پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۷
ص ۳۶۱-۳۸۳

تحلیل فضایی فرسودگی محله‌های شهر قم با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی

مجتبی رفیعیان * – دانشیار گروه شهرسازی دانشکدهٔ هنر دانشگاه تربیت‌مدرس
نفیسه زاهد– کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشکدهٔ هنر دانشگاه تربیت‌مدرس

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۰۸ تأیید مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۲۳

چکیده

تحلیل الگوهای فضایی فرسودگی و بررسی روابط فضایی میان فرسودگی و عوامل مؤثر آن، بسیار تأثیرگذار و قابل‌توجه است؛ زیرا به درک بهتر عوامل مؤثر و بهبود عملکرد مدیریت نوسازی شهری می‌انجامد. بدین‌منظور، پژوهش حاضر با روش‌های آمار فضایی به تحلیل الگوی فرسودگی و عوامل مؤثر بر آن پرداخته است. نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران دربارهٔ توزیع فضایی فرسودگی این ضریب مثبت، و ۰/۳۱۴ است و خوشه‌ای‌بودن توزیع فضایی فرسودگی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه با شاخص موران نمی‌توان انواع طبقه‌بندی الگوهای فضایی را شناسایی کرد، تحلیل آمارهٔ عمومی G می‌تواند برای این منظور کارساز باشد. براساس نتایج تحلیل آماری، محله‌هایی با فرسودگی زیاد کنار هم قرار دارند و از روند خوشه‌ای با تمرکز بالا برخوردارند. خوشه‌های خیلی گرم حدود ۶/۲۹ درصد از مساحت محدودهٔ فرسوده را به خود اختصاص داده‌اند و ۵ محله را شامل می‌شوند. همچنین در این پژوهش، عوامل مؤثر بر فرسودگی با روش رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) بررسی شد که در آن میزان فرسودگی به‌عنوان متغیر وابسته، و شاخص‌های کالبدی، اقتصادی و اجتماعی به‌عنوان متغیرهای مستقل درنظر گرفته شدند. نتایج نشان می‌دهد مدل مورد نظر با R^2 برابر ۰/۹۲، و R^2 تعدیل‌شده برابر ۰/۸۴ است که دقت قابل‌قبولی را در مدل‌سازی روابط فضایی عوامل مؤثر بر فرسودگی شهری نشان می‌دهد. همچنین خودهم‌بستگی برآوردشده در مقادیر باقی‌مانده و حاصل مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی با استفاده از آمارهٔ موران I (Moran s I) بیانگر عدم خودهم‌بستگی معنادار است. مطابق نتایج میزان تأثیرگذاری هریک از شاخص‌ها بر فرسودگی، متغیرهای نفوذناپذیری، ریزدانگی، کیفیت زیرساخت‌ها، بار تکفل، مالکیت استیجاری و قیمت زمین، اثری افزایشی بر فرسودگی دارند؛ از این‌رو می‌توان این یافته‌ها را پایه‌ای علمی برای سیاست‌گذاری به‌منظور کاهش فرسودگی و آثار آن دانست.

کلیدواژه‌ها: بافت فرسوده، تحلیل فضایی، رگرسیون وزنی جغرافیایی، شهر قم.

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۸۸۰۰۸۰۹۰-۰۲۱
E- mail: rafiei_m@modares.ac.ir

مقدمه

شهرها به‌خصوص شهرهای کشورهای درحال‌توسعه روزبه‌روز در حال رشد و فرسوده‌شدن هستند؛ از این‌رو تغییرات نامطلوب محیط‌های شهری، شرایط زندگی را برای شهروندان سخت‌تر کرده است (Lee and Chan, 2006). بافت فرسوده یعنی فرسودگی کالبدی، اجتماعی و اقتصادی، محصول تأثیر و تأثر متقابل فرایندهای اجتماعی و فضای جغرافیایی است. درواقع تمرکز فضایی مشکلات محیطی، کالبدی، اقتصادی و اجتماعی است که به صورت سطوح بالای بیکاری، فقر و آلودگی وسیع محیطی ظاهر می‌شود (Robbert, 2000: 63). فرسودگی تابع عوامل و شرایط مختلف است. به همین دلیل، شدت و میزان آن در سطح مناطق و محله‌های شهر براساس مشخصات اقتصادی، اجتماعی و کالبدی متفاوت است. بی‌توجهی به این بافت‌ها شهرها را به اطراف گسترش می‌دهد و هزینه‌های هنگفتی را به‌دنبال دارد. در این میان، پدیدهٔ فرسودگی در بافت‌های شهری، بر کالبد و فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی آن تأثیرگذار است.

از جمله مسائل و مشکلات پیش روی مدیریت شهری قم در ادارهٔ شهر، بافت فرسوده است که آسیب های اجتماعی، اقتصادی و کالبدی را در سطح شهر به‌همراه دارد. این مقوله یکی از مسائل مهم و اساسی، و دغدغهٔ مدیریت شهری قم محسوب می‌شود. مساحت بافت فرسودهٔ شهر قم، ۱۰۷۴ هکتار است که به‌تازگی با تصویب وزارت راه و شهرسازی به حدود ۱۸۰۰ هکتار افزایش یافته است. به‌طورکلی، حدود ۱۴ درصد شهر قم بافت فرسوده است. البته اقداماتی برای این منظور صورت گرفته است، اما کافی و مؤثر نیست و باید اقدامات علمی و مؤثرتری به‌کار گرفته شود. به‌منظور پیشگیری از آثار نامطلوب و گاه غیرقابل‌جبران، همچنین جلوگیری از گسترش بافت فرسودهٔ شهر، ضروری است الگو و تحلیل فضایی شناخته شود و بررسی میزان و اهمیت هریک از عوامل مؤثر بر ایجاد بافت‌های فرسوده در محله‌های متفاوت شهری صورت بگیرد. این امر در موفقیت و تحقق سیاست‌ها و طرح‌های شهری سهم زیادی دارد. مهم‌ترین ویژگی تحلیل فضایی تأکید بر بعد فضایی داده‌هاست؛ یعنی علاوه‌بر بررسی داده‌ها، مکان وقوع آن‌ها نیز مدنظر قرار می‌گیرد و با تغییر مکان، نتایج نیز تغییر می‌کند (Goodchild and Janelle, 2004).

به‌تازگی انواع محلی تحلیل‌های فضایی اهمیت یافته‌اند؛ زیرا آمارهای فضایی محلی بیشتر به تولید داده‌های جغرافیایی، نقشه‌ها و سایر گرافیک‌هایی می‌پردازند که به تفسیر و تحلیل نتایج آمار فضایی محلی کمک می‌کنند. از آنجا که آمارهای محلی اکتشافی هستند، در مطالعات اخیر از نظر تئوری متداول شده‌اند (Mennis, 2013). خودهم‌بستگی[1] و ناهمسانی فضایی[2] دو ویژگی نمایش داده‌های فضایی است که برآوردها و تخمین‌ها را مشکل می‌کند و اثر وابستگی فضایی را مدنظر قرار می‌دهد. در سال‌های اخیر، تکنیکی جدید و به‌نسبت ساده، اما مؤثر به نام رگرسیون وزنی جغرافیایی[3] (GWR) برای کاوش روابط میان متغیرهای مکانی (فضایی) بسط داده شد. این تکنیک روابط متفاوت فضایی را در مکان‌های متفاوت محدودهٔ مورد بررسی ممکن می‌کند و به بهبود عملکرد مدل‌سازی با کاهش خودهم‌بستگی فضایی منجر می‌شود (Gao and Li, 2011: 293). توزیع فضایی فرسودگی از نظر شدت فرسودگی دید فضایی به کل

1. spatial autocorrelation
2. spatial non-stationarity
3. Geographically Weighted Regression

شهر ایجاد می‌کند. در سطح شهر، محله‌هایی با میزان بالای فرسودگی وجود دارند که می‌توان آن‌ها را تحلیل کرد و بررسی ناهمسانی فضایی شرایط و ویژگی‌های محلی تأثیرگذار بر فرسودگی را مدنظر قرار داد. همچنین می‌توان زمینه‌ای مناسب برای شناسایی عوامل محلی فرسودگی فراهم کرد. درک توزیع فضایی فرسودگی و علل و آثار آن در ارتباط با ویژگی‌های خاص مکان اهمیت بسیاری دارد؛ زیرا به اجرای کارآمد راهبردهای پیشگیری، جلوگیری از فرسودگی، بهبود مدیریت نوسازی و انطباق هریک از راهبردها با ویژگی‌های محلهٔ مورد بررسی منجر می‌شود؛ بنابراین، هدف اصلی این مطالعه بررسی الگوی فضایی فرسودگی در شهر قم و کشف مهم‌ترین عوامل ساختاری انحطاط و فرسودگی شهری است. اهداف فرعی این پژوهش عبارت‌اند از:

- تجزیه و تحلیل تغییرات فضایی فرسودگی در محدودهٔ فرسودهٔ شهر قم؛
- ارزیابی قدرت توضیحی متغیرهای مورد بررسی در محدودهٔ مورد مطالعه؛
- و شناسایی عوامل اصلی تأثیرگذار بر فرسودگی محله‌های شهر قم.

مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

فرسودگی با ابعاد متعددی همراه است که با یکدیگر ارتباط و پیوند متقابل دارند (Rosenthal, 2008). در متون نوسازی شهری، موارد گوناگونی برای تعریف بافت فرسودهٔ شهری ارائه شده است. از جمله قانون حمایت از احیا، بهسازی، و نوسازی بافت‌های فرسوده و ناکارآمد شهری (مصوب ۱۳۸۹). از این میان، بافت‌های فرسوده و ناکارآمد مناطقی هستند که طی سالیان گذشته، عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها اعم از تأسیسات روبنایی، زیربنایی، ابنیه، مستحدثات، خیابان‌ها و دسترسی‌ها، دچار فرسودگی و ناکارآمدی شده است و ساکنان آن از مشکلات متعدد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی رنج می‌برند (زبردست، خلیلی و دهقانی، ۱۳۹۲: ۲۸). براساس پژوهش‌های دیویدلی در آمریکای شمالی، مناطقی بافت فرسوده محسوب می‌شوند که با افت فیزیکی مسکن، ارزش پایین زمین و گاهی کاهش جمعیت، فقر و مشکلات اجتماعی روبه‌رو هستند (Ley, 2000). از دیدگاه پیتکین نیز با افزایش هزینهٔ نگهداری خانه‌های قدیمی، سرمایه‌گذاری در مسکن اغلب کاهش می‌یابد و درنهایت به کاهش سرمایه‌گذاری در منطقه منجر می‌شود (Pitkin, 2001).

اسنایدر و همکاران با استفاده از شاخص‌های اجتماعی–اقتصادی، مسکن، مهاجرت، تحصیلات، جرائم و تراکم جمعیت، به بررسی مناطق نیازمند نوسازی پرداختند (Snyder et al., 2006). لاروزا[1] مناطقی را بافت فرسوده و نیازمند نوسازی می‌داند که دارای ویژگی‌های از جمله تراکم بالای جمعیت، کمبود فضای سبز و خدمات عمومی، حجم بالای ترافیک به‌دلیل استفادهٔ گسترده از حمل‌ونقل شخصی، آسیب‌پذیری بیش‌ازحد بافت در برابر زلزله و خطرات مربوط به زمین و تغییرات آب‌وهوایی باشند (LaRosa et al., 2017).

در سال ۲۰۰۸، ادارهٔ حکومت محلی و جامعهٔ انگلستان چارچوبی با عنوان شاخص‌های محرومیت چندگانه[2] (IMD) برای شناسایی مناطق نیازمند به نوسازی و بازآفرینی شهری تهیه کرد؛ با این هدف که مناطق نیازمند نوسازی، تنها از

1. LaRosa
2. Index of Multiple Deprivation

نظر شرایط اقتصادی رتبه‌بندی نشوند، بلکه به بررسی شاخص‌های دیگر اجتماعی، فرهنگی و... نیز پرداخته شود. در این چارچوب، شاخص‌های کلیدی برای شناسایی مکان نیازمند نوسازی به‌وضوح دیده می‌شود. این امر نتیجهٔ پژوهش‌های سی‌ساله برای ایجاد شاخص ترکیبی است تا سیاست دولت‌ها در اختصاص منابع به مناطق دارای اولویت یا مناطق محروم هدف‌گذاری شود.

باید توجه داشت که IMD، هر منطقه را در ارتباط با مناطق دیگر با توجه به سطح محرومیت خودشان رتبه‌بندی می‌کند و برای رسیدن به این منظور، هفت بعد درآمد، اشتغال، بهداشت و معلولیت، تحصیلات و مهارت، زیست‌محیطی، مسکن و دسترسی فیزیکی به خدمات و جرائم (Greig et al., 2010) را شامل می‌شود. براساس تئوری محرومیت چندگانه، بسیاری از مشکلات پیچیدهٔ شهرها، ترک املاک، وضعیت بد مسکن و جرائم ناشی از فقر است. فقر اقتصادی به‌شکلی ویژه از قدرت افراد برای تغییر و بهبود کیفیت زندگی می‌کاهد. همچنین بی‌توجهی به نگهداری خانه، بافت متراکم و آشفته، شعارهای دیواری، زباله و آوارها در فضای عمومی و خصوصی و... درنهایت به فرسودگی بیشتر محله‌های شهر منجر می‌شود (Weaver, 2014: 11).

تحلیل فضایی نگرشی است که به سنجش چگونگی پراکندگی‌ها و ریشه‌یابی عوامل مؤثر در شکل‌گیری تفاوت‌ها و تشابهات مکانی در چارچوب دیدگاه‌های جغرافیایی می‌پردازد. تحلیل فضایی می‌تواند با مطالعهٔ نحوهٔ تغییر و تحول پدیده‌ها، به کشف نظم مکانی پدیده‌ها و تئوری جدیدی منجر شود. این تحلیل شامل دو مرحله است: مطالعهٔ چگونگی پراکندگی‌ها، و تبیین چرایی آن‌ها (شماعی و احمدی، ۱۳۹۵: ۱۱۷). تحلیل فضایی پیشینه‌ای طولانی دارد و به زمان بطلمیوس[1] (۱۶۸ تا ۹۰ پیش از میلاد) جغرافی‌دان مصری بازمی‌گردد. به عقیدهٔ او برای درک پدیده‌های زمین باید آن‌ها را تجزیه کرد؛ زیرا از طریق تجزیهٔ الگوها می‌توان به روابط و عناصر ساده و اولیهٔ ساختار و عوامل آن‌ها دست یافت (Curry, 2005). تحلیل فضایی بعد از انقلاب کمی رایج شد. این تحلیل عمدتاً شامل استفاده از روش‌ها و فرایندهای کمی در تحلیل آرایش فضایی پدیده‌ها یا پراکندگی‌هاست. یکی از دستاوردهای این انقلاب، توجه جغرافی‌دانان به ساختن و آزمون نظریه و به‌تبع آن پذیرش روش علمی است. براین‌اساس، آن‌ها در فرایند استقرا و در طول پژوهش اکتشافی، نظم مکانی پراکندگی‌ها را مشاهده می‌کنند و براساس آن نظریه می‌سازند (Berry and Marbel, 1968). با ورود کامپیوتر، تکنیک بسیار پیچیدهٔ سیستم اطلاعات جغرافیایی در دههٔ ۱۹۸۰ تحول و بسط تحلیل فضایی را چند برابر کرد. سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز محیط عملیاتی و اجرایی تحلیل فضایی را فراهم ساخت. درنتیجه، تحلیل‌های فضایی با اتکا به سه رکن اصلی یعنی فلسفهٔ اثبات‌گرایی، انقلاب کمی و پردازش‌های کامپیوتری، به مسیر و چارچوب اصلی پژوهش‌های جغرافیایی تبدیل شد (علیجانی، ۱۳۹۴: ۷).

گودچایلد در تعریفی جامع، تحلیل فضایی را مجموعه‌ای از مهارت‌های کارتوگرافی و روش‌های ریاضی و آماری معرفی می‌کند که برای پردازش و تحلیل داده‌های فضایی به‌کار می‌روند. به عبارت دیگر، در تحلیل فضایی با استفاده از مهارت‌ها و روش‌های گوناگون، الگوهای فضایی پراکندگی‌ها شرح داده و به استدلال آن‌ها پرداخته می‌شود

1. Ptolemy

(Goodchild, 1987). شاید بتوان تحلیل‌های فضایی را یکی از بهترین تکنیک‌های اکتشافی دانست که برای تولید فرضیه‌ها و ایجاد بینش‌های عمیق‌تر به تأیید دقیق نظریه‌ها مناسب‌تر است. گودچایلد و ژانل[1] ویژگی‌های مهم تحلیل فضایی را به شرح زیر بیان می‌کنند:

- در رویکرد فضایی، داده‌ها از منابع متفاوت با یکدیگر یکپارچه می‌شوند؛ زیرا فضا تنها ظرفی است که می‌توان همهٔ داده‌ها را در آن قرار داد.
- الگوهای فضایی ما را به عوامل و فرایندهای کنترل‌کنندهٔ آن‌ها هدایت می‌کنند.
- نظریه‌های فضایی براساس عناصر اولیه‌ای مانند فاصله، مکان و جهت ساخته می‌شوند. برای نمونه رگرسیون فضایی وزنی جغرافیایی با توجه به شرایط ویژهٔ مکان‌های گوناگون، وزن‌های متفاوتی می‌گیرد.
- پیش‌بینی، طراحی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فضایی در رویکرد فضایی عملی‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود (Goodchild and Janelle, 2004).

پیشینهٔ پژوهش

در سال‌های اخیر با استفاده از ابزارها و تحلیل‌های فضایی، پژوهش‌هایی در حوزهٔ مطالعات شهری انجام شده است. در ادامه به بررسی مطالعات مرتبط با فرسودگی شهری و پژوهش‌های مربوط به دیگر مسائل شهری پرداخته می‌شود.

ویور و بگچی سن (۲۰۱۳) پس از تعریفی عملیاتی از مفهوم فرسودگی و کمی‌سازی آن، با استفاده از تحلیل‌های فضایی و روش خوشه‌بندی فضایی، به بررسی الگوهای فرسودگی پرداختند و مناطق نیازمند مداخلهٔ سیاست‌های شهری را مشخص و اولویت‌بندی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد فرسودگی و افت شهری با زمان و مکان ارتباطی مثبت دارد. به‌طورکلی، فرسودگی پدیده‌ای ماهیتاً فضایی است که در طول زمان به مکان‌های مجاور راه می‌یابد. همچنین ارتباطی مستقیم و آماری قابل‌توجهی میان فرسودگی یک محله با شرایط ضعیف اقتصادی و اجتماعی در محلهٔ مجاور مشاهده می‌شود. از آنجا که این پدیده‌ها با فرایندهای پیچیدهٔ فرسودگی شهری با بازخوردی مثبت در تعامل هستند، شکست در اقدامات تجدید بافت، به‌منزلهٔ بی‌توجهی به مسائلی از قبیل فقر، بیکاری، کمبود و نبود سرمایه‌های انسانی در محله یا محله‌های مجاور است. براساس یافته‌های پژوهش فوق، استفاده از مفاهیم جغرافیایی و تحلیل‌های فضایی می‌تواند برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری را برای درک مسائل بالقوهٔ شهری پیش از وقوع، گستردگی و عمیق‌ترشدن آن‌ها یاری کند.

اسنایدر و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعهٔ خود، روش ترکیبی GIS و ارزیابی چندمعیاره[2] (MCE) را برای بررسی راهبردهای تجدید و احیای شهری در یکی از شهرهای متوسط کانادایی به نام وینیپگ[3] به‌کار گرفتند. یافته‌های آنان نشان داد که با ترکیب GIS و MCE می‌توان به‌طور مؤثرتری مناطق نیازمند نوسازی را ارزیابی کرد. همچنین این

1. Goodchild and Janelle
2. multi-criteria evaluation
3. Winnipeg

روش‌ها می‌تواند برای جامعه، دولت و راهبردهای تصمیم‌سازی مؤثر واقع شود. این روش دیدگاهی کلی از شهر ارائه می‌دهد و تولید نقشه را با استفاده از آمارهای کمی مرتبط با خروجی‌های کیفی پژوهش ممکن می‌کند. به‌طورکلی می‌توان سیستم اطلاعات جغرافیایی را ابزاری برای کنترل و مدیریت راهبردهای نوسازی شهری دانست.

