Archive of SID

سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال یازدهم / شماره اول) بهار ۱۳۹۹
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

تعیین مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی در بخش مرکزی استان اصفهان

صدیقه عبدالهی [۱*]، علیرضا ایلدرمی [۲]، عبدالرسول سلمان ماهینی [۳]، سیما فاخران [٤]

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر، ایران
۲. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیطزیست، دانشگاه ملایر، ایران
۳. استاد گروه محیطزیست، دانشکده شیلات و محیطزیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
٤. دانشیار گروه محیطزیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

چکیده

یک گام مؤثر و کاربردی در بهبود مدیریت سرزمین، شناسایی و تعیین مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی است. ازاین‌رو در این مطالعه، پس از کمی‌سازی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی، ارزش تفرجی و کاهش آلودگی صوتی، از روش خوشه‌بندی K-Means به‌منظور شناسایی مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی استفاده شد و پهنه‌بندی مناطق همگن در محیط GIS تهیه گردید. به‌منظور بررسی منابع اثرگذار بر عرضه خدمات اکوسیستمی، پارامترهای شیب، ارتفاع، تراکم جمعیت، فاصله از مسیرهای دسترسی، فاصله از مسیر رودخانه، درصد انواع کاربری‌های موجود و فاصله از مرکز بزرگ‌ترین منطقه شهری منطقه مطالعاتی، برای هر یک از مناطق همگن و یا خوشه‌ها استخراج گردید. براساس شاخص صحت‌سنجی دیویس-بولدین تعداد بهینه خوشه‌ها ٤ به‌دست آمد. خوشه ۲ با مساحت ٦٨٦/۲۷ کیلومترمربع دارای بیشترین وسعت در منطقه است درحالی‌که خوشه یک با ۱۱۹/۷۵ کیلومترمربع کمترین مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است. بررسی پارامترهای محیطی-اجتماعی نشان داد که کاربری اراضی بیشترین تأثیر را در عرضه خدمات اکوسیستمی دارد. نتایج نشان داد که رابطه مستقیمی بین این پارامترها و عرضه خدمات اکوسیستمی در هر یک از خوشه‌ها وجود دارد. براساس نتایج این مطالعه بررسی مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی می‌تواند در بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری زمین مؤثر واقع شود.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۷ شهریور ۱۳۹۸
پذیرش: ۷ اسفند ۱۳۹۸
دسترسی اینترنتی: ۲۸ فروردین ۱۳۹۹

واژه‌های کلیدی:
خدمات اکوسیستمی
خوشه‌بندی K-Means
پهنه‌بندی مکانی
مدیریت سرزمین
اصفهان

[*] پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: baharabdollahi94@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بر اساس تعریف ارائه‌شده در گزارش اکوسیستمی هزاره، خدمات اکوسیستمی، سودمندی‌هایی هستند که بوم‌سازگان‌ها برای مردم فراهم می‌سازند. این سودمندی‌ها دارای طبقه‌بندی‌های گوناگونی بوده و براساس طبقه‌بندی گزارش بیان‌شده، در چهار دسته فراهم‌سازی، حمایتی، تنظیمی و فرهنگی قابل‌شناسایی هستند (۱۵ و ۳۳). برای دستیابی به توسعه پایدار، لازم است که مکان‌های عرضه خدمات اکوسیستمی در مقیاس‌های مختلف شناسایی شود؛ بنابراین نقشه‌سازی و کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی ابزار مهمی برای تصمیم‌گیران و مدیران کشوری به‌منظور مدیریت و پایش سطح عرضه خدمات اکوسیستمی است و امکان شناسایی نواحی دارای ارزش حفاظتی (به علت عرضه زیاد خدمات) را فراهم می‌کند (۲۲). در بین تمام مراحل برنامه‌ریزی سرزمین، پهنه‌بندی عملکردی محیط‌زیست به‌عنوان عنصر اساسی برنامه‌ریزی به‌منظور ایجاد انعطاف و سازگاری در برنامه‌ریزی امری ضروری است و سعی در بهینه‌سازی فعالیت‌های انسانی با توجه به محدودیت منابع و ظرفیت برد محیط دارد (۲٤). در مقیاس منطقه‌ای، با توجه به وجود سیماهای سرزمین متفاوت و روابط پیچیده بین خدمات اکوسیستمی چندگانه، الگوهای پراکنش مختلفی بین انواع خدمات اکوسیستمی وجود دارد (۳٤، ۳۸ و ٤٤). بااین‌وجود هنوز اطلاعات کاملی به‌منظور مدیریت خدمات اکوسیستمی چندگانه وجود ندارد و این امر موجب بر هم خوردن تعادل بین انواع خدمات اکوسیستمی در رابطه با کاربری زمین می‌شود (۳۰ و ۳٦). به‌ویژه در مناطق وسیع که شرایط بوم‌شناختی و اقتصادی- اجتماعی بسیار پیچیده است، درک الگوهای یکپارچه خدمات اکوسیستمی، اطلاعات مفیدی در زمینه مدیریت و حفظ خدمات اکوسیستمی چندگانه فراهم می‌سازد. ازاین‌رو مناطق همگن و یا خوشه‌های خدمات اکوسیستمی ابزار مؤثری برای بررسی و تحلیل روابط بین خدمات اکوسیستمی چندگانه است (۲۵، ۳٦ و ٤٤). به‌عبارت‌دیگر، با استفاده از روش خوشه‌بندی، پهنه‌بندی مکانی منطقه بر اساس عرضه هریک از خدمات اکوسیستمی، با دقت بیشتری انجام می‌شود و باعث سهولت مدیریت سرزمین و تصمیم‌گیری کاربری زمین می‌شود. ازاین‌رو استفاده از روش‌های داده‌کاوی می‌تواند گامی در جهت پیش‌بینی بهتر و دسته‌بندی، خدمات اکوسیستمی باشد. داده‌کاوی از رشته‌های جدیدی است که با به‌کارگیری و استفاده از داده‌های آماری، به استخراج اطلاعات و الگوهای مفید می‌پردازد (٤۲). داده‌کاوی نشان‌دهنده یک پیشرفت قابل‌توجه در انواع ابزار تحلیلی در دسترس است و به‌عنوان یک روش معتبر، حساس و قابل‌اعتماد برای کشف الگوها و روابط بین آن‌ها، در نظر گرفته می‌شود (٤۱). روش خوشه‌بندی (Clustering Method)، یکی از زیرمجموعه‌های علم داده‌کاوی است که هدف آن، اکتشاف و پردازش پایگاه‌های داده‌ای، به‌منظور استخراج دانش از آن‌ها است (۲۷). خوشه‌بندی یک روش یادگیری غیرنظارتی برای دسته‌بندی داده‌ها بر اساس میزان تشابه آن‌ها است. این رویکرد به‌عنوان ابزار کارآمد به‌منظور استخراج ساختار موجود در داده‌ها، معرفی‌شده است (٤۱)، و به‌عنوان یکی از راه‌کارهای مؤثر برای سازمان‌دهی اطلاعات به شمار می‌آید (۵). مرور منابع داخلی نشان می‌دهد که تاکنون به‌منظور بررسی خدمات اکوسیستمی با استفاده از روش خوشه‌بندی مطالعه‌ای صورت نگرفته است. ازجمله مطالعات صورت گرفته در این زمینه در سطح بین‌المللی می‌توان این موارد را برشمرد؛ کانگ و همکاران (۳۰) در مطالعه خود به بررسی خدمات اکوسیستمی با استفاده از روش خوشه‌بندی در چین پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که بر اساس میزان عرضهٔ خدمات اکوسیستمی و عوامل اجتماعی- محیطی ۵ خوشه خدمات اکوسیستمی در منطقه وجود دارد. همچنین نتایج این مطالعه نقش خوشه‌های خدمات اکوسیستمی در مدیریت و برنامه‌ریزی سرزمین را تأیید کرد. راودسپ-هارن و همکاران (۳۷) با استفاده خوارزمیک K-Means (Algorithm) گروه‌های مختلف خدمات اکوسیستمی را در ایالت کبک کانادا موردبررسی قراردادند. با توجه به نتایج آن‌ها، ۱۲ خدمت اکوسیستمی موردبررسی در ۱۳۷ شهرستان منطقه در ٦ خوشه دسته‌بندی شد که هر خوشه

