

مقاله پژوهشی

تحلیل الگوهای رشد فضایی شهر کرمانشاه با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین

سمیه نوروزی گله کلابی^۱، احمد حاتمی^{*۲}، سمیه پرویزی مربویانی^۳

۱. مریبی گروه شهرسازی و معماری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای تهران، ایران

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. کارشناس ارشد آمایش سرزمین، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

(دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰) پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰

Analysis of Kermanshah Spatial Growth Patterns on Ecological Landscape Performance

Somayeh Norouzi Geleh Kalaei¹, Ahmad Hatami^{*2}, Somayeh Parvizi Marivani³

1. Instructor, Department of Urban planning and architecture, Tehran Technical and Vocational University, Tehran, Iran

2. Ph.D. Student in Geography and Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

3. M.A. in Spatial Planinng, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

(Received: 24/Jun/2022 Accepted: 10/May/2022)

چکیده

شهرها با سرعت بالای درحال رشد و توسعه هستند و روند شهرنشینی یکی از مهم‌ترین موضوعات پیش‌روی برنامه‌ریزان شهری است. در کنار سطح بالای نرخ رشد جمعیت، تغییر کاربری زمین و تبدیل آن به کاربری‌های شهری نیز مسئله مهمی است. پژوهش حاضر تلاشی در جهت تبیین الگویی‌های فضایی شهر کرمانشاه در ۲۵ سال اخیر دارد. این پژوهش از نظر ماهیت، کاربردی و از نظر روش، توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر داده‌های سنجش از دور است. به گونه‌ای که ابتدا تصاویر سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰ از ماهواره لندست ۵ و ۸ در سنجنده‌های TM و OLI اخذ شد، 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. سپس این نقشه با استفاده از نرم‌افزار ARCGIS برای ورود به نرم‌افزار FRAGASTATS آماده سازی و در مرحله بعدی برای تحلیل سیمای سرزمین به این نرم‌افزار فراخوانی شدند. در مرحله بعدی، این نقشه‌ها با استفاده از متريک‌های فضایی (PALAN-PD-NP-LSI-LPI-AWMFD-ENN-MN) مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله آخر با فراخوانی این متريک‌ها در مدل آنتروپی شانون شمای کلی از الگوی رشد فضایی شهر کرمانشاه در ۲۵ سال اخیر حاصل شد. نتایج این پژوهش نشان داد که شهر کرمانشاه در ۲۵ سال اخیر الگوهای رشد متفاوتی را طی کرده است. این الگوها را می‌توان در ۳ دوره دسته‌بندی کرد. دوره اول (سال ۱۳۷۴) به دلیل رشد شتابان شهرنشینی و عدم کفایت الگوهای برنامه‌ریزی شهری، شهر دوره‌ای از رشد پراکنده را در لکه‌های شهری مجزا سپری می‌کند. در دوره دوم (۱۳۸۴) شهر به دلیل کاهش مهاجرت‌ها و توسعه شهر در محدوده لکه‌های موجود دوره‌ای از الگوی فشرده را سیری می‌کند اما مجددًا در دوره سوم (۱۳۹۹) شهر کرمانشاه به دوره‌ای از الگوی پراکنده‌گی گام نهاده است، به گونه‌ای که در تمامی متريک‌های سیمای سرزمین تمايل به الگوی فضایی شهر پراکنده مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رشد فضایی شهر، بوم‌شناسی سیمای سرزمین، سنجش از دور، شهر کرمانشاه.

Keywords: Spatial Growth of the City, Landscape Ecology, Remote Sensing, Kermanshah City.

*Corresponding Author: Ahmad Hatami

E-mail: Ahmad.hatami@ut.ac.ir

مقدمه

می‌دهد برای مدیریت محیط شهری دید وسیع‌تری را نسبت به سیستم شهری و مؤلفه‌های آن داشته باشند (منصوریان و همکاران، ۱۴۰۲: ۳). 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. کاویانی و همکارانش (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان تحلیل الگوی رشد شهر تهران با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین به این نتیجه رسیدند که فرایند فضایی و زمانی رشد شهر تهران در ۳ مرحله اصلی، تشکیل هسته اولیه رشد شهری، بخشایش و همگرایی است. همچنین در مطالعه‌ای که توسط منصوریان در سال ۱۳۹۵ با عنوان پویش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلان شهری تهران انجام شده، نتایج نشان داد که متناسب با پویش فضایی- زمانی جمعیت شهری و تغییرات پوشش زمین، الگوهای فضایی متفاوت شامل الگوی متتمرکز و تک‌هسته‌ای، الگوی نیمه متتمرکز و الگوی منظومه‌ای، مهم‌ترین الگوهای رشد شهری ناشی از تحولات جمعیتی در منطقه کلان شهری تهران هستند. از دیگر مطالعات انجام شده می‌توان به پژوهش مهمیم مهیمی و همکاران در سال ۱۳۹۸ تحت عنوان ارزیابی شاخص‌های فضایی- کالبدی در تبیین الگوی پراکنده‌روی شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌از دور (شهرکمان) اشاره کرد و نتایج آن نشان داد که بیشترین پراکنده روی شهر کرمان در سال ۱۳۶۳ و کمترین میزان آن در سال ۱۳۹۷ رخداده است. در سال ۲۰۱۳ مقاله‌ای با عنوان تعیین اندازه‌گیری پراکنده‌گی شهری در کوآتان با استفاده از سنجش از دور و GIS توسط نور^۳ انجام شد، نتایج پژوهش حاکی از آن است که شهر کوآتان منطبق با شاخص‌های فشردگی است و شهر پراکنده‌ای نیست. دادرس و همکارانش در بررسی شش دهه رشد شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS در شهر بندرعباس به این دستاورد رسیدند که شهر بندرعباس از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۲ از ۴۰۳ هکتار به ۴۹۵۹ هکتار رسیده، این ۴ میزان تقریباً ۵ برابر رشد جمعیت مشاهده شده است. در تحقیقی دیگر که در سال ۲۰۱۶ توسط مصمم و همکارانش با عنوان پایش تغییر کاربری اراضی و سنجش پراکنده‌گی بر اساس فرم فضایی در شهر قم انجام شده، میین این است که، رشد چشمگیر مناطق ساخته

در دهه‌های اخیر، شهرنشینی شدیدترین تغییرات را در پوشش زمین داشته است و موجب شده 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 (Wu, 2002: 21). به طوری که در دهه ، 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 ۶۷/۱ و پیش‌بینی می‌شود این رقم در سال ۲۰۵۰ به حدود ۶۷/۱ درصد (۶/۲۵ میلیارد) برسد (UNDP^۱, 2018). گرچه شهرنشینی موجب پیشرفت اقتصادی شده 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 (Clarke, Hoppen, Gaydos, 1997: 154). همان اندازه که شهرنشینی افزایش می‌پیدا و شهرها رشد پیدا می‌کنند به همان اندازه نیز از اراضی کشاورزی، جنگل‌ها و تالاب‌ها کم می‌شود (Jantz, Goetz, Shelley, 2004: 235). تغییرات پوشش زمین یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های بعد انسانی تغییر جهانی است (Turner, Kasperson, Meyer, 1990: 54, Dow, Golding, Kasperson, Mitchell, Ratnick). 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، پیش‌بینی تحلیل بیشتر و توسعه پایدار است که بسیار مورد تأکید قرار گرفته است. استفاده از داده‌های سنجش‌از دور و مدل‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای درک بهتر روند رشد شهری و موضوعات اخیر، رشد شهری توجه روزافزونی را به خود جلب کرده است (Deng, Wang, Hong, Qi, 2009: 98). یکی از کامل‌ترین روش‌ها برای بررسی تغییرات پوشش و کاربری زمین در دوره‌های مختلف استفاده از روش بوم‌شناسی سیمای سرزمین^۲ است. در این روش به وضوح می‌توان تغییرات و توالی الگوهای مختلف سیمای سرزمین را تداعی کرد. این روش‌ها به تصمیم‌گیران اجازه