زبردست و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از روش‌های فراتحلیل و استفاده از متون جهانی مرتبط با شاخص‌های فرسودگی و مدل تحلیل عاملی، به بازخوانی شناسایی بافت فرسودهٔ شهری پرداختند. با توجه به نتیجهٔ پژوهش آن‌ها، عوامل اصلی شناسایی بافت‌های فرسوده در محلهٔ مورد مطالعه، به‌ترتیب عبارت‌اند از: آسیب‌پذیری سازه‌ای، فرسودگی اقتصادی، محرومیت و فقر شهری. همچنین براساس یافته‌های آن‌ها، شاخص‌های سه‌گانهٔ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران با شاخص‌های قیمت زمین، نرخ نوسازی، تراکم جمعیتی و خانوار در واحد مسکونی ارتباط بیشتری دارد.

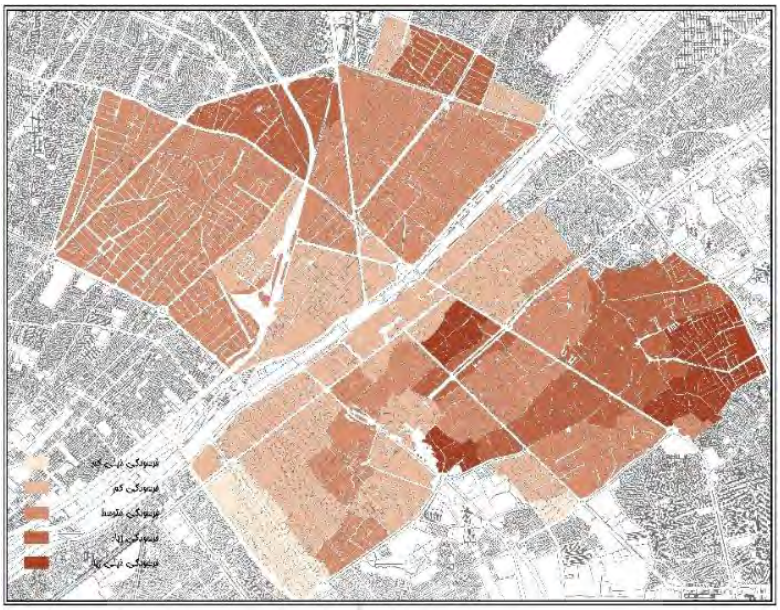
در پژوهش گوش[1] و مانسون[2] (۲۰۰۸) با ترکیب دو روش تحلیل مؤلفه های اصلی (تحلیل عاملی) و روش رگرسیون وزنی جغرافیایی فضایی، مدل جدیدی برای بررسی کاربری زمین شهری در مینه‌سوتای ایالات‌متحده به کار گرفتند. بدین‌ترتیب که موقعیت فضایی کاربری زمین شهری و آثار عوامل اجتماعی و محیطی بر آن، با استفاده از بررسی رابطه میان عوامل اصلی مانند فاصله، قیمت، درآمد و زیرساخت‌ها با کاربری زمین استخراج شد. همچنین دربارهٔ مزیت‌های به‌کارگیری رویکرد رگرسیون وزنی فضایی در مدل‌های عمومی بحث شد.

گائو[3] و لی[4] (۲۰۱۱) روابط میان پراکندگی شهری و عوامل مؤثر بر آن را در شهر شنژن گوانگ‌دونگ چین بررسی کردند. از آنجا که عوامل مؤثر به مکان وابسته بودند، از تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیایی استفاده شد. براساس نتایج آن‌ها، عملکرد مدل GWR از مدل OLS با همان متغیرهای مستقل بهتر است و جزئیات دقیق‌تری را بر نقش‌های متفاوت عوامل مؤثر در بخش‌های مختلف محدودهٔ مطالعه نشان می‌دهند (Gao and Li, 2011).

محدودهٔ مورد مطالعه

شهر قم به‌دلیل مواجه‌شدن با روند رشد و گسترش شتابان شهری می‌توان مانند سایر شهرها ناکارآمدی و فرسودگی بافت‌های قدیم شهری را مشاهده کرد. براساس طرح مطالعات تعیین محدودهٔ بافت فرسودهٔ شهر قم، مصوب ۱۳۸۵/۰۸/۰۸ شورای عالی شهرسازی و معماری ایران، بافت فرسودهٔ این شهر ۱۰۷۴ هکتار (حدود ۸/۶ درصد از محدودهٔ قانونی شهر) و جمعیت آن بالغ‌بر ۲۲۰ هزار نفر است. این محدوده ۴ منطقهٔ شهری شامل مناطق ۱، ۳، ۶ و ۷ شهرداری قم را به خود اختصاص داده است. براساس تقسیم‌بندی محله‌ها، ۵۱ محله در این محدوده قرار دارند که برخی از آن‌ها به‌طور دقیق در مرز بافت فرسوده قرار نگرفته‌اند و تنها بخشی از آن‌ها جزئی از محدوده هستند (نقشهٔ ۱).

1. Debarchana Ghosh
2. Steven M. Manson
3. Jiangbo Gao
4. Shuangcheng Li



نقشهٔ ۱. تبلور فضایی امتیاز عاملی فرسودگی شهری به تفکیک محله‌های فرسودهٔ شهر قم

منبع: نگارندگان

روش پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی، و توصیفی-تحلیلی است. شاخص های مورد استفاده (جدول ۱) برای تحلیل فضایی فرسودگی شهر قم از مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و بررسی ادبیات موضوع استفاده شد. داده‌ها نیز با مراجعهٔ مستقیم به مراکز آماری و اطلاعاتی، مانند شهرداری قم و به‌کارگیری داده‌های آماری ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران به‌دست آمد. جامعهٔ آماری شامل ۵۱ محلهٔ فرسودهٔ شهر قم است. در این پژوهش با استفاده از میزان فرسودگی محله های شهر قم که با فرایند تحلیل عاملی (تحلیل مؤلفه‌های اصلی) به‌دست آمده است (نقشهٔ ۱)، توزیع فضایی فرسودگی شهر قم بررسی شد. سپس تحلیل رابطهٔ توزیع فرسودگی با شاخص‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی صورت گرفت که این مراحل با استفاده از ابزارهای آمار فضایی در نرم‌افزار ArcGIS اجرا شد. همچنین به‌منظور تحلیل الگوی فرسودگی، تکنیک خودهم‌بستگی فضایی به‌کار رفت.

مدل‌های متفاوتی برای اندازه‌گیری آماره‌های خودهم‌بستگی فضایی وجود دارد که از میان آن‌ها، مدل موران جهانی[1] و آمارهٔ عمومی G در این پژوهش استفاده شد. مدل‌سازی روابط فضایی عوامل مؤثر در فرسودگی شهری، با رگرسیون وزنی جغرافیایی با هستهٔ فضایی تطبیقی[2] صورت گرفت. برای محاسبهٔ پهنای باند بهینهٔ مدل نیز از روش معیار اطلاعاتی آکاییک (AIC)[3] بهره گرفته شد. در پایان به‌منظور بررسی دقت و اهمیت رگرسیون وزنی جغرافیایی، خروجی‌های حاصل از این مدل ارزیابی شد.

1. Moran's Index
2. Adaptive spatial kernels
3. Akaike's information criterion

جدول ۱. ابعاد و شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش

ابعاد	شاخص	سنجه
کالبدی	دسترسی پلاک ها به معابر با عرض کمتر از ۶ متر	نسبت مساحت قطعات با دسترسی به معابر کمتر از ۶ متر به مساحت کل محله (درصد)
	ناپایداری بناها	نسبت مساحت کاربری‌های ناپایدار به مساحت کل محله (درصد)
	کیفیت بنا	نسبت مساحت کاربری‌های با کیفیت نامطلوب به مساحت کل ابنیه در محله
	قطعات کمتر از ۱۰۰ مترمربع	نسبت مساحت قطعات زیر ۱۰۰ مترمربع به کل مساحت قطعات محله (درصد)
	کاربری مناطق بایر و متروک	نسبت مساحت اراضی با کاربری مناطق بایر و متروک به کل مساحت اراضی دارای کاربری
	عمر بنا	نسبت کاربری‌ها با عمر بیش از ۳۰ سال به کل کاربری‌های محله
	زیرساخت‌ها	نسبت مساحت محلهٔ دارای تأسیسات متروکه و فرسوده به کل مساحت محله
اجتماعی	تراکم جمعیتی	نسبت جمعیت هر محله به مساحت محله
	تراکم خانوار در واحد مسکونی	نسبت تعداد خانوار هر محله به تعداد واحد مسکونی محله
	ناامنی	نسبت ارتکاب به جرم در محله به جمعیت محله در مقایسه با شهر
اقتصادی	بار تکفل	نسبت تعداد افراد بیکار بین ۱۰ تا ۶۵ سال به تعداد شاغلان محله
	گروه‌بندی شغلی	نسبت تعداد کارگران و مزدبگیران عمومی و ساده به کل شاغلان (درصد)
	قیمت زمین	نسبت تفاوت میانگین قیمت یک مترمربع زمین در محله به میانگین قیمت یک مترمربع زمین در شهر
	نداشتن حمام و آشپزخانه	نسبت تعداد واحد مسکونی بدون حمام و آشپزخانه به واحدهای مسکونی محله (درصد)
	مالکیت استیجاری	درصد واحدهای مسکونی اجاره‌ای محله

خودهم‌بستگی فضایی

خودهم‌بستگی فضایی یعنی ارزش صفت‌های مطالعه‌شده خودهم‌بسته هستند و هم‌بستگی آن‌ها قابل‌استناد به نظم جغرافیایی پدیده‌هاست (بلیانی و حکیم‌دوست، ۱۳۹۳: ۱۵۹). خودهم‌بستگی فضایی قوی به این معناست که ارزش صفات پدیده‌های جغرافیایی به‌طور قوی با یکدیگر رابطه دارند. اگر ضرایب ویژگی پدیده‌های جغرافیایی مجاور، ارتباط و نظم

ظاهری مشخصی نداشته باشند، ارتباط فضایی آن‌ها ضعیف است یا الگـوی تصـادفی دارنـد (حکـیم‌دوسـت و همکـاران، ۱۳۹۳: ۶۵). شاخص خودهم‌بستگی فضایی پدیده‌ای است که در نمونـه‌هـای وابسـته بـه مکـان رخ مـی‌دهـد (بلیـانی و حکیم‌دوست، ۱۳۹۳: ۱۶۰).

انواع معیارهای خودهم‌بستگی فضایی

شاخص موران

$$I = \frac{n}{S_o} \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} wij\,(\mathrm{X}i - \bar{\mathrm{X}})(\mathrm{X}j - \bar{\mathrm{X}})}{\sum_{i=1}^{n}(\mathrm{X}i - \bar{\mathrm{X}})^2}$$

شاخص موران به شرح زیر است:

x_i ضریب متغیر فاصله‌ای یا نسبی در محله‌های شهری i؛

n تعداد محله‌های شهری.

وزن wij ضریب موران بین ۱- تا ۱ + متغیر است. ۱- برابر تعامل فضایی منفی و ۱ برابر تعامل فضایی مثبت است. اگر تعامل فضایی وجود نداشته باشد، ضرایب مورد انتظار موران صفر محسوب می‌شود. این ضرایب به شرح زیر است:

$$E_I = -\frac{1}{(n-1)}$$

n تعداد محله‌ها و EI ضریب مورد انتظار است. وقتی شاخص مـوران مـورد محاسـبه از مقـدار ضـریب مـورد انتظـار بزرگ‌تر باشد، الگوی پراکنش فضایی تأیید می‌شود و برعکس (Lee et al., 2001: 138).

آمارهٔ عمومی G

موران شاخص خوبی برای خواص آماری و توصیف هم‌بستگی فضایی جهانی است که البته در شناسایی انواع طبقه‌بنـدی الگوهای فضایی کارآمد نیست. این الگوها در مواردی نقاط داغ[1] و نقاط سرد[2] تمرکز نامیده می‌شوند. بـا شـاخص مـوران نمی‌توان این دو خودهم‌بستگی فضایی را متمایز کرد. در این میان، آمارهٔ عمومی G بر شـاخص مـوران در تعیـین نقـاط مثبت (داغ) و منفی (سرد) در سطح محدودهٔ مورد مطالعه ترجیح دارد. باید توجه داشت که این نقاط داغ و سرد می‌تواننـد تمرکزهای فضایی باشند (Thomas and Hug get, 1980). آمارهٔ عمومی G به شکل فرمول زیر تعریف شده است:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(d)\,x_i x_j}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_{j=1}}$$

1. Hot Spots
2. Cold Spots

از آنجا که $I \neq j$ آمارهٔ عمومی G با معیار فاصله (D) تعریف شده است، می‌توان فاصلهٔ واحدهای ناحیه‌ای را در آن، همسایهٔ i قرار داد. اگر داخل فاصله d باشد، وزن $w_{ij}(d)$ برابر ۱ است. در غیر این صورت، صفر محسوب می‌شود؛ بنابراین، وزن‌های ماتریس دراساس ماتریس متقارن دوتایی هستند، اما ارتباطات همسایگی به‌وسیلهٔ فاصلهٔ d تعریف شده است. مجموع وزن‌های ماتریس w برابر است با:

$$w = \sum_i \sum_j w_{ij}(d)$$

شاخص G_i^* یا لکه‌های داغ

شاخص موران جهانی و آمارهٔ عمومی G تنها نوع الگو را مشخص می‌کنند؛ از این‌رو به‌منظور نشان‌دادن توزیع فضایی الگوی حاکم بر فرسودگی به‌صورت نقشه، از تحلیل لکه‌های داغ آمارهٔ گیتس–آرد جی[1] استفاده شد. امتیاز Z محاسبه‌شده نشان می‌دهد در کدام قسمت‌ها مقادیر زیاد یا کم خوشه‌بندی شده‌اند. این ابزار درحقیقت هر عارضه را در چارچوب عوارضی درنظر می‌گیرد که در همسایگی‌اش قرار دارند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا داشته باشد جالب و مهم است، اما ممکن است از نظر آماری، لکهٔ داغ معناداری نباشد. برای اینکه یک عارضه لکهٔ داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار باشد، باید خود و عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند، مقادیر بالایی باشند. آمارهٔ گیتس–آردجی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_i}{n} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} x_j^2}{2} - (\bar{X})^2}$$

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}}{s \sqrt{\frac{\left[n \sum_{j=1}^{n} w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i,j} \right) \right]}{n-1}}}$$

در این فرمول:

x_i مقدار خصیصه برای عارضه j،

w_{ij} وزن فضایی میان عارضهٔ i و j؛

n تعداد کل عارضه‌هاست.

از آنجا که G_i نوعی امتیاز Z است، به محاسبهٔ دیگری نیاز نداریم (عسگری، ۱۳۹۰: ۷۶).

1. Getis-Ord Gi

رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR)

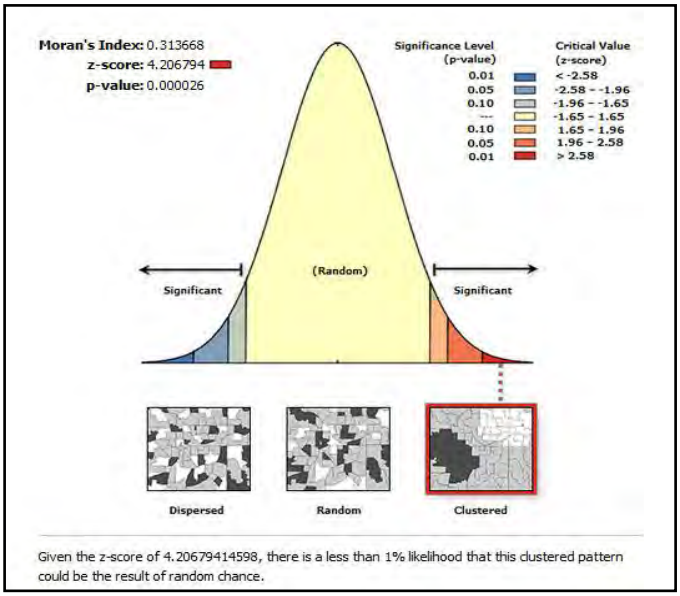
GWR تکنیک آماری فضایی محلی است. هنگامی که واحد سنجش متغیر مورد بررسی از مکانی به مکان دیگر متفاوت می‌شود، این رگرسیون برای تحلیل ناهمسانی فضایی به‌کار می‌رود (Mennis, 2013). رگرسیون مذکور، بسط مدل رگرسیون خطی است که ویژگی‌های فضایی و مکانی محدودهٔ مطالعه را تحلیل می‌کند (Sheng, 2016). رگرسیون غیرفضایی استاندارد نیز روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته را از نظر فضایی، ثابت فرض می‌کند. GWR داده‌هایی فضایی تولید می‌کند که بیانگر تغییرات فضایی در روابط میان متغیرهاست. نقشه‌های تولیدشده از داده‌ها نیز نقشی کلیدی در کشف و تفسیر ناهمسانی فضایی دارند (Mennis, 2013). مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{y} = \beta_0(\mu_i,\nu_i) + \sum_k \beta_k(\mu_i,\nu_i)x_{ik} + \varepsilon_i,$$

در این رابطه (μ_i,ν_i) مختصات هر موقعیتی از i است. $\beta_0(\mu_i,\nu_i)$ محل تقاطع برای موقعیت i، $\beta_k(\mu_i,\nu_i)$ پارامتری محلی است که متغیر مستقل x_k را در موقعیت i تخمین می‌زند و ε_i خطای تصادفی با فرض $N(0,\sigma 2)$ (فرض نرمال‌بودن) است. برای مجموعه داده‌های پارامترهای محلی، $\beta_k(\mu_i,\nu_i)$ با استفاده از مراحل حداقل مربعات وزنی تخمین زده می‌شود. وزن‌های w_{ij} برای $i = 1,2,\ldots,n$ در هر موقعیت (μ_i,ν_i) به‌عنوان تابع پیوسته‌ای از فواصل میان موقعیت i و موقعیت دیگر داده‌ای به‌دست می‌آید (Fotheringham et al., 2003).

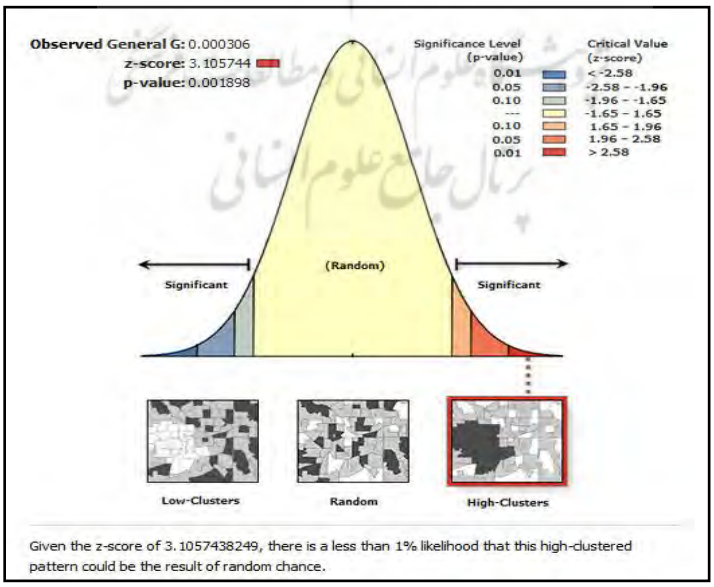
تحلیل الگوی فرسودگی محله‌های شهر قم

موران یکی از شاخص‌های تحلیل‌های فضایی است که بر دو اصل مهم توزیع مشخصی از شاخص‌ها، و متکی‌بودن بر ارزش‌های همسایگی تکیه دارد. نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران در توزیع فضایی فرسودگی این شاخص، ۰/۳۱۴ = Moran's Index است. از آنجا که مقدار آن مثبت و نزدیک به یک است، می‌توان گفت داده‌ها خودهم‌بستگی فضایی دارند. همچنین آمارهٔ ۴/۲۱ =z-score محاسبه‌شده در سطح اطمینان ۰/۰۱ =sig L، بزرگ‌تر از مقدار مورد انتظار (۲/۵۸ =EI) است. درمجموع، براساس موران جهانی می‌توان استنباط کرد پدیدهٔ فرسودگی در شهر قم از الگوی خوشه‌ای تبعیت می‌کند؛ یعنی محله‌هایی با فرسودگی بالا یا پایین در مجاورت یکدیگر قرار دارند و همسایه هستند. در شکل ۱، نمودار خلاصهٔ آماری موران نشان داده شده است.



شکل ۱. نتایج آماری آزمون موران در ارزیابی الگوی فضایی فرسودگی

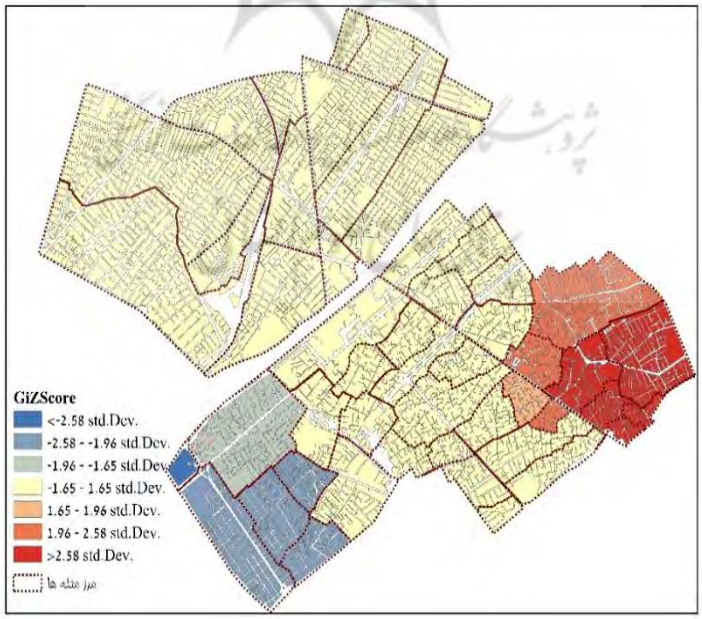
در نتایج تحلیل موران نمی‌توان به شناسایی انواعی از طبقه‌بندی الگوهای فضایی پرداخت؛ از این‌رو برای رفع این نقص از تحلیل آمارهٔ عمومی G استفاده شد. مقدار G برابر ۰/۰۰۰۳ و امتیاز Z برابر ۳/۱۰ =z-score است که در سطح ۰/۰۱ معنادار است. با توجه به اینکه علامت مقدار Z مثبت است، نتیجه می‌گیریم الگوی فضایی تمرکز فرسودگی از نوع خوشه‌ای با نقاط تمرکز بالاست که نشان می‌دهد فضاهایی با ضریب تمرکز بالای فرسودگی مجاور یکدیگر متمرکز شده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲. نتایج آماری آزمون G در ارزیابی الگوی فضایی فرسودگی

خودهم‌بستگی فضایی موران جهانی و آمارهٔ عمومی G، تنها نوع الگو را مشخص می‌کنند. به همین دلیل برای نشان‌دادن توزیع فضایی الگوی فرسودگی در شهر قم، از آمارهٔ گیتس–آردجی استفاده شد تا از محله‌های دارای خوشه‌هایی با میزان فرسودگی بالا و پایین اطمینان حاصل شود. آمارهٔ G_i که برای عارضهٔ موجود در داده‌ها استفاده می‌شود، نوعی امتیاز Z است. در امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هرچه این امتیاز بزرگ‌تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی، و لکهٔ داغ تشکیل می‌شود. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر آماری، هرچه این امتیاز کوچک‌تر باشد، بیانگر خوشه‌بندی شدیدتر مقادیر پایین است که درحقیقت لکه‌های سرد را نشان می‌دهند (Ivajnšič et al., 2014: 345). با توجه به نقشهٔ ۲، فرسودگی در قسمت شرقی محدوده (محله‌های نوبهار، سلاخ‌خانه، نکویی، رضویهٔ ۱ و چهل‌اختران) دارای خودهم‌بستگی فضایی مثبت یا خوشه‌هایی با میزان فرسودگی بالا در سطح اطمینان ۹۹ درصد است. محله‌هایی که خودهم‌بستگی فضایی مثبت در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند، ۵/۷۳ درصد از مساحت محدودهٔ فرسوده را به خود اختصاص داده‌اند که شامل محله‌های پامنار، دروازه‌ری و سربخش است. مقادیر با میزان فرسودگی پایین یا نواحی دارای خوشه‌های فرسودگی کم، شامل محله‌های مصلی، دورشهر، شهید رجایی، صدوق، جوی‌شور و صفائیه است که درمجموع ۹۷/۶۸ هکتار از مساحت محدوده را تشکیل می‌دهند و به‌صورت خوشه‌هایی در نواحی غربی دیده می‌شوند.

درمجموع ۷/۷ درصد از مساحت محدودهٔ مورد مطالعه، خودهم‌بستگی فضایی مثبت دارد. همچنین با الگوی خوشه‌ای فرسودگی زیادی همراه است. ۱۱/۸۵ درصد از مساحت محدوده، خودهم‌بستگی فضایی منفی دارد. نواحی با الگوی خوشه‌ای فرسودگی نیز کم است.



نقشهٔ ۲. تحلیل لکه‌های داغ با استفاده از آزمون G_i

جدول ۲. الگوی فضایی فرسودگی در شهر قم

	نوع الگو	تعداد محله‌ها	نام محله‌ها	مساحت به هکتار	درصد
< -۲/۸۵	الگوی فرسودگی بسیار کم (خودهم‌بستگی فضایی منفی در سطح ۹۹ درصد)	۱	مصلی	۳/۲۲	۰/۳۹
-۱/۹۶ تا -۲/۵۸	الگوی فرسودگی کم (خودهم‌بستگی فضایی منفی در سطح ۹۵ درصد)	۴	جوی‌شور، صدوق، شهید رجایی، دورشهر	۶۰/۳۶	۷/۳۲
-۱/۶۵ تا -۱/۹۶	الگوی فرسودگی متوسط کم (خودهم‌بستگی فضایی منفی در سطح ۹۰ درصد)	۱	صفائیه	۳۴/۰۹	۴/۱۴
۱/۶۵ تا -۱/۶۵	بدون الگوی معنادار	۳۶	دیگر محله‌های فرسودهٔ شهر قم	۶۲۰/۵۱	۷۵/۲۹
۱/۹۶ تا ۱/۶۵	الگوی فرسودگی متوسط زیاد (خودهم‌بستگی فضایی مثبت در سطح ۹۰ درصد)	۱	سر حوض	۶/۸۸	۰/۸۳
۲/۸۵ تا ۱/۶۹	الگوی فرسودگی زیاد (خودهم‌بستگی فضایی مثبت در سطح ۹۵ درصد)	۳	سربخش، پامنار، دروازه‌ری	۴۷/۲۱	۵/۷۳
>۲/۵۸	الگوی فرسودگی خیلی زیاد (خودهم‌بستگی فضایی مثبت در سطح ۹۹ درصد)	۵	نوبهار، سلاخ‌خانه، نکویی، رضویه، چهل‌اختران	۵۱/۸۵	۶/۲۹

مدل‌سازی عوامل مؤثر در فرسودگی محله‌های شهر قم

در ابتدا و پیش از اجرای مدل، خودهم‌بستگی فضایی برای تمامی متغیرها محاسبه شد (جدول ۳). براین‌اساس ۱۳ شاخص موجود الگوی فضایی خوشه‌ای دارند؛ بنابراین، فرض صفر مبنی‌بر خودهم‌بستگی فضایی تأیید می‌شود. درنتیجه می‌توان از شاخص‌های مذکور برای آنالیز فضایی (مکانی) استفاده کرد.

جدول ۳. آمارهٔ موران I برای آزمون فرض وجود خودهم‌بستگی مکانی برای شاخص‌ها

متغیر	Moran s I	Expected I	Pattern	z-score	p-valu
نفوذناپذیری	۰/۲۰۸۳۴۳	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۲/۹۷۰۴۱۵	۰/۰۰۲۹۷۴
ناپایداری	۰/۴۸۹۲۴۲	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۶/۴۱۱۶۴۸	۰/۰۰۰۰۰
ریزدانگی	۰/۵۳۸۴۱۵	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۷/۲۱۱۳۲۰	۰/۰۰۰۰۰
کیفیت ساختمان	۰/۲۰۲۴۲۴	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۲/۷۷۷۶۶۵	۰/۰۰۵۴۷۵
کاربری بایر و مخروبه	۰/۲۱۲۶۰۶	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۳/۱۵۰۳۶۰	۰/۰۰۱۶۳۱
کیفیت زیرساخت‌ها	۰/۵۵۰۴۱۴	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۷/۰۷۴۲۵۹	۰/۰۰۰۰۰
عمر ساختمان	۰/۳۷۲۱۷۹	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۴/۸۹۷۱۹۶	۰/۰۰۰۰۱
تراکم جمعیتی	۰/۴۷۳۳۵۷	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۶/۲۱۳۸۶۱	۰/۰۰۰۰۰
تراکم خانوار	۰/۳۰۴۵۱۶	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۵/۲۵۱۱۸۴	۰/۰۰۰۰۰
ناامنی	۰/۶۶۳۹۷۱	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۸/۴۶۳۷۰۲	۰/۰۰۰۰۰
بار تکفل	۰/۴۳۳۲۱۹	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۵/۸۷۵۹۶۶	۰/۰۰۰۰۰
گروه شغلی	۰/۱۰۷۲۵۰	-۰/۰۲۰۰۰۰	Random	۱/۶۴۶۵۰۰	۰/۰۹۹۶۶۱
قیمت زمین	۰/۴۷۴۲۹۳	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۶/۲۷۰۵۵۴	۰/۰۰۰۰۰
امکانات مسکن	-۰/۰۸۰۴۶۶	-۰/۰۲۰۰۰۰	Random	-۱/۰۰۳۳۷۳	۰/۳۱۵۶۸۱
مالکیت استیجاری	۰/۲۴۵۲۳۸	-۰/۰۲۰۰۰۰	Clustered	۳/۳۳۶۲۸۰	۰/۰۰۰۸۴۹

پس از اجرای رگرسیون وزنی جغرافیایی روی پارامترهای مدل، انواع خروجی‌ها حاصل شد که اولین خروجی، اطلاعات عمومی مربوط به مدل است (جدول ۴). این خروجی پارامترهای مدل و آماره‌هایی را نشان می‌دهد که میزان خوبی مدل را منعکس می‌کنند. مهم‌ترین مقادیر در اینجا R^2 و R^2 تعدیل‌شده (Adjusted R^2) هستند که درحقیقت خوبی و دقت مدل مورد استفاده را نشان می‌دهند. اگر مقادیر به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، به این معنی است که متغیرهای توصیفی مورد استفاده نتوانسته‌اند به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. با توجه به جدول ۴، مدل مورد نظر با R^2 برابر ۰/۹۲ و R^2 تعدیل‌شده برابر ۰/۸۴ دارای دقت قابل‌قبولی در مدل‌سازی روابط فضایی عوامل مؤثر بر فرسودگی شهری است؛ از این‌رو ۸۴ درصد از تغییرات فرسودگی شهر قم ناشی از شاخص‌های مورد بررسی هستند.

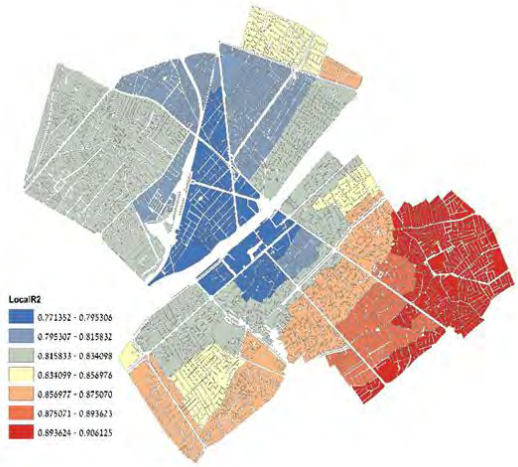
جدول ۴. اطلاعات عمومی مربوط به مدل برآوردشده و حاصل رگرسیون وزنی جغرافیایی

متغیر	Squares Residual	sigma[1]	AICc[2]	R^2	Adjusted R^2
نفوذناپذیری	۹۶/۲۲	۱/۳۸	۱۹۶/۵۰	۰/۶۹	۰/۶۰
ناپایداری	۸۸/۸۵	۱/۵۵	۲۰۵/۰۶	۰/۶۰	۰/۴۶
ریزدانگی	۵۲/۱۸	۱/۱۵	۱۷۱/۶۰	۰/۷۷	۰/۷۰
کیفیت ساختمان	۱۰۲/۶۰	۱/۶۵	۲۰۹/۷۲	۰/۵۴	۰/۳۹
کاربری مناطق بایر و مخروبه	۹۴/۱۰	۱/۶۲	۲۱۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۴۱
کیفیت زیرساخت‌ها	۱۲۶/۸۸	۱/۷۵	۲۱۱/۹۸	۰/۴۳	۰/۳۱
عمر ساختمان	۱۴۶/۵۰	۱/۸۳	۲۱۳/۹۴	۰/۳۴	۰/۲۵
تراکم جمعیتی	۶۴/۸۴	۱/۳۸	۱۹۸/۰۱	۰/۷۱	۰/۵۷
تراکم خانوار	۹۸/۰۱	۱/۶۰	۲۰۶/۳۲	۰/۵۶	۰/۴۲
ناامنی	۱۱۵/۵۷	۱/۶۸	۲۰۷/۵۶	۰/۴۸	۰/۳۸
بار تکفل	۱۰۷/۳۱	۱/۶۶	۲۰۸/۰۳	۰/۵۲	۰/۳۸
قیمت زمین	۱۱۷/۸۴	۱/۷۱	۲۱۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۳۴
مالکیت استیجاری	۸۵/۸۰	۱/۵۱	۲۰۰/۹۵	۰/۶۱	۰/۴۹
کل متغیرها	۱۷/۸۶	۰/۸۴	۱۷۷/۰۵	۰/۹۲	۰/۸۴

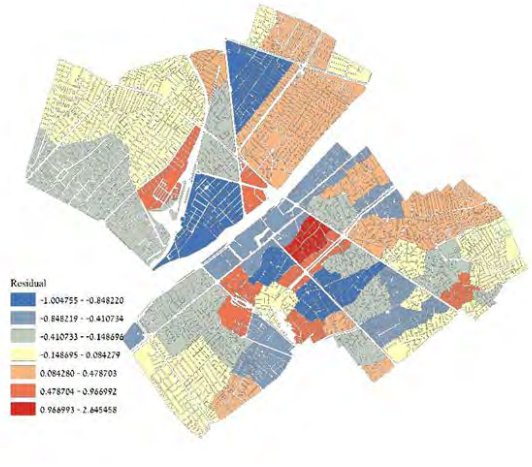
در ادامه ضریب رگرسیون برای هریک از شاخص‌های مورد بررسی محاسبه شد. مشاهدات نشان می‌دهد متغیرهای ریزدانگی (R^2=۰/۷۷)، تراکم جمعیتی (R^2=۰/۷۱)، نفوذناپذیری (R^2=۰/۶۹)، مالکیت استیجاری (R^2=۰/۶۱)، ناپایداری (R^2=۰/۶۰) و کاربری بایر و مخروبه (R^2=۰/۵۸) قدرت بیشتری در تبیین فرسودگی شهری دارند و نشان‌دهندهٔ درصد بالایی از سایر متغیرهای میزان تغییرات فرسودگی هستند. سایر خروجی‌ها به‌صورت فیلدهایی در جدول ویژگی‌های لایهٔ خروجی ظاهر می‌شود. یکی از این فیلدها که برای دقت و کارایی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی کاربرد دارد، توجه به خودهم‌بستگی معنادار آماری در میان مقادیر باقی‌مانده (تفاضل میان مقادیر مشاهده‌شده و مقادیر برآوردشدهٔ رگرسیون) است که وجود آن نشانگر بی‌دقتی مدل رگرسیون و بی‌توجهی به متغیر کلیدی است (عسگری، ۱۳۹۰: ۱۱۷). خودهم‌بستگی برآوردشده روی مقادیر باقی‌ماندهٔ حاصل از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی با استفاده از آمارهٔ موران I (Moran s I) بیانگر عدم خودهم‌بستگی معنادار است؛ به‌طوری‌که این شاخص با عدد ۰/۲۰۸۸۳۲- و نزدیک به ۱- هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی را میان مقادیر خصیصهٔ مربوط نشان نمی‌دهد.

۱. سیگما: شاخص انحراف معیار باقی‌مانده‌هاست و کوچک‌تربودن آن نشانگر برتری مدل است.

۲. آکاییک: یکی از شاخص‌های بسیار مفید برای مقایسهٔ مدل‌های رگرسیون است که مقدار پایین آن نشان‌دهندهٔ انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است.



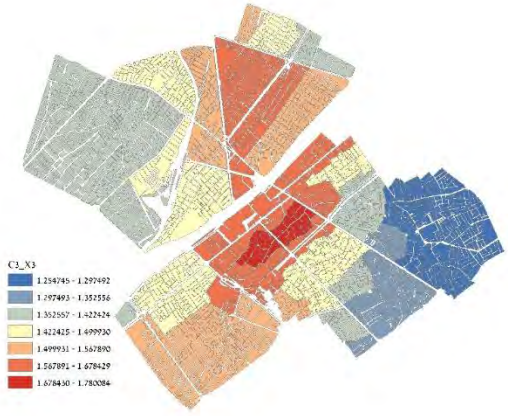
نقشهٔ ۳. مقادیر R^2 محلی



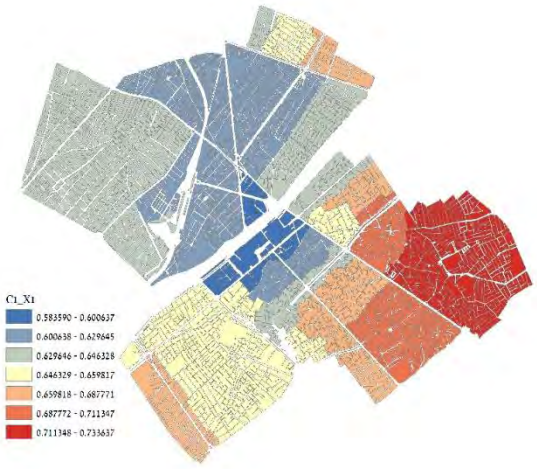
نقشهٔ ۴. مقادیر باقی‌مانده (تفاضل میان مقادیر مشاهده‌شده و مقادیر برآوردشدهٔ رگرسیون)

همان‌طور که مشاهده می‌شود، نقشهٔ ۳ الگویی پراکنده دارد. این نقشه که حاصل مقادیر R^2 محلی است، برخلاف R^2 حساب‌شده برای کل مدل (جدول ۳) که کارایی کلی آن را نشان می‌دهد، بیانگر میزان دقت برآورد مدل به‌صورت محلی است. این مقادیر میان صفر تا یک متغیر است. مقادیر بسیار کم نشان‌دهندهٔ پیش‌بینی ضعیف رگرسیون وزنی جغرافیایی محسوب می‌شود. این مقادیر ممکن است نشانه‌ای درمورد متغیرهایی مهم ارائه کند که در مدل رگرسیون از دست رفته باشد. این ضریب میان ۰/۷۷۱ تا ۰/۹۰۶ است که برازش خوب و با دقت بالایی را نشان می‌دهد. البته برازش این میزان در محله‌های جنوبی محدودهٔ فرسوده، بهتر از محله‌های شمالی محدوده است. قسمت‌های پررنگ نقشه نشان دهندهٔ بالابودن میزان ضریب تعیین محلی (R^2) است.

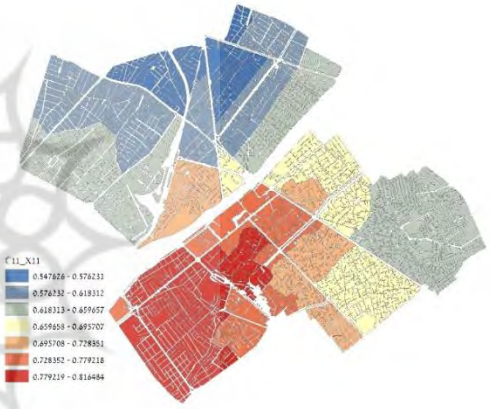
در روش رگرسیون وزنی جغرافیایی برای هر محله از نمونهٔ مورد مطالعه یک مدل برآورد می‌شود؛ بنابراین، برای هریک از متغیرهای توضیحی به تعداد مشاهدات، ضریب برآوردشده وجود دارد؛ از این‌رو می‌توان این متغیرها را به‌صورت گرافیکی و بر روی نقشهٔ منطقهٔ مورد مطالعه نمایش داد. به‌عنوان مثال، نقشهٔ ۱۰، ضریب متغیر قیمت زمین را بر شدت فرسودگی نشان می‌دهد. نخستین نکتهٔ مهم پراکندگی اثر متغیر قیمت زمین بر فرسودگی است که در برخی محله‌ها بسیار بیشتر از محله‌های دیگر است. براساس اطلاعات، این متغیر در محله‌های ارم، عشق‌علی، صفائیه، مصلی، دورشهر، یخچال‌قاضی، گذرقلعه، جوی‌شور، صدوق و شهید رجایی بیشترین اثر مثبت، و در محله‌های نوبهار، دروازه‌ری، باغ‌پنبه، وادی‌السلام، زاد و حاج‌خلیل کمترین اثر را بر فرسودگی دارد. همچنین اهمیت این اثر در مناطق مختلف متفاوت است. بررسی ضرایب محلی تخمین زده‌شده برای هریک از متغیرهای توصیفی نشان می‌دهد متغیرهای نفوذناپذیری، ریزدانگی، کیفیت زیرساخت‌ها، بار تکفل، قیمت زمین و مالکیت استیجاری، اثر افزایشی بر فرسودگی دارند که نشان می‌دهد با افزایش میزان متغیرهای مذکور، بر شدت فرسودگی محله‌ها افزوده می‌شود و بالعکس. در عین حال ضرایب رگرسیون محلی برای متغیرهای دیگر مورد بررسی از نظر آماری معنادار و قابل‌تفسیر نیست.



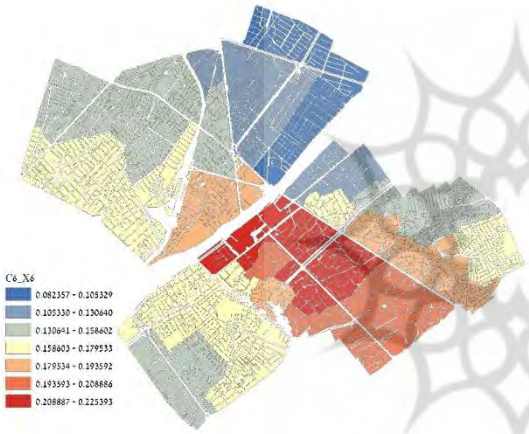
نقشه ۵. تغییرات فضایی ریزدانگی و تأثیر آن بر فرسودگی شهری



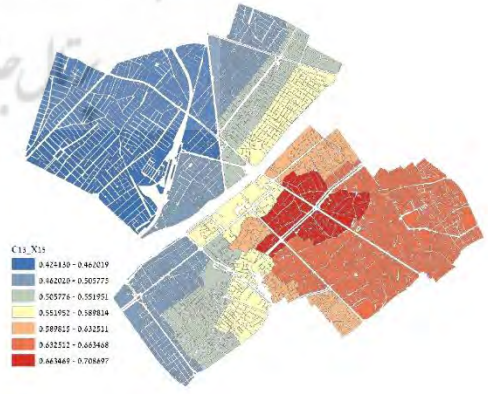
نقشهٔ ۶. تغییرات فضایی نفوذناپذیری و تأثیر آن بر فرسودگی شهری



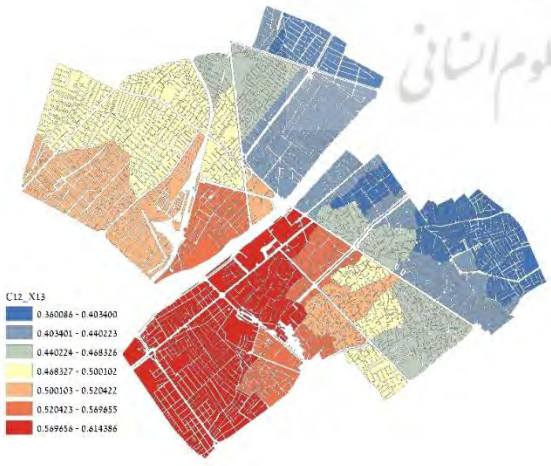
نقشهٔ ۷. تغییرات فضایی بار تکفل و تأثیر آن بر فرسودگی شهری



نقشهٔ ۸. تغییرات فضایی کیفیت زیرساخت‌ها و تأثیر آن بر فرسودگی شهری



نقشهٔ ۹ تغییرات فضایی مالکیت استیجاری و تأثیر آن بر فرسودگی



نقشهٔ ۱۰ تغییرات فضایی قیمت زمین و تأثیر آن بر فرسودگی شهری

بحث و نتیجه‌گیری

بخش عمده‌ای از سطح شهرهای ایران دچار فرسودگی و ناکارآمدی است که سبب می‌شود سرمایه‌های انسانی، مالی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور با خطر ناشی از حوادث غیرمترقبه و کژکارکردی‌ها مواجه شود. مرور مبانی نظری و تجارب جهانی نشان می‌دهد شاخص‌های شناسایی بافت‌های فرسوده از ابعاد کالبدی صرف به‌سوی ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی حرکت کرده که این نگاه عمدتاً از اواخر سال ۱۹۶۰، با ارائهٔ تئوری فقر و محرومیت شهری و تهیهٔ چارچوب تعیین شاخص‌های محرومیت چندگانه مطرح شده است. امروزه بسیاری از مطالعات علمی حاوی اطلاعات آماری است که بعد مکان در آن‌ها دخالت زیادی دارد. همچنین مفهومی را در مطالعات کنونی با عنوان فضا مطرح می‌کند که در اصل رابطهٔ تعامل میان انسان و محیط است و می‌طلبد در برآوردها، تخمین‌ها و پیش‌بینی‌ها میزان و مقدار تأثیر آن‌ها در میان سایر عوامل بررسی شود؛ زیرا در صورت وابستگی فضایی میان داده‌ها، هیچ تخمین و پیش‌بینی‌ای صحت چندانی ندارد (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰: ۱۲۰). رگرسیون وزنی جغرافیایی با تولید داده‌های فضایی تغییر فضایی را در روابط میان متغیرها بررسی می‌کند و نقشی کلیدی در تفسیر شرایط موجود دارد.

در پژوهش حاضر با استفاده از نتایج تحلیل عاملی و دسترس‌ترین شاخص‌های به‌کار گرفته‌شده در تئوری محرومیت چندگانه با ابعاد کالبدی، اجتماعی و اقتصادی، چگونگی و چرایی توزیع فرسودگی در شهر قم بررسی شد. باید توجه داشت که محله کوچک‌ترین واحد اجتماعی برای برنامه‌ریزی شهری است و شناخت آن اهمیتی ویژه دارد؛ بنابراین، پژوهش بهینهٔ طرح‌های شهری زمانی امکان‌پذیر است که خواستگاه‌های محلی آن‌ها بررسی شود.

با توجه توضیحات فوق، پژوهش حاضر برمبنای محله پی‌ریزی شد. برای این منظور، ابتدا بررسی الگوی فضایی فرسودگی در شهر قم صورت گرفت و روش‌های موران جهانی و آمارهٔ عمومی G به‌کار رفت. نتایج حاصل از این روش و آماره نشان می‌دهد خودهم‌بستگی فضایی فرسودگی شهر قم از الگوی خوشه‌ای بالا پیروی می‌کند. از آنجا که این دو شاخص تنها نوع الگو را مشخص می‌کنند، آمارهٔ Gi* یا لکه‌های داغ برای نشان‌دادن الگوی خودهم‌بستگی فضایی به‌کار رفت و نشان داد شرق و جنوب‌غربی محدودهٔ فرسوده، نقش قابل‌توجهی در ایجاد الگوی خوشه‌ای دارند.

همچنین با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، از نظر آماری الگوی معنادار یا به عبارتی خودهم‌بستگی فضایی معنادار در مساحت بالا وجود ندارد؛ بنابراین، اولویت‌بندی مداخلات با توجه به خروجی نقشهٔ مدل هات‌اسپات امکان‌پذیر است. براساس نقشهٔ ۲، اولویت پهنه‌ها و محله‌هایی که در طیف رنگی تیره‌تر قرار دارند، برای مداخله بالاتر هستند. محله‌های نوبهار، سلاخ‌خانه، نکویی، رضویه و چهل‌اختران با بیشترین میزان فرسودگی همراه هستند و باید در اولویت اول نوسازی قرار بگیرند.

علاوه‌براین، با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی به مدل‌سازی مکانی فرسودگی شهر قم پرداخته شد. در بیشتر مطالعات موجود برای این مدل‌سازی، تخمین منطقهٔ مورد مطالعه به کمک داده‌های آماری و به‌کاربردن روش‌های درون‌یابی صورت گرفت، اما در این مطالعه سعی شد تا اثر پارامترهای مؤثر بر فرسودگی در هریک از محله‌های شهری هم‌زمان درنظر گرفته شود. برای این منظور از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی استفاده شد. با توجه به مدل برآوردشده با این روش، متغیرهای ریزدانگی، تراکم جمعیت، نفوذناپذیری، مالکیت استیجاری، ناپایداری، کاربری بایر و مخروبه،

تراکم خانوار، کیفیت ساختمان، بار تکفل، ناامنی، قیمت زمین، کیفیت زیرساخت‌ها و عمر ساختمان به‌ترتیب با بیشترین قدرت توضیحی و تبیین فرسودگی شهر قم همراه هستند، اما میزان اثرگذاری متغیرهای فوق در فرسودگی محله‌های مختلف شهر متفاوت است. متغیرهای نفوذناپذیری، ریزدانگی، کیفیت زیرساخت‌ها، بار تکفل، مالکیت‌های استیجاری و قیمت زمین به‌ترتیب اثر افزایشی بر فرسودگی شهری دارند. در این میان، ناامنی تأثیری بر میزان فرسودگی محله‌های شهر قم ندارد و برخی متغیرهای دیگر معنادار نیستند؛ یعنی متغیرهایی از قبیل ناپایداری، کیفیت ساختمان، کاربری زمین، عمر ساختمان، تراکم جمعیت و تراکم خانوار در بعضی محله‌ها اثر افزایشی دارند و در محله‌های دیگر بر فرسودگی شهری تأثیرگذار نیستند؛ برای مثال، اثرگذاری شاخص‌های فرسودگی محلهٔ سلاخ‌خانه که یکی از فرسوده‌ترین محله‌های شهر قم به‌شمار می‌آید و از محله‌هایی است که در خوشهٔ گرم (فرسودگی خیلی زیاد) قرار دارد، به‌ترتیب شامل ریزدانگی، نفوذناپذیری، بار تکفل، مالکیت استیجاری، تراکم جمعیتی، کیفیت زیرساخت‌ها، عمر ساختمان و تراکم خانوار است. براین‌اساس می‌توان برای هریک از محله‌های مورد نظر نقشه‌هایی تهیه، و میزان اثرگذاری شاخص‌ها را بررسی کرد و مطابق با آن راهبردها و راهکارهایی ارائه داد. درمجموع مطابق یافته‌های این پژوهش می‌توان گفت توسعهٔ همه‌جانبه در تمامی ابعاد زیر ضروری است:

اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، زیست‌محیطی، زیرساخت‌ها و ارتقای کیفیت زندگی، تجدیدنظر و تحول در شیوه‌های مدیریتی، سرمایه‌گذاری بهینه در تخصیص منابع در مناطق محروم و فرسودهٔ شهر، توان قدرت اقتصادی افراد در ارتقای کیفیت زندگی خود و فراهم‌کردن زمینهٔ تصمیم‌گیری‌های جمعی و مشارکت‌های محلی در بهبود محله، به‌کاربردن روش‌های علمی و منطق ریاضی در شناسایی شاخص‌های مؤثر و میزان تأثیرگذاری شاخص‌ها و اولویت‌بندی محله‌ها.

این امر می‌تواند تاحدودی نشانگر نوع مداخله و میزان آن در بافت باشد و کارشناسان را در انتخاب نوع مداخلات هدایت کند. به‌منظور تأثیرگذاری هرچه بیشتر برنامه‌ریزی‌ها در بخش نوسازی بافت فرسودهٔ شهری ضروری است سیاست‌گذاری در این بخش هدفمند باشد و با توجه به میزان و نحوهٔ اثرگذاری متغیرهای مؤثر بر فرسودگی صورت بگیرد؛ زیرا نحوهٔ اثرگذاری این متغیرها در محدودهٔ بافت فرسودهٔ مورد مطالعه، متفاوت و گاه با علامت‌های مخالف از محله‌ای به محلهٔ دیگر همراه است؛ بنابراین، باید سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان شهری این مهم را در برنامه‌ریزی‌های خود مدنظر داشته باشند و با توجه به میزان اثرگذاری هریک از عوامل بر فرسودگی در هر محله، به برنامه‌ریزی ویژه‌ای برای محله‌ها بپردازند.

منابع

بلیانی، یدالله و سید یاسر حکیم‌دوست، ۱۳۹۳، *اصول و مبانی پردازش داده‌های مکانی (فضایی) با استفاده از روش‌های تحلیل فضایی*، آزادپیما، تهران.

حکیم‌دوست، سید یاسر و همکاران، ۱۳۹۳، «تحلیل فضایی خشک‌سالی اقلیمی و اثرات آن بر الگوی فضایی مکان‌گزینی سکونتگاه‌های روستایی (مطالعهٔ موردی: روستاهای استان مازندران)»، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۳۹۳، شمارهٔ یازدهم، صص ۶۱–۷۵.

زبردست، اسفندیار، خلیلی، احمد و مصطفی دهقانی، ۱۳۹۲، «کاربرد روش تحلیل عاملی در شناسایی بافت‌های فرسودهٔ شهری»، نشریهٔ هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، دورهٔ هجدهم، شمارهٔ ۲، صص ۲۷–۴۲.

شماعی، علی و باقر احمدی، ۱۳۹۵، «تحلیل فضایی سطوح توسعه یافتگی شهرستان های استان کردستان»، مجلهٔ آمایش جغرافیایی، سال ششم، شمارهٔ ۲۰، صص ۱۱۷– ۱۲۸.

عسگری، علی، ۱۳۹۰، *تحلیل‌های آماری فضایی با Arc GIS*، انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، تهران.

عسگری، علی و نعمت‌اله اکبری، ۱۳۸۰، «روش‌شناسی اقتصادسنجی فضایی؛ تئوری و کاربرد»، مجلهٔ پژوهشی دانشگاه اصفهان، سال دوازدهم، شمارهٔ ۱ و ۲، صص ۹۳–۱۲۲.

علیجانی، بهلول، ۱۳۹۴، «تحلیل فضایی در مطالعات جغرافیایی»، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شمارهٔ ۳، صص ۱–۱۴.

Berry, B. J. L., and Marble, D. F., 1968, *Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography*, Prentice-Hall.

Bunge, W., 1966, *Theoretical Geography* (Vol. 1), Royal University of Lund, Dept, of Geography; Gleerup.

Curry, M. R., 2005, *Toward a Geography of a World without Maps: Lessons from Ptolemy and Postal Codes*, Annals of the Association of American Geographers, Vol. 3, No. 95, PP. 680-691.

Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., and Charlton, M., 2003, *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, John Wiley and Sons.

Gao, J., and Li, S., 2011, *Detecting Spatially Non-Stationary and Scale-Dependent Relationships Between Urban Landscape Fragmentation and Related Factors Using Geographically Weighted Regression*, Applied Geography, VoL. 31, No. 1, PP. 292-302.

Ghosh, D., and Manson, S. M., 2008, *Robust Principal Component Analysis and Geographically Weighted Regression: Urbanization in the Twin Cities Metropolitan Area of Minnesota*, Journal of the Urban and Regional Information Systems Association/ URISA, Vol. 20, No. 1, PP. 15-25.

Goodchild, M. F., 1987, *A Spatial Analytical Perspective on Geographical Information Systems*, International Journal of Geographical Information System, Vol. 1, No. 4, PP. 327-334.

Goodchild, M. F., and Janelle, D. G., 2004, *Thinking Spatially in the Social Sciences*, Spatially Integrated Social Science, 3-22.

Greig, A., El-Haram, M., and Horner, M., 2010, *Using Deprivation Indices in Regeneration: Does the Response Match the Diagnosis*? Cities, Vol. 27, No. 6, PP. 476-482.

Ivajnšič, D., Kaligarič, M., and Žiberna, I., 2014, *Geographically Weighted Regression of the Urban Heat Island of a Small City*, Applied Geography, Vol. 53, No. 53, PP. 341-353.

La Rosa, D. et al, 2017, *Assessing Spatial Benefits of Urban Regeneration Programs in a Highly Vulnerable Urban Context: A Case Study in Catania, Italy*, Landscape and Urban Planning, Vol. 157, PP. 180-192

Lee, G. K. L., and Chan, E. H. W., 2006, *Effective Approach to Achieve Sustainable Urban Renewal in Densely Populated Cities*, In 1st International CIB Student Chapters Postgraduate Conference—Built Environment and Information Technologies, CIB Students Chapters, Turkey (PP. 16-18).

Lee, J., and Wong, D. W., 2001, *Statistical Analysis with Arcview GIS*, John Wiley and Sons.

Ley, D., 2000, *The Inner City, in Bunting T, and Filion, P, Oxford University 14*, International Structure of The City, Oxford University Press.

Mennis, J., 2013, *Mapping the Results of Geographically Weighted Regression*, The Cartographic Journal, Vol. 43, pp. 171-179.

Pitkin, B., 2001, *Theories of Neighborhood Change: Implications for Community Development Policy and Practice*, UCLA Advanced Policy Institute.

Roberts, P., and Sykes, H., (Eds), 2000, *Urban Regeneration: A Handbook*, Sage.

Rosenthal, S. S., 2008, *Old Homes, Externalities, and Poor Neighborhoods, a Model of Urban Decline and Renewal*, Journal of Urban Economics, Vol. 63, No. 3, PP. 816-840.

Sheng, J., Han, X., and Zhou, H., 2016, *Spatially Varying Patterns of Afforestation/ Reforestation and Socio-Economic Factors in China: A Geographically Weighted Regression Approach*, Journal of Cleaner Production, Vol. 153, PP. 362-371.

Synder, M., Distasio, J., and Hathout, S., 2006, *The Use of Spatial and Non-Spatial Analysis for Evaluating the Need for Urban Revitalization in Winnipeg*, Prairie Perspectives, Vol. 9, No. 1 , PP. 143-168.

Thomas, R. W., Hug Get, R. J., 1980, *Modeling in Geography, A Mathematical Approach, Harper and Row*, Publisher, London.

Weaver, R. C., 2014, *Urban Geography Evolving: Toward an Evolutionary Urban Geography*, Quaestiones Geographicae, Vol. 33, No. 2, PP. 7-18.

Weaver, R. C., and Bagchi-Sen, S., 2013, *Spatial Analysis of Urban Decline: The Geography of Blight*, Applied Geography, Vol. 40, No. 40, PP. 61-70.

Shamaei, A., and Ahmadi, B., 2016, *Spatial Analysis the Level of Development in Townships of Kurdistan Province*, Geographical Planning of Space, Vol. 6, No. 20, PP. 117-128. *(In Persian)*

Alijani B., 2015, *Spatial Analysis in Geography Studies*, Jsaeh, Vol. 2, No. 3, PP. 1-14. *(In Persian)*

Asgari, A., and Akbari, N., 2002, *Spatial Econometrics Methods: Theory and Application*, Research Bulletin of Isfahan University (HUMANITIES), Vol. 12, No. 1 and 2, PP. 93 - 122. *(In Persian)*

Asgari, A., 2011, *Spatial Statistical Analysis with Arc View GIS*, Press Tehran Municipality ICT Organization**.** *(In Persian)*

Belyani, Y., and Hakimdost, Y., 2014, *The Principal of Spatial Data Analysis*, Press, Azadpeyma. *(In Persian)*

Hakimdoust, Y. et al, 2014, *Analysis of the Climate Drought and Its Effects on Spatial Patterns of Location in Rural Settlement (Case Study Villages in Mazandaran Province)*, Geography and Environmental Hazards, Vol. 3, No. 3, PP. 61-76. Doi: 10.22067/ Geo. V3i3. 32701. *(In Persian)*

Zebardast, E., Khalili, A., and Dehqani, M., 2013, *Application of Factor Analysis Method in Identification of Decayed Urban Fabrics An*. Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi, Vol. 18, No. 2, PP. 27-42. Doi: 10. 22059/ Jfaup. 2013. 50524. *(In Persian)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی