مجله آمایش جغرافیایی فضا،
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال دهم/ شماره مسلسل سی و هشتم/ زمستان ۱۳۹۹ / صفحات: ۲۳۴-۲۱۹

تغییرات مکانی سنجه‌های سیمای سرزمین در پوشش گیاهی جوامع حاشیه متأثر از نوع کاربری اراضی در رودخانه قره‌سو استان اردبیل

فریبا اسفندیاری[۱]، مهناز حمزه‌ای[۲]، نازیلا علائی[۴] و رئوف مصطفی‌زاده[۳*]

[۱]استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته هیدروژئومورفولوژی- گرایش برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
[۳]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
[۴]دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی و عضو پژوهشکده مدیریت آب، دانشگاه محقق اردبیلی
تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۳۰

چکیده

فعالیت‌های طبیعی و مخرب بر رودخانه‌ها باعث تخریب پوشش گیاهی و فرسایش کناره‌های آن شده و ممکن است پیامدی جبران‌ناپذیری داشته باشد. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل براساس سنجه‌های سیمای سرزمین و با در نظر گرفتن معیارهای مربوط به الگو و ویژگی‌های سیمای سرزمین در سطح سیما و لکه انجام شد. در ابتدا مقایسه میانگین بین سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین در چهار کاربری اراضی مختلف با استفاده از آنالیز واریانس انجام گردید، سپس برای تعیین تفاوت معنی‌داری بین مقادیر سنجه‌ها، از تحلیل واریانس یک طرفه به روش دانت استفاده شد. براساس نتایج، مقادیر میانگین تغییرات سنجه CONTAG در بازه های مختلف مطالعاتی و کاربری‌های اراضی مختلف بین ۰/۰۰ تا ۶۹/۸۰ به دست آمد. حداقل و حداکثر مقادیر میانگین مربوط به بازه با کاربری مسکونی و مرتع (۰/۰۰) و باغ با مقدار (۶۹/۸۰) است. میانگین تغییرات شاخص (SPLIT) در بازه با کاربری اراضی مختلف بین ۹/۹۳ تا ۲۷/۹۷ به دست آمد، که اگرچه لکه‌های حاشیه رودخانه در بازه با کاربری اراضی باغ دارای بیشترین پیوستگی است اما به حالت تکه درآمده و گسستگی بین لکه‌های حاشیه رودخانه افزایش یافته است؛ همچنین نتایج شاخص تجمع (AI) نشان داد که لکه‌ها در بازه‌های مختلف مطالعاتی و کاربری‌های اراضی مختلف پیوستگی بالایی دارند. در سطح لکه میانگین مقدار سنجه AREA_CPS برای رودخانه قره‌سو استان اردبیل بین ۲۵/۷۵ تا ۳۶/۹۶ به‌دست آمد. مقادیر سنجه ENN از ۲۵/۷۵ (بازه با کاربری کشاورزی) تا ۳۹/۹۶ (بازه با کاربری باغ) متغیر است. در مجموع بین کاربری باغ با سایر کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح لکه و سیما وجود دارد. وجود و پیوستگی جوامع حاشیه رودخانه از عوامل ایجاد پیچیدگی و تنوع بخشیدن به اکوسیستم رودخانه است، لذا حفظ و احیای پوشش گیاهی حاشیه رودخانه می‌تواند علاوه بر حفظ و تقویت ارزش‌های محیط زیستی، از شدت خسارت‌های ناشی از تغییر مسیر رودخانه و نیز وقوع سیلاب بکاهد. پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از تخریب بیشتر از طریق لکه‌های انسان ساخت و کشاورزی، حریم جوامع حاشیه رودانه رعایت شود.

واژه‌های کلیدی: اندازهٔ لکه، پیوستگی، نوار حاشیه رودخانه، تکه‌تکه شدگی، Fragstats

*نویسنده مسئول: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir

مقدمه

طرح مسئله: رودخانه‌ها از اشکال پویای طبیعت هستند که در مقاطع زمانی ویژه و در مکان‌های مختلف، در رابطه با عوامل محیطی، ویژگی‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. برقراری تعادل در شبکه‌های زهکشی به عوامل مختلفی وابسته است و تعادل برقرار شده نیز در اجزای شبکه زهکشی به دست انسان و یا به‌طور طبیعی رخ می‌دهد (احمدزاده و همکاران، ۱۳۹۹: ۵۳). جوامع حاشیه رودخانه‌ها مناطقی هستند که در کنار محیطهای آبی (از قبیل رودخانه‌ها، مناطق مرطوب، دریاچه و آبراهه‌ها) قرار گرفته‌اند که تاثیر متقابلی بر آب‌ها دارند (Krueper et al., 1998; 322). یک روش پایه برای حفاظت آبراهه از اثرات کاربری اراضی "نوار حائل" است که در حالت ایده‌ال، نوارهایی از پوشش جنگل هستند. یک قانون معمول در استرالیا این است که قطع درخت نباید نزدیک‌تر از ۲۰ متر به آبراهه انجام شود که این کار باعث یک نوار حائل ۴۲ متری در اطراف آبراهه می‌شود (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲۱). جوامع حاشیه رودخانه‌ها به‌طورکلی بسیاری از فرآیندهای مهم زیست محیطی را انجام می دهند. هنگامی که جوامع حاشیه رودخانه‌ها از پوشش جنگل تشکیل شده باشد، این مناطق به دلایلی از اهمیت بسیاری برخوردار می‌شوند (Macfarlane et al., 2016; 449). از بین بردن جوامع حاشیه رودخانه‌ها در مناطق ساحلی، توانایی این مناطق طبیعی در مهار سیلاب را مختل می‌کند (Ekness and Randhir, 2007; 1470). نوارهای حائل باعث ایجاد منطقه‌ای نفوذپذیر با زبری هیدرولیکی بالا می‌شوند که جریان سطحی به داخل این منطقه وارد شده و توسط زبری آن فرصت نفوذ پیدا می‌کند و آبراهه را در مقابل تغییرات دمای ناشی از تابش حفظ می‌نماید (مصطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲۲). مجرای رودخانه‌های آبرفتی سیستم‌های دینامیکی هستند که در معرض تغییرات مختلفی هستند). در این رابطه جابجایی مجرا و فرایندهای مرتبط باعث مخاطراتی از قبیل: آب‌شکستگی پل‌ها، تخریب جاده‌های ارتباطی و از بین رفتن اراضی می‌شود (خیری‌زاده آروق و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۸). سنجه های سیمای سرزمین برای کمّی‌کردن خصوصیات مکانی لکه‌ها، کلاس‌ها، یا موزاییک های کل سیمای سرزمین به‌کار می روند، همچنین راه مناسبی برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین‌های مختلف هستند و نیز به عنوان شاخص‌های توسعه‌یافته برای یافتن الگوی نقشه‌های طبقه‌بندی شده به‌کار می‌روند (McGarigal et al., 2002; 4). این سنجه‌ها می‌توانند مبنایی برای مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین یا شناخت تغییرات وضعیت سیمای سرزمین در طی زمان باشند. سنجه‌ها ابزار مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد کاربری های مختلف سیمای سرزمین هستند (Botequila et al., 2006; 10). روش تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین در مقایسه با دیگر روش‌ها به‌منظور تفسیر ساختار مکانی لکه‌ها در مقیاس‌های مختلف و در زمان‌های مختلف اهمیت بیشتری دارد (Yuan et al., 2015; 4).

مبانی نظری

موضوع کمّی‌کردن الگوی پراکنش لکه‌های کاربری و تجزیه و تحلیل‌های مکانی مربوط به آن برای درک تغییر و تحولات سیمای سرزمین در آینده و نیز ارتباط آن با فرآیندهای تولید، تشدید و یا کنترل رواناب می‌تواند راه‌گشا باشد (Yuan et al., 2015; 5)، در همین راستا الگوهای مختلف رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر اقلیمی، لیتولوژی، تکتونیک، هیدرولوژیکی و نقش عوامل انسانی می‌باشد. سدسازی، عملیات ساماندهی رودخانه، برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه، احداث پل و غیره باعث تغییر قدرت رودخانه می‌شود (اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۶، ۱۱۷). این عوامل متفاوت با نوع منطقه تاثیرات متفاوتی بر شکل الگوی رودخانه‌ها می‌گذارند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۰). بهره‌برداری‌های نامناسب از منابع رودخانه‌ای نظیر برداشت بی‌رویه آب، جنبه‌های توریستی، فعالیت‌های

شیلاتی، برداشت مصالح رودخانه‌ای، فعالیت کشاورزی در حریم رودخانه، آبگیری غیر اصولی از رودخانه نمونه‌هایی از مدیریت نامناسب و غیراصولی از رودخانه است که باعث ایجاد خساراتی به محیط رودخانه می‌شود (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۲۷). تغییرات سیمای سرزمین می‌تواند به سبب عوامل طبیعی و انسانی به وجود آیند، احداث جاده، قطع درختان، تخریب جنگل‌ها، افزایش حجم ساخت و ساز و توسعهٔ مناطق مسکونی را می‌توان از جمله فعالیت‌های انسانی نام برد که ساختار سیمای سرزمین را تغییر داده و عملکرد آن را متأثر می‌سازد (McGarigal and Marks, 1995; 75؛ اکبری و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۷).

پیشینه پژوهش

آرماندو[1] و همکاران (۲۰۰۲)، به نقشه‌بندی و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی در ساختار دره لاکیار در کوئینزلند استرالیا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و با هدف تکنیک‌های نقشه‌برداری و ارزیابی مناسب جهت اندازه‌گیری ماهیت و مقدار تغییرات ساختاری در منطقهٔ ساحلی لاکیار پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در مناطق دارای پوشش گیاهی جنگلی کاهش مساحت قابل‌توجهی ناشی از تبدیل زمین به چراگاه صورت گرفته است. در ادامه مکفرلن[2] و همکاران (۲۰۱۷: ۴۴۷)، به بررسی پوشش گیاهی به عنوان شاخص شرایط آب و هوایی در غرب آمریکای شمالی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند و با هدف تشخیص شاخص پوشش گیاهی رودخانه‌ای نسبت به پوشش گیاهان بومی ساحلی موجود در یک منطقه، به این نتیجه رسیدند که دقت تخمین شاخص پوشش گیاهی به میزان ۸۵ درصد بوده است؛ هم‌چنین وسیپا[3] و همکاران (۲۰۱۷: ۲۶)، به بررسی اثر نوسانات جریان رودخانه بر پویایی پوشش گیاهی رودخانه با ارائه مدل Themain و با هدف تشخیص نقش اصلی نوسانات دبی جریان در تعیین میزان فراوانی، ترکیبات و گونه‌های مختلف گیاهان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که محیط گیاهان در یک اکوسیستم حاشیه رودخانه مبتنی بر اختلال است و منبع اصلی اختلال، نوسانات جریان رودخانه است. در ایران نیز کاوه و ابراهیمی (۱۳۹۰)، به بررسی تغییرات زمانی و مکانی پهنهٔ پوشش گیاهی حاشیه مرطوب رودخانه آقبلاغ واقع در شهرکُرد طی ۵ دوره با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای پرداختند که نتیجه گرفتند حاشیه مرطوب رودخانه در دوره‌های مختلف زمانی تغییرات زیادی داشته است که این تغییرات را می‌توان ناشی از برداشت آب از سفرهٔ زیرزمینی اطراف رودخانه برای مصارف کشاورزی و شرب و یا تبدیل حاشیه مرطوب به اراضی کشاورزی و غیره دانست؛ هم‌چنین ازی‌محمد و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی حاشیه رودخانه طی پنج دههٔ (۱۳۳۳ تا ۱۳۸۲) در محیط GIS با هدف مدیریت بهینه و پایدار عرصه‌های کشاورزی و منابع طبیعی با استفاده و مقایسه عکس‌های هوایی سال ۱۹۵۵، تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در سال‌های ۱۳۳۴ الی ۱۳۸۱ از مساحت مراتع و جنگل‌ها کاسته شده و بر سطح ترکیبی (مرتع-زراعت، زراعت-مرتع، زراعت-جنگل، جنگل-زراعت) افزوده می‌شود؛ هم‌چنین خیری‌زاده آروق و همکاران (۱۳۹۶: ۷۶)، به تحلیل تغییرات جانبی مجرای رودخانه زرینه‌رود با استفاده از روش‌های ژئومورفومتریکی با هدف دینامیک تغییرات جانبی مجرای رودخانه زرینه‌رود در طی ۳۰ سال پرداختند و به این نتیجه رسیدند که به‌دلیل کاهش شدید دبی رودخانه و فعالیت‌های انسانی، اُفت چشم‌گیر دینامیک جانبی مجرا در طی چند سال گذشته مشاهده شد. در مجموع می‌توان گفت که تأثیر تغییرات پوشش گیاهی حاشیه رودخانه بر مورفومتری مجرای رودخانه با استفاده از تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمینی از مواردی است که نیازمند پژوهش‌های بیشتری است.

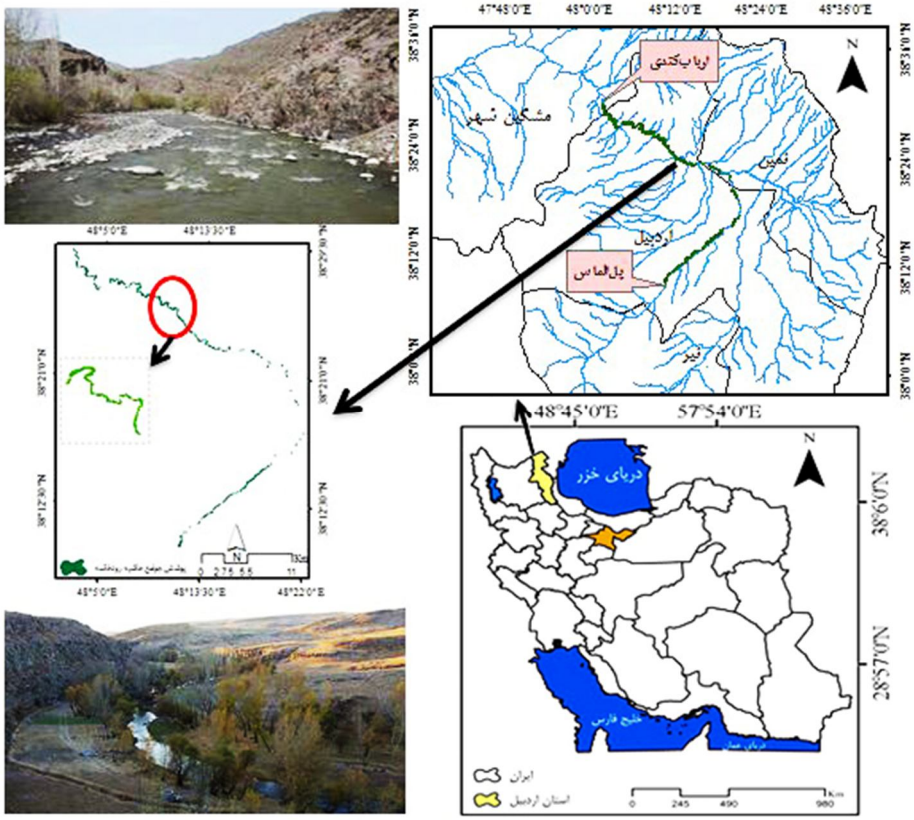
از آنجایی که تغییرات جوامع حاشیه رودخانه‌ها، تعادل رودخانه را در مقابله با سیلاب به طرز غیرقابل

1. Armando
2. Macfarlane
3. Vesipa

پیش‌بینی دچار اختلال می‌کند، که گاه منجر به خسارات زیادی می‌شود. مؤثرترین راه برای جلوگیری از بروز چنین صدماتی و محافظت از رودخانه‌ها حفاظت و یا بازگرداندن جوامع حاشیه رودخانه‌ها به یک وضعیت طبیعی است، باید توجه ویژه‌ای به حداکثر رساندن پوشش جوامع حاشیه رودخانه‌ها در رودخانه‌های مناطق مرتفع شود که به‌دلیل دامنه‌های تندتر آن‌ها، بیشترین پتانسیل را برای تشدید شرایط جاری شدن سیل در هنگام کاهش ظرفیت نفوذ به‌دلیل حذف جوامع حاشیه رودخانه‌ها دارند (اکسی و راندیر، ۲۰۰۷، ۱۴۷۱). رودخانه قره‌سو یکی از رودخانه‌های مهم استان اردبیل است که از مسیرهای مختلف با انواع کاربری اراضی عبور می کند و تغییرات مورفولوژی و خصوصیات پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در معرض تغییرات مختلف انسانی است. ارزیابی ارتباط میان خصوصیات کاربری اراضی حاشیه رودخانه قره سو و کاربری اراضی مختلف اراضی از اهداف این پژوهش است. بر این اساس، خصوصیات پوشش گیاهی حاشیه رودخانه با استفاده از سنجه های کمی سیمای سرزمین محاسبه و مورد مقایسه آماری قرار می‌گیرد. در این راستا مقایسه ویژگی‌های سیمای سرزمین در پوشش گیاهی حاشیه رودخانه از دیگر موارد حائز اهمیت در این پژوهش است.

روش تحقیق

منطقهٔ مورد مطالعه: قره‌سو یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های منطقهٔ دشت اردبیل و مشگین‌شهر است که به رود مرزی ارس می‌ریزد. این رودخانه از به هم پیوستن دو سرشاخه دامنه‌های شمال غربی کوهستان تالش و دامنه‌های شمال شرقی کوههای بزغوش به وجود می‌آید. مختصات جغرافیایی این رودخانه از روستای ارباب کندی تا پل الماس ″۴۴′۰۱°۴۸ تا ″۳۳′۱۱°۴۸ طول جنوبی و ″۲۳′۰۹°۳۸ تا ″۴۱′۲۹°۳۸ عرض شمالی است. در (شکل، ۱) موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقهٔ رودخانه قره‌سو استان اردبیل

در این پژوهش از نرم‌افزار گوگل‌ارث برای استخراج پوشش‌های حاشیه رودخانه استفاده شد (کاکه‌ممی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۳). از روستای ارباب‌کندی مشگین شهر تا روستای پل‌الماس شهر اردبیل تمامی پوشش‌های گیاهی و مسکونی به صورت پلی‌گون استخراج شدند، حدودا ۲۶۱۳ پلی‌گون در حاشیه رودخانه قره‌سو از فاصله ارباب کندی تا پل الماس رسم شد. بازه‌ها براساس کاربری اراضی پوشش حاشیه رودخانه، با در نظر گرفتن کاربری اراضی مختلف اطراف حاشیه رودخانه که شامل مرتع، کشاورزی، باغ، مناطق مسکونی بود انجام شد، در بازۀ کشاورزی رودخانه با خروج از شهر به دلیل کاهش شیب بستر رودخانه و اختلال انسانی برای مصرف آب در کشاورزی مسیر رودخانه به صورت چند شاخه و منشعب در آمده است (کوکبی و امین‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۲). بازۀ مسکونی قسمتی از رودخانۀ خشک که از خط القعر دشت سر عبور می‌کند و از شهر یا روستا می‌گذرد (کوکبی و امین‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۲). بازۀ باغ و مرتع قسمت‌های اولیه رودخانه و بستر آن را شامل می‌شود. این قسمت بیشتر کوهستانی بوده، سرمنشأ رودخانه است و پهنۀ قبل از ورود به شهر رودخانه را با لکه‌های باز طبیعی زیادی تشکیل می‌دهد. بدنۀ بستر و لبه‌های رودخانه در این پهنه طبیعی بوده و در برخی نقاط فرسایش یافته است (کوکبی و امین‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۲). در نهایت، ۱۶ بازه برای کاربری مرتع، ۲۰ بازه برای کاربری کشاورزی، ۵ بازه برای کاربری باغ و ۱۳ بازه برای مناطق مسکونی تعیین شد. در ادامه مقادیر سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین بر اساس هدف پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Fragstats 4.1 در سطح سیما و لکه استخراج شد (نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸: ۵۷). برای محاسبه سنجه‌های مختلف، ابتدا نقشۀ کاربری اراضی با فرمت img وارد نرم‌افزار شده و سپس سطح استخراج سنجه‌ها انتخاب شد. در ادامه سنجه‌ها استخراج شد و نتایج با فرمت txt، ذخیره و در مرحله بعدی به نرم افزار Excel انتقال داده شد (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۶۴). قابل ذکر است که سنجه‌های سیمای سرزمین با ارتباط درونی و خودهمبستگی زیاد از ادامۀ بررسی حذف شدند (اوئما و همکاران، ۲۰۰۹: ۷۳؛ عبدالعلی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه‌براین براساس هدف پژوهش و نیز تغییرات مرتبط با پوشش گیاهی رودخانه، سنجه‌های مرتبط و مؤثر انتخاب شدند. در نهایت تغییرات سنجه‌ها در بازه‌های مورد پژوهش و نیز واریانس تغییرات مدنظر بوده است

تحلیل روابط تغییرات مکانی پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه با سنجه‌های سیمای سرزمین: در این مرحله، سنجه‌های سیمای سرزمین که در سطح سیما شاخص همسایگی، شاخص تکه‌شدگی، شاخص تجمع، مساحت کل، تعداد لکه و در سطح لکۀ شاخص درصد توزیع کلاس، شاخص درصد توزیع سیمای سرزمین، شاخص شکل و فاصله اقلیدسی نزدیکترین همسایه به عنوان متغیر مستقل، کاربری ارضی باغ، مرتع، مسکونی و کشاورزی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. با توجه به این که سنجه‌های سیمای سرزمین مربوط به کاربری اراضی مختلف بودند؛ بنابراین تفاوت مقادیر سنجه‌های مختلف در چهار کاربری اراضی، با نرم‌افزارSPSS مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا مقایسۀ میانگین بین سنجه‌های مختلف سیمای سرزمین در چهار کاربری اراضی مختلف با استفاده از آنالیز واریانس انجام شد. سپس برای تعیین تفاوت معنی‌داری بین مقادیر سنجه‌ها، از تحلیل واریانس یک طرفه به روش Dunnett استفاده شد. مزایای آزمون Dunnett این است که تنها با انجام یک‌بار آزمون، اختلاف میان میانگین‌های کلیه متغیرهای موجود در پژوهش، مورد بررسی قرار می‌گیرد (بابایی، ۱۳۹۶: ۳). (جدول، ۱) برخی از خصوصیات سنجه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱: خصوصیات سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیما و لکه (قتباس از نظرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸)

