

مقاله پژوهشی

تحلیل الگوهای رشد فضایی شهر کرمانشاه با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین

سمیه نوروزی گله‌کلایی^۱، احمد حاتمی*^۲، سمیه پرویزی‌مریوانی^۳

۱. مربی 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: ۱۴۰۰/۱۱/۰۴ 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 Planing, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

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

Abstract

Cities are growing and developing at a high speed, and the urbanization process is one of the most important issues facing urban planners. Along with the high level of population growth, land use change and its conversion to urban uses is also an important issue. The present study is an attempt to explain the spatial patterns of Kermanshah city in the last 25 years. The research is applied in nature and descriptive-analytical in terms of method and based on remote sensing data. First, the images of 1995-2005-2020 were obtained from Landsat 5 and 8 satellites in TM and OLI sensors. Then, using NVEI software and supervised classification method, the images were converted into land use maps in four classes: urban, agricultural, mountain and water. Then the maps were prepared using ARCGIS software to enter FRAGASTATS software and in the next step, they were entered to this software to analyze the landscape of the land. In the next step, these maps were analyzed using spatial metrics (PALAN-PD-NP-LSI-LPI-AWMFD-ENN-MN). In the last stage, by entering these metrics into the Shannon entropy model, a general overview of the spatial growth pattern of Kermanshah city in the last 25 years was obtained. The results of this research showed that the city of Kermanshah has experienced different growth patterns in the last 25 years. Patterns can be categorized into 3 periods. In the first period (year 1995), due to the rapid growth of urbanization and the inadequacy of urban planning patterns, the city experiences a period of scattered growth in isolated urban spots. In the second period (2005), due to the reduction of migrations and the development of the city within the limits of the existing spots, the city spends a period of compact pattern. But again, in the third period (2020), the city of Kermanshah has entered a period of dispersion pattern, which has approached the spatial pattern of a scattered city in all the metrics of the landscape.

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

چکیده

شهرها با سرعت بالایی در حال 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 الگوی‌های فضایی شهر کرمانشاه در ۲۵ سال اخیر دارد. این پژوهش از نظر ماهیت، کاربردی و از نظر روش، توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر داده‌های سنجش‌ازدور است. به‌گونه‌ای که ابتدا تصاویر سال‌های ۱۹۹۵، 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 آماده‌سازی 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-AWMFD-ENN-MN) مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله آخر با فراخوانی این متریک‌ها در مدل آنتروپی شانون شمایی 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 سپری می‌کند اما مجدداً در دوره سوم (۱۳۹۹) شهر کرمانشاه به دوره‌ای از الگوی پراکندگی گام نهاده است، به‌گونه‌ای که در تمامی متریک‌های سیمای سرزمین تمایل به الگوی فضایی شهر پراکنده مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رشد فضایی شهر، بوم‌شناسی سیمای سرزمین، سنجش‌ازدور، شهر کرمانشاه.

*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، ۲۰۱۵: 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 (۱۳۹۴) 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 پوشش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلان‌شهری تهران انجام شده، نتایج نشان داد که متناسب با پوشش فضایی- زمانی جمعیت شهری و تغییرات پوشش زمین، الگوهای فضایی متفاوت شامل الگوی متمرکز و تک‌هسته‌ای، الگوی نیمه متمرکز و الگوی منظومه‌ای، مهم‌ترین الگوهای رشد شهری ناشی از تحولات جمعیتی در منطقه کلان‌شهری تهران هستند. از دیگر مطالعات انجام شده می‌توان به پژوهش مهمی مهمی و همکاران در سال ۱۳۹۸ تحت عنوان ارزیابی شاخص‌های فضایی- کالبدی در تبیین الگوی پراکنده‌روبی شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (شهر کرمان) اشاره کرد و نتایج آن نشان داد که بیشترین پراکنده رویی شهر کرمان در سال ۱۳۶۳ و کمترین میزان آن در سال ۱۳۹۷ رخ داده است. در سال ۲۰۱۳ مقاله‌ای با عنوان تعیین اندازه‌گیری پراکندگی 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 پراکندگی بر اساس فرم فضایی در شهر قم انجام شده، مبین 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 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). به همان اندازه که شهرنشینی افزایش می‌یابد 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, Dow, Golding, 1990: 54, Kasperson, Mitchell, Ratick). 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 (GIS) برای درک بهتر روند رشد شهری و موضوعات اخیر، رشد شهری توجه روزافزونی را به خود جلب کرده است (Deng, Wang, Hong, 98: Qi, 2009). 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

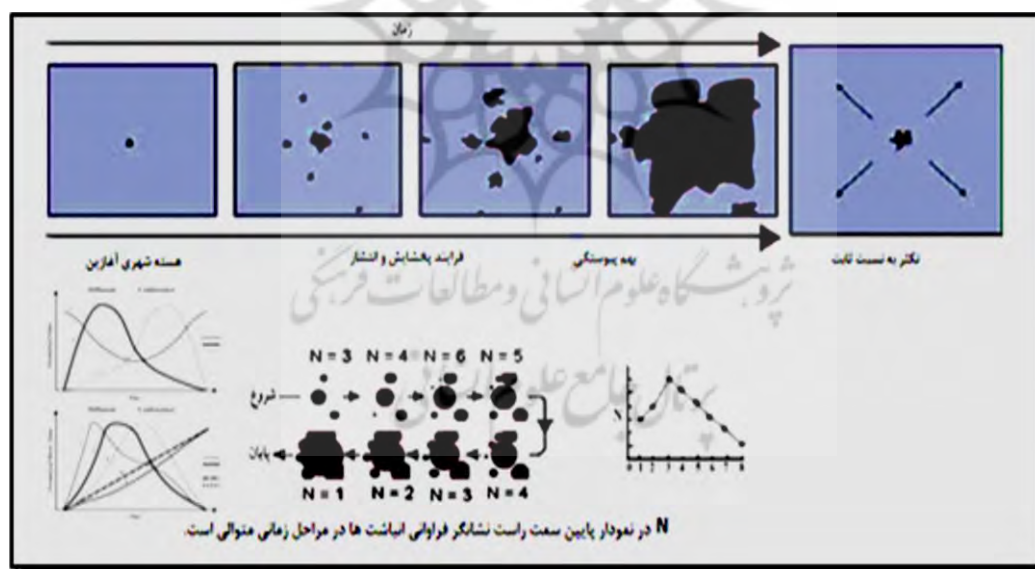
۱. برنامه توسعه ملل متحد

2. Wu

3. UNDP
4. Dadras

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 به هم پیوستگی 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 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 گستره فضایی دواير متحدالمرکز پیرامون هسته مرکزی شهر نمایش داده شده است (کاوپانی، 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 نانچینگ نشان می‌دهد که شهر نانچینگ در سه دهه گذشته به طور چشمگیری رشد کرده و از ۴۲۷/۳۶ کیلومتر مربع به ۱۷۸۰ کیلومتر مربع رسیده است مرکز ثقل 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 همکارانش به تجزیه و تحلیل فضایی توسعه شهری با استفاده از روش‌ها و داده‌های سنجنش 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 کرده اند. 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

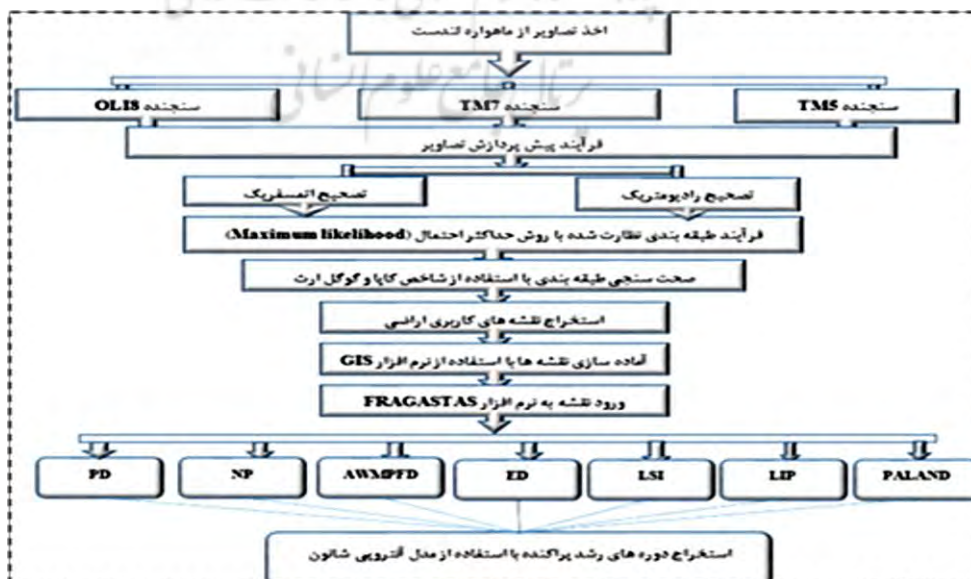
فضای زیستی و عملکردی، موجب گسترش سطح شهر شده و این گسترش تا حدی بوده که فاصله میان شهر با آبادی‌ها و روستاهای همجوار کم شده و حتی تعداد زیادی از این سکونتگاه در پیکره شهر ادغام شده‌اند. علاوه بر این موارد، ناکارآمد بودن سیاست‌های تجدید یافت کالبدی شهر از یک سو و واگذاری زمین‌های حاشیهای شهر برای ساخت‌وسازهای 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 اخذ گردیده سپس این تصاویر با استفاده از نرم‌افزار Nvei 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 این‌که از داده‌های سنجش از دوری استفاده شده، سعی شده با کمک متریک‌های 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 چهار ساله (۱۳۳۵ تا ۱۳۷۵) جمعیت ساکن شهر بیش از ۵ برابر شده است (مهندسین 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 انبساطی جمعیت در سال‌های پس از انقلاب و موفقیت‌آمیز بودن این سیاست‌ها، کاهش میزان مرگ‌ومیر جمعیت و نیز پیامدهای مهاجرتی جنگ تحمیلی و سکنی‌گزینی بخش اعظمی از مهاجران جنگی استان در این شهر، مهم‌ترین عوامل افزایش جمعیت در شهر کرمانشاه به شمار می‌روند (مهندسین مشاور طرح و آمایش، ۱۳۸۵). افزایش تعداد جمعیت و نیاز این جمعیت رو به تزاید 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 سنجنش 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

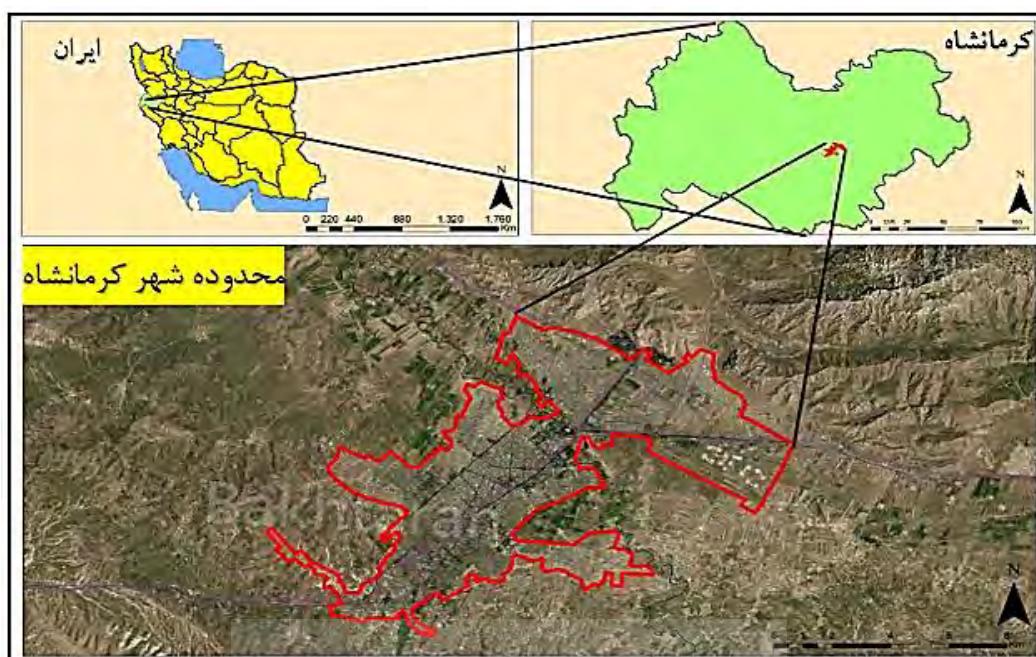
جدول ۱. مجموعه تصاویر اخذ شده

ردیف	ماهواره	سنجنده	سال اخذ تصویر	دقت مکانی	باند	سیستم تصویر
۱	لندست ۵	TM	۱۹۹۵	۳۰ متر	باند ۳-۵-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۲	لندست ۵	TM	۲۰۰۵	۳۰ متر	باند ۱-۴-۷	WGS84 UTM Zone 38 N
۳	لندست ۸	OLI	۲۰۲۰	۳۰ متر	باند ۱-۴-۷	WGS84 UTM Zone 38 N

Roi در نرم‌افزار NVEI نیز کمک گرفته شده است و مقدار ۹۰/۸۷، ۹۰/۷۴، ۹۰/۶۲ برای سال‌های ۲۰۲۰، ۲۰۰۵ و ۱۹۹۵ بوده است. این مقدار 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. 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 ۱۳۶، ایلام ۲۰۸، خرم‌آباد ۱۹۷ و تهران ۵۲۵ کیلومتر است. شهر کرمانشاه با ارتفاع ۱۳۲۲ متر از سطح دریا در ناهمواری‌های پایکوهی واقع شده است. در شمال شهر کوه‌های «پراو» و «طاق‌بستان» قرار دارند 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 پراو 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 رادیومتریکی و اتمسفریک گام‌های ضروری برای استخراج دقیق اطلاعات کمی از لندست است (Dixon and Candade, 2088:1200) از این‌رو اولین مرحله بعد از دانلود تصاویر، اضافه کردن آنها به نرم‌افزار NVEI و انجام تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفریک بوده است (Mathur & Foody, 2008:231). در این تحقیق از طبقه‌بندی نظارت‌شده 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 انجام‌گرفته با استفاده از نرم‌افزار Google Earth مورد صحت‌سنجی قرار گرفته است در این‌باره از ابزار Confusion Matrix Using Truth

1. Maximum likelihood



شکل ۳. نقشه محدوده مورد مطالعه

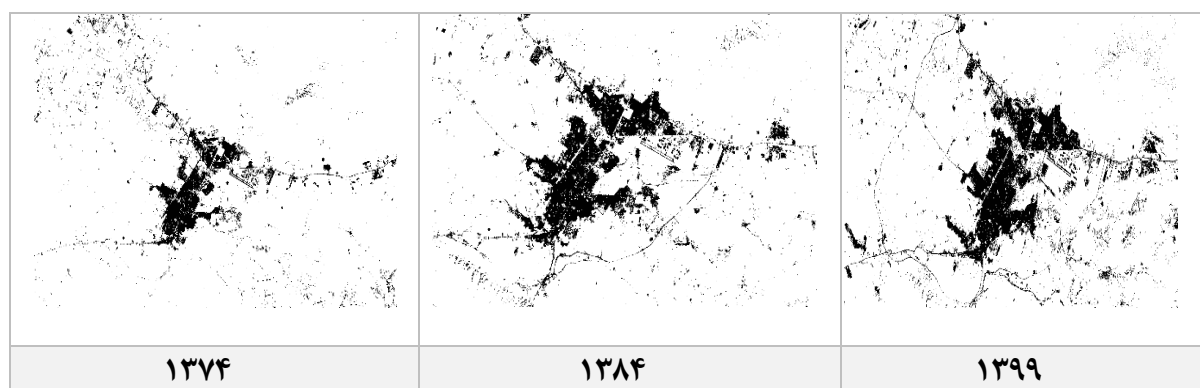
چشمگیری نداشته است، به طوری که با حدود ۱ درصد کاهش، شهر، روند پراکنده تری نسبت به دوره گذشته طی کرده است. در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر کرمانشاه با ۱۰۳۹۷۷ نفر افزایش جمعیت به ۹۰۵۶۰۲ نفر رسیده است و نسبت به دهه گذشته با افزایش جمعیت شدیدتری (۳۳/۳۲۸ نفر بیشتر) همراه بوده است. در این دوره رشد سالانه 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 پراکنده ای بوده، به طوری که تراکم جمعیتی با کاهش ۵/۲۹ درصد 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 دوره های زمانی مذکور در شکل ۳ و تراکم جمعیتی در شکل ۴ آمده است.

برای بررسی وضعیت کلی رشد فضایی- زمانی شهر کرمانشاه از داده های سرشماری های عمومی نفوس و مسکن سال های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شده است و با تقسیم آن بر مساحت های به دست آمده از سالنامه آماری استان کرمانشاه، میزان تراکم جمعیت شهر کرمانشاه در دوره های مذکور به دست آمده است. در این باره همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود 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

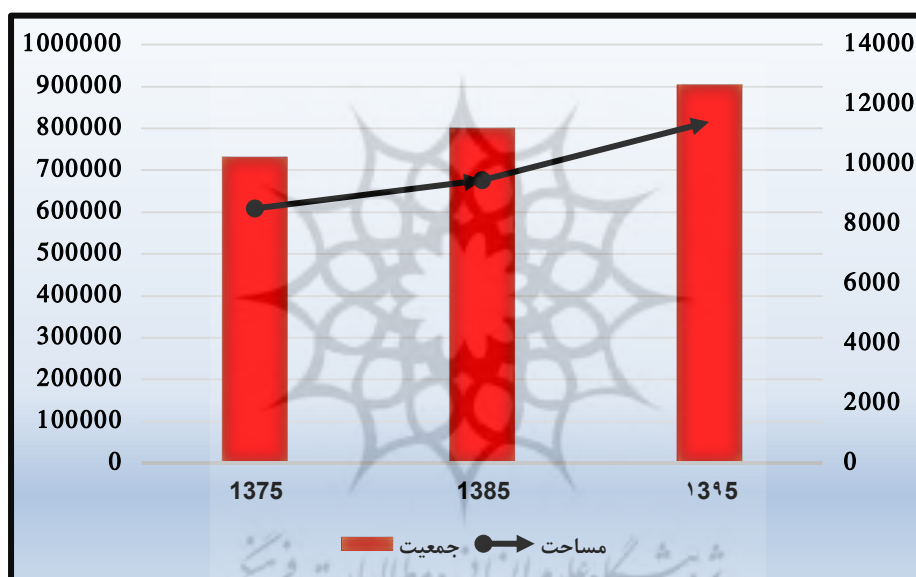
جدول ۲. اطلاعات جمعیتی و فضایی شهر کرمانشاه

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 سال های ۹۵-۱۳۷۵، محاسبات نگارندگان



شکل ۴. مراحل رشد فضایی شهر کرمانشاه در طول ۲۵ سال، سال‌های (۱۳۷۵-۹۵)
منبع: ترسیم توسط نگارندگان 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 (Huang, 2007:192). 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 که در این 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 پویای رشد شهری را نمایش می‌دهند. اما برخی الگوها و خصوصیات مستتر به‌وضوح دیده

شرح و تفسیر نتایج

متریک‌های 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). متریک‌های سیمای سرزمین شاخص‌هایی هستند که الگوهای کاربری اراضی را در یک منطقه شهری توصیف می‌کنند (Herold et al, 2005:370). آن‌ها به عنوان عبارات ریاضی قادرند، ویژگی‌های پوشش مناطق را در قالب پیچ‌ها، 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. متریک‌های 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 بوم‌شناختی شهری فراهم می‌کنند (هرولد و همکاران، ۲۰۰۲: ۱۴۴۶). شناخته‌ترین

جدول ۳. فرمول متریک‌های مورد استفاده در پژوهش

ردیف	نام متریک	فرمول	توضیح
۱	PLAND	$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	این متریک از تقسیم مجموع پچ‌های یک کلاس کاربری خاص بر مساحت کل سیمای سرزمین به دست می‌آید
۲	NP	$LSI = \frac{0 / 25 \sum_{k=1}^m e_{ik}}{\sqrt{A}}$	این متریک تعداد پچ‌های هر کلاس کاربری خاص را در سیمای سرزمین محاسبه می‌کند
۳	PD	$PD = \frac{ni}{A} (10000)(100)$	این متریک برای رشد پیوسته و یا پراکنده شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد
۴	LPI	$LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$	این متریک از حاصل تقسیم بزرگ‌ترین پچ شهری بر مساحت همه پچ‌های شهری به دست می‌آید
۵	LSI	$LSI = \frac{0 / 25 \sum_{k=1}^m e_{ik}}{\sqrt{A}}$	این شاخص از تقسیم مجموع طول لبه کاربری شهری بر حداقل طول لبه همان کلاس در فشرده‌ترین حالت ممکن به دست می‌آید
۶	ENN_MN	$ENN - MN = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{ni}$	فاصله هر پچ با نزدیک‌ترین پچ از یک کلاس کاربری واحد بر حسب لبه به لبه محاسبه می‌شود هر چه میزان این متریک بیشتر باشد بیانگر انزوای پچ است
۷	AWMPFD	$AWMPFD = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{2 \ln(0 / 25 p_{ij})}{\ln a_{ij}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right]$	این متریک بیان می‌کند که پچ‌های شهری به روش نظام‌اند رشد می‌کنند و یا به صورت نامنظم و غیراصولی 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 تغییرات چندان محسوس نیست. به طور کلی اطلاعات حاصل شده از متریک

اولین متریک مورد بررسی در این پژوهش متریک درصد اراضی شهری از کل سیمای سرزمین است. جدول ۴، بیانگر 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 این میزان به ۱۳/۶۹ در سال ۱۳۸۴ 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 ۵۹/۸۵ درصد به

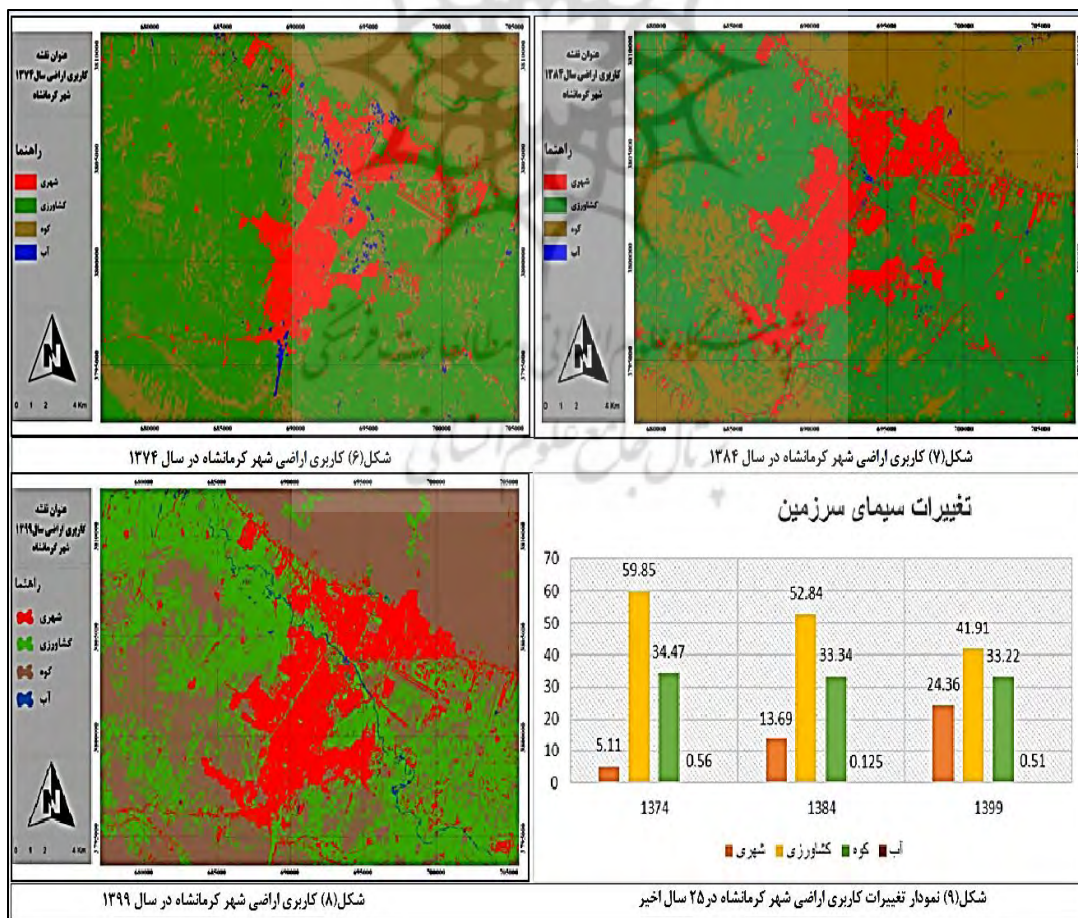
گرفته‌است به طوری که در آغاز دوره کلاس کاربری کشاورزی ۵۹/۸۵ درصد سیمای سرزمین را شامل شده و در پایان دوره به دلیل تحت ساخت و ساز شهری قرارگرفتن بخش اعظمی از آن، در حدود ۱۷/۹۴ درصد کاهش داشته و در کل به ۴۱/۹۱ درصد سیمای سرزمین تقلیل یافته است. همچنین شکل ۸، نمایانگر تغییرات فیزیکی رشد فیزیکی شهر کرمانشاه است.

PALND شهر کرمانشاه بیانگر رشد فیزیکی سریع کرمانشاه است که در یک دوره ۲۵ ساله از ۵/۱۱ 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 متریک (PALND) در شهر کرمانشاه

ردیف	نوع اراضی	درصد اراضی	درصد اراضی	درصد اراضی	تغییرات اول و آخر دوره
۱	شهری	۵/۱۱	۱۳/۶۹	۱۳۹۹	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 نویسنندگان سال‌های ۱۳۹۹، ۱۳۸۴، ۱۳۷۴ با استفاده از نرم‌افزار FERAGASTAT)



بررسی در این پژوهش است. جدول ۵، حاوی اطلاعات به‌دست‌آمده برای متریک LSI در شهر کرمانشاه است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان این متریک در سال ۱۳۷۴ با میزان ۱۳۱/۵۳ در بالاترین میزان خود بود. این وضعیت بیانگر تعداد بالای پج‌های شهری در محدوده شهر کرمانشاه است، اما با گذر به دوره بعدی و سال ۱۳۸۴ شاهد کاهش متریک LSI در شهر کرمانشاه هستیم به‌گونه‌ای که مقدار آن به ۶۳/۸۳ کاهش یافته است. این وضعیت بیانگر هم‌گرایی پج‌های شهری و فشرده شدن شکل شهر کرمانشاه در این دوره هستیم. اما در دوره بعدی باز میزان متریک LSI با افزایش همراه است به طوری که به عدد ۷۵/۱۶ در سال ۱۳۹۹ می‌رسد. این وضعیت بیانگر یک دوره پراکنده رویی و افزایش پج‌های شهری مجزا در شهر کرمانشاه است. متریک میانگین فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه، میانگین حداقل فاصله میان پج‌های یک کلاس کاربری خاص را ارائه می‌کند. جدول ۵، حاوی اطلاعات به‌دست‌آمده برای متریک ENN_MN در شهر کرمانشاه است. در این باره همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان این متریک در سال ۱۳۷۴ برابر ۱۳۰/۳۳ بوده است که در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۸۴ با افزایش همراه بوده و مقدار آن به ۱۲۴/۷۸ رسیده است. این وضعیت نمایانگر کاهش انزوای پج‌های شهری و گرایش به رشد فشرده در این دوره است. اما مجدداً در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۹۹ میزان متریک ENN_MN با افزایش همراه بود؛ به‌گونه‌ای که به بالاترین میزان خود رسیده، این وضعیت بیانگر یک دوره پراکنده‌رویی در شهر کرمانشاه است. متریک AWMPFD میزان نامنظم بودن یا پیچیدگی یک کلاس کاربری خاص را در سیمای سرزمین توصیف می‌کند. در این باره اطلاعات مربوط به متریک میانگین وزنی بعد فراکتال در شهر کرمانشاه آمده، همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، در سال ۱۳۷۴ این مقدار ۱/۴۶ بوده و شکل شهر کرمانشاه در این دوره در نامنظم‌ترین حالت خود است که با ورود به سال ۱۳۸۴ تمایل به منظم شدن شکل شهر کرمانشاه وجود داشته، به‌گونه‌ای که در سال ۱۳۸۴ میزان این شاخص به ۱/۴۲ رسیده است. اما مجدداً در دوره بعدی افزایش پیچیدگی و نامنظمی در شکل شهر کرمانشاه پدیدار گشته، به‌گونه‌ای که مقدار این شاخص به ۱/۴۴ رسیده است. در این باره باید گفت در سال‌های قبل از ۱۳۷۴ شهر کرمانشاه دارای رشد چشمگیر جمعیت بوده است از این رو محدوده شهر مدام در حال گسترش بوده است نبود برنامه ریزی منسجم و واگذاری زمین در حاشیه شهر نیز به این

از دیگر متریک‌های مهم در سیمای سرزمین متریک تعداد پج است. اطلاعات مربوط به متریک تعداد پج‌های شهری در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است. در این باره همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۴ تعداد پج‌های شهری در شهر کرمانشاه با تعداد ۱۵۶۷۶ پج در بالاترین میزان خود است و این وضعیت بیانگر رشد شهری پراکنده در پج‌های مجزا است. اما در دوره بعد با افزایش روند شهرنشینی پج‌های موجود به هم متصل شده‌اند و میزان آنها در سال ۱۳۸۴ به ۴۵۹۶ پج رسیده است اما مجدداً در دوره سوم در شهر کرمانشاه تمایل به افزایش تعداد پج‌ها مشاهده می‌شود و در سال ۱۳۹۹ پج‌های شهری در کرمانشاه به ۶۵۰۲ پج افزایش یافته‌اند. این روند بیانگر تمایل رشد فیزیکی شهر کرمانشاه در پج‌های جدید است. متریک تراکم پج‌های شهری یکی از متریک‌های مورد استفاده در این پژوهش است در این باره اطلاعات به‌دست‌آمده در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است و همان‌طور که قابل رؤیت است در سال ۱۳۷۴ این متریک با مقدار ۱۰۲/۶ در بالاترین میزان خود بوده در این دوره شهر کرمانشاه با افزایش لکه‌های شهری پراکنده همراه است؛ اما در سال‌های بعدی فرایند هم‌گرایی و ادغام پج‌های شهری شروع شده به طوری که در سال ۱۳۸۵ یعنی ده سال بعد با مقدار ۴۶/۹۶ به پایین‌ترین میزان خود می‌رسد که نمایانگر فشرده شدن شهر در این دوره است. اما در دوره بعدی ۱۳۹۹ مجدداً تراکم پج‌های شهری رو به افزایش گذاشته و به مقدار ۵۵/۵۲ رسیده است این وضعیت مبین شروع یک دوره پراکنده رویی در شهر کرمانشاه است. از دیگر متریک‌های مهم در این پژوهش متریک بزرگ‌ترین پج است. در این باره اطلاعات مربوط به متریک بزرگ‌ترین پج در شهر کرمانشاه در جدول ۵ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سال ۱۳۷۴ این متریک با مقدار ۳۰/۶۹ در پایین‌ترین میزان خود بوده که این وضعیت بیانگر کوچک بودن پج‌های شهری در این دوره است. اما با گذشت زمان و افزایش شهرنشینی این متریک در شهر کرمانشاه با افزایش همراه بوده؛ به طوری که در سال ۱۳۸۴ مقدار این متریک به ۴۲/۰۷ رسیده است که گویای رشد شهر کرمانشاه در پج‌های موجود است. این دوره شامل یک مرحله از رشد شهری فشرده در شهر کرمانشاه است، اما مجدداً در دوره بعدی سال ۱۳۹۹ مقدار این متریک با میزان ۳۸/۶۶ روند کاهش داشته که بیانگر رشد شهری در پج‌های جدید و پراکنده شهری است.

شاخص شکل سیمای سرزمین از دیگر شاخص‌های مورد

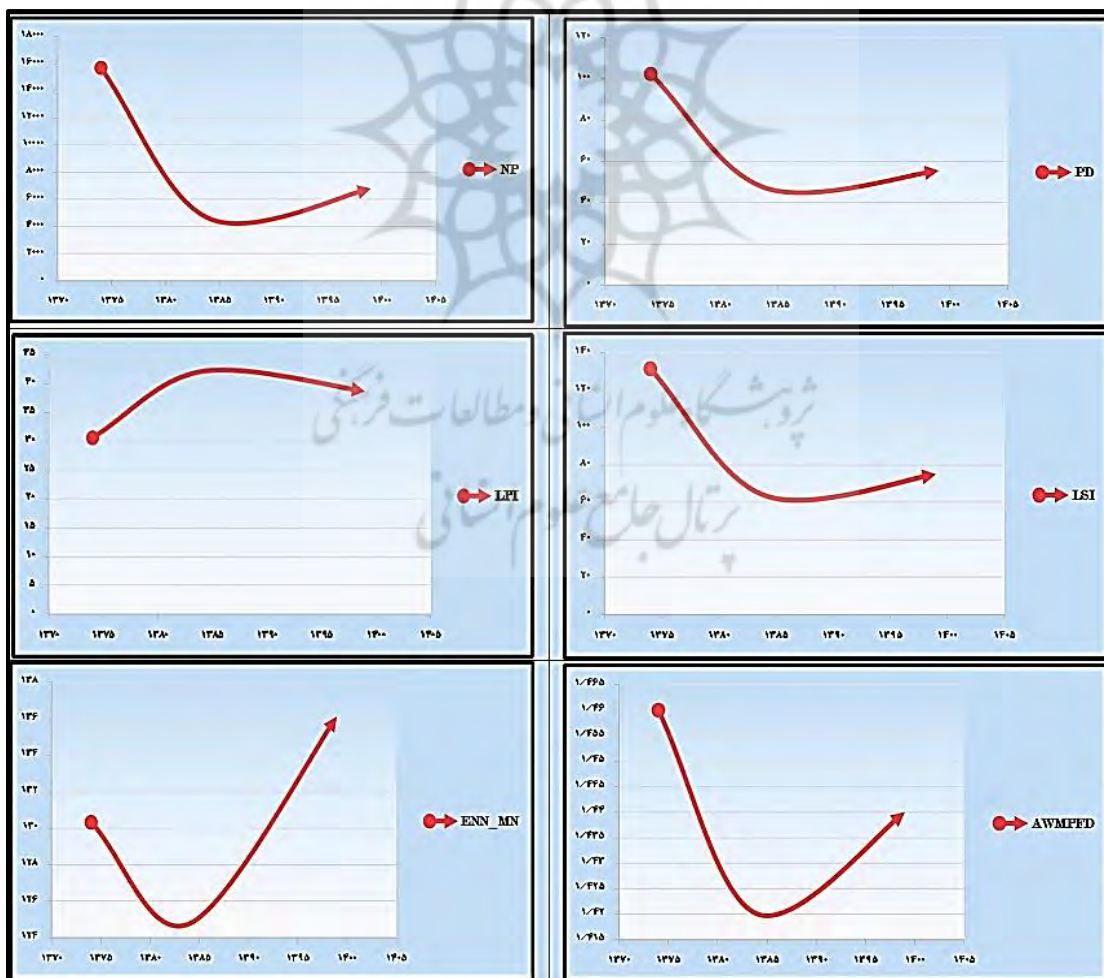
برنامه ریزی شهر شکل منسجم تری به خود گرفته است به گونه ای که مقادیر تمامی متریک ها گویای این واقعیت هستند.

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 می‌شود و روند

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

ردیف	نوع متریک	سال ۱۳۷۴	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۹۹
۱	تعداد پیچ‌های شهری	۱۵۶۷۶	۴۵۹۶	۶۸۰۲
۲	تراکم پیچ‌های شهری	۶/۱۰۲	۴۶/۹۶	۵۵/۵۲
۳	شاخص بزرگ‌ترین پیچ	۳۰/۶۹	۴۲/۰۷	۳۸/۶۶
۴	شاخص شکل منظر	۵۳/۱۳۱	۶۳/۸۳	۷۵/۱۶
۵	متریک فاصله اقلیدسی نزدیک‌ترین همسایه	۱۳۰/۳۳	۱۲۴/۷۸	۱۳۶/۱۲
۶	میانگین وزنی بعد فراکتال	۱/۴۶	۱/۴۲	۱/۴۴

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



شکل ۱۰. اشکال متریک های پژوهش

شهر کرمانشاه رشدی معادل ۶/۵۳ 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 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 میان‌افزا حرکت کرده است و شهر کمتر به اطراف پراکنش داشته و در دوره آخر مورد بررسی یعنی سال‌های ۱۳۹۵ به بعد میزان شاخص‌های پراکندگی با افزایش همراه بوده است و همان‌طور که در شکل ۱۱ قابل مشاهده است مسیر نمودار رو به سربالایی است. بنابراین این وضعیت حاکی از یک دوره پراکندگی اگرچه با مقیاسی کمتر در شهر کرمانشاه است.

برای بررسی میزان کلی پراکنده رویی در شهر کرمانشاه در طی ۲۵ 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 تا مقایسه متریک‌ها برای ما امکان‌پذیر شود. سپس اوزان هر متریک محاسبه شد و در متریک‌ها ضرب گردید و نتایج حاصل برای هر مقطع زمانی با یکدیگر جمع شده است. در این باره همان‌طور که در شکل ۱۱ نیز مشاهده می‌شود در دوره اول یعنی محدوده زمانی سال قبل از ۱۳۷۴ 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 حفاصل ۲ سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵ جمعیت

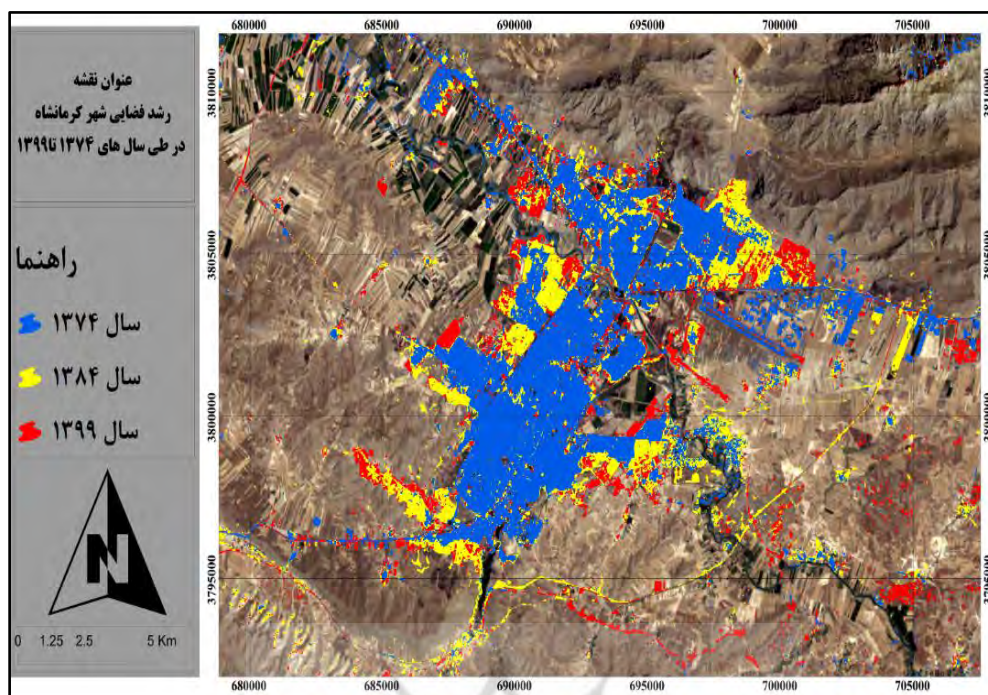
جدول ۶. وزن‌های محاسبه شده برای پراکنده رویی شهر کرمانشاه با استفاده از آن‌تروپی شانون

وزن کلی	شاخص‌ها							ردیف	سال
	PD	NP	AWMPFD	ENN-MN	LSI	LIP	PALAND		
۵۱۰۷/۰۹	۱۵/۰۶۰	۵۰۷۲/۹۳	۰/۰۰۰۲۳۲	۰/۱۹۸	۱۶/۳۱۹	۰/۶۲۴	۱/۹۵۹	۱۳۷۴	۱
۱۵۰۸/۴۲	۶/۸۹۳	۱۴۸۷/۳۷	۰/۰۰۰۰۲۲	۰/۱۸۹	۷/۹۱۹	۰/۸۵۳	۵/۲۵۰	۱۳۸۴	۲
۲۲۲۹/۰۱	۹/۱۴۹	۲۲۰۱/۲۴۰	۰/۰۰۰۲۲۳	۰/۲۰۶	۹/۳۲۵	۰/۷۸۶	۹/۳۴۱	۱۳۹۹	۳

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



شکل ۱۱. 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 متریک تعداد لکه‌های شهری نیز نشان داده که در سال ۱۳۷۴ به دلیل رشد افسارگسیخته شهر و نبود نظام برنامه‌ریزی متمرکز، 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 به‌دست‌آمده برای متریک 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 به‌شدت 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 فشرده پیش رفته است اما در دوره بعد یعنی سال ۱۳۹۹ مجدداً تمایل به افزایش تراکم پچ‌های شهری دیده می‌شود. محاسبات

بحث و نتیجه‌گیری

شهرنشینی یک پدیده پیچیده و پویا است که در سراسر جهان اتفاق می‌افتد. این روند به طور قابل‌توجهی 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 هم‌زمان با جمعیت‌پذیری شهرها در دهه‌های اخیر پذیرای مهاجران زیادی از اقصی‌نقاط شهرها و روستاهای اطراف خود بوده و رشد جمعیتی و فیزیکی قابل‌توجهی را در این دوره پشت‌سر گذاشته است این موضوع باعث گردید تا در این پژوهش با استفاده از داده‌های سنجش‌از‌دور و متریک‌های سیمای سرزمین رشد فیزیکی شهر مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. نتایج به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که مساحت شهر کرمانشاه در یک دوره ۲۵ سال (۱۳۷۴-۱۳۹۹) از ۸۵۳۰ هکتار به ۱۱۴۳۲ هکتار رسید؛ بنابراین سالانه رقمی معادل ۱۱۶/۰۸ هکتار بر وسعت این شهر افزوده شد. تحلیل‌های که از متریک‌های سیمای سرزمین به دست آمده، نشان می‌دهد که عمده رشد فضایی شهر کرمانشاه در اراضی کشاورزی پیرامون شهر بوده است. به طوری که متریک (PALND) نشان داد که درصد لکه‌های شهری در سال ۱۳۷۴ حدود ۵/۱۱ درصد از سیمای سرزمین را

در دوره های مختلف همچون الگوهای متمرکز و تک هسته ای، رشد پراکنده و پخشایش شهری و همگرایی شهری مطابقت داشته است.

پیشنهادهای پژوهش

۱. از آنجایی که اراضی کشاورزی حاشیه شهر کرمانشاه جزء 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 گردند 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، رحمت‌اله و رجبی، آزیتا (۱۳۹۴). تحلیل الگوی رشد شهر تهران با رویکرد بوم‌شناسی سیمای سرزمین. *پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*، ۳(۴)، ۴۰۷-۴۲۹.
- مرکز آمار ایران. *سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن سال‌های*، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵.
- منصوریان، حسین (۱۳۹۵). *پویش جمعیتی و الگوهای پوشش زمین در منطقه کلانشهری تهران. پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری*، ۴(۴)، ۶۱۳-۶۳۳.
- مهمیم‌میهمی، 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 فضا*، ۳۸(۱۰)، ۱۰۷-۱۲۶.
- نظریان، علی اصغر (۱۳۹۳). *پویایی نظام شهری در ایران. تهران: انتشارات مبتکران.*

برای متریک بزرگ‌ترین پیچ (LPI) نشان داد که در دوره اول بررسی شده شهر کرمانشاه در پیچ‌های کوچک و مجزا شکل گرفته است اما در دوره بعدی (۱۳۸۴) شهر به سمت یک پیچ شهری بزرگ پیش می‌رود، این دوره حاوی یک مرحله از رشد شهری فشرده در شهر کرمانشاه است اما در دوره بعدی (۱۳۹۹) متریک بزرگ‌ترین پیچ روبه کاهش می‌گذارد و شهر پراکنده‌تر می‌شود. متریک شکل منظر (LSI) نیز نشان داد که در دوره اول شهر در بالاترین میزان خود بوده و یک الگوی شهری ناهمگن حکم فرما بوده؛ اما در دوره بعدی و گذر به سال ۱۳۸۴ با همگرایی پیچ‌های مجزا الگوی فضایی شهر کرمانشاه به سمت یک شهر فشرده پیش می‌رود تا اینکه مجدداً در سال ۱۳۹۹ به دلیل افزایش پیچ‌های شهری مجزا متریک شکل منظر نیز با افزایش همراه می‌شود. آخرین متریک مورد بررسی در این پژوهش متریک میانگین وزنی بعد فراکتال است. اطلاعات به دست آمده برای این متریک بیانگر این 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 این روند در دوره بعدی سال ۱۳۹۹ حالت عکس به خود گرفته است. به‌طور 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 هستیم به‌گونه‌ای که شهر عمده‌تر در محدوده لکه‌های موجود رشد می‌کند و کمتر توسعه بیرونی داشته است. اما در دوره سوم (سال ۱۳۹۹) مجدداً شاهد شروع دوره‌ای از پراکندگی شهری هستیم، به‌گونه‌ای که در تمامی متریک‌های سیمای سرزمین تمایل به پراکندگی مشاهده می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش یان پین و ژن (۲۰۱۹) از نظر تبعیت رشد فیزیکی شهر از عوامل توپوگرافی و شرایط فیزیولوژیکی زمین مطابقت داشته است همچنین با نتایج پژوهش محمدیان مصمم و همکاران (۲۰۱۶) از نظر کاهش اراضی کشاورزی به دلیل توسعه شهری همخوانی داشته است و به‌طور کلی با نتایج منصوریان (۱۳۹۵)، کاویانی و همکاران (۱۳۹۴)، مهمیم‌میهمی 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 land conversions. *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-directohold-talks.

