

مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

دوره هفتم، شماره‌ی بیستم و ششم، زمستان ۱۳۹۵

تأیید نهایی: ۹۵/۱۲/۰۹

دریافت مقاله: ۹۵/۰۷/۱۸

صص ۱-۲۲

تحلیل الگوی توسعه‌ی کالبدی - فضایی شهری از منظر توسعه‌ی پایدار (مطالعه‌ی موردی: شهر کاشان)

احمد پوراحمد*، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تهران

حسین حاتمی نژاد، دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تهران

کرامت الله زیاری، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تهران

حسنعلی فرجی سبکبار، دانشیار دانشگاه تهران - قطب برنامه‌ریزی روستایی ایران

ابوذر وفایی، دکترای جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تهران

چکیده

یکی از موضوعات حیاتی قرن بیست و یکم در ارتباط با پایداری شهر، الگوی رشد شهری است و امروزه اکثر محققان معتقدند ارتباط معناداری میان الگوی توسعه‌ی کالبدی شهر (فرم شهر) و پایداری شهری وجود دارد؛ بنابراین از آنجاکه سامان‌دهی کالبد شهرها بر اساس چارچوب توسعه‌ی پایدار امری ضروری است؛ لذا هدف اصلی پژوهش شناخت الگوی توسعه‌ی کالبدی - فضایی شهر کاشان و میزان انطباق آن با الگوی توسعه‌ی پایدار است. نوع پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه‌ی انجام، توصیفی - تحلیلی است و تلاش بر آن است با در نظر گرفتن شاخص‌های جمعیت، مساحت، سرانه و تراکم، در چارچوب مدل‌های کمی همچون درجه‌ی توزیع متعادل شامل (مدل آنتروپی شانون، ضریب جینی)، درجه‌ی تجمع (شامل ضریب موران) و مدل هلدرن به این پرسش پاسخ داده شود که: الف) آیا رشد فیزیکی شهر کاشان طی سه و نیم دهه‌ی اخیر (سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰) از الگوی توسعه‌ی پایدار تبعیت نموده است؟ نتایج حاصل از بررسی الگوی فیزیکی شهر کاشان با مدل‌های سنجش فرم شهری نشان می‌دهد ضمن توزیع نابرابر و نامتعادل جمعیت در سطح شهر و عدم هماهنگی آن با توسعه‌ی فیزیکی طی دهه‌های اخیر، الگوی رشد کالبدی - فضایی شهر کاشان از الگوی پراکنده‌ی شهری تبعیت نموده که به دنبال آن پیامدهای منفی رشد پراکنده را برای شهر کاشان به وجود آورده؛ لذا نیازمند به‌کارگیری راهبردهای رشد هوشمند است.

واژگان کلیدی: توسعه‌ی کالبدی - فضایی، پراکندگی شهری، شهر فشرده، توسعه‌ی پایدار، کاشان.

* Email: apoura@ut.ac.ir

نویسنده‌ی مسئول:

این مقاله برگرفته از رساله‌ی دکترای می‌باشد.

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسئله

شهر به عنوان یکی از دستاوردهای بشری از دیرباز مورد توجه تمدن‌ها بوده است (ابراهیم‌زاده آسمین و دیگران، ۱۳۸۹: ۲۶)؛ به طوری که با ورود موج صنعتی شدن به کشورهای جهان سوم از اوایل قرن بیستم تولید و درآمد در شهرها افزایش و به دنبال آن تقاضا برای خدمات شهری فزونی یافت. این روند تعداد و اندازه‌ی شهرها را در این کشورها بالا برد (Pumain, 2003: 25) و منجر به گسترش شهرنشینی و شهرگرایی گردید؛ از این رو افزایش جمعیت و اندازه‌ی شهرها و شهرک‌ها در جهان به تبع افزایش شهرنشینی اثرات زیادی بر روی انسان و محیط داشته است (ابراهیم‌زاده، رفیعی، ۱۳۸۸: ۴۶). از آنجاکه این گسترش از شهرنشینی همگام با رشد و توسعه‌ی کالبدی شهرها نبوده، منجر به ساخت‌وسازهای بدون برنامه‌ریزی، گسترش مهارنشینی شهرها و تغییرات فراوانی در ساختار فضایی شهرها گردیده است (شیرمحمدی و نقیعی، ۱۳۸۶: ۲۸)؛ بنابراین یکی از موضوع‌های حیاتی قرن ۲۱ دانشمندان شهری در ارتباط با پایداری شهر، فرم و شکل شهر یا چگونگی رشد و توسعه‌ی شهر در فضا است. شکل شهر به عنوان الگوی توسعه‌ی فضایی فعالیت‌های انسان در برهه‌ی خاصی از زمان تعریف می‌شود (Anderson, 1996: 8). شکل پراکندگی شهری یا گسترش افقی و ساخت‌وسازهای جدید در اطراف شهر باعث آسیب‌های اجتماعی-اقتصادی و تخریب منابع زیست-محیطی در شهرها و اطراف آن‌ها گردیده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۸۹: ۲). به همین دلیل توجه به فرم فضایی شهری پایدار به عنوان یک ضرورت اساسی در برنامه‌های توسعه‌ی شهری حکایت از اهمیت این موضوع در تقویت جنبه‌های فرهنگی، اجتماعی و کالبدی شهر دارد (حسین زاده دلیر و هوشیار، ۱۳۸۵: ۲۱۳). در این راستا شهر کاشان نیز از مشکلات ناشی از توسعه‌ی شهری مستثنا نبوده و بررسی‌ها نشان می‌دهد ساختار کالبدی شهر کاشان در دهه‌های اخیر به شکل بی‌برنامه‌ای رشد کرده و توسعه‌ی کالبدی با رشد و افزایش جمعیت هماهنگ نیست در نتیجه، این تحولات سبب توسعه‌ی مداوم، پراکنده و بی‌سازمان شهر گردیده که از نظم ساختاری خاصی پیروی نمی‌کند؛ لذا این پژوهش در نظر دارد ابتدا به بررسی الگوی توسعه‌ی کالبدی-فضایی شهر کاشان با استفاده از مدل‌های کمی همچون آنتروپی شانون، مدل هلدرن، ضریب موران و گری، ضریب جینی بپردازد و در ادامه ضمن بیان مهم‌ترین علل تغییرات الگوی رشد این شهر و گستردگی فضایی آن، راهبردهای مناسبی را جهت دستیابی به فرم کالبدی متناسب با توسعه‌ی پایدار تدوین نماید.

امروزه آگاهی از ساختار فضایی و شکل شهر می‌تواند یکی از عوامل تأثیرگذار در میزان موفقیت برنامه‌ریزان و متصدیان شهری باشد و به بهبود محیط‌های شهری کمک شایانی بنماید و از آنجاکه «بررسی الگوی گسترش شهرها یکی از مسائلی است که می‌تواند استراتژی‌های توسعه را در افق دوردست جهت توانمندسازی مدیریت شهری فراهم سازد» (سجاد زاده و رحمانی، ۱۳۹۳: ۴۷)؛ لذا با این مقدمه پژوهش حاضر اهداف ذیل را دنبال می‌نماید.

الف) شناخت الگوی توسعه‌ی کالبدی-فضایی شهر کاشان و میزان انطباق آن با الگوی توسعه‌ی پایدار.

ب) تدوین راهبردهایی جهت دستیابی به فرم کالبدی متناسب با توسعه‌ی پایدار.

۱-۲- سؤال و فرضیه تحقیق

۱-۲-۱- سؤال تحقیق

الف) آیا رشد فیزیکی شهر کاشان طی سه و نیم دهه‌ی اخیر (سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰) از الگوی توسعه‌ی پایدار تبعیت نموده است؟

۱-۲-۲- فرضیه‌ی تحقیق

برای پاسخ به این سؤال یک فرضیه مطرح گردید تا به وسیله‌ی آن به سؤال تحقیق پاسخ داده شود:

الف) رشد فیزیکی شهر کاشان طی سه و نیم دهه‌ی اخیر (سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰) ضمن عدم انطباق با الگوی توسعه‌ی پایدار از الگوی پراکندگی شهری تبعیت نموده است؟

۲- پیشینه‌ی تحقیق

پیشنهاد و معرفی روش‌ها و مبانی نوین برای شناخت و ارزیابی رشد شهرها با دیدگاه فکری متفاوت و آزمون این روش‌ها در شهرهای مختلف دنیا، پیشینه‌ی نه‌چندان گسترده، اما پویا دارد. در یکی از برترین پژوهش‌ها، یوسین تسای^۱ در سال ۲۰۰۵ با بررسی فشردگی و پراکندگی در شهرها، به معرفی معیارهایی برای سنجیدن وضعیت فرم شهر به صورت کمی پرداخته و این معیارها را درباره‌ی سه شهر امریکا (آلبانی و آتن در ایالت جورجیا و کوکومو در ایالت ایندیانا) محاسبه کرده است. هدف از این پژوهش، ارائه‌ی معیارهای کمی بوده است که بر اساس آن بتوان به شکل روشن و قابل استناد وضعیت و روند توسعه‌ی فضایی و کالبدی شهرها را موردبررسی قرار داد (ضمیری و همکاران، ۱۳۸۰: ۱۶۹). پژوهش دیگری تحت عنوان "بیست‌وپنج سال سابقه‌ی پراکندگی در منطقه‌ی سیاتل: واکنش‌های مدیریت رشد و مفاهیم حفاظت" توسط لین رابینسون (Robinson, 2002: 7-35) انجام شده و نویسنده به این نتیجه رسیده است که الگوی پراکندگی شهری در سیاتل سبب قطعه‌قطعه شدن زیستگاه‌ها گردیده و حیات وحش و محیط‌زیست را در معرض خطر قرار داده است (شمس و همکاران، ۱۳۹۲: ۵۰). پندال (Pendall, 1999: 10-29) در بررسی پراکنده رویی، بر متغیرها و عواملی چون ارزش زمین، تقسیمات سیاسی، حکومت‌های محلی، تراکم ترافیک و سیاست‌های متفاوت محلی در زمینه‌ی کاربری‌ها تأکید دارد. وی معتقد است نیاز به تسهیلات عمومی موجب می‌شود پراکنده‌رویی محدود گردد، درحالی‌که منطقه‌بندی با تراکم‌های پایین موجب ترغیب پراکنده رویی می‌گردد (حسینی و قدمی، ۱۳۹۲: ۲۲۶). در مطالعات داخلی سیفال‌دینی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهش خود به تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار پرداخته و نتیجه می‌گیرند که شهر آمل با این‌که در طول ۴۰ سال گذشته از فرم پراکنده‌ای برخوردار بوده است؛ اما در دهه‌ی اخیر از میزان پراکنش آن کاسته شده و روند تمرکزگرایانه‌ای را در پیش گرفته است. در پژوهش دیگری قدیری و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از تکنیک‌های آنتروپی، جینی، موران، گری و شاخص G عمومی به تحلیل تحولات فرم فضایی شهر یزد طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ پرداخته و نتایج مدل‌ها نشان می‌دهد که الگوی گسترش فیزیکی این شهر به سمت پراکندگی پیش رفته است. هم‌چنین پوراحمد و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی تحت عنوان تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدنر ضمن بیان این‌که شهر گرگان در طول سال‌های اخیر به دلایلی هم چون وجود کاربری‌های بسیار زیاد غیرضروری مانند نظامی، زمین‌های بایر در شهر، مهاجرت‌های زیاد به این شهر، سیاست‌های واگذاری زمین و مسکن بعد از انقلاب، افزایش نرخ مالکیت اتومبیل شخصی یا بهبود حمل‌ونقل، ادغام روستاها و آبادی‌ها در شهر و ... رشدی نامتوازن و به شکل پراکنده داشته است، الگوی رشد فشرده را به‌عنوان الگوی توسعه‌ی آتی شهر پیشنهاد می‌کنند؛ بنابراین مجموع مطالعات ذکرشده داخلی، نشان‌دهنده تسلط مدل رشد و گسترش افقی بر روند توسعه‌ی شهری در شهرهای ایران است که منجر به شکل‌گیری شهرهای پراکنده شده است.

۳- مبانی نظری پژوهش

۳-۱- بررسی الگوهای توسعه‌ی فیزیکی شهر

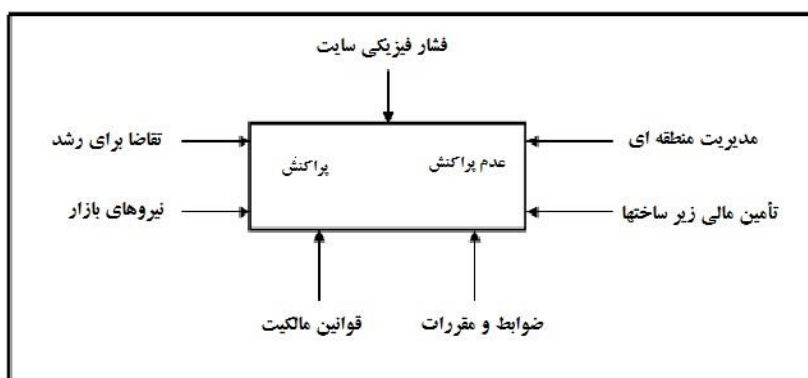
توسعه‌ی فیزیکی شهر، فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاها کالبدی آن در جهت‌های عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند و اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد به تنسيق فیزیکی

متعادل و موزون فضاهای شهری نخواهد انجامید و در نتیجه سامانه‌های شهری را با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد ساخت (فردوسی، ۱۳۸۴: ۱۸).

تعریف فرم هیچ‌گاه آسان نبوده و به همین دلیل همیشه متناسب با نوع کاربردش تعریف می‌شود. در تعریف کلی آن آمده، الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در دوره‌ی خاصی از زمان (Anderson, 1996: 8)، پژوهشگری به نام هندی، فرم شهری را ترکیبی از ویژگی‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل‌ونقل و طراحی شهری می‌داند (Handy, 1996: 152-153) کوین لینچ (۱۹۸۱) نیز فرم شهری را الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌کند. در مجموع می‌توان گفت فرم شهری نتیجه‌ی گرد هم آمدن مفاهیمی و عناصر متعددی از ساختار شهر است. عناصر این مفاهیم ممکن است مواردی مانند الگوی خیابان، اندازه و شکل بلوک، طراحی خیابان، شکل‌بندی قطعه، پارک‌ها و فضاهای عمومی و مانند این باشد. فرم شهر به دلیل آثار مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، می‌تواند یک شهر را به سوی پایداری یا ناپایداری حرکت دهد (Jabareen, 2006: 39). این که چه گزینه‌هایی در رابطه‌ی با شکل یا ساختار شهرها وجود دارد نظرات مختلفی ارائه شده است. از میان صاحب‌نظران "پرسمن" در سال ۱۹۸۵ و "مینزی" در سال ۱۹۹۲ چندین اشکال هندسی اصلی شهری را به‌عنوان نمونه مشخص کرده‌اند: شهر پراکنده^۲، شهر فشرده^۳، شهر حاشیه‌ای^۴، شهر کریدوری^۵، شهر لبه‌ای^۶ (کاتی، برتون، جنکز، ۱۳۸۳: ۷۹). عده‌ای نیز فرم‌های شهری را به دو گروه اصلی (که از اواخر قرن بیستم به‌عنوان آلترناتیوهای رقیب عمل کرده‌اند) تقسیم نموده‌اند:

- متراکم کردن و فشرده‌سازی شهری (نظریه‌ی توسعه‌ی فرم شهری فشرده و بخشی از مفهوم شهر فشرده).
- پراکنش و گسترده‌ی شهری (نظریه‌ی توسعه‌ی گسترده و فرم شهری که به توسعه‌ی کم‌تراکم منجر می‌شود) (مثنوی، ۱۳۸۲: ۳۱).

عوامل مختلفی گرایش به تراکم یا پراکنش را در توسعه‌ی شهری تشویق می‌کنند که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به میزان رشد جمعیت، درآمد سرانه، مالکیت اتومبیل و محدودیت‌های فیزیکی توسعه‌ی شهرها اشاره کرد (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۹۱). پی‌سر^۷ عوامل عمده‌ی تأثیرگذار بر تراکم در سطح محلی را در شکل شماره‌ی ۲ خلاصه نموده است.



شکل ۱: عوامل مؤثر بر تراکم و پراکنش شهری منبع (Peiser, 2000: 682)

- 2- Urban sprawl
- 3- Compact city
- 4- Fringe city
- 5- Corridor city
- 6- Edge city
- 7- Peiser

بدیهی است که انتخاب هر یک از فرم‌ها در مدیریت و برنامه‌ریزی راهبردی شهر تأثیر بسزا داشته، درعین حال تشخیص فرم و شکل موجود شهر نیازمند مطالعه‌ی تحقیق و تجزیه و تحلیل است. در ادامه دو گروه از فرم‌های اصلی شهر تشریح می‌گردد.

۳-۱-۱- پراکنش شهری (رشد افقی شهر)

گسترش افقی شهر واژه‌ای است که در نیم‌قرن اخیر در قالب اصطلاح "اسپرال" در ادبیات پژوهش‌های شهری وارد شده است و امروزه موضوع محوری اکثر سمینارهای شهری در کشورهای توسعه‌یافته است. سابقه‌ی کاربرد این اصطلاح به اواسط قرن بیستم بازمی‌گردد، زمانی که در اثر استفاده بی‌رویه از اتومبیل شخصی و توسعه‌ی سیستم بزرگراه‌ها، بسط فضاهای شهری در آمریکا رونق گرفت (Hess, 2001: 4) در نتیجه در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ گرایش به حومه‌نشینی و استفاده از اتومبیل شخصی به الگویی رایج در شهرنشینی و شهرسازی در ایالات متحده بدل گردید. این نوع توسعه‌ی شهری که اصولاً در اراضی آماده‌سازی نشده‌ی شهرها اتفاق افتاد، از نظر بسیاری تأسف آور بود. توسعه‌ی بی‌رویه و بی‌قواره، اسراف در استفاده از منابع طبیعی و زمین، آلودگی ناشی از وابستگی به اتومبیل شخصی، انحطاط مراکز قدیمی شهرها و نیز مصرف نابجا و غیرعادلانه هزینه‌های توسعه و عمران در نواحی مختلف، از جمله انتقاداتی است که به این‌گونه توسعه‌ی پراکنده و ناموزون شهری وارد شده است. از این‌روست که «توسعه‌های شهری بی‌رویه در حومه‌های ایالت متحده، اغلب به‌منزله‌ی بدترین نوع ساختار شهری ارزیابی شده‌اند» (عزیزی، ۱۳۸۲: ۵۱) این الگو که در چند دهه‌ی اخیر ابتدا در کشورهای توسعه‌یافته به علت استفاده‌ی زیاد از اتومبیل شخصی و حومه‌نشینی، به‌ویژه در کشورهای استرالیا، آمریکا و کانادا به وجود آمد، هم‌اکنون در بسیاری از هسته‌های شهری کشورهای در حال توسعه‌ی دیده می‌شود. با به وجود آمدن این پدیده در مناطق مختلف جهان تعاریف مختلفی از این پدیده بیان شده است که همه‌ی آن‌ها دارای وجه اشتراک هستند. نوزی کلیه‌ی تعاریف گسترش افقی را خلاصه کرده است. تا به یک تعریف واحدی برسند که تعریف آن چنین است: توسعه‌ی بدون برنامه‌ریزی، بدون کنترل، ناهماهنگ و تک‌کاربری که یک نقش ترکیبی از کاربری فراهم نمی‌کند و از نظر عملکردی هیچ رابطه‌ای با کاربری‌های اطراف شهر ندارد و به‌عنوان یک توسعه‌ی کم‌تراکم، خطی یا نواری، متفرق، جسته‌وگریخته و توسعه‌ی جدا افتاده به نظر می‌رسد (Nozzi, 2003). عوامل مختلفی در پراکنش شهرها مؤثرند، اما روند بورس‌بازی و معاملات قماری زمین یکی از عوامل اصلی برای توسعه‌ی فیزیکی ناموزون شهرها محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که بورس‌بازی زمین و احتکار آن، بخشی از زمین را از توسعه بازمی‌دارد؛ در حالی که بخش‌های دیگر آن، ممکن است به‌سرعت زیرپوشش ساختمان‌های شهری برود. الگوی پراکنش شهری سبب می‌شود که تراکم جمعیت کاهش یابد و در جریان این توسعه، شهر زمین‌های کشاورزی و مزارع را از بین برده، از نظر جلوه‌ی ظاهری به‌صورت قطعه‌قطعه شدن، حرکت گره‌ای و جسته‌وگریخته و توسعه‌ی ناپیوسته و تدریجی بروز نماید (پورمحمدی و جام کسری، ۱۳۹۰: ۳۶).

در کشور ما تا زمانی که الگوی رشد شهرها ارگانیک بوده و عوامل درون‌زا و محلی تعیین‌کننده‌ی رشد شهری بوده‌اند، زمین شهری نیز کفایت کاربری‌های سنتی شهری را می‌داده و برحسب شرایط اقتصادی، 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 و درآمدهای حاصل از نفت در اقتصاد شهری تزریق شد و شهرهای ما در نظام اقتصاد جهانی جای گرفتند، سرمایه‌گذاری در زمین شهری تشدید گردید و این نقطه‌ضعف اصلی بازار خصوصی بدون برنامه زمین، الگوی توسعه‌ی بسیاری از شهرهای ایران را دیکته کرده است، این امر باعث نابسامانی بازار زمین شهری و بلااستفاده ماندن بخش وسیعی از اراضی داخل محدوده و عارضه‌ی منفی گسترش افقی شهرها شده است (تقوایی و سرایی، ۱۳۸۳: ۱۹۱).

۳-۱-۱-۱- نتایج رشد افقی شهر

شهرهای پراکنده با تراکم نسبی پایین، عدم پیوستگی فضایی فعالیت‌ها، مسافت طولانی سفرها و در نتیجه وابستگی به اتومبیل، کیفیت زندگی را در محیط‌های شهری کاهش می‌دهند و هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی (نظیر مصرف بیش‌ازحد انرژی و آلودگی هوا و صدا، هزینه سفرهای روزانه و تأمین زیرساخت‌های عمومی) را به دنبال دارد (Bertaud and Malpezzi, 2003: 3-4).

از جمله پیامدها و آثاری که برای پدیده پراکنش ذکر می‌شود می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف) کاهش فضای باز منطقه‌ای؛

ب) تخریب مناطق آسیب‌پذیر از لحاظ محیط‌زیست؛

ج) آلودگی زیاد هوا؛

د) مصرف بیش‌از اندازه انرژی؛

ه) کاهش جنبه‌های زیبایی شناسانه چشم‌انداز؛

و) از بین رفتن پوشش گیاهی و خشک شدن چشمه‌ها؛

ز) تخریب زمین‌های کشاورزی؛

ح) کاهش تنوع گونه‌های زیستی و افزایش احتمال سیلاب‌ها؛

ط) از بین رفتن چشم‌انداز کوهستان‌ها؛

ی) آلودگی خلیج‌ها و دریاچه‌ها از نظر اکولوژیکی (Johnson, 2001: 271-272).

۳-۱-۲- توسعه‌ی فشرده

به دنبال ایده‌ای لوکوربوزیه از شهر درخشان، دانتزینگ و ساعتی (۱۹۷۳) شهر فشرده را پیشنهاد کردند که رویکرد آن‌ها ارتقای کیفیت زندگی، اما نه با هزینه‌ی نسل آینده بود. هدف اصلی این ایده، خلق شهرهایی با فشردگی و تراکم بالا اما به‌دوراز مشکلات موجود در شهر مدرنیستی است (سیف‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۶۰). شهر عمومی (فشرده) طبق تعریف الکین باید فرم و مقیاسی داشته باشد که برای پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل عمومی همراه با تراکمی که باعث تشویق تعاملات اجتماعی می‌شود، مناسب باشد (Elkin et al: 1991) هم‌چنین برتون شهر فشرده را شهری تعریف کرده است که تراکم آن بالا و کاربری‌ها به‌صورت ترکیبی است و سیستم حمل‌ونقل عمومی خوبی دارد و پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری را تشویق می‌کند (Burton, 2000: 197). در فرم شهر فشرده، تأکید بر رشد مراکز شهری موجود و زمین‌های بازیافتی و درعین‌حال اجتناب از گسترش و پخش شدن در حاشیه‌هاست (حسینیون، ۱۳۸۵: ۱۴). شناخت الگوهای متفاوت شهر فشرده از پراکنده، با بررسی شاخص‌هایی از جمله اندازه‌ی مصرف زمین بیشتر، سرانه‌ی زمین بالاتر، توزیع نامناسب‌تر کاربری‌ها در شهر گسترده و در مقابل پیوستگی و اتصال و استمرار بافت در شهر فشرده قابل بررسی است (Tasi, 2005: 43).

۳-۱-۲-۱- توسعه‌ی پایدار و رویکرد شهر فشرده

امروزه این اتفاق نظر وجود دارد که سامان‌دهی کالبد شهرها باید بر اساس چارچوب توسعه‌ی پایدار شهری صورت بگیرد و تحقیقات انجام شده در سطح جهانی نشان می‌دهد که رویکرد شهر فشرده به اهداف توسعه‌ی پایدار نزدیک‌تر است (مثنوی، ۱۳۸۲: ۹۱)؛ زیرا پراکندگی شهری یکی از عمده‌ترین چالش‌های برنامه‌ریزی فضایی در قرن بیست و یکم است و رشد هوشمند، چارچوبی مناسب برای شهرهایی است که مدل فیزیکی آن‌ها فشرده بوده و با فشار شدید توسعه روبه‌رو شده‌اند (زیاری و همکاران، ۱۳۸۳: ۸۳-۷۹). این مدل در انطباق با توسعه‌ی پایدار، استفاده‌ی بهینه از

زمین و کاهش سهم انرژی را توصیه می‌کند (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵: ۱۶۰). فشردگی یک اصل مهم از اصول شش‌گانه طراحی پایدار شهری در چارچوب مفاهیم توسعه پایدار شهری محسوب می‌شود (کوبین جی و جوپاور، ۱۳۸۸: ۱۵).

۳-۱-۲-۲- پیامدهای فرم شهر فشرده

نظریه‌ی شهر فشرده این ایده را تشریح می‌کند که با فشردگی شهرها و افزایش تراکم همراه با عمل کاربری مختلط می‌توان شهرها را به سمت توسعه پایدار هدایت نمود. متراکم‌سازی شهری باعث ایجاد نواحی شهری امن‌تر و سرزنده‌تر می‌شود و علاوه بر این باعث حمایت از مشاغل و سرویس‌های محلی و تعاملات اجتماعی شهری خواهد شد (صداقتی و تاجیک، ۱۳۹۱: ۸۷).

به‌طور عام، حامیان اصلی شهر فشرده بر این باورند که شهر فشرده دارای امتیازات زیست‌محیطی، انرژی و منافع اجتماعی زیادی است از جمله:

الف) "محدودیت بسیار زیاد توسعه شهری" از طریق استفاده مجدد از زیرساخت‌ها و اراضی توسعه‌یافته قبلی، تجدید حیات مناطق موجود شهری و زندگی شهری. می‌توان گفت که محدودیت توسعه و تراکم بالای جمعیت، موجب پدید آمدن یک شکل شهری فشرده و حفظ اراضی کشاورزی و باغات می‌شود.

ب) "حمل‌ونقل عمومی باصرفه" در جهت برآورده کردن نیازهای حمل‌ونقلی اکثریت جمعیت شهری و کسانی که اتومبیل ندارند، باعث می‌شود دسترسی و تحرک‌های کلی افزایش یابد.

ج) "کاهش حجم ترافیک موتوری و آلودگی هوا" به این معنا که در نتیجه حمل‌ونقل عمومی، حجم ترافیک موتوری، آلودگی هوا و خطر مرگ و جراحت بر اثر ترافیک کاهش یافته و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل نیز از میزان آلودگی می‌کاهد.

د) "مطلوبیت کاربری مختلط به دلیل بالا بودن تراکم کلی جمعیت" به خاطر کاربری‌های مختلف، فواصل سفر کاهش یافته، وابستگی به اتومبیل کم شده و پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری به‌عنوان کاراترین و مؤثرترین وسیله‌ی صرفه‌جویی در انرژی جهت دسترسی به تسهیلات محلی می‌شود.

ه) "دسترسی به محیط زیستی بهتر" به خاطر کاهش کلی آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای و مصرف کم‌تر سوخت فسیلی در شهرهای فشرده و در نتیجه سلامتی بیش‌تر است.

و) "کاهش هزینه‌های گرمایش" در نتیجه بافت شهری با تراکم بالاتر و همراه با مصرف انرژی و تولید آلودگی کم‌تر

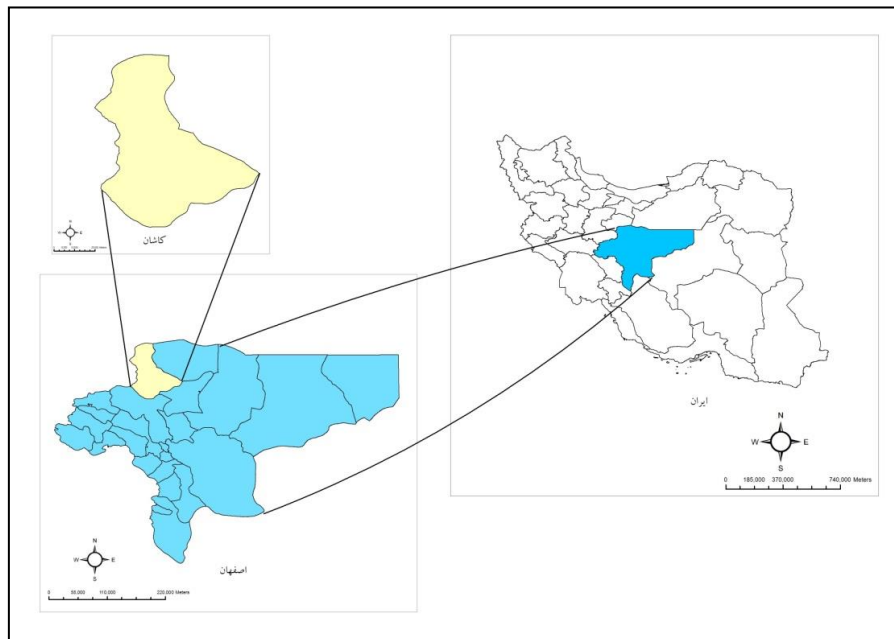
ز) "وجود پتانسیل اختلاط اجتماعی بالا" در نتیجه تراکم‌های زیاد جمعیتی

ح) "بالا رفتن کیفیت زندگی، امنیت بیش‌تر و نیز حمایت از مشاغل و خدمات" که به مفهوم ایجاد محیطی برای رونق فعالیت‌های تجاری و اقتصادی نیز است (براند فری، ۱۳۸۳: ۴).

ط) شهر فشرده به علت سرزندگی‌ای که دارد و به این علت که حوزه‌ی نفوذ عابران پیاده و علاقه‌مند به خرید است، مخلوطی از دادوستدهای کوچک و بزرگ در نواحی شهری به وجود می‌آورد (Van Nes, 2003: 5).

۴- محدوده‌ی مورد مطالعه

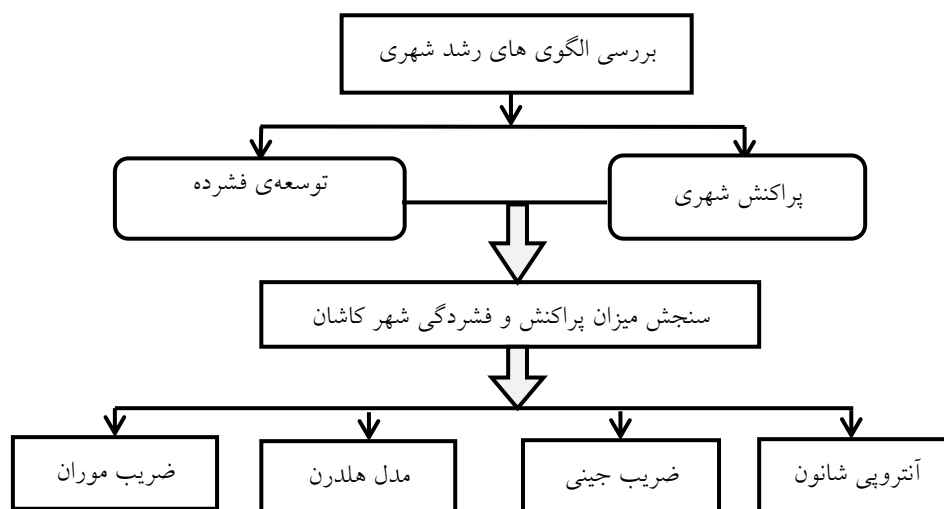
شهرستان کاشان با وسعتی معادل ۴۴۱۵/۰۷ کیلومترمربع و ارتفاعی حدود ۹۵۵ متر از سطح دریا در فلات مرکزی ایران و در شمال استان اصفهان واقع شده است. در شرق و شمال شرقی این شهر دشت کویر و در سوی جنوبی آن ارتفاعات ایران مرکزی با روند شمال غرب به سوی جنوب شرقی امتداد یافته‌اند. متوسط میانگین دمای سالانه‌ی منطقه ۱۹/۱ درصد سانتی‌گراد و متوسط بارندگی کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر است و باد غالب منطقه از جانب شمال غرب بوده و پس از آن به ترتیب جهات غرب و شمال و جنوب شرق بیش‌ترین باد را داشته است. شکل شماره‌ی ۲ موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. به لحاظ جمعیتی، طبق سرشماری سال ۱۳۹۰ این شهر ۲۷۵۳۲۵ نفر جمعیت داشته است و متوسط نرخ رشد سالانه‌ی آن نیز طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۵ معادل ۱/۶ درصد بوده است.



شکل ۲: نقشه‌ی موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

۵- روش پژوهش

نوع پژوهش از نظر هدف، کاربردی و بر اساس ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی است. توصیفی به این دلیل که با استفاده از شاخص‌های جمعیت، مساحت، سرانه و تراکم به توصیف وضعیت شهر می‌پردازد، تحلیلی به این خاطر که با استفاده از تکنیک‌های کمی به تحلیل تحولات فرم فضایی شهر کاشان می‌پردازد. برای بررسی شناخت روند الگو یا الگوهای توسعه‌ی شهر تا دوره‌ی معاصر از روش‌های چندگانه‌ای استفاده شده است. داده‌های اولیه شامل اطلاعات آماری و نقشه‌های محدوده‌ی مورد مطالعه از طریق مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای شامل گزارش‌های طرح‌های جامع و تفصیلی، سرشماری نفوس و مسکن سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ شهر کاشان، مراجعه به سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی مربوطه نظیر شهرداری، فرمانداری و برداشت‌های میدانی به دست آمدند. در ادامه برای سنجش میزان پراکنش و فشردگی شهر کاشان و تحلیل سیستماتیک الگوی رشد کالبدی شهر از روش‌ها و مدل‌های کمی همچون درجه‌ی توزیع متعادل شامل (مدل آنتروپی شانون، ضریب جینی)، مدل هلدرن و قاعده‌ی اندازه - تراکم شهر در دوره‌های مختلف؛ و برای تحلیل الگوی فضایی پارامترهای رشد شهری از تحلیل‌های همبستگی، یعنی تکنیک اتوکورلیشن فضایی (از جمله ضریب گری و موران) با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS استفاده گردید. علاوه بر آن، به منظور نشان دادن گسترش شهر در دهه‌های مختلف، با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS و به کارگیری نقشه‌های موجود و عکس‌های هوایی یا تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌ی رشد و توسعه‌ی فیزیکی شهر در دوره‌های مختلف تاریخی تهیه گردید.



شکل ۳: نمودار فرآیند بررسی الگوی فیزیکی شهر کاشان با مدل‌های سنجش فرم شهری

۵-۱- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه

تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش کمی و با استفاده از تکنیک‌های ریاضی- آماری انجام شد و جهت آزمون فرضیه از مدل‌های زیر استفاده گردید.

۵-۱-۱- درجه‌ی توزیع متعادل

الف) آنتروپی شانون

از مدل آنتروپی شانون به نام ضریب بی‌نظمی نیز یاد می‌شود. این ضریب نمایانگر درصد نواحی ساخته‌شده به کل مساحت محدوده‌ی موردنظر است. هر چه این ضریب کوچک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی تمرکز و هر چه بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی پراکندگی توسعه است. بر این اساس، ضریب بی‌نظمی شانون وقتی با سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه شود، یک ابزار ساده اما مؤثر در اندازه‌گیری میزان گسترش شهرهاست (Yeh and Li, 2001: 87).

از این مدل برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده‌ی رشد بی‌قواره‌ی شهری استفاده می‌گردد. ساختار کلی مدل به

شرح زیر است:

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

رابطه‌ی ۱ (آنتروپی مطلق)

در رابطه‌ی بالا:

H: مقدار آنتروپی شانون

P_i: نسبت مساحت ساخته‌شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه‌ی i به کل مساحت ساخته‌شده مجموع مناطق

n: مجموع مناطق

ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا Ln(n) است. مقدار صفر بیانگر توسعه‌ی فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است. در حالی که مقدار Ln(n) بیانگر توسعه‌ی فیزیکی پراکنده‌ی شهری است. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار Ln(n) بیش‌تر باشد، رشد بی‌قواره‌ی شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۲۹).

$$G = \frac{H}{\ln k}$$

رابطه‌ی ۲ (آنتروپی نسبی)

ارزش مقدار ضریب آنتروپی (G) نیز بین ۰ و ۱ است، اگر G = ۰ باشد، یعنی تمرکز و G = ۱ یعنی پخشایش (سرابی) و پورمحمد، ۱۳۸۷: ۶۱).

اگر مطالعات باهدف مقایسه‌ی گسترش شهر در زمان‌های مختلف باشد، بهتر است که ضریب نسبی شانون به‌جای مقدار مطلق آن به کار رود که مقدار آن بین صفر و یک است (حسین‌زاده دلیر و همکاران، ۱۳۹۱: ۵۹).

ب) ضریب جینی

ضریب جینی شاخصی برای اندازه‌گیری توزیع نابرابر جمعیت و اشتغال در نواحی مختلف یک متروپل است. این ضریب دامنه‌ای بین صفر و یک دارد. ضریب‌های جینی بالاتر (نزدیک به ۱) به این معنی است که تراکم جمعیت / اشتغال تا حد زیادی در نواحی محدودی بسیار بالاست (توزیع نامتعادل) و ضریب جینی نزدیک به صفر به این معنی است که جمعیت یا اشتغال در متروپل به‌صورت عادلانه‌ای توزیع شده است. ضریب جینی به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Gini = 0.5 \sum_{i=1}^N |x_i - y_i|$$

رابطه‌ی ۳

در این رابطه N تعداد نواحی، X_i نسبت وسعت منطقه‌ی i به کل مناطق و y_i نسبت جمعیت یا اشتغال در منطقه‌ی i به وسعت کل مناطق است

۵-۱-۲- درجه‌ی ۱ تجمع

درجه‌ای را که نواحی با تراکم بالا تجمع یافته‌اند، یا به‌طور تصادفی پراکنده شده‌اند، برآورد می‌کند. این بعد نسبت فشردگی و پراکنش را بر اساس ساخت فضایی (توسعه‌ی تک‌مرکزی، چندمرکزی، پراکنده بدون تمرکز، توسعه‌های پیوسته و نوار تجاری) مشخص می‌کند. برای اندازه‌گیری این بعد از ضریب موران^۸ استفاده شده که با اندازه‌گیری خودهمبستگی فضایی (Auto Correlation) می‌توانند سطح تجمع را تخمین بزنند. این دو مشابه‌اند؛ اما تنها برحسب تعریف ریاضی و مقیاس مقادیر، با هم اختلاف کمی دارند (Tsai, 2005: 146).

الف) ضریب موران: این ضریب به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Moran = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N [\sum_{j=1}^N w_{ij}(x_i - \bar{x})^2]}$$

رابطه‌ی ۴

N تعداد مناطق، X_i جمعیت یا اشتغال منطقه‌ی i ، X_j جمعیت یا اشتغال منطقه‌ی j ، \bar{x} متوسط جمعیت یا اشتغال و w_{ij} وزن بین مناطق i و j را مشخص می‌کند. در محاسبه‌ی مقدار وزنی، بین دو منطقه‌ای که ارتباط مستقیم یا مرز مشترک داشته باشند، ضریب وزنی 1 و در مناطقی که با یکدیگر مرز مشترک نداشته باشند، ضریب وزنی صفر قرار می‌گیرد. تفسیر ضریب موران بدین‌صورت است که بین مقادیر -1 تا +1 محاسبه می‌شود. مقدار +1 بیانگر الگوی کاملاً تک‌قطبی، مقدار صفر بیانگر الگوی تجمع تصادفی یا چندقطبی و مقدار -1 بیانگر الگوی شطرنجی توسعه است. هر چه این ضرایب مقدار بالاتری داشته باشند، بیانگر تجمع زیاد و هر چه مقدار پایین‌تری داشته باشند، بیانگر پراکنش است. (Cliff, 1981: 105).

۵-۱-۳- مدل هلدن

یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن رشد بی‌قواره‌ی شهری استفاده از روش هلدن است. جان هلدن در سال ۱۹۹۱ روشی را برای تعیین نسبت رشد افقی شهر و رشد جمعیت به کار برد. با استفاده از این روش می‌توان مشخص نمود چه مقدار از رشد شهر ناشی از رشد جمعیت و چه مقدار ناشی از رشد بی‌قواره‌ی شهری بوده است. وی در این روش از فرمول سرانه‌ی ناخالص زمین استفاده کرده است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۱۲۹).

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

رابطه‌ی ۵

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

۶- یافته‌های پژوهش

۶-۱- بررسی روند تحولات رشد کالبدی - فضایی شهر کاشان طی دهه‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰

در طول چند دهه‌ی اخیر ساختار کالبدی شهر کاشان به نحو بی‌سابقه‌ای گسترش یافته است؛ لذا توسعه و گسترش شهر و ایجاد هسته‌های جمعیتی حاشیه‌ی شهر، سبب شکل‌گیری موزاییکی از ساخت‌های کالبدی- فضایی با تمایزی آشکار در بافت شهر شده و دگرگونی‌های عمده‌ای در ساختار شهر پدید آورده است (شکل شماره ۴ الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر کاشان طی ادوار مختلف را نشان می‌دهد). در ادامه به بررسی تحولات دقیق فرم و شکل فضایی شهر پرداخته می‌شود تا بدین وسیله ضمن شناخت بهتر فرم فضایی شهر، بتوان راهبردهای مناسبی را جهت دستیابی به فرم کالبدی، متناسب با توسعه‌ی پایدار تدوین نمود.

بررسی روند توسعه‌ی کالبدی شهر درمیان سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که توسعه‌ی شهر با رشد و افزایش جمعیت هماهنگ نبوده و توسعه‌ی کالبدی شهر بر رشد جمعیت شهر پیشی گرفته که نمود آن شکل‌گیری بافت پراکنده است؛ به عبارت دیگر تغییرات اندازه‌ی جمعیت و تراکم شهر کاشان مطابق با روند پیش‌بینی قاعده‌ی اندازه- تراکم نبوده است و هم‌زمان با افزایش جمعیت شهر، تراکم جمعیتی شهر نه تنها افزایش نیافته، بلکه کاهش پیدا کرده که این نشان از بالا بودن نرخ رشد توسعه‌ی کالبدی شهر در مقطع (۱۳۵۵-۱۳۹۰) دارد. آمار جدول شماره ۱ به خوبی مؤید این مطلب است، طبق آمار جدول، جمعیت شهر از ۹۲۷۷۷ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۲۷۵۳۲۵ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است، اما به موازات این افزایش، تراکم ناخالص شهر که در سال ۱۳۵۵ معادل ۱۴۰ نفر در هکتار بوده با کاهش مقدار آن در دهه‌های بعدی به ۲۹،۱ نفر در هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است و از سوی دیگر سرانه‌ی ناخالص شهری از ۷۱ مترمربع در سال ۱۳۵۵ به ۳۴۳ مترمربع در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است؛ بنابراین کاهش شدید تراکم ناخالص جمعیتی و رشد سرانه‌ی ناخالص شهری نشان از گسترش فیزیکی شهر در پیرامون شهر و در نتیجه الگوی پراکنشی است که ناپایداری را در فرم شهری شکل داده است؛ بنابراین از بررسی تراکم‌های جمعیتی شهر طی دهه‌های مختلف می‌توان نتیجه گرفت که این شهر از یک بافت و مدل پراکنده برخوردار است، به طوری که تراکم ناخالص جمعیتی ۱۴۰ نفر در هکتار در سال ۱۳۵۵ تا ۲۹،۱ نفر در هکتار در سال ۱۳۹۰ کم‌تر از شهرهای در حال توسعه‌ی آسیا (۱۶۰ نفر در هکتار) و شهرهای ثروتمند آسیا (۱۴۰ نفر در هکتار) است (پورمحمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۸۹).

جدول ۱: روند تحولات جمعیت و مساحت شهر کاشان طی سال‌های ۱۳۹۰ - ۱۳۵۵

سال	مساحت* (هکتار)	جمعیت**	نرخ رشد مساحت (درصد)	نرخ رشد جمعیت (درصد)	تراکم ناخالص جمعیت (هکتار)	سرانه‌ی ناخالص شهری (مترمربع)
۱۳۵۵	۶۶۰،۴	۹۲۷۷۷	۸،۹	۵	۱۴۰	۷۱
۱۳۶۵	۱۵۵۳	۱۵۱۵۳۳	۱۳،۵	۳/۱	۹۸	۱۰۲
۱۳۷۵	۵۵۱۵	۲۰۵۸۶۶	۴،۶	۲/۱	۳۷	۲۶۸
۱۳۸۵	۸۶۸۰	۲۵۳۵۰۹	۱/۷	۱/۶	۲۹،۲	۳۴۲
۱۳۹۰	۹۴۵۷	۲۷۵۳۲۵			۲۹،۱	۳۴۳

منبع * (مهندسين مشاور نقش جهان پارس: ۱۳۹۰)

** (سرشماری عمومی نفوس و مسکن مرکز آمار ایران سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۵)

۶-۲- سنجش فرم شهری و چگونگی گسترش کالبدی - فضایی شهر کاشان با مدل‌های تحلیلی (الف) مدل آنتروپی شانون

یکی از مدل‌هایی که به تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده‌ی رشد بی‌قواری شهری می‌پردازد، مدل آنتروپی شانون است. آمار جداول ۲ تا ۴ ارزش آنتروپی شانون برای شناخت گسترده‌ی شهر کاشان در دوره‌های زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ را بیان می‌کند. محاسبات نشان می‌دهد که مقدار آنتروپی شهر کاشان در سال ۱۳۶۵ برابر با ۴۴۸۳/۱ بوده است، در حالی که حداکثر ارزش $\ln(5) = 1.6094$ است. نزدیک بودن مقدار آنتروپی به مقدار حداکثر (1.6094) نشانگر رشد پراکنده (اسپرال) گسترش فیزیکی شهر است. در دهه‌ی ۱۳۷۵ مقدار این ضریب معادل ۴۴۹۰/۱ بوده است، در حالی که حداکثر ارزش $\ln(5) = 1.6094$ است در نتیجه هم‌چنان شهر مانند دوره‌ی قبل به رشد پراکنده‌ی خود ادامه داده است. در سال ۱۳۸۵ نواحی پنج‌گانه شهر کاشان به ده ناحیه افزایش یافت. مقدار آنتروپی برآورد شده در این سال، برابر با ۲,۰۰۱ محاسبه شده، در حالی که حداکثر ارزش $\ln(10) = 2.3025$ است؛ لذا ضریب به‌دست‌آمده بیانگر پدیده رشد بی‌قواری و پراکنش شهر است؛ بنابراین ضرایب آنتروپی به‌دست‌آمده طی دوره‌های ۶۵ تا ۸۵ نشان می‌دهد که طی ۲۰ سال اخیر، گسترش فیزیکی شهر، پراکنده‌تر و غیرمتراکم گردیده است یا به عبارتی گسترش فیزیکی شهر به سمت پراکنده‌ی بیش‌تر میل داشته است.

جدول ۲: محاسبه‌ی ارزش آنتروپی شانون در نواحی پنج‌گانه شهری کاشان در سال ۱۳۶۵ Shannon Entropy

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

نواحی	مساحت (He)	(Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
ناحیه‌ی یک	۱۷۱/۳	۰/۳۵۷۷۸۴۳۶۹	-۱/۰۲۷۸۲۴۷۹۶	-۰/۳۶۷۷۳۹۶۴۶
ناحیه‌ی دو	۱۳۷/۱	۰/۲۸۶۳۵۲۸۱۳	-۱/۲۵۰۵۳۰۶۱۵	-۰/۳۵۸۰۹۲۹۶
ناحیه سه	۴۵/۳	۰/۰۹۴۶۱۵۴۸۱	-۲/۳۵۷۹۳۴۱۶۹	-۰/۲۲۳۰۹۷۰۷۶
ناحیه‌ی چهار	۹۳	۰/۱۹۴۲۴۳۷۰۳	-۱/۶۳۸۶۴۱۷۰۹	-۰/۳۱۸۲۹۵۸۳۳
ناحیه‌ی پنج	۳۲/۰۸	۰/۰۶۷۰۰۳۶۳۴	-۲/۷۰۳۰۰۸۴۱۹	-۰/۱۸۱۱۱۱۳۸۷
کل شهر	۴۷۸/۷۸	$\sum P_i = 1$	$P_i \times \ln(P_i) = 1$	-۱/۴۴۸۳۳۶۹۰۲

$\ln(n) = \ln(5) = 1.6094 \geq H = 1.4483 \geq 0$
 ضریب نسبی آنتروپی شانون $1.4483/1.6094 = 0.8999$
 منبع (محاسبات نگارندگان)

جدول ۳: محاسبه‌ی ارزش آنتروپی شانون در نواحی پنج‌گانه شهری کاشان در سال ۷۵ Shannon Entropy

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

نواحی	مساحت (He)	(Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
ناحیه‌ی یک	۴۰۷.۴۷	۰.۳۵۷۲۶۶۸۶۱	-۱.۰۲۹۲۷۲۲۶۷	-۰.۳۶۷۷۳۹۶۸۷۲
ناحیه‌ی دو	۳۲۶.۸۷	۰.۲۸۶۵۹۷۳۴۲	-۱.۲۴۹۶۷۷۰۳۹	-۰.۳۵۸۱۵۴۱۱۷
ناحیه‌ی سه	۱۰۷.۳۲	۰.۰۹۴۰۹۷۴۲۹	-۲.۳۶۳۴۲۴۵۵۲	-۰.۲۲۳۳۹۲۱۷۵
ناحیه‌ی چهار	۲۲۱.۴۸	۰.۱۹۴۱۹۲۱۲۳	-۱.۶۳۸۹۰۷۲۸۶	-۰.۳۱۸۲۹۵۸۳۳
ناحیه‌ی پنج	۷۷.۳۸	۰.۰۶۷۸۴۶۲۴۶	-۲.۶۹۰۵۱۱۲۲۸	-۰.۱۸۱۱۱۱۳۸۷
کل شهر	۱۱۴۰.۵۲	$\sum P_i = 1$	$P_i \times \ln(P_i) = 1$	-۱.۴۴۹۰۷۵۱۳۴

$\ln(n) = \ln(5) = 1.6094 \geq H = 1.4490 \geq 0$
 ضریب نسبی آنتروپی شانون $1.4490/1.6094 = 0.9004$
 منبع (محاسبات نگارندگان)

جدول ۴: محاسبه‌ی ارزش آنتروپی شانون در نواحی ده‌گانه شهری کاشان در سال ۱۳۸۵ Shannon Entropy

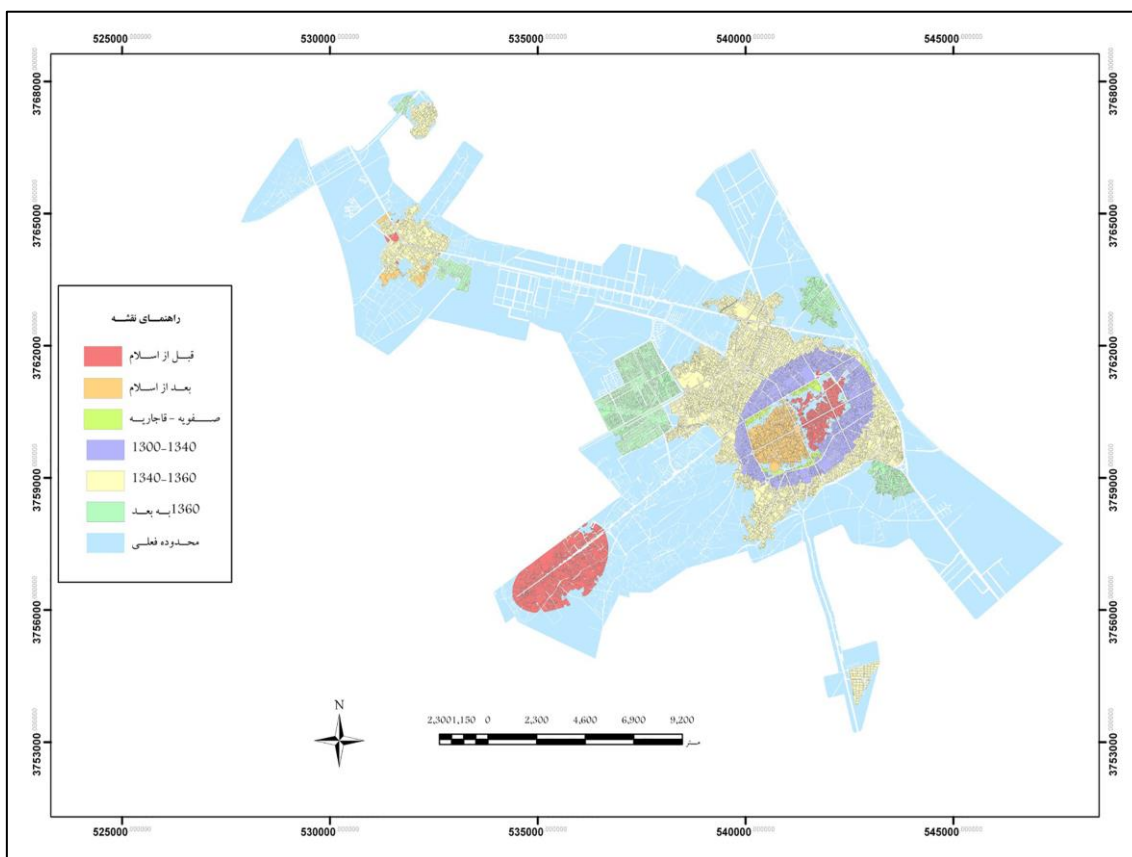
$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i)$$

نواحی	مساحت (He)	(Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
ناحیه‌ی یک	۲۲۸.۵۳۶	۰.۱۷۲۱۶۱۹۲۳	-۱.۷۵۹۳۱۹۸۳۴	-۰.۳۰۲۸۸۷۸۸۵
ناحیه‌ی دو	۲۳۴.۴۳۲	۰.۱۷۶۶۰۳۵۲۸	-۱.۷۳۳۸۴۸۰۱۴	-۰.۳۰۶۲۰۳۶۷۶
ناحیه‌ی سه	۲۹۴.۵	۰.۲۲۱۸۵۴۲۶۵	-۱.۵۰۵۷۳۴۵۷۸	-۰.۳۳۴۰۵۳۶۳۸
ناحیه‌ی چهار	۱۷۸.۶۰۸	۰.۱۳۴۵۴۹۹۰۳	-۲.۰۰۵۸۲۰۱۲۱	-۰.۲۶۹۸۸۲۹۰۳
ناحیه‌ی پنج	۱۳۴.۸۸۷	۰.۱۰۱۶۱۳۷۷۳	-۲.۲۸۶۵۷۶۱۹	-۰.۲۳۲۳۷۶۳۴
ناحیه‌ی شش	۱۳۶.۶۴۹	۰.۱۰۲۹۴۱۱۳۲	-۲.۲۷۳۵۹۷۹۸۷	-۰.۲۳۴۰۴۶۷۵۱
ناحیه‌ی هفت	۳۷.۷۸	۰.۰۲۸۴۶۰۶۲۵	-۳.۵۵۹۲۳۳۷۱۹	-۰.۱۰۱۲۹۸۰۱۷
ناحیه‌ی هشت	۲۸.۱۹۹	۰.۰۲۱۲۴۳۰۱۷	-۳.۸۵۱۷۲۷۰۶۵	-۰.۰۸۱۸۲۳۰۲
ناحیه‌ی نه	۵۱.۳۷۹	۰.۰۳۸۷۰۵۰۹۴	-۳.۲۵۱۷۸۴۰۵۲	-۰.۱۲۵۸۶۰۶۰۸
ناحیه‌ی ده	۲.۴۷۸	۰.۰۰۱۸۶۶۷۴	-۶.۲۸۳۵۶۱۷۹۸	-۰.۰۱۱۷۲۹۷۷۵
کل شهر	۱۳۲۷.۴۴۸	$\sum P_i = 1$	Pi*Ln(Pi) = ۱	-۲.۰۰۰۱۳۳۱۹

$\ln(n) = \ln(10) = 2.3025 \geq H = 2.0001 \geq 0$ ضریب مطلق آنتروپی شانون

$2.0001/2.3025 = 0.8686$ ضریب نسبی آنتروپی شانون

منبع (محاسبات نگارندگان)



شکل ۴: نقشه الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر کاشان طی ادوار مختلف منبع نقشه‌ی پایه: شهرداری کاشان

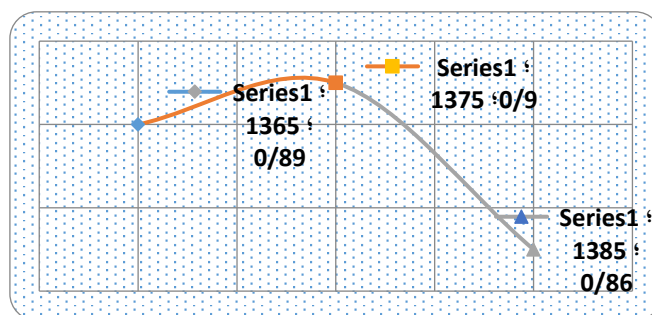
در مجموع نتایج حاصل از مدل آنتروپی نشان می‌دهد با توجه به این که در دوره‌های زمانی مورد مطالعه، مقدار عددی ضریب همواره بالاتر از متوسط (۰,۵) است؛ بنابراین در شهر کاشان پدیده پراکندگی شهری اتفاق افتاده است؛ چنان که

ضریب بی‌نظمی شانون در سال ۱۳۷۵ به حداکثر میزان پراکندگی رسیده است. در سال ۱۳۸۵ این ضریب با کاهش نسبی روبه‌رو بوده که این تغییر نشان از پر شدن نسبی فواصل خالی و پیوستگی سطوح پراکنده است، اما هم‌چنان به عدد ۱ نزدیک است و بیانگر پراکندگی و عدم فشردگی و تراکم رشد فیزیکی شهر کاشان است (جدول شماره‌ی ۵ نتایج کمی مساحت‌های به‌دست‌آمده و محاسبات ضرایب بی‌نظمی مطلق و نسبی آنتروپی شانون در دوره‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ جهت مقایسه گسترش شهر و تعیین میزان پراکندگی افقی را نشان می‌دهد).

جدول ۵: محاسبه‌ی ضریب بی‌نظمی شانون در دوره‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵

سال	مساحت بخش‌های ساخته‌شده (هکتار)	LN(n)	ضریب مطلق بی‌نظمی شانون	ضریب نسبی بی‌نظمی شانون
۱۳۶۵	۴۷۸.۷۸	۱.۶۱	۱.۴۴۸۳	۰.۸۹۹۹
۱۳۷۵	۵۴۳.۳۸	۱.۶۱	۱.۴۴۹۰	۰.۹۰۰۴
۱۳۸۵	۱۳۲۷.۴۴۸	۲.۳۰۲۵	۲.۰۰۰۱	۰.۸۶۸۶

منبع (محاسبات نگارندگان)



شکل ۵: نمودار روند ضریب آنتروپی نسبی شهر کاشان طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵

ب) ضریب جینی: در سنجش پراکنش جمعیت و نوع گسترش فیزیکی شهر کاشان با استفاده از ضریب جینی، ضرایب به‌دست‌آمده برای سه دوره با احتساب نسبت زمین و جمعیت، برای سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ به ترتیب معادل ۰،۱۶، ۰،۰۹ و ۰،۳۴ است؛ که بیانگر توزیع نامتعادل پراکنش جمعیت در طی زمان است. البته هرچند مقدار ضریب جینی در سال ۷۵ به نسبت سال ۶۵ کاهش نسبی پیدا کرده و نشانگر حرکت جمعیت به سمت پخش عادلانه‌تر و همسان‌تر است، اما در دوره‌ی سوم باز ضریب جینی افزایش پیدا کرده و حکایت از سرعت بیشتر توزیع نامتعادل پراکنش جمعیت می‌کند.

الف) محاسبه‌ی ضریب جینی برای سال ۱۳۶۵ (جمعیت):

$$Gini = \frac{1}{5} \sum (1/20 - 1/27) + (1/26 - 1/35) + (1/11 - 1/9) + (1/27 - 1/20) + (1/15 - 1/8) = (1/7) + (1/9) + (1/2) + (1/7) + (1/7) = 1/5 \times 32 = 0/16$$

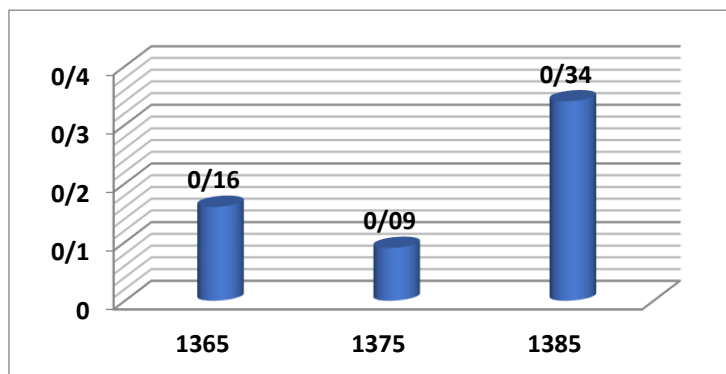
ب) محاسبه‌ی ضریب جینی برای سال ۱۳۷۵ (جمعیت):

$$Gini = \frac{1}{5} \sum (1/20 - 1/25) + (1/26 - 1/30) + (1/11 - 1/13) + (1/27 - 1/21) + (1/15 - 1/11) = (1/4) + (1/3) + (1/2) + (1/6) + (1/4) = 1/5 \times 19 = 0/9$$

ج) محاسبه‌ی ضریب جینی برای سال ۱۳۸۵ (جمعیت):

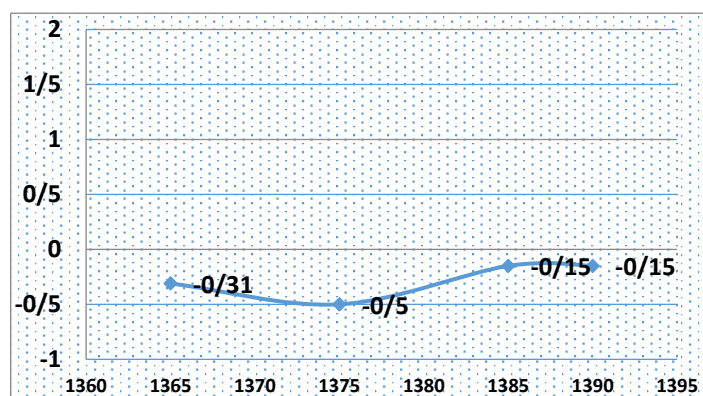
$$Gini = \frac{1}{5} \sum (1/9 - 1/25) + (1/16 - 1/20) + (1/17 - 1/22) + (1/6 - 1/13) + (1/12 - 1/7) + (1/18 - 1/6) + (1/2 - 1/2) + (1/3 - 1/1) + (1/3 - 1/4) + (1/14 - 1/3) = (1/6) + (1/5) + (1/6) + (1/7) + (1/5) + (1/12) + (1/3) + (1/2) + (1/1) + (1/14) = 1/5 \times 68 = 0/34$$

در ادامه جهت ارائه‌ی بهتر روند تغییرات، نمودار روند ضریب جینی جمعیت شهر کاشان در شکل شماره‌ی ۶ ترسیم شده است. طبق نمودار جمعیت شهر کاشان در سال ۱۳۷۵ متعادل‌تر از سال‌های دیگر بوده و در سال ۱۳۸۵ از سطح تعادل تراکم جمعیت شهر کاشان کاسته شده است و حتی این عدم تعادل از سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ نیز بیش‌تر است. در مجموع، نتایج بیانگر این است که توزیع فضایی جمعیت در سال ۱ نامتعادل‌تر شده است.

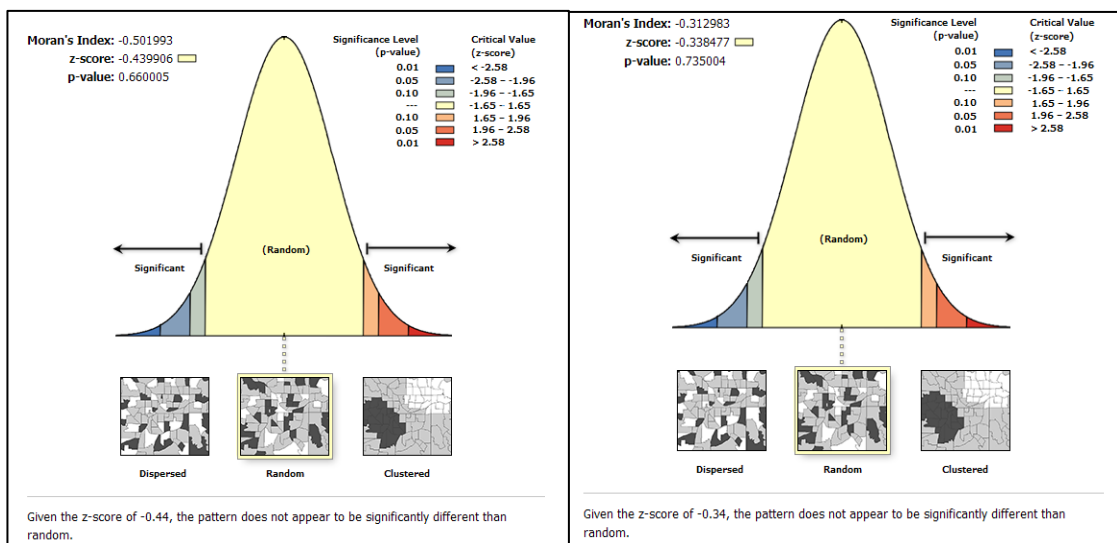


شکل ۶: نمودار روند ضریب جینی جمعیت شهر کاشان طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵

ج) ضریب موران: نتایج محاسبات ضریب موران برای پارامتر جمعیت شهر کاشان در مقاطع زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ با استفاده از روش صفر و یک نشان می‌دهد که مقدار این ضریب در سال ۱۳۶۵ برای شهر کاشان برابر با $(-۰,۳۱)$ ، در سال ۱۳۷۵ معادل $(-۰,۵۰)$ و در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ برابر $(-۰,۱۵)$ است. این مقادیر بیانگر آن است که الگوی رشد قطبی در شهر وجود ندارد و الگوی رشد شهر کاشان در سال‌های ۶۵ تا ۷۵ از الگوی تصادفی به سمت الگوی شطرنجی (پراکنده) حرکت نموده است و این‌که مقدار پراکنش در این پارامتر در سال ۱۳۷۵ به نسبت دهه‌ی قبل بیش‌تر بوده است، هم‌چنین طی مقاطع ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ به سمت الگوی تصادفی حرکت نموده است. خروجی‌های حاصل از دستور $\text{Spatial statistics tools} \rightarrow \text{Analyzing patterns} \rightarrow \text{Spatial Autocorrelation (Morans I)}$ در نرم‌افزار GIS در قالب اشکال ۶-۸ تا ۶-۱۱ به‌خوبی مؤید این مطلب است.

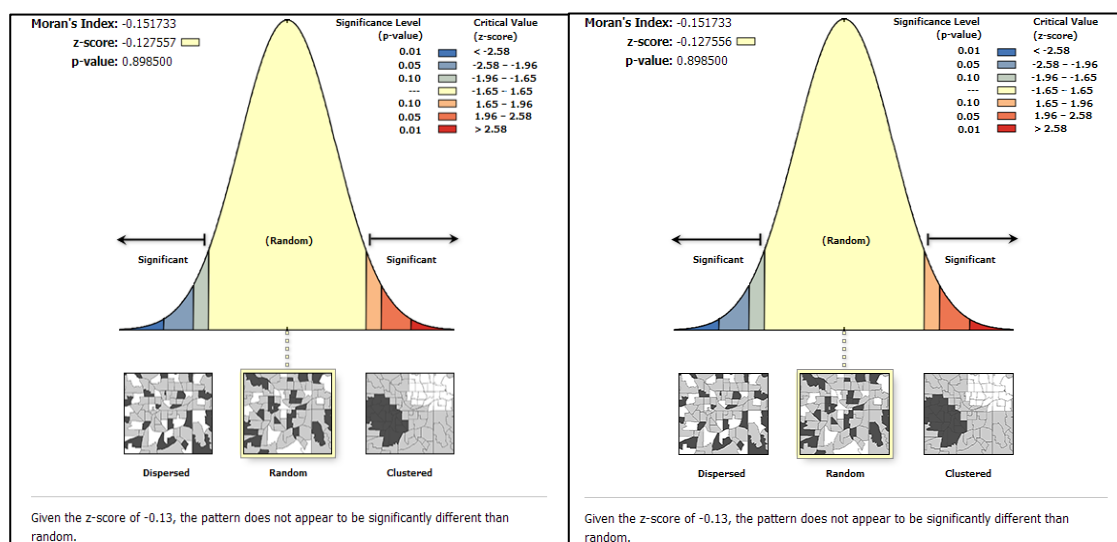


شکل ۷: نمودار روند ضریب موران برای جمعیت شهر کاشان از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰



شکل ۹: محاسبه‌ی ضریب موران برای شهر کاشان بر مبنای معیار جمعیت برای سال ۱۳۷۵

شکل ۸: محاسبه‌ی ضریب موران برای شهر کاشان بر مبنای معیار جمعیت برای سال ۱۳۶۵



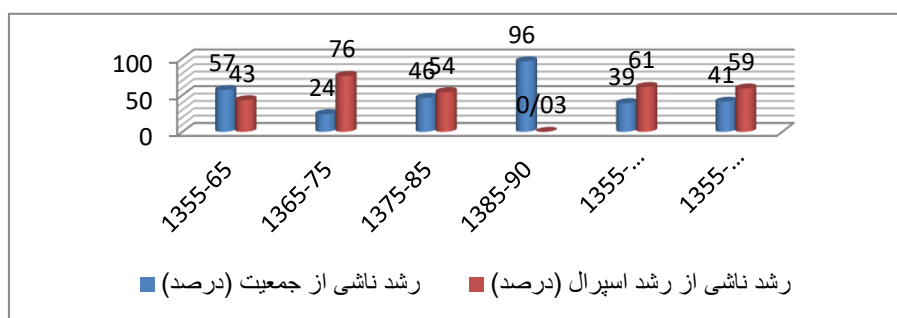
شکل ۱۱: محاسبه‌ی ضریب موران برای شهر کاشان بر مبنای معیار جمعیت برای سال ۱۳۹۰

شکل ۱۰: محاسبه‌ی ضریب موران برای شهر کاشان بر مبنای معیار جمعیت برای سال ۱۳۸۵

د) مدل هلدرن: نتایج حاصل از بررسی الگوی رشد شهری کاشان با مدل هلدرن حاکی از آن است که فرآیند رشد شهری کاشان در چند دهه‌ی اخیر الگوهای متفاوتی داشته است؛ بدین صورت که در دهه‌ی اول (۱۳۵۵-۱۳۶۵) و پنج سال آخر (۱۳۸۵-۱۳۹۰) عامل رشد جمعیت و افزایش تراکم، وزن بیش‌تری در الگوی رشد شهری داشته و در دهه‌های دوم (۱۳۶۵-۱۳۷۵) و سوم (۱۳۷۵-۱۳۸۵) رشد افقی و اسپرال وزن بیش‌تری در الگوی رشد شهر کاشان داشته است (جدول شماره‌ی ۶ نتایج حاصل از سنجش فرم شهری با مدل هلدرن را نشان می‌دهد).

جدول ۶: نتایج حاصل از بررسی سنجش رشد کالبدی شهر کاشان با مدل هلدرن

رشد کالبدی شهر دوره‌ی زمانی	رشد کالبدی ناشی از رشد جمعیت	رشد کالبدی ناشی از رشد افقی و بی‌قواره شهر
۱۳۵۵-۱۳۶۵	۰.۵۷	۰.۴۳
۱۳۷۵-۱۳۶۵	۰.۲۴	۰.۷۶
۱۳۸۵-۱۳۷۵	۰.۴۶	۰.۵۴
۱۳۸۵-۱۳۹۰	۰.۹۶	۰.۰۳
۱۳۵۵-۱۳۸۵	۰.۳۹	۰.۶۱
۱۳۵۵-۱۳۹۰	۰.۴۱	۰.۵۹



شکل ۱۱: نمودار روند رشد کالبدی شهر کاشان طی مقاطع زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ با مدل هلدرن

بنابراین از بررسی الگوی فیزیکی شهر کاشان با مدل‌های سنجش فرم شهری می‌توان نتیجه گرفت که الگوی رشد کالبدی - فضایی شهر کاشان، از نوع الگوی پراکندگی شهری است و این عامل، نقش بسیار مهمی در توسعه‌ی ناپایدار شهر کاشان داشته و پیامدهای منفی رشد پراکنده را برای شهر کاشان به وجود آورده است؛ بنابراین با توجه به ضرایب و مقادیر به‌دست‌آمده از هریک از مدل‌ها می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه‌ی مطروحه مبنی بر این‌که: **رشد فیزیکی شهر کاشان طی سه و نیم دهه‌ی اخیر (سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰) ضمن عدم انطباق با الگوی توسعه‌ی پایدار از الگوی پراکندگی شهری تبعیت نموده است، تأیید می‌گردد.**

در تأیید فرضیه‌ی فوق بررسی‌ها نشان می‌دهد مجموع عواملی که طی دهه‌های مختلف در گسترش افقی (پراکنده) شهر کاشان نقش مؤثر داشته‌اند، به شرح ذیل می‌باشند:

الف) روند شتابان توسعه‌ی شهری در دوران دوم (از اوایل دهه‌ی ۴۰ تا ۱۳۵۷) و دوران سوم (پس از انقلاب): هم‌زمان با رشد شتابان شهرنشینی در کشور در دوران دوم، شهر کاشان نیز تحت تأثیر این تحولات در ساختار و کارکرد و کالبد دچار تغییرات عمده‌ای گردید؛ به‌عبارت‌دیگر شهرنشینی شتابان منجر به تحولات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی در شهر گردید که این عوامل زمینه‌ی گسترش و توسعه‌ی کالبدی شهر را ایجاد نمودند.

ب) ادغام روستاها و آبادی‌ها در شهر بر اثر الحاق محدوده‌های اطراف آن: الحاق محدوده‌های اطراف شهر به درخواست مدیران و مسئولین وقت شهر و بر اساس مصوبات وزارت مسکن و شهرسازی سابق (راه و شهرسازی امروز) و وزارت کشور باعث گردید به دو صورت بر گسترش افقی و پراکنده‌ی شهر تأثیر بگذارد، اولاً باعث گردید بین محدوده‌ی قانونی و محدوده‌ی الحاقی بورس‌بازی و سوداگری زمین به وجود بیاید و ساخت‌وسازها به‌سرعت در این بخش‌ها انجام شود، ثانیاً با الحاق زمین‌های پیرامون به شهر تعدادی از روستاها و شهرک‌ها که در پیرامون شهر کاشان قرار داشتند در هر مرحله از الحاق جزء پیکره و بدنه‌ی شهر و بخش‌هایی از شهر به حساب آمدند (جدول شماره‌ی ۹-۶: محدوده‌های الحاقی از سال ۶۴ به بعد به شهر کاشان را بیان می‌کند).

جدول ۷: محدوده‌های الحاقی به شهر کاشان طی مقاطع زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۳

ردیف	محدوده‌ی الحاقی	سال تصویب
۱	روستای حسین‌آباد	۶۴/۵/۲۸
۲	زیدی	۶۴/۸/۲۵
۳	روستای لتحر	۶۵/۵/۲۸
۴	فضای سبز و انبارهای جنوب شرق	۶۷/۴/۸
۵	پارک اداری	۶۸/۱۰/۱۳
۶	روستای فین کوچک و بزرگ	۷۱/۱/۲۹ و ۷۱/۱/۲۵
۷	فضای سبز تپه‌های سیلک	۷۱/۱۱/۱۱
۸	پایانه‌ی مسافربری	۷۳/۲/۱
۹	شهرک خاتم‌الانبیا	۷۳/۲/۲۵
۱۰	آماده‌سازی فاز ۲ ناجی آباد	۸۳/۲/۲۵

منبع (مهندسین مشاور نقش‌جهان پارس، ۱۳۹۰: ۳)

ج) حرکت سازمان فضایی شهر کاشان به سمت نوعی واگرایی از مرکز و توسعه‌ی شعاعی در اطراف محورهای برون‌شهری: این نوع سازمان فضایی معاصر از یک‌سو منجر به تداوم تخریب و تخلیه‌ی بافت‌های تاریخی و ارزشمند و خروج ساکنین اصیل و بومی از بخش‌های مرکزی شهر و تمایل به سکونت در شهرک‌های حاشیه‌ای و محور فین و جایگزینی مهاجرین و اقشار کم‌درآمد در این بخش و بافت از شهر گردیده و از سوی دیگر باعث تداوم توسعه و گسترش غیرضروری بافت‌های حاشیه‌ای با کیفیت پایین سکونت و ساختاری بی‌هویت در اراضی زراعی پیرامونی کاشان (عمدتاً در بخش‌های جنوب و جنوب غربی شهر) شده است. این توسعه‌ها بدون توجه به امکان بهره‌وری کامل کمی و کیفی از منابع و زمین‌های واقع در کانون‌های شهری از جمله ظرفیت‌های خالی سکونت در شهرک‌هایی همچون ناجی‌آباد و هم‌چنین عدم توجه به تراکم جمعیتی ۲۹ نفر در هکتار صورت می‌گیرد. شایان ذکر است بر اساس داده‌های آماری موجود در طرح جامع کاشان (۱۳۸۹) ۴۳/۳۵ درصد از اراضی خالص شهری به اراضی بایر اختصاص دارد که سهم بسیار قابل توجهی است. این سهم قابل توجه از اراضی خالی به خاطر گسترش و توسعه‌ی بی‌رویه‌ی شهر است.

د) تداوم روند گسترش فعالیت‌های اقتصادی - خدماتی غیرانتفاعی در اطراف بازار و کاستن از اهمیت و پتانسیل اقتصادی بازار به‌عنوان قلب تپنده‌ی اقتصادی شهر و حوزه‌ی نفوذ آن.

ه) روند گسترش و پراکنش واحدها و شهرک‌های صنعتی در عین وجود ظرفیت‌های خالی در شهرک‌های صنعتی همچون نوش‌آباد.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطرح‌شدن نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار و به‌خصوص ارتباط شهرنشینی با توسعه‌ی پایدار جهانی، زمینه‌ای را فراهم ساخت تا موضوع گسترش کالبدی شهرها در غالب نظریه‌ی توسعه‌ی پایدار موردتوجه قرار گیرد و گسترش کالبدی شهرها به‌عنوان یکی از عوامل ناپایدارکننده‌ی توسعه‌ی شهری و پایداری جهانی مطرح گردد. به دنبال چنین مباحثی، نظرات متفاوتی در خصوص گسترش کالبدی افقی شهرها، میزان ارتباط آن با پایداری شهرها و بالأخص چگونگی سنجش میزان گسترش افقی مطرح گردید. از آنجاکه الگوی توسعه‌ی فیزیکی هر شهر تأثیر اساسی بر پایداری یا ناپایداری توسعه‌ی آن دارد، مدیران، متولیان و برنامه‌ریزان شهری می‌بایست به‌منظور هدایت این الگو برای توسعه‌ی پایدار شهری، از الگوی توسعه‌ی فیزیکی و رشد کالبدی موجود شهرها شناخت کافی داشته باشند. در این پژوهش به بررسی و تحلیل روند تحولات رشد کالبدی - فضایی شهر کاشان پرداخته شد. یافته‌های حاصل نشان می‌دهد که:

الف) بین مقطع زمانی ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ تراکم جمعیتی ناخالص شهر کاشان به شدت کاهش پیدا کرده است. چنان که از ۱۴۰ نفر در هکتار در سال ۱۳۵۵ به ۲۹,۱ نفر در سال ۱۳۹۰ رسیده است. این کاهش تراکم گویای گسترش افقی شهر طی این مقطع است.

ب) از بررسی الگوی فیزیکی شهر کاشان با مدل‌های سنجش فرم شهری می‌توان نتیجه گرفت که الگوی رشد کالبدی - فضایی شهر کاشان، از نوع الگوی پراکندگی شهری است. ضرایب و مقادیر به دست آمده از هر یک از مدل‌ها به خوبی این موضوع را نشان می‌دهد؛ چنان که مقدار آنتروپی شانون محاسبه شده در مقاطع زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵ نشانگر رشد پراکنده (اسپرال) گسترش فیزیکی شهر است. هم‌چنین در بررسی متناسب بودن اندازه‌ی گسترش شهر با جمعیت در طی دهه‌های (۱۳۵۵-۱۳۸۵) با استفاده از مدل هلدن به این نتیجه رسیدیم که ۴۶ درصد از گسترش شهر با رشد جمعیت هماهنگ بوده و ۵۴ درصد گسترش فیزیکی، ناشی از رشد بی‌قواره و ناموزون (اسپرال) شهر بوده است. در عین حال چگونگی این نسبت‌ها را در دهه‌های مختلف نشان می‌دهد که این عدم تناسب بیش‌تر مربوط به دهه‌ی (۱۳۶۵-۱۳۷۵) است؛ به طوری که در این دهه رشد مساحت شهر بیش از ۴ برابر رشد جمعیت آن بوده است؛ به عبارت دیگر روند رشد جمعیت و مساحت شهر کاشان در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که هیچ تناسبی و نظمی در این زمینه وجود نداشته است. آمار نشان می‌دهد که جمعیت شهر طی دوره‌ی زمانی (۱۳۹۰-۱۳۵۵) ۲,۹ برابر گردیده، در حالی که مساحت شهر ۱۴,۳ برابر شده است و این رشد خیلی شدید بوده است؛ به عبارت دیگر علیرغم این که جمعیت شهر طی این دوره افزایش زیادی داشته، ولی گسترش فیزیکی شهر در این مقطع عملاً بر افزایش جمعیت آن پیشی گرفته و در واقع رشد اسپرال شهری را سبب شده است. این عامل نتیجه‌ی عدم نظارت و کنترل رشد شهری و نداشتن طرح و برنامه‌ای مدون جهت گسترش فیزیکی شهر است. نتایج حاصل از ضرایب جینی در مقاطع زمانی (۱۳۶۵-۱۳۸۵) بیانگر نابرابری و عدم تعادل در توزیع جمعیت در سطح شهر هستند. هم‌چنین مجموع مقادیر به دست آمده از درجه‌ی تجمع (ضرایب موران و گری) در مقاطع زمانی موردنظر، توزیع نابرابر و نامتعادل جمعیت در سطح شهر و درجه‌ی تجمع و تمرکز پایین را نشان می‌دهند. به عبارتی این ضرایب حکایت از پیروی جمعیت شهر از الگوی تصادفی متمایل به الگوی شطرنجی (پراکنده) دارد (جدول شماره ۸ نتایج حاصل از سنجش مدل‌های فرم شهری کاشان را بیان می‌کند).

جدول ۸: نتایج حاصل از سنجش مدل‌های فرم شهری کاشان

سال	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	ضرایب
تفسیر	نتایج				
آنتروپی شانون	۰,۸۹۹۹	۰,۹۰۰۴	۰,۸۵۳۵	-	پراکندگی
هلدن	۰,۵۷+۰,۴۳=۱	۰,۲۴+۰,۷۶=۱	۰,۴۶+۰,۵۴=۱	۰,۹۶+۰,۰۳=۱	پراکندگی
جینی	۰,۱۶	۰,۰۹	۰,۳۴	۰,۳۴	پراکندگی
تراکم ناخالص شهری	۹۸	۳۷	۲۹,۲	۲۹,۱	پراکندگی
موران	-۰,۳۱	-۰,۵۰	-۰,۱۵	-۰,۱۵	پراکندگی

منبع (محاسبات نگارندگان)

بنابراین با توجه به این که شهر کاشان از الگوی توسعه‌ی کالبدی - فضایی پراکنده و ناپایدار برخوردار است و از آنجا که این نوع الگوی رشد ناپایدار شهری، پیامدهای منفی زیادی در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی شهر ایجاد نموده است؛ لذا در راستای هدایت توسعه‌ی شهر به سمت پایدارتر، لزوم تغییر الگوی رشد شهر و تدوین سیاست‌ها و راهبردهایی جهت فشردگی بیش‌تر و فرم کالبدی متناسب با توسعه‌ی پایدار شهر امری ضروری به حساب می‌آید که در ادامه به این راهبردها اشاره می‌گردد.

الف) استفاده از الگوی تجمیع و فشرده‌سازی (الگوی گسترش تمرکز درون بافتی) در ساخت‌وسازهای جدید از جمله مجتمع‌های مسکونی در نواحی کم‌تراکم، جهت جلوگیری از گسترش افقی شهر: زمانی که شهر به‌منظور جمعیت اضافی خود نیاز به گسترش دارد. گسترش داخلی شهر، استفاده از تراکم مناسب و زمین‌های بایر، مناسب‌ترین الگوی گسترش، به‌ویژه برای شهرهایی است که از تراکم پایین برخوردار باشند، در این راستا با عنایت به این که تراکم شهر کاشان در سال ۱۳۹۰ معادل ۲۹,۱ نفر در هکتار است و از جمله دلایل اصلی آن وجود 2700.937324 هکتار (43.35 درصد) اراضی استفاده‌نشده و بایر در مناطق ۵ گانه‌ی شهر کاشان است؛ بنابراین برای گسترش آتی شهر، الگوی شهر فشرده پیشنهاد می‌شود؛ یعنی تراکم را با ساخت‌وساز در اراضی بایر و گسترش عمودی افزایش داد. با توجه به مزایای استفاده از این زمین‌ها، باید به استفاده از این زمین‌ها برای توسعه‌های آینده‌ی شهر اولویت داده شود و برای بازشناسی ظرفیت‌های بافت‌های موجود شهر به‌منظور گسترش عمودی، اقدامات لازم صورت گیرد که بدیهی است این امر نیازمند برنامه‌ای جامع و متناسب با رشد جمعیت و نیازهای کالبدی شهر است که مسئولان امر باید توجه لازم را به آن داشته باشند.

ب) کنترل و نظارت بر محدوده‌های شهر توسط سازمان‌های ذی‌ربط به‌منظور جلوگیری از بورس‌بازی و بالا رفتن قیمت زمین: یکی از علل اصلی پراکنش افقی، بی‌توجهی و عدم برنامه‌ریزی برای چگونگی گسترش و توسعه‌ی شهر توسط سازمان‌های مربوطه یا عدم اجرای طرح‌های مربوطه است؛ بنابراین سازمان‌های شهری مانند شهرداری باید از رشد بدون برنامه و بدون جهت شهر که اغلب توسط سوداگران و بورس‌بازان زمین انجام می‌شود، جلوگیری نمایند و با اعمال مقررات قانونی ممنوعیت ساخت‌وساز در محدوده‌ی اراضی جنگلی و کشاورزی و با پایبندی به آن از طرف مدیران شهری، مانع تخریب این اراضی و توسعه‌ی پراکنده‌ی شهری شوند.

ج) به‌کارگیری سیاست‌های کارآمد زمین شهری جهت بهره‌وری کمی و کیفی از پتانسیل زمین‌های واقع در کانون‌های شهری (مناطق پنج‌گانه) به‌منظور بارگذاری جمعیتی و ایجاد فضاهای خدماتی؛

د) توسعه‌ی کالبدی درون‌گرای شهری کاشان بر اساس ظرفیت‌های فضایی - کالبدی موجود؛

ه) استفاده از پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های فضاهای خالی هسته‌های درونی شهر جهت رفع کمبودهای کاربری‌های خدمات رفاهی و عمومی، سامان دادن به اشتغال بدون برنامه‌ی اراضی شهری و جلوگیری از پیشروی شهر در بافت‌های روستایی.

منابع

- ۱- ابراهیم‌زاده، عیسی، رفیعی، قاسم (۱۳۸۸). تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارائه‌ی الگوی گسترش مطلوب آتی آن، فصلنامه‌ی پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، شماره‌ی ۶۹، صص ۷۰-۴۵.
- ۲- براندفری، هیلدر (۱۳۸۳). ترجمه‌ی حسین بحرینی، طراحی شهری به‌سوی یک شکل پایدارتر شهر، تهران: نشر- شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری (وابسته به شهرداری تهران).
- ۳- پوراحمد، احمد، حسام، مهدی، آشور، محمدپور، حدیثه، محمدپور، صابر (۱۳۸۹). تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی - فضایی شهر گرگان با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن، مجله‌ی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال اول، شماره‌ی سوم، صص ۱۸-۱.
- ۴- پورمحمدی، محمدرضا، جام‌کسری، محمد (۱۳۹۰). تحلیلی بر الگوی توسعه‌ی ناموزون تبریز، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۵، شماره‌ی ۱۰۰، صص ۵۴-۳۱.
- ۵- پورمحمدی، محمدرضا، قربانی، رسول (۱۳۸۲). ابعاد و راهبردهای متراکم‌سازی در فضاهای شهری، مجله‌ی مدرس، دوره‌ی ۷، شماره‌ی ۲، صص ۱۰۸-۸۵.

- ۶- تقوایی، مسعود، سرایی، محمدحسین (۱۳۸۳). گسترش افقی شهر و ظرفیت‌های موجود زمین- مورد مطالعه: شهر یزد، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی ۷۳، صص ۲۱۰-۱۸۷.
- ۷- حسین‌زاده دلیر، کریم، پورمحمدی، محمدرضا، هادیلی، بهمن، چوبساز، سهیلا (۱۳۹۱): تحلیل الگوی توسعه‌ی پراکنده‌ی تبریز کلان‌شهر با استفاده از مدل و شانون تعیین جهت فیزیکی آن، مجله‌ی نقش جهان، سال دوم، شماره‌ی ۲، صص ۶۶-۵۵.
- ۸- حسین‌زاده دلیر، کریم، هوشیار، حسن (۱۳۸۵). دیدگاه‌ها، عوامل و عناصر مؤثر در توسعه‌ی فیزیکی شهرهای ایران، مجله‌ی جغرافیایی و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ششم، صص ۲۲۶-۲۱۳.
- ۹- حسینی، سیدهادی، قدمی، مصطفی (۱۳۹۱). تحلیل الگوی توسعه‌ی کالبدی- فضایی شهر سبزوار، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره‌ی ۴۴، صص ۲۴۰-۲۱۹.
- ۱۰- حکمت‌نیا، حسین، موسوی، میرنجف (۱۳۸۵). کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای (چاپ اول)، یزد: انتشارات علم نوین یزد.
- ۱۱- سجادزاده حسن، رحمانی، امیر (۱۳۹۳). الگوی گسترش فضایی منطقه‌ی ۱۳ شهر تهران، فصلنامه‌ی علمی - پژوهشی باغ نظر، سال یازدهم، شماره‌ی ۲۹، صص ۵۸-۴۷.
- ۱۲- سیف‌الدینی، فرانک، زیاری، کرامت‌الله، پوراحمد، احمد، نیک‌پور، عامر (۱۳۹۱). تبیین پراکنش و فشردگی فرم شهری در آمل با رویکرد فرم شهری پایدار، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره‌ی ۸۰، صص ۱۷۶-۱۵۵.
- ۱۳- شمس، مجید، رحمانی، بیژن، رحمانی، امیر (۱۳۹۲). تحلیلی بر گسترش کالبدی-فضایی شهر و تعیین الگوی بهینه و پایدار رشد کالبدی شهر صالح‌آباد با بهره‌گیری از مدل‌های کمی، مجله‌ی هفت حصار، سال اول، شماره‌ی سوم، صص ۵۶-۴۷.
- ۱۴- شیرمحمدی، حمید، نقیبی، فریدون (۱۳۸۶). توسعه‌ی کالبدی شهر نالوس با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی به کمک GIS، نشریه‌ی هویت شهر، سال اول، شماره‌ی یک، صص ۳۸-۲۷.
- ۱۵- صدقاتی، عاطفه، تاجیک، سمیه (۱۳۹۱). نظریه: میزان تحقق توسعه‌ی اقتصادی در شهر فشرده با رویکرد توسعه‌ی پایدار، جستارهای شهرسازی، شماره‌های ۳۷ و ۳۸، صص ۹۳-۸۲.
- ۱۶- ضمیری، محمدرضا، نسترن، مهین، محمدزاده تیتکانلو، حمیده (۱۳۹۲). تحلیلی بر شکل و روند توسعه‌ی فضایی و کالبدی شهر بجنورد در دهه‌ی ۱۳۸۰ (با استفاده از آنتروپی شانون، ضریب موران و ضریب گری)، فصلنامه‌ی آمایش محیط، شماره‌ی ۲۳، صص ۱۸۰-۱۶۷.
- ۱۷- عزیزی، محمدمهدی (۱۳۸۲). تراکم در شهرسازی، اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۸- فردوسی، بهرام (۱۳۸۴). امکان‌سنجی و کاربرد سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری در توسعه‌ی فیزیکی شهر، نمونه‌ی موردی شهر سنندج، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۹- قدیری، محمود، زیاری، کرامت‌الله، دستا، فرزانه (۱۳۹۳). تحلیل تحولات فرم فضایی شهر یزد طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰، مجله‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۵، پیاپی ۵۶، شماره‌ی ۴، صص ۳۶-۱۷.
- ۲۰- قرخلو، مهدی، حسینی، سیدهادی (۱۳۸۵). شاخص‌های توسعه‌ی پایدار شهری، فصلنامه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی هشتم، صص ۱۷۷-۱۵۷.
- ۲۱- کاتی، ویلیامز، برتون، الیزابت، جنکز، مایک (۱۳۸۳). ترجمه‌ی واراژ مرادی مسیحی، دست‌یابی به شکل پایدار شهری، تهران: شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
- ۲۲- کوین جی، کریزک، پاور، جو (۱۳۸۸). ترجمه‌ی احمد احمدپور و سهراب امیریان، راهنمای برنامه‌ریزان در توسعه‌ی پایدار (چاپ اول)، مشهد: انتشارات چرخ نیلوفری.

- ۲۳- مثنوی رضا، محمد (۱۳۸۲). توسعه‌ی پایدار و پارادایم‌های جدید توسعه‌ی شهری: شهر فشرده و شهر گسترده، مجله‌ی محیط‌شناسی، دوره‌ی ۲۹، شماره‌ی ۳۱، صص ۸۹-۱۰۴.
- ۲۴- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰-۱۳۵۵). گزیده‌ی نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر کاشان، انتشارات مرکز آمار ایران.
- ۲۵- مهندسین مشاور نقش جهان پارس (۱۳۹۰). طرح توسعه و عمران (جامع) شهر کاشان (مطالعات کالبدی)، سازمان مسکن و شهرسازی استان اصفهان.
- 26- Anderson, W. P., Kanaroglou, P. S., & Miller, E. J. (1996). Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy. *Urban studies*, 33(1), 7-35.
- 27- Burton, E. (2000). The compact city: just or just compact? A preliminary analysis. *Urban studies*, 37(11), 1969-2006.
- 28- Elkin, T., McLaren, D., & Hillman, M. (1991). *Reviving the City: towards sustainable urban development*. Friends of the Earth Trust.
- 29- Handy, S. (1996). Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1(2), 151-165.
- 30- Hess, G. R., Daley, S. S., Dennison, B. K., Lubkin, S. R., McGuinn, R. P., Morin, V. Z., ... & Wrege, B. M. (2001). Just what is sprawl, anyway. *Carolina Planning*, 26(2), 11-26.
- 31- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of planning education and research*, 26(1), 38-52.
- 32- Nozzi, D. (2003). *Road to ruin: an introduction to sprawl and how to cure it*. Greenwood Publishing Group.
- 33- Peiser, R. (2001). Decomposing urban sprawl. *The Town Planning Review*, pp 275-298.
- 34- Pendall, R. (1999). Do land-use controls cause sprawl?. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(4), 555-571.
- 35- Pumain, D. (2004). Scaling laws and urban systems.
- 36- Robinson, Lin (2002). Twenty and five years of Dispersion experience in the Seattle region: reactions growth management and protection concepts, *Urban Studies*, 33(1), 5-73.
- 37- Tsai, Y. H. (2005). Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'. *Urban studies*, 42(1), 141-161.
- 38- van Nes, A. (2003, August). The Configurable Urban Sustainability. In what ways a morphological or configurational approach contributes to our understanding of urban sustainability?, In *Proceedings of Open Building Conference*. China: Hong Kong University (23-26 Outubro 2003).
- 39- Yeh, A. G. O., & Xia, L. (2001). Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 67(1), 83-90.