نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۷۱، زمستان ۱۴۰۲

ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین (نمونه موردی: شهر پاکدشت)

دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۱۱ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۴/۶

صفحات: ۱۵۲-۱۳۷

علی‌رضا طاهرنسب: گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
Email: Alirezataher.188@yahoo.com
لیلا ابراهیمی: گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران[1]
Email: Leyla.ebrahimi@iauc.ac.ir
آمنه حقزاد: گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
Email: Ameneh_haghzad@yahoo.com
مهرداد رمضان‌پور: گروه جغرافیا، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران
Email: mehr5490@yahoo.com

چکیده

امروزه برنامه‌ریزی و مدیریت فضاهای شهری و روستایی نیازمند دست‌یابی به اطلاعات دقیق فضایی در زمان‌های متوالی در خصوص تغییرات کاربری‌های اراضی می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش، مطالعه و بررسی تغییرات کاربری اراضی در اثر توسعه فیزیکی با توجه به ۴ کاربری اراضی بایر، اراضی کشاورزی، پهنه آبی و اراضی ساخته‌شده دست انسان در شهر پاکدشت اجرا می‌شود. داده‌ها از طریق تصاویر ماهواره‌ای حاصل از ماهواره لندست متعلق به سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۱۹ میلادی که توسط سنجنده‌های OLI و MSS5 برداشت شده است، با توان تفکیک ۳۰ متر جمع‌آوری شد که تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ و ۷ به توان ۱۵ متر در نرم‌افزار ENVI 5.3 تبدیل شد. این تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5.3 بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شدند. سپس دقت نقشه‌های به‌دست‌آمده از الگوریتم حداکثر احتمال برآورد گردید. پس از تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین از نرم‌افزار Fragstats جهت استخراج سنجه‌های سیمای سرزمین در دو سطح کلاس و سیما استفاده شد. در مجموع ۱۵ سنجه جهت کمی‌سازی سیمای سرزمین در سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹م (۱۳۶۸-۱۳۹۸ ش) اندازه‌گیری شدند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مساحت اراضی مسکونی در طی سال‌های موردمطالعه در منطقه افزایش‌یافته است به‌طوری‌که سهم آن از ۷/۱ درصد در منطقه به ۱۹/۵ درصد رسیده است.

کلید واژگان: تغییرات کاربری زمین، سنجه‌های سیمای سرزمین، کاربری مسکونی، کاربری کشاورزی، پاکدشت

---

۱ - **نویسنده مسئول:** چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد چالوس، گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

مقدمه

در ایران فرآیند تغییر روزافزون کاربری اراضی کشاورزی و باغی به اراضی ساخته‌شده از دهه ۱۳۵۰ روبه افزایش بوده و ازدیاد اراضی شهری ساخته‌شده به عدم تعادل میان کاربری اراضی شهری و طبیعی در مناطق شهری منجر شده است (داداش‌پور و سالاریان، ۱۳۹۴: ۱۹۵). بنابراین ازآنجاکه کاربری اراضی تبیین‌کننده تأثیرگذاری‌های بشر است، امروزه نگرانی‌های مرتبط با تغییرات محیطی جهانی فزونی گرفته‌اند و هشدارها در مورد اهمیت موضوعاتی که با کاربری اراضی و تغییرات زمانی آن‌ها سروکار می‌یابند، رو به افزایش نهاده‌اند. تشخیص درست و به‌موقع این تغییرات برای درک رابطه و تقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی به‌منظور تصمیم‌گیری مناسب بسیار اهمیت دارد و سبب مدیریت بهتر و استفاده بهینه از منابع است (لیو[1]، ۲۰۰۴: ۲۳۶۷). چگونگی استقرار کاربری اراضی و پوشش آن‌ها در کنار یکدیگر الگوی سیمای سرزمین ناحیه را شکل می‌دهند (سوفیانیان[2] و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۱۲). یکی از ابزارهای مورداستفاده‌ی برنامه‌ریزان در جهت کنترل روند تغییرات کاربری، سنجه‌های سیمای سرزمین هستند. سنجه‌ها ابزاری برای شناسایی تغییرات کاربری زمین هستند و برای شناسایی ارتباط بین کاربری زمین و عوامل مؤثر بر آن کارآمد می‌باشند (ژانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۱۰۹). سنجه‌های سیمای سرزمین در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ میلادی بر اساس نظریه‌ی تئوری اطلاعات ارائه شد (هرولد[4] و همکاران، ۲۰۱۵: ۳۷۱). این سنجه‌ها در جهت نزدیک کردن زبان برنامه‌ریزان شهری و اکولوژیست‌ها حائز اهمیت هستند (لاوس و هرتسوگ[5]، ۲۰۰۲: ۵). این سنجه‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی مختلف تقسیم نمود: دسته‌ی از سنجه‌ها، ترکیب سیمای سرزمین[6] که بیانگر توصیفی از سیمای سرزمین هستند (مانند نوع و تعداد تکه‌های موجود در پهنه‌ی سیمای سرزمین)و دسته‌ی دیگری از سنجه‌ها، شکل سیمای سرزمین یا چیدمان تکه‌ها یا ساختار سیمای سرزمین را نسبت به یکدیگر تحلیل می‌نمایند و در واقع نظم فضایی سیمای سرزمین[7] را در نظر می‌گیرند (مانند شاخص شکل سیمای سرزمین و میانگین فاصله از نزدیک‌ترین تکه‌ی همسایه (مک گریگال[8] و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۰۲). سنجه‌های سیمای سرزمین در سه سطح شامل سیمای سرزمین، طبقات کاربری و پوشش سرزمین و تکه‌ها قابل‌اندازه‌گیری هستند (آلبرتی[9] و همکاران، ۲۰۰۱: ۳۲۲). این سنجه‌های به‌راحتی از طریق عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی قابل‌مطالعه هستند و از سوی دیگر رابطه‌ی آن‌ها با کارکرد اکوسیستم به‌طورکلی پذیرفته‌شده است (کلی[10] و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۶۷). ازاین‌رو امروزه برنامه‌ریزی کاربری زمین بدون بهره‌گیری از اصول اکولوژی سیمای سرزمین امری ناممکن است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۸). مرتبط کردن الگوی

[1]- Lu
[2]- Soffianian
[3]- Zhang
[4]- Herold
[5] - Lausch & Herzog
[6]- Landscape Composition Metrics
[7]- Configuration Landscape Metrics
[8]- McGarigal
[9]- Albert
[10]- Kelly

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

مکانی گسترش شهری به فرآیندهای بوم‌شناسی سیمای سرزمین نیازمند استفاده از روش‌های تجزیه‌وتحلیل مکانی و کمی است. در این‌گونه پژوهش‌ها، مطالعه تغییرات مکانی و زمانی به‌طور جداگانه به نتیجه‌ای مطلوب نخواهد رسید (مرادی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۲۸).

