نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و چهارم، شماره ۷۲، بهار ۱۴۰۳

تغییرات زمانی سنجه‌های سیمای سرزمین پوشش‌گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل

دریافت مقاله: ۹۷/۱۲/۷ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۳/۲۰

صفحات: ۷۹-۶۵

رئوف مصطفی‌زاده: استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.[1]
Email: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir
فریبا اسفندیاری: استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
Email: fariba.darabad@gmail.com
مهناز حمزه‌ای: دانشجوی کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی گرایش برنامه‌ریزی محیطی، اردبیل، ایران.
Email: Mahnaz.hamzeei2018@gmail.com
نازیلا علایی: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی اردبیل، ایران.
Email: nazila.alaie96@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش، ارزیابی تغییرات زمانی پوشش‌گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در یک بازه زمانی ۸ ساله است که برای برنامه‌ریزی‌های حفظ اکوسیستم رودخانه و مطالعه مورفولوژی آن حائز اهمیت است. برای تهیه نقشه پوشش حاشیه رودخانه قره‌سو از تصاویر GoogleEarth برای سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۶، ۲۰۱۹ به‌دلیل وضوح تصاویر استفاده شد. به‌منظور ارزیابی ارتباط بین سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره‌های زمانی موردبررسی از تحلیل همبستگی در محیط برنامه‌نویسی R استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده افزایش روند سنجه تعداد کل لکه بیانگر افزایش تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین طی زمان موردمطالعه بوده است. مقدار سنجه پیوستگی سیمای سرزمین ۹۱/۵۲ درصد به ۹۵/۴۹ درصد در این منطقه طی دوره موردمطالعه بوده است که نشان‌دهنده افزایش یکپارچگی و بهبود پیوستگی در سیمای سرزمین می‌باشد. ارزیابی تعداد لکه در تحقیق حاضر روند افزایشی را نشان داد که بیش‌ترین مقدار برای بازه زمانی ۲۰۱۹ بوده است. هم‌چنین نتایج تغییرات عرض رودخانه قره‌سو نشان داد که عرض رودخانه در سال ۲۰۱۹ به‌ترتیب با حداکثر و حداقل ۲۷/۴۳ و ۳/۹۷ است. مقایسه مقادیر عرض رودخانه در سه دوره مطالعاتی نشان‌دهنده روند افزایشی در عرض رودخانه می‌تواند ناشی از محدود شدن عرض رودخانه توسط فعالیت‌های انسانی و یا حفاظت کناره‌ها برای حفاظت از اراضی کشاورزی در برابر تعریض کناره‌ها باشد. هم‌چنین همبستگی عرض رودخانه نشان داد که بین دوره زمانی ۲۰۱۹ و ۲۰۱۶ همبستگی ۰/۶۳ و در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد. کم‌ترین همبستگی بین دوره زمانی ۲۰۱۹ و ۲۰۱۱ با مقدار عددی ۰/۳۰ در سطح ۵ درصد محاسبه شد. در حالت کلی نتایج تغییرات در جوامع حاشیه رودخانه را می‌توان با پیشروی عملیات کشاورزی تا نزدیک حریم رودخانه مرتبط دانست.

واژگان کلیدی: پایش تغییرات، پیوستگی سیمای سرزمین، حاشیه رودخانه، عرض رودخانه

---

۱. **نویسنده مسئول**: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه منابع طبیعی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

مقدمه

تغییرات مجرای رودخانه تحت‌تأثیر عوامل مختلفی همچون فرسایش کنار رودخانه‌ای، رسوب‌گذاری، رژیم جریان، اقلیم منطقه، کاربری اراضی حاشیه رودخانه و خصوصیات پوشش‌گیاهی است. رودخانه‌ها بر اساس عوامل متعدد تکتونیکی، لیتولوژی، اقلیمی و انسانی به انواع گوناگونی تقسیم می‌شوند. عوامل متعددی از جمله زمان دبی، بار رسوبی و سطح اساس بر آن تأثیرگذار بوده و رودخانه به‌صورت حفر، رسوب‌گذاری، تغییر الگو و تغییر شکل مجرا به آن پاسخ می‌دهد (خالقی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۱۳). این تغییرات می‌تواند درون‌زاد یا برون‌زاد باشد. تغییرات درون‌زاد به‌صورت ذاتی در رژیم رودخانه وجود دارند و شامل مهاجرت کانال، میان‌برها و تغییر مسیر مجرا می‌باشند. تغییرات برون‌زاد در پاسخ به تغییرات خارجی از قبیل نوسانات اقلیمی یا تغییر رژیم‌های آب و رسوب در نتیجه مداخلات انسانی به وجود می‌آیند (گارد[1]، ۲۰۰۶). تغییر کاربری اراضی و رشد شهری، فرآیندهای دینامیک مکانی-زمانی هستند که موردتوجه طراحان، حامیان طبیعت، بوم‌شناسان، اقتصاددانان و مدیران منابع هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹۷۱) سیستم‌های رودخانه‌ای در نتیجه فرایندهای عادی فرسایش و رسوب‌گذاری دست‌خوش تغییر می‌شوند و نسبت به تغییر اقلیم، سطح اساس، تکتونیک و اثرات انسانی پاسخ می‌دهند (خیری‌زاده آروق و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۹). تحرک جانبی، یکی از معمول‌ترین تغییرات مجرای رودخانه‌ها می‌باشد. بسته به شرایط، حرکت جانبی می‌تواند به شکل‌های مختلفی از قبیل: تنگ‌شدگی، عریض‌شدگی، مهاجرت مئاندر، تغییر مسیر و میان‌برها صورت گیرد (خیری‌زاده آروق و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۸). لاوش و هرزوگ[2] (۲۰۰۲: ۳) از سنجه‌های سیمای سرزمین جهت بررسی تغییرات کاربری در شرق آلمان استفاده نمودند، نتایج مطالعه حاکی از آن است که سنجه‌های سرزمین شاخص مناسبی جهت بررسی سرزمین در طول دوره‌های زمانی است و باید در میان سنجه‌های موجود بهینه آن‌ها انتخاب گردد و مورداستفاده قرار گیرد. باروس[3] و همکاران (۲۰۰۵: ۶۹) با استفاده از سنجه‌های اندازه، شکل، تراکم، توزیع و همسایگی به بررسی تخریب سریع جنگل‌های آمازون برزیل بررسی نمودند و اظهار کردند در صورت ادامه این روند تا سال ۲۰۲۰ وسعت چشم‌گیری از جنگل‌ها به نابودی خواهد رفت. تانگ[4] و همکاران (۲۰۰۸: ۲۶۹) تغییرات زمانی و مکانی سیمای سرزمین دو شهر هیوستون تگزاس در آمریکا و شهر داکینگ در چین را با هم مقایسه کردند. در مطالعه آن‌ها اثر توسعه شهری را بر روی الگوی سیمای سرزمین دو شهر بررسی شد. نتایج نشان داد که سیمای سرزمین‌های طبیعی مانند تالاب و جنگل‌ها در فاصله بیست سال اخیر تخریب‌شده و برعکس سیمای سرزمین‌های شهری گسترش پیدا کرده‌اند. سو[5] و همکاران (۲۰۱۴: ۱۰) تغییرات الگوی پراکنش اراضی کشاورزی در یک دوره سی‌ساله در حوزه آبخیز کیانتانگ چین را با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین ارزیابی کرده و نتیجه گرفتند که در این فاصله زمانی، اراضی کشاورزی، پایداری خود را ازدست‌داده و به قطعات جدا با شکل نامنظم تفکیک شده‌اند. کاستیلو[6] و همکاران (۲۰۱۵: ۲۴۷) پوشش

