



تحلیل الگوهای رشد فضایی شهر خرم آباد با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین

حسین حاتمی‌نژاد، دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

احمد حاتمی*، دانشجوی دکتری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اعظم مرادی، دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۷/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۵/۱۳

چکیده

تحلیل روند رشد شهرنشینی یکی از مهم‌ترین موضوعات پیش‌روی برنامه‌ریزان شهری در عصر توسعه است. در کنار سطح بالای نرخ رشد، تغییرات در استفاده از زمین و تبدیل زمین به کاربری‌های شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پژوهش حاضر تلاشی در جهت تبیین الگوهای فضایی شهر خرم‌آباد در ۳۵ سال اخیر است. این پژوهش کاربردی و توصیفی - تحلیلی بوده و مبتنی بر داده‌های سنجش‌ازدور است. تصاویر سال‌های ۱۳۳۹، ۱۳۹۵، ۱۳۸۵، ۱۳۷۵، ۱۳۶۵ از ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ در سنجنده‌های TM، ETM و OLI بدست آمده و سپس با استفاده از نرم‌افزار NVEI و روش طبقه‌بندی نظارت شده به نقشه‌های کاربری اراضی در چهار کلاس شهری، کشاورزی، کوه و آب تبدیل شدند. این نقشه با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS برای ورود به نرم‌افزار FRAGASTATS آماده‌سازی گردیدند و در مرحله بعدی برای تحلیل سیمای سرزمین به این نرم‌افزار فراخوانی شدند. در مرحله بعدی این نقشه‌ها با استفاده از متریک‌های فضایی (PALAN-PD-NP-LSI-LPI-PD-AWMFD) مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله آخر با فراخوانی این متریک‌ها در مدل آنتروپی شانون شمای کلی از الگوی رشد فضایی شهر خرم‌آباد در ۳۵ سال اخیر حاصل گردید. نتایج نشان داد شهر خرم‌آباد در ۳۵ سال اخیر الگوهای رشد متفاوتی را طی کرده است که آنها را می‌توان در ۴ دوره دسته‌بندی کرد: دوره اول (سال ۱۳۶۵-۱۳۷۵) به دلیل رشد شتابان شهرنشینی و عدم کفایت الگوهای برنامه‌ریزی شهری، شهر دوره‌ای از رشد پراکنده را در لکه‌های شهری مجزا سپری می‌کند. دوره دوم در سال (۱۳۸۵) شهر به دلیل کاهش مهاجرت‌ها و توسعه شهر در محدوده لکه‌های موجود دوره‌ای از الگوی فشرده را سپری می‌کند اما مجدداً در سال (۱۳۹۵) شهر خرم‌آباد به دوره‌ای از الگوی پراکندگی گام نهاده است به گونه‌ای که در تمامی متریک‌های سیمای سرزمین تمایل به الگوی فضایی شهر پراکنده مشاهده می‌شود. سپس مجدداً در سال ۱۳۹۹ متریک‌های فضایی بیانگر الگوی رشد فشرده و تمایل به توسعه درونی شهر خرم‌آباد را گویا بوده‌اند.

واژگان کلیدی: رشد فضایی شهر، بوم‌شناسی سیمای سرزمین، خرم‌آباد.

* نویسنده مسئول Email: ahmadhatami@ut.ac.ir

نحوه استنادی به مقاله:

حاتمی‌نژاد، حسین، حاتمی، احمد، مرادی، اعظم (۱۴۰۰). تحلیل الگوهای رشد فضایی شهر خرم‌آباد با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین. فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق کوهستانی. سال دوم، شماره ۳ (۷). صص ۶۲-۳۹. Doi: 10.52547/gsma.2.3.39

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، شهرنشینی شدیدترین تغییرات را در پوشش زمین داشته است و موجب گردیده که بخش عظیمی از پوشش زمین به فضاهای انسان‌ساخت و مصنوع (شهر) تبدیل شود. رشد شهری با افزایش قابل توجه جمعیت شهری رو به جریان است (وو و دیوید^۱، ۲۰۰۲: ۲۱). به طوری که در دهه ۱۸۰۰ شهرها تنها ۳ درصد از جمعیت جهان را در خود جای داده بودند، اما این میزان در سال ۱۹۵۰ به حدود ۳۰ درصد افزایش پیدا کرد و امروزه بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کند و پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۲۰۵۰ به حدود ۶۷/۱ درصد (۶/۲۵ میلیارد نفر) برسد (برنامه توسعه سازمان ملل متحد^۲، ۲۰۱۸). گرچه شهرنشینی موجب پیشرفت اقتصادی می‌شود و کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد، اما این عامل یکی از نیرومندترین و قابل مشاهده‌ترین عوامل انسانی است که باعث تغییر در پوشش طبیعی زمین و تبدیل آن به محیط مصنوع و شهر می‌شود (کلارک^۳ و همکاران، ۱۹۹۷: ۱۵۴). به همان اندازه که شهرنشینی افزایش می‌یابد و شهرها رشد پیدا می‌کنند به همان اندازه نیز از اراضی کشاورزی، جنگل‌ها، تالاب‌ها و غیره کم می‌شود (جانتر^۴ و همکاران، ۲۰۰۴: ۲۳۵) تغییرات پوشش زمین یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های بعد انسانی تغییر جهانی است (ترنر^۵ و همکاران، ۱۹۹۰: ۵۴). با توجه به رشد سریع شهری و اهمیت تأثیر طولانی‌مدت آن، نظارت و تجزیه و تحلیل روند رشد شهری و همچنین اتخاذ برنامه‌های مناسب استفاده پایدار از اراضی اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کند. اطلاعات مستمر، تاریخی و دقیق در مورد تغییر پوشش زمین شهری پیش‌نیاز تحلیل بیشتر و توسعه پایدار

است که بسیار مورد تأکید قرار گرفته است. استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و مدل‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی^۶ برای درک بهتر روند رشد شهری و موضوعات اخیر رشد شهری توجه روزافزونی را به خود جلب کرده است (دانگ و همکاران^۷، ۲۰۰۹: ۹۸). زیرا به تصمیم‌گیران اجازه می‌دهند برای مدیریت محیط شهری دید وسیع‌تری را نسبت به سیستم شهری و مؤلفه‌های آن داشته باشند (منصوریان و همکاران، ۲۰۱۵: ۳).

در این میان شهر خرم‌آباد با جمعیت ۳۸۰۸۲۹ نفر در سال ۱۳۹۵ بزرگ‌ترین شهر استان لرستان، و مرکز این استان است. شهر خرم‌آباد نیز در جریان مهاجرت‌های قومی که در سال‌های ۱۳۶۵ به بعد در استان‌هایی که خواستگاه قومی داشتند، اتفاق افتاد (نظریان، ۱۳۹۰: ۱۶۶) جمعیت مهاجر زیادی را از اقوام مختلف استان لرستان به خود جذب کرد به گونه‌ای که در این سال‌ها نرخ رشد جمعیتی معادل ۵/۵ درصدی را داشته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۷۵) تمرکز اداری، سیاسی، خدماتی، درمانی، رفاهی، آموزشی، فرهنگی و غیره در شهر خرم‌آباد از دلایل مهاجرت به این شهر و به تبع آن، افزایش طبیعی رشد جمعیت می‌باشد (شمس و ملک حسینی، ۱۳۸۹). از این رو، با توجه به رشد روزافزون جمعیت و شهرنشینی در شهر خرم‌آباد و گسترش فیزیکی کنترل نشده آن در دهه‌های اخیر این پژوهش بر آن است تا با استفاده از داده‌های سنجش از دور و ارزیابی شاخص‌های فضایی و کالبدی مرتبط با رشد فضایی شهر خرم‌آباد در سی و پنج سال اخیر پردازد.

روند رشد شهری را می‌توان به‌عنوان تغییر در منطقه شهری یا سرعت تبدیل زمین غیر شهری به کاربری‌های شهری توصیف کرد (استو و فراگیاس^۸، ۲۰۰۵: ۷۴). ادبیات

¹ Wu & David

² UNDP

³ Clarke

⁴ Jantz

⁵ Turner

⁶ GIS

⁷ Deng et al

⁸ Seto & Fragkias



پراکنده شهری بر کسی پوشیده نیست و این موضوع باعث گردید که در سال‌های اخیر مشکلات رشد سریع شهری به چالشی برای توسعه پایدار معرفی گردد (مک‌گراناهان و ساترویت^۸، ۲۰۰۳). این وضعیت باعث گردید فرم پایدار شهری به موضوعی تبدیل شود که در مرکز توجه‌ها قرار گیرد در این باره جنکس و همکاران^۹ (۱۹۹۶) بیان کرده‌اند که بین فرم شهری و توسعه پایدار رابطه معنی‌داری وجود دارد هرچند که اثبات این رابطه کار ساده‌ای نیست. پراکندگی شهرها موجب ناکارآمدی انرژی (باهاتا^{۱۰}، ۲۰۱۰: ۲۵)، افزایش زیرساخت‌ها و هزینه‌های خدمات عمومی (نلسن^{۱۱}، ۱۹۹۰؛ تان^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۵؛ ژانگ^{۱۳} و همکاران، ۲۰۰۷) تفکیک کاربری‌ها و از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود.

بنابراین گسترش فضایی شهر به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین چالش‌های توسعه پایدار و برنامه‌ریزی فضایی در نظر گرفته می‌شود از این رو شهر پایدار باید دارای فرمی متناسب با مقیاس پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل عمومی کارآمد باشد و همه این ویژگی‌ها در شهری با فرم فشرده گرد هم آمده است (آربوری^{۱۴}، ۲۰۰۵: ۱۳) بنابراین ایده شهر فشرده می‌تواند پاسخی به حرکت رو به رشد شهرها به نام پراکندگی باشد (دی‌بور و میلر^{۱۵}، ۲۰۰۰: ۸۵) رشد شهری هم به‌عنوان یک الگوی کاربری زمین شهری، یعنی آرایش فضایی یک ناحیه کلان‌شهری در لحظه زمانی و هم به‌عنوان یک فرایند تغییر در ساختار فضایی شهرها در طول زمان در مرکز توجه است. اگر رشد شهری به‌عنوان یک الگو در نظر گرفته شود، پدیده‌ای ایستا است و اگر

مربوط به الگوهای رشد شهری بسیار گسترده است، از جمله طیف گسترده‌ای از مطالعات در بسیاری از رشته‌های مختلف، از جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری تا محیط‌زیست منظر یا مدل‌سازی شهری را در بر می‌گیرد. افرادی مانند مورفولوژیست‌های شهری نیز علاقه‌مند به مطالعه ساختار فضایی شهرها و تغییرات آن در طول زمان بوده‌اند (کراپ^۱، ۲۰۰۹: ۲). اما به‌طور قطع مطالعات مربوط به ساختار فضایی شهرها و تجزیه و تحلیل الگوهای فضایی آن در طول زمان در حیطه جغرافی‌دانان شهری است (هاس و لادورپ^۲، ۲۰۰۳ و جانتز و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعات پژوهشگران فوق در اواخر دهه ۱۹۵۰ بیانگر پدیده‌ای از گسترش و رشد شهری در ایالات متحده آمریکا بود که از آن به‌عنوان رشد پراکنده شهری^۳ یاد می‌کنند. یونیک و همکاران^۴ (۲۰۰۲) رشد پراکنده شهری را نوعی از رشد شهری تعریف کرد که دارای تراکم مسکونی بسیار پایین است در این نوع رشد شهری، کاربری‌های شهری از هم تفکیک شده‌اند و مناطق تجاری، صنعتی و مسکونی از یکدیگر کاملاً جدا هستند همچنین بروچل و همکاران^۵ (۲۰۰۵) معتقد بودند که رشد پراکنده شهری یک الگوی فضایی خاص است که در آن گسترش نامحدود بیرونی و جهشی، تراکم کم با جدایی کاربری‌ها مدنظر است در این باره باید گفت که هرچند توافق کلی در مورد رشد پراکنده شهری نیست اما اعتقاد کلی به الگوی فضایی پراکنده، تراکم کم و اثرات منفی زیست‌محیطی و اجتماعی در بین افراد وجود دارد (آگولیرا^۶ و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۱؛ هاس و لادورپ، ۲۰۰۳: یوان^۷ و همکاران، ۲۰۰۵). به‌طور کلی باید گفت اثرات منفی رشد

⁸ McGranahan & Satterthwaite

⁹ Jenks et al

¹⁰ Bhatta

¹¹ Nelson

¹² Tan

¹³ Zhang

¹⁴ Arbury

¹⁵ De Roo & Miller

¹ Kropf

² Hasse & Lathrop

³ Urban sprawl

⁴ Unique et al

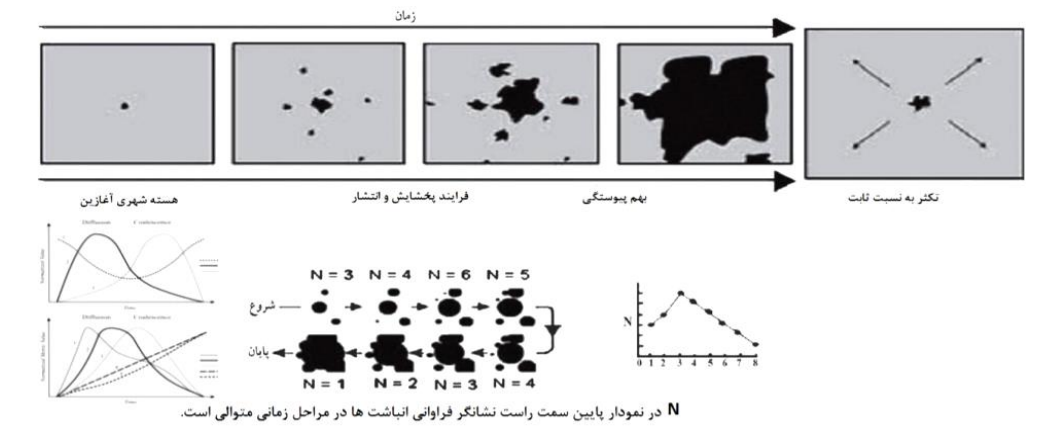
⁵ Bruce et al

⁶ Aguilera et al

⁷ Yuan

ایستا مدنظر دارند، درحالی‌که برخی دیگر آن را به‌عنوان پدیده‌ای پویا تلقی تحلیل کرده‌اند.

به‌عنوان یک فرایند در نظر گرفته شود پدیده‌ای پویا تلقی می‌شود برخی از محققان رشد شهری را به‌عنوان پدیده‌ای



شکل ۱. چارچوب رشد فیزیکی شهرها، منبع: هرولد و همکاران، ۲۰۰۵

در سال‌های اخیر به سبب دسترسی به داده‌های ماهواره‌ای و قابلیت بسیار مناسب آن‌ها برای تحلیل فضایی-زمانی رشد شهری مطالعات زیادی در داخل و خارج از کشور برای تجزیه و تحلیل رفتار فضایی-زمانی رشد شهرها صورت گرفت که برخی از آن‌ها در جدول (۱) آمده است.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر داده‌های سنجش‌ازدور است. به‌طوری‌که برای دستیابی به اهداف پژوهش ابتدا تصاویر ماهواره‌ای اخذ گردیده سپس این تصاویر با استفاده از نرم‌افزار NVEI مورد پردازش قرار گرفتند. خروجی پردازش صورت گرفته نقشه‌های کاربری اراضی بوده‌اند که رشد شهر خرم‌آباد را در یک دوره ۳۵ ساله نشان داده‌اند. در مرحله بعدی نقشه‌های تولید شده با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS آماده‌سازی گردیدند تا در مرحله نهایی با استفاده از نرم‌افزار Fragatas مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند (شکل ۲).

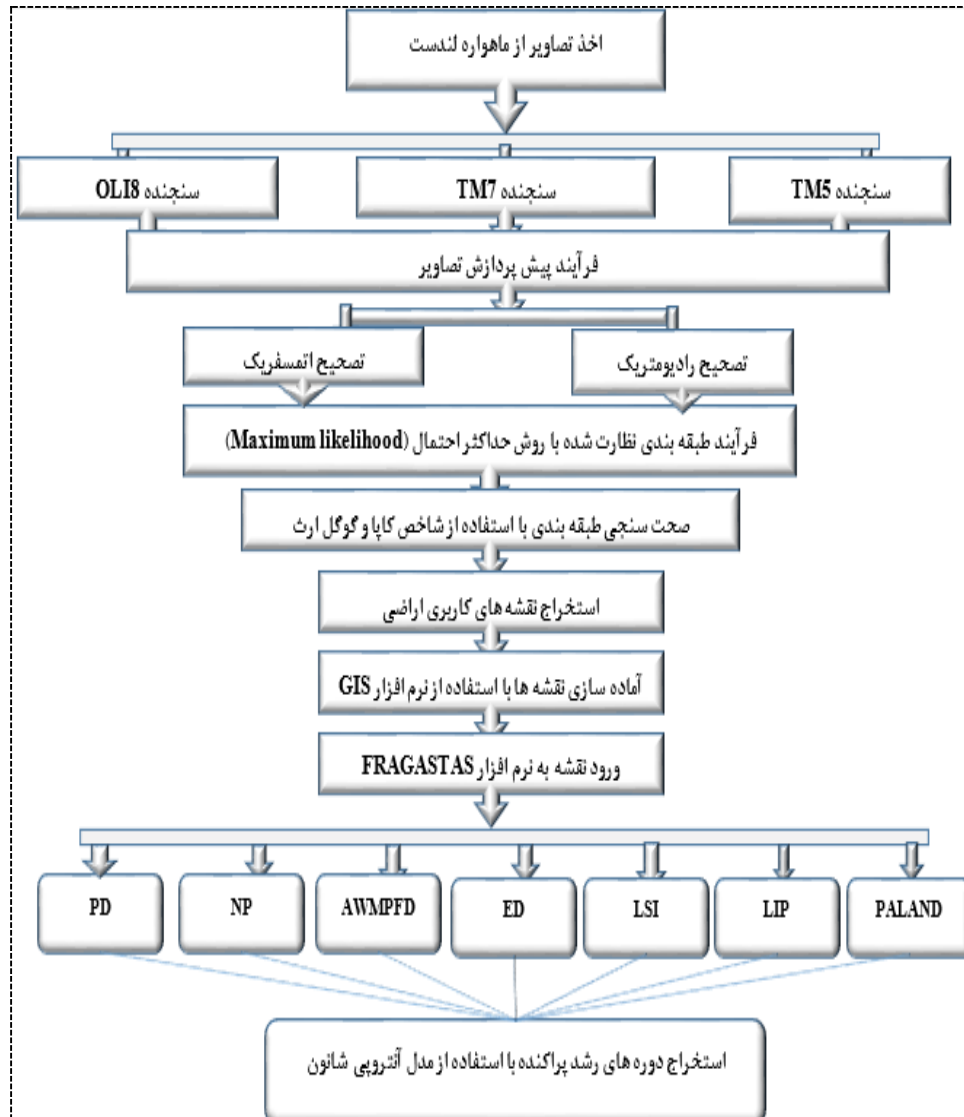
تصاویر ماهواره‌ای Landsat برای سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۶، ۲۰۰۶، ۲۰۱۶، ۲۰۲۰ از سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده تهیه شده و در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته

هرولد^۱ و همکارانش (۲۰۰۵) با استفاده از تصویرسازی مفهومی و کلی شمایی فرضی از فرایند رشد شهری ارائه کرده‌اند شکل (۱) بر مبنای این چارچوب گسترش شهری از یک هسته یا مرکز قدیمی آغاز می‌شود، رشد می‌کند و به سمت مراکز توسعه منفرد جدید پخش می‌گردد. این فرایند پخش در امتداد خط سیر رشد ارگانیک و توسعه از بیرون استمرار می‌یابد. پس‌از آن، تغییرات فضایی تکاملی و پیوسته به سمت به‌هم‌پیوستگی لکه‌های منفرد شهری حرکت می‌کند. این مرحله انتقالی در اصل شامل توسعه فضاهای باز، بین هسته مرکزی شهر و مراکز پیرامونی است. این الگوی مفهومی رشد ادامه می‌یابد و سیستم به سمت وضعیت اشباع و متراکم شدن پیشروی می‌کند در شکل (۱) این انباشت نهایی می‌تواند به‌عنوان یک هسته شهری مجدد در محدوده‌ای با وسعت بیشتر و با جزئیات کمتر در نظر گرفته شود در اغلب مطالعات سنتی شهری، این افزایش اندازه مقیاس با تغییر دادن گستره فضایی دایره متحدالمرکز پیرامون هسته مرکزی شهر نمایش داده شده است (کاویانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۸).

¹ Herold

است. این تصاویر از ماهواره لندست ۵ و سنجنده TM برای ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰ استفاده شده است. اطلاعات دقیق در مورد تصاویر سنجنش از دور در لیست شده است جدول (۲).

تصاویر سال‌های ۱۹۸۶ و ۱۹۹۶ و لندست ۷ سنجنده TM برای سال ۲۰۰۶ و لندست ۸ سنجنده OLI برای سال



شکل ۲. فرایند انجام پژوهش، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۱. برخی از مطالعات انجام شده در زمینه موضوع مورد بحث

محقق و سال	عنوان پژوهش	نتیجه‌گیری
ویو سان و همکاران ^۱ (۲۰۲۰)	تجزیه و تحلیل فضایی توسعه شهری با استفاده از روش‌ها و داده‌های سنجنش از دور: مطالعه موردی دلتا رودخانه یانگ تسه، چین	نتایج نشان داد که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ که فضاهای ساخته شده افزایش قابل توجهی در منطقه داشته است و قسمت‌های شمالی و جنوبی دلتای رودخانه یانگ تسه رشد شهری مختلفی را تجربه کرده‌اند
یان پین و ژن ^۲ (۲۰۱۹)	مطالعه توسعه شهری با استفاده از تغییرات پویایی فضایی و زمانی در سطح غیرقابل نفوذ در نانجینگ	یافته‌های این تحقیق نشان داد که شهر نانجینگ در ۳ دهه گذشته به‌طور چشمگیری رشد کرده و از ۴۲۷/۳۶ کیلومتر مربع به ۱۷۸۰ کیلومتر مربع رسیده است مرکز ثقل ساخت‌وساز در این شهر به سمت جنوب است و تغییرات آن تحت تأثیر عوامل توپوگرافی و اقتصادی است

^۱ Wei Sun

^۲ Yanping, Zhen

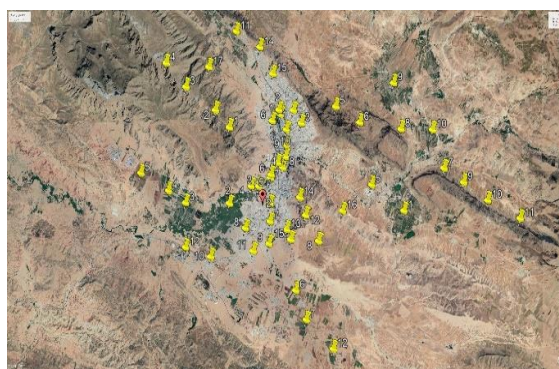
نتیجه‌گیری	عنوان پژوهش	محقق و سال
نتایج نشان داد که رشد چشمگیر مناطق ساخته‌شده در شهر قم منجر به کاهش قابل توجهی از زمین‌های کشاورزی شده است و به‌طور کلی طبق مدل آنتروپی شهر قم در طی ۳ دهه افزایش پراکندگی را تجربه کرده است.	پایش تغییر کاربری اراضی و سنجش پراکندگی بر اساس فرم فضایی در شهر قم	محمدیان مصمم ^۱ و همکاران (۲۰۱۶)
نتایج نشان داد که شهر بندرعباس از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۲ از ۴۰۳ هکتار به ۴۹۵۹ هکتار رسیده این میزان تقریباً ۵ برابر رشد جمعیت مشاهده‌شده بوده است.	شش دهه رشد شهری با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS در شهر بندرعباس، ایران	دادرس و همکاران (۲۰۱۴)
نتایج پژوهش نشان داد که شهر کوآتان منطبق با شاخص‌های فشردگی است و شهر پراکنده‌ای نمی‌باشد.	تعیین عوامل مکانی در اندازه‌گیری پراکندگی شهری در کوآتان با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS	نور ^۲ (۲۰۱۳)
نتایج نشان داد که بیشترین پراکنده رویی شهر کرمان در سال ۱۳۶۳ و کمترین میزان آن در سال ۱۳۹۷ رخ داده است	ارزیابی شاخص‌های فضایی - کالبدی در تبیین الگوی پراکنده رویی شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (شهر کرمان)	مهیم‌مهیمی و همکاران (۱۳۹۸)
نتایج نشان داد که متناسب با پویای فضایی - زمانی جمعیت شهری و تغییرات پوشش زمین، الگوهای فضایی متفاوت شامل الگوی متمرکز و تکه‌هسته‌ای، الگوی نیمه‌متمرکز و الگوی منظومه‌ای، مهم‌ترین الگوهای رشد شهری ناشی از تحولات جمعیتی در منطقه کلان‌شهری تهران هستند.	پوشش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلان‌شهری تهران	منصوریان (۱۳۹۵)
فرایند فضایی و زمانی رشد شهر تهران در ۳ مرحله اصلی تشکیل هسته اولیه رشد شهری، بخشایش و همگرایی است.	تحلیل الگوی رشد شهر تهران با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین	کاویانی و همکاران (۱۳۹۴)

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

جدول ۲. لیست تصاویر اخذ شده

ردیف	ماهواره	سنجنده	سال اخذ تصویر	دقت مکانی	باند	سیستم تصویر
۱	لندست ۵	TM	۱۹۸۶	۳۰ متر	باند ۱-۴-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۲	لندست ۵	TM	۱۹۹۶	۳۰ متر	باند ۱-۴-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۳	لندست ۷	TM	۲۰۰۶	۳۰ متر	باند ۱-۴-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۴	لندست ۸	OLI	۲۰۱۶	۳۰ متر	باند ۳-۵-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۵	لندست ۸	OLI	۲۰۲۰	۳۰ متر	باند ۳-۵-۷	WGS84 UTM Zone 38 N

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۵. فرآیند صحت‌سنجی طبقه‌بندی در گوگل ارث،

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

Confusion Matrix: F:\mahvare\radians\class2020					
Overall Accuracy = (20220/20270) 99.8769%					
Kappa Coefficient = 0.8293					
Class	Ground Truth (Pixels)				Total
Unclassified	urban	arable	crop	water	0
urban	20220	90	183	4	20307
arable	146	16944	18476	0	18816
crop	218	574	9086	0	9868
water	9	793	28	165	1005
Total	20693	17624	111973	174	309094
Class	Ground Truth (Percent)				Total
Unclassified	urban	arable	crop	water	0.00
urban	98.20	0.52	1.64	2.20	7.46
arable	0.71	96.19	16.50	0.00	60.88
crop	1.05	3.27	81.15	2.87	31.33
water	0.04	0.02	0.21	94.83	0.33
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Class	Commission (Percent)	Omission (Percent)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)	
urban	11.92	1.88	2706/20270	373/20270	
arable	9.90	3.81	18622/18816	6710/17624	
crop	6.18	18.95	5987/9086	21807/111973	
water	83.58	5.17	840/1005	9/174	
Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Percent)	Prod. Acc. (Pixels)	User Acc. (Pixels)	
urban	98.20	88.08	20220/20693	20220/20270	
arable	98.19	92.18	16944/17624	14944/18816	
crop	81.15	93.82	9086/111973	9086/9868	
water	94.83	14.42	165/174	165/1005	

شکل ۴. شاخص کاپا، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

¹ Mosammam

² Norzailawati Mohd Noor



بیانگر تطابق و دقت بالا در کلاس‌بندی تصاویر و واقعیت است. در این پژوهش طبقه‌بندی اراضی در ۴ کلاس شهری، کشاورزی، کوه و آب انجام گرفته است.

متریک‌های سیمای سرزمین از دهه ۱۹۸۰ در محیط‌زیست چشم‌انداز برای تعیین کمیت شکل و الگوی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است. متریک‌های سیمای سرزمین شاخص‌هایی هستند که الگوهای کاربری اراضی را در یک منطقه شهری توصیف می‌کنند. آن‌ها به‌عنوان عبارات ریاضی قادرند که ویژگی‌های پوشش مناطق را در قالب پچ‌ها، کریدورها و چشم‌انداز را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند (آگولیرا و همکاران، ۲۰۰۵؛ هرولد و همکاران، ۲۰۰۵، هانگ و همکاران^۵، ۲۰۰۷؛ شوارتز و نینا^۶، ۲۰۱۰؛ وو^۷ و همکاران، ۲۰۱۱).

در ۱۵ سال گذشته برای توصیف شکل شهری از متریک‌های سیمای سرزمین بسیار استفاده شده است. روند معمول در این بررسی ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های مختلف است (کوهن^۸، ۲۰۰۴: ۴۱) که در این پژوهش شکل کاربری شهری در یک دوره ۳۵ ساله مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات آن آشکار می‌شود. در این باره باید گفت که نقشه‌های پوشش اراضی مستخرج از داده‌های سنجش‌ازدور در سری‌های زمانی به‌طور واضح پویا رشد شهری را نمایش می‌دهند. اما برخی الگوها و خصوصیات مستتر به‌وضوح دیده نمی‌شود. متریک‌های سیمای سرزمین، به‌طور قابل‌اعتمادی الگوهای فرایندهای فضایی - زمانی رشد شهری را کمی می‌کنند و توصیف و درک ساختار و ریخت‌شناسی نواحی شهری ناهمگن را بهبود می‌بخشد همچنین باعث پیوند بین ساختار، الگو، فرایندها و کارکردها در مطالعات بوم‌شناختی شهری می‌شود

تصحیح رادیومتریک و اتمسفریک گام‌های ضروری برای استخراج دقیق اطلاعات کمی از لندست است (دیکسون و کنداد^۱، ۲۰۰۸؛ ماتور و فودی^۲، ۲۰۰۸؛ سوزتر^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). از این‌رو، اولین مرحله بعد از دانلود تصاویر، اضافه کردن آنها به نرم‌افزار NVEI و انجام تصحیحات رادیومتریک و اتمسفریک بوده است. در این تحقیق از طبقه‌بندی نظارت‌شده با الگوریتم بیشینه احتمال در نرم‌افزار NVEI استفاده گردید. در این روش که از سایر روش‌های موجود برای طبقه‌بندی رایج‌تر است، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود.

به‌بیان‌دیگر برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه از ماتریس واریانس و بردار میانگین که خود واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده می‌شود. با استفاده از عامل شدت احتمال، هر یک از پیکسل‌های تصویر پس از آزمون آماری و محاسبه احتمال تعلق آن‌ها به گروه‌های طیفی نمونه، به گروه مربوطه تعلق می‌گیرد (سیرواستاوا^۴ و همکاران، ۲۰۱۲: ۲۱). همچنین باید گفت که طبقه‌بندی انجام گرفته با استفاده از نرم‌افزار GoogleEarth مورد صحت‌سنجی قرار گرفته است در این باره از ابزار Confusion Matirx Using Truth Roi و شاخص کاپا در نرم‌افزار NVEI نیز کمک گرفته شده است شکل (۴) و مقدار شاخص کاپا به ترتیب ۰/۸۷، ۰/۷۴، ۰/۶۲، ۰/۸۹، ۰/۵۲ برای سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۰۳ و ۱۹۹۸ و ۱۹۸۶ بوده است شکل (۴). این مقدار

⁵ Huang

⁶ Schneider

⁷ Wu

⁸ Cohen

¹ Dixon & Candade

² Mathur & Foody

³ Szuster

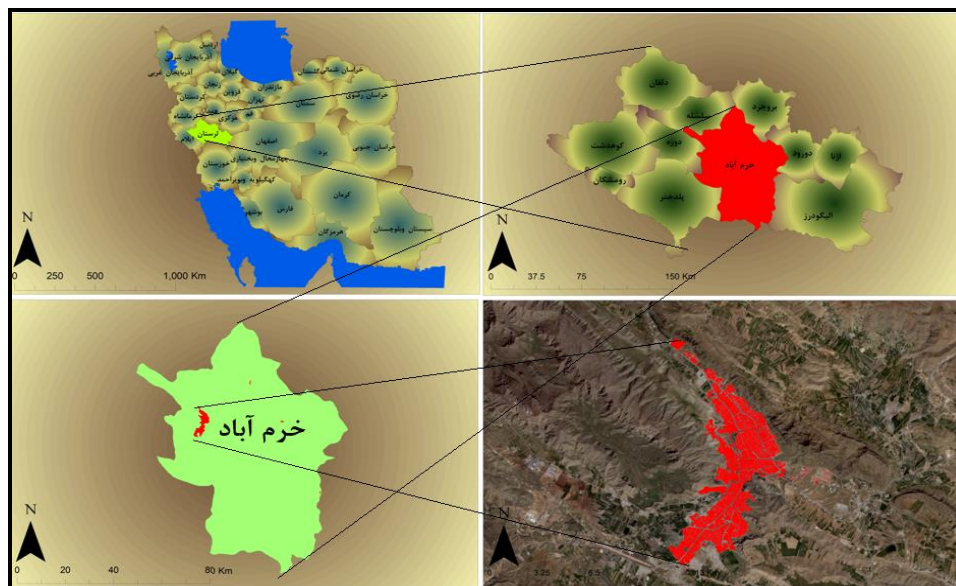
⁴ Srivastava

گرفته است و میانگین ارتفاعی آن از سطح دریا ۱۱۷۱ متر می‌باشد. این شهر به‌عنوان مرکز استان لرستان در درون دره‌ای پا گرفته است و رود خرم‌آباد با جهت شمالی- جنوبی از خط القعر آن می‌گذرد. قسمت شمال شهر منظره‌ای کوهستانی و جنوب آن منظره‌ای تقریباً جلگه‌ای دارد. جمعیت این شهر مطابق آمار سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر ۳۸۰۸۲۹ نفر بوده است. این شهر در سال‌های اخیر مقصد بسیاری از مهاجران از شهرستان‌های تابعه و غیره بوده است. و به فراخور این افزایش جمعیت شهر نیز از نظر فیزیکی رشد کرده است و محلات و مناطقی در قسمت‌های شمالی و جنوبی شهر به وجود آمده است.

(هرولد و همکاران، ۲۰۰۲: ۴۰). شناخته‌ترین نرم‌افزار در زمینه مطالعه الگوهای سیمای سرزمین نرم‌افزار FRAGSTATS این برنامه در حقیقت یک برنامه تجزیه و تحلیل الگوی مکانی برای کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین است. در این پژوهش نیز از این نرم‌افزار استفاده شده است.

۲.۱. محدوده مورد مطالعه

شهر خرم‌آباد به لحاظ موقعیت جغرافیایی در جنوبی‌ترین نقطه در مختصات UTM ۳۷۰۱۱۱۳ عرض شمالی و ۲۵۰۰۴۴ طول شرقی و در شمالی‌ترین نقطه در مختصات ۳۷۱۶۲۶۸ عرض شمالی و در ۲۵۰۹۴۵ طول شرقی قرار



شکل ۶. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

سال ۱۳۶۵ جمعیت شهر خرم‌آباد ۲۰۸۲۱۲ نفر بوده است که در مساحتی برابر ۱۸۵۳ هکتار گسترش یافته است و باعث به وجود آمدن تراکم جمعیتی ۱۱۲ نفر در هکتار شده است. در دوره ۱۰ ساله بعدی یعنی سال ۱۳۷۵ جمعیت شهر خرم‌آباد با افزایش ۶۴۶۰۳ نفر به ۲۷۲۸۱۵ نفر رسیده است یعنی سالانه ۶۴۶۰ نفر به جمعیت این شهر اضافه شده است مساحت شهری نیز با حدود ۲۳۶ هکتار افزایش به ۲۰۸۹ هکتار در سال ۱۳۷۵ رسیده است یعنی سالانه ۲۳/۶ هکتار

۳. یافته‌های تحقیق

تغییرات فضایی - زمانی شهر خرم‌آباد

برای بررسی وضعیت کلی رشد فضایی - زمانی شهر خرم‌آباد از داده‌های سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۶۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شده است و با تقسیم آن بر مساحت‌های به‌دست آمده میزان تراکم جمعیت شهر خرم‌آباد در دوره‌های مذکور به‌دست آمده است. در این باره همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود در

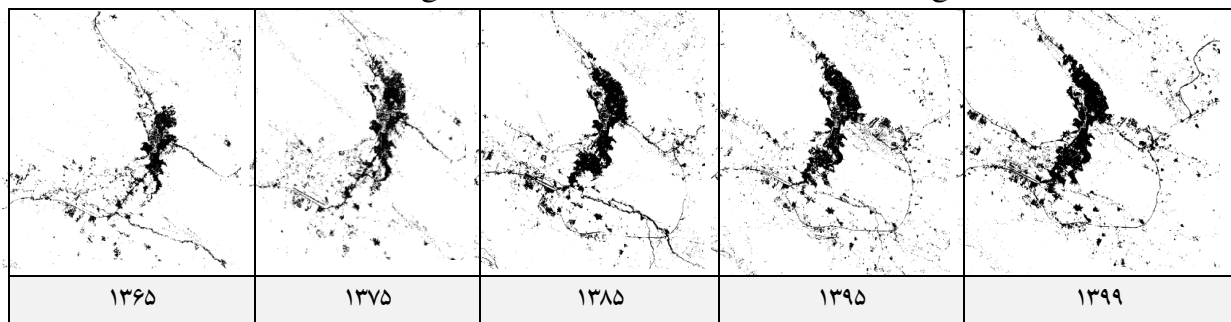
بعدی یعنی سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر خرم‌آباد با افزایش ۳۹۴۷۱ نفر جمعیت به ۳۷۳۴۱۶ نفر رسیده است و رشد جمعیت نسبت به دهه‌های پیشین با روند آرام تری همراه بوده است در این دوره رشد فیزیکی شهر خرم‌آباد با روند آهسته‌تری رشد کرده است و از ۳۳۲۶ هکتار به ۳۴۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است در این دوره شهر خرم‌آباد روند نسبتاً آرامی را هم در افزایش جمعیت و هم در توسعه فیزیکی پشت سر گذاشته است. و همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود در سال ۱۳۹۹ مساحت شهر خرم‌آباد به حدود ۴۱۵۳ هکتار افزایش یافته است. رشد فیزیکی خرم‌آباد در دوره‌های زمانی مذکور در شکل (۷) و تراکم جمعیتی در نمودار شکل (۸) آمده است.

بر محدوده فیزیکی شهر اضافه شده است. در این دوره تراکم شهری روند افزایشی داشته است و به ۱۳۰ نفر در هکتار رسیده است. در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۵ جمعیت شهر خرم‌آباد با ۶۱۱۳۰ نفر افزایش جمعیت به ۳۳۳۹۴۵ نفر رسیده است در این دوره رشد سالانه جمعیت شهر خرم‌آباد ۶۱۱۳ نفر بوده است در این دوره مساحت شهر نیز با ۱۲۳۷ هکتار افزایش به ۳۳۲۶ هکتار رسیده است یعنی به‌طور سالانه ۱۲۳/۶ هکتار بر محدوده شهر اضافه شده است که رشد نسبتاً سریعی است در این دوره شهر شاهد رشد فیزیکی پراکنده‌ای بوده است به‌طوری‌که تراکم جمعیتی با کاهش ۳۰ درصد به ۱۰۰ نفر در هکتار رسیده است و این وضعیت بیانگر پراکنده رویی شهر خرم‌آباد بوده است. در دوره

جدول ۳. اطلاعات جمعیتی و فضایی شهر خرم‌آباد

ردیف	سال	جمعیت	رشد جمعیتی	مساحت شهری (هکتار)	رشد شهری	تراکم شهری
۱	۱۳۶۵	۲۰۸۲۱۲	-	۱۸۵۳	-	۱۱۲
۲	۱۳۷۵	۲۷۲۸۱۵	۵/۵	۲۰۸۹	۲/۴۲	۱۳۰
۳	۱۳۸۵	۳۳۳۹۴۵	۴/۱	۳۳۲۶	۹/۷	۱۰۰
۵	۱۳۹۵	۳۷۳۴۱۶	۲/۲	۳۴۰۰	۰/۴۴	۱۰۹
۶	۱۳۹۹	-	-	۴۱۵۳	۴/۰۸	-

منبع: سازمان آمار ایران، سرشماری‌های سال ۱۳۶۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ و منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



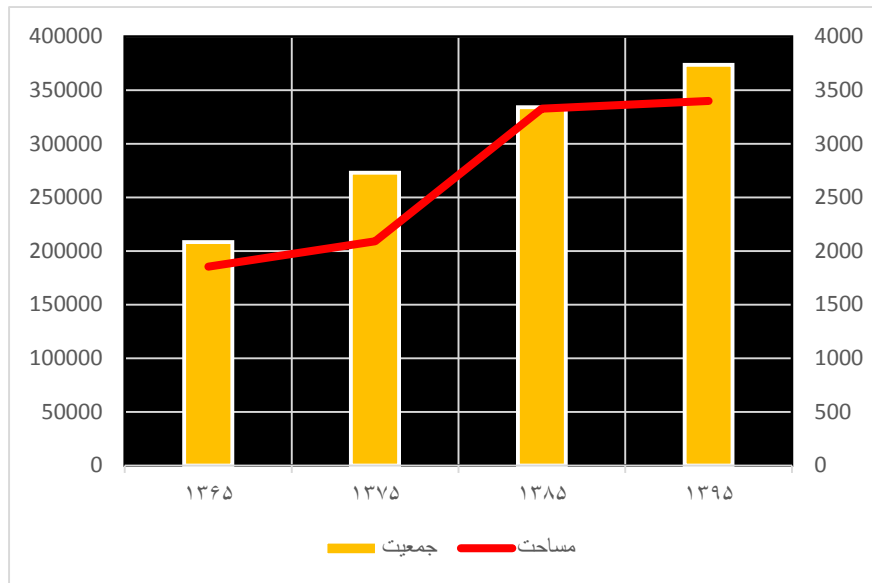
شکل ۷. مراحل رشد شهر خرم‌آباد در حد فاصل سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۹، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

انتظار می‌رود که با روند زمان و گسترش شهرنشینی درصد اراضی شهری افزایش پیدا کند. فرمول این متریک در رابطه شماره (۱) آمده است:

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100) \quad \text{رابطه شماره (۲)}$$

متریک درصد اراضی شهری از کل منظر (PLAND)

اولین متریک مورد بررسی در این پژوهش متریک درصد اراضی شهری از کل سیمای سرزمین است. این متریک از تقسیم مجموع لکه‌های یک کلاس کاربری خاص بر مساحت کل سیمای سرزمین به دست می‌آید. به‌طورکلی



شکل ۸. مساحت و جمعیت شهر خرم‌آباد، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

۱۳۷۵ رسیده است و در سایر کلاس‌ها تغییر چشمگیری به وجود نیامده است بنابراین می‌توان گفت رشد فیزیکی شهر خرم‌آباد در این دوره عمدتاً در اراضی کشاورزی اطراف شهر صورت گرفته است. در سال ۱۳۸۵ میزان کلاس کاربری شهری به ۵/۶۰ درصد رسیده است و کاربری شهری با ۱/۱۰ درصد افزایش همراه بوده است در این دوره نیز اثر عمده رشد شهر خرم‌آباد بر اراضی کشاورزی بوده است به طوری که این کاربری بازم با کاهش ۱ درصدی نسبت به دوره گذشته خود همراه بوده است و در سایر کاربری‌ها تغییرات چندان محسوس نبوده است.

که در این رابطه (۱) aij مساحت پج ij به مترمربع و A مجموع سیمای سرزمین به مترمربع است (اسدیا و همکاران، ۲۰۱۹). جدول (۴) بیانگر اطلاعات به دست آمده برای درصد سیمای سرزمین در شهر خرم‌آباد است و همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۶۵ میزان درصد کلاس کاربری شهری برابر ۳/۱۲ درصد از کل سیمای سرزمین بوده است و با گذشت زمان و افزایش شهرنشینی این میزان به ۴/۵۰ در سال ۱۳۷۵ رسیده است با توجه به تغییرات سایر کاربری‌های مشخص است که تأثیر عمده، افزایش کلاس شهری بر روی کاربری کشاورزی بوده است به طوری که میزان این کاربری از ۴۷/۸۳ درصد به ۴۶/۴۹ درصد در سال

جدول ۴. اطلاعات به دست آمده از متریک (PALND) در شهر خرم‌آباد

ردیف	نوع اراضی	درصد اراضی ۱۳۶۵	درصد اراضی ۱۳۷۵	درصد اراضی ۱۳۸۵	درصد اراضی ۱۳۹۵	درصد اراضی ۱۳۹۹	تغییرات اول و آخر دوره
۱	شهری	۳/۱۲	۴/۵۰	۵/۶۰	۶/۱۰	۶/۸۵	۳/۷۵
۲	کشاورزی	۴۷/۸۳	۴۶/۴۹	۴۵/۵۶	۴۵/۰۲	۴۴/۷۱	-۳/۱۲
۳	کوه	۴۷/۴۹	۴۷/۴۱	۴۷/۳۴	۴۷/۳۰	۴۷/۱۲	-۰/۳۷
۴	آب	۱/۵۶	۱/۶۰	۱/۵	۱/۴۰	۱/۳۲	-۰/۲۴
۵	جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-

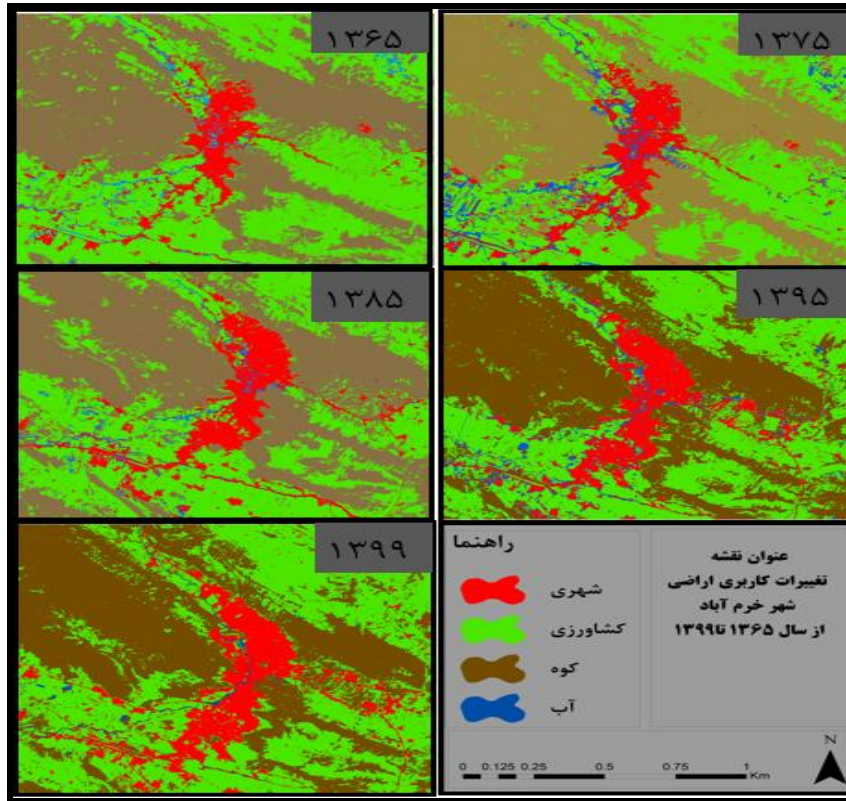
منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

به طوری که در یک دوره ۳۵ ساله از ۳/۱۲ درصد سیمای سرزمین به ۶/۸۵ درصد رسیده است و رشدی معادل ۳/۷۵

به طور کلی اطلاعات حاصل شده از متریک PALND شهر خرم‌آباد بیانگر رشد فیزیکی سریع خرم‌آباد بوده است

شامل می‌شده است و در پایان دوره به دلیل زیرساخت و ساز شهری رفتن بخش اعظمی از آن به با حدود ۳/۱۲ درصد کاهش به ۴۴/۷۱ درصد کل سیمای سرزمین تقلیل یافته است. همچنین شکل (۹) نمایانگر تغییرات فیزیکی رشد فیزیکی شهر خرم‌آباد است.

درصد را داشته است و از آنجایی که شهر در سمت شمال به ارتفاعات منتهی می‌شود و اجازه رشد شهری را نمی‌دهد بنابراین رشد شهر عمدتاً در سایر جهات و در اراضی کشاورزی صورت گرفته است به طوری که در آغاز دوره کلاس کاربری کشاورزی ۴۷/۸۳ درصد سیمای سرزمین را



شکل ۹. نقشه‌های کاربری اراضی شهر خرم‌آباد ۱۳۶۵-۱۳۹۹، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

$$LSI = \frac{0/25 \sum_{k=1}^m eik}{\sqrt{A}} \quad \text{رابطه شماره (۲)}$$

که در این رابطه N مجموع تعداد پچ‌های یک کلاس کاربری خاص در سیمای سرزمین است (اسدیا^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). اطلاعات مربوط به متریک تعداد پچ‌های شهری در شهر خرم‌آباد در جدول (۵) آمده است. در این باره همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۶۵ تعداد پچ‌های شهری در شهر خرم‌آباد با تعداد ۲۹۸۶ پچ در پایین‌ترین میزان خود بوده است در این دوره شهر خرم‌آباد در پچ‌های کمتری توسعه یافته و شکلی تقریباً فشرده را داشته است. در سال ۱۳۷۵ با افزایش جمعیت شهری تعداد پچ‌های شهری نیز

متریک تعداد پچ‌های شهری (NP^۱)

از دیگر متریک‌های مهم در سیمای سرزمین متریک تعداد پچ است. این متریک تعداد پچ‌های هر کلاس کاربری خاص را در سیمای سرزمین محاسبه می‌کند. این متریک به ما می‌گوید که اگر شهری با تراکم بالا ساخته شده باشد دارای مقدار NP کمتری است و اگر شهری دارای تراکم کمتری باشد مقدار NP آن افزایش پیدا می‌کند. این متریک بر اساس فرمول (۲) محاسبه می‌گردد؛ که در این رابطه N مجموع تعداد پچ‌های یک کلاس کاربری خاص در سیمای سرزمین است

^۲ Asadia

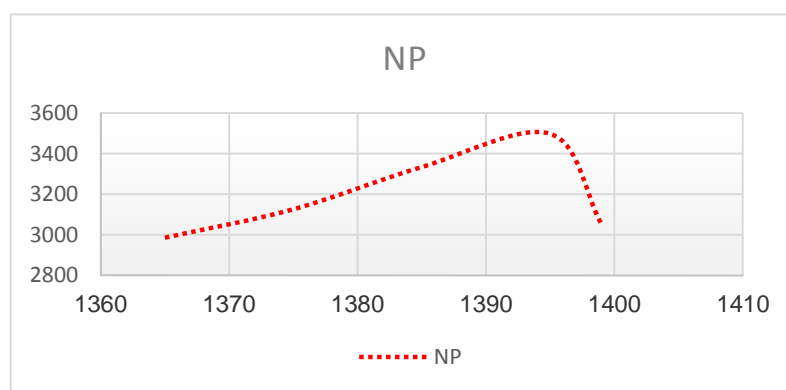
^۱ number of patches

افزایش یافته و به ۳۱۲۶ پیچ رسیده است و این روند در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ نیز ادامه داشته است و شهر با توجه گذشت زمان و افزایش جمعیت گسترش یافته است و تعداد پیچ‌های آن بیشتر شده است تا اینکه در دوره آخر یعنی سال ۱۳۹۹ شاهد یک دوره رشد فیزیکی فشرده در شهر خرم‌آباد هستیم در این سال تعداد پیچ‌های شهری به ۳۰۵۲ پیچ کاهش یافته است و این وضعیت بیانگر همگرایی و اتصال پیچ‌های پراکنده با تشکیل پیچ‌های شهری بزرگ‌تر می‌باشد.

جدول ۵. اطلاعات به دست آمده از متریک NP در شهر خرم‌آباد

ردیف	نوع متریک	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵	۱۳۹۹
۱	تعداد پیچ‌های شهری	۲۹۸۶	۳۱۲۶	۳۳۳۴	۳۴۹۸	۳۰۵۲

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۰. متریک NP، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

متریک تراکم پیچ‌های شهری PD

متریک تراکم پیچ‌های شهری یکی از متریک‌های مورد استفاده در این پژوهش است. این متریک برای رشد پیوسته و یا پراکنده شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این متریک برابر مجموع تعداد پیچ‌های یک کلاس کاربری خاص، تقسیم بر مساحت سیمای سرزمین است. واحد سنجش این متریک تعداد به ازای ۱۰۰ هکتار است. فرمول مربوط به محاسبه این متریک در رابطه (۳) آمده است؛ در این رابطه ni تعداد پیچ‌های کلاس کاربری i و A مجموع مساحت سیمای سرزمین به مترمربع است (اسدی و همکاران، ۲۰۱۹: ۳۲).

$$PD = \frac{ni}{A} (10000)(100) \quad \text{رابطه شماره (۳)}$$

در این باره اطلاعات به دست آمده در شهر خرم‌آباد در جدول (۶) آمده است و همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۶۵ این متریک در شهر خرم‌آباد برابر ۱۰۰/۹ بوده

است که بیانگر رشد شهر خرم‌آباد در لکه‌های مجزا بوده است در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۷۵ نیز این میزان با افزایش همراه است و به مقدار ۱۰۹/۸۰ می‌رسد که بیشترین میزان خود است سال ۱۳۷۵ را می‌توان یکی از دوره‌های رشد پراکنده شهر خرم‌آباد دانست اما در سال‌های بعدی فرایند هم‌گرایی و ادغام پیچ‌های شهری شروع شده به طوری که در سال ۱۳۸۵ یعنی ده سال بعد با مقدار ۶۰/۲۶ می‌رسد که نمایانگر فشرده شدن شهر در این دوره است. اما در دوره بعدی ۱۳۹۹ مجدداً تراکم پیچ‌های شهری با اندکی افزایش همراه بوده و به مقدار ۶۱/۰۴ رسیده است که مجدداً در سال ۱۳۹۹ تراکم پیچ‌های شهری به پایین‌ترین میزان خود یعنی ۴۲/۸۲ می‌رسد که بافت گفت توسعه شهر خرم‌آباد بر محور شهر فشرده بوده است.

متریک بزرگ‌ترین پیچ (LPI)^۱

^۱ Largest Patch index



(۴) آمده است؛ در این رابطه aij مساحت پج ij به مترمربع و A مجموع مساحت پج‌های یک کاربری خاص به مترمربع است (اسدیا و همکاران، ۲۰۱۹).

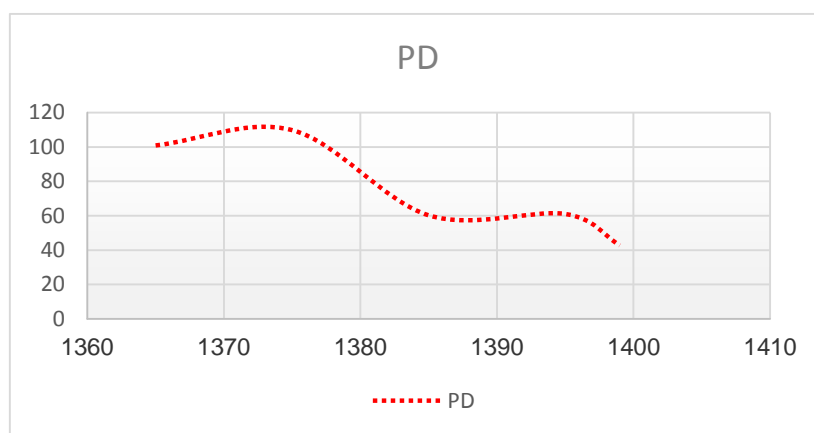
$$LPI = \frac{\max(aij)}{A} (100) \quad \text{رابطه شماره (۴)}$$

از دیگر متریک‌های مهم در این پژوهش متریک بزرگ‌ترین پج می‌باشد. این متریک از حاصل تقسیم بزرگ‌ترین پج شهری بر مساحت همه پج‌های شهری به دست می‌آید. واحد سنجش این متریک تعداد به ازای ۱۰۰ هکتار است. فرمول مربوط به محاسبه این متریک در رابطه

جدول ۶. اطلاعات به دست آمده از متریک PD در شهر خرم‌آباد

ردیف	نوع متریک	۱۳۶۵	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۹
۱	تراکم پج‌های شهری	۱۰۰/۹۵	۸۰/۱۰۹	۶۰/۲۶	۶۱/۰۴	۴۲/۸۲

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۱. متریک PD، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

فشرده بیشتر می‌شود و با اتصال پج‌های کوچک‌تر شاخص بزرگ‌ترین پج با مقدار ۵۹/۹۶ به بالاترین میزان خود می‌رسد.

شاخص شکل منظر LSI

شاخص شکل سیمای سرزمین از دیگر شاخص‌های موردبررسی در این پژوهش است. این شاخص از تقسیم مجموع طول لبه کاربری شهری بر حداقل طول لبه همان کلاس در فشرده‌ترین حالت ممکن به دست می‌آید. ارزش شاخص شکل منظر بزرگ‌تر و مساوی ۱ است. شاخص شکل منظر زمانی برابر ۱ است که سیمای سرزمین شامل یک پج منفرد مربع از یک کلاس کاربری خاص با حداکثر فشردگی باشد. ارزش این شاخص زمانی افزایش می‌یابد که شکل سیمای سرزمین ناهمگن‌تر شود یا اینکه طول لبه‌ها در یک کلاس کاربری خاص افزایش یابد. نحوه محاسبه این

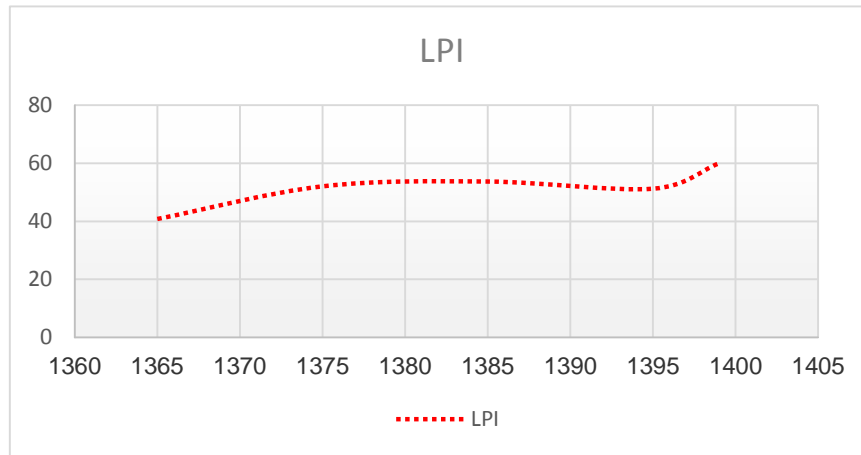
در این باره اطلاعات مربوط به متریک بزرگ‌ترین پج در شهر خرم‌آباد در جدول (۷) آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۶۵ این متریک با مقدار ۴۰/۸۰ در پایین‌ترین میزان خود بوده است این وضعیت بیانگر کوچک بودن پج‌های شهری در این دوره بوده است. اما باگذشت زمان و افزایش شهرنشینی این متریک در شهر خرم‌آباد با افزایش همراه بوده است به طوری که در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ مقدار این متریک به ترتیب به ۵۲/۰۴ و ۵۳/۰۷ رسیده است این وضعیت بیانگر آن است که پج‌های موجود شهری در خرم‌آباد به مرور زمان و افزایش جمعیت گسترش پیدا کرده‌اند تا اینکه در سال ۱۳۹۵ شاخص بزرگ‌ترین پج شهری با کاهش همراه بوده است این وضعیت گویای گرایش شهر به سوی رشد در پج‌های جدید است اما مجدداً در سال ۱۳۹۹ گرایش شهر به رشد

متریك بر اساس فرمول زیر می‌باشد: در این رابطه eik کاربری i و k و A مساحت کل سیمای سرزمین است مجموع طول لبه‌ها در سیمای سرزمین بین پج‌های کلاس (اسدیا و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۷. اطلاعات به دست آمده از متریك LPI در شهر خرم‌آباد

ردیف	نوع متریك	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۹
۱	شاخص بزرگ‌ترین پج	۴۰/۸۰	۵۲/۰۴	۵۳/۰۷	۵۱/۲۳	۵۹/۹۶

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۲. متریك LPI، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

می‌رسد و به ۵۱/۰۶ کاهش پیدا می‌کند در این دوره شاهد اتصال و همگرایی پج‌های شهری و تشکیل پج‌های بزرگ در شهر خرم‌آباد هستیم.

متریك تراکم لبه (ED)

متریك تراکم لبه معادل طول پج‌های یک کلاس کاربری خاص تقسیم بر کل مساحت سیمای سرزمین به مترمربع است که نهایتاً برای تبدیل به هکتار بر عدد ۱۰۰۰۰ تقسیم می‌شود. به عبارت ساده‌تر، متریك تراکم لبه برای پج‌های شهری برابر طول مرزهای شهری تقسیم بر کل مساحت محدوده مورد مطالعه است. فرمول مربوط به محاسبه این متریك در رابطه (۶) آمده است؛ که در این رابطه E مجموع تعداد پج‌های یک کلاس کاربری خاص در سیمای سرزمین به متر و A مساحت کل محدوده مورد مطالعه است

$$ED = \frac{E}{A} (10000) \quad \text{رابطه شماره (۶)}$$

$$LSI = \frac{0.25 \sum_{k=1}^m eik}{\sqrt{A}} \quad \text{رابطه شماره (۵)}$$

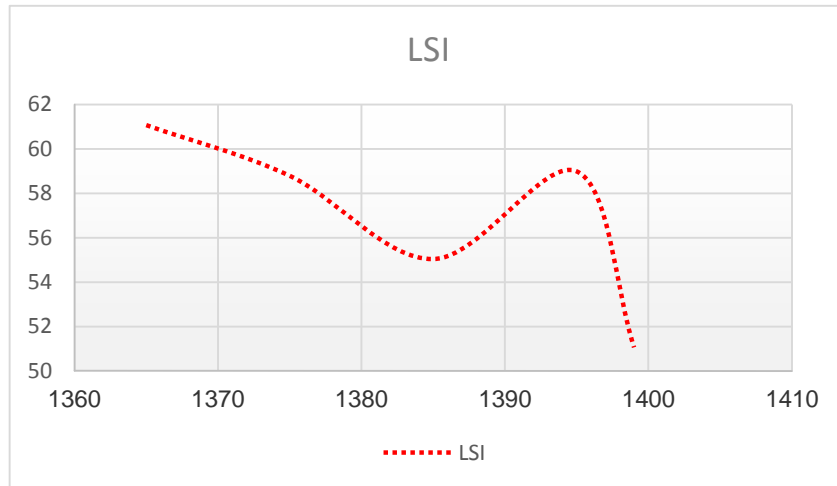
جدول (۸) حاوی اطلاعات به دست آمده برای متریك LSI در شهر خرم‌آباد است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان این متریك در سال ۱۳۶۵ با میزان ۶۱/۰۷۴ بالاترین میزان خود بوده است. این وضعیت بیانگر طول بالای لبه پج‌های شهری در محدوده شهر خرم‌آباد بوده است. اما با گذر به دوره بعدی و سال ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ شاهد کاهش متریك LSI در شهر خرم‌آباد هستیم به گونه‌ای که مقدار آن به ۵۵/۰۴ در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است این وضعیت بیانگر هم‌گرایی پج‌های شهری و کاهش طول لبه پج‌های شهری و فشرده شدن شکل شهر خرم‌آباد در این دوره هستیم. اما در دوره بعدی باز میزان متریك LSI با افزایش همراه است و مقدار آن به ۵۸/۹۹ می‌رسد در این دوره افزایش طول لبه پج‌های شهری مشهود است تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ این شاخص به پایین‌ترین میزان خود



جدول ۸. اطلاعات به دست آمده از متریک LSI در شهر خرم آباد

ردیف	نوع متریک	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۹
۱	شاخص شکل منظر	۶۱/۰۷۴	۷۹/۵۸	۵۵/۰۴	۵۸/۹۹	۵۱/۰۶

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۳. متریک LSI منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

می شود میزان این متریک در سال ۱۳۶۵ برابر ۴۴۹ بوده است و در بالاترین میزان خود در بین دوره های مورد بررسی بوده است این وضعیت بیانگر پراکنش افقی شهر خرم آباد در پج های مجزا بوده است که در دوره های بعدی و با مرور زمان اتصال و همگرایی بین پج های شهری به وجود آمده و سال ۱۳۸۵ مقدار این متریک به ۲۹۶ رسیده که بیانگر فشرده شدن شهر خرم آباد است اما مجدداً در سال ۱۳۹۵ مقدار این متریک با افزایش همراه و به ۳۱۱ می رسد این دوره حاکی از یک دوره پراکنده رویی در شهر خرم آباد است تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ مجدداً با اتصال و همگرایی پج های شهری میزان این متریک به پایین ترین میزان می رسد.

متریک تراکم لبه (ED)

متریک تراکم لبه معادل طول پج های یک کلاس کاربری خاص تقسیم بر کل مساحت سیمای سرزمین به مترمربع است که نهایتاً برای تبدیل به هکتار بر عدد ۱۰۰۰۰ تقسیم می شود. به عبارت ساده تر، متریک تراکم لبه برای پج های شهری برابر طول مرزهای شهری تقسیم بر کل مساحت محدوده مورد مطالعه است. فرمول مربوط به محاسبه این متریک در رابطه (۶) آمده است: که در این رابطه E مجموع تعداد پج های یک کلاس کاربری خاص در سیمای سرزمین به متر و A مساحت کل محدوده مورد مطالعه است

$$ED = \frac{E}{A} (10000) \text{ رابطه شماره (۶)}$$

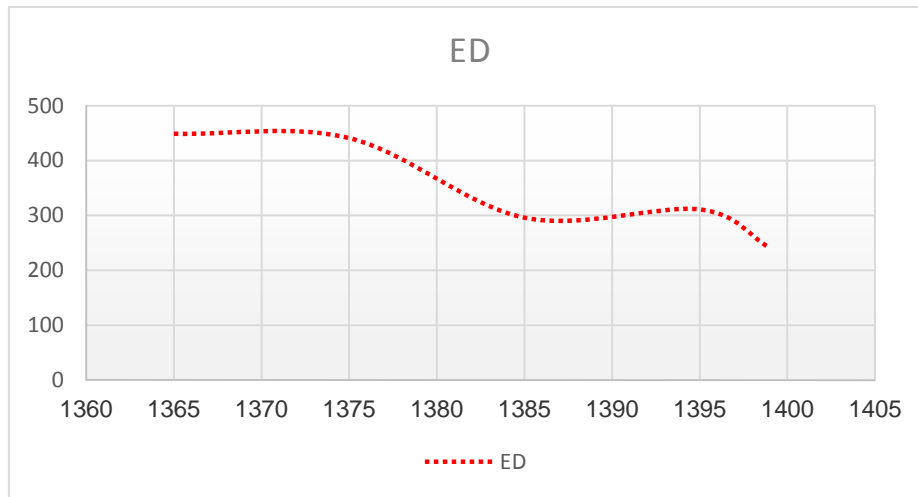
جدول (۸) حاوی اطلاعات به دست آمده برای متریک

ED در شهر خرم آباد است. در این باره همان طور که مشاهده

جدول ۹. اطلاعات به دست آمده از متریک ED در شهر خرم آباد

ردیف	نوع متریک	سال ۱۳۶۵	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۹۹
۱	متریک تراکم لبه	۴۴۹	۴۴۱	۲۹۶	۳۱۱	۲۴۱

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۴. متریک ED

رابطه شماره (۸)

$$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln(0.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right]$$

در این باره اطلاعات مربوط به متریک میانگین وزنی بعد فراکتال در شهر خرم‌آباد آمده است و همان‌طور که در جدول (۱۰) مشاهده می‌شود در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ این مقدار ۱/۵۰ بوده است و شکل شهر خرم‌آباد در این دوره‌ها در نامنظم‌ترین حالت خود بوده است و با ورود به سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ تمایل به منظم شدن شکل شهر خرم‌آباد وجود داشته است به گونه‌ای که در این سال‌ها میزان این شاخص به ۱/۴۳ رسیده است. و نهایتاً در سال ۱۳۹۹ مقدار این متریک به ۱/۳۸ می‌رسد که پایین‌ترین میزان خود است این وضعیت بیانگر آن است که شکل شهر خرم‌آباد به مرور زمان از پیچیدگی خارج شده و به سمت شکلی ساده حرکت کرده است.

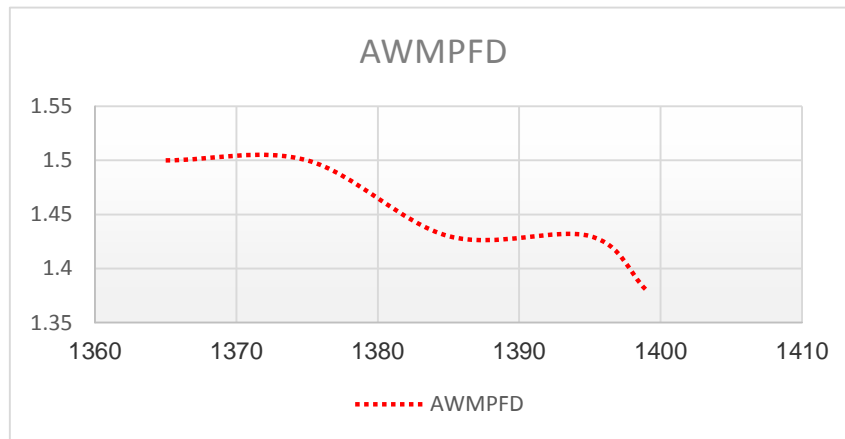
متریک میانگین وزنی بعد فراکتال (AWMPFD)

متریک AWMPFD میزان نامنظم بودن یا پیچیدگی یک کلاس کاربری خاص را در سیمای سرزمین توصیف می‌کند. در واقع این متریک بیان می‌کند که پچ‌های شهری به روش نظام‌اند رشد می‌کنند و یا به صورت نامنظم و غیراصولی رشد می‌کنند. ارزش بالای این متریک نمایانگر نامنظمی بیشتر در شکل کلاس کاربری مورد نظر است. ارزش این متریک بین ۱ و ۲ است که ارزش‌های نزدیک به ۱ نمایانگر نواحی با شکل ساده از قبیل مربع و یا دایره است و ارزش‌های نزدیک به ۲ نشان‌دهنده شکل‌های نامنظم و پیچیده است. فرمول محاسبه این متریک در رابطه (۸) آمده است: در این رابطه m تعداد کلاس‌های کاربری n تعداد پچ‌های یک کلاس کاربری خاص، p_{ij} محیط پچ ij از یک کلاس کاربری خاص a_{ij} یک کلاس کاربری خاص و a برابر مساحت کل سیمای سرزمین است (اسدیا و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۱۰. اطلاعات بدست آمده از متریک AWMPFD در شهر خرم‌آباد

ردیف	سال ۱۳۹۹	سال ۱۳۹۵	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۷۵	سال ۱۳۶۵	نوع متریک
۱	میانگین وزنی بعد فراکتال	۱/۳۸	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۵۰	۱/۵۰

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۵. متریک AWMPFD

است و آثار این افزایش ناگهانی جمعیت به شکل توسعه افسارگسیخته شهر در این دوره جلوه کرده است. اما با گذر به سال‌های ۱۳۸۵ و کاهش مهاجرت‌ها و رسیدن جمعیت شهری به یک نقطه تقریباً آرامش به تبع آن رشد فیزیکی شهر نیز دوره‌ای از آرامش را طی می‌کند در این دوره عمدتاً رشد شهر به سمت توسعه میان‌افزار حرکت کرده است و شهر کمتر به اطراف پراکنش داشته است و در دوره بعد یعنی سال‌های ۱۳۹۵ به بعد میزان شاخص‌های پراکندگی با افزایش همراه بوده است و همان‌طور که در شکل (۱۷) قابل مشاهده است مسیر نمودار رو به سربالایی است بنابراین این وضعیت حاکی از یک دوره پراکندگی اگرچه با مقیاسی کمتر در شهر خرم‌آباد است. تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ گرایش به فشردگی در توسعه شهری مشاهده می‌شود و شاخص پراکندگی روند کاهشی داشته است.

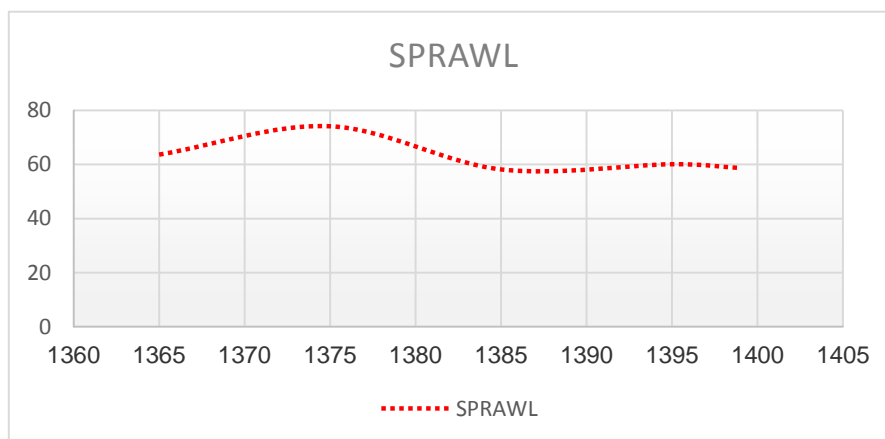
بررسی میزان پراکنده رویی شهر خرم‌آباد در ۲۵ سال اخیر

برای بررسی میزان کلی پراکنده رویی در شهر خرم‌آباد در طی ۳۵ سال اخیر از مدل آنتروپی شانون استفاده شده است. در این باره ابتدا مقادیر هر متریک به دست آمده به یک ماتریس بی مقیاس تبدیل شده است تا مقایسه متریک‌ها برای ما امکان پذیر شود. سپس اوزان هر متریک محاسبه گردید و در متریک‌ها ضرب گردید و نتایج حاصله را برای هر مقطع زمانی با یکدیگر جمع شده است. در این باره همان‌طور که در نمودار شکل (۱۶) نیز مشاهده می‌شود در حد فاصل سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ شهر خرم‌آباد دارای رشد سریع و افسارگسیخته‌ای بوده است در این زمان جمعیت شهر به دلیل مهاجرت‌های روستا شهری، و شهری و به خصوص درون استانی به صورت مهار نشده‌ای افزایش پیدا می‌کرد به گونه‌ای که در حدفاصل ۲ سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ جمعیت شهر خرم‌آباد رشدی معادل ۵/۵ را داشته

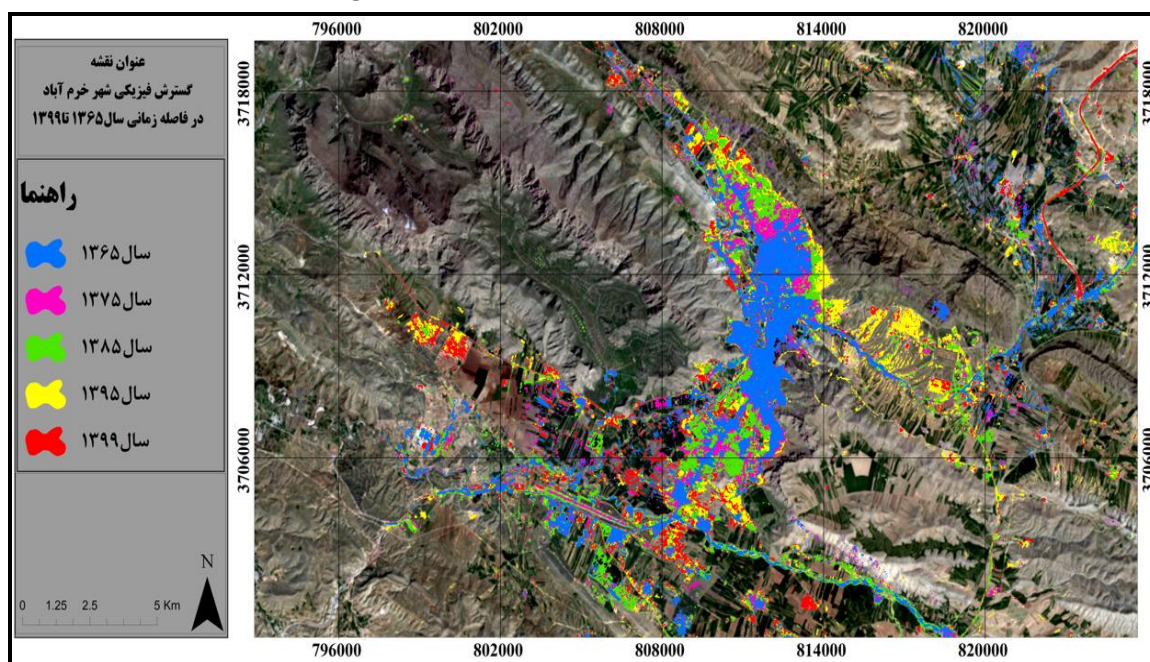
جدول ۱۱. وزن‌های محاسبه شده برای پراکنده رویی شهر خرم‌آباد با استفاده از آنتروپی شانون برای هر یک از شاخص‌ها

ردیف	سال	PALAND	LIP	LSI	ED	AWMPFD	NP	PD	وزن کلی
۱	۱۳۶۵	۳/۳۹	۳۰/۱۳	۰/۰۵۷	۶/۱۶	۰/۰۰۳۶۹	۲/۵۱	۲۴/۷۹	۶۶/۶۳
۲	۱۳۷۵	۳/۹۰	۳۸/۴۳	۰/۰۵۵	۶/۰۵۹	۰/۰۰۳۶۹	۲/۶۳	۲۶/۹۷	۷۴/۱۵
۳	۱۳۸۵	۴/۴۸	۳۶/۹۷	۰/۰۵۲	۴/۰۶	۰/۰۰۳۵۲	۲/۸۰	۱۴/۸۰	۵۸/۷۱
۴	۱۳۹۵	۵/۵۹	۳۷/۸۳	۰/۰۵۵	۴/۲۴۳	۰/۰۰۳۵۲	۲/۹۴	۱۴/۹۹	۶۰/۱۰۶
۵	۱۳۹۹	۶/۱۶	۴۴/۲۸	۰/۰۴۸	۳/۳۱۱	۰/۰۰۳۳۴	۲/۵۶	۱۰/۵۱	۵۸/۷۰

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۶. الگوی رشد فضایی شهر خرم‌آباد در دوره‌های مختلف، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۱۷. نقشه رشد فضایی شهر خرم‌آباد در دوره‌های مختلف، منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

۴۱۵۳ هکتار برسد. بنابراین سالانه رقمی معادل ۶۷/۶۴ هکتار بر وسعت این شهر افزوده شده است.

تحلیل‌های که از متریک‌های سیمای سرزمین به دست آمد نشان داد که عمده رشد فضایی شهر خرم‌آباد در اراضی کشاورزی پیرامون شهر بوده است به طوری که متریک (PALND) نشان داد که درصد لکه‌های شهری در سال ۱۳۶۵ حدود ۳/۱۲ درصد از سیمای سرزمین را شامل می‌شد و این رقم در سال ۱۳۹۹ به ۶/۸۵ درصد سیمای سرزمین رسیده است این افزایش با کاهش درصد لکه‌های کشاورزی از ۴۷/۸۳ سال ۱۳۶۵ به ۴۴/۷۱ در سال ۱۳۹۹ همراه بوده

۴. بحث و نتیجه‌گیری

شهر خرم‌آباد به عنوان مرکز استان لرستان هم‌زمان با جمعیت‌پذیری شهرها در دهه‌های اخیر پذیرای مهاجران زیادی از اقصی نقاط شهرها و روستاهای اطراف خود بوده است و رشد جمعیتی و فیزیکی قابل توجهی را پشت سر گذاشته است این موضوع باعث گردید تا در این پژوهش با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و متریک‌های سیمای سرزمین مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. نتایج بدست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که مساحت شهر خرم‌آباد در یک دوره ۳۵ سال (۱۳۶۵-۱۳۹۹) از ۱۸۵۳ هکتار حدود



مجدداً در سال ۱۳۹۵ به دلیل افزایش پج‌های شهری مجزا متریک شکل منظر نیز با افزایش همراه می‌شود اما مجدداً در سال ۱۳۹۹ شهر خرم‌آباد شکل منظم‌تری به خود گرفته و مقدار LSI به پایین‌ترین میزان خود می‌رسد. محاسبات مربوط به شاخص تراکم لبه ED نیز نشان داد که در سال ۱۳۶۵ این شاخص با مقدار ۴۴۹ در بالاترین میزان خود بوده است این وضعیت بیانگر وجود پج‌های شهری مجزا در شهر خرم‌آباد در این دوره بوده است اما با گذر به دوره‌های ۷۵ و ۸۵ شاخص تراکم لبه کاهش یافته است و این وضعیت بیانگر اتصال پج‌ها و کاهش تعداد آن‌ها است. اما مجدداً در سال ۱۳۹۵ میزان تراکم لبه‌رو به افزایش می‌گذارد و شهر دوره‌ای از رشد پراکنده را طی می‌کند تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ شاخص تراکم لبه‌رو به کاهش می‌گذارد این وضعیت بیانگر اتصال پج‌های مجزا در سال ۹۹ و توسعه منظم‌تر شهر خرم‌آباد است. آخرین متریک مورد بررسی در این پژوهش متریک میانگین وزنی بعد فراکتال بوده است. اطلاعات به‌دست‌آمده برای این متریک نشان داد که شهر خرم‌آباد در سال ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ در نامنظم‌ترین حالت خود بوده است اما در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۹ تمایل به منظم شدن شکل شهر خرم‌آباد دیده می‌شود.

به‌طور کلی بر اساس نتایج مدل آنتروپی شانون می‌توان الگوی رشد فضایی شهر خرم‌آباد را در مدت ۳۵ سال اخیر به ۴ دوره مجزا تقسیم نمود. این شهر در حداثی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ رشد فضایی افسارگسیخته‌ای را داشته است این دهه برابر است با افزایش مهاجرت به سمت مراکز استانی که در این دهه شهر خرم‌آباد رشد ۵/۵ درصدی را داشته است و اثرات این رشد جمعیت بر توسعه فیزیکی افسارگسیخته شهر در این پژوهش قابل مشاهده بود. در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۵ با کمتر شدن شدت مهاجرت‌ها از شدت پراکنده رویی شهر کاسته شده است و این دوره

است در مرتبه بعدی متریک تعداد لکه‌های شهری نیز نشان داده که از سال ۱۳۶۵ به دلیل رشد افسارگسیخته شهر و افزایش مهاجرت‌ها به شهر خرم‌آباد تعداد پج‌های شهری رو به افزایش می‌رسد و این افزایش در سال‌های ۷۵، ۸۵ و ۹۵ ادامه دارد تا اینکه در سال ۱۳۹۹ گسترش بیرونی شهر خرم‌آباد متوقف شده و شهر به صورت فشرده و توسعه درونی رشد می‌کند. محاسبات به‌دست‌آمده برای متریک تراکم لکه‌های شهری (PD) نیز نشان داد که در حداثی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۵ لکه‌های شهری دارای تراکم بالایی بوده‌اند این وضعیت بیانگر رشد پراکنده شهر خرم‌آباد در لکه‌های جدا از هم بوده است اما با گذر به سال ۱۳۸۵ تراکم لکه‌های شهری به شدت کاهش پیدا می‌کند و شهر منظم‌تر شده است در این دوره هم میزان رشد شهری فروکش می‌کند و هم برنامه‌ریزی شهری به سمت شهر فشرده پیش رفته است اما در دوره بعد یعنی سال ۱۳۹۹ مجدداً تمایل به افزایش تراکم پج‌های شهری دیده می‌شود. تا اینکه در سال ۱۳۹۹ شهر خرم‌آباد به فشرده‌ترین حالت خود در طول ۳۵ سال می‌رسد.

محاسبات برای متریک بزرگ‌ترین پج (LPI) نشان داد که در سال ۱۳۶۵ شهر خرم‌آباد در پج‌های کوچک و مجزا شکل گرفته است اما در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ بر مقدار شاخص بزرگ‌ترین پج افزوده می‌شود اما مجدداً در سال ۱۳۹۵ این شاخص با کاهش همراه است تا اینکه در سال ۱۳۹۹ با مقدار ۹۵/۹۶ به بالاترین میزان خود می‌رسد این دوره حاوی یک مرحله از رشد شهری فشرده در شهر خرم‌آباد است متریک شکل منظر (LSI) نیز نشان داد که در دوره اول شهر در بالاترین میزان خود بوده و یک الگوی شهری ناهمگن حکم‌فرما بوده است اما در دوره بعدی و گذر به سال ۱۳۸۵ با همگرایی پج‌های مجزا الگوی فضایی شهر خرم‌آباد به سمت یک شهر فشرده پیش می‌رود تا اینکه

زیاد کالبدی و زیرساختی را به شهر وارد کرده اند موجب گسترش فیزیکی شهر به صورت ناخواسته شده اند و در طرح های جامع و تفصیلی بعدی هر کدام از این روستاها به عنوان محلاتی از شهر خرم آباد تبدیل شده‌اند.

نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش یان‌پین و ژن (۲۰۱۹) از نظر تبعیت رشد فیزیکی شهر از عوامل توپوگرافی و شرایط فیزیولوژیکی زمین مطابقت داشته است همچنین با نتایج پژوهش محمدیان‌مصمم و همکاران (۲۰۱۶) از نظر کاهش اراضی کشاورزی به دلیل توسعه شهری همخوانی داشته است و به طور کلی با نتایج منصوریان (۱۳۹۵)، کاویانی و همکاران (۱۳۹۴)، مهیم مهیمی و همکاران (۱۳۹۸) در مورد الگوهای رشد مختلف در دوره های مختلف همچون الگوهای متمرکز و تک هسته‌ای، رشد پراکنده و پخشایش شهری و همگرایی شهری مطابقت داشته است.

(۱۳۸۵) شهر رشد فیزیکی کمتری را داشته است. اما مجدداً در سال ۱۳۹۵ شهر دوره‌ای از رشد پراکنده را سپری می‌کند به طوری که در این دوره شاخص‌های پراکندگی با افزایش همراه هستند؛ و در نهایت در سال ۱۳۹۹ شاخص‌های پراکندگی کاهش پیدا کرده و شهر رشد فیزیکی کمتری داشته است.

به طور کلی باید گفت توسعه فیزیکی و برنامه ریزی در شهر خرم آباد به دلیل وجود محدودیت های فیزیکی با مشکلاتی همراه بوده است وجود ارتفاعات غرب و شرق شهر خرم آباد موجب گردیده که تنها جهات برای توسعه این شهر بخش شمالی و جنوبی این باشد. از این رو در مراحل گسترش فیزیکی شهر به سمت شمال و جنوب روستاهای زیادی همچون دره گرم علیا، دره گرم سفلی، اسبستان، پشته سپهوندی، پشته حسن آباد، ماسور و تلوری سفلی به محدوده شهر ادغام شده اند که نه تنها مشکلات

فهرست منابع

- شمس، مجید، ملک‌حسینی، امید، ۱۳۸۹. "بررسی لزوم احداث شهر جدید در اطراف شهر خرم‌آباد"، *جغرافیای انسانی*، سال دوم، شماره سوم، صص ۵۲-۷۰
- کاویانی، آزاده، فرهودی، رحمت اله، رجبی، آرزیتا، ۱۳۹۴. "تحلیل الگوی رشد شهر تهران با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین"، *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، دوره ۳، شماره ۴، صص ۴۰۷-۴۲۹.
- مرکز آمار ایران، سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵.
- منصوریان، حسین، ۱۳۹۵. "پوشش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلانشهری تهران"، *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، دوره ۴، شماره ۴، صص ۶۱۳-۶۳۳.
- مهیم‌مهیمی، امیر، فدایی قطبی، مریم، اسماعیلی، علی، غضنفرپور، حسین، ۱۳۹۸، "ارزیابی شاخص‌های فضایی-کالبدی در تبیین الگوی پراکنده روی شهری با استفاده از داده‌های سنجنش از دور، نمونه موردی: شهر کرمان"، *آمایش جغرافیایی فضا*، شماره ۳۸، سال دهم، صص ۱۰۷-۱۲۶.
- نظریان، علی اصغر، ۱۳۹۳. "پویایی نظام شهری در ایران"، تهران: انتشارات مبتکران.
- Arbury, J. 2005. From urban sprawl to compact city – An analysis of urban growth management in Auckland. University of Auckland.
- Asadia, K. Ezimanda, H. Keshtkar b, S.K. Alavipanah, 2019. A Survey of Landscape Metrics and Land-use/land-cover Structures on Urban Heat Islands Surface: A Case Study on Urmia City, Iran, Online at <http://desert.ut.ac.ir>



- Aguilera, F., Valenzuela, L.M., & Botequilha-Leitão, A. 2011. Landscape metrics in the analysis of urban land use pattern: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238.
- Bhatta, B.; Saraswati, S.; Bandyopadhyay, D. Urban sprawl measurement from remote sensing data. *Appl. Geogr.* 2010, 731-740.
- Burchell, R.W. and David, N.A.. 2005, The Incidence of Sprawl in the United States, TCRP Report H 10, National Academy Press, Washington, D.C., The evolution of the sprawl debate in the United States. *West.Northwest*, 5(2), 137-160
- Cohen, B. 2004. Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development*, 32(1), 23-51.
- Clarke, K.C., Hoppen, S., & Gaydos, L.J. 1997. A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24(2), 247-261
- Deng, J.S., Wang, K., Hong, Y., & Qi, J.G. 2009. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape and Urban Planning*, 92(3-4), 187-198.
- Dixon, B., & Candade, N. 2008. Multispectral landuse classification using neural networks and support vector machines: one or the other, or both? *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1185e1206
- Li, H., Long, R., & Chen, H. 2013b. Economic transition policies in Chinese resource-based cities: an overview of government efforts. *Energy Policy*, 55, 251-260
- Kropf, Karl. 2009. Aspects of urban form. *Urban Morphology* 13 (2), 105-120
- Jantz, C.A., Goetz, S.J., & Shelley, M.K. 2004. Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(2), 251-271.
- Herold, Martin, Scepan, Joseph, & Clarke, Keith C. (2002). The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A* 34 (8), 1443-1458.
- Herold, Martin, Couclelis, Helen, & Clarke, Keith C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, Environment and Urban Systems* 29 (4), 369-399
- Huang, Jingnan, Lu, Xi. X., & Sellers, Jefferey. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and Urban Planning* 82 (4), 184-197.
- Hasse, J.E., & Lathrop, R.G. 2003. Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, 23(2-3), 159-175
- McGranahan, G., & Satterthwaite, D. 2003. Urban centers: An assessment of sustainability. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 243-274

- MohammadianMosammam, Hassan, TavakoliNiaa, Jamileh, Khani, Hadi, Teymouri, Asghar, Kazemian, Mohammad, 2016. "Monitoring land use change and measuring urban sprawl based on its spatial forms: The case of Qom city." *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science* 20(1): 103-116.
- Mohsen Dadras, Helmi Zuhaidi Mohd Shafri , Noordin Ahmad1 , Biswajeet Pradhan1 , Sahabeh Safarpour,2014. Six decades of urban growth using remote sensing and GIS in the city of Bandar Abbas, Iran, *Earth and Environmental Science* 20 (2014) 012007 doi:10.1088/1755-1315/20/1/012007
- Mathur, A., & Foody, G.M. 2008. Crop classification by support vector machine with intelligently selected training data for an operational application. *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2227-2240
- Nelson, A.C. 1990. Economic critique of prime farmland preservation policies in the United States. *Journal of Rural Studies*, 6(2), 119-142
- Norzailawati Mohd Noor, Nur Aulia Rosni,2013. Determination of Spatial Factors in Measuring Urban Sprawl in Kuantan Using Remote Sensing and GIS, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 85 (2013) 502 – 512
- Seto, K.C., & Fragkias, M. 2005. Quantifying spatiotemporal patterns of urban land-use change in four cities of China with time series landscape metrics. *Landscape Ecology*, 20(7), 871-888.
- Srivastava, P.K., Han, D., Rico-Ramirez, M.A., & Bray, M. 2012. Selection of classification techniques for land use/land cover change investigation. *Advances in Space Research*, 50(9), 1250-1265.
- Schwarz, Nina. (2010). Urban form revisited-Selecting indicators for characterising European cities. *Landscape and Urban Planning* 96 (1), 29-47.
- Szuster, B.W., Chen, Q., & Borger, M. 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31(2), 525-532.
- Tan, M., Li, X., Xie, H., & Lu, C. 2005. Urban land expansion and arable land loss in China-a case study of Beijing-Tianjin-Hebei region. *Land Use Policy*, 22(3), 187-196.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Meyer, W.B., Dow, K.M., Golding, D., Kasperson, J.X., Mitchell, R.C., & Ratick, S.J. 1990. Two types of global environmental change: definitional and spatial-scale issues in their human dimensions. *Global Environmental Change*, 1(1), 14-22.
- Wu, F. 2002. Calibration of stochastic cellular automata: the application to rural-urban land conversions. *International Journal of Geographical Information Science*, 16(8), 795-818.
- Wei Sun , Jie Shan, Zhiming Wang, Lei Wang, Dianmei Lu, Zhifeng Jin, and Kun Yu ,2020. Geospatial Analysis of Urban Expansion Using Remote Sensing Methods and Data: A Case Study of Yangtze River Delta, China, *Hindawi Complexity* Volume 2020, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2020/3239471>.
- Wu, Jianguo G., Jenerette, Darrel., Buyantuyev, Alexander, & Redman, Charles L. 2011. Quantifying spatiotemporal patterns of urbanization: The case of the two fastest growing metropolitan regions in the United States. *Ecological Complexity* 8 (1), 1-8. 3-503



- Yanping, Qian, Zhen Wu. 2019. Study on Urban Expansion Using the Spatial and Temporal Dynamic Changes in the Impervious Surface in Nanjing, *journal sustainability*, 4-22
- Yuan, F., Sawaya, K.E., Loeffelholz, B.C., & Bauer, M.E. 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98(2-3), 317-328
- UN-Habitat. 2018. [org/qatar-ambassador-jabor-bin-ali-al-dosari-and-un-habitat executive-director-hold-talks](http://org/qatar-ambassador-jabor-bin-ali-al-dosari-and-un-habitat-executive-director-hold-talks)
- Zhang, X., Chen, J., Tan, M., & Sun, Y. 2007. Assessing the impact of urban sprawl on soil resources of Nanjing city using satellite images and digital soil databases. *Catena*, 69(1), 16-30.



Analysis of Spatial Growth Patterns of Khorramabad City with the Ecological Approach of the Landscape

Hossein Hataminejad, Associate Professor, Department of Human Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

Ahmad Hatami^{*1}, Ph.D Student, Department of Human Geography, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

Azam Moradi, Ph.D Student, Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran.

Received: 4 August 2021

Accepted: 23 September 2021

Abstract

Cities are growing and developing rapidly, and analyzing the urbanization trend is one of the most important issues for urban planners. In addition to the high level of growth rate, changes in land use and conversion of land to urban uses are also important issues. The present study is an attempt to explain the spatial patterns of Khorramabad in the last 35 years. This research is applied in terms of purpose and in terms of descriptive-analytical method and is based on remote sensing data. First, the images of 1365, 1375, 1385, 1395, and 1399 were taken from Landsat 5, 7 and 8 satellites in TM, ETM and OLI sensors, then using NVEI software and supervised classification method to land use maps in four classes: urban, agricultural, mountain and water. Became. Then, this map was prepared using ARCGIS software to enter the FRAGASTATS software and in the next step, they were called to this software to analyze the landscape. In the next step, these maps were examined using spatial metrics (PALAN-PD-NP-LSI-LPI-PD-AWMFD). In the last stage, by calling these metrics in Shannon entropy model, an overview of the spatial growth pattern of Khorramabad city in the last 35 years was obtained. The results of this study showed that the city of Khorramabad in the last 35 years has gone through different growth patterns. These patterns can be classified into 4 periods. It spends scattered in separate urban spots. In the second period (2006), due to the reduction of migrations and the development of the city within the existing spots, the city goes through a period of intensive pattern, but again in the third period (2016), Khorramabad city has entered a period of dispersion pattern as in all metrics Tendency to spatial pattern of the city is scattered. But again in the last period of 1399, space metrics have shown a pattern of intensive growth and the tendency to internal development of Khorramabad city.

Keywords: City spatial growth, Landscape ecology, Khorramabad.

^{*1} Corresponding Author: email: ahmadhatami@ut.ac.ir

To cite this article:

Hataminejad, H., Hatami, A., and Moradi, A., (2021), Analysis of spatial growth patterns of Khorramabad city with the ecological approach of the landscape, Journal of Geographical Studies of Mountainous Areas, 2(3), 39-62. Doi:10.52547/gsma.2.3.39