در این زمینه مطالعات و تحقیقات زیادی در سطح جهان صورت گرفته است. واکود[1] و همکاران (۲۰۱۴) گسترش اراضی ساخته‌شده منطقه حیدرآباد هند را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست بررسی کردند. نتایج تحقیق بیانگر این بود که در طول دوره زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۱ گسترش شهری با چگالی بالا اتفاق افتاده است. تغییرات کاربری اراضی در جهت‌های جنوبی و شمال‌شرقی شهر نمود بیشتری داشته است. در جهت شمال‌شرقی، رشد شهری بیشتر به دلیل توسعه مناطق مسکونی و در جهت جنوبی بیشتر تحت تأثیر رشد و گسترش مناطق صنعتی و مسکونی بوده است. میله[2] و همکاران (۲۰۱۵) به پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از ترکیب نقشه‌های کاربری اراضی و تکنیک سنجش‌ازدور در حوضه جنگلی میندانائو، فیلیپین پرداخته‌اند. آن‌ها همزمان تصاویر ماهواره‌ای لندست ,MSS، لندست +TM و SPOT 4 با استفاده از تکنیک‌های استاندارد طبقه‌بندی کردند و سپس اطلاعات کاربری اراضی سال‌های ۱۹۶۷، ۱۹۹۶ و ۲۰۱۰ را تهیه کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که ترکیب نقشه‌های کاربری اراضی با تکنیک‌های سنجش از راه دور یک درک منحصربه‌فردی از تغییرات کاربری اراضی را فراهم می‌کند زیرا این دو روش مکمل یکدیگر می‌باشند. سیسودیا[3] و همکاران (۲۰۱۶) پراکندگی شهری جیپور هند با ادغام علم سنجش‌ازدور، GIS و مدل شاخص آنتروپی شانون را بررسی کردند. تغییرات مقدار شاخص آنتروپی شانون در طول سال‌های ۱۹۷۲ – ۲۰۱۳ روند افزایشی داشته و رشد پراکنده شهر را نشان می‌دهد. اراضی ساخته‌شده در جیپور از ۴۰ کیلومترمربع در سال ۱۹۷۲ به ۴۰۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۳ رسیده است. این مطالعه برای ۴۱ سال گذشته رشد پراکنده قابل‌توجه برای اراضی شهری در مناطق حاشیه‌ای شهرستان جیپور را نشان می‌دهد. حسن[4] در سال (۲۰۱۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی ناشی از رشد فیزیکی شهری و تجزیه‌وتحلیل الگوی چشم‌انداز در پنج شهرستان بزرگ شهرنشین بنگلادش پرداخته است. نتایج او نشان می‌دهد مساحت زمین‌های ساخته‌شده در این پنج شهر از ۲۳۵۶ هکتار در سال ۱۹۷۶ به ۱۳۴۳۵ هکتار در سال ۲۰۱۴ افزایش‌یافته است و رشد آن تقریباً ۴۶۸ درصد بوده ست. درحالی‌که پوشش گیاهی و کاشت از ۶۱/۹۱ درصد به ۲۷/۷ درصد در همین دوره کاهش‌یافته است. هونگ[5] و همکارانش (۲۰۱۹) به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات آن در اکوسیستم به لحاظ زیست‌محیطی در شهر ژانگ‌گجیکاو استان هبی چین پرداختند.

دژکام و همکاران (۱۳۹۴) تغییرات سیمای سرزمین را با به‌کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین پایش کردند. طبق نتایج سیمای سرزمین تکه‌تکه‌تر، از نظر شکلی پیچیده‌تر و نامنظم‌تر، از نظر پیوستگی لکه‌ها ناپیوسته و از نظر کاربری و پوشش موجود متنوع‌تر شده است. پریور (۱۳۹۵) به نتایج قابل‌توجهی دست پیدا کرده که اصلاح ساختار سیمای سرزمین شهری را بررسی کرده و به این نتیجه دست‌یافته که عناصر ساختاری اکولوژی در این

1- Wakode
2- Mille
3- Sisodia
4- Hassan
5 - Huang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

شهر از بین رفته یا در حال نابودی‌اند. امان پور و همکاران در سال ۱۳۹۶ مقاله‌ای تحت عنوان تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی در کلان‌شهرها با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در محیط ENVI مطالعه موردی: کلان‌شهر اهواز، به نگارش درآورده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده آن‌ها، نشان می‌دهد که طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۳ نزدیک به ۲۳ درصد از سهم اراضی بایر و زمین‌های کشاورزی کم شده و در طرف مقابل سهم اراضی ساخته‌شده از ۱۶/۳۵ به ۳۴/۵۵ افزایش‌یافته است که بیشترین آن‌ها مربوط به مناطق جنوبی و شرقی اهواز (قسمت‌هایی از مناطق ۴ و ۵ و ۶ شهرداری می‌باشد. یوسفی مقدم و همکاران (۱۳۹۸) از سنجه‌های سیمای سرزمین شهر شیراز استفاده کرده‌اند. در این تحقیق سعی بر آن شده است که تغییرات شهر شیراز و محدوده‌ی آن بر اساس تغییرات کاربری زمین بین سه دوره‌ی زمانی و دو دوره‌ی تغییرات در سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۱۰ و دوره دوم ۲۰۱۹-۲۰۱۵ بر اساس استخراج تصاویر ماهواره‌ای از سری ماهواره‌های لندست انجام شده است؛ و بعد از بررسی تغییرات و استخراج و مقایسه آن به بررسی سه دوره تغییرات لنداسکیپ منطقه‌ی موردمطالعه و تغییرات آن در اسکیپ‌های گوناگون پرداخته شده است و در نهایت به مدل‌سازی توسعه‌ی شهر شیراز با توجه به حفظ اکولوژیک منطقه و توسعه‌ی بهینه‌ی شهری آن پرداخته شده است.

شهرستان پاکدشت در ۲۰ کیلومتری کلان‌شهر تهران واقع شده است. سهولت ایاب و ذهاب و ارزانی سکونت نسبت به شهر تهران و وجود کارخانه‌ها و کارگاه‌های متعدد باعث گردیده تا این شهرستان از مهاجرپذیرترین مناطق اطراف تهران گردد. به‌طوری‌که جمعیت مناطقی از این شهرستان مانند پاکدشت، مامازند، قوهه، خاتون‌آباد، یبر و همچنین مراکز روستایی از جمله: حصار امیر، شهرک انقلاب در طی ۵ سال اخیر به دو برابر افزایش‌یافته است. این مهاجرت بی‌رویه و پیش‌بینی‌نشده باعث گسترش ناموزون شهر پاکدشت و تخریب اراضی کشاورزی آن گردیده است. شدت و سرعت این گسترش موجب افزایش بی‌سابقه قیمت زمین و ساختمان، دگرگونی و تغییر بافت محله‌ای سکونت، ظهور محله‌های جدیدالاحداث پیش‌بینی‌نشده، مشکلات تراکم و ترافیک، حاشیه‌نشینی، بروز مشاغل کاذب و صدها عارضه بیمارگونه دیگر شده است (وزارت کشور، ۱۳۸۵). عوامل مذکور ضرورت برنامه‌ریزی منطقه‌ای استفاده از اراضی را در این شهرستان ایجاب می‌نماید. هدف از این پژوهش بررسی و ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی در شهر پاکدشت با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌باشد. بدین‌جهت با استفاده از سنجه‌های سرزمین در دو سطح کلاس و سیمای سرزمین به شناخت تغییرات کاربری‌ها در بازه زمانی موردمطالعه پرداخته شده است. همچنین برای شناخت بهتر تغییرات به‌جای نرم‌افزار Fragstats که خروجی آن به‌صورت اعداد است از نرم‌افزار TerrSat استفاده‌شده است تا با استفاده از ۴ سنجه یکنواختی سیمپسون، تنوع سیمپسون، آنتروپی نرمال‌سازی شده و غنای نسبی میزان تغییرات به‌صورت مکانی بر روی نقشه مشخص گردد.