www.SID.ir

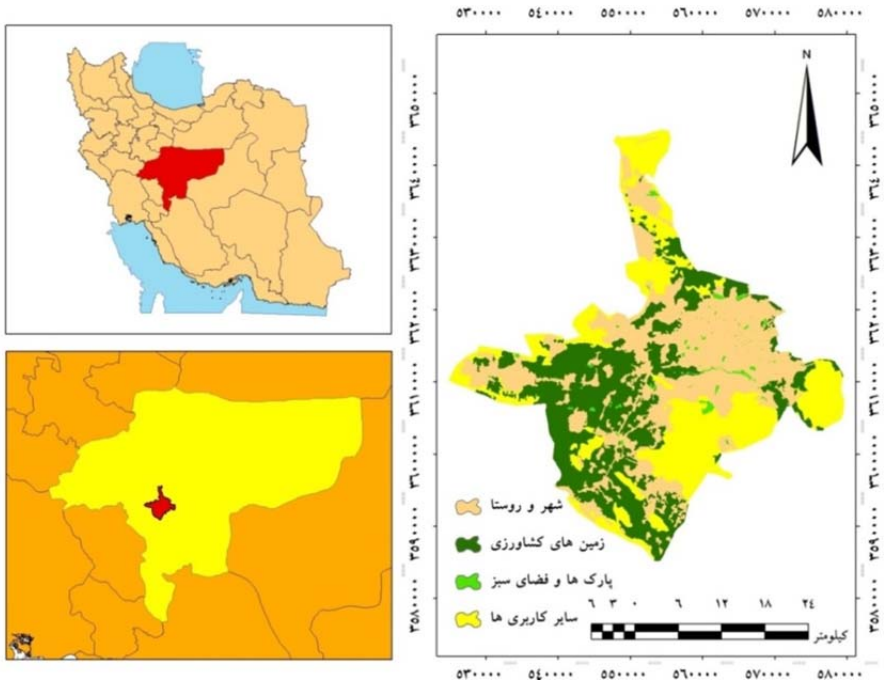
Archive of SID

نشان‌دهنده نوع خاصی از برهمکنش و هم‌بیشی بین خدمات اکوسیستمی بود. چاوانجی و همکاران (۲۳) گروه‌های مختلف ٦ خدمت اکوسیستمی را در زیمباوه با استفاده از روش خوشه‌بندی K-Means مطالعه کردند. براساس یافته‌های آن‌ها با توجه به میزان عرضه خدمات اکوسیستمی ٦ خوشه در منطقه مطالعاتی شناسایی شد و خدمات اکوسیستمی در خوشه‌های مختلف دارای برهمکنش و هم‌بیشی بودند. هم‌چنین نتایج مطالعه‌ی آن‌ها، نتایج مطالعه راودسپ–هارن و همکاران (۳۷) را تأیید نمود. با توجه به موارد بیان‌شده در این مطالعه سعی بر این است تا با استفاده از روش خوشه‌بندی K-Means مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی چندگانه در بخش مرکزی استان اصفهان شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان بین ´۱۹°۳۲ تا ´۵۶°۳۲ عرض شمالی و ´۱۲°۵۱ تا ´۵۹°۵۱ طول شرقی واقع‌شده است (شکل ۱). این منطقه دربرگیرنده مساحتی معادل ۱۱۸۰/۹۹ کیلومترمربع است. متوسط درجه حرارت سالانه این منطقه ۱٦/۷ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی آن ۱۱٦/۹ میلی‌متر است و دارای مزیت‌های چشم‌گیری است که می‌توان به وجود رودخانه زاینده‌رود، وجود اراضی مرغوب کشاورزی، وجود آثار تاریخی و جاذبه‌های توریستی، قدمت شهرنشینی، وجود عناصر شهری به همراه زیربناهای تجهیز شده، وجود زمینه‌های بالقوه توسعه در تمامی بخش‌ها خصوصاً کشاورزی، صنعتی، صنایع معدنی و دستی درصورت فراهم بودن نیازهای پایه اولیه اشاره نمود (١٤).



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعاتی در ایران و استان اصفهان

روش تحقیق

برای انجام این پژوهش، در ابتدا، با استفاده از معیارها و شاخص‌هایی که براساس مرور منابع مطالعاتی مشخص گردیدند سه خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی سیمای سرزمین، تفرج و کاهش آلودگی صوتی با استفاده از قابلیت سامانه اطلاعات جغرافیایی کمی‌سازی شده و نقشه این

www.SID.ir

Archive of SID

خدمات تهیه گردید. سپس با استفاده از خوارزمیک K-Means، در نرم‌افزار SPSS IBM خوشه‌های خدمات اکوسیستمی شناسایی شد و در پایان به‌منظور بررسی منابع اثرگذار بر عرضه خدمات اکوسیستمی، پارامترهای شیب متوسط، ارتفاع متوسط، تراکم جمعیت، فاصله از مسیرهای دسترسی، فاصله از مسیر رودخانه، درصد انواع کاربری‌های موجود و فاصله از مرکز بزرگ‌ترین منطقه شهری منطقه مطالعاتی، برای هر یک از مناطق همگن و یا خوشه‌ها محاسبه شد.

کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی

رویکردهای گوناگونی برای کمی‌سازی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی وجود دارد که در بسیاری از موارد از شاخص‌های متفاوتی برای نقشه‌سازی یک خدمت اکوسیستمی استفاده می‌کنند (۳۱). در این مطالعه دو خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی سیمای سرزمین و تفرج به‌عنوان خدمات فرهنگی و خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صدا به‌عنوان خدمت اکوسیستمی تنظیمی موردبررسی و کمی‌سازی قرار گرفت.

کمی‌سازی خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی سیمای سرزمین

به‌منظورکمی‌سازی ارزش زیبایی‌شناسی پس از مرور منابع مطالعاتی و بررسی ویژگی‌های منطقه مطالعاتی، معیارهای مؤثر در ارزش زیبایی‌شناسی شامل تراکم پوشش گیاهی، تنوع تراکم پوشش گیاهی (به‌عنوان شاخصی از تنوع پوشش)، قابلیت دید نقاط پرتنوع، قابلیت دید رودخانه، قابلیت دید پارک‌ها و فضاهای سبز شهری و قابلیت دید قله‌ها مشخص، نقشه‌سازی (جدول ۱) و سپس با استفاده از روش فازی استاندارد گردید و گام بعد پس از وزن‌دهی به معیارهای موردبررسی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، با به‌کارگیری روش ترکیب خطی وزن‌دار، مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناسی تعیین شد.

جدول۱. معیارهای مورداستفاده در ارزش زیبایی‌شناسی و شیوه تهیه هر یک از آن‌ها

معیارها	داده‌های مورد نیاز	تهیه معیارها
تراکم پوشش گیاهی	باند قرمز و مادون‌قرمز سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ ، ژوئن ۲۰۱۸	تهیه لایه اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی با استفاده از رویه VEG Index در نرم‌افزار Idrisi
تنوع تراکم پوشش گیاهی	لایه اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی	طبقه‌بندی نقشه تراکم پوشش گیاهی با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد (Reclass) و اجرای دستور الگو (Pattern) و استفاده از رویه NDC و فیلتر ۳ در ۳ در نرم‌افزار Idrisi
قابلیت دید رودخانه	لایه رستری رودخانه	استخراج لایه رودخانه از روی لایه شبکه آبراهه‌های منطقه و اجرای دستور Viewshed در محدوده ۲۰۰ متری آن در نرم‌افزار Idrisi
قابلیت دید قله	لایه رستری قله‌ها	استخراج لایه قله‌ها از روی نقشه شکل زمین و اجرای دستور Viewshed در محدوده ۵۰۰۰ متری آن در نرم‌افزار Idrisi
قابلیت دید پارک‌ها	لایه رستری پارک‌ها	استخراج لایه پارک‌ها با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد (Reclass) از روی نقشه کاربری اراضی و اجرای دستور Viewshed در محدوده ۵۰۰ متری آن، تهیه نقشه فاصله از پارک‌ها با استفاده از دستور (Distance) و سپس ضرب دو نقشه دید و فاصله در نرم‌افزار Idrisi
قابلیت دید نقاط پرتنوع	لایه مدل رقومی ارتفاع منطقه	استخراج نقشه شکل زمین از روی مدل رقومی ارتفاع و سپس استفاده از فیلتر مد ۳ در ۳ برای جدا کردن قسمت‌های متنوع از روی نقشه شکل زمین، استفاده از الگوی NDC با فیلتر ۷ در ۷ و جدا کردن طبقه نهایی به‌عنوان متنوع‌ترین بخش، اجرای دستور Viewshed در محدوده ۳۰۰۰ متری آن در نرم‌افزار Idrisi

www.SID.ir

Archive of SID

کمی‌سازی خدمت اکوسیستمی تفرج

برای تعیین ارزش تفرجی منطقه مطالعاتی از روش ارزیابی چند معیاره استفاده شد. جهت اجرای این روش ابتدا اهداف مطالعه که شامل طیفی از انواع فعالیت‌های تفرجی در منطقه (شامل پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری، کوه‌نوردی، فرصت شنیدن آواهای طبیعی، اردو زدن، تماشای مناظر زیبا و بازدید آثار فرهنگی) مشخص شدند. سپس معیارهای متناسب با این فعالیت‌های تفرجی تعیین شد (جدول ۲). سپس معیارها استانداردسازی و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی به معیارها وزن داده شد. در مرحله بعد، معیارها با همدیگر ترکیب و درنهایت نقشه توان هر فعالیت تهیه شد. به‌منظور تعیین ارزش تفرجی منطقه، نقشه فعالیت‌های تفرجی با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار ترکیب شدند.

جدول۲. معیارهای مورداستفاده در ارزیابی فعالیت‌های تفرجی و شیوه تهیه هر یک از آن‌ها

معیارها	داده‌های موردنیاز	تهیه معیارها
تراکم پوشش گیاهی	باند قرمز و مادون‌قرمز سنجنده OLI ماهواره لندست ۸، ژوئن ۲۰۱۸	تهیه لایه اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی با استفاده از رویه VEG Index در نرم‌افزار Idrisi
شیب	مدل رقومی ارتفاع	اجرای دستور Slope در نرم‌افزار Idrisi
فاصله از جاده	لایه رستری جاده	اجرای دستور Distance در نرم‌افزار Idrisi
فاصله از رودخانه	لایه رستری رودخانه	اجرای دستور Distance در نرم‌افزار Idrisi
فاصله از شهر و روستا	لایه رستری شهر و روستا	اجرای دستور Distance در نرم‌افزار Idrisi
فاصله از آثار باستانی	لایه رستری آثار باستانی	ثبت نقاط آثار باستانی با GPS ورود آن‌ها به جی‌آی‌اس و اجرای دستور Distance در نرم‌افزار Idrisi
تنوع پرندگان	نقشه پراکنش پرندگان	اداره کل محیط‌زیست استان
بافت خاک	نقشه بافت خاک	اداره کل منابع طبیعی استان
کاربری زمین	تصاویر سنجنده OLI لندست ۸ ، ژوئن ۲۰۱۸	پیش‌پردازش تصاویر (تصحیح هندسی، اتمسفری، رادیومتریک). طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از روش حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI وپس‌پردازش اطلاعات با استفاده از فیلتر Majority
مناطق جذاب و زیبا	نقاط مربوط به جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی	تهیه نقشه دید نقاط با دستورViewshed، تهیه نقشه فاصله نقاط با دستور Distance و سپس ضرب دو نقشه در یکدیگر

