



## Journal of Environmental Research

Vol. 14, No. 27, Spring & Summer 2023

Journal Homepage: [www.iraneiap.ir](http://www.iraneiap.ir)

Print ISSN: 2008-9597

Online ISSN 2008-9590

### Analysis of Urban Physical Growth in Karaj City

Document Type  
Research Paper

Aysan Imanpour Namin<sup>1</sup>, Esmail Salehi<sup>2\*</sup>, Esfandiar Zebardast<sup>3</sup>

Received  
2022/12/25

1. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran
3. School of Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

Accepted  
2023/06/12

DOI: 10.22034/eiap.2023.179861

#### Abstract

The city is not a fixed and inhabited phenomenon and due to human and natural activities and influenced by various factors, constantly changing shape, evolution and expansion in different dimensions. The purpose of this study is to identify the sustainability or unsustainability of the physical growth pattern of Karaj City and its analysis through quantitative models of Shannon and Holdern entropy coefficient. The research method used in this research is analytical-descriptive and quantitative models of Shannon and Holdern entropy coefficient have been used to measure the physical growth of the city. The ten regions of the Karaj have been studied between 1335 and 1395. The statistical population of the whole city has been studied in different years in terms of several indicators, which are the population of each region, the built-up area of each region, the total area, and also City area and per capita area. Alborz province is the second most rapidly migrating province in the country and Karaj city is the center of the province and the youngest metropolis of the country due to its location and special conditions is objectively faced with the phenomenon of sprawl growth and unsustainable development. The results show that Karaj city in terms of physical growth, in recent years, has faced much growth. As one can imagine the pattern of sprawl growth or uncontrolled horizontal expansion for this city. The amount of Shannon entropy for 1390 and 1395 are 2.4849 and 2.20374, respectively, which shows the horizontal growth during this 5-year period and the results of the Holdern model showed that during a period of 60 years, of the area added to the city of Karaj, out of a total of 100% increase, 108% was due to population growth and -8% was due to total per capita increase which indicates unsustainability. The results indicate the fact that this city is at a high level of scattering and is experiencing a very high level of disorder and population growth, and its physical development has been horizontal and beyond reasonable limits.

**Key words:** Urban Physical Growth Pattern, Urban sprawl, Sustainable Development, Holdern, Shannon Entropy

\*Corresponding author

Email: [tehranssaleh@ut.ac.ir](mailto:tehranssaleh@ut.ac.ir)

## Extended Abstract

### Introduction

This article discusses various research studies conducted on the topic of urban growth and development and its impact on land use changes also highlights the importance of observing sustainability principles and standards to prevent complications and problems in the city's structure and functions. Urban growth and development have become a global phenomenon in recent decades, leading to significant changes in land use. Today, the global transformation survey shows that 55% of the world's population lives in cities, compared to only 30% in 1950, and is expected to reach 61% by 2030 and 68% by 2050. According to the official statistics of the Statistical Center of Iran, the percentage of urbanization in Iran, as a developing country with rapid urbanization and the 18th most populous country in the world, has risen from 28% in 1300 to 74% in 1395 and 75.5% in 1398, and according to the World Bank's statistics over the past 50 years, the average growth rate of the percentage of the urban population of Iran has been almost double the global average. Karaj, one of the fastest-growing cities in the urban system of Iran, has been affected by significant demographic and physical changes in recent decades. Due to being close to the Tehran metropolis, this city has become one of the main population attraction poles in the region, and influenced by population growth and the arrival of immigrants, the unplanned construction process and severe physical-spatial changes in it have led to the sprawl and horizontal development of the city with dissociation of areas and sporadic applications. Accordingly, since the unruly expansion of Karaj city and the destruction of agricultural lands around it, along with the unusable abandonment of significant lands within the city, have led to the formation of formal settlement, the necessity of planning and guiding the future growth and expansion. This article aims to review various research studies conducted on urban growth and development and its impact on land use changes and also identify the sustainability or unsustainability of the physical growth pattern of Karaj City and its analysis through quantitative models of Shannon and Holdern entropy coefficient.

### Methodology

Different methods have been used to measure urban sprawl, including indicators such as density, disparity, dispersion, and accessibility. The studies reviewed in this article have used quantitative variables and models to measure the degree of dispersion from compactness and have identified several factors that affect dispersion, including economic corruption, land ownership, land grabbing, expensive housing, and housing shortage for low-income strata within the city limits. The type of this applied research and the research method used in this research is descriptive-analytical and considers the change of variables over time. In the first step, the theoretical basis of the research was obtained using the documentary-library method, and after selecting techniques and models for research through field observations and collecting information from relevant organizations, the comprehensive plan (strategic-structural) of Karaj city and statistical yearbooks and their classification were completed using direct observation method. Finally, by combining the information and using Shannon and Holdern entropy models to determine the current physical growth pattern of the city and then analyzing the data to test the hypothesis, Shannon and Holdren's entropy models were used to determine whether urban growth in Karaj city was due to population growth or because of widespread urban growth. The ten regions of the Karaj have been studied between 1335 and 1395. The statistical population of the whole city has been studied in different years in terms of several indicators, which are the population of each region, the built-up area of each region, the total area, and also City area and per capita area.

### Results and Discussion

The results show that Karaj City in terms of physical growth, in recent years, has faced much growth. As one can imagine, the pattern of sprawl growth or uncontrolled horizontal expansion for this city. The amount of Shannon entropy for 1390 and 1395 are 2.4849 and 2.20374, respectively, which shows the horizontal growth during this 5-year period and the results of the Holdern model showed that during a period of 60 years, of the area added to the city of Karaj, out of a total of 100% increase, 108% was due to population growth and -8% was due to total per capita increase which indicates unsustainability. The studies reviewed in this article have shown that urban sprawl is a complex and multidimensional problem that requires integrated management and oversight by responsible organizations and institutions, and it has several negative impacts on the environment and society, including increased traffic congestion, air pollution, and energy

consumption. Additionally, urban sprawl can lead to social inequality and exclusion, as low-income groups are often pushed to the outskirts of the city where they have limited access to essential services.

**Conclusion**

The results indicate the fact that this city is at a high level of scattering and is experiencing a very high level of disorder and population growth, and its physical development has been horizontal and beyond reasonable limits, and demonstrate that urban growth and development have significant impacts on land use changes. To address this issue, it is essential to adopt sustainable urban development practices that balance economic growth with social and environmental considerations. Sustainable urban development requires collaboration between government agencies, private sector organizations, civil society groups, and citizens. By doing so, we can ensure that our cities are livable, equitable, and sustainable for future generations.

## تحلیل رشد کالبدی شهر کرج

آیسان ایمان‌پور نمین<sup>۱</sup>، اسماعیل صالحی\*<sup>۲</sup>، اسفندیار زبردست<sup>۳</sup>

۱ دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
۲ دانشیار گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
۳ استاد دانشکده شهرسازی، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

### چکیده

شهر پدیده‌ای ساکن نیست و با فعالیت‌های انسانی و طبیعی و متاثر از عوامل مختلف در حال تغییر شکل، تحول و گسترش در ابعاد مختلف است. هدف این پژوهش شناخت پایداری یا ناپایداری الگوی رشد کالبدی شهر کرج و تحلیل آن از طریق مدل‌های کمی است. روش تحقیق توصیفی-تحلیلی بوده و با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن به تعیین الگوی موجود رشد فیزیکی شهر پرداخته است. مناطق ده‌گانه شهر کرج در فاصله سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت و جامعه‌ی آماری کل شهر کرج در سال‌های مختلف از نظر شاخص‌های جمعیت هر منطقه، مساحت ساخته شده هر منطقه، مساحت کلی و همچنین وسعت شهر و سرانه ناخالص مورد بررسی قرار گرفت. رشد جمعیت و گسترش سطح زیر پوشش بافت شهری کرج نمودی از فرآیند جذب جمعیت به مرکز سیاسی-خدماتی کشور است که باعث رشد و گسترش نامتعادل بافت شهری است و با موقعیت و شرایط خاص خود به طور عینی با پدیده پراکنده رویی مواجه است لذا برای تأیید این ادعا مورد مطالعه قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که شهر کرج رشد کالبدی فراوانی داشته و می‌توان الگوی رشد پراکنده یا گسترش افقی بی‌رویه را برای این شهر متصور شد. ضریب آنتروپی شانون برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۲/۴۸۴۹ و ۲/۲۰۳۷۴ می‌باشد که نشان دهنده رشد افقی طی دوره مطالعه پنج ساله است. نتایج مدل هلدرن نیز نشان می‌دهد که طی دوره ۶۰ ساله، از مساحتی که به پهنه‌ی شهر کرج اضافه شده است، از مجموع صد درصد افزایش، ۱۰۸ درصد ناشی از افزایش جمعیت بوده است و منفی ۸ درصد ناشی از افزایش سرانه کل شهری که نشان از ناپایداری دارد. نتایج نشان دهنده این واقعیت است که این شهر در سطح بالایی از پراکندگی و بی‌نظمی در رشد جمعیت است و توسعه فیزیکی آن افقی و فراتر از حد معقول است.

**کلید واژه‌ها:** الگوی رشد کالبدی شهر، پراکنده‌روی شهری، توسعه پایدار، هلدرن، آنتروپی شانون

## سرآغاز

شهر همچون یک موجود زنده، در طی حیات خود بر اثر عوامل مختلف تغییر کل و گسترش می‌یابد (Varesi et al., 2012). در بیشتر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه، ارزش اقتصادی شهرنشینی توسط شهرنشینی برنامه‌ریزی نشده و خود به خودی دایما در حال تضعیف شدن است که در گسترش مداوم مناطق حاشیه‌نشین، توسعه پراکنده و گسترده، افزایش نابرابری، خدمات ناکافی و مدیریت ضعیف محیط‌زیست منعکس می‌شود (World Cities Report, 2020). بهای چنین الگوهای توسعه‌ای با کاربرد ناپایدار منابع و نابرابری در شیوه‌ی زندگی پرداخت می‌شود. در کشورهای صنعتی، تحولات شهرنشینی و گسترش کالبدی شهرها همگام با فرآیند تدریجی صنعتی شدن، تحولات اقتصادی، تقاضای نیروی کار صنعتی، پیشرفت کشاورزی و تحولات آهسته‌ی جمعیتی بوده است اما در کشورهای در حال توسعه تحولات چرخه‌ی شهرنشینی از مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی پیروی نکرده است (Potter & Lloyd- Evans, 2005). چرا که امروزه بررسی تحولات جهانی حاکی از آن است که ۵۵ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند در حالی که این رقم در سال ۱۹۵۰ میلادی تنها ۳۰ درصد بوده است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ میلادی به ۶۱ درصد و تا سال ۲۰۵۰ میلادی درصد جمعیت شهرنشین جهان به رقم ۶۸ درصد برسد (World Cities Report, 2020).

در ایران نیز تحولات تاریخی شهرگرایی و شهرنشینی در دهه‌های گذشته چنان چشمگیر بوده است که روند رشد شهرنشینی در پی تحولات اقتصادی، اجتماعی، موجب رشد لجام گسیخته و بی‌قواره‌ی شهرهای با نقش ملی و ناحیه‌ای گردیده است (Mirkatoli et al., 2011). این امر منجر به شهرنشینی مقدم بر شهرسازی گشته و رشد کالبدی آن‌ها را به صورت ناموزون و پراکنده نموده است. لذا امروزه تغییرات رشد و گسترش شهرها به معضلی جدی بدل شده و لزوم توجه به مسایل شهری و به‌ویژه مسایل کالبدی آن در قالب چارچوبی علمی، اهمیت و ضرورت یافته است.

بنابر آمار رسمی مرکز آمار ایران درصد شهرنشینی در ایران به عنوان کشوری در حال توسعه با شهرنشینی سریع و هجدهمین کشور پرجمعیت جهان، از ۲۸ درصد در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی به ۷۴ درصد در سال ۱۳۹۵ و ۷۵/۵ درصد در سال

۱۳۹۸ رسیده است و طبق آمار بانک جهانی طی ۵۰ سال گذشته متوسط نرخ رشد درصد جمعیت شهرنشین ایران، تقریباً دو برابر میانگین جهانی بوده است (General population and housing census, 1395). تغییرات سریع و شتابان کالبدی و تحولات فضایی شهرها باعث شده تا امروزه شهرهای کشور توانایی حفظ ویژگی‌های سنتی و اصیل خود را نداشته باشند و بکارگیری اصول تازه و علمی بر کالبد آن‌ها و رشد و توسعه آینده‌شان با مشکلات بسیاری همراه باشد (Moosavi et al., 2017). گسترش افقی و پراکنده شهر که اصطلاحاً پراکنده‌روی<sup>(۱)</sup> نامیده می‌شود، پدیده‌ای است که در نیم قرن اخیر نه تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز اتفاق افتاده است (Safaralizadeh et al., 2013). پراکنده‌روی سبب شده است که شهرها به صورت افقی گسترش یابند و پیامدهای ناگوار زیادی را برای شهرها پدید آورده است (Ziari et al., 2012). عمده‌ترین ویژگی‌های این الگوی رشد عبارتند از: تراکم مسکونی پایین، گسترش نامحدود ساخت و سازها به سمت بیرون از مرزهای قانونی شهر، جدایی‌گزینی فضایی انواع کاربری‌های مختلف از طریق منطبقه‌بندی، توسعه قورباغه‌ای شکل شهر، مالکیت غیرمتمرکز زمین و برنامه‌ریزی کاربری اراضی، تسلط وسایل حمل و نقل خصوصی بر سیستم ترابری، افتراق حاکمیت بر کاربری‌های اراضی در بین حکومت‌های محلی مختلف، تنوع زیاد در ظرفیت مالی حکومت‌های محلی، تنوع نوار تجاری در بین شریان‌ها و جاده‌های اصلی و اتکای شدید به فرآیند فیلترینگ به منظور فراهم کردن مسکن برای گروه‌های کم درآمد (Burchell et al., 1998). در ایران سابقه پراکنده‌روی و گسترش افقی شهرها به بعد از سال‌های آغازین سده چهاردهم شمسی و هم‌زمان با شروع روند مدرنیزاسیون و آغاز تحولات شهری برون‌گرا و همراه با تزریق درآمدهای نفت و سرمایه‌گذاری‌های مختلف در بخش مسکن و زمین بر می‌گردد (Pour Ahmad et al., 2006). در واقع تا زمانی که الگوی رشد شهرها ارگانیک بوده و عوامل محلی و درون‌زا تعیین‌کننده‌ی رشد شهرها بودند، زمین شهری نیز کفایت کاربری‌های سنتی شهری را داده و فضاهای شهر به طور ارگانیک بر حسب شرایط اقتصادی و اجتماعی و امنیتی سامان‌دهی می‌شد. لیکن از زمانی که مبنای توسعه و گسترش شهرها ماهیتی برون‌زا به خود گرفته و شهرهای کشور در نظام

جمعیت در منطقه تبدیل شده است و تحت تاثیر رشد جمعیت و ورود مهاجران، روند ساخت و سازهای بدون برنامه و تغییرات شدید کالبدی- فضایی در آن سبب توسعه پراکنده و افقی شهر همراه با گسستگی مناطق و کاربری‌های پراکنده بوده است. بر این اساس و از آنجایی که گسترش بی‌قواره شهر کرج و تخریب زمین‌های کشاورزی اطراف آن همراه با بلااستفاده رها نمودن زمین‌های قابل توجهی در داخل شهر منجر به شکل‌گیری اسکان غیررسمی شده است لزوم برنامه‌ریزی و هدایت آگاهانه رشد و گسترش آتی شهر بیش از پیش اهمیت یافته است. با توجه به مباحث مطرح شده و در این راستا و با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این پژوهش تحلیل نحوه توسعه کالبدی این شهر توسط مدل‌های کمی و پی بردن به تاثیر شرایط فوق بر کالبد شهر می‌باشد.

رشد و توسعه شهری امری اجتناب ناپذیر است و برای پیشگیری از عوارض و معضلات غیر قابل جبران در ساختار و عملکردهای شهر رعایت اصول و معیارهای پایداری ضروری است. همواره تحقیقات متعددی در زمینه ارزیابی گستردگی شهری و تاثیر آن بر تغییرات کاربری اراضی و استفاده از روش‌های گوناگون به منظور سنجش پراکنده رویی شهری انجام گرفته است. زیرا، توجه به نحوه رشد فیزیکی شهر در ارتباط با توسعه پایدار و گستردگی شهر و پراکنده‌رویی شهری مشکلی پیچیده و چند بعدی می‌باشد و این موضوع در طول دو دهه‌ی اخیر به موضوع مورد بحث برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری بدل شده است. عده‌ای از پژوهشگران تفاوت‌هایی در شکل شهر به وسیله شاخص‌هایی مثل تراکم، تفرق، پراکندگی و دسترسی قائل شده‌اند. مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۱ چگونگی رشد شهر و پراکنده رویی را با معرفی ۸ شاخص مختلف در ۱۳ منطقه شهری بررسی نمود که عبارتند از: تراکم، تداوم یا پیوستگی، تمرکز، خوشه بندی، مرکزیت، هسته‌ای بودن، ترکیب کاربری‌ها و مجاورت. آن‌ها بر این باورند که تا زمانی که این الگوها در سطح پایینی باشند، شهر دچار رشد گسترده و افقی بوده و برعکس زمانی که این ابعاد در یک شهر بالا باشد، شهر رشد آرام بوده و کالبدی فشرده خواهد داشت (Glaster et al., 2001). مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۵ برای محاسبه‌ی درجه پراکنش از فشردگی، چهار متغیر کمی: اندازه‌ی متروپل، تراکم، درجه‌ی توزیع متعادل و درجه تجمع را به کار برد (Tsai, 2005). در سال ۲۰۰۷ نیز جهت سنجش نحوه رشد شهر در پژوهشی، پنج شاخص معرفی

اقتصادی جهانی جای گرفتند؛ سرمایه‌گذاری در بخش زمین شهری تشدید شده و به عنوان نقطه ضعف بازار خصوصی و بدون برنامه‌ی زمین، الگوی توسعه شهر را دیکته نمود (Majedi, 1999). وجود چنین نابسامانی‌ای در بازار زمین شهری و به‌ویژه بلا استفاده ماندن بخش وسیعی از اراضی داخل محدوده، گسترش افقی شهرها را در پی داشته است (Athari, 2000). محدود بودن نقش دولت محلی و جامعه‌ی مدنی در برنامه‌ریزی واقعی برای توسعه شهری در کشور همراه با تداوم برنامه‌ریزی از بالا به پایین، اجرای ضعیف برنامه‌ها در سطح دولت محلی و کنترل کم بر توسعه شهری ناشی از بازار همواره وجود دارد و این امر سبب شده است در ایران نیز مانند سایر مناطق خاورمیانه و آسیای غربی، برنامه‌های شهری توسط دولت تهیه شده و دولت محلی صرفاً نقش مشورتی داشته باشد (World Cities Report, 2020).

به مرور زمان و در پی رشد جمعیت و کمبود اراضی برای جانمایی سکونتگاه‌ها، پدیده پراکنده رویی (گسترش افقی شاخک‌های خزنده‌ی شهری بر اراضی پیراشهری) با پیامدهای ناگواری چون حاشیه نشینی، نابودی اراضی کشاورزی، افزایش جمعیت شهرها، عدم امکان پاسخگویی برخی از خدمات و کاربری‌ها در شهر، گسستگی بافت‌های فیزیکی، مشکلات محیط زیستی خصوصاً آلودگی و نابسامانی سیماهای شهری، پدیدار می‌گردد (Burchell et al., 1998). با وجود آگاهی از اثرات نامطلوب ناشی از گسترش شهری، این واقعیت را نیز باید قبول کرد که رشد افقی شهر و شهرنشینی، امری اجتناب ناپذیر اند (Hadavi, 2010). و مساله گسترش افقی شهرها در ایران شاید حادثه‌ی از بسیاری از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باشد که در دوران پس از انقلاب اسلامی، پیچیده‌تر نیز گردیده است. بنابراین تلاش‌ها باید در زمینه‌ی برنامه‌ریزی برای مناسب‌ترین راه استفاده از زمین‌های شهری تمرکز یابد تا هم نیازها و حقوق مردم برآورده شود و هم منابع طبیعی حفظ گردند (Soffianian et al., 2010).

شهر کرج به عنوان یکی از سریع‌الرشدترین شهرهای نظام شهری کشور ایران، متاثر از عوامل تاریخی حاکم بر آن دچار تغییرات محسوس جمعیتی و کالبدی در چند دهه‌ی اخیر شده است (Strategic and structural plan comprehensive of Karaj city, 2011) به گونه‌ای که این شهر با توجه به نزدیک بودن به کلان‌شهر تهران به یکی از اصلی‌ترین قطب‌های جاذب

سال ۱۳۹۲ نیز به منظور ارزیابی و پیش‌بینی گسترش افقی شهر قزوین با تاکید بر تغییرات کاربری اراضی به تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و گسترش کالبدی و فضایی شهر با تکنیک‌های سنجش از دور پرداخته شد و نتایج مطالعه نشان داد که بر اساس مدل هلدن نقش عامل جمعیت در افزایش مساحت ساخته شده این شهر ۵۸/۳۶ درصد و رشد نامتوازن شهری ۴۱/۴۶ درصد بوده است (Teimouri et al., 2014). برای سنجش گستردگی شهر و تاثیر آن بر تغییرات کاربری اراضی در شهر کرج طی دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۱ پژوهشی در سال ۱۳۹۵ با به کارگیری تکنیک‌های به روز و کارآمد سنجش از دور نشان داد که مساحت اراضی ساخته شده کلان‌شهر کرج از ۴۹۰۴ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۱۱۳۰۵ هکتار در سال ۱۳۹۱ رسیده است و همچنین بررسی گستردگی شهر با مدل هلدن نشان داد که عامل جمعیت بیشترین تاثیر را در طی ۲۸ سال گذشته در گسترش فیزیکی این شهر داشته و نقش عامل رشد بی‌قواره شهری را خنثی نموده است و نزدیکی مقدار آنتروپی شانون به میزان حداکثر نشان از رشد گسترده آن در مقطع زمانی مورد مطالعه دارد (Meshkini & Teymouri, 2017). در پژوهشی در سال ۱۳۹۲ به منظور تحلیل الگوی توسعه کالبدی- فضایی شهر سبزوار مشخص شد تراکم ناخالص جمعیتی شهر سبزوار طی دوره‌ای ۱۳ ساله بسیار کاهش یافته است که گویای رشد افقی شهر طی این دوره بوده و بررسی قاعده اندازه- تراکم نشان از بالا بودن نرخ رشد توسعه کالبدی شهر نسبت به نرخ رشد جمعیت شهری دارد. در این مطالعه کاهش شیب تراکم از مرکز به پیرامون نشانگر حومه‌ای شدن گسترش شهر بوده و اجرای مدل هلدن برای سال‌های مذکور بیانگر رشد افقی می‌باشد (۳۰ درصد رشد ناشی از رشد جمعیت و ۷۰ درصد ناشی از رشد افقی) (Hosseini & Ghadami, 2013).

### مبانی نظری

در ادامه و در راستای بیان مبانی نظری پژوهش پیش رو ذکر این نکته اهمیت دارد که شهرها همواره تحت تاثیر نیروها و عوامل گوناگونی شکل گرفته، گسترش یافته و مدام دچار تغییر می‌شوند. با گسترش شهرنشینی، گرایش به سمت حومه‌نشینی و گستردگی شهری به علت پراکندگی فضایی و جدایی کاربری اراضی در فضاهای شهری تاثیر مستقیمی بر جریانات شهری داشته است (Garcia-palomares, 2010). از میان دیدگاه‌ها و

گردید که عبارتند از: فشردگی، تمرکز، پیچیدگی، تخلخل (نرخ فضای باز) و تراکم و برای هر یک از این ابعاد مدل‌های کمی ارائه گردید (Huang et al., 2007). بعد از آن و در سال ۲۰۱۱ جهت ارزیابی پراکنش شهری و بررسی تغییرات کاربری اراضی در هند، تغییرات رشد شهر و جمعیت شهری بین سال‌های ۱۹۳۰ تا ۲۰۰۵ مورد بررسی قرار گرفت و مطالعه به این نتیجه رسید که تغییرات این دو عامل تا سال ۲۰۳۱ به احتمال زیاد مطابق با روند سابق است (Mishra et al., 2011). در پژوهشی دیگر نیز به مدل‌سازی پراکنده‌رویی شهر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور در شهر اجمر پرداخته شد و پس از بررسی ویژگی‌های فضایی و زمانی و متریک‌های چشم‌انداز و آنتروپی شانون همراه با روش‌های آماری چند متغیره جهت تعیین ارتباط بین پراکنده‌رویی شهر و عوامل مسبب آن محققین به این نتیجه رسیدند که توسعه اراضی شهر بیش از سه برابر رشد جمعیت است (Jat et al., 2008). در ایران نیز در سال ۱۳۸۸ مطالعه‌ای به تحلیل الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدن پرداخت که نتایج حاکی از رشد فشرده این شهر تا سال ۱۳۷۵ و پس از آن رشد بدقواره شهری (اسپرال) بوده است (Ebrahimzadeh & Rafiei, 2018). تحقیقی در سال ۱۳۹۰ جهت بررسی علل و عوامل موثر بر پراکنده‌رویی در حوزه شهری کرج چندین عامل مهم از جمله: فساد اقتصادی، ولع مالکیت زمین و زمین‌خواری، گرانی مسکن و کمبود مسکن برای اقشار کم‌درآمد در داخل محدوده شهر، تفاوت معنی‌دار قیمت زمین میان محدوده شهر و حریم شهر و فقدان مدیریت یکپارچه و تداخل وظایف سازمان‌ها و نهادهای مسئول و در نتیجه ضعف نظارت را مهم‌ترین عوامل موثر بر پراکنده‌رویی دانست (Shahsavarian, 2011). در سال ۱۳۹۱ نیز به منظور تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهر آمل به این نتیجه رسیدند که فرم شهر آمل با افزایش مساحت شهر و کاهش تراکم جمعیتی همراه با تغییر کاربری‌های زمین‌های مجاور شهر در دهه‌های اخیر پراکنده است (Seifeddini et al., 2012). پژوهشی در سال ۱۳۹۱ با تحلیل الگوی گسترش شهر به‌شهر براساس مدل‌های کمی (آنتروپی شانون و هلدن، ویلیامسون و ...) نشان داد که ۶۰ درصد از رشد فیزیکی شهر به‌شهر در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۵ مربوط به رشد جمعیت بوده و ۴۰ درصد باقی مانده مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است (Mokhtari Malekabadi et al., 2012). در

توصیف حومه‌نشینی در کشورهای پیشرفته و مملو از زمین آمریکای شمالی و استرالیا استفاده می‌شد و اکنون به پدیده‌ای جهانی تبدیل شده که بیشتر شهرهای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با آن روبه‌رو هستند (Hutchison, 2010). آن چنان که در دیکشنری آکسفورد پراکنده‌روی شهری، برهم زدن و غیر جذاب نمودن توسعه شهری یا منطقه صنعتی به سمت حومه شهر معنی شده است (Habibi, 2001) و فرهنگ لغت لانگمن ذیل واژه Sprawl چنین آورده است: گسترش با فاصله و غیرجذاب ساختمان‌ها در سطحی وسیع (Longman, 2009). سیف‌الدینی (۱۳۸۸) پراکنده‌روی را به معنای پخشایش کنترل نشده توسعه بر روی زمین روستایی یا زمین توسعه نیافته می‌داند که اغلب با تراکم‌های پایین و تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به کاربری‌های شهری همراه است (Seifedini, 2009) و عباس‌زادگان (۱۳۸۷) نیز آن را پراکنده شدن بافت رشد یافته یک شهر و حومه‌های آن بر روی اراضی روستایی اطراف یک ناحیه شهری تعریف کرده است (Abbaszadegan & Rostam Yazdi, 2008). تعاریف متعدد و اغلب مشابه از جمله گسترش بی‌مورد سکونتگاه‌ها در یک شهر (Caves, 2005) و ساخت و سازهای کم تراکم و بیشتر مسکونی که به عنوان توسعه بیرونی یک منطقه شهری و در فاصله‌ای دورتر از فاصله امکان‌پذیر برای پیاده‌روی ایجاد می‌شود (Kwan, 2010) مثالی از ده‌ها تعریف مطرح شده می‌باشند. در کل این پدیده را می‌توان مصرف بی‌رویه زمین، توسعه یکنواخت و بی‌وقفه، توسعه غیرمتداوم جهشی و استفاده‌ی ناکارآمد از زمین دانست (Piser, 2006). چنین گسترش بی‌رویه‌ای به عقیده اکثر نظریه‌پردازان امور شهری، کاملاً مخالف با اصول توسعه پایدار شهری بوده و اثرات منفی آن در تمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی بسیار بیشتر از آثار مثبت آن است و پیامدهای عمیق ذکر شده بر مصرف انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، تغییرات آب و هوایی و تخریب محیط‌زیست غیر قابل انکار است و یافته‌های حاصل از نمونه جهانی ۲۰۰ شهر با بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر سکنه نشان می‌دهد که بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۵، شهرهای کشورهای توسعه یافته سطح زمین شهری خود را ۱/۸ برابر افزایش داده‌اند در حالی که جمعیت شهری ۱/۲ برابر افزایش یافته است و نتایج حاکی از آن است که گسترش مناطق شهری در ارتباط با رشد جمعیت شهری با نسبت ۱/۵ افزایش یافته است. در کشورهای در حال توسعه نیز در مدتی مشابه کاربری زمین شهری ۳/۵

نظریات مختلف شهری که در باب الگوها و فرم‌های توسعه شهر مطرح شده‌اند، الگوهای توسعه فیزیکی شهر که به عنوان الگوهای توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در برهه‌ی خاصی از زمان تعریف می‌شوند به طور وسیعی از عناصر یا تیپ‌های مشابه و تکراری ساخته می‌شوند. این الگوها از شباهت‌های اساسی برخوردار بوده و می‌توانند یک مفهوم واحد را ایجاد کنند (Haghighat Naeini, 2010). الگوی توسعه فیزیکی شهر در کشورهای مختلف از تنوع زیادی برخوردار است اما به طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو دسته‌ی متراکم یا فشرده (Compact) و پراکنده یا گسترده (Sprawl) تقسیم نمود (Masnavi, 2003). الگوی توسعه پراکنده شهری جایگاهی ویژه و سابقه‌ای طولانی در تاریخ شهرسازی و شهرنشینی بشر داشته است. در سرتاسر تاریخ، هم‌چنان که شهرها از لحاظ اقتصادی کامل‌تر و پررونق‌تر می‌شدند تمایل آن‌ها به توسعه پیرامونی و کاهش تراکم نیز بیشتر می‌شد. اما آن‌چه که در قرن بیستم این پدیده را در کانون توجهات قرار داد، تبدیل الگوی توسعه پراکنده به پدیده‌ای انبوه بوده است و شاید بتوان مهم‌ترین حقیقت و مساله توسعه شهری عصر جدید را کاهش تراکم شهری و پراکنش توسعه شهری دانست (Hosseini & Ghadami, 2013). با توجه به این که گسترش فضایی شهرها نتیجه رشد جمعیت شهری و سایر عوامل زمینه‌ای است، امروزه چالش اصلی برنامه‌ریزی شهری، ایجاد مکانیزمی جهت هدایت یا کنترل زمان، میزان و مکان رشد شهری است. به عقیده محققان شهری پراکندگی شهری (چه از نوع حومه‌نشینی در آمریکای شمالی، چه حاشیه‌نشینی در آفریقا و چه کلان‌شهرسازی در آسیا و آمریکای لاتین) محصول مقررات برنامه‌ریزی نامناسب و ناکارآمد بوده و اتخاذ سیاست‌های پایدارتر مدیریت رشد شهری را -جایی که هم توسعه برنامه‌ریزی شده باشد و هم برنامه‌ریزی نقش اصلی را داشته باشد- ضروری می‌سازد. در سراسر جهان، گسترش مدیریت نشده شهری، که در آن ردپای شهری با سرعتی بیشتر نسبت به جمعیت در حال رشد است، تهدیدی بزرگ است و چنین پراکندگی کنترل نشده‌ای منجر به مالکیت بیشتر اتومبیل‌های شخصی، افزایش مسافت پیموده شده توسط اتومبیل، افزایش مسافت کل جاده‌های آسفالت، افزایش مصرف سوخت، تغییر در ساختارهای محیط‌زیستی و تبدیل زمین‌های کشاورزی یا روستایی به مصارف شهری می‌شود. پراکنده‌روی شهری<sup>(۲)</sup>، پدیده‌ای فضایی است که در ابتدا برای



### قلمرو جغرافیایی پژوهش

استان البرز دومین استان مهاجرپذیر و سریع‌الرشد کشور است و شهر کرج از تاریخ ۱۳۸۹/۴/۷ به عنوان مرکز این استان شناخته شده و عنوان جوان‌ترین کلان شهر کشور را به خود اختصاص داده است. وسعت و جمعیت کنونی شهر کرج، در چارچوب همسایگی با شهر تهران، زاده انتقال و تسری مسایل و مشکلات تهران به آن است. رشد شتابان جمعیت و گسترش روز افزون سطح زیر پوشش بافت شهری کرج نمودی از فرآیند جذب جمعیت به مرکز سیاسی- خدماتی کشور است که در نبود فرصت‌ها و امکانات اسکان در مرکز (تهران) به ناگزیر در نزدیک‌ترین فاصله از آن و در شهر کرج مستقر شده است. از این رو فرآیند سلسله مراتبی مذکور که در گام نخست در مجهزترین کانون شهری همجوار تهران یعنی کرج و در گام‌های بعدی با کاهش فرصت‌ها و امکانات اسکان در آن، در شهرهای کوچک‌تر و روستاها به وقوع می‌پیوندد پیامدهای نامطلوب چندگانه‌ای دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ۱. رشد و گسترش نامتعادل بافت شهری و افزایش روز افزون فاصله‌ی سطوح موجود و مورد نیاز عملکردهای خدماتی ۲. پیدایش و شکل‌گیری کانون‌های سکونتی حاشیه‌ای در اراضی بلافصل شهر و روستاهای نزدیک به آن ۳. تبدیل روستاهای بزرگ نزدیک به شهر به کانون‌های سکونتی نیمه شهری نیمه روستایی فاقد زیرساخت‌های مورد نیاز جمعیت که این امر در میان مدت زمینه‌ساز افزایش تعداد شهرهای کوچک می‌گردد و در نهایت ۴. افزایش کاذب بهای زمین، ساختمان و مسکن، و رونق بورس‌بازی و دلالتی زمین و ساختمان که زمینه ساز تخریب باغات و زمین‌های کشاورزی و ایجاد انگیزه برای ساخت و ساز در آن‌ها می‌باشد. لذا برآیند این چهار پیامد تحمیل بار خدماتی بیش از پیش به شهری است که از تامین نیازهای خدماتی ساکنان خود ناتوان بوده و ناگزیر باید همان سرمایه ناچیز را با ساکنان دیگر کانون‌های وابسته خود تقسیم کرده و زیان‌بارترین و جبران‌ناپذیرترین ضایعه‌های محیطی را به بار آورد. کرج شهری است در کوهپایه البرز مرکزی با شیب عمومی شمال به جنوب، که بارزترین ناهمواری موضعی آن تپه مرادآب واقع در شمال شرقی شهر و مهم‌ترین سطوح سبز و یکپارچه شهر در امتداد رودخانه کرج، باغ‌های فرمانداری، باغ سبب و باغ‌های جنوبی مهر شهر می‌باشد. هم‌چنین شاخه‌های زیادی از رودخانه کرج جدا شده و به صورت نهرها و مسیل‌های

برابر افزایش یافت، در حالی که جمعیت شهری یک برابر یا دو برابر شد. این نشان می‌دهد که گسترش شهری نسبت به رشد جمعیت شهری ۳/۵ برابر افزایش یافته است. یافته‌ها در این سطح باقی نمانده و پیش‌بینی می‌شود گسترش مناطق شهری در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه با ضریب ۱/۹ و ۳/۷ به ترتیب بین سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ رشد کند و تا سال ۲۰۳۰ انتظار می‌رود که شهرها سه برابر سال ۲۰۰۰ زمین را تحت پوشش قرار دهند، در حالی که بسیاری از مناطق گسترش یافته کانون‌های اصلی تنوع‌زیستی را تحت پوشش قرار می‌دهند (World Cities Report, 2020). مهم‌ترین دلیل رشد پراکنده‌ی شهر، افزایش جمعیت شهرنشین (در اثر رشد طبیعی یا مهاجرت) و یا نبود، کمبود یا قابل دسترس نبودن فضای لازم برای سکونت در داخل فضای موجود شهر و در نتیجه نیاز به فضای بیشتر برای اسکان است (Nazmfar et al., 2017). که به صورت کم تراکم و ناپیوسته به طرف پهنه‌های خارج از محدوده و نواحی حومه شهری گسترش می‌یابد (Saghaei et al., 2015). محققان شهری مهاجرت را نیروی محرکه‌ی شهرنشینی می‌دانند و طبق آمار از هر هفت نفر جمعیت کره زمین یک نفر مهاجر است که سهم عمده‌ای در شهرنشینی دارند، خواه به صورت جنبش مهاجرت از روستا به شهر در داخل کشورها و خواه تجمع مهاجران بین‌المللی در شهرهای جهانی. در کشورهای پیشرفته، مهاجرت بین‌المللی حدود یک سوم رشد شهری را تشکیل می‌دهد و به طور فزاینده‌ای مناطق شهری را به فضاهایی ناهمگون، چند قومی، چند فرهنگی و چند زبانه تبدیل می‌کند. از سویی دیگر پراکنده رویی شهری مجموعه‌ای از مسایل اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی را تحت تاثیر قرار داده (Frenkel, 2004) و موجب از بین رفتن اراضی کشاورزی می‌گردد. اگر چه از نظر نظریه‌پردازان شهری، پراکنده رویی شهر پدیده‌ای منفی و مضر برای شهرها به حساب می‌آید اما وقوع این پدیده در بسیاری از شهرها امری اجتناب‌ناپذیر است (Sasang Guite, 2019) و در نهایت مجموعه بسیار گسترده دلایل وقوع این پدیده را می‌توان در سه دسته کلی جای داد، فقدان مبانی آمایش سرزمین، رشد جمعیت شهرنشین کشور در دهه‌های اخیر در مقیاس جهانی و قوانین تملک و واگذاری زمین شهری در مقیاس کلان.

اول با استفاده از روش اسنادی- کتابخانه‌ای مبانی نظری تحقیق به دست آمده و پس از انتخاب تکنیک و مدل‌ها برای تحقیق از طریق مشاهدات میدانی و جمع‌آوری اطلاعات از سازمان‌های مربوطه، طرح جامع (راهبردی- ساختاری) شهر کرج و سالنامه‌های آماری و دسته‌بندی آن‌ها، با استفاده از روش مشاهده مستقیم به تکمیل اطلاعات موجود اقدام شد. در نهایت با ترکیب اطلاعات و با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدن به تعیین الگوی موجود رشد فیزیکی شهر پرداخته و سپس با تجزیه و تحلیل اطلاعات جهت آزمون فرضیه تحقیق از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدن استفاده شده است تا مشخص گردد که رشد شهری در شهر کرج ناشی از رشد جمعیت بوده است یا به دلیل رشد گسترده شهری. برای این امر مناطق ده گانه شهر کرج در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفته است. جامعه آماری کل شهر کرج در سنوات مختلف از نظر شاخص‌های زیر مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌ها عبارتند از جمعیت هر منطقه، مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) هر منطقه، مساحت کلی (هر کدام از مناطق) و همچنین وسعت شهر و سرانه ناخالص.

### – مدل‌های توصیفی و تحلیلی گسترش شهر

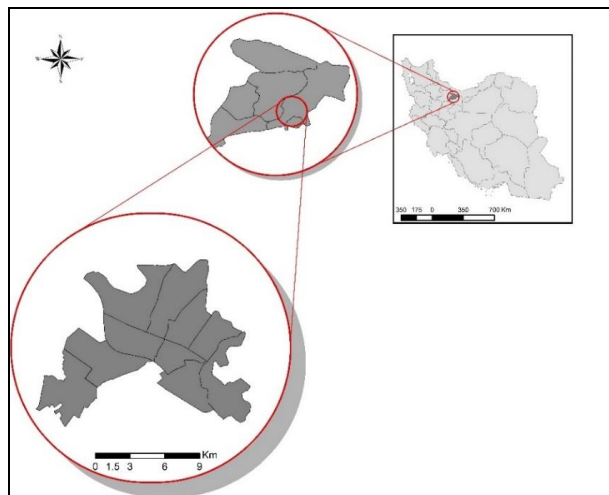
از آنجایی که اخیراً ضرورت استفاده از روش‌های کمی به عنوان ابزاری جهت طبقه‌بندی و تحلیل سیستماتیک الگوهای رشد شهری ثابت شده است، پژوهشگران به منظور تحلیل شکل شهر و برنامه‌ریزی برای چگونگی گسترش کالبدی آینده آن به استفاده از مدل‌های مختلفی چون آنتروپی شانون، هلدن و سایر مدل‌ها و ضرایب به بررسی فرم شهری پرداخته‌اند. بر این اساس در این مقاله از دو مدل آنتروپی شانون و هلدن برای بررسی الگوی توسعه کالبدی- فضایی شهر کرج کمک گرفته شده است.

### – آنتروپی شانون

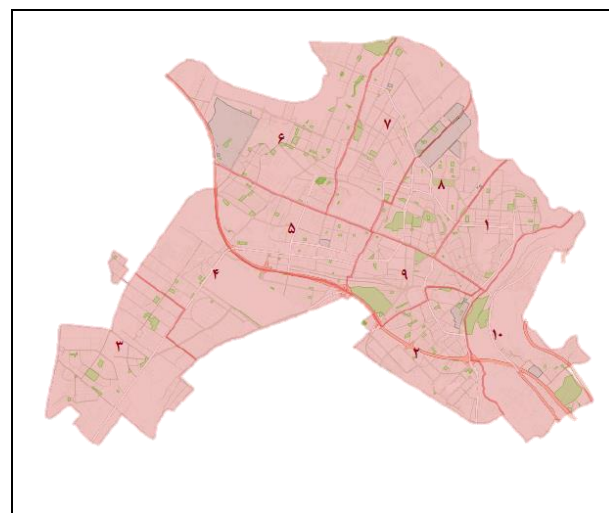
از این مدل برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری استفاده می‌گردد. ساختار کلی مدل به شرح زیر است (Hekmatnia & Mousavi, 2006):

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i * \ln(p_i) \quad (1)$$

فصلی در بخش‌های مختلف شهر جاری می‌باشند. به طور کلی محدوده شمالی این شهر در دامنه ارتفاعات پر شیب مستقر است که این امر زمینه ساز گشایش دید و منظری مناسب می‌باشد. شکل‌های (۱ و ۲) موقعیت قرارگیری شهر کرج در کشور و منطقه بندی شهر را نشان می‌دهند.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر کرج (منبع: نگارنده)



شکل (۲): منطقه بندی شهر کرج (منبع: نگارنده)

### روش پژوهش

انتخاب روش انجام تحقیق رابطه‌ای بسیار نزدیک با هدف و ماهیت موضوع مورد تحقیق و امکانات اجرایی آن دارد. با توجه به این مساله، نوع این تحقیق کاربردی- توسعه‌ای و روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش توصیفی- تحلیلی و با توجه به تغییر متغیرها طی زمان می‌باشد. بدین صورت که در مرحله

مقدار  $\ln(n)$  بیانگر توسعه فیزیکی پراکنده شهری است. در واقع زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار  $\ln(n)$  بیشتر باشد، رشد گسترده شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است. به همین منظور داده‌های آماری وسعت هر یک از مناطق شهری کرج در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ مورد استفاده قرار گرفته است.

در این رابطه  $H$  بیانگر مقدار آنتروپی شانون،  $P_i$  نسبت مساحت ساخته شده (تراکم مسکونی) منطقه  $I$  به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق و  $n$  مجموع مناطق است. ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا  $\ln(n)$  است، که در آن مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است در حالی که

جدول (۱): تعداد جمعیت، وسعت و تراکم جمعیتی شهر کرج به تفکیک مناطق (۱۳۹۰)

۱۳۹۰			
منطقه	جمعیت	مساحت (هکتار)	تراکم (نفر در هکتار)
۱	۱۲۴۵۷۱	۸۵۹/۴	۱۴۴/۹۵
۲	۱۵۲۸۶۸	۱۱۱۹/۷	۱۳۶/۵۲
۳	۱۶۰۲۲۶	۱۲۶۷/۹۲	۱۲۶/۳۶
۴	۱۲۰۱۹۸	۱۶۵۰/۱۷۸	۷۲/۸۳
۵	۲۰۲۲۱۲	۱۰۵۰	۱۹۲/۵۸
۶	۲۱۳۱۹۱	۱۸۰۰	۱۱۸/۴۳
۷	۱۳۳۴۸۸	۶۶۴/۲۷۱	۱۹۹/۴۴
۸	۸۲۰۲۰۷	۹۹۹/۸۹	۸۲۰/۲۹
۹	۹۸۸۰۹	۶۰۰/۰۵۸	۱۶۴/۶۶
۱۰	۱۸۷۹۸۹	۱۶۹۵/۲۳	۱۱۰/۸۹
۱۱	۷۲۶۱۷	۸۸۳/۶۴۲	۸۲/۱۷
۱۲	۶۷۴۳۷	۱۲۲۹/۶۶	۵۴/۸۴
کل	۱۶۱۴۶۲۶	۱۳۷۸۴/۹۴۹	۱۱۷/۱۲۹

(General population and housing census, 1390)

جدول (۲): محاسبه ارزش آنتروپی شانون در نواحی ۱۲ گانه شهری کرج در سال ۱۳۹۰

منطقه	مساحت (هکتار)	$P_i$	$\ln(P_i)$	$\ln(P_i) * P_i$
۱	۸۵۹/۴	۰/۰۶۲۳۴	-۲/۷۷۵۱	-۰/۱۷۲۹۹
۲	۱۱۱۹/۷	۰/۰۸۱۲۲	-۲/۵۱۰۵	-۰/۲۰۳۹۰
۳	۱۲۶۷/۹۲	۰/۰۹۱۹۷	-۲/۳۸۶۲	-۰/۲۱۹۴۵
۴	۱۶۵۰/۱۷۸	۰/۱۱۹۷۰۸	-۲/۱۲۲۶	-۰/۲۵۴۰۹
۵	۱۰۵۰	۰/۰۷۶۱۷۰	-۲/۵۷۴۷	-۰/۱۹۶۱۱
۶	۱۸۰۰	۰/۱۳۰۵۷	-۲/۰۳۵۸	-۰/۲۶۵۸
۷	۶۶۴/۲۷۱	۰/۰۴۸۱۸	-۳/۰۳۲۸	-۰/۱۴۶۱۲
۸	۹۹۹/۸۹	۰/۰۷۲۵۳	-۲/۶۲۳۷	-۰/۱۹۰۲۹
۹	۶۰۰/۰۵۸	۰/۰۴۳۵۲	-۳/۱۳۴۵	-۰/۱۳۶۴
۱۰	۱۶۹۵/۲۳	۰/۱۲۲۹۷	-۲/۰۹۵۸	-۰/۲۵۷۷
۱۱	۸۸۳/۶۴۲	۰/۰۶۴۱۰	-۲/۷۴۷۳	-۰/۱۷۶۱
۱۲	۱۲۲۹/۶۶	۰/۰۸۹۲۰	-۲/۴۱۶۸	-۰/۲۱۵۵
کل	۱۳۷۸۴/۹۴۹	$\sum P_i = 1$		-۲/۴۳۴۴۵

جدول (۳): تعداد جمعیت، وسعت و تراکم جمعیتی شهر کرج به تفکیک مناطق (۱۳۹۵)  
(General population and housing census, 1395)

۱۳۹۵			
منطقه	جمعیت	مساحت (هکتار)	تراکم (نفر در هکتار)
۱	۱۳۲۲۶۹	۸۸۳/۴۴۸	۱۴۹/۷۱۹
۲	۱۱۳۷۲۹	۱۱۱۹/۳۱	۱۰۱/۶۰۶
۳	۹۷۶۸۱	۱۷۳۱/۱۶	۵۶/۴۲۵
۴	۱۲۴۱۷۵	۱۶۵۷/۲۴	۷۴/۹۲۸
۵	۲۱۱۶۲۷	۱۱۶۵/۷۹	۱۸۱/۵۳۱
۶	۲۳۵۷۱۸	۱۹۶۰/۷۱	۱۲۰/۲۲۰
۷	۱۶۸۰۳۴	۱۷۴۴/۹۲	۹۶/۲۹۹
۸	۱۲۷۸۶۶	۱۰۳۳/۴۵	۱۲۳/۷۲۷
۹	۹۵۱۸۹	۶۶۰/۹۱	۱۴۴/۰۲۷
۱۰	۷۲۱۲۸	۱۵۸۱/۴۳	۴۵/۶۰۹
کل	۱۳۷۸۴۱۶	۱۳۵۳۸/۳۸۲۹	۱۰۱/۸۱۵

جدول (۴): محاسبه ارزش آنتروپی شانون در نواحی ۱۰ گانه شهری کرج در سال ۱۳۹۵

منطقه	مساحت (هکتار)	Pi	Ln (Pi)	Ln (Pi) * Pi
۱	۸۸۳/۴۴۸	۰/۰۶۵۲۵	-۲/۷۲۹۵	-۰/۱۲۸۰۹
۲	۱۱۱۹/۳۱	۰/۰۸۲۶۷	-۲/۴۹۲۸۹	-۰/۲۰۶۰۸
۳	۱۷۳۱/۱۶	۰/۱۲۷۸۷	-۲/۰۵۶۷	-۰/۲۶۲۹۹
۴	۱۶۵۷/۲۴	۰/۱۲۲۴۱	-۲/۱۰۰۳	-۰/۲۵۷۰۹
۵	۱۱۶۵/۷۹	۰/۰۸۶۱۱	-۲/۴۵۲۱۲	-۰/۲۱۱۱
۶	۱۹۶۰/۷۱	۰/۱۴۴۸۲	-۱/۹۳۲۲	-۰/۲۷۹۸۲
۷	۱۷۴۴/۹۲	۰/۱۲۸۸۸	-۲/۰۴۸۸	-۰/۲۶۴۰
۸	۱۰۳۳/۴۵	۰/۰۷۶۳۳	-۲/۵۷۲۶۸	-۰/۱۹۶۳۷
۹	۶۶۰/۹۱	۰/۰۴۸۸۱	-۳/۰۱۹۸۲	-۰/۱۴۷۳۹
۱۰	۱۵۸۱/۴۳	۰/۱۱۶۸۱	-۲/۱۴۷۲۰	-۰/۲۵۰۸۱
کل	۱۳۵۳۸/۳۸	$\sum P_i = 1$		-۲/۲۰۳۷۴

**هلدرن**

در دهه‌های اخیر شهرها به شکلی بی‌برنامه رشد کردند و محدوده‌های شهری در مدت کوتاهی به چندین برابر وسعت اولیه خود رسیدند و توسعه آن‌ها در قطعاتی مجزا، بدون برنامه‌ریزی و جسته و گریخته بود. شهر کرج در طول سال‌های اخیر در طول زمان رشدی نامتوازن و به شکل پراکنده داشته است. یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن رشد بدقواره شهری استفاده از روش هلدرن است. با استفاده از این روش می‌توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بدقواره شهری بوده است. این مدل اولین بار توسط هلدرن در سال ۱۹۹۱ برای محاسبه نسبت

جمعیت به هر منبع مورد استفاده دیگر به کار گرفته شد (Beck, 2003). هلدرن در این مدل از فرمول سرانه ناخالص زمین استفاده کرده است که مراحل معادلات این مدل به شرح زیر است (Hekmatnia & Mousavi, 2006):

$$a = \frac{A}{P} \quad (۲)$$

در این رابطه سرانه ناخالص (a) برابر است با حاصل تقسیم مساحت زمین (A) به مقدار جمعیت (P). پس نتیجه می‌شود که:  $A = P \times a$  (۳)

براساس روش هلدرن، اگر طی دوره زمانی  $\Delta t$  جمعیت با رشدی برابر  $(\Delta P)$  افزایش پیدا کند و سرانه مصرف زمین با  $(\Delta a)$  تغییر

و از آنجایی که  $\ln(1+X)$  برای مقادیر کمتر از  $X$  برابر است با  $X$ ، معادله بالا را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$gP = (1/t) \ln(Pt/P0) \quad (8)$$

چنین شکل از استنتاج نرخ رشد را می‌توان برای وسعت زمین ( $A$ ) و سرانه کاربری زمین ( $a$ ) نیز نوشت:

$$gA = (1/t) \ln(At/A0) \quad (9)$$

$$ga = (1/t) \ln(at/a0) \quad (10)$$

بنابراین براساس سه معادله‌ی نرخ رشد می‌توان معادله هلدن را به شکل مقابل نوشت:

$$gp + ga = gA \quad (11)$$

حال با جایگزینی فرمول‌های نرخ رشد سه متغیر جمعیت، مساحت و سرانه، برای میزان رشد و نسبت مقادیر پایان دوره و آغاز دوره متغیرهای  $P$ ،  $a$  و  $A$  طی فاصله زمانی، در آخرین رابطه خواهیم داشت:

$$\ln\left(\frac{P_f}{P_p}\right) + \ln\left(\frac{P_f a_f}{P_p a_p}\right) = \ln\left(\frac{A_f}{A_p}\right) \quad (12)$$

که در آن  $P_f$ : جمعیت پایان دوره،  $P_p$ : جمعیت شروع دوره،  $P_f a_f$ : سرانه ناخالص پایان دوره،  $P_p a_p$ : سرانه ناخالص شروع دوره،  $A_f$ : وسعت شهر در پایان دوره،  $A_p$ : وسعت شهر در شروع دوره و  $\ln$ : لگاریتم عدد نپرین است. بنابراین مدل هلدن نشان می‌دهد چه مقدار از رشد کالبدی شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار آن مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است. (Hekmatnia & Mousavi, 2006).

### یافته‌ها

#### – تحولات تاریخی، اجتماعی و اقتصادی

شهر کرج تا سال ۱۳۴۵ سیمای باغ شهری داشته است و با رشد مهاجرت، تخریب باغات و اراضی سبز از سوی و انتقال آب کشاورزی به تهران، خشکیده شدن باغات و سر برآوردن محلات جدید شهری، ساخت‌وساز غیراصولی در امتداد جاده مواصلاتی تهران به قزوین و اتصال منظومه‌های چندگانه‌ی پیرامون در حاشیه‌ی شهر کرج، تبدیل به کرج امروزی شده است. یکی از عمده‌ترین چالش‌های اساسی پیش روی این شهر، توسعه فیزیکی آن بوده که از دیرباز باعث از بین رفتن باغات و اراضی کشاورزی و افزایش هزینه‌ی خدمات شهری شده است. در اولین سرشماری عمومی نفوس و مسکن، که در سال ۱۳۳۵ انجام شد، در محدوده‌ای که شهر کرج نام گرفته بود ۱۴۵۲۶ نفر شمارش

یابد، کل اراضی شهری با  $\Delta A$  افزایش می‌یابد که با جایگزینی در رابطه قبل داریم:

$$A + \Delta A = (P + \Delta P) \times (a + \Delta a) \quad (4)$$

با جایگزینی دو رابطه قبلی و تقسیم کردن آن بر  $A$  می‌توان تغییرات مساحت محدوده ( $\Delta A/A$ ) تبدیل به شهر شده را طی فاصله زمانی  $\Delta t$  به دست آورد.

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta a}{a} + \left(\frac{\Delta P}{P}\right) \times \left(\frac{\Delta a}{a}\right) \quad (5)$$

در این حالت این رابطه کاملاً کلی است و هیچ فرضی را درباره مدل رشد یا دوره زمانی بیان نمی‌کند. در فاصله یک سال به یک سال درصد افزایش  $P$  و  $a$  کم است، بنابراین می‌توان از دومین عبارت در این رابطه صرف نظر کرد. بدین ترتیب با پیروی از مدل هلدن، رابطه آخری بیان می‌کند که درصد رشد وسعت یک شهر ( $100 * \frac{\Delta A}{A}$ ) با حاصل جمع درصد رشد جمعیت ( $100 * \frac{\Delta P}{P}$ ) و

درصد رشد سرانه ناخالص ( $100 * \frac{\Delta a}{a}$ ) برابر است. به عبارت دیگر این رابطه برابر است با:

درصد کل رشد وسعت شهر = درصد کل رشد جمعیت شهر + درصد کل رشد سرانه ناخالص

بر این اساس، طبق روش هلدن سهم رشد جمعیت از مجموع زمین (اسپرال)، از طریق نسبت تغییر درصد کل جمعیت در یک دوره به تغییر درصد کل وسعت زمین در همان دوره به دست می‌آید که می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

سهم رشد جمعیت = درصد کل رشد جمعیت / درصد کل رشد وسعت زمین

در مورد سرانه زمین به همان شکل می‌توان به کار برد:

سهم سرانه کاربری زمین = درصد کل رشد سرانه کاربری زمین / درصد کل رشد وسعت زمین

هلدن براساس مدل رشد جمعیت، یک مدل عمومی رشد برای تکمیل مدل خود به شکل زیر ارائه می‌دهد:

$$pt = p0(1 + gp)t \quad (6)$$

در این معادله همواره سالی به عنوان سال پایه یا آغاز دوره و سالی به عنوان سال پایان دوره در نظر گرفته می‌شود و  $P_t$  جمعیت در زمان  $t$ ،  $P$  جمعیت اولیه،  $g_p$  میزان رشد جمعیت طی فاصله زمانی است. برای حل  $g_p$  می‌توان از این رابطه استفاده نمود:

$$\ln(1 + g_p) = \left(\frac{1}{t}\right) \ln\left(\frac{P_t}{P_0}\right) \quad (7)$$

اندازی خط مترو تهران- کرج سبب انتقال سرریز جمعیت تهران به کرج شد (Ojaghlu, 2016). در سال ۱۳۸۰ منطقه پیشاهنگی از کرج جدا شده و در محدوده کمال شهر قرار گرفت. به این ترتیب جمعیت کرج بزرگ در محدوده جدید و بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵ به ۱۳۸۶۰۳۰ نفر افزایش یافت. پس از رسیدن جمعیت شهر در سال ۱۳۹۰ به ۱۶۱۴۶۲۴ نفر، در سال ۱۳۹۲ دو شهر جدید فردیس و مشکین دشت از محدوده شهر جدا شده و منطقه‌بندی ۱۲ گانه این شهر دچار تغییراتی گردید (مطابق شکل ۲). بنابراین، در حال حاضر مناطق ۱۰ و ۳ سابق به طور کامل از محدوده شهر جدا شده‌اند و در سرشماری‌ها و منطقه‌بندی‌های اخیر، ۱۰ منطقه جدید ایجاد شده است که منطقه ۱۰ فعلی همان منطقه ۱۱ سابق بوده و منطقه ۳ فعلی همان منطقه ۱۲ سابق می‌باشد. در نهایت بر اساس آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵ این شهر جمعیتی برابر با ۱۳۷۸۴۱۶ نفر دارد. جدول (۵) جمعیت شمارش شده شهر کرج را در سرشماری سال‌های مختلف و شکل زیر نیز آخرین تقسیمات منطقه‌بندی این شهر را نشان می‌دهد.

توسعه اقتصادی، رشد صنعت و رشد تکنولوژی، کاهش سکونتگاه‌های مولد، از بین رفتن اراضی کشاورزی و بسیاری عوامل دیگر نشان‌دهنده گستردگی روز افزون شهرها است. اگرچه افزایش جمعیت علت اولیه گسترش سریع شهرها محسوب می‌شود، لیکن به دلیل عدم توسعه متوازن همه ارکان توسعه (اعم از اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، محیط زیستی و ...)، شهر دچار پراکنده‌رویی می‌گردد که این پراکندگی اثرات نامطلوبی بر محیط طبیعی و فرهنگی جوامع گذاشته و موجب تحمیل هزینه‌های سنگین (در حوزه‌های مختلف تاسیسات و تجهیزات، محیط‌زیستی، کالبدی، اجتماعی و ...) برای شهرها گردیده است. به منظور ارزیابی روند رشد کالبدی شهرها، روش‌ها و مدل‌های مختلفی توسط دانشمندان این رشته ارائه شده است. در کشورهای در حال توسعه، در مورد شکل و الگوی رشد فیزیکی شهر از مدل‌های کمی برای اندازه‌گیری نیز به ندرت استفاده شده است. در این پژوهش، به صورت نمونه موردی، شهر کرج مورد مطالعه قرار گرفته که نتایج در ادامه ارائه می‌گردد.

شدند و می‌توان گفت آغاز تحولات این شهر از این سال بوده است و طی مدت ده سال جمعیت این شهر سه برابر رشد نمود و در مقایسه با سایر شهرهای کشور در آن دوره بالاترین رشد سالانه جمعیت را داشت. رشد طبیعی جمعیت همراه با مهاجرپذیری، که سبب گسترش نقاط جمعیتی اطراف کرج گردید مهم‌ترین عامل توسعه شهر در این دوره بود. نزدیکی به شهر تهران و واقع شدن بر سر راه مهم‌ترین شاهراه ارتباطی کشور و همچنین نزدیکی به کانون‌های مختلف صنعتی و خدماتی و برخورداری از شرایط اقلیمی مناسب موجب گردید تا این شهر همواره در زمره کانون‌های مهم جاذب جمعیت در سطح کشور قرار گیرد و به این ترتیب محدوده آن نیز به طور مداوم گسترش یافت (Strategic and structural plan (comprehensive) of Karaj city, 2011). طی سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۵۵ جمعیتی بالغ بر نود هزار نفر به شهر اضافه شد و جمعیت به ۱۳۷۹۲۶ نفر رسید که مهم‌ترین دلیل این رشد جمعیت، ورود انبوه مهاجران از سایر شهرها بود. پس از وقوع انقلاب در سال ۱۳۵۷ کرج نیز از نتایج حاصل از اتخاذ تصمیمات انقلابی تاثیر پذیرفت و به دلیل مجاورت با هسته مرکزی انقلاب و قابلیت‌های طبیعی و بسترسازی‌های صورت گرفته در دوره پهلوی نظیر احداث کارخانه‌ها و شهرک‌های صنعتی و مسکونی در آن، بیش از پیش تبدیل به یکی از نقاط جاذب مهاجرینی شد که از مناطق مختلف کشور به سمت پایتخت روانه شده بودند (Firouzbakht et al., 2012). با شروع جنگ تحمیلی نیز روند مهاجرت‌ها افزایش یافت و کرج در آن دوره پذیرای بخش قابل توجهی از مهاجرین جنگی شد؛ در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵، شهرک‌های گوهر دشت (رجایی شهر) و مهر شهر در شهر کرج ادغام شدند و جمعیت شهر به ۲۷۵۱۰۰ نفر در سال ۶۵ رسید. گرانی مسکن و زمین در تهران و افزایش سرمایه‌گذاری‌های کلان صنعتی و گسترش بخش خدمات در کرج و به طور کلی مساعد بودن این شهر برای سکونت از مهم‌ترین عوامل هجوم مهاجران به این شهر در این دهه می‌باشد. در آغاز دهه ۷۰، توجه دولت وقت به نقاط پیرامونی و سرمایه‌گذاری در این نقاط افزایش یافت و این امر تا حدودی و برای مدتی روند مهاجرت‌ها را کاهش داد؛ اما ناکافی بودن سرمایه‌گذاری‌ها و همچنین بروز خشکسالی در این مناطق، مجدداً مهاجران را به سمت پایتخت و مناطق پیرامونی آن به ویژه کرج روانه ساخت. همچنین شروع گسترش عمودی شهر توأم با گسترش افقی آن بود و در اواخر دهه‌ی هفتاد نیز راه

جدول (۵): تغییرات جمعیت و مساحت شهر کرج طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵

سال	جمعیت (نفر)	افزایش جمعیت نسبت به دهه قبل	مساحت شهر (km2)	افزایش مساحت نسبت به دهه قبل	تراکم (نفر در هکتار)	سرانه شهری (m2)
۱۳۳۵	۱۴۵۲۶	---	۲	---	۷۲/۶۳	۱۳۷/۶۸۴
۱۳۴۵	۴۴۲۴۳	۳/۰۴ برابر	۱۰	۵ برابر	۴۴/۲۴	۲۲۶/۰۲۴
۱۳۵۵	۱۳۷۹۲۶	۳/۱۱ برابر	۳۰	۳ برابر	۴۵/۹۷	۲۱۷/۵۰۷
۱۳۶۵	۲۷۵۱۰۰	۱/۹۹ برابر	۵۰	۱/۶۶ برابر	۵۵/۰۲	۱۸۱/۷۵۲
۱۳۷۵	۹۴۰۹۶۸	۳/۴۲ برابر	۱۰۰	۲ برابر	۹۴/۰۹	۱۰۶/۲۷۳
۱۳۸۵	۱۳۸۶۰۳۰	۱/۴۷ برابر	۱۳۰	۱/۳ برابر	۱۰۶/۶۱	۹۳/۷۹۳
۱۳۹۰	۱۶۱۴۶۲۴	۱/۱۶ برابر	۱۳۷/۸۵	۱/۰۶ برابر	۱۱۷/۱۲	۸۵/۳۷۵
۱۳۹۵	۱۳۷۸۴۱۶	۰/۸۵ برابر	۱۳۵/۳۸	۰/۹۸ برابر	۱۰۱/۸۱	۹۸/۲۱۶

جدول‌های (۳ و ۵) نشان می‌دهند که با توجه به مدل آنتروپی شانون که ارزش مقداری آن بین صفر تا یک است و با توجه به بررسی نسبت رشد پراکنده رویی مناطق چندگانه کرج، حد نهایی برای آنتروپی طبق فرمول (Mousavi, 2006) معادل  $2/4849$  برای سال ۱۳۹۰ و  $2/3025$  برای سال ۱۳۹۵ محاسبه شده است، لذا با توجه به این که مقدار آنتروپی شهر کرج در سال ۱۳۹۰ برابر با  $2/20374$  بوده است، نزدیک بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر بیانگر پراکنش افقی شهر در این دوره می‌باشد. همچنین با توجه به این که مقدار

آنتروپی شهر کرج در سال ۱۳۹۵ برابر با  $2/43445$  محاسبه شده است، این امر نشان می‌دهد که طی این دوره نیز گسترش فیزیکی شهر باز هم پراکنده‌تر و غیر متراکم‌تر گردیده است. در ادامه برای بررسی جامع‌تر رشد پراکنده شهری از مدل تکمیلی دیگری هم استفاده می‌شود. نتایج مدل هلدن برای شهر کرج در طی دوره زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ یعنی دوره زمانی ۶۰ ساله به صورت زیر است. با توجه به آخرین فرمول، خواهیم داشت (وسعت شهر به متر می‌باشد).

$$\text{Ln} \left( \frac{\text{وسعت شهر در سال 95 به هکتار}}{\text{سرانه ناخالص سال 95 به متر}} \right) + \text{Ln} \left( \frac{\text{جمعیت سال 95}}{\text{جمعیت سال 35}} \right) = \text{Ln} \left( \frac{\text{وسعت شهر در سال 35 به هکتار}}{\text{سرانه ناخالص سال 35 به متر}} \right) \quad (13)$$

$$\text{Ln} \left( \frac{1378416}{14526} \right) + \text{Ln} \left( \frac{98/216}{137/684} \right) = \text{Ln} \left( \frac{13538/3829}{200} \right)$$

$$\text{Ln} (94/893) + \text{Ln} (0/7133) = \text{Ln} (67/6919)$$

$$4/5527 - 0/3378 = 4/2149$$

نتایج حاصل از مدل هلدن نشان دهنده این مطلب است که طی دوره مورد مطالعه، توسعه فضایی کلان شهر کرج کاملاً ناشی از رشد جمعیت بوده است (۱۰۸ درصد ناشی از رشد جمعیت و منفی ۸ درصد ناشی از توسعه پراکنده شهری) و علت منفی شدن اثر رشد گسترده شهر، افزایش حدود ۹۵ برابری جمعیت این شهر در طول ۶۰ سال می‌باشد که باعث خنثی شدن اثر عامل رشد بی‌قواره شهری در رشد فیزیکی شهر شده است همچنین این امر منجر به افزایش تراکم ناخالص جمعیت و کاهش سرانه ناخالص زمین شهری نیز شده است.

حال با استفاده از رابطه‌های؛ سهم رشد جمعیت = درصد کل رشد جمعیت / درصد کل رشد و وسعت زمین و سهم سرانه کاربری زمین = درصد کل رشد سرانه کاربری زمین / درصد کل رشد وسعت زمین، سهم‌های درصد توزیع رشد جمعیت و درصد توزیع رشد سرانه ناخالص زمین شهری، در رشد مساحت شهر، با تقسیم هر طرف رابطه به قسمت سمت راست تساوی (نسبت لگاریتم طبیعی وسعت شهر در پایان دوره به آغاز دوره) به دست می‌آید.

$$1/0.801 - 0/0.801 = 1$$

### بحث و نتیجه‌گیری

شهرنشینی بدون برنامه‌ریزی و کنترل تهدیدی برای پایداری محیط‌زیست بوده و منجر به گسترش بی‌رویه شهرها، تغییرات برگشت ناپذیر کاربری زمین، از دست دادن تنوع زیستی، مصرف بیش از حد منابع انرژی و تغییر الگوهای مصرف و افزایش سطح آلودگی‌ها و انتشار کربن می‌گردد. این امر در صورت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح، می‌تواند فرصتی برای رفع این چالش‌ها و کمک به محیط‌زیست فراهم کرده و از طریق نوآوری در انرژی، الگوهای استقرار پایدار، تغییر در رفتار و سبک زندگی و بهبود محیط‌زیست باعث افزایش سلامت، رفاه و بهره‌وری منابع گردد. بنابراین، در راستای شناختی که پیش زمینه هر نوع برنامه‌ریزی است و جهت بررسی توسعه کالبدی شهر کرج، از آنجایی که این شهر به جهت داشتن موقعیت مکانی و شرایط خاصی که بیان گردید به صورت عینی با پدیده پراکنده رویی (با توجه به ویژگی‌های ذکر شده در بخش مبانی نظری) رو به رو است، به منظور تایید این ادعا از دو مدل هلدن و آنتروپی شانون برای شناسایی این پدیده در کرج استفاده شد که نتایج بیانگر این واقعیت است که این شهر در سطح بالایی از پراکنده رویی بوده و با بی‌نظمی و رشد جمعیت به شدت بالایی مواجه است و توسعه کالبدی آن به صورت افقی و خارج از حد و اندازه معقول بوده است. چرایی این امر را می‌توان به دنبال افزایش جمعیت این شهر، بیش از نرخ طبیعی آن و جذب جمعیت مهاجر در دوره‌های مختلف تاریخی به عنوان شهری مهاجرپذیر در منطقه و عدم نظارت صحیح بر رشد و گسترش فیزیکی، کالبدی توسعه شهرک‌های اقماری و محلات حاشیه‌ای جدید با وجود زمین‌های خالی داخل شهر دانست. این مسایل در کنار قیمت ارزان زمین در مناطق حاشیه‌ای و سوداگری و بورس‌بازی در آن سبب از بین رفتن بخش بزرگی از اراضی کشاورزی شده است. با توجه به نتایج مدل‌های مورد استفاده در تحقیق، شهر کرج دارای رشدی افقی است که این امر از نظر مفهومی و با توجه به پیشینه‌ی نظری، می‌تواند شهر را به سمت ناپایداری توسعه سوق دهد و چون سیستم مدیریت شهری در برخورد با مساله مسکن، ازدیاد جمعیت و افزایش مهاجرت، کارآمد نبوده و جوابگوی تغییرات سریع و نابهنگام آن نیست چنین ناپایداری در توسعه می‌تواند از نظر محیط زیستی (به دلیل تخریب زمین‌های کشاورزی اطراف شهر و ...)، اقتصادی (به دلیل هزینه‌های انتقال تاسیسات و تجهیزات و زیرساخت‌ها همراه با کاهش درآمد شهرداری‌ها و ...)،

اجتماعی (به دلیل از هم گسیختگی انسجام اجتماعی محلات شهری و جدایی‌گزینی اقشار کم درآمد در بخش‌های جنوبی شهر و اقشار پر درآمد در بخش شمالی و ...) و سایر مولفه‌ها، ناپایدار باشد. بنابراین، به مانند تحقیقات مشابه بیان شده در بخش پیشینه تحقیق، در این مطالعه نیز تحلیل الگوی گسترش شهر با بهره بردن از مدل‌های کمی (شانون و هلدن)، تغییر و تحولات شهر در طول زمان و روند گسترش شهر را به خوبی مورد بررسی و ارزیابی قرار داده است. نتایج حاصل از این مدل‌ها نشان‌دهنده تحولات دهه‌ها رشد مساحت و جمعیت شهر کرج بوده است و در کنار بررسی عوامل موثر بر آن، بستری برای تصمیم‌گیری‌های آتی در زمینه هدایت توسعه فیزیکی شهر با به کارگیری سیاست‌های مناسب مدیریت شهری در اختیار مدیران و تصمیم‌گیران شهری قرار می‌دهد. چنان که سرریز جمعیت مهاجر و رشد قارچ گونه محلات غیررسمی در حومه‌ی شهر کرج بعدها با تصمیمات مختلف مدیریتی به تدریج به محدوده خدماتی شهرداری پیوسته‌اند و در آخرین تغییرات و تصمیمات در پی گستردگی لجام گسیخته این شهر، تصمیم بر جدایی مناطق ۱۰ و ۳ سابق و ادغام آن‌ها با شهر فردیس شده است که این امر منجر به تغییراتی در آمارها شده است. به منظور جلوگیری، کاهش و یا تغییر این الگوی توسعه، راهکارهایی پیشنهاد می‌گردد که حاصل مطالعه سوابق پژوهشی و نظرات متخصصین امر در این شهر و مطالعات میدانی و اسنادی صورت گرفته در این زمینه می‌باشد.

۱. تهیه طرح به روز با توجه به قدیمی بودن طرح جامع راهبردی- ساختاری موجود (زیرا مسئولین، نبود طرح الزامی فرادست را موجب از هم گسیختگی برنامه توسعه شهر می‌دانند).
۲. لزوم بازبینی در طرح تفصیلی به منظور تغییر در کاربری‌ها و توسعه ساخت و سازها در درون و پیشگیری از تخلفات ساختمانی در اراضی فاقد اسناد و مالکیت رسمی (با توجه به وجود زمین‌های خالی در داخل شهر و همچنین رشد اسکان غیررسمی و برنامه‌ریزی جهت احداث شهرک‌های مسکونی جدید) جهت ایجاد سیستم‌های منطقه بندی انعطاف پذیرتر که با محیط اقتصادی- اجتماعی حاکم بر این شهر مطابقت دارند چرا که به کمک پروانه‌های ساختمانی و نقشه‌های اصلی که ابزارهای نظارتی هستند، می‌توان به مقابله با پراکندگی پرداخت.
۳. تغییر در معیارهای منطقه‌بندی تراکمی که زمینه‌های افزایش



برای شهر بلکه به منزله‌ی فرصت نگاه کنند تا مجموعه متنوعی از مهارت‌ها، ابزارها، دیدگاه‌ها، ارتباطات و سرمایه‌های همراه این جمعیت منجر به رشد جمعی شده و فرصت‌های رشد بیشتری را برای همه شهروندان ایجاد نماید.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش مستخرج از رساله دکتری بوده و با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (insf) انجام شده است.

### یادداشت‌ها

1. Sprawl
2. Urban Sprawl

تراکم در مناطق کم تراکم را فراهم آورده و منجر به تعدیل بازار مسکن می‌گردد.

۴. تهیه طرحی مبنی بر تعیین کمربندی برای توسعه شهر همراه با حفظ زمین‌های مرغوب کشاورزی و باغی (اکثراً رشد اسکان غیررسمی در همین زمین‌های مرغوب کشاورزی صورت می‌گیرد) زیرا، توسعه برنامه‌ریزی شده شهر ارزش محیط یستی فوق‌العاده‌ای ایجاد کرده و جلوگیری از توسعه پراکنده شهر با حفاظت از مناطق طبیعی و کشاورزی می‌تواند تنوع‌زیستی را از طریق سبزشازی شهری ارتقا دهد.

۵. تهیه طرح ساماندهی اسکان غیررسمی همراه با راهکارهای اجرایی؛ و در پایان این که مدیران و برنامه‌ریزان شهر کرج به عنوان شهری که میزبان مهاجران زیادی است باید بتوانند جمعیت مهاجر را برای دامن زدن به تنوع فرهنگی، شکوفایی و کارآفرینی ادغام کرده و به مهاجران نه به عنوان یک بار

### فهرست منابع

- Abbaszadegan, M., & Rostam Yazdi, B. 2008. Application of Smart Growth Strategies to Tackle the Effects of Urban Sprawl in the City of Yazd. *Technology of Education Journal (TEJ)*, Volume 2, number 4, 233-248. (In persian)
- Athari, K. 2000. Towards the effectiveness of government intervention in the urban land market. *Housing Economics*, number 30. (In persian)
- Bavand consulting engineers and Pars Bom consulting engineers. 2011. Strategic and structural plan (comprehensive) of Karaj city. (In persian)
- Beck, R., Kolankiewicz, L., & Camarota, S. A. 2003. Outsmarting smart growth. Center for Immigration Studies, Washington DC
- Burchell, R.W., Shad, N.A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., Davis, J.S., Moore, T., Helton, D., & Gall, M. 1998. The costs of sprawl-revisited (No. Project H-10 FY'95).
- Caves, R. W. (Ed.). 2005. *Encyclopedia of the City*. Taylor & Francis.
- Ebrahimzadeh, A., & Rafiei, Q. 2018. An analysis of the physical-spatial expansion pattern of Marvdasht city using Shannon and Holdren entropy models and presenting the optimal future expansion pattern. *Human Geography Research*, Volume 42, Number 69. 123-138. (In persian)
- Firouzbakht, A., Parhizgar, A., & Rabiei Far, V. 2012. Strategies of the environmental structure of the city with the approach of sustainable urban development (case study: Karaj city). *Human geography research quarterly*, number 44(Summer 1391), 213-239. (In persian)
- Frenkel, A. 2004. The potential effect of national growth-management policy on urban sprawl and the depletion of open spaces and farmland. *Land Use Policy*, 21, 357-369.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. 2001. Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, 12(4), 681-717.
- García-Palomares, J. C. 2010. Urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid. *Journal of Transport Geography*, 18(2), 197-213.

- Habibi, S. & Asadi, N. 2011. Causes, results and methods of controlling urban sprawl. *Procedia Engineering*, 21, 133-141.
- Hadavi, F. 2010. Investigating the physical-spatial development of Zanjan city in order to organize it optimally using GIS technique. Master's Thesis of Geography and Urban Planning, Payam Noor Sari University. (In persian)
- Haghighat Naeini, G. 2010. Sustainable Urban Forms 'Concept and Historical City' (Case Study: A Survey of Esfahan Desert Urban Settlements). *Journal of Architecture and Urban Planning*, Volume 2, Number 3. 41-56. (In persian)
- Hekmatnia, H. & Mousavi, M.N. 2006. the application of the model in geography with an emphasis on urban and regional planning, first edition, Alam Navin Publications, Yazd. (In persian)
- Hosseini, H. & Ghadami, M. 2013. Analysis of the physical-spatial development pattern of Sabzevar city. Geographical space. Volume 13, Number 44. 219-240. (In persian)
- Huang, J., Lu, X. X., & Sellers, J. M. 2007. A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 82(4), 184-197.
- Hutchison, R. 2010. *Encyclopedia of urban history*. Green Bay, university of Wisconsin.
- Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D. 2008. Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10(1), 26-43.
- Kwan, R. 2010. *The dictionary of urbanism*. Translation by: Yalda Blarak, 2nd edition, Parham Naghsh Publications. Tehran. (In persian)
- longman dictionary of contemporary English. 2009. London: pearsonal education limited.
- Majedi, H. 1999. Land is the main issue of urban development. *Abadi*, number 33. (In persian)
- Masnavi, M. 2003. Sustainable development, and the new urban paradigms: the compact city and urban dispersal theories. *Journal of environmental studies*, 29(31), 89-104. (In persian)
- Meshkini, A., & Teymouri, A. 2017. Analyzing urban sprawl and Its impact on land use changes, case study: Karaj. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 9(17), 375-387. (In persian)
- Mirkatoli, J., Ghadami, M., Mahdian, B. M. & Mohammadi, S. 2011. Study and survey of trend and physical-space expansion of Babolsar city with using Shannon's Entropy and Holdern models. *Journal of the studies of human settlements planning (journal of geographical landscape)*, volume 6, number 16, 26-29. (In persian)
- Mishra, M., Mishra, K. K., Subudhi, A. P., Phil, M., & Cuttack, O. 2011. Urban sprawl mapping and land use change analysis using remote sensing and GIS. In *Geospatial World Forum*.
- Mokhtari Malekabadi, R., Ajzashokouhi, M. & Ghasemi, Y. 2012. Analyzing development model of Behshahr based on quantitative models for regional planning. *Research and urban planning*, volume 3, number 8. 93-112. (In persian)
- Moosavi, M. S., Habib, F., & Majedi, H. 2017. Re-identification of spatial-physical characteristics of old texture of city in Iran. *Hoviatshahr*, volume 10, number 4, 19-28. (In persian)
- Nazmfar, H., Esmaili, A. & Eshghi Chahar Burj, A. 2017. Investigating the trend of sparwl urban growth with an emphasis on density indicators of smart growth (case study: the four regions of Urmia city). *Journal of geography and environmental studies*. Volume 6, Number 22. 7-20. (In persian)
- Ojaghlu, R. 2016. Investigating the course of historical developments of Karaj metropolis. The 4th International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran. (In persian)
- Peiser, R. 1970. Decomposing urban sprawl. *Town planning review*, 72(3), 275-299.
- Potter, R. B. & Lloyd-Evans, S. 2005. Translation: Irandoost, K.; Dehghan Manshadi, M. & Ahmadi, M. *City in the developing world*. Publications of the Organization of Municipalities and Villages of the country. (In persian)

- Pour Ahmad, A., Hatami Nejad, H. & Hosseini, H. 2006. Pathology of urban development plans in the country. *Geographical Research*, Volume 38, Number 58. 167-180. (In persian)
- Results of the General Census of Population and Housing (1390 and 1395) of Karaj city, Statistical Center of Iran. Alborz provincial planning deputy publication. (In persian)
- Safaralizadeh, E., Hoseinzadeh, R., & Mokhtari, R. 2013. An analyze of smart growth patterns in fourteen areas of Isfahan metropolitan, Based on regional planning models. *Journal of Urban - Regional Studies and Research*, Volume 5, number 19, 65-82. (In persian)
- Saghaei, M., Nowruzpour Mehrian, p. & Abbasi, P. 2015. An analysis of the physical and spatial expansion pattern of Yasouj city. *Geography and environmental studies*. Volume 3, Number 12. 35-44. (In persian)
- Sasang Guite, L.T. 2019. Assessment of urban sprawl in Bathinda city, India, *Journal of Urban Management*, 8, 195-205.
- Seifeddini, F. 2009. Fundamentals of urban planning. Aizh Publications. (In persian)
- Seifeddini, F., Ziari, K., Pourahmad, A. & Nikpour, A. 2012. Explaining the distribution and compactness of urban form in Amol with the approach of sustainable urban form. *Human geography research quarterly (geographical researches)*. Volume 44, Number 80. 155-176. (In persian)
- Shahsavarian, M. 2011. Investigating the causes and factors affecting the sprawl in the urban area of Karaj and providing a suitable model to control it. Master's thesis, regional planning. Allameh Tabatabai University, Tehran. (In persian)
- Soffianian, A., Nadoushan, M. A., Yaghmaei, L. & Falahatkar, S. 2010. Mapping and analyzing urban expansion using remotely sensed imagery in Isfahan, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 9 (12), 1370-1378.
- Teimouri, A., Rabieifar, V., Hadavi, F. & Hadavi, M. 2014. Evaluating and Predicting Horizontal Expansion of the City of Qazvin Emphasizing the Land-Use Changes from 1986 to 2011. *Economics and urban management*, Volume 2, Number 5. 15-27. (In persian)
- Tsai, Y. H. 2005. Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'. *Urban studies*, 42(1), 141-161.
- Varesi, H., Rajaie Jazin, A. & Ghanbari, M. 2012. An analysis of Gonabad City physical growth using Entropy and Holdern Model. *Town and Country Planning*, volume 4, number 6, 79-100. (In persian)
- World Cities Report. 2020. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)
- Ziari, K., Hataminejad, H., & Turkmannia, N. 2012. An introduction to the theory of smart urban growth. *Municipalities*, Number 104, 16-19. (In persian)