

مطالعه و بررسی روند و گسترش کالبدی- فضایی شهر قم با استفاده از مدل- های آنتروپی شانون، هلدرن و جینی

احمد پورا احمد

استاد جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

علی مهدی^۱

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

معصومه مهدیان بهنمیری

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۵/۱۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۲/۲

چکیده

امروزه مناطق شهری بخصوص کلان‌شهرها با جذب جمعیت، سرمایه و فعالیت، تبدیل به مراکز اصلی خدمات، تجارت، تولید، مصرف و سکونت شده و در مسیر پاسخگویی به نیازهای روزافزون خود، بسیاری از منابع انسانی و طبیعی را با چالش‌های اساسی مواجه نموده است. در این میان، مقوله شهرنشینی توده‌ای که به معنای افزایش فزاینده مهاجرت به شهرها، شهرنشینی گسترده، رشد فیزیکی شهرها و... می‌باشد، گریبانگیر بسیاری از شهرها، بویژه در کشورهای جهان سوم شده است. شهرهای ایران نیز در پی تحولات اقتصادی، اجتماعی، با رشد لجام گسیخته، سریع و بی‌قواره مواجه بوده‌اند. در این میان شهر قم به‌عنوان مرکز ثقل و چهارمین شهر مهاجرپذیر ایران، با توجه به رشد جمعیت و شهرنشینی، بویژه پس از پیروزی انقلاب اسلامی، با رشد سریعی از بُعد کالبدی و فیزیکی مواجه بوده است. از این رو نگارندگان مقاله حاضر با علم به اهمیت مقوله بررسی روند و گسترش کالبدی این شهر، به مطالعه در فاصله سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰ پرداخته است. روش تحقیق در پژوهش حاضر تحلیلی-توصیفی بوده و با بهره‌گیری از مدل‌های آنتروپی شانون، هلدرن و جینی، به تحلیل چگونگی گسترش کالبدی-فضایی این شهر پرداخته است. نتایج حاصل از به کارگیری و تحلیل این مدل‌ها نشان می‌دهد که طی این دوره‌ها، گسترش فیزیکی شهر، بصورت پراکنده و غیرمترکم بوده و زمینه را برای رشد اسپرال و بدون برنامه شهر آماده نموده است.

واژگان کلیدی: گسترش کالبدی-فضایی، رشد افقی و اسپرال، مدل شانون، مدل هلدرن، ضریب جینی، شهر قم

مقدمه

در نیم قرن اخیر، شهرها بواسطه افزایش زاد و ولد، رشد جمعیت و مهاجرت‌های گسترده که "عمدتاً با تصرف عدوانی زمین همراه بوده" (قادری مطلق، ۱۳۸۷: ۳۹)، با سرعت زیادی گسترش یافته‌اند، به طوری که افزایش درجه شهرنشینی و جمعیت شهری که از مهم‌ترین جنبه‌های تغییر جهانی است (Liu and et al, 2007: 597) به عنوان یک واقعیت غیرقابل انکار، مقدمه رشد و توسعه گسترده شهری رافراهم (Qadeer, 2004: 1) و تغییرات وسیعی از مقیاس محلی تا جهانی در کاربری زمین ایجاد نموده است (Jun Yu and Nam Ng, 2007: 96). در این رابطه، مطالعات مختلف نشان می‌دهد که "جمعیت شهری جهان تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۲ میلیارد نفر رشد خواهد داشت که حدود ۹۴ درصد از رشد مذکور در کشورهای کمتر توسعه یافته اتفاق خواهد افتاد (Pietro and et al, 2005: 11). این رشد بی‌رویه و افزایش مهاجرت به شهرها، منجر به توسعه غیر قابل کنترل نواحی شهری، خلق سکونتگاه‌های جدید، کاهش سطح رفاه انسانی" (Ortega & et al, 2011: 2)، ساخت و سازهای بدون برنامه، گسترش مهار نشدنی و بروز تغییرات فراوان در ساختار فضایی شهرها، گرایش به سمت حومه‌نشینی، گسترده‌گی شهری (Garcia-Palomares, 2010: 197)، همچنین بروز مشکلات فراوان برای مدیران مختلف شهری بویژه در کشورهای در حال توسعه شده است. به گونه‌ای که امروزه مسائل فوق به همراه "رکود شهری در نقطه ثقل نگرانی‌های برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته" (Alden, 1996: 553) و زمینه مطالعه جدی جغرافیدانان، برنامه‌ریزان شهری و همچنین سیاست‌مداران را فراهم نموده است (AL-Ahmadi and et al, 2009: 80). از همین رو سیاست‌گذاری رشد شهری، مسئولیتی بسیار مهم و خطیر است، چرا که از یک سو باید به برطرف کردن نابسامانی‌ها بپردازد و از سوی دیگر با هدایت عاقلانه روند ساخت و سازها از پیدایش ناهنجاری‌ها به‌ویژه در ابعاد کالبدی-فضایی جلوگیری نماید. بنابراین با توجه به اینکه در سراسر جهان، بویژه در کشورهای در حال توسعه، رشد شهری هم از نظر جمعیت و هم از نظر گسترش فضایی منجر به بروز تغییرات گسترده شهری شده است (Rafiee and et al, 2009: 19)، لزوم توجه به مسائل شهری - به‌ویژه مسائل کالبدی آن - در قالب چارچوبی علمی، ضرورت یافته است (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۱۲۵) که در این پژوهش، کلانشهر قم به عنوان یکی از مهم و میلیونی ایران مورد مطالعه قرار گرفته است.

توسعه فیزیکی و رشد جمعیتی شهرهای ایران تا چند دهه پیش دارای افزایشی هماهنگ و متعادل بود. با بروز تحولات جدید، شهرها (به ویژه شهرهای بزرگ) به سرعت تغییرات و دگرگونی‌هایی را پذیرفتند (مهدیان بهنمیری، ۱۳۹۱: ۶۶). این دگرگونی‌ها به شکل افزایش سریع جمعیت و گسترش فیزیکی شتاب آمیز شهرها، و به صورتی نامتعادل و ناهماهنگ بوده بطوری که سطح زیرساخت شهری بیشتر تحت تسلط ساختمانهای مسکونی بوده است (مشهدی‌زاده دهقانی، ۱۳۸۵: ۴۱۹-۴۱۸). بعبارت دیگر، این تغییرات کالبدی و تحولات فضایی شهرها، چنان سریع و شتابنده عمل کرده است که پس از دوره‌ای کوتاه، اکنون شهرهای کشور نه تنها توانایی حفظ ویژگی‌های سنتی و اصیل خود را ندارند، بلکه اصول تازه و علمی نیز بر کالبد آنها و رشد و توسعه آیندشان با مشکلات بسیاری همراه است (موسوی و دیگران، ۱۳۸۹: ۳۶). از این رو در دهه‌های اخیر بویژه دوران پس از اصلاحات ارضی (۱۳۴۱ ه. ش)، در ایران رشد و گسترش شهرها به صورت نوعی معضل یا مسئله درآمده و لزوم توجه به مسائل شهری - و به ویژه مسائل کالبدی آن - در قالب چارچوبی علمی، اهمیت و ضرورت یافته است (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸:

۱۲۵). امروزه با مرور و مقایسه جمعیت و فرایند توسعه کالبدی بسیاری از شهرهای کشور، با گذشته‌های نه چندان دور، به سادگی می‌توان به روند سریع گسترش کالبدی - فضایی آن‌ها پی برد که در صورت عدم توجه صحیح بدان می‌تواند بسیاری از پتانسیل‌های طبیعی (زمینهای کشاورزی، زمینهای بکر و توریستی و ...) را از بین برده و ضمن انعکاس چهره زشت شهری در نتیجه توسعه نامتوازن شهری، هزینه‌های بسیاری را نیز برای مدیریت شهری به همراه آورد. در همین ارتباط، شهر قم که در حال حاضر به عنوان یکی از کلانشهرهای بزرگ کشور مطرح می‌باشد، در طول سال‌های گذشته، شاهد سیل گسترده مهاجران، گسترش سریع فیزیکی و بروز معضلات مختلف مواجه بوده که زمینه مطالعه در ارتباط با چگونگی رشد و توسعه فیزیکی سریع این شهر در ارتباط با سایر فاکتورها مانند جمعیت را بیان می‌دارد. یکی از مهمترین عواملی که در این زمینه قابل ذکر است، موقعیت ارتباطی این شهر، به علت قرارگیری در مرکز و در محدوده فلات مرکزی ایران می‌باشد که موجب شده تا "شهر قم به عنوان مرکز ثقل جغرافیای ایران مطرح (فرید، ۱۳۶۸: ۳۶۵) و بویژه ازدوران انقلاب اسلامی، شاهد سیل مهاجران از نقاط مختلف کشور باشد که ورود این مهاجران علاوه بر افزایش شدید و سریع جمعیت شهری، موجبات رشد ناموزون و افقی شهر را پدید آورد. در مجموع پژوهش حاضر با علم به اهمیت موضوع بررسی، بر آن است که به بررسی الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر قم با استفاده مدل‌های مناسبی همچون آنتروپی شانون، هلدن و جینی بپردازد

سؤالات

- روند و الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر قم در دوره‌های مختلف چگونه بوده است؟
- عوامل مهم مؤثر در روند گسترش کالبدی شهر کدامند؟
- آیا با توجه به روند توسعه فیزیکی شهر در دوره‌های گذشته، می‌توان امروزه ادعا کرد که شهر قم از رشد بی‌رویه و اسپرال برخوردار بوده است؟

هدف اصلی این تحقیق در واقع مطالعه روند گسترش کالبدی - فضایی شهر قم است. اما آنچه در این ارتباط باید بیان شود، مطالعه این روند در ارتباط با مهاجرپذیری و افزایش روزافزون جمعیت این شهر است که در نهایت با توجه به نتیجه مطالعه، پیشنهاداتی نیز ارائه گردد.

