

## سنجش مکانی-زمانی فرم فضایی شهر ارومیه با تأکید بر شاخص‌های تراکم شهری\*

منیره عمرانی- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل، ایران  
محمدتقی معصومی\*\* - استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، اردبیل، ایران  
حسین نظم‌فر- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تأیید مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۲۹

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۷

### چکیده

تراکم از مباحث کلیدی مطالعات شهری و از مهم‌ترین عناصر شناسایی فرم شهر است که پایش تغییرات آن در ترسیم وضعیت کالبدی-اجتماعی و تحلیل روند تحولات شهر اهمیت دارد. هدف پژوهش حاضر ارزیابی روند تغییرات و نحوه توزیع فضایی-زمانی شاخص‌های تراکم شهری ارومیه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ با استفاده از روش‌های آماری است. جامعه آماری مناطق پنج‌گانه شهر ارومیه است. نتایج پژوهش نشان‌دهنده افزایش مقادیر همه شاخص‌های مدنظر و ناهمگنی در توزیع است؛ به طوری که محدوده جنوبی شهر تراکم ساختمانی و سرانه زیربنای بالا و شمال شهر تراکم جمعیتی بالا و سرانه زیربنای پایینی دارد. ضریب موران شاخص‌ها از الگوی تصادفی و پراکندگی به خوشه‌ای حرکت کرده است. بیشترین تغییر نیز به سرانه خالص مسکونی با افزایش ضریب  $+0.4$  در سال ۱۳۷۵ به  $+0.4$  در سال ۱۳۹۵ مربوط است. ضریب گری نیز با کاهش و فشردگی همراه بوده است و بیشترین فشردگی در جمعیت، واحد مسکونی و زیربنا به میزان  $1/28$  تا  $0.82$  واحد و کمترین فشردگی در مساحت با کاهش  $0.15$  واحد است. در ضریب ویلبامسون بیشترین نابرابری در مساحت، جمعیت تعداد خانوار و زیربناست و بقیه شاخص‌ها توزیع متعادل‌تری دارند. آنتروپی متغیرهای مساحت با افزایش ضریب به  $1/57$  و  $0.97$  بیانگر الگوی پراکنش است. در تراکم مسکونی نیز FAR و تراکم ساختمانی با ضرایب کمتر از  $0.5$  نشان‌دهنده قطبیت و تعادل‌نداشتن در توزیع است. به طور کلی با وجود متعادل‌شدن توزیع و حرکت شاخص‌ها به سمت فشردگی محدود، شهر با افزایش نابرابری و توزیع قطبی در شاخص‌های تراکم ساختمانی و سرانه زیربنا در منطقه ۱ و ۵ و شاخص جمعیتی در منطقه ۲ مواجه است. تحول ساختار شهر در دهه گذشته نیز موجب قطبی‌تر شدن ساختار فضایی شهر از نظر جمعیتی و ساختمانی و افزایش نابرابری شده است. همچنین منطقه ۵ با بیشترین نابرابری در توزیع شاخص‌ها مواجه بوده و نامتعادل‌تر است.

واژه‌های کلیدی: تراکم، توزیع فضایی، شهر ارومیه، مدل‌های آماری.

\* این مقاله برگرفته از رساله دکتری منیره عمرانی با عنوان «کاربست مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه‌بندی ظرفیت بارگذاری تراکم ساختمانی و ارائه الگوی مطلوب آن (مطالعه موردی: شهر ارومیه)» به راهنمایی دکتر معصومی در دانشکده علوم انسانی و گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل است.

## مقدمه

تراکم مفهومی پیچیده و چندبعدی است که اثر تعیین‌کننده‌ای بر همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و سیاسی شهر دارد و یکی از مهم‌ترین عناصر شناسایی فرم شهر به‌شمار می‌رود. تمرکز برنامه‌ریزی شهری بیشتر در زمینه توزیع فضایی جمعیت، کاربری، سرمایه‌گذاری و انواع منابع است. بیشتر مطالعات نیز توجه کمتری به مطالعه نوع سوم تراکم یعنی تراکم بافت فیزیکی دارند (Wang et al., 2013: 2). بررسی و تحلیل تراکم شهری، راهی مفید برای مطالعه و شناخت نظام توزیع جمعیت و فعالیت است. این موضوع، به‌ویژه در کلان‌شهرهای کشور که رشد شتابان و بدون برنامه دارند، اهمیت بیشتری می‌یابد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰۰). علاوه‌براین، بررسی تغییرات تراکم در شهرها ما را به شواهدی از دگرگونی جهان واقعی رهنمون می‌کند و تغییرات شهر را در مقیاس بیشتری از روند توسعه و تحول آن نشان می‌دهد (Bunting et al., 2002: 2533). همچنین با توجه به رابطه متقابل تراکم و سرانه‌های سکونتی، بررسی هم‌زمان تغییرات شاخص‌های فضایی با شاخص‌های تراکم، هم به درک بهتر تأثیرات تغییرات تراکم کمک می‌کند و هم تصویری از کیفیت سکونت و محیط شهری و روند آن‌ها به‌دست می‌دهد (معصوم‌نیا و برک‌پور، ۱۳۹۳: ۷۶). هم‌زمان با ویژگی‌های تغییر در شاخص‌های تراکم، چگونگی توزیع این شاخص‌ها و توازن در پخشایش جمعیت بسیار مهم و تعیین‌کننده است؛ زیرا همگنی و توازن در پخشایش تراکم از جمله شروط مهم در توزیع مناسب خدمات و زیرساخت‌های شهری است (قربانی، ۱۳۸۴: ۱۳۵).

شهر ارومیه یکی از کلان‌شهرهای کشور و دهمین شهر پرجمعیت کشور (سازمان آمار کشور، ۱۳۹۵) با سابقه تهبه و اجرای سه طرح جامع و دو طرح تفصیلی، در سال‌های اخیر با رشد فیزیکی گسترده و افزایش محدوده‌های ساخت‌وساز به‌صورت رسمی و غیررسمی مواجه بوده است. همچنین روند گسترش کالبدی کم‌تراکم شهر به زمین‌های کشاورزی اطراف و نبود تعادل در میزان بارگذاری تراکمی مناطق مختلف شهری، موجب گسستگی بافت شهری، رشد شهری پراکنده، نابسامانی سیمای شهر، کمبود موضعی زمین و مسکن، ازدحام رفت‌وآمد شهری (تراکم ترافیک به‌ویژه در مرکز شهر)، مخاطرات زیست‌محیطی و ناپایداری شهر شده است. از سوی دیگر، ضرورت تأمین خدمات شهری مناسب برای ساکنان شهر و توجه به آستانه دسترسی به خدمات مختلف و تأمین آن‌ها در تقسیمات کالبدی شهر، که به‌کمک تنظیم مناسب تراکم‌های شهری و بارگذاری مناسب میسر خواهد شد، ضرورت تحلیل روند تغییرات تراکمی و توجه به پخشایش تراکم‌های شهری به‌منظور برنامه‌ریزی برای رسیدن به تعادل در بارگذاری‌های تراکمی را بیشتر نمایان کرده است؛ از این‌رو می‌توان ضمن رصد تغییرات توزیعی این شاخص‌ها به ایجاد توازن در پخشایش آن‌ها برای توزیع مناسب خدمات و زیرساخت‌های شهری کمک کرد. از آنجا که تاکنون پژوهشی در زمینه رفتار و الگوهای شاخص‌های تراکم شهری شهر ارومیه صورت نگرفته و روند و الگوی غالب آن‌ها در کل شهر و مناطق آن مشخص نیست، موضوع پرسش اصلی پژوهش نیز همین است؛ بنابراین در مطالعه حاضر، ابتدا با بیان ویژگی شاخص‌های مؤثر بر تراکم شهری ارومیه و تحلیل روند تغییرات با داده‌های آماری در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ رفتار آن‌ها با یکدیگر و در میان مناطق پنج‌گانه و کل شهر بررسی شده و سپس ارزیابی الگوهای غالب تجمع یا پراکنش و نحوه توزیع متعادل یا نابرابر شاخص‌ها میان مناطق شهر با مدل‌های کمی صورت گرفته است تا دید روشنی از موضوع حاصل شود. شاخص‌های استفاده‌شده شامل مساحت و

جمعیت، تراکم جمعیتی و مسکونی خالص و ناخالص، تراکم ساختمانی، سطح زیربنا و ضریب سطح زیربنا یا ضریب تراکم ساختمانی است.

## مبانی نظری

رشد فیزیکی شهرها الگوهای فضایی متفاوتی را دربرمی‌گیرد که معمولاً در شکل گسترش شهری ظهور می‌کند و ناشی از محرک‌های چندبعدی و تأثیرات متعدد اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی آن‌هاست (Artmann et al., 2019: 3). درواقع توسعه با گسترش برابر نیست، بلکه توسعه شهری فرایند فیزیکی کلی و ناشی از تولید ساختار کالبدی شهری به‌عنوان تابع شهری بنیادین است (Inostroza, 2018: 336). برای توصیف الگوی توسعه کالبدی شهرها به معیارهای کمی دقیق در ابعاد مختلف نیاز است، اما محاسبه پارامترها برای تعیین نیاز یا ظرفیت کالبدی شهر به‌دلیل مشکلاتی از قبیل قابلیت دسترسی، محدودیت داده‌ها، کیفیت و قابلیت‌های پردازش یک چالش محسوب می‌شود (et al., Middel, 2019: 123).

توسعه زمین شهری در کشورهای درحال توسعه در بیشتر موارد به‌عنوان گسترش افقی و فرایندی واجد ویژگی‌های توسعه پراکنده و کم تراکم شناسایی شده است (Li et al., 2018: 23). با این حال، هیچ خط جداکننده مشخصی میان توسعه گسترده، کم‌تراکم و متراکم وجود ندارد و روند توسعه زمین شهری در بسیاری از شهرها نمی‌تواند به‌سادگی به‌عنوان توسعه پراکنده یا فشرده توصیف شود (Ewing and Hamidi, 2017: 12). در علم و سیاست، برای حفظ فرم شهری و متعادل‌سازی توزیع شاخص‌های رشد شهری، لزوم توجه به مدیریت الگوی توسعه کالبدی و کنترل پیامدهای نامطلوب توسعه بدون برنامه و کم‌تراکم شهر با به‌کارگیری توسعه فشرده شهری، بهره‌برداری مجدد از اراضی شهری و فرایندهای متراکم‌سازی با تراکم‌های شهری مناسب به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده است (Deilmann et al., 2018: 607). این مقوله در دهه‌های اخیر پس از طرح مفهوم توسعه پایدار، بار دیگر به‌عنوان موضوعی تعیین‌کننده برای یافتن فرم شهری پایدار از جمله شهر فشرده<sup>۱</sup> یا گسترده<sup>۲</sup> مطرح شده است (Jenks, 2005; Dempsey, 2012: 287). نسبی بودن مقادیر تراکم و وابستگی آن به زمینه فرهنگی (Dempsey and Bramley, 2012: 148) و ترکیب آن با مفاهیمی مانند ازدحام (Forsyth and Amos, 2007: 679) از جمله ویژگی‌های کلیدی این مفهوم است.

باید توجه داشت که تراکم تأثیر قابل توجهی بر فرم شهری دارد؛ به همین دلیل، جونز و مک‌دونالد آن را یکی از پنج عنصر مؤثر بر ترکیب فرم شهری می‌دانند؛ از این‌رو می‌توان گفت سنجش تغییرات تراکم‌های شهری به شناخت روندهای حاکم بر ساختارهای فرم شهری کمک می‌کند (عزیزی و آراسته، ۱۳۹۰: ۷). با وجود نقش مهم تراکم در برنامه‌ریزی و هدایت ساختار شهر، هیچ تعریف و روش اندازه‌گیری واحد، استاندارد و اجماع‌شده‌ای درمورد تراکم وجود ندارد (Hess et al., 2007: 51)؛ هرچند که به‌نظر می‌رسد چهار شاخص تراکم جمعیتی، تراکم ناخالص مسکونی، تراکم خالص مسکونی و تراکم ساختمانی بیش از بقیه شاخص‌های تراکم عمومیت یافته‌اند (معصوم‌نیا و برک‌پور، ۱۳۹۳: ۷۷).