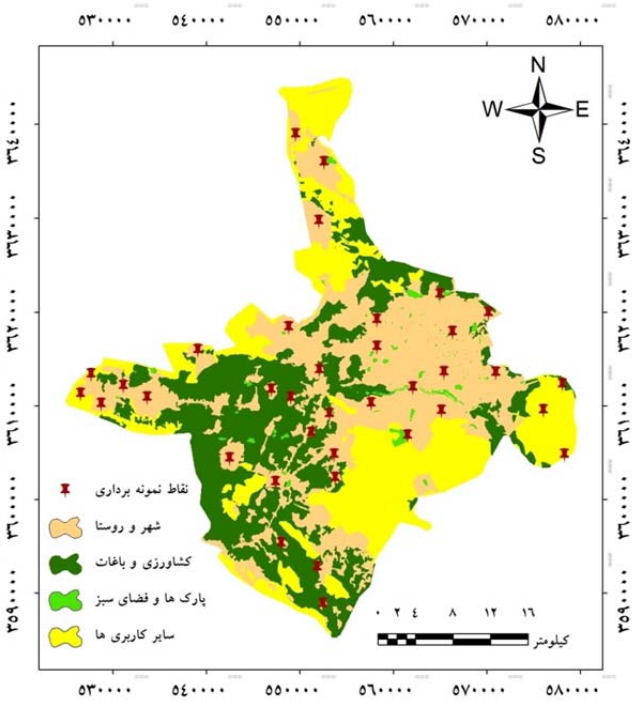
کمی‌سازی خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی

برای کمی‌سازی کاهش آلودگی صوتی پس از تعیین ایستگاه‌هایی در منطقه مطالعاتی (شکل ۲)، شدت تراز صوت اندازه‌گیری شد. به‌منظور بررسی تغییرات روزانه شدت تراز صوت در منطقه مطالعاتی، اندازه‌گیری این پارامتر در ساعت مشخصی از روز (۹ صبح الی ۱۳ بعدازظهر) در تمامی ایستگاه‌ها جهت جلوگیری از هرگونه خطا انجام گرفت. در میان روزهای هفته نیز اندازه‌گیری از شنبه تا چهارشنبه صورت گرفت و روزهای پنج‌شنبه و جمعه به دلیل تعطیل بودن و تأثیرگذاری در نتایج انتخاب نگردید. تمامی اندازه‌گیری‌ها به مدت ٤ ماه از اول شهریور تا پایان آذرماه ۱۳۹۷ انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری صدا از دستگاه صوت‌سنج Bruel& Kjaer مدل ۲۲۳۹ ساخت کشور دانمارک و هم‌چنین کالیبراتور Bruel& Kjaer مدل ٤۲۳۱ به‌منظور کالیبره کردن دستگاه صوت‌سنج استفاده شد. در تمامی مراحل اندازه‌گیری، دستگاه صوت‌سنج به جهت ثابت ماندن بر روی یک سه‌پایه به ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر قرار گرفت و از یک اسفنج به‌منظور قرار گرفتن بر روی میکروفن دستگاه صوت‌سنج استفاده گردید. کاربرد این اسفنج برای جلوگیری از خطای ناشی از سروصدای ایجادشده توسط ارتعاش مولکول‌های هوا است. براساس استاندارد

www.SID.ir

Archive of SID

صوت ایزو ۱۹۹۶ دستگاه در فاصله‌ی ۳/۵ متری از ساختمان‌ها و دیواره‌های بتنی که باعث انعکاس صدا می‌شوند قرار گرفت (۱۶). اندازه‌گیری‌ها براساس استاندارد ملی در زمان ۳۰ دقیقه انجام شد. سپس به‌منظور تهیه نقشه پهنه‌بندی صوتی، مختصات نقاط مورد ارزیابی که توسط دستگاه GPS ثبت‌شده بود به همراه مقادیر ترازهای صوت اندازه‌گیری شده به نرم‌افزار ArcGIS وارد گردید و با استفاده از تابع درون‌یابی کریجینگ نقشه پهنه‌بندی صوتی منطقه تهیه گردید. در گام بعد به‌منظور کمی‌سازی خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی با استفاده از رگرسیون خطی در نرم‌افزار SPSS رابطه بین شدت تراز صوت (نقشه‌ی پهنه‌بندی صوت) و پوشش گیاهی (شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی) مورد ارزیابی قرار گرفت و در پایان با به‌کارگیری تابع Raster Calculator در محیط نرم‌افزار ArcGIS پهنه‌بندی مکانی خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی براساس معادله‌ی رگرسیونی به‌دست‌آمده انجام شد.



شکل ۲. موقعیت نقاط نمونه‌برداری

خوشه‌بندی خدمات اکوسیستمی

در این پژوهش از روش خوشه‌بندی K-Means، برای تعیین مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی استفاده‌شده است. این روش از کاربردی‌ترین رویکردهای خوشه‌بندی داده‌ها است که اولین بار توسط مک‌کویین ارائه‌شده است (۳۲). ورودی مدل خوشه‌بندی ماتریسی از داده‌ها است که این داده‌ها می‌تواند کمی (عددی)، کیفی و یا ترکیبی از این دو حالت باشد. در تعاریف علم تشخیص الگو، به ردیف‌های ماتریس، الگوها یا اشیا و به ستون‌های ماتریس ویژگی‌ها یا مشخصات گفته می‌شود. خروجی مدل خوشه‌بندی، تعدادی خوشه است. خوشه، به گروهی از عناصر گفته می‌شود که نسبت به سایر عناصر در گروه‌های دیگر، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند. داده‌ها می‌توانند، خوشه‌هایی با شکل‌های هندسی، اندازه و چگالی متفاوت ایجاد کنند (۲۷). در این روش، منظور از شباهت عناصر، شباهت ازنظر ریاضی است که درواقع میزان فاصله میان عناصر است. در بیشتر موارد فاصله اقلیدسی بین دوشی به‌عنوان معیار شباهت استفاده می‌شود (۵). روش خوشه‌بندیK-Means، بر اساس کمینه کردن مربعات

www.SID.ir

Archive of SID

خطا یا تغییرات درون‌گروهی که معادل با بیشینه کردن تغییرات بین خوشه‌ها است، بنانهاده شده است (۲۰). مشکل اصلی این روش، حساس بودن آن به چگونگی انتخاب اولیه مراکز خوشه‌ها است. درصورتی‌که مراکز اولیه خوشه‌ها نامناسب انتخاب شوند، تابع هدف به‌جای، نقطه کمینه سراسری به سمت یک کمینه موضعی همگرا می‌شود. برای حل مشکل، لازم است تا خوشه‌بندی برای یک تعداد خوشه خاص، به‌دفعات متفاوت اجرا گردد و در هر بار اجرای مدل، مراکز خوشه‌ها به‌صورت تصادفی در فضای مختصات انتخاب شوند تا اطمینان حاصل شود که تابع هدف به کمینه سراسری رسیده است. چگونگی تغییرات میزان شاخص صحت‌سنجی خوشه‌بندی در برابر افزایش تعداد خوشه‌ها نشان می‌دهد که مقادیر تابع هدف به مقدار کمینه سراسری خود همگرا گردیده است یا خیر. چنانچه، از یک تعداد خوشه به بعد، تغییر چندانی در میزان شاخص صحت‌سنجی رخ ندهد می‌توان اطمینان یافت که تابع هدف خوشه‌بندی به مقدار کمینه سراسری خود رسیده است و نتایج خوشه‌بندی قابل‌اعتماد است (۴۰). در این پژوهش اطلاعات به‌دست‌آمده از نقشه‌سازی خدمات اکوسیستمی برای هر سه خدمت اکوسیستمی موردمطالعه با توجه به جدول توصیفی آن‌ها استخراج گردید و سپس به محیط SPSS وارد شد و خوارزمیک K-Means، با تعداد خوشه‌های متفاوت بر روی آن‌ها اجرا شد. درنهایت به‌منظور تعیین تعداد خوشه بهینه، شاخص صحت‌سنجی دیویس- بولدین (Davies- Bouldin Index) برای خوشه‌ها محاسبه گردید.

شاخص صحت‌سنجی خوشه‌بندی KMeans

از نمایه‌های صحت‌سنجی به‌طور گسترده‌ای به‌منظور تشخیص تعداد بهینه خوشه‌ها در مجموعه‌ای از داده‌ها استفاده می‌شود (۲۶). در این مطالعه به‌منظور تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها، از شاخص صحت‌سنجی دیویس-بولدین با استفاده از ابزار IBM SPSS Modeler استفاده شد. این شاخص جزء رویکردهای درونی ارزیابی خوشه‌بندی است. در روش‌های ارزیابی درونی، خوشه‌بندی به یک عدد کیفیت واحد خلاصه می‌شود. هنگامی‌که نتایج خوشه‌بندی، تنها براساس داده‌هایی که خوشه‌بندی‌شده‌اند مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، ارزیابی درونی نامیده می‌شود (۴۳). بر اساس شاخص صحت‌سنجی دیویس- بولدین، خوشه‌بندی زمانی مناسب است که خوشه‌های ایجادشده متراکم و نسبت به یکدیگر قابل‌تفکیک باشند. با فرض تفکیک n داده به g خوشه، مقدار کلی این شاخص، برای هر بار عمل خوشه‌بندی از رابطه ۱ تعیین گردید.

$$I_{DB}=\frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g} Rj \qquad [۱]$$

$$Rj = \max_{i=1.2.\ 3.....k\neq j} Rjk \qquad [۲]$$

$$Rjk = \frac{\sigma j+\sigma k}{\|\mu j-\mu k\|} \quad j.k = 1.2.\ldots\ldots.g.k \qquad [۳]$$

در این رابطه؛ μj برابر میانگین فاصله‌های تمامی عناصر موجود در خوشه j و σj میزان پراکندگی درونی خوشه j است. مقدار Rjk زمانی به کمترین میزان خود می‌رسد که فاصله بین دو خوشه از یکدیگر زیاد و پراکندگی درونی خوشه‌ها به کمترین مقدار خود برسد. شاخص دیویس- بولدین برابر با میانگین مقادیر Rj تعریف می‌شود که Rj برابر با بیشترین فاصله Rjk به‌دست‌آمده از مقایسه خوشه j با سایر خوشه‌ها است (۲۴). تعداد بهینه خوشه‌ها در نقطه‌ای که شاخص دیویس- بولدین کمینه می‌شود و یا اختلاف شیب قبل و بعدازآن نقطه، تفاوت معنی‌داری داشته باشد، به دست می‌آید (۲۹ و ۴۰).

تعیین پارامترهای محیطی- اجتماعی برای هر یک از خوشه‌ها

به‌منظور بررسی پارامترهای محیطی- اجتماعی پس از مرور منابع (۲۸ و ۳۰) و بررسی ویژگی‌های منطقه مطالعاتی پارامترهایی همچون شیب متوسط، ارتفاع متوسط، تراکم جمعیت، فاصله از مسیرهای دسترسی، فاصله از مسیر رودخانه، درصد انواع کاربری‌های موجود و فاصله از مرکز بزرگ‌ترین منطقه شهری منطقه مطالعاتی با به‌کارگیری تابع

www.SID.ir

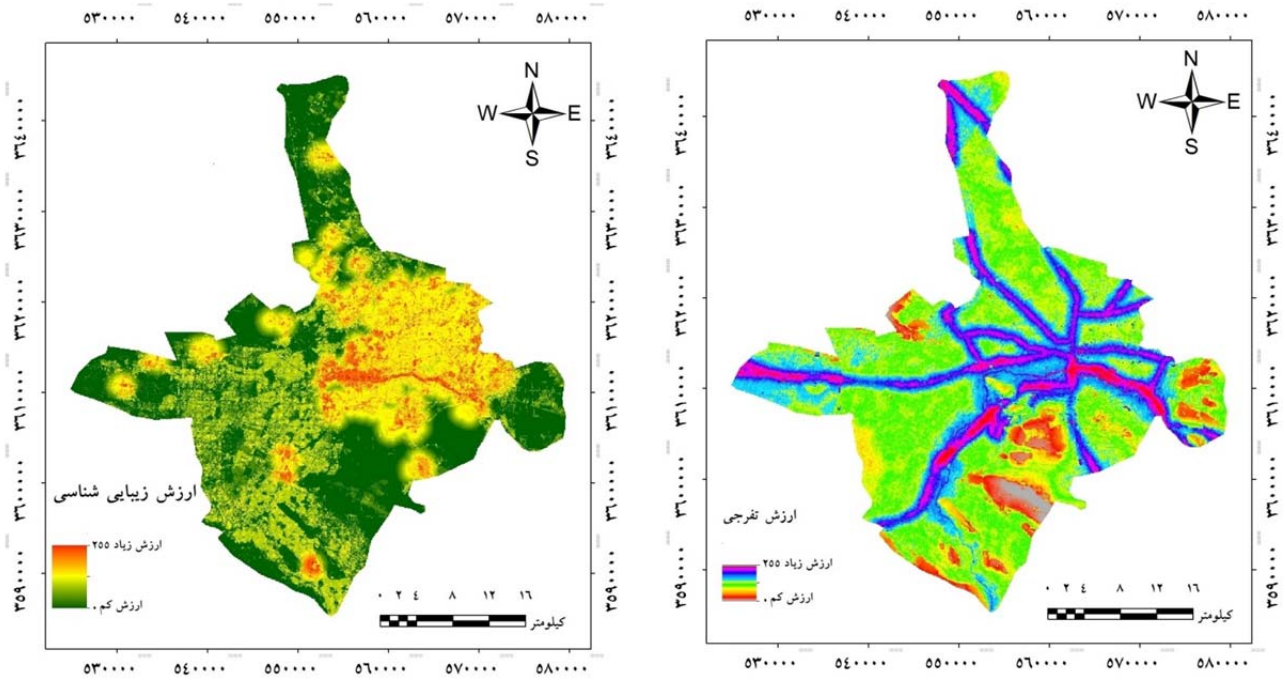
Archive of SID

Extract در نرم‌افزار Idrisi استخراج شد. با استفاده از تابع Extract در نرم‌افزار ایدریسی می‌توان آماره‌هایی از ارزش‌های موجود در یک نقشه را در محل واحدها و پدیده‌هایی که در نقشه دیگری مشخص‌شده‌اند، استخراج کرد (۷). در این مطالعه علاوه بر نقشه خوشه‌بندی خدمات اکوسیستمی نقشه پارامترهای موردبررسی نیز در محیط نرم‌افزار جی‌آی‌اس تهیه شد و وارد تحلیل گردید.

نتایج

کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی

به‌منظورکمی‌سازی ارزش زیبایی‌شناسی و تفرجی منطقه مطالعاتی از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده شد. در این روش معیارهایی به‌منظور تعیین ارزش زیبایی‌شناسی و تفرجی مشخص و وزن‌دهی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از وزن‌دهی به معیارها، میزان اثر هریک از معیارها در ترکیب نهایی نقشه‌ها مشخص می‌شود. نتیجه اعمال وزن‌ها و ترکیب نقشه‌ها با یکدیگر و با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار، نقشه‌ای فازی است (شکل ۳) که درجات مختلف مطلوبیت را در دامنه‌ای از ۲۵۵-۰ نشان می‌دهد. جدول‌های ۳ و ٤ به ترتیب وزن معیارهای مؤثر در ارزش زیبایی‌شناسی و تفرجی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. با توجه به این دو جدول مهم‌ترین معیار در ارزش زیبایی‌شناسی منطقه مطالعاتی قابلیت دید پارک‌ها و برای ارزش تفرجی فعالیت تفرجی پیاده‌روی است. درحالی‌که کم‌اهمیت‌ترین معیار برای این دو خدمت اکوسیستمی به ترتیب قابلیت دید قله و فعالیت تفرجی فرصت شنیدن آواهای طبیعی است.



شکل۳. نقشه پراکنش مکانی دو خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی و ارزش تفرجی منطقه مطالعاتی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳. وزن اختصاص‌یافته به هر یک از معیارهای مؤثر در ارزش زیبایی‌شناسی

معیار	وزن معیار
قابلیت دید پارک‌ها	۰/۳۰۰۸
تراکم پوشش گیاهی	۰/۲۲۳٤
تنوع تراکم پوشش گیاهی	۰/۲۰٤۲
قابلیت دید نقاط پرتنوع	۰/۱۱۰۹
قابلیت دید رودخانه	۰/۰۳۹۵
قابلیت دید قله	۰/۰۲٤۳

ضریب سازگاری: ۰/۰٦

در روش وزن‌دهی به معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، اعتبار نتایج با استفاده از نرخ سازگاری موردبررسی قرار می‌گیرد. نرخ سازگاری، سازوکاری است که بیان می‌دارد تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های به‌دست‌آمده اعتماد کرد (۱۷). میزان ضریب ناسازگاری اغلب تا ۰/۱ قابل‌قبول است و اگر ضریب بالاتر از آن باشد نیازمند تجدیدنظر در داوری هستیم (۳۷). در این مطالعه ضریب ناسازگاری برای ارزش زیبایی‌شناسی و تفرجی به ترتیب ۰/۰٦ و ۰/۰۲ به دست آمد که قابل‌قبول است و نیازی به تجدیدنظر در داوری نیست.

جدول۴. وزن اختصاص‌یافته به هر یک از معیارهای مؤثر در ارزش تفرجی

معیار	وزن
پیاده‌روی	۰/۳٦۳٦
تماشای مناظر زیبا	۰/۲۱۱۵
کوه‌نوردی	۰/۱۳۷٤
اردوزنی	۰/۱۱۳۰
بازدید آثار فرهنگی	۰/۰۸۱۳
دوچرخه‌سواری	۰/۰٦۰۷
فرصت شنیدن آواهای طبیعی	۰/۰۳۲۵

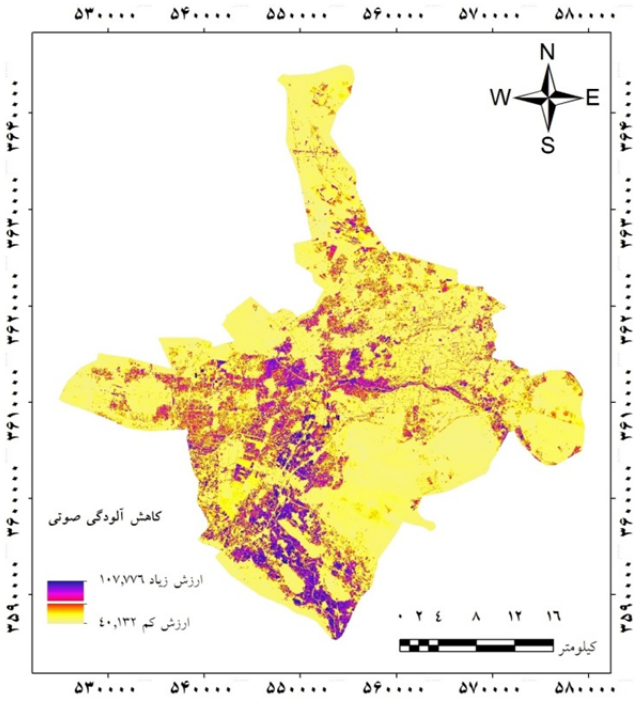
ضریب سازگاری: ۰/۰۲

ضریب همبستگی معادله رگرسیونی بین شدت تراز صوت (L_q) و شاخص تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) ۰/۹۰٤- به دست آمد که نشان‌دهنده رابطه قوی معکوس بین شدت تراز صوت و تراکم پوشش گیاهی است. رابطه ٤ ارتباط بین شدت تراز صوت و پوشش گیاهی را نشان می‌دهد که حاکی از رابطه غیرمستقیم پوشش گیاهی و شدت تراز صوت است به‌طوری‌که با افزایش تراکم پوشش گیاهی شدت تراز صوت کاهش می‌یابد شکل ٤ نقشه پهنه‌بندی کاهش صوتی منطقه را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل مناطقی که دارای پوشش گیاهی هستند دارای ارزش بالایی نسبت به کاهش آلودگی می‌باشند.

