Biannual Journal of Urban Ecology Researches
Vol. 10, Issue. 2, No. 20, Autumn & Winter 2019-2020 (141-152)

دو فصلنامه علمی پژوهش‌های بوم‌شناسی‌شهری
سال دهم، شماره ۲، پیاپی۲۰، پاییز و زمستان ۱۳۹۸ (۱۴۱-۱۵۲)

تحلیل ساختار مکانی کاربری‌ها و روابط متقابل آن‌ها بر فرآیندهای بوم‌شناختی دمای سطح زمین، مطالعه موردی: استان گلستان

حمیدرضا کامیاب
استادیار گروه محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت:۱۳۹٦/۱۱/۱۱ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۸/۰۷**

Analysis of spatial structure of land uses and their interrelationships on surface temperature ecological processes, Case study: Golestan Province

Hamidreza Kamyab
Assistant Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Received: 31/01/2018 **Accepted: 29/10/2018**

چکیده

در توسعه پایدار ابعاد کالبدی مناطق انسان‌ساخت اهمیت زیادی دارد. این مقاله، به منظور کمّی کردن الگوی رشد مناطق انسان ساخت، ارتباط نواحی ساخته شده شهرستان‌های استان گلستان با دمای سطح زمین با استفاده از شش سنجه سیمای سرزمین تعداد لکه، شاخص بزرگ‌ترین لکه، شاخص شکل، نزدیک‌ترین فاصله اقلیدسی، تجمع و کوهژن مورد بررسی قرار می‌دهد. انتخاب سنجه‌ها باید براساس معیارهایی مانند استقلال بین سنجه‌ها باشد. بررسی آماری همبستگی بین سنجه‌ها نشان داد که همبستگی بین آن‌ها وجود ندارد. سنجه‌های سیمای سرزمین با استفاده از نرم‌افزار Fragstats استخراج شد. نتایج تحلیل سیمای سرزمین نیز نشان داد که شهرستان گرگان دارای بالاترین ساختار همگن و شهرستان مراوه‌تپه دارای نامناسب‌ترین ساختار مناطق انسان‌ساخت است. مطالعات علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین بر اهمیت ساختار مکانی بر فرآیندهای بوم‌شناختی استوار است. به همین منظور، ارتباط آماری بین ساختار و دمای سطح زمین با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. اطلاعات دمای سطح زمین نیز با از داده‌های سنجنده مادیس استخراج گردید. نتایج نشان داد که بین سنجه ساختار شکلی و دمای سطح زمین ارتباط معناداری وجود دارد. مناطق انسان‌ساخت که دارای ساختار شکلی پیچیده‌تری هستند و دمای سطح زمین در این مناطق نسبت به سایر مناطق بیش‌تر می‌باشد.

واژگان کلیدی

ساختار مکانی، کاربری زمین، فرآیندهای بوم‌شناختی، دمای سطح‌زمین، استان گلستان.

Abstract

In the sustainable development, the physical aspects of man-made areas are of great importance. This paper, in order to quantify the growth pattern of human-made areas, the relationship of built-up areas of Golestan province with ground surface temperature using six landmarks including number of patches, largest patch index, shape index, nearest Euclidean distance, aggregation and Cohen examines. The selection of measures should be based on criteria such as independence between the measures. Statistical analysis of correlation between measures showed that there was no correlation between them. Landscape measurements were extracted by using Fragstats software. The results of Landscape analysis also showed that Gorgan city has the highest homogeneous structure and Maraveh Tepe city has the most inappropriate human-made structure. Landscape ecology studies are based on the importance of spatial structure on ecological processes. For this purpose, the statistical relationship between the structure and surface temperature of the earth was investigated using Pearson correlation coefficient. Surface temperature data were also extracted from the Madis sensor data. The results showed that there was a significant relationship between the shape of the structure and the surface temperature. The man-made areas have a more complex shape and the surface temperature of these areas is higher than in other areas.

Keywords

Spatial structure, land use, ecological processes, Land surface temperature, Golestan Province.

E-mail: kamyab.hr@gmail.com

مقدمه

توسعه شهرها و مهاجرت مردم از مناطق روستایی به شهرها از جمله پدیده‌های قابل توجه جهانی هستند. ضمن آن‌که بیشتر مراکز جمعیتی کوچک در حال تبدیل به کلان‌شهرها هستند که در آن تبدیل زمین‌های طبیعی به کاربری شهری کاملاً مشهود است. طبق گزارش تجدید نظر شده دورنمای رشد شهری در جهان مربوط به بخش جمعیتی سازمان امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل (۲۰۰۶)، در سال ۱۹۹۰ میلادی تنها ۱۳ درصد جمعیت دنیا در شهرها زندگی می‌کردند. این مسأله درحالی است که این میزان در سال ۱۹۵۰ میلادی به ۲۹ درصد و در سال ۲۰۰۵ میلادی به ۴۹ درصد رسید. آخرین پژوهش جمعیتی سازمان ملل نیز نشان می‌دهد که میزان جمعیت شهری تا سال ۲۰۳۰ میلادی به ۶۰ درصد خواهد رسید. به‌عبارتی، از جمعیت ۸ میلیاردی دنیا در سال ۲۰۳۰ میلادی، ۴/۹ میلیارد نفر ساکن شهرها خواهند بود(سازمان ملل، ۲۰۱۴). هم‌زمان با رشد جمعیت، وسعت شهرها نیز افزوده می‌شود، به‌صورتی که اکنون بیش از ۵۰ درصد جمعیت دنیا در مناطق شهری زیست می‌کنند (سازمان ملل، ۲۰۱۴).

توسعه سریع مناطق انسان‌ساخت عموماً در زمین‌های کشاورزی، با تخریب سیمای طبیعی و فضاهای باز عمومی روی می‌دهد که اثر رو به رشدی بر تغییرات جهانی محیط زیست دارد. طبق اظهارات ویتوسک[1]، سه تغییر مستند جهانی شامل افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در اتمسفر، تغییر در بیوشیمی چرخه جهانی نیتروژن و کاربری/ پوشش زمین هستند(Vitousek,1994:1862). فرآیندهای مکانی- زمانی توسعه مناطق انسان‌ساخت و پیامدهای اجتماعی- محیط‌زیستی این توسعه به دلیل اثرات مستقیم و عمیق بر انسان‌ها نیازمند مطالعات پیوسته توسط جغرافی‌دانان، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران است. افزایش ماهیت مناطق انسان‌ساخت در جوامع انسانی اثرات متعدد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی را در پی دارد و بسیاری از تغییرات به جهت توسعه ایجاد شده‌اند (Liu et al., 2017). مناطق مناطق انسان‌ساخت مسئول تقریبا ۸۰ درصد انتشار کربن، ۶۰ درصد مصرف آب و ۸۰ درصد استفاده از چوب برای مصارف صنعتی هستند (Grimm et al., 2008: 757; Wu, 1998a: 740; Wu, 1998b: 293; Wen et al., 2016).

زمانی که به سیمای سرزمین نگریسته شود در حقیقت ترکیب و ساختار مکانی آن به چشم می‌آید. چه عناصری و با چه نسبتی قرار دارند و نحوه چینش این عناصر به چه صورتی است (Turner and Gardner, 2015: 85)؟ علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین بر ارتباط بین ساختار مکانی و فرآیندهای بوم‌شناختی استوار است. مجموعه‌ای از اثرات ساختار ناهمگن سیمای سرزمین می‌باشد. تعاریف متعددی از علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین وجود دارد که دو ویژگی در آن، باعث تمایز این علم از بوم‌شناسی می‌گردد. اول اهمیت ساختار مکانی در این علم و دوم مقیاس مطالعه است. مقیاس مطالعه در علم بوم‌شناسی گسترده‌تر از بوم‌شناسی سیمای سرزمین است.

مطالعات علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین بر برآورد عوامل، اثرات و اهمیت کارکردی ناهمگنی مکانی استوار است. موفقیت در دست‌یابی به این اهداف به روش‌های صریح و موثری برای کمی‌سازی الگوی مکانی بستگی دارد. بوم‌شناسان سیمای سرزمین از سنجه‌های متعدد، داده‌های مکانی در دسترس و بسته‌های نرم‌افزاری کاربرپسند برای محاسبه ساختار سیمای سرزمین استفاده می‌کنند (Kohli et al., 2016). در هرحال، هدف از علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین تنها محاسبه ساختار مکانی نیست، بلکه ابزاری برای بررسی پدیده‌های پیچیده و ارتباطات ساختاری موجود در سیمای سرزمین است. چینش مکانی لکه‌های کاربری‌های مختلف مانند لکه‌های شهری می‌تواند بر فرآیندهای متعددی مانند دمای سطح زمین اثرگذار باشد. ارتباط بین نحوه چینش کاربری مناطق انسان‌ساخت، با فرآیندهایی مانند دمای سطح زمین می‌تواند توجه به ساختار مکانی تخصیص کاربری‌ها و اهمیت آن را نشان دهد.

روش‌های متعددی برای کمّی‌سازی ساختار سیمای سرزمین وجود دارد:

الف. بررسی تغییر ساختار سیمای سرزمین در طی دوره‌های زمانی متعدد؛

ب. بررسی و مقایسه دو یا چند منطقه کوچک در یک سیمای سرزمین بزرگ‌تر؛

ج. تاثیر متغیرهای مؤثر بر ساختار سیمای سرزمین یا سناریوهای آینده؛

د. بررسی اثرات ساختار بر فرآیندهای بوم‌شناختی مانند جابجایی موجودات زنده، گسترش مداخلات و چرخش مواد در سیمای سرزمین.

هدف اصلی این مطالعه تحلیل ساختار مکانی کاربری‌ها و بررسی ارتباط بین ساختار مکانی کاربری‌ها و یکی از مؤلفه‌های مؤثر بر فرآیندهای بوم‌شناختی یعنی دمای سطح زمین است. به‌عبارت دیگر این تحقیق به دنبال پاسخ به این سؤالات است:آیا تغییرات مشخصی بین ساختار مکانی کاربری‌ها در شهرستان‌های استان گلستان وجود دارد؟ آیا ارتباطی بین ساختار مکانی کاربری‌ها با دمای سطح زمین وجود دارد؟ آیا نقش تمام سنجه‌های سیمای سرزمین بر دمای سطح زمین به یک اندازه است؟

1. Vitousek

مبانی نظری

فعالیت‌های انسانی یکی از مهم‌ترین فاکتور اثرگذار در مطالعات بوم‌شناسی سیمای سرزمین است (Fu and Lu, 2006: 233; Pedroli et al., 2006: 425). مناطق انسان‌ساخت در بخش‌های مختلف خود از جمله ساختار فیزیکی، اقتصاد و توسعه تاریخی دارای ناهمگنی هستند (Parece et al., 2016: 15). اهمیت بعد فیزیکی در توسعه مناطق انسان‌ساخت در توسعه پایدار اهمیت زیادی دارد (Reis et al., 2016: 279). علی‌رغم وجود مشکلات متعدد توسعه که اشاره شد، تمام مناطق انسان‌ساخت لزوما ناپایدار نیستند. لذا، برای دست‌یابی به پایداری نیاز به توسعه همگون و متناسب است. جابجایی مواد و انرژی در بین لکه‌ها برای پایداری بلندمدت بسیار مهم است (Chapin et al., 2011: 36).

مناطق انسان‌ساخت سیمای سرزمین ناهمگنی هستند که برای بررسی میزان پایداری آن‌ها، باید به‌صورت کلی بررسی شوند. مطالعات متعددی به بررسی شکل و ساختار مناطق انسان‌ساخت در زمینه برنامه‌ریزی انجام شده‌اند (Pallagst, 2010; Reis et al., 2014). در بخشی از مطالعه‌های مطرح شده برای کمّی کردن الگوی رشد مناطق انسان‌ساخت از سنجه‌های مکانی استفاده نموده‌اند.

ترنر و گاردنر[2](۲۰۱۵)، سنجه‌های مکانی را به پنج دسته تقسیم‌بندی کردند که شامل سنجه‌های مربوط به ترکیب، سنجه‌های ساختاری مبتنی بر لکه و سرایت، چین‌خوردگی، سنجه‌های سطح و گراف‌های مکانی می‌باشند. استفاده تنها از یک سنجه برای مطالعات سیمای سرزمین کافی نیست، اما تعداد مطلوب هم برای این مطالعات مشخص نمی‌باشد. سنجه‌های انتخاب شده برای یک مطالعه باید دارای چند معیار عمومی باشند. این معیارها شامل سنجه‌ها برای پاسخ به یک سؤال و یا موضوعی خاص انتخاب گردند. هم‌چنین، مقادیر محاسبه شده برای سنجه باید در محدوده مناسب از ارزش‌ها در منطقه باشد و رفتار سنجه نیز به خوبی مشخص شده باشد.در نهایت، سنجه‌ها باید تا حد ممکن مستقل از هم باشند.

در این مطالعه سعی شده است تا با بررسی ساختار مکانی مناطق انسان‌ساخت استان گلستان، ساختار نسبی پایداری مکانی که می‌تواند بر روی فرآیندها و کارکردهای سیستم‌های مناطق انسان‌ساخت اثر مستقیم داشته باشد مورد مقایسه قرار گیرد. نمونه‌ای از این تأثیر را می‌توان در ارتباط بین ساختار مکانی لکه‌های مناطق انسان‌ساخت و توزیع انرژی بیان نمود. به همین جهت در این مطالعه ضمن بررسی ساختار مناطق انسان‌ساخت در هر شهرستان، ارتباط این ساختار با دمای سطح زمین بررسی خواهد شد.