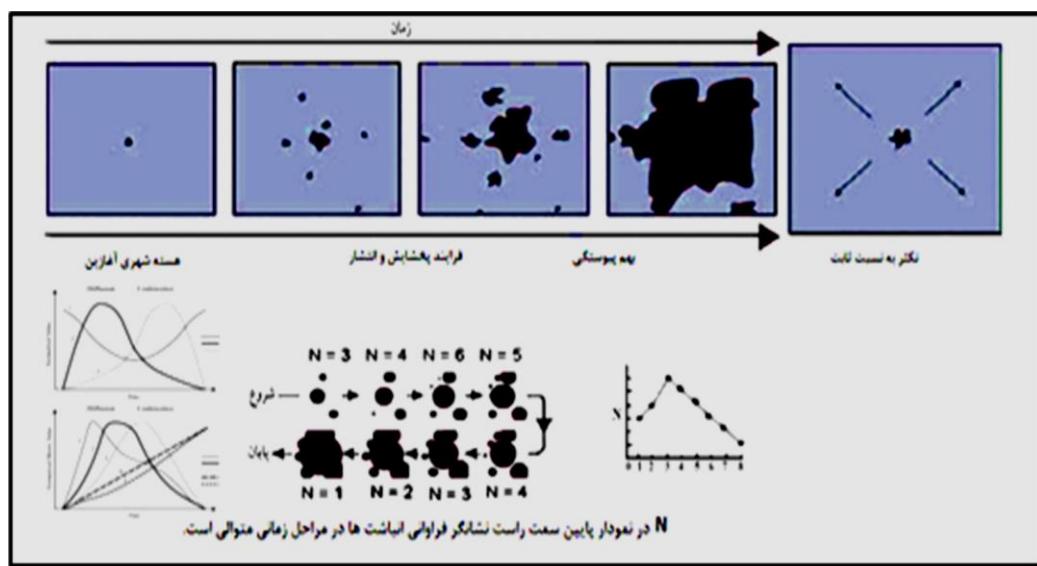
3. UNDP
4. Dadras

2. Wu

1. برنامه توسعه ملل متحد

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 می‌شود. این فرایند پخش در امتداد خط سیر رشد ارگانیک و توسعه از بیرون استمرار می‌یابد، پس از 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 اباحتنهایی می‌تواند به عنوان 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 گسترده فضایی دوایر متحدم‌مرکز پیرامون هسته مرکزی شهر نمایش داده است (کاویانی، ۱۳۹۴: ۴۱۲۲).

شده در شهر قم منجر به کاهش قابل توجهی از زمین‌های کشاورزی شده و به طور کلی طبق مدل آنتروپی شهر قم در طی ۳ دهه افزایش پراکندگی را تجربه کرده است. در پژوهشی که توسط یان پینگ و ژن^۱ در سال ۲۰۱۹ با عنوان مطالعه توسعه شهری با استفاده از تغییرات پویایی فضایی و زمانی در سطح غیر قابل نفوذ در نانجینگ نشان می‌دهد که شهر نانجینگ در سه دهه گذشته به طور چشمگیری رشد کرده و از ۴۲۷/۳۶ کیلومتر مربع به ۱۷۸۰ کیلومتر مربع رسیده است مرکز نقل ساخت و ساز در این شهر به سمت جنوب است و تغییرات آن تحت تاثیر عوامل توپوگرافی و اقتصادی است. در سال ۲۰۲۰ ویو سان^۲ و همکارش به تجزیه و تحلیل فضایی توسعه شهری با استفاده از روش‌ها و داده‌های سنجش از دور: مطالعه موردی دلتا رودخانه یانگ تسه، چین پرداختند و دریافتند 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. هرولد^۳ و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۵ با



شکل ۱. تصویرسازی مفهومی و شمایی فرضی از فرایند رشد شهری

1. Yanping, Zhen
2. Wei Sun
3. Herold

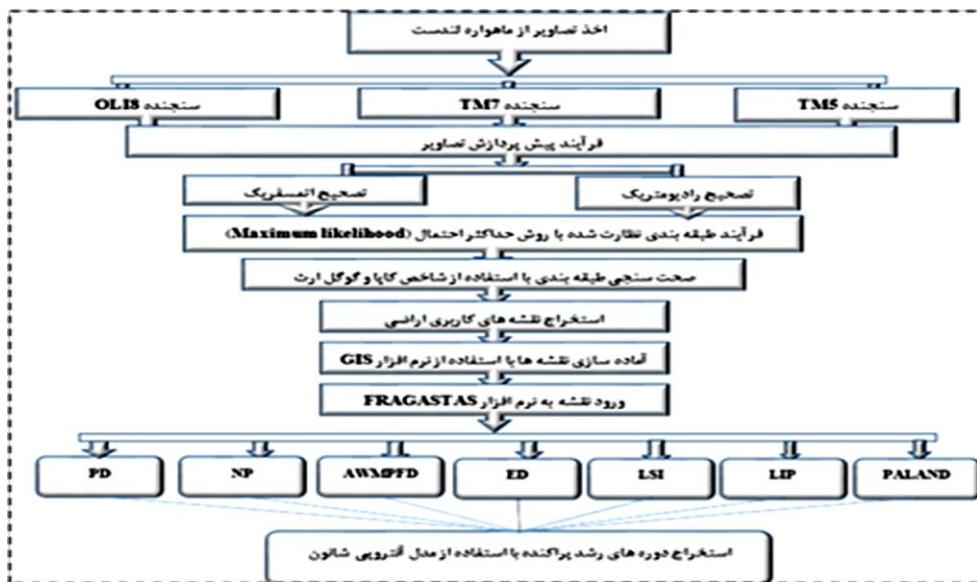
فضای زیستی و عملکردی، موجب گسترش سطح شهر شده و این گسترش تا حدی بوده که فاصله میان شهر با آبادی‌ها و روستاهای همچوپان کم شده و حتی تعداد زیادی از این سکونتگاه در پیکره شهر ادغام شده‌اند. علاوه بر این موارد، ناکارآمد بودن سیاست‌های تجدید بافت کالبدی شهر از یک سو و واگذاری زمین‌های حاشیه‌ای شهر برای ساختوسازهای مسکونی و شهری از سوی دیگر موجب گسترش فیزیکی شهر کرمانشاه شده است. از این‌رو در این پژوهش سعی شده است با استفاده از داده‌های سنجش از دور و شاخص‌های رشد فیزیکی شهری، نحوه گسترش فیزیکی شهر کرمانشاه در ۲۵ سال اخیر مورد بررسی قرار گیرد بنابراین سوالات زیر برای پژوهش مطرح می‌شود:

- (۱) آیا گسترش فیزیکی شهر کرمانشاه باعث تغییر کاربری اراضی کشاورزی و منابع طبیعی شده است؟
- (۲) پراکندگی و گسترش شهر در دوره‌های زمانی مختلف به چه صورت بوده است؟

داده‌ها و روش کار

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر داده‌های سنجش از دور است. به‌طوری که برای دستیابی به اهداف پژوهش ابتدا تصاویر ماهواره‌ای Nvei اخذ گردیده سپس این تصاویر با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS مورد پردازش قرار گرفتند. خروجی پردازش‌های صورت گرفته نقشه‌های کاربری اراضی بوده‌اند که رشد شهر کرمانشاه را در یک دوره ۲۵ ساله نشان داده‌اند. در مرحله بعدی نقشه‌های تولید شده با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS آماده سازی شدند.

با توجه به افزایش پژوهش‌ها در راستای تغییرات فضایی و زمانی محیط‌های شهری این پژوهش نیز در همین راستا در شهر کرمانشاه صورت گرفته است. در این پژوهش علاوه بر این که از داده‌های سنجش از دوری استفاده شده، سعی شده با کمک متربکه‌ای فضایی درک و شناخت مناسبی از فرایندهای تغییر شهری به دست آید. شهر کرمانشاه به مثابه دومین شهر بزرگ و پرجمعیت منطقه غرب و شمال غرب کشور (پس از شهر تبریز) و بزرگترین شهر استان کرمانشاه، در میان کل شهرهای کشور (پس از تهران، مشهد، تبریز، شیراز، اصفهان، اهواز و قم) در رده هشتم جمعیتی جای دارد. این شهر مهم‌ترین کانون جذب مهاجران روستایی استان کرمانشاه و بخش‌هایی از استان ایلام و کردستان است. بر طبق آمارهای موجود، جمعیت ساکن در محدوده شهر کرمانشاه در دهه‌های اخیر با شتاب بسیاری رو به افزایش گذاشته است به طوری که در طول یک دوره چهل ساله (۱۳۷۵ تا ۱۳۳۵) جمعیت ساکن شهر بیش از ۵ برابر شده است (مهندسين مشاور طرح و آمایش [طرح جامع شهری کرمانشاه]، ۱۳۸۵). شهر کرمانشاه به‌تنهایی ۴۲ درصد کل جمعیت استان کرمانشاه را به خود اختصاص داده است. به بیان دیگر از هر ده نفر جمعیت استان، چهار نفر در شهر کرمانشاه ساکن است، اعمال سیاست‌های انساطی جمعیت در سال‌های پس از انقلاب و موفقیت‌آمیز بودن این سیاست‌ها، کاهش میزان مرگومیر جمعیت و نیز پیامدهای مهاجرتی جنگ تحملی و سکنی‌گزینی بخش اعظمی از مهاجران جنگی استان در این شهر، مهم‌ترین عوامل افزایش جمعیت در شهر کرمانشاه به شمار می‌رond (مهندسين مشاور طرح و آمایش، ۱۳۸۵). افزایش تعداد جمعیت و نیاز این جمعیت رو به تزايد به



شکل ۲. فرآیند پژوهش

تصاویر سال‌های ۱۳۷۴ و سال ۱۳۸۴ و لندست ۸ سنجنده OLI برای سال ۲۰۲۰ استفاده شده است. اطلاعات دقیق در مورد تصاویر سنجش از دور در جدول زیر بیان شده است.