1. Garde
2. Lausch and Herzog
3. Barros
4. Tang
5. Su
6. Castillo

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

جنگلی در پارک طبیعی مونکایو اسپانیا را با استفاده از فناوری سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی کردند. اطلاعات به‌دست‌آمده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین نشان‌دهنده افزایش تکه‌تکه شدن و در نتیجه افزایش تنوع فضایی در سطح سیمای سرزمین است. در ژاپن نیز کانگ[1] و همکاران (۲۰۱۳: ۱۱)، پس از محاسبه سنجه‌های شاخص تنوع شانون۱، چیرگی۲، شاخص یکنواختی شانون۳، درصد سیما، تراکم حاشیه، تراکم لکه و میانگین اندازه لکه در سال‌های ۱۸۸۸، ۱۹۰۹، ۱۹۶۱ و ۲۰۰۲ به این نتیجه رسیدند که تنوع در سیمای سرزمین کاهش یافته و نواحی شهری، علفزار، شالیزار و مرتع در داخل لکه‌های بزرگ متمرکز شده‌اند و جداشدگی مربوط به پیکره‌های آبی بوده است. مکفرلن[2] و همکاران (۲۰۱۷: ۴۴۷)، به مطالعه پوشش‌گیاهی به‌عنوان شاخص شرایط آب‌وهوایی در غرب آمریکای شمالی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند و با هدف تشخیص شاخص پوشش‌گیاهی رودخانه‌ای نسبت به پوشش گیاهان بومی ساحلی موجود در یک منطقه و به این نتیجه رسیدند که دقت تخمین شاخص پوشش‌گیاهی به میزان ۸۵٪ درصد بوده است. پیککو[3] و همکاران (۲۰۱۷: ۷۶۰)، به بررسی تغییرات زمانی متوسط و کوتاه‌مدت پوشش‌گیاهی ساحل، جزیره و کانال در واکنش به فشار انسانی در یک رودخانه پرداختند با استفاده از عکس‌های هوایی و با هدف بررسی روند تکاملی متوسط و کوتاه‌مدت پوشش‌گیاهی، جزایر رشته‌ای و ویژگی‌های کانال اصلی در امتداد یک بستر ماسه‌ای رودخانه پیای (شمال شرقی ایتالیا) مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که تغییرات در روند تکاملی رودخانه به تغییرات فعالیت‌های انسانی در کانال اصلی و در مقیاس حوضه بستگی دارد. در ایران نیز کاوه و ابراهیمی (۱۳۹۰: ۵۹)، به بررسی تغییرات زمانی و مکانی پهنه پوشش‌گیاهی حاشیه مرطوب رودخانه آقبلاغ واقع در شهرکرد طی ۵ دوره با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. نتایج نشان داد حاشیه مرطوب رودخانه در دوره‌های مختلف زمانی تغییرات زیادی داشته است که این تغییرات را می‌توان ناشی از برداشت آب از سفره زیرزمینی اطراف رودخانه برای مصارف کشاورزی و شرب و یا تبدیل حاشیه مرطوب به اراضی کشاورزی و غیره دانست. در ادامه محبی و میرزایی (۱۳۹۳: ۲۱)، به مطالعه و ارزیابی ثبات و پایداری حاشیه رودخانه ارس با استفاده از شیوه A–Syst با هدف شناخت وضعیت ثبات و پایداری واحدهای موردمطالعه، مناطق اولویت‌دار انجام طرح‌ها و پروژه‌های تثبیت را معرفی نمودند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد حاشیه رودخانه از سد میل تا اوزون‌تپه سفلی دارای وضعیت خوب و ابتدا تا انتهای عرصه جنگل‌کاری شده با گونه صنوبر نیز از دیدگاه فرسایش کناری وضعیت متوسطی دارند. غلامی (۱۳۹۵: ۲۱)، به بررسی الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل‌های حاشیه رودخانه در پناهگاه حیات‌وحش کرخه با هدف تجزیه‌وتحلیل پراکنش درختان در پناهگاه حیات‌وحش کرخه و بررسی میزان تغییرپذیری و الگوی تغییرات آن‌ها نسبت به فاصله از رودخانه انجام گرفت و با استفاده از روش‌های زمین‌آماری به این نتیجه رسید که بیش‌ترین پراکنش گونه‌های رودخانه بوده و با دور شدن از رودخانه تعداد گونه‌ها کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین رحیمی (۱۳۹۶)، به ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر مورفولوژی مجرای رودخانه قره‌سو از سد سبلان تا تلاقی رودخانه اهر چای پرداخت و به این نتیجه رسید که بیش‌ترین

[1]. Kang
[2]. Macfarlane
[3]. Picco

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

افزایش کاربری کشاورزی در محدوده دشت سیلابی رودخانه قره‌سو و در طی ۱۲ سال اخیر بوده است . با توجه به عبور رودخانه قره‌سو از کاربری‌های مختلف اراضی و تغییرات چشمگیر پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه و تأثیر آن بر تغییرات مجرای عرض رودخانه، منطقه موردمطالعه انتخاب شد. هم‌چنین با توجه به تأثیر پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه بر ویژگی‌های جریان رودخانه و نیز فرسایش بستر و کناره‌های رودخانه، مطالعه تغییرات کمّی آن می‌تواند با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین میسر گردد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۷) به آشکارسازی تغییرات جانبی مجرای رودخانه قزل اوزن در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳ پرداختند. در این تحقیق خطوطی با فواصل مشخص از هر دو طرف مجرا به‌عنوان خطوط مبنا ترسیم شد. این خطوط برای دوره‌های زمانی موردمطالعه ثابت بوده و ازاین‌رو جابجایی‌های مجرا نسبت به این خطوط به‌صورت کمّی محاسبه شد. نتایج نشان داد که در طی دوره موردمطالعه نزدیک ۲۰۷/۱۴ هکتار به ساحل سمت راست رودخانه افزوده و نزدیک به ۲۱۵/۳۱ هکتار از ساحل سمت راست کاسته گردید. بر اساس مرور منابع و اهمیت جوامع حاشیه رودخانه در حیات موجودات و گیاهان بستر و حاشیه رودخانه و ارتباط آن با کاربری اراضی از مواردی است که لزوم انجام تحقیق در این زمینه را توجیه می‌نماید.