مبانی نظری

رشد فزاینده ابعاد شهرنشینی و شکل‌گیری مقیاس‌های جدیدی از رشد شهری، شهر و شهرسازی معاصر را با چالش‌های نوینی مواجه نموده و به دلیل گستردگی ابعاد، تغییر ماهیت و پیچیدگی این مسائل، جامع‌نگری و توجه به ابعاد و جنبه‌های مختلف مساله را به منظور حل پایدار آن‌ها، اجتناب ناپذیر نموده و امروزه محققان بسیاری را در این زمینه به چالش، مطالعه و پژوهش واداشته است. در این رابطه، بسیاری از محققان اعتقاد دارند که رشد فیزیکی به شکل افزایش محدوده شهر یا به اصطلاح گسترش افقی^۱ ظاهر و رشد عمودی نیز به صورت درون‌ریزی جمعیت و الگوی رشد شهر فشرده^۲ نمایان می‌شود (رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷: ۲۱). بطور کلی عوامل زیادی بر رشد کالبدی و جمعیت‌پذیری شهرها، تأثیر گذار است که مهم‌ترین آنها، افزایش طبیعی جمعیت، افزایش مهاجرت‌های روستا

^۱ - Sprawl

^۲ - Compact City

شهری، نقش‌دهی اداری-سیاسی به شهرها، تمرکز فعالیت‌های تجاری، خدماتی و بازرگانی واحدهای شهری، تمرکز تأسیسات رفاهی و خدمات عمومی-زیربنایی در مراکز شهر می‌باشند که تغییرات زیادی در سازمان فضایی جامعه و سازمان اجتماعی فضا ایجاد می‌نماید (شیعه، ۱۳۸۶: ۸۷-۹۱)، (توکلی، ۱۳۸۰: ۴) و (زیاری و همکاران، ۱۳۸۸: ۶۳). در این میان، بانگ‌رشد به روند توسعه و رشد جمعیتی شهرهای ایران، در خواهیم یافت که تا چند دهه پیش وضعیت فوق، دارای افزایشی هماهنگ و متعادل بود، ولی با بروز تحولات جدید، شهرها (به‌ویژه شهرهای بزرگی مانند قم) به سرعت تغییرات و دگرگونی‌هایی را پذیرفتند. این دگرگونی‌ها به شکل افزایش سریع جمعیت و گسترش فیزیکی شتاب آمیز شهرها، و به صورتی نامتعادل و ناهماهنگ رخ نمود، بطوری که سطح زیر ساخت شهری بیشتر تحت تسلط ساختمان‌های مسکونی قرار گرفت (مشهدی‌زاده دهقانی، ۱۳۸۵: ۴۱۹-۴۱۸). به عبارت دیگر، این تغییرات کالبدی و تحولات فضایی شهرها، چنان سریع و شتابنده عمل کرده است که پس از دوره‌ای کوتاه، اکنون شهرهای کشور نه تنها توانایی حفظ ویژگی‌های سنتی و اصیل خود را ندارند، بلکه رشد و توسعه آیندشان نیز با مشکلات بسیاری همراه است (موسوی و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۶). شهرقم نیز که امروزه به‌عنوان یکی از شهرهای بزرگ و میلیونی، همچنین یکی از مهم‌ترین مراکز مذهبی ایران شناخته می‌شود، در طول سال‌های گذشته، شاهد ورود انبوه مهاجران بوده که باعث شده در طول سال‌های گذشته رشد قابل توجهی در جمعیت و گسترش کالبدی-فضایی شهر داشته باشد. مهاجرت‌های فوق، ضمن افزایش گستره فیزیکی شهر، باعث ظهور مناطق مختلف و ایجاد برخی مشکلات اجتماعی و فرهنگی، افزایش گستره فیزیکی شهر، ظهور مناطق مختلف، همچنین ایجاد برخی مشکلات اجتماعی و فرهنگی شده است (معین‌آبادی، ۱۳۸۶: ۲۹) که در این پژوهش سعی بر آن است که به بررسی و تجزیه و تحلیل الگوی گسترش کالبدی-فضایی آن پرداخته شود.

پیشینه

سابقه مطالعه در ارتباط با مطالعه و بررسی روند و گسترش کالبدی-فضایی شهرها که همواره بویژه ذهن مدیران شهری را درگیر می‌نماید، امروزه محققان مختلفی از جهات مختلف به مطالعه پرداخته و آثار مختلفی را در این زمینه، به نگارش درآورده‌اند. به عنوان مثال میرکتولی و همکاران در سال ۱۳۹۱ در مقاله‌ای تحت عنوان "مطالعه و بررسی روند و گسترش کالبدی-فضایی شهر بابلسر" به این نتیجه رسیده‌اند که در طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۹ الگوی گسترش شهر خطی بوده و بر اساس مدل هلدن ۶۰ درصد از رشد فیزیکی شهر در فاصله سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۳۵ مربوط به رشد جمعیت بوده و ۴۰ درصد مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر می‌باشد که این عامل نتیجه عدم نظارت و کنترل مدیران شهری و نداشتن طرح و برنامه‌ای مدون جهت گسترش فیزیکی شهر بوده است. همچنین اولی‌زاده (۱۳۸۴) در تحقیقی به "بررسی و تحلیل روند گسترش توسعه فیزیکی و تعیین جهات بهینه توسعه شهر سقز با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)" پرداخته است. در این پژوهش محقق قبل از ارائه فرایند مدل سازی که برای توسعه فیزیکی آتی شهر طراحی و ارائه می‌شود، لایه‌های مورد استفاده معرفی شده است. سپس با تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر توسعه فیزیکی شهر، تعیین اهمیت و رتبه متغیرها، تعیین مبانی نظری و نحوه وزن‌دهی به متغیرها به سنجش موضوع پرداخته است. همچنین ابراهیم‌زاده (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای به بررسی "برنامه‌ریزی فضایی-کالبدی بافت مرکزی اهواز با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی" پرداخته است. محقق در این تحقیق اظهار

کرده است که سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند ابزار بسیار مناسبی برای کمک به تصمیم‌گیرندگان و برنامه‌ریزان در حل پاره‌ای از معضلات شهری و منطقه‌ای باشد. توانایی اجرای تجزیه و تحلیل‌های فضایی - مکانی پیچیده، مزیت‌های کمی و کیفی را برای این سیستم فراهم می‌کند. در نهایت ابراهیمی زاده آسمین و همکاران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل بر عوامل گسترش فیزیکی و رشد اسپرال شهر طبس پس از زلزله با استفاده از مدل آنتروپی هلدرن" به مطالعه این مهم با استفاده از مدل‌های هلدرن، ضریب مکانی و مدل فزاینده اشتغال و جمعیت پرداخته است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که ۵۵ درصد از رشد فیزیکی شهر در فاصله سالهای ۸۵-۱۳۵۵ مربوط به رشد جمعیت بوده و ۴۵ درصد نیز مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که تا ۱۹ سال آینده، محدوده فعلی شهر با گسترش درون بافتی جوابگوی نیازهای جمعیت شهر خواهد بود.

در مجموع می‌توان گفت که در هر دوره‌ای از شهرنشینی، با توجه به مسائل شهری موجود، صاحبان قدرت و اندیشمندان همواره بر جنبه‌های مختلف جسم و روح شهر درنگ نموده و کوشیده‌اند تا قانونمندی‌های زندگی شهری را دریابند و بر پایه یافته‌های خود به برنامه‌ریزی شهری دست یازند و برای مسائل و مشکلات شهر و شهرنشینی چاره‌جویی کنند که مقوله مورد بررسی در این پژوهش نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر از نوع کتابخانه‌ای و توصیفی - تحلیلی می‌باشد که در عین حال با رویکرد تطبیقی، به بررسی ادوار مختلف رشد جمعیتی و کالبدی شهر با استفاده از داده‌های موجود شهر می‌پردازد. بطوری که ابتدا پس از انتخاب موضوع، با بررسی اسنادی و کتابخانه‌ای بانک‌های اطلاعاتی On_line، روند گسترش فیزیکی و جمعیتی شهر قم در ادوار مختلف تاریخی مشخص گردید. پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، با اتکاء به اطلاعات بدست آمده، روند گسترش فیزیکی و توسعه شهر قم با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون، هلدرن و جینی به دست آمد. لیکن رویکرد اصلی تحقیق مبنی بر روش تحلیلی - توصیفی بوده است.

