

Analysis of Physical Transformations of Mashhad Metropolis (Toos and Binalood Area) Using Chaos Theory

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Homaiefar M.¹ MA,
Shokoohi MA.*¹ PhD,
Mafi E.¹ PhD,

How to cite this article

Homaiefar M, Shokoohi MA, Mafi E. Analysis of Physical Transformations of Mashhad Metropolis (Toos and Binalood Area) Using Chaos Theory. Geographical Researches. 2020;35(1):73-81.

¹Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

*Correspondence

Address: Azadi Square, Mashhad, Razavi Khorasan Province, Iran.
Postal Code: 9177948974.
Phone: +98 (51) 37139357
Fax: +98 (51) 37139357
shokouhim@um.ac.ir

Article History

Received: January 02, 2020
Accepted: March 10, 2020
ePublished: March 13, 2020

ABSTRACT

Aims & Backgrounds Physical texture of urban areas can have chaotic behavior due to their non-linear and unpredictable characteristics. The theory of chaos in urban development attempts to explore physical development which has fractal geometry, as a non-linear, sensitive to preliminary conditions and generalizable to different scales with an emphasis on geometric aspects of it. In this study, with the aim of achieving the physical growth pattern, the physical status of a part of Mashhad urban complex has been investigated and analyzed as a coherent whole with homogeneous function (tourism).

Methodology The research method in this study is analytical-descriptive. In order to achieve the goals of the research, the urban fabric of a designated area has been studied with the help of up-to-date maps and specialized software. Scaling has been adhered to as a generalizable process, therefore, this research is one of the applied research.

Findings With respect to scaling, the correlation coefficient between the geometric parameters indicates a significant relationship between these parameters. The fractal spectrum of the study area at various scales (whole and component) indicates the autopsy of the study body and describes its process.

Conclusion As a result, physical growth process in the studied area is chaotic and it follows a specific growth pattern at different scales. Far from the populated cores (Mashhad, Toos, Torghabeh and Shandiz), physical geometry tends to be linear, and it is also in relation to transport arteries' geometry.

Keywords Mashhad Metropolitan; Physical Transformations; Chaos Theory; Fractal Spectrum

CITATION LINKS

[Alvani SM; 1995] Chaos theory or ultimate order and management; [Ashrafi N; 2016] Recognition of islamic urbanism and architecture with chaos theory and fuzzy rule; [Ayati H, et al; 2016] Analyzing the effect of urban physical factors on religious tourism development case study: Shiraz; [Bauer W, Makenzie CD; 2001] Cancer detection on a cell-by-cell basis using a fractal dimension Analysis; [Delkhosh M; 2017] Introducing fractals and later fractions; [Triantakonstantis DP; 2012] Urban growth prediction modeling using fractals and theory of Chaos; [Elmizadeh H, et al; 2014] Investigation of fractal theory in river geomorphology case study: Zarrineh River; [Elmizadeh H, Mahpeykar O; 2015] Investigation of fractal theory in Zarrineh River using box counting method; [Faghieh N; 1997] Chaos in dynamic systems and evolution in management system; [Farhudi R, et al; 2015] Analysis of urban spirawl of the city of ...; [Fattahi MH, Talebzadeh Z; 2017] The relationship between watershed compactness coefficient and the fractal characteristics; [Farnahad; 2005] Master plan of Mashhad area Mashhad: Department of Housing and Urban Development; [Goodarzi Gh, Haghani T; 2015] Evaluation of urban texture scattering using fractal geometry model and complexity theory to find urban development patterns case study: District 20 of Tehran; [Baish JW, Jain RK; 2017] Fractals and cancer; [Karam A; 2010] Chaos theory, fractals and linear systems in geomorphology; [Majedi H, et al; 2012] The analysis of factor influencing physical urban growth for large cities of Iran; [Mirkatouli J, et al; 2014] Explanation of fractal geometry in geography and urban planning; [Pilehvar AA, Pourahmad A; 2004] The trend of the growth and the development of the metropolitan cities case study: Mashhad city; [Rahnama MR, Aghajani H; 2012] Spatial planing of Khorasan Razavi province; [Rahnama MR, Asadi A; 2014] Analysing of spatial distribution of the home price in Mashhad city; [Ramesht MH; 2003] Chaos theory in Geomorphology; [Rostayi SH, et al; 2016] Studying the key influencing factors on the growth of large cities case study: The city of Urmia; [Saidi A; 2011] Rural - urban relations and links in Iran; [Salingaros NA; 2014] City connecting the fractal; [Salingaros NA; 2018] City from the perspective of fractal geometry; [T] Cartwright; 1991] Planing and chaos theory; [Paszto V, et al; 2011] Fractal dimension calculation for CORINE land-cover evaluation in GIS - A case study; [Yingchun C; 2014] Preliminary plan to construct an eco-city on chaos theory

تحلیل تحولات کالبدی کلانشهر مشهد (حوزه طوس و بینالود) با استفاده از تئوری آشوب

محمد همایی فر MA

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

محمد اجزاء شکوهی PhD

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

عزت‌الله مافی PhD

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: به لحاظ کالبدی، حوزه‌های شهری با توجه به دارا بودن خاصیت غیرخطی و غیرقابل پیش‌بینی می‌توانند دارای رفتار آشوبناک باشند. نظریه آشوب در توسعه شهری سعی دارد، توسعه کالبدی را به‌عنوان یک مقوله غیرخطی، حساس به شرایط اولیه و قابل تعمیم در مقیاس‌های مختلف مورد مطالعه قرار دهد که دارای هندسه فراکتال است. در این تحقیق با هدف دستیابی به الگوی رشد کالبدی، وضعیت کالبدی بخشی از مجموعه شهری مشهد به‌عنوان یک کل منسجم و یکپارچه با کارکرد متجانس (گردشگری) مورد بررسی و تحلیل واقع شده است.

روش‌شناسی: روش تحقیق در این پژوهش تحلیلی-توصیفی است. جهت رسیدن به اهداف تحقیق، کالبد محدود مورد نظر با کمک نقشه‌های به روز و نرم‌افزارهای تخصصی مورد مطالعه قرار گرفته است. مقیاس‌بندی جهت رسیدن به یک روند قابل تعمیم به‌عنوان یک اصل رعایت شده است، از این رو این پژوهش در زمره تحقیقات کاربردی است.

یافته‌ها: با رعایت مقیاس‌بندی، ضریب همبستگی بین پارامترهای هندسی، نشان‌دهنده وجود رابطه معنادار بین این پارامترها است. طیف فراکتال حوزه مورد مطالعه در مقیاس‌های مختلف (کل و اجزاء) نشان‌دهنده خودمانا بودن کالبد مورد مطالعه بوده و روند آن را تشریح می‌نماید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که حوزه مورد مطالعه در روند رشد کالبدی، آشوبناک است و در مقیاس‌های مختلف از یک الگوی رشد کالبدی تبعیت می‌کند. با فاصله‌گرفتن از هسته‌های جمعیتی (مشهد، طوس، طبقه و شاندریز) هندسه کالبد به سمت خطی‌شدن گرایش دارد که این هندسه با هندسه شریان‌های حمل و نقل مرتبط است.

کلیدواژه‌ها: مجموعه شهری مشهد، تحولات کالبدی، تئوری آشوب، طیف فراکتال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

نویسنده مسئول: shokouhim@um.ac.ir

مقدمه

در پنجاه سال اخیر نگرش به شهر به‌عنوان یک ماشین، به شهر به‌عنوان یک ارگانیزم تبدیل شده است [Salingeros, 2018]. تا چند دهه پیش دانشمندان جهان را مجموعه‌ای از سیستم‌هایی می‌دانستند که مطابق با قوانین جبری طبیعت به طریقی کاملاً مشخص و قابل پیش‌بینی در حرکت است اما با پیشرفت علم بسیاری از رویدادهای طبیعی دیگر قابل توجیه به وسیله دیدگاه‌های جبری گرایانه قبلی نبودند [Ashrafi, 2016]. در دهه‌های اخیر تحولی بزرگ در علوم طبیعی رخ داده، این تحول در

شیوه درک و تبیین پدیده‌ها، به وسیله دانشمندان صورت گرفته است که پیش از این تبیین‌های خود را در قالب‌های منظم و مشخص ارائه می‌کردند [Mirkatouli et al, 2014]. این ایده‌ها و عقاید جدید تئوری پیچیدگی نامیده می‌شود و جنبه‌ای از این علم که توجه همگان را به خود جلب کرده، تئوری آشوب یا نظم در بی‌نظمی نام دارد. نظریه آشوب یا نظم در بی‌نظمی سعی دارد ابزار حل مسائل پیچیده در محیط پراشوب و آکنده از تغییر و تحول امروز و فردا را در اختیار انسان قرار دهد [Karam, 2010]. امروزه به کارگیری نظریه آشوب و فراکتال‌ها، پرتوافکنی خود را از عرصه علوم فیزیکی فراتر نهاده و در نظریه‌پردازی و توضیح پدیده‌های تغییر، تحول، رشد و توسعه در گستره وسیعی از علوم رفتاری و علوم شناختی، پژوهش‌های نوینی را به منصفه ظهور رسانیده است [Faghih, 1997].

تئوری آشوب برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط ادوارد لورنز در هواشناسی به کار رفت و وی آن را به یک علم تبدیل کرد. [Ramesht, 2003]. از زمانی که اصول اولیه مندلبورت در مورد هندسه فراکتال و بعد فراکتال نشر شده است به‌عنوان ابزاری ارزش برای توصیف شکل اشیاء ساخته شده است این ابزار محبوبیت زیادی در علوم زمین به دست آورد، علومی که در آن معیارهای هندسی اشیاء دارای اهمیت اساسی است [Paszto et al, 2011].

پس از شکست تفکر نوگرا در طراحی و باز طراحی شهرها، گرایش به سادگی و ساده‌سازی به‌عنوان آرمانی مهم در تفکر نو گرایانه، به تدریج رنگ باخت. امروزه صاحب نظران طراحی شهری به این نتیجه رسیده‌اند که شهر یک پدیده ساده‌ای نیست که بتوان با ساده‌سازی مسائل آن را حل نموده و کیفیت آن را ارتقاء داد. از این روست که نگرش‌های نوین نه بر سادگی، که بر ماهیت پیچیده پدیده‌های پیرامون و در این راستا، بر نحوه برخورد خاص با چنین پدیده‌هایی تأکید دارد [Salingeros, 2018].

رشد شهری یک نظام پیچیده است که شامل ابعاد فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی است [Majedi et al, 2012]. مهم‌ترین ویژگی سیستم‌های شهری با ساختار پیچیده، ویژگی بی‌نظمی است که در سایر سیستم‌های غیرخطی نیز مشاهده می‌شود [Rahnama & Asadi, 2014]. بی‌نظمی و آشوب نوعی بی‌نظمی منظم یا نظم در بی‌نظمی است. بی‌نظم از آن رو که نتایج آن غیرقابل پیش‌بینی است و منظم بدان جهت که از نوعی قطعیت برخوردار است [Alvani, 1995]. البته همه چیز در زندگی آشوبگونه نیست، اما بسیاری از پدیده‌هایی که برنامه‌ریزان با آن سر و کار دارند نظیر رشد جمعیت، الگوهای کاربری زمین و ترافیک نه تابع قوانین و نه قابل پیش‌بینی هستند [Cartwright, 1991].

نظم داخلی سیستم آشوبناک به معنای آن است که آن سیستم دارای روابط ساختاری سیستماتیک درونی و شباهت در سطوح مختلف، یعنی شباهت به خود است [Yingchun, 2014]. واژه

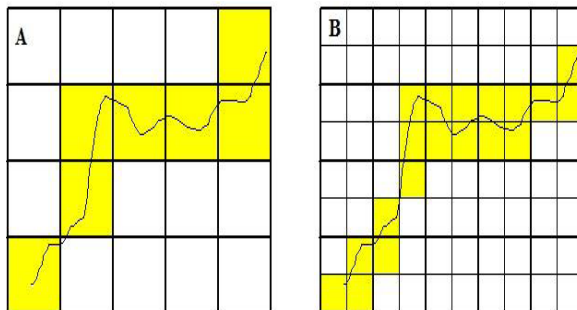
(د) ساختار تکراری دارند

(ه) ابعاد جزء به جزء دارند [Mirkatouli et al, 2014].

تکرار یک قاعده ساده در مقیاس‌های مختلف از بی‌نهایت گرفته تا صفر، مجموعه‌ای پیچیده می‌آفریند. بنابراین فراکتال یک ماهیت پیچیده دارد [Salingaros, 2014]. در ریاضیات و علوم فیزیکی در قرن حاضر دریافته‌اند که پاسخ مفاهیم اقلیدسی کلاسیک نظیر طول، محیط، مساحت سطح و یا حجم برای برخی اجسام وجود ندارد [Bauer & Makenzie, 2001]. شاخص و اندازه کمی‌سازی مقیاس فراکتال و خود همانندی، بعد فراکتال (D) است که از طریق روابط ریاضی قابل محاسبه است [Karam, 2010]. بعد فراکتالی معیاری مناسب است که در آن درجه بی‌نظمی با میزان اشغال فضا توسط جسم مطابقت دارد [Salingaros, 2018]. یک خط مستقیم بعد ۱ دارد در حالی که یک منحنی فراکتال، بسته به اندازه منحنی و چرخش می‌تواند بعدی بین ۱ و ۲ را در بر بگیرد اگر یک منحنی فراکتال تمایل به پرشدن داشته باشد به سمت بعد ۲ می‌رود. علاوه بر این یک منظره فراکتال به بعد ۳ نزدیک می‌شود [Triantakoustantis, 2012].

برای مجموعه‌ای شامل N قطعه مقیاس شده در همه جهات به وسیله یک فاکتور r، بعد D به وسیله زیر تعریف می‌شود [Delkhosh, 2017].

$$D = -\frac{\log N}{\log r}$$



شکل ۳) تغییر مقیاس و پوشش هندسه مورد نظر با N قطعه در مقیاس‌های مختلف

بعد فراکتال به شیوه شمارش جعبه در حقیقت حد (lim) فرمول شماره یک است وقتی که r یا همان واحد جعبه‌ها به سمت عدد صفر میل کند. در نموداری که محور افقی آن Ln(r) و محور عمودی آن Ln(N) است (شکل ۴). وجود ضریب همبستگی قابل قبول در مقیاس‌های متفاوت بین دو فاکتور Ln(r) و Ln(N) بیانگر آشوبناک بودن مقوله مورد مطالعه به لحاظ هندسی است که D به عنوان بعد فراکتال است.

مطالعه شکل شهرها با استفاده از هندسه فراکتال منجر به یافتن الگوهای غنی از ساختار آنها می‌شود

الگوی توسعه فضایی شهرها بسیار پیچیده است. براساس اندیشه‌های پیچیدگی، شهر مجموعه‌ای از اجزاء و عناصر نیست

فراکتال توسط مندلبروت برای توصیف اشیاء هندسی پیچیده که درجه بالایی از خود تشابهی دارند ابداع شد [Fattahi & Talebzadeh, 2017]. در فراکتال‌ها این بعد فراکتال است که مهم است و نه مقیاس، زیرا در هر اندازه‌ای، بعد فراکتال حفظ می‌شود و بیانگر خاصیت اصلی فراکتال است [Elmizadeh et al, 2014]. برای به دست آوردن تعریف دقیق ریاضی از یک فراکتال، مقیاس‌بندی باید دقیقاً در مقیاس نامتناهی اعمال شود [Baish & Jain, 2014].

درحقیقت فراکتال شکل هندسی یا جسم طبیعی است که ترکیبی از ویژگی‌های زیر است :

(الف) قطعات آن جز در مواردی که در مقیاس‌های مختلف ممکن است کمی تغییر شکل داشته باشند، همان شکل یا ساختار کلی را دارند (شکل ۱).



شکل ۱) نمونه‌ای از اشکال فراکتال در طبیعت (حفظ ساختار کلی در مقیاس‌های مختلف)

(ب) فرم آن در هر مقیاسی بسیار پراکنده و نامنظم باقی می‌ماند (شکل ۲)



شکل ۲) شکل فراکتالی زمین رسی خشک‌شده (پراکندگی و بی‌نظمی در هر مقیاس)

(ج) شامل عناصری متمایز هستند که طیف وسیعی را پوشش می‌دهند و مقیاس متنوعی دارند.

همراه کلانشهر مشهد یک کل منسجم و همگن را به عنوان محدوده مورد مطالعه تشکیل داده‌اند.

روش‌شناسی

از آنجا که هدف از انجام این پژوهش شناخت و درک روند تحولات کالبدی و هندسه حاکم بر یک حوزه جغرافیایی در جهت توسعه سرزمین است، این تحقیق از حیث هدف در زمره تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد.

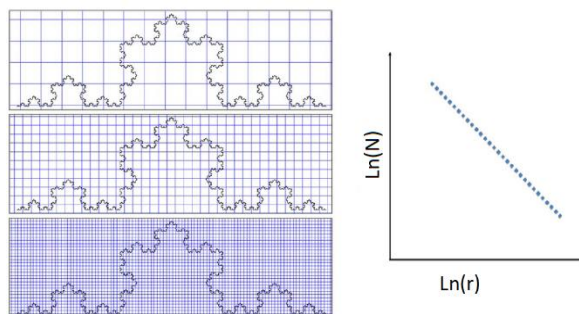
روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی است. از آنجا که در این پژوهش و ویژگی‌های هندسی به‌عنوان یک شاخص استفاده شده است عمده تجزیه و تحلیل‌ها نیز در این جهت سامان یافته‌اند. بدین منظور از نرم‌افزار Harfa5.5 که یک نرم‌افزار تخصصی در تجزیه و تحلیل اشکال به منظور درک فراکتال بودن یا نبودن آنها است بهره برده شده است. علاوه بر درک آشوبناک بودن سیستم و به تبع آن فراکتال بودن مقوله مورد مطالعه این نرم‌افزار در محاسبه بعد فراکتال و ترسیم نمودار طیف آن و دیگر موارد به‌منظور تجزیه و تحلیل هندسی کاربرد فراوان دارد.

در تجزیه و تحلیل‌ها مبنای محاسبات و ورودی نرم‌افزار تصویر دیجیتالی از حوزه مورد مطالعه در مقیاس‌های مختلف است که این تصویر از نقشه‌های یکپارچه و بروز با کمک نرم‌افزار جانبی آن تهیه می‌شود. لزوم به‌روزی بودن و یکپارچه بودن نقشه‌ها سبب شد که به‌منظور تهیه این نقشه‌ها از حوزه مورد مطالعه اقدام شود. این امر مهم با بروزرسانی نقشه‌های موجود در محیط GIS میسر گردید. در این روند با کمک عکس‌های هوایی بروز که توسط این نرم‌افزار به صورت زمین مرجع، یکپارچه و با کیفیت بالا تهیه شده بودند تحولات کالبدی در قالب بلوک‌های شهری ساخته شده به نقشه‌های زمین مرجع موجود افزوده شدند. در این روند مشاهدات میدانی و ثبت آنها در شناخت دقیق‌تر این مقوله کاملاً فیزیکی و قابل مشاهده بسیار مهم و تأثیرگذار بود. با توجه به مبانی نظری، مقیاس‌بندی و تفکیک کل و اجزاء در جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اطلاعات رعایت شده است.

شناخت حوزه مورد مطالعه و سازمان فضایی آن در روند انجام پژوهش بسیار حائز اهمیت است. حوزه مورد مطالعه شامل بخش مرکزی یعنی کلانشهر مشهد و حوزه پیرامونی شامل حوزه طوس با قدمت تاریخی و شهرستان بینالود با قابلیت‌های طبیعی، با کارکرد نسبتاً همگن (گردشگری) است. در این تحقیق تأکید بر کانون‌های جمعیتی (کلانشهر مشهد، طوس، طرقبه و شاندیز) و حوزه‌های ما بین آنها است (شکل ۵ و ۶).

کلانشهرها و کانون‌های پیرامونی، در واقع، همچون یک نظام فضایی مرتبط عمل می‌کنند [Saidi, 2011]. شهر مشهد بزرگ‌ترین کانون جمعیتی شرق و شمال شرق ایران است. این شهر به دلیل موقعیت ژئوپلیتیکی خود، بزرگ‌ترین شهر شیعه نشین آسیای غربی و مسلمانان سنی مذهب چین، آسیای مرکزی و افغانستان نیز به شمار می‌رود [Pilehvar & Pourahmad, 2004].

بلکه بافت درهم پیچیده‌ای از ارتباط میان اجزاء مختلف در یک کل متحد و یکی شده است برای بررسی میزان این پیچیدگی از بعد فراکتال استفاده می‌شود [Goodarzi & Haghani, 2015].



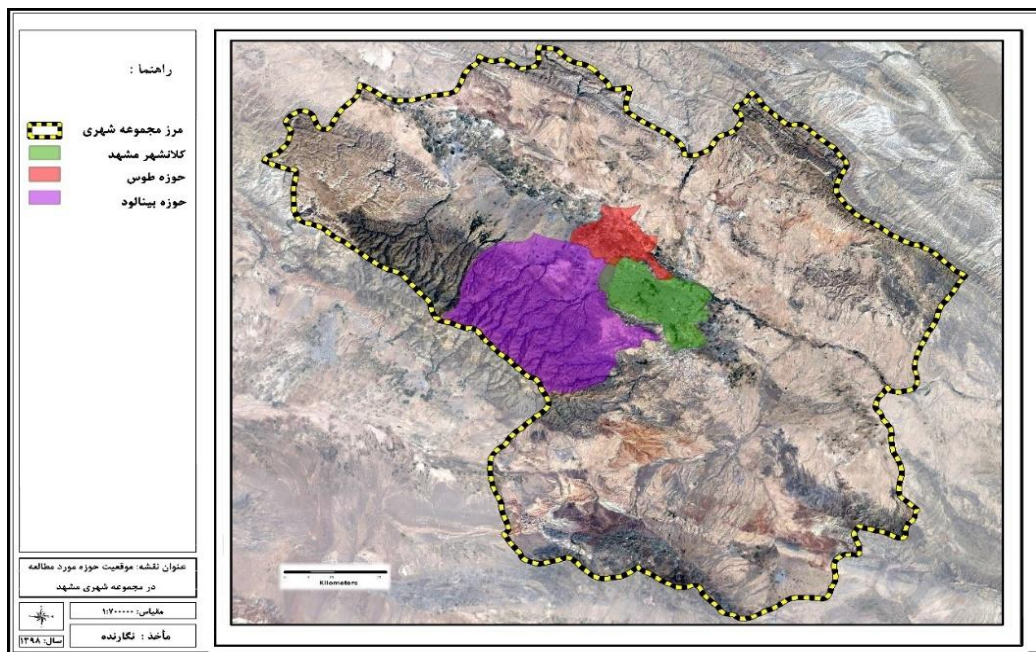
شکل ۴) بعد فراکتال به روش شمارش جعبه [Box-counting]

یکی از مسائل کلیدی نظام شهری ایران رشد لجام گسیخته و بی‌برنامه شهرهای بزرگ در پیکره جغرافیایی سرزمین است [Rostayi et al, 2016]. الگوی حاصله از توزیع فضایی فعالیت‌های انسان شهری که از آن به فرم یا شکل شهر یاد می‌شود بنا بر ماهیت پویا و متغیر شهرها همیشه در حال تغییر و دگرگونی بوده است [Farhudi et al, 2015].

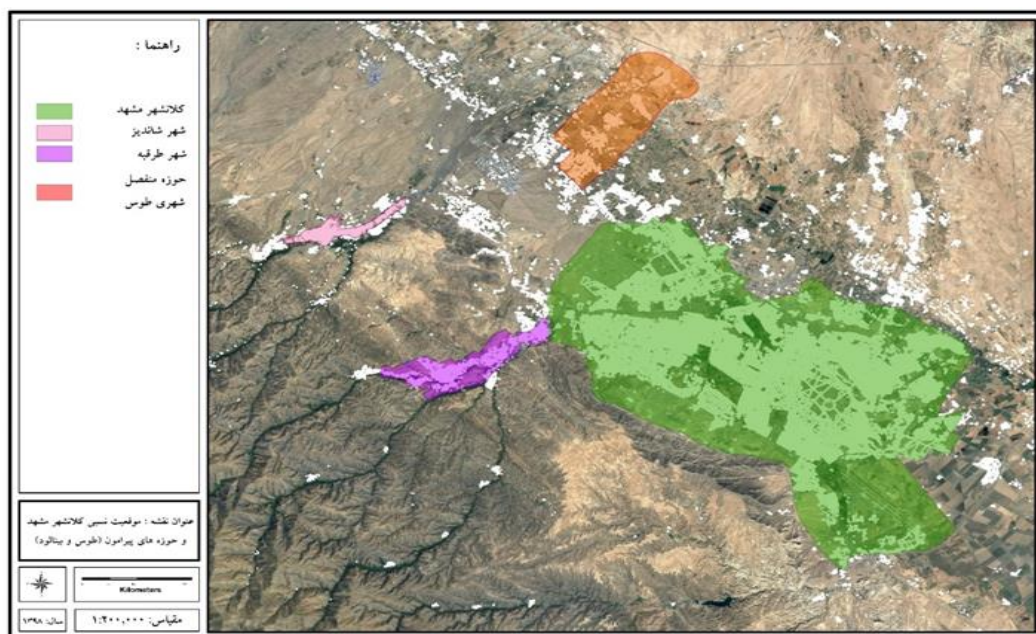
شناخت هندسه کالبدی یک شهر و نحوه رشد آن در بستر زمان یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در برنامه‌ریزی شهری است که خود عامل ایجاد سئوالات فراوان در این حوزه است. شناخت دقیق این هندسه و به تبع آن آینده‌نگری حاصل از آن در موثر واقع شدن طرح‌های توسعه در مقیاس‌های مختلف حائز اهمیت بسیار فراوان است. عدم کارآمدی استفاده از نگاه‌های حاصل از مدل‌های خطی و غیر قابل انعطاف که مبنای طرح‌های امروز هستند لزوم ورود دیدگاه‌های جدید به مسائل شهری است. نگاه به شهر به عنوان یک سیستم پیچیده و استفاده از تئوری آشوب و به تبع آن استفاده از هندسه فراکتال پنجره‌ای جدیدی پیش روی محققان در جهان پیچیده امروز گشوده است. در این تحقیق با هدف شناخت روند رشد کالبدی حوزه مورد مطالعه سعی بر آن شده است که آشوبناک بودن آن مورد بررسی قرار گیرد و از این منظر هندسه حاکم بر آن که قابل تسری در مقیاس‌های مختلف نیز است درک شود. با این هدف و مطابق تئوری مورد استفاده، که مهم‌ترین ویژگی آن تسری خصیصه‌ها در مقیاس‌های مختلف است سعی شده است یک حوزه جغرافیایی با عملکرد همگن اما در مقیاس‌ها و زمینه‌های مختلف که توانایی تشکیل یک کل منسجم و کارکردی حول یک صفت مشترک و قابل تسری در کل اجزاء را دارند مورد مطالعه قرار گیرد. از این رو با توجه به نقش کلانشهر مشهد به‌عنوان یک کانون گردشگری مهم سعی شده است همگن‌ترین اجزاء در مجموعه شهری متناسب با این کانون مهم انتخاب شود. در مجموعه شهری مشهد، حوزه بینالود دارای جاذبه‌های طبیعی و حوزه طوس در کنار خصایص طبیعی دارای جاذبه‌های تاریخی و فرهنگی در بخش گردشگری هستند که به

تحلیل تحولات کالبدی کلانشهر مشهد (حوزه طوس و بینالود) با استفاده از تئوری آشوب ۷۷ گردشگری، فعالیتی گسترده با ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و البته محیطی است [Ayati et al, 2016] شهر مشهد از نظر منابع و جاذبه‌های زیارتی و گردشگری از نواحی کم نظیر کشور با عملکرد ملی و بین‌المللی است. نزدیکی مکانی (فیزیکی) شهرها ضرورتاً به تکامل و یکپارچگی کارکردی آنها منجر نمی‌شود [Rahnama & Aghajani, 2012].

مجموعه شهری مشهد پهنه‌ای جغرافیایی، متشکل از شهر مشهد و مراکز جمعیتی، تولیدی، خدماتی و گردشگری پیرامون آن که در تعامل مستقیم و ارتباط متقابل اقتصادی، اجتماعی و کالبدی-فضایی با یکدیگر قرار دارند و نظام واحدی از سکونت، فعالیت و خدمات را در حال و آینده تشکیل می‌دهند [Farnahad, 2005].



شکل ۵) موقعیت حوزه مورد مطالعه در مجموعه شهری مشهد



شکل ۶) موقعیت نسبی حوزه‌های طوس و بینالود نسبت به کلانشهر مشهد

همچنین AUTO CAD نقشه‌های به‌روز از وضعیت کالبدی حوزه مورد مطالعه تهیه گردید. در گام بعد این نقشه با کمک نرم‌افزارهای گرافیکی به فرمت مورد استفاده نرم‌افزار HARFA تبدیل شد. همانطور که قبلاً بیان شد مطابق اصول تئوریک وجود همبستگی قابل قبول و معنادار بین دو فاکتور $\ln(r)$ و $\ln(N)$

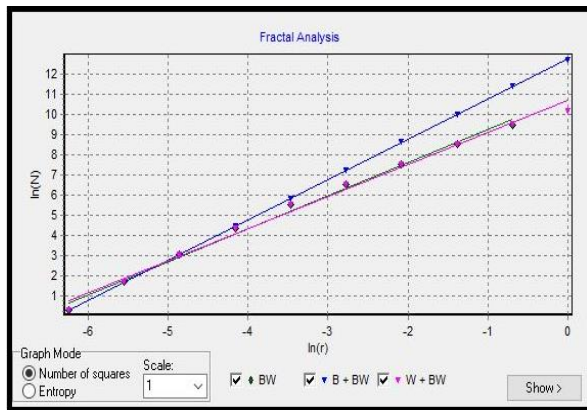
یافته‌ها

از آنجایی که در نرم‌افزار HARFA تکیه بر بعد هندسی و فیزیکی است تهیه نقشه‌های به‌روز از وضعیت کالبدی حوزه مورد مطالعه از الزامات انجام پژوهش بوده است. بدین منظور به کمک عکس‌های هوایی با کیفیت بالا و استفاده از نرم‌افزار GIS و

در نمودار مربوطه مبین آشوبناک بودن و عدم وجود همبستگی بین این دو فاکتور نفی آشوبناک بودن مقوله مورد مطالعه است.

جدول ۱) ضریب همبستگی بین $\ln(N)$ و $\ln(r)$ در مقیاس کل و اجزا

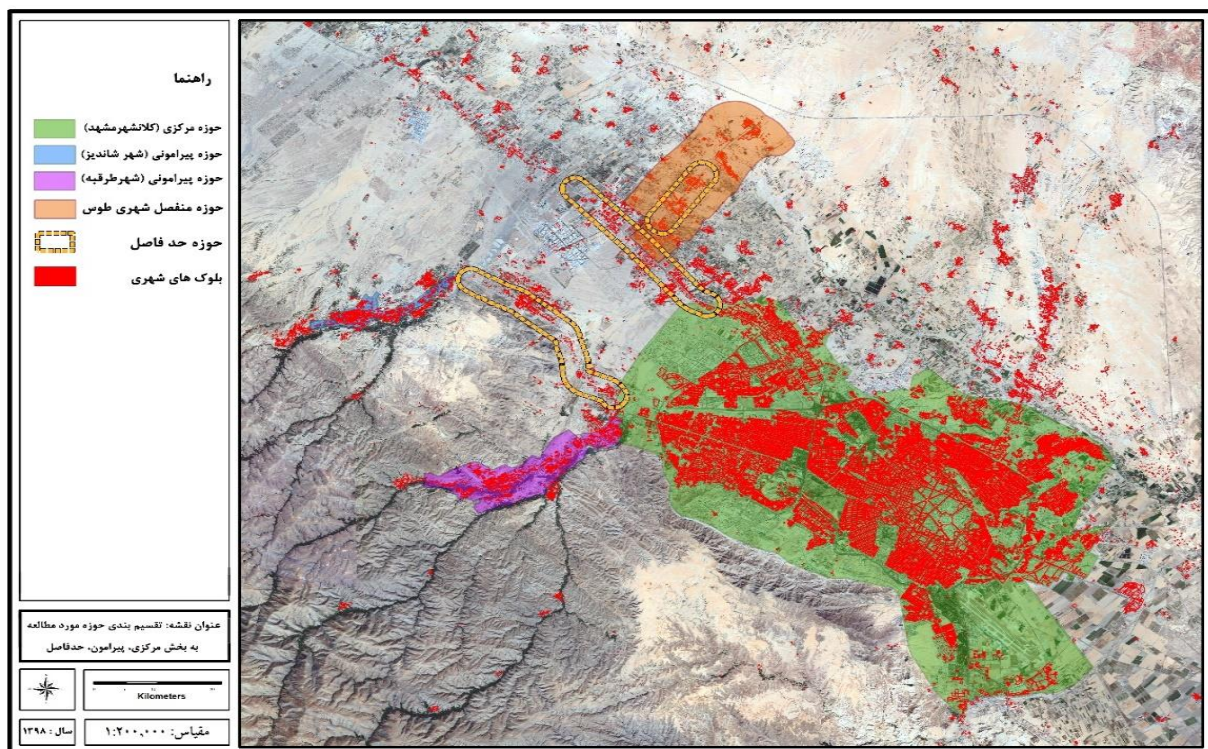
نام حوزه مورد مطالعه	کل حوزه مورد مطالعه	حوزه شاندیز	حوزه طرقيه	حوزه طوس
ضریب همبستگی بین $\ln(N)$ و $\ln(r)$ (با تأکید بر جعبه‌های سیاه رنگ)	۰/۹۹۹۹۸	۰/۹۹۹۹۹	۰/۹۹۹۹۹	۱
ضریب همبستگی بین $\ln(N)$ و $\ln(r)$ (با تأکید بر جعبه‌های سفید رنگ)	۰/۹۹۲۱۴	۰/۹۹۵۴۲	۰/۹۹۶۱۳	۰/۹۸۵۴۳



شکل ۷) نمودار همبستگی بین $\ln(r)$ و $\ln(n)$ در مقیاس کل

مقید نبودن به چهارچوب طرح‌های توسعه شهری (حریم و محدوده) و نگاه یکپارچه به حوزه مورد مطالعه ویژگی بارز این تحقیق است که چالش‌های فراوانی در روند تهیه داده‌ها، نقشه‌ها و غیره ایجاد نمود ولی این نوع نگاه به واقعیت نحوه رشد کالبدی حوزه‌های کلانشهری بهتر می‌پردازد تقسیم‌بندی حوزه مورد مطالعه به سه بخش مرکزی، پیرامونی و حدفاصل جهت درک هر چه بهتر واقعیت رشد کالبدی حوزه مورد مطالعه انجام گردید (شکل ۸).

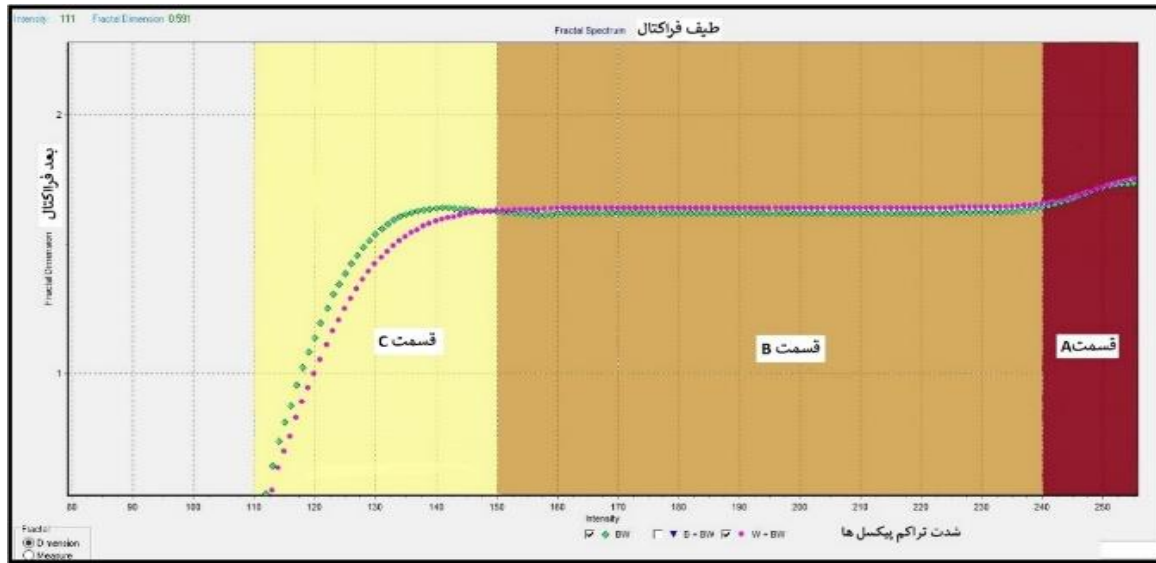
جدول ۱ و شکل ۷ مربوط به میزان همبستگی دو فاکتور $\ln(n)$ و $\ln(r)$ در هندسه کالبدی حوزه مرکزی و حوزه‌های پیرامونی (طوس و بینالود (طرقيه و شاندیز)) است. مطابق پیش فرض‌های نرم‌افزار، این نمودار و داده‌های حاصل از آن مندرج در جدول ۱ مبین این مقوله‌ست که با ضریب همبستگی قابل‌قبول رابطه معناداری بین دو فاکتور مذکور وجود دارد.



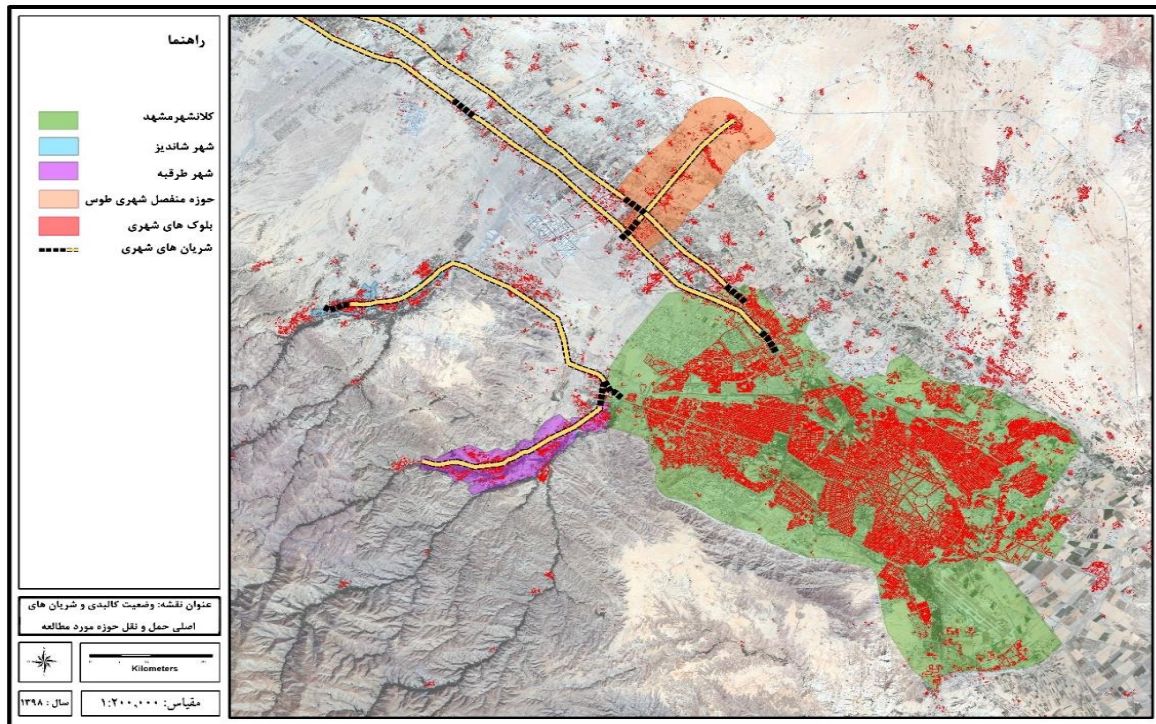
شکل ۸) تقسیم‌بندی حوزه مورد مطالعه به سه بخش مرکزی، پیرامونی و حوزه حدفاصل و چهارچوب طرح‌های توسعه شهری

مهم در مقیاس‌های مختلف مبنای تجزیه و تحلیل‌ها قرار گرفت. در حقیقت طیف فراکتال در کنار بعد فراکتال که یک شاخص صرفاً ریاضی و عددی است مبین یک روند است که هندسه حوزه را به شکل بسیار ملموس بیان می‌کند. در شکل ۹ محور افقی بیانگر تراکم واحدها و محور عمودی بعد فراکتال مربوط به آن است.

همانطور که بیان شد اشکالی که به لحاظ هندسی دارای توسعه آشوبناک هستند دارای بعد فراکتال هستند. بعد فراکتال در حقیقت ماهیت شکل، فارغ از مقیاس را بیان می‌کند (و قابل تسری به دیگر مقیاس‌ها است). علاوه بر بعد فراکتال، طیف فراکتال (پراکندگی بعد در هندسه کل) و مقایسه این دو فاکتور



شکل ۹) طیف فراکتال کل حوزه مورد مطالعه (مقیاس کلان)



شکل ۱۰) وضعیت کالبدی حوزه مورد مطالعه و هندسه شریان‌های اصلی حمل و نقل

در حقیقت دربرگیرنده بدنه اصلی کالبد نقاط شهری مورد مطالعه است. قسمت C در نمودار در برگیرنده حوزه منفصل است، تغییر شیب نمودار در این قسمت بیانگر تغییر بعد فراکتال است. در این قسمت بعد فراکتال به سمت عدد ۱ گرایش دارد و هر چه فاصله از مرکز هسته بیشتر می‌شود بعد فراکتال کاهش پیدا می‌کند به طوری که با فاصله گرفتن از مرکز بعد فراکتال نیز کمتر از عدد یک شده و به سمت صفر میل می‌کند. هندسه کالبدی حوزه مورد مطالعه هر چه از مرکز فاصله می‌گیریم گرایش به سمت خطی شدن دارد. شریان‌های حمل و نقل خود ماهیت خطی دارند و توسعه خطی ناشی از اثرگذاری این رکن در روند رشد کالبدی

هر چه به سمت هسته اولیه کلانشهر مشهد و نقاط شهری مورد مطالعه نزدیکتر می‌شویم تراکم واحدها بیشتر می‌شود و هرچه از مرکز هسته‌ها دور می‌شویم تراکم واحدها کاهش می‌یابد. تمام نمودارهای مربوط به کل و اجزاء، در حوزه مورد مطالعه دارای تشابه معناداری هستند.

اگر هسته اولیه سکونتگاه‌ها را نقاط انتهایی محور افقی بدانیم قسمت A در شکل ۹ ملاحظه می‌شود که هسته مرکزی دارای بالاترین بعد فراکتال است (قسمت A). با دور شدن از هسته، پراکندگی بعد دارای شیب بسیار اندک است یعنی هندسه یکنواخت بوده و بعد فراکتال تغییر اندکی دارد. حوزه B در شکل ۹

است. چنانچه دقت در شکل ۱۰ اهمیت این شریان‌ها و تأثیرگذاری در نحوه و شکل رشد کالبدی را مشخص می‌نماید.

بحث

شهر نیاز به پویایی دارد؛ این پویایی لزوم برنامه‌ریزی درازمدت فراتر از چارچوب‌های محدود و بسته را برای آن ایجاب می‌کند. میرکتولی و همکاران [Mirkatouli et al, 2014] در مقاله‌ای تحت عنوان تبیین ابعاد استفاده از هندسه فراکتال در تحلیل‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری این روش را روشی مناسب و کارآمد در تشریح محیط‌های جغرافیایی می‌داند. این پژوهشگران معتقدند به کارگیری هندسه فراکتال در شهرها با توجه به خصیصه‌ها و ویژگی‌های این هندسه و ماهیت پیچیده عناصر شهری، سبب ارتقاء کیفیت فضاهای شهری در مقیاس خرد و کلان می‌شود. برنامه‌ریزی دراز مدت، پویا و فراتر از ساختارهای موجود می‌تواند با به کارگیری فراکتال‌ها در برنامه‌ریزی شهری محقق شود. لذا پژوهش اخیر در ادامه آن و به منظور گسترش کاربرد شیوه‌های نوین در نگاه به شهر به‌عنوان یک مقوله پیچیده و استفاده از هندسه فراکتال جهت دستیابی به یک روند فرامقیاس در حوزه مسائل شهری انجام شده است و گامی در جهت تحقیقات پیشین در این حوزه، به شمار می‌رود. نتایج حاصل از مقاله علمی‌میزده و ماه پیکر [Elmizadeh & Mahpeykar, 2015] با عنوان بررسی نظریه فراکتال در رودخانه زربنه رود که به روش شمارش جعبه انجام شده است نیز مبین این مقوله است که برای پدیده‌هایی که در ظاهر بی‌نظم به نظر می‌آیند (نظیر کالبد حوزه مورد مطالعه) می‌توان روال و منطقی خاص تعریف کرد. مطابق یافته‌های تحقیق رابطه معناداری بین پارامترهای تعیین‌کننده آشوبناکی حوزه مورد مطالعه وجود دارد. بخش مرکزی، پیرامون و حوزه بین سکونتگاهی (حوزه حد فاصل) سه رکن در این سیستم هستند. تشابه معنی‌دار نمودار طیف فراکتال در مقیاس کل و اجزاء در حوزه مورد مطالعه در حقیقت ناشی از همان خاصیت خودمانا بودن فراکتال‌هاست. بخش مرکزی (شهرمشهد) تأثیر گذارترین عنصر مجموعه شهری و عامل وجودی حوزه کلانشهر مشهد است که به‌عنوان هسته و کانون شناخته می‌شود. در مقیاس کل هرچه از پیرامون به هسته بخش مرکزی (کلانشهر مشهد) نزدیک می‌شویم بعد فراکتال افزایش پیدا می‌کند و به عدد ۲ نزدیک‌تر می‌شود و به بیان ساده‌تر بر تمرکز افزوده می‌شود. با فاصله‌گرفتن از هسته به سمت پیرامون به صورت تدریجی رشد متمرکز تبدیل به الگوی متمرکز-خطی و در ادامه روند رشد کالبدی، این الگو جای خود را به رشد خطی می‌دهد، در حوزه حدفاصل که عامل پیوند مرکز و پیرامون است، رشد کالبدی دارای هندسه خطی است که با زیاد شدن فاصله از هسته‌ها این الگو به سمت رشد پراکنده-خطی سیر می‌کند، تأثیرگذاری عامل فاصله در هندسه رشد کالبدی حوزه غیر قابل انکار است، چنانچه با تغییر فاصله از شهرها هندسه رشد کالبدی تغییر پیدا می‌کند، با توجه به آشوبناک بودن حوزه مورد

مطالعه این الگو، الگوی قابل تعمیم در همه مقیاس‌ها می‌باشد. چنانچه تجزیه و تحلیل اجزاء به صورت جداگانه آن را اثبات کرده است. اهمیت حوزه بلافاصل کمتر از دو بخش مرکزی و پیرامونی نیست و چه بسا در حوزه مدیریتی بتوان آن را به‌عنوان حلقه مفقوده نظام ساماندهی کالبدی این مجموعه دانست. اهمیت این بخش به قدری ویژه است که کانون بسیاری از تحولات کالبدی مجموعه شهری در حوزه‌های پیرامونی، همین بخش است. توجه به رشد کالبدی این حوزه چهارچوب بندی طرح‌های توسعه شهری را دچار چالش می‌نماید. خطوط حمل و نقل به‌عنوان شریان‌های حیاتی شهری نقشی مهم در توسعه کالبدی شهرها دارند. هندسه رشد شهرها از این خطوط بسیار تأثیرپذیر هستند. ماهیت خطی خطوط حمل و نقل به‌عنوان شریان‌های شهری هندسه خطی را بر حوزه‌های متأثر از خود تحمیل می‌نمایند و این همان رشد توموروار کلانشهر مشهد و نفوذ آن در پهنه جغرافیایی مجموعه شهری است. مطابق اصول حاکم بر سیستم‌های آشوبناک این سیستم‌ها نسبت به شرایط اولیه و تغییر آن حساس هستند. هر گونه تغییر در شرایط اولیه (نظیر وضعیت شریان‌های حمل و نقل) سیستم را متأثر می‌نماید. اینگونه نگاه به مسائل شهری و نفی چارچوب‌های موجود در روند جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها نفی بخشی‌نگری و نگاه تک بعدی در نظام برنامه‌ریزی را سبب می‌گردد. درک واقعیت اتفاقات در حوزه‌های انسانی نظیر مسائل شهری از درهم تنیدگی و برهم کنش‌ها، فارغ از مرزهای ترسیم شده معمول حاصل می‌شود. درست است که در این پژوهش بر مبنای قابل لمس‌ترین ویژگی (خصیصه فیزیکی و کالبدی) پی به آشوبناک بودن تحولات کالبدی این حوزه جغرافیایی بردیم و فارغ از مقیاس، روندها مشخص گردید ولی نتایج آن می‌تواند در حوزه‌های دیگر بسیار مورد استفاده قرار گرفته و افق تازه‌ای در مدیریت کالبدی حوزه‌های کلانشهری بگشاید. مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج مقالات مشابه نظیر میرکتولی و همکاران [Mirkatouli et al, 2014] با عنوان تبیین ابعاد استفاده از هندسه فراکتال در تحلیل‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری بر انطباق خصایص پدیده‌های شهری و فراکتال‌ها و اهمیت توجه به این مقوله در جهت شناخت هر چه بهتر روند تحولات حوزه‌های شهری تأکید دارند و از این منظر نوع نگاه به طرح‌های توسعه شهری را فارغ از مرزبندی‌های رایج متوجه روندها می‌نمایند. در ادامه، با مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج مقاله [Elmizadeh & Mahpeykar, 2015] بررسی نظریه فراکتال در رودخانه زربنه رود با استفاده از روش شمارش جعبه می‌توان به این نتیجه مهم رسید که همانطور که برای یک رودخانه که به ظاهر نامنظم به نظر می‌رسد می‌توان نظم و روال منطقی یافت، برای شهرها که در روند رشد کالبدی بی‌نظم به نظر می‌رسند نظمی نوین کشف کرد. همانند یک رودخانه سیال و حساس بودن از ویژگی‌های کالبدی این حوزه به‌عنوان یک سیستم آشوبناک است که باید در طرح‌های توسعه شهری و مدیریت کالبدی آن به‌عنوان اصول اساسی مورد

Geomorphological Research. 3(2):130-141.

Elmizadeh H, Mahpeykar O (2015). Investigation of fractal theory in Zarrineh River using box counting method. *Journal of Geographical Space*. 17(59):255-270

Faghil N (1997). Chaos in dynamic systems and evolution in management system. *Journal of Management Knowledge*.

Farhudi R, Pourmosavi S M, Hosseini S A, Hosseini S M (2015). Analysis of urban spirawl of the city of Mashhad in recent decades and its impact on soil resources. *Journal of Geography and Planing*. 18(50):259-280.

Fattahi M H, Talebzadeh Z (2017). The relationship between watershed compactness coefficient and the fractal characteristics. *Journal of Iran-Water Resources Research*. 13(1):191-203.

Farnahad (2005). Master plan of Mashhad area Mashhad: Department of Housing and Urban Development.

Goodarzi Gh, Haghani T (2015). Evaluation of urban texture scattering using fractal geometry model and complexity theory to find urban development patterns case study: District 20 of Tehran. *Journal of Modeling in Engineering*. 13(43):79-89.

Baish J W, Jain RK (2017). Fractals and cancer. *Perspectives in Cancer Research*. 60(14):3683-3688

Karam A (2010). Chaos theory, fractals and linear systems in geomorphology. *Natural Geography Chapter*. 3(8):67-82.

Majedi H, Zebardast E, Mojarrabi Kermani B (2012). The analysis of factor influencing physical urban growth for large cities of Iran. HONAR - HA - YE - ZIBA MEAMARI - VA - SHAHRSAZI. 17(3):49-60.

Mirkatouli J, Bargahi R, Aghili S Z (2014). Explanation of fractal geometry in geography and urban planning. *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*. 14(4):55-82.

Pilehvar A A, Pourahmad A (2004). The trend of the growth and the development of the metropolitan cities case study: Mashhad city. *Geographical Researches Quarterly*. 36(48):103-121.

Rahnama M R, Aghajani H (2012). Spatial planing of Khorasan Razavi province. Mashhad: Jahad

Rahnama M R, Asadi A (2014). Analysing of spatial distribution of the home price in Mashhad city. *Geographical Researches Quarterly*. 30(1):37-52.

Ramesht M H (2003). Chaos theory in Geomorphology. *Journal of Geography and Development*. 1(1):13-36.

Rostayi SH, Ali Akbari E, Hoseinzadeh R (2016). Studying the key influencing factors on the growth of large cities case study: The city of Urmia. *Research and Urban Planing*. 7(26):53-47.

Saidi A (2011). Rural - urban relations and links in Iran. 1st ed. Tehran: Mehr Mino.

Salingaros N A (2014). City connecting the fractal. Tehran: Armanshahr.

Salingaros N A (2018). City from the perspective of fractal geometry. Tehran: Armanshahr.

TJ Cartwright (1991). Planing and chaos theory. *Journal of the American Planning Association*. 57(1):44-56.

Paszto V, Marek L, Tucek P (2011). Fractal dimension calculation for CORINE land-cover evaluation in GIS - A case study. *Proceedings of the DATESO 2011: Annual International Workshop on DAtabases, TExtS, Specifications and Objects*. 2011, 20 April: Pisek Czech Republic. pp. 23 -26.

Yingchun C (2014). Preliminary plan to construct an eco-city on chaos theory. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 6(8):446-448.

توجه قرار گیرد، مقوله‌ای که چالش جدی در این طرح‌ها و مدیریت آن ایجاد می‌نماید. چالشی که در آن نگاه خطی و غیرقابل انعطاف طرح‌های توسعه شهری سنتی را نفی نموده و چارچوب‌بندی آن را از بسیاری جنبه‌ها بخصوص جنبه مدیریتی متحول می‌نماید. انطباق این الگو با واقعیات تحولات کالبدی حوزه، آینده‌نگری را به واقعیت نزدیک‌تر می‌نماید.

نتیجه‌گیری

از تجزیه و تحلیل یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که رشد کالبدی حوزه مورد مطالعه آشوبناک بوده و دارای هندسه فراکتال است، یعنی خصیصه‌های آن در مقیاس‌ها و زمینه‌های مختلف قابل تفسیر است. مطابق این هندسه با فاصله‌گرفتن از مرکز شهرها درجه خطی‌شدن رشد کالبدی افزایش می‌یابد. در حوزه‌های بین شهری رشد خطی و در نهایت با فاصله‌گرفتن از مرکز، رشد پراکنده-خطی یک الگوست. این الگو منطبق برشریان‌های حمل و نقل است و از چارچوب طرح‌های سنتی شهری تبعیت نمی‌نماید و ادامه این روند پیوستگی کالبدی بین حوزه‌های مرکزی و پیرامونی را سبب می‌شود.

تقدیر و تشکر: از تمام کسانی که از ایشان آموخته‌ام تقدیر می‌نمایم و امید است این قدوم کوچک مقدمه‌ای باشد برای پویایی بزرگ جهت درکی عمیق از آنچه در محیط پیرامون با آن مواجهیم و تلاشی باشد به مثابه کورسویی با امید نیل به روشنایی.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی از نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی از نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: محمد همایی‌فر (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده مقدمه/تحلیلگر آماری (۵۰٪)؛ محمدآزاد شکوهری (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۳۵٪)؛ عزت‌الله مافی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/روش‌شناس (۱۵٪)

منابع مالی: موردی از سوی از نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

Alvani S M (1995). Chaos theory or ultimate order and management. *Journal of Management and Development Process*. 9(4):29-40.

Ashrafi N (2016). Recognition of islamic urbanism and architecture with chaos theory and fuzzy rule. *BAGH- e NAZAR*. 13(43):77-90.

Ayati H, Khoda Karami F, Molaie K, Afaghpour A (2016). Analyzing the effect of urban physical factors on religious tourism development case study: Shiraz. *Journal of Studies on Iranian Islamic City*. 6(23):43-59.

Bauer W, Makenzie CD (2001). Cancer detection on a cell-by-cell basis using a fractal dimension Analysis. *Acta Physica Hungarica*. 14(1):43-50.

Delkhosh M (2017). Introducing fractals and later fractions. *Journal of Mathematics and Society*. 2(1):1-23.

Triantakostas DP (2012). Urban growth prediction modeling using fractals and theory of Chaos. *Open Journal of Civil Engineering*. 2(2):81-86.

Elmizadeh H, Mahpeykar O, Saadatmand M (2014). Investigation of fractal theory in river geomorphology case study: Zarrineh River. *Journal of Quantitative*