مواد و روش

معرفی محدوده موردمطالعه

قره‌سو یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های منطقه مشگین‌شهر، دشت مغان و اردبیل است که به رود مرزی ارس می‌ریزد. این رودخانه از به هم پیوستن دو شعبه دامنه‌های شمال غربی کوهستان تالش و دامنه‌های شمال شرقی کوه‌های بزغوش به وجود می‌آید. مختصات جغرافیایی این رودخانه از روستای پل‌الماس تا ارباب‌کندی ″۴۴′۰۱°۴۸ تا ″۳۳′۱۱°۴۸ طول جنوبی و ″۲۳′۰۹°۳۸ تا ″۴۱′۲۹°۳۸ عرض شمالی است. اطراف این رودخانه کاربری‌های کشاورزی، باغ، مرتع و مسکونی را شامل می‌شود که به‌عنوان نمونه در شکل (۱)، ارائه شده است.

الف) زراعت آبی ب) مرتع

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

ج) باغ د) مسکونی

شکل (۱). نمایی از کاربری‌های مختلف اراضی در اطراف حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل (منبع: تصاویر گوگل ارث)

روش تحقیق

در این تحقیق بر اساس کیفیت مطلوب تصاویر، در دسترس بودن و فصل رویش پوشش‌گیاهی منطقه موردمطالعه در سال‌های ۲۰۱۱، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ انتخاب شدند. از نرم‌افزار GoogleEarth برای استخراج پوشش‌های حاشیه رودخانه استفاده شد (کاکه‌ممی و همکاران، ۱۳۹۶؛ ۱۲۶). برای این‌منظور تغییرات زمانی خصوصیات پوشش‌گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل در طول یک دوره ۸ ساله (۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹) مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه با توجه به هدف پژوهش پس از تهیه نقشه کاربری پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 و تبدیل آن به فرمت رستری، برای کمّی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین از نرم‌افزار Fragstats 4.2 در سطح سیما و لکه در سال‌های (۲۰۱۱، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹) استفاده شد. قابل ذکر است که سنجه‌های سیمای سرزمین با ارتباط درونی و همبستگی بالا از ادامه بررسی حذف شدند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۶۴). علاوه بر این بر اساس هدف تحقیق و نیز تغییرات مرتبط با پوشش‌گیاهی رودخانه، سنجه‌های مرتبط و مؤثر از طریق آزمون توکی انتخاب شدند. در نهایت تغییرات سنجه‌ها در بازه‌های موردتحقیق و نیز واریانس تغییرات مدنظر بوده است. به‌دلیل تعداد زیاد سنجه‌ها، وجود همبستگی بین برخی از آن‌ها و به‌منظور پرهیز از تولید اطلاعات زائد، بر اساس مرور منابع علمی و دانش کارشناسی و با توجه به تناسب سنجه‌ها با هدف مطالعه و توجه به همبستگی بین مفهوم آن‌ها، مجموعه‌ای از سنجه‌های ترکیب و توزیع شکل سیمای سرزمین برای انجام مطالعه حاضر انتخاب شدند (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۸). برای ارزیابی ارتباط بین سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره‌های زمانی موردبررسی از تحلیل همبستگی در محیط برنامه‌نویسی R استفاده شد. هم‌چنین عرض از رودخانه قره‌سو براساس بازه‌های مختلف در اندازه‌گیری و برای دوره‌های زمانی موردبررسی محاسبه گردید. جدول (۱) خلاصه‌ای از خصوصیات سنجه‌های سیمای سرزمین مورداستفاده برای رودخانه قره‌سو اردبیل را نشان می‌دهد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

جدول (۱). خصوصیات سنجه‌های سیمای سرزمین مورداستفاده (منبع: مک‌گاریگال و انه، ۲۰۱۳)

سنجه	نام فارسی	حروف اختصاری	واحد	فرمول
Number of Patches	تعداد لکه	NP	بدون واحد	$NP = n_i$
Splitting Index	شاخص تکه شدگی	SPLIT	بدون واحد	$SPLIT = \frac{A^2}{\sum_{j=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2}$
Largest Patch Index	شاخص بزرگ‌ترین لکه	LPI	درصد	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A}(100)$
Landscape Shape Index	شاخص شکل لکه	LSI	بدون واحد	$LSI = \frac{0/25E^*}{\sqrt{A}}$
Patch Cohesion Index	شاخص پیوستگی لکه	COHESION	بدون واحد	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} p_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} p_{ij}\sqrt{a_{ij}}}\right]\left[1 - \frac{1}{\sqrt{z}}\right]^{-1}.(100$
Landscape Division Index	شاخص گسستگی سیما	DIVISION	نسبت	$DIVISION = \left[1 - \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{a_{ij}}{A}\right)^2\right]$
Percentile of the Landscape Distribution	درصد توزیع مساحت در سیمای سرزمین	AREA_LPS	درصد	$LPS = \left(\frac{rank(X_{ij}) - 1}{N - 1}\right)(100)$
Patch Shape Index	میانگین شاخص شکل لکه	SHAPE	بدون واحد	$SHAPE = \frac{P_{ij}}{P_{ij}}$
Fractal Dimension Index	شاخص ابعاد فراکتال	FRAC	بدون واحد	$FRAC = \frac{2\ln(0/25p_{ij})}{\ln a_{ij}}$
Contiguity Index	شاخص همسایگی	CONTIG	بدون واحد	$CONTIG = \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^{*} c_{ijr}}{a_{ijr}^*}\right] - 1}{v - 1}$

نتایج

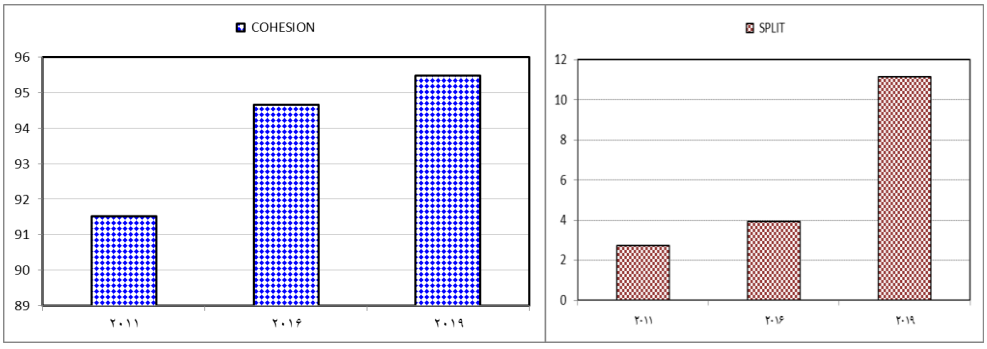
نتایج ارزیابی تغییرات زمانی پوشش‌گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل به‌ترتیب ارائه و تجزیه‌وتحلیل شده است. هم‌چنین جدول (۲) نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در سه دوره مطالعاتی را نشان می‌دهد.

