آمایش سرزمین
سال چهارم ، شماره ششم، بهار و تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۳۴ ـ ۵

پایش و مقایسه کاربری اراضی زاگرس شمالی و جنوبی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین

(مطالعه موردی: استان‌های کردستان و کهگیلویه و بویراحمد)

آرش کرمی*[۱]، جهانگیرفقهی[۲]

۱. کارشناسی ارشد جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۲. دانشیار گروه جنگل‌داری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۵ ؛ تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۴)

چکیده

پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست دارد. ناحیه رویشی زاگرس، از لحاظ تنوع زیستی و ذخائر ژنتیکی از اهمیت خاصی برخوردار است، بدین منظور این تحقیق ابتدا با هدف بررسی ساختار اولیه سیمای‌سرزمین ناحیه رویشی زاگرس و سپس مقایسه سنجه‌های سیمای‌سرزمین زاگرس شمالی و جنوبی، دراستان‌های کردستان و کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت، برای کمی کردن سنجه‌های مربوط به لکه‌های کاربری اراضی از آنالیز سنجه‌های سیمای‌سرزمین در ترکیب با روش آنالیز گرادیان در محیط GIS و FRAGSTATS استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که، درصد سطح پوشش کاربری‌های پایدار برای استان کردستان به ترتیب کشاورزی(۴۵٪)، مرتعی(۴۱٪) و جنگلی(۱۲٪) و برای استان کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب جنگلی(۴۵٪)، مرتعی (۳۵٪)و کشاورزی (۱۲٪) است، بطورکلی سیمای سرزمین استان کردستان شامل، لکه‌های بزرگ‌تر و از لحاظ شکل ساده‌تر و دارای پیوستگی بیشتر، درحالیکه استان کهگیلویه و بویراحمد به‌سمت ساختار ریزدانه‌ای پیش می‌رود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژگان کلیدی:

کاربری پایدار اراضی، FRAGSTATS، زاگرس شمالی و جنوبی، سنجه‌ها، تنوع شانون و سیمپسیون، پایش

* . نویسنده مسؤول تلفن: ۰۹۱۸۱۳۸۰۱۶۹
Email : akarami90@ut.ac.ir

مقدمه

فعالیت‌های بشر اغلب تـاثیرات ناسـازگاری بـر سـیماهای سـرزمین و اکوسیـستم‌هـا می‌گذارند. از بین رفتن و قطعه قطعه شدن زیستگاه‌ها، دو تهدید بزرگ برای تنوع زیـستی به شمار می‌روند. این پدیده پیامدهای اجتماعی- اقتصادی و محیط زیـستی متعـددی را در پی دارد. گسترش شهرنشینی وکاربری‌های انسان ساخت در طبیعت موجب تغییـرات زیـر بنایی در ساختار وکارکرد بوم‌شناسی سیمای‌سـرزمین و تغییـر تـدریجی سـاختار مکـانی و الگوی سیمای‌سرزمین می‌شود (فـورمن و گـوردن، ۱۹۸٦، ص ۱۳٦). در دهـه‌هـای اخیـر مقایسه و پایش تغییرات کاربری اراضی، به منظور آگاهی از نابـسامانی در نـوع اسـتفاده از سرزمین اعم از هجوم دامدار و زارع به عرصه‌های جنگلی (بویژه کـشت زیـر درختـان) و گسترش فزآینده کاربری‌های شهری و انسان ساخت مهم و ضروری تشخیص داده شده‌اند. آگاهی از چنین روندی، برنامه‌ریزان و مدیران را یاری خواهد کـرد تـا بـا شـناخت و درک بهتری، سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم گیری‌های مربوط به مدیریت سـرزمین را اعمـال کننـد. واضح اسـت در منـاطقی کـه مـدیریت سـرزمین (کـاربری اراضـی) بـا تـوان اکولوژیـک ناهماهنگی دارد، بایستی با ارایه راهکارهای منطقی و عملی این ناهماهنگی مرتفع گردد، و هرچه شدت این ناهماهنگی بیش‌تر باشد، از نظر اصلاح مدیریت، اولویت بیش‌تـری دارد. باید توجه داشت که اهمیت و ضرورت مطالعات مربوط به پایش و تغییرات کاربری اراضی و استفاده از روش‌های مناسب برای مطالعه در این زمینه اهمیت زیادی در پیش‌بینـی چگـونگی تغییرات محیطی دارد، با این نگرش ناحیه رویشی زاگرس که مناطق مورد مطالعه بخشی از آن می‌باشد، به لحاظ تنوع زیستی و حفظ ذخایر ژنتیکی از اهمیت زیادی برخوردار اسـت و مدیریت صحیح منابع طبیعی به منظور بهره‌برداری پایدار و درخور از این منابع ضـروری است. بر این اساس، در این تحقیق سعی شده ساختار و پراکنش کاربری‌های مختلف در منطقـه آنالیز و روند مدیریت‌سرزمین در هر یک از مناطق انتخاب شده مقایسه و نشان داده شود.

ادبیات نظری تحقیق

مفهوم عام واژه سیمای‌سرزمین در واقع به معنی سطحی از زمین است کـه لکـه‌هـای

مختلفی را در بر دارد و با عنوان "موزاییکی از لکه‌ها[1]" یا "موزاییک عناصر سیمای‌سرزمین[2]" نامیده می‌شود (مک گورگال و همکاران، ۲۰۰۲، ص٦٢). متریک‌های سیمای سرزمین به شاخص‌های توسعه‌یافته برای یافتن الگوی نقشه‌های طبقه‌بندی شده می‌گویند. متریک‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی خاص لکه‌ها، کلاس‌ها یا موزاییک‌های کل سیمای سرزمین می‌باشند (مک گورگال[3] و همکاران، ۲۰۰۲، ص۹۹۸) متریک‌های سیمای سرزمین بهترین راه برای مقایسه وضعیت سیمای سرزمین‌ها می‌باشد. این متریک‌ها می‌توانند به‌عنوان اساس مقایسه سناریوهای متفاوت سیمای سرزمین یا فهم تغییرات وضعیت سیمای‌سرزمین در طی زمان باشد. متریک‌ها ابزارهای مناسبی برای طراحی و یافتن ارتباط دقیق بین ساختار و عملکرد می‌باشد. این متریک‌ها می‌توانند اندازه‌گیری‌های مقایسه‌ای برای کشف این ارتباطات انجام دهند.(بوتگالیا[4]و همکاران،٢٠٠٦ ، ص١٢٠) کاربری اراضی پایدار به‌عنوان جزء مهم توسعه پایدار و یکی از موضوعات کلیدی و مهم برای محققان و ارزیابان بوده است. درگذشته به خصوصیات مکانی کاربری اراضی توجهی نمی‌شد ولی امروزه توجه به ساختار مکانی کاربری‌های اراضی از اهمیت زیادی برخوردار شده‌است. فعالیت‌های اقتصادی و انسانی به‌طور عمده در مقیاس سیمای‌سرزمین صورت می‌گیرد و سیمای‌سرزمین به‌عنوان مقیاس مکانی مناسب برای مطالعه بر روی تغییرات زیست محیطی در نتیجه فعالیت‌های انسانی می‌باشد. تمامی فعالیت‌های انسانی در نهایت، منجر به تغییرات مکانی کاربری‌های اراضی می‌شود، بنابراین سیمای سرزمین بازتابی از کاربری اراضی انسانی در گذشته را در اختیار می‌گذارد و به‌عنوان قالبی زنده و پویا برای کاربری اراضی پایدار به‌کارگرفته می‌شود.(ایکسائو[5] و همکاران، ۱۹۹۸، ص۲۱۷) شباهت‌های زیادی بین ساختار سیمای سرزمین، ساختار کاربری اراضی، کارکرد سیمای سرزمین، کارکرد زمین، تغییرات سیمای سرزمین و تغییرات کاربری اراضی وجود دارد. زمین به‌عنوان هدف مطالعاتی اولیه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Mosaics of patches
2. Mosaics of landscape elements
3. McGarigal
4. Botequila
5. Xiao

اکولوژی سیمای سرزمین می‌باشد.(ناوه[1] و همکاران،۱۹۸٤) فعالیت‌های مدیریت اراضی و حفظ آن با توسعه اکولوژی سیمای سرزمین همگام شده‌است.(یوربان[2] و همکاران،۱۹۸۷، ص۱۱۹) اکولوژی سیمای‌سرزمین به‌شدت با کاربری‌اراضی مرتبط است، خصوصاً این ارتباط از جنبه‌های الگوهای مکانی و به‌عنوان شالوده برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مدیریت آن مطرح می‌باشد.(ویو، ۲۰۰۰)

پیشینه تحقیق

تغییر سیمای‌سرزمین در واقع مجموعه تغییرات و جایگزینی ساختار و کارکرد موزاییک سیمای‌سرزمین در طول زمان می‌باشد. کاربری پایدار اراضی به‌عنوان جزء مهم سیمای‌سرزمین و یکی از موضوعات کلیدی و مهم برای محققان و ارزیابان جهت رسیدن به توسعه پایدار و درخور سرزمین است. درگذشته به خصوصیات مکانی کاربری اراضی توجهی نمی‌شد، ولی امروزه توجه به ساختار مکانی لکه‌های کاربری‌های اراضی از اهمیت زیادی برخوردار شده‌است. کمی‌کردن الگوی سیمای سرزمین به درک و شناخت بهتر ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و تغییرات سیمای‌سرزمین و به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در تصمیم‌گیری مناسب در جهت توسعه پایدار کمک می‌کند (یوح و هانگ[3]، ۲۰۰۹، ص۸۳). در دهه‌های اخیر تلاش‌های زیادی به‌منظور توسعه روش‌ها و فرایندهای مناسب در کمّی کردن الگوی سیمای‌سرزمین انجام شده است و روش‌های مختلفی برای کمّی کردن سنجه‌های سیمای‌سرزمین به وجود آمده است. روش آنالیز موزاییک سیمای‌سرزمین با رویکرد اصول اکولوژی سیمای‌سرزمین یکی از روش‌های مناسب کمّی‌کردن سنجه‌های سیمای‌سرزمین می‌باشد (وانگ[4] و همکاران، ۲۰۰۸، ص٤٥). در زمینه پایش و مقایسه کاربری‌اراضی پایدار با نقطه‌نظر کمّی‌کردن سنجه‌های سیمای‌سرزمین تحقیقات داخلی و خارجی معدودی صورت گرفته است، و اکثر تحقیقات انجام شده نیز در کشورهای خارجی می باشد، از تحقیقات خارجی انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعه‌ای

