



The Assessment of Urban Growth Spatial Structure, the Case of Shiraz Metropolis

Negar Badiei¹, Seyed Ali Almodaresi^{2*}, Mohammad Hossein Saraei³

¹PhD Student of Geography and Urban Planning, Department of Geography, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

²Associate Professor, GIS & RS Department, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

³Associate Professor of Geography and Planning, Yazd University, Yazd, Iran.

ARTICLE INFO

Received: 04.12.2022

Revised: 10.28.2022

Accepted: 12.10.2022

Keyword:

Urban growth
Satellite images
Shape index
Fractal
Shiraz metropolis

***Corresponding Author:**

Seyed Ali Almodaresi

Email:

almodaresi@iauyazd.ac.ir

ABSTRACT

Due to unprecedented population growth, urbanization and urban growth have become central to planning and political discourses. There are a variety of forces that affect urban growth internally and externally. As urban growth by nature influences different dynamics of urbanization such as population mobility, employment distribution, environmental functionality, and housing markets, it has become the core of urban and regional planning. Urban growth patterns play a critical role in the well-being of residents and the livability of the city. Scrutinizing urban form as the spatial reflection of the urbanization process is a necessity for urban development planning to reach more sustainable and resilient cities. The purpose of this research was to analyze urban growth based on the indicators of urban growth. In the present research, using satellite images for a 20-year period from 1996 to 2016, the urban growth of Shiraz metropolis was explored based on the spatial parameters of the urban growth form. The results of this research indicated that the metropolis of Shiraz has undergone many changes in terms of form in the studied period. These changes have occurred in different urban classes such as built buildings, green spaces and gardens, road networks and urban wastelands. The results of the quantitative analysis of urban growth changes in Shiraz metropolis indicated that urban fragmentation and division occurred in all urban classes and in the studied period, Shiraz metropolis has moved towards greater divisions. The fractal dimension of urban growth in Shiraz metropolis also demonstrated greater complexity in the form of urban growth.



EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Due to unprecedented population growth, urbanization and urban growth have become central to planning and political discourses. Paying attention to the spatial form of the city as a basic necessity in urban development plans indicates its importance in different cultural, social, and physical aspects of the city. Therefore, by studying and understanding the structure of the growth form of cities according to the complex system governing it, the mechanisms and forces governing their growth can be identified to some extent. A complex urban system cannot be investigated with the usual planning and design theories because its components and elements have a non-linear relationship. The reason for the failure of the designed cities of the 20th century should be considered as a result of needing to understand the principles of complexity. Although these complexities cannot be reduced and a more straightforward and controllable system can be achieved, by studying and analyzing them, it is possible to identify the mechanisms and forces governing it partially and to propose flexible planning policies.

Methodology

This research analyzed urban growth using quantitative and spatial methodologies to achieve a deeper understanding of the mechanisms governing the urban development of the Shiraz metropolis. In this research, the urban growth of Shiraz metropolis was explored based on the measures of the space shape of urban growth for 20 years from 1996 to 2016 using satellite images. These images were prepared for 1996, 2001, 2006, 2011, and 2016. Then these data were prepared in Erdas and ENVI software. After data preparation, Fragstats and ArcGIS software were used for spatial analysis and index calculation. Finally, their results were analyzed in Excel software. To identify patterns, describe relationships, and explain factors, based on quantitative data analysis, descriptive statistics techniques, relationship analysis, spatial analysis, and comparative analysis were used.

Results and discussion

This section includes the survey and analysis of the urban growth form index in the Shiraz metropolis from 1996 to 2011. The urban growth form index deals with the type and form of development. Shape index can be calculated in three levels: stain, class, and landscape as shown below. In the current research, five classes were considered for Shiraz metropolis, the most important of which was the urban built class, vacant lands, green spaces, gardens of Qasrodasht, and roads. These indicators were calculated and presented in 5 periods from 1996 to 2016 to provide a better picture of the type of development in the metropolis of Shiraz and to examine its shape characteristics. The shape index was calculated for different classes based on the ratio of the circumference of each spot in the class to the circumference of the smallest spot in that class, which is given in the diagram below.

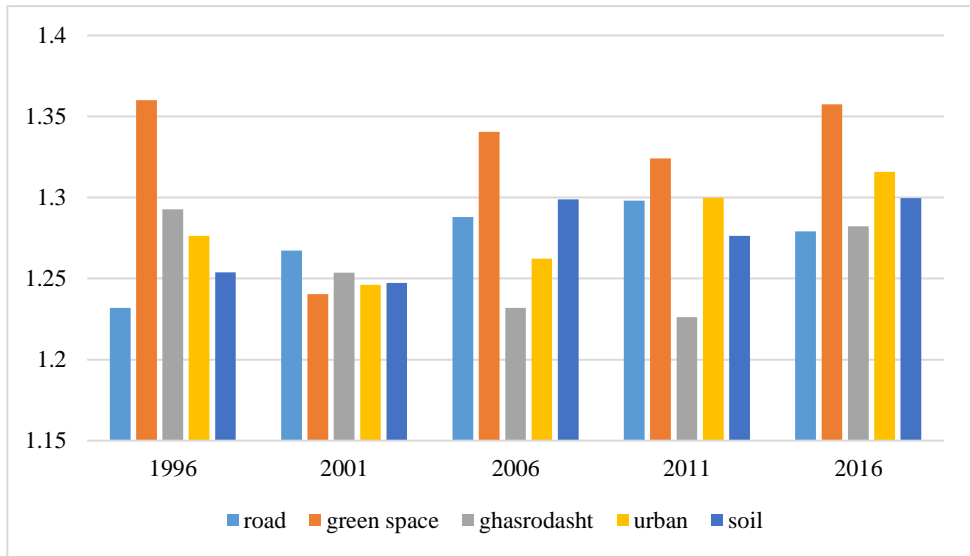


Figure 1. The average index growth in Shiraz at five classes.

The higher average value means that the class has had less breaks in terms of growth over time. In other words, there is less irregularity in it. As shown in graph 1, the shape index for the urban class decreased in the first period, but then increased until 2015. Thus, urban development in the first period was somewhat scattered and irregular. However, from 2001 to 2016, this trend was reversed and its continuity increased. In later periods, each of these spots on edge was either connected and larger spots were formed or was connected to integrated urban development, and a less irregular space was provided for urban growth. The index results show the form of urban growth for the Shiraz metropolis. Based on this, during the studied period, the value of the shape index experienced an upward trend, which shows that in general the irregularity of the shape of urban growth in Shiraz metropolis increased in the period 1996 to 2016. However, the amount of change calculated for this index in this period varied for different years.

Table 1. The results of the urban growth index for all land uses.

Year	1996	2001	2006	2011	2016
Index value	1.24	1.31	1.46	1.47	1.51
Changes	0.07	0.15	0.11	0.04	

Conclusion

In recent years, according to the advances in technologies related to satellite images, accurate and significant data and methodologies have been made available for the analysis of the urban growth of Shiraz, which has been widely used in studies related to urban and regional planning. This research's theoretical results indicate that Shiraz's urban growth can be quantified and analyzed using satellite image data. However, the quantification and numerical analysis results in this section require long periods. Based on the results of this

research, the development of Shiraz city had different structures and patterns in different periods. The results of the studies related to the structure of the urban growth of Shiraz indicated that in the first period between 1996 and 2001, the changes were slower while in the second period from 2001 to 2006, this process became much faster and the lands annexed to the city entered the city boundary very quickly; urban growth generally occurs in the areas immediately bordering the city or within the city itself. By examining the documents for the studied period, it seems that between 2001 and 2006, the main factors of extensive urban growth in Shiraz metropolis was due to the separation of land and the allocation of new lands to government housing cooperatives outside the city limits.



شاپای الکترونیکی: ۲۵۳۸-۴۴۳۰

شاپای چاپی: ۲۳۸۲-۹۷۹۶



ارزیابی ساختار شکل رشد شهری (مورد مطالعه: کلان شهر شیراز)

نگار بدیعی^۱، سیدعلی المدرسی^{۲*}، محمدحسین سرایی^۳

- ۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیا، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
- ۲- دانشیار گروه سنجش از دور و GIS، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
- ۳- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

امروزه به دلیل افزایش روزافزون جمعیت شهری، مسأله رشد و توسعه کالبدی-فضایی شهرها به امری اجتناب ناپذیر مبدل شده است و الگوهای رشد شهری یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت زیست ساکنان یک شهر به شمار می‌آید. توجه به فرم فضایی شهر به‌عنوان ضرورتی اساسی در برنامه‌های توسعه شهری حاکی از اهمیت آن در ابعاد مختلف فرهنگی، اجتماعی و کالبدی شهر دارد. بنابراین با مطالعه و شناخت ساختار شکل رشد شهرها با توجه به‌نظام پیچیده حاکم بر آن می‌تواند تا حدودی سازوکارها و نیروهای حاکم بر شکل رشد آن را شناسایی کرد. هدف از این پژوهش تحلیل رشد شهری بر اساس شاخص‌های شکل رشد شهری است. روش‌های مختلفی برای تحلیل رشد شهری در کلان‌شهرها وجود دارد که در سال‌های اخیر با توسعه فناوری‌های مرتبط با ماهواره‌ها داده‌های قابل توجهی در اختیار برنامه‌ریزان قرار داده است. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای یک دوره ۲۰ ساله از ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ رشد شهری کلان‌شهر شیراز بر اساس سنجش‌های فضایی شکل رشد شهری مورد کندوکاو قرار گرفته است. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که کلان‌شهر شیراز در دوره مورد مطالعه به لحاظ شکلی تغییرات زیادی را در خود داشته است. این تغییرات در کلاس‌های مختلف شهری همچون بناهای ساخته‌شده، فضاهای سبز و باغ‌ها، شبکه راه و زمین‌های بایر شهری رخ داده است. خروجی‌های تحلیل کمی تغییرات رشد شهری در کلان‌شهر شیراز حاکی از آن است که گسستگی و تفرق شهری در همه کلاس‌های شهری رخ داده و در دوره مورد مطالعه کلان‌شهر شیراز به سمت تفرق بیش‌تر حرکت کرده است. همچنین بعد فراکتال رشد شهری در کلان‌شهر شیراز نیز حاکی از پیچیدگی بیش‌تر در شکل رشد شهری است.

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۲۳

بازنگری مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۶

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹

کلید واژگان:

رشد شهری
تصاویر ماهواره‌ای
ساختار شکل
فراکتال
کلان‌شهر شیراز

*نویسنده مسئول: سیدعلی المدرسی
پست الکترونیکی:
almodaresi@iauyazd.ac.ir



مقدمه

می‌توان گفت ساختار فیزیکی شهرها تنها پدیده‌های اتفاقی نیستند، بلکه نتیجه و برآیند نیروهای اجتماعی، اقتصادی، تکنولوژیکی و دیگر نیروهای مؤثر می‌باشند، نیروهایی که موجب دگرگونی در شکل و ساختار عناصر شهر شده‌اند. با این وجود همچنان که تجارب قرن گذشته نشان می‌دهند عوامل، عناصر و نیروهایی که در یک‌زمان به‌عنوان پیشرفت محسوب می‌شدند (مانند اتومبیل)، در حال حاضر سبب افزایش آلودگی، رشد بی‌رویه و تخریب ساختارهای ارگانیک شهر و جایگزینی آن با الگوهای برنامه‌ریزی و طراحی سازگار با اتومبیل (برنامه‌های خودرو محور) شده‌اند. تحولات ناگهانی ناشی از مدرنیسم باعث ایجاد تغییرات پایه‌ای در سازمان فضایی - کالبدی شهر [۱] و برهم خوردن الگوی توسعه طبیعی و تدریجی آنها شده است. لذا توجه به فرم فضایی شهر به‌عنوان ضرورتی اساسی در برنامه‌های توسعه شهری حاکی از اهمیت آن در ابعاد مختلف فرهنگی، اجتماعی و کالبدی شهر است [۲]. بنابراین شناخت الگوی رشد فضایی شهرهای بزرگ کشور برای دستیابی به توسعه پایدار ضروری است [۳].

امروزه شمار زیادی از طراحان به‌جای جستجو برای اصول انتزاعی سازمان دهنده‌ای که شهرهای قدیمی از آن برخوردار بودند و طرح‌های مدرن ما از شهر هنوز به آنها نرسیده‌اند، مشتاق ویژگی‌های کالبدی و شکل گذشته هستند. این طراحان از هم‌دین حیات جدید در شهر عاجزند، چراکه تنها در پی تقلید ظواهر شهر قدیمی هستند و در دستیابی به سرشت درونی این شهرها درمانده‌اند. الکساندر معتقد است که این سرشت درونی از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که یک شهر طبیعی دارای ساختار نیمه شبکه است اما هنگامی که شهری به‌صورت مصنوعی طراحی شود، ساختار آن درختی است [۴].

بر پایهٔ چنین اندیشه‌ای، شهرسازی جدید، الگوی خویش را در یک رنگی دنیا برپا می‌کند و بدون توجه به زمینه‌های شکل‌گیری و آثار و نتایج ناشی از کاربست آن، در دیگر کشورها، از جمله کشور ما مورد تقلید قرار می‌گیرد. گونه برداری این الگو در ایران، به قطبی شدن شهرهای کشور انجامید؛ زیرا بافت جدید شهرها که بر اساس الگوی شهرسازی مدرن احداث می‌شدند، در تقابل با بافت کهنی قرار گرفتند که از ساختاری ارگانیک و فراکتال برخوردار بودند [۵]. این موضوع نمی‌تواند تنها یک اتفاق بصری باشد؛ بلکه نشان‌دهندهٔ ماهیت فراکتالی ساختار این‌گونه شهرهاست؛ ساختارهایی به‌هم‌پیوسته و منسجم که نه تنها در مقیاس‌های بزرگ، بلکه در مقیاس‌های کوچک نیز با پیوندی قوی و محکم به یکدیگر متصل شده‌اند [۶]. این در حالی است که ماهیت ذاتی پیچیدگی در شهرها کمتر مورد توجه قرار گرفته و در برخورد برنامه‌ریزان و طراحان شهری با شهر به‌عنوان سیستم‌های ساده قابل پیش‌بینی دارای نظم رفتار کرده و با روی آوردن به رویکرد تقابل‌گرای، مدل‌سازی شهری را آسان نموده تا بتوانند از عهدهٔ مشکلات و مسائل شهری برآیند. نظریهٔ فراکتال نخستین بار توسط ریاضی‌دانی به نام مندل برات برای توضیح پیچیدگی‌های طبیعت ابداع شد. به گفتهٔ بسیاری از صاحب‌نظران حیطهٔ برنامه‌ریزی شهری، هندسهٔ فراکتال به‌عنوان یک ابزار قدرتمند زمان‌مدیدی است که در حوزهٔ مطالعات شهری مورد استفاده پژوهشگران قرار می‌گیرد.

تجزیه و تحلیل رشد شهری با استفاده از داده‌های تاریخی و فعلی، عملیاتی است که اساساً در مطالعات جغرافیایی شهری و برای برنامه‌ریزی‌های آینده انجام می‌شود. ساختار شکلی رشد شهری را می‌توان با استفاده از داده‌های سنجش از دور و تکنیک‌های GIS به همراه چندین اقدام آماری، نقشه‌برداری، اندازه‌گیری و مدل‌سازی کرد [۷].

یک سیستم پیچیدهٔ شهری به جهت آنکه اجزاء و عناصر آن با یکدیگر ارتباط غیرخطی دارند با تئوری‌های معمول و رایج برنامه‌ریزی و طراحی قابل بررسی نیستند. در واقع دلیل ناکامی شهرهای طراحی شدهٔ قرن بیستمی را باید ناشی از عدم درک اصول پیچیدگی دانست. درحالی‌که شهرهای طراحی شده که مبتنی بر هندسهٔ اقلیدسی شکل گرفته‌اند، هرگز انسجام و کارایی شهرهای ارگانیک را - که بر اساس هندسهٔ طبیعت به‌عنوان هندسهٔ فراکتال شکل گرفته‌اند-

نداشته و این امر منجر به عدم موفقیت شهرهای طراحی شده، گشته است. بنابراین کشف ویژگی‌های خاص شهرهای گذشته به‌منزله عامل اصلی سرزندگی و بازگرداندن آن به شهرهایی که طراحی می‌کنیم از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به شروع روند توسعه و رشد شتابان جمعیت شهر شیراز در دهه ۱۳۳۰ و پراکنده‌رویی در پیرامون شهر، به خصوص در امتداد محورهای ارتباطی برون شهری، در این پژوهش ارزیابی ساختار شکل رشد شهری کلان‌شهر شیراز مورد بررسی قرار می‌گیرد. کلان‌شهر شیراز پنجمین شهر پرجمعیت کشور و بزرگترین شهر در استان فارس و جنوب کشور بر اساس سرشماری‌های نفوس و مسکن چند دهه اخیر بوده است. کلان‌شهر شیراز به‌عنوان مرکز سیاسی، اداری و جمعیتی جنوب کشور ایران همواره از رشد جمعیت و اثر مهاجرت قابل توجهی برخوردار بوده است. اطراف شیراز را رشته کوه‌های نسبتاً مرتفعی به شکل حصار استوار، احاطه کرده‌اند که از لحاظ نظامی و حفظ شهر اهمیت ویژه‌ای دارند.

تحقیق حاضر در پی پاسخگویی به سوالات زیر است. چگونه می‌توان رشد شهری کلان‌شهر شیراز را بر اساس ویژگی‌های کالبدی آن مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد؟ ساختار شکلی رشد شهری در کلان‌شهر شیراز در دوره مورد مطالعه ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ چگونه تغییر کرده است؟

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

شهرها به جهت ازدیاد جمعیت و همچنین تأثیرات متقابل فضایی و روابط عملکردی، همواره دگرگونی‌ها و تغییرات عمده‌ای را بر نواحی پیرامونی خود تحمیل می‌کنند. به طور کلی مفهوم توسعه را می‌توان به معنای گسترش هماهنگ و متعادل سطح اختصاصی به ساختمان‌های مسکونی در شهر یا سطوح مورد نیاز سایر کاربری‌ها، هرگونه تغییر اراضی غیر شهری به اراضی شهری [۸]، گسترش افقی شهر به شکل افزایش محدوده شهر و رشد عمودی به‌صورت درون‌ریزی جمعیت شهری و رشد فشرده شهری و افزایش محدوده فیزیکی و فضاهای کالبدی در جهات عمودی و افقی در فرآیندی مداوم دانست.

رویکردهای زیادی برای اندازه‌گیری پراکندگی و رشد شهری وجود دارد. بسیاری از ویژگی‌های چشم‌اندازهای فضایی می‌تواند توسط سنج‌های فضایی کمی شود. سنج‌های فضایی در واقع شاخص‌های مرتبط با ساختار شکلی توسعه شهری هستند که از بوم‌شناسی شهری گرفته شده‌اند. هر کدام از این سنج‌ها ممکن است به شکل‌های مختلفی وجود داشته باشند. با این حال، تفاوت ماهوی زیادی با یکدیگر ندارند و برای یک ویژگی خاص می‌توان از چندین سنج مختلف استفاده کرد. در اکولوژی شهری سه مقیاس اصلی تحلیل وجود دارد که سنج‌ها نیز در این سه سطح مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ لندسکیپ، کلاس و لکه. برخی از سنج‌های فضایی تنها برای یک و یا دو سطح از سطوح پیش‌گفته قابل استفاده است.

بر اساس مطالعه «فورمن»^۱ (۱۹۹۵)، رشد شهری می‌تواند در ارتباط با فرآیند شکل‌گیری منظر تعریف گردد. فورمن در مطالعه خود، طبقه‌بندی گونه‌های رشد شهری را در قالب سه گونه اصلی توسعه بیرونی، توسعه لبه‌ای و توسعه درونی انجام داده است [۹]. «کاما گنی»^۲ در سال (۲۰۰۲) گسترش شهری را در قالب پنج گونه توسعه درونی، گسترش حدی، توسعه خطی، پراکنده‌رویی شهری و پروژه‌های بزرگ مقیاس تقسیم بندی می‌کند.

بنابراین تفاوت مفهومی رشد شهری و توسعه شهری را می‌توان بدین گونه بیان نمود که توسعه شهری فرآیند ظهور جهان تحت سلطه شهرها و ارزش‌های شهری است؛ درحالی‌که رشد شهری یک روند مکانی و جمعیتی است و به اهمیت شهرها به‌عنوان تمرکز جمعیت در یک اقتصاد و جامعه خاص اشاره دارد.

¹ Forman

² Camagni

پیشینه پژوهش‌های مرتبط با رشد و توسعه شهری از سابقه طولانی برخوردار است. در این بخش از پژوهش مروری بر این مطالعات انجام می‌گیرد.

«آلبرتی و ودل»^۱ (۲۰۰۰) اهمیت سنجه‌های فضایی را در مدل‌سازی شهری اثبات می‌کنند. این سنجه‌ها امکان نمایش بهتر مشخصات نا همگن مناطق شهری و تأثیرات توسعه شهری بر محیط پیرامون را فراهم می‌کند [۱۰]. «پارکر^۲ و همکاران» در سال (۲۰۰۱) خلاصه‌ای از مزایا و سودمندی سنجه‌های فضایی با توجه به انواع مدل‌های شهری را ارائه داده‌اند و در مورد سهم این سنجه‌ها در کمک به اتصال روندهای اقتصادی و الگوهای استفاده از زمین استدلال نموده‌اند.

«اوپینگ^۳ و همکاران» (۲۰۰۲) در مقاله «اندازه‌گیری پراکنده‌رویی و تأثیرات آن» با انتخاب عوامل تبیین‌کننده پراکنده‌رویی و متغیرهای مربوط به آنها به اندازه‌گیری پراکنده‌گی در تعدادی از مناطق مادرشهری آمریکا با تأکید بر متغیرهای حمل و نقلی می‌پردازند [۱۱].

در مطالعات داخلی نیز می‌توان گفت که بررسی‌های «تقوایی و سرایی» (۱۳۸۳) در مقاله «گسترش افقی شهرها و ظرفیت‌های موجود زمین، مورد شهر یزد» نشان می‌دهد که نیمی از مساحت تحقق یافته شهر یزد غیر واقعی است که موجب از دست رفتن انسجام شهری شده است [۱۲].

در پژوهش «شناخت الگوی رشد کالبدی- فضایی شهر» که توسط «قرخلو و زنگنه» (۱۳۸۸) انجام شده است، الگوی رشد کالبدی- فضایی شهر تهران با استفاده از مدل‌های کمی شامل ضرایب جینی، آنتروپی، موران و گری اندازه‌گیری شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که عدم تعادل و نابرابری در فرآیند توزیع جمعیتی شهروندان در شهر وجود دارد، که این الگو به الگوی رشد پراکنده و یا حتی الگوی تصادفی بسیار نزدیک است [۱۳].

با توجه به پیشینه پژوهش‌های انجام شده می‌توان چنین بیان کرد که حوزه‌های مطالعاتی مختلفی شامل مدل سازی شهری، سلسله مراتب شهری، ترافیک شهری، کاربری زمین و پراکنده‌گی شهری مزایای فراکتال می‌باشند. اما علی‌رغم پژوهش‌های متعدد، تفصیلی و جامعی که در خصوص مسأله ارزیابی ساختار شکلی و پراکنده‌رویی شهری در خارج از کشور انجام شده است، که خود مبین اهمیت بالای موضوع مورد بررسی است، در داخل کشور تاکنون پژوهشی در خصوص ارزیابی ساختار شکلی شهری مشخص انجام نشده است.

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر شیراز، مرکز استان فارس به طول ۴۰ کیلومتر و عرضی متفاوت بین ۱۵ تا ۳۰ کیلومتر با مساحت ۱۲۶۸ کیلومتر مربع به شکل مستطیل و از لحاظ جغرافیایی در جنوب غربی ایران و در بخش مرکزی فارس قرار دارد. اطراف شیراز را رشته کوه‌های نسبتاً مرتفعی به شکل حصار استوار، احاطه کرده‌اند که از لحاظ نظامی و حفظ شهر اهمیت ویژه‌ای دارند. این شهر از سمت غرب به کوه دراک و از سمت شمال به کوه‌های بمو، سبزپوشان، چهل‌مقام و باباکوهی (از رشته کوه‌های زاگرس) محدود شده است.

کلان‌شهر شیراز همچون بسیاری از کلان‌شهرهای دیگر کشور در چند سال اخیر با رشد فزاینده جمعیت شهری، روند سریع شهرنشینی، مهاجرت و به دنبال آن افزایش نیازهای شهری همچون مسکن، حمل و نقل و خدمات شهری روبه رو بوده است، که تبعات این رشد جمعیت و شهرنشینی به صورت رشد افقی شهر و گسترش بی‌برنامه و نامعقول نمایان شده است. این گسترش ناموزون و بدون برنامه شهر شیراز باعث شده است که شهر از لحاظ فضایی- کالبدی به

1 Alberti and Waddell

2 Parker

3 Ewing

سمت ناپایداری حرکت کند. بنابراین نیاز به مطالعه نظام‌مند روند توسعه این شهر و بررسی دقیق چگونگی و کیفیت این تغییرات به خصوص در دهه اخیر به منظور جهت‌دهی به سیاست‌های توسعه و رشد شهری به شدت احساس می‌شود. سنجش نحوه گسترش شهر شیراز و تلاش در جهت پاسخگویی به این سوال که آیا می‌توان رشد شهری را بر اساس ویژگی‌های کالبدی آن مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد؟ ساختار شکلی رشد شهری در کلان‌شهر شیراز در دوره مورد مطالعه ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ چگونه تغییر کرده است؟ پژوهش پیش رو سعی در دستیابی به آن دارد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نظر هدف، پژوهش کاربردی است. می‌توان گفت که این پژوهش از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و از لحاظ ماهیت پژوهش، در دسته پژوهش‌های کمی قرار می‌گیرد. در این پژوهش از داده تصاویر ماهواره‌ای برای تحلیل رشد شهری کلان‌شهر شیراز استفاده می‌شود. برای همخوانی با برخی ویژگی‌های سرشماری سعی شده است داده‌های تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ مورد استفاده قرار گیرند. این تصاویر برای سال‌های ۱۹۹۶، ۲۰۰۱، ۲۰۰۶، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۶ تهیه شده است. سپس این داده‌ها در نرم‌افزارهای Erdas و ENVI آماده‌سازی شده‌اند. پس از آماده‌سازی داده‌ها نیز از نرم‌افزارهای ArcGIS و Fragstats برای تحلیل فضایی و محاسبه شاخص‌ها استفاده شده است. در انتها نیز نتایج آنها در نرم‌افزار Excel تحلیل شده‌اند. برای شناسایی الگوها، توصیف روابط و توضیح عامل‌ها، بر اساس تحلیل داده‌های کمی از تکنیک‌های آمارهای توصیفی، تحلیل روابط، تحلیل فضایی و تحلیل مقایسه‌ای استفاده شده است.

سنجش‌های فضایی و شاخص‌های شکل رشد شهری شیراز

بسیاری از ویژگی‌های چشم‌اندازهای فضایی می‌تواند توسط سنجش‌های فضایی کمی شود. بر این اساس برخی نظریه‌پردازان اصطلاح سنجش‌های فضایی را به کار برده‌اند که تفاوت‌های آن با سنجش‌های لندسکیپ روشن‌تر شوند. سنجش‌های فضایی فرم شهری را تبیین می‌کند درحالی‌که سنجش‌های لندسکیپ بر عملکردهای بوم‌شناختی تأکید دارد. بنابراین سنجش‌های فضایی می‌توانند ابزارهای مناسبی برای برنامه‌ریزان باشد که درک بهتری و دقیق‌تری فرآیندهای شهرنشینی و عواقب آن داشته باشند. یکی از استفاده‌های مهم سنجش‌های فضایی کمی‌سازی ویژگی‌های فضایی توسعه شهری در منطقه کلان‌شهری شیراز است [۱۴].

شاخص‌های مختلفی برای تحلیل و بررسی بعد شکلی رشد شهری شیراز در هر مقیاس وجود دارد که مهم‌ترین آنها شامل موارد زیر می‌شوند:

- بعد فراکتال محیط به مساحت^۱ (PAFRAC)

این شاخص همان‌گونه که از نام آن پیداست بعد فراکتال را برای نسبت محیط به مساحت محاسبه و اندازه‌گیری می‌کند. شاخص فراکتال در واقع به طور کلی نوعی رگرسیون بین محیط و مساحت است.

^۱ Perimeter-Area Fractal Dimension

- نسبت محیط به مساحت^۱ (PARA)

این شاخص برای هر کدام از لکه‌ها و کلاس‌ها قابل محاسبه است که نشان می‌دهد تا چه حد لکه‌ها و یا کلاس‌ها یکپارچه هستند. هر چه محیط نسبت به مساحت بیشتر باشد یکپارچگی کم‌تری دارند.

- شاخص بعد فراکتال^۲ (FRAC)

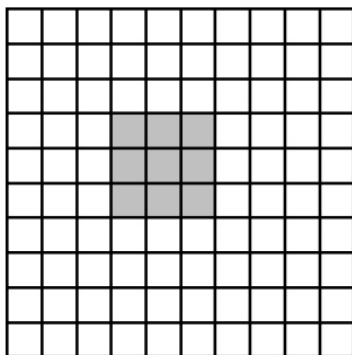
یکی از ویژگی‌های مفید بعد فراکتال این است که می‌تواند برای همه مقیاس‌ها مورد استفاده باشد. میزان این شاخص به مساحت هر لکه و همچنین واحد اندازه‌گیری آنها بستگی دارد.

- شاخص همجواری^۳ (CONTIG)

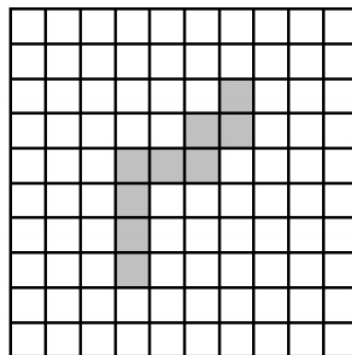
این شاخص برای تحلیل شکل در هر سه مقیاس به کار گرفته می‌شود که بر اساس مرز آنها محاسبه می‌شوند. سطوح بزرگ یکپارچه میزان شاخص بالاتری نسبت به شاخص‌های کوچک‌تر دارند.

- شاخص شکل^۴ (SHAPE)

این شاخص پیچیدگی شکل را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری میزان پیچیدگی یک شکل ابتدا شکلی مربعی یا تقریباً مربعی با مساحتی برابر با این شکل در نظر گرفته می‌شود و سپس میزان پیچیدگی آن را نسبت به این شکل نشان می‌دهد. لکه‌های با شکل ساده فشرده، مقدار SHAPE نزدیک به ۱ دارد در حالی که دیگر لکه‌های پیچیده مقداری بزرگ‌تر از ۱ دارند.



a.



b.

شکل ۱. دو لندسکیپ با شاخص شکل متفاوت (a) کوچکتر از (b) (۱.۶۷)

¹ Perimeter-Area Ratio

² Fractal Dimension Index

³ Contiguity Index

⁴ Shape Index

شاخص شکل خود یکی از سنجه‌هایی است که در نرم‌افزار Fragstats محاسبه می‌شود. این شاخص در واقع از نسبت محیط هر لکه به کوچک‌ترین لکه در آن کلاس یا لندسکیپ به دست می‌آید. در واقع این شاخص نیز حاکی از آن است که تفرق و پیوستگی توسعه به چه صورت رخ می‌دهد. زمانی که مقدار این شاخص زیاد باشد به معنی آن است که تعداد لکه‌های بزرگ در لندسکیپ زیادتر است و توسعه به صورت یکپارچه‌تر رخ می‌دهد. همان‌گونه که اشاره شد شاخص شکل در سه سطح لکه، کلاس و لندسکیپ قابل محاسبه است. در ادامه هر کدام از آنها آورده شده است.

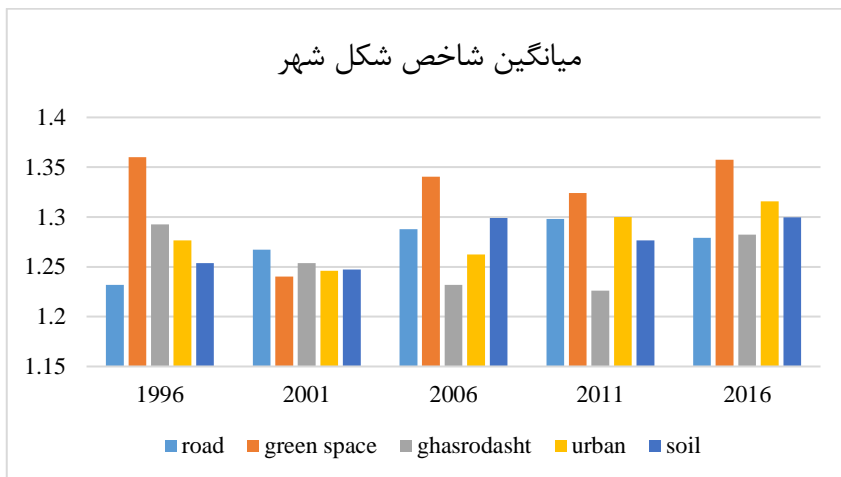
جدول ۱. سنجه‌های فضایی، شاخص شکل و معادله های آن

شماره معادله	نام سنجه	مقیاس: Patch (P) Class (C) Landscape (L)	معادله	توضیحات
۱	PAFRAC	CL	$PAFRAC = \frac{\left[\sum_{i,j} \sum_{i,j} (\ln p_{ij} \cdot \ln a_{ij}) \right]^2 - \left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} (\ln p_{ij}) \right) \left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} (\ln a_{ij}) \right)}{\left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} \ln p_{ij}^2 \right) - \left(\sum_{i,j} \sum_{i,j} \ln p_{ij} \right)^2}$	P: محیط لکه ij، a: مساحت لکه ij بدون واحد و عددی بین ۱ و ۲
۲	PARA	PCL	$PARA = \frac{p_{ij}}{a_{ij}}$	P: محیط لکه ij، a: مساحت لکه ij میانگین، میانه و انحراف معیار توزیع
۳	SHAPE	PCL	$SHAPE = \frac{p_{ij}}{\min p_{ij}}$	P: محیط لکه ij بدون واحد
۴	FRAC	PCL	$FRAC = \frac{2 \ln(0.25 p_{ij})}{\ln(a_{ij})}$	P: محیط لکه ij، a: مساحت لکه ij بدون واحد و عددی بین ۱ و ۲
۵	CONTIG	PCL	$CONTIG = \frac{\left[\sum_{r=1}^z p_{ij} \right]}{v - 1} - 1$	P: محیط لکه ij a: مساحت لکه ij V: مقدار ارزش لکه ij بدون واحد و بین ۱ و ۲

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش شاخص شکل رشد شهری در نمونه مورد مطالعه کلان‌شهر شیراز در دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند. شاخص شکل رشد شهری به نوع و فرم توسعه می‌پردازد. همان‌گونه که اشاره شد شاخص شکل در سه سطح لکه، کلاس و لندسکیپ قابل محاسبه است. در ادامه هر کدام از آنها آورده شده است. در پژوهش حاضر برای کلان‌شهر شیراز ۵ کلاس در نظر گرفته شده است که مهم‌ترین آنها کلاس ساخته‌شده شهری، زمین خالی، فضاهای سبز، باغ‌های قصرالدشت و راه می باشد. برای این که بتوان تصویر بهتری از نوع توسعه در کلان‌شهر شیراز ارائه نمود و ویژگی‌های شکلی آن را بررسی کرد این شاخص‌ها در ۵ دوره از ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۶ محاسبه و ارائه شده‌اند.

شاخص شکل برای کلاس‌های مختلف و بر اساس نسبت محیط هر لکه در کلاس به محیط کوچک‌ترین لکه در آن کلاس محاسبه می‌شود که در نمودار زیر آورده شده است.



نمودار ۱. میانگین شاخص شکل رشد شهر شیراز در سطح کلاس‌های پنج‌گانه برای دوره مورد مطالعه

هر چه مقدار میانگین بیش‌تر باشد به این معناست که آن کلاس به لحاظ رشد در طول زمان کم‌تر گسست داشته است. به عبارت دیگر، بی‌قاعدگی در آن کم‌تر است. همان‌گونه که در نمودار ۱ آورده شده شاخص شکل برای کلاس شهری در دوره اول کاهشی بوده اما پس از آن تا سال ۱۳۹۵ به صورت افزایشی بوده است. این امر به این معناست که توسعه شهری در دوره اول ابتدا تا حدی متفرق و بی‌قاعده بوده اما از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ این روند معکوس شده و میزان پیوستگی آن بیش‌تر شده است. اما در دوره‌های بعد هر کدام از این لکه‌ها که در حاشیه قرار گرفته بودند یا با یکدیگر متصل شده و لکه‌های بزرگ‌تر شکل گرفته و یا این‌که به توسعه یکپارچه شهری متصل شده است و فضای بی‌قاعدگی کم‌تری برای رشد شهری مهیا شده است.

جدول ۲. شاخص شکل کلاس‌های مختلف شهری کلان‌شهر شیراز در دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵

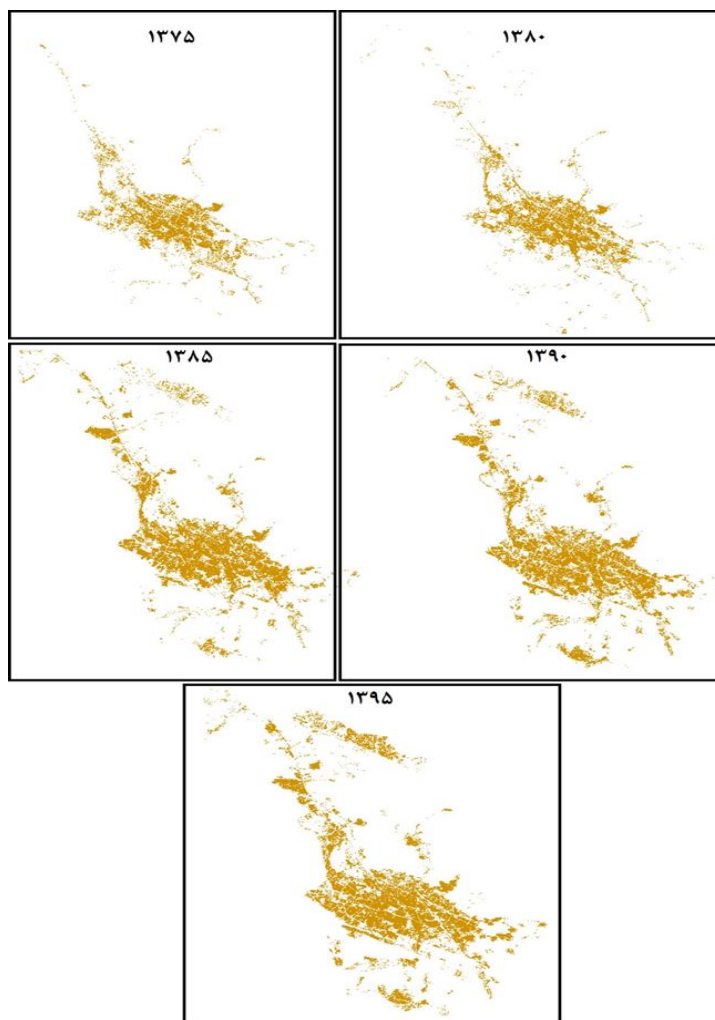
کاربری‌ها	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
راه	۱.۲۳۱۹	۱.۲۶۷۳	۱.۲۸۷۹	۱.۲۹۸۱	۱.۲۷۹۱
فضای سبز	۱.۳۶۰۱	۱.۲۴۰۳	۱.۲۴۰۵	۱.۳۲۴۲	۱.۳۵۷۴
باغ‌ها	۱.۲۹۲۷	۱.۲۵۳۷	۱.۲۳۲	۱.۲۲۶۱	۱.۲۸۲۲
شهری	۱.۲۷۶۴	۱.۲۴۶۱	۱.۲۶۲۴	۱.۲۹۹۹	۱.۳۱۵۸
بایر	۱.۲۵۳۸	۱.۲۴۷۳	۱.۲۹۸۹	۱.۲۷۶۴	۱.۲۹۹۷

جدول ۳ نتایج شاخص شکل رشد شهری برای کلان‌شهر شیراز را نشان می‌دهد. بر این اساس در طول دوره مورد مطالعه مقدار شاخص شکل روند صعودی داشته است که نشان می‌دهد به طور کلی بی‌قاعدگی شکل رشد شهری در کلان‌شهر شیراز در دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ افزایش یافته است. با این حال، مقدار تغییری که در این دوره برای این شاخص محاسبه شده برای سال‌های مختلف متفاوت بوده است.

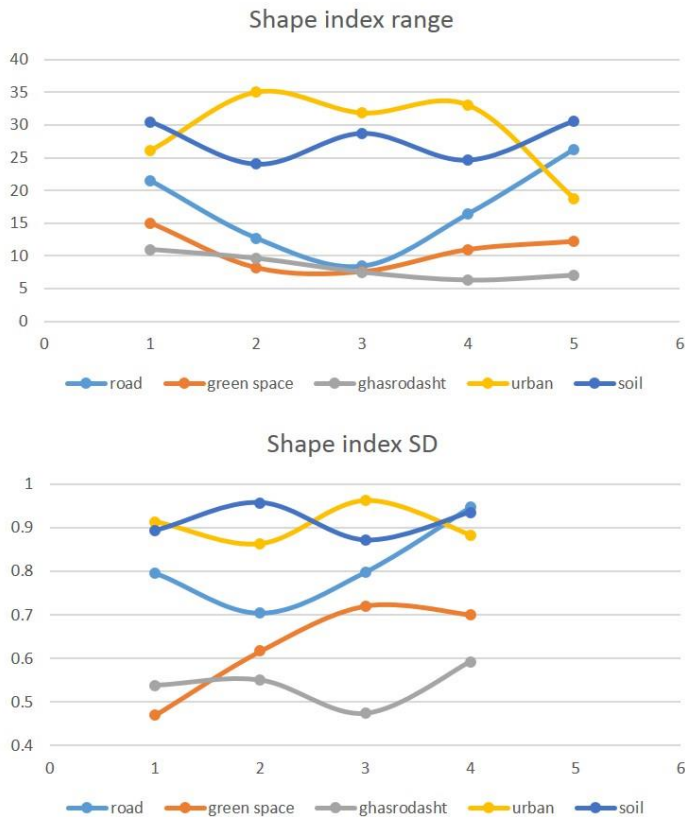
جدول ۳. نتایج شاخص شکل رشد شهری برای کل کاربری‌ها در کلان‌شهر شیراز از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵

سال	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
مقدار شاخص	۱.۲۴	۱.۳۱	۱.۴۶	۱.۴۷	۱.۵۱
تغییرات	۰.۰۷	۰.۱۵	۰.۱۱		۰.۰۴

بیش‌ترین میزان افزایش شاخص بعد فراکتال رشد شهری کلان‌شهر شیراز مربوط به دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ است. در این دوره بیش‌ترین میزان نواحی ساخته‌شده به شهر اضافه شده است. رونق مسکن در این دوره به سبب الحاق زمین‌های بایر گسترده به شهر تأثیر زیادی بر شکل و کالبد شهر داشته است.

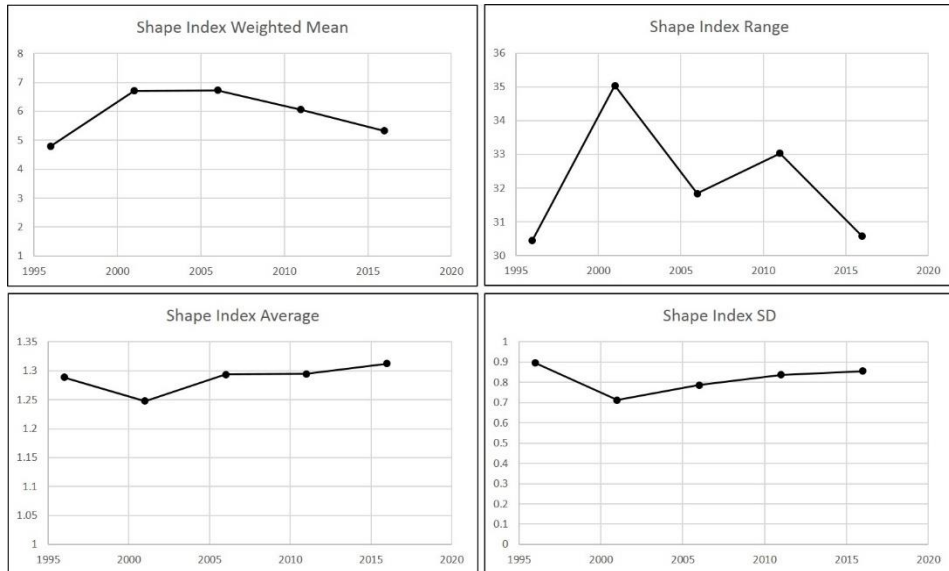


شکل ۱. تغییرات در نواحی ساخته‌شده شهری بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ در کلان‌شهر شیراز



نمودار ۲. انحراف معیار و برد شاخص شکل رشد شهری در کلان شهر شیراز در دوره ۲۰ ساله

همان گونه که در نمودار ۲ نشان داده شده است اختلاف بیشترین و کمترین مقدار شاخص شکل رشد شهری در دوره ۲۰ ساله مورد مطالعه برای هر کدام از کلاسها متفاوت بوده است. بر این اساس، بیشترین اختلاف برای ابتدای دوره مربوط به زمینهای بایر و نواحی ساخته شده شهری است. این اختلاف با سایر کلاسها تا پایان دوره مورد مطالعه نیز ادامه داشته است درحالی که مقدار شاخص برای نواحی ساخته شده شهری در سال ۱۳۹۵ کاهش چشمگیری داشته است. نکته قابل تأمل دیگر این که اختلاف بیشترین و کمترین مقدار شاخص شکل برای راهها و خیابانهای شهری با وجود این که در سال ۱۳۸۵ به کمترین میزان خود می رسد اما در سال ۱۳۸۵ به مقداری بیش تر از کلاس شهری می رسد. همچنین انحراف معیار برای کلاسهای زمین بایر و نواحی ساخته شده شهری بالاتر از سایر کلاسها است و تا پایان دوره نیز این اختلاف مشاهده می شود.



نمودار ۳. میانگین، برد و انحراف استاندارد شاخص شکل رشد شهری کلان‌شهر شیراز در سطح لندسکیپ

همان‌گونه که در نمودار ۳ نشان داده شده است مقدار میانگین و میانگین وزنی این شاخص در دوره مورد مطالعه تغییراتی را تجربه نموده است. بر این اساس، میانگین وزنی ابتدا افزایش بوده و تا سال ۱۳۸۵ این روند ادامه داشته است. با این حال، در دو دوره آخر این روند کاهشی است و به حدود ۵ می‌رسد. این امر حاکی از آن است که به طور کلی نسبت محیط لکه‌ها به محیط کوچک‌ترین لکه ابتدا افزایش یافته سپس کاهشی بوده است. به لحاظ فنی این روند به معنی آن است که ابتدا لکه‌های بزرگ در سطح لندسکیپ شکل گرفته و این روند ادامه یافته اما در دوره‌های پایانی دوباره کاهش یافته است. مقدار برد این شاخص در سال‌های مختلف نیز متفاوت بین ۳۰ تا ۳۵ است. به طور کلی این اختلاف خیلی چشم‌گیر نیست اما نتایج نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۱ بیش‌ترین میزان اختلاف ایجاد شده است. به عبارت دیگر، در این سال یک و یا تعدادی لکه‌های با مقدار محیط بسیار زیاد اضافه شده است که می‌تواند به این دلیل باشد که در دوره اول دولت اصلاحات (۸۰-۷۶) مقدار زیادی زمین به تعاونی‌ها عرضه شده و تعدادی لکه ساخته‌شده شهری در آنها به وجود آمده است. بنابراین، با توجه به این که فاصله بین این نواحی ساخته‌شده با بخش پیوسته توسعه کلان‌شهر شیراز زمین‌های خالی و یا بایر هستند لکه‌های با مقدار عددی محیط بالا در آن مشاهده می‌شود.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که می‌توان شاخص‌هایی را به طور کلی برای کمی‌سازی ویژگی‌های کالبدی رشد شهری شیراز تدوین نمود. بر این اساس، در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌هایی که در تکنولوژی‌های مرتبط با تصاویر ماهواره‌ای رخ داده روش‌شناسی‌ها و داده‌های دقیق و قابل‌توجهی برای تحلیل رشد شهری شیراز در دسترس قرار گرفته‌اند که استفاده از آنها در مطالعات مرتبط با برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای بسیار گسترده‌تر شده است. نتایج نظری این پژوهش

حاکی از آن است که رشد شهری شیراز با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند کمی شده و مورد تحلیل قرار گیرد. با این حال، کمی شدن و نتایج تحلیل‌های عددی در این بخش نیازمند دوره‌های زمانی طولانی است. به عبارت دیگر، برای مثال شاخص شکل برای یک سال مشخص نمی‌توانند توضیح کافی و درستی داشته باشد این در حالی است که همین شاخص اگر در طول زمان مورد تحلیل و بررسی قرار گیرد می‌تواند بهتر مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که توسعه شهر شیراز در دوره‌های مختلف زمانی ساختارها و الگوهای متفاوتی داشته است. نتایج مطالعات مرتبط با ساختار شکل رشد شهری شیراز حاکی از آن است که در دوره اول بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ تغییرات کندتر بوده و رشد شهری عموماً در نواحی بلافاصله مرز شهر و یا در درون خود شهر رخ می‌دهد این در حالی است که در دوره دوم ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ این روند بسیار تندتر شده و اراضی الحاقی به شهر بسیار سریع وارد مرز شهری شده‌اند. با بررسی اسناد و مدارک برای دوره مورد مطالعه به نظر می‌رسد که بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ به واسطه تفکیک زمین و تخصیص اراضی جدید به تعاونی‌های دولتی مسکن در بیرون از مرز شهری از اصلی‌ترین عامل‌های رشد گسترده شهری در کلان شهر شیراز در این دوره بوده است. پژوهش حاضر تنها بر بخش کالبدی رشد شهری کلان شهر شیراز متمرکز بوده است. لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی نتایج این پژوهش با تحولات سیاسی، اجتماعی، جمعیتی و اقتصادی به صورت تطبیقی مورد مطالعه قرار گیرد که نیروهای پیشران هر کدام از تحولات کالبدی به روشنی مشخص شوند. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی نتایج نمونه شیراز با دیگر کلان شهرهای کشور نیز مقایسه و تحلیل شوند که تا چه حد موضوع ساختار شکل رشد شهری در شهرهای ایران می‌تواند سهمی از واقعیت داشته باشد. این مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «تبیین نظریه جامع فراکتال در ساختار کالبدی و توسعه فضایی کلان شهر شیراز» می‌باشد که در دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد تحت راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم، در حال انجام است.

References

- [1] Zeyari, k. A. (2003). The Socio - Cultural Changes Originating from Industrial Revolution in Spatial Development of Tehran. *Geography and Development*, 1(1), 151-164. <http://doi.org/10.22111/gdij.2003.3647>
- [2] Hoseinzadeh, K., & Houshyar, H. (2006). The effective elements and viewpoints on the physical development of cities in Iran. *Journal of Geography and Regional Development*, 4(6), 213-226. <https://doi.org/10.22067/geography.v4i6.3113>
- [3] Ghadir, M., & Dasta, F. (2016). An Analyzing of the Physical- Spatial Growth Pattern of Tehran Metropolis. *Geographical Researches*, 31(1), 31-45. <http://georesearch.ir/article-1-68-en.html>
- [4] Alexander, C. (2015). A city is not a tree. In M. W. Mehaffy (Ed.), *A City is Not a Tree: 50th Anniversary Edition*. Sustasis Press. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=k9ovDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=A+City+Is+Not+A+Tree&ots=ILVnKNhS-X&sig=3rhctjPjA1RQnt1ZiA825Zf4h2s#v=onepage&q=A%20City%20Is%20Not%20A%20Tree&f=false>
- [5] Batty, M. (1995). New ways of looking at cities. *Nature*, 377(6550), 574-574. <https://doi.org/10.1038/377574a0>

- [6] Mohajeri, N. (2007). *Fractal City - The language of nature in urban design* [PhD, Islamic Azad University Science and Research Branch]. Tehran, Iran. http://www.shahrafar.in.c om/UserFiles/File/List_Payaname/List_Payaname_PhD_Oloom_Tahghighat.pdf
- [7] Bhatta, B. (2010). *Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-05299-6>
- [8] Hepinstall-Cymerman, J., Coe, S., & Hutyra, L. R. (2013). Urban growth patterns and growth management boundaries in the Central Puget Sound, Washington, 1986–2007. *Urban Ecosystems*, 16(1), 109-129. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0206-3>
- [9] Forman, R. T., Forman, R. T., & Forman, R. T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge university press. <https://www.cambridge.org/us/academic/subject/life-sciences/ecology-and-conservation/land-mosaics-ecology-landscapes-and-regions?format=PB&isbn=9780521479806>
- [10] Alberti, M., & Waddell, P. (2000). An integrated urban development and ecological simulation model. *Integrated Assessment*, 1(3), 215-227. <https://doi.org/10.1023/A:1019140101212>
- [11] Ewing, R., Pendall, R., & Chen, D. (2002). *Measuring sprawl and its impact*. Smart Growth America. <https://trid.trb.org/view/724911>
- [12] Taghvaei, M., & Saraei, M. (2006). Urban sprawl and the available capacities of the land in Yazd. *Geographical Research Quarterly*, 19(2), 187-210. <https://www.sid.ir/paper/29763/en>
- [13] Ghrakhlou, M., & Zanganehe Shahraki, S. (2009). Understanding the physical-spatial growth pattern of the city using quantitative models (case study: Tehran). *Geography and Environmental Planning*, 20(2), 19-40. https://gep.ui.ac.ir/article_18435.html?lang=en
- [14] Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.004>