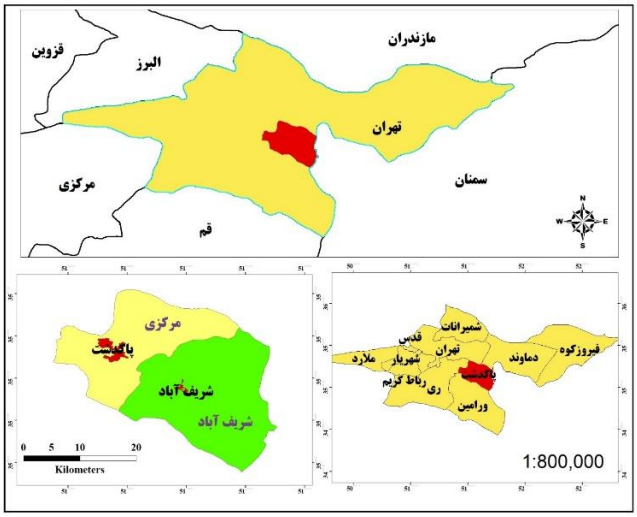
روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهرستان پاکدشت یکی از شهرستان‌های استان تهران است. این شهرستان در جنوب شهر تهران و مرکز آن شهر پاکدشت است. بنا بر سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵، تعداد ۱۰۰۲۲۸ خانوار شامل ۴۱۰۶۰۹

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

نفر در این شهرستان ساکن بوده‌اند که از این تعداد ۱۷۹،۳۷۵ نفر مرد و ۱۷۱،۵۹۱ نفر آن‌ها زن بودند. پاکدشت از شهرستان‌های استان تهران و از مهاجرپذیرترین شهرستان‌های ایران است. پاکدشت همچنین به دلیل سطح بالای زیر کشت سبزیجات و گل و گیاهان زینتی (که به تمام نقاط ایران و حتی خارج از کشور صادر می‌شود) به پایتخت گل و گیاه معروف شده است. همان‌طور که شکل (۱) نشان می‌دهد شهرستان پاکدشت از دو بخش مرکزی و شریف‌آباد تشکیل شده است که شهر پاکدشت در بخش مرکزی واقع شده است. دو شهر پاکدشت و شریف‌آباد، ۶ دهستان و ۵۵ روستا تشکیل شده است. منطقه موردمطالعه با ارتفاع ۱۱۰۷ متر از سطح دریا در زمین‌های آبرفتی جنوب رشته‌کوه‌های البرز قرارگرفته است که از لحاظ کشاورزی دارای استعدادهای بالفعل و بالقوه فراوانی است و دارای حدود ۲۴۶۳۹ هکتار اراضی کشاورزی می‌باشد.



شکل (۱). موقعیت منطقه موردمطالعه (ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۸)

داده و روش کار

روش تحقیق از نوع کمی بوده و منطق حاکم بر آن استقرایی است. رویکرد تحقیق توصیفی است و از آن برای فهم ماهیت موضوع استفاده می‌شود. داده‌ها از طریق تصاویر ماهواره‌ای حاصل از ماهواره لندست متعلق به سال‌های ۲۰۱۹ و ۱۹۸۹ میلادی که توسط سنجنده‌های OLI و MSS5 برداشت شده است، با توان تفکیک ۳۰ متر جمع‌آوری شد که تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ و ۷ به توان ۱۵ متر در نرم‌افزار ENVI 5.3 تبدیل شد. این تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5.3 بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شدند. برای استخراج نقشه پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات تصاویر حاصل از طبقه‌بندی، تصاویر در چهار طبقه اصلی مسکونی (شهر)، مناطق کشاورزی، بایر و پهنه آبی دسته‌بندی شدند. سپس دقت نقشه‌های به‌دست‌آمده از الگوریتم حداکثر احتمال برآورد گردید. پس از تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین از نرم‌افزار Fragstats جهت استخراج سنجه‌های سیمای سرزمین در دو سطح کلاس و سیما استفاده شد. Fragstats عنوان برنامه‌ای است که برای کمی‌کردن ساختار و الگوی سیمای سرزمین مورداستفاده قرار می‌گیرد. این نرم‌افزار مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای سرزمین است. این برنامه محدودیتی در مقیاس (پهنه یا بزرگ‌نمایی) ندارد و برای تجزیه‌وتحلیل الگوی مکانی و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

سنجه‌های مختلف لکه‌های تشکیل‌دهنده سیمای سرزمین در محیط‌های ناهمگن و شرایط متفاوت مناسب است، همچنین سنجه‌های محاسبه‌شده را بر اساس هکتار و یا متر بیان می‌کند. در مجموع ۱۵ سنجه جهت کمی‌سازی سیمای سرزمین در سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ م (۱۳۶۸-۱۳۹۸ ش) اندازه‌گیری شدند که خصوصیات برخی از آن‌ها در جدول (۲) آورده شده است. یکی از مسائل در امر استفاده از این سنجه‌ها، انتخاب سنجه مناسب از میان تعدد سنجه‌ها است در جدول (۱) روابط محاسباتی سنجه‌های مورداستفاده در این پژوهش ارائه شده است.

جدول (۱). فرمول‌های محاسباتی سنجه‌های مورداستفاده در این مطالعه

سطح	سنجه	مخفف	فرمول محاسباتی	واحد	محدوده تغییرات
کلاس	مساحت	TA	$TA=A\frac{1}{10000}$	هکتار	TA>0
	تعداد لکه‌ها	NP	NP=N	واحد ندارد	NP≥ 1
	تراکم لکه‌ها	PD	$\frac{n_i}{A}(10000)(100)$	هکتار	PD> 0
	پوشش سیمای سرزمین	PLAND	$PLAND = \frac{\sum_{k=1}^{m} eij}{} 100$	درصد	0< PLAND <100
	بزرگ‌ترین لکه	LPI	$LPI = \frac{max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A}(100)$	درصد	0< LPI<100
	تراکم حاشیه	ED	$ED = \frac{\sum_{i}^{k} 1\ eik}{A}$	متر در هکتار	ED>0
	کل حاشیه	TE	$TE = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}$	متر	TE ≥ 0
	تجمع	AI	$AI = \left[\frac{g_{ii}}{\max(g_{ii})}\right](100)$	درصد	0 ≤ AI ≤ 100
	انسجام	PLADJ	$PLADJ = \left[\frac{\sum_{i=1}^{m} gii}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} gik}\right](100)$	درصد	0 ≤ PLADJ ≤ 100
	پیوستگی	COHESION	$COHESION = \left[1-\frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} p_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} p_{ij}\sqrt{a_{ij}}}\right]\left[1-\frac{1}{\sqrt{z}}\right](100)$	درصد	$0 \le COHESION \le 100$
سیمای سرزمین	یکنواختی سیمپسون	$SIEI$	$SIEI = \frac{1-\sum_{i=1}^{m} p_i\, 2}{1-\left(\frac{1}{m}\right)}$	ندارد	0 ≤ SIEI ≤ 1
	تنوع سیمپسون	SIDI	$SIDI = 1-\sum_{I=1}^{S} P_i\, 2$	ندارد	0 ≤ SIDI ≤ 1
	آنتروپی نرمال‌سازی شده	NE	$E = -\sum(P * ln(P))/ln(n)$	ندارد	$0 \le NE \ge 1$
	غنای نسبی	RR	R=n/nmax*100	درصد	$0 \le RR \le 100$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

نتایج

تصاویر استفاده‌شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

تصاویر استفاده‌شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین، از تصاویر ماهواره لندست استفاده‌شده است، که این تصاویر به دلیل توان تفکیک طیفی و مکانی بسیار مناسب برای مطالعات تغییرات پوشش زمین و همچنین قابلیت دسترسی آسان‌تر این تصاویر، در این تحقیق استفاده‌شده است. جزئیات تصاویر مورداستفاده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۲). جدول توصیف متغیرها

