تحلیل رابطه میان تراکم ساختمانی با مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی در محله تختی منطقه ۱۲ شهرداری شهر تهران با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۷/۰۳/۰۵

پویان شهابیان* - سپیده تابان‌تراشکار - مریم توسلی*****

چکیده

تحلیل تراکم ساختمانی[1] به‌عنوان عامل تعیین‌کننده و اثرگذار در برنامه‌ریزی شهری و شناخت عوامل تشویق‌کننده و یا بازدارنده مؤثر بر آن، راهی مفید در جهت حل بسیاری از مسائل ناشی از تراکم در شهرهای امروزی می‌باشد. در بیشتر مواقع به‌دلیل وابستگی این عوامل نسبت به مکان، رابطه‌ای متفاوت بین متغیر وابسته و مستقل وجود دارد. در بین روش‌های آماری، روش رگرسیون وزن‌دار فضایی در کشف رابطه بین متغیرهای وابسته و مستقل با در نظرگرفتن عامل مکان، از دقت و در نتیجه نزدیکی بیش‌تر به واقعیت برخوردار است. لذا در تحقیق حاضر سعی شده با بهره‌گیری از روش GWR[2] روابط بین برخی مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی با متغیر وابسته تراکم ساختمانی تحلیل شده و میزان آن با دقت بالاتر نسبت به روش‌های کلاسیک بیان شود. روش تحقیق در این پژوهش کمی می‌باشد که پس از تشریح رویکرد مورد مطالعه، بررسی مفهوم تراکم ساختمانی و مؤلفه‌های مؤثر برآن، میزان تراکم ساختمانی با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی در محله تختی واقع در منطقه ۱۲ شهرداری شهر تهران به کمک برخی از متغیرهای اجتماعی و اقتصادی مانند: تراکم جمعیتی، سطح سواد، قیمت زمین، مساحت بلوک شهری، تعداد طبقات و امنیت اجتماعی در سطح محله پیش‌بینی شده است. نتیجه این تحقیق می‌تواند بیان‌گر تفاوت میزان تأثیر هر یک از متغیرهای مستقل مورد بررسی (قیمت زمین، تراکم جمعیتی و غیره) بر تراکم ساختمانی در مختصات جغرافیایی مختلف باشد، که با در نظر گرفتن عامل مکان این تأثیر کم‌تر و یا بیش‌تر می‌شود، هم‌چنین منجر به درک دقیق‌تر پدیده‌های شهری متاثر از عامل فضا در برنامه‌ریزی و طراحی شهری می‌شود.

واژگان کلیدی: فضا، تراکم ساختمانی، رگرسیون وزن‌دار فضایی، مؤلفه اجتماعی و اقتصادی، محله تختی.

* استادیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.
** کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).
Email: sepid_taban@hotmail.com
*** دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر تهران، تهران، ایران.

مقدمه

امروزه توجه به مفهوم فضا در مطالعات آماری حائز اهمیت فراوان می‌باشد که در صورت نادیده گرفتن این عامل در اطلاعات عددی و آماری تحقیقات، نتایج حاصل با خطا روبه‌رو خواهد بود. تمامی شهر در فضا بنا شده است و فضای اشغال شده به‌وسیله یک شهر به دیگر فضاها جهت استفاده امور شهروندان تقسیم شده است. فضای سه بعدی قابلیت جالب توجهی در ارتقاء کیفیت زندگی ما دارد (Hedman & Jaszewski,1991). بنابراین توجه به فضا و به‌ویژه مفهوم فضای جغرافیایی به‌منظور تجزیه و تحلیل محیط انسانی، حائز اهمیت می‌باشد. سیاست‌های تراکم شهری بعد از انقلاب در ساختار فضایی شهر تهران به‌طور عمده تحت تأثیر منافع مالی ناشی از تراکم ساختمانی است؛ لذا ابعاد فضایی در آن نادیده گرفته می‌شود. البته این مسأله در سایر کشورهای در حال توسعه مشهود است (Ghadami & Newman, 2017, p. 2). منطقه ۱۲ شهرداری شهر تهران با وسعت ۱۶۰۰ هکتار (۳/۲ درصد محدوده تهران)، بیش از سه چهارم تهران ناصری (مرکز تاریخی تهران) را پوشش می‌دهد. نحوه اشغال بخش‌های مختلف شهر به نوعی نشان‌گر هویت خاص اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آن و ارائه‌دهنده چشم‌اندازهای متفاوت موجود در آن است. این مقاله با هدف شناسایی تأثیر برخی عوامل اجتماعی و اقتصادی بر تراکم ساختمانی محله تختی واقع در منطقه ۱۲ شهرداری تهران با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی شکل گرفته است تا از این طریق بتوان به اهمیت دخالت عامل فضا در تحلیل روابط متأثر از فضا به طراحان و برنامه‌ریزان شهری تأکید نمود.

این مقاله ابتدا به معرفی مدل آماری رگرسیون وزن‌دار فضایی می‌پردازد. سپس مبانی نظری و تعاریفی در زمینه تراکم ساختمانی و مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط با آن و مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی مطرح می‌شود. در نهایت نیز بعد از معرفی محدوده مورد مطالعه، میزان ارتباط تراکم ساختمانی در محله تختی واقع در منطقه ۱۲ شهرداری تهران با برخی از متغیرهای اجتماعی و اقتصادی از روش مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی در قالب نقشه ارائه می‌شود.

۱. سؤال‌های تحقیق

تحقیق حاضر با هدف پاسخ‌گویی به این سؤال‌های زیر شکل گرفته است:

۱) تأثیر عامل فضا[۳] (متغیرهای مبتنی بر مکان) بر تحلیل روابط متقابل بین مؤلفه‌های اجتماعی، اقتصادی و کالبدی شهر چگونه است؟

۲) چگونه می‌توان از طریق مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی، با توجه به عامل مکان، شکل‌گیری و رفتار مؤلفه تراکم ساختمانی را پیش‌بینی کرد؟

۲. پیشینه تحقیق

سابقه مسأله تراکم شهری به شهرهای دوران باستان برمی‌گردد. در دهه‌های اخیر نیز، رشد سریع و گسترش افقی شهرهای اغلب کشورهای جهان، اعم از توسعه‌یافته و در حال توسعه را با مشکلات جدی مواجه ساخته است. مسائل این پدیده نه‌تنها سیاست‌های شهرسازی را به‌طور وسیعی تحت الشعاع قرار داده، بلکه تبعات حاصل از آن در تشدید مسائل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، مدیریتی و محیط زیستی جوامع نقش اساسی داشته است (Azizi & Moeini, 2010).

از این رو بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر تراکم شهری و نحوه اعمال این تأثیر حائز اهمیت می‌باشد. در مطالعات پیرامون شناخت این روابط، اغلب از اطلاعات عددی و آماری استفاده می‌شد که امروزه با توجه به اهمیت عامل فضا، این اطلاعات متأثر از مفهوم فضا و مکان در نظر گرفته می‌شود. در این زمینه تحقیقاتی با توجه به عامل مکان و با تأکید بر استفاده از نرم‌افزار رگرسیون وزن‌دار فضایی، توسط فوترینگام[۴]، برانسدون[۵] و چالتون[۶]، اساتید دانشگاه بریتانیا ارائه شد. روش رگرسیون وزن‌دار فضایی، کاربردهای متنوعی از جمله آشکار کردن و تحلیل متغیرها در مقیاس محلی داشته و در رشته‌هایی مانند برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، محیط‌شناسی، ژئوماتیک، جغرافیا و غیره مورد استفاده قرار گرفته است (Erfanian et al., 2013, p. 36). این روش برای نخستین بار در سال ۱۹۹۱ به‌منظور بررسی عوامل تأثیرگذار در قیمت خانه‌های لندن مورد استفاده قرار گرفت؛ تحقیقات دیگری در خارج از ایران با استفاده از روش GWR، صورت گرفته است که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

بررسی پراکندگی نامنظم شهری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و رگرسیون وزن‌دار فضایی در منطقه غرب بالتیمور و واشنگتن، تحلیل مؤلفه‌های محتوایی اصلی شهر و رگرسیون وزن‌دار فضایی در مینه سوتای ایالات متحده، عوامل مؤثر در تغییر کاربری زمین در دره کاتماندو (نپال) با رهیافت رگرسیون وزن‌دار فضایی، مدل‌سازی ساختار فضایی شهری با استفاده از رگرسیون وزن‌دار فضایی در شهر سانگای پتنی در کشور مالزی، مدل‌سازی تغییرات فضایی الگوهای رشد شهری در چین، نمونه موردی شهر نانجینگ و غیره (Soltani et al., 2010).

در زمینه مطالعات انجام شده اخیر در ایران در زمینه بررسی تراکم ساختمانی می‌توان به مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل رابطه بین کیفیت محیطی و تراکم ساختمانی، مطالعه موردی: شهرک گلسار- رشت» توسط محمد مهدی عزیزی و سیده

مرجانه معینی در سال ۱۳۹۰ اشاره کرد که سعی دارد میزان دخالت عوامل کیفیت محیطی در تعیین تراکم ساختمانی، سطح کیفیت محیطی و آسایش محسوس ساکنین سکونتگاه‌ها را در مطالعه موردی شهرک گلسار رشت، مورد سنجش قرار دهد و در نهایت با به کارگیری روش تحلیل عاملی، عوامل نهایی که متغیرهای تراکمی و کیفیات مکانی را در درون خود دارند، مشخص می‌شوند. در مقاله دیگری، باعنوان«بررسی تراکم ساختمانی با قیمت زمین در شهر بجنورد» توسط مهسا ضمیری، در سال ۱۳۹۵ نیز رابطه بین متغیر قیمت زمین و تراکم ساختمانی در دو محله بجنورد با استفاده از نرم‌افزارهای Arc GIS و SPSS مورد سنجش قرار گرفت و به این نتیجه دست یافت که عامل قیمت زمین و تراکم ساختمانی دارای رابطه مثبت و معنادار با یکدیگر هستند؛ یعنی با افزایش قیمت زمین، تراکم ساختمانی افزایش می‌یابد. هم چنین در سال ۱۳۸۹، مقاله ای توسط علی سلطانی و همکاران با عنوان«کاربرد مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی در بررسی روابط بین متغیرهای فضایی در یک پهنه شهری، نمونه موردی: منطقه ۷ شهرداری تهران» ارائه شد که در آن میزان تراکم ساختمانی و تراکم جمعیتی در منطقه هفت تهران به کمک برخی ازمتغیرهای اجتماعی- اقتصادی همانند قیمت زمین، سطح سواد و سطح اشتغال در سطح محلی و به تعداد ۱۲۰۰ بلوک شهری پیش‌بینی شده است. نتایج این تحقیق، بیان‌گر دقت بالاتر و برتری نسبی روش رگرسیون وزن‌دار فضایی در تحلیل تراکم شهری است.

۳. روش تحقیق (معرفی مدل آماری رگرسیون وزن‌دار فضایی)

روش تحقیق در این پژوهش، کمی می‌باشد که با توجه به رویکرد مورد مطالعه (رگرسیون وزن‌دار فضایی) میزان تراکم ساختمانی به‌عنوان متغیر وابسته با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی در محله تختی واقع در منطقه ۱۲ شهرداری شهر تهران به کمک برخی از متغیرهای مستقل اجتماعی و اقتصادی مانند تراکم جمعیتی، سطح سواد، قیمت زمین در سطح محله که از قسمت چارچوب نظری تحقیق استخراج شده‌اند، پیش‌بینی شده است.

تحلیل رگرسیون روشی برای مدل‌سازی و تحلیل داده‌های عددی است. داده‌ها شامل مقدارهایی برای متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل هستند. هدف از تحلیل رگرسیون، بیان متغیر وابسته به شکل تابعی از متغیر(های) مستقل، ضرایب و مقادیر خطا است تا از این طریق، بتوان رفتار متغیر وابسته را در افق‌های زمانی آتی پیش‌بینی نمود. تحلیل‌های کلاسیک آماری همانند همبستگی و رگرسیون معمولی به‌دلیل ماهیت کل‌نگر، در آنالیز رابطه خطی میان متغیرهای مستقل و وابسته از دقت کافی برخوردار نبوده و از طرفی نسبت به عامل فضا و مکان بی‌توجه می‌باشند. در شرایطی که در آمار نوین به‌ویژه در حوزه شهر و مسائل مربوط به آن با داده‌هایی روبه‌رو هستیم که جنبه‌های مکانی و فضا در آن‌ها مطرح است (Soltani et al., 2010). بنابراین بی‌توجهی به عامل فضا ممکن است موجب تفسیرهای نادرست از روابط فضایی متغیرها شود. مسأله وابستگی فضایی، پدیده‌ای است که در داده‌های نمونه‌ای دارای عنصر مکانی روی می‌دهد. به‌طوری‌که وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک محل مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهدات دیگر در مکان‌های $i\neq j$ وابسته است. وابستگی می‌تواند بین چندین مشاهده رخ دهد به‌طوری‌که i می‌تواند هر مقداری از $i=1,\ldots,n$ را اختیار کند، چرا که انتظار می‌رود داده‌های نمونه‌ای مشاهده شده در یک نقطه از فضا به مقادیر مشاهده شده در مکان‌های دیگر وابسته باشد. به‌طور مثال پدیده بیکاری در مکانی مانند i تحت تأثیر صرفاً عوامل درون همان منطقه i نیست، بلکه عوامل دیگری تحت عنوان وابستگی فضایی که ناشی از مجاورت این منطقه با دیگر مناطق است و هم‌چنین بعد فاصله این منطقه با سایر مناطق بر پدیده بیکاری در منطقه i دخالت دارند که روش‌های آماری کلاسیک، توان شناسایی این گونه عوامل را نخواهند داشت (Moazen Jamshidi et al., 2011, p. 106).

روش رگرسیون وزن‌دار فضایی به‌عنوان شاخه‌ای جدید از تحلیل رگرسیون قادر به شناخت و بررسی روابط میان متغیرهاست، زمانی که تأکید بر داده‌های محلی و موقعیت رخداد متغیرها باشد. براساس مطالعات فوترینگام و همکاران، می‌توان گفت که مدل GWR روشی جدید برای مدل‌سازی فرآیندهای ناهمگن مکانی است. ناهمگنی مکانی بیان‌گر این است که در هر نقطه (مختصات جغرافیایی) رابطه‌ای متفاوت بین متغیر وابسته و مستقل به‌دلیل وابستگی پارامترها یا ضرایب مدل نسبت به مکان وجود دارد (Erfanian et al., 2013, p. 36). این روش بر این ایده استوار است که پارامترها یا ضرایب مدل را می‌توان در هر نقطه‌ای از فضا یا مکان مورد مطالعه برآورد کرد. برای برآورد پارامترهای مدل در هر نقطه از مشاهدات اطراف آن نقطه استفاده می‌شود که به مشاهدات نزدیک وزن بیش‌تر و به مشاهدات دورتر، وزن کم‌تری داده می‌شود.

در حالت کلی معادله یک رگرسیون خطی چند متغیره به‌صورت زیرخواهد بود: (Moazen Jamshidi et al., 2011; Brunsdon et al., 2009)

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_m X_{mi} + \varepsilon i \qquad i = 1 \ldots n$$ معادله (۱)

در این‌جا تخمین متغیر وابسته از میان ترکیب خطی متغیرهای مستقل به‌دست می‌آید. طبق برآوردکننده رگرسیون معمولی داریم؛

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$ معادله (۲)

β بردار پارامترهای تخمین‌زده شده، X ماتریس متغیرهای مستقل، Y بردار مقادیر مشاهده شده و $(X^T X)^{-1}$ معکوس ماتریس واریانس کواریانس است. در صورتی‌که اگر مؤلفه وزن مشاهدات در معادله رگرسیون وارد شود رابطه فوق به یک رابطه رگرسیون وزن‌دار فضایی تبدیل می‌شود.

$$\hat{\beta}= (X^T WX)^{-1} X^T WY$$ معادله (۳)

ایده اصلی رگرسیون وزن‌دار فضایی بر این اساس است که بررسی متغیرهای مستقل و وابسته در پهنه مورد مطالعه، در مکان‌هایی صورت می‌گیرد که موقعیت آن‌ها مشخص است. مشاهدات نزدیک‌تر به هر موقعیت، دارای وزن بیش‌تر و مشاهدات دورتر، دارای وزن کم‌تری هستند. اگرمجموعه‌ای از داده‌ها شامل یک متغیر وابسته m، y متغیر مستقل Xk, k=1…m در نظر گرفته شود و برای هر n مشاهده، سنجه‌ای از موقعیت این مشاهدات در یک سیستم مختصات مناسب در دسترس باشد، معادله رگرسیون وزن‌دار فضایی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$Y_i(u)= \beta_{0i}(u)+ \beta_{1i}(u)X_{1i}+ \beta_{2i}(u)X_{2i}+ \ldots+ \beta_{mi}(u)x_{mi}$$ معادله (۴)

نماد β_{0i} (u) نشان‌گر این است که پارامتر، ارتباطی را در اطراف موقعیت u توصیف می‌کند که مخصوص همین موقعیت است. تخمین در این مدل براساس WLS[۷] بوده با این توضیح که وزن‌ها در موقعیت u در ارتباط با سایر مشاهدات در گروه داده‌ها هستند.

$$\hat{\beta}(u)= (X^TW(u)X)^{-1} X^TW(u)Y$$ معادله (۵)

W(u) ماتریس مربع وزن برای موقعیت u، در پهنه مورد مطالعه است. $X^TW(u)$ ماتریس واریانس کواریانس وزن جغرافیایی است که برای به‌دست آوردن برآوردها باید معکوس شود و y بردار متغیر وابسته است. وزن‌های جغرافیایی در ماتریس W(u) بر روی قطر اصلی بوده و سایر درایه‌های ماتریس صفر هستند (Soltani et al., 2010).

ماتریس وزن تابع مختصات متریک u با استفاده از رابطه نمایی زیر قابل تخمین می‌باشد:

$$W_i(u)=e^{-0,5(di(u)/h)\hat{}2}$$

که W(u)، وزن جغرافیایی مشاهدات i در موقعیت مکانی u، di(u) اندازه فاصله مکانی بین مشاهدات i و h پهنای باند انتخابی بر حسب متر می‌باشد (Erfanian et al., 2013, p. 36).

به‌طور کلی تفاوت‌های بین آمار فضایی (متأثر از عامل فضا) و آمار کلی (بدون در نظر گرفتن موقعیت فضایی) را می‌توان به صورت جدول زیر بیان کرد که بر ویژگی‌های مثبت آمار فضایی تأکید می‌کند.

جدول ۱: تفاوت بین آمار فضایی و آمار کلی (بدون در نظر گرفتن موقعیت فضایی)

	فضایی	کلی
قابلیت پرداختن به جزئیات	جزئیات محلی از اطلاعات کلی	خلاصه کردن اطلاعات برای تمام سطح منطقه
ابعاد تجزیه و تحلیل	چند متغیره	تک متغیره و چند متغیره
قابلیت بیان و ترسیم	قابلیت بهتر ترسیم و بیان گرافیکی	ترسیم کلی
قابلیت سازگاری با GIS	سازگار با GIS و دارای توجیه مختصاتی	ناسازگار با GIS و فاقد توجیه مختصاتی
رویکرد تجزیه و تحلیل	تأکید بر تفاوت‌ها در سرتاسر فضا	تأکید بر شباهت‌ها در سرتاسر فضا
روش تجزیه و تحلیل	رگرسیون وزن‌دار فضایی	رگرسیون معمولی

(Soltani et al., 2010, p. 103)

برای مقایسه میزان اعتبار یا کارایی مدل‌های رگرسیونی چند متغیره از معیارهای زیر برای مقایسه نتایج آن ها استفاده می‌شود: (Erfanian et al., 2013, p. 37).

۳-۱- ضریب تعیین R^2

این ضریب میزان درصد واریانس متغیر وابسته که توسط متغیرهای مستقل تبیین می‌شود را بیان می‌کند. به عبارت دیگر با محاسبه این ضریب می‌توان گفت که چند درصد از کل واریانس Y (متغیر وابسته) توسط متغیرهای مستقل بیان می‌شود.

مقدار عددی این ضریب از ۱-۰ تغییر می‌کند. مقدار صفر یعنی استفاده از متغیرهای مستقل در برآورد متغیر وابسته هیچ نقشی ندارد و مقدار یک بیان‌گر تخمین ۱۰۰ درصد واریانس متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل می‌باشد.

۳-۲- روش معیار اطلاعات آکائیکه (AIC)

معیار اطلاعاتی آکائیکه، معیاری برای سنجش میزان کارایی نسبی است و نشان می‌دهد که استفاده از یک مدل آماری به چه میزان باعث از دست رفتن اطلاعات می‌شود. به عبارت دیگر، این مدل تعادلی بین دقت مدل و پیچیدگی آن برقرار می‌کند. براساس تحقیقات صورت گرفته، مقدار کم این معیار بیان‌گر این است که مقدار تخمین زده شده توسط مدل، به واقعیت زمینی نزدیک‌تر است. ذکر این نکته ضروری است که روش استانداردی برای انتخاب حد آستانه آکائیکه وجود ندارد. معادله تصحیح شده آکائیکه به‌صورت زیر می‌باشد:

$$AIC = 2k - 2h(L)$$

در این‌جا K، تعداد پارامتر مدل و L مقدار حداکثر درست نمایی می‌باشد.

۴. بررسی مفهوم و مؤلفه‌های مرتبط با تراکم ساختمانی

تراکم ساختمانی از جمله مباحث مهم شهرسازی و توسعه شهری است که جامعه شهری ایران را در سال‌های اخیر به شدت تحت تأثیر قرارداده است و به‌عنوان ابزاری برای مهار توسعه شهری و تعادل‌بخشی فضایی به آن مطرح شده است. برخورد انتزاعی به این ابزار، تبعات منفی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، کالبدی، زیست‌محیطی و حتی سیاسی - مدیریتی را همراه داشته است. با توجه به نقش و جایگاه تراکم ساختمانی در سازمان فضایی شهر، بررسی عوامل و معیارهای مؤثر بر آن ضروری می‌باشد (Shole, 2008). در تحقیقات و اسناد موجود، عوامل متعددی به‌عنوان مؤلفه‌های مؤثر بر تراکم ساختمانی مطرح شده‌اند که می‌توان آن‌ها را به‌طور کلی به دو بخش عوامل اجتماعی و اقتصادی تقسیم نمود. به‌عنوان مثال در تحقیق صورت گرفته توسط محمدمهدی عزیزی در مورد تحلیل رابطه بین مؤلفه‌های مرتبط با تراکم ساختمانی، به عواملی نظیر؛ قیمت زمین، تراکم جمعیتی، تعداد طبقات، تعداد واحدها، ترافیک و غیره اشاره شده است. و یا از نظر سراب مشهودی این عوامل شامل؛ تراکم جمعیتی، دسترسی و آمد و شد، عوامل شهرسازانه، بصری، زیبایی‌شناسی، دسترسی به خدمات، عوامل اقتصادی مانند قیمت زمین و درآمد سالانه خانوار و غیره می‌شود.
به‌منظور سهولت در شناخت عوامل مؤثر بر تراکم ساختمانی، این مؤلفه‌ها از دید صاحب‌نظران مختلف بیان شده است (جدول ۲).

جدول۲: مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی مرتبط با تراکم ساختمانی از دید صاحب‌نظران مختلف

مؤلفه‌های مرتبط با تراکم ساختمانی
تعداد واحد، مساحت بلوک شهری، قیمت زمین، سطح اشغال، تعداد طبقات، ترافیک، داشتن پیلوتی، استحکام سازه‌ای، تراکم جمعیتی، تعامل اجتماعی، امنیت اجتماعی، طبقه اجتماعی، اقتصاد خانوار، عوامل فضایی و محیطی (مانند: توزیع فضایی جمعیت در سطح یک کشور)، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، فاصله تا مرکز اقتصادی شهر، فاصله تا مراکز ناحیه‌ای (Azizi, 1997; Azizi & Arasteh, 2011)
تراکم جمعیتی، دسترسی و آمد و شد، عوامل شهرسازانه، بصری، زیبایی‌شناسی، دسترسی به خدمات، عوامل اقتصادی مانند: قیمت زمین و درآمد سالانه خانوار، سرانه زیربنا، عرض معبر همجوار، طول قطعه، سطح اشغال بنا (Mashhoudi, 2010)
تراکم جمعیتی، وضعیت سواد افراد، قیمت زمین (Soltani et al., 2010)
تراکم جمعیتی، تعداد طبقات، تعداد واحدها، بار ترافیک تولید شده، ظرفیت شبکه سواره (Adabkhah et al., 2003)
قیمت زمین، تراکم جمعیتی، مسیرهای ترافیک، تعداد طبقات، درآمد خانوار (Wu, 2002)
سودآوری اقتصادی، تراکم جمعیتی، حمل‌ونقل، دسترسی به خدمات، زیرساخت‌های شهری، عدالت اجتماعی، کیفیت محیط زیست، ترافیک (Ghadami & Newman, 2017)
تنوع عملکردی (فعالیت‌ها)، کاربری زمین (Cao et al., 2016)

در مقاله حاضر عوامل شامل موارد زیر می‌باشد:
۱- تراکم جمعیتی: منظور تراکم جمعیتی مسکونی می‌باشد.
۲- نسبت ناخالص افراد باسواد: حاصل تقسیم افراد باسواد محله به کل جمعیت محله
۳- نسبت ناخالص افراد بی‌سواد: حاصل تقسیم افراد بی سواد محله به کل جمعیت محله
۴- قیمت زمین: این متغیر شامل قیمت ۱۳۹۴زمین مسکونی منطقه ۱۲ شهرداری تهران می‌باشد.
۵- مساحت بلوک شهری
۶- تعداد طبقات: میانگین تعداد طبقات ساختمان‌های هر بلوک

۷- امنیت اجتماعی: با توجه به برداشت‌های میدانی از محله و در نظر گرفتن عواملی مثل بررسی بلوک‌های نزدیک به محله هرندی (ناامن)، قدمت ساختمان‌ها (مخروبه، نوساز و در حال ساخت و غیره)؛ امنیت بلوک‌ها با استفاده از طیف لیکرت دسته‌بندی شده است.

به‌عنوان متغیرهای مستقل و عامل تراکم ساختمانی (حاصل تقسیم زیر بنای ساختمانی احداث شده بر کل مساحت قطعه تفکیکی) به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند. متغیرهای مستقل تحقیق، به‌دلایل زیر از بین مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی مطرح شده (جدول ۲) به‌منظور بررسی در محله تختی انتخاب شدند؛

الف) در دسترس بودن اطلاعات لازم از اسناد و داده‌های آماری موجود با دقت مورد نظر

ب) تشابه بین متغیرهای انتخابی از نظر مقیاس و واحدهای برداشت آماری

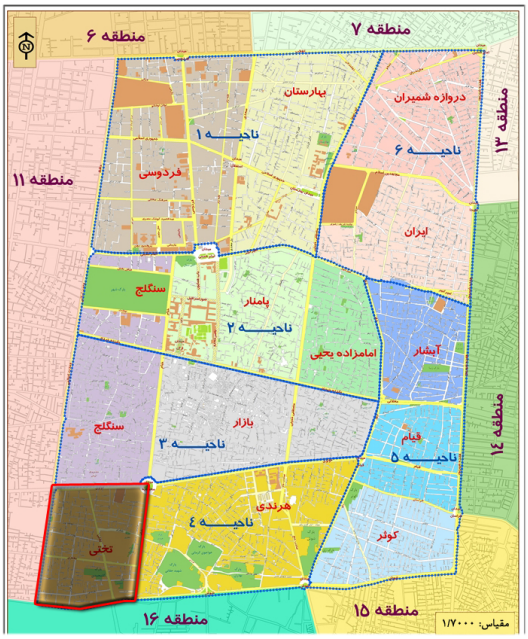
ج) بررسی‌های صورت گرفته در زمینه بیش‌ترین تأثیر بر تراکم ساختمانی با روش‌هایی مانند تحلیل عاملی و غیره.

د) بررسی عواملی که تاکنون با استفاده از رگرسیون وزن‌دار فضایی بررسی نشده‌اند؛ مانند: مساحت بلوک شهری، امنیت اجتماعی و غیره.

۵. معرفی محدوده مورد مطالعه و روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

تهران، بزرگ ترین شهر و پایتخت کشور ایران با جمعیت بالغ بر ۸ میلیون نفر و مساحت بیش از ۷۰۰ کیلومترمربع است؛ که به همراه توابع خود (استان تهران)، جمعیتی بیش از ۱۳ میلیون نفر و مساحتی درحدود ۱۹۰۰۰ کیلومترمربع دارد. تراکم جمعیت در تهران یازده هزار نفر در هر کیلومتر مربع برآورد می‌شود که بنابر آمار موجود، این شهر شانزدهمین شهر پرتراکم جهان است. منطقه ۱۲ شهرداری با وسعت ۱۶۰۰ هکتار (۳/۲ درصد محدوده تهران)، بیش از سه چهارم تهران ناصری (مرکز تاریخی تهران) را پوشش می‌دهد. این منطقه از شمال به مناطق ۶ و ۷ (خیابان انقلاب)، از شرق به مناطق ۱۳ و ۱۴ (خیابان ۱۷ شهریور)، از جنوب به مناطق ۱۵ و ۱۶ (خیابان شوش) و از غرب به منطقه ۱۱ (خیابان حافظ و وحدت اسلامی) محدود می‌شود. منطقه ۱۲ شهرداری تهران، شامل شش ناحیه و ۱۳ محله است. محله تختی واقع در ناحیه چهار منطقه ۱۲ شهرداری می‌باشد (شکل۱)، که یکی از محله‌های قدیمی تهران است که از شمال به خیابان مولوی، از جنوب به خیابان شوش، از غرب به خیابان وحدت اسلامی و از شرق به خیابان خیام محدود می‌شود. نام قدیم این محله خانی‌آباد بوده که بعد از انقلاب به‌خاطر سکونت جهان پهلوان تختی در محله، به نام تختی نام‌گذاری می‌شود (www.region12.tehran.ir).

شکل ۱: موقعیت محله تختی در ناحیه چهار منطقه ۱۲ شهرداری تهران



(www.region12.tehran.ir)

۶. تجزیه و تحلیل داده‌ها

در تحقیق حاضر به‌منظور برآورد متغیر وابسته (تراکم ساختمانی) از روش رگرسیون وزن‌دار فضایی استفاده شده است. هم‌چنین به‌منظور بررسی کارایی مدل رگرسیون از معیارهایی نظیر ضریب تعیین (R^2) و روش معیار اطلاعات آکائیکه

(AIC) استفاده شده است. تجزیه و تحلیل داده ها نیز با استفاده از نرم‌افزار رگرسیون وزن‌دار فضایی نسخه۴، (4GWR) انجام گرفته است، خروجی حاصل به‌صورت فایل Arc Info و یا جدول اطلاعات با فرمت CSV می‌باشد. به‌منظور بررسی روابط بین متغیرهای مستقل و متغیر تراکم ساختمانی، متغیرها به‌صورت زیر در نظر گرفته شده‌اند (جدول ۳).

جدول ۳: متغیرهای مستقل و وابسته مورد بررسی در سطح محله

متغیرها	توصیف	
متغیر وابسته		
FAR	تراکم ساختمانی	
متغیرهای مستقل		میانگین
Density	تراکم جمعیتی	۰,۰۳۱
Price	قیمت زمین	۳,۵-۲,۳ میلیون
D_Edu	نسبت ناخالص افراد باسواد	۰,۷۸
D_NEdu	نسبت ناخالص افراد بی سواد	۰,۱۱
Area	مساحت بلوک شهری	۸۵۰۳,۱۳
Floor	تعداد طبقات	۲,۴۵
Security	امنیت اجتماعی	-

همان‌طور که در مراحل رگرسیون بیان شد، معادله مرحله (۱) یعنی معادله رگرسیون خطی چند متغیره مربوط به محدوده بررسی به شرح زیر می‌باشد:

معادله (۱)

$$i= 1\ldots n \quad FAR=B+ B*Density+ B*Price+ B*D_Edu+ B*D_Nedue+ B* Area+ B* Floor+ B* Security+ e$$

با جای‌گذاری عامل وزن مکان معادله نهایی به‌صورت زیر می‌باشد که توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود؛

معادله نهایی

$$i=1\ldots n$$

$$FAR= B (Xi, Yi)+ B (Xi,Yi)*Density+ B (Xi,Yi)*Price+ B (Xi,Yi)*D_Edu+ B (Xi,Yi)*D_Nedue+ B (Xi,Yi)* Area+ B (Xi,Yi)* Floor+ B (Xi,Yi)* Security+ e$$

جدول زیر نتایج حاصل از رویکرد رگرسیون وزن‌دار فضایی برای متغیر تراکم ساختمانی می‌باشد؛

جدول ۴: نتایج حاصل از رویکرد رگرسیون وزن‌دار فضایی برای متغیر تراکم ساختمانی

پارامترهای مدل	
مجموع مربعات باقی مانده	۱,۵۱۳۳۴۰
معیار آکائیکه (AICc)	-۶۷,۶۵۴۱۶۲
سیگما	۰,۱۴
ضریب تعیین	۰,۴۵
ضریب تعیین تعدیل شده	۰,۳۸

همان‌طور که در بخش معرفی مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی بیان شد، مقدار منفی و کم آکائیکه بیان‌گر نزدیکی بیش‌تر به واقعیت می‌باشد و میزان نزدیک به یک ضریب تعیین بیان‌گر دقت بالاتر و خطای کم‌تر در تحلیل رگرسیون وزن‌دار فضایی می‌باشد. هم‌چنین میزان کم سیگما که شاخص انحراف معیار باقی‌مانده‌ها بیان می‌شود، بیان‌گر دقت بالای مدل است. نقشه‌های حاصل از روش رگرسیون وزن‌دار فضایی برای متغیر تراکم ساختمانی در زیر نمایش داده شده است:

الف) نقشه ضریب پارامتر نسبت ناخالص افراد باسواد در مدل‌سازی تراکم ساختمانی

ب) نقشه ضریب پارامتر نسبت ناخالص افراد بی‌سواد در مدل‌سازی تراکم ساختمانی

ج) نقشه ضریب پارامتر تراکم جمعیتی در مدل‌سازی تراکم ساختمانی

د) نقشه ضریب پارامتر قیمت زمین در مدل‌سازی تراکم ساختمانی

ه) نقشه ضریب پارامتر مساحت بلوک شهری در مدل‌سازی تراکم ساختمانی
و) نقشه ضریب پارامتر تعداد طبقات در مدل‌سازی تراکم ساختمانی
ز) نقشه ضریب پارامتر امنیت اجتماعی در مدل‌سازی تراکم ساختمانی
ح) نقشه مجذور ضریب تعیین در مدل‌سازی تراکم ساختمانی
شایان ذکر است که متغیر توصیف کننده مکان، مختصات کارتزین مرکز ثقل بلوک‌ها در محله در نظر گرفته شده است.

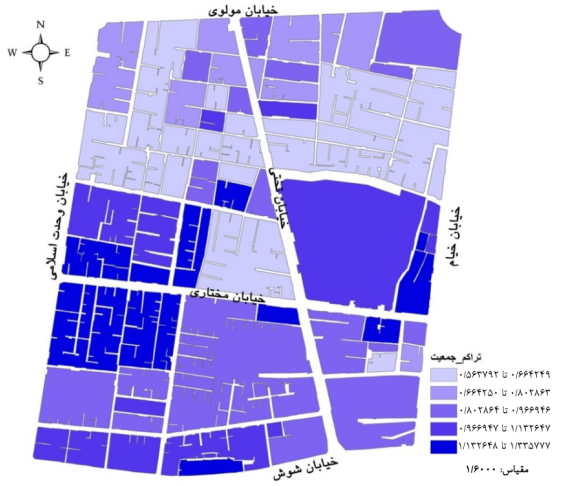
شکل ۲: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر نسبت ناخالص افراد باسواد

در شکل ۲، چگونگی پخشایش ضریب پارامتر نسبت ناخالص افراد باسواد را در مدل‌سازی تراکم ساختمانی نشان می‌دهد. به این صورت که تراکم ساختمانی توسط نسبت ناخالص افراد باسواد در شمال محله تختی بهتر مدل می‌شود. به عبارتی دیگر نسبت ناخالص افراد باسواد در نقاط تیره‌تر در تغییرات تراکم ساختمانی مؤثرتر می‌باشد.

شکل ۳: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر نسبت ناخالص افراد بی‌سواد

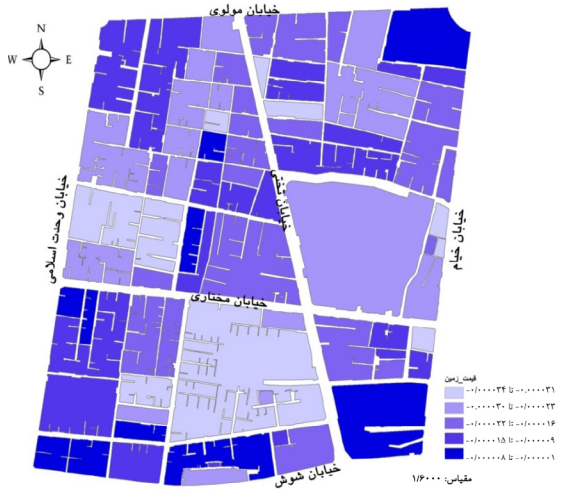
شکل۳، میزان تأثیرپذیری تراکم ساختمانی از پارامتر نسبت ناخالص افراد بی سواد بعد از مدل سازی را نشان می‌دهد؛ و بیان‌گر این نکته است که نسبت ناخالص افراد بی‌سواد در قسمت جنوبی محله (نقاط تیره‌تر) در تغییرات تراکم ساختمانی مؤثرتر می‌باشد.

شکل ۴: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر تراکم جمعیتی



شکل۴، بیان‌گر این نکته است که تراکم جمعیتی در مکان‌های تیره‌تر (مرکز و جنوب محله تختی) در تغییرات تراکم ساختمانی مؤثرتر می‌باشد.

شکل ۵: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر قیمت زمین

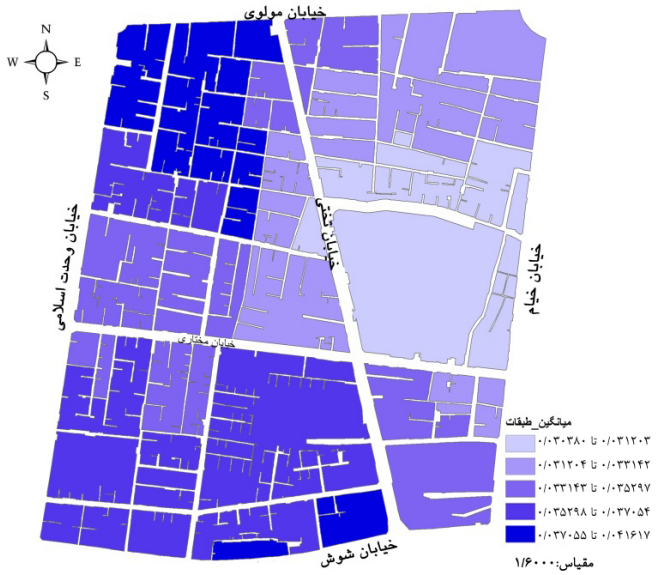


شکل ۵، میزان تأثیرپذیری تراکم ساختمانی از پارامتر قیمت زمین بعد از مدل‌سازی را نشان می‌دهد؛ که در قسمت‌های تیره‌تر، قیمت زمین در تغییرات تراکم ساختمانی مؤثرتر می‌باشد.

شکل ۶: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر مساحت بلوک شهری

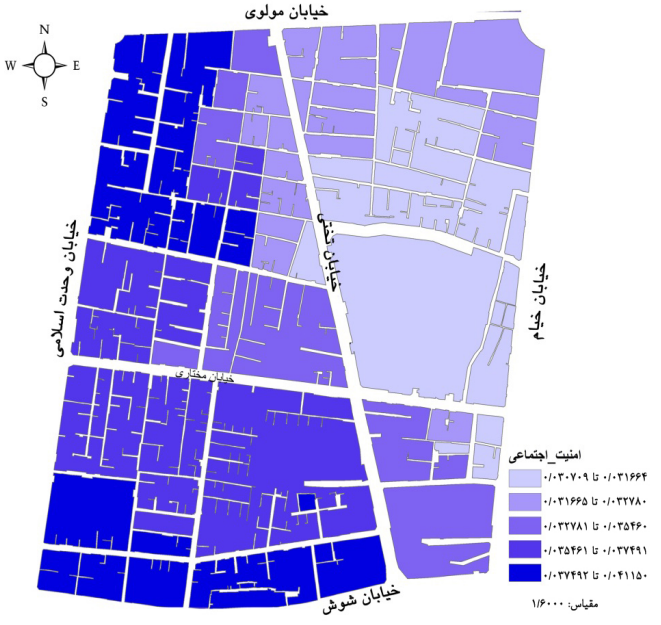
شکل ۶، میزان تأثیرپذیری تراکم ساختمانی از پارامتر مساحت بلوک شهری بعد از مدل‌سازی را نشان می‌دهد؛ و بیان‌گر این نکته است که مساحت بلوک شهری در نقاط تیره‌تر در تغییرات تراکم ساختمانی مؤثرتر می‌باشد. از طرفی مشاهده می‌شود که با افزایش مساحت بلوک شهری، از تراکم ساختمانی کاسته شده است.

شکل ۷: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر تعداد طبقات



شکل ۷ میزان تأثیرگذاری متغیر تعداد طبقات را در مدل‌سازی تراکم ساختمانی نشان می‌دهد؛ به‌طوری‌که تراکم ساختمانی در شمال غرب و تا حدودی جنوب‌شرقی از تعداد طبقات تبعیت می‌کند.

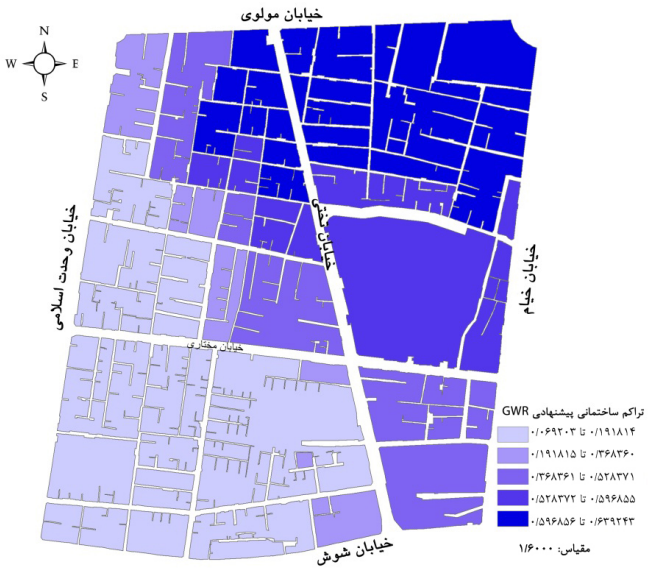
شکل ۸: نقشه خروجی حاصل از مدل GWR برای متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر امنیت اجتماعی



شکل ۸ بیان‌گر این است که امنیت اجتماعی در تغییرات تراکم ساختمانی لبه غربی خیابان تختی مؤثرتر است.

شکل ۹: مقایسه نقشه تراکم ساختمانی پیشنهادی شهرداری ناحیه ۱۲ شهرداری با استفاده از GIS در مقایسه با نقشه خروجی حاصل از مدل GWR

(الف)



(ب)

شکل ۹ (الف)، بیان‌گر تراکم ساختمانی پیشنهادی خروجی GIS برای محله تختی است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نقشه به‌دست آمده بدون در نظر گرفتن عوامل مؤثر در تراکم ساختمانی و از همه مهم‌تر عامل مکان می‌باشد که بر این اساس پراکندگی تراکم ساختمانی پیشنهادی بی‌توجه نسبت به عامل مکان شکل گرفته که همین امر می‌تواند منجربه خطا در تصمیم‌گیری‌های آتی برنامه‌ریزان و متخصصان شود؛ در حالی‌که شکل ۹ (ب)، بیان‌گر چگونگی مدل شدن تراکم ساختمانی توسط متغیرهای مستقل استفاده شده با استفاده از مدل GWR می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، این مدل با در نظر گرفتن عامل مکان به‌خوبی مشخص می‌کند که تا چه اندازه میزان تأثیرپذیری مؤلفه وابسته مورد نظر که در این‌جا تراکم ساختمانی می‌باشد متأثر از مؤلفه‌های مستقل در نظرگرفته شده است. به‌عنوان مثال براساس شکل ۹ (ب) عوامل مورد بررسی مانند: قیمت زمین، نسبت ناخالص افراد با سواد و بی‌سواد، تراکم جعیتی، مساحت بلوک شهری، تعداد طبقات و امنیت اجتماعی در مختصات جغرافیایی شمال و شرق محله تأثیر بیش‌تری بر مؤلفه تراکم ساختمانی دارند. در نقشه‌های خروجی حاصل از مدل، ضرایب رگرسیون برای هر بلوک مشخص بوده و به همین دلیل، باعث کاهش خطا در تصمیمات و برنامه‌ریزی‌های آینده می‌شود.

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همان‌طور که ملاحظه شد، تحلیل با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار فضایی، به این تحقیق فرصت شناخت و تحلیل رابطه میان تراکم ساختمانی (F.A.R) با مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی در محله تختی منطقه ۱۲ شهرداری شهر تهران را داده است. هم‌چنین در جهت ارزیابی دقت و صحت روش‌های پیش‌بینی تراکم ساختمانی، نقشه تراکم ساختمانی پیشنهادی شهرداری ناحیه ۱۲ شهرداری با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS (بدون توجه به عامل فضا) با نقشه خروجی حاصل از مدل GWR مقایسه شد. نقشه‌های حاصل از این تحقیق، بیان‌گر میزان تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای مستقل مورد بررسی مانند: قیمت زمین، نسبت ناخالص افراد با سواد و بی‌سواد، تراکم جعیتی، مساحت بلوک شهری، تعداد طبقات و امنیت اجتماعی در مختصات جغرافیایی مختلف در سطح محله می‌باشد. به عبارتی بیان‌گر میزان تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها بر تراکم ساختمانی در مکان‌های مختلف می‌باشد، که با در نظر گرفتن عامل مکان این تأثیر کم‌تر و یا بیش‌تر می‌شود. همان‌طور که در نقشه‌های خروجی مشاهده شد، تراکم ساختمانی با تراکم جمعیتی رابطه مستقیم دارد و هم‌چنین بین متغیر تراکم ساختمانی و قیمت زمین رابطه مستقیم وجود دارد؛ به این صورت که با افزایش قیمت زمین، تراکم ساختمانی نیز افزایش می‌یابد و با توجه به مکان‌مند بودن نقشه‌ها این تأثیر به تفکیک در بلوک‌های مورد مطالعه قابل مشاهده است. بین متغیر تراکم ساختمانی و امنیت اجتماعی رابطه مستقیم وجود دارد به این صورت که در بلوک‌های لبه شمالی محله، امنیت اجتماعی کم است و تراکم ساختمانی نیز کاهش می‌یابد. هم‌چنین تراکم ساختمانی در محله تختی اثر معکوسی بر مساحت بلوک شهری دارد؛ با توجه به این‌که متوسط مساحت بلوک‌های شهری از شمال به جنوب افزایش می‌یابد می‌توان گفت که تراکم ساختمانی از شمال به جنوب کاهش می‌یابد.

غالب مطالعات خارج از ایران که در پیشینه تحقیق نیز به آن‌ها اشاره شد، در استفاده از مدل GWR، علی‌رغم استفاده بسیار از مدل و در نتیجه دقت بالاتر نقشه‌های خروجی، اکثراً به بررسی رابطه بین مؤلفه‌های محیطی و کالبدی و به‌ویژه تغییرات کاربری زمین پرداخته‌اند و می‌توان گفت نقش ابعاد اجتماعی و اقتصادی در این دسته از تحقیقات کم‌رنگ‌تر است. به عنوان نمونه در مطالعات انجام شده بر روی دره کاتماندو (نپال) و هم‌چنین بررسی رشد شهری در چین، متغیرهای مستقل شامل میانگین فاصله تا راه‌ها و مراکز، مساحت زمین، میانگین شیب، تراکم زمین و غیره در نظرگرفته شده‌اند که غالباً از نوع فیزیکی و کالبدی می‌باشند؛ یا در مطالعه صورت گرفته بر روی ساختار فضایی شهری با استفاده از رگرسیون وزن‌دار فضایی در شهر سانگای پتنی در مالزی، تعداد ۲۰ متغیر نظیر دسترسی، مجاورت، کاربری و غیره مورد ارزیابی قرار گرفت که اکثر آن‌ها نیز به بعد فیزیکی و کالبدی ختم می‌شوند. اما همان‌طور که مشاهده شد سیر مطالعات انجام شده در ایران به‌ویژه در دهه اخیر در رابطه با تراکم ساختمانی و روش ارزیابی آن، گاهاً به جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی توجه داشته است و غالباً با روش‌های کلاسیک آماری به بررسی رابطه بین مؤلفه‌ها پرداخته است. در تحقیق عزیزی و معینی، سال ۱۳۹۰ در راستای تعیین رابطه تراکم ساختمانی و کیفیت محیطی، بعد کیفیت به‌عنوان یک متغیر غیرکالبدی دیده شده است و در رابطه با تراکم ساختمانی مورد تأکید قرار گرفته است. در نهایت خروجی آن با استفاده از تحلیل عاملی، و ماتریس همبستگی و استفاده از نرم‌افزار Arc GIS، در قالب نقشه‌هایی ارائه شده است؛ که با توجه به ماهیت کل‌نگر و محدود به آنالیز رابطه خطی نقشه‌های حاصل از نرم‌افزار Arc GIS، و از همه مهم‌تر در نظر نگرفتن عامل مکان، نقشه‌های حاصل برای اجرایی بودن دقت کافی را ندارند. در تحقیق دیگر نیز که توسط ضمیری، در سال ۱۳۹۵ به بررسی رابطه بین متغیر قیمت زمین و تراکم ساختمانی در دو محله بجنورد پرداخته شده نیز مشاهده می‌شود که در نهایت خروجی محدود به نقشه ای با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS می‌شود و از دقت کافی برخوردار نیست. اما در مورد مطالعه‌ای که توسط سلطانی و همکاران در سال ۱۳۸۹ انجام پذیرفت؛ در بررسی روابط بین متغیرهای فضایی در یک پهنه شهری، در انتخاب متغیرهای مستقل فقط عوامل اجتماعی و اقتصادی دیده شده است و هم‌چنین پهنه مورد مطالعه نسبتاً وسیع در نظر گرفته شده است که از لحاظ افزایش دقت و کارایی مدل، کافی نمی‌باشد؛ در حالی‌که خروجی در قالب نقشه‌هایی ارائه شده است که به‌دلیل توجه به عامل مکان و استفاده از روش GWR، از دقت و اطمینان بالاتری برخوردار می‌باشد.

می‌توان چنین نتیجه گرفت که تحقیقات قبلی بیش‌تر محدود به ارائه نقشه‌هایی از تراکم ساختمانی می‌شوند که بسیار کل‌نگر بوده و محدود به آنالیز رابطه خطی میان متغیرهای مستقل و وابسته است در حالی‌که نقشه‌های حاصل از مدل پیشنهادی این تحقیق با در نظر گرفتن جنبه های مکانی داده‌ها از دقت و نزدیکی بیش‌تر به واقعیت برخوردار است و در نتیجه قابلیت اطمینان بیش‌تری دارد، لذا لزوم توجه به درک و تحلیل دقیق‌تر پدیده‌های شهری متأثر از عامل فضا در برنامه‌ریزی و طراحی شهری را ضروری می‌نماید. هم‌چنین در این تحقیق سعی شد در جهت افزایش دقت و کارایی مدل، پهنه مورد مطالعه در نواحی کوچک‌تر و در سطح محله در نظر گرفته شود و نیز از تعداد متغیرهای مستقل بیش‌تر و متغیرهایی که تاکنون از طریق رگرسیون وزن‌دار فضایی بررسی نشده‌اند؛ مانند: مساحت بلوک شهری، امنیت اجتماعی و غیره استفاده شود. در پایان با توجه به تحلیل یافته‌ها به‌منظور پیش‌بینی متغیرهای مؤثر بر تراکم ساختمانی با تأکید بر بعد مکان پیشنهاداتی ارائه شده است:

- اولویت‌بخشی به فعالیت‌های برنامه‌ریزی شهری براساس استفاده بیش‌تر از تحقیقات مبتنی بر بعد مکان که از خطای کم‌تری برخوردار است و در نتیجه منجربه ارائه تحلیل‌ها و نتایج دقیق‌تری می‌شود.
- ارائه ضوابط تراکم ساختمانی در راستای ارتقاء امنیت اجتماعی در لبه شرقی خیابان تختی با توجه به نقشه حاصل از رابطه تراکم ساختمانی و متغیر امنیت اجتماعی.
- افزایش تعداد متغیرهای مستقل بیشتر در جهت افزایش دقت و کارایی مدل.
- ضرورت برآورد اقتصادی مکان‌یابی پروژه‌های پیشنهادی و یا تغییر کاربری اراضی در محورهای اصلی محله تختی با توجه به نقشه خروجی رگرسیون وزن‌دار فضایی که بیان‌گر رابطه بالای بین متغیر تراکم ساختمانی و پارامتر قیمت زمین در این محورها می‌باشد.

پی‌نوشت

1. Floor Area Ratio
2. Geographically Weighted Regression

۳. در صحبت‌های رایج می‌توان بین دو نوع استفاده از لغت «فضا» تمایز قایل شد؛ اول فضا به‌عنوان یک هندسه سه بعدی و دوم فضا به‌عنوان یک زمینه ادراکی یا جو ادراک شده (Ayvazyan & Meiss, 2004). «فضا» در تقسیم‌بندی این تحقیق در معنای اول است؛ یعنی از عناصری فیزیکی تشکیل‌یافته و دارای کالبد می‌باشد که این عناصر فیزیکی در یک نظام سه بعدی با یک‌دیگر مرتبط شده‌اند.

4. Fotheringham
5. Brunsdon
6. Charlton
7. Weighted Least Squares

References

- Adabkhah, M., Pourjafar, M., & Taghvaei, A. (2003). The Study of the Floor Area Ratio and the Proposed Model of F.A.R Determination According to the Road Network. *Honar-Ha-Ye-Ziba Journal*, 13, 16-31.
- Azizi, M. (1997). Concentration in Urban Designs, A Theoretical View in Identifying Factors and Results. *HONAR-HA-YE-ZIBA Journal*, 2, 24-32.
- Azizi, M., & Arasteh, M. (2011). Explaining Concept of Urban Sprawl based on and Floor Area Ratio. *Hoviat-shahr Journal*, 8, 5-15.
- Azizi, M., & Moeini, M. (2010). Analysis of the Relationship between Environmental Quality and Floor Area Ratio. *HONAR-HA-YE-ZIBA Journal*, 45, 5-16.
- Brunsdon, CH., Grose, D., & Harris, R. (2009). *Introduction to Geographically Weighted Regression (GWR) and to Grid Enabled GWR*. Lancaster University.
- Cao, G., Shi, Q., & Liu, T. (2016). An Integrated Model of Urban Spatial Structure: Insights from the Distribution of Floor Area Ratio in a Chinese City. *Applied Geography*, 75, 116-126.
- Erfanian, M., HosseinKhah, M., & Alijanpour, A. (2013). Introduction to Multivariate Regression Methods of OLS and GWR in Spatial Modeling of Land Use Effects on Water Quality. *Scientific and Review Journal of Watershed Management*, 1, 33-39.
- Ghadami, M., & Newman, P. (2017). *Spatial Consequences of Urban Densification Policy: Floor-to-area Ratio Policy in Tehran*. Iran Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 1-22.
- Hedman, R., & Jaszewski, A. (1991). *Fundamentals of Urban Design*. (R. Rezazadeh, & M. Abbaszadegan, Trans.). Science and Technology University, Tehran.
- Mashhoudi, S. (2010). *Building & Urban Congestion in Cities*. Tehran: Mazinani Publisher.
- Meiss, P., & Ayvazyan, S. (2004). *De la Forme au Lieu = Elements of Architecture: from Form to Place*. Tehran University.
- Moazen Jamshidi, H., Moghimi, M., & Akbari, N. (2011). The Analysis of the Effect of Government Size on HDI in OIC Countries: GWR Approach. *Urban- Regional Studies and Research Journal*, 8, 95-116.
- Official Municipality Portal of the 12th District of Tehran. (2018). *District 12 of Tehran*. Available at www.region12.tehran.ir.
- Shole, M. (2008). Explaining Concept of Congestion as a Means of Urbanization in Housing Designs. *Urban Management Journal*, 21, 35-45.
- Soltani, A., Ahmadian, A., & Esmaeli Ayuki, Y. (2010). Application of Spatial Weight Regression Model in Investigating Relationships between Space Variables in Urban Area. *Armanshahr Architecture & Urban Planning Journal*, 4, 99-110.
- Wu, Y. (2002). *Density, Floor Area Ratio and the Newly Developing Residential Districts in Urban Shanghai*. A Thesis Presented for the Degree of Doctor of Design Program, Graduate School of Design Harvard University Cambridge.