



## الگوهای مکانی - زمانی تغییرات سیمای سرزمین و توسعه شهری (مطالعه موردی: گرگان)

حمیدرضا کامیاب<sup>۱\*</sup>، عبدالرسول سلمان ماهینی<sup>۲</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۲. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۹ تیر ۱۳۹۲

پذیرش: ۲۸ فروردین ۱۳۹۳

دسترسی اینترنتی: ۲۲ شهریور ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

الگوی تغییرات

توسعه شهری

سنجش از دور

سیستم اطلاعات جغرافیایی

گرگان

### چکیده

سیمای سرزمین پارچینی از عناصر مختلف در یک بستر غالب کاربری - پوشش سرزمین است که در سال‌های اخیر بر کمی کردن آن تأکید زیادی شده است. عناصر سیمای سرزمین متفاوتند که در این مطالعه مناطق شهری به عنوان لکه‌های شهری و جهت شناسایی تغییرات استفاده شده است. هر منطقه شهری به عنوان لکه‌ای از سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است. در این خصوص، الگوهای لکه‌های شهری شهر گرگان در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ با استفاده از معیارهای مرتبط با تعداد لکه‌ها، همسایگی و مجاورت لکه‌ها با هم و شکل لکه‌های شهری مقایسه گردید. جهت انجام این کار، مناطق شهری به عنوان لکه شهری در نرم‌افزار Fragstats وارد شده و از لحاظ معیارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. این بررسی نشان داد که در طول دوره ۱۴ ساله، الگوی توسعه شهری در شهر گرگان به سمت ایجاد لکه‌های بزرگ‌تر با اشکال ساده‌تر و با پیچیدگی کمتر سوق پیدا کرده است. به عبارتی، رشد شهری در مسیر مناطق یا لکه‌های شهری گذشته بوده است. این نتیجه در بررسی مکانی لکه‌های بزرگ (مجموعه‌ای از مناطق شهری پیوسته به هم) نیز قابل مشاهده است که در آن، دو لکه بزرگ سال ۱۹۸۷ به واسطه رشد مناطق شهری بین آن‌ها به هم متصل شده و یک لکه بزرگ‌تر را ایجاد نمودند. علی‌رغم گرایش رشد شهری به سمت مناطق گذشته و نهایتاً ایجاد لکه‌های شهری نزدیک به هم، مشاهده گردید که این لکه‌ها دارای توزیع یکنواخت در کل منطقه نیستند و دارای شکلی پراکنده‌اند. این نتیجه از افزایش ۲/۱ برابری لکه‌های شهری طی این دوره نیز قابل استنتاج است.

\*kamyab\_hamid@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## مقدمه

هر مجموعه کاربری شهری با رشد روزافزون خود اثرات متعددی بر کاربری و پوشش زمین در مناطق مختلف ایجاد نموده است (۲۱). با رشد شهرها، نظریه‌های زیست محیطی رشد و توسعه‌ای چشم‌گیر می‌یابند و همراه با مطالعه وضعیت شهرها و تجزیه و تحلیل فرآیندهای اجتماعی و اقتصادی درون آن‌ها، اتخاذ تدابیر کوتاه‌مدت و بلندمدت برای رفع مشکلات و جلوگیری از بروز مشکلات آتی نیز رشد می‌یابد و در بسیاری از کشورها، به تفکری ضروری برای توسعه مبدل می‌گردد. در هر حال توسعه شهری و تغییرات الگوهای کاربری زمین باعث ایجاد اثرات گسترده اجتماعی و زیست محیطی می‌گردد (۲۲ و ۲۳). برخی از این اثرات شامل کاهش فضاهای طبیعی، افزایش تجمع وسایل نقلیه، کاهش زمین‌های کشاورزی دارای توان تولید بالا، اثر بر زهکش‌های طبیعی و کاهش کیفیت آب می‌باشد (۲ و ۱۳). در شناخت اثرات و جلوه‌های مختلف توسعه شهری روش‌های متعددی ایجاد گشته که هر یک با توجه ویژه به بخشی از این تغییرات سعی در مدیریت و هدایت کنترل شده تغییرات داشته‌اند. در همین راستا، مقایسه تغییرات شهری از لحاظ الگوهای سیمای سرزمین رویکردی نو است که در چند سال اخیر به آن بهایی بیشتر داده شده است. فعالیت‌های انسانی (مثل توسعه) می‌تواند باعث درهم‌گسیختگی سیمای سرزمین گردد و گاهی باعث ممانعت و در برخی موارد باعث تسهیل جریان‌های اکولوژیک (مثل جابجایی موجودات) در سیمای سرزمین می‌گردد (۷). لذا بر کمی کردن الگوهای تغییر سیمای سرزمین تأکید زیادی شده است (۱، ۱۰، ۱۲، ۱۸ و ۱۹). ضمن آن که اخیراً برای بررسی اثرات روش‌های مختلف مدیریتی بر مناطق مختلف خصوصاً بر کاربری و پوشش زمین از بررسی‌های مربوط به سیمای سرزمین و نحوه پخش‌شدگی آن استفاده می‌گردد (۱۴ و ۱۵). تفاسیر مختلفی در ارتباط با واژه سیمای سرزمین وجود دارد اما همواره آن را به عنوان منطقه‌ای از سرزمین که دارای پارچینی (Mosaic) از عناصر سیمای سرزمین و لکه‌هاست، تعریف می‌کنند. سیمای سرزمین منطقه‌ای از سطح زمین است که از لکه‌ها (Patches)، گذرگاه‌ها (Corridors) و پس‌زمینه

(Background) تشکیل شده است (۶) که این لکه‌ها براساس موضوع مورد بررسی تعریف می‌گردند. به عبارتی دیگر، سیمای سرزمین محیطی ناهمگن متشکل از عناصر مختلف است (۸). در هر مطالعه با توجه به اولویت مورد نیاز در بررسی‌ها از عناصر مختلفی استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر با توجه به بررسی الگوی مکانی مناطق شهری، از آن‌ها به عنوان لکه‌های مورد بررسی نام برده می‌شود. سیمای سرزمین در هر مقیاسی، مجموعه‌ای از الگوهای مکانی حاصل از توزیع منابع است که کمی کردن این الگوها و بررسی آن‌ها در طول دوره زمانی هدف اصلی تحلیل الگوی مکانی سیمای سرزمین است. کمی کردن الگوهای سیمای سرزمین از راه‌های مختلفی صورت می‌پذیرد که با توجه به نوع داده‌های جمع‌آوری شده، وضعیت مناطقی که داده‌ها جمع‌آوری گردیده و موضوعات مورد بررسی متفاوت هستند.

برای بررسی سیمای سرزمین، معیارهای مختلفی وجود دارد که هر یک جنبه‌ای از ساختار سیمای سرزمین را بررسی می‌کند. استفاده عمومی از واژه معیار سیمای سرزمین (Landscape metrics) به شاخص‌های مورد استفاده برای بررسی الگوهای نقشه‌های موضوعی برمی‌گردد. معیارهای سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی هستند که خصوصیات مکانی لکه‌ها و سیمای سرزمین را کمی می‌کنند. در این مطالعه معیارهای مرتبط با تعداد، شکل و همسایگی لکه‌ها و کل سیمای سرزمین مورد استفاده قرار می‌گیرد تا با بررسی آن‌ها کیفیت تغییرات شهری مربوط به شهر گرگان طی سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۱ از لحاظ کیفیت سیمای سرزمین مورد مقایسه و تحلیل قرار گیرد.

معیارهای مورد استفاده جهت مقایسه از طریق نرم‌افزار Fragstats (۱۰ و ۱۱) که یک نرم‌افزار مطالعه سیمای سرزمین است، استخراج گردیده است. جدول ۱ این معیارها را نشان می‌دهد.

هدف از این تحقیق، بررسی چگونگی تغییر مناطق شهری و بالتبع آن درک مسیر رشد شهر گرگان در طی دوره زمانی مورد مطالعه می‌باشد. ضمن آن که ساختار فیزیکی مناطق شهری نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۱. معیارهای سرزمین مورد استفاده در مطالعه (۱۰)

معیار	توصیف	واحد
مساحت کل	مساحت کل، سیمای سرزمین که شامل لکه‌های شهری و لکه‌های غیرشهری می‌باشد.	هکتار
تعداد لکه‌ها	تعداد لکه‌های شهری در سیمای سرزمین.	بزرگ‌تر یا مساوی ۱
تراکم لکه‌ها	"تراکم لکه‌ها"ی سیمای سرزمین.	تعداد در ۱۰۰ هکتار
شاخص بزرگ‌ترین لکه	درصد مساحت بزرگ‌ترین لکه از مساحت سیمای سرزمین.	درصد
بعد چین‌خوردگی محیط به مساحت	عدد یک شکل ساده و عدد دو شکل با محیط پیچیده لکه‌هاست.	بین ۱ تا ۲
میانگین نسبت محیط به مساحت	میانگین نسبت محیط به مساحت لکه‌ها.	بزرگ‌تر از صفر
میانگین شاخص شکل	میانگین شاخص شکل لکه‌ها عدد یک نشان‌دهنده محیط ساده و شکل فشرده لکه است.	بزرگ‌تر یا مساوی ۱
میانگین چین‌خوردگی لکه‌ها	میانگین چین‌خوردگی لکه‌ها. عدد یک شکل‌های با محیط ساده لکه و عدد دو شکل‌های با محیط پیچیده است.	بین ۱ تا ۲
میانگین مساحت	میانگین، مساحت تقسیم بر ۱۰۰۰۰ لکه‌های شهری.	هکتار
مجموع مساحت هسته لکه‌های شهری	مجموع مساحت هسته لکه‌های شهری؛ (هسته منطقه‌ای از لکه است که هر نقطه از آن در فاصله n متری از محیط لکه است).	هکتار
میانگین "مساحت هسته"	میانگین، مساحت هسته لکه‌های شهری.	هکتار
میانگین شاخص مساحت هسته	میانگین "نسبت مساحت هسته به مساحت لکه"های شهری.	درصد
میانگین شاخص نزدیکی	میانگین شاخص نزدیکی لکه‌ها؛ عدد صفر عدم وجود لکه مشابه را در نزدیکی لکه مبنا نشان می‌دهد.	بزرگ‌تر یا مساوی ۰
میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه	میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه لکه‌ها؛ فاصله کمتر نشان از نزدیکی لکه‌ها به هم است.	متر
درصد همسایه‌های مشابه	درصد همسایه‌های مشابه؛ میزان صفر نشان از جدایی شدید لکه‌ها از هم دارد.	درصد
مساحت بزرگ‌ترین لکه	مساحت بزرگ‌ترین لکه موجود در سیمای سرزمین است.	هکتار
محیط بزرگ‌ترین لکه	محیط بزرگ‌ترین لکه موجود در سیمای سرزمین است.	متر

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

آب و هوای استان و منطقه مورد مطالعه معتدله مرطوب و میانگین شیب در منطقه مورد مطالعه ۲۷ درصد است. میانگین فاصله از مناطق شهری در منطقه مورد مطالعه ۸ کیلومتر و میانگین فاصله از جاده‌ها ۳ کیلومتر در کل منطقه می‌باشد. کاربری کشاورزی با مساحت حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع، کاربری غالب در منطقه می‌باشد.

شهر گرگان از شهرهای بخش شمالی دامنه ارتفاعات البرز ایران می‌باشد. منطقه تحت پوشش از  $54^{\circ}10'$  تا  $54^{\circ}45'$  طول شرقی و  $36^{\circ}44'$  تا  $36^{\circ}58'$  عرض شمالی با مساحتی حدود ۱۳۱۶ کیلومتر مربع در استان گلستان قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان

## داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در این بررسی نقشه‌های کاربری شهری سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ هستند که جهت مقایسه معیارهای مختلف سیمای سرزمین مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در این تحقیق جهت تهیه لایه‌های کاربری زمین و کاربری

شهری در منطقه از تصاویر ماهواره لندست (Landsat) مربوط به منطقه تحت پوشش استفاده شد. این تصاویر متعلق به سنجنده‌های TM و ETM<sup>+</sup> (جدول ۲) بوده و به ترتیب در تاریخ‌های ۱۶ جولای ۱۹۸۷ و ۳۰ جولای ۲۰۰۱ از منطقه مورد نظر اخذ گردیده است.

جدول ۲. مشخصات باندهای مورد استفاده در سنجنده‌های TM و ETM<sup>+</sup> ماهواره لندست

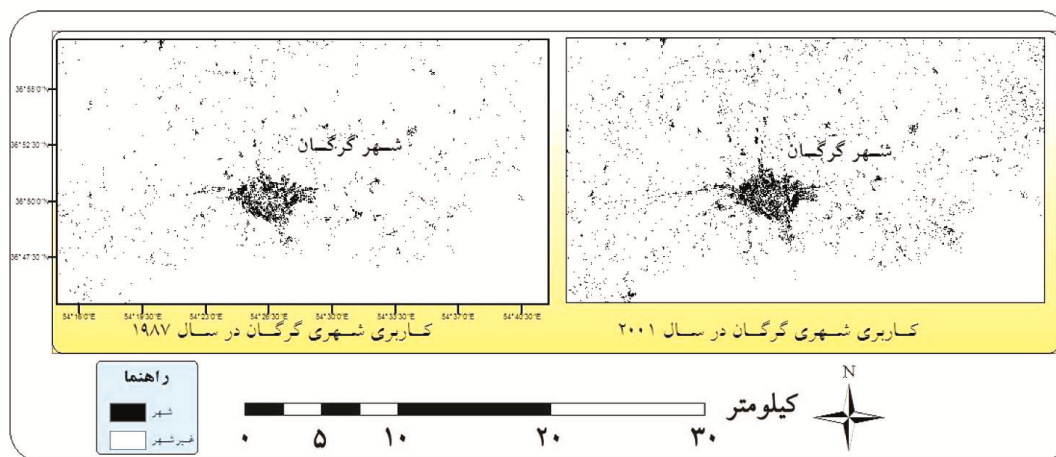
باند	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۶	باند ۷	باند
ویژگی	باند ۱	باند ۲	باند ۳	باند ۴	باند ۵	باند ۶	باند ۷	پانکروماتیک
محدوده طیفی (میکرومتر)	۰/۴۵-۰/۵۲	۰/۵۲-۰/۶	۰/۶۳-۰/۶۹	۰/۷۶-۰/۹	۱/۵۵-۱/۷۵	۱۰/۴-۱۲/۵	۲/۰۸-۲/۳۵	۰/۵-۰/۹
قدرت تفکیک	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۱۲۰	۳۰	۱۵
(متر)	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۶۰	۳۰	۱۵
	TM							ETM <sup>+</sup>

به منظور استخراج لایه‌های کاربری زمین و کاربری شهری از متداول‌ترین روش رقومی تجزیه و تحلیل داده‌ها یعنی طبقه‌بندی نظارت شده (Supervised Classification) استفاده گردید. معمولاً طبقه‌بندی نظارت شده زمانی مناسب است که تعداد نسبتاً کمی از کلاس مشخص گردد و یا هنگامی که مناطق آموزشی انتخاب شده را می‌توان با مشخص نمودن مناطق مجزا و همگن نشان‌دهنده هر کلاس و یا به وسیله داده‌های واقعیت زمینی بازبینی نمود.

مشخص شده باشند می‌توان این روش را به عنوان یکی از بهترین روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در نظر داشت. برای انجام این نوع طبقه‌بندی کلاس‌های عمده کاربری زمین منطقه شناسایی شده و سپس کاربری شهری از سایر کلاس‌ها جدا گردیده است. کلاس‌های عمده کاربری منطقه عبارتند از کاربری شهری، کاربری کشاورزی، مرتع و چمنزارها، مناطق آبی و زمین‌های بایر. در مرحله بعد با اعمال الگوریتم‌های پس از طبقه‌بندی، مناطق شهری در تصاویر دو دوره زمانی از سایر مناطق جدا شد (شکل ۲).

چهار مرحله اصلی در فرآیند طبقه‌بندی که شامل تعیین طبقات، تعیین نمونه‌های تعلیمی و اصلاح آن‌ها، انجام طبقه‌بندی نهایی و تهیه خروجی می‌باشد (۵) برای تصاویر دو دوره زمانی به اجراء درآمد. با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال (Maximum Likelihood Classifier) طبقات نهایی استخراج گردید. در این الگوریتم طبقه‌بندی بر اساس آمار بیس، احتمال اختصاص هر سلول به نشان طیفی (Signature) بررسی شده و سلول به کلاس با بالاترین احتمال اختصاص می‌یابد. چنانچه کلاس‌های تعریف‌شده به خوبی

برای استفاده از این نقشه‌ها در نرم‌افزار Fragstats، در نقشه‌های شهری رستری باید تغییراتی ایجاد گردد. در این تغییرات سلول‌های شهری با ارزش ۱ و سلول‌های غیر شهری به عنوان زمینه (Background) سیمای سرزمین و با ارزش ۹۹۹ مشخص می‌گردند. پس از مشخص کردن نوع قانون (۴ سلول یا ۸ سلول اطراف لکه شهری برای تحلیل) مورد استفاده برای لکه‌های شهری و تعیین معیارهای مورد استفاده، نتایج تحلیل توسط نرم‌افزار Fragstats به کاربر ارائه می‌گردد.



شکل ۲. کاربری شهری گرگان در سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱

لکه‌ها از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند و در مناطقی این الگو به صورت معکوس است (با توجه به معیار درصد همسایه‌های مشابه).

از منظر شکل لکه‌ها نیز آنچه که در این دوره زمانی در منطقه اتفاق افتاده است نشان می‌دهد که میانگین لکه‌ها دارای اشکال پیچیده‌تر (میانگین شاخص شکل) و با چین‌خوردگی بیشتری هستند (بعد چین‌خوردگی محیط به مساحت). به عبارتی دیگر با رشد شهری، لکه‌های شهری نیز دارای چین‌خوردگی کمتر و دارای اشکال ساده‌تر شده‌اند که حاکی از آن است که رشد شهری در منطقه بیشتر به سمت مناطق شهری گذشته سوق پیدا کرده است. در حقیقت حضور لکه‌های شهری خود عاملی است که رشد شهری آینده را به سمت خود می‌کشاند که این مطلب در معیارهای همسایگی لکه‌ها (میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه و میانگین شاخص نزدیکی) نیز به وضوح نشان داده شده است که در رشد شهری، حضور مناطق و لکه‌های شهری یک عامل تعیین‌کننده است. از طرفی مطالعات گذشته نشان داده که متغیرهای بیوفیزیکی هم باعث اثر متقابل بر کاربری و پخش‌شدگی سیمای سرزمین می‌شوند (۴ و ۲۰). آنچنان که در این مطالعه نیز تاثیر نزدیکی لکه‌های شهری به هم در ایجاد و توسعه لکه‌های قدیمی نشان داده شد.

این مطلب را می‌توان در معیارهای مربوط به هسته لکه‌ها (مجموع مساحت هسته لکه‌های شهری) و میانگین اندازه هسته لکه‌های شهری نیز مشاهده کرد که افزایش  $\frac{2}{3}$  برابری

## نتایج و بحث

براساس نتایج استخراج شده از معیارهای سیمای سرزمین (جدول ۳) مشاهده می‌شود که طی سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۱ تعداد لکه‌های شهری (Number of Patches) در شهر گرگان افزایش یافته که با توجه به افزایش مساحت شهری در منطقه، این مساله قابل پذیرش است. ضمن آنکه این تغییر بازتابی از تغییرات سایر کاربری‌ها و اثر آن‌ها در کاربری شهری نیز هست (۳). اما نکته قابل توجه در این مورد، این است که رشد شهری در منطقه طی این دوره ۱۴ ساله حدود  $\frac{1}{9}$  برابر بوده در حالی که لکه‌های شهری دارای رشدی  $\frac{2}{1}$  برابری بوده‌اند که نشان از افزایش در تعداد لکه‌های شهری یا به عبارتی عدم تمرکز رشد شهری و پخش‌شدگی الگوی رشد می‌باشد.

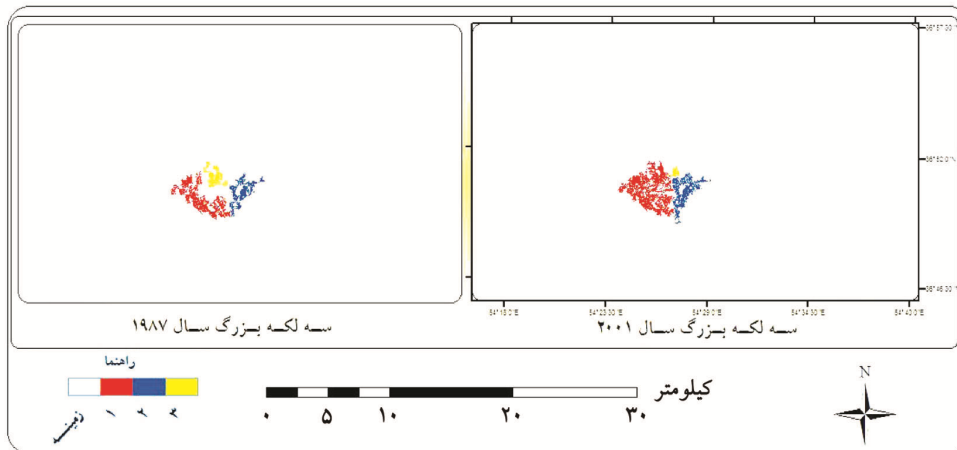
در تأیید این مطلب می‌توان از معیارهای مربوط به تراکم لکه‌ها و معیارهای همسایگی لکه‌ها استفاده کرد. تراکم لکه‌ها که معیاری براساس حضور لکه‌ها در هر ۱۰۰ هکتار است دارای افزایش حدود ۲ برابری است (Patch Density). از سه معیاری که بر مبنای الگوهای همسایگی تعریف گشتند (درصد همسایه‌های مشابه، میانگین شاخص نزدیکی و میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه) مشاهده می‌شود که اگرچه میانگین لکه‌های شهری سال ۲۰۰۱ دارای فواصل نزدیک‌تری به هم هستند (میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه) و درصد بیشتری از همسایه‌های لکه‌های شهری را شهرها تشکیل می‌دهند (میانگین شاخص نزدیکی)، اما این نزدیکی لکه‌ها خود به صورت لکه‌ای است. به عبارت دیگر نزدیکی

موقعیت آن‌ها نسبت به هم در محیط واقعی ارتباط داد تا بتوان درک درست‌تری از اتفاقات انجام شده در منطقه به دست آورد. به عبارت دیگر می‌توان چگونگی تغییر شکل و الگوی لکه‌های مختلف موجود در سیمای سرزمین را بر اساس نزدیکی یا دوری به سایر لکه‌ها بررسی نمود. بر همین مبنا با مطالعه سه لکه شهری که در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱ دارای بیشترین مساحت بودند (شکل ۳) نتایج به صورت زیر به دست آمد.

مساحت لکه‌ها و افزایش میانگین مساحت هسته‌ها نشان از این دارد که لکه‌های شهری بیشتر به هم مرتبط و نزدیک شده‌اند و این منجر به ایجاد لکه‌هایی با اندازه بزرگ‌تر شده است. بار دیگر تأکید می‌گردد که این پیوستگی در رشد شهری در طی این دوره خود به صورت لکه‌ای بوده و به صورت یکنواخت در تمام منطقه مصداق پیدا نمی‌کند. قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) این امکان را فراهم می‌سازد تا بررسی‌های مربوط به لکه‌ها را با توجه به

جدول ۳. اعمال معیارهای سیمای سرزمین بر نتایج مدل‌های مختلف توسعه شهری

سال ۱۹۸۷	سال ۲۰۰۱	معیار
۱۳۱۷۱۰/۳۲	۱۳۱۷۱۰/۳۲	مساحت کل
۶۰۱۷	۱۲۰۵۶	تعداد لکه‌ها
۴/۵۶۸۴	۹/۱۵۳۴	تراکم لکه‌ها
۰/۲۷۱۰	۰/۵۳۸۳	شاخص بزرگ‌ترین لکه
۱/۰۵۵۴	۱/۰۵۵۴	شاخص شکل
۰/۳۵۸۰	۰/۳۳۶۴	میانگین مساحت
۱/۰۵۶۶	۱/۰۵۴۲	میانگین شاخص شکل
۱/۰۱۵۳	۱/۰۱۶۱	میانگین چین‌خوردگی لکه‌ها
۱/۳۶۱۷	۱/۳۴۳۳	بعد چین‌خوردگی محیط به مساحت
۱۱۶۰/۵۷۸۸	۱۱۴۱/۵۹۲۷	میانگین نسبت محیط به مساحت
۱۳/۷۷	۳۰/۱۵	مجموع مساحت هسته لکه‌های شهری
۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۲۵	میانگین مساحت هسته
۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۰	میانگین شاخص مساحت هسته
۴۰/۴۲۲۵	۵۵/۷۰۴۹	میانگین شاخص نزدیکی
۱۱۲/۴۶۲۳	۹۲/۳۶۴۰	میانگین فاصله اقلیدسی از نزدیک‌ترین همسایه
۵۰/۸۷۱۲	۴۹/۰۷۵۶	درصد همسایه‌های مشابه
۳۵۶/۹۴	۷۰۹/۰۲	مساحت بزرگ‌ترین لکه
۱۰۶۶۸۰	۲۰۶۲۸۰	محیط بزرگ‌ترین لکه



شکل ۳. موقعیت مکانی سه لکه بزرگ شهری در منطقه مورد مطالعه

که به دلیل ایجاد لکه‌های جدید در طی دوره زمانی مورد مطالعه در بین دو لکه ۱ و ۳ سال ۱۹۸۷ بوده که باعث اتصال آنها نیز شده است (جدول ۴). لکه ۲ در سال ۱۹۸۷ نیز بزرگ‌تر شده و میزان مساحت آن به ۱۹۱/۲۵ هکتار به ۳۰۷/۱۷ هکتار رسیده است. در کنار این موارد، لکه جدید تقریباً بزرگی نیز در سال ۲۰۰۱ ایجاد گشته است (۳۰/۳۳ هکتار) که در سال ۱۹۸۷ با مساحتی بسیار کم وجود داشت.

با توجه به نتایج تحلیل مکانی مشخص گردید که لکه‌های ۱ و ۳ در سال ۱۹۸۷، در سال ۲۰۰۱ به هم مرتبط شده و یک لکه بزرگ‌تر را ایجاد نموده‌اند (لکه ۱ در سال ۲۰۰۱). لکه‌های ۱ و ۳ در حقیقت دو منطقه شهری مجزا از هم بودند که در مرور زمان و در اثر توسعه شهر گرگان و با ایجاد مناطق جدید شهری بین آنها به هم نزدیک شده و ایجاد یک لکه بزرگ (لکه ۱ در سال ۲۰۰۱) را نمودند. ضمن آنکه مساحت لکه جدید بیش از مجموع مساحت دو لکه قبلی است

جدول ۴. مساحت (هکتار) سه لکه بزرگ گرگان در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۱

			لکه شهری
۳	۲	۱	سال
۱۲۴/۷۴	۱۹۱/۲۵	۳۵۶/۹۴	۱۹۸۷
۳۰/۳۳	۳۰۷/۱۷	۷۰۹/۰۲	۲۰۰۱

برنامه و الگویی برای ساماندهی مسیر رشد شهری در گرگان اتخاذ نشده است. اگر چه در گرگان این پراکنش رشد شهری زیاد به چشم نمی‌آید و با توجه به معیارهای بررسی شده مشخص گردید که رشد شهری تا حدودی بر مبنای توسعه گذشته شهرها بوده است. این نتیجه در مطالعات قبل از منطقه نیز به دست آمده بود (۹) که بر اساس نتایج حاصل، از میان عوامل مختلف اثرگذار بر رشد شهری، فاکتور نزدیکی به مناطق شهری به عنوان یک عامل محرک در روند توسعه شهری است.

با توجه به این که تحلیل صورت گرفته بر روی لکه‌های شهری، بر مبنای حضور سلول‌های شهری در ۴ همسایه سلول مرکزی انجام گرفته است می‌توان انتظار داشت که با دخیل نمودن سلول‌های همسایه مورب سلول مرکزی (۸ سلول) نتایج تا حدی متفاوت‌تر باشد.

با استفاده از نرم‌افزار Fragstats در مطالعات شهر گرگان مشاهده گردیده که رشد شهری در این منطقه علی‌رغم ایجاد لکه‌های شهری بزرگ‌تر و نزدیکی آنها به هم، دارای نوعی توزیع غیریکنواخت است که خود نشان از آن دارد که هنوز

- Pages 208-226 in Pickett, S. T. A. and McDonnell, M. G. editors. Humans as components of ecosystems: subtle human effects and ecology of population areas. Springer-Verlag, New York.
8. Helmer EH. 2000. The landscape ecology of tropical secondary forest in Montane Costa Rica. *Ecosystem*, 3: 98-114.
  9. Kamyab HR. 2009. Modeling of physical Development of Gorgan City Using Remote Sensing and Logistic Regression. Thesis Submitted for the Degree of Master of Science (M.S) in Environmental sciences, Tarbiat Modares University, 109 pg.
  10. McGarigal K and Marks BJ. 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
  11. McGarigal K, Cushman SA, Neel MC and Ene E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst.
  12. O'Neill RV, Krummel JR, Gardner RH, Sugihara G, Jackson B, DeAngelis DL, Milne BT, Turner MG, Zygmunt B, Christensen SW, Dale VH and Graham RL. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecol*, 1:153-162.
  13. Pauchard A, Aguayo M, Peña E and Urrutia R. 2006. Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: the case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation*, 127: 272-281.
  14. Southworth J, Nagendra H and Tucker CM. 2002. Fragmentation of a landscape: incorporating landscape metrics into satellite analyses of land cover change. *Landsc. Res*, 27: 253-269.
  15. Southworth J, Nagendra H, Carlson LA and Tucker CM. 2004. Assessing the impact of Celaque National Park on forest fragmentation in Western Honduras. *Appl. Geogr*, 24: 303-322.
  16. Stanfield BJ, Bliss JC and Spies TA. 2002. Land ownership and landscape structure: a spatial analysis of sixty-six Oregon (USA) Coast Range watersheds. *Landscape. Ecol*, 17: 685-697.
  17. Tucker CM, Munroe DK, Nagendra H and Southworth J. 2005. Comparative spatial analyses of forest conservation and change in Honduras and Guatemala. *Conserv. Soc*, 3: 174-200.
  18. Turner MG. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecol*, 4: 21-30.
  19. Turner MG and Gardner RH. 1991. Quantitative methods in landscape ecology. Springer-Verlag, New York.
  20. Wimberly MC and Ohmann JL. 2004. A multi-scale assessment of human and environmental constraints on forest land cover change on the Oregon (USA) range. *Landscape Ecology*, 19: 631-646.
  21. Ye B and Bai Z. 2008. Simulating land use/cover changes of Nenjiang county based on CAMarkov model, In: D. Li (Ed.), *Computer And Computing Technologies In Agriculture*, 1: 321-329.
- روش‌های مختلف مدیریتی نیز باعث تغییر در کاربری زمین و به دنبال آن تغییر در پخش‌شدگی سیمای سرزمین می‌گردد (۱۶ و ۱۷). بازتاب این روش‌های مختلف را می‌توان در نحوه توزیع و توسعه لکه‌های شهری مشاهده کرد.
- در این مطالعه وجود لکه‌های شهری بزرگ‌تر از لکه‌های گذشته نشان از این دارد که لکه‌ها یا مناطق شهری در جذب توسعه شهری جدید موثر بوده که بزرگ شدن لکه‌ها یکی از دلایل اثبات این مدعاست. اما با این‌حال، نیاز به برنامه‌ریزی مدون و اتخاذ تدابیری برای کنترل مسیر رشد شهری لازم به نظر می‌رسد. چرا که همچنان در منطقه می‌توان به وجود لکه‌های پراکنده اشاره نمود که نشان از عدم وجود مدیریت مدون در ساماندهی مسیر توسعه می‌باشد. مسلماً بدیهی است که حضور لکه‌های شهری پراکنده برای مدیریت رشد شهری و نیز سایر اکوسیستم‌ها و زیستگاه‌ها (خصوصاً جانوران) مطلوب نیست چرا که این پخش‌شدگی به ناچار باعث انفکاک در سایر اکوسیستم‌ها و کاربری‌های موجود در منطقه می‌گردد. لذا تدوین برنامه‌ای بلندمدت برای کنترل و هدایت ساخت و سازهای جدید در گرگان امری لازم است که باید بیشتر به آن توجه نمود.

#### منابع مورد استفاده

1. Baker WL and Cai Y. 1992. The role programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. *Landscape Ecology*, 7: 291-302.
2. Bella KP and Irwin EG. 2002. Spatially explicit micro-level modeling of land use change at the rural-urban interface. *Agricultural Economics*, 27: 217-232.
3. Buerger M and Turner MG. 2002. Factors and processes shaping land cover and land cover changes along the Wisconsin River. *Ecosystem*, 5: 184-201.
4. Crow TR, Host GE and Mladenoff DJ. 1999. Ownership and ecosystem as sources of spatial heterogeneity in a forested landscape, Wisconsin, USA. *Landsc. Ecol*, 14: 449-463.
5. Darvishsefat AA. 2007. GIS and Remote Sensing concepts. Part 2 and 3 (Book of Environmental Evaluation and Planning by Geographic Information System). 2<sup>nd</sup> edition. Tehran University Press. Pages 25-122.
6. Forman RTT and Godron M. 1986. *Landscape ecology*. Wiley, New York.
7. Gardner RH, O'Neill RV and Turner MG. 1993. Ecological implications of landscape fragmentation.



22. Yichun X, Fang C, Lin GCS, Gong H and Qiao B. 2007. Tempo-spatial patterns of land use changes and urban development in globalizing china: a study of Beijing. *Sensors*, 7: 2881-2906.
23. Zhang Q, Ban Y, Liu J and Hu Y. 2011. Simulation and analysis of urban growth scenarios for the Greater Shanghai Area, China. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35: 126-139.



## Tempo-spatial patterns of landscape changes and urban development (Case study: Gorgan)

H. R. Kamyab<sup>1\*</sup>, A. R. Salman Mahini<sup>2</sup>

1. Graduated MSc. of Environmental Sciences, College of Natural Resource, Tarbiat Modares University

2. Assoc. Prof. of Environmental Sciences, College of Natural Resource, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

### ARTICLE INFO

#### *Article history:*

Received 20 July 2013

Accepted 17 April 2014

Available online 13 September 2014

#### *Keywords:*

Changes patterns

Urban development

Remote sensing

Geographic information system

Gorgan

### ABSTRACT

Landscape includes a mosaic of landscape elements in a context of a major land use/cover. Much emphasis has been placed on developing methods to quantify landscape patterns in recent years. Landscape elements include various types, including urban areas and patches, which were used for change's identification in the current study. Any urban area has been considered a landscape patch and their patterns for the Gorgan city between the years 1987 and 2001 have been compared in this study. Number, shape and neighborhood metrics was the major groups of metrics calculated. To do so, urban areas were fed to Fargstats Software as patches. Comparison showed that development pattern in Gorgan city has led to the creation of larger and simpler patches with and less fractal dimension during the 14-years period of our study. In fact, urban growth was shown to be adhering to the previous urban patches. This is also visible to the spatial investigation of the largest patches (a complex of continues areas), such that, for example, two large patches in 1987 had been joined because of infill. Despite the tendency of urban growth around previous urban patches and in their vicinity, patches did not show a uniform distribution in the area, rather, they were irregular. This result is confirmed by the fact that the urban area has increased 2.1 times during the study period.

\* Corresponding author e-mail address: [kamyab\\_hamid@yahoo.com](mailto:kamyab_hamid@yahoo.com)