متغیر	توصیف
h_i	فاصله(متر) هر تکه نسبت به نزدیک‌ترین همسایه از نوع خود (در شرح کلاس)بر مبنای فاصله حاشیه‌ها
P_{ij}	محیط هر تکه ij(متر)
a_{ij}	مساحت هر تکه (مترمربع)ij
A	مساحت سیمای سرزمین (مترمربع)
n_i	تعداد تکه‌های نوع (کلاس) i
e_{ik}	مجموع طول کل حاشیه‌ها (متر) ی تکه‌های سیمای سرزمین بین نوع تکه‌های i و k که شامل مناطق مرزی سیمای سرزمین نیز می‌شود
m'	تعداد تکه‌های (در سطح کلاس)هم نوع مشاهده‌شده در سیمای سرزمین و مرز سیمای سرزمین
M	تعداد تکه‌های (در سطح کلاس)هم نوع مشاهده‌شده در سیمای سرزمین به‌جز مرز خارجی سیمای سرزمین
E	طول کل حاشیه‌های سیمای سرزمین (متر)
K	تکه‌های هم نوع از ۱ تا m یا m´
S	تعداد دسته‌ها
P_i	فراوانی نسبی درسته i

(منبع: McGarigal, Marks.1995)

جدول (۳). تصاویر استفاده‌شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

نام ماهواره	سنجنده	تاریخ	ساعت
LANDSAT_8	OLI_TIRS	۲۰۱۹/۶/۱۹	۰۷:۰۸:۳۰
LANDSAT_7	ETM	۲۰۰۹/۶/۱۳	۰۶:۱۵:۵۸
LANDSAT_5	TM	۱۹۹۹/۵/۵	۶:۴۶:۴۵
LANDSAT_5	TM	۱۹۸۹/۶/۱۰	۶:۳۶:۱۱

(محاسبات نگارنده، ۱۳۹۸)

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها در سطح کلاس

جدول (۴) نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس در طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ در پاکدشت را نشان می‌دهد. مطابق با پارامترهای به‌دست‌آمده از نرم‌افزار،Fragstats می‌توان استنباط کرد. میزان ارزش CA همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، در کلاس‌ها بدین گونه است که میزان مساحت مناطق مسکونی در طی این چهار سال افزایش داشته است و بر مساحت مناطق مسکونی افزوده‌شده است. میزان مساحت کاربری پوشش گیاهی در منطقه رو به کاهش بوده است و روند نزولی داشته است و از میزان پوشش‌گیاهی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

منطقه کاسته شده است. ازآنجاکه CA[1] یکی از گویاترین سنجه‌ها برای نشان دادن ترکیب سیمای سرزمین است، بیان می‌کند چه مقدار از سیمای سرزمین توسط یک طبقه اشغال‌شده است که هر چه به سمت صفر میل کند، به این معنا است که طبقه مربوطه به‌طور فزاینده در سطح سیمای سرزمین نایاب است.

جدول (۴). نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح کلاس در طی سال ۱۹۸۹ م

سال	کاربری	PLADJ	COHESION	IJI	AI	LSI	ED	TE	LPI	PD	NP	PLAND	CA
۱۹۸۹	بایر	۹۵/۶	۹۹/۹	۹۵/۳	۹۵/۹	۱۴/۶	۳۶/۱	۵۵۷۷۰۰	۶۵	۰/۴۸	۷۵	۶۶/۸	۱۰۳۱۰/۲
	مسکونی	۸۹/۴	۹۶	۷۳/۱	۹۰/۰	۱۵/۲	۱۶/۹	۱۶۶۰۵۰	۲/۲۳	۱/۱۴	۱۷۷	۷/۸	۱۸۷۸/۳
	کشاورزی	۹۰/۴	۹۶/۴	۵۶/۶	۹۰/۸	۱۸/۱	۲۶/۱	۴۰۳۱۷۰	۲/۲۱	۱/۲۶	۴۵	۲۰/۹	۳۲۳۹/۵
۱۹۹۹	بایر	۹۶/۷	۹۹/۸	۸۹/۸	۹۷	۱۱/۲	۲۷/۵	۴۲۹۰۰۰	۶۶/۱	۰/۳۷	۵۹	۶۸/۲	۱۰۶۳۴/۹
	مسکونی	۸۹/۷	۹۵/۸	۵۸/۹	۹۰/۵	۱۱/۹	۱۰/۶	۲۶۱۹۹۰	۱/۷	۱/۷۰	۱۸۵	۱۲/۱	۲۲۲۹/۱
	کشاورزی	۸۵/۳	۹۸/۵	۴۵/۵	۸۳/۵	۱۳/۸	۲۰/۸	۳۲۵۲۳۰	۵/۵	۱/۵۵	۸۶	۱۷/۸	۲۷۱۵/۷
۲۰۰۹	بایر	۹۵/۸	۹۹/۸	۸۸	۹۶/۱	۱۴/۲	۳۵/۹	۵۵۷۶۱۰	۶۴/۶	۰/۶۰	۹۴	۶۸/۷	۱۰۶۶۲/۲
	مسکونی	۹۰/۷	۹۶/۸	۷۰/۲	۸۶/۲	۲۴/۶	۳۲/۷	۵۰۷۰۶۰	۶/۳۶	۱/۹	۱۹۱	۱۴/۳	۲۶۹۰/۹
	کشاورزی	۸۱/۴	۹۶/۶	۶۰/۲	۸۱/۸	۱۵/۹	۱۸/۲	۲۸۳۴۱۰	۱/۸۲	۱/۸۷	۱۳۵	۱۳/۸	۲۱۵۰/۶
۲۰۱۹	بایر	۹۳/۵	۹۹/۹	۹۶/۳	۹۸/۱	۱۴/۶	۳۹/۱	۶۰۳۸۰	۷۷/۷	۱/۰۷	۱۲۵	۷۸/۸	۱۱۱۴۱/۸
	مسکونی	۹۲/۴	۹۹/۲	۷۱/۶	۹۳/۷	۲۰/۴	۲۴/۸	۳۸۱۹۹۰	۸/۷	۲/۳۴	۲۰۱	۱۷/۳	۳۲۰۶/۳
	کشاورزی	۷۶/۳	۹۵/۲	۶۵/۳	۷۰/۲	۲۱/۱	۱۷/۳	۲۶۶۹۱۰	۰/۴۸	۲/۰۵	۲۵۶	۶/۷	۱۰۴۲/۲

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

تغییرات زمانی نسبت درصد مساحت در هر کلاس می‌تواند برای به دست آوردن یک چارچوب کلی از تغییر سیمای سرزمین در منطقه موردمطالعه استفاده شود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۴) و شکل (۲) بیشترین مساحت منطقه متعلق به کاربری بایر می‌باشد؛ که در تمامی دوره موردمطالعه روند افزایشی داشته است به‌نحوی‌که مساحت آن از ۱۰۳۱۰/۲ هکتار در سال ۱۹۸۹ به ۱۱۱۴۱/۸ هکتار در سال ۲۰۱۹ رسیده است. مساحت کاربری مسکونی در سال ۱۹۸۹ کمترین مساحت را در منطقه داشته است و همان‌طور که در شکل (۳) مشخص است میزان مساحت آن از ۱۸۷۸/۳ هکتار به ۳۲۰۶/۳ در سال ۲۰۱۹ رسیده است که روند افزایشی داشته است. این مسئله به دلیل مهاجرت بی‌رویه در این منطقه به دلیل نزدیک بودن به شهرک‌های صنعتی، ارزان بودن قیمت مسکن، دسترسی به جاده تهران- مشهد و ... بوده است که در طی دو دهه اخیر جمعیت این منطقه از ۱۰۵۳۲۴ به ۴۱۰۶۰۹ نفر رسیده است؛ که این مسئله به‌شدت سبب تغییر کاربری اراضی به‌خصوص کاهش زمین‌های کشاورزی در این منطقه شده است. همان‌طور که شکل (۲) نشان می‌دهد روند اراضی کشاورزی نزولی بوده است و میزان آن از ۳۲۳۹/۵ هکتار به ۱۰۴۲/۲ هکتار رسیده است. بیشترین درصد تغییرات در طی دوره مطالعاتی متعلق به اراضی مسکونی بوده است. بدین ترتیب درصد اراضی مسکونی

[1] -مساحت سطح کلاس. Total (Class) Area

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

و بایر در بازه زمانی موردنظر افزایش‌یافته و درصد اراضی کشاورزی کاهش‌یافته است؛ که بیانگر گسترش شهرنشینی و تبدیل اراضی بایر و کشاورزی به سایر کاربری‌ها می‌باشد.

روند تغییرات سنجه‌ها برای کلاس بایر منطقه نشان می‌دهد تعداد لکه‌ها (NP)[۱] از ۷۵ در سال ۱۹۸۹ به ۱۲۵ در سال ۲۰۱۹ و تراکم لکه‌ها (PD)[۲] از ۰/۸۴ به ۱/۰۷ در این بازه زمانی رسیده است که نشان از خردشدگی و گسستگی این کلاس بوده است. تعداد لکه‌ها در کلاس مسکونی از ۱۷۷ به ۲۰۱ و تراکم لکه‌ها از ۱/۱۴ به ۱/۳۴ و تعداد لکه‌ها در کلاس کشاورزی از ۴۵ به ۲۵۶ و تراکم لکه از ۱/۲۶ به ۲/۰۵ در بازه زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ رسیده‌اند. کمترین میزان خردشدگی و گسستگی متعلق به کلاس مسکونی بوده است. درحالی‌که هر دو کلاس بایر و کشاورزی دچار خردشدگی زیادی در طی این بازه زمانی شده‌اند؛ که با توجه به نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۹ بیشتر این خردشدگی در قسمت جنوبی و مرکزی منطقه (در امتداد جاده تهران- مشهد) رخداده است که این امر بیانگر چگونگی گسترش شهر و تکه‌تکه شدن لکه‌های بزرگ کشاورزی به لکه‌های کوچک‌تر در منطقه بوده است که این مسئله به ساختار ریزدانه‌ای در منطقه منجر می‌شود. افزایش لکه‌ها در کلاس کشاورزی و کاهش مساحت آن، دو شاخص مهم تجزیه بوده و نشان‌دهنده روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین به‌صورت افزایشی بوده است. بررسی درصد پوششی سیمای سرزمین (PLAND)[۳] در منطقه بیانگر این مطلب می‌باشد که درصد اراضی بایر و مناطق مسکونی افزایش داشته است درحالی‌که کلاس کشاورزی در منطقه کاهش محسوس داشته است؛ که نشان‌دهنده کاهش یکپارچگی و افزایش تکه‌تکه شدگی در سیمای سرزمین است.

شاخص شکل سیمای سرزمین LSI[۴] در هر دو کلاس مسکونی و کشاورزی افزایش داشته است؛ اما این افزایش در هر کلاس توأم با بی‌نظمی بوده است. بررسی مقادیر مربوط به این شاخص نشان می‌دهد این شاخص در کلاس‌های مسکونی و کشاورزی در سال ۲۰۱۹ بیشترین مقدار را داشته است و از نظر هندسی بیشترین مقدار بی‌نظمی و پیچیدگی را داشته است. درحالی‌که در کاربری بایر این مقدار تغییر نکرده است و حتی در طی سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۹ روندی کاهشی داشته است. بزرگ‌ترین لکه LPI[۵] بیان‌کننده میزان غلبه طبقه و

---

[۱] - Number of Patches از عوامل بسیار مهم در برنامه‌ریزی سیمای سرزمین به شمار می‌رود. برای اندازه‌گیری میزان گسستگی کلاس‌ها به کار می‌رود. مقادیر آن بزرگ‌تر یا مساوی ۱ است. وقتی این مقدار برابر ۱ است که سیمای سرزمین فقط از یک کلاس یک لکه تشکیل شده باشد (کیانی و فقهی، ۱۳۹۴- ۱۳۶).

[۲] - Patch density- برابر است با نسبت تعداد لکه‌ها به مساحت سیمای سرزمین که نشان‌دهنده الگوی سیمای سرزمین است (درویشی و نصیری صفت، ۱۳۹۷: ۱۰۵).

[۳] Percentage of Lands - درصدی از سیمای سرزمین که توسط یک کلاس اشغال‌شده است. مقادیر این سنجه بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است که صفر به این معنا است که کلاس مربوطه به‌طور فزآینده‌ای در سطح سیمای سرزمین کمیاب است و صد به معنای این است که سیمای سرزمین تنها از یک کلاس تشکیل شده است (کیانی و فقهی، ۱۳۹۴- ۱۳۶).

[۴] -Landscape Shape Index- مقدار سنجه شکل سیمای سرزمین بزرگ‌تر یا مساوی یک است. وقتی مقدار آن برابر یک است یعنی اینکه سیمای سرزمین شامل یک پهرو بنا حداکثر فشردگی و تقریباً مربع شکل از کلاس مربوطه است. وقتی‌که کلاس پراکنده‌تر می‌شود، مقادیر آن بدون محدودیت افزایش می‌یابد (کیانی و فقهی، ۱۳۹۴- ۱۳۶).

[۵] -Largest Patch Index - درصد از سیمای سرزمین که توسط بزرگ‌ترین لکه اشغال‌شده است و در واقع یک اندازه‌گیری ساده از چیرگی است. مقادیر این سنجه نیز بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است که صفر به معنای این است که بزرگ‌ترین لکه موجود در کلاس

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

نشان‌دهنده تخریب یکپارچگی پوشش اراضی است که در اینجا کاهش این سنجه در کلاس کشاورزی نشان‌دهنده تخریب در این کلاس به دلیل افزایش شهرنشینی است. سنجه کل لبه یا حاشیه[۱] (TE) از سنجه‌های پیکره‌بندی است که نشان‌دهنده طول لبه‌ها و مرزهای موجود در درون سیمای سرزمین است. مقدار این سنجه محیط تکه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین بیان می‌کند. اراضی بایر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. اثر تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین با افزایش تراکم لکه و تراکم حاشیه قابل‌مشاهده است. مقدار TE در کلاس کشاورزی در بازه زمانی موردمطالعه افزایش نداشته است بلکه روند کاهشی را داشته است. سنجه تراکم حاشیه[۲](ED) در دو کاربری بایر و مسکونی افزایش داشته است. این افزایش در کاربری مسکونی در طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ به بالاترین میزان رسیده است. درحالی‌که این سنجه در کاربری کشاورزی روند کاهشی داشته است.

شاخص پراکندگی (IJI) در کاربری شهری و بایر تفاوت معناداری ندارد و تا حدودی روندی کاهشی داشته است که بیانگر کاهش پراکندگی این دو کلاس در طی بازه زمانی موردمطالعه می‌باشد. درحالی‌که در کلاس کشاورزی این شاخص افزایش داشته است که بیانگر افزایش پراکندگی این کاربری می‌باشد.

سه سنجه پیوستگی (COHESION)[۳]، انسجام (PLADJ[۴]) و شاخص تجمع (AI[۵])، برای نشان دادن بعد فشردگی به می‌روند. شاخص‌های فشردگی علاوه بر اینکه شکل لکه را اندازه‌گیری می‌کنند، میزان پراکندگی و چندپارگی سیمای سرزمین را هم نشان می‌دهند. در هر سه سنجه، مقادیر کاربری بایر تفاوت معنادار مشاهده نمی‌شود. در کاربری مسکونی در طی مقطع زمانی ۱۹۸۹-۱۹۹۹ تفاوتی وجود ندارد درحالی‌که در طی دوره دوم و سوم میزان پیوستگی افزایش‌یافته است. درحالی‌که در کاربری کشاورزی مقادیر این سنجه روند کاهشی داشته است که بیانگر کاهش پیوستگی این کاربری می‌باشد.

به‌طور فزایندهای کوچک باشد و صد به معنای این است که کل سیمای سرزمین یک لکه در کل منطقه است و در واقع بزرگ‌ترین لکه تمام سیمای سرزمین را پوشانده باشد (کیانی و فقهی، ۱۳۹۴- ۱۳۷).

[۱] Total Edge اندازه مطلق طول حاشیه کل یک کلاس معین است. مقادیر آن بزرگ‌تر مساوی یک است و واحد آن به متر است. حاشیه کل هنگامی برابر صفر است که سیمای سرزمین فاقد حاشیه کلاس است و کاربر در کل سیمای سرزمین هیچ مرزی از سیمای سرزمین را به‌عنوان حاشیه‌ای که مورد تیمار قرار گیرد در نظر نمی‌گیرد.

[۲] -Edge Density - برابر است با نسبت طول حاشیه یک کلاسه به مساحت سیمای سرزمین

[3]- Patch cohesion index

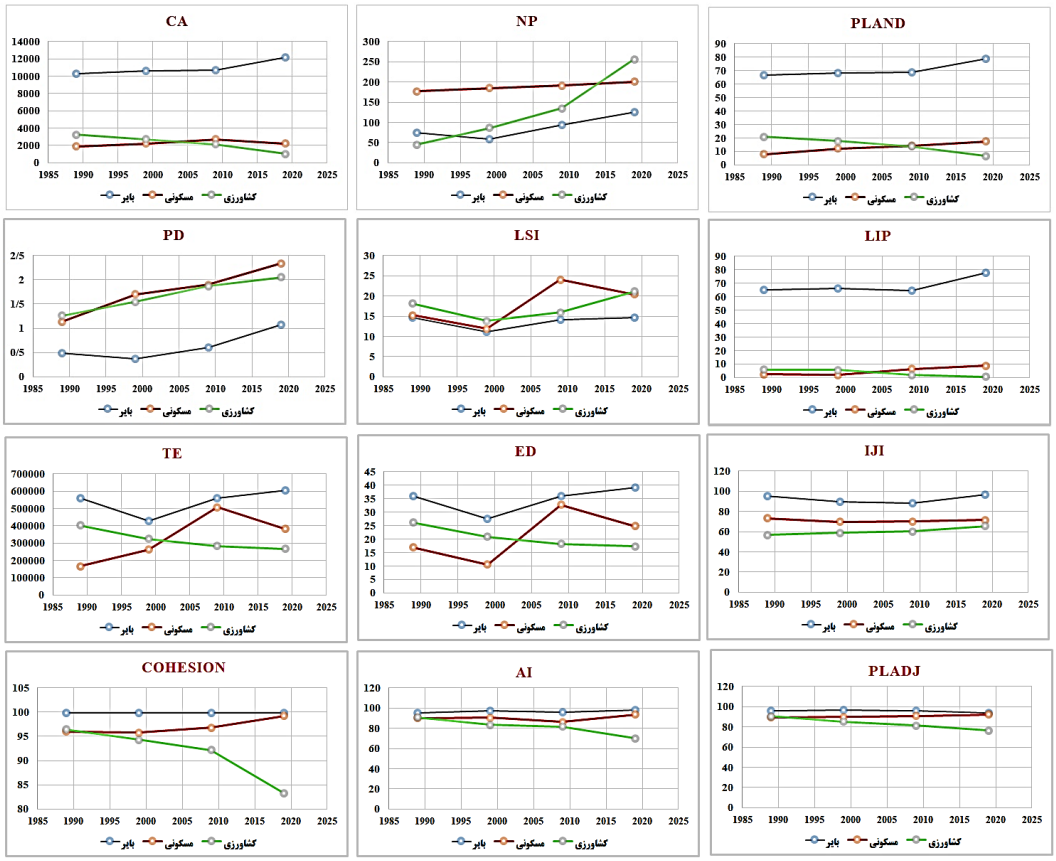
[4] - Percentage of like adjacencies

[5]- Aggregation index

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]

[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]



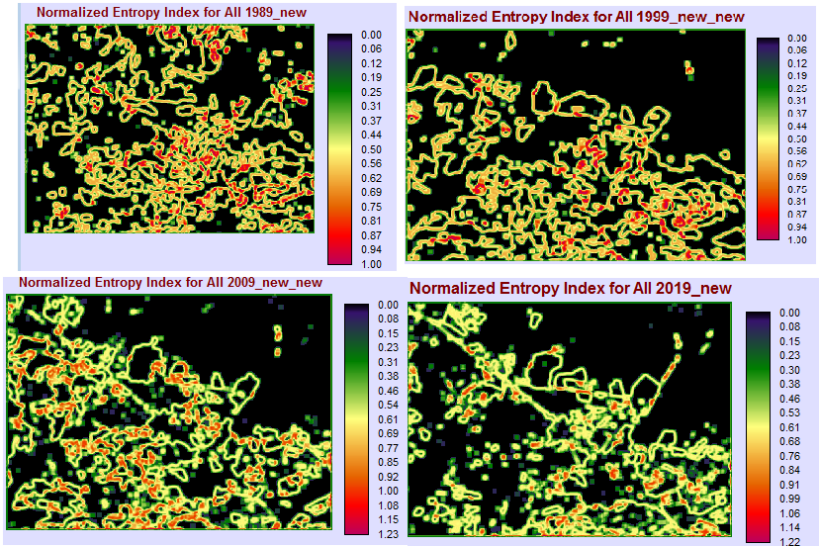
شکل (۲). مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین در کلاس‌های کاربری در مقطع زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ م. در پاکدشت
(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین

محاسبه سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین بدین معناست که کل منطقه موردمطالعه به‌صورت یکپارچه بوده و به طبقات مختلف تقسیم‌بندی نشده است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۴- ۲۰۶). جدول (۵) مقادیر کمی سنجه‌ها در مقیاس سیمای سرزمین را نشان می‌دهد. برای تهیه برخی از سنجه‌ها به‌صورت کیفی از نرم‌افزار TerrSat استفاده شد؛ که از شش شاخص سنجه تنوع شانون (SHDI)[1]، یکنواختی سیمپسون (SIEI)، تنوع سیمپسون (SIDI)، تراکم حاشیه (ED)[2]، آنتروپی نرمال‌سازی شده[3] (NE) و غنای نسبی[4] (RR) استفاده‌شده است.

[1]- Shannon 's Diversity Index
[2]- Edge Density
[3] - Entropy of Normalization
[4] - Relative richness

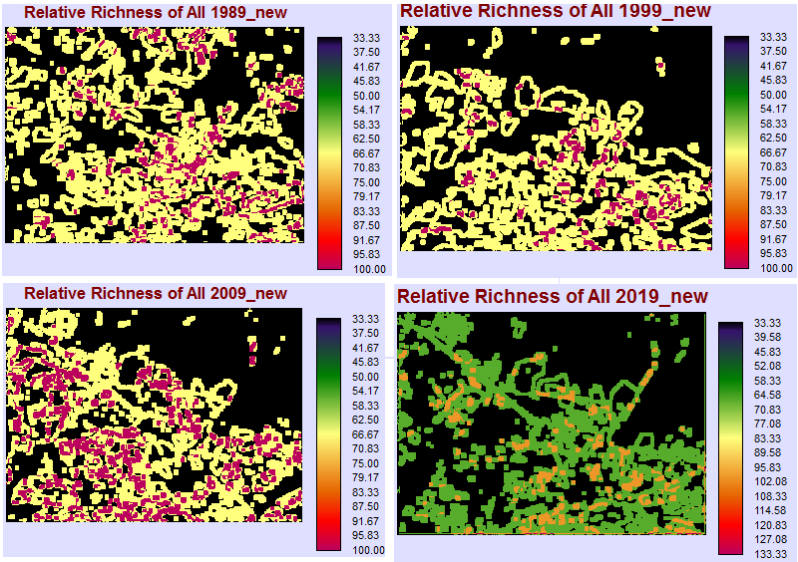
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]



شکل (۳). آنتروپی نرمال‌سازی شده سیمای سرزمین در مناطق موردمطالعه

(یافته‌های تحقیق،۱۳۹۸)

شکل (۳) آنتروپی نرمال‌سازی شده سیمای سرزمین در منطقه موردمطالعه را نشان می‌دهد. مقدار این سنجه بین ۰ تا ۱ میل می‌کند. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود بیشترین تغییر کیفی بازه موردمطالعه متعلق به سال ۱۹۹۹ می‌باشد.

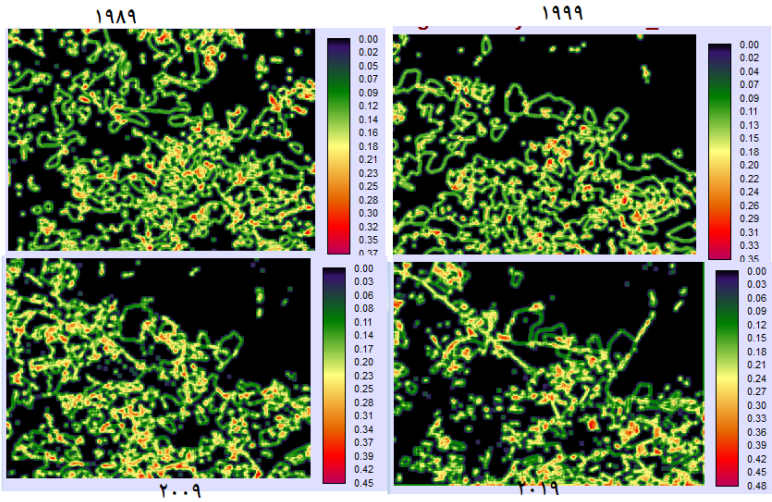


شکل (۴). سنجه تراکم حاشیه در سیمای سرزمین در مناطق موردمطالعه

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

شکل (۴) سنجه تراکم حاشیه در سیمای سرزمین در مناطق موردمطالعه نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین تغییر و روند افزایشی متعلق بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ می‌باشد.



شکل (۵). سنجه غنای نسبی در سیمای سرزمین در منطقه موردمطالعه برحسب درصد

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

شکل (۵) سنجه غنای نسبی در سیمای سرزمین در مناطق موردمطالعه نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین تغییر و روند افزایشی متعلق به سال ۲۰۱۹ می‌باشد و در بازه زمانی موردمطالعه این بازه در منطقه موردمطالعه روند افزایشی داشته است.

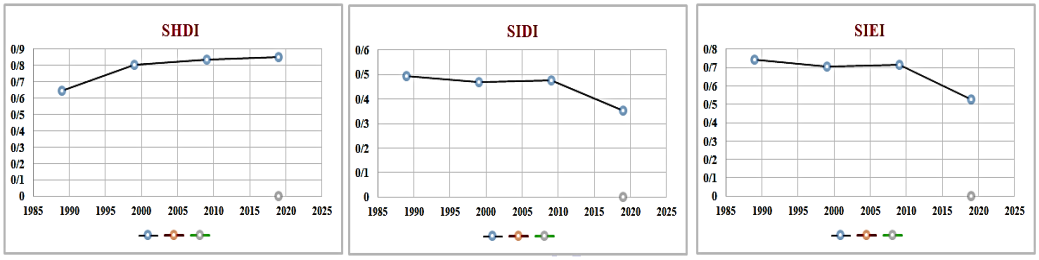
جدول (۵). نتایج سنجه‌های سیمای سرزمین

سال	SIEI	SIDI	SHDI
۱۹۸۹	۰/۷۴۱	۰/۴۹۴	۰/۶۴۷
۱۹۹۹	۰/۷۰۶	۰/۴۷۰	۰/۸۰۲
۲۰۰۹	۰/۷۱۶	۰/۴۷۷	۰/۸۳۵
۲۰۱۹	۰/۵۲۸	۰/۳۵۲	۰/۸۵۳

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

بر اساس جدول (۵) شاخص تنوع شانون (SHDI) از ۰/۶۴۷ به ۰/۸۵۳ رسیده است که بیانگر تغییر کاربری‌های مختلفی در منطقه می‌باشد. همچنین شاخص تنوع سیمپسون (SIDI)نیز از ۰/۴۹۴ به ۰/۳۵۲ در سال ۲۰۱۹ رسیده است. شاخص یکنواختی سیمپسون (SIEI)از ۰/۷۴۱ به ۰/۵۲۸ در سال ۲۰۱۹ رسیده است این کاهش به‌خصوص در مقطع زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۹ رخ داده است که بیانگر کاهش یکنواختی در منطقه می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]



شکل (۶). نمودار سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در منطقه پاکدشت

(یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸)

نتیجه‌گیری

کسب اطلاعات در مورد عملکردهای سرزمین و کنش و واکنش‌های بین کاربری‌ها، لازمه برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار عرصه‌های طبیعی است. پیچیدگی‌های الگوهای منظر و ضرورت کمی‌سازی و تحلیل آن‌ها سبب گسترش سنجه‌های گوناگونی شده است. در این تحقیق از سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین در این راستا استفاده شد و نتایج حاصل از سنجه‌های مساحت کل، درصد از سیمای سرزمین، حاشیه کل و تراکم حاشیه نشان داد که زمین‌های بایر بیشترین سهم را از منظر منطقه دارد. به عبارتی با توجه به نقشه کاربری به دست در طی بازه زمانی مورد منظر اصلی در قسمت شمال منطقه اراضی بایر و در قسمت‌های جنوبی زمین‌های کشاورزی و در مرکز منطقه مناطق مسکونی می‌باشد. تعداد لکه‌ها در همه کاربری‌ها در بازه زمانی موردمطالعه افزایش‌یافته است که نشان از خردشدگی و گسستگی این کلاس بوده است. کمترین میزان خردشدگی و گسستگی متعلق به کلاس مسکونی بوده است. که با نتایج تحقیق میرزایی و همکاران (۱۳۹۲) و محمدی جو و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت داشته است. شاخص شکل سیمای سرزمین در هر دو کلاس مسکونی و کشاورزی افزایش داشته است؛ اما این افزایش در هر کلاس توأم با بی‌نظمی بوده است. بزرگ‌ترین لکه بیان‌کننده میزان غلبه طبقه و نشان‌دهنده تخریب یکپارچگی پوشش اراضی است که در اینجا کاهش این سنجه در کلاس کشاورزی نشان‌دهنده تخریب در این کلاس به دلیل افزایش شهرنشینی است. شاخص پراکندگی (IJI) در کاربری شهری و بایر تفاوت معناداری ندارد و تا حدودی روندی کاهشی داشته است که بیانگر کاهش پراکندگی این دو کلاس در طی بازه زمانی موردمطالعه می‌باشد. درحالی‌که در کلاس کشاورزی این شاخص افزایش داشته است که بیانگر افزایش پراکندگی این کاربری می‌باشد. نتایج سه سنجه پیوستگی، انسجام و شاخص تجمع با یکدیگر مطابقت دارد. هر سه سنجه، مقادیر کاربری بایر تفاوت معنادار مشاهده نمی‌شود. نتایج به‌دست‌آمده از کاربرد متریک‌های مورداستفاده از تحقیق نیز بیانگر کارآیی متریک‌های مساحت کلاس، شاخص بزرگ‌ترین لکه، تعداد لکه در بررسی و تحلیل تغییرات است که با یافته‌های به‌دست‌آمده از تحقیقات میلر و براور[1] (۲۰۱۸)، فن و مینیت[2] (۲۰۱۷)، رضایی و همکاران (۱۳۹۶)، کیانی و فقهی (۱۳۹۴)، مطابقت دارد.