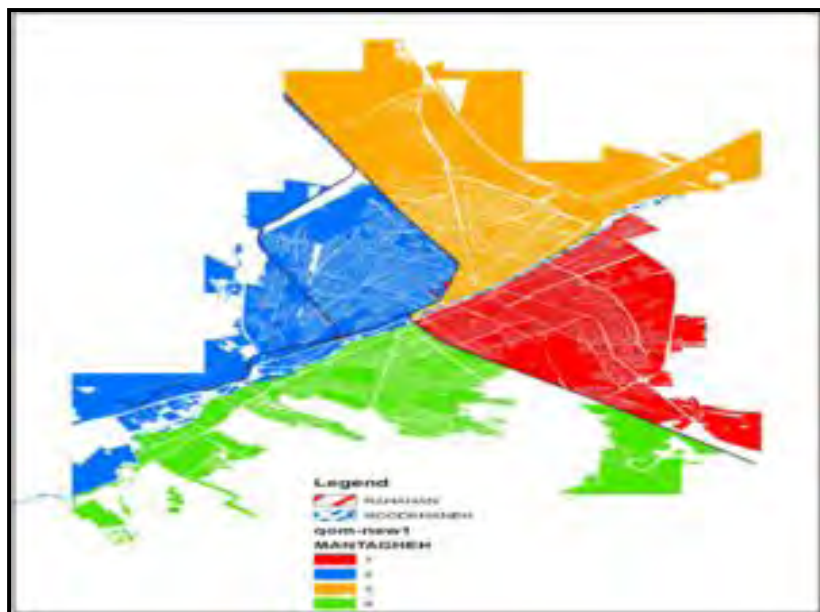
قلمرو مکانی

شهر قم با ۱۱۲۳۸ کیلومتر مربع، ۶۸ صدم درصد از مساحت ایران به‌عنوان مرکز ثقل جغرافیای کشور مطرح (فرید، ۱۳۶۸: ۳۶۵) است. در این رابطه، رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی در این شهر بویژه پس از پیروزی انقلاب اسلامی از شدت زیادی برخوردار شد، طوری که از ۵۴۶۱۳۸ هزار نفر در سال ۱۳۵۸، به ۱۰۹۰۰۰۰ در سال ۱۳۹۰ رسید. پیامد چنین وضعیتی، شکل‌گیری محلات و مناطق مختلف، همچنین رشد سریع کالبد و گستره شهر است که امروزه منجر به معرفی این شهر به عنوان یکی از هفت کلانشهر بزرگ ایران شده است. بطوری که هم‌اکنون شهر قم با داشتن چهار منطقه (تصویر شماره ۱)، دارای نسبت شهرنشینی بیش از ۹۵ درصد است (مرکز آمار ایران: ۱۳۹۰) که از دلایل حجم بالای شهرنشینی فوق، مهاجرت‌های وسیع گذشته به این شهر است.

جدول شماره (۱): روند افزایش جمعیت شهر قم در سال‌های مختلف

سال	۱۳۳۵	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۹۰
جمعیت	۹۶۴۹۹	۱۲۴۴۸۲	۴۷۷۲۱۹	۵۴۳۱۳۹	۷۷۷۶۷۷	۸۹۳۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۹۰۰۰۰

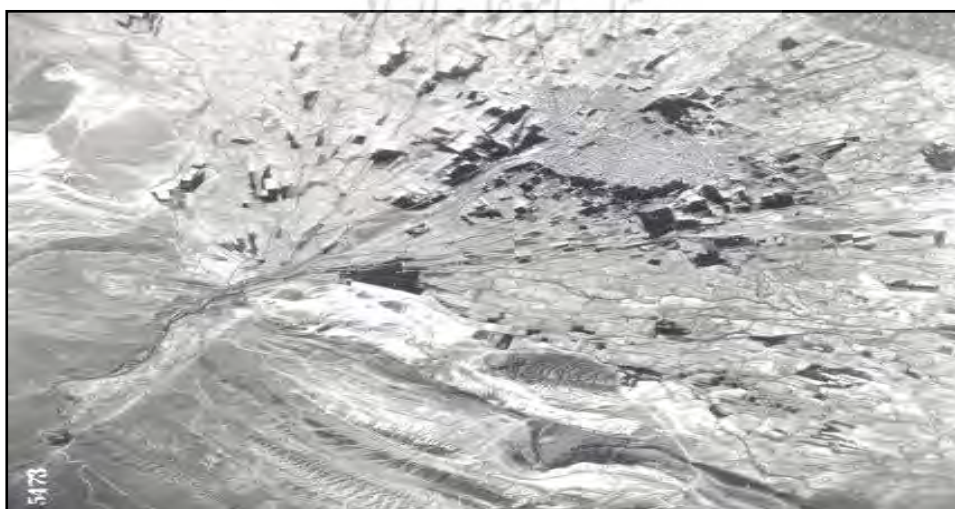
منبع: (سازمان عمران و بهسازی شهری، ۱۳۹۰: ب).



تصویر شماره (۱): موقعیت شهر قم و مناطق ۴ گانه آن در مقیاس ملی و منطقه‌ای

یافته‌ها

شهر قم، از دیرباز در نقطه‌ای که امروز لب‌چال خوانده می‌شود و در روزگار باستان، ده یا دژی زرتشتی بود و مینجان نامیده می‌شد، پدید آمده و طی هزاران سال همچنان کانون شهر محسوب می‌شده است. شهر قم تا اواخر دوره قاجار از ده محله بزرگ به صورت یک بیضی در حاشیه قم رود تشکیل شده بود، این محلات عبارت بودند از: محلات موسویان- چهارمردان- آستانه- عشق‌علی- الوندیه- سیدان- سنگ بند- مسجدجامع- باغ پنبه- اسحاقیه. هریک از محلات بوسیله گذرهای اصلی خود به مرکز ارتباطی شهر قدیم یعنی میدان کهنه و کوچه لب‌چال متصل می‌شوند. بر این اساس، شهر به‌طور کلی دارای ساختاری تک هسته‌ای متراکم و همگراست (مهدی، ۱۳۹۰: ۶۶). دلایل عدیده‌ای در گسترش شهر قم دخیل بوده‌اند، از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به سیل سال ۱۳۱۳ اشاره نمود که قسمتی از بافت قدیم شهر را ویران و عده‌ای از مردم به دلیل ویرانی و طغیان رودخانه به سمت غرب آن مهاجرت کردند. با احداث راه آهن این بخش شهر رشد و توسعه بیشتری یافت و به تدریج نیمی از شهر در بخش غربی رودخانه تشکیل شد.



تصویر شماره (۲): عکس هوایی از بهنه قم، سال ۱۳۳۵ (۲۱ آگوست ۱۹۵۵). منبع: (طرح راهبردی ساختاری استان قم، ۱۳۹۰).

در سمت چپ تصویر رودخانه قمرود دیده می‌شود که از محدوده شهر عبور می‌کند. لکه‌های سیاه، هسته‌ای اولیه تشکیل شهر قم را نشان می‌دهد. لکه‌های خاکستری رنگ، باغات و زمینهای کشاورزی است که به جز محدودی از آنها، مابقی از بین رفته است. از آغاز تشکیل شهر قم تاکنون، گسترش شهر شش مرحله (نقشه شماره ۱)، شامل بعد از تشکیل شهر تا اوایل قرن چهاردهم ه.ق، از حدود سال ۱۳۰۰ ه.ق تا حدود سال ۱۳۳۵؛ از حدود سال ۱۳۳۵ تا سال ۱۳۵۷، از سال ۱۳۵۷ تا سال ۱۳۶۷، از حدود سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۷۸ و از سال ۱۲۷۸ تا ۱۳۸۵ و ۱۳۸۵ تاکنون (۱۳۹۰).

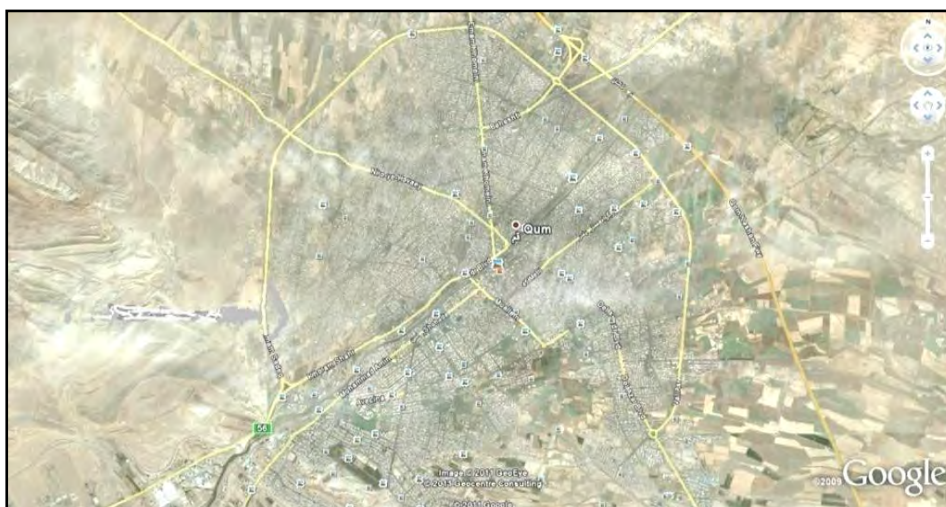


نقشه شماره (۱): مراحل گسترش شهر قم

منبع: (موسی کاظمی محمدی، ۱۳۷۸: ۸۶).

در مرحله اول، در طوب مدت گسترش کالبدی شهر قم در این دوران، تغییراتی در وسعت و محدوده آن بوجود آمد، تغییراتی که در جهت مثبت و توسعه شهر و هم در جهت منفی و ویرانی آن بوده است. در طول این سال‌هایی که اوضاع آرام و فعالیتهای اجتماعی و اقتصادی از رونق و شکوه برخوردار بود، شهر به آرامیب گسترش یافته و بر جمعیت اش افزوده می‌گشت اما به هنگام بروز قحطی، خشکسالی، شیوع بیماری، جنگ و یورش اقوام دیگر و در نتیجه رکود فعالیت‌های شهر روبه ویرانی رفته و از جمعیت شهر کاسته می‌شد. مساحت تقریبی شهر در این دوران حدوداً به ۷۰۰ هکتار می‌رسیده است (موسی کاظمی محمدی، ۱۳۷۸: ۱۲۷). در مرحله دوم، گسترش شهر عمدتاً در اطراف روخانه و در اراضی مبارک آباد، مقابل حرم در جهت شمال و نیز در مسیر جاده کاشان صورت گرفته است. همچنین در جهت جنوب غرب نیز محله‌های جدید صفائیه و جوی شور ایجاد می‌گردد. در این مرحله همچنین باتوجه به گسترش و پیشرفت تدریجی امکانات ارتباطی و حمل و نقلی، تسهیل جابه جایی جمعیت، همراه با مهاجرت‌هایی از سایر مناطق کشور، توسعه تدریجی شهر در مسیر راه‌های ورودی صورت گرفت و وسعت شهر نیز به حدود ۱۳۵۰ هکتار رسید. مرحله سوم توسعه و گسترش کالبدی شهر شامل پرکردن فضاهای خالی محلات جدید در مرحله قبلی و هم در جهات جدید می‌باشد. گسترش محلت صفائیه و جوی شور، گسترش شهر در جهت راه-

های ورودی و تشکیل محلات زندآباد و نیروگاه در شمال و غرب ایستگاه راه‌آهن، از جمله این گسترش‌ها هستند. عوامل عمده توسعه در این مرحله علاوه بر ادامه توسعه امکانات ارتباطی و حمل و نقلی، تحولات اقتصادی و اجتماعی و روند صنعتی شدن و ایجاد صنایع و کارخانه‌های جدید و نیز گسترش بخش خدمات هستند. وسعت شهر در این دوره به حدود ۱۵۰۰ هکتار می‌رسیده است. مرحله چهارم روند توسعه کالبدی شهر قم با وقوع انقلاب اسلامی همراه بوده است. در این دوران با توجه به وقوع سه رویداد اشغال افغانستان توسط شوروی سابق، اخراج عراقی‌های ایرانی‌الاصل از عراق و نیز وقوع جنگ تحمیلی عراق علیه ایران، موجب تشدید مهاجرت‌های داخلی (جنگ‌زده‌ها) و خارجی (معاودین عراقی و مهاجرین افغانی) به شهر قم گردید. این مهاجرت‌ها، جهت جدیدی را در گسترش شهر می‌گشاید. ایجاد شهرک‌های سالاریه، یزدانشهر، صفاشهر، امام حسن، امام خمینی و شهرک قائم از نتایج گسترش شهر در این مرحله می‌باشد که با گسترش محلات شهر به تدریج به شهر متصل گردیده‌اند. در این مرحله وسعت شهر به حدود ۱۶۲۰ هکتار می‌رسیده است. مرحله پنجم توسعه کالبدی شهر، به بعد از اتمام جنگ تحمیلی مربوط می‌شود. در این دوران به علت پرشدن ظرفیت‌های اشتغال در صنایع قم، مهاجرت‌های با این انگیزه کاهش می‌یابد، لیکن به علت نقش فرهنگی شهر و وجود مدارس علوم دینی در آن، انگیزه سنتی مهاجرت به شهر باقی می‌ماند. بعلاوه اثر مهاجرت‌های قبلی که با افزایش رشد جمعیت همراه بوده است، لزوم ایجاد مسکن و شهرک‌های جدید برای سرریز جمعیت را مطرح و شهرک‌های مهدیه، قدس، فرهنگیان و پردیسان را بوجود آوردند. این امر علاوه بر توسعه ارتفاعی شهر، پرشدن فضاها و خالی به تغییر و توسعه بافت قدیمی محلات شهر انجامید. در این مرحله، استان قم همراه با تشکیلات اداری جدید در شهر قم به توسعه آن کمک کرده است. گسترش شهر در این مرحله همچنین با وارد محدوده شدن چند روستای حاشیه شهر همراه بوده است. روستاهای قلعه کامکار، شیخ آباد، شادقلی‌خان (به‌علت داخل کمربندی شهر قرار گرفتن) و جمکران، از آن جمله هستند. مرحله ششم از توسعه کالبدی شهر قم که مربوط به ۱۳۸۵ تاکنون (۱۳۹۰)، می‌باشد، در شرایطی قابل مطالعه است که امروزه این شهر و با جمعیتی بیش از ۱۰۴۰۰۰۰ نفر به عنوان هفتمین کلانشهر ایران شناخته می‌شود. توسعه کالبدی شهر در این دوران نیز به مانند دوره‌های پیشین از سرعت بالایی برخوردار بوده است. در این زمینه با توجه به اینکه شهرستان قم در سال ۱۳۷۵ از استان تهران جدا و به استانی مستقل تبدیل گشت، شاهد رشد فزاینده‌ای در زمینه عمرانی و توسعه کالبدی بوده است. در این دوران شهر قم تبدیل به چهار منطقه شد که این مناطق با توجه به وجود اراضی خالی در اطراف خود گسترش یافتند به طوری که از ۱۸۵۹۰ هکتار در سال ۱۹۱۱۶ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسید (جدول شماره ۲). همچنین طی پنج سال گذشته، طرح جدیدی برای توسعه اطراف حرم در حال اجراست که محدوده وسیعی از بازارها و خانه‌های اطراف حرم را در بر گرفته که در حال حاضر، در مرحله تخریب است. در مجموع می‌توان گفت که تا قبل از سال ۱۳۴۳ رشد شهر به صورت شعاعی با تمایل به غرب، شمال‌غربی، جنوب شرقی بود و در جهت شمال‌شرقی کمترین توسعه صورت گرفت، بعد از این سال تدریجاً طرح‌های شهری و احداث خیابان‌های جدید سبب گردید که توسعه به صورت نسبتاً یکسان در جهات شمال، شمال‌غرب، غرب، شرق و جنوب شرق ادامه داشته باشد به طوری که الگوی امروزی توسعه شهری قم از فرم متحد‌المركز به مانند بسیاری دیگر از شهرهای امروزی ایران پیروی می‌کند (طرح جامع شهر قم: ۱۳۸۸).



تصویر شماره (۲): عکس هوایی و فرم متحدالمرکز شهر قم
منبع: (www.Google Earth.Com:2012)

شدت و سرعت رشد گسترش شهری

در بررسی روند گسترش رشد شهری شهر قم دو مقوله جمعیت و مساحت می‌تواند راهگشا باشد. در این زمینه برآوردهای انجام شده حاکی از آن است که جمعیت شهر قم در سال ۱۳۳۵ حدود ۹۶۴۹۹ نفر و مساحت آن حدود ۱۵۰ هکتار بوده است. بر این اساس میزان سرانه و تراکم جمعیت در این دوره به ترتیب در حدود ۱۱۹ متر مربع و ۸۴ نفر در هکتار بوده است. در دوره بعدی، شهر قم شاهد افزایش ۲۵۰ هزار نفری در جمعیت خود بود. این رشد جمعیت همسو با افزایش مساحت و گسترش افقی شهر، باعث شد که مساحت شهر در این دوره به ۱۳۲۲۰ هکتار یعنی در حدود یازده و نیم برابر دوره قبل برسد. میزان سرانه در این دوره، ۱۰۶۴ مترمربع و تراکم ناخاص شهر نیز برابر با ۹/۴۰ نفر در هکتار برآورد گردید. نتایج مطالعات در این زمینه نشان می‌دهد، به‌علت پراکندگی جمعیت، عدم وجود خاک مناسب و یکدست در تمام پهنه شهر و دسترسی نامناسب به آب در این دوره، گسترش شهر عمدتاً به صورت پراکنده و نامنظم صورت گرفته است که خود این عامل بر افزایش مساحت شهر در این دوره تأثیر مضاعفی داشته است. در دوره بعدی یعنی سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵، چنانچه در قسمت پیشین نیز عنوان شد، روند توسعه کالبدی شهر قم با وقوع انقلاب اسلامی و سه رویداد اشغال افغانستان توسط شوروی سابق، اخراج عراقی‌های ایرانی‌الاصل از عراق و نیز وقوع جنگ تحمیلی عراق علیه ایران همراه بود که موجب تشدید مهاجرت‌های داخلی (جنگ‌زده‌ها) و خارجی (معاودین عراقی و مهاجرین افغانی) به شهر قم، افزایش جمعیت و به‌تبع آن گسترش کالبدی و افقی شهر قم شد.

در این رابطه مطالعات نشان می‌دهند که جمعیت شهر در این دوره که عمدتاً از سوی مهاجرین وارد شده به شهر می‌باشد، بیش از ۳۵۰ هزار نفر افزایش داشته که ۴۱ درصد از این مهاجران را اتباع کشور افغانستان و عراق تشکیل می‌دهند. تحت تأثیر این رشد جمعیت، گستره و مساحت شهر نیز به میزان بیش از ۱۷۶۰ هکتار رشد داشته است که در پی آن میزان تراکم و سرانه ناخاص در این شهر به ترتیب به ۳۱/۹ نفر در هکتار و ۳۱۴ متر مربع رسید. در دوره‌های بعدی نیز روند گسترش شهری و افزایش جمعیت همانند دهه‌های پیشین بوده که در این سال‌ها نیز به مانند

دوره‌ای قبل مهاجرت‌های داخلی و خارجی به این شهر، عمده‌ترین عوامل در زمینه افزایش جمعیت و رشد و توسعه کالبدی شهری می‌باشد. به عنوان مثال نقش فرهنگی و وجود مدارس علوم دینی در شهر، احداث گسترده تشکیلات اداری در شهر بویژه پس از جدایی از استان تهران در سال ۱۳۷۵، ورود روستاهای اطراف به داخل محدوده شهری و... موی افزایش جمعیت شهری و توسعه سریع و البته ناموزون شهر شهر قم شده است. نگاهی مختصر به نتایج آماری فوق بیان دارنده عدم تعادل بین رشد جمعیت و رشد شهری در شهر قم است. به گونه‌ای که تا این دهه رشد شهری سریع‌تر از رشد جمعیت بوده است که این امر موجب گسترش دامنه شهری گشته و گسترش فیزیکی شهر بر رشد جمعیت شهری پیشی گرفته است که علت آن را باید در فقدان سیاست‌های مناسب ساخت و ساز جستجو نمود که موجب عدم تعادل میان گسترش فیزیکی و رشد جمعیتی گردیده و منجر به رشد پراکنده (اسپرال) و بد قواره شهر شده است. این روال - افزایش جمعیت و به دنبال آن رشد و گسترش شهر - از سال ۱۳۵۵ به بعد تقریباً روندی هماهنگ داشته است.

البته با توجه به داده‌های موجود در این زمینه که در جدول ۲ نگاهشده شده است، روند موجود از سال ۱۳۸۵ تا به امروز (۱۳۹۰) کاملاً متفاوت بوده است که مهمترین تفاوت موجود را مسلماً می‌توان در کاهش جمعیت شهر مشاهده نمود. در این دوره که همزمان با آشنایی بسیاری از خانواده‌ها با سیاست‌های تحدید موالید، تنظیم خانواده و نیز افزایش سطح سواد (مهدی، ۱۳۹۰: ۱۲۲) افراد می‌باشد، جمعیت شهر نسبت به دوره‌های پیشین از رشد بسیار کمی (البته در مدت زمان ۳ سال) برخوردار بوده است که در صورت طی همین روند، در سال ۱۳۹۵ طی دوره ۱۰ ساله ۱۴۰ هزار نفر به جمعیت شهر اضافه خواهد شد که رقم مناسبی از حیث کنترل و رشد جمعیت به شمار می‌رود (طرح جامع شهرقم: ۱۳۸۸).

جدول شماره (۲): تغییرات میزان رشد جمعیت و مساحت شهرقم از سال ۱۳۳۵-۱۳۸۵

سال	جمعیت	مساحت (هکتار)	رشد جمعیت (درصد)	رشد مساحت (درصد)
۳۵	۹۶۴۹۹	۱۱۵۰	-	-
۴۵	۱۴۴۲۸۲	۱۳۲۲۰	۲/۵۶	۲۷/۶۶
۵۵	۴۷۷۲۱۹	۱۴۹۸۰	۱۴/۴۰	۱/۲۵
۶۵	۵۴۳۱۳۹	۱۵۹۵۰	۱/۳۰	۰/۶۲
۷۵	۷۷۷۶۷۷	۱۷۳۸۰	۳/۶۵	۰/۸۶
۸۵	۱۰۰۰۰۰۰	۱۸۵۹۰	۲/۵۴	۰/۶۷

منبع: استخراج نگارندگان از آمارنامه‌های مرکز آمار ایران، شهرستان قم (۱۳۳۵-۱۳۸۵) و طرح تفصیلی.

تحلیل گسترش کالبدی - فضایی شهرقم

امروزه با توجه به اینکه آگاهی از فرم فضایی و شکل شهر می‌تواند یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان موفقیت برنامه ریزان شهری جهت پاسخگویی به نیازهای حال و آینده شهری باشد، مدل‌های مختلفی همچون ضرایب جینی، آنتروپی نسبی، ضریب موران، ضریب گری، آنتروپی شانون، هلدرن و ... به بررسی سنجش فرم شهری و چگونگی گسترش فیزیکی آن می‌پردازد. با این حال، به رغم اینکه ضرایب موران و گری به طور بالقوه بر اساس ساخت فضایی تمرکز را از پراکندگی مشخص می‌سازد، اما تفسیر آنها گاهی پیچیده است (Anselin, 1995). در عین حال شاخص آنتروپی نسبی (شاخصی مشتق شده از آنتروپی شانون برای تبدیل مقادیر به دامنه بین صفر تا یک) از بقیه بهتر است، زیرا به وسیله تعداد خرده ناحیه‌ها تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (رهنما و عباسزاده، ۱۳۸۷: ۱۰۳).

با توجه به این مطالب، در این مقاله برای نشان دادن درجه توزیع متعادل و تحلیل گسترش فیزیکی شهر قم از دو ضریب جینی و آنتروپی شانون در ۳ دهه ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ استفاده شده است و در انتها نیز برای نشان دادن سهم رشد شهر از رشد جمعیت و پراکنش افقی از مدل هلدن استفاده گردیده است.

مدل آنتروپی شانون^۱

از این مدل برای تجزیه و تحلیل مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری^۲ استفاده می‌گردد. ساختار کلی مدل به شرح زیر

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i)$$

است (حکمت نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۲۹).

در این رابطه:

H: مقدار آنتروپی شانون،

Pi: نسبت مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه n به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق،

n: مجموع مناطق.

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا Ln(n) است. مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است. در حالی که مقدار Ln(n) بیانگر توسعه فیزیکی پراکنده شهری است. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار Ln(n) بیشتر باشد رشد بی‌قواره شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است.

جدول شماره (۳): محاسبه ارزش آنتروپی مناطق ۴ گانه شهری قم در سال ۱۳۷۰

منطقه	مساحت (He)	Pi	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
۱	۳۱۰۵	۰/۲۱۱۷	-۱/۵۲۶۶	-۰/۱۳۳۱۶
۲	۳۰۹۸	۰/۲۱۶۷	-۱/۵۲۸۹	-۰/۱۳۳۱۴
۳	۳۱۰۲	۰/۲۱۷۰	-۱/۵۲۷۶	-۰/۱۳۳۱۵
۴	۴۹۸۷	۰/۳۴۸۹	-۱/۰۵۲۸	-۰/۳۶۷۳
کل	۱۴۲۹۲	\sum	F	-۱/۳۶۲۰

منبع: آمارنامه‌ها و محاسبات نگارندگان ۱۳۷۰ H = ۱/۳۶۲۰

جدول شماره (۴): محاسبه ارزش آنتروپی مناطق ۴ گانه شهری قم در سال ۱۳۸۰

منطقه	مساحت (He)	Pi	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
۱	۳۷۵۴	۰/۲۲۸۱	-۱/۴۷۷۸	-۰/۱۳۳۷۱
۲	۳۴۹۱	۰/۲۱۲۱	-۱/۵۵۰۵	-۰/۱۳۲۸۹
۳	۳۵۴۴	۰/۲۱۵۳	-۱/۵۳۵۴	-۰/۱۳۳۰۶
۴	۵۶۶۷	۰/۳۴۴۳	-۱/۰۶۶۰	-۰/۳۶۷۱
کل	۱۶۴۵۶	\sum	F	-۱/۳۶۳۸

منبع: آمارنامه‌ها و محاسبات نگارندگان ۱۳۸۰ H = ۱/۳۶۳۸

جدول شماره (۵): محاسبه ارزش آنتروپی مناطق ۴ گانه شهری قم در سال ۱۳۹۰

منطقه	مساحت (He)	Pi	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
۱	۴۰۲۲	۰/۲۲۵۶	-۱/۴۸۸۶	-۰/۳۳۵۹
۲	۳۷۴۵	۰/۲۱۰۱	-۱/۵۶۰۰	-۰/۳۲۷۸
۳	۳۹۰۵	۰/۲۱۹۱	-۱/۵۱۸۱	-۰/۳۳۲۶
۴	۶۱۵۰	۰/۳۴۵۰	-۱/۰۶۳۹	-۰/۳۶۷۱
کل	۱۷۸۲۲	\sum	F	-۱/۳۶۳۵

منبع: آمارنامه‌ها و محاسبات نگارندگان ۱۳۹۰ H = ۱/۵

^۱ - Shannon's Entropy Model

^۲ - Urban Sprawl Phenomenon

جدول شماره ۳، ۴ و ۵ به ترتیب مقدار آنتروپی شانون شهر قم را در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده در زمینه رشد اسپرال مناطق چهارگانه شهر قم در این مقاله، و با توجه به اینکه حد نهایی برای آنتروپی ۴ طبق فرمول (همان: ۱۳۰-۱۲۹) که برابر $\ln(4) = 1/3862$ محاسبه شده است، نزدیکی مقدار آنتروپی شهر قم در سال ۱۳۷۰ که برابر با $1/3620$ بوده است به مقدار حداکثر ($1/3620$)، نشانگر رشد پراکنده (اسپرال) گسترش فیزیکی شهر است. در سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ مقدار آنتروپی برآورد شده در این شهر، برابر با $1/3638$ می‌باشد، این امر نشان می‌دهد که طی این دو دوره، گسترش فیزیکی شهر، همچنان به روند گذشته ادامه داده و باز هم بصورت پراکنده و غیرمترکم توسعه یافته است.

ضریب جینی^۱: ضریب جینی شاخصی برای اندازه‌گیری توزیع نابرابر جمعیت و اشتغال در نواحی مختلف یک شهر است. این ضریب نیز همواره دامنه‌ای بین ۰ و ۱ دارد. مقدار ضریب‌های جینی بالاتر (نزدیک به ۱) به این معنی است که تراکم جمعیت و اشتغال تا حد زیادی در مناطق بالاست (توزیع نامتعادل) و ضریب جینی نزدیک به صفر به این معنی است که جمعیت یا اشتغال در شهر به صورت عادلانه‌ای توزیع شده است. ضریب جینی یه صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Gini = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

در این رابطه N تعداد مناطق مختلف شهری، X_i نسبت وسعت منطقه i به کل وسعت مناطق مختلف و Y_i نسب جمعیت یا اشتغال منطقه از کل مناطق مختلف می‌باشد.

در سنجش پراکندگی جمعیت و نوع گسترش فیزیکی شهر با استفاده از ضریب جینی، اعداد به دست آمده برای سه دوره با احتساب نسبت زمین و جمعیت، برای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ به ترتیب $0/2027$ ، $0/2047$ و $0/2085$ می‌باشد که نشان می‌دهد جمعیت در سال ۱۳۷۰ تا حدی به صورت ناعادلانه پخش شده است و افزایش این ضریب در طی دو دهه بعد و میل کردن عدد به طرف یک، بیانگر توزیع نامتعادل جمعیت شهر در طی زمان می‌باشد.

مدل هلدرن^۲

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص ساختن رشد بی‌قواره شهری استفاده از روش هلدرن است^۳ (ابراهیم‌زاده و رفیعی، ۱۳۸۸: ۱۳۱). با استفاده از این روش می‌توان مشخص ساخت که چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بدقواره شهری بوده است. مراحل معادلات این مدل بدین شرح است (منبع فرمول: همان، ۱۳۳-۱۳۱):

^۱ - Gini

^۲ - Holdern

^۳ - امروزه با توجه به اینکه آگاهی از فرم فضایی و شکل شهر می‌تواند یکی از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان موفقیت برنامه ریزان شهری جهت پاسخگویی به نیازهای حال و آینده شهر می‌باشد، مدل‌های مختلفی همچون ضرایب جینی، آنتروپی نسبی، ضریب موران، ضریب گری، آنتروپی شانون، هلدرن و مانند اینها به بررسی سنجش فرم شهری و چگونگی گسترش فیزیکی آن می‌پردازد. مدل هلدرن در واقع شامل ۱۴ رابطه می‌باشد که، رابطه و فرمول آخر (۱۴) به عنوان فرمول اصلی و نهایی مدل است که تمامی مراحل و رابطه‌های مدل، در نهایت به فرمول و رابطه ۱۴ ختم می‌شود، به طوری که همه روابط قبلی در آن گنجانده شده است. در این پژوهش با جایگزینی مساحت، جمعیت، سرانه ناخالص در فرمول ۱۴، مشخص گردید که چه میزان از گسترش شهر ناشی از رشد جمعیت و چه میزان ناشی از گسترش افقی بدقواره شهر می‌باشد.

$$a = \frac{A}{P} \quad (1)$$

در رابطه (۱) سرانه خالص (a) برابر است با حاصل تقسیم مساحت زمین (A) به مقدار جمعیت (P). بر اساس رابطه (۱) می‌توان گفت کل زمینی که توسط یک منطقه شهری اشغال می‌شود (A) برابر است با حاصل ضرب سرانه ناخالص و (a) تعداد جمعیت (P)، در آن صورت خواهیم داشت:

$$A = P \times a \quad (2)$$

بر اساس روش هلدن اگر طی دوره زمانی (Δt)، جمعیت با رشدی برابر (ΔP) افزایش پیدا کند و سرانه مصرف زمین با (Δa) تغییر یابد، کل اراضی شهری با (ΔA) افزایش می‌یابد که با جایگزینی در رابطه (۲) داریم:

$$A + \Delta A = (P + \Delta P) \times (a + \Delta a) \quad (3)$$

با جایگزینی رابطه (۲) و (۳) و تقسیم کردن آن بر (A) می‌توان تغییرات مساحت محدوده ($\Delta A/A$) تبدیل به شهر شده را طی فاصله زمانی (Δt) به دست آورد.

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta a}{a} + \left(\frac{\Delta P}{P}\right) \times \left(\frac{\Delta a}{a}\right) \quad (4)$$

در این حالت رابطه (۴) کاملاً کلی است و هیچ فرضی را درباره مدل رشد یا دوره زمانی بیان نمی‌کند. در فاصله یک سال به یک سال درصد (a) و (P) کم است، بنابراین می‌توان از دومین عبارت در رابطه (۴) صرف نظر کرد. بدین ترتیب با پیروی از مدل هلدن، رابطه (۴) بیان می‌کند که درصد رشد وسعت یک شهر ($\frac{\Delta A}{A} \times 100$) با حاصل جمع درصد رشد جمعیت ($\frac{\Delta P}{P} \times 100$) و درصد رشد سرانه ناخالص ($\frac{\Delta a}{a} \times 100$) برابر است. به عبارت دیگر رابطه (۴) برابر است با:

$$(5) \text{ درصد کل رشد سرانه ناخالص} + \text{درصد کل رشد جمعیت شهر} = \text{درصد کل رشد وسعت شهر}$$

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:

$$(6) \text{ سهم رشد جمعیت} = \frac{\text{درصد کل رشد جمعیت}}{\text{درصد کل رشد وسعت زمین}}$$

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

$$(7) \text{ سهم سرانه کاربری زمین} = \frac{\text{درصد کل رشد سرانه کاربری زمین}}{\text{درصد کل رشد وسعت زمین}}$$

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

$$P(t) = P_0(1 + g_p)^t \quad (8)$$

در رابطه (۸)، $P(t)$ جمعیت در زمان t ، P_0 جمعیت اولیه، g_p میزان رشد جمعیت طی فاصله زمانی است. برای حل g_p می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$Ln(1 + g_p) = \left(\frac{1}{t}\right) Ln\left(\frac{P(t)}{P_0}\right) \quad (9)$$

از آنجایی که $Ln(1 + X)$ برای مقادیر کمتر از X تقریباً برابر با X است معادله (۹) را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$g_p = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln} \left(\frac{P(t)}{P}\right) \quad (10)$$

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

$$g_A = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln} \left(\frac{A(t)}{A}\right) \quad (11)$$

$$g_a = \left(\frac{1}{t}\right) \text{Ln} \left(\frac{a(t)}{a}\right) \quad (12)$$

بنابراین بر اساس سه معادله نرخ رشد می‌توان معادله هلدرن را به شکل زیر نوشت:

$$g_p + g_a = g_A \quad (13)$$

با جایگزینی فرمول (رابطه ۱۰ الی ۱۲) برای میزان رشد و نسبت مقادیر پایان دوره و آغاز دوره متغیرهای A, a, P طی فاصله زمانی در رابطه (۱۳) خواهیم داشت:

$$\text{Ln} \left(\frac{\text{جمعیت پایان دوره}}{\text{جمعیت آغاز دوره}} \right) + \text{Ln} \left(\frac{\text{سرانه ناخالص پایان دوره}}{\text{سرانه ناخالص آغاز دوره}} \right) = \text{Ln} \left(\frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}} \right) \quad (14)$$

به عبارت دیگر نسبت لگاریتم طبیعی جمعیت پایان دوره به آغاز دوره به علاوه نسبت لگاریتم طبیعی سرانه ناخالص پایان دوره به آغاز دوره با نسبت لگاریتم طبیعی وسعت شهر در پایان دوره به آغاز دوره برابر خواهد بود.

در مورد شهرقم متغیرهای مدل هلدرن از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۰ به شرح زیر جایگزین می‌شود:

$$\text{Ln} \left(\frac{104000}{96499} \right) + \text{Ln} \left(\frac{183/80}{119/17} \right) = \text{Ln} \left(\frac{19116}{1150} \right)$$

$$\text{Ln} \left(10/7773 \right) + \text{Ln} \left(1/5423 \right) = \text{Ln} (16/6226)$$

$$2/3774 + 0/43$$

سپس با استفاده از رابطه‌های (۶) و (۷) سهم درصد توزیع رشد جمعیت و درصد توزیع رشد سرانه ناخالص زمین شهری با تقسیم هر طرف رابطه به $2/8107$ بدست می‌آید:

$$\frac{2/3774}{2/8107} + \left(\frac{0/43}{2/8107} \right) = \frac{0/84}{2/8107} + \frac{0/16}{2/8107} =$$

چنانچه سال ۱۳۳۵ را آغاز دوره و سال ۱۳۹۰ را پایان دوره در نظر بگیریم، نتایج حاصل از مدل هلدرن در مورد شهر قم نشان می‌دهد که از کل رشد فیزیکی و کالبدی یا افزایش وسعت شهر در این دوره، حدود ۸۴ درصد مربوط به رشد جمعیت و ۱۶ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و نهایتاً گسترش افقی بدقواره (اسپرال) شهر قم بوده است. بنابراین، با توجه به معادله هلدرن به طور میانگین یک ششم (۱۵٪) رشد کالبدی شهر، نه بر اثر رشد و افزایش جمعیت، بلکه بر اثر عواملی جدای از رشد جمعیت که مدل هلدرن آن را پراکنش افقی می‌نامد، صورت گرفته است. با جمع‌بندی کل نتایج به دست آمده از مدل‌های سه‌گانه (آنتروپی شانون، مدل هلدرن و جینی) و ضرایب مربوطه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که الگوی گسترش شهر قم تا به امروز به چهار منطقه بزرگ تقسیم شده است، بطوری که این مناطق به سمت پراکندگی و گسترش افقی میل پیدا کرده است.

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر به عنوان تحقیقی کاربردی، با توجه به مراحل مختلف تحقیقی خود اعم از مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از مدل‌های مرتبط با موضوع پژوهش را می‌توان از دو بعد مورد بررسی قرار داد. اولین بعد، مقایسه این تحقیق با سایر تحقیقات مشابه در زمینه موضوع این پژوهش است. دومین بعد نیز به نتایج حاصله از این مطالعه فارغ از مقایسه یا تطبیق آن با سایر مطالعات مشابه مربوط می‌شود. در زمینه بعد اول و با توجه به قسمت پیشینه تحقیق، می‌توان گفت که مطالعه‌ای که توسط میرکتولی و همکاران در سال ۱۳۹۱ و در مورد روند و گسترش کالبدی - فضایی شهر بابلسر، به انجام رسیده بود، نشان می‌دهد که قسمت عمده رشد افقی و اسپرال شهر، ناشی از عدم نظارت و کنترل مدیران شهری و نداشتن طرح و برنامه‌ای مدون جهت گسترش فیزیکی شهر بوده است. این در حالی است که نتیجه پژوهش حاضر ضمن تشابهاتی در روش و یافته‌های تحقیق با مطالعه مذکور، حاکی از آن است که مهاجرت پذیری شهر قم و رشد طبیعی جمعیت آن، همراه با تحولات تاریخی شهر، باعث رشد افقی و توسعه - های کالبدی در گستره شهر بوده که در چهارچوب طرح‌های جامع شهری یا خارج از آن تحقق یافته‌اند. همچنین آنچه که در نتیجه گیری پژوهش ابراهیمی زاده آسمین و همکاران (۱۳۸۹)، در ارتباط با شهر طبس قابل ذکر است، این مهم است که ۵۵ درصد از رشد فیزیکی شهر در فاصله سالهای ۸۵-۱۳۵۵ مربوط به رشد جمعیت بوده و ۴۵ درصد نیز مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که تا ۱۹ سال آینده، محدوده فعلی شهر با گسترش درون بافتی جوابگوی نیازهای جمعیت شهر خواهد بود. این درحالی است که نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که گسترش فیزیکی و اسپراب شهر به نابودی بخشی از اراضی مرغوب کشاورزی انجامیده و علیرغم اینکه جمعیت شهر افزایش زیادی داشته، ولی گسترش فیزیکی شهر در دهه‌ی اخیر عملاً بر افزایش جمعیت آن پیشی گرفته و در واقع رشد اسپرال شهری را سبب شده است. در مجموع در این تحقیق، گسترش و توسعه شهر قم مورد به عنوان یکی از شهرهای بزرگ کشور مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. گسترش این شهر و منطقه‌بندی بعدی آن که تقریباً با مرزهای تاریخی گسترش شهر نیز مطابقت دارد، اشکال مختلف توسعه شهری را نشان می‌دهد. توسعه تدریجی محلات، حومه نشینی، الحاق روستاهای پیرامونی، ایجاد شهرک‌های منفصل و متصل به شهر و اخیراً رشد ارتفاعی و ایجاد مجتمع‌های شهری از جمله این اشکال توسعه شهری هستند. مهاجرت پذیری شهر قم و رشد طبیعی جمعیت آن، همراه با تحولات تاریخی شهر، باعث این توسعه‌های کالبدی در گستره شهر بوده که در چهارچوب طرح‌های جامع شهری یا خارج از آن تحقق یافته‌اند. نتیجه مطالعه حاضر نشان می‌دهد که شهر قم با توجه به موقعیت خود که در مرکز ثقل سه استان بزرگ صنعتی تهران، اصفهان و مرکزی قرار داشته، همواره از جمعیت ثابت و شناور بالایی برخوردار بوده است. نتیجه مطالعات جمعیتی شهر قم نشان می‌دهد که رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی بویژه پس از پیروزی انقلاب اسلامی از شدت زیادی برخوردار بوده طوری که از ۹۶۴۹۹ هزار نفر در سال ۱۳۳۵، به بیش از ۱۰۴۰۰۰ در سال ۱۳۹۰ رسید. این عوامل در مجموع باعث شده تا شهر قم امروزه به عنوان چهارمین شهر مهاجرپذیر و هفتمین کلانشهر ایران شناخته شود و محلات و مناطق بسیاری که عمدتاً به شکل پراکنده، لجام گسیخته که در غالب موارد نشانی از اصول برنامه‌ریزی و طراحی شهری ندارد، بشود. در همین رابطه و در قسمت دیگری از پژوهش حاضر که مطالعه روند و الگوی گسترش فیزیکی شهر در دوره‌های مختلف با

استفاده از مدل‌های آتروپی شانون، هلدن و جینی می‌باشد، مشخص شد که شهر در دوره‌های مختلف (۱۳۹۰، ۱۳۸۰، ۱۳۷۰)، در مسیر رشد پراکنده (اسپرال) می‌باشد که این امر موجب بدقواره شدن شهر و نابودی بخشی از اراضی مرغوب کشاورزی گردیده است. در بررسی متناسب بودن اندازه گسترش شهر با جمعیت در طی دهه‌ی (۱۳۸۵-۱۳۳۵) با استفاده از مدل هلدن به این نتیجه رسیدیم که در حدود ۸۴ درصد از گسترش شهر با رشد جمعیت هماهنگ بوده و ۱۶ درصد گسترش فیزیکی، ناشی از رشد بی‌قواره و ناموزون (اسپرال) شهر بوده است. در عین حال چگونگی این نسبت‌ها را در دهه‌های مختلف مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدیم که این عدم تناسب بیشتر مربوط به دهه‌های (۱۳۴۵-۱۳۳۵) می‌باشد. در مجموع رشد و گسترش شهر قم به نسبت رشد جمعیت از سال ۱۳۳۵ تا سال ۱۳۸۵ تقریباً حد خیلی بالایی قرار داشته و هیچ تناسب و نظمی در این روال دیده نشده است، بطوریکه جمعیت شهر قم در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۳۵، ۱۰ برابر و رشد گسترش شهر ۱۶ برابر شده است و این رشد فوق‌العاده سرسام آور بوده است. به عبارت دیگر علیرغم اینکه جمعیت شهر نیز طی این دوره افزایش زیادی داشته، ولی گسترش فیزیکی شهر در دهه‌ی اخیر عملاً بر افزایش جمعیت آن پیشی گرفته و در واقع رشد اسپرال شهری را سبب شده است که این عامل نتیجه عدم نظارت و کنترل رشد شهری و نداشتن طرح و برنامه‌ای مدون جهت گسترش فیزیکی شهر بوده است. از این رو می‌توان اذعان داشت منطقه مورد مطالعه در فرایند توسعه فیزیکی خود در چند دهه اخیر رشد سریعی را پشت سر گذاشته که در نتیجه منجر به تغییر کاربری، کاهش خدمات رسانی و افزایش مهاجرت و تبع آن رشد جمعیت شده است. افزایش جمعیت و در پی آن گسترش بی‌حد و حصر شهر قم باعث فشار بیش از حد بر منابع آب و سایر تأسیسات زیربنایی، تخریب زمین‌های مناسب کشاورزی اطراف شهر و بسیاری از مسائل دیگر شده است. مهاجرت‌های بی‌رویه و رشد بی‌رویه شهرنشینی و شهرگرایی قدرت انعطاف مدیران شهری را در برنامه‌ریزی و ساماندهی امور شهری کاهش داده، بطوریکه چالش‌های چندی از قبیل گرانی زیست شهری، کاهش کیفیت زیست شهری شامل تراکم ترافیکی در بخش مرکزی شهر، گرانی مسکن و کاهش کیفیت خدمات شهری در شهر قم به چشم می‌آید.