جدول (۲). نتایج محاسبه سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در سه دوره مطالعاتی (منبع: نگارندگان)

سال / سنجه	۲۰۱۱	۲۰۱۶	۲۰۱۹	تغییرات
NP	۳۸	۵۰	۷۴۹	افزایشی
SPLIT	۲/۷۴	۳/۹۳	۱۱/۱۵	افزایشی
LPI	۲۳/۹۳۷۸	۴۲/۷۹۸۴	۲۱/۶۲۹	افزایشی-کاهشی
LSI	۱۲/۴۳	۱۳/۸۱	۳۸/۱۹	افزایشی
COHESION	۹۱/۵۲	۹۴/۶۸	۹۵/۴۹	افزایشی
DIVISION	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۸۸	کاهشی- افزایشی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

طبق نتایج جدول (۲) افزایش روند سنجه‌های تعداد کل لکه و تکه‌شدگی بیانگر افزایش تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین طی زمان موردمطالعه بوده است. افزایش تعداد لکه را می‌توان به تفکیک قطعات و لکه‌های پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه مرتبط دانست. سنجه بزرگ‌ترین لکه (LPI) که درصد مساحت لکه غالب یا بزرگ‌ترین لکه در سیمای سرزمین نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین را نشان می‌دهد (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸؛ ۷۹: مک‌گاریگال و انه[1]، ۲۰۱۳)، بیانگر روند افزایشی-کاهشی است. نتایج بیانگر افزایش لکه غالب در منطقه و در مرحله بعدی بیانگر کاهش در لکه غالب در بازه زمانی ۲۰۱۳ و ۲۰۱۹ است. سنجه شکل سیمای سرزمین (LSI) براساس نسبت طول حاشیه‌های موجود در کل سیمای سرزمین به حداقل حاشیه ممکن آن به‌دست‌آمده و بدون واحد است (اوئما[2] و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۰۳). هر چقدر مقادیر بیش‌تر شود نشان از افزایش بی‌نظمی مرز و حاشیه سیمای سرزمین و پیچیده‌تر شدن شکل آن را دارد (کرمی و میرسنجری، ۱۳۹۷: ۴۳). بررسی مقادیر مربوط به این شاخص نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۹ سیمای سرزمین با مقدار عددی ۳۸/۱۹ بیش‌ترین مقدار را داشته و روندی افزایشی داشته است، که این روند نشان می‌دهد با گذشت زمان، شکل سیمای سرزمین منطقه موردمطالعه پیچیده‌تر و از نظر هندسی نامنظم‌تر شده است. نتایج سنجه پیوستگی سیمای سرزمین در نمودار شکل (۲) از ۹۱/۵۲ درصد در این منطقه طی دوره موردبررسی به ۹۵/۴۹ افزایش‌یافته است، که نشان‌دهنده افزایش یکپارچگی در سیمای سرزمین است. با توجه به جدول (۲) سنجه شاخص گسستگی روند کاهشی-افزایشی را طی کرده است. دلیل این افزایش یکپارچگی را می‌توان با ایجاد اراضی باغی در حاشیه اطراف رودخانه مرتبط دانست. این در حالی است که در سال ۲۰۱۶ از مقدار عددی ۰/۸۹ به ۰/۷۸ در سال ۲۰۱۶ کاهش یافته و در سال ۲۰۱۹ به ۰/۸۸ افزایش‌یافته است، این نشان می‌دهد در منطقه موردمطالعه گسستگی سیما افزایش‌یافته است که دلیل آن را می‌توان با تفکیک پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه و کاهش اندازه لکه‌های پوشش‌گیاهی مرتبط دانست.



شکل (۲). نمودارهای سنجه پیوستگی (CIHESION) و سنجه تکه شدگی (SPLIT) در سطح سیمای سرزمین

(منبع: نگارندگان)

[1]. McGarigal and Ene
[2]. Uuemaa

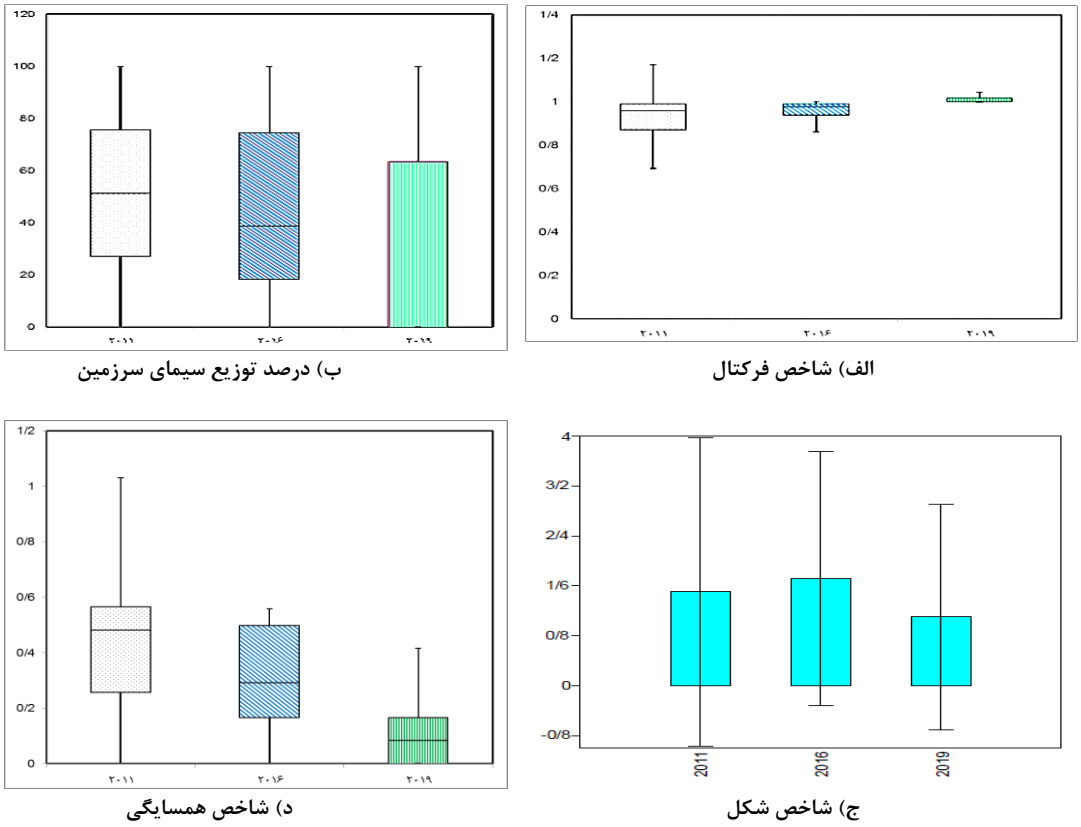
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

نتایج تغییرات مقادیر شاخص‌های موردمحاسبه در سطح لکه در دوره زمانی ۲۰۱۱، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ در شکل (۳) ارائه شده است. طبق آزمون توکی نتایج سطح معنی‌داری در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳). آنالیز واریانس سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح لکه در دوره‌های زمانی موردبررسی (منبع: نگارندگان)

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آمارهٔ F	سطح معنی‌داری
AREA_LPS	۲	۳۳۷۷۲/۰۳	۱۶۸۸۶/۰۱	۱۲/۲۳	۰/۰۱
SHAPE	۲	۲۰/۲۰	۱۰/۱۰	۱۱/۰۲	۰/۰۰
FRAC	۲	۰/۶۵	۰/۳۲	۱۲۸/۳۶	۰/۰۰
CONTIG	۲	۳/۸۵	۱/۹۲	۱۰۸/۱۴	۰/۰۰

با توجه به جدول (۳)، نتایج آزمون توکی نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سنجه‌های موردبررسی در بازه زمانی ۲۰۱۹ با بازه‌های زمانی ۲۰۱۱ و ۲۰۱۶ وجود دارد.



الف) شاخص فرکتال

ب) درصد توزیع سیمای سرزمین

ج) شاخص شکل

د) شاخص همسایگی

شکل (۳). تغییرپذیری زمانی شاخص‌های سطح لکه در رودخانه قره‌سو استان اردبیل (منبع: نگارندگان)

با توجه به شکل (۳)، توزیع و پراکندگی تمامی شاخص‌های موردمطالعه در سال ۲۰۱۱ بالاترین مقدار را به خود اختصاص دادند. این نشان می‌دهد که توزیع پوشش حاشیه رودخانه در این دوره زمانی پیوستگی بالایی

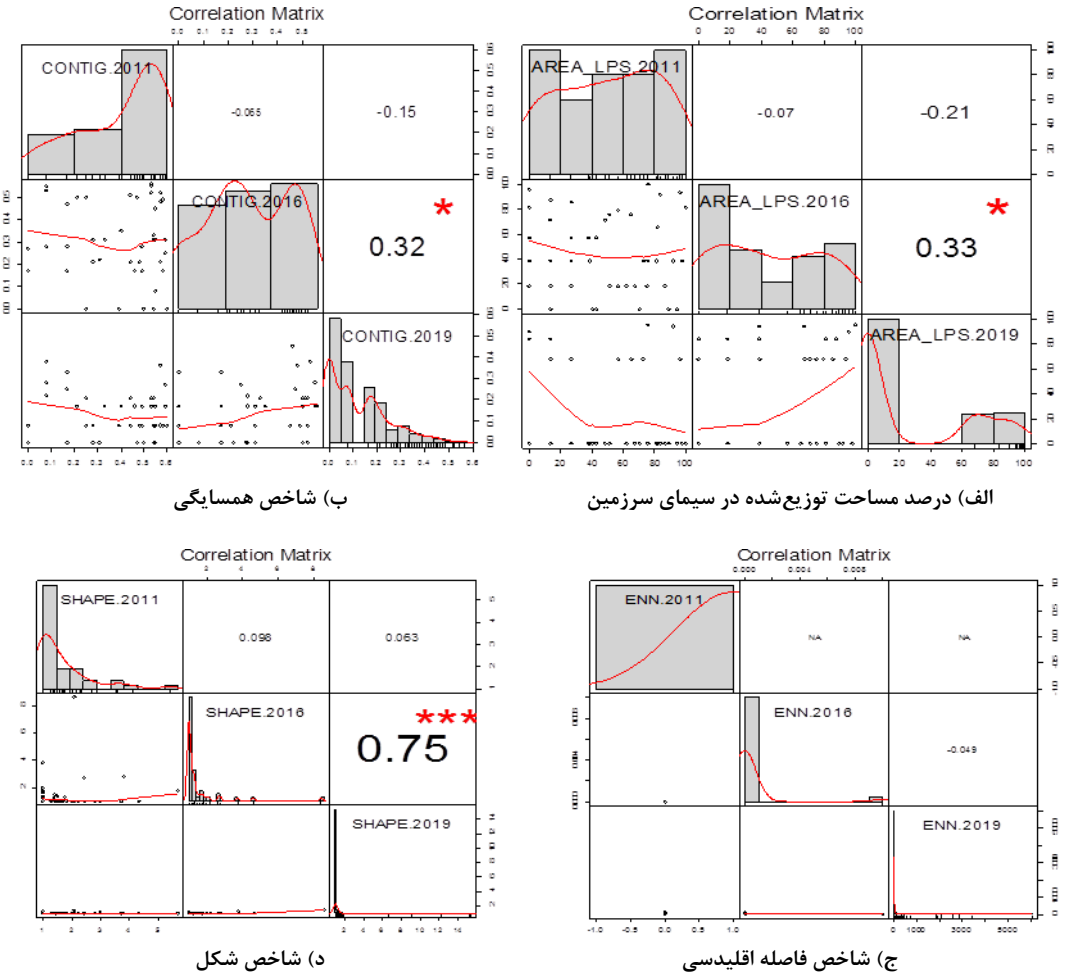
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

داشته است. سنجه فرکتال نشان‌دهنده پیچیدگی شکل در طیف وسیعی از مقیاس‌های مکانی (اندازه لکه) است. ابعاد فرکتال بزرگ‌تر از یک برای لکه دوشاخصی نشان‌دهنده خروج از هندسه اقلیدسی است (افزایش پیچیدگی شکل). طبق نتایج سنجه فرکتال تفاوت معنی‌داری بین تمامی دوره‌های زمانی موردبررسی وجود دارد. شاخص FRAC در سال ۲۰۱۹ به‌ترتیب با مقادیر حداقل و حداکثر ۱ و ۱/۴۵ بالاترین مقدار را دارد و کم‌ترین مقدار برای سال ۱۳۹۵ با حداقل و حداکثر، ۱ و ۰/۴۴ به دست آمد. این نشان‌دهنده روند افزایشی بی‌نظمی در لکه‌های پوشش‌گیاهی توزیع‌شده در بازه زمانی ۲۰۱۹ در منطقه موردمطالعه می‌باشد. با توجه به جدول و شکل (۳)، نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل درصد توزیع سیمای سرزمین در سطح لکه نشان داد که سنجه AREA_LPS توزیع یکنواخت در کل بازه موردمطالعه دارد. در این راستا بیش‌ترین تغییرات شاخص AREA_LPS در سال ۲۰۱۱ با میانگین ۵۰/۲۵ و کمترین مقدار برای سال ۲۰۱۹ با میانگین ۲۵/۴۴ می‌باشد. هم‌چنین تغییرات مقادیر شاخص همسایگی نشان داد که حداکثر مقادیر این شاخص در سال ۲۰۱۱ به‌ترتیب با حداکثر و حداقل ۰/۶۰ و صفر می‌باشد و حداقل مقدار با ماکزیمم و مینیمم ۰/۵۵ و صفر برای سال ۲۰۱۶ به دست آمد. در حالت کلی روند شاخص همسایگی در دوره زمانی موردبررسی به‌صورت کاهشی و افزایشی بوده است، کاهش در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۱۱ و در ادامه در سال ۲۰۱۹ افزایش‌یافته است. در حالت کلی با توجه به تغییرات شاخص‌های موردبررسی در سطح لکه در دوره زمانی مختلف نشان می‌دهد پیوستگی بین لکه‌های حاشیه رودخانه قره‌سو کاهش یافته است. هم‌چنین با توجه به تصاویر گوگل ارث طی سال‌های موردبررسی لکه‌ها به‌صورت تکه‌تکه در آمده و پیوستگی و انسجام خود را نسبت به ۲۰۱۱ از دست داده‌اند. این در حالی بوده است که در سال ۲۰۱۹ افزایش تعداد لکه‌های جوامع حاشیه رودخانه مشاهده شد. این در حالی است که در طی سال‌های موردبررسی لکه‌های جوامع حاشیه رودخانه از لحاظ داشتن مساحت بزرگ کاهش یافته است.

نتایج همبستگی سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزار R

نتایج تحلیل همبستگی مقادیر محاسبه‌شده برای سنجه‌های سطح لکه در بازه زمانی موردبررسی به همراه مقدار ضریب همبستگی و سطح معنی‌داری در شکل (۴)، به‌صورت ماتریس پراکندگی ابر نقاط نشان داده‌شده است. با استفاده از آزمون همبستگی در قالب ارائه نمودار ابر نقاط، هیستوگرام فراوانی و ضریب معنی‌داری، می‌توان همبستگی آماری را با دقت بالاتری مورد تحلیل قرار داد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]



الف) درصد مساحت توزیع‌شده در سیمای سرزمین

ب) شاخص همسایگی

ج) شاخص فاصله اقلیدسی

د) شاخص شکل

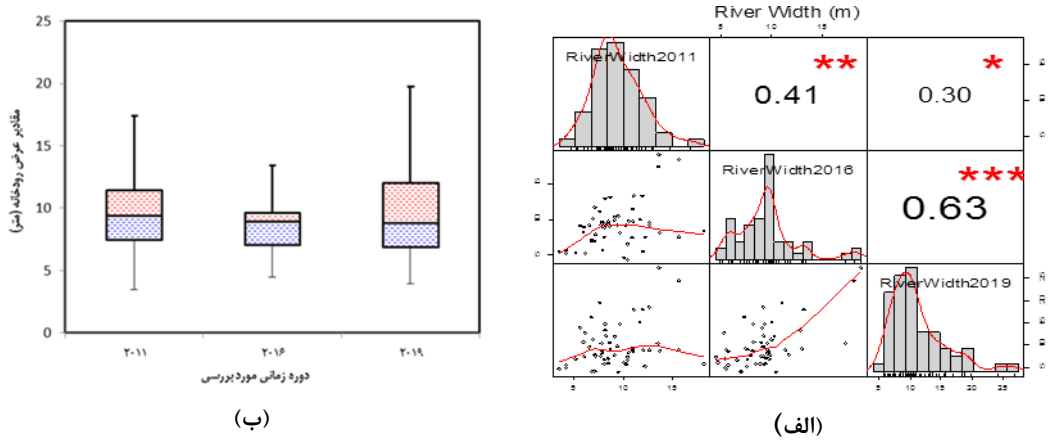
*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، **معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ و ***معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱

شکل (۴). نتایج همبستگی بین سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره زمانی مختلف (منبع: نگارندگان)

نتایج تحلیل‌های مقایسه‌ای نشان داد که ضرایب همبستگی بین ۰/۱۹ ($p<0.01$) و ۰/۵۲ ($p<0.0001$) و معنی‌دار از نظر آماری، متغیر هستند. همبستگی ضعیف برای سنجه ENN در دوره‌های زمانی مختلف به‌دست آمد. بیش‌ترین همبستگی نیز برای سنجه شاخص شکل محاسبه شد. با توجه به نتایج همبستگی بین دوره زمانی مختلف و سنجه‌های سیمای سرزمین ارائه شده در شکل(۴)، در طی دوره زمانی موردبررسی تنها سنجه، FRAC دارای همبستگی منفی می‌باشد. سنجه FRAC میزان بی‌نظمی (پیچیدگی شکل) در لکه‌های سیمای سرزمین را نمایش می‌دهد. در صورتی‌که سیما تنها دارای بی‌نظمی بیش‌تری باشد، مقدار این سنجه حداکثر می‌شود. هم‌چنین نتایج نشان داد که سنجه SHAPE با همبستگی ۰/۷۵ و در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال‌های قبل بی‌نظمی در لکه‌ها افزایش‌یافته است. هم‌چنین نتایج سنجه ENN نشان داد که همبستگی بین این سنجه در دوره زمانی موردبررسی کم بوده و در سطوح

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

مختلف معنی‌داری، معنی‌دار نیست. سنجه شاخص همسایگی نشان داد که بین دوره زمانی ۲۰۱۹ و ۲۰۱۶ همبستگی ۰/۳۲ و در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد. شکل (۵)، تغییرات عرض رودخانه در دوره‌های زمانی موردبررسی ارائه شده است.

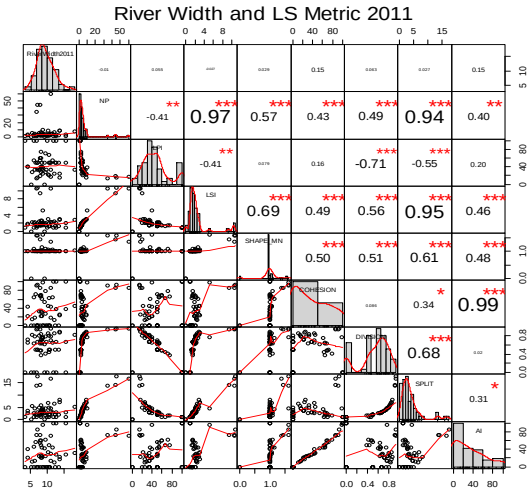


شکل (۵). الف) نتایج همبستگی بین سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره زمانی مختلف و ب) تغییرات عرض رودخانه قره‌سو در بازه زمانی موردبررسی (منبع: نگارندگان)

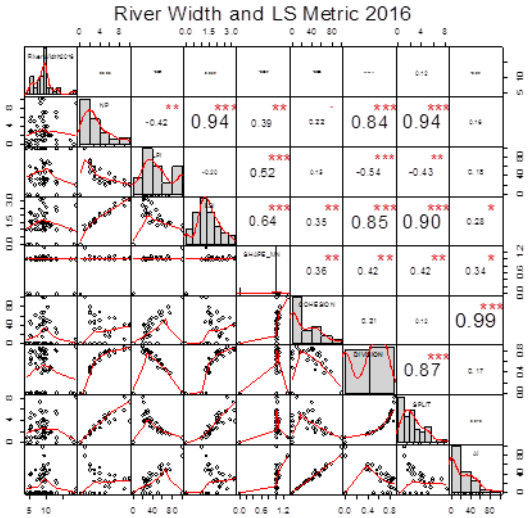
با توجه به شکل (۵)، عرض رودخانه در سال ۲۰۱۹ به‌ترتیب با مقادیر حداکثر و حداقل ۲۷/۴۳ و ۳/۹۷ بالاترین مقدار را دارد و کم‌ترین مقدار برای سال ۲۰۱۶ با حداکثر و حداقل، ۱۸/۹۵ و ۴/۴۵ به دست آمد. در مجموع روند افزایشی در عرض رودخانه مشاهده شد. هم‌چنین نتایج همبستگی بین سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره زمانی مختلف نشان داد که در دوره زمانی ۲۰۱۱، توزیع عرض رودخانه به حالت نرمال بوده است. هم‌چنین همبستگی عرض رودخانه نشان داد که بین دوره زمانی ۲۰۱۹ و ۲۰۱۶ همبستگی ۰/۶۳ و در سطح ۰/۰۰۱ معنی‌دار می‌باشد. کم‌ترین همبستگی بین دوره زمانی ۲۰۱۹ و ۲۰۱۱ با مقدار عددی ۰/۳۰ در سطح ۵ درصد محاسبه شد.

نتایج تحلیل همبستگی مقادیر محاسبه‌شده سنجه‌های سیمای سرزمین در رودخانه قره‌سو به‌همراه مقدار ضریب همبستگی و سطح معنی‌داری در شکل (۶) به‌صورت ماتریس و پراکندگی ابر نقاط نشان داده شده است.

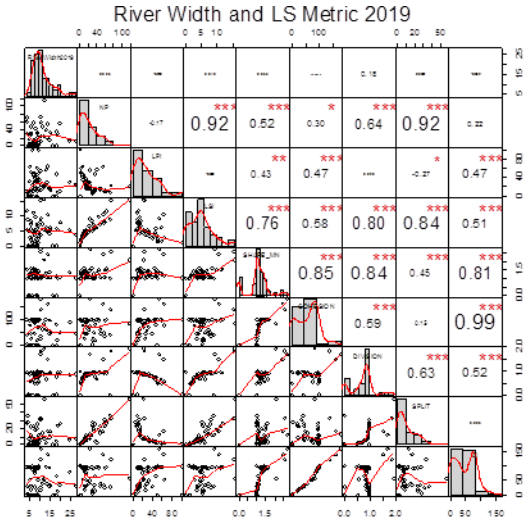
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]



۲۰۱۶



۲۰۱۱



۲۰۱۹

شکل (۶). نتایج همبستگی سنجه‌های سیمای سرزمین در سیما با توجه به عرض رودخانه در دوره‌های زمانی موردبررسی (منبع: نگارندگان)

با توجه به شکل (۶)، همبستگی ضعیف میان سنجه‌های پیوستگی و میانگین شاخص شکل با سنجه شاخص بزرگ‌ترین لکه در سال ۲۰۱۱ (۰/۱۶) به‌دست آمد. بیش‌ترین همبستگی نیز میان سنجه شاخص تجمع با پیوستگی با مقدار ۰/۹۹ و سطح ۰/۰۰۱ در تمامی دوره‌های موردبررسی محاسبه شد. در دوره زمانی ۲۰۱۹ بین سنجه تکه‌شدگی و شاخص تجمع همبستگی وجود ندارد. همان‌گونه که در شکل (۶) مشاهده می‌شود، همبستگی بین مقادیر سنجه‌های محاسباتی در بیش‌تر بازه‌های موردمطالعه از نوع همبستگی مثبت می‌باشد. در همین ارتباط در بیش‌تر بازه‌های موردمطالعه همبستگی بین مقادیر سنجه‌های موردبررسی در دوره زمانی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

۲۰۱۱، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ در سطح ($p<0.001$) معنی‌دار است. نکته قابل‌توجه این است که همبستگی معنی‌داری میان عرض بستر رودخانه و سنجه‌های سیمای سرزمین مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج افزایش روند سنجه تعداد کل لکه بیانگر افزایش تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین در پوشش‌گیاهی حاشیه رودخانه طی دوره موردمطالعه بوده است. نتایج سنجه پیوستگی سیمای سرزمین ۹۱/۵۲ درصد به ۹۵/۴۹ درصد در این منطقه طی این سال‌ها بوده است که نشان‌دهنده افزایش یکپارچگی و کاهش تکه شدگی در سیمای سرزمین می‌باشد. ارزیابی تعداد لکه در تحقیق حاضر روند افزایشی را نشان داد که بیش‌ترین مقدار برای بازه زمانی ۲۰۱۹ بوده است که افزایش لکه بیانگر خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است که درنتیجه گسترش اراضی کشاورزی و انسان‌ساخت ایجاد شده است. بر اساس نتایج، کاهش مقادیر سنجه بزرگ‌ترین لکه نشان داد که تغییرات شاخص بزرگ‌ترین لکه به‌صورت متغیر بوده است. این در حالی است که در بازه زمانی ۲۰۱۶ افزایش مقادیر این شاخص رخ داده است اما کاهش سنجه بزرگ‌ترین لکه برای بازه زمانی ۲۰۱۹ بیانگر استفاده بیش‌ازحد از زمین در گسترش کاربری کشاورزی و تبدیل‌شدن بعضی از قسمت‌های زمین مرتعی به کشاورزی است. در تحقیق میرزایی و همکاران (۱۳۹۲) شاخص فرکتال به‌عنوان یکی از سنجه‌های مناسب برای تحلیل تغییرات پوشش شهرستان‌های مازندران در سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۸۹ معرفی شد. هم‌چنین طبق نتایج کاوه و ابراهیمی که به بررسی تغییرات زمانی و مکانی پهنه پوشش‌گیاهی حاشیه مرطوب رودخانه آق‌بلاغ طی ۵ دهه انجام شد، حاکی از تغییرات زیاد حاشیه رودخانه در دوره‌های موردبررسی بود. در حالت کلی نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در دوره زمانی موردبررسی و هم‌چنین تغییرات مکانی پوشش‌گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل به حالت تکه‌شدگی درآمده و در سال‌های اخیر مناطقی از اطراف حاشیه رودخانه پوشش‌گیاهی خود را کاملاً از دست داده‌اند. بر اساس میانگین عرض رودخانه در بازه‌های موردمطالعه ۹/۲۵، ۹/۲۰ و ۱۰/۰۴ متر بوده است. هم‌چنین نتایج حاکی از کاهش پوشش‌گیاهی و یا عدم پیوستگی پوشش حاشیه رودخانه باعث افزایش عرض رودخانه و امکان فرسایش می‌گردد. نتایج نشان داد که در دوره زمانی موردبررسی تغییرات در پوشش‌گیاهی اطراف رودخانه و کاهش پیوستگی بین لکه‌ها باعث افزایش عرض رودخانه در بیش‌تر بازه‌های موردمطالعه بود. طبق نتایج مطالعه پیشنهاد می‌شود، برای جلوگیری از تخریب بیش‌تر از طریق لکه‌های انسان‌ساخت و کشاورزی، حریم جوامع حاشیه رودخانه رعایت شود. بین عرض رودخانه و مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره‌های مطالعاتی رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. لذا در این راستا می‌توان گفت که مطالعه شواهد فرسایش کناری و یا بستر دوره‌های متوالی می‌تواند در تکمیل نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

منابع

اسفندیاری درآباد فریبا؛ رحیمی مسعود، لطفی خداداد، عبادی الهه، (۱۳۹۷). **آشکارسازی تغییرات جانبی مجرای رودخانه قزل اوزن در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۳**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰(۵۷): ۱۲۳-۱۱۴.

حسینی مریم؛ کریمی محمد، سعدی مسگری محمد، حیدری مهدی. (۱۳۹۵). **طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم یکپارچه مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی شهری**. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۶(۴): ۹۱-۷۰.

خالقی سمیه؛ روستایی شهرام، خورشید دوست علی‌محمد، رضایی مقدم، محمدحسین، قربانی محمدعلی، (۱۳۹۳). **بررسی نقش انسان در تغییرات مورفولوژی مجرای رودخانه لیقوان‌چای**. فضای جغرافیایی، ۱۶(۵۵): ۱۳۵-۱۱۱.

خیری‌زاده آروق منصور؛ رضایی مقدم محمدحسین، پرجبی معصومه، دانش‌فراز، رسول. (۱۳۹۶). **تحلیل تغییرات جانبی مجرای رودخانه زرینه‌رود با استفاده از روش‌های ژئومورفومتریکی**. ژئومورفولوژی کمی، (۵)۴: ۱۰۲-۷۶.

رحیمی مسعود. (۱۳۹۶). **ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر مورفولوژی مجرای رودخانه قره‌سو از سد سبلان تا تلاقی رودخانه** اهرچای. دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، گروه ژئومورفولوژی. دانشگاه تبریز

غلامی شایسته. (۱۳۹۵). **الگوی پراکنش مکانی گونه‌های درختی در جنگل‌های حاشیه رودخانه، مطالعه موردی: پناهگاه حیات‌وحش کرخه**. جغرافیا و پایداری محیط، (۶) ۹۰:۲۱-۸۱.

کاوه نوید؛ ابراهیمی علی. (۱۳۹۲). **تغییرات زمانی و مکانی پهنه پوشش‌گیاهی حاشیه مرطوب رودخانه آقبلاغ در استان شهرکرد طی ۵ دهه**. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌وخاک. ۱۷، (۶۳): ۱۰۶-۵۹.

کرمی پیمان؛ میرسنجزی میرمهرداد. (۱۳۹۸). **تحلیل تخریب سیمای سرزمین در تالاب بزرگ هویزه با استفاده از دورکاوی**. اکوبیولوژی تالاب. ۱۰(۳۵): ۵۴-۳۹.

کاکه‌ممی آزاد؛ قربانی اردوان، کیوان بهجو فرشاد، میرزایی موسی‌وند امیر، (۱۳۹۶)، **مقایسه روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی استان اردبیل**، سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۳): ۱۲۱-۱۳۴.

محبی علی؛ میرزایی محمدعلی. (۱۳۹۳). **ارزیابی ثبات و پایداری حاشیه رودخانه ارس با استفاده از شیوه A-SYST**. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۸(۲۶): ۲۶-۲۱.

میرزایی شهناز؛ اسمعلی اباذر، مصطفی‌زاده رئوف، قربانی اردوان، میرزایی سجاد. (۱۳۹۷). **شبیه‌سازی هیدروگراف سیل و تحلیل ارتباط آن با سنجه‌های سیمای سرزمین در حوضه آبخیز عموقین، استان اردبیل**. ۵(۲): ۳۷۲-۳۵۷.

نظرنژاد حبیب؛ حسینی مرتضی، مصطفی‌زاده رئوف، (۱۳۹۸)، **تحلیل تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز بالانج چای با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین**، جغرافیا و توسعه، ۵۴: ۹۰-۷۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]

Barros Ferraz, S.F., Vettorazzi, C.A., Theobald, D.M., Ballester, M.V.R., (2005), **Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios**. Forest Ecology and Management, 204(1):.69-85.

Castillo, E. M., García-Martin, A., Aladrén, L. A. L., de Luis, M., (2015), **Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and metrics in Moncayo Natural Park (Spain)**, Applied Geography, 62(1): 247-255.

Huilei, L., Jian, P., Yanxu, L., Yi'na, H., (2017), **Urbanization impact on landscape patterns in Beijing City, China: A spatial heterogeneity perspective**. Ecological Indicators 82, 50–60.

Garde, R.J., (2006). **River morphology. New Age International** (P) Ltd., Publishers. 479p.

Kang, N., Sakamoto, T., Imanishi, J., Fukamachi, K., Shibata, S., and Morimoto, Y. (2013), **Characterizing the historical changes in land use and landscape spatial pattern on the Oguraike floodplain after the meiji period.** Intercultural Understanding 1, 11-16.

Lausch, A. and F. Herzog., (2002), **Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability**. Ecological indicators 2(1): 3-15.

Macfarlane, W. W., J. T. Gilbert, M. L. Jensen, J. D. Gilbert, N. Hough-Snee, P. A. McHugh, J. M. Wheaton, and S. N. Bennett., (2017), **Riparian vegetation as an indicator of riparian condition: Detecting departures from historic condition across the North American West**, Journal of Environmental Management, 202(2): 447-460p.

McGarigal, K., Ene, E., (2013), **FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps.** Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Picco, L., F. Comiti, L. Mao, A. Tonon, and M. A. Lenzi., (2017), **Medium and short term riparian vegetation, island and channel evolution in response to human pressure in a regulated gravel bed river (Piave River, Italy)**, Catena, 149(3): 760-769p.

Su, Sh., Ma, X., Xiao, R., (2014), **Agricultural landscape pattern changes in response to urbanization atecoregional scale.** Ecological Indicators, 40(1): 10-18.

Tang, J., Wang, L., Yao, Z., (2008), **Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleumoriented cities.** Landscape and Urban Planning, 87(4): 269-278.

Uuemaa, E., Mander, Ü., Marja, R., (2013), **Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: a review.** Ecological Indicators, 28, 100-106.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.96.9]

[DOI: 10.52547/jgs.24.72.65]