

تحلیل فرم کالبدی شهر بروجرد

حامد قادرمرزی^۱، طاهر پریزادی^۲ و مرضیه کمالوندی^۳

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۵/۲۲، تاریخ تایید: ۱۳۹۲/۸/۳۰

چکیده

گسترش فضایی-کالبدی شهرهای کوچک و بزرگ، بدلیل افزایش روز افزون جمعیت شهرنشین، یکی از مهمترین ویژگیهای شهرهای عصر حاضر است. که این مساله؛ باعث عدم تعادل در ساختار شهری، عدم توازن در دستیابی به خدمات و امکانات شهری و عدم تناسب در مکان‌گزینی جمعیت و فعالیت شده است. از این رو، آگاهی داشتن از فرم کالبدی هر شهر، نیاز ضروری برنامه‌ریزان شهری در جهت ساماندهی و بهره‌برداری مناسب از زمینهای شهری است. شهر بروجرد از جمله شهرهای کلان منطقه زاگرس است که از این گسترش اجباری در امان نبوده است و با افزایش جمعیت در سالهای مختلف شاهد گسترش فضایی بی‌رویه و بدون برنامه‌ریزی بوده است. تحقیق حاضر بر آنست که مسئله تمرکز و توزیع جمعیت و فعالیت را بر پهنه شهر بروجرد که الگوی شکل شهر را دگرگون می‌سازد تحلیل و مورد مذاقه قرار دهد. تحقیق حاضر، که از جمله تحقیقات شناختی است و به‌لحاظ هدف از جمله تحقیقات بنیادی تجربی است و الگوی حاکم بر آن تو صیفی - تحلیلی است، با استفاده از مدل‌های هرفیندال، هندرسون، آنتروپی شانون (مطلق و نسبی) و مدل موران به تحلیل و تعیین فرم کالبدی شهر بروجرد پرداخته شده است. داده‌های تحقیق از طرحهای توسعه شهری و سرشماریها و بلوکهای آماری طی دو دهه ۸۵-۱۳۷۵ استخراج شده؛ بنابراین، شیوه گردآوری داده‌های تحقیق اسنادی-کتابخانه‌ای است. یافته‌ها نشان می‌دهند که شهر بروجرد دارای پراکندرویی و گسیختگی کالبدی است و الگوی غالب پخشایش فضایی شهر از نوع الگوی تصادفی و چندقطبی است.

کلیدواژگان: فرم شهری، آنتروپی شانون، هرفیندال، هندرسون، موران، شهر بروجرد.

۱. استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه کردستان، ایران، ghadermarzi61@yahoo.com

۲. استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران، tparizadi@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات واحد بروجرد، لرستان، ایران

m.kamalvand86@yahoo.com

مقدمه

رشد سریع و گسترش افقی شهرها در دهه‌های اخیر، تقریباً تمامی کشورهای جهان اعم از توسعه یافته و در حال توسعه را با مشکلات جدی مواجه ساخته است. گسترش رو به تزاید شهرها و جمعیت شهری در دوران معاصر که برنامه‌ریزی ساختاری برای مقابله با بحران‌های اجتماعی ناشی از این روند را با چالش جدی روبرو ساخته است، پاسخگویی به نیازهای مبرم در این زمینه و یافتن راهکارهای مناسب برای حل معضلات اجتماعی را ضرورتی محتوم، پیش روی مسئولان برنامه‌ریزی شهری قرار داده و آنان را به چاره‌سازی برای ساماندهی امور اجتماعی و توازن و حفظ انتظام نهادهای شهری در تقابل با پدیده‌هایی که سیاست شهرسازی را متأثر ساخته و طرحهای شهری را با دغدغه دگرگونی‌های بنیادی در کاربریهای مصوب روبه‌رو می‌سازد سوق داده است (عزیزی، ۱۳۸۲: ۷).

مهمترین ویژگی عصر ما شهرنشین شدن جمعیت و به تبع آن توسعه شهرهای بزرگ و کوچک است. پیش‌بینی می‌شود طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۳۰ بیش از سه میلیارد نفر به جمعیت نواحی شهری اضافه شوند که از این میزان ۹۰ درصد در نقاط شهری کشورهای در حال توسعه مستقر خواهد بود (flood, 1997, 1635).

چنین رشد پرشتابی جهان سوم را با مشکلات جدی و متعددی روبرو ساخته است. مسائلی که بیش از هر چیز، گسترش بی‌رویه کالبدی شهرها، افت کیفی محیط شهری و ناپایداری شهری را رقم زده است (تقوایی و همکار، ۱۳۸۵: ۱۳۴).

شهر بروجرد نیز از این رشد بی‌قاعده مستثنی نبوده است به طوری که رشد جمعیت شهر بروجرد در سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۳۵ حدود ۴۹۱۸۶ نفر جمعیت داشته و ۱۳۴۵ حدود ۷۱۴۸۶ و ۱۳۵۵، ۱۰۱۳۴۵ نفر و جمعیت این شهر در سرشماری ۱۳۶۵ به حدود ۱۸۳۱۶۰ نفر رسیده و بالاخره در سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ به ترتیب جمعیت آن به حدود ۲۳۴۹۰۰، ۲۱۷۸۰۴ و ۲۴۰۶۵۴ نفر افزایش یافته است (سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن، ۹۰-۱۳۳۵). مقایسه جمعیت این شهر با سایر نقاط شهری استان لرستان نشان می‌دهد که این شهر به تنهایی ۲۵/۶ درصد کل جمعیت ساکن در نقاط شهری استان را داراست و پس از شهر خرم‌آباد دومین شهر بزرگ استان لرستان است. این مقاله درصدد آن است که با تحلیل علمی به بررسی فرم کالبدی شهر بروجرد و تاثیر جمعیت و عوامل وابسته به آن بر فرم شهری در طی سالهای مختلف

بپردازد تا بتوان از طریق این بررسی به بیان راهکارهایی در جهت هدایت بهینه گسترش فضایی شهر بروجرد در سالهای آتی پرداخت.

