefits and costs of development options and to prioritize the protection of visually sensitive ecosystems within an integrated ecosystem services framework.

Keywords: Cultural Ecosystem Services, Aesthetic Value, Economic Valuation, Scenic Quality- InVEST, Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province

1. Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Associate Professor, Research Group of Environmental Assessment and Risk, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran, I.R. Iran.
3. Assistant Professor, Research Group of Environmental Economics, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran, I.R. Iran.
4. Associate Professor, Department of Nature Engineering, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Environmental Studies, The Institute for Research and Development in the Humanities (SAMT), Tehran, I.R. Iran.

* Corresponding Author, Email: mohammadyari.f@sku.ac.ir