پیشنهادات

پیشنهاد‌های زیر به عنوان راه‌حل‌های جلوگیری از رشد پراکنده و بی‌قواره شهر قم مطرح می‌شود:

۱- با توجه به اینکه بیشتر مسکن شهر قم یک طبقه بوده و در صورت ادامه این روند، رشد سریع و گسترش افقی هر چه بیشتر شهر را به دنبال خواهد داشت، لازم است با اتخاذ تدابیری همچون سیاست ساخت مسکن کوچک و بلند مرتبه (توسعه عمودی) از ادامه این روند جلوگیری کرد.

۲- ایجاد مجتمع‌های مسکونی در نواحی با تراکم کم به عنوان راه‌حل اساسی برای حل مشکل شهری و محدود کردن گسترش فیزیکی شهر و جلوگیری از ساخت‌وساز در اراضی کشاورزی با هدف حفظ زمین‌های با ارزش کشاورزی قلمداد می‌شود. بر این اساس، استقرار مازاد جمعیت در فضاهای خالی و محدوده شهر، نیازمند برآورده ساختن نیازهای معقول و منطقی ساکنان شهر و همچنین آسیب ندیدن کیفیت زندگی آنهاست؛ در غیر اینصورت، توسعه نامتناسب باعث به مخاطره افتادن رفاه، آسایش و سلامتی شهروندان می‌گردد.

۳- الگوی شهری تمرکز درون بافتی (فشرده): زمانی که شهر به منظور جمعیت اضافی خود نیاز به گسترش دارد. ابتدا گسترش داخلی شهر، استفاده از تراکم مناسب و زمین‌های بایر، مناسب‌ترین الگوی گسترش، به ویژه برای شهرهایی است که از تراکم پایین برخوردار بود. با توجه به اینکه عمده نظریه شهر متراکم و فشرده در ارتباط بین فرم شهری و کیفیت زندگی متمرکز شده و تشدید کاربری‌ها باعث ایجاد محدوده‌های شهری ایمن‌تر و پویاتر گشته، موجبات حمایت از تجارت و خدمات محلی، عدالت اجتماعی بیشتر و تعامل اجتماعی و در نتیجه توجه بیشتر به امکانات را فراهم می‌آورد، و شاخص‌های کیفیت زندگی و مصرف انرژی مفید از بعد اقتصادی و محیط زیست به صورت بهینه رعایت می‌شود. با توجه به ویژگیهای طبیعی و محیط زیستی شهر برای گسترش آتی شهر الگوی شهر فشرده پیشنهاد می‌شود. بطوریکه با شناسایی فضای خالی و اراضی بایر داخل شهر، به این اراضی برای توسعه‌های آینده شهر اولویت داده شود. بدیهی است این امر نیازمند برنامه‌ای جامع و متناسب با رشد جمعیت و نیازهای کالبدی شهر است که توجه مسئولان امر را می‌طلبد.

۴- یکی از علل اصلی گسترش افقی بی توجهی و عدم برنامه‌ریزی برای چگونگی گسترش و توسعه شهر توسط سازمانهای مربوطه و برنامه‌ریزان یا عدم اجرای طرحهای مربوطه است. بنابراین، ارگان‌ها و سازمانهای شهری مانند شهرداری باید از رشد بدون برنامه و بدون جهت شهر که اغلب به شکل خصوصی و غیرکارشناسی توسط سوداگران و بورس‌بازان زمین انجام می‌شود، جلوگیری نمایند. در چنین گسترشی، شهرنشینی مقدم بر شهرسازی است، در این خصوص به نظر می‌رسد برای هدایت منطقی گسترش شهری لازم است که سازمان‌های ذی‌ربط در مناطق پیش‌بینی شده گسترش شهر به صورتی توافقی زمین را از اختیار مالکان شخصی خارج کنند، آنگاه به تفکیک و قطعه‌بندی اقدام ورزند.

منابع

ابراهیم زاده، عیسی و رفیعی، قاسم (۱۳۸۸)، "تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه الگوی گسترش مطلوب آتی آن"، نشریه پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، سال دوم، شماره ۶۹، صص ۱۳۸-۱۲۳.

ابراهیم زاده، عیسی، کاظمی‌زاد، شمس‌اله و محمداسکندری ثانی (۱۳۹۰)، "برنامه‌ریزی استراتژیک توسعه گردشگری، با تأکید بر گردشگری مذهبی؛ مطالعه موردی؛ شهر قم"، پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، شماره ۷۶، صص ۱۴۱-۱۱۵.

توکلی، عباس (۱۳۸۰)، برآورد تقاضای مسکن شهری کشور در سال ۱۳۸۴، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران. حکمت نیا، حسن و موسوی، میرنجف (۱۳۸۵)، کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، چاپ اول، انتشارات علم نوین، یزد.

رهنما، محمدرضا، عباسزاده، غلامرضا (۱۳۸۷)، اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد.

زنگی آبادی، مهدی، (۱۳۸۱): تحلیل توزیع فضایی و مکانیابی های کتابخانه‌های عمومی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی شهر کرمان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

زیاری کرامت ا...، مهد نژاد، حافظ، پرهیز، فریاد، (۱۳۸۸)، مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه چابهار. سازمان عمران و بهسازی شهری، ۱۳۹۰.

شیعه، اسماعیل (۱۳۸۶)، مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، چاپ نوزدهم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

- طرح جامع شهرقم: ۱۳۸۸.
- طرح راهبردی ساختاری استان قم، ۱۳۸۵.
- فرید، یدالله (۱۳۶۸)، جغرافیا و شهرشناسی، انتشارات دانشگاه تبریز.
- قادری مطلق، قرنی (۱۳۸۷)، علل شکل‌گیری اسکان غیررسمی در شهر مهاباد؛ مطالعه موردی کانی صوفیه رشید، دانشگاه تهران، رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.
- مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.
- مشهدی زاده دهاقانی، ناصر، (۱۳۸۵): تحلیلی از ویژگی‌های برنامه‌ریزی شهری در ایران، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران.
- معین‌آبادی، حسین (۱۳۸۶)، "مهاجرت و معضلات فرهنگی اجتماعی قم"، فصلنامه جمعیت، شماره ۷۰/۶۹، صص ۵۵-۲۹.
- موسوی، میرنجف، رشید سعیدآبادی و رسول فهر، (۱۳۸۹)، "مدل سازی توسعه کالبدی و تعیین مکان بهینه برای اسکان جمعیت شهر سردشت تا افق ۱۴۰۰ به روش دلفی و منطق بولین در محیط GIS"، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ششم، سال دوم، صص ۵۴-۳۵.
- موسی کاظمی، سیدمهدی (۱۳۷۸)، ارزیابی توسعه پایدار در توسعه شهری، رساله دکتری رشته جغرافیای انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علونم انسانی و اجتماعی.
- مهدی، علی (۱۳۹۰)، بررسی و تحلیل سلامت زیست و دسترسی به شاخص‌های سلامت در محلات حاشیه نشین، مورد مطالعاتی؛ محله شادقلی خان شهر قم، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشاء جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
- مهندسین مشاور طرح و معماری (۱۳۸۵)، ستاد توانمندسازی و ساماندهی سکونتگاههای غیررسمی استان قم، سازمان عمران و بهسازی شهری، مرحله اول، تهران.
- Al-Ahmadi, Khalid, See, Linda, Heppenstall, Alison, Hogg, James(2009), "Calibration of a fuzzy automata model of urban dynamics in Saudi Arabia", journal homepage: www.elsevier.com/locate/eco com, pp 80-101.
- Alden, Jeremy(1996), "Urban Development Strategies:The Challenge of Global to Local Change for Strategic Responses", www.elsevier.com, pp 553-566.
- Anselin, L., 1995, Space Stat Version 1.80 Users' Guide, University of Illionois, Urban Champaign, IL.
- Garcia-Palomares, (2010), "urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid", Journal of Transport Geography 18,197-213.
- Jun Yu, X., Nam Ng, C.,2007." Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban – rural transects: A case study of Guangzhou, China". Journal of Landscape and Urban Planning79,PP. 96–109.
- Liu.c.xu.m,Chen.s.an,jm and Yan.pl(2007),"Assessing the impact of urbanization on regional net primary productivity in Jiangyin County,China". Journal of Environmental Management 85,PP 597–606, www.elsevier.com/locate/jenvman.
- Ortega- Alvarez R., MacGregot—Fors I., (2011)"Dsting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America", Journal of landscape and Urban Planning1-10.
- Pietro,g. Elliot, g.Gabrill,y(2005),A home in the city, un millennium project, task force on imponoring the lives of slum dwellers, london.
- Qadeer, M.A., 2004., "Urbanization by implosion". Guest Editioal/Habitate International 28,PP.1-12.
- Rafiee, Reza, Salman Mahiny, Abdolrassoul, Khorasani, Nematolah, Darvishsefat, Ali Asghar, Danekar,Afshin(2009), "Simulating urban growth in Mashhad City, Iran through the SLEUTH model (UGM)", journal homepage: www.elsevier.com/locate/cities, pp 19-26.
- (www,Google Earth.Com:2012