1. Naveh
2. Urban
3. Yeh and Huang
4. Weng

(هرزاگ و لاچ[1]، ۲۰۰۲، ص۱۴۳) اشاره کرد که از سنجه‌های سیمای‌سرزمین برای پایش تغییرات سیمای‌سرزمین در منطقه‌ای به وسعت ۷۰۰ کیلومتر مربع در آلمان شرقی استفاده کردند. در این مطالعه سنجه‌های سیمای سرزمین برای کل منطقه در سطح لکه، کلاس و سیمای سرزمین محاسبه شد. نتایج نشان داد که لکه‌های کاربری از تنوع کمی برخوردار بوده و به سمت تکه تکه شدن هرچه بیش‌تر سیمای سرزمین پیش می‌رود. در مطالعه‌ای دیگر (ژانگ[2] و همکاران،۲۰۰۲، ص٥٦) از آنالیز گرادیان بر پایه GIS برای کمی‌کردن الگوی سیمای‌سرزمین استان شانگ‌های، چین استفاده کردند. آنها با استفاده از مجموعه داده‌های کاربری اراضی سال ۱۹۹٤ و ترکیب آن با سنجه‌های سیمای‌سرزمین، الگوی مکانی روند گسترش کلان‌شهر شانگ‌های را کمی کردند، و به این نتیجه رسیدند که الگوی شهری، یعنی الگوی سیمای سرزمین‌هایی که به‌صورت شهر درآمده‌اند، از نظر ترکیب متنوع‌تر، از نظر هندسی نامنظم‌تر و از نظر اکولوژیک تکه تکه‌ترند. به‌علاوه نتایج نشان دادند که با افزایش شهرسازی تراکم لکه افزایش یافته در حالی‌که اندازه لکه و اتصالات بین لکه‌ها کاهش می‌یابد (تانگ[3] و همکاران، ۲۰۰۸، ص۱۳۲). تغییرات زمانی و مکانی سیمای‌سرزمین دو شهر هیوستون تگزاس در آمریکا و شهر داکینگ در چین را با هم مقایسه کردند. آنها در این مطالعه اثر توسعه شهری را بر روی الگوی سیمای‌سرزمین دو شهر بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سیمای‌سرزمین‌های طبیعی مانند تالاب و جنگل‌ها در فاصله ۲۰ سال اخیر تخریب شده‌اند و بر عکس سیمای سرزمین‌های شهری گسترش پیدا کرده‌اند (شای[4] و همکاران، ۲۰۰۸ ، ص ۷۸). برای ارزیابی تغییرات سیمای‌سرزمین شهر شیجیاشوانگ از ترکیب سنجه‌های سیمای‌سرزمین در سطح کلاس و سیمای‌سرزمین استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد سنجه‌های سیمای‌سرزمین در کمی‌کردن تغییرات کاربری‌های موجود در سیمای‌سرزمین بسیار مناسب است، هم‌چنین نتایج آن ها نشان داد که بافت شهرشیجیاشوانگ به سمت کاربری‌های انسان ساخت و غیر پایدار در حال تغییر است (یوح و هانگ، ۲۰۰۹، ص۸۵). الگوهای تغییر مکانی و زمانی در پاسخ به گسترش شهری را در شهر تایپه از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۵ مطالعه کردند، نتایج تحقیقات

1. Herzog and Lausch
2. Zhang
3. Tang
4. Shi

آن‌ها نشان داد که در طی این دوره زمانی از تنوع لکه‌های طبیعی کاسته شده است، ولی تعداد و تنوع لکه‌های انسان ساخت افزایش داشته است. از تحقیقات داخلی انجام شده می‌توان به مطالعه‌ای (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۸، ص۴۳۱) اشاره کرد که به بررسی تغییرات فضای سبز و کاربری‌های شهر مشهد با تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از سنجه‌های کمی‌ساز سیمای‌سرزمین پرداختند، نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که الگوی کاربری‌ها در طول زمان در حال تغییر است و از لکه‌های با کاربری پایدارتر به سمت لکه‌های با کاربری ناپایدار پیش می‌روند. در مطالعه‌ای دیگر (پریور و همکاران، ۱۳۸۷، ص۷۳). تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز تهران را در مقیاس سیمای‌سرزمین مورد مطالعه قرار دادند و نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که فضای سبز در تهران از نظر نحوه ترکیب و توزیع فضایی دارای شرایط مطلوبی نیست و طی دوره‌های زمانی لکه‌های فضای سبز از نظر وسعت، پیوستگی و ماهیت ترکیب دچار روند تخریب شدیدی بوده است. در همین راستا (سفیانیان، ۱۳۸۸، ص۳٤) به مطالعه تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان پرداخت و نشان داد که طی دوره مورد مطالعه ۳۳٦۰ هکتار از اراضی محدوده شهر اصفهان تغییر کاربری داشته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

با توجه به اهمیت اجتماعی- اقتصادی جنگل‌های زاگرس و گسترش زیاد این اکوسیستم‌ها در نوار غربی کشور همراه با وابستگی زندگی و معیشت مردم منطقه به این اکوسیتم‌ها، لازم بود برای شناخت بیش‌تر منطقه و مقایسه کاربری‌های مختلف آن، این تحقیق در دو منطقه، شمال و جنوب زاگرس صورت گیرد. در این مطالعه استان‌های کردستان در شمال و کهکیلویه و بویراحمد در جنوب زاگرس انتخاب شدند.

موقعیت جغرافیایی استان کردستان

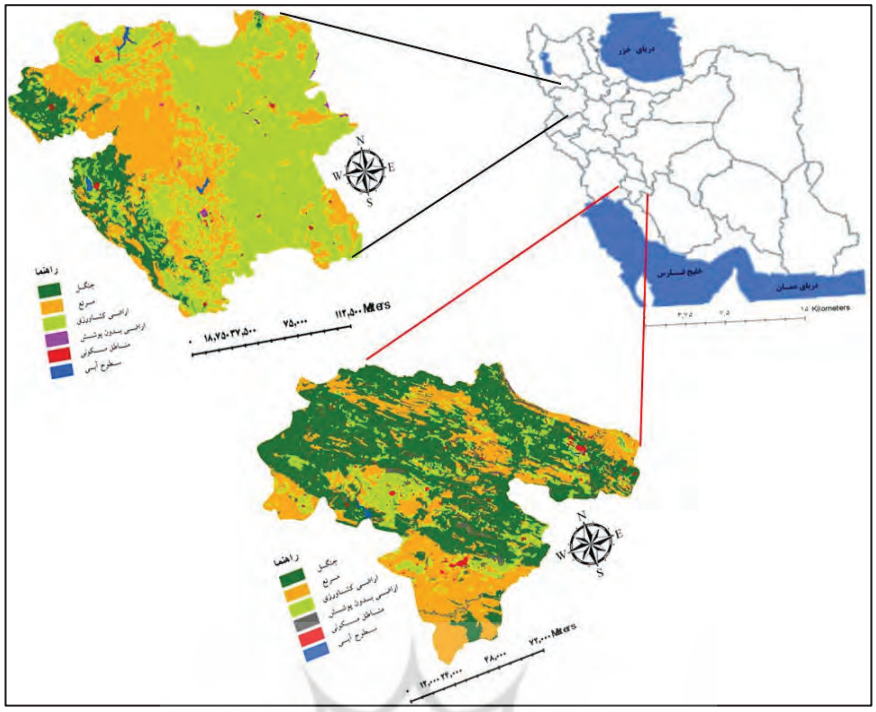
استان کردستان با حدود ۱/۷٪ مساحت کشور در شمال زاگرس و غرب ایران و در موقعیت جغرافیایی بین ″۲۳ ′٤٤ °۳٤ تا ″۳۷ ′۳۰ °۳٦ عرض شمالی و″۱۹ ′۳۱ °٤٥ تا ″٤٥ ′۱٦ °٤۸ طول شرقی در مجاورت مرز کشور عراق قرار دارد و مرز شمالی، شمال شرقی، و شرقی و جنوبی آن در داخل کشور را استان‌های آذربایجان غربی، زنجان، همدان

و کرمانشاه تشکیل می‌دهد. محل‌کنونی استان کردستان جزء یکی از قدیمی‌ترین کانون‌های زیستی و استقرار جمعیت در فلات ایران به شمار می‌رود و یادمان‌های تاریخی و فرهنگی منطقه دال بر سابقه تاریخی دیرین آن می‌باشد، ویژگی‌های اقلیمی، جغرافیایی و شکل زمین، شرایط کم نظیر اکولوژی، پوشش مرتعی و جنگلی، مناطق سرسبز، حیات وحش و شکارگاه‌های متعدد استان کردستان از جاذبه‌های قوی توریستی و گردشگری منطقه محسوب می‌شود. بر اساس آمارهای هواشناسی استان کردستان دارای اقلیم نیمه مرطوب با زمستان‌های خیلی سرد وآلپی و متوسط بارندگی سالیانه ۵۱۲ میلی‌متر می‌باشد، که حجم سالانه آن معادل ۱۴ میلیارد متر مکعب برآورد شده است، بر اساس نقشه‌های پوشش گیاهی تهیه شده حدود ۶۰ درصد از کل مساحت استان کردستان دارای پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی است. در این استان به دلیل تنوع محیط جغرافیایی، وضعیت ناهمواری‌ها و شرایط آب و هوایی، انواع کاربری‌ها را می‌توان مشاهده کرد.

موقعیت جغرافیایی استان کهگیلویه و بویراحمد

استان کهکیلویه و بویراحمد با مساحت ١٦٢٦٤ کیلومتر مربع و حدود١ ٪ مساحت کشور در جنوب زاگرس و در جنوب غرب ایران و در موقعیت جغرافیایی بین مدارهای″٣٠ ′٥٢ °٢٩ و ″٢٦ ′٢۶ °٣١ عرض شمالی و نصف النهارهای″٤٣ ′٥٥ °٤٩ و″٢٣ ′٥٣ °٥١ طول شرقی قرار دارد. کهکیلویه و بویراحمد از شمال با چهارمحال بختیاری، از شمال شرق با استان اصفهان، از شرق با استان‌فارس، از غرب با استان خوزستان و از جنوب با استان بوشهر هم جوار است. پوشش‌گیاهی استان به دلیل نوع آب و هوای گرمسیری و سردسیری متنوع است. به علت آب فراوان، پوشش‌گیاهی نسبتاً انبوه، متراکم و جنگلی دارد. در شکل۱، هریک از مناطق مورد مطالعه مشخص شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در این تحقیق از نقشه‌های کاربری اراضی که توسط سازمان جنگل‌ها؛ مراتع و آبخیزداری کشور در سال ۱۳۸۸ برای کل ایران تهیه شده است، استفاده شد. لازم به ذکر است که این نقشه‌ها بر اساس اهداف تحقیق دوباره طبقه‌بندی شده و در شش طبقه جنگل، مرتع، اراضی کشاورزی، اراضی بدون پوشش و لخت، مناطق مسکونی و سطوح آبی بر اساس جدول ۱، مرتب شدند.

روش تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی ساختار مکانی و آنالیز فضایی سنجه‌های مختلف لکه‌های کاربری اراضی از نرم افزار Fragstats برای کمی‌کردن سنجه‌های سیمای سرزمین و گرادیان استفاده شد. آنالیز گرادیان اولین بار توسط ویتاکر (۱۹۷۵) برای آنالیز پوشش گیاهی به

وجود آمد (ویتاکر[1]، ۱۹۷۵). آنالیز گرادیان، می‌تواند به صورت واقعی‌تری تغییرات الگـوی سیمای‌سرزمین را نشان دهد. مفهوم گرادیان مفهومی روشمندانه و سازمان‌یافتـه اسـت کـه می‌تواند مزایای بسیار زیادی در مطالعات داشته باشد (مک گوریگـال و همکـاران، ۲۰۰۲). گرادیان‌ها می‌توانند شدت گسترش شهری، تغییرات اکوسیستم و بازتاب اثرات انـسانی بـر روی محیط زیست را به خوبی نشان دهد. قبل از انجام آنـالیز سـیمای سـرزمین و آنـالیز گرادیان، بایستی داده‌ها آماده سازی شوند، در این مطالعه قبل از ورود داده‌ها به نرم افـزار Fragstats عملیات مورد نیاز و آماده‌سازی داده، در محیط نرم افزار Iidrisi با توجـه بـه کیفیت رستری بودن داده‌ها بر روی نقشه‌های کـاربری اراضـی انجـام گرفـت. Fragstats عنوان برنامه‌ای است که برای کمی‌کردن ساختار و الگوی سیمای سـرزمین مـورد اسـتفاده قرار می‌گیرد، این نرم افزار مجموعه کاملی از سنجه‌های سیمای‌سرزمین است. ایـن برنامـه محدودیتی در مقیاس(پهنه یا بزرگ‌نمایی) ایجاد نمی‌کنـد و بـرای آنـالیز الگـوی مکـانی و سنجه‌های مختلف لکه‌های کاربری اراضی تشکیل دهنده سـیمای‌سـرزمین در محـیط‌هـای ناهمگن و شرایط متفاوت مناسب است. هم‌چنـین سـنجه‌هـای محاسـبه شـده را براسـاس هکتار یا متر بیان می‌کند. به ازای هر ورودی در نـرم افـزار Fragstats، ۳ فایـل خروجـی ایجاد می‌شود. هر سه فایل خروجـی بـا نـام Patch، Class و Land در محـیط Excel ذخیره شده و قابل مشاهده و تجزیه و تحلیل است. این ابزار برای آنـالیز الگوهـای مکـانی خصوصا در مدل‌سازی زیستگاه، حفاظت حیات وحش و مـدیریت جنگـل وغیـره کـاربرد دارد. آنچه که سنجه‌های سیمای‌سرزمین را کاربردی‌تر ساخته است، امکان مقایسه سیمای-سرزمین‌های مختلف با استفاده از یک روش مشابه، ارزیابی در یک سیمای‌سرزمین خـاص برای دفعات متعدد و مقایسه سیمای‌سرزمین‌های مـشخص بـا گزینـه‌هـای مختلـف اسـت (گاستافسون[2]، ۱۹۹۸، صص۱۴۳-۱۵۶). در این مطالعه از سنجه‌هـای سـیمای‌سـرزمین بـه عنوان اجزای الگوی ارزیابی اثرات محیط زیستی وضعیت لکه‌های کاربری اراضی در سطح سیمای‌سرزمین استفاده شده. است تشریح و توزیع سنجه‌های در نظر گرفتـه شـده از مـک گوریگال و مارکس[3] (۱۹۹۵) و چگونگی محاسبه آنها در نرم افـزار Fragstats بـا تفـسیر

1. Whittaker
2. Gustafson
3 . McGarigal and Marks

معادله‌های ریاضی مربوط به هریک از سنجه‌ها و شرح پارامترهای هر معادله به طور خلاصه در زیر مشاهده می‌شود:

لازم به ذکر است که انتخاب سنجه‌های مناسب در این مطالعه بر اساس مرور منابع و مطالعات قبلی بود. در این مطالعه از هر دو دسته سنجه‌ها، سنجه‌های ترکیب و توزیع مکانی در دو سطح سیمای‌سرزمین و کلاس استفاده شد. به‌علت تفاوت ذاتی در داده‌های کاربری اراضی، استفاده از سنجه‌های مختلف برای افزایش انعطاف نتایج و بررسی جامع‌تر لازم به‌نظر می‌رسد (لیتائو[1] و همکاران، ۲۰۰۲، صص ٦٥-۹۳).

- **تعداد لکه‌ها(NP)**: این سنجه تعداد لکه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای‌سرزمین کمی می‌کند.

- **درصد پوشش اراضی (PLAND)** : نسبت درصد هر نوع لکه (کلاس) را اندازه‌گیری می‌کند.

$$PLAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^{a} a_{ij}}{A}(100)$$

P_i = نسبتی از سیمای‌سرزمین اشغال شده به وسیله لکه نوع i

a_{ij} = مساحت (متر مربع) لکه ij

A= مساحت کل سیمای‌سرزمین

جمع تمامی مساحت لکه‌های نوع i تقسیم بر مساحت کل سیمای‌سرزمین ضرب در ۱۰۰برای تبدیل به درصد.

- **سنجه تراکم لکه (PD)**: این سنجه تعداد لکه‌ها را در واحد سطح نشان می‌دهد و امکان مقایسه بین مساحت‌های مختلف را فراهم می‌کند.

این سنجه به‌عنوان شاخص تکه‌تکه شدگی زیستگاه استفاده می‌شود.

$$PD = \frac{n_i}{A}(10000)(100)$$

n_i = تعداد لکه‌های نوع (کلاس) i

A= مساحت کل سیمای‌سرزمین

1 . Leitao

تعداد لکه‌های نوع i تقسیم بر مساحت کل سیمای‌سرزمین ضرب در ۱۰۰۰۰ برای تبدیل به هکتار (ضرب در ۱۰۰ تا تراکم لکه‌ها در ۱۰۰ هکتار به دست آید).

– **سنجه تراکم حاشیه (ED)**: معادل طول تمامی حاشیه‌ها تقسیم بر مساحت می‌باشد. و از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m} e_{ik}}{A}(10000)$$

e_{ik} = طول کل حاشیه‌های لکه‌های کلاس نوع i در سیمای سرزمین

A= مساحت کل سیمای‌سرزمین

برای تبدیل به هکتار ضرب در۱۰۰۰۰ شده است.

– **سنجه تنوع شانون (SHDI)** : تنوع کاربری‌های سیمای‌سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند. و از رابطه ٤-۳ به دست می‌آید.

$$SHDI = -\sum_{i=1}^{m}(P_i \ln P_i)$$

m= تعداد انواع لکه‌ها.

P_i = نسبتی از سیمای‌سرزمین که به وسیله لکه نوع i اشغال شده است.

تنوع به وسیله دو جزء غنا و یکنواختی به‌صورت مستقل از هم اندازه‌گیری می‌شود. غنا به تعداد کلاس‌های موجود می‌گویند. یکنواختی توزیع مساحت کلاس‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند.

-تنوع سیمپسون (**SIEI**) سیمپسون(۱۹۹٤).

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

که s تعداد دسته‌ها و pi فراوانی نسبی است. Pi=ni/N که ni فراوانی نسبی دسته i وN مجموع فراوانی‌هاست.

– **سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه(LPI)**:

$$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A}(100)$$

a_{ij} = مساحت (متر مربع) لکه ij

A = مساحت کل سیمای‌سرزمین (متر مربع)

سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه برابر مساحت بزرگ‌ترین لکه در سیمای‌سرزمین تقسیم بر کل مساحت سیمای‌سرزمین ضرب در۱۰۰ برای تبدیل به درصد است. به‌عبارت دیگر، این سنجه درصدی از سیمای‌سرزمین که بزرگ‌ترین لکه را در بر دارد، نشان می‌دهد. $۰ \prec LPI \leq ۱۰۰$ وقتی مساحت بزرگ‌ترین لکه بسیار کوچک باشد، این مقدار به صفر میل می‌کند و وقتی کل سیمای‌سرزمین فقط از یک نوع کاربری و لکه پوشیده باشد، در این صورت این سنجه برابر ۱ است.

