

## جایگاه شاخص‌های رشد هوشمند در توسعه بافت‌های شهری (مطالعه موردی: شهر مراغه)

منیژه لاله پور<sup>۱\*</sup>، مرضیه اسمعیل پور<sup>۲</sup>، شیوا سلطانی<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۲. استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۳. کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

\* نویسنده مسئول، Email: m.lalepour@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲۳ آذر ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۱۹ فروردین ۱۴۰۲

### چکیده

**مقدمه:** در پی تحولات بعد از انقلاب صنعتی، رشد جمعیتی و به تبع آن توسعه بافت‌های شهری بسیار سریع و شتابزده عمل کرده است. به طوری که در دهه‌های اخیر رشد و گسترش بی‌رویه شهرها به صورت نوعی معضل یا مسئله درآمده و لزوم بازنگری در دیدگاهها و سیاستهای توسعه‌های شهری در قالب چارچوبی علمی، بیش از پیش ضرورت یافته است.

**هدف:** هدف از انجام تحقیق حاضر، شناسایی جایگاه شاخص‌های رشد هوشمند شهری در تحولات کالبدی نواحی شهر مراغه است.

**روش‌شناسی:** پژوهش حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش، به روش توصیفی-تحلیلی انجام گرفته است. شاخص‌های رشد هوشمند شهری در نواحی شهر مراغه بر اساس سه شاخص فشردگی، زیست محیطی و دسترسی با استفاده از مدل‌های هلدن، ضریب جینی، تحلیل شبکه‌ای در نرم افزار Arc map مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

**قلمرو جغرافیایی پژوهش:** محدوده مورد این تحقیق، شهر مراغه است. این شهر به هفت ناحیه شهرداری تقسیم شده است. تحولات کالبدی نواحی هفت گانه شهر مراغه بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

**یافته‌ها و بحث:** یافته‌های تحقیق نشان از رشد پراکنده و بی‌قواره شهر مراغه دارد. به لحاظ زیست محیطی در زیر شاخص فضای سبز، نواحی ۱ و ۷ بیشترین دسترسی و توزیع فضاهای سبز را دارند. در زیر شاخص شبکه فاضلاب، نواحی ۵ و ۶ کمترین پوشش شبکه را دارند و در شاخص بافت فرسوده، ناحیه‌های ۱، ۲ و ۳ بیشترین مساحت از بافت فرسوده را دارند. در شاخص دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس، ناحیه ۴ و ۷ کمترین توزیع و ناحیه ۶ و ۱ بیشترین توزیع و دسترسی را دارند، و همچنین در شاخص دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی، ناحیه ۵ فاقد ایستگاه تاکسی و ناحیه ۱ و ۲ بیشترین توزیع ایستگاه تاکسی را دارند.

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد که، نواحی شرقی مراغه که شامل نواحی پنج و شش است در سطوح پایین برخورداری از شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مخصوصاً در شاخص زیست‌محیطی و دسترسی) هستند. نواحی مرکزی شهر که شامل نواحی یک، دو و سه می‌باشد، این نواحی چون در دوره‌های اول گسترش شهر شکل‌گرفته‌اند از شاخص فشردگی مطلوبی نسبت به دیگر نواحی برخوردار هستند، ولی به لحاظ زیر شاخص زیست‌محیطی، بافت فرسوده که ۹۸/۶۹ هکتار از مساحت این نواحی را شامل می‌شود، باید تحت بازآفرینی قرار بگیرند، تا به اهداف ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان هماهنگ با حفظ منابع ارزشمند زیست‌محیطی دست یافت.

**کلیدواژه‌ها:** رشد هوشمند، شهرها، توسعه، بافت‌های شهری، شهر مراغه.

## مقدمه

جابجایی جمعیت از نواحی روستایی به مراکز شهری منجر به شهرنشینی و متعاقب آن تحولات سریع در ابعاد اجتماعی و فرهنگی جوامع گردید. شهرنشینی دارای سه بعد مرتبط و در هم آمیخته است: تغییر در توزیع اندازه شهرها، رشد جمعیت در شهر اول و افزایش تعداد شهرها. به دنبال افزایش درآمد و تولید در سطح جهان، تقاضا برای خدمات شهری افزایش یافت. متعاقب آن شهرها هم به لحاظ تعداد و هم میزان جمعیت رشد و گسترش یافتند. به دلیل افزایش تعداد و اندازه شهرها، دوره‌ای از شهرنشینی سریع (اواسط قرن نوزدهم در کشورهای توسعه یافته و اوایل قرن بیستم در کشورهای در حال توسعه) رخ داد، اما افزایش ثروت و درآمد عمومی در تمام نواحی جغرافیایی یکسان نبود. در نتیجه، این امر؛ در طول دو قرن اخیر، منجر به نابرابری در توزیع جمعیت در سیستم‌های شهری گردیده است. در طول دوره‌های تاریخی، نابرابری با اندازه جمعیت و توزیع آن افزایش یافته است. به طوری که از نیمه دوم قرن بیستم، رشد سریع جمعیت و تمرکز بیش از اندازه آن در یک یا چند مرکز شهری، مخصوصاً در کشورهای جهان سوم؛ مهمترین چالش علمی و اجتماعی این کشورها بوده است. از جمله این مسائل عبارتند از: عدم تعادل در سلسله مراتب شهری، تسلط تک شهری، تمرکز جمعیت، مهاجرت روستا-شهری و مشکلات مسکن در شهرها (Molaei Qelichi et al, 2017: 2). رشد سریع شهرنشینی و به تبع آن، پویایی کاربری زمین یک چالش بزرگ برای برنامه‌ریزان شهری و روستایی به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران است. پویایی کاربری زمین ناشی از تعامل پیچیده بسیاری از عوامل از جمله سیاست، مدیریت، اقتصاد، فرهنگ، رفتار انسان و محیط زیست است؛ که تأثیرات شگرفی روی محیط زیست پیرامون شهرها و چرخه‌های هیدرولوژیکی دارد (Taravat, 2017: 24). در نیم قرن اخیر، توسعه سرمایه‌داری در ایران در چارچوب اقتصاد نفتی، باعث رکود بخش کشاورزی و رشد سریع شهرنشینی گردید. به طوری که، نسبت جمعیت شهری از حدود ۳۱/۴ درصد در سال ۱۹۵۶ به ۷۱/۴ درصد در سال ۲۰۱۱ افزایش یافت (طبق پیش‌بینی‌ها، در سال ۱۴۰۰ جمعیت شهرنشین به ۷۴ درصد جمعیت ایران رسیده است (<https://www.isna.ir/>)). در دهه‌های اخیر، رشد و توسعه شهرنشینی در ایران از زوایای مختلفی مورد توجه قرار گرفته است: تغییر و تحول در ساختارهای سیاسی، اجتماعی و فرهنگی، اقتصادی، فیزیکی، تکنولوژی و زیست محیطی. از نقطه نظر فیزیکی؛ عمده مباحث بر جابجایی جمعیت از نقاط روستایی به مراکز شهری، شکل‌گیری ۲۸ شهر جدید، رشد شهری نامتوازن، برنامه‌ریزی شهری عمودی و ... متمرکز است. از نقطه نظر زیست محیطی نیز تأکید بر توازن بین رشد شهری و توسعه است. از این نگاه، مکان‌گزینی مطلوب و سیاست‌های توسعه شهری، در کنار سایر شاخص‌ها، فاکتورهای کلیدی توسعه شهری پایدار هستند (Pilehvar, 2021: 2). پیامد رشد سریع شهرنشینی در ایران؛ رشد نامتعادل و بی‌قواره شهرهای بزرگ است، که مانع از رشد شهرها و روستاهای کوچک شدند. توزیع نامتعادل امکانات و زیرساخت‌ها، کمبود مراکز تفریحی، خدماتی و ضعف سیستم‌های حمل و نقل عمومی و تأسیسات و تجهیزات شهری، تهدیدهای زیست محیطی و تخریب باغات و اراضی کشاورزی و... از مسائلی است که گریبانگیر شهرها شده است (Molaei Qelichi et al, 2017: 3). گسترش بافت‌های مسکونی و صنایع و کارگاه‌ها در مناطق باز و کم جمعیتی پیرامون شهرها؛ که در ابتدا مناطق طبیعی و زمین‌های کشاورزی بودند (Taravat, 2017: 24)؛ شهرها را با الگویی از گسترش افقی و پیرامونی مواجه ساخته که در ادبیات شهری با نام‌هایی همچون خزش شهری یا پراکنش شهری شناخته می‌شود. در نتیجه خزش شهری، بهترین زمین‌های حاصلخیز برای کشاورزی به زیر ساخت و سازه‌های شهری رفته و بسیاری از فضاهای زیستی از جمله روستاها، زمین‌های باغی و مراتع را به شدت دگرگون کرده است. فرایندی که باعث تغییرات کاربری از تولیدی به مصرفی و خدماتی شده است (توکلی و نعیم‌آبادی، ۱۳۹۸: ۱۵۱). با توجه به این اصل که حداقل در ایران هیچ شهری نمی‌توانست وجود داشته باشد مگر اینکه منابع بالفعل یا بالقوه محیطی شرایط توسعه آن را فراهم سازند؛ به دنبال رشد فیزیکی شتابان سکونتگاه‌های زیستی، بخشی از بهترین و بالطبع با ارزش‌ترین اراضی بلافصل، که از دیرباز شرایط زیست محیطی لازم برای تجمع انسان‌ها در آنها وجود داشته است، در معرض نابودی قرار می‌گیرد (محمدزاده، ۱۳۸۶: ۱۳). بنابراین رشد و خزش شهری فرآیندی پویا و مداوم است که اگر این روند سریع و بی‌برنامه باشد، علاوه بر

اینکه ترکیب فیزیکی مناسبی از فضاهای شهری را پدید نمی‌آورد، مشکلات عدیده‌ای را در زمینه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی برای شهر به وجود می‌آورد، چنین شکلی از توسعه شهر، الگویی از یک شهر بیمار خواهد بود که دچار آسیب‌های ناشی از این بی‌نظمی است (مودت و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۵۳). از اینرو، رشد و گسترش شهرها در دهه‌های اخیر در ایران مشکل ساز شده و توجه به مسائل شهری در چارچوب‌های علمی ضرورت بیش از پیش یافته است. پژوهش حاضر سعی دارد تا از بین دیدگاه‌ها و سیاست‌های توسعه فضایی-فیزیکی شهرها؛ راهبرد رشد هوشمند را به عنوان گزینه‌ای جهت سنجش و ارزیابی توسعه‌های پراکنده و خزش شهری بهره بگیرد.

رشد شهری فرایندی است که به خودی خود نمی‌تواند عاملی نامطلوب قلمداد شود. چیزیکه آن را بیمارگونه و به عاملی منفی تبدیل می‌کند، کیفیت فرایند و شیوه رشد است. همانطور که در بالا تشریح شد، پراکنده‌روی به طور عمده از پویایی جمعیت و انباشتگی فعالیت اقتصادی در شهرها به وجود می‌آید و به سبب از دست دادن زمین‌های طبیعی و منابع زیست محیطی ناشی از آن، به یک نگرانی جدی تبدیل شده است. (Vaz& Nijkamp, 2015:99) پراکنده رویی یک شکل خاص از شهرنشینی را توصیف می‌کند که معمولاً یک یا چند از ویژگی‌های زیر را دارد: ۱- توسعه تجاری نواری، ۲- توسعه تراکم پایین و تک کاربری، ۳- توسعه جهشی یا پراکنده، ۴- دسترسی ضعیف یا عدم فضای باز عملکردی در نتیجه رشد ناهماهنگ و بدون برنامه‌ریزی. به لحاظ تغییرات اکولوژیکی، پراکنده رویی با افزایش رواناب سطحی، آلودگی هوا و تشدید اثرات جزیره گرمایی مرتبط است (Zhou, 2017:2). در سال‌های اخیر، پدیده پراکنده‌روی شهری منجر به مشکلات متعدد شهری از جمله کمبود زیرساخت‌ها، افزایش هزینه خدمات عمومی، نابرابری‌های ثروت، چالش‌های آلودگی، مسائل مربوط به انرژی، تخریب محیط زیست، انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی شده است (Lee & lim, 2018: 116). در مقابل پدیده پراکنده‌روی شهری؛ رشد هوشمند یک تئوری برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای است که بر پایه نظریه‌ها و جنبش‌هایی مانند توسعه پایدار و شهرگرایی جدید تلاش نموده است تا اصول خود را بصورت راهبردهای کلی و منعطف و نه با جزئیات دقیق مطرح نماید تا به حداکثر قابلیت تطابق برای حل مشکل در نقاط مختلف جغرافیایی دست یابد (انصاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۳). این راهبردها به گونه‌ای هستند که بتوان با اتخاذ این دیدگاه و شیوه نگرش به مسئله، راهکارها و به عبارتی سیاست‌هایی را مطرح و سپس اجرا نمایند که به تعدیل و رفع مشکل رشد پراکنده در شهرها بیانجامد (Hawkins, 2011: 687). به عبارتی رشد هوشمند به اصولی از توسعه و عملیات برنامه‌ریزی اشاره دارد که، الگوی کاربری زمین و حمل و نقل مؤثر را ایجاد کرده است. در حقیقت رشد هوشمند، سعی در شکل‌دهی مجدد شهرها و هدایت آن‌ها به سوی اجتماع توانمند با دسترسی به محیط‌زیست مطلوب دارد (قربانی و پورمحمدی، ۱۳۸۲: ۱۰۲). مروری بر ادبیات اخیر در زمینه سیاست‌های توسعه شهری، نشان می‌دهد، رویکرد رشد هوشمند در مقابله با پراکنش فزاینده مناطق شهری، بخش عمده‌ای از مباحث توسعه را در دهه اخیر به خود اختصاص داده است. در کل، در این الگوی توسعه با کاهش فاصله‌های فیزیکی نیاز به تردهای شهری کاهش یافته و از آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل و اتومبیل‌ها کاسته می‌شود. همچنین استفاده بهینه از زمین‌های درون‌شهری؛ اراضی کشاورزی پیرامون شهرها را از دست‌اندازها و توسعه‌های شهری محفوظ می‌دارد (Zaeri et al, 2012: 11). در این دیدگاه، ارزیابی مناسب استفاده از زمین شهری یک وظیفه بسیار مهمی است که برنامه‌ریزان و مدیران شهری با آن مواجه هستند که هدف آن شناسایی بیشتر الگوی فضایی مناسب برای استفاده از زمین در آینده می‌باشد؛ بنابراین، مکان‌یابی جهات رشد و گسترش در حقیقت یکی از ارکان اصلی برنامه‌ریزی صحیح برای کنترل و مدیریت رشد و گسترش شهرها نیز به حساب می‌آید که نیازمند توجه به اصول و معیارهای مربوط به آن می‌باشد (انجمن بین‌المللی مدیریت شهری آمریکا، ۱۳۹۶: ۴۴).

در راستای بررسی این موضوع، پژوهش حاضر کیفیت توسعه بافت‌های شهری شهر مراغه مورد بررسی قرار داده است. گسترش بافت‌های شهری در زمین‌های کشاورزی و باغات پیرامون شهرها و بلااستفاده ماندن بافت‌های فرسودی و مسأله دار درون شهرها؛ رها شدن بافت‌های قدیم شهری، بالا رفتن هزینه توسعه زیرساخت‌ها و تجهیزات و خدمات شهری در بافت‌های پیرامونی، از بین رفتن چشم‌اندازهای طبیعی شهرها و تهدید منابع آب، هوا، خاک و انرژی؛ همه و

همه نشانگر این موضوع است که توسعه های شهریمان نیازمند الگوها و دیدگاهها و تجارب جدید و علمی است تا هم از تخریب منابع زیست محیطی ممانعت گردد و هم اینکه به کیفیت مطلوبی از زندگی انسان های ساکن شهرهایمان دست یابیم. شهر مراغه به عنوان دومین قطب جمعیتی و اقتصادی استان آذربایجان شرقی در طی دهه های اخیر، به دلیل رشد جمعیت و ورود مهاجران، شاهد ساخت و سازهای بدون برنامه و تغییرات زیادی در ساختار فضایی- کالبدی شهر و گسترش آن در زمین های کشاورزی و پیرامونی بوده است. تحولات جمعیتی شهر مراغه در طی سال های ۱۳۶۵-۱۳۹۵، ۱/۷ برابر شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در مقابل مساحت این شهر رشد سریع تری از جمعیت آن داشته، به طوری که مساحت آن در همین دوره ۵ برابر گردیده است، که باعث شده سازمان فضایی و نظام محله بندی سنتی آن در هم شکسته شود و شهری که تا چند دهه ی پیش در فضایی محدود، ارگانیک و منسجم شکل گرفته بود، امروزه گسترش زیادی یافته و گرفتار ساختاری ناموزون شده است و به دنبال آن آسیب های اجتماعی- اقتصادی و پیامدهای نامطلوب زیست محیطی از جمله، تخریب و تغییر کاربری اراضی کشاورزی، آلودگی هوا، آب و خاک را به همراه داشته است. در این راستا، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سؤال است که به لحاظ شاخص های رشد هوشمند شهری، وضعیت توسعه نواحی شهر مراغه چگونه است؟ و اینکه چه تفاوت هایی بین نواحی این شهر به لحاظ برخورداری از شاخص های کالبدی، جمعیتی یا زیست محیطی رشد هوشمند شهری وجود دارد؟ هدف از انتخاب شاخص های رشد هوشمند در بررسی کیفیت گسترش فیزیکی نواحی شهر مراغه این بوده است که ابزاری در دست محقق باشد تا از این طریق بتوان توسعه بافت های شهری را مورد ارزیابی قرار داد؛ نقاط ضعف و آسیب ها شناسایی شود تا با شناخت و معرفی این موضوع، سهمی در بهبود وضعیت توسعه شهری و ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان و همچنین حفظ محیط زیست این شهر ایفا کرده باشیم. در این راستا سعی بر این بوده تا شاخص هایی انتخاب گردد که علاوه بر در دسترس بودن داده های مورد نیاز، با کیفیت زندگی شهروندان و نیز حفظ محیط زیست شهر در ارتباط باشد. در جدول شماره (۱) برخی از تحقیقات و تجربیات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر ارائه شده است.

جدول ۱. پیشینه تحقیق

نویسندگان	عنوان	نتایج
لی و رین <sup>۱</sup> (۲۰۱۹)	یک مدل ارزیابی جدید برای رشد هوشمند شهری بر اساس رگرسیون مؤلفه اصلی و شعاعی شبکه عصبی تابع پایه	این مقاله رشد هوشمند را به عنوان رویکردی برای هدایت شهرها برای تبدیل شدن به یک شهر مدرن دوستدار محیط زیست محیط، معرفی می کند. در این پژوهش، درجه پایداری (SD) برای ارزیابی سطح رشد هوشمند شهری، پیشنهاد شده است. در موردی یومن <sup>۲</sup> و اتاگو <sup>۳</sup> مقادیر SD به ترتیب ۰،۰۴۴۸ و ۰،۰۴۵۹۱ است. یومن باید توجه بیشتری به توسعه زیست محیطی داشته باشد در حالی که اتاگو باید بر توسعه اقتصادی تمرکز کند.
سوسانتی و همکاران <sup>۴</sup> (۲۰۱۵)	"شهر هوشمند و تراکم" در جستجوی شاخص مناسب برای تراکم مسکونی در اندونزی	در این مقاله به تعیین شاخص تراکم مسکونی به واسطه ماهیت فیزیکی و غیر فیزیکی ساکنین در ارتباط با ماهست اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی پرداخته شده است و نهایتاً شاخص های تراکم مسکون که می توانند برای اندونزی بهترین شاخص باشند و بیان کننده هویت در این کشور هستند را در یک مقایسه ارائه کرده و آن را در راستای رشد هوشمند و شهر هوشمند مطرح می کند.
علیزاده و زاگریان <sup>۱</sup> (۲۰۲۲)	بررسی و مقایسه شاخص های هوشمندسازی شهری	این تحقیق با هدف بررسی شاخص های شهر هوشمند در یزد انجام گرفته است. نتایج تحقیق نشان می دهد که مناطق یزد در وضعیت متفاوتی در

<sup>1</sup> - Lianyan Li and Xiaobin Ren

<sup>2</sup> - Yumen

<sup>3</sup> - Otago

<sup>4</sup> - Susanti et al

- ارتباط با شاخص‌ها قرار دارند. به طوری که منطقه ۳ با عدد ۰,۴۱۵ در رتبه اول و منطقه ۲ با عدد ۰,۱۴۸ در رتبه پنجم قرار دارد.
- تحلیل همبستگی فضایی نشان‌دهنده یک همبستگی مثبت قوی بین رشد و گسترش شهر و تغییرات تراکم جمعیتی است.
- در این پژوهشی مناظر شهری باهدف حفظ خدمات اکوسیستمی شبیه‌سازی کرده‌اند. آن‌ها دریافتند سناریوی حفاظت یکپارچه می‌تواند بهترین سناریو برای حفظ خدمات اکوسیستمی خواهد بود. همچنین حفاظت از زمین‌های زراعی و جنگل یک استراتژی مؤثر در برنامه‌ریزی منظر شهری جهت حفظ کلیدی خدمات اکوسیستمی خواهد بود. هنگامی که زمین‌های زراعی و جنگلی موردحمایت قرار گرفتند، تلفات خدمات اکوسیستمی به‌موجب سناریوی حفاظتی یکپارچه، برابر با ۹۸,۵۸٪ کم‌تر از سناریوی نامتقارن است.
- هدف این پژوهش بررسی ابعاد و شاخص‌های شهر هوشمند و توانایی‌های آن جهت برطرف سازی مشکلات زندگی شهری فعلی بوده که به روش توصیفی-تحلیلی انجام گرفته است. این مقاله با بررسی تئوری‌ها و دیدگاه‌های مطرح رشد هوشمند و با توجه به مشکلات شهرهای ایران از جمله آلودگی هوا، ترافیک، پراکنده‌رویی شهری و... عملیاتی سازی شاخص‌های رشد هوشمند را اجتناب ناپذیر دانسته است.
- این تحقیق شاخص زیست محیطی را به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های رشد هوشمند شهری مورد بررسی قرار داده است. این تحقیق از روش آنتروپی و مدل تاپسیس برای رتبه بندی محلات شهر دزفول استفاده کرده است. این تحقیق به این نتیجه می‌رسد که نمی‌توان تایید کرد که گسترش افقی شهر در دهه اخیر بر منابع محیطی شهر اثرات زیانباری داشته است؛ هر چند که گسترش بافت‌های شهری اثرات مخربی بر زمین‌های کشاورزی داشته است.
- در این تحقیق، از مدل تاپسیس جهت رتبه‌بندی و از مدل تحلیل خوشه‌ای جهت سطح‌بندی محلات استفاده شده است. نتایج حاصل بیانگر این بود؛ تنها ناحیه یک در شهر یاسوج از شاخص‌های رشد هوشمند شهری برخوردار بوده و سایر نواحی واقع در شهر یاسوج (نواحی ۲ تا ۴) از این شاخص‌ها بی‌بهره هستند. همچنین نتایج نهایی تحلیل رگرسیونی نشان داد، شاخص‌های زیست‌محیطی و کالبدی (کاربری اراضی) در سطح ۹۵ درصد اطمینان با متغیر وابسته دارای ارتباط معنی‌داری هستند.
- هدف از این مقاله تبیین شاخص‌های رشد هوشمند در شهر ارومیه با رویکرد آینده‌نگاری بوده است. نتایج تحقیق بیانگر این بود که دو نوع سناریو (قوی و محتمل) برای رشد هوشمند شهر ارومیه بوده است. در این میان ۱۲ سناریو محتمل بوده‌اند. که ۸ سناریو با وضعیت مطلوب و ارزش کلی ۷۶ تا ۶۳، دو سناریو ایستا با ارزش کلی پایین (۱۹ و ۵۲) و در نهایت دو سناریو بحرانی که دارای ارزش‌های ۱۷ و ۸۰ بوده‌اند.
- باگان و یاماگان<sup>۲</sup> روند رشد فضایی و زمانی شهر تکیو با استفاده از تصاویر ماهواره-ای لندست
- ژانگ<sup>۳</sup> و همکارانش حفاظت از محیط‌زیست و آنالیز سناریوها برای بررسی رویکردهای برنامه‌ریزی مناظر شهری در پکن، تیانجین و هبی را در چین در طول بازه زمانی (۲۰۱۳-۲۰۴۰)
- ابراهیمی و معرف توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری (۱۳۹۷)
- محمودی و شمس تحلیل اثرات زیست محیطی گسترش افقی شهر با تأکید بر شاخص‌های شهر هوشمند (مطالعه موردی: شهر دزفول) (۱۴۰۰)
- فرج‌زاده و مصیب‌زاده تحلیل فضایی-کالبدی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مناطق چهارگانه یاسوج بر اساس مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (۱۴۰۱)
- تاجری و آذر (۱۴۰۰) تبیین شاخص‌های رشد هوشمند شهری با رویکرد آینده‌نگاری (مطالعه موردی: شهر ارومیه)

منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۴۰۰

مروری بر ادبیات نظری و پژوهشی تحقیق، حاکی از آن است که پژوهشی با عنوان توسعه هوشمند شهری در شهر مراغه با زاویه دید محققین تحقیق حاضر انجام نگرفته است. همانگونه که بررسی‌ها نشان می‌دهد، عملاً شاخص‌های

<sup>۱</sup> - Alizadeh and Zakerian

<sup>۲</sup> - Bagan and Yoshiki Yamagata

<sup>۳</sup> . Zhang

هوشمندی در توسعه شهرها بویژه در کشورمان به ندرت دیده می‌شود. در این میان شهر مراغه هم که از موقعیت طبیعی و زیست‌محیطی ویژه‌ای برخوردار است؛ لازم است تا شاخص‌های رشد شهری هوشمند را مد نظر قرار دهد. تنها در این صورت است که این شهر همچنین سایر شهرهای کشورمان می‌توانند توسعه‌ای منطبق با محدودیت‌ها و توان‌های زیست‌محیطی و در عین حال در راستای ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان در پیش گیرند. شاخص‌های متنوعی برای ارزیابی میزان بهره‌مندی شهرها از رشد هوشمند شهری وجود دارد، در این پژوهش، انتخاب شاخص‌ها بر اساس الزامات توسعه شهرهای کشورمان و نیز دسترسی محقق به منابع و اطلاعات کمی و مکانی تحقیق و موقعیت منطقه مورد مطالعه بوده است.

## روش شناسی

روش انجام تحقیق حاضر، توصیفی-تحلیلی می‌باشد، که با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای-اسنادی انجام گرفته است. جهت گردآوری اطلاعات از منابع کتابخانه‌ای و سپس در مراحل بعد برای سنجش شاخص‌های مورد بررسی، اقدام به اخذ اطلاعات از سازمان‌های ذی‌ربط گردیده است. پس از جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های موردنیاز، جهت طبقه‌بندی و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده و برای ارزیابی و مقایسه شاخص‌ها در محدوده مطالعاتی از فرایند تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. شاخص‌های مورد استفاده از طریق مطالعه پیشینه تحقیق و ادبیات نظری استخراج شده‌اند (جدول ۲).

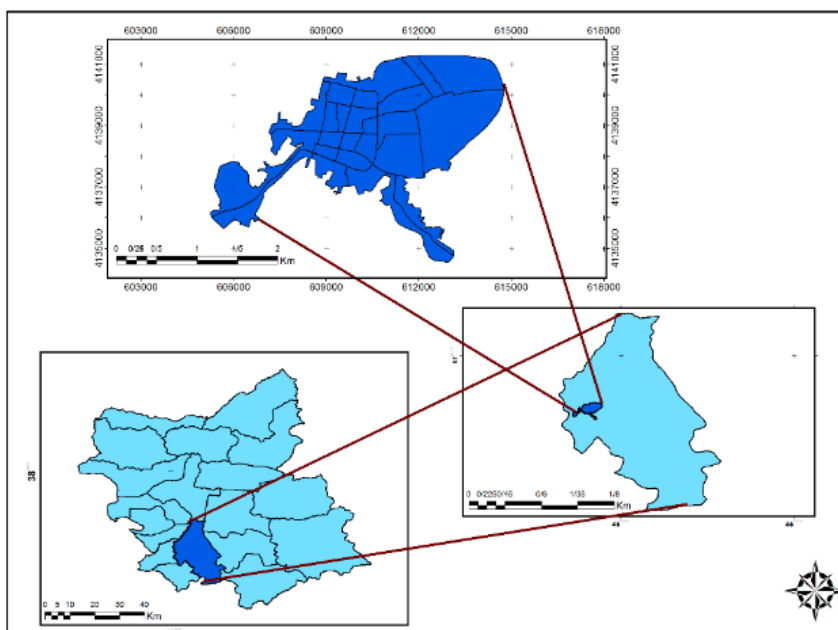
جدول ۲. مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و مدل‌های مورد استفاده پژوهش

مؤلفه	شاخص	مدل
فشرده‌گی	تراکم جمعیت	مدل‌های هلدرن، آنتروپی شانون، ضریب جینی، درجه تجمع
	مساحت	
	تراکم ناخالص مسکونی	
دسترسی	دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس	GIS در Network Analyst
	دسترسی به خطوط تاکسی	
زیست‌محیطی	دسترسی به فضای سبز	آنالیز Fuzzy در GIS
	بافت فرسوده	
	پوشش شبکه فاضلاب	

منبع: مطالعات نگارندگان، ۱۴۰۰.

## قلمرو جغرافیایی پژوهش

محدوده مورد مطالعه پژوهش، شهر مراغه است (شکل شماره ۱). این شهر در موقعیت ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی در جنوب غربی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. شهرستان مراغه از دو قسمت مجزا تشکیل شده است. بخش شمالی که شامل دامنه‌های جنوبی ارتفاعات سه‌سند که به صورت کوهستانی و ناهموار بوده و بخش مرکزی و جنوبی شهرستان، به صورت دشت و جلگه می‌باشد. توده کوهستانی سه‌سند از مهم‌ترین عوارض توپوگرافی شهرستان محسوب می‌شود که دامنه‌های جنوبی این کوهستان پیکربندی بخش عمده‌ای از شهرستان را تشکیل می‌دهد. هسته اولیه شهر مراغه در دره رودخانه صوفی چای و در اراضی هموار دشت میانکوهی در ترازهای ارتفاعی ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر توسعه یافته است. در طی روند توسعه، محدوده شهر تا تراز ارتفاعی بیش از ۱۶۵۰ متر نیز گسترش یافته است.



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی مراغه در استان آذربایجان شرقی

## یافته‌ها و بحث

در این پژوهش، رویکرد رشد هوشمند به عنوان چارچوبی انتخاب شده تا از این طریق وضعیت رشد و توسعه شهری مراغه مورد بازبینی قرار گیرد. هدف این است که نقاط ضعف و قوت توسعه نواحی مختلف شهر مراغه شناسایی گردد تا از این طریق با کمترین آسیب به عناصر حیاتی زیست محیطی؛ کیفیت زندگی شهروندان هم ارتقاء یابد. در این راستا، شاخص‌هایی از رشد هوشمند شهری، در شهر مراغه مورد بررسی قرار می‌گیرد. شاخص‌های فوق به سه دسته کلی شاخص‌های فشردگی، دسترسی و شاخص‌های زیست محیطی تقسیم بندی شده‌اند. در ادامه نتیجه بررسی هر یک از شاخص‌های فوق به تفصیل شرح و بسط داده شده‌اند. جهت شناخت میزان فشردگی توسعه نواحی شهری مراغه، از سه شاخص تراکم جمعیت، تراکم خالص مسکونی و نسبت نرخ رشد جمعیت به مساحت شهر استفاده شده است. لازم به ذکر است که مؤلفه فشردگی، در ارتباط با شناخت میزان فشردگی شهر است. تأکید بر رشد مراکز شهری موجود و زمین‌های بازیافتی و در عین حال اجتناب از گسترش شهر در حاشیه‌های شهر است. در ادامه، شاخص‌هایی که میزان فشردگی شهر مراغه را نشان می‌دهند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### تراکم جمعیت

تراکم به عنوان یکی از پایه‌های اصلی آمایش فضا و تشکیل بافت‌های شهری، از اهمیت خاصی در کارآیی فضاهای شهری برخوردار است. به عبارت دیگر تراکم از مبانی اصلی ساماندهی شهری، سامان دادن و توازن بخشیدن به توزیع جمعیت در فضاهای شهری است؛ و یکی از شاخص‌های کمی است که در تحلیل فشردگی بافت‌های شهری و همچنین برآورد هزینه‌های ناشی از پراکنش مورد استفاده قرار می‌گیرد (رهنما و عباس زاده، ۱۳۸۷: ۳۷).

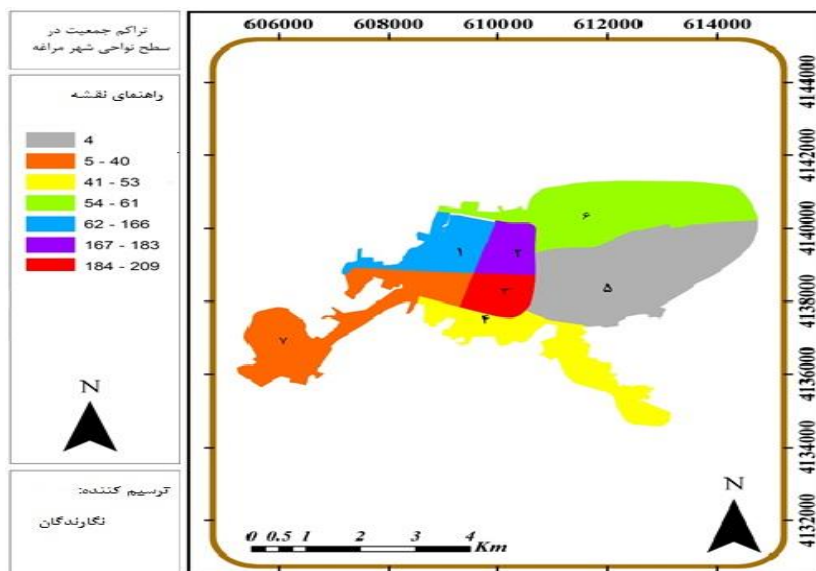
جمعیت شهر مراغه بر اساس سرشماری عمومی و نفوس مسکن در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۴۹۹۲۹ نفر بوده است. مساحت شهر در داخل محدوده محاسباتی ۲۵۹۷/۷ هکتار می‌باشد. متوسط تراکم ناخالص جمعیتی کل شهر در سال ۱۳۸۵، ۵۷ نفر در هکتار بوده است. توزیع تراکم ناخالص جمعیتی بین نواحی نشان می‌دهد که بالاترین تراکم جمعیت در ناحیه سه با ۱۹۹ نفر در هکتار و کمترین آن در ناحیه پنج با ۱۱ نفر در هکتار می‌باشد (جدول شماره ۳). هسته اولیه یا به عبارت دیگر قسمت‌های مرکزی شهر از تراکم بالای جمعیتی برخوردار می‌باشند. برعکس، نواحی پنج و شش

هنوز تراکم جمعیتی بسیار پایینی دارند (شکل شماره ۲). هرچند در طی سال‌های اخیر، بیشترین میزان ساخت و ساز و توسعه کالبدی شهر در این نواحی بوده است، اما هنوز هم به دلیل در حال ساخت بودن و مسکونی نشدن بسیاری از این واحدها و سطوح زیاد اراضی بایر، از تراکم جمعیت مطلوب برخوردار نیستند. این امر از نظر برنامه‌ریزی توسعه فضایی و رشد موزون شهر از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد و ضروری است که در بحث‌های مربوط به توسعه فیزیکی بهینه شهر لحاظ شود.

جدول ۳. تراکم ناخالص جمعیت به تفکیک نواحی

ناحیه	جمعیت (نفر)	مساحت (هکتار)	تراکم ناخالص جمعیت
۱	۱۹۰۶۰	۲۱۰٫۶	۹۱
۲	۱۶۵۸۴	۱۳۰٫۳	۱۲۷
۳	۲۰۸۲۱	۱۳۳٫۷	۱۹۹
۴	۳۰۳۰۰	۳۵۸٫۶	۸۴
۵	۱۱۲۲۴	۵۵٫۶	۱۳
۶	۲۹۷۸۴	۱۴۳٫۴	۶۱
۷	۲۱۱۱۵	۸۹٫۰	۵۱
جمع	۱۴۸۸۸	۲۵۹۷٫۷	۵۷

منبع: مطالعات نویسندگان، ۱۴۰۰.



شکل ۲. تراکم جمعیت در سطح نواحی شهر مراغه

### تراکم خالص مسکونی

مساحت مسکونی شهر مراغه در داخل محدوده محاسباتی، ۵۹۶ هکتار می‌باشد این میزان ۲۲/۶ درصد از مساحت کل شهر را شامل می‌شود. متوسط تراکم مسکونی شهر، ۲۵۰ نفر در هکتار است. بالاترین تراکم مسکونی مربوط به ناحیه سه با ۴۴۰ نفر در هکتار و کمترین تراکم مسکونی متعلق به ناحیه پنج با ۱۴۴ نفر در هکتار می‌باشد (جدول شماره ۴). پایین بودن تراکم خالص مسکونی در این ناحیه به دلیل ساخت‌وسازهای جدید و تعداد زیاد واحدهای مسکونی در حال ساخت می‌باشد که هنوز این واحدها جمعیت‌پذیر نشده‌اند.



جدول ۴. تراکم خالص مسکونی به تفکیک نواحی

ناحیه	جمعیت (نفر)	مساحت مسکونی (هکتار)	تراکم خالص مسکونی
۱	۱۹۰۶۰	۸۱,۳	۲۳۴
۲	۱۶۵۸۴	۷۱,۸	۲۳۱
۳	۲۰۸۲۱	۶۰,۴	۳۴۵
۴	۳۰۳۰۰	۹۴,۶	۳۲۰
۵	۱۱۲۲۴	۵۵,۶	۲۰۲
۶	۲۹۷۸۴	۱۴۳,۴	۲۰۸
۷	۲۱۱۱۵	۸۹,۰	۲۳۷
جمع	۱۴۸۸۸۸	۵۹۶,۰	۲۵۰

منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰.

### نسبت نرخ رشد مساحت به نرخ رشد جمعیت

**ضریب جینی:** ضریب جینی نیز شاخص دیگری برای اندازه‌گیری توزیع نابرابر جمعیت و اشتغال در نواحی مختلف یک شهر است. این ضریب نیز دامنه‌ای بین ۰ و ۱ دارد. ضریب جینی بالاتر (نزدیک به ۱) به این معنی است که تراکم جمعیت یا اشتغال تا حد زیادی در نواحی کمتری بالاست (توزیع نامتعادل) و ضریب جینی نزدیک به صفر به این معنی است که جمعیت یا اشتغال در شهر به صورت عادلانه‌ای توزیع شده است. ضریب جینی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Gini = 0.5 \sum N |x_i - y_i|$$

در این رابطه N تعداد نواحی،  $X_i$  نسبت زمین در ناحیه i و  $y_i$  نسبت جمعیت یا اشتغال در ناحیه i است (penfold, 2001)

اعداد به دست آمده برای سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ به ترتیب برابر ۴۲۲.۰ و ۰.۳۷۰ می‌باشد که نشان از نابرابری در توزیع در هر دو دهه وجود دارد. ولی مقدار ضریب جینی برای سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۷۵ نشانگر حرکت جمعیت به سوی پخش عادلانه‌تر و همسان‌تر می‌باشد.

**مدل هلدرن:** یکی از روش‌های اساسی برای مشخص نمودن رشد بی‌قواره شهری استفاده از هلدرن است (تیموری و همکاران، ۱۳۹۲). جهت استفاده از معادله هلدرن با در نظر گرفتن ۱۳۴۵ به عنوان سال پایه و سال ۱۳۸۵ به عنوان سال پایان دوره اعداد به دست آمده از مدل هلدرن نشان می‌دهد از کل رشد فیزیکی و کالبدی یا افزایش وسعت شهر در این دوره ۳۶ درصد از رشد فیزیکی شهر، مربوط به رشد جمعیت و ۶۴ درصد رشد شهر مربوط به رشد افقی و اسپرال شهر بوده است که به کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه زمین شهری منجر شده است.

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

$$\begin{aligned} \ln \left( \frac{149929}{54106} \right) + \ln \left( \frac{179.6}{29} \right) &= \ln \left( \frac{2684}{162} \right) \\ \ln (2.770) + \ln (6.193) &= \ln (16.567) \\ (1.018) + (1.932) &= (2.807) \\ + \left( \frac{1.823}{2.807} \right) &= \left( \frac{2.807}{2.807} \right) 0.36 + 0.64 = 1 \end{aligned} \left( \frac{1.018}{2.807} \right)$$

نتایج حاصله از همه این روش‌ها بیانگر این موضوع است که تا سال ۱۳۵۵ صرف نظر از میزان کمیت آن می‌توان پدیده پراکنش توسعه شهر را با فشردگی متعادل را برای مراغه متصور بود، اما در دهه بعد یعنی ۱۳۶۵، پراکنش افقی شهر افزایش و تمرکز یا فشردگی شهر کاهش یافته است. با توجه به نتایج مدل‌های مورد استفاده می‌توان به طور خلاصه گفت که رشد فضایی - کالبدی شهر مراغه در طی دهه‌های گذشته عمدتاً به صورت افقی و پراکنده، مخصوصاً در قسمت‌های شرقی بوده؛ که نواحی پنج و شش می‌باشد. اما در طی دهه گذشته گرایش به تجمع نیز دیده می‌شود.

مهم‌ترین دلایل توسعه افقی شدید شهر مراغه از سال ۱۳۶۵ تا ۸۵ عبارت‌اند از: سرانه بالای ارضی بایر و کشاورزی در محدوده شهر (اراضی زیادی در داخل شهر قرار دارند که به علت عدم تمایل صاحبان آن‌ها جهت فروش برای ساخت و ساز باعث شده که گسترش شهر به صورت تکه‌تکه و گرهی رشد کرده و عدم نظارت صحیح نیز در سال‌های گذشته باعث رشد پراکنده شهر در چند دهه گذشته شده است)؛ مهاجرت‌های روستا - شهری؛ افزایش مالکیت اتومبیل شخصی و بهبود مسیرهای ارتباطی.

### مؤلفه دسترسی

توسعه شهر و شبکه‌های حمل‌ونقل نمی‌توانند مستقل از یکدیگر تحقق یابند. از این‌رو ارتباط تنگاتنگ و انکارناپذیری با یکدیگر و با معیارهای کیفی شهری، سیاست‌گذاری‌ها و نیز اقتصاد شهری دارند. توسعه شهرها با بهره‌گیری از پتانسیل‌های عناصر ترابری شهری همواره در طول تاریخ مورد توجه بوده و در دوره‌های زمانی مختلف با اهداف و روش‌های گوناگونی صورت پذیرفته است. در این زمینه، آنچه در آستانه هزاره سوم بر آن تأکید می‌شود توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی است (کاشانی‌جو و همکاران، ۱۳۸۸: ۱). توسعه‌ای متراکم با ترکیب مناسبی از کاربری‌ها در مجاور ایستگاه‌ها و مسیرهای حمل‌ونقل عمومی که منجر به شکل‌گیری محلاتی سرزنده با کیفیت بالایی از زندگی می‌شود. در این رویکرد، امکان زندگی و فعالیت در محیطی متراکم با کاربری‌های متنوع و دارای گزینه‌های متعدد جابه‌جایی فراهم آمده است که سبب اختصاص زمان کمتر به رانندگی و نیز کاهش تقاضای سفر با اتومبیل شخصی خواهد شد. از این طریق صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش آلودگی هوا، ترافیک و هزینه‌های حمل‌ونقل عمومی نقطه پایانی بر مشکلات شهرهای امروزی نیست، لیکن می‌تواند آغازی برای بهبود وضعیت کنونی شهرها باشد (بهزاد فر و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۰).

فاصله ایستگاه‌های اتوبوس روی عملکرد وسیله نقلیه و خطوط اتوبوس‌رانی و همچنین کل زمان سفر و در نتیجه تقاضای سفر برای سیستم حمل‌ونقل همگانی تأثیر می‌گذارد. فاصله ایستگاه‌ها بین دو حد نهایی زیر تقسیم‌بندی شده است:

توقف‌های نزدیک به هم (که شامل توقف در هر محله در فواصل ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر می‌باشد) و باعث کاهش طول پیاده‌روی و رد مقابل افزایش تعداد توقف و زمان سفر می‌شود. دورتر کردن ایستگاه‌ها که نتیجه آن افزایش طول پیاده‌روی و در مقابل کاهش زمان سفر و افزایش سرعت سفر خواهد بود.

فاصله ایستگاه‌های اتوبوس بر اساس نوع کاربری‌های منطقه نظیر نواحی مسکونی، تجاری، بازرگانی و یا مرکز فعالیت‌های تجاری می‌باشد (شاهی، ۱۳۹۰: ۴۵) در این پژوهش برای بررسی شعاع دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی خطی، مدل تحلیل شبکه به‌عنوان یکی از روش‌های بسیار مناسب جهت تعیین کوتاه‌ترین مسیر برای دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی و اتوبوس مورد استفاده قرار گرفته است. مدل تحلیل شبکه در GIS در برنامه‌ریزی بهینه حمل‌ونقل از ابزارهای بسیار مناسب بوده و می‌تواند در تعیین کوتاه‌ترین و بهترین مسیر از نظر خدماتی و دسترسی در برنامه‌ریزی‌های حمل‌ونقل به کار گرفته شود. در این پژوهش نیز در فاصله ۵۰۰ متری به‌عنوان فاصله مطلوب در نظر گرفته شده است. لایه‌های ایستگاه اتوبوس و تاکسی نیز از google map تهیه شده است.