$$L_{q=} 74.834 - 34.732NDVI \quad [٤]$$

www.SID.ir

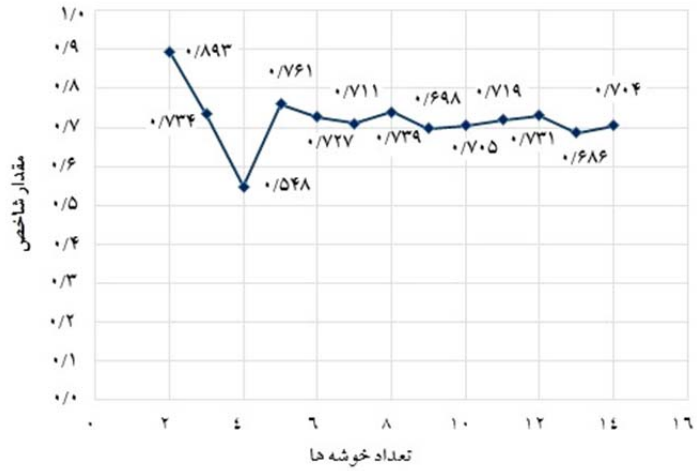
Archive of SID



شکل۴. نقشه کاهش آلودگی صوتی منطقه مطالعاتی

خوشه‌بندی خدمات اکوسیستمی

به‌منظور خوشه‌بندی خدمات اکوسیستمی از روش خوشه‌بندی K-Means در نرم‌افزار SPSS IBM استفاده شد. پس از استانداردسازی داده‌ها، عمل خوشه‌بندی به تعداد ۲ تا ۱۴ خوشه انجام شد و برای هر بار اجرای این خوارزمیک، مقدار شاخص صحت‌سنجی دیویس- بولدین محاسبه شد. تغییرات شاخص صحت‌سنجی دیویس بولدین در شکل ۵ نشان داده‌شده است. با توجه به شکل ۵، در تعداد ٤ خوشه، مقدار این شاخص، ۰/۵٤۸ است که کمترین میزان آن در بین خوشه‌های موردبررسی است. ازاین‌رو تعداد بهینه خوشه در این مطالعه ٤ خوشه است.

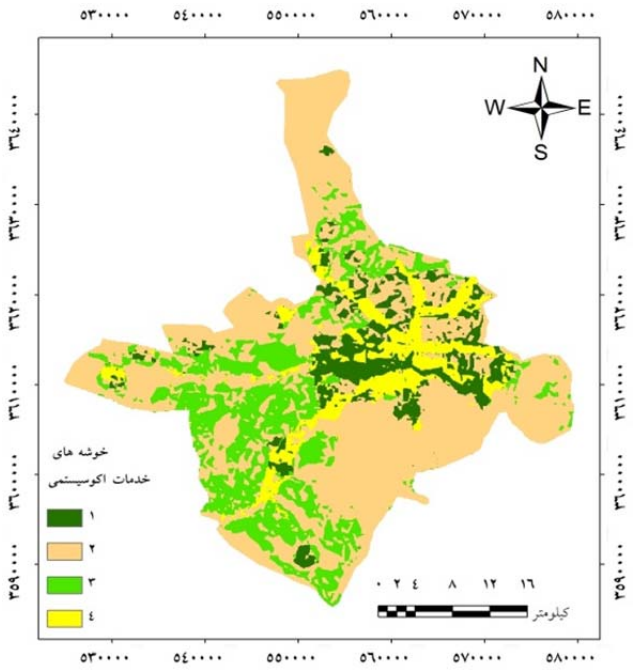


شکل۵. مقادیر شاخص دیویس- بولدین در برابر تعداد خوشه‌ها

www.SID.ir

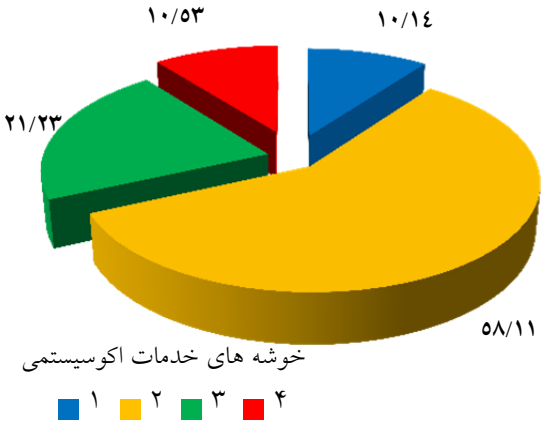
Archive of SID

پس‌ازاینکه تعداد خوشه بهینه مشخص شد. نتایج مربوط به تعداد ٤ خوشه به نرم‌افزار ArcGIS وارد گردید و چگونگی پراکنش خوشه‌ها در سطح منطقه مطالعاتی نقشه‌سازی شد. شکل ٦ پراکنش مکانی خوشه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، خوشه ۱ و ٤ در مرکز منطقه مطالعاتی پراکنش دارند، درحالی‌که بخش عمده‌ای از خوشه ۳ در بخش غربی منطقه قرار دارد و خوشه ۲ قسمت وسیعی از بخش جنوب و شمال منطقه مطالعاتی را در برمی‌گیرد.



شکل۶. الگوی پراکنش مکانی خوشه‌ها در منطقه مطالعاتی

شکل ۷ سهم هر یک از خوشه‌های خدمات اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص‌شده است، خوشه ۲، با ۵۸/۱۱ درصد بیشترین سهم را در منطقه مطالعاتی دارد و خوشه یک با ۱۰/۱٤ درصد دارای کمترین وسعت در منطقه مطالعاتی است.

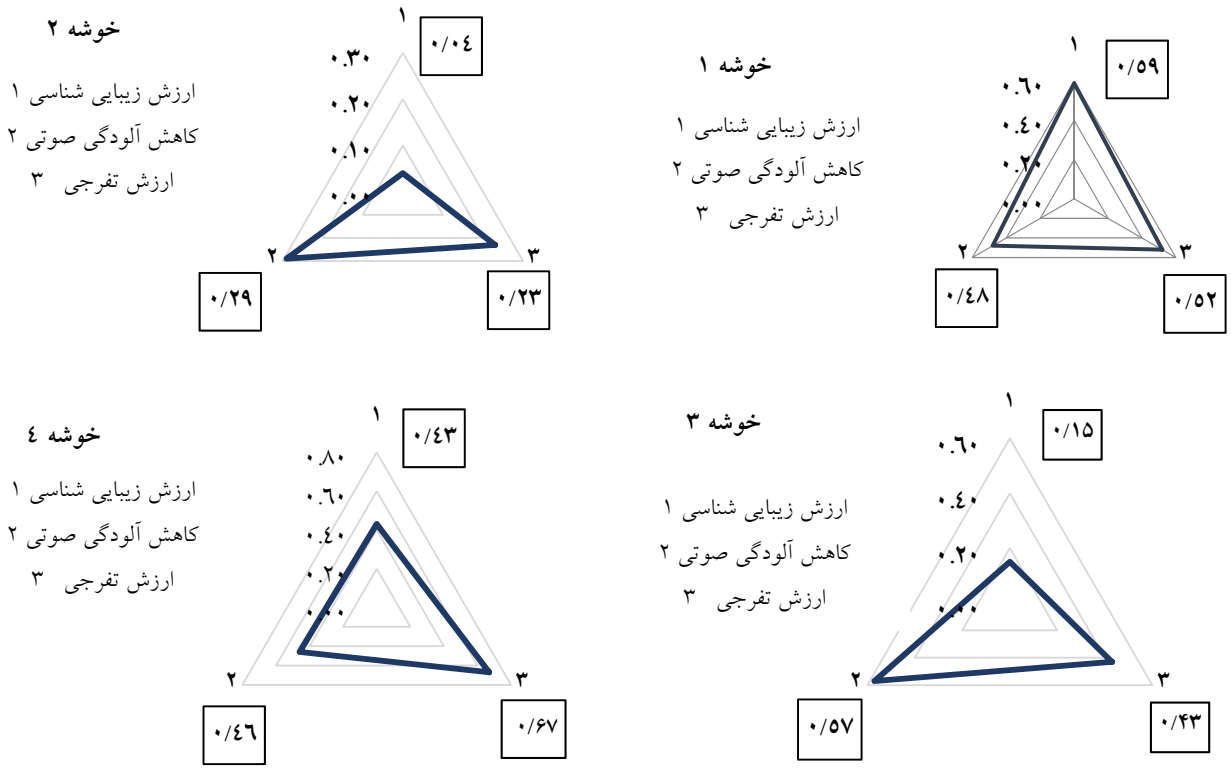


شکل۷. میزان هر یک از خوشه‌ها در منطقه مطالعاتی

www.SID.ir

Archive of SID

پس‌ازاین که خوشه‌های خدمات اکوسیستمی و پراکنش آن‌ها در منطقه مطالعاتی مشخص گردید. میزان عرضه هریک از خدمات موردبررسی با توجه به میانگین ارزش هریک از خدمات اکوسیستمی در خوشه‌ها استخراج گردید. شکل ۸ میزان عرضه خدمات اکوسیستمی را در خوشه‌های یک تا چهار نشان می‌دهد.