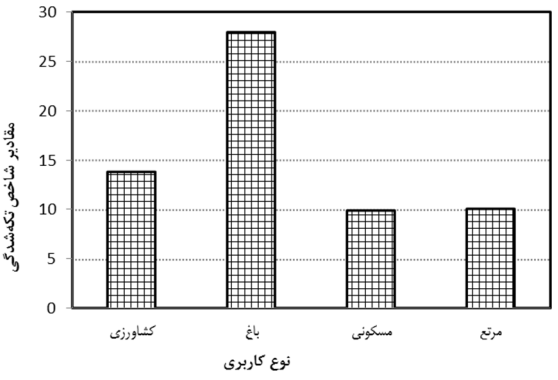
نام فارسی	سنجه	حروف اختصاری	واحد
شاخص همسایگی	Contagion Index	CONTAG	درصد
شاخص تکه‌شدگی	Splitting Index	SPLIT	بدون واحد
شاخص تجمع	Aggregation Index	AI	درصد
مساحت کل	Total Area	TA	هکتار
تعداد لکه	Number of Patches	NP	بدون واحد
درصد توزیع کلاس	Percentile of the Class Distribution	AREA_CPS	درصد
درصد توزیع سیمای سرزمین	Percentile of the Landscape Distribution	AREA_LPS	درصد
شاخص شکل	Shape Index	SHAPE	بدون واحد
فاصله اقلیدسی نزدیکترین همسایه	Euclidean Nearest-Neighbor Distance	ENN	متر

نتایج و بحث

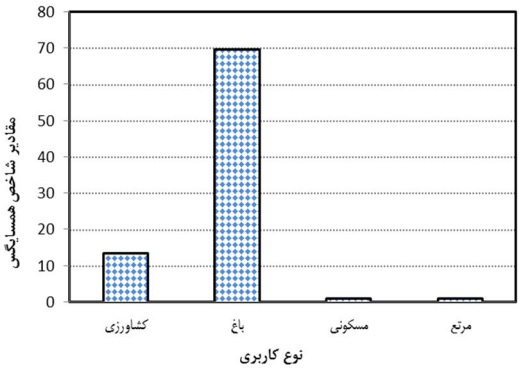
آنالیز واریانس کاربری اراضی مختلف با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیما و مقادیر کمی سنجه‌های سیمای سرزمین هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی رودخانه قره‌سو استان اردبیل در (جدول، ۲) و (شکل، ۲) ارائه شده است.

جدول ۲: آنالیز واریانس کاربری اراضی مختلف با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین

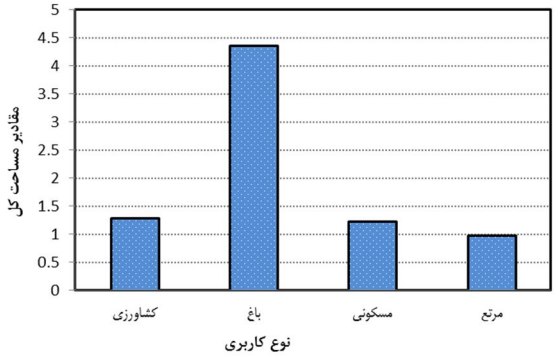
سطح معنی‌داری	آمارهٔ F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
۰/۰۰۱	۶/۹۶	۶۹۱۷/۵۹	۲۰۷۵۲/۷۷	۳	CONTAG
۰/۰۱۸	۳/۷۰	۴۴۷/۹۳	۱۳۴۳/۸۰	۳	SPLIT
۰/۰۰۰	۱۴/۱۳	۱۴۶۳۹/۷۵	۴۳۹۱۹/۲۵	۳	AI
۰/۰۰۳	۵/۴۰	۱۵/۸۱	۴۷/۴۴	۳	TA
۰/۰۲۷	۳/۳۶	۱۶۶۸/۷۳	۵۰۰۶/۱۹	۳	NP



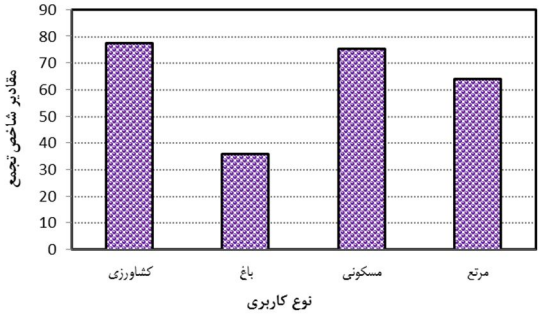
الف) شاخص تکه‌شدگی



ب) شاخص همسایگی



ج) مساحت کل



د) شاخص تجمع

هـ) تعداد لکه

شکل ۲: مقادیر کمی سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح سیما هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی رودخانه قره‌سو استان اردبیل

با توجه به نتایج شکل (۲) نتایج نشان می دهد که از نظر شاخص همسایگی لکه‌های جوامع حاشیه رودخانه در مرتع و مسکونی دارای کمترین پیوستگی و باغ دارای بیشترین پیوستگی ساختاری است. ارزیابی تعداد لکه نشان داد، بیشترین تغییر در تعداد لکه‌ها مربوط به کاربری باغ بوده است که افزایش لکه باغ بیانگر خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است که در نتیجه گسترش اراضی کشاورزی و انسان‌ساخت ایجاد شده است.

مقایسه تجزیه واریانس یک طرفه به روش Dunnett: تحلیل هر یک از مقادیر سنجه‌ها در سطح سیما به ترتیب و براساس مقایسه تحلیل واریانس یک طرفه به روش Dunnett به‌ترتیب ارائه شده است.

شاخص همسایگی (CONTAG): (جدول، ۳) به‌ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری اراضی نشان می‌دهد.

جدول ۳: آنالیز واریانس سنجه CONTAG با بازهٔ در کاربری اراضی مختلف

بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۵۱/۹۴	۰/۰۰۶
مسکونی	کشاورزی	-۱۷/۸۵	۰/۳۲۲
مرتع	کشاورزی	-۱۷/۸۵	۰/۳۰۲

شاخص همسایگی، ارتباطات مکانی یا پیوستگی سلول‌ها را در یک لکه ارزیابی می‌کند (راهنمای نرم‌افزار FRAGSTATS، ۲۰۰۹). CONTAG بین صفر تا یک متغیر است و وقتی برابر با صفر است که سطح سیما تنها از یک لکه تشکیل شده باشد. با توجه به (جدول، ۳) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد (Sig>0.05)، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری اراضی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Sig<0.05). با توجه به نتایج در (شکل، ۲)، میانگین تغییرات این شاخص در بازه با کاربری اراضی مختلف بین ۰/۰۰ تا ۸۰/ ۶۹ به دست آمد. حداقل و حداکثر مقادیر میانگین مربوط به بازه با کاربری مسکونی و مرتع (۰/۰۰) و باغ با مقدار (۶۹/۸۰) می‌باشد. این نشان می‌دهد که لکه‌های حاشیه رودخانه در بازه با کاربری باغ دارای بیشترین پیوستگی است.

تکه‌شدگی (SPLIT): (جدول ۴) به‌ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری اراضی نشان می‌دهد.

جدول ۴: آنالیز واریانس سنجه SPLIT با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	۱۴/۲۳	۰/۰۳۸
مسکونی	کشاورزی	-۳/۸۰	۰/۷۰۲
مرتع	کشاورزی	-۳/۵۷	۰/۷۲۵

تکه‌شدگی بر اساس توزیع لکه‌های تجمعی است و به عنوان شبکهٔ مؤثر یا تعداد لکه‌هایی با اندازهٔ ثابت زمانی تفسیر می‌شود (McGarigal and Ene, 2013). (مک‌گاریگال و انه، ۲۰۱۳). وقتی‌که سیمای سرزمین به لکه‌های کوچک تقسیم می‌شود، این معیار حداکثر مقدار را دارد؛ یعنی زمانی‌که هر سلول یک لکه جداگانه باشد (مک‌گاریگال، ۲۰۰۶). با توجه به (جدول، ۴) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد (Sig>0.05)، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری اراضی تفاوت معنی داری وجود دارد (Sig<0.05)؛ همچنین با توجه به نتایج در (شکل، ۲)، میانگین تغییرات این شاخص در بازه با کاربری اراضی مختلف بین ۹/۹۳ تا ۲۷/۹۷ به دست آمد. حداقل و حداکثر مقادیر میانگین مربوط به بازه با کاربری مسکونی و باغ است. این نشان می‌دهد که اگرچه لکه‌های حاشیه رودخانه در بازه با کاربری باغ بیشترین پیوستگی را دارد، اما به حالت تکه درآمده و گسستگی بین لکه‌های حاشیه رودخانه افزایش یافته است. نتایج نشان داد که لکه‌های حاشیه رودخانه به سمت تکه تکه شدن هر چه بیشتر سیمای سرزمین پیش می‌رود. ماتسوشیتا و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تغییرات در منطقهٔ کاسمیگاورای ژاپن، تجزیه و تکه‌تکه‌شدگی سیمای سرزمین را مهم‌ترین مشخصهٔ تغییر در اثر دخالت های انسانی در منطقه عنوان کردند که پژوهش‌های مذکور نیز به تکه‌تکه‌شدگی و روند تخریب سیمای سرزمین که اذعان کرده‌اند، تطابق دارد.

شاخص تجمع (AI): (جدول ۵) به ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری اراضی نشان می‌دهد.

جدول ۵: آنالیز واریانس سنجه AI با بازه در کاربری اراضی‌های مختلف

بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۳۷/۹۷	۰/۰۶۷
مسکونی	کشاورزی	-۷۴/۰۶	۰/۰۰۰
مرتع	کشاورزی	-۹/۹۶	۰/۷۵۷

شاخص تجمع (AI)، بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است که هر چه مقدار عددی این شاخص به ۱۰۰ نزدیک شود نشان‌دهندهٔ افزایش پیوستگی است (راهنمای نرم‌افزار FRAGSTATS، ۲۰۰۹). با توجه به (جدول، ۵) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و باغ تفاوتی ندارد (Sig>0.05)، اما میان میانگین کاربری مسکونی با میانگین سایر کاربری اراضی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Sig<0.05). با توجه به نتایج در (شکل، ۲)، میانگین تغییرات این شاخص در بازه با کاربری اراضی مختلف بین ۳۶/۰۹ تا ۷۵/۴۷ به دست آمد. نتایج شاخص تجمع (AI) نشان داد که لکه‌ها در بازه‌های مختلف مطالعاتی و کاربری‌های اراضی مختلف پیوستگی بالایی دارند..

مساحت کل (TA): جدول (۶) به ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۶: آنالیز واریانس سنجه TA با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	۳/۹۷	۰/۰۰۲
مسکونی	کشاورزی	-۰/۰۹	۰/۹۹۸
مرتع	کشاورزی	-۰/۲۳	۰/۹۶۹

با توجه به ارزیابی الگوی سیمای سرزمین، میزان کل منطقه در مقایسه با ارزیابی الگوی سیمای سرزمین ارزش زیادی ندارد، زیرا میزان سیمای سرزمین را تعیین می‌کند (McGarigal and Ene, 201). با توجه به (جدول، ۶) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج در (شکل، ۲)، بیشترین میانگین این شاخص در بازه با کاربری اراضی باغ با مقدار عددی (۴/۳۶) است. با توجه به نتایج، کاربری‌های به دست آمده برای مساحت کل نشان داد که لکه‌های حاشیه رودخانه در بازه با کاربری باغ دارای بیشترین مساحت و در بازه با کاربری مرتع کمترین مقدار را دارد.

تعداد لکه (NP): (جدول ۷) به ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۷: آنالیز واریانس سنجه NP با بازه در کاربری اراضی مختلف

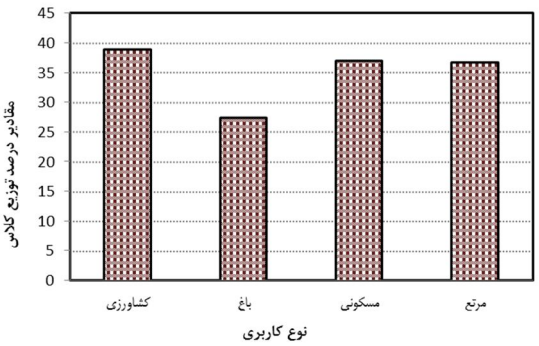
بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	۲۷/۵۰	۰/۰۵۰
مسکونی	کشاورزی	-۶/۳۹	۰/۸۰۳
مرتع	کشاورزی	-۷/۶۶	۰/۶۹۰

تعداد لکه‌های یک کلاس معین را نشان می‌دهد و برای اندازه‌گیری میزان گسستگی سیمای سرزمین به کار می‌رود. مقادیر آن بزرگ‌تر یا مساوی یک است. وقتی این مقدار برابر یک است، که سیمای سرزمین فقط از یک لکه تشکیل شده باشد (کیانی و فقهی، ۱۳۹۴، ۱۳۵). با توجه به (جدول، ۷) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نتایج شکل (۲)، در حالت کلی می‌توان گفت بیشترین تعداد لکه‌ها برای اراضی باغ و کمترین آن برای مرتع محاسبه شد. این نتایج نشان می‌دهد که در گسستگی پوشش اراضی حاشیه رودخانه در کاربری باغ بیشتر است.

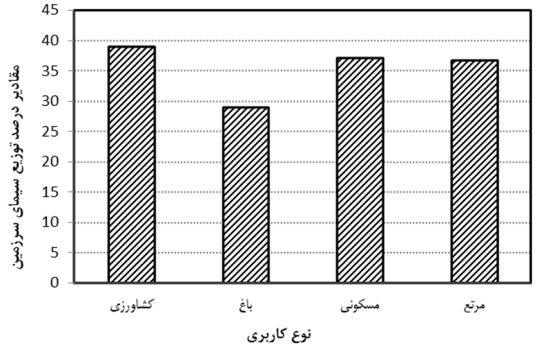
آنالیز واریانس کاربری مختلف با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح لکه: ارزیابی شاخص درصد توزیع کلاس با میانگین و انحراف معیار ۱۱۲۰۰/۶۱ و ۵۳۰۲/۵۸ به دست آمد که برای کاربری کشاورزی با میانگین ۳۸/۵۸ به دست آمد؛ همچنین شاخص درصد توزیع سیمای سرزمین با مقدار عددی ۳۸/۹۵ برای کاربری کشاورزی بیشترین مقدار را دارد. ارزیابی شاخص شکل سیمای سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی عدد بیشتری را نشان می‌دهد که بیانگر این موضوع است که تغییرات کشاورزی منجر به پیچیدگی‌های بیشتر و افزایش بی‌نظمی شکل لکه است. در همین راستا آنالیز واریانس کاربری مختلف با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح لکه و مقادیر کمی سنجه‌های سیمای سرزمین هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی رودخانه قره‌سو استان اردبیل در (جدول، ۸) و (شکل، ۳) ارائه شده است.

جدول ۸: آنالیز واریانس کاربری مختلف با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح لکه

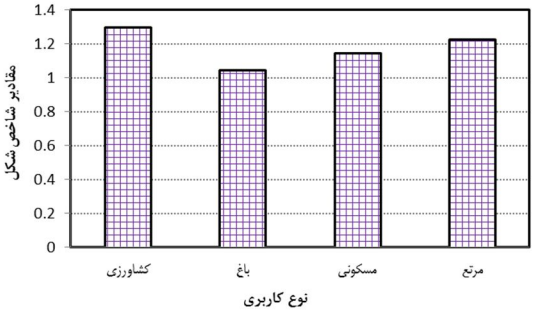
سطح معنی‌داری	آمارهٔ F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	ەمنبع تغییرات
۰/۰۰۲	۵/۰۲	۶۷۹۵/۱۳	۲۰۳۸۵/۴۱	۳	AREA_CPS
۰/۰۰۱	۵/۶۱	۷۵۵۴/۹۴	۲۲۶۶۴/۸۴	۳	AREA_LPS
۰/۰۰۰	۴۳/۵۴	۴/۲۳	۱۲/۶۹	۳	SHAPE
۰/۰۱۳	۴/۳۲	۵۱۰۵/۹۳	۱۰۲۱/۸۷	۲	ENN



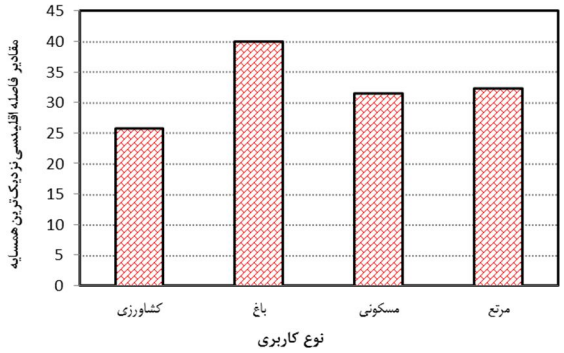
الف) شاخص درصد توزیع کلاس



ب) درصد توزیع سیمای سرزمین



ج) شاخص شکل



د) فاصلهٔ اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه

شکل ۳: مقادیر کمی سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح لکه هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی رودخانه قره‌سو استان اردبیل

درصد توزیع کلاس (AREA_CPS): (جدول، ۹) به ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۹: آنالیز واریانس سنجه AREA_CPS با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۱۱/۴۵	۰/۰۰۰
مسکونی	کشاورزی	-۱/۸۳	۰/۸۷۹
مرتع	کشاورزی	-۲/۱۵	۰/۷۸۶

هرچه مقدار AREA_CPS بالاتر باشد، پیوستگی بیشتر می‌شود. با توجه به جدول (۹) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به شکل (۳) میانگین ارزش سنجه AREA_CPS برای رودخانه قره‌سو استان اردبیل بین ۲۵/۷۵ تا ۳۶/۹۶ به‌دست آمد. علاوه‌براین، بالاترین مقدار سنجه AREA_CPS به بازه با کاربری باغ نسبت داده شد. همچنین کمترین مقدار برای بازه با کاربری مسکونی است.

درصد توزیع سیمای سرزمین (AREA_LPS): (جدول ۱۰) به ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۰: آنالیز واریانس سنجه AREA_CPS با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۱۲/۱۷	۰/۰۰۰
مسکونی	کشاورزی	-۴/۶۹	۰/۲۸۷
مرتع	کشاورزی	-۵/۰۱	۰/۱۹۰

با توجه به جدول (۱۰) نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل درصد توزیع سیمای سرزمین در سطح لکه در نشان داد که سنجه AREA_LPS توزیع یکنواخت در کل حوضه آبریز دارد. با توجه به (جدول ۱۰) نتایج نشان داد که میانگین کاربری مرتع و مسکونی تفاوتی ندارد، اما میان میانگین کاربری باغ با میانگین سایر کاربری تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به شکل (۳) مقدار این سنجه از ۲۸/۹۴ تا ۳۸/۹۵ درصد متغیر است، که نشان‌دهندهٔ حالت متوسطی از منطقهٔ مورد نظر از نظر پیوستگی در سطح لکه دارد.

شاخص شکل (SHAPE): جدول (۱۱) به‌ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۱: آنالیز واریانس سنجه SHAPE با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۰/۲۸	۰/۰۰۰
مسکونی	کشاورزی	-۰/۱۴	۰/۰۰۰
مرتع	کشاورزی	-۰/۰۶	۰/۰۲۲

به شاخص شکل لکه به‌عنوان سنجه نمایشی پیچیدگی شکل ساختار سیما مورد استفاده قرار می‌گیرد (Uuemaa et al., 2011). مطابق (جدول، ۱۰)، میانگین کاربری مرتع با سایر کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری ندارند، اما میان میانگین کاربری باغ و مسکونی تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ همچنین با توجه به (شکل، ۳)، مقادیر سنجه SHAPE از ۱/۰۴ (بازه با کاربری باغ) تا ۱/۲۹ (بازه با کاربری کشاورزی) متغیر است که بیشتر از یک در تمام کاربری هاست که نشانگر نسبتاً نامنظم از نظر شکل لکه است. نتایج اوئما و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که شاخص شکل لکه یکی از مهم‌ترین پیامدهای تأثیرات انسانی بر مناظر است؛ همچنین نتایج نشان داد که شاخص شکل در کاربری کشاورزی بیش از سایر کاربری‌ها می‌باشد، نتایج این پژوهش با نتایج نظرنژاد و همکاران (۱۳۹۸) که ارزیابی سنجهٔ شکل سیمای سرزمین برای کاربری های کشاورزی عدد بیشتری را نشان می‌دهد که بیانگر این موضوع است که تغییرات کشاورزی منجر به پیچیدگی‌های بیشتر و افزایش بی‌نظمی شکل لکه است، مطابقت دارد. در حالت کلی نتایج نشان داد که در مناطق بالادست منطقهٔ مورد مطالعه که از شهر اردبیل عبور می‌کند، در برخی از بازه‌ها پراکندگی پوشش گیاهی در اطراف رودخانهٔ قره سو اصلا مشاهده نشد. این می‌تواند به‌علت دخالت‌های انسانی و بهره‌برداری باشد.

میانگین فاصلهٔ اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه (ENN): جدول (۱۲) به‌ترتیب آنالیز واریانس و مقادیر را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۱۲: آنالیز واریانس سنجه ENN با بازه در کاربری اراضی مختلف

بازه		اختلاف میانگین	سطح معنی‌داری
باغ	کشاورزی	-۰/۸۰	۰/۹۶۰
مسکونی	کشاورزی	۵/۸۵	۰/۰۵۸
مرتع	کشاورزی	۶/۶۶	۰/۰۱۶

فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه اقلیدسی را شاید به عنوان ساده‌ترین اندازه از چارچوب لکه می‌توان محسوب نمود و به طور گسترده‌ای برای اندازه‌گیری انزوای لکه استفاده شده است. معیار نزدیک‌ترین فاصله همسایگی با استفاده از هندسه ساده اقلیدسی به عنوان کوتاه‌ترین فاصلهٔ مستقیم بین لکه مرکزی و نزدیک‌ترین همسایه آن کلاس تعریف شده است (مک‌گاریگال و انه، ۲۰۱۳). مطابق (جدول، ۱۲)، میانگین کاربری باغ و مسکونی تفاوت معنی‌داری ندارند. اما میان میانگین کاربری مرتع با سایر کاربری‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ همچنین با توجه به (شکل، ۳)، مقادیر سنجه ENN از ۲۵/۷۵ (بازه با کاربری کشاورزی) تا ۳۹/۹۶ (بازه با کاربری باغ) متغیر است. برای منطقهٔ مورد مطالعه حداکثر معیار فاصله نزدیک ترین همسایه اقلیدسی برای بازه با کاربری باغ و حداقل مقدار آن برای بازه با کاربری کشاورزی به دست آمد. کیانی و فقهی (۱۳۹۴) در بررسی ساختار پوشش اراضی حوزهٔ آبخیز سفیدرود، از میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک ترین همسایه استفاده کردند. ایشان به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین گسستگی به ترتیب در کاربری های کشاورزی و باغ و بیشترین پراکندگی لکه‌ها مربوط به کاربری مرتع و کمترین میزان آن مربوط به کاربری باغ بوده است. نتایج سنجه شاخص شکل برای همهٔ کاربری ها بیش از یک به‌دست آمد که این نشان می‌دهد بی‌نظمی در تمام منطقه وجود دارد و این امر می‌تواند حاکی از دخالت‌های انسانی باشد.

در حالت کلی با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان گفت تغییرات پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو در کاربری‌های زراعت و مسکونی به علت بهره‌برداری و استفاده‌های انسانی دچار گسستگی شده است و در صورت ادامهٔ این روند ممکن است، تخریب بیشتری ایجاد شود که از کارکردهای زیستی و کنترلی جوامع حاشیه رودخانه خواهد کاست، این نتیجه با نتایج اکسی و راندیر در سال (۲۰۰۷) که اذعان کردند پتانسیل جوامع حاشیه رودخانه تحت تأثیر تغییر در شیب های طولی و جانبی و اختلال در کاربری زمین است، مطابقت دارد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ارزیابی معیارهای پراکندگی پوشش گیاهی جوامع حاشیه رودخانه قره‌سو استان اردبیل، به صورت مکانی با محاسبهٔ معیارهای در سطح لکه و سیما با استفاده از نرم‌افزار Fragstats انجام گردید. نتایج نشان داد که مقادیر میانگین تغییرات سنجه CONTAG در بازه های مختلف مطالعاتی و کاربری‌های اراضی مختلف بین ۰/۰۰ تا ۶۹/۸۰ به دست آمد. حداقل و حداکثر مقادیر میانگین مربوط به بازه با کاربری مسکونی و مرتع (۰/۰۰) و باغ با مقدار (۶۹/۸۰) می باشد؛ همچنین نتایج شاخص تجمع (AI) نشان داد که لکه‌ها در بازه‌های مختلف مطالعاتی و کاربری های اراضی مختلف پیوستگی بالایی دارند. در سطح لکه میانگین مقدار سنجه AREA_CPS برای رودخانه قره‌سو استان اردبیل بین ۲۵/۷۵ تا ۳۶/۹۶ به دست آمد. مقادیر سنجه ENN از ۲۵/۷۵ (بازه با کاربری کشاورزی) تا ۳۹/۹۶ (بازه با کاربری باغ) متغیر است. نتایج سنجه پیوستگی سیمای سرزمین ۹۱/۵۲ درصد به ۹۵/۴۹ درصد در این منطقه طی این سال‌ها بوده است که نشان‌دهندهٔ افزایش یکپارچگی و کاهش تکه‌تکه‌شدگی در سیمای سرزمین است؛ همچنین نتایج نشان داد که لایه با کاربری باغ نسبت به سایر کاربری‌ها دارای بیشترین پیوستگی هستند و جوامع حاشیه رودخانه که کاربری مسکونی و

کشاورزی داشتند، پراکندگی پوشش گیاهی در اطراف رودخانه قره‌سو به شدت کاهش یافته است. طبق نتایج این پژوهش استنباط می‌شود مناطقی که از پیوستگی کمتری برخوردار هستند می تواند در معرض فرسایش شدید کناره رودخانه‌ای قرار گیرد. در راستای بهبود وضعیت این مناطق می توان نسبت به درخت کاری در حاشیه رودخانه اقدام نمود. قابل ذکر است که تأثیر پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در کنترل سرعت جریان و نیر کاهش خسارت‌های سیلاب به اراضی اطراف می تواند مورد توجه قرار گیرد. از طرفی، پوشش گیاهی حاشیه رودخانه از مواردی است که می تواند در تثبیت مورفولوژی بستر و کناره‌های رودخانه نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. پوشش گیاهی حاشیه رودخانه در منطقهٔ مورد مطالعه در مناطق مرطوب را غالباً گونه‌های درختی بید و در محدوده‌هایی با کاربری مرتع، معمولاً درخت گز تشکیل می‌دهد. علاوه‌براین، وجود پوششی از گیاهان رطوبت‌پسند، مانند نی و قمیش، ترکیب پوشش گیاهی حاشیه رودخانه را تشکیل می‌دهد. در مجموع می توان گفت: از آن جایی که شاخص‌های سیمای سرزمین، به عنوان ابعاد مختلف تاثیرگذار بر مدیریت اکوسیستم در نظر گرفته می شود، می تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تحلیل یکپارچگی اکوسیستم مورد استفاده قرار گیرد. باید اشاره شود که ادغام مفاهیم اکولوژی سیمای سرزمین با ارزیابی ابعاد مختلف احیای رودخانه، می‌تواند در کاهش خطرات مرتبط با حاشیه رودخانه‌ها نیز مورد توجه قرار گیرد. با توجه به اهمیت پوشش گیاهی حاشیه رودخانه به عنوان یک پل ارتباطی بین مناطق بالادست و پایین‌دست، پیوستگی آن می‌تواند باعث ایجاد دالان‌های ارتباطی شده و محلی به عنوان پناهگاه گونه های گیاهی و جانوری در اکوسیستم رودخانه باشد. در مجموع وجود و پیوستگی جوامع حاشیه رودخانه از عوامل ایجاد پیچیدگی و تنوع بخشیدن به اکوسیستم رودخانه باشد، لذا حفظ و احیای پوشش گیاهی حاشیه رودخانه می‌تواند علاوه بر حفظ و تقویت ارزش‌های محیط‌زیستی، از شدت خسارت های ناشی از تغییر مسیر رودخانه و نیز وقوع سیلاب بکاهد. پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از تخریب بیشتر از طریق لکه های انسان ساخت و کشاورزی، حریم جوامع حاشیه رودانه رعایت شود.

منابع

۱. ازی‌محمد، زینب. سیروس پوراصفهانی، هایده آلتون کیان و محسن سلطان آبادی. ۱۳۹۴. روند تغییرات کاربری اراضی (land use Change) حاشیه رودخانه مرگ طی ۵ دهه در محیط GIS. همایش ملی ژئوماتیک، دانشگاه آزاد علوم تحقیقات تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور، دوره ۲۲.

۲. اکبری، الهه. محمدعلی زنگنه اسدی و ابراهیم تقوی مقدم. ۱۳۹۵. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش های مختلف تئوری آموزش آماری منطقه نیشابور، آمایش جغرافیایی فضا، دوره ۶، شماره ۲۰. صص ۵۰-۳۵.

۳. احمدزاده، مریم. هیوا علمیزاده و علی دادالهی سهراب. ۱۳۹۹. پیشبینی تغییرات هندسی پیچانرودهای رودخانه زهره. آمایش جغرافیایی فضا، دوره دهم، شماره ۳۶. صص، ۵۳-۶۳.

۴. اصغری‌سراسکانرود، صیاد. ۱۳۹۶. تحلیل شکل مجرای رودخانه کلقای چای (حد فاصل سد کلقان تا الحاق به رودخانه قرنتو). ژئومورفولوژی کمی، سال ۶، شماره ۲، صص، ۱۳۲-۱۱۶.

۵. بابایی، علی. ۱۳۹۶. درس‌نامهٔ آموزش نرم‌افزار SPSS، برای بررسی تفاوت میانگین یک متغیر مقیاسی در بین سه گروه و بیشتر، ۲۵-۱.

۶. خیری‌زاده آروق، منصور. محمدحسین رضایی مقدم. معصومه رجبی و رسول دانش‌فراز. ۱۳۹۶. تحلیل تغییرات جانبی مجرای رودخانه زرینه‌رود با استفاده از روش‌های ژئومورفوسنجی. ژئومورفولوژی کمی، سال پنجم، شماره چهار، ص ۱۰۲-۷۶.

۷. کاکه‌ممی، آزاد اردوان قربانی. فرشاد کیوان بهجو و امیر میرزایی موسی‌وند. ۱۳۹۶. مقایسهٔ روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیهٔ نقشه کاربری و پوشش اراضی استان اردبیل. سنجش از دور و سامانه اطلاعات

جغرافیایی در منابع طبیعی، سال هشتم، شماره ۳، صص ۱۲۱-۱۳۴.

۸. کاوه، ندا و عطااله ابراهیمی. ۱۳۹۲. تغییرات زمانی و مکانی پهنه پوشش گیاهی حاشیه مرطوب رودخانه آقبلاغ در استان شهرکرد طی ۵ دهه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال ۱۷، شماره ۶۳، صص، ۱۰۶-۵۹.

۹. کوکبی، لیلا و بهناز امین‌زاده. ۱۳۸۷. کاربرد اکولوژی سیمای سرزمین در حفاظت و بهسازی رودخانه‌های درون شهری: مطالعه رودخانه خشک شیراز، علوم محیطی، سال ششم، شماره ۲، صص، ۱۲۰-۱۰۵.

۱۰. کیانی، واحد و جهانگیر فقهی. ۱۳۹۴. بررسی ساختار پوشش/کاربری حوزهٔ آبخیز سفیدرود با استفاده از سنجه‌های بوم‌شناسی سیمای سرزمین. علوم و تکنولوژی محیط زیست. سال هفدهم، شماره ۶، صص، ۱۳۱-۱۴۱.

۱۱. مصطفی‌زاده، رئوف، محسن ذبیحی، مریم ادهمی و اباذر اسمعلی عوری. ۱۳۹۶. هیدرولوژی جنگل و مدیریت آبخیز. انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی، صص، ۲۲۱.

۱۲. مقصودی، مهران، سید محمد زمان‌زاده، مجتبی یمانی و عبدالحسین حاجی‌زاده. ۱۳۹۶. ارزیابی تغییرات الگوی پیچان‌رودی رودخانه مارون و تحلیل هیدروژئومورفولوژی منطقهٔ مطالعه‌موردی: رودخانه مارون (از سرچشمه تا ورودی آن به رودخانه جراحی). جغرافیای طبیعی، سال دهم، شماره ۳۵، صص، ۲۸-۱.

۱۳. میرزایی، شهناز، اباذر اسمعلی، رئوف مصطفی‌زاده. اردوان قربانی و سجاد میرزایی. ۱۳۹۶. شبیه‌سازی هیدروگراف سیل و تحلیل ارتباط آن با سنجه‌های سیمای سرزمین در حوضهٔ آبخیزعموقین، استان اردبیل. اکوهیدرولوژی، دوره پنجم، شماره ۲، صص، ۳۷۲-۳۵۷.

۱۴. نظرنژاد، حبیب، مرتضی حسینی و رئوف مصطفی‌زاده. ۱۳۹۸. ارزیابی تغییرات پیوستگی و الگوی کاربری اراضی با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در حوزه آبخیز زولاچای، سلماس. آمایش جغرافیایی فضا، ، دوره سی و چهارم، شماره ۹، صص، ۶۶-۵۳.

۱۵. یوسفی، مسعود، داور لطف اله‌زاده، مراحم رحمتی و بهرام حبیبی، ۱۳۹۲. پیامدهای زیست اجتماعی و زیست محیطی ناشی از دستیازی‌های انسانی بر حریم و بستر رودخانه‌ها در استان گیلان، پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی). سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دوره بیست و ششم، شماره ۱، صص، ۱۳۵-۱۲۵.

16. Abdolalizadeh, Zahra. Abazr Ebrahimi. Raoof Mostafazadeh. 2019. Landscape pattern change in Marakan protected area, Iran. Regional Environmental Change, 19(6): 1683-1699.
17. Armando, Apan. Raine Steven, S. Paterson Mark. 2002. Mapping and Analysis of Changes in the Riparian Landscape Structure of the Lockyer Valley Catchment, Queensland, Australia, 1, 43-57
18. Botequila, Leitao. Miller Jozeph, M., Jack Ahern. 2006. Measuring landscapes: A Planner's Handbook. Island Press, 245.
19. Vesipa, Riccardo. Carlo Camporeale, Luca Ridolfi. 2017. Effect of river flow fluctuations on riparian vegetation dynamics: Processes and models, Advances in Water Resources, 110: 29-50.
20. Ekness, Paul. Timothy Randhir. 2007. Effects of riparian areas, stream order, and land use disturbance on watershed-scale habitat potential: an ecohydrologic approach to policy, Journal of The American Water Resources Association, 43(6): 1468-1482.
21. Krueper, David J. 1998. Effects of land use practices on western riparian. Ecosystems, 321-330.
22. McGarigal, Kevin. Barbara Marks. 1995. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen.Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture. Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1-122.
23. McGarigal, Kevin. Sam Cushman. Maile Neel. 2002. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, 691-703.
24. McGarigal, Kevin. Eduard Ene. 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.
25. Macfarlane, William Wallace. Jordan Gilber. Maetha Jensen. Jordan Gilbert. Nate Hough-Snee. Peter McHugh. Joseph Wheaton. Stephen 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, Part 2, 447-460.
26. Matsushita, Bunkei. Ming Xu. Takehiko Fukushima. 2006. Characterizing the changes in Landscape structure in the lake Kasumigaura basin, Japan using a high-quality GIS dataset. Landscape and Urban Planning, 78(3): 241-250.
27. Uuemaa, Evelyn. Ulo Mander. Riho Marja. 2011. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. Ecological Indicators, 60: 70-80.
28. Yuan, Jing. David Kaplan. Subodh Acharya. Laurel G. Larsen. Martha Nungesser. 2015. Linking metrics of landscape pattern to hydrological process in a lotic wetland. Landscape Ecology, 1-20.