[1]- Millera & Brewer
[2]- Fan & Myint

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

نتایج به‌دست‌آمده از سنجه‌های آنتروپی نرمال‌سازی شده و غنای نسبی با نتایج تحقیق پلکسیدا[1] و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. نتایج شاخص تنوع شانون بیانگر تغییر کاربری‌های مختلفی در منطقه می‌باشد، درحالی‌که نتایج شاخص تنوع سیمپسون شاخص یکنواختی سیمپسون بیانگر کاهش یکنواختی در منطقه می‌باشد. در مجموع نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده کارایی سنجه‌های مورداستفاده در تحلیل وضعیت فعلی کاربری‌ها در منطقه است که می‌توان از آن‌ها برای آشکارسازی و تحلیل هرچه بهتر تغییرپذیری‌های سرزمین استفاده نمود. این جمع‌بندی با نتایج بررسی نوهگار[2] و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد.

منابع

امان پور سعید؛ بهمئی حجت؛ کاملی فر محمدجواد؛ (۱۳۹۶)، **تحلیلی بر تغییرات کاربری اراضی در کلان‌شهرها با استفاده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای در محیط ENVI«مطالعه موردی: کلان‌شهر اهواز»**، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)،**۲۶(۱۰۲)**:۱۴۰- ۱۵۲.

داداش‌پور هاشم؛ سالاریان فردیس؛ (۱۳۹۴)، **تحلیل تأثیر پراکندروی بر تغییر کاربری زمین در منطقه شهری ساری**. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، **۳۰(۲)**:۱۶۳-۱۴۵

رضایی فاطمه؛ فلاحتکار سامره؛ داداش‌پور هاشم؛ (۱۳۹۶)، **تغییرات فضایی- زمانی شکل شهرهای ساحلی و غیرساحلی استان مازندران با به‌کارگیری سنجه‌های سیمای سرزمین**، مجله آمایش سرزمین،**۹(۱)**: ۷۹-۵۷

کرمی آرش؛ فقهی جهانگیر؛ (۱۳۹۰)، **بررسی کمی‌کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)**، مجله محیط‌شناسی، **۳۷(۶۰)**: ۷۶- ۸۸

مرادی، عباس، تیموری حسن: دژکام صادق؛ (۱۳۹۴)، **پایش تغییرات فیزیکی سیمای سرزمین شهر کرج با استفاده از تحلیل سینوپتیک و تصاویر ماهواره‌ای**، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، **۱۹(۱)**: ۱۴۷-۱۲۷.

مختاری زهرا؛ سیاح نیا رومینا؛ (۱۳۹۶)، **مبانی مطالعه و کمی سازی ساختاری سیمای سرزمین به همراه راهنمای نرم‌افزار Fragstats 4.2**، انتشارات آوای قلم، تهران.

میرزایی محسن؛ ریاحی بختیاری علیرضا؛ سلمان ماهینی عبدالرسول؛ غلامعلی فردْ مهدی؛ (۱۳۹۲)، **بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۶۳**، اکولوژی کاربردی، **۲(۴)**: ۳۷-۵۴.

نوحه‌گر احمد؛ جباریان امیر؛ افراخته روشنک؛ (۱۳۹۴)، **تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین**، مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، **۳(۱۵)**: ۲۱۴-۱۹۷.

Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J.G., (2009). **Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization**. Landscape and urban planning, **92(3),** 187-198

Fan, Chao, Myint, Soe, (2017), **A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation,** Journal Landscape and Urban Planning, **12(121)**, 117–128

[1]- Plexida
[2]- Nohegar

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]
[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]

Hassan, Mohammad Mehedy. (2017), **Monitoring land use/land cover change, urban growth dynamics and landscape pattern analysis in five fastest urbanized cities in Bangladesh**.Journal Remote Sensing Applications: Society and Environment. **15(78),** 69–83,

Herold, M., Couclelis, H. and Clarke, K. C. (2003), **The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. Journal of Compu ters**, Journal Environment and Urban Systems, **29(4)**, 369–399

Huang, Yueqing Xu, Piling Sun, Guiyao, Zhou, Chao, Liu, Longhui, Lu, Ying, Xiang, Hui, Wang, (2019), **Land use/land cover changes and its impact on ecosystem services in ecologically fragile zone: A case study of Zhangjiakou City, Hebei Province, China**, Journal Ecological Indicators, 12(102), 604-614

Kelly, M., Tuxen, K. A., and Stralberg, D. (2011). **Mapping changes to vegetation pattern in a restoring wetland: finding pattern metrics that are consistent across spatial scale and time**. Journal Ecological Indicators, **22(11),** 263-273

Lu, D., Mausel, P., Brodizio, E. and Moran, E., (2009), **Change detection techniques**, International Journal of Remote Sensing, **10(75),** 7265–7112

Mialhe, ois, Franc¸ Yanni Gunnell. Andres, Ignacio. Nicolas Delbart, Jenifer, Ogania, Sabine Henry, (2-15), **Monitoring land-use change by combining participatory land-use maps with standard remote sensing techniques: Showcase from a remote forest catchment on Mindanao, Philippines**, Journal International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, **15(36),** 69-82.

Matsushita Bunkei and et al., (2006), **Characterizing Changes in Landscape Structure in the LakeKasumigaura Basin, Japan Using a High-Quality GIS Dataset**. Journal of Landscape and Urban Planning, **78(3):**241-250

McGarigal and Marks, (1995). **Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. USA: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service,** Pacific Northwest Research Station 122pp

Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y. and Qi, J.G., (2009). **Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization**. Landscape and urban planning**, 92(3),** pp.187-198

Fan, Chao, Myint, Soe, (2017), **A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation**, Journal, Landscape and Urban Planning, **22(121)**, 117–128

Soffianian, A. and Ahmadi Nadoushan, M., (2010), **Modeling Urban Changes Using Geomod Model in Arak, Iran,** 71.1, in 2rd International Conference on Cartography and GIS.5-71 June, Nessebar, Bulgaria

Wakode, Hemant Balwant, Klaus, Baier, Ramakar, Jha. & Raffig, Azzam, (2014). **Analysis of urban growth using Lands at TM/ETM data and GIS- a case study of Hyderabad, India**. Journal Arabian Journal of Geosciences**, 7(1),** 109-121

Zhang, L., Wu, J., Zhen, Y. and Shu., J, (2004). **A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China.** Journal of Landscape and Urban Planning,69: 1–16.

Zhang X, Zhong T, Feng X, Wang K, (2009), **Estimation of the relationship between vegetation patches and urban land surface temperature with remote sensing.** International Journal of Remote Sensing, **30 (8):**2105-2118.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.140.3]

[DOI: 10.61186/jgs.23.71.137]