شکل۸. میزان عرضه هر یک از خدمات اکوسیستمی در خوشه‌های چهارگانه

با توجه به شکل، در سه خوشه، ۱، ۳ و ٤ میزان عرضه سه خدمت اکوسیستمی موردبررسی در سطح متوسط قرار دارد. درحالی‌که در خوشه ۲ خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی دارای عرضه بسیار ناچیز است. جدول ۵ پارامترهای محیطی- اجتماعی اثرگذار در عرضه خدمات اکوسیستمی موردبررسی در منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

با توجه به این جدول انواع کاربری‌های موجود در هر خوشه نسبت به خوشه‌های دیگر دارای دامنه تغییرات گسترده‌تری در مقایسه با سایر پارامترهای محیطی- اجتماعی موردبررسی است و دو پارامتر شیب متوسط و ارتفاع متوسط در هر چهار خوشه موردبررسی تقریباً در یک محدوده قرار دارد و تغییرات چندانی ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵. پارامترهای محیطی-اجتماعی استخراج‌شده در هر یک از خوشه‌های خدمات اکوسیستمی

پارامترهای محیطی- اجتماعی	خوشه‌های خدمات اکوسیستمی			
	خوشه ۱	خوشه ۲	خوشه ۳	خوشه ٤
میانگین شیب منطقه (٪)	۲/٤٥	۲/٦٦	۲/٥۹	٦/۸۳
میانگین ارتفاع منطقه (کیلومتر)	۱٥/۹۲	۱٦/۱٦	۱٦/۰۱	۱٥/۸٥
میانگین زمین‌های کشاورزی و باغات (٪)	۹/۲۷	۳۷/۱٤	٤۸/٦۱	٥/۷٤
پارک‌ها و فضاهای سبز (٪)	٤۰/۸٥	۸/۷۸	۱۹/٦٥	۳۲/۷٦
مناطق شهری و روستایی (٪)	۱۸/۲۷	٤۹/٦۳	٤۸/٤۳	۲۲/۰۲
میانگین سایر کاربری‌های منطقه (٪)	۱/۳۲	۸۹/۲٦	۸/۳۱	۱/٦۹
میانگین فاصله از جاده (کیلومتر)	۱/۳	۲/۹۲	۳/۲٤	۰/۳۹
میانگین فاصله از رودخانه (کیلومتر)	٤/٥۱	۹/٦۲	٦/٥	٤/۳٤
میانگین فاصله از مرکز بزرگ‌ترین بخش شهری (کیلومتر)	۹/٤۳	۱۷/٦۲	۱۹/٤۱	۹/٥۲
میانگین تراکم جمعیت (نفر در کیلومترمربع)	۲٤٦/٦۲	۳۰۹/٥۸	٤٦۹/٤۲	۲۷۱/٦٦

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، پهنه‌بندی مکانی عرضه خدمات اکوسیستمی با استفاده از روش خوشه‌بندی K-Means انجام شد. بر این اساس چهار گروه (خوشه) خدمات اکوسیستمی در منطقه مطالعاتی شناسایی گردید. در خوشه ۱ میزان عرضه خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی نسبت به دو خدمت اکوسیستمی دیگر بالاتر است؛ اما دو خدمت اکوسیستمی دیگر نیز در سطح قابل قبولی در این خوشه عرضه می‌گردند. بررسی پارامترهای محیطی- اجتماعی در این گروه (خوشه) نشان می‌دهد که میانگین پارک‌ها و فضاهای سبز بیش از ٤۰ درصد این خوشه را در برمی‌گیرد که نسبت به سایر کاربری‌ها در این خوشه بیشتر است. با توجه به این‌که این خوشه در بزرگ‌ترین بخش شهری منطقه مطالعاتی قرار دارد، میانگین فاصله از مرکز بزرگ‌ترین بخش شهری و میانگین فاصله از مسیرهای دسترسی (جاده) کم است که این نکته می‌تواند تأثیر منفی بر میزان عرضه خدمات اکوسیستمی در این خوشه داشته باشد؛ اما در این خوشه، سهم بالای پارک‌ها و فضاهای سبز، تأثیر منفی این دو پارامتر را تعدیل کرده است. از سوی دیگر میانگین فاصله از رودخانه نیز در این خوشه کم است و با توجه به این‌که فاصله از رودخانه یکی از معیارهای مؤثر در ارزش زیبایی‌شناسی و ارزش تفرجی منطقه است، عرضه این دو خدمت اکوسیستمی در این خوشه نسبت به عرضه کاهش آلودگی صوتی نسبتاً بالاتر است. در خوشه ۲، میانگین مناطق شهری- روستایی نسبت به سایر کاربری‌ها سهم بیشتری دارد و با توجه به این مسئله به‌طورکلی میزان عرضه هر سه خدمت اکوسیستمی در این خوشه نسبت به سایر خوشه‌ها در سطح پایین‌تری قرار دارد. در این خوشه میزان عرضه خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی نسبت به دو خدمت اکوسیستمی دیگر بسیار ناچیز است. با توجه به این‌که درصد قابل‌توجهی از این منطقه را سایر کاربری‌ها همچون کوه‌ها، تپه‌ها و زمین‌های بدون پوشش در برگرفته است و هم‌چنین میزان اهمیت پارامترهای مؤثر بر ارزش زیبایی‌شناسی (کم‌اهمیت‌ترین پارامتر برای این خدمت اکوسیستمی قابلیت دید قله است) میزان عرضه این خدمت اکوسیستمی در این خوشه ناچیز است. از سوی دیگر کوه‌نوردی به‌عنوان یکی از معیارهای نسبتاً مهم در ارزش تفرجی منطقه به شمار می‌آید و با توجه به وجود کوه‌ها و تپه‌ها در این خوشه (درصد بالای سایر کاربری‌ها)، عرضه این خدمت اکوسیستمی نسبت به ارزش زیبایی‌شناسی در سطح بالاتری قرار دارد. با توجه به شرایط زیستگاهی خاص در زمین‌های بدون پوشش که در این خوشه دارای سهم بالایی است، شدت تراز صوت در این

www.SID.ir

Archive of SID

خوشه نسبتاً پایین بوده و عرضه خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی نسبت به دو خدمت اکوسیستمی دیگر بیشتر است. میانگین فاصله از مرکز بزرگ‌ترین بخش شهری و هم‌چنین میانگین فاصله از جاده در این خوشه بالاست و همین مسئله یکی از عوامل عرضه خدمت کاهش آلودگی صوتی دراین خوشه است. از سوی دیگر میزان پایین پارک‌ها و فضای سبز نسبت به سایر کاربری‌ها در این خوشه باعث شده است که میزان عرضه خدمات اکوسیستمی در آن نسبت به سه خوشه دیگر در سطح پایین‌تری قرار گیرد. در خوشه ۳ همچون خوشه ۲ میزان عرضه خدمت اکوسیستمی ارزش زیبایی‌شناسی نسبت به دو خدمت دیگر در سطح پایین‌تری قرار دارد. در این خوشه نیز عرضه خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی نسبت به دو خدمت دیگر بیشتر است. در این خوشه میزان زمین‌های کشاورزی و باغات نسبت به سایر کاربری‌های موجود در این خوشه بیشتر است. از طرفی پارک‌ها و فضاهای سبز بیش از ۸٪ این خوشه را می‌پوشاند و مجموع دو کاربری فضای سبز و زمین‌های کشاورزی در این خوشه، حدود ۵۷٪ سطح این خوشه را شامل می‌شود و این مسئله نقش پوشش گیاهی در کاهش آلودگی صوتی را توجیه می‌کند. از طرف دیگر با توجه به این‌که درک ارزش‌های زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین، فراتر از فرآیند شناسایی علائم فیزیکی و زیستی موجود در منظر است و درواقع فرآیند ادراکی است که از تبادلات زیبایی‌شناختی بصری و غیربصری بین مشاهده‌گر و فضای جغرافیایی دیده‌شده، منشأ می‌گیرد (۱۰). باوجود بالا بودن درصد زمین‌های کشاورزی در این خوشه ارزش زیبایی‌شناسی از عرضه چندان بالایی در این خوشه برخوردار نیست. در این خوشه میانگین فاصله از مرکز بزرگ‌ترین بخش شهری و میانگین فاصله از جاده، بالاست و این خود دلیل دیگری برای بالا بودن عرضه خدمت اکوسیستمی کاهش آلودگی صوتی است. پارک‌ها و فضاهای سبز در این خوشه ۱۹/۶۵٪ سطح خوشه را در برمی‌گیرد و این مسئله بر عرضه خدمت اکوسیستمی تفرج و ارزش زیبایی‌شناسی اثر مثبت دارد. سعیدی و همکاران (۱۲)، در مطالعه خود تراکم و ارتفاع ساختمان‌ها را یکی از پارامترهای مؤثر بر ارزش زیبایی‌شناسی در شهر گرگان ارزیابی کردند که دارای رابطه غیرمستقیم باارزش زیبایی‌شناسی در مناطق شهری است. ازاین‌رو، با توجه به این‌که در خوشه ۲ و ۳ میانگین مناطق شهری- روستایی حدود ۴۸٪ این دو خوشه را در برمی‌گیرد، عرضه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناسی در این دو خوشه ناچیز است. از دیگر پارامترهای مؤثر بر ارزش تفرجی و ارزش زیبایی‌شناسی فاصله از رودخانه است که در خوشه ۳، ۶/۵ کیلومتر است و نسبت به دو خوشه ۱ و ۴ بیشتر بوده درحالی‌که مقدار آن نسبت به خوشه ۲ کمتر است، ازاین‌رو میزان عرضه این خدمات اکوسیستمی در این خوشه نسبت به خوشه ۱ و ۴ کمتر و نسبت به خوشه ۲ بیشتر است. در خوشه ۴، همچون خوشه یک عرضه خدمات اکوسیستمی نسبتاً بالاست. در این خوشه، خدمت اکوسیستمی تفرج، دارای بیشترین میزان عرضه است که پس آن، به ترتیب کاهش آلودگی صوتی و ارزش زیبایی‌شناسی قرار دارد. در این خوشه، میانگین پارک‌ها و فضاهای سبز ۳۲/۷۶٪ است که نسبت به سایر کاربری‌ها در این خوشه بیشتر است و همین مسئله باعث عرضه نسبتاً بالای خدمات اکوسیستمی در این خوشه نسبت به دو خوشه ۲ و ۳ شده است. از سوی دیگر میانگین مناطق شهری و روستایی در این خوشه نسبت به خوشه ۱ بیشتر است، ازاین‌رو عرضه خدمت اکوسیستمی زیبایی‌شناسی در این خوشه نسبت به خوشه ۱ در سطح کمتری قرار دارد. میانگین فاصله از مرکز بزرگ‌ترین بخش شهری و هم‌چنین میانگین فاصله از جاده در این خوشه، نسبت به سایر خوشه‌ها کم‌تر است. پارامترهای میانگین شیب و میانگین ارتفاع در تمامی خوشه‌ها در سطح تقریباً یکسانی قرار دارد و در هر ۴ خوشه اختلاف چندانی ندارد ازاین‌رو می‌توان دریافت که این دو پارامتر تأثیر چندانی در عرضه خدمات اکوسیستمی در خوشه‌های چهارگانه ندارد. پارامتر میانگین تراکم جمعیت در خوشه ۲ و ۳ نسبت به دو خوشه ۱ و ۴ در سطح بالاتری قرار دارد که البته میزان عرضه خدمات اکوسیستمی در این دو خوشه نسبت به دو خوشه دیگر کمتر است. مطالعات زیادی

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش را تأیید می‌کند؛ ازجمله آلیانی و همکاران (۱) کاربری اراضی را به عنوان یکی از مؤثرترین معیارهای دارای ارزش نسبی بالا در توان گردشگری ارزیابی کردند. جعفری و همکاران (۳)، شوهانی و همکاران (۱۳) و مهدوی و همکاران (۱۹)، تیپ و تراکم پوشش گیاهی را به‌عنوان یکی از مؤثرترین پارامترهای اثرگذار در ارزش تفرجی منطقه مطالعاتی خود معرفی کردند. احمدی میرقائد و همکاران (۲)، سعیدی و همکاران (۹ و ۱۱) و میرکریمی و همکاران (۱۸) در مطالعات خود، پوشش گیاهی (تیپ و تراکم پوشش گیاهی) را یکی از معیارهای مهم در ارزش زیبایی‌شناسی منطقه معرفی کردند. رحیمی و فاخران (۸)، با بررسی تغییرپذیری تراز فشار صوتی در امتداد مناطق طبیعی- شهری بخش مرکزی استان اصفهان دریافتند که شرایط محیطی و نوع کاربری زمین نقش بسزایی در میزان تراز فشار صوت دارد. جعفری و همکاران (٤)، با مدل‌سازی رابطه فضای سبز با آلودگی صوتی، دریافتند که فضای سبز دارای اثر کاهشی بر میزان آلودگی صوتی است. خدایاری و حامی (٦)، بامطالعه عملکرد ویژگی‌های بصری و زیبایی‌شناختی گیاهان در کاهش اثرات آلودگی صوتی دریافتند که پوشش گیاهی علاوه بر کاهش صوت با افزایش جذابیت‌های بصری، سطح تحمل افراد را نسبت به صداهای مزاحم افزایش می‌دهد. نصیری و همکاران (۳۵) با ارزیابی اثر گیاهان پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (تیپ گیاهی) بر کاهش آلودگی صوتی، به این نتیجه رسیدند که گیاهانی با نسبت کم ارتفاع درخت و تاج پهن به‌منظور کاهش آلودگی صدا مناسب‌تر هستند. بل‌وایه و پلاملانی (۲۱)، با ارزیابی سطح آلودگی صوتی در کاربری‌های مختلف در نیجریه دریافتند که نوع کاربری زمین بر سطح آلودگی صوتی بسیار اثرگذار است. ساکیه و همکاران (۳۹)، با مدل‌سازی ارتباط بین انتشار آلودگی صوتی، ساختارهای شهری و پوشش‌های گیاهی دریافتند که نوع کاربری و پوشش زمین تأثیر قابل‌توجهی در میزان انتشار آلودگی صوتی دارد. کانگ و همکاران (۳۰) و جونز و همکاران (۲۸) در مطالعات خود بر نقش کاربری زمین در عرضه خدمات اکوسیستمی تأکید کردند.

به‌طورکلی در این مطالعه براساس میزان عرضه و پراکنش مکانی خدمات اکوسیستمی ٤ خوشه شناسایی شد که در هریک از خوشه‌ها، هریک از خدمات اکوسیستمی از الگوی خاصی پیروی می‌کرد. خوشه ۲ دارای بیشترین وسعت در منطقه مطالعاتی بود درحالی‌که خوشه ۱ کمترین وسعت را داشت. با توجه به این‌که میانگین درصد زیرساخت‌های انسانی در خوشه ۲ نسبت به سایر خوشه‌ها بیشتر بود میزان عرضه خدمات اکوسیستمی در این خوشه کمتر بود. بررسی پارامترهای محیطی- اجتماعی در هر یک از خوشه‌ها نشان داد که در بیشتر موارد رابطه مستقیمی بین این پارامترها و عرضه خدمات اکوسیستمی وجود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که بررسی مناطق همگن عرضه خدمات اکوسیستمی می‌تواند در بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری زمین مؤثر واقع شود. هر یک از خوشه‌ها، بیانگر یک ناحیه همگن در سطح منطقه مطالعاتی است که به مدیران سرزمین امکان می‌دهد دامنه تصمیم‌گیری خود را از یک محدوده وسیع به محدوده‌های کوچک‌تری در سطح مناطق همگن کاهش دهند. این امر، سهولت تصمیم‌گیری، ارزیابی و تصمیم‌گیری و نیز صرفه‌جویی در هزینه و زمان مدیریت را به دنبال دارد. با توجه به این‌که در این مطالعه تنها سه خدمت اکوسیستمی از زیرشاخه‌های خدمات اکوسیستمی فرهنگی و تنظیمی موردبررسی قرار گرفت، لازم است تا سایر خدمات اکوسیستمی و از چهار زیرشاخه خدمات اکوسیستمی (تنظیمی، فرهنگی، فراهم‌سازی و حمایتی) موردبررسی قرار گیرد و میزان عرضه و هم‌چنین الگوهای مکانی آن‌ها بررسی شود تا امر تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی سیمای سرزمین به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار با دقت و اطمینان بیشتری صورت گیرد. هم‌چنین پیشنهاد می‌شود که به‌منظور بررسی دقیق‌تر پارامترهای محیطی پژوهش دیگری در ادامه این مطالعه با استفاده از سایر روش‌های آماری همچون تحلیل مؤلفه اصلی و یا رگرسیون چندمتغیره صورت گیرد و با استفاده از تحلیل‌های آماری و نه‌تنها تحلیل‌های ادراکی میزان اهمیت هر یک از پارامترهای محیطی در خوشه‌های خدمات اکوسیستمی بررسی شود.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب بخشی از یک طرح پژوهشی مصوب و با حمایت صندوق حمایت از پژوهشگران و فنـاوران کشـور انجام شد که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱. آلیانی، ح.، س. بابایی کفاکی، ا. صفاری و س. م. منوری. ۱۳۹۵. ارزیابی توان سرزمین برای شناسایی مناطق مناسب توسعه گردشگری با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP). سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(٤): ۱-۱۷.

۲. احمدی میرقائد، ف.، م. محمدزاده، ع. سلمان ماهینی و س. ح. میرکریمی. ۱۳۹۵. تلفیق عناصر بصری و محیط‌زیستی با استفاده از روش‌های فازی و چندمعیاری در ارزیابی کیفیت زیبایی-شناختی حوزه آبخیز قره‌سو، استان گلستان. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷(۳): ٤٦-٦۰.

۳. جعفری، ض.، ع. میکائیلی تبریزی، م. محمدزاده و ا. عبدی. ۱۳۹۰. ارزیابی توان طبیعت‌گردی پارک ملی گلستان با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره و GIS. مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده، ۲(٤): ۲۵-۳۷.

٤. جعفری، ش.، ا. علیزاده شعبانی، م. معین‌الدینی، ا. دانه‌کار و ا. علم‌بیگی. ۱۳۹۷. مدل‌سازی رابطه فضای سبز شهری با آلودگی هوا، صوت و دما با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۹(۲): ۵۹-۷۵.

۵. جهانشاهی، ا.، ک. شاهدی، ک. سلیمانی و ع. مقدم‌نیا. ۱۳۹۸. تعیین مناطق همگن هیدرولوژیکی در غرب حوضه هامون-جازموریان، تحقیقات منابع آب ایران، ۱۵(۱): ۲۲۳-۲۳۵.

٦. خدایاری، ن. و ا. حامی. ۱۳۹٦. عملکرد ویژگی‌های بصری و زیبایی‌شناختی گیاهان در کاهش اثرات آلودگی صوتی. مجله گل و گیاهان زینتی، ۲(۲): ۳۷-٤۷.

۷. درویش‌صفت، ع. و م. پیر باوقار. ۱۳۹۱. سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران. ۲۳٦ صفحه.

۸. رحیمی، م. و س. فاخران. ۱۳۹۳. بررسی تغییرپذیری تراز فشار صوتی (SPL) در امتداد مناطق طبیعی- شهری (مطالعه موردی: منطقه مرکزی استان اصفهان). کنفرانس بین‌المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط‌زیست و گردشگری، پنجم تا هفتم اسفندماه، تبریز، ایران. ۱-۸.

۹. سعیدی، س.، م. محمدزاده، ع. سلمان ماهینی و س. ح. میرکریمی. ۱۳۹۳. ارزیابی و مدل‌سازی ارزش منظره‌ای سیمای سرزمین به روش ترکیب خطی وزنی (مطالعه موردی: مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت استان گلستان). نشریه محیط‌زیست طبیعی (منابع طبیعی ایران)، ٦۷(۳): ۳۰۱-۳۱۱.

۱۰. سعیدی، س.، م. محمدزاده، ع. سلمان ماهینی و س. ح. میرکریمی. ۱۳۹۵. عوامل عینی و ذهنی مؤثر بر درک ارزش زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین. نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۵(۱): ۱۷-۳٦.

۱۱. سعیدی، س. م. محمدزاده، ع. سلمان ماهینی و س. ح. میرکریمی، ۱۳۹۵. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی کیفیت زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین (مطالعه موردی: آبخیز زیارت استان گلستان). محیط‌شناسی، ٤۲(۲): ٤۲۷-٤۳۹.

۱۲. سعیدی، س.، س. ح. میرکریمی، م. محمدزاده و ع. سلمان ماهینی. ۱۳۹۷. بررسی آثار ناشی از توسعه شهر گرگان بر تناسب پهنه‌های دارای ارزش زیبایی‌شناسی. مجله آمایش جغرافیایی فضا، ۸(۳۰): ۱۳۵-۱٤۸.

۱۳. شوهانی، ن. م. نیک‌سرشت و م. احمدی. ۱۳۹۷. ارزیابی توان محیطی برای توسعه طبیعت‌گردی در شهرستان ایلام با استفاده از مدل AHP. فصلنامه علمی- ترویجی فرهنگ ایلام، ۱۹(۵۸-۵۹): ۷۷-۹۳.

۱٤. عبداللهی، ص.، ع. ایلدرمی، ع. سلمان ماهینی و س. فاخران. ۱۳۹۷. تعیین و کمی‌سازی ارزش زیبایی‌شناسی سیمای سرزمین در بخش مرکزی استان اصفهان. مجله بوم‌شناسی کاربردی، ۷(٤): ۳۱-٤۲.

۱۵. عبداللهی، ص.، ع. ایلدرمی، ع. سلمان ماهینی و س. فاخران. ۱۳۹۸. ارزیابی الگوهای همبستگی مکانی خدمات اکوسیستمی در بخش مرکزی استان اصفهان با رویکرد آمار فضایی. مطالعات علوم محیط‌زیست، ٤(۲): ۱۲۲۵- ۱۲۳۵.

۱٦. کسمایی، ز. و ا. دانش‌یار. ۱۳۹۵. دستورالعمل اندازه‌گیری سر و

www.SID.ir

Archive of SID

صدا در محیط، انتشارات سازمان محیطزیست. تهران، ٦٦ صفحه.

۱۷. محمدی ده‌چشمه، م. و ع. زنگی‌آبادی. ۱۳۸۷. امکان‌سنجی توانمندی‌های اکوتوریسم استان چهارمحال و بختیاری به روش SWOT. محیط‌شناسی، ٣٤(٤٧): ١-١٠.

۱۸. میرکریمی، س. ح.، س. سعیدی، م. محمدزاده و ع. سلمان ماهینی. ۱۳۹۳. کاربرد روش PCA در ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمین (مطالعه موردی: حوزه زیارت استان گلستان). محیط‌شناسی، ٤٠(٢): ٤٥١-٤٦٢.

۱۹. مهدوی، ع.، م. نیک‌نژاد و ا. کرمی. ۱۳۹۳. ارزیابی چندمعیاره اراضی به‌منظور توسعه طبیعت‌گردی (مطالعه موردی: شهرستان خرم‌آباد، لرستان). بوم‌شناسی جنگل‌های ایران، ٢(٤): ٥٦-٦٩.

۲۰. محمدی، پ.، ا. فاخری‌فرد، ی. دین‌پژوه و ا. اسدی. ۱۳۹٦. پهنه‌بندی تأثیر بارش‌های فصلی بر عملکرد دیم در شرق دریاچه ارومیه با روش وارد و KMeans. اکوهیدرولوژی، ٤(٢): ٤٨٩-٤٩٨.

21. Baloye DO, Palamuleni LG. 2015. A comparative land use-based analysis of noise pollution levels in selected urban centers of Nigeria. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(10): 12225-12246. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph121012225.
22. Balvanera P, Castillo A, MartÍnez-Harms MJ. 2011. Ecosystem Services in Seasonally Dry Tropical Forests. In: Dirzo R, Young HS, Mooney HA, Ceballos G (eds) Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation. Island Press/Center for Resource Economics, Washington, DC, pp 259-277. doi:https://doi.org/210.5822/5978-5821-61091-61021-61097_61015.
23. Chawanji S, Masocha M, Dube T. 2018. Spatial assessment of ecosystem service trade-offs and synergies in Zimbabwe. Transactions of the Royal Society of South Africa, 73(2): 172-179. doi:https://doi.org/10.1080/0035919X.2018.1428235.
24. Davies DL, Bouldin DW. 1979. A Cluster Separation Measure. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-1(2): 224-227. doi:https://10.1109/TPAMI.1979.4766909.
25. Fang Q, Zhang L, Hong H, Zhang L, Bristow F. 2008. Ecological function Zoning for environmental planning at different levels. Environment, Development and Sustainability, 10(1): 41-49. doi:https://10.1007/s10668-006-9037-4.
26. Halkidi M, Batistakis Y, Vazirgiannis M. 2001. On Clustering validation techniques. Journal of Intelligent Information Systems, 17(2): 107-145. doi:https://doi.org/10.1023/A:1012801612483.
27. Han J, Pei J, Kamber M. 2011. Data mining: concepts and techniques. 3 edn. Elsevier, 744 pp.
28. Jones KB, Zurlini G, Kienast F, Petrosillo I, Edwards T, Wade TG, Li B-l, Zaccarelli N. 2013. Informing landscape planning and design for sustaining ecosystem services from existing spatial patterns and knowledge. Landscape Ecology, 28(6): 1175-1192. doi:https://10.1007/s10980-012-9794-4.
29. Kim D-W, Lee KH, Lee D. 2004. On cluster validity index for estimation of the optimal number of fuzzy clusters. Pattern Recognition, 37(10): 2009-2025. doi:https://doi.org/10.1016/j.patcog.2004.04.007.
30. Kong L, Zheng H, Xiao Y, Ouyang Z, Li C, Zhang J, Huang B. 2018. Mapping ecosystem service bundles to detect distinct types of multifunctionality within the diverse landscape of the yangtze river basin, China. Sustainability, 10(3): 857. doi:https://doi.org/10.3390/su10030857.
31. Layke C, Mapendembe A, Brown C, Walpole M, Winn J. 2012. Indicators from the global and sub-global Millennium Ecosystem Assessments: An analysis and next steps. Ecological Indicators, 17: 77-87. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.025.
32. MacQueen J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability, vol 14. Oakland, CA, USA, pp 281-297.
33. Martín-López B, Iniesta-Arandia I, García-Llorente M, Palomo I, Casado-Arzuaga I, Del Amo DG, Gómez-Baggethun E, Oteros-Rozas E, Palacios-Agundez I, Willaarts B. 2012. Uncovering ecosystem service bundles through social preferences. PLoS one, 7(6): e38970. doi:https://doi:10.1371/journal.pone.0038970.
34. Millennium Ecosystem Assessment M. 2005. Ecosystems and human well-being. Synthesis, Vol, 2. Island Press, Washington, D.C. United States, 36 pp.
35. Nasiri M, Fallah A, Nasiri B. 2015. The effects of tree species on reduction of the rate of noise pollution at the edge of Hyrcanian forest roads. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), 14(5): 1021-1026.
36. Queiroz C, Meacham M, Richter K, Norström AV, Andersson E, Norberg J, Peterson G. 2015. Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape. Ambio, 44(1): 89-101. doi:https://10.1007/S13280-014-0601-0.
37. Raudsepp-Hearne C, Peterson GD, Bennett EM. 2010. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. In: Proceedings of the National Academy of Sciences, vol 11. pp 5242-5247.
38. Ryngnga P. 2008. Ecotourism prioritization: a

www.SID.ir

Archive of SID

geographic information system approach. South Asian Journal of Tourism and Heritage, 1(1): 49-56.
39. Sakieh Y, Jaafari S, Ahmadi M, Danekar A. 2017. Green and calm: modeling the relationships between noise pollution propagation and spatial patterns of urban structures and green covers. Urban Forestry & Urban Greening, 24: 195-211. doi:https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.008.
40. Theodoridis S, Koutroumbas K. 2010. Pattern recognition & Matlab intro. Academic Press, Inc. 4th Edition, Elsevier Press, USA, 984 pp.
41. Valente DJO, Pedrycz W. 2007. Advances in fuzzy clustering and its applications. John Wiley & Sons, 434 pp.
42. Van Der Heijden F, Duin RP, De Ridder D, Tax DM. 2005. Classification, parameter estimation and state estimation: an engineering approach using MATLAB. John Wiley & Sons, 423 pp.
43. Yanchi L, Li Z, Xiong H, Gao X, Wu J, Wu S. 2013. Understanding and enhancement of internal clustering validation measures. IEEE transactions on cybernetics, 43(3): 982-994.
44. Yang G, Ge Y, Xue H, Yang W, Shi Y, Peng C, Du Y, Fan X, Ren Y, Chang J. 2015. Using ecosystem service bundles to detect trade-offs and synergies across urban–rural complexes. Landscape and Urban Planning, 136: 110-121. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.006.

www.SID.ir

Archive of SID

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 11/ Issue 1) Spring 2020
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Determination of homogenous areas for ecosystem services supply in the central part of Isfahan province

S. Abdollahi [1*], A. Ildoromi [2], A. R. Salman Mahini [3], S. Fakheran [4]

1. PhD Student of Science and Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Enviroment, Malayer University, Iran
2. Assoc. Prof. Department of Range Management and Watershed, Faculty of Natural resources and Environment, Malayer University, Iran
3. Prof. Department of Environment, Faculty of Fishery and Environment, Gorgan University of Agriculture and Natural Resource, Iran
4. Assoc. Prof. Department of Environment, Faculty of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received 29 August 2019
Accepted 26 February 2020
Available online 16 April 2020

Keywords:
Ecosystem services
K-Means clustering
Spatial zonning
Land management
Isfahan

ABSTRACT

Determining and identifying homogeneous regions for ecosystem services supply is an effective and useful step in improving land management. Therefore, in this study, after quantifying and mapping ecosystem services, aesthetic value, recreational value, and noise pollution reduction, the K-Means clustering method was used to identify homogeneous areas of ecosystem service supply and homogeneous areas zoning was prepared in the GIS environment. To investigate the effective parameters on ecosystem services supply, the slope, altitude, population density, distance from access routes, distance from the river, percentage of available land uses and distance from the centre of the largest urban region were extracted for each homogeneous area or cluster. Based on the Davis-Bouldin validation index, the optimal number of clusters was 4. Cluster number two with the area of 686.27 Km^2 was the largest, while cluster number one with the area of 119.75 Km^2 was the smallest in the area. Investigation of environmental-social parameters showed that land use has the highest impact on ecosystem services supply. The results showed that there is a direct relationship between these parameters and ecosystem services supply in each cluster. Based on the results of this study, investigation of homogeneous areas of ecosystem services can be effective to improve land use planning and management.

* Corresponding author e-mail address: baharabdollahi94@gmail.com

www.SID.ir