تصاویر ماهواره‌ای Landsat TM برای سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰ از سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) تهیه شده و در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است. این تصاویر از ماهواره لندست ۵ و سنجنده TM برای

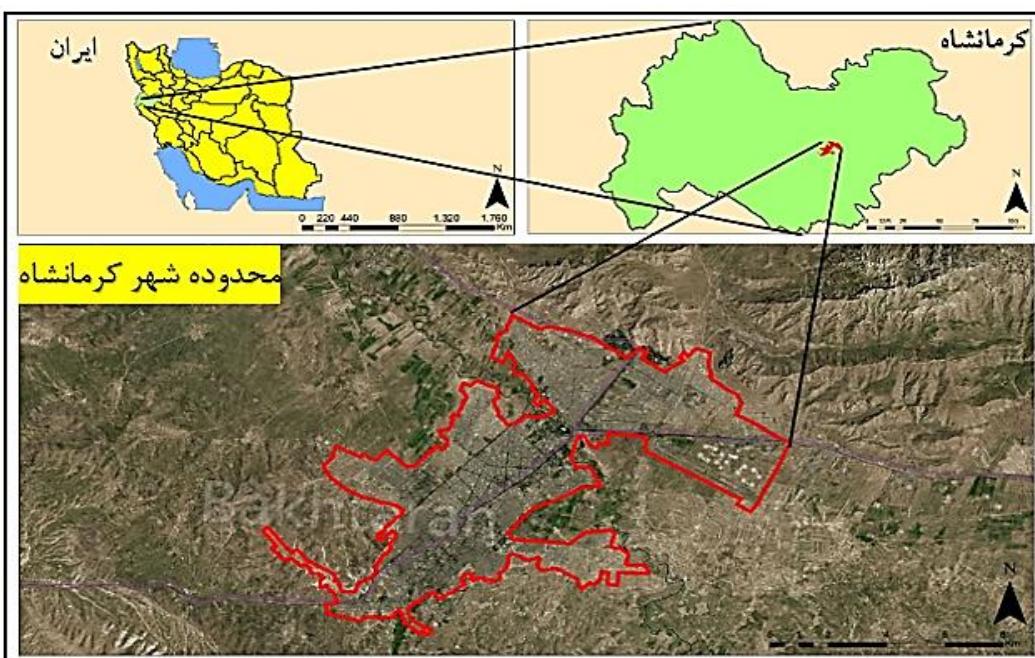
جدول ۱. مجموعه تصاویر اخذ شده

ردیف	ماهواره	سنجنده	سال اخذ تصویر	دقت مکانی	باند	سیستم تصویر
۱	لندست ۵	TM	۱۹۹۵	۳۰ متر	باند ۷-۵-۳	WGS84 UTM Zone 38 N
۲	لندست ۵	TM	۲۰۰۵	۳۰ متر	باند ۷-۶-۱	WGS84 UTM Zone 38 N
۳	لندست ۸	OLI	۲۰۲۰	۳۰ متر	باند ۷-۶-۱	WGS84 UTM Zone 38 N

Roi در نرم‌افزار NVEI نیز کمک گرفته شده است و مقدار ۹۰/۶۲، ۹۰/۷۴، ۹۰/۸۷ برای سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰ بوده است. این مقدار بینگر تطابق و دقت بالا در کلاس‌بندی تصاویر واقعیت است. در این پژوهش طبقه‌بندی اراضی در ۴ کلاس شهری، کشاورزی، کوه و آب انجام گرفته است. شهر کرمانشاه با موقعیت ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در شرق استان و تقریباً در مرکز شهرستان کرمانشاه قرار گرفته است. مساحت شهر کرمانشاه بالغ بر ۱۱۳۴۲ هکتار است و فاصله آن تا همدان، سنندج، ایلام، خرم‌آباد و تهران ۵۲۵ کیلومتر است. شهر کرمانشاه با ارتفاع ۱۳۲۲ متر از سطح دریا در ناهمواری‌های پایکوهی واقع شده است. در شمال شهر کوه‌های «پرا» و «طاق‌بستان» قرار دارد و در جنوب شهر نیز ارتفاعات «کوه سفید» قرار دارد که ارتفاع بلندترین قله آن ۲۸۰۵ متر از سطح دریا است. در بخش شرقی شهر، دشت کرمانشاه با وسعت ۷۸۲ کیلومترمربع واقع است که از شمال توسط ارتفاعات کوه پرا و از جنوب و جنوب شرقی به وسیله ارتفاعات کوه سفید احاطه شده است. هسته اولیه و بافت قدیم شهر کرمانشاه در تپه‌ها و اراضی پست و بلند کناره این دشت شکل گرفته است. شهر کرمانشاه دومین شهر بزرگ و پرجمعیت منطقه غرب و شمال‌غربی کشور (پس از تبریز) و بزرگ‌ترین شهر استان کرمانشاه است (مطالعات آمایش سرزمین استان کرمانشاه). بر پایه آمارهای موجود در سال ۱۳۹۵ جمعیت ساکن این شهر ۹۰۵۸۷۴ در بوده است (سرشماری نفوس و مسکن، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

تصحیح رادیومتریک و اتمسفریک گام‌های ضروری برای استخراج دقیق اطلاعات کمی از لندست است (Dixon and Candade, 2008:1200) از این‌رو اولین مرحله بعد از دانلود تصاویر، اضافه کردن آنها به نرم‌افزار NVEI و انجام تصحیحات Radiomتریک و اتمسفریک بوده است (Mathur & Foody, 2008:231). در این تحقیق از طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم بیشینه احتمال^۱ در نرم‌افزار NVEI استفاده شد. 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 (Szuster et al, 2011:529). به بیان دیگر 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 (Srivastava et al, 2012:1260). همچنین باید گفت که طبقه‌بندی انجام گرفته با استفاده از نرم‌افزار GoogleEarth مورد صحبت‌سنگی قرار گرفته است در این‌باره از ابزار Confusion Matrix Using Truth

1. Maximum likelihood



شکل ۳. نقشه محدوده مورد مطالعه

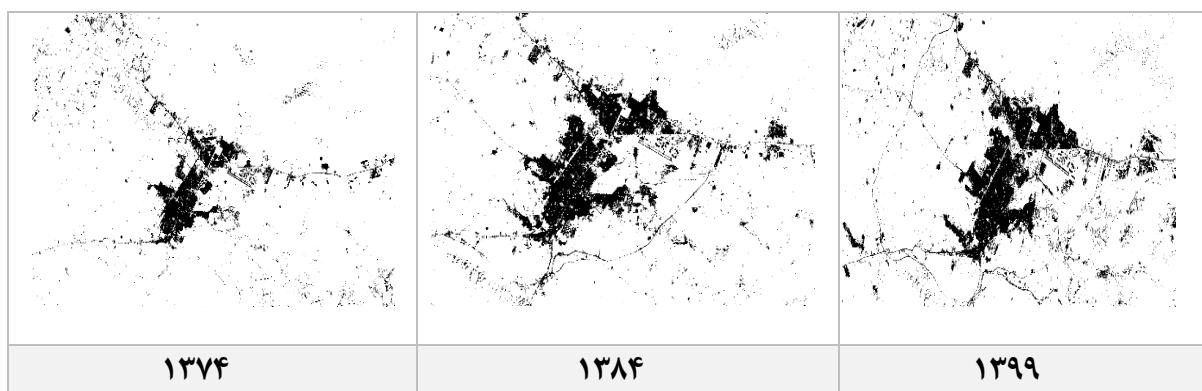
چشمگیری نداشته است، به طوری که با حدود ۱ درصد کاهش، شهر، روند پراکنده‌تری نسبت به دوره گذشته طی کرده است. در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر کرمانشاه با ۱۰۳۹۷۷ نفر افزایش جمعیت به ۹۰۵۶۰۲ نفر رسیده است و نسبت به دهه گذشته با افزایش جمعیت شدیدتری (۳۳/۳۲۸ نفر بیشتر) همراه بوده است. در این دوره رشد سالانه جمعیت شهر کرمانشاه ۱۰۳۷۹ نفر بوده است که رشد بسیار سریعی است. همچنین مساحت شهر نیز با ۱۹۴۶ هکتار افزایش به ۱۱۴۳۲ هکتار رسیده است، یعنی سالانه ۱۹۴/۶ هکتار بر محدوده شهر اضافه شده است. در این دوره شهر شاهد رشد فیزیکی پراکنده‌ای بوده، به طوری که تراکم جمعیتی با کاهش ۵/۲۹ به ۷۹/۲۱ نفر در هکتار رسیده و این وضعیت بیانگر پراکنده رویی شهر کرمانشاه است (مرکز آمار ایران و سالنامه آماری استان کرمانشاه). رشد فیزیکی کرمانشاه در دوره‌های زمانی مذکور در شکل ۳ و تراکم جمعیتی در شکل ۴ آمده است.