– **سنجه میانگین اندازه لکه (MPS)** : میانگین اندازه لکه‌ها در سطح کلاس یا سیمای‌سرزمین را اندازه‌گیری می‌کند.

$$MPS = \frac{\sum_{i=۱}^{m} [a_i]}{m}$$

a_i = مساحت لکه

= تعداد کل انواع لکه

– **سنجه‌های آماری (انحراف معیار اندازه لکه)(PSSD)** :

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=۱}^{m} [a_i - MPS]^۲}{m}} \left(\frac{۱}{۱۰۰۰}\right)$$

a_i = اندازه لکه

m = تعداد کل انواع لکه

MPS= میانگین اندازه لکه

سنجه میانگین شکل لکه (MSI) : میانگین نسبت محیط به مساحت لکه‌ها می‌باشد.

$$MSI = \frac{\sum_{i=۱}^{m} \sum_{j=۱}^{n} \left(\frac{۰/۲۵ p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}\right)}{N}$$

p_{ij} = محیط هر لکه

a_{ij} = مساحت هر لکه

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

N = تعداد کل لکه‌ها

-**سنجه شکل سیمای سرزمین(LSI)**: برای اندازه‌گیری پیچیدگی شکل لکه می‌باشد، که با تقسیم محیط کلاسی از لکه‌ها بر حداقل محیط همان کلاس از لکه‌ها محاسبه می‌شود.

$$LSI = \frac{e_i}{\min e_i}$$

ei = محیط کلاس لکه i

$\min e_i$ = حداقل محیط کلاس لکهi

- سنجه نزدیک‌ترین فاصله اقلیدسی بین لکه‌ها(MNN):

میانگین نزدیک‌ترین فواصل یک لکه به لکه‌ای دیگر از همان نوع(کنار به کنار) می‌باشد.

$$MNN = \frac{\sum_{i=1}^{m} h_i}{m}$$

h_i =فاصله هر لکه نسبت به نزدیک‌ترین همسایه از نوع خود

m = تعداد کل نزدیک‌ترین همسایه‌ها به این لکه

-**سنجه‌های آماری نزدیک‌ترین همسایه (انحراف معیار فواصل نزدیک‌ترین همسایه)(NNSD)**:

$$NNSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (h_i - MNN)^2}{m}}$$

h_i = فاصله هر لکه نسبت به نزدیک‌ترین همسایه از نوع خود

MNN = میانگین فواصل نزدیک‌ترین همسایه

= تعداد کل نزدیک‌ترین همسایه به این لکه

همانطور که در جدول ۱، مشاهده می‌شود. نقشه نهایی کاربری اراضی از شش طبقه کاربری اصلی که هر طبقه شامل یک نوع کاربری با درجات مختلف و یا کاربری‌هایی که از نظر طبقه‌بندی طبیعی و غیر طبیعی بودن (انسان‌ساخت) در یک گروه قرار می‌گیرند، طبقه‌بندی شد. به طور مثال کاربری مناطق مسکونی خود شامل مجموعه‌ای از کاربری‌های غیر طبیعی و انسان ساخت است. هم‌چنین در جدول۱، لکه‌های کاربری‌اراضی از کاربری-

های پایدارتر به ناپایدارتر از بالا به پایین طبقه‌بندی شدند.

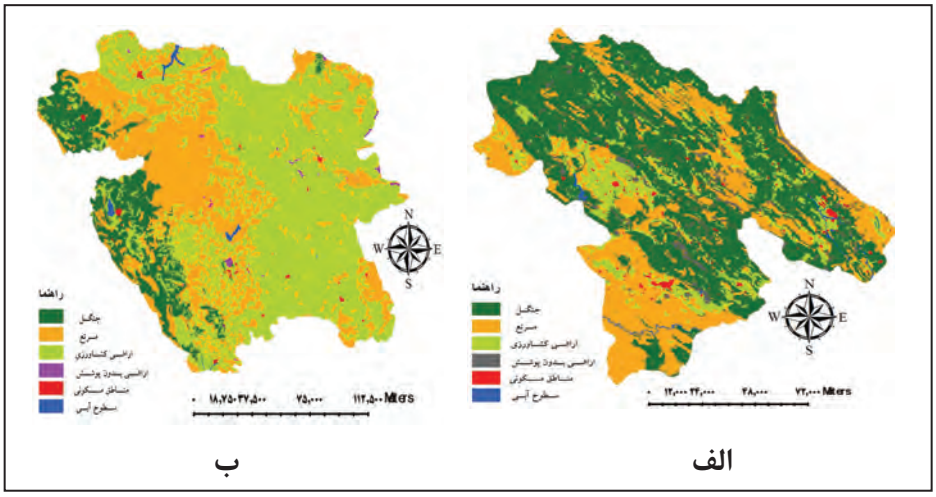
جدول۱: طبقه‌بندی نهایی نقشه‌کاربری اراضی

طبقه‌بندی انواع لکه	علامت اختصاری	توضیحات
جنگل	F	انواع جنگل، درجه۱،۲،۳
مرتع	R	انواع مراتع درجه۱،۲،۳
اراضی کشاورزی	DF و IF	اراضی کشاورزی اراضی آیش باغ‌ها و تاکستان‌ها
سطوح آبی	L	سطوح آبی، بستررودخانه، نیزار
اراضی بدون پوشش و لخت	BL	اراضی شور بیرون زدگی‌های لخت
مناطق مسکونی	URB	مناطق مسکونی تاسیسات صنایع مناطق در حال ساخت وساز مراکز خدماتی(بیمارستان و...) مناطق تاریخی فرهنگی

نتایج

در این قسمت از تحقیق، نتایج حاصل از آنالیز و تجزیه و تحلیل سنجه‌های کمی‌ساز مربوط به کاربری‌اراضی به صورت جداول (جداول ۲،۳،۵،٤) و نمودارهای (نمودار۱، ۲، ۳، ٤، ۵) در دو سطح کلاس (منظور از سطح کلاس سطح هر کاربری به تنهایی می‌باشد) و سیمای‌سرزمین (سطح کل کاربری‌ها) ارایه شد. در این بخش ابتدا نتایج آنالیزها در سطح کلاس و بعد در سطح سیمای‌سرزمین آورده شده است. نقشه‌های توزیع و پراکنش کاربری‌های مختلف مطابق شکل۲، تهیه شد، لکه‌های جنگل در نقشه کاربری‌اراضی استان کهکیلویه و بویراحمد، تقریبا در سرتاسر این استان پراکنش دارند. با توجه به شکل۲.الف، به طورکلی، لکه‌های با کاربری‌جنگلی پراکنش بهتری در سطح استان کهکیلویه و بویراحمد

دارند و از تعداد لکه‌های بیش‌تری تشکیل شده‌اند.



شکل۲: نقشه‌های کاربری اراضی استان کهگیلویه و بویراحمد (الف) و کردستان (ب)

آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس

آنالیز سنجه‌های سطح کلاس، الگوهای تغییرات هرکاربری را به‌تنهایی آنالیز می‌کند و در مورد چگونگی تغییر انواع کاربری‌ها آنالیزهای در سطح سیمای سرزمین انجام شد. آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس با محاسبه سنجه‌های درصد کاربری‌اراضی، تراکم لکه، میانگین اندازه لکه، بزرگ‌ترین اندازه لکه، سنجه شکل سیمای‌سرزمین و میانگین شکل لکه انجام گرفت.

آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس دراستان کردستان

همان‌طورکه در جدول۲ مشاهده می‌شود، در این استان اراضی کشاورزی بیش‌ترین مساحت و تعداد لکه‌ها را در بر می‌گیرند، و به ترتیب اراضی مرتعی و جنگلی در مراحل بعدی قرار دارند، سنجه تراکم لکه(PD) لکه‌های با کاربری مرتعی و اراضی کشاورزی را در این استان بیش‌تر از سایر کاربری‌ها محاسبه می‌کند. سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه، بزرگ‌ترین لکه‌ها را مربوط به لکه‌های کشاورزی و مرتعی نشان می‌دهد، هم‌چنین نتایج سنجه شکل لکه (LSI) نشان داد که پیچیده‌ترین لکه‌ها از نظر شکل لکه در اراضی مرتعی می‌باشد. افزایش سنجه شکل لکه به معنی افزایش بی‌نظمی شکل لکه‌هاست، در نتایج

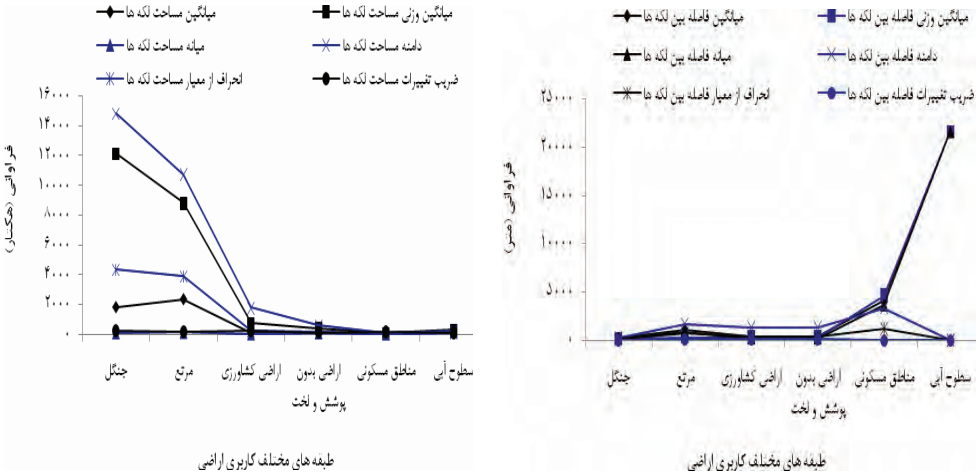
حاصل از سنجه شکل لکه، مقادیر مربوط به کاربری‌های بدون پوشش دارای کم‌ترین مقدار است. نتایج حاصل از سنجه تعداد لکه‌های مختلف کاربری نشان می‌دهد که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد لکه به ترتیب مربوط به اراضی کشاورزی و سطوح آبی می‌باشد

جدول۲: نتایج آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس در استان کردستان

نوع کاربری-اراضی/سنجه‌ها	مساحت هرکاربری (هکتار)	تعدادکاربری (ندارد)	تراکم-کاربری (٪)	بزرگ‌ترین اندازه لگه (٪)	تراکم حاشیه (متر در هر ۱۰۰ هکتار)	سنجه شکل لکه (ندارد)
جنگل	۳۷۳۴۳۲/۱	۲۲۳	۰/۰۱	۶/۲۴	۳/۹۶	۱۴/۹۱
مرتع	۱۲۴۳۷۲۴	۹۱۹	۰/۰۳	۲۴/۳۶	۱۰/۴۱	۲۱/۶۸
اراضی کشاورزی	۱۲۶۸۳۴۲	۱۵۶۰	۰/۰۳	۳۲/۲۶	۱۰/۳۵	۲۰/۴۴
سطوح آبی	۸۳۸۲	۱۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	۲/۲۸
اراضی بدون پوشش و لخت	۴۷۸۹/۵۸	۳۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۱	۱/۶۷
مناطق مسکونی	۶۱۶۹/۴۹	۳۰	۰/۰۰۰۷	۰/۰۶	۰/۰۴	۲/۰۵

نتایج مربوط به مشخصه‌های آماری مربوط به فاصله بین لکه‌های مختلف کاربری استان کردستان (نمودار۱- الف) نشان می‌دهد که تقریبا تمام مشخصه‌های آماری سنجه فاصله بین لکه‌ها برای لکه‌های با کاربری سطوح آبی بیش‌تر از سایر کاربری‌هاست. و میانگین فاصله بین لکه‌های با کاربری‌های مناطق مسکونی، اراضی بدون پوشش و صخره‌ای و اراضی جنگلی به ترتیب در مراحل بعدی قرار دارند، در همین راستا لکه‌های با کاربری‌کشاورزی و مرتعی دارای کم‌ترین فاصله نسبت به هم هستند، که این موضوع تراکم و تعداد بالای کاربری‌های مذکور در منطقه را نشان می‌دهد. مشخصه‌های آماری سنجه مساحت در نمودار۱- ب، نشان می‌دهد که میانگین مساحت لکه‌ها به ترتیب برای لکه‌های با کاربری‌های کشاورزی، مرتعی و جنگلی بیش‌تر از سایرکاربری‌های در این استان می‌باشد.