بیان مساله

رشد فضایی هر شهر به صورت گسترش افقی و رشد فیزیکی هر شهر به صورت رشد عمودی است. هرکدام از این دو کالبد متفاوت و جداگانه‌ای از یکدیگر برای هر شهر بوجود می‌آورد. رشد فضایی به شکل افزایش محدوده شهر، به اصطلاح گسترش افقی (Expand Growth) و در صورت شدت وضعیت به شکل بی‌قواره‌گی (Sprawl) ظاهر می‌گردد و رشد فیزیکی به صورت درون‌ریزی جمعیت شهری و الگوی رشد شهر فشرده نمایان می‌شود. این الگوهای متفاوت به نسبت نوع گسترشی که در شهر بوجود می‌آورند پیامدها و نتایج متفاوتی را نیز دربردارند (رهنما، ۱۳۸۷: ۲۱).

مساله رشد سریع و گسترش افقی شهرها در کشورهای جهان سوم، شدیدتر از بسیاری از کشورهای توسعه یافته می‌باشد، تا زمانی که الگوی رشد شهری ارگانیک و عوامل درون‌زا و محلی تعیین‌کننده رشد شهری بوده‌اند، زمین شهری کفایت کاربریهای سنتی شهری را می‌داشته و حسب شرایط اقتصادی و اجتماعی و امنیتی شهر فضای شهر را به‌طور ارگانیک سامان می‌داده است. لیکن، از زمانی که مبنای توسعه و گسترش شهرها ماهیتی برون‌زا به خود گرفت با پدیده موتوریزه شدن شهرها، درآمدهای حاصل از نفت در اقتصاد شهری تزریق شد و شهرهای ما در نظام اقتصادی جهانی و تحت‌تاثیر آن قرار گرفت. سرمایه‌گذاری در زمین شهری تشدید شد و این نقطه ضعف اصلی بازار خصوصی بدون برنامه زمین، الگوی توسعه بسیاری از شهرهای ایران را دیکته کرده است (ماجدی، ۱۳۷۸: ۶). این امر باعث نابسامانی بازار زمین‌شهری و مخصوصاً بلااستفاده ماندن بخش وسیعی از اراضی داخل محدوده و عارضه منفی گسترش افقی شهرها شده است (اطهاری ۱۳۷۶: ۳۶). این مساله در دوران پس از انقلاب اسلامی پیچیده‌تر شد.

هدف پژوهش

بررسی شکل شهر بروجرد با استفاده از مدل‌های کمی

پیشینه تحقیق

در خصوص موضوع مقاله حاضر در داخل و خارج کشور تحقیقات متعددی انجام شده است که می‌توان پژوهشهای تجربی زیر را نام برد.

سرایبی (۱۳۸۴): طی تحقیقی به بررسی فرایند عرضه زمین و تاثیر آن بر کیفیت گسترش شهر یزد به نقش دولت و بخش خصوصی در عرضه زمین و توسعه افقی شهر یزد که باعث بلااستفاده ماندن بخش عمده‌ای از اراضی درونی شهر شده پرداخته است.

فخر احمد (۱۳۸۴): در خصوص بررسی توسعه آتی شهر دوگنبدان به تعیین کاربری در اراضی فاقد کاربری شهر دوگنبدان پرداخته و به بررسی و مقایسه هزینه ایجاد و نگهداری زیرساخت‌های شهری در توسعه درونی و پیرامونی در شهر دوگنبدان اشاره کرده و نهایتاً با اتخاذ تفکر توسعه درونی به نتایجی چون کاهش هزینه ایجاد و نگهداری زیرساخت‌های شهری و ارائه مناسب‌تر خدمات شهری به صورت متمرکز دست یافته است. در این پژوهش به صورت جامع و مانع، برنامه توسعه درونی شهر مطرح و به‌کارگرفته نشده است.

حیدری (۱۳۸۵): در بررسی توسعه فیزیکی شهر کوهدشت به این نتیجه رسیده که شهر کوهدشت دارای فرم شطرنجی نامنظم بوده و عوامل انسانی و طبیعی در توسعه کالبدی شهر نقش موثری را ایفا نموده‌اند. خدمات شهری در سطح شهر کوهدشت به صورت عادلانه توزیع نشده و بیشتر مراکز خدماتی در مرکز و شرق استقرار یافته‌اند و به علت وجود زمین‌های حاصلخیز کشاورزی در جهات چهارگانه شهر توسعه در جهات مختلف را پیشنهاد داده‌اند.

زنگی آبادی (۱۳۷۱): در بررسی الگوی توسعه فیزیکی شهر کرمان، به بررسی عوامل موثر در توسعه فیزیکی این شهر پرداخته و عواملی از جمله موقعیت جغرافیایی، مسائل اقتصادی-سیاسی و رشد جمعیت را در توسعه فیزیکی شهر کرمان موثر دانسته‌اند.

مروری بر ادبیات تحقیق

شکل شهر: شکل شهر تبلور فضایی و شکلی حیات مدنی، اجتماعی شهر و فعالیت‌های جوامع

شهری در مکان و زمان بوده که در ترکیبی از ذهنیت و عینیت ماهیتی ترکیبی و فرا دوبعدی یافته است و حاصل تعامل نیروهای بسیاری است. کوچک‌ترین اجزای این ترکیب در چارچوب عناصر ساخته دست آدمی ساختمانها، توده و احجام، فضاهای شهری، فضاهای باز، شبکه راهها، میادین و تاسیسات شهری در کلیتی درهم تنیده است که محیط طبیعی با عناصر عمده‌ای چون بستر طبیعی، زمین و ناهمواریهای آن جریانهای آب و پوشش گیاهی در چگونگی ترکیب عناصر در شکل شهر نقش و تاثیر قاطع دارند و نهایتاً روابط و چگونگی ارتباط اجزا تشکیل‌دهنده آن در ایجاد یک کل واحد و در پیوند و ارتباط با محیط اطراف، شکل شهر را به عنوان معرف زمان حال و پللی واسط بین گذشته و آینده معرفی می‌کند. شکل شهر با عملکردهای شهر در ارتباطی متقابل و تنگاتنگ است و خصلت ایستا بودن همراه با خصلت پویایی (قابلیت رشد و تغییر شکل و امکان گسترش) را که از ویژگیهای اساسی دگرگونی شکل شهر است را توأماً داراست (حبیب، ۱۳۸۵: ۵).

مدلهای سنجش فرم شهری

اگر برای هر شهر چهار بعد مختلف اندازه شهر، تراکم، درجه توزیع متعادل و درجه تجمع در نظر بگیریم می‌توان به تعیین فرم شهر اقدام نمود (رهنما، ۱۳۸۷: ۱۰۳). برای تعیین فرم شهری به صورت کمی روشها و مدل های کمی به‌عنوان وسیله ای برای طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل سیستماتیک الگوهای رشد شهری ضروری شده است. به همین منظور روشها و مدل‌های مختلفی توسط دانشمندان ارائه شده است. در کشورهای در حال توسعه، علاوه بر کمبود بررسی‌ها در مورد شکل و الگوی رشد فیزیکی شهر، از مدل‌های کمی برای اندازه‌گیری نیز بندرت استفاده شده است. در این مقاله که بصورت نمونه موردی، شهر بروجرد مورد مطالعه قرار گرفته، برای شناخت و اندازه‌گیری رشد کالبدی فضایی این شهر از روشهای مختلفی استفاده شده است. این مدلها بر اساس پارامترهای رشد در نواحی هفده‌گانه شهر بروجرد در سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ مورد سنجش قرار گرفته است.

- مدل آنتروپی شانون

از این مدل برای تجزیه و تحلیل میزان پراکنده‌رویی شهری استفاده می‌شود. ساختار کلی مدل به شرح زیر است:

$$\left(\text{آنتروپی مطلق} \right) H = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i$$

$$\left(\text{آنتروپی نسبی} \right) G = \frac{H}{\ln K}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} H : \text{مقدار آنتروپی مطلق شانون} \\ \text{نسبت مساحت ساخته شده منطقه به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق } P_i: \\ G : \text{مقدار آنتروپی نسبی شانون} \\ n : \text{مجموع مناطق} \\ K : \text{تعداد مناطق} \end{array} \right.$$

ارزش مقدار آنتروپی شانون (H) از صفر تا $\ln n$ است. مقدار صفر بیانگر توسعه فضایی خیلی متراکم (فشرده) شهر است و مقدار $\ln(n)$ بیانگر توسعه فیزیکی (پراکنده) شهری است. افزایش ضریب آنتروپی به معنای از هم‌گسیختگی و رشد نامتناسب است. ارزش مقدار آنتروپی G نیز بین (۰ و ۱) است. اگر $G=0$ باشد یعنی تمرکز (فشرده‌گی) و اگر $G=1$ باشد پخشایش (پراکنده‌گی) را نشان می‌دهد (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۲۳۶).

- شاخص تمرکز هرفیندال

این شاخص میزان تمرکز فعالیتها را در کل شهر بررسی می‌کند. اینکه آیا در مقاطع مختلف زمانی بر شدت تمرکز افزوده شده و شهر به سمت عدم تعادل پیش می‌رود یا نه. این شاخص همچنین شدت تمرکز چند فعالیت را در یک مقطع زمانی نیز بررسی نماید. طبق فرمول زیر:

$$HR = \sum \left(\frac{p_i}{p_{\text{کل}}} \right)^2$$

که در آن P_i فعالیت مورد نظر در ناحیه شهری و p کل آن فعالیت مورد نظر در شهر می‌باشد. هر

چه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده میزان تمرکز آن فعالیت موردنظر در بین مناطق یا ناحیه‌ها و اگر کمتر باشد به معنای توزیع شاخص مربوطه در مناطق و ناحیه‌ها می‌باشد.

- شاخص عدم تمرکز هندرسون

این شاخص نشان‌دهنده کاهش تمرکز فعالیت‌ها در مناطق (نواحی) شهری است.

$$HHI = \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \times 100 \right]^2$$

طبق فرمول:

$$\text{جمعیت کل شهر} = \sum x_i$$

P_i فعالیت موردنظر در نواحی شهری، p کل آن فعالیت موردنظر در شهر و n تعداد نواحی شهر است. هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده کاهش میزان تمرکز آن فعالیت مورد نظر است.

- آماره موران

این ضریب تمرکز را از پراکندگی متمایز می‌سازد.

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j W_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum_i \sum_j W_{ij}) \sum_i (y_i - \bar{y})^2}$$

(شاخص موران)

$\left\{ \begin{array}{l} \text{نشان‌دهنده اتوکورلیشن فضایی = شاخص موران} \\ \text{تعداد مناطق (نواحی)} = n \\ \text{اندازه مجاورتهای فضایی بین ناحیه } i \text{ و } j = W_{ij} \end{array} \right.$

در این رابطه N تعداد مناطق و X_i جمعیت یا اشتغال منطقه i و X_j جمعیت یا اشتغال منطقه j و X متوسط جمعیت یا اشتغال و W_{ij} وزن بین مناطق i و j را مشخص می‌کند. در مورد ماتریس وزن دو نظریه وجود دارد. ابتدا به این صورت است که چنانچه منطقه‌ای با منطقه دیگر مرز مشترک دارد مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر بدهیم. و در حالت دوم از رابطه طول مرز مشترک منطقه i با منطقه j بر طول کل مرزهای مشترک منطقه i تقسیم شود. در هر صورت تفسیر عمومی ضریب موران به این صورت است که بین مقادیر -1 و $+1$ حاسبه می‌شود و مقادیر

۱+ بیانگر الگوی کاملاً تک‌قطبی و مقدار صفر بیانگر الگوی تجمع تصادفی یا چندقطبی و مقدار ۱- بیانگر الگوی شطرنجی توسعه است و هر چه قدر این ضریب بالاتر می‌رود بیانگر تجمع زیاد و هر چه قدر پایین‌تر رود بیانگر پراکنش است (رهنما و همکار؛ ۱۳۸۷: ۱۰۷).

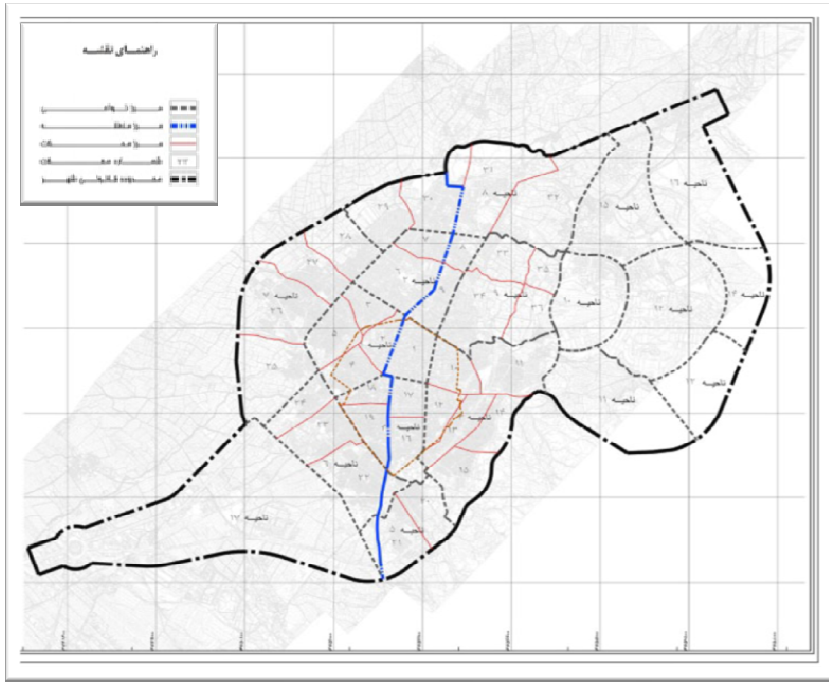
روش تحقیق

تحقیق حاضر که از نوع تحقیقات شناختی است، با توجه به ماهیت مطالعات جغرافیایی آن الگوی حاکم بر روند دستیابی به نتایج توصیفی-تحلیلی بوده است. ابتدا اطلاعات کلی شهر نظیر مساحت و جمعیت و مرزبندی مناطق و نواحی و غیره از طرح‌های توسعه شهری بروجرد و برای سنجش فرم کالبدی و مقایسه رشد نواحی ۱۷ گانه شهر بروجرد در طی سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵، آمار و داده‌های مربوطه بر اساس فیلدهای اطلاعاتی موجود در بلوکهای آماری استخراج، تلخیص، طبقه‌بندی و پس از تنظیم و پردازش، شاخص‌سازی شد.

محیط‌شناسی پژوهش

بروجرد از شهرهای قدیمی غرب ایران است. این شهر مرکز شهرستان بروجرد است و در شمال دشت حاصلخیز سیلاخور قرار گرفته است. قله مرتفع گرین از مجموعه رشته کوههای زاگرس مانند نواری شمال‌غربی تا جنوب‌شرقی آن را دربرگرفته‌اند و سربهای دائمی متعددی که از دامنه این کوهها جاری است در اقتصاد منطقه و توسعه شهر بروجرد نقش اساسی داشته‌اند. شهرهای ملایر و نهاوند در استان همدان، شازند در استان مرکزی و نیز خرم‌آباد و الشتر در استان لرستان در مجاورت بروجرد قرار دارند. بروجرد در ارتفاع ۱۶۲۰ متری از سطح دریا و بر کوهپایه‌های زاگرس و در دشت سیلاخور قرار گرفته و از سه جهت شرق، شمال و غرب به کوه ختم می‌شود. کوه گرین در غرب بروجرد و کوه میش پرور در جنوب غربی بروجرد قرار دارد. تنها در جهت جنوب و جنوب شرقی است که دشت وسیع سیلاخور قرار گرفته است. این شهر و نواحی پیرامون آن به دلیل قرارگیری بر روی گسل سراسری زاگرس، زلزله خیز هستند (مطالعات طرح توسعه و عمران شهر بروجرد). شهر بروجرد دارای دو منطقه و هفده ناحیه شهرداری است. در نقشه شماره یک مرز مناطق و نواحی ۱۷ گانه شهر بروجرد

نشان داده شده است.



نقشه ۱: مرز مناطق و نواحی شهرداری شهر بروجرد

مأخذ: مطالعات طرح جامع شهر بروجرد- مهندسین مشاور امکو ایران

- ضرایب و شاخصهای رشد شهر بروجرد در سالهای ۱۳۷۵-۱۳۸۵
- این شاخصها بر اساس پارامترهای رشد در نواحی ۱۷ گانه شهر بروجرد در سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ مورد سنجش قرار گرفته است. در جداول زیر ویژگی نواحی بروجرد در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵ آمده است.

جدول ۱: ویژگی‌های نواحی شهر بروجرد در سال ۱۳۷۵

| FAR | تراکم خالص مسکونی | سطح زیر بنا (مترمربع) | تراکم عمومی مسکونی | تراکم ناخالص مسکونی | تعداد واحد مسکونی | تعداد خانوار | تعداد جمعیت | مساحت (هکتار) | نواحی |
|------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------|-------------|------------------|-------|
| ۰.۵۸ | ۳۲۴.۸۳ | ۷۴۱۷۷۸/۵ | ۴۵ | ۱۸۹ | ۵۷۷۶ | ۶۸۱۱ | ۲۴۳۲۳ | ۱۲۸.۵۸ | ۱ |
| ۰.۷ | ۳۲۰.۷۸ | ۷۰۰۹۹۲ | ۴۵ | ۱۶۳ | ۴۴۳۹ | ۴۶۲۲ | ۱۶۱۷۸ | ۹۹.۰۳ | ۲ |
| ۰.۷۷ | ۴۱۵.۷۶ | ۹۶۱۴۴۶ | ۷۷ | ۳۲۲ | ۹۵۵۶ | ۱۰۵۱۷ | ۳۹۹۸۳ | ۱۲۴.۳۵ | ۳ |
| ۰.۵۳ | ۴۴۸.۸۱ | ۴۷۵۹۸۱/۵ | ۵۰ | ۲۱۸ | ۴۴۶۹ | ۵۲۸۶ | ۱۹۴۵۹ | ۸۹.۲۶ | ۴ |
| ۰.۴۸ | ۵۱۷.۲۳ | ۳۱۱۵۴۰/۵ | ۵۸ | ۲۵۲ | ۳۷۴۵ | ۴۰۳۰ | ۱۶۱۱۴ | ۶۴.۰۶ | ۵ |
| ۱.۲ | ۵۵۶.۰۳ | ۵۴۷۸۸۲/۵ | ۱۴۶ | ۶۷۰ | ۶۶۴۴ | ۷۴۹۷ | ۳۰۴۶۴ | ۴۵.۴۹ | ۶ |
| ۰.۷ | ۵۱۸.۶۶ | ۷۴۲۴۰۸/۵ | ۷۲ | ۳۶۶ | ۷۵۳۰ | ۹۱۵۴ | ۳۸۵۰۶ | ۱۰۵.۰۹ | ۷ |
| ۰.۸۱ | ۲۷۳.۳۷ | ۶۵۷۳۲۹ | ۵۸ | ۲۲۳ | ۴۶۹۳ | ۴۷۴۷ | ۱۷۹۷۰ | ۸۰.۵۸ | ۸ |
| ۰.۷۴ | ۲۴۲.۶۳ | ۳۶۶۶۴۸/۵ | ۴۴ | ۱۸۰ | ۲۱۷۳ | ۲۲۸۸ | ۸۱۹۶ | ۴۹.۳۷ | ۹ |
| ۰.۶۸ | ۲۴۷.۹۶ | ۱۳۱۴۶۸/۶ | ۴۱ | ۱۷۰ | ۷۹۵ | ۸۱۰ | ۳۲۶۰ | ۱۹.۲۳ | ۱۰ |
| ۰.۰۹ | ۳۳۷.۷۶ | ۹۶۲۲ | ۸ | ۳۲ | ۷۷ | ۷۷ | ۳۲۵ | ۱۰.۰۷ | ۱۱ |
| ۰.۳ | ۲۹۰.۰۳ | ۶۲۷۵۱/۵ | ۲۱ | ۸۷.۵ | ۴۴۵ | ۴۴۷ | ۱۸۲۰ | ۲۰.۸۰ | ۱۲ |
| ۰.۵۵ | ۲۷۶ | ۹۰۷۲۵ | ۳۹ | ۱۵۵ | ۶۳۴ | ۴۳۹ | ۲۵۰۷ | ۱۶.۲۲ | ۱۳ |
| ۰.۳۸ | ۳۱۷.۰۱ | ۵۶۹۶۹ | ۲۹ | ۱۲۱ | ۴۳۹ | ۴۳۹ | ۱۸۰۶ | ۱۴.۹۵ | ۱۴ |
| ۰.۶۶ | ۲۷۶.۵۳ | ۲۸۷۲۶۵/۵ | ۴۴.۵ | ۱۸۳ | ۱۹۳۰ | ۱۹۳۷ | ۷۹۴۴ | ۴۳.۳۷ | ۱۵ |
| ۰.۱۳ | ۲۵۳.۷۴ | ۲۲۸۱۸ | ۹ | ۳۴ | ۱۴۹ | ۱۵۱ | ۵۷۹ | ۱۷.۱۱ | ۱۶ |
| ۰.۰۱ | ۶۰۶.۲۳ | ۳۳۰۸۹/۵ | ۱ | ۸ | ۳۶۴ | ۴۳۷ | ۲۰۰۶ | ۲۶۳.۸۴ | ۱۷ |

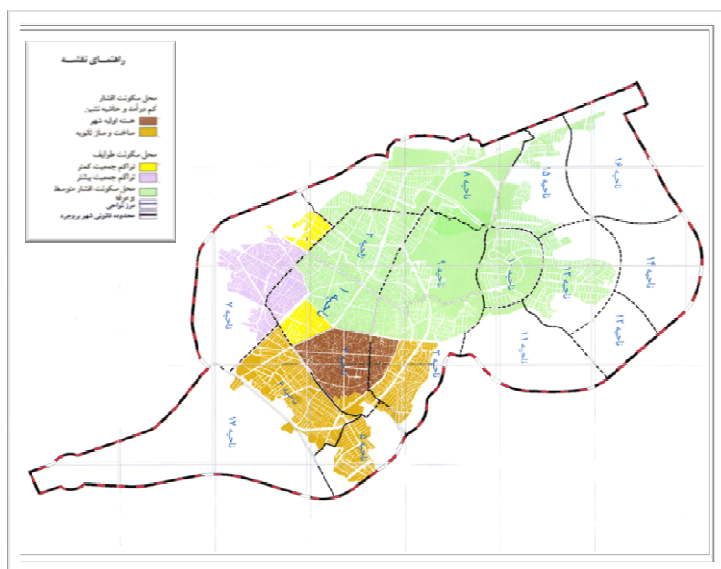
ماخذ: بلوکهای آماری شهر بروجرد مرکز آمار ایران - ۱۳۷۵

جدول ۲: ویژگی‌های نواحی شهر بروجرد در سال ۱۳۸۵

| نواحی | مساحت (هکتار) | تعداد جمعیت | تعداد خانوار | تعداد واحد مسکونی | تراکم ناخالص مسکونی | تراکم عمومی مسکونی | سطح زیر بنا (مترمربع) | تراکم خالص مسکونی | FAR |
|-------|---------------|-------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------|
| ۱ | ۱۷۴.۳۴ | ۳۱۸۷۰ | ۸۳۱۷ | ۵۷۰۵ | ۱۸۲.۷۹ | ۳۳ | ۹۶۵۲۰۲ | ۳۳۰.۴۶ | ۰.۵۵ |
| ۲ | ۱۴۴.۵۸ | ۱۶۱۸۲ | ۴۲۶۷ | ۳۲۳۱ | ۱۱۱.۹۲ | ۲۲ | ۷۰۳۵۰۸ | ۲۳۰.۰۲ | ۰.۴۸ |
| ۳ | ۲۵۷.۰۹ | ۴۵۴۹۵ | ۱۰۹۴۵ | ۸۳۶۶ | ۱۷۶.۹۶ | ۳۲ | ۱۰۱۴۵۱۰ | ۴۴۸.۴۵ | ۰.۳۹ |
| ۴ | ۱۲۷.۰۹ | ۲۴۵۸۵ | ۵۵۶۹ | ۴۲۶۰ | ۱۹۳.۵۷ | ۳۴ | ۶۲۰۶۵۵ | ۳۹۶.۲۸ | ۰.۴۸ |
| ۵ | ۱۲۳.۵۰ | ۱۱۳۳۳ | ۲۷۲۴ | ۲۳۹۲ | ۹۱.۷۶ | ۱۹ | ۲۲۶۱۰۰ | ۵۰۱.۲۴ | ۰.۱۸ |
| ۶ | ۱۷۵.۷۳ | ۳۶۹۱۳ | ۸۲۶۹ | ۶۲۳۲ | ۲۱۰.۰۵ | ۳۵ | ۵۹۹۲۸۷ | ۶۱۵.۹۳ | ۰.۳۴ |
| ۷ | ۳۳۷.۳۴ | ۳۱۴۴۰ | ۶۷۰۲ | ۵۵۸۳ | ۹۳.۲۰ | ۱۷ | ۶۵۷۸۴۸ | ۴۷۷.۹۶ | ۰.۱۹ |
| ۸ | ۳۲۶.۸۰ | ۱۸۱۴۸ | ۳۳۰۳ | ۲۷۸۴ | ۵۵.۸۴ | ۹ | ۵۴۸۶۷۷ | ۲۲۲.۵۷ | ۰.۱۶ |
| ۹ | ۱۸۱.۲۴ | ۵۳۵۲ | ۱۴۴۶ | ۱۴۶۵ | ۲۸.۴۸ | ۸ | ۲۲۸۰۹۲ | ۱۵۸.۳۰ | ۰.۱۲ |
| ۱۰ | ۱۱۴.۳۴ | ۲۳۴۲ | ۵۵۴ | ۴۹۵ | ۲۰.۴۸ | ۴ | ۹۷۰۳۲ | ۲۴۱.۴۴ | ۰.۰۸ |
| ۱۱ | ۲۱۶.۸۱ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۱۲ | ۱۸۲.۷۷ | ۸۱۷ | ۲۱۷ | ۲۱۳ | ۴.۴۷ | ۱ | ۷۱۸۴۸ | ۱۶۵.۳۸ | ۰.۰۳ |
| ۱۳ | ۵۲.۳۴۰ | ۱۳۱۱ | ۳۳۸ | ۲۳۴ | ۲۵.۰۵ | ۴ | ۰ | ۱۸۲.۵۹ | ۰ |
| ۱۴ | ۲۰۴.۳۸ | ۱۳۱۲ | ۲۶۵ | ۲۴۳ | ۶.۴۲ | ۱ | ۴۴۲۸۴۳ | ۲۹۶.۱۶ | ۰.۲۱ |
| ۱۵ | ۲۰۱.۸۹ | ۴۷۵۹ | ۱۱۳۳ | ۱۰۷۴ | ۲۳.۵۷ | ۵ | ۱۹۹۶۱۲ | ۲۳۸.۴۳ | ۰.۰۹ |
| ۱۶ | ۱۹۹.۱۶ | ۲۶۱۱ | ۵۷۹ | ۴۴۵ | ۱۳.۱۱ | ۲ | ۸۲۹۵۸ | ۳۱۴.۹۶ | ۰.۰۴ |
| ۱۷ | ۴۸۱.۱۵ | ۴۳۰ | ۷۲ | ۶۷ | ۰.۸۸ | ۰ | ۴۸۲۱۴ | ۸۹.۰۲ | ۰.۰۰۹ |

ماخذ: بلوکهای آماری شهر بروجرد مرکز آمار ایران - ۱۳۸۵

در نقشه شماره (۲) تراکم جمعیت در نواحی ۱۷ گانه بروجرد نمایش داده شده است که در این نقشه تراکم جمعیت در نواحی ۱ و ۷ بیشتر از بقیه نواحی است.



نقشه ۲: توزیع تراکم جمعیت در سطح نواحی شهر بروجرد

ماخذ: مطالعات بازنگاری طرح جامع شهر بروجرد - مهندسین مشاور امکو ایران

محاسبه ضریب هندرسون و ضریب هرفیندال برای نشان دادن چگونگی توزیع جمعیت و فعالیت در سطح نواحی مختلف شهر بروجرد

- ضریب هرفیندال

این شاخص میزان تمرکز فعالیتها را در (کل شهر) بررسی می‌کند.

جدول ۳: ضرایب شاخص هرفیندال مربوط به متغیرهای رشد نواحی شهر بروجرد طی سالهای ۱۳۸۵ - ۱۳۷۵

| متغیر و شاخص | ۱۳۸۵ | ۱۳۷۵ |
|---------------------|--------|--------|
| مساحت | ۰.۰۷۲۲ | ۰.۱۰۵۰ |
| جمعیت | ۰.۱۲۳۷ | ۰.۱۱۱۲ |
| تعداد خانوار | ۰.۱۲۵۰ | ۰.۱۱۱۰ |
| واحد مسکونی | ۰.۱۱۹۳ | ۰.۱۰۷۳ |
| زیر بنا | ۰.۱۰۱۵ | ۰.۰۹۹۵ |
| تراکم خالص مسکونی | ۰.۰۷۵۷ | ۰.۰۶۴۷ |
| تراکم ناخالص مسکونی | ۰.۱۱۸۴ | ۰.۰۹۲۵ |
| تراکم عمومی مسکونی | ۰.۱۱۴۲ | ۰.۰۸۷۴ |
| ضریب سطح زیربنا | ۰.۱۰۷۰ | ۰.۰۷۵۲ |

ماخذ: مطالعات تحقیق

براساس ضرایب هرفیندال بدست آمده برای ۱۷ ناحیه شهر بروجرد مشخص شده است که تمرکزگرایی در همه متغیرها دیده میشود به جز مساحت که نشان‌دهنده پخش شدن افزایش مساحت در بین نواحی شهر دیده می‌شود. اما در بقیه متغیرها شاهد تمرکز و جمع شدگی نواحی را نشان می‌دهد. یعنی در بین ۱۷ ناحیه بروجرد بعضی نواحی نسبت به بقیه، جمعیت و تعداد خانوار و واحد مسکونی بیشتری دارند.

- شاخص عدم تمرکز هندرسون

این شاخص نشان دهنده کاهش تمرکز فعالیت‌ها در مناطق (نواحی) شهری است.

جدول ۴: ضرایب شاخص هندرسون مربوط به متغیرهای رشد مناطق (نواحی)

شهر بروجرد در سال ۱۳۷۵-۱۳۸۵

| ۱۳۷۵ | ۱۳۸۵ | متغیر و شاخص |
|-------|-------|---------------------|
| ۹/۵۲ | ۱۳/۸۵ | مساحت |
| ۸/۹۹۲ | ۸/۰۸۴ | جمعیت |
| ۹/۰۰۹ | ۸ | تعداد خانوار |
| ۹/۳۱ | ۸/۳۸ | واحد مسکونی |
| ۱۰/۰۵ | ۹/۸۵ | زیر بنا |
| ۱۵/۴۵ | ۱۳/۲۱ | تراکم خالص مسکونی |
| ۱۰/۸۱ | ۸/۴۴ | تراکم ناخالص مسکونی |
| ۱۱/۴۴ | ۸/۷۵ | تراکم عمومی مسکونی |
| ۱۳/۲۹ | ۹/۳۴ | ضریب سطح زیربنا |

ماخذ: مطالعات تحقیق

ضرایب این شاخص نیز مانند هرفیندال بوده است، یعنی به جز متغیر مساحت که افزایش مقدار عددی داشته است (یعنی کاهش تمرکز) در بقیه متغیرها، افزایش تمرکز پارامترها حاصل شده است.

- مدل آنتروپی شانون

از این مدل برای بررسی، پدیده پراکنده رویی استفاده می‌شود.

جدول ۵: ضرایب آنتروپی متغیرها و شاخصهای کالبدی رشد شهری در شهر بروجرد در سالهای

۱۳۷۵ و ۱۳۸۵

| ۱۳۷۵ | | ۱۳۸۵ | | سال |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| آنتروپی نسبی G | آنتروپی مطلق H | آنتروپی نسبی G | آنتروپی مطلق H | متغیر و شاخص |
| 0.7274 | 2.0609 | 0.9627 | ۲.۷۲۷۷ | مساحت |
| 0.8017 | 2.2716 | 0.7990 | ۲.۲۶۳۸ | جمعیت |
| 0.8048 | 2.2803 | 0.7978 | ۲.۲۶۰۵ | تعداد خانوار |
| 0.8103 | 2.2959 | 0.8115 | ۲.۲۹۹۳ | تعداد واحد مسکونی |
| 0.8274 | 2.3443 | 0.8433 | ۲.۳۸۹۵ | سطح زیربنا |
| 0.8617 | 2.4416 | 0.8385 | ۲.۳۷۵۸ | فار |
| 0.8441 | 2.3916 | 0.8204 | ۲.۳۲۴۶ | تراکم عمومی مسکونی |
| 0.8364 | 2.3699 | 0.8137 | ۲.۳۰۵۵ | تراکم ناخالص مسکونی |
| 0.7985 | 2.2625 | 0.8727 | ۲.۴۷۲۸ | تراکم خالص مسکونی |

ماخذ: مطالعات تحقیق

ارزش مقدار آنتروپی شانون (H) از صفر تا $\ln n$ است. مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است و مقدار $\ln(n)$ بیانگر توسعه فیزیکی (پراکنده) شهری است. افزایش ضریب آنتروپی به معنای از هم‌گسیختگی و رشد نامتناسب است. ارزش مقدار آنتروپی G نیز بین (۰ و ۱) است، اگر $G=0$ باشد یعنی تمرکز (فشرده‌گی) و اگر $G=1$ باشد پخشایش (پراکنده‌گی) را نشان می‌دهد.

مقایسه آنتروپی متغیرها و شاخص‌های رشد شهر بروجرد در نواحی ۱۷ گانه طی دو دوره ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که این شهر در متغیر تعداد واحد مسکونی و مساحت، تراکم ناخالص مسکونی با افزایش ضریب روبرو بوده است که نشان‌دهنده پراکنده‌گی در این متغیرها است. افزایش ضریب مساحت در طی این سالها نشان‌دهنده رشد بی‌قواره یا اسپرال شهر می‌باشد. ضرایب آنتروپی مطلق و نسبی در متغیرها و شاخصهای دیگر یا کاهش داشته و یا ثابت مانده

که در هر دو حالت نشاندهنده فشرده شدن است.

- ضریب موران

این ضریب تمرکز را از پراکندگی متمایز می‌سازد.

جدول ۶: ضریب موران برای متغیرهای رشد شهری در بروجرد ۱۳۸۵ - ۱۳۷۵

| سال | مساحت | زیربنا | جمعیت | مسکن | خانوار |
|------|-------|--------|-------|------|--------|
| 1375 | 0.23 | 0.35 | 0.31 | 0.31 | 0.34 |
| 1385 | 0.13 | .03 | 0.35 | 0.35 | 0.36 |

ماخذ: مطالعات تحقیق

در سنجش میزان تجمع یا پراکندگی پارامترها از ضرایب موران استفاده می‌شود و ضریب موران می‌تواند تمرکز را از پراکندگی متمایز کند. ضریب موران بین مقادیر ۱- و ۱+ محاسبه می‌شود که مقادیر ۱+ بیانگر الگوی کاملاً متمرکز یا الگوی تک‌قطبی است و هر چه این مقدار کاهش یابد الگوی رشد شهر به سمت چند قطبی شدن پیش می‌رود و هنگامی که به صفر برسد بیانگر الگوی تصادفی و مقدار ۱- بیانگر الگوی شطرنجی شهر است (Tsai, 2005).

نتایج محاسبات موران نشان می‌دهد که در پارامترهایی مثل خانوار، مسکن و جمعیت از ضرایب کمتر به سمت ضرایب بیشتر رفته‌اند و گامی در مسیر فشرده‌گی و تمرکز نهاده‌اند اما این افزایش به حدی ناچیز است که همان الگوی تصادفی را حفظ کرده است. اما در پارامترهای مساحت و زیر بنا از ضریب بیشتر به سمت کاهش رفته‌اند که نشان از تمایل رفتن به الگوی خوشه‌ای و شطرنجی است. اما بازهم مقدار ناچیز این تغییرات سبب شده است که همان الگوی تصادفی حفظ شود.

نتیجه‌گیری

هدف اصلی تحقیق آن بود که با معرفی مدلها به تعیین فرم شهری به همراه تفکیک درجه پراکندگی و تراکم شهری در طی سالهای ۷۵ و ۸۵ پیردازد. علیهذا، مدل های عمده بررسی شده در این تحقیق، ضرایب آنتروپی شانون، هندرسون، هرفیندال و موران است که بعد از معرفی این مدلها، تحلیلی از الگوی عملی که با این مدل کار شده است صورت گرفته و نتایج آنها بررسی شده است و در نهایت، فرم فضایی شهر بروجرد با استفاده از هرکدام از این ضرایب محاسبه گردید. در ابتدا وضعیت موجود شهر بروجرد بیان شده و الگوی رشد شهری برای این شهر در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۷۵ برآورد و اعداد و ارقام باهم مقایسه شده است. در محاسبه ضرایب از فرمول هر ضریب استفاده شده است. از آنجا که تراکم؛ عمومی‌ترین ویژگی در پراکندگی شهری است در برآورد کمی، ابتدا تراکم‌های شهری محاسبه و در سطوح تراکم بالا، متوسط و پایین تقسیم‌بندی شده است و در چگونگی توزیع جمعیت و فعالیت در سطح نواحی مختلف شهر بروجرد از ضرایب هندرسون و هرفیندال استفاده شده تا نحوه توزیع این پارامترها در سطح شهر مشخص گردد و برای تشخیص میزان تجمع و پراکندگی و تعیین میزان پراکنده‌رویی از ضرایب موران و آنتروپی شانون استفاده شد و در پایان از جمع‌بندی و مقایسه ضرایب مختلف در طی سالهای ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ با یکدیگر الگوی شهر سنجش و مشخص شده است.

در بررسی مدل هرفیندال بر اساس پارامترهای مختلف شهر بروجرد که مدلی است برای تعیین میزان تمرکز فعالیتها در (کل شهر) بر اساس شاخصها؛ مشخص شد که شهر بروجرد با گذشت مقاطع زمانی مختلف به سمت تمرکز فعالیتها پیش می‌رود. زیرا در مقایسه این ضریب در شاخصهای مختلف شهر بروجرد از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۸۵ با افزایش مقدار عددی این ضریب روبرو شدیم که این افزایش حاکی از تمایل شهر به سمت تمرکز فعالیت و به تبع آن جمعیت دارد. براساس نتایج مدل هندرسون نیز مشخص شد که همه پارامترها به جز مساحت، تمایل به تمرکز دارند.

در بررسی مدل آنتروپی شانون که مدلیست برای تعیین بی‌قوارگی شهر یا تمرکز آن که بین بازه $\ln H$ و صفر بررسی می‌شود با توجه به ارقام بدست آمده که به عدد $\ln H$ نزدیک بودند مشخص شد که شهر دارای رشد بی‌قواره است. اما این تمایل در سالهای بین ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ مقداری کاهش یافته و شهر در مسیر فشردگی گام نهاده است. این میزان درحالی ناچیز بوده که

هنوز هم شهر بروجرد را در رده شهرهای دارای پراکنده‌رویی قرار می‌دهد. با بررسی نتایج حاصله از مدل موران نیز مشخص شد که شهر دارای الگوی پخشایش تصادفی است. اینکه الگوی رشد شهر که یکی از مباحث اصلی هدایت توسعه شهرهاست و می‌تواند به پایداری و حیات شهرها کمک نماید، بر همه متخصصان و متولیان شهری محرز است و با مشخص شدن الگوی گسترش شهر می‌توان تعادل میان گسترش افقی و عمودی شهر بوجود آورد. مثلاً برای شهر بروجرد که دارای پراکنده‌رویی شهری است می‌توان با اتخاذ سیاست توسعه از درون به تعادل و توازن و تناسب شهری و در نهایت، به رشد هوشمندانه شهر دست یافت.

Archive of SID

کتابشناسی

۱. اطهاری، کمال (۱۳۷۹)، به سوی کارآمدی دخالت دولت در بازار زمین شهری، فصلنامه اقتصاد مسکن، شماره ۳۰، سازمان ملی زمین و مسکن، تهران، ایران؛
۲. پوراحمد، احمد (۱۳۸۰)، توسعه فیزیکی شهر یزد و تاثیر آن بر ساخت و بافت قدیم، نامه علوم اجتماعی؛
۳. تقوایی، مسعود؛ سرایی محمدحسین (۱۳۸۵)، گسترش افقس شهر و ظرفیتهای موجود زمین (یزد)، مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۵۵؛
۴. حافظنیا، محمدرضا (۱۳۸۴)، مقدمه‌ی بر روش تحقیق در علوم انسانی، سمت، تهران؛
۵. حبیب، فرح (۱۳۸۵)، کندوکاوی در معنای شکل شهر، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۲۵، بهار؛
۶. حکمت‌نیا، حسن؛ موسوی، میرنجف (۱۳۸۵)، کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، انتشارات علم نوین؛
۷. حیدری، جهانگیر (۱۳۸۹)، بافتهای فرسوده شهر یوشهر و توسعه درون شهری، رساله دوره دکتری به راهنمایی محمد سلیمانی، دانشگاه خوارزمی تهران؛
۸. رهنما، محمدرحیم و غلامرضا عباس‌زاده (۱۳۸۷)، اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر؛
۹. سرایی، محمدحسین (۱۳۸۸)، الگوهای چندگانه توسعه فیزیکی شهر یزد، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۴؛
۱۰. عباس زادگان، مصطفی (۱۳۸۷)، بهره‌گیری از رشد هوشمند در ساماندهی رشد پراکنده شهرها، مجله فناوری و آموزش، شماره یک؛
۱۱. عزیزی، مهدی (۱۳۸۳)، تراکم در شهرسازی اصول و معیارهای تعیین تراکم، انتشارات دانشگاه تهران؛
۱۲. عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۶)، تراکم در شهرسازی اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری، انتشارات دانشگاه تهران (چاپ سوم)؛
۱۳. قادرمزی حامد؛ ضیاء توانا، محمدحسن (۱۳۸۸)، تغییرات کاربری اراضی روستاهای پیراشهری در فرایند خزش شهری، روستاهای نایسر و حسن آباد، پژوهشهای جغرافیا انسانی؛
۱۴. قربانی، رسول (۱۳۸۷)، راهبرد رشد هوشمند در توسعه شهری، مجله جغرافیا و توسعه؛
۱۵. ماجدی، حمید (۱۳۷۸)، زمین مساله اصلی توسعه شهری، مجله آبادی، شماره ۳۳، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی ایران؛
۱۶. متوسلی، محمود (۱۳۸۲)، توسعه اقتصادی، انتشارات سمت، تهران؛

۱۷. مرکز آمار ایران (۱۳۳۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۱۸. مرکز آمار ایران (۱۳۵۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۱۹. مرکز آمار ایران (۱۳۶۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۲۰. مرکز آمار ایران (۱۳۷۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۲۱. مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۲۲. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۲۳. مرکز آمار ایران (۱۳۴۵)، نتایج تفصیلی سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن، تهران؛
۲۴. مرکز آمار ایران (۸۵-۱۳۷۵)، بلوکهای آماری شهر بروجرد؛
۲۵. معاونت برنامه‌ریزی استانداری (۱۳۹۰)، سالنامه آماری استان لرستان. خرم آباد، استان لرستان؛
۲۶. مهندسین مشاور امکو ایران (۱۳۹۲)، بازنگری طرح توسعه عمران شهر بروجرد، کارفرما سازمان راه و شهرسازی استان لرستان؛

27. Tsai, Y-H et.al, (2005), Quantifying urban form : compactness versus Sprawl, Urban Studies, Vol.42, No1, PP141 -161.