برای بررسی وضعیت کلی رشد فضایی-زمانی شهر کرمانشاه از داده‌های سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شده است و با تقسیم آن بر مساحت‌های به دست آمده از سالنامه آماری استان کرمانشاه، میزان تراکم جمعیت شهر کرمانشاه در دوره‌های مذکور به دست آمده است. در این باره همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۵ جمعیت شهر کرمانشاه ۷۳۱۴۷۶ نفر بوده است که در مساحتی برابر ۸۵۳۰ هکتار توسعه یافته است و باعث به وجود آمدن تراکم جمعیتی ۸۵/۷ نفر در هکتار شده است. در دوره ۱۰ ساله بعدی یعنی سال ۱۳۸۵ جمعیت شهر کرمانشاه با افزایش ۷۰۱۴۹ نفر به ۸۰۱۶۲۵ نفر رسیده است؛ یعنی سالانه ۷۰۱۴ نفر به جمعیت این شهر اضافه شده است. مساحت شهری نیز با ۹۵۶ هکتار افزایش به ۹۴۸۶ هکتار در سال ۱۳۸۵ رسیده است؛ یعنی سالانه ۹۵/۶ هکتار بر محدوده فیزیکی شهر اضافه شده است. در این دوره تراکم جمعیت شهری تغییرات

جدول ۲. اطلاعات جمعیتی و فضایی شهر کرمانشاه

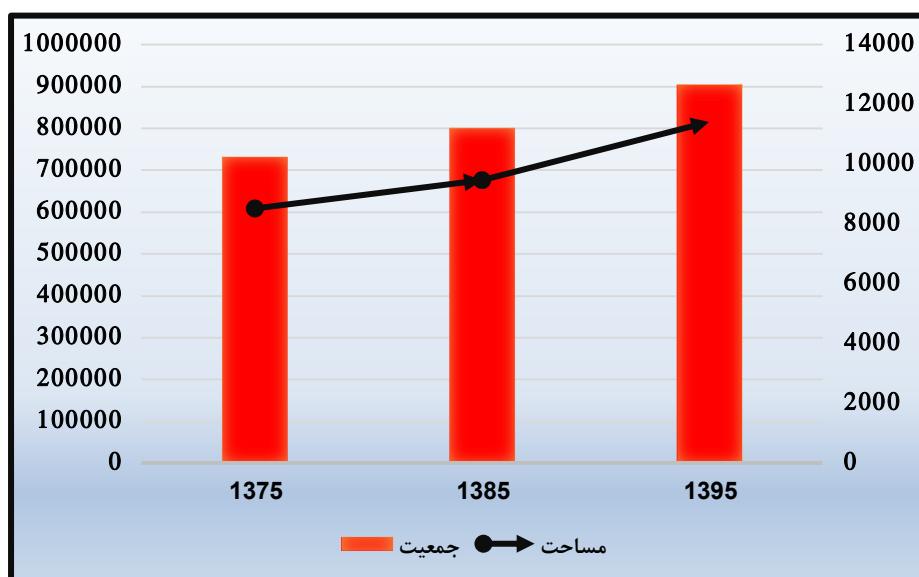
ردیف	سال	جمعیت	مساحت شهری (هکتار)	تراکم شهری
۱	۱۳۷۵	۷۳۱۴۷۶	۸۵۳۰	۸۵/۷
۲	۱۳۸۵	۸۰۱۶۲۵	۹۴۸۶	۸۴/۵
۳	۱۳۹۵	۹۰۵۶۰۲	۱۱۴۳۲	۷۹/۲۱

منبع: مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن، کرمانشاه سال‌های ۱۳۷۵-۹۵، محاسبات نگارندگان



شکل ۴. مراحل رشد فضایی شهر کرمانشاه در طول ۲۵ سال، سال‌های (۱۳۷۵-۹۵)

منبع: ترسیم توسط نگارنده‌گان با نرم‌افزار GIS



شکل ۵. مساحت و جمعیت شهر کرمانشاه

منبع: سرشماری نفوس و مسکن، مرکز آمار ایران و سالنامه آماری استان کرمانشاه، سال‌های ۱۳۷۵-۹۵

دهند(2007:192) (Huang, 2007:192). در ۱۵ سال گذشته برای توصیف شکل شهری از متريک‌های سیمای سرزمین بسیار استفاده شده است. روند معمول در اين بررسی ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های مختلف است که در اين پژوهش شکل کاربری شهری در یک دوره ۲۵ ساله مورد بررسی قرار گرفته و تغییرات آن آشکار می‌شود. در این باره باید گفت که نقشه‌های پوشش اراضی مستخرج از داده‌های سنجش از دور در سری‌های زمانی به طور واضح پویش رشد شهری را نمایش می‌دهند. اما برخی الگوها و خصوصیات مستتر بهوضوح دیده

شرح و تفسیر نتایج

متريک‌های سیمای سرزمین از دهه ۱۹۸۰ در محیط‌زیست برای تعیین کمیت شکل و الگوی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته است(Aguilera,et al, 2011:230). متريک‌های سیمای سرزمین شاخص‌هایی هستند که الگوهای کاربری اراضی را در یک منطقه شهری توصیف می‌کنند(Herold et al,2055:370). آن‌ها به عنوان عبارات ریاضی قادرند، ویژگی‌های پوشش مناطق را در قالب پنج‌ها، کریدورها و چشم‌انداز مورد تجزیه و تحلیل قرار

نرم‌افزار در زمینه مطالعه الگوهای سیمای سرزمین نرم‌افزار FRAGSTATS است (اسچاورز، ۲۰۱۰: ۵۰). این نرم‌افزار در حقیقت یک برنامه تجزیه و تحلیل الگوی مکانی برای کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین است (Wu et al, 2011:100). در این پژوهش نیز از این نرم‌افزار استفاده شده است.

نمی‌شود. متريک‌های سیمای سرزمین، به طور قابل اعتمادی الگوهای فرایندهای فضایی - زمانی رشد شهری را به صورت کمی ارائه کرده، توصیف و درک ساختار و ریخت‌شناسی نواحی شهری ناهمگن را بهبود بخشیده که پیوندی بین ساختار، الگو، فرایندها و کارکردها در مطالعات بوم‌شناسی شهری فراهم می‌کند (هرولد و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۴۴۶). شناخته‌ترین

جدول ۳. فرمول متريک‌های مورد استفاده در پژوهش

ردیف	نام متريک	فرمول	توضیح
۱	PLAND	$\sum_{j=1}^n aij / A \times 100$	این متريک از تقسيم مجموع پچ‌های یک کلاس کاربری خاص بر مساحت کل سیمای سرزمین به دست می‌آید
۲	NP	$LSI = O / 25 \sqrt{\sum_{k=1}^m eik}$	این متريک تعداد پچ‌های هر کلاس کاربری خاص را در سیمای سرزمین محاسبه می‌کند
۳	PD	$PD = ni / A \times 10000 \times 100$	این متريک برای رشد پیوسته و یا پراکنده شهری مورداستفاده قرار می‌گیرد
۴	LPI	$LPI = \max(aij) / A \times 100$	این متريک از حاصل تقسيم بزرگ‌ترین پچ شهری بر مساحت همه پچ‌های شهری به دست می‌آید
۵	LSI	$LSI = O / 25 \sqrt{\sum_{k=1}^m eik}$	این شاخص از تقسيم مجموع طول لبه کاربری شهری بر حداقل طول لبه همان کلاس در فشرده‌ترین حالت ممکن به دست می‌آید
۶	ENN_MN	$ENN - MN = hij * \frac{\sum_{j=1}^m xij}{ni}$	فاصله هر پچ با نزدیک‌ترین پچ از یک کلاس کاربری واحد بر حسب لبه به لبه محاسبه می‌شود هر چه میزان اين متريک بيشتر باشد بيانگر انزواي پچ است
۷	AWMPFD	$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln(O / 25 pij)}{\ln aij} \right) \left(\frac{aij}{A} \right) \right]$	این متريک بيان می‌کند که پچ‌های شهری به روش نظام‌اند رشد می‌کنند و یا به صورت نامنظم و غيراصولی رشد می‌کنند

۵۲/۸۴ درصد در سال ۱۳۸۴ رسیده است و در سایر کلاس‌ها تغییر چشمگیری به وجود نیامده، بنابراین می‌توان گفت رشد فیزیکی شهر کرمانشاه در این دوره به طور عمده در اراضی کشاورزی اطراف شهر صورت گرفته است. در سال ۱۳۹۹ میزان کلاس کاربری شهری به ۲۴/۳۶ درصد رسیده و کاربری شهری با ۱۰/۶۷ درصد افزایش همراه بوده که در این دوره نیز اثر عمده رشد شهر کرمانشاه بر اراضی کشاورزی است به طوری که این کاربری باز هم با کاهش ۱۰/۹۳ درصدی نسبت به دوره گذشته خود همراه بود. در سایر کاربری‌ها کشاورزی چندان محسوس نیست. به طور کلی اطلاعات حاصل شده از متريک

اولین متريک مورد بررسی در اين پژوهش متريک درصد اراضی شهری از کل سیمای سرزمین است. جدول ۴، بيانگر اطلاعات به دست آمده برای درصد سیمای سرزمین در شهر کرمانشاه است و همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۴ میزان درصد کلاس کاربری شهری برابر ۵/۱۱ درصد از کل سیمای سرزمین بوده است و با گذشت زمان و افزایش شهرنشینی اين میزان به ۱۳/۶۹ در سال ۱۳۸۴ رسیده است با توجه به تغیيرات سایر کاربری‌های مشخص است که تأثير عمده افزایش کلاس شهری بر روی کاربری کشاورزی بوده است؛ به طوری که میزان اين کاربری از ۵۹/۸۵ درصد به

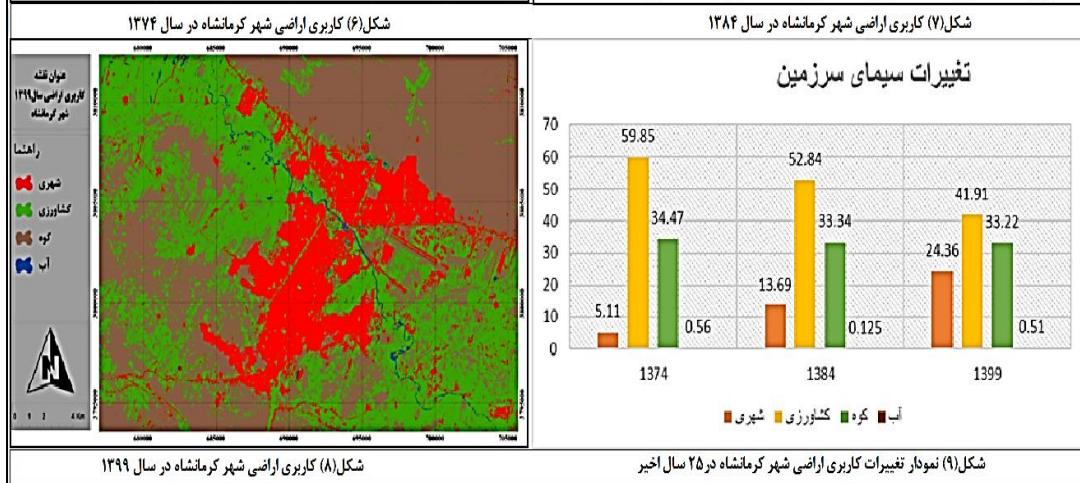
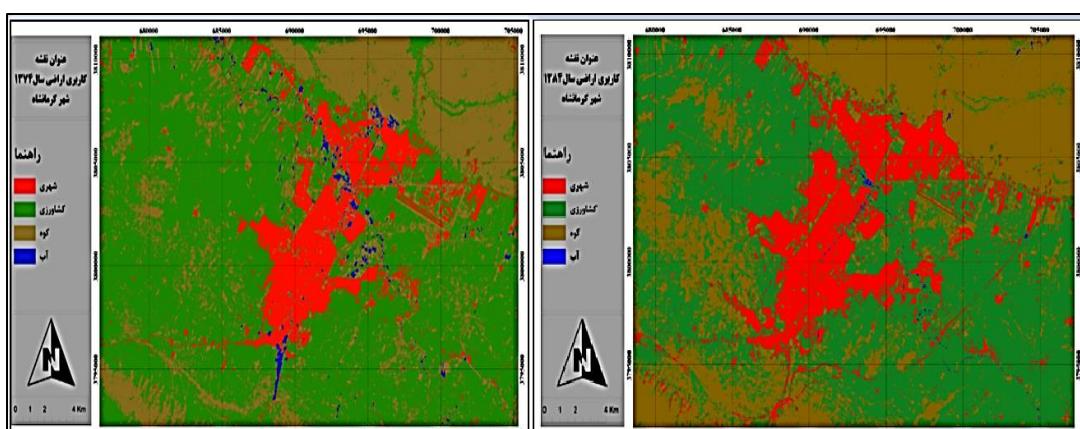
گرفته است به طوری که در آغاز دوره کلاس کاربری کشاورزی ۵۹/۸۵ درصد سیمای سرزمین را شامل شده و در پایان دوره به ۱۷/۹۴ درصد کاهش داشته و در کل به ۴۱/۹۱ آن، در حدود ۱۷/۹۴ درصد رشد کاربری اراضی از نمایانگر تغییرات فیزیکی رشد فیزیکی شهر کرمانشاه است.

PALND شهر کرمانشاه بیانگر رشد فیزیکی سریع کرمانشاه است که در یک دوره ۲۵ ساله از ۱۱/۵ درصد سیمای سرزمین به ۲۴/۳۶ درصد رسیده و رشدی معادل ۱۹/۲۵ درصد را تجربه کرده است و از آنجایی که شهر از سمت شمال به ارتفاعات محدود می‌شود و اجازه رشد شهری را نمی‌دهد، بنابراین رشد شهر عمدتاً در سایر جهات و در اراضی کشاورزی صورت

جدول ۴. اطلاعات به دست آمده از متريک (PALND) در شهر کرمانشاه

ردیف	نوع اراضی	درصد اراضی	درصد اراضی	درصد اراضی	تغییرات اول و آخر دوره
۱	شهری	۵/۱۱	۱۳/۶۹	۲۴/۳۶	۱۹/۲۵
۲	کشاورزی	۵۹/۸۵	۵۲/۸۴	۴۱/۹۱	-۱۷/۹۴
۳	کوه	۳۴/۴۷	۳۳/۳۴	۳۳/۲۲	-۱/۲۵
۴	آب	۰/۵۶	۰/۱۲۵	۰/۵۱	-۰/۰۵
۵	جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-

منبع: (محاسبات نویسندهان سال‌های ۱۳۹۹، ۱۳۸۴، ۱۳۷۴ با استفاده از نرم‌افزار FERAGASTAT)



بررسی در این پژوهش است. جدول ۵، حاوی اطلاعات به دست آمده برای متريک LSI در شهر کرمانشاه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ميزان اين متريک در سال ۱۳۷۴ با ميزان ۱۳۱/۵۳ در بالاترين ميزان خود بود. اين وضعیت بيانگر تعداد بالاي پچهای شهری در محدوده شهر کرمانشاه است، اما با گذر به دوره بعدی و سال ۱۳۸۴ شاهد کاهش متريک LSI در شهر کرمانشاه هستيم به گونه‌اي که مقدار آن به ۶۳/۸۳ کاهش یافته است. اين وضعیت بيانگر هم گرايي پچهای شهری و فشرده شدن شکل شهر کرمانشاه در اين دوره هستيم. اما در دوره بعدی باز ميزان متريک LSI با افزایش همراه است به طوری که به عدد ۷۵/۱۶ در سال ۱۳۹۹ می‌رسد. اين وضعیت بيانگر يك دوره پراکنده روبي و افزایش پچهای شهری مجزا در شهر کرمانشاه است. متريک ميانگين فاصله اقلidisی نزديک‌ترین همسایه، ميانگين حداقل فاصله ميان پچهای يك کلاس کاريри خاص را ارائه می‌کند. جدول ۵، حاوی اطلاعات به دست آمده برای متريک ENN_MN در شهر کرمانشاه است. در اين‌باره همان‌طور که مشاهده می‌شود ميزان اين متريک در سال ۱۳۷۴ برابر ۱۳۰/۳۳ بوده است که درو به بعدی يعني سال ۱۳۸۴ با افزایش همراه بوده و مقدار آن به ۱۲۴/۷۸ رسيده است. اين وضعیت نمايانگر کاهش انزواي پچهای شهری و گرايis به رشد فشرده در اين دوره است. اما مجدداً در دوره بعدی يعني سال ۱۳۹۹ ميزان متريک ENN_MN با افزایش همراه بود؛ به گونه‌اي که به بالاترين ميزان خود رسيد، اين وضعیت بيانگر يك دوره پراکنده روبي در شهر کرمانشاه است. متريک AWMPFD ميزان نامنظم بودن يا پيچيدگi يك کلاس کاريри خاص را در سيمای سرزمين توصيف می‌کند. در اين‌باره اطلاعات مربوط به متريک ميانگين وزني بعد فراكتال در شهر کرمانشاه آمده، همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در سال ۱۳۷۴ اين مقدار ۱/۴۶ بوده و شكل شهر کرمانشاه در اين دوره در نامنظم‌ترین حالت خود است که با ورود به سال ۱۳۸۴ تمايل به منظم شدن شکل شهر کرمانشاه وجود داشته، به گونه‌اي که در سال ۱۳۸۴ ميزان اين شاخص به ۱/۴۲ رسيده است. اما مجدداً در دوره بعدی افزایش پيچيدگi و نامنظمی در شكل شهر کرمانشاه پديدار گشته، به گونه‌اي که مقدار اين شاخص به ۱/۴۴ رسيده است. در اين‌باره باید گفت در سال هاي قبل از ۱۳۷۴ شهر کرمانشاه داراي رشد چشمگير جمعيت بوده است از اين رو محدوده شهر مدام در حال گسترش بوده است نبود برنامه ريزی منسجم و واگذاری زمين در حاشيه شهر نيز به اين

از ديگر متريک‌هاي مهم در سيمای سرزمين متريک تعداد پچ است. اطلاعات مربوط به متريک تعداد پچ‌هاي شهری در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است. در اين‌باره همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۴ تعداد پچ‌هاي شهری در شهر کرمانشاه با تعداد ۱۵۶۷۶ پچ در بالاترين ميزان خود است و اين وضعیت بيانگر رشد شهری پراکنده در پچ‌هاي مجزا است. اما در دوره بعد با افزایش روند شهرنشيني پچ‌هاي موجود به هم متصل شده‌اند و ميزان آنها در سال ۱۳۸۴ به ۴۵۹۶ پچ رسيده است اما مجدداً در دوره سوم در شهر کرمانشاه تمایل به افزایش تعداد پچ‌ها مشاهده می‌شود و در سال ۱۳۹۹ ۶۵۰۲ پچ افزایش یافته‌اند. اين روند بيانگر تمایل رشد فزييکي شهر کرمانشاه در پچ‌هاي جديده است. متريک تراكم پچ‌هاي شهری يكى از متريک‌هاي مورداستفاده در اين پژوهش است در اين‌باره اطلاعات به دست آمده در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است و همان‌طور که قابل روئيت است در سال ۱۳۷۴ اين متريک با مقدار ۱۰۲/۶ در بالاترين ميزان خود بوده در اين دوره شهر کرمانشاه با افزایش لكه‌هاي شهری پراکنده همراه است؛ اما در سال‌هاي بعدی فرایند هم‌گرايي و ادغام پچ‌هاي شهری شروع شده به طوری که در سال ۱۳۸۵ يعني ده سال بعد با مقدار ۴۶/۹۶ به پايين ترين ميزان خود می‌رسد که نمايانگر فشرده شدن شهر در اين دوره است. اما در دوره بعدی ۱۳۹۹ مجدداً تراكم پچ‌هاي شهری رو به افزایش گذاشته و به مقدار ۵۵/۵۲ رسيده است اين وضعیت مبين شروع يك دوره پراکنده روبي در شهر کرمانشاه است. از ديگر متريک‌هاي مهم در اين پژوهش متريک بزرگ‌ترین پچ است. در اين‌باره اطلاعات مربوط به متريک بزرگ‌ترین پچ در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۴ اين متريک با مقدار ۳۰/۶۹ در پايين ترين ميزان خود بوده که اين وضعیت بيانگر کوچک بودن پچ‌هاي شهری در اين دوره است. اما با گذشت زمان و افزایش شهرنشيني اين متريک در شهر کرمانشاه با افزایش همراه بوده؛ به طوری که در سال ۱۳۸۴ مقدار اين متريک به ۴۲/۰۷ رسيده است که گوياي رشد شهر کرمانشاه در پچ‌هاي موجود است. اين دوره شامل يك مرحله از رشد شهری فشرده در شهر کرمانشاه است، اما مجدداً در دوره بعدی سال ۱۳۹۹ مقدار اين متريک با ميزان ۳۸/۶۶ روند کاهش داشته که بيانگر رشد شهری در پچ‌هاي جديده و پراکنده شهری است.

شاخص شكل سيمای سرزمين از ديگر شاخص‌هاي مورد

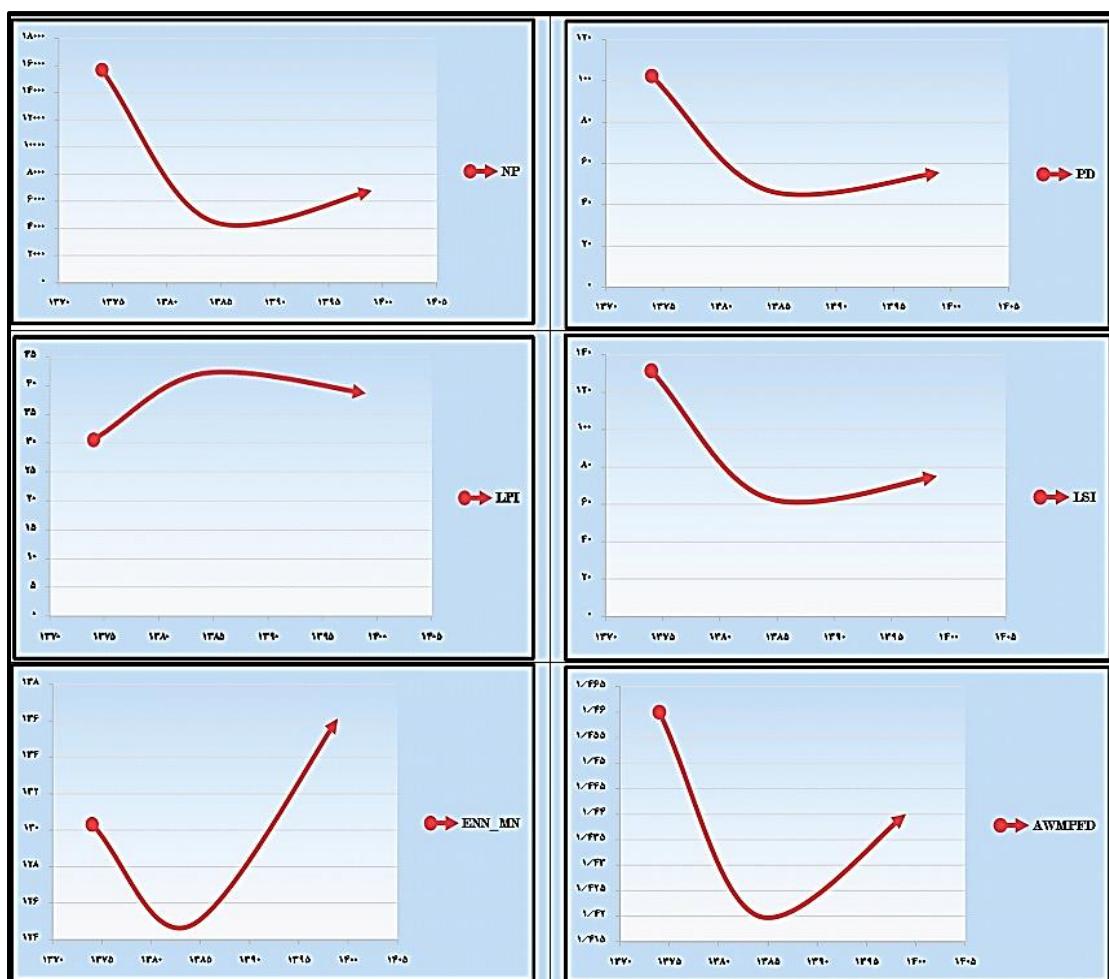
برنامه ریزی شهر شکل منسجم تری به خود گرفته است به گونه ای که مقادیر تمامی متريک ها گویای اين واقعیت هستند.

موضوع شدت بخشیده و باعث شده است تعداد زیادی از روستاهای حاشیه شهر وارد محدوده شهری شوند اما در دوره بعدی و سال ۱۳۸۴ از شدت مهاجرت ها کاسته می شود و روند

جدول ۵. مقادیر به دست آمده در دوره های متفاوت رشد شهر کرمانشاه

ردیف	نوع متريک	سال ۱۳۷۴	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۹۹
۱	تعداد پچ های شهری	۱۵۶۷۶	۴۵۹۶	۶۸۰۲
۲	تراکم پچ های شهری	۶/۱۰۲	۴۶/۹۶	۵۵/۵۲
۳	شاخص بزرگترین پچ	۳۰/۶۹	۴۲/۰۷	۳۸/۶۶
۴	شاخص شکل منظر	۵۳/۱۳۱	۶۳/۸۳	۷۵/۱۶
۵	متريک فاصله اقليدسی نزديکترین همسایه	۱۳۰/۳۳	۱۲۴/۷۸	۱۳۶/۱۲
۶	ميانگين وزني بعد فراكتال	۱/۴۶	۱/۴۲	۱/۴۴

منبع: (محاسبات نويسندگان سال های ۱۳۷۴، ۱۳۸۴، ۱۳۹۹ با استفاده از نرم افزار FERAGASTAT)



شکل ۱۰. اشكال متريک های پژوهش

شهر کرمانشاه رشدی معادل $6/53$ درصدی را تجربه کرده است و آثار این افزایش ناگهانی جمعیت به شکل توسعه افسارگسیخته شهر، در این دوره جلوه‌گر است. اما با گذر به سال‌های 1385 و کاهش مهاجرت‌ها و رسیدن جمعیت شهری به یک نقطه تقریباً آرامش به‌تبع آن رشد فیزیکی شهر نیز دوره‌ای از آرامش را طی می‌کند. در این دوره عمدتاً رشد شهر به سمت توسعه میان‌افزا حرکت کرده است و شهر کمتر به اطراف پراکنش داشته و در دوره آخر مورد بررسی یعنی سال‌های 1395 به بعد میزان شاخص‌های پراکندگی با افزایش همراه بوده است و همان‌طور که در شکل 11 قابل مشاهده است مسیر نمودار رو به سرپالایی است. بنابراین این وضعیت حاکی از یک دوره پراکندگی اگرچه با مقایسه کمتر در شهر کرمانشاه است.

برای بررسی میزان کلی پراکنده رویی در شهر کرمانشاه در طی 25 سال اخیر از مدل آنتروپی شانون استفاده شده است. دراین باره ابتدا مقادیر هر متريک به دست آمده به یک ماتریس بي مقیاس تبدیل شده تا مقایسه متريک‌ها برای ما امکان‌پذیر شود. سپس اوزان هر متريک محاسبه شد و در متريک‌ها ضرب گردید و نتایج حاصل برای هر مقطع زمانی با یکدیگر جمع شده است. در این باره همان‌طور که در شکل 11 نیز مشاهده می‌شود در دوره اول یعنی محدوده زمانی سال قبل از 1374 شهر کرمانشاه دارای رشد سریع و افسارگسیخته‌ای بوده است در این زمان جمعیت شهر به دلیل مهاجرت‌های روستا شهری، شهری و شهری و به خصوص درون‌استانی به صورت مهار نشده‌ای افزایش پیدا می‌کرد به گونه‌ای که در حدفاصل 2 سرشماری عمومی نفوس و مسکن 1365 تا 1355 جمعیت

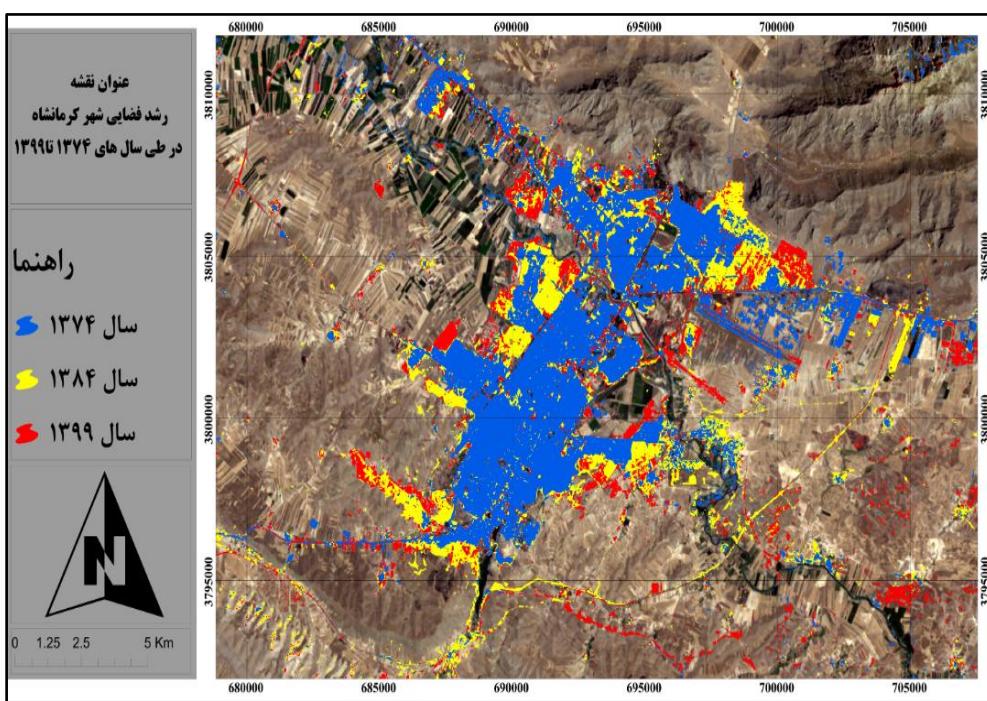
جدول 6 : وزن‌های محاسبه شده برای پراکنده رویی شهر کرمانشاه با استفاده از آنتروپی شانون

ردیف	سال	شاخص‌ها							وزن کلی
		PD	NP	AWMPFD	ENN-MN	LSI	LIP	PALAND	
۱	1374	$5107/09$	$15/06$	$5072/93$	$0/000232$	$0/198$	$16/319$	$0/624$	$1/959$
۲	1384	$1508/42$	$6/893$	$1487/37$	$0/00022$	$0/189$	$7/919$	$0/853$	$5/250$
۳	1399	$2229/01$	$9/149$	$2201/240$	$0/000223$	$0/206$	$9/325$	$0/786$	$9/341$

منبع: (محاسبات نویسنده‌گان سال‌های 1399 ، 1384 ، 1374 با استفاده از نرم‌افزار FERAGASTAT



شکل 11 : رشد پراکنده شهر کرمانشاه بر اساس آنتروپی شانون



شکل ۱۲. رشد فضایی کرمانشاه در دوره‌های مختلف

شامل می‌شد و این رقم در سال ۱۳۹۹ به ۲۴/۳۶ درصد سیمای سرزمین رسیده است. این افزایش با کاهش درصد لکه‌های کشاورزی از ۵۹/۸۵ سال ۱۳۷۴ به ۴۱/۹۱ در سال ۱۳۹۹ همراه بوده که در مرتبه بعدی متربک تعداد لکه‌های شهری نیز نشان داده که در سال ۱۳۷۴ به دلیل رشد افسارگسخته شهر و نبود نظام برنامه‌ریزی متمنکر، رشد شهر به صورت لکه‌های مجزا و پراکنده صورت گرفته است. اما در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۴ تمایل به همپیوندی در بین لکه‌ها مشاهده می‌شود و شهر به سمت تک‌هسته‌ای شدن پیش می‌رود تا اینکه در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۹۹ شهر با افزایش لکه‌های شهری مجزا همراه می‌شود. این‌گونه به نظر می‌رسد که دوره‌ای از رشد پراکنده را سپری می‌کند. محاسبات به دست آمده برای متربک تراکم لکه‌های شهری (PD) نیز نشان داد که در دوره اول (۱۳۷۴) لکه‌های شهری دارای تراکم بالایی بوده‌اند این وضعیت بیانگر رشد پراکنده شهر کرمانشاه در لکه‌های جدا از هم است؛ اما با گذر به سال ۱۳۸۴، تراکم لکه‌های شهری به شدت کاهش یافته و شهر به سمت تک‌هسته‌ای شدن پیش می‌رود در این دوره هم میزان رشد شهری فروکش می‌کند و هم برنامه‌ریزی شهری به سمت شهر تمایل به افزایش تراکم پچ‌های شهری دیده می‌شود. محاسبات

بحث و نتیجه‌گیری

شهرنشینی یک پدیده پیجیده و پویا است که در سراسر جهان اتفاق می‌افتد. این روند به طور قابل توجهی منجر به تغییرات کاربری اراضی و الگوهای چشم‌انداز می‌شود. شدت تأثیرات این پدیده در ایران به مثابه کشوری در حال توسعه در چند دهه اخیر به اوج خود رسیده است. شهر کرمانشاه یکی از شهرهای بزرگ غرب کشور است که هم زمان با جمعیت‌پذیری شهرها در دهه‌های اخیر پذیرای مهاجران زیادی از اقصی نقاط شهرها و روستاهای اطراف خود بوده و رشد جمعیتی و فیزیکی قابل توجهی را در این دوره پشتسر گذاشته است این موضوع باعث گردید تا در این پژوهش با استفاده از داده‌های سنجش از دور و متربک‌های سیمای سرزمین رشد فیزیکی شهر مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. نتایج به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که مساحت شهر کرمانشاه در یک دوره ۲۵ سال (۱۳۹۹-۱۳۷۴) از ۸۵۳۰ هکتار به ۱۱۴۳۲ هکتار رسید؛ بنابراین سالانه رقمی معادل ۱۱۶/۰۸ هکتار بر وسعت این شهر افزوده شد. تحلیل‌های که از متربک‌های سیمای سرزمین به دست آمده، نشان می‌دهد که عمدۀ رشد فضایی شهر کرمانشاه در اراضی کشاورزی پیرامون شهر بوده است. به طوری که متربک (PALND) نشان داد که درصد لکه‌های شهری در سال ۱۳۷۴ حدود ۵/۱۱ درصد از سیمای سرزمین را

در دوره‌های مختلف همچون الگوهای متمرکز و تک هسته‌ای، رشد پراکنده و پخش‌سایش شهری و همگرایی شهری مطابقت داشته است.

پیشنهادهای پژوهش

۱. از آنجایی که اراضی کشاورزی حاشیه شهر کرمانشاه جزو مرغوب‌ترین اراضی کشاورزی هستند، بنابراین پیشنهاد می‌شود از توسعه شهر در این اراضی تا حد امکان جلوگیری شود.
۲. تا حد امکان سعی گردد روستاهای اطراف شهر کرمانشاه دارای هویت مستقل باشند و اتصال آنها به محدوده شهر کرمانشاه جلوگیری شود.
۳. در طرح‌های توسعه شهر کرمانشاه توسعه میان‌افزا و درونی به عنوان یک اصل مورد توجه قرار گیرد و از گسترش بیرونی پرهیز شود.
۴. مسیرهای ارتباطی نباید موجبات توسعه فیزیکی شهر بصورت خطی و نواری گردد و محدوده شهری باید قابل تشخیص باشد.
۵. استفاده از روش درختکاری و سطوح سبز می‌تواند به انسداد محدوده توسعه شهر کمک شایانی کند.

منابع

- کاویانی، آزاده، فرهودی، رحمت‌الله و رجبی، آزیتا(۱۳۹۴). تحلیل الگوی رشد شهر تهران با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۳(۴)، ۴۰۷-۴۲۹.
- مرکز آمار ایران. سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵. سال‌های، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵.
- منصوریان، حسین(۱۳۹۵). پویش جمعیتی و الگوهای پژوهش زمین در منطقه کلانشهری تهران. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۴(۴)، ۶۱۳-۶۳۳.
- مهیم‌میهمی، امیر، فدایی‌قطبی، مریم، اسماعیلی، علی و غضنفرپور، حسین(۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های فضایی-کالبدی در تبیین الگوی پراکنده رویی شهری با استفاده از داده‌های سنجش از دور، نمونه موردی: شهر کرمان. آمایش جغرافیایی فصل، ۱۰(۳۸)، ۱۲۶-۱۰۷.
- نظریان، علی اصغر(۱۳۹۳). پویایی نظام شهری در ایران. تهران: انتشارات مبتکران.

برای متريک بزرگ‌ترین پچ (LPI) نشان داد که در دوره اول بررسی شده شهر کرمانشاه در پچ‌های کوچک و مجزا شکل گرفته است اما در دوره بعدی (۱۳۸۴) شهر به سمت یک پچ شهری بزرگ پیش می‌رود، این دوره حاوی یک مرحله از رشد شهری فشرده در شهر کرمانشاه است اما در دوره بعدی (۱۳۹۹) متريک بزرگ‌ترین پچ روبه کاهش می‌گذارد و شهر پراکنده‌تر می‌شود. متريک شکل منظر (LSI) نیز نشان داد که در دوره اول شهر در بالاترین میزان خود بوده و یک الگوی شهری ناهمگن حکم‌فرما بوده؛ اما در دوره بعدی و گذر به سال ۱۳۸۴ با همگرایی پچ‌های مجزا الگوی فضایی شهر کرمانشاه به سمت یک شهر فشرده پیش می‌رود تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ به دلیل افزایش پچ‌های شهری مجزا متريک شکل منظر نیز با افزایش همراه می‌شود. آخرین متريک مورد بررسی در این پژوهش متريک ميانگين وزني بعد فراكتال است. اطلاعات به دست آمده برای اين متريک بيانگر اين است که شهر کرمانشاه در سال ۱۳۷۴ در نامنظم‌ترین حالت خود بوده؛ اما در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۴ تمایل به منظم شدن شکل شهر کرمانشاه وجود داشته، که اين روند در دوره بعدی سال ۱۳۹۹ حالت عکس به خود گرفته است. به طور کلی بر اساس نتایج مدل آنتروپی شانون می‌توان الگوی رشد فضایی شهر کرمانشاه را در مدت ۲۵ سال اخیر به ۳ دوره مجزا تقسیم نمود: دوره اول؛ شهر کرمانشاه با عبور از سال‌های شهرنشینی شتابان (سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵)، رشدی معادل ۶/۵۳ درصد داشته و دارای یک الگوی فیزیکی پراکنده بوده است. در دوره دوم با فروکش کردن مهاجرت‌های شهری و کاهش رشد شهرنشینی (سال ۱۳۸۵) یک دوره از الگوی فضایی شهر فشرده را در شهر کرمانشاه شاهد هستيم به گونه‌ای که شهر عمدتاً در محدوده لکه‌های موجود رشد می‌کند و کمتر توسعه بیرونی داشته است. اما در دوره سوم (سال ۱۳۹۹) مجدداً شاهد شروع دوره‌ای از پراکنده‌گی شهری هستيم، به گونه‌ای که در تمامي متريک‌های سیمای سرزمین تمایل به پراکنده‌گی مشاهده می‌شود. نتایج اين پژوهش با نتایج پژوهش يان پین و ژن (۲۰۱۹) از نظر تعیيت رشد فیزیکی شهر از عوامل توبوگرافی و شرایط فیزیولوژیکی زمین مطابقت داشته است همچنین با نتایج پژوهش محمدیان مصمم و همکاران(۲۰۱۶) از نظر کاهش اراضی کشاورزی به دليل توسعه شهری همخوانی داشته است و به طور کلی با نتایج منصوریان(۱۳۹۵)، کاویانی و همکاران(۱۳۹۴)، مهیم‌میهمی و همکاران(۱۳۹۸) در مورد الگوهای رشد مختلف

- 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.
- 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
- 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.
- Hassan, M., Jamileh ,T., Hadi, K,Asghar,T, Mohammad K, (2017). "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.
- Herold, M, Scepan, J, & Clarke, K. (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, J, Lu, X., & Sellers, J. (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and Urban Planning* 82 ,(4), 184-197.
- Mohsen, D, Helmi, Z, Noordin, A , Biswajeet ,P & Sahabeh ,S.(2014). Six decades of urban growth using remote sensing and GIS in the city of Bandar Abbas, Iran, *Earth and Environmental Science* 20, (214), 1755-1315.
- Mathur, A., & Foody, G.M. (2008). Crop classification by support vector machine with intelligentlyselected training data for an operational application. *International Journal of Remote Sensing*, 29(8), 2227-2240
- Norzailawati,M,& Nur, R. (2013). Determination of Spatial Factors in Measuring Urban Sprawl in Kuantan Using Remote Sensing and GIS, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 85 (213) 502 – 512.
- 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 costal zones. *Applied Geography*, 31(2), 525-532.

- 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 landconversions. *International Journal of Geographical Information Science*, 16,(8), 795-818.
- 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, Q,& Zhen,W.(2019). Study on Urban Expansion Using the Spatial and TemporalDynamicChangesin 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-talks.