مسئله تراکم در ایران برای نخستین بار در طرح جامع شهر تهران ۱۳۴۷ مطرح شد. در آن دوره، تراکم به‌منزله تعیین

1. Compact City

2. Sprawl

میزان سرانه کاربری لازم مدنظر قرار داشته است. تراکم در دوره‌های مختلف مفاهیم جدیدتری گرفته است که از آن جمله می‌توان به تعیین ظرفیت اقتصادی سطوح خدمات‌رسانی شهری، تعیین محدوده شهر، تعیین حدود فعالیت، الگوی فضایی، پراکنش جمعیت و خدمات و... اشاره کرد (سعیدیان، ۱۳۹۱). مسئله تراکم در دوران پس از انقلاب اسلامی پیچیده‌تر شد؛ زیرا از آن زمان به بعد جمعیت شهرنشین کشور با سرعت زیادی سیر صعودی یافت و به دنبال آن نیاز به مسکن روزافزون شد. به دلیل گسترش کالبدی شهرها و مسائل ناشی از آن، پرداختن به پدیده تراکم به عاملی مؤثر در گسترش‌های شهری تبدیل شده و محور راهکارهای حل مسائل گسترش و توسعه شهری قرار گرفته است (عزیزی، ۱۳۸۳).

تأکید بر مؤلفه‌های تراکمی در بسیاری از الگوهای جدید توسعه از قبیل توسعه حمل‌ونقل‌گرا<sup>۱</sup>، واحدهای برنامه‌ریزی‌شده<sup>۲</sup>، رشد هوشمند<sup>۳</sup> و شهرگرایی نوین<sup>۴</sup> نیز دیده می‌شود (جعفری و قربانی، ۱۳۹۴: ۵۴). در مجموع وجه مشترک بیشتر نظریه‌ها و مکاتب، تأکید بر افزایش تراکم در شهرها به منظور کاهش تأثیرات منفی شهرهای پراکنده است. با توجه به اینکه افزایش تراکم کلی در شهرهای کشور با افزایش تراکم ساختمانی مرتبط است، متغیرهایی مانند ضریب سطح زیربنا، ضریب سطح اشغال، مساحت قطعات تفکیکی، تعداد واحد مسکونی در هکتار، ارتفاع یا طبقات ساختمانی و غیره بر آن تأثیر می‌گذارند، بنابراین تنظیم مقدار متناسب آنها در طرح‌های توسعه شهری، از راهکارهای عمده‌ای است که برای کنترل تراکم در شهرها استفاده می‌شود. تراکم جمعیت حاکی از رابطه تعداد افراد و فضای تحت اشغال آن‌هاست (احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۸) و به عنوان تعداد جمعیت در واحد سطح بیان می‌شود و بر دو نوع است: تراکم خالص جمعیتی (نسبت جمعیت به مساحت زمین تحت کاربری مسکونی) و تراکم ناخالص جمعیتی (نسبت جمعیت به کل مساحت یک محدوده یا تمام شهر). تراکم مسکونی مشهورترین شاخص گسترش شهر است و مقدار زمین استفاده‌شده در هر فرد را بررسی و میزان تولید مسکن را اندازه‌گیری می‌کند (Hamidi et al., 2015). همچنین از تقسیم جمعیت ساکن شهر بر مساحت سطوح ساخته‌شده به دست می‌آید و به دو صورت مطرح است: تراکم خالص مسکونی (حاصل تقسیم تعداد جمعیت یا تعداد واحدهای مسکونی به اراضی تحت اشغال واحدهای مسکونی، فضاهای باز فرعی و نصف خیابان‌های اطراف تا عرض ۶ متر) و تراکم ناخالص مسکونی (حاصل تقسیم جمعیت بر مجموع مساحت اراضی تحت اشغال مساکن، جاده‌ها، مغازه‌های محلی، مدارس ابتدایی و اغلب فضاهای باز در سطح واحد همسایگی) (Ratcliffe, 1984: 294). تراکم ساختمانی عبارت است از نسبت مساحت زیربنای ساختمانی (در مجموع طبقات) به کل مساحت زمین مسکونی که به درصد بیان شده و با رابطه  $F = G.S/L * 100$  محاسبه می‌شود. F تراکم ساختمانی، G مساحت بنا در طبقه همکف، S تعداد طبقات و L مساحت کل قطعه زمین است. تراکم ساختمانی معمولاً زبان شهرسازانه و عملی تراکم جمعیتی است. یا در واقع با «تراکم ساختمانی» تراکم‌های جمعیتی در شهر شکل می‌گیرند. اگرچه این عامل قطعی نیست و ممکن است در شهر ساختمان‌های بسیار پرتراکمی وجود داشته باشند، تراکم جمعیتی قابل توجه نیست که این امر می‌تواند به دلیل غیرسکونت‌ی بودن شهر یا عوامل دیگر مانند فاصله زیاد ساختمان‌ها از

1. TOD
2. PUD
3. Smart Growth
4. New Urbanism

یکدیگر است (مشهودی، ۱۳۸۹: ۲). سطح زیربنا<sup>۱</sup> نیز عبارت است از مجموع سطح زیربنای مسکونی واقع در همه طبقات یک یا چند ساختمان که از سطح بیرونی دیوارهای خارجی محاسبه می‌شود. ضریب سطح زیربنا یا تراکم ساختمانی نیز نسبت سطح زیربنا به سطح زمین را نشان می‌دهد. هرچه این مقدار بیشتر باشد شدت استفاده از فضای مسکونی در منطقه بیشتر است (عزیزی، ۱۳۹۴: ۲۵).

برای سنجش و اندازه‌گیری درجه تجمع یا نسبت فشردگی و پراکنش یک شهر می‌توان از مدل‌های کمی مانند ضریب موران<sup>۲</sup>، ضریب گری<sup>۳</sup> و از شاخص‌های متعدد استفاده کرد که وضعیت شاخص‌ها را براساس ساخت فضایی مشخص می‌کنند. توزیع نابرابر بعدی از فرم شهر محسوب می‌شود و شامل درجه‌ای از توسعه است که در قسمت‌های کمی از شهر ایجاد شده است. شاخص‌های زیادی توزیع نامتعادل را مشخص می‌کنند (رهنما و عباس‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۰۱). به‌منظور سنجش میزان توزیع نامتعادل یک شاخص در مناطق شهری، از مدل‌های ضریب اختلاف CV که گاهی عامل ویلیامسون نیز نامیده می‌شود و مدل آنتروپی شانون و نسبی استفاده می‌شود (کلانتری، ۱۳۸۴: ۱۴۰-۱۴۱). در پژوهش حاضر، روند شاخص‌های تراکم شهری (مساحت و جمعیت، تراکم‌های جمعیتی و مسکونی خالص و ناخالص، تراکم ساختمانی، سطح زیربنا، ضریب سطح زیربنا یا ضریب تراکم ساختمانی) ابتدا با داده‌های آماری میانگین، دامنه، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی ارزیابی شد. سپس تحلیل نحوه تجمع یا پراکنش و توزیع برابر یا نامتعادل آن‌ها در کل شهر و مناطق پنج‌گانه با مدل‌های ذکرشده صورت گرفت. درباره موضوع مطالعه حاضر، پژوهش‌هایی صورت گرفته است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

بانتینگ و همکاران (۲۰۰۲) روند تغییرات تراکم در مقیاس‌های شهری و مناطق شهری کانادا (شامل مرکز شهر، شهر درونی و حومه شهر) را بررسی و روند گسترش و تغییر تراکم در این مناطق را مقایسه کردند. همچنین ویلیامز (۲۰۰۹) با بررسی مواردی مانند تعاریف مختلف از تراکم و سرانه فضایی مسکونی، روش‌های متفاوت سنجش آن‌ها، روندهای تغییر تراکم در مقیاس‌های مختلف در بریتانیا، نیروهای محرکه مؤثر بر روند تغییرات تراکم و فضای مسکونی و... در کشور بریتانیا پرداخت. همچنین در زمینه تغییرات تراکم و فضای مسکونی نیز برتو (۲۰۱۱) پژوهش‌های چشمگیری انجام داده است. از جمله می‌توان به گزارش‌های او درباره شهر بمبئی و استان گاتنگ آفریقای جنوبی اشاره کرد. برتو در این پژوهش به بررسی وضعیت تغییرات تراکم جمعیتی و ساختمانی و ارتباط این دو شاخص با یکدیگر پرداخته است. براساس پژوهش عبدی دانش‌پور (۱۳۷۹) فرایند گسترش و تحول ساختار شهر در دهه‌های گذشته موجب قطبی‌تر شدن بیشتر ساختار فضایی شهر شده است. با وجود این در سال‌های پس از ۱۳۵۷ تا اوایل دهه ۱۳۷۰ جدایی‌گزینی میان مناطق شهر تهران براساس شاخص‌های سنجش رفاه و عدم رفاه در زمینه‌های اجتماعی اقتصادی، کالبدی فعالیتی و مسکن کاهش یافته است. علاوه بر این گزارش برتو (۱۳۸۲) نیز تأییدکننده شکاف در بخش‌های شمالی و جنوبی شهر تهران است. همچنین بررسی شهر تبریز از دیدگاه قربانی نشان می‌دهد توزیع جمعیت این شهر در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۰ و در میان بخش‌های آن به‌شدت نامتوازن بوده است. در پژوهشی دیگر، ضرابی و موسوی بیان

1. Floor Area  
2. Moran  
3. Geary

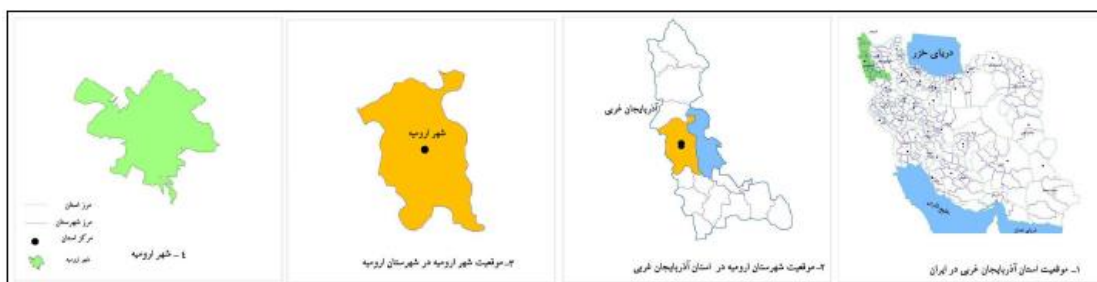
کردند توزیع تراکم جمعیتی شهر یزد حاکی از نبود تعادل در توزیع این شاخص در سطح شهر و تمرکز نسبی جمعیت در محله‌های مرکزی شهر است. همچنین معصوم‌نیا و برک‌پور نیز با استفاده از داده‌های آماری در شهر تهران، روند تغییرات شاخص‌های تراکم و سرانه فضای مسکونی در بازه زمانی ۱۳۷۵-۱۳۹۰ را تعیین کردند و با استفاده از فنون آماری، به ارزیابی چگونگی توزیع و تغییرات در هم‌گنی توزیع شاخص‌ها میان مناطق مختلف شهر پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند ضمن افزایش مقادیر همه شاخص‌های مدنظر، با وجود متوازن‌تر شدن پراکنش جمعیت در سطح شهر، توزیع فضای مسکونی داخلی شهر تهران با افزایش نابرابری در میان مناطق مواجه است.

### روش پژوهش

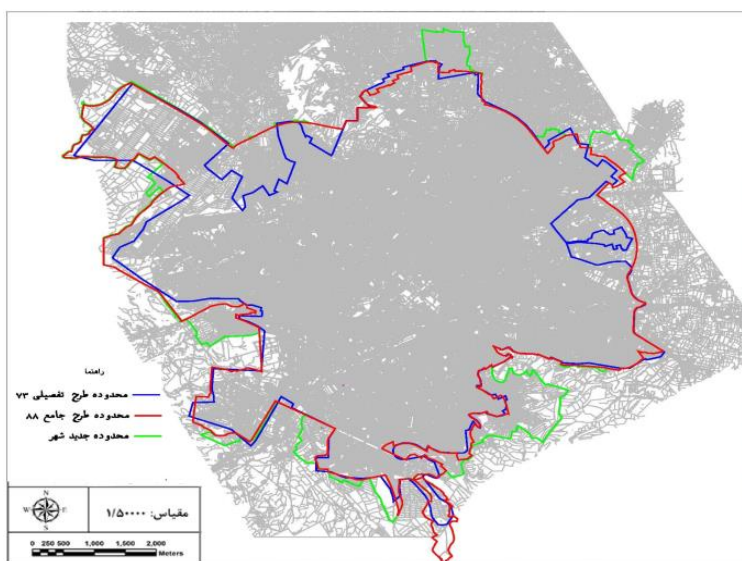
پژوهش حاضر کاربردی است و توصیفی-تحلیلی به‌شمار می‌آید که جامعه آماری آن شهر ارومیه است. همچنین حجم نمونه، کل مساحت شهر ارومیه و مناطق پنج‌گانه آن است. داده‌ها و اطلاعات لازم از آمار سرشماری رسمی نفوس و مسکن در سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ و اطلاعات طرح‌های توسعه شهری، نقشه‌های وضع موجود در دوره‌های مختلف و آرشیو آمار و اطلاعات پروانه‌های صادره از مناطق شهرداری به‌دست آمده است. شاخص‌های استفاده‌شده شامل مساحت و جمعیت، تراکم جمعیتی و مسکونی خالص و ناخالص، تراکم ساختمانی، سطح زیربنا، ضریب سطح زیربنا یا ضریب تراکم ساختمانی است که داده‌های آن‌ها پس از استخراج از منابع مختلف در محیط نرم‌افزار GIS وارد شد. همچنین روند تغییرات و رفتار آن‌ها با یکدیگر طی دوره‌های آماری ۳۰ ساله با استفاده از نرم‌افزار Spss و داده‌های آماری میانگین، دامنه، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی ارزیابی شد و تحلیل و اندازه‌گیری نحوه تجمع یا پراکنش و توزیع برابر یا نامتعادل آن‌ها در کل شهر و مناطق پنج‌گانه با مدل‌های موران، گری، ویلیامسون، آنتروپی شانون و نسبی صورت گرفت.

### محدوده مورد مطالعه

شهر ارومیه مرکز استان آذربایجان غربی و مرکز شهرستان ارومیه در میانه استان واقع شده (شکل ۱) و مساحت آن ۱۱,۲۳۷ هکتار و جمعیت آن براساس آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵ برابر ۷۳۶,۲۲۴ نفر است (مرکز آمار، ۱۳۹۵). همچنین این شهر براساس نظام تقسیمات کالبدی ملاک عمل شهرداری پنج منطقه دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد از اولین سرشماری رسمی نفوس و مسکن در سال ۱۳۳۵، جمعیت شهر همواره با نرخ رشد مثبت مواجه بوده است؛ به‌طوری‌که در ۴۰ سال جمعیت شهر ۴/۵ برابر و مساحت آن ۷/۸ برابر شده است (حدود ۸۸ درصد به مساحت شهر افزوده شده است). تراکم ناخالص جمعیت نیز از ۱۱۴ نفر در سال ۱۳۵۵ به ۶۵ نفر در هکتار در سال ۱۳۹۵ رسیده است. این میزان نشان می‌دهد رشد مساحت شهر به‌مراتب بیشتر از رشد جمعیت و تقریباً دو برابر میزان رشد جمعیت بوده است. با این روند رشد و گسترش شهر به زمین‌های کشاورزی اطراف آن، سبب از بین رفتن بهترین زمین‌های شهر شده است (مهندسان مشاور طرح و آمایش، ۱۳۸۸). باید توجه داشت که بخش عمده این افزایش محدوده شهر به‌صورت رسمی به شهرک‌ها و کاربری مسکونی مربوط بوده است نه فضاهای باز و عمومی شهری (شکل ۲).



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل ۲. تغییرات رسمی محدوده شهر ارومیه در طرح‌های تفصیلی و جامع

به‌منظور بررسی وضعیت شاخص‌های شهری مرتبط با تراکم ساختمانی، اطلاعات در مقاطع زمانی مختلف آماری از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۵ و برحسب نیازهای پژوهش، در طرح‌های توسعه شهری استفاده شده است (جدول ۱). آمار شاخص‌های مدنظر از سال ۱۳۷۵ در دسترس و مستند و از دوره ۷۵ میناست.

جدول ۱. اطلاعات کالبدی شهر ارومیه در دوره‌های آماری ۱۳۵۵-۱۳۹۵

سال	جمعیت (نفر)	مساحت شهر (هکتار)	نرخ رشد سالانه جمعیت (درصد)	تغییرات مساحتی شهر (درصد)	مساحت مسکونی (هکتار)	تراکم ناخالص (نفر)	تراکم خالص (نفر)	سرانه مسکونی (مترمربع)	سرانه ناخالص شهری (مترمربع)
۱۳۵۵	۱۶۴,۴۱۹	۱۴۴۴	۶/۲۲	۲/۵۳ برابر و ۱۵۳ درصد	۴۵۲	۱۱۴	۳۶۴	۲۷	۸۷
۱۳۶۵	۳۰۶,۷۸۹	۳۶۶۵	۳/۷۶	۱/۶۰ برابر و ۶۰ درصد	۱۲۹۰	۸۴	۲۲۸	۴۲	۱۱۹
۱۳۷۵	۴۲۵,۲۰۰	۵۹۰۰	۲/۹۷	۱/۴۵ برابر و ۴۵ درصد	۱۴۱۷	۷۴	۳۰۷	۳۸	۱۲۵
۱۳۸۵	۵۸۳,۲۵۵	۸۵۷۷	۲/۸۱	۱/۱۸ برابر و ۱۸ درصد	۲۵۵۰	۶۸	۲۳۹	۴۴	۱۴۷
۱۳۹۰	۶۶۷,۴۹۹	۱۰,۱۸۵	۱/۸۹	در ده سال ۱/۳۱ برابر و ۳۱ درصد	۲۶۹۵	۶۶	۲۴۸	۴۰	۱۵۲
۱۳۹۵	۷۳۶,۲۳۴	۱۱,۳۳۷		۱۰ درصد	۲۸۳۷	۶۵	۲۶۰	۳۹	۱۵۳

منبع: نگارندگان

### یافته‌های پژوهش

در ادامه، نرخ رشد و الگوی توزیع و تمرکز فضایی تراکم جمعیتی، تراکم کلی مسکونی، تراکم ناخالص مسکونی، تراکم ساختمانی و ... بررسی و تحلیل شده است.

#### • روند تغییر تراکم جمعیتی (تراکم ناخالص مسکونی)<sup>۱</sup>

بررسی تراکم جمعیتی شهر ارومیه نشان می‌دهد طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ جمعیت این شهر از ۷۴ نفر در هکتار به ۶۶ نفر در هکتار کاهش یافته است (جدول ۲) که نشان‌دهنده گسترش افقی شهر است. با توجه به جدول ۳، میانگین مناطق در دوره ۳۰ ساله همواره افزایش یافته که این امر نشان‌دهنده روند عمومی افزایش تراکم ناخالص شهر است. از سوی دیگر، تغییرات کلی دامنه همواره با کاهش همراه بوده است. این مسئله از کاهش فاصله میان متراکم‌ترین (منطقه ۴) و کم‌تراکم‌ترین منطقه (منطقه ۱) حکایت می‌کند. انحراف معیار نیز با کاهش همراه است و در مجموع نشان می‌دهد پراکندگی تراکم‌های ناخالص مناطق کاهش یافته است. همچنین فاصله داده‌ها با میانگین کمتر و توزیع آن‌ها هم‌گن‌تر شده است. چولگی توزیع داده‌ها نیز کاهش یافته که بیانگر متقارن شدن توزیع داده‌ها در حول میانگین و نزدیک شدن شکل تابع توزیع آن‌ها به منحنی توزیع نرمال است. نوسان کشیدگی به صورت کاهش و افزایش آن نیز نشان‌دهنده نبود تعادل و تمرکز داده‌ها حول مد (افزایش تعداد داده‌های کوچک‌تر از میانگین) است؛ از این رو در دوره مدنظر تا حدودی پراکندگی داده‌های مناطق در شاخص تراکم ناخالص هم‌گن‌تر شده است، اما قضاوت درباره هم‌گن‌تر شدن پخشایش جمعیت و تراکم ساختمانی در سطح شهر نیازمند تأمل بیشتری است که در ادامه بدان پرداخته می‌شود (شکل ۳).

جدول ۳. شاخص‌های مهم مرکزی و پراکندگی در توزیع داده‌های تراکم ناخالص جمعیتی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵

آماره	تراکم ناخالص ۷۵	تراکم ناخالص ۸۵	تراکم ناخالص ۹۵
میانگین	۷۳/۲	۷۷/۴	۸۸/۴
دامنه	۸۰	۵۴	۴۲
انحراف معیار	۳۳/۲۶	۲۵/۸۵	۱۸/۶۹
چولگی	۰/۵۷۷	۰/۴۲۳	۰/۱۳۹
کشیدگی	-۰/۶۸۲	-۳/۰۴۹	-۱/۷۰۷

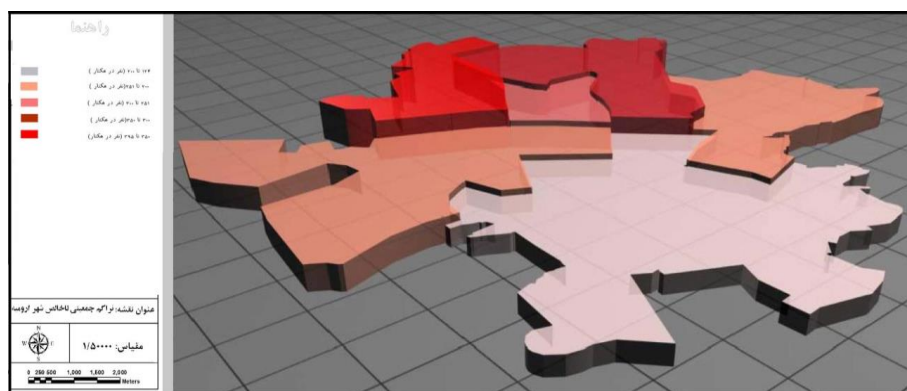
جدول ۲. تراکم ناخالص جمعیتی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ (نفر در هکتار)

منطقه	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
۱	۴۱	۵۳	۸۵
۲	۸۷	۱۰۷	۱۰۸
۳	۴۳	۵۶	۷۶
۴	۱۲۱	۱۰۳	۱۰۷
۵	-	-	۵۶
ارومیه	۷۴	۶۸	۶۶

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

1. Gross Residential Density = GRD





شکل ۳. تراکم جمعیتی ناخالص شهر ارومیه (براساس آمار سال ۱۳۹۵)

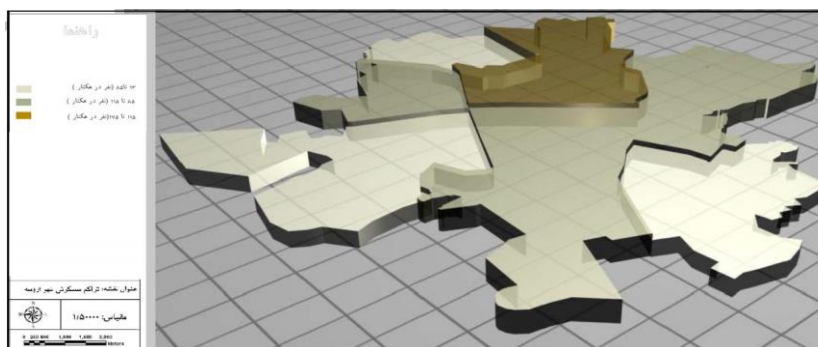
#### • روند تغییر تراکم خالص مسکونی<sup>۱</sup>

تراکم خالص مسکونی در شهر ارومیه طی سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵، از ۳۰۷ نفر به ۲۵۹ نفر رسیده است که نشان‌دهنده کاهش جمعیت به ازای هر واحد مساحت زیربنای مسکونی است (جدول ۴). همچنین نسبت تراکم ناخالص به تراکم خالص بیانگر اختلاف چشمگیر این دو شاخص است. علاوه بر این جدول ۵ نشان می‌دهد در تراکم ناخالص نیز مانند تراکم خالص، میانگین مناطق افزایش یافته است، اما برخلاف تراکم ناخالص روند دامنه تغییرات داده‌ها ابتدا افزایش و سپس در دوره اخیر کاهش یافته است که این امر کاهش فاصله متراکم‌ترین و کم‌تراکم‌ترین مناطق را نشان می‌دهد. انحراف معیار با کاهش مستمر همراه است که نشان می‌دهد پراکندگی مقادیر تراکم‌های خالص مناطق کاهش یافته و پخشایش آن‌ها (توزیع جمعیت در نواحی مسکونی شهر) همگن‌تر شده است. چولگی توزیع داده‌ها نیز با نوسان همراه بوده و ابتدا با افزایش چشمگیر تغییر جهت داده است (از سمت راست میانگین به سمت چپ آن منتقل می‌شود). این مقوله تا سال ۱۳۹۵ کاهش یافته است و این وضعیت رشد تعداد داده‌هایی با مقادیر کمی کمتر از میزان میانگین را طی دوره اخیر نشان می‌دهد و بیانگر متقارن شدن توزیع داده‌ها حول میانگین و نزدیک شدن شکل تابع توزیع آن‌ها به منحنی توزیع نرمال نسبت به دوره‌های قبل است. نوسان کشیدگی ابتدا به صورت افزایش چشمگیر و سپس کاهش آن، نشان‌دهنده نبود تعادل و تمرکز داده‌ها حول مد (افزایش تعداد داده‌های کوچک‌تر از میانگین) است (شکل ۴).

جدول ۵. شاخص‌های مهم مرکزی و پراکندگی در توزیع داده‌های تراکم خالص مسکونی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵				جدول ۴. تراکم خالص مسکونی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ (نفر در هکتار)			
آماره	تراکم ناخالص	تراکم خالص	تراکم ناخالص	منطقه	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
میانگین	۲۴۱	۲۴۳/۴	۲۷۰/۲	۱	۱۴۵	۱۸۰	۲۴۷
دامنه	۱۶۲	۱۶۳	۱۵۳	۲	۲۹۳	۳۴۳	۳۳۵
انحراف معیار	۸۰/۲۶	۶۰/۷۲	۳۷/۴۵	۳	۱۶۲	۲۱۹	۲۴۳
چولگی	-۰/۶۱۶	۱/۳۳	-۰/۲۶۳	۴	۲۹۸	۲۴۶	۲۶۷
کشیدگی	-۳/۱۵۸	۲/۵۷۰	۲/۰۲۵	۵	-	-	۱۸۲
				ارومیه	۳۰۷	۲۲۹	۲۵۹

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

1. Net Residential Density = NRD



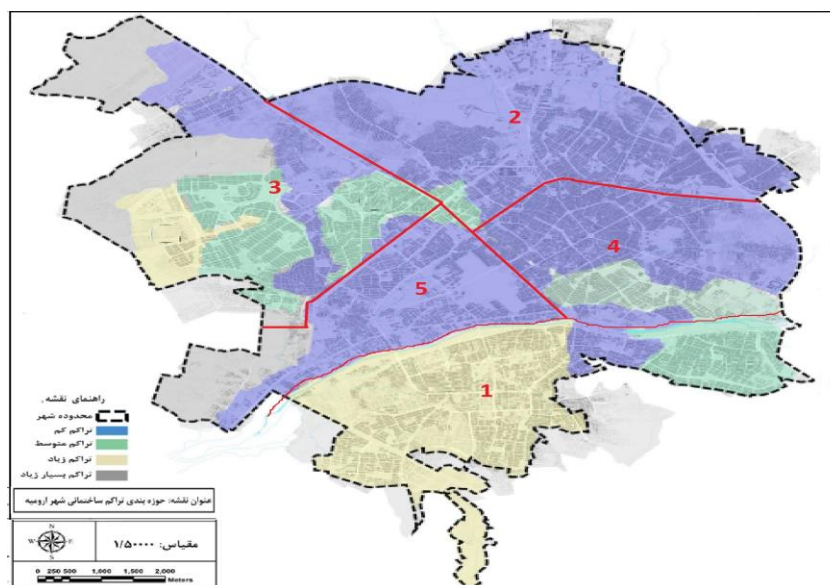
شکل ۴. میزان تراکم مسکونی شهر ارومیه

#### • روند تغییر تراکم ساختمانی<sup>۱</sup>

تراکم ساختمانی مسکونی در شهر ارومیه در فاصله سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ از ۷۳ درصد به ۹۶/۵ درصد رسیده است. شهر ارومیه شهری است کم‌ارتفاع، چنانچه در سال ۱۳۹۵ در کل شهر ۶۵ درصد بناها یک طبقه‌اند، ۳۰ درصد ۲ طبقه و تنها ۵ درصد بیش از ۲ طبقه‌اند. جدول ۶ میانگین تراکم ساختمانی مناطق شهر ارومیه در فاصله سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ را نشان می‌دهد (شکل ۵). بررسی جدول ۷ نشان می‌دهد میانگین تراکم ساختمانی مناطق در دوره ۲۰ ساله افزایش یافته است. این امر نشان‌دهنده روند عمومی افزایش تراکم ساختمانی شهر است. تغییرات کلی دامنه همواره با افزایش همراه است. این مسئله از افزایش فاصله میان متراکم‌ترین و کم‌تراکم‌ترین مناطق شهر حکایت می‌کند. انحراف معیار نیز افزایش یافته که تأییدی بر افزایش پراکندگی مقادیر تراکم‌های ساختمانی در مناطق است. چولگی توزیع داده‌ها با نوسان همراه بوده است؛ بدین‌صورت که ابتدا افزایش و تغییر جهت از سمت راست میانگین به سمت چپ آن صورت گرفته و سپس در ادامه تا سال ۱۳۹۵ با کاهش مواجه بوده است که این وضعیت افزایش تعداد داده‌هایی با مقادیر کمی کمتر از میزان میانگین را طی دوره اخیر نشان می‌دهد و بیانگر متقارن شدن توزیع داده‌ها حول میانگین و نزدیک شدن شکل تابع توزیع آن‌ها به منحنی توزیع نرمال از دوره‌های قبل است. نوسان کشیدگی ابتدا به‌صورت افزایش ناچیز و سپس کاهش آن نیز با توجه به وضعیت چولگی، نشان‌دهنده نبود تعادل و تمرکز داده‌ها حول مد (افزایش تعداد داده‌های کوچک‌تر از میانگین) و مهر تأییدی بر تفاسیر حاصل از تغییرات چولگی است.

جدول ۷. شاخص‌های مهم مرکزی و پراکندگی در توزیع داده‌های تراکم ساختمانی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵				جدول ۶. تراکم ساختمانی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ (درصد)			
آماره	تراکم ساختمانی ۱۳۷۵	تراکم ساختمانی ۱۳۸۵	تراکم ساختمانی ۱۳۹۵	منطقه	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
میانگین	۷۳/۹	۸۴/۲	۱۰۱/۱	۱	۸۳	۱۰۶/۵	۱۲۶/۶۴
دامنه	۲۲	۳۷	۴۸/۲	۲	۶۱	۶۸/۵	۷۸/۴۴
انحراف معیار	۸/۰۸	۱۳/۷۲	۱۷/۴۹	۳	۷۶/۳۳	۸۰	۹۸/۳۳
چولگی	-۱/۰۸	۱/۰۷	-۰/۳۷۱	۴	-	-	۱۰۶/۲۴
کشیدگی	۲/۱۵	۲/۳۹	۱/۲۰	۵	-	-	۹۲/۶۱
				ارومیه	۷۳	۸۲	۹۶/۲

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸



شکل ۵. تراکم ساختمانی شهر ارومیه  
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

در فاصله سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ میزان تراکم ساختمانی و سایر شاخص‌ها به صورت صعودی افزایش یافته و تراکم به ۹۶/۵ درصد (شکل ۷) و میانگین طبقات نیز به ۱/۶۵ رسیده است (جدول ۸). ولی مساحت یک واحد مسکونی به دلیل شرایط اقتصادی و کمبود زمین و افزایش هزینه‌های ساخت که با رغبت سازندگان به افزایش تعداد واحد مسکونی در یک پلاک همراه بوده است؛ با کاهش مساحت همراه است. بنابراین این شاخص در سال ۱۳۹۵ با کاهش مساحت مواجه شده است.

جدول ۸. تعداد طبقات، سرانه مسکونی و میانگین مساحت یک واحد مسکونی در شهر ارومیه

سال	میانگین تعداد طبقات	سرانه مسکونی مترمربع	میانگین مساحت یک واحد مسکونی
۱۳۷۵	۱/۵	۴۳	۲۲۸
۱۳۸۵	۱/۶۲	۴۵	۲۳۴
۱۳۹۵	۱/۶۵	۴۰	۲۱۵

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

### روند تغییر سطح زیربنا<sup>۱</sup> و ضریب سطح زیربنا یا ضریب تراکم ساختمانی<sup>۲</sup>

وضعیت زیربنای مسکونی و سرانه زیربنا در مناطق شهر ارومیه در جدول ۹ آمده است که بالا بودن سرانه زیربنا را نشان می‌دهد (شکل ۶). این سرانه حتی از سرانه کشورهای پیشرفته و سایر کلان‌شهرها بیشتر است. البته بخشی از افزایش سرانه مسکونی در شهر ارومیه متأثر از تغییرات جمعیتی، به‌ویژه کاهش بعد خانوار، افزایش ساخت‌وساز به دلایل اقتصادی و نقش ارزش افزوده بخش مسکن در سال‌های اخیر است؛ به‌گونه‌ای که بعد خانوار از ۴/۴۱ نفر در سال ۱۳۷۵ به ۳/۸ نفر در سال ۱۳۸۵ و ۳/۲ نفر در سال ۱۳۹۵ کاهش یافته است، اما در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۵، سرانه زیربنا در برابر کاهش ۱۵ درصدی بعد خانوار شهر، ۱۷۶ درصد رشد داشته است. این امر نشان می‌دهد افزایش سرانه زیربنا در شهر ارومیه طی

1. Floor area

2. F.A.R

این دوره، بیش از آنکه متأثر از کاهش بعد خانوار باشد، از تشدید میزان ساخت‌وساز و افزایش سطح زیربنا تأثیر پذیرفته و مؤید روند افزایش ساخت‌وساز در این دوره نسبت به دوره بعد است؛ دوره‌ای که میزان ساخت‌وساز با توجه به شرایط رکود شدید بازار مسکن و افزایش هزینه‌های ساخت‌وساز به شدت کاهش یافته و ساخت‌وسازها به دلیل منافع اقتصادی بیشتر به افزایش تعداد واحد مسکونی به جای افزایش مساحت زیربنای واحد مسکونی سوق یافته‌اند (شکل ۶).

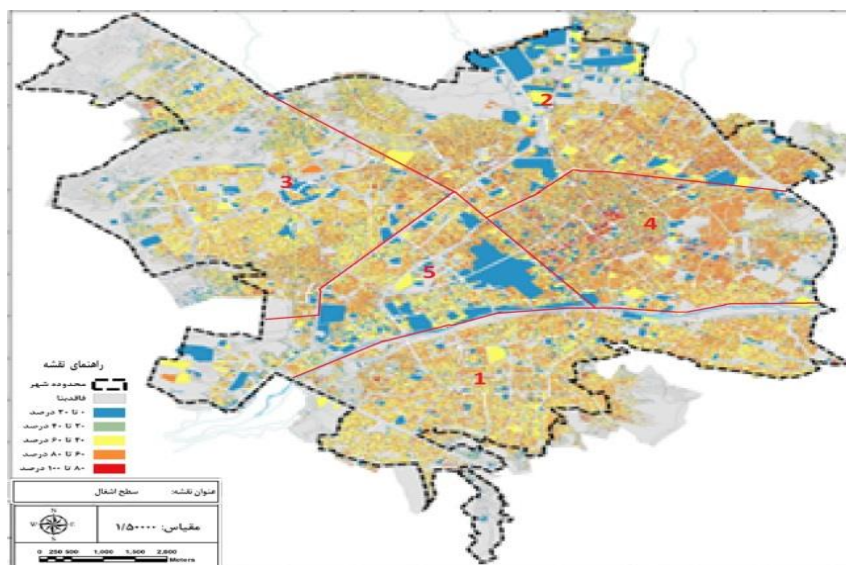
جدول ۹. سرانه زیربنای مسکونی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵ (درصد)

منطقه	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
۱	۹۷/۲	۱۴۶/۳	۱۹۰/۲
۲	۳۶/۱	۱۲۳/۸	۶۲/۴
۳	۶۹/۷	۷۳/۴	۹۲/۸
۴	۳۶/۳	۵۱/۸	۶۶/۵
۵			۲۷۱
ارومیه	۵۸/۶	۱۰۳/۶	۱۱۷/۴

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

جدول ۱۰. شاخص‌های مهم مرکزی و پراکندگی در توزیع داده‌های سرانه زیربنای مسکونی مناطق شهر ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵

آماره	سرانه زیربنای مسکونی ۷۵	سرانه زیربنای مسکونی ۸۵	سرانه زیربنای مسکونی ۹۵
میانگین	۵۹/۶	۹۹/۸	۱۰۶
دامنه	۶۱/۰۸	۹۴/۵	۱۲۷/۸
انحراف معیار	۲۵/۵	۳۷/۹	۵۲/۰۸
چولگی	۰/۷۲۰	-۰/۱۱۱	۱/۳۴
کشیدگی	-۰/۳۳۸	-۱/۴۷۴	۱/۶۰



شکل ۶. میزان سطح زیربنای شهر ارومیه  
منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

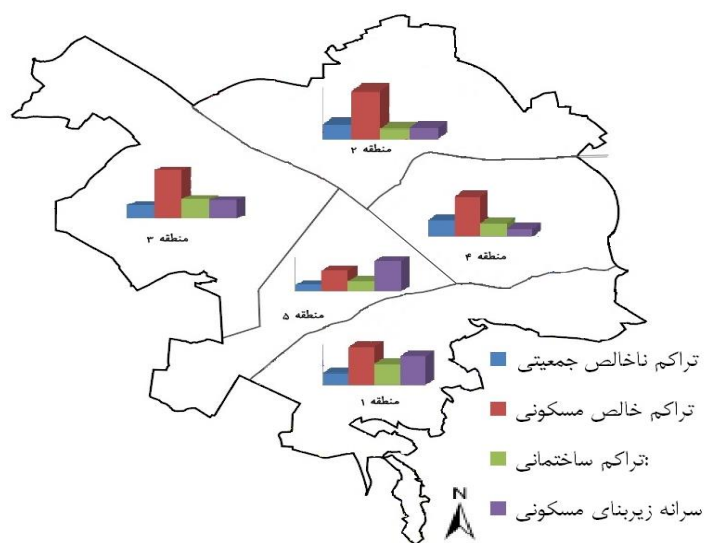
جدول ۱۰ بیانگر افزایش میانگین سرانه زیربنای مسکونی مانند سه شاخص تراکم در مناطق شهر ارومیه است، اما ارتقای مقادیر کمی این شاخص در شهر ارومیه با افزایش مستمر دامنه مواجه بوده است. افزایش دامنه با توجه به افزایش مستمر و هم‌زمان انحراف معیار نشان‌دهنده افزایش پراکندگی و جدایی‌گزینی بیشتر مناطق واقع در دو سوی رقم میانگین است. همچنین چولگی با نوسان همراه بوده و چولگی توزیع داده‌ها ابتدا در دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ کاهش یافته و سپس تغییر جهت داده است (از سمت چپ میانگین به سمت راست آن منتقل شده است). در ادامه و تا سال ۱۳۹۵ نیز افزایش داشته و بار دیگر تغییر جهت داده است. مثبت‌شدن و افزایش چولگی توزیع، نشان‌دهنده چند داده با مقادیر بسیار بیشتر از حد میانگین و حضور بیشتر داده‌ها در مقادیر کمتر از میانگین است که با توجه به روند چولگی، تعداد مناطق با مقادیر کمتر از میانگین افزایش و تعداد مناطق با مقادیر بیشتر از میانگین کاهش یافته است. حاصل چنین روندی به ممتازشدن منطقه خاص (منطقه ۵) و افزایش فاصله آن از سایر مناطق انجامیده است. چولگی نیز با توجه به افزایش و تغییر مثبت آن در دوره اخیر حاکی از کاهش فاصله نسبی میان مناطقی با سرانه کمتر است. بدین ترتیب آنچه بیان شد نشان‌دهنده افزایش کلی مقدار سرانه زیربنا در شهر، ازدیاد پراکندگی و فاصله میان مناطق با مقادیر بالا و پایین است.

#### تحلیل چگونگی توزیع فضایی شاخص‌ها در مناطق

برای سنجش کلی تغییرات شاخص‌ها در مناطق، مقادیر میانگین تغییرات در بازه ۲۰ ساله برای هر شاخص در هر منطقه محاسبه شد (جدول ۱۱). در نتیجه در شاخص تراکم ناخالص منطقه ۴ و در شاخص تراکم خالص مسکونی منطقه ۲ بیشترین مقدار را دارد؛ یعنی میزان جمعیت ساکن در اراضی مسکونی بسیار است که اختصاص درصد زیادی از اراضی منطقه به کاربری مسکونی را نشان می‌دهد، اما میزان افزایش آن در دوره‌های اخیر به نسبت سایر مناطق کمتر بوده و منطقه ۱ با افزایش از ۱۸۰ به ۲۴۷ نفر در هکتار در دوره اخیر بیشترین افزایش را داشته که این تغییر درباره سایر شاخص‌ها نیز معنادار است. در شاخص تراکم ساختمانی کمترین مقدار برای منطقه ۲ و بیشترین مقدار برای منطقه ۱ است که نشان‌دهنده شدت ساخت‌وساز و توان جذب جمعیت بیشتر است. در شاخص سرانه زیربنای مسکونی نیز منطقه ۱ بالاترین و منطقه ۴ کمترین میزان سرانه زیربنای مسکونی را دارد که بیان‌کننده تفاوت میزان مساحت قطعات در این دو منطقه است و با بالابودن تراکم ناخالص جمعیتی آن ارتباط معناداری دارد. همچنین سرانه زیربنای منطقه ۲ با توجه به بالابودن تراکم خالص مسکونی و پایین‌بودن تراکم ساختمانی، از دیگر شاخص‌ها متناسب‌تر است. در مجموع توزیع شاخص‌ها در مناطق نشان می‌دهد محدوده جنوبی شهر با بیشترین میزان افزایش تراکم خالص مسکونی از دوره‌های اخیر و تراکم ساختمانی و سرانه زیربنای بالا بیشترین میزان ساخت‌وساز و جذب جمعیتی را دارد، اما منطقه ۲ با توزیع خوشه‌ای جمعیت و میزان تراکم جمعیت مسکونی بالا و سرانه زیربنای پایین، رشد ارتفاعی ساختمان‌ها را ندارد؛ یعنی رشد جمعیت به صورت افزایش تعداد خانوار در هر واحد مسکونی بوده است (شکل ۷)؛ هرچند از شدت افزایش جمعیت آن در دوره اخیر کاسته شده است.

جدول ۱۱. میانگین تغییرات شاخص‌های رشد شهری در مناطق و بازه زمانی ۱۳۷۵-۱۳۹۵

منطقه	تراکم ناخالص جمعیتی	تراکم خالص مسکونی	تراکم ساختمانی	سرانه زیربنای مسکونی
۱	۵۹/۶۷	۱۹۰/۶۷	۱۰۵/۳۸	۱۴۴/۵۷
۲	۱۰۰/۶۷	۳۲۳/۶۷	۶۹/۳۱	۷۴/۱۰
۳	۵۸/۳۳	۲۰۸	۸۴/۸۹	۷۸/۶۳
۴	۱۱۰/۳۳	۲۷۰/۳۳	۸۸/۹۶	۵۱/۵۳
۵	۵۶	۱۸۲	۹۲/۶۱	۲۷۱



شکل ۷. میزان تغییرات شاخص‌های تراکمی شهر ارومیه در مناطق پنج‌گانه در فاصله سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۹۵

### بررسی درجه تجمع شاخص‌های تراکم شهری

این بعد، درجه تجمع یک شاخص یا نسبت فشردگی و پراکنش را براساس ساخت فضایی مشخص می‌کند. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، برای اندازه‌گیری درجه تجمع یک شهر از ضریب موران و ضریب گری استفاده شد.

### شاخص موران

به‌منظور محاسبه ضریب موران از عامل تراکم جمعیت استفاده می‌شود. تفسیر ضریب موران بدین‌صورت است که میان مقادیر -۱ تا +۱ محاسبه می‌شود. مقدار +۱ بیانگر الگوی کاملاً تک‌قطبی، صفر بیانگر الگوی تجمع تصادفی یا چندقطبی و مقدار -۱ بیانگر الگوی شطرنجی توسعه است.

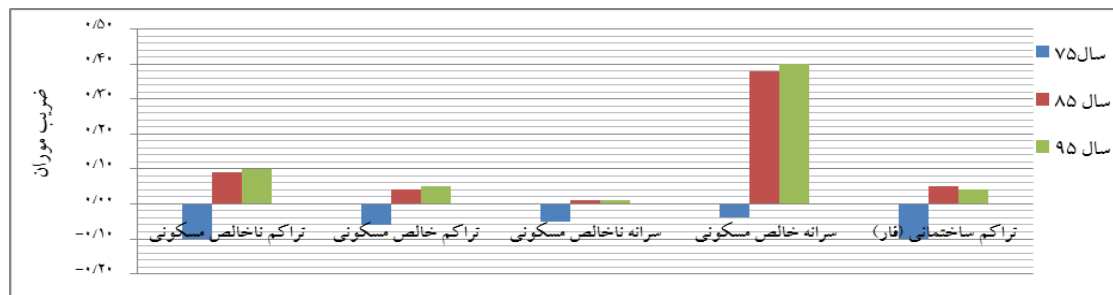
$$Moran = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - x)(x_j - x)}{\sum_{i=1}^N \left[ \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - x)^2 \right]} \quad (1)$$

$N$  تعداد مناطق،  $X_i$  جمعیت یا اشتغال منطقه  $i$ ،  $X_j$  جمعیت یا اشتغال منطقه  $j$ ،  $X$  متوسط جمعیت یا اشتغال و  $W_{ij}$  وزن میان مناطق  $i$  و  $j$  را مشخص می‌کند. در محاسبه مقدار وزنی، بین دو منطقه‌ای که ارتباط مستقیم یا مرز مشترک داشته باشند، ضریب وزنی ۱ و در مناطقی که با یکدیگر مرز مشترک نداشته باشند، ضریب وزنی صفر است (Tsai, 2005). هرچه این ضرایب مثبت و با مقدار بالاتری همراه باشد، بیان‌کننده تجمع زیاد و خوشه‌ای بودن است و هرچه مقدار منفی و کمتری داشته باشد، نشان‌دهنده پراکنش و الگوی تصادفی در محدوده مورد مطالعه است. براساس محاسبات صورت‌گرفته در شهر ارومیه، ضرایب موران برای پارامترهای تراکم و سرانه، ابتدا الگوی توزیع تصادفی و پراکندگی و سپس حرکتی کاملاً مشخص به سمت خوشه‌ای داشته است؛ برای مثال ضریب پارامتر تراکم ساختمانی (فار) در سال ۱۳۷۵ برابر با ۰/۱- بوده است که الگوی تصادفی (Random) محسوب می‌شود. در سال ۱۳۸۵ نیز این ضریب به ۰/۰۵- و در سال ۱۳۹۵ به ۰/۰۴- رسید که الگویی خوشه‌ای و فشرده (Clustered) محسوب می‌شود و نشان‌دهنده تمرکز روبه‌گسترش ساخت‌وساز در ارومیه است (جدول ۱۲ و نمودار ۱).

جدول ۱۲. ضرایب موران مربوط به شاخص‌های رشد شهری ارومیه در سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

سال	تراکم ناخالص مسکونی	تراکم خالص مسکونی	سرانه ناخالص مسکونی	سرانه خالص مسکونی	تراکم ساختمانی (فار)
۷۵	-۰/۱	-۰/۰۶	-۰/۰۵	-۰/۰۴	-۰/۱
۸۵	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۳۸	۰/۰۵
۹۵	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۴۰	۰/۰۴

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸



نمودار ۱. ضریب موران شاخص‌ها طی دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

از میان پارامترهای مختلف، سرانه خالص مسکونی بالاترین میزان جهش به سمت فشرده‌گی را دارد. این پارامتر با ضریب ۰/۰۴- در سال ۱۳۷۵ از الگوی تصادفی برخوردار بوده است، اما در سال ۱۳۸۵ به ۰/۳۸ و در سال ۱۳۹۵ به ۰/۴- رسیده که الگویی خوشه‌ای و فشرده است. دلیل اصلی آن نیز افزایش زیربنای مسکونی در فرایند گسترش ساخت‌وسازها، به‌ویژه سکونت‌گاه‌های کم‌جمعیت و به‌طور عمده جوان در این واحدهای مسکونی نوساز است که موجب خوشه‌ای شدن الگوی توزیع سرانه خالص مسکونی در ارومیه شده است. چنین الگویی را می‌توان بیشتر در نواحی جنوبی شهر مشاهده کرد.

## ضریب‌گری

این ضریب نیز مشابه ضریب موران است، اما به‌جای تأکید بر انحراف از میانگین، اختلاف هر ناحیه را با دیگری برآورد می‌کند (Tsai, 2005). نسبت‌گیری مانند ضریب موران برای اندازه‌گیری اتوکورلیشن فضایی کاربرد دارد (Lee and Wong, 2002: 232).

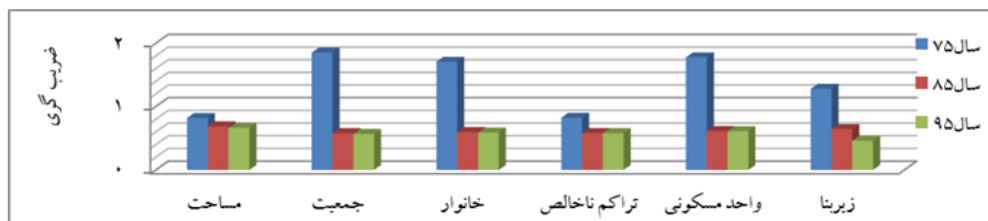
$$Geary = \frac{(N-1) \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - x_j)^2 \right]}{2 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \right) \sum_{i=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

در رابطه ۲، N تعداد نواحی، xi جمعیت یا اشتغال ناحیه i، xj جمعیت یا اشتغال ناحیه j، x متوسط جمعیت یا اشتغال و wij وزن بین ناحیه i و j را مشخص می‌کند. ضریب‌گیری بین صفر تا ۲ تنظیم می‌شود که مقدار پایین‌تر بیانگر تجمع بیشتر و مقدار بالاتر نشان‌دهنده پراکنش شهری بیشتر است. محاسبه ضریب‌گیری پارامترهای رشد شهری ارومیه در سه مقطع زمانی ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ بیانگر شدت و ضعف روند فشردگی در پارامترهای مزبور است. با محاسبه این ضریب مشخص شد شدت فشردگی در برخی پارامترهای رشد در ارومیه بیشتر از بقیه است؛ برای مثال ضریب‌گیری برای جمعیت در سال ۱۳۷۵ معادل ۱/۸۵۰۲ است، اما در سال ۱۳۸۵ به ۰/۵۷۹۱ و در سال ۱۳۹۵ به ۰/۶۶۴۸ رسیده است. این کاهش مقدار نشان می‌دهد میان مقادیر همسایگی مشابه این پارامتر، اتوکورلیشن فضایی مثبتی وجود دارد که موجب تمرکزگرایی و فشردگی بیشتر این پارامتر شده است. درمورد زیربنا نیز ضریب‌گیری کاهش داشته و از ۱/۲۸۱۰ به ۰/۴۶۰۱ رسیده است که این کاهش نشان‌دهنده تمایل ساخت‌وسازهای جدید به تمرکزگرایی و انباشتگی بیشتر است. از میان پارامترهای مختلف، مساحت با تغییر مقدار از ۰/۸۱۹۵ به ۰/۶۶۴۸ کمترین کاهش را داشته است که نشان‌دهنده تمایل اندک آن به تمرکزگرایی است (جدول ۱۳ و نمودار ۲). همان‌گونه که در ضریب موران اشاره شد، به‌رغم حرکت پارامتر مساحت به سمت فشردگی و به‌دلیل ناچیزبودن مقدار، مساحت شهر همچنان از فرم پراکنش شهری تأثیر می‌پذیرد و حاکی از پراکنش بیشتر شهری است، می‌توان نتیجه گرفت این ضریب نیز نشان‌دهنده تجمع و تراکم پایین‌شهر ارومیه و در مقابل پراکنش یا پراکندگی بیشتر است.

جدول ۱۳. ضرایب‌گیری متغیرهای رشد شهری ارومیه در سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

سال	مساحت	جمعیت	خانوار	تراکم ناخالص	واحد مسکونی	زیربنا
۷۵	۰/۸۱۹۵	۱/۸۵۰۲	۱/۷۰۷۰	۰/۸۲۳۱	۱/۷۷۶۳	۱/۲۸۱۰
۸۵	۰/۶۸۵۷	۰/۵۷۹۱	۰/۵۹۷۹	۰/۵۸۲۳	۰/۶۱۵۴	۰/۶۴۳۰
۹۵	۰/۶۶۴۸	۰/۵۶۸۴	۰/۵۸۹۹	۰/۵۸۰۱	۰/۶۰۹۸	۰/۴۶۰۱

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸



نمودار ۲. ضریب‌گیری شاخص‌ها در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵



### سنجش توزیع شاخص‌ها در مناطق شهری ارومیه ضریب ویلیامسون یا ضریب تفاوت (Disparities Regional)

این شاخص، شکاف و تفاوت سطح شاخص‌ها را در میان مناطق مختلف اندازه‌گیری می‌کند (معصومی اشکوری، ۱۳۸۵: ۳۱). مقدار به‌دست‌آمده بین صفر و ۱ است که هرچه مقدار به صفر گرایش یابد، نشان‌دهنده کاهش نابرابری و توزیع

بهتر آن شاخص در نواحی مختلف است. رابطه ضریب ویلیامسون به صورت زیر ارائه می‌شود  $G = \frac{H}{LnK}$ :

$$CV = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N i(X_i - \bar{X})^2}}{\sum_{i=1}^N X_i} \quad (3)$$

ضریب اختلاف

در این رابطه  $X_i$  مقدار یک شاخص در منطقه‌ای خاص و  $\bar{X}$  میانگین شاخص  $i$  و  $N$  تعداد مناطق است. با بررسی ضرایب ویلیامسون برای کل شهر ارومیه طی سه دوره (جدول ۱۴ و نمودار ۳) تنها شاخص تراکم خالص مسکونی، ضریب سطح زیربنا (FAR) و تراکم ساختمانی با کاهش ضریب مواجه بوده که نشان‌دهنده توزیع بهتر و متعادل‌تر در شهر از دوره‌های قبل است. بقیه شاخص‌ها با افزایش نابرابری در مقایسه با دوره‌های قبل مواجه بوده‌اند. البته این تعادل در توزیع شاخص‌ها به معنی تناسب آن نبوده و در مقایسه با سایر معیارها تا وضعیت مطلوب فاصله دارد. بیشترین نابرابری در شاخص تراکم ساختمانی در سال ۱۳۷۵ در منطقه ۳، در سال ۱۳۸۵ در منطقه ۴ و سال ۱۳۹۵ در منطقه ۲ قابل مشاهده است. به‌طورکلی بیشترین نابرابری در تمام دوره‌ها در شاخص مساحت، جمعیت تعداد خانوار و مساحت زیربناست. توزیع تراکم ساختمانی و FAR، بعد خانوار تراکم خالص مسکونی توزیع بهتر و برابرتری در سطح مناطق شهر دارند. در دوره اخیر (۱۳۹۵) بیشترین نابرابری در شاخص‌های تراکم ساختمانی و FAR در منطقه ۲ و در شاخص مساحت زیربنا در منطقه ۴ دیده می‌شود و در سایر شاخص‌ها منطقه ۵ با بیشترین نابرابری در توزیع مواجه بوده و نامتعادل است.

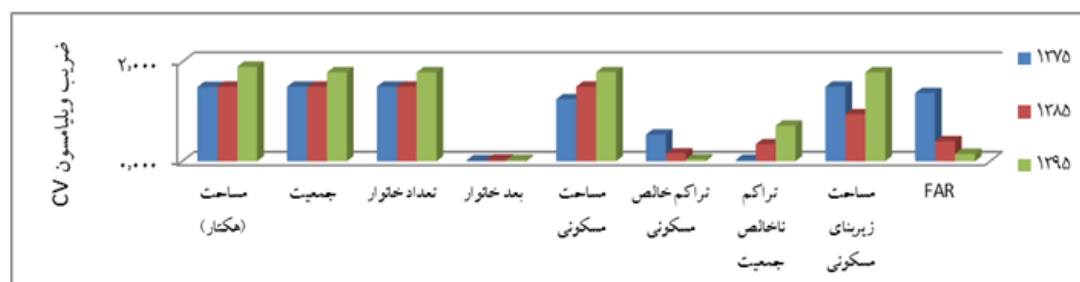
جدول ۱۴. مقدار ضریب اختلاف یا ویلیامسون شاخص‌های رشد شهری در مناطق شهری ارومیه در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

مقدار ضریب اختلاف ویلیامسون <sup>۱</sup> در سال ۱۳۷۵										
منطقه	مساحت (هکتار)	جمعیت	تعداد خانوار	بعد خانوار	مساحت مسکونی	تراکم خالص مسکونی	تراکم ناخالص جمعیت	مساحت زیربنا	FAR	تراکم ساختمانی
۱	۰/۶۱۵	۰/۲۰۱	۰/۱۶۳	۰/۰۷۰	۰/۴۳۹	۱/۰۹۷	۱/۵۶۱	۰/۶۷۳	۰/۲۱۴	۰/۱۰۹
۲	۱/۰۲۲	۰/۰۹۹	۰/۰۴۴	۰/۰۶۵	۰/۷۲۴	۰/۴۶۸	۰/۳۲۲	۱/۰۸۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷۷
۳	۰/۳۹۶	۰/۰۳۲	۰/۲۷۸	۰/۲۲۰	۰/۴۴۱	۰/۷۷۲	۱/۳۹۵	۰/۳۴۶	۰/۵۸۳	۰/۲۱۱
۴	۱/۰۹۱	۰/۰۴۴	۰/۲۹۸	۰/۲۸۲	۰/۸۵	۰/۴۹۳	۰/۷۹۳	۱/۱۵۶	۰/۴۸۸	۰/۲۰۷
ارومیه	۱/۴۹۲	۱/۵۰۰	۱/۵۰۰	۱/۰۱۸۰	۱/۲۴۹	۰/۵۳۷	۰/۰۲۷	۱/۵۰۰	۱/۳۷۴	۰/۱۳۷

ادامه جدول ۱۴. مقدار ضریب اختلاف یا ویلیامسون شاخص‌های رشد شهری در مناطق شهری ارومیه در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

مقدار ضریب اختلاف ویلیامسون (CV) ۱۳۸۵										
۰/۳۴۲	۰/۹۴۴	۰/۱۷۷	۱/۰۱۰	۰/۷۳۸	۰/۶۷۳	۰/۰۱۶	۰/۳۵۶	۰/۳۱۸	۰/۶۹۱	۱
۰/۳۲۷	۰/۰۱۵	۰/۰۵۱	۰/۵۱۱	۰/۵۵۹	۱/۰۸۰	۰/۰۴۲	۰/۰۶۸	۰/۰۵۵	۱/۲۳۳	۲
۰/۱۸۶	۱/۰۸۲	۰/۴۸۹	۰/۸۳۹	۰/۲۵۹	۰/۳۴۶	۰/۱۸۵	۰/۱۱۰	۰/۲۷۰	۰/۵۷۳	۳
۰/۳۶۱	۰/۸۰۹	۰/۴۶۴	۰/۴۴۷	۱/۰۰۷	۱/۱۵۶	۰/۲۶۱	۰/۶۳۹	۰/۹۳۴	۲/۴۲۵	۴
۰/۱۰۷	۰/۴۰۲	۰/۹۴۴	۰/۳۴۲	۰/۱۵۷	۱/۵۰۰	۰/۰۳۲	۱/۵۰۰	۱/۵۰۰	۱/۵۰۰	ارومیه
مقدار ضریب اختلاف ویلیامسون (CV) ۱۳۹۵										
۰/۴۶۲	۰/۳۳۷	۱/۰۷۳	۰/۰۴۳	۰/۰۷۰	۰/۴۵۷	۰/۰۶۰	۰/۴۲۱	۰/۳۵۴	۰/۴۱۳	۱
۰/۶۲۷	۰/۸۱۱	۰/۷۵۱	۰/۴۳۹	۰/۵۳۶	۰/۲۰۱	۰/۱۲۸	۰/۵۶۸	۰/۴۶۹	۰/۲۸۶	۲
۰/۰۴۸	۰/۰۳۶	۰/۲۹۲	۰/۲۹۴	۰/۱۱۲	۰/۳۸۱	۰/۱۶۴	۰/۱۰۱	۰/۲۳۸	۰/۴۹۲	۳
۰/۱۲۲	۰/۱۳۲	۲/۲۲۶	۰/۴۲۸	۰/۱۰۶	۰/۳۵۱	۰/۱۵۱	۰/۱۰۵	۰/۲۹۲	۰/۸۵۰	۴
۰/۱۸۹	۰/۳۰۹	۱/۱۳۶	۱/۱۸۶	۰/۹۰۰	۰/۶۵۲	۰/۱۱۹	۳/۰۲۷	۳/۳۵۸	۱/۳۷۲	۵
۰/۰۹۹	۰/۱۴۶	۱/۷۸۹	۰/۷۱۵	۰/۰۴۰	۱/۷۹۲	۰/۰۲۵	۱/۷۸۹	۱/۷۸۹	۱/۹۰۲	ارومیه

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸



نمودار ۳. میزان ضریب اختلاف ویلیامسون (CV) در شهر ارومیه طی دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

### مدل آنتروپی شانون

این مدل برای تجزیه و تحلیل و تعیین مقدار پدیده رشد بی‌قواره شهری استفاده می‌شود. ساختار کلی مدل براساس رابطه ۴ است:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i) \quad (4)$$

مدل آنتروپی شانون

در رابطه ۴،  $H =$  مقدار آنتروپی شانون،  $P_i =$  نسبت مساحت ساخته شده (تراکم کلی مسکونی) منطقه  $i$  به کل مساحت ساخته شده مجموع مناطق،  $n =$  مجموع مناطق. ارزش مقدار آنتروپی شانون از صفر تا  $\ln(n)$  است. مقدار صفر بیانگر توسعه فیزیکی خیلی متراکم (فشرده) شهر است؛ درحالی که مقدار  $\ln(n)$  توسعه فیزیکی پراکنده شهری را نشان می‌دهد. زمانی که ارزش آنتروپی از مقدار  $\ln(n)$  بیشتر باشد، رشد بی‌قواره شهری (اسپرال) اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر افزایش آنتروپی بیان کننده ازهم‌گسیختگی و رشد نامتناسب است (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۹۰: ۱۲۹).

### آنتروپی نسبی

آنتروپی نسبی شاخص مشتق شده‌ای از آنتروپی شانون برای تبدیل مقادیر به دامنه بین صفر تا ۱ است که در محاسبه آن

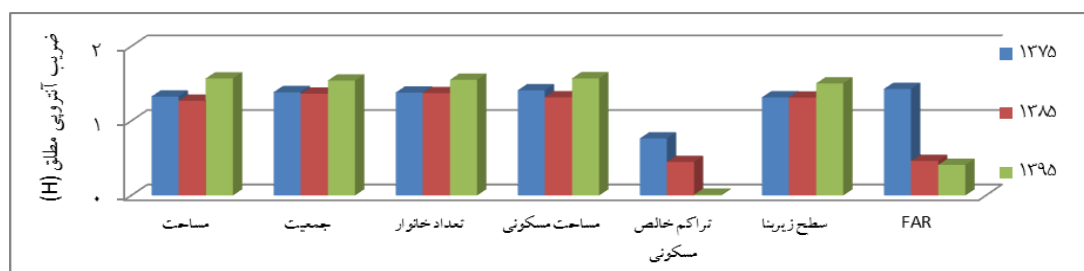
تعداد خرده‌ناحیه‌ها تأثیرپذیر نیست. با استفاده از این دو مدل می‌توان به میزان تعادل فضایی استقرار تراکم در سطح شهر پی برد. اگر آنتروپی به صفر میل کند، حکایت از افزایش تمرکز یا بی‌تعادلی در توزیع شاخص میان مناطق است، اما حرکت به ۱ و بالاتر از آن توزیع متعادل‌تری را در عرصه شهری نشان می‌دهد (Wheeler and Muller, 1986: 384). ارزش مقدار ضریب آنتروپی (G) نیز بین صفر و ۱ است. اگر  $G=0$  باشد، یعنی تمرکز و  $G=1$  یعنی پخشایش (سرایی و پورمحمد، ۱۳۸۷: ۶۱). با محاسبه این ضرایب و مقایسه آنتروپی متغیرهای رشد شهری ارومیه طی سه دوره ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ (جدول ۱۵ و نمودار ۴ و ۵) این شهر در سال ۱۳۹۵ در متغیر مساحت شهر و مساحت مسکونی، شاهد اسپیرال (الگوی پراکنش) بوده است، اما در متغیرهای بعدی شامل جمعیت، تعداد خانوار، تعداد واحد مسکونی، سطح زیربنا، FAR و شاخص تراکم خالص مسکونی، G کاهش یافته و تمایل به صفر بوده است که نشان‌دهنده بی‌تعادلی در توزیع آن‌ها و به عبارت دیگر افزایش فشردگی و تمرکز در برخی مناطق شهر است. البته طی این ۳۰ سال تراکم خالص مسکونی با شدت بیشتری (۰/۰۱۱) از تراکم ساختمانی (۰/۳۳۹) توزیع شده است (نمودار ۸ و ۹).

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \times \ln(P_i) \quad G = \frac{H}{\ln K} \quad (5)$$

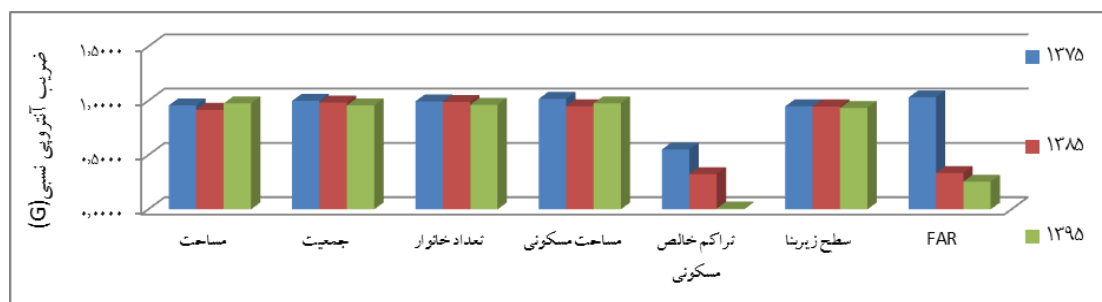
جدول ۱۵. میزان ضریب آنتروپی شانون و نسبی شاخص‌های رشد شهری در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

۱۳۹۵		۱۳۸۵		۱۳۷۵		متغیر و شاخص
آنتروپی نسبی (G)	آنتروپی مطلق (H)	آنتروپی نسبی (G)	آنتروپی مطلق (H)	آنتروپی نسبی (G)	آنتروپی مطلق (H)	
۰/۹۷۵	۱/۵۷	۰/۹۱۶	۱/۳۷	۰/۹۵۸	۱/۳۲۸	مساحت
۰/۹۵۸	۱/۵۴۲	۰/۹۸۵	۱/۳۶۵	۰/۹۹۹	۱/۳۸۵	جمعیت
۰/۹۶۴	۱/۵۵۱	۰/۹۹۰	۱/۳۷۲	۰/۹۹۵	۱/۳۸	تعداد خانوار
۰/۹۷۶	۱/۵۷۱	۰/۹۴۹	۱/۳۱۶	۱/۰۱۸	۱/۴۱۱	مساحت مسکونی
۰/۰۰۶۸	۰/۰۱۱	۰/۳۲۵	۰/۴۵	۰/۵۵۱	۰/۷۶۵	تراکم مسکونی
۰/۹۳۴	۱/۵۰۳	۰/۹۴۸	۱/۳۱۴	۰/۹۴۹	۱/۳۱۶	سطح زیربنا
۰/۲۵۵	۰/۴۱	۰/۳۳۳	۰/۴۶۲	۱/۰۳۱	۱/۴۲۹	FAR
۰/۲۱۰۶	۰/۳۳۹	۰/۰۹۹۸	۰/۱۰۶	۰/۰۶۵۶	۰/۰۹۱	تراکم ساختمانی

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸



نمودار ۴. تغییرات ضریب آنتروپی مطلق در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵



نمودار ۵. تغییرات ضریب آنتروپی نسبی در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵

### نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاکی از افزایش مقادیر شاخص‌های تراکم (تراکم خالص و ناخالص، ساختمانی) شهر ارومیه در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۵ است. بررسی نحوه توزیع و تحلیل فضایی-زمانی آن‌ها نشان از پراکندگی و تمرکزگرایی قطبی ساخت‌وسازهای جدید، تفاوت سطح عوامل مؤثر بر تراکم ساختمانی در مناطق و افزایش نابرابری و اختلاف در توزیع شاخص‌ها دارد؛ به‌گونه‌ای که محدوده جنوبی شهر (منطقه ۱) با افزایش بیشتر تراکم جمعیتی در دوره اخیر در مقایسه با دوره‌های قبلی، تراکم ساختمانی و سرانه زیربنای بالا بیشترین میزان ساخت‌وساز و توان جذب جمعیتی را دارد، اما شمال شهر (منطقه ۲) با توزیع خوشه‌ای جمعیت و کاهش روند افزایش جمعیت در دوره اخیر مواجه بوده است، ولی همچنان تراکم جمعیت مسکونی بالا و سرانه زیربنایی پایین دارد؛ یعنی وزن توزیع فضایی تراکم ساختمانی و زیربنا به‌صورت سنگین‌تر در محدوده جنوبی و جمعیت مسکونی در محدوده شمالی شهر وجود دارد. درمورد تعادل فضایی توزیع شاخص‌ها با مدل‌های آماری نیز می‌توان نتیجه گرفت پراکنش توزیعی تراکم ساختمانی در مناطق شهر در دوره اخیر در مقایسه با دو دوره قبل، به سمت فشردگی کلی و توزیع متعادل در شهر رفته است، اما شاخص سرانه زیربنا با افزایش نابرابری و بی‌تعادلی در توزیع به‌صورت قطبی و تمرکز نقطه‌ای در شهر (منطقه ۱ و ۵) توزیع شده است.

درمورد نحوه توزیع شاخص‌ها در داخل محدوده‌های مناطق نیز در دوره اخیر (۱۳۹۵) بیشترین نابرابری در شاخص‌های تراکم ساختمانی و FAR در منطقه ۲ و در شاخص مساحت زیربنا در منطقه ۴ دیده می‌شود؛ یعنی نحوه توزیع شاخص‌های ذکر شده در قسمت‌های مختلف منطقه ۲ و ۴ به‌صورت تجمع و تمرکز نقطه‌ای آن شاخص است و عدالت توزیعی برای شاخص خاص در تمام اراضی منطقه وجود ندارد و سبب سنگین شدن کفه توزیع در بخش‌های خاصی از مناطق آن شده است. در سایر شاخص‌ها نیز منطقه ۵ با بیشترین نابرابری در توزیع مواجه بوده و نامتعادل‌تر است که به دلیل تفاوت الگوی سکونت کاملاً مجزا از هم و به‌صورت محدوده ویلایی و آپارتمانی بلندمرتبه در قسمت‌های غربی و شرقی این منطقه است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در شهر ارومیه و طی ۲۰ سال اخیر ضمن افزایش مقادیر همه شاخص‌های مدنظر، استفاده از مدل‌ها نیز حاکی از حرکت به فشردگی محدود شاخص‌ها، اما نابرابری و بی‌تعادلی در توزیع بیشتر شاخص‌ها و پراکنش آن‌ها در سطح شهر و بیانگر افزایش نابرابری و توزیع قطبی در شهر است. به‌طوری‌که منطقه ۱ و ۲ شهر به‌عنوان متراکم‌ترین مناطق، اولی از نظر تراکم ساختمانی و سرانه زیربنا و دومی از نظر تراکم خالص جمعیت در میان مناطق شهر هستند؛ یعنی فرایند تحول ساختار شهر در دهه گذشته موجب

قطبی‌تر شدن ساختار فضایی شهر از نظر جمعیتی و ساختمانی شده است؛ امری که در نتیجه پژوهش‌های مشابه ذکر شده برای شهرهای تبریز، یزد و تهران نیز مشهود بوده است. البته با توجه به اینکه بیشترین تمرکز و فشردگی در دوره اخیر به تراکم ساختمانی و ضریب زیربنا مربوط است، شدت توزیع تراکم مسکونی بیشتر از تراکم ساختمانی است. این امر یعنی تمایل به افزایش تعداد واحدهای مسکونی بیشتر از تمایل به افزایش زیربنای مسکونی است. بالا بودن این میزان، نشان‌دهنده این واقعیت مهم است که سبک ساخت‌وساز در شهر ارومیه دچار تغییر شده و به دلیل منافع اقتصادی بیشتر به افزایش تعداد واحد مسکونی به جای افزایش مساحت زیربنای واحد مسکونی سوق یافته است. در نهایت اینکه مدیریت شهری برای ایجاد عدالت توزیع فازی شاخص‌ها در میان مناطق شهر باید برنامه‌ریزی‌های لازم درباره ظرفیت‌های تراکم ساختمانی و جمعیت‌پذیری مناطق با توجه به ظرفیت اراضی داخل محدوده آن‌ها صورت بگیرد و با پیش‌بینی نقاط مساعد برای اصلاح جمعیت‌پذیری به کمک اختصاص تراکم‌های بهینه ساختمانی و توجه به الگوی کالبدی و سکونتی بافت‌های موجود، به ایجاد تعادل و عدالت در شهر پرداخته شود.

## منابع

- احدنژاد، محسن، احمدی، لیلا، شامی، اصغر و تقی حیدری، ۱۳۹۲، «بررسی روند توسعه درون‌شهری با تأکید بر تغییرات تراکم و کاربری اراضی؛ نمونه موردی: بافت فرسوده شمالی شهر زنجان (۱۳۷۵-۱۳۸۸)»، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال سوم، شماره ۸، صص ۹۹-۱۱۸.
- برتو، آلن، ۱۳۸۲، *ساختار فضایی شهر تهران؛ محدودیت‌ها و فرصت‌هایی برای توسعه آتی*، ترجمه اسفندیار زبردست، سازمان ملی زمین و مسکن، وزارت مسکن و شهرسازی، تهران.
- جعفری، فیروز و رسول قربانی، ۱۳۹۴، «بررسی و تحلیل تراکم ساختمانی در محله‌های شهری با استفاده از LUI؛ نمونه موردی: محله گلباد شهر تبریز»، نشریه ساختار و کارکرد شهری سال سوم، شماره ۱۱، صص ۵۳-۷۴.
- حکمت‌نیا، حسن و میرنجف موسوی، ۱۳۹۰، *کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای*، انتشارات علم نوین، یزد.
- رهنما، محمدرحیم و غلامرضا عباس زاده، ۱۳۸۷، *اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر*، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
- سرای، محمدحسین و اسماعیل پورمحمد، ۱۳۸۷، «آنالیز سازمان فضایی و فضای شهری استان آذربایجان شرقی با استفاده از مدل آنتروپی»، مجله فضای جغرافیایی، دوره هشتم، شماره ۲۲، صص ۵۱-۵۸.
- سعیدیان، وحید، ۱۳۹۱، «تراکم از سیاست تا معیار»، نشریه برنامه، شماره ۱۱، صص ۱۲-۲۲.
- سلطانی، علی، اسمعیلی ایوکی، یوسف و علیرضا احمدیان، ۱۳۸۹، «بررسی کارایی آمارهای فضایی در تحلیل تراکم شهری»، فصلنامه سنجش از دور و GIS ایران، دوره دوم، شماره ۱، صص ۹۹-۱۱۳.
- ضرابی، اصغر و میرنجف موسوی، ۱۳۸۹، «تحلیل فضایی پراکنش جمعیت و توزیع خدمات در نواحی شهری یزد»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۷، صص ۲۷-۴۶.
- عبدی دانش‌پور، زهره، ۱۳۷۹، «تحلیل عدم تعادل فضایی در شهرها: مورد تهران»، فصلنامه صفا، شماره ۲۹، صص ۳۴-۵۷.
- عزیزی، محمدمهدی و مجتبی آراسته، ۱۳۹۰، «تبیین پراکنده‌رویی شهری براساس شاخص تراکم ساختمانی؛ مطالعه موردی شهر یزد»، فصلنامه هویت شهر، شماره ۸، صص ۵-۱۵.
- عزیزی، مهدی، ۱۳۸۳، *تراکم در شهرسازی*، چاپ اول انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- عزیزی، محمدمهدی، ۱۳۹۴، *تراکم در شهرسازی، اصول و معیارهای تراکم شهری*، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- قربانی، رسول، ۱۳۸۴، «تحلیل پراکنش تراکم‌های جمعیتی شهر تبریز با استفاده از روش حوزه‌بندی آماری»، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۴، صص ۱۲۳-۱۳۶.
- کلانتری، خلیل، ۱۳۸۴، *برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای (تئوری‌ها و تکنیک‌ها)*، انتشارات خوش‌بین، تهران.
- مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰، *سرشماری نفوس و مسکن، استان آذربایجان غربی*، شهر ارومیه.
- مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، *سرشماری نفوس و مسکن، استان آذربایجان غربی*، شهر ارومیه.
- مشهدی، سهراب، ۱۳۸۹، *تراکم ساختمانی و جمعیتی در شهرها*، نشر مزینانی، تهران.

- معصومی اشکوری، سیدحسن، ۱۳۸۵، *اصول و مبانی برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، چاپ ششم، انتشارات پیام، تهران.
- معصوم‌نیا بوشهری، عسگری و برک‌پور ناصر، ۱۳۹۳، «تحلیل روند تغییرات شاخص‌های تراکم و سرانه فضای مسکونی»، فصلنامه صفا، دوره بیست و چهارم، شماره ۶۴، صص ۷۵-۹۴.
- Artmann, M., Inostroza, L., and Fan, P., 2019, *Urban Sprawl, Compact Urban Development and Green Cities, How Much Do We Know, How Much Do We Agree?*, Ecological Indicators, Vol. 96, Part, 2, PP. 3-9.
- Bertaud, A., 2008, *Evolution of Population Densities Since 1990, Could a New Transport Network Accelerate the Evolution of Gauteng Spatial Structure Toward "Normalcy"?* The International Urban Development Workshop, November 12-13, Pretoria, Retrieved No. 15, from <http://alain-bertaud.com>.
- Bunting, T., Filion, P. and Priston, H., 2002, *Density Gradients in Cana Dian Metropolitan Regions, 1971-96: Differential Patterns of Central Area and Suburban Growth and Change*, Urban Studies, No. 39, PP. 2531-2552.
- Deilmann, C., Hennersdorf, J., Lehmann, I., and Reißmann, D., 2018, *Data Envelopment Analysis of Urban Efficiency Interpretative Methods to Make DEA a Heuristic Tool*, Journal Ecol. Indic, No. 84, PP. 607-618.
- Dempsey, N., and Bramley, G., 2012, *The Key to Sustainable Urban Development In UK Cities? The Influence of Density on Social Sustainability*, Progress in Planning, Vol. 77, No. 3, PP. 89-141.
- Ewing, R., and Hamidi, S., 2017, *Costs of Sprawl*, Routledge, Newyork  
doi:<https://doi.org/10.4324/9781315628103>
- Forsyth, A., and Amos, I., 2007, *Does Residential Density Increase Walking and Other Physical Activity?*, Urban Studies, No. 4, PP. 679-697.
- Hamidi, Sh., Ewing, R., Preuss, I., and Dodds, A., 2015, *Measuring Sprawl and Its Impacts*, Journal of Planning Education and Research, Vol. 35, No. 1, PP. 35-50.
- Hess, P., Sorensenm, A., and Parizeau, K., 2007, *Urban Density in the Greater Golden Horseshoe, Toronto: University of Toronto*, Centre for Urban and Community Studies.
- Inostroza, L., 2018, *The Circularity of the Urban Ecosystem Material Productivity: The Transformation of Biomass Into Technomass in Southern Patagonia*, Sustain, Cities Soc, No. 39, PP. 335-343.
- Jenks, M., and Dempsey, N., 2005, *Future Forms and Design for Sustainable Cities Taylor and Francis Ltd*, Oxford, United Kingdom.
- Lee, J., and Wong, D. S., 2002, *Statistical Analysis with Arcview GIS, Translated By: Hosseinnejad and Ghadimi*, Elm O Sanat University Publisher, Tehran. (In Persian)
- Li, H., Wei Yehua, D., and Korinek, K., 2018, *Modeling Urban Expansion in the Transitional Greater Mekong Region*, Urban Studies, Vol. 55, No. 8, PP. 1729-1748, <https://doi.org/10.1177/0042098017700560>
- Middel, A., Lukasczyk, J., Zakrzewski, S., Arnold, M., and Maciejewski, R., 2019, *Urban Form and Composition of Street Canyons: A Human-Centric Big Data and Deep Learning Approach*, Landscape and Urban Planning, No. 183, PP. 122-132.
- Ratcliffe, J., 1984, *An Introduction to Town and County Planning*, Hutchinson, London.
- Tsai, Y., 2005, *Quantifying Urban Form: Compactness Versus Sprawl*, Urban Studies, Vol. 42, No. 1, PP. 141-161.

- Wang, S., Shi, S., and Rao, X., 2013, *A Study of Urban Density in Shenzhen, The Relationship Between Street Morphology, Building Density and Landuse*, Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium, Seoul.
- Wheeler, J., and Muller, P., 1986, *Economic Geography*, John Wiley and Sons, Ins, Canada, Ros.
- Williams, K., 2009, *Space Per Person in the UK: A Review of Densities, Trends, Experiences and Optimum Levels*, Land Use Policy, Vol. 26, No. 1, PP. S83-S92.
- Abdi Daneshpour, Z., 1999, *Analysis of Spatial Imbalance in Cities: Case Tehran*, Soffeh, No. 29, PP. 34-57. (In Persian)
- Ahadnejad, M., Ahmadi, L., Shami, A., and Heydari T., 2013, *A Study on the Process of Brownfield Redevelopment with an Emphasis on the Change in Density and Land Uses Case Study: The Old Texture's North of Zanjan (1996-2009)*, Geographical Planning of Space Quarterly Journal, No. 8, PP. 11-99. (In Persian)
- Azizi, M. M., and Araste, M., 2011, *Spatial Evaluation of Urban Form with Respect Toconstruction Density in Yazd*, Hoviatshahr, No. 8, PP. 5-15. (In Persian)
- Azizi, M. M., 2004, *Density in Urban Planning*, University of Tehran. (In Persian)
- Azizi, M. M., 2015, *Density in Urban Planning, Principles and Measures of Urban Density*, University of Tehran. (In Persian)
- Bertaud A., 2004, *Space Structure of the City of Tehran; Limitations and Opportunities for Future Development*, Translatr Bey Zebardast, E., National Land and Housing Organization, Tehran. (In Persian)
- Ghorbani, R., 2015, *Analysis of the Distribution of Population Density in Tabriz City Using Statistical Zoning Techniques*, Geographical Research, Vol. 4, No. 54, PP. 123-136. (In Persian)
- Hekmatnia, H., and Mousavi M. N., 2011, *The Using of Model in Geography with Emphasis on Urban and Regional Planning*, Modern Science Publishing, Yazd. (In Persian)
- Jafari, F., and Ghorbani, R., 2015, *Analyzing the Building Density (FAR) in Urban Neighborhoods with LUI (A Case Study of Golbad, Tabriz)*, Shahr-Ha, No. 11, PP. 53-74. (In Persian)
- Kalantari, Kh., 2001, *Planning and Reginal Development (Theories and Techniques)*, Press Khoshbin. (In Persian)
- Mashhoodi, S., 2011, *Building and Population Density in Cities*, Publication Mazinani Tehran. (In Persian)
- Massumi Eshkevari H., 2006, *Principles and Basis of Regional Planning*, Publication Payam, Tehran. (In Persian)
- Masumnia Boshehri, A., and Barakpoor, N., 2014, *The Analysis of Changing Procedure Density Indicator and the Net Residential Capital*, Soffeh, No. 64, PP. 75-94. (In Persian)
- Rahnema, M., and Abbaszadeh, Gh., 2008, *Fundamental and Models of Urban From Measuring*, Jahad Daneshgahi, Mashhad. (In Persian)
- Saeidian, V., 2012, *Density From Policy to Index*, Barname, No. 11, PP. 12-22. (In Persian)
- Saraei, M., and Poormohammad, E., 2008, *Analysis of Spatial Organization in East Azerbaijan Province and Urban Area Using Entropy Model*, Journal of Geographic Space, Vol. 8, No. 22, PP. 51-58. (In Persian)
- Soltani, A., Esmaeili, U., and Ahmadian, A., 2010, *The Analyzing the Efficiency of Spatial Statistics in Urban Density Analysis*, Iranian Journal of Remote Sencing and GIS, No. 1, PP. 99-113. (In Persian)



Statistical Centre of Iran, 2006, *Population and Housing Census*, West Azerbaijan Province, Urmia City. (In Persian)

Statistical Centre of Iran, 2016, *Population and Housing Census*, West Azerbaijan Province, Urmia City. (In Persian)

Zarabi, A., Mousavi, M. N., 2010, *Spatial Analysis of Population Distribution and Distribution of Services in Urban Areas of Yazd*, Geography Research Quarterly, No. 97, PP. 27-46. (In Persian)