پرتال جامع علوم انسانی



ب الف

نمودار۱: نتایج آنالیز مشخصه‌های آماری سنجه فاصله بین لکه‌ها (الف) و مشخصه‌های آماری سنجه مساحت لکه‌ها (ب) در سطح کلاس برای استان کردستان

شاخصه آماری دامنه تغییرات اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین داده‌ها را در اطراف میانگین نشان می‌دهد، با توجه به این مشخصه آماری، مشاهده می‌شود که دامنه تغییرات مساحت لکه‌های با کاربری‌های کشاورزی و جنگلی نسبت به کاربری‌های دیگر در اطراف میانگین بیش‌تر است. این موضوع نشان می‌دهد که لکه‌های با کاربری کشاورزی و جنگلی در این استان از سطوح متغیری تشکیل شده است و دست خوردگی و دخالت انسان در این دو کاربری در طول زمان زیاد بوده است. ولی این مقدار برای کاربری مرتع پایین مانده و تغییرات چندانی نداشته است. و نشان می‌دهد که تکه‌تکه شدگی در این بخش کم‌تر از بخش‌های دیگر است.

آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس دراستان کهگیلویه و بویراحمد

همان‌طورکه در جدول۳ مشاهده می‌شود، در این استان اراضی جنگلی بیش‌ترین مساحت را در بر می‌گیرد، و به ترتیب اراضی مرتعی و کشاورزی در مراحل بعدی قرار دارند. بیش‌ترین تعداد کاربری در این استان مربوط به لکه‌های با کاربری کشاورزی و کم‌ترین آن مربوط به سطوح آبی است. تراکم کاربری کشاورزی بیش‌تر از جنگلی و تراکم این دو کاربری بیش‌تر از سایر کاربری‌ها در سطح استان است. اما بزرگ‌ترین اندازه

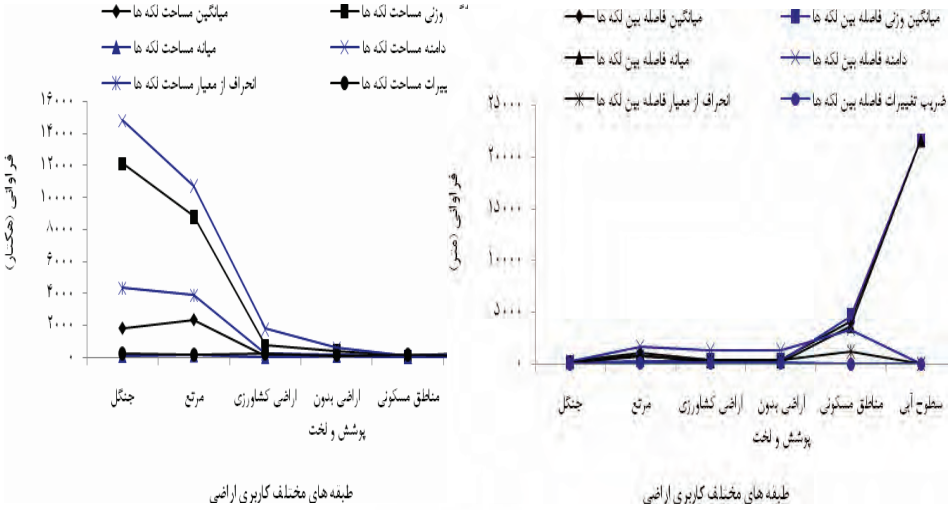
لکه‌های کاربری اراضی، مربوط به کاربری‌های جنگلی و مرتعی می‌باشد، این موضوع به خاطر پایداری این کاربری‌ها نسبت به کاربری‌های دیگر از اهمیت زیادی برخوردار است، مناطق مسکونی دارای کوچک‌ترین لکه‌ها می‌باشد و از نظر اینکه مراکز جمعیتی به حساب می‌آید و در تمام سطح منطقه پراکنش دارد می‌تواند لکه‌های با کاربری پایدارتر را تحت تاثیر قرار دهد. سنجه شکل لکه و تراکم حاشیه ارتباط نزدیکی با هم دارند، یعنی هرجا سنجه شکل لکه افزایش یا کاهش داشته سنجه تراکم لکه نیز از آن پیروی می‌کند، افزایش سنجه شکل لکه به معنای افزایش پیچیدگی شکل لکه و در نتیجه افزایش محیط (حاشیه یا طول لبه هرکاربری) و تراکم حاشیه (تراکم محیط) هرکاربری می‌باشد، در این استان بیش‌ترین پیچیدگی شکل کاربری‌ها و تراکم حاشیه کاربری‌ها به ترتیب مربوط به کاربری‌های کشاورزی و مرتعی، و کم‌ترین آن مربوط به مناطق مسکونی است.

جدول۳: نتایج آنالیز سنجه‌ها در سطح کلاس در استان کهگیلویه و بویراحمد

نوع کاربری- اراضی/سنجه‌ها	مساحت هرکاربری (هکتار)	تعدادکاربری (ندارد)	تراکم‌کاربری (٪)	بزرگ‌ترین اندازه لگه (٪)	تراکم حاشیه (متر در هر ۱۰۰ هکتار)	سنجه شکل لکه (ندارد)
جنگل	۸۷۳۱۴۵/۲	۷۳۵	۰/۰۲	۳٦/۸۹	۹/۱۲	٦/۷۵
مرتع	۴۷۸۷۹۴/۱	٥٤۹	۰/۰۱	۲٦/۷۵	۱۰/٦۵	۸/۹۷
اراضی کشاورزی	۱۴۴۲۸۰/۲۹	۱۱۳۹	۰/۱۳	٤/۵	۷/۷٦	۱۰/۲۰
اراضی بدون پوشش و لخت	۴۰۴۲۶/۵۲	۳٤۰	۰/۰۱	۱/٦۵	۲/۰۹	٦/۲٦
مناطق مسکونی	۱۰۱۱۱/۰۶	۳۲۲	۰/۰۱	۰/۳۳	۰/۳۵	۲/۷۹
سطوح آبی	۳۹۶۵	۱۵	۰/۰۰۵	۰/۸۱	۰/۷۱	۳/۸٦

همانطورکه نمودار۲- الف، نشان می‌دهد، مقادیر مشخصه‌های آماری سنجه فاصله بین لکه‌ها، برای لکه‌های با کاربری سطوح آبی، مناطق مسکونی و اراضی مرتعی به ترتیب، دارای بیش‌ترین فراوانی میانگین، میانگین وزنی، میانه فاصله بین لکه‌ها از هم می‌باشند. با بررسی و تجزیه و تحلیل مشخصه آماری انحراف از معیار و ضریب تغییرات فاصله بین لکه‌ها مشاهده می‌شود که مقادیر این مشخصه‌ها برای لکه‌های با کاربری مناطق مسکونی و اراضی مرتعی دارای بیش‌ترین مقدار خود می‌باشد، هم‌چنین نمودار۲- ب، نشان می‌دهد که میانگین مساحت لکه‌ها در اراضی با کاربری مرتعی و جنگلی دارای بیش‌ترین مقدار خود است و این مقدار برای سایر کاربری‌ها کم‌تر می‌باشد. هم‌چنین این نمودار بیش‌ترین دامنه تغییرات مساحت لکه‌ها را در اراضی جنگلی و مرتعی بیان می‌کند، این مقدار برای

کاربری‌های دیگر کم‌تر است. در همین راستا، میانگین وزنی مساحت لکه‌های کاربری جنگلی و مرتعی بیش‌ترین فراوانی را دارد، این نمودار، انحراف معیار لکه‌های با کاربری جنگلی و مرتعی را نسبت به دیگر کاربری‌ها را بالاتر نشان می‌دهد.

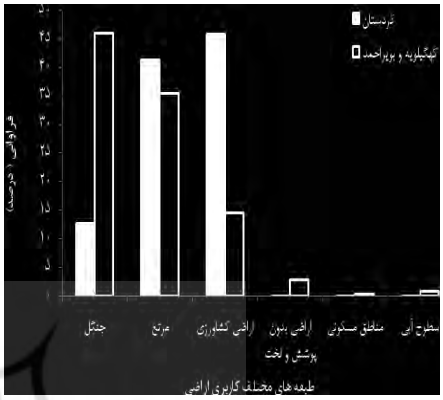


الف ب

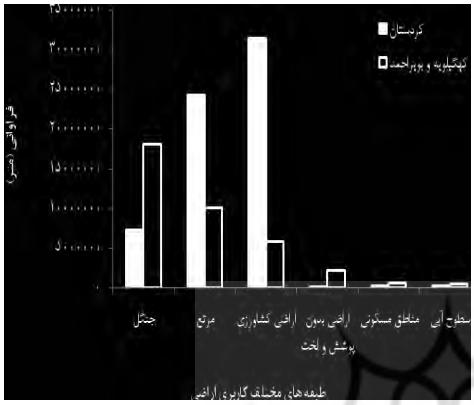
نمودار۲: نتایج آنالیز مشخصه‌های آماری سنجه فاصله بین لکه‌ها (الف) و مشخصه‌های آماری سنجه مساحت لکه‌ها (ب) در سطح کلاس برای استان کهگیلویه و بویراحمد

همانطورکه نمودار۳- الف، نشان می‌دهد، درصد پوشش اراضی مربوط به هر کدام از کاربری‌های، جنگل، اراضی بدون پوشش و لخت و مناطق مسکونی در استان کردستان کم‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. و اراضی جنگلی در استان کهگیلویه و بویراحمد حدود ٤٥ درصد سطح این استان را می‌پوشانند، این درحالی است که این مقدار در استان کردستان حدود ۱۳ درصد سطح استان را پوشش می‌دهد. نتایج مربوط به درصد پوشش اراضی کشاورزی و مرتعی در دو استان نشان داد که، این دو نوع کاربری بر خلاف کاربری‌های دیگر در استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد است، همانطور که مشاهده می‌شود حدود۵۰ درصد سطح استان کردستان را اراضی کشاورزی به خود اختصاص داده است، در حالی‌که در استان کهگیلویه و بویراحمد حدود ۱۵ درصد سطح را در بر می‌گیرد. مطابق نمودار۳- ب، سنجه حاشیه کل نشان می‌دهد که بیش‌ترین حاشیه کاربری‌های مختلف که با متر در هر۱۰۰ هکتار محاسبه می‌شود، در لکه‌های با کاربری

کشاورزی و مرتعی در استان کردستان بیش‌تر از سایر کاربری‌ها در این استان و با همین کاربری‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد. درهمین راستا سنجه حاشیه کل در مورد کاربری جنگلی دراستان کهگیلویه و بویراحمد نسبت به استان کردستان مقدار بیش‌تری را نشان می‌دهد. هم‌چنین این سنجه، مقدار حاشیه لکه‌های با کاربری سطوح آبی، مناطق مسکونی و اراضی بدون پوشش و صخره‌ای را در استان کهگیلویه و بویراحمد بیش‌تر از استان کردستان محاسبه می‌کند. نتایج این سنجه در مورد اراضی لخت و بدون پوشش نشان داد که بیش‌ترین سطوح صخره‌ای در استان کهگیلویه و بویراحمد وجود دارد.



الف



ب

نمودار۳: نتایج آنالیز سنجه درصد سطح پوشش اراضی (الف)، و سنجه حاشیه کل (ب)، در سطح کلاس و در مناطق مورد مطالعه

مقایسه و آنالیز سنجه‌ها در سطح سیمای‌سرزمین

در این سطح از آنالیز، سنجه‌ها در مقیاس بزرگ‌تر و در سطح کل پهنه هر استان برای کاربری‌های مختلف ارزیابی شد و نتایج آن به صورت جداول (جدول٤ و٥) و نمودارهای (نمودار ٤و٥) ارایه گردید، همان‌طور که در جدول شماره ٤ ملاحظه می‌شود، تفاوت در مقادیر سنجه‌های بین دو استان مشهود است، سنجه مساحت کل هر استان، تعداد کل در سطح استان، تراکم کل در سطح استان، سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه در سطح استان، تراکم حاشیه و سنجه شکل لکه در این دو استان متفاوت بوده و هرکدام اعداد مختلفی را نشان می‌دهند. همان‌طورکه درجدول٤ ملاحظه می‌شود، استان کردستان از لحاظ مساحت، دارای مساحت بیش‌تری نسبت به استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد.

جدول٤: مقایسه نتایج سنجه‌ها در سطح سیمای‌سرزمین در دو استان کردستان و کهگیلویه و بویراحمد

استان / سنجه ها	مساحت کل استان	تعداد کل کاربری	تراکم کل کاربری	بزرگ‌ترین اندازه لکه	تراکم حاشیه	سنجه شکل سیمای سرزمین
کردستان	۲۹۰٤۸۳۹	۲۷۸۳	۰/۰۸	۳۲/۲٦	۱۳	۱۷/۳۸
کهگیلویه و بویراحمد	۱۵۵۰۷۲۲	۳۱۰۰	۰/۲۱	۳۱/۸۹	۱٦/٦٤	۸/۳٤

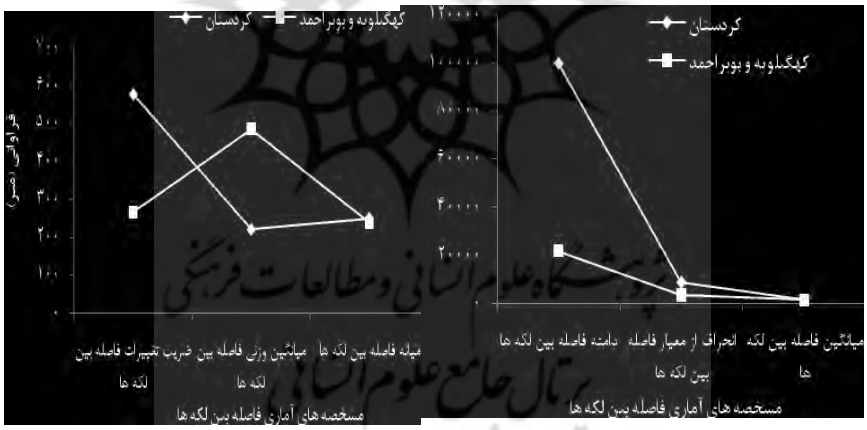
این درحالی است که با توجه به سنجه تعداد لکه در هر استان مشاهده می‌شود که بیش‌ترین لکه‌های کاربری‌اراضی در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارند. این موضوع با توجه به مساحت کم استان کهگیلویه و بویراحمد نسبت به استان کردستان نشان می‌دهد که سطح استان کهگیلویه و بویراحمد از تعداد و تنوع بیش‌تری از لکه‌های کاربری اراضی تشکیل شده است. در همین جدول، مقادیر سنجه‌های تراکم کل‌کاربری‌ها و تراکم حاشیه کاربری‌ها، بیش‌ترین مقدار را در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان می‌دهد، آنالیز مربوط به سنجه شکل لکه درسطح سیمای سرزمین نشان می‌دهد که این مقدار در استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد، با توجه به نتایج این سنجه، مشاهده می‌شود که لکه‌های کاربری اراضی در استان کردستان دارای اشکال مختلف و پیچیدگی بیش‌تر نسبت به کاربری‌های استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشند. سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه، بزرگ‌ترین لکه کاربری اراضی را در سطح استان کردستان معرفی می‌کند.

جدول۵: مقایسه سنجه‌ها و مشخصه های آماری مختلف در سطح سیمای‌سرزمین در مناطق مورد مطالعه

سنجه‌ها / استان	کردستان	کهگیلویه و بویراحمد
حاشیه کل	٦۳۷٦۲۸۸۷/۱۳	۳۷۲۷۸۱٤۵/۱۳
غنای لکه	٦	٦
تراکم غنای لکه	۰/۰۰۲۱	۰/۰۱٤۹
غنای نسبی لکه	۱۰۰	۱۰۰
میانگین وزنی مساحت لکه‌ها	۵۰۷۷٦/۵۳	۸۸٤۵۱۷/۷٤
دامنه مساحت لکه‌ها	۹۲۳۱۷/٤۷	۱٤۸۳۸/۲۷
میانگین مساحت لکه‌ها	۱۱۱۷/۷۲	۴۶۲/۳۴
میانه مساحت لکه‌ها	٦۷/۳۵	۳٦/۹۵
انحراف از معیار مساحت لکه‌ها	۷٤۵۰/۱٦	۱۹٦۸/۷۵
ضریب تغییرات مساحت لکه‌ها	٦٦٦/۵٤	٤۲۵/۸۲

همان طورکه درجدول ۵ مشاهده می‌شود، حاشیه کل در استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد است، این مسأله بی‌ارتباط با بیش‌تر بودن مساحت استان کردستان نسبت به استان کهگیلویه و بویراحمد نیست. سنجه غنای لکه‌ها و غنای نسبی لکه‌ها با توجه به برابر بودن طبقات کاربری‌ها در هر دو استان یکسان است. اما تراکم غنای نسبی لکه با توجه به فراوانی تعداد لکه‌های کاربری اراضی در استان کهگیلویه و بویراحمد بیش‌تر است. با توجه به جدول۵، و مقایسه مشخصه‌های آماری مساحت کاربری‌های مختلف اراضی در هر دو استان مشاهده می‌شود که، بیش‌ترین میانگین‌وزنی، میانگین، میانه، انحراف از معیار و ضریب تغییرات مساحت لکه‌های کاربری اراضی در استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد، ولی دامنه پراکنش مساحت کاربری‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد نسبت به استان کردستان بیش‌تر است. این مسأله بیش‌تر به علت تعداد بیش‌تر لکه‌هایی است که در استان کهگیلویه و بویراحمد وجود دارد و تغییرات مساحتی متفاوتی می‌تواند داشته باشد.

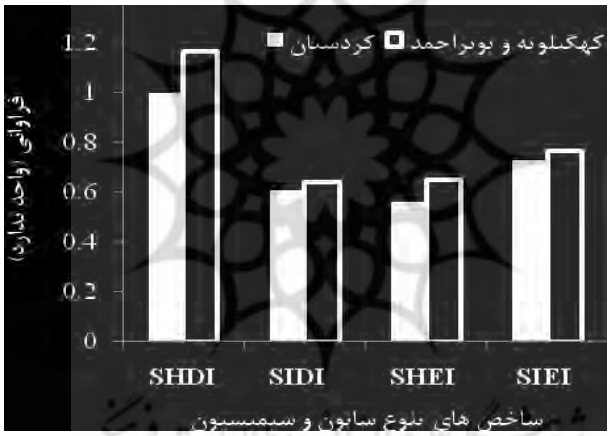
همان‌طورکه نمودار٤- الف و ب، نشان می‌دهد، مقدار مشخصه‌های‌آماری (میانگین، میانگین‌وزنی، میانه، انحراف از معیار، دامنه و ضریب تغییرات) پراکنش فاصله بین لکه‌ها در استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد است، این موضوع نشان می‌دهد که فاصله بین لکه‌های کاربری‌های اراضی استان کردستان بیش‌تر از استان کهگیلویه و بویراحمد است و لکه‌های با کاربری‌های یکسان در فاصله بیش‌تری نسبت به هم پراکنش دارند.



ب الف

نمودار٤: مقایسه مشخصه‌های آماری سنجه فاصله بین لکه‌های کاربری‌اراضی در دو استان و در سطح سیمای‌سرزمین

سنجه‌های سیمپسون و شانون از مهم‌ترین سنجه‌های تنوع برای مطالعه لکه‌های کاربری‌اراضی می‌باشند. سنجه سیمپسیون بیش‌تر نسبت به فراوان‌ترین لکه‌ها و سنجه شانون، نسبت به نادرترین لکه‌ها حساس است. منظور از سنجه‌های یکنواختی سیمپسون و شانون فراوانی نسبی انواع لکه‌هاست. وقتی مقدار همگنی عدد یک باشد، یعنی سیمای‌سرزمین بسیار متنوع است و وقتی به سمت صفر میل کند، تنوع سیمای‌سرزمین کاهش می‌یابد. هرچه میزان سنجه‌های تنوع به یک نزدیک شود، میزان تنوع افزایش می‌یابد. هرچه این مقدار به صفر نزدیک شود از میزان تنوع کاهش می‌یابد. همان‌طورکه در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، مقادیر مربوط به شاخص‌های تنوع شانون و سیمپسیون نشان می‌دهد که تنوع لکه‌های با کاربری‌های مختلف در هر دو استان بالاست و این مقدار برای استان کهگیلویه و بویراحمد در مقایسه با استان کردستان بیش‌تر است، تنوع بالا در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان دهنده گوناگونی لکه‌ها و توزیع متناسب آن در تمام منطقه می‌باشد، درحالی که تنوع پایین دلیل بر یکنواختی در بین لکه‌ها و یا توزیع نامناسب لکه‌ها می‌باشد. بنابراین بیش‌ترین تنوع و آرایش مکانی مناسب کاربری‌های مختلف اراضی در استان کهگیلویه و بویراحمد مشاهده شد.



نمودار۵: مقایسه شاخص‌های تنوع بین لکه‌های کاربری‌اراضی در مناطق مورد مطالعه در سطح سیمای‌سرزمین

نتیجه

ضرورت پیوستگی و ارتباط بین ساختار و عملکرد در اکوسیستم‌های طبیعی و شهری امری پذیرفته شده است. الگوی ساختاری و مکانی سیمای‌سرزمین در طبیعت نمونه خوبی برای پیش‌بینی رفتار طبیعت است، توالی سیمای‌سرزمین با رعایت اصل سلسله مراتب در برنامه‌ریزی و با توجه به ساختار سرزمین از مقیاس کلان منطقه تا سطح خرد و اجرایی امکان‌پذیر است. مناطق مختلف زمین براثر شرایط اکولوژیکی، اقلیمی و پروسه‌های اجتماعی- اقتصادی ناشی از فعالیت‌های خاص آن منطقه الگوی کاربری اراضی متغیری دارند. برای مثال از بین بردن لکه‌های بزرگ کشاورزی موجب تکه‌تکه شدگی بالای زیستگاه و افزایش تراکم لکه‌های انسان‌ساخت می‌شود، که این پدیده بر روی چرخه زیست- زمین- شیمیایی تاثیرگذار است. بنابراین از نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به سنجه‌های تعداد و مساحت هر کاربری در سطح استان کردستان بیش‌ترین تکه‌تکه شدگی‌ها مربوط به کاربری‌های کشاورزی است، یعنی در این اکوسیستم (استان کردستان) لکه‌های کشاورزی علاوه بر اینکه خود به عنوان یک اکوسیستم طبیعی مصنوعی روز به روز به سمت ناپایداری پیش می‌روند، بلکه به‌عنوان تحدیدی جدی برای عرصه‌های طبیعی و پایدارتر نیز مطرح هستند. بدین ترتیب هرگونه تصمیم‌گیری علاوه برتوان و استعداد مکان (و یا نارسایی و محدودیت آن) در سطح اکوسیستم مبتنی بر ارتباطات آن، دارای اهمیت زیادی است. اگر لکه‌های طبیعی و خصوصا منابع جنگلی به‌عنوان ساختارهای اکولوژیک در اکوسیستم‌های طبیعی با ترکیب و توزیع فضایی مناسب وجود داشته باشند، می‌توانند عملکردهای اکولوژیکی مهمی به‌ویژه در تعدیل آب و هوای این مناطق داشته باشند. همانطور که در نتایج این تحقیق مشاهده شد، توزیع و پراکنش منابع جنگلی با توجه به اهمیت آن‌ها در تعادل اکوسیستم هر منطقه، در استان کردستان فقط به صورت نوارهای باریک در غرب این استان استقرار دارند و این موضوع زمینه‌های ناپایداری بیش‌تر در اکوسیستم طبیعی و زیبای منطقه را با توجه به افزایش و هجوم لکه‌های کاربری کشاورزی را در بر خواهد داشت. سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان شاخص تکه‌تکه شدگی سیمای سرزمین استفاده می‌شود. در صورتی‌که

مساحت بزرگ‌ترین اندازه لکه کم باشد، پدیده‌ی تکه‌تکه شدگی بیش‌تر است (براون[1] و همکاران، ۲۰۰٦، ص۱۷۳). سنجه‌های تراکم حاشیه، تراکم لکه و اندازه لکه‌ها نیز به‌عنوان شاخص‌هایی برای تکه‌تکه شدگی استفاده می‌شوند (بوورکس[2] و همکاران، ۲۰۰۱، ص۱۳). کاهش سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه و میانگین اندازه لکه، به‌معنی تکه‌تکه شدگی بیش‌تر سیمای سرزمین می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق و رفتار سنجه‌های تراکم لکه، تراکم حاشیه، سنجه بزرگ‌ترین اندازه لکه و میانگین اندازه لکه در دو استان کردستان و کهگیلویه و بویراحمد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سطح و گسترش مناطق مسکونی استان کهگیلویه و بویراحمد بیش‌تر از استان کردستان است و پراکنش آن در سراسر استان کهگیلویه و بویراحمد سبب ناپایداری کاربری‌های طبیعی و تکه‌تکه شدن هرچه بیش‌تر آن‌ها شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج این تحقیق با مطالعات (هرزاک و همکاران، ۲۰۰۱، ص۱٤۳ ؛ ژانگ وهمکاران، ۲۰۰٤، ص۵۳ ؛ سفیانیان، ۱۳۸۸، ص ۳٤ ؛ پریور و همکاران، ۱۳۸۷،ص۷۳ ؛ رفیعی و همکاران، ۱۳۸۸) که در تحقیقات خود نتیجه می‌گیرند لکه‌های کاربری اراضی پایدار با افزایش کاربری‌های انسان ساخت به سمت لکه های ناپدارتر و تکه‌تکه شدگی پیش می‌روند مطابقت می‌کند. مقدار میانگین اندازه لکه‌های کشاورزی در استان کهگیلویه‌و بویراحمد نسبت به همان کلاس در استان کردستان کم‌تر است، دلیل این امر توسعه ساخت و سازهای بیش‌تر و تعداد بیش‌تر مناطق شهری در این اراضی و قسمت‌های منتهی به حومه‌های شهری است. تعداد بیش‌تر لکه‌ها و پایین بودن اندازه لکه‌های ناپایدار در استان کهگیلویه و بویراحمد نسبت به استان کردستان ناهماهنگی و عدم برنامه‌ریزی جامع در استفاده از کاربری‌های این استان را نشان می‌دهد. نتایج این مطالعه با مطالعه‌ای که ونگ به بررسی اثرات توسعه شهری بر روی الگوی سیمای‌سرزمین شهر دیسکانتی، انجام داد، و به این نتیجه رسید که گسترش شهری انواع کاربری‌ها را تغییر می‌دهد و سبب تکه‌تکه شدگی آن‌ها می‌شود (وانگ،۲۰۰۷، ص٤۵). همسو است.

برای اندازه‌گیری میزان اتصال و پیوستگی کاربری‌ها، می‌توان از سنجه‌های، تراکم حاشیه لکه و تراکم لکه استفاده کرد. بدین ترتیب که اتصال بین لکه‌ها به‌صورت معکوس با سنجه تراکم لکه و حاشیه در ارتباط است. یعنی با افزایش تراکم لکه و تراکم حاشیه

---

1 . Brown
2 . Bowersox

لکه‌ها، اتصال و پیوستگی سیمای‌سرزمین کاهش و لکه‌ها کوچک و منظم‌تر می‌شوند (ژانگ و همکاران،۲۰۰۲، ص٥٦). با توجه به نتایج این تحقیق و تراکم زیاد لکه‌های کاربری مناطق مسکونی و شهری در استان کهگیلویه و بویراحمد که باعث افزایش تراکم لکه‌های با کاربری‌های مختلف و تراکم حاشیه لکه‌های آن‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد شده است، بنابراین در این مطالعه فرضیه دوم فورمن و گودرون مبنی بر اینکه با افزایش درجه توسعه مناطق شهری شکل لکه‌ها منظم‌تر می‌شود، و اتصال و پیوستگی بین لکه‌ها افزایش می‌یابد، مورد تایید قرار گرفت. نتایج این مطالعه هم‌چنین با مطالعه‌ای که (ژانگ و همکاران ۲۰۰۸)، در شهر شانگ‌های به این نتیجه رسیدند که با افزایش درجه توسعه مناطق شهری و ساخت و سازهای انسانی، نه تنها تراکم، بلکه بی‌نظمی شکل لکه‌ها نیز افزایش می‌یابد، و موجب ترکیب متنوع‌تر سیمای سرزمین می‌شود، همسو می‌باشد به‌طوری‌که در استان کهگیلویه و بویراحمد به‌خاطر توسعه بیش‌تر مناطق مسکونی، شاهد تعداد لکه‌های بیش‌تر و با شکل‌های پیچیده‌تر هستیم. آنالیز سنجه درصد پوشش هر کاربری در سطح کلاس‌های دو استان کردستان و کهگیلویه و بویراحمد نشان داد که، درصد اراضی کشاورزی و مرتعی در استان کردستان بیش‌تر است، در حالی‌که درصد سطح پوشش اراضی جنگلی در استان کهگیلویه و بویراحمد بیش‌تر از استان کردستان محاسبه شده است، این موضوع پتانسیل بالای این استان را از لحاظ دارا بودن منابع جنگلی نشان می‌دهد، ولی از طرفی ازدیاد و توسعه روزافزون مناطق مسکونی و انسان ساخت در این استان تحدید بزرگی برای آن به شمار می‌آید، پایین بودن سنجه بزرگ‌ترین اندازه‌ی لکه و میانگین اندازه لکه، به‌معنی تکه‌تکه شدگی بیش‌تر سیمای‌سرزمین است، از کاهش سنجه‌های بزرگ‌ترین اندازه‌ی لکه و میانگین اندازه لکه در استان کهگیلویه و بویراحمد نسبت به استان کردستان نتیجه‌گیری می‌شود که سیمای سرزمین استان کردستان شامل، لکه‌های بزرگ‌تر و از لحاظ شکل ساده‌تر و دارای پیوستگی بیش‌تری می باشند، به‌طورکلی، گرایش سیمای سرزمین در استان کهگیلویه و بویراحمد به‌سمت ساختار ریزدانه است. ساختار ریزدانه از تعداد زیادی لکه‌های کوچک تشکیل شده و فوق‌العاده تکه‌تکه است، در مقابل ساختار درشت دانه از تعداد کمی لکه‌های بزرگ تشکیل شده است.

باید توجه داشت که برای به‌دست آوردن الگوی پراکنش و توزیع لکه‌های کاربری اراضی در سطح کلاس و سیمای‌سرزمین، می‌توان از نسبت انحراف از معیار فاصله بین

لکه‌های کاربری اراضی به میانگین فاصله‌های بین لکه‌ها کاربری اراضی، الگوی پراکنش لکه‌های کاربری در هر استان را یافت و با هم مقایسه کرد. بدین ترتیب که اگر مقدار این نسبت بیش‌تر از ۱ باشد، پراکنش کپه‌ای و اگر برابر یک باشد، تصادفی و در صورتی‌که کم‌تر از یک باشد به‌صورت یکنواخت توزیع یافته‌اند. با توجه به نتایج این تحقیق انحراف از معیار فاصله بین لکه‌های کاربری‌اراضی در کل استان کردستان ۰٤/ ۸۹۱۰ متر و میانگین فواصل بین لکه‌های کاربری اراضی ۱٥٤۹/۳٦ متر می‌باشد. نسبت انحراف از معیار به میانگین فاصله در استان کردستان، در حدود ۵/۷۵ است، این مقدار برای استان کهگیلویه و بویراحمد ۲/٦٥ محاسبه شد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که، الگوی پراکنش لکه‌های کاربری اراضی در هر دو استان به‌صورت کپه‌ای می‌باشد، ولی با مقایسه مقادیر دو استان با هم مشاهده می‌شود که الگوی پراکنش در استان کهگیلویه و بویراحمد منظم‌تر از استان کردستان است.

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که، استان کهگیلویه‌و بویراحمد نسبت به استان کردستان، از موزاییک‌های ناهمگنی‌تری شامل، لکه‌های طبیعی، نیمه‌طبیعی و انسان‌ساخت تشکیل شده است. لکه‌های طبیعی (اراضی پایدار) شامل رودخانه‌ها، اراضی صخره‌ای و بدون پوشش و مراتع می‌باشد. لکه‌های نیمه طبیعی و نیمه‌مصنوعی مانند زمین‌های مرتعی، جنگلی (اراضی پایدار)، کشاورزی(نیمه‌مصنوعی)، دراستان کردستان نسبت به استان کهگیلویه و بویراحمد از پیوستگی بیش‌تری برخوردارند، و دامنه تغییرات مساحت لکه‌های کشاورزی، مرتعی و جنگلی در استان کردستان تغییرات کم‌تری دارد، که نشان‌دهنده یکپارچگی بیش‌تر و سطوح بزرگ‌تر لکه‌ها در این استان است. اما پراکنش این لکه‌ها در استان کهگیلویه و بویراحمد، مناسب‌تر و درکل استان به خوبی در تمام منطقه توزیع شده‌اند. استان کهگیلویه و بویراحمد با وجود تراکم بالای اراضی جنگلی و لکه‌های طبیعی، از نظر لکه‌های با کاربری مصنوعی و انسان‌ساخت نیز در سطح بالایی است، این تراکم اراضی جنگلی و طبیعی با توسعه ساخت و ساز و گسترش مناطق مسکونی سازگار نمی‌باشد (رنجبر نایینی،۱۳۸۷، ص۱۵۳). و در برنامه‌ریزی‌های آتی و آمایش سرزمین باید مورد توجه قرار گیرد. برای ایجاد پیوستگی در اراضی‌های پایدارتر و حفظ ساختار اکوسیستم‌های طبیعی مناطق مورد مطالعه بایستی شبکه‌های حیاتی مناسبی ایجاد شود، برای دست‌یابی به این هدف باید مساحت مناسب لکه‌ها، اتصال و ارتباط و توزیع هماهنگ آن‌ها با ساختار سیمای‌سرزمین در هر مقیاس تعیین و در غالب اقدامات اصلاحی بیان شود.

به‌طورکلی اصلاحات در راستای ایجاد اتصال و ارتباط بین لکه‌ها با اکوسیستم‌های باز و پایدار با اولویت درشت دانه‌ها و لکه‌های اصیل و سپس لکه‌های ریزدانه و پراکنده با استفاده از شبکه‌های رودخانه، دریاچه‌ها و اراضی بدون پوشش خواهد بود، در همین راستا و در مقیاس منطقه‌ای بر حفظ ماتریس طبیعی منطقه و جلوگیری از پراکندگی بیش‌تر لکه‌های مسکونی و ناپایدار که مولد انقطاع در بستر طبیعی منطقه هستند تاکید می‌شود. با توجه به آنچه بررسی شد، نتیجه گرفته می‌شود که با هدف اجرایی شدن اصول اکولوژی در برنامه‌ریزی‌های آینده استفاده از مفاهیم و سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین بسیار کارآمد است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱. پریور پ (۱۳۸۷)، تحلیل *تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای‌سرزمین*، مجله محیط شناسی، (۴۵) ۳۴؛ صص ۷۳-۸۴.

۲. رفیعی (۱۳۸۸)، *ارزیابی تغییرات فضای سبز شهری مشهد با استفاده از داده‌های فضایی*، مجله بین‌المللی رصد و کاوش کاربری زمین و اطلاعات زمینی، شماره ۱۱، صص۴۳۱-۴۳۸.

۳. رنجبر نایینی (۱۳۸۷)، *بازسازی تغییرات فضای سبز شهر اصفهان با استفاده از GIS وRS*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان،صص۱۵۳-۱۶۷.

۴. سفیانیان ع (۱۳۸۸)، *بررسی تغییر کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷*، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع‌طبیعی (علوم آب و خاک)، (۱۳) ۴۹، ۳۴- ۴۷.

5. Botequila Leitao, A., Jozeph, M. and Ahern, J., (2006), *Measuring landscapes,* A planner's handbook.
6. Bowersox, M. A. and Brown, D. G., (2001*)*, *Measuring the abruptness of patchy ecotones:A simulation-based comparison of patch and edge metrics*, *Plant Ecology*, Vol. 156, No. 1, pp:89–13.
7. Brown, G. S., Rettie, W. J. and Mallory, F. F., (2006), *Application of a variance decomposition method to compare satellite and aerial inventory data: a tool for evaluating wildlife-habitat relationships*, *Journal of Applied Ecology,* Vol**.** 43 , pp:73–184.
8. Forman, R. T. T. and Godron, M., 1986, *andscape Ecology,*Wiley, New York.
9. Forman, R. T. T., (2008), *Urban regions ecology and planning beyond the city*, Cambridge university press.
10. Gustafson, E.J. (1998*), Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the ar*t? Ecosystems, 1,pp: 143-156.
11. Herzog. F and Lausch. A 2001, *Supplementing land-use statistics with landscape metrics: Some methodological consideration*, Environmental monitoring and assessment, Vol. 72, No. 1, pp: 37–45.
12. Lausch, A. and Herzog, F (2002) , *Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change,* Ecological indicators, Vol. 2, No. 1-2, pp: 3–15.
13. Leitao, A. B. and Ahern , J., 2002*, Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning*, Landscape and Urban Planning*,* Vol. 59, No. 2, pp: 65–93.
14. McGarigal, K. and B.J. Marks (1995*), Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure.* USA: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station pp:122

15. McGarigal, K. and Cushman, S. A., 2002, *The gradient concept of landscape structure.* http://www.umass.edu/landeco/pubs/Gradients_short.pdf
16. McGarigal, K., Cushman, S. A. and Neel, M. C., Ene, E 2002, *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps,* Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html.
17. Naveh, Z. and Liberman, A (1984), *Landscape ecology: theory and application. Springer-Verlag,* New York, NY, USA.
18. Shi,Y. and Xiao, J (2008), *Evaluating landscape changing due to urbanization using remote sensing data: A case study of Shijiazhung, china*, *international workshop on geoscience and remote sensing.*
19. Tang, J., Wang, L., Yao, Z (2008), *Analysis of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images, A comparison of two petroleum-oriented cities*, Landscape and urban planning, Vol. 87, No. 4, pp:266–278.
20. Urban, D. L., O'Neill, R. V. and Shugart, H. H (1987), *Landscape ecology*, Bioscience, Vol. 37, pp: 119–127.
21. Weng, Q., Liu, H. and Lu, D., 2007, *Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States*, Urban Ecosystem, Vol. 1, No. 2, pp. 23–219.
22. Weng, Y (2007), *"Spatial changes of landscape pattern in response to urbanization",* Landscape and urban planning, Vol. 81, No. 4, pp. 341–353.
23. Whittaker, R. H (1975), *Communities and Ecosystems, MacMillan,* New York.
24. Wu, J (2000), *Landscape ecology: Pattern, process, scale and grade*, Beijing: Higher Education Press.
25. Xiao, D. N., and Zhong, L. S (1998), *Ecological principles of landscape classification and assessment*, Chinese Journal of Applied Ecology, Vol. 9, No. pp:217–231. (in Chinese).
26. Yeh, C. T. and Huang, S. L (2009), *Investigating spatiotemporal pattern of landscape diversity in response to urbanization*, landscape and urban planning, Vol. 93, No. 3-4, pp: 151-162.
27. Zhang Hui-Yuan, NI Jin-ren,(2001), *Discussion on the space methods of the city space ecology adjusts and control*, City Planning Review, Vol.25, No. 7, pp:15–18.
28. Zhang, L., Shu, J., Wu, J. and Zhen, Y (2004), *A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China*, Landscape Urban Planning, Vol. 69, No. 1, pp:1–16.