روش انجام پژوهش

کمّی کردن ابزاری کلیدی برای تفسیر تاثیر ساختار و فرآیند در چارچوب سیمای سرزمین است (Turner& Gardner,2015). اگرچه، محاسبه الگوی مکانی سیمای سرزمین تنها هدف بوم‌شناسی سیمای سرزمین نیست؛ ولیکن این نوع تحلیل ابزاری برای درک بهتر ارتباطات و ساختار یک سیمای سرزمین است. سنجه‌های متنوعی برای کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین وجود دارد (Huang et al, 2007; Schneider & Woodcock, 2008 ; Schwarz, 2010; Porta et al., 2012).

در این مطالعه، از شش سنجه به شرح جدول ۱، برای کمّی کردن ساختار سیمای شهری استفاده شده است. محاسبات مربوط به این سنجه‌ها در نرم‌افزار Fragstats انجام شده است. کمّی کردن ساختار سیمای سرزمین امکان مقایسه ساختار لکه‌های انسان‌ساخت را در شهرستان‌های مختلف استان گلستان فراهم می‌سازد. ضمن آن‌که با کمی کردن ساختار مکانی پینش کاربری می‌توان ارتباط بین ساختار و مولفه‌های بوم‌شناختی مانند دمای سطح زمین را بررسی نمود.

این تحقیق که در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد با استفاده از رویکرد آماری انجام خواهد گرفت. به‌عبارت دیگر، در این تحقیق ابتدا مولفه‌های مکانی مناطق انسان‌ساخت با استفاده از نرم‌افزار Fragstats استخراج می‌گردد و سپس با استفاده از ضریب آماری همبستگی پیرسون ارتباط این سنجه‌ها با دمای سطح زمین بررسی خواهد شد. دمای سطح زمین همان‌گونه که در ادامه شرح داده می‌شود با استفاده از داده‌های سنجنده مادیس استخراج می‌گردد.

هم‌چنین، قابل ذکر است که در این مقاله سنجه‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که دارای همبستگی کم‌تر با هم بوده و دارای تغییر مشخص نیز در بین شهرستان‌ها باشند.

2. Turner& Gardner

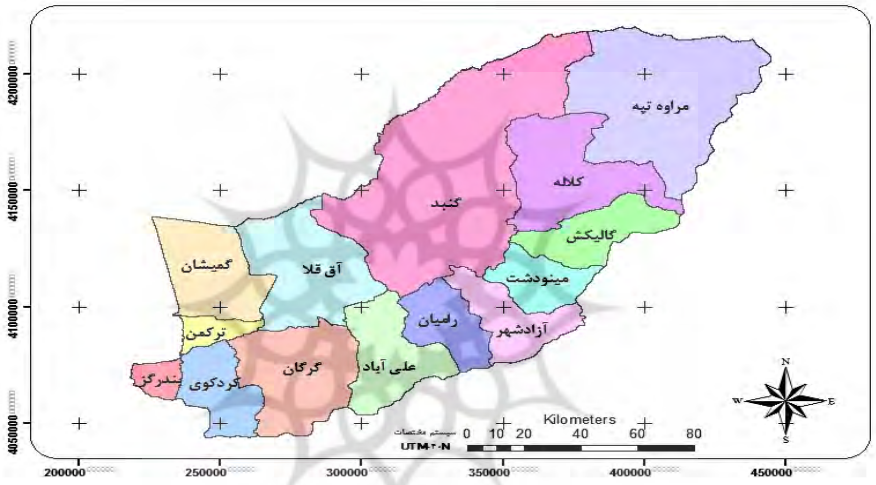
جدول ۱. سنجه‌های مورد استفاده برای لکه‌های انسان‌ساخت

سنجه	تعریف	محدوده عددی سنجه
تعداد لکه (NP)	تعداد لکه‌های شهری	NP>1
شاخص بزرگ‌ترین لکه (LPI)	درصد اشغال شده توسط بزرگ‌ترین لکه در هر شهرستان	0<LPI<100
شاخص شکل (Shape)	پیچیدگی شکلی لکه‌های شهری	Shape Index>=1
نزدیک‌ترین فاصله اقلیدسی (ENN)	محاسبه فاصله مستقیم بین نزدیک‌ترین لکه‌های شهری	ENN>0
شاخص فشردگی (Clumpy)	میزان تجمع و فشردگی لکه‌های شهری	-1=<CLUMPY<=1
شاخص کوهزن (Cohesion)	اتصال فیزیکی بین لکه‌های شهری در یک شهرستان	COHESION>0

مأخذ: McGarigal, 2014

محدوده مورد مطالعه

استان گلستان از نظر موقعیت جغرافیایی در ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و ۲ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۱ دقیقه و ۴ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در بخش شمالی کشور واقع شده است. براساس آخرین اطلاعات تقسیمات سیاسی کشور، این استان از ۱۴ شهرستان تشکیل شده است. شکل ۱، موقعیت و جدول ۲ مساحت مربوط به این شهرستان‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱. تقسیمات سیاسی استان گلستان **مأخذ:** سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۶

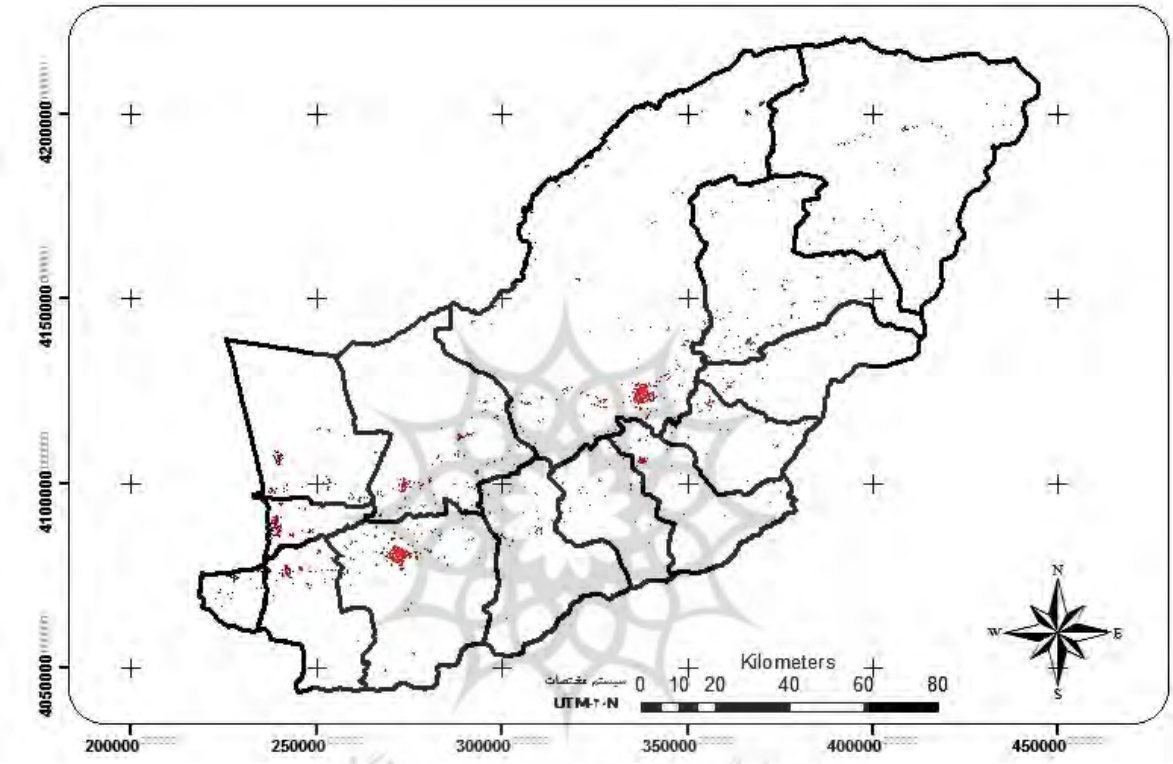
جدول ۲. مساحت شهرستان‌های استان گلستان

شهرستان	مساحت شهرستان(کیلومترمربع)	مساحت مسکونی(کیلومترمربع)	نسبت مسکونی به شهرستان(درصد)
مراوه تپه	۳۲۴۲/۸۸	۱۰/۱۶	۰/۳۱
رامیان	۷۷۵/۱۷	۳/۸۶	۰/۴۹
گالیکش	۹۱۷/۵	۵/۰۷	۰/۵۵
علی آباد	۱۱۵۴/۳۲	۷/۰۷	۰/۶۱
کلاله	۱۷۶۶/۲۵	۱۲/۵۷	۰/۷۱
آزادشهر	۸۷۷/۵۱	۷/۰۹	۰/۸۰
گنبد	۵۰۷۸/۰۶	۴۶/۷۶	۰/۹۲
مینودشت	۶۷۱/۰۲	۶/۳۸	۰/۹۵
گمیشان	۱۲۶۸/۰۸	۱۵/۴۷	۱/۲
کردکوی	۸۲۱/۶	۱۰/۶۲	۱/۲۹
آق قلا	۱۷۸۳/۰۸	۲۴/۲۷	۱/۳۶
بندر گز	۲۳۷/۰۲	۵/۱۱	۲/۱۵
گرگان	۱۶۱۷/۵	۳۷/۶۵	۲/۳۲
ترکمن	۲۷۵/۳۵	۱۴/۳۵	۵/۲۱

مأخذ: سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۶.

متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده

بسیاری از تحلیل‌های مربوط به ساختار سیمای سرزمین مبتنی بر لایه کاربری/پوشش زمین است. جهت دست‌یابی به این لایه و هم‌چنین، استخراج مناطق مناطق انسان‌ساخت مربوط به استان گلستان از یک فرآیند طبقه‌بندی چندمرحله‌ای استفاده گردیده است. این فرآیند ترکیبی از طبقه‌بندی نظارت شده و بررسی چشمی است که در نهایت منتج به استخراج لایه کاربری زمین برای استان گلستان برای سال ۱۳۹۶ گردیده است (سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۶). داده‌های ماهواره‌ای لندست، اسپات و مادیس مبنای تحلیل طبقه‌بندی کاربری زمین در استان بوده است. شکل ۲، توزیع مناطق انسان‌ساخت استخراج شده از لایه کاربری استان گلستان را نشان می‌دهد.



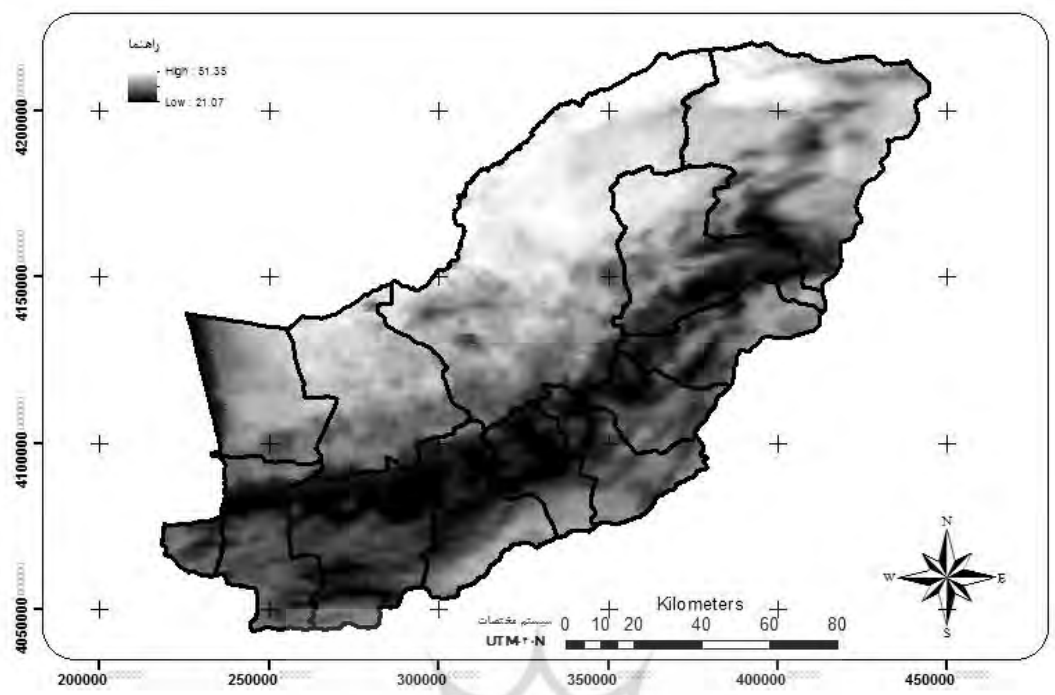
شکل ۲. مناطق انسان‌ساخت استان گلستان به تفکیک شهرستان

مأخذ: سلمان‌ماهینی، ۱۳۹۶

مطالعات علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین بر برآورد عوامل، اثرات و اهمیت کارکردی ناهمگنی مکانی استوار است. نمونه‌ای از کارکرد لکه‌های مناطق انسان‌ساخت را می‌توان در الگوی توزیع دما بیان نمود. برای بررسی ارتباط بین این دو معیار از داده‌های مربوط به دمای سطح زمین مربوط به سنجنده مادیس ماهواره ترا استفاده شده است.

برای استخراج دمای سطح زمین[3] از محصولات سری MOD11A2 استفاده شده است. این محصول دارای قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتری، قدرت تفکیک زمانی هشت روز و با سیستم مختصات سینوسوییدال[5] می‌باشد. برای استفاده از این محصول با توجه به تاریخ داده‌های کاربری زمین که مربوط به تابستان سال ۱۳۹۶شمسی می‌باشد، از تصاویر مربوط به بازه زمانی جولای تا سپتامبر سال ۲۰۱۷ میلادی میانگین‌گیری انجام شد و تصویر نهایی شکل ۳، به منظور بررسی‌های ارتباط بین ساختار مکانی و دمای سطح زمین مورد استفاده قرار گرفت.

3. Land Surface Temperature: LST
4. Sinusoidal
5. Sinusoidal



شکل ۳. تصویر میانگین دمای سطح زمین تابستان ۱۳۹۶

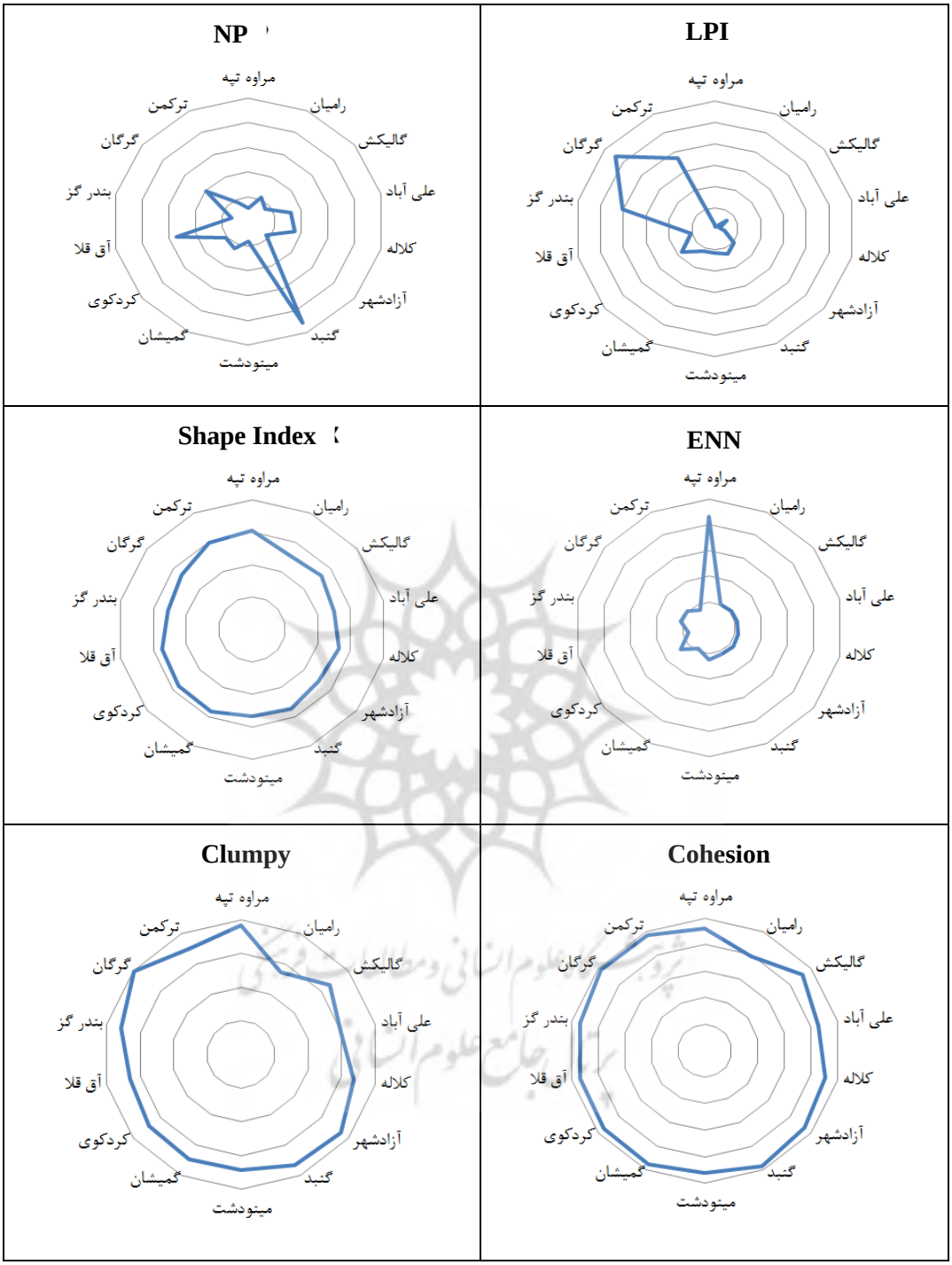
مأخذ: https://lpdaac.usgs.gov

یافته‌ها

برای مناطق انسان‌ساخت واقع در محدوده هر شهرستان، سنجه‌های سیمای سرزمین به‌صورت مجزا محاسبه گردید. جدول ۳ و شکل ۴، میزان هر کدام از این شش سنجه را به تفکیک هر شهرستان نشان می‌دهد.

جدول ۳. مقادیر سنجه‌های سیمای سرزمین به تفکیک هر شهرستان

سنجه شهرستان	NP	LPI	Shape	ENN	Clumpy	Cohesion
مراوه تپه	۲۶۹	۰/۰۲	۱/۵۳	۴۳۳/۷۱	۰/۷۷	۹۲/۶
رامیان	۵۳۸	۰/۰۱	۱/۲۷	۹۸/۹۴	۰/۵۴	۷۹/۲۳
گالیکش	۳۹۳	۰/۰۶	۱/۳۲	۱۰۶/۷۷	۰/۶۶	۹۱/۷۱
علی آباد	۸۰۱	۰/۰۲	۱/۲۶	۱۰۹/۵۹	۰/۵۹	۸۵/۹۱
کلاله	۸۷۱	۰/۰۴	۱/۳۳	۱۱۳/۴۸	۰/۶۸	۹۰/۸۱
آزادشهر	۴۲۶	۰/۱۱	۱/۲۷	۱۱۷/۵۴	۰/۷۴	۹۳/۷
گنبد	۲۲۸۷	۰/۱۳	۱/۳۵	۱۱۳	۰/۷۳	۹۶/۷۲
مینودشت	۴۰۹	۰/۱۱	۱/۳۴	۱۲۲/۸	۰/۶۹	۹۲/۵۴
گمیشان	۶۰۴	۰/۱۱	۱/۴۱	۸۹/۳	۰/۶۹	۹۵/۴۴
کردکوی	۵۲۶	۰/۱۸	۱/۳۹	۱۳۳/۹۵	۰/۶۸	۹۴/۷۷
آق قلا	۱۳۷۰	۰/۱	۱/۳۷	۷۹/۰۴	۰/۶۶	۹۴/۱۶
بندر گز	۳۰۹	۰/۴	۱/۲۹	۱۰۶/۹	۰/۷۱	۹۳/۹
گرگان	۹۹۰	۰/۵۵	۱/۳۴	۱۰۳/۷۱	۰/۷۹	۹۸
ترکمن	۴۱۹	۰/۳۷	۱/۴۹	۷۴/۵۵	۰/۷	۹۶/۶۸



شکل ۴. تفاوت سنجه‌های سیمای سرزمین به تفکیک هر شهرستان

همان‌گونه که از شکل ۴، مشخص می‌گردد، شهرستان گنبد دارای تعداد لکه مناطق انسان‌ساخت بیش‌تری نسبت به سایر شهرستان‌های استان گلستان می‌باشد. این اختلاف بسیار معنادار است. به‌عبارت دیگر این شهرستان دارای نامطلوب‌ترین وضعیت از لحاظ این شاخص است.

شاخص بزرگ‌ترین لکه در شهرستان گرگان دارای مقدار بالاتری است. این شاخص نشان می‌دهد که بخش بیش‌تری از این شهرستان توسط یک لکه بزرگ انسان‌ساخت اشغال شده است. شهرستان رامیان از نظر این شاخص دارای نامناسب‌ترین حالت است.

شاخص شکل پیچیدگی شکلی لکه‌های مناطق انسان‌ساخت را در سطح استان گلستان نشان می‌دهد. مقادیر بالاتر این شاخص نشان می‌دهد که لکه‌های انسان‌ساخت شهرستان دارای پیچیدگی بالاتری است. این مساله برای شهرستان علی‌آباد دارای کم‌ترین مقدار و برای مراوه‌تپه دارای بیش‌تری ن میزان است. به‌عبارت دیگر، شکل لکه‌های انسان‌ساخت در شهرستان علی‌آباد دارای کم‌ترین پیچیدگی است.

میزان میانگین فاصله اقلیدسی بین لکه‌های انسان‌ساخت در شهرستان مراوه‌تپه در مقایسه با دیگر شهرستان‌ها بیش‌تر است که نشان می‌دهد لکه‌ها دارای فاصله بیش‌تری از هم هستند. این شاخص در شهرستان ترکمن دارای کم‌ترین مقدار و کم‌ترین فاصله است.

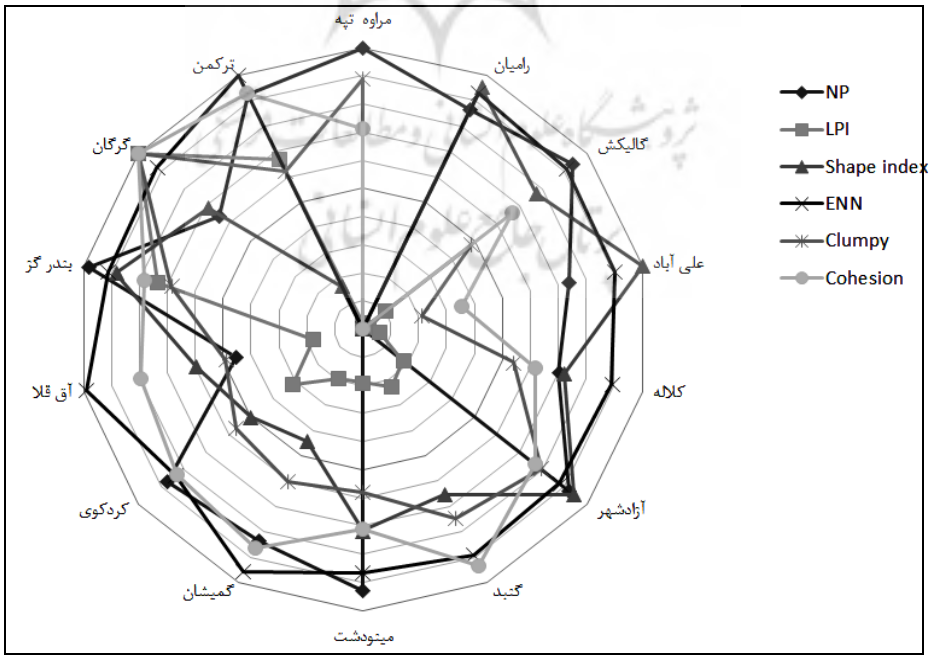
شاخص تجمع برای شهرستان‌های گرگان و مراوه‌تپه بیش‌ترین میزان و برای شهرستان‌های رامیان و علی‌آباد دارای کم‌ترین تجمع است. حداکثر فشردگی لکه‌های انسان‌ساخت در گرگان و مراوه‌تپه دیده می‌شود.

کم‌ترین اتصال فیزیکی که از طریق شاخص کوهژن قابل بررسی است در شهرستان علی‌آباد و بیش‌ترین میزان اتصال در شهرستان گرگان وجود دارد.

بین شاخص‌های مختلف بررسی شده در بین شهرستان‌های استان گلستان تفاوت وجود دارد. به‌عبارتی، برخی از شاخص‌ها در برخی از شهرستان‌ها مناسب و در برخی دیگر از شاخص‌ها در آن شهرستان‌ها در وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به سایر شهرستان‌ها قرار دارد. از طرف دیگر، بازه و محدوده عددی شاخص‌ها با هم دارای تفاوت است. با توجه به این‌که هدف اصلی از این مطالعه بررسی میزان پایداری فیزیکی و شکلی لکه‌های انسان‌ساخت در استان گلستان است، بنابراین می‌توان با استانداردسازی شاخص‌ها در یک بازه مشخص و یکسان نسبت به بررسی ساختار کلی در بین شهرستان‌ها اقدام نمود. برای انجام این کار، تمام شاخص‌ها در محدوده عددی ۱ – ۰ استاندارد شدند.

از آن‌جا که برای برخی از شاخص مقدار کمینه مناسب است و برای برخی دیگر مقدار بیشینه، لذا استانداردسازی به گونه‌ای انجام گرفته است که شاخص‌ها در محدوده عدد –۱– مناسب و در محدوده عددی –۰– نامناسب باشند. در بین شاخص‌های استفاده شده در این مطالعه، شاخص‌های تعداد لکه، شاخص شکل و نزدیک‌ترین فاصله اقلیدسی در مقادیر کم‌تر مناسب‌تر هستند و شاخص‌های بزرگ‌ترین لکه، تجمع و کوهژن در مقادیر بالاتر دارای تناسب بهتری هستند.

شکل ۵، نتایج استانداردسازی شاخص‌ها را برای شهرستان‌های استان گلستان نشان می‌دهد.



شکل ۵. مقادیر استاندارد شده سنجه‌های سیمای سرزمین به تفکیک شهرستان

با توجه به شکل ۵، مشخص می‌گردد که در بین شهرستان‌های استان گلستان، شهرستان گرگان و بندرگز دارای پایداری ساختاری بالاتری نسبت به سایر شهرستان‌های استان هستند. به‌عبارت دیگر، می‌توان نتیجه گرفت که این دو شهرستان دارای ساختار مکانی مناسب‌تری در چینش مکانی لکه‌های مناطق انسان‌ساخت در خود هستند. برای تفسیر بهتر، شهرستان‌های استان براساس میانگین شاخص استاندارد شده به‌صورت جدول ۴، رتبه‌بندی گردیده است.

جدول ۴. میانگین سنجه‌های سیمای سرزمین و رتبه هر شهرستان

شهرستان	میانگین شاخص	رتبه
گرگان	۰/۸۸	۱
بندرگز	۰/۸۳	۲
آزادشهر	۰/۷۵	۳
ترکمن	۰/۷۲	۴
مینودشت	۰/۶۷	۵
کردکوی	۰/۶۵	۶
گمیشان	۰/۶۵	۷
گالیکش	۰/۶۵	۸
کلاله	۰/۵۹	۹
آق لا	۰/۵۸	۱۰
گنبد	۰/۵۸	۱۱
علی‌آباد	۰/۵۴	۱۲
رامیان	۰/۴۶	۱۳
مراوه‌تپه	۰/۴۴	۱۴

اهمیت بعد فیزیکی در توسعه مناطق انسان‌ساخت در توسعه پایدار اهمیت زیادی دارد. برای دستیابی به پایداری نیاز به توسعه همگون و متناسب این مناطق است. جابجایی مواد و انرژی در بین لکه‌ها برای پایداری بلندمدت بسیار مهم است. نمونه‌ای از این تاثیر را می‌توان در ارتباط بین ساختار مکانی و دمای سطح زمین مشاهده کرد. برای این منظور، همبستگی ساختار مناطق انسان‌ساخت مربوط به هر شهرستان با دمای سطح زمین مورد بررسی قرار گرفت. جدول ۵ ارتباط آماری بین سنجه‌های مکانی مناطق انسان‌ساخت با دمای سطح زمین را برای شهرستان‌های استان نشان می‌دهد.

جدول ۵. ارتباط آماری بین ساختار مکانی شهری با دمای سطح زمین

	NP	LPI	Shape	ENN	Clumpy	Cohesion
LST	-۰/۰۲	۰/۱۱۲	**۰/۶۶۲	۰/۰۵۱	۰/۲۸۸	۰/۳۷۶

همبستگی معنادار در سطح ۰/۰۱

همان‌گونه که جدول ۵، نشان می‌دهد، ارتباط آماری معناداری بین دمای سطح زمین و ساختار شکلی لکه‌های انسان‌ساخت در شهرستان‌های استان گلستان وجود دارد. به‌عبارت دیگر، هرچه شکل لکه‌ها پیچیده‌تر باشد سطح زمین دارای دمای بیش‌تری است.

نکته‌ای که باید در تفسیر نتایج در نظر داشت این است که میزان توسعه‌یافتگی در شهرستان‌های استان با هم متفاوت است. این نکته را می‌توان در جدول ۱، مشاهده نمود. در برخی از شهرستان‌ها مانند بندرگز به دلیل وسعت کم شهرستان، امکان فشردگی در لکه‌های انسان‌ساخت محتمل‌تر است. این نکته درباره شهرستان‌های گنبد و مراوه‌تپه نیز خود را نشان می‌دهد. وسعت بالای این شهرستان‌ها امکان توسعه همگن‌تر کم‌تری را دارد. برای همین منظور، ارتباط آماری بین نسبت مساحت لکه‌های انسان‌ساخت به مساحت شهرستان با میزان میانگین شاخص‌های سیمای سرزمین بررسی گردید. میزان همبستگی بین این دو متغیر در سطح یک درصد برابر با ۰/۷۵ است. این رابطه را بسیار معنادار نشان می‌دهد. با افزایش سهم لکه‌های انسان‌ساخت به مساحت شهرستان میزان شاخص‌های مربوط به ساختار شکلی سیمای سرزمین بیش‌تر می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

اکوسیستم‌ها و سیمای سرزمین طبیعی موجود در جهان به شدت تحت تاثیر سیستم‌های شهری قرار گرفته‌اند. کمّی‌سازی الگوی سیمای سرزمین برای درک اثرات الگو بر فرآیندها، تغییرات زمانی ساختار سیمای سرزمین و همچنین تفاوت بین ساختار سیمای سرزمین در مناطق مختلف قابل استفاده است. سنجه‌های متعددی در کنار ابزارهای تحلیلی و نیز داده‌های متعدد برای این هدف وجود دارد. گروه‌های مختلفی از سنجه‌های سیمای سرزمین که بیش‌تر از داده‌های کیفی استفاده می‌کنند، ترکیب (چه چیزی و به چه میزانی در سیمای سرزمین وجود دارد) و ساختار (نحوه چینش الگوهای تیپ پوشش) را کمّی می‌کنند. برای بررسی ساختار سیمای سرزمین استفاده از یک سنجه به تنهایی کافی نیست، اما این‌که چه تعداد سنجه برای یک مطالعه و بررسی لازم است هنوز به‌صورت استاندارد مشخص نشده است. سنجه‌های استفاده شده برای سیمای سرزمین باید سه ویژگی را داشته باشند:

۱. برای پاسخ به یک هدف و یا سوال مشخص انتخاب شوند؛
۲. رفتار سنجه مشخص باشد و مقدار آن در منطقه دارای تغییر باشد؛
۳. سنجه‌ها باید مستقل از هم باشند.

انتخاب سنجه‌ها در این مطالعه به‌گونه‌ای بوده که بتواند هر سه شرط را تامین نماید. برای بررسی شرط سوم می‌توان از ماتریس همبستگی بین سنجه‌ها استفاده نمود. جدول۶، همبستگی آماری پیرسون را بین سنجه‌های مورد استفاده در این مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۶. همبستگی پیرسون بین سنجه‌های سیمای سرزمین

	NP	LPI	Shape	ENN	Clumpy	Cohesion
NP	۱					
LPI	−۰/۰۱۲	۱				
Shape	−۰/۱۰۵	۰/۰۹۷	۱			
ENN	−۰/۲۵۲	−۰/۲۷۳	۰/۳۶۸	۱		
Clumpy	۰/۰۸۷	۰/۵۴	۰/۴۴۷	۰/۳۵۲	۱	
Cohesion	۰/۲۳۴	۰/۵۹۳	۰/۴۷۴	−۰/۰۱۲	۰/۴۵	۱

* همبستگی معنادار در سطح ۵ درصد

همان‌گونه که جدول ۶، نشان می‌دهد بین سنجه‌ها همبستگی آماری قوی وجود ندارد. به‌عبارت دیگر، بین سنجه‌ها استقلال نسبی وجود دارد. در این مطالعه بررسی ساختار مکانی مناطق انسان‌ساخت (شهر و روستا) در سطح استان گلستان مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این بررسی، تمایز بین شهرستان‌های مختلف استان از لحاظ الگوی ساختاری لکه‌های انسان‌ساخت است.

هم‌چنین، براساس نتایج پژوهش می‌توان گفت شهرستان‌های گرگان، بندگز و آزادشهر در بین ۱۴ شهرستان استان دارای الگوی مکانی بهتری نسبت به سایر شهرستان‌ها هستند. از طرف دیگر، شرایط لکه‌های انسان‌ساخت برای مراوه‌تپه، رامیان و علی‌آباد در وضعیت نامناسب‌تری قرار دارد. این نتایج نشان می‌دهد که ساختار مکانی لکه‌های انسان ساخت بین شهرستان‌های مختلف تفاوت وجود دارد. البته باید در تفسیر این نتایج، ملاحظات مربوط به نسبت مناطق انسان‌ساخت به مساحت شهرستان را نیز در نظر گرفت. به عنوان نمونه، شهرستان ترکمن دارای نسبت بالاتری نسبت به بقیه شهرستان‌هاست (نسبت ۵/۲۱) و انتظار تراکم لکه‌ای بالاتری از آن می‌رود در حالی‌که این شهرستان رتبه چهارم میانگین ساختار لکه‌های انسان‌ساخت را دارد. از سوی دیگر، شهرستان گالیکش که دارای نسبت مساحتی کمی است (نسبت ۰/۵۵) اما در رتبه هشتم شهرستان‌ها قرار دارد.

همان‌طور که اشاره شد همبستگی بالایی بین نسبت مناطق انسان‌ساخت به مساحت شهرستان و میزان فشردگی تجمع لکه‌های شهری وجود دارد. مساحت پایین و گسترش کم برخی از شهرستان‌ها، هرگونه توسعه را لزوما در مناطق نزدیک‌تر به هم ممکن می‌سازد و این نکته خود باعث بهبود ساختار لکه‌ها در این شهرستان‌ها می‌گردد.

وجود ارتباط آماری بین برخی از سنجه‌های سیمای سرزمین با دمای سطح زمین نشان می‌دهد که ساختار مکانی چینش لکه‌های انسان‌ساخت مستقل از تاثیرات متعدد این مناطق می‌تواند بر فرآیندهای بوم‌شناختی اثرگذار باشد. به‌عبارت دیگر، می‌توان بیان داشت که کاربری‌های مختلف علاوه بر تأثیرات متأثر از خود فعالیت، به دلیل دارا بودن ساختار مکانی خود می‌توانند اثرات متعدد دیگری را نیز به وجود آورند که این اثرات به دلیل چینش مکانی آن فعالیت است نه خود فعالیت.

یکی از مواردی که در مدیریت صحیح چرخش ماده و جریان انرژی در ساختار سیمای سرزمین اهمیت دارد جلوگیری از تکه

تکه شدگی سیمای سرزمین است که موجب پایداری بلندمدت اکوسیستم‌ها می‌گردد. مناطق انسان‌ساخت و لکه‌های شهری دارای چند ویژگی اساسی مانند تراکم جمعیت بالا، سطوح نفوذناپذیر فراوان، شرایط اقلیمی و هیدرولوژیک متفاوت و خدمات اکوسیستمی تغییریافته هستند. بنابراین، بررسی پایداری در ساختار شهری می‌تواند هر کدام از کارکردهای سیستم‌های انسان‌ساخت را تحت تاثیر قرار دهد.

یکی از جنبه‌های بررسی پایداری استفاده از علم بوم‌شناسی سیمای سرزمین است که ارتباط بین ساختار و فرآیندها را در این سیستم‌ها نشان می‌دهد. نمونه این رویکرد را می‌توان در تحلیل ارتباط بین ساختار لکه‌های مناطق انسان‌ساخت با دمای سطح زمین مشاهده کرد. اگرچه در این مطالعه تاثیر ساختار لکه‌های انسان‌ساخت و شهری بر کارکردهای اکوسیستم شهری بررسی نشده است، اما بررسی ساختار و نحوه چینش این لکه‌ها می‌تواند نگاهی کلی از پایداری نسبی را در این مناطق نشان دهد. مناطق پایدارتر مناطقی هستند که اثرات بوم‌شناختی منفی کم‌تر و یا اثرات مثبت بیشتری را در اثر ساختار مکانی خود ایجاد نمایند.

منابع

۱. سلمان‌ماهینی، عبدالرسول، (۱۳۹۶). *گزارش طرح آمایش استان گلستان*، سازمان برنامه و بودجه استان گلستان. جلد پنجم.

2. Chapin III, F. S. Matson, P. A. Vitousek, P. (2011), *Principles of terrestrial* ecosystem *ecology*. Springer Science & Business Media.
3. Fu, B.j. Lu, Y.h. (2006), *The progress and perspectives of landscape ecology in China*, Progress in Physical Geography, 30(2) : 232-244.
4. Grimm, N.B. Faeth, S.H. Golubiewski, N. E. Redman, C. L. Wu, J. Bai, X. Briggs, J. M. (2008), *Global change and the ecology of cities*. Science, 319(5864) : 756-760.
5. Https://lpdaac.usgs.gov. 13 January 2018.
6. Huang, J. Lu, X.X. Sellers, J. M.(2007), *A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing*. Landscape and urban planning, 82(4): 184-197.
7. Kohli, D. Sliuzas, R. Stein, A. (2016), *Urban slum detection using texture and spatial metrics derived from satellite imagery*. J. Spat. Sci, 61: 405–426.
8. Liu, H. Huang, X. Wen, D. Li, j. (2017), *The Use of Landscape Metrics and transfer Learning to Explore Urban Village in China.* Remote sensing, 9(4) : 1-23.
9. McGarigal, K. (2014), FRAGSTATS help, Documentation for FRAGSTATS, 4.
10. Pallagst, K. (2010), *The planning research agenda: shrinking cities – a challenge for planning cultures*. Town Planning Review, 81(5), i-vi.
11. Parece, T. E. Li, J. Campbell, J.B. Carroll, D. (2016), *Assessing Urban Landscape Variables' Contributions to Microclimates*, Advances in Meteorology.
12. Pedroli, B. Pinto-Correia, T. Cornish, P. (2006), *Landscape–what's in it? Trends in European landscape science and priority themes for concerted research*. Landscape Ecology, 21(3) :421-430.
13. Porat, I. Shoshany, M. Frenkel, A. (2012), *Two phase temporal-spatial autocorrelation of urban patterns: revealing focal areas of re-urbanization in Tel Aviv-Yafo.* Applied Spatial Analysis and Policy, 5(2):137-155.
14. Reis, J. P. Silva, E. A. Pinho, P. (2014), *A review of spatial metrics for urban growth and shrinkage*. The Routledge handbook of planning research methods, 279.
15. Reis, J.P. Silva, E. A. Pinho, P. (2016), *Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities*. Urban Geography, 37(2): 246-271.
16. Schneider, A. Woodcock, C.E. (2008), *Compact, dispersed, fragmented, extensive? A comparison of urban growth in twenty-five global cities using remotely sensed data,*

pattern metrics and census information. Urban Studies, 45(3): 659-692.

17. Schwarz, N. (2010), *Urban form revisited - Selecting indicators for characterizing European cities*, Landscape and urban planning, 96(1): 29-47.
18. Turner, M.G. Gardner, R.H. (2015), *Landscape ecology in theory and practice* (Vol. 401): Springer.
19. United Nations,(2014), *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, NY, USA.
20. United Nations,(2006),*World Urbanization Prospects: The 2005 Revision*, Department of Economic and Social Affairs Population Division, New York, NY, USA.
21. Vitousek, P. M. (1994), *Beyond global warming: ecology and global change*. Ecology, 75(7): 1861-1876.
22. Wen, D. Huang, X. Zhang, L. Benediktsson, J. (2016), *A Novel Automatic Change Detection Method for Urban High-Resolution Remotely Sensed Imagery Based on Multiindex Scene Representation*. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens, 54 : 609–625.
23. Wu, F. (1998)a., *An experiment on the generic polycentricity of urban growth in a cellular automatic city*. Environment and Planning B: Planning and design, 25(5): 731-752.
24. Wu, F. (1998)b., *Simulating urban encroachment on rural land with fuzzy-logic-controlled cellular automata in a geographical information system*. Journal of Environmental Management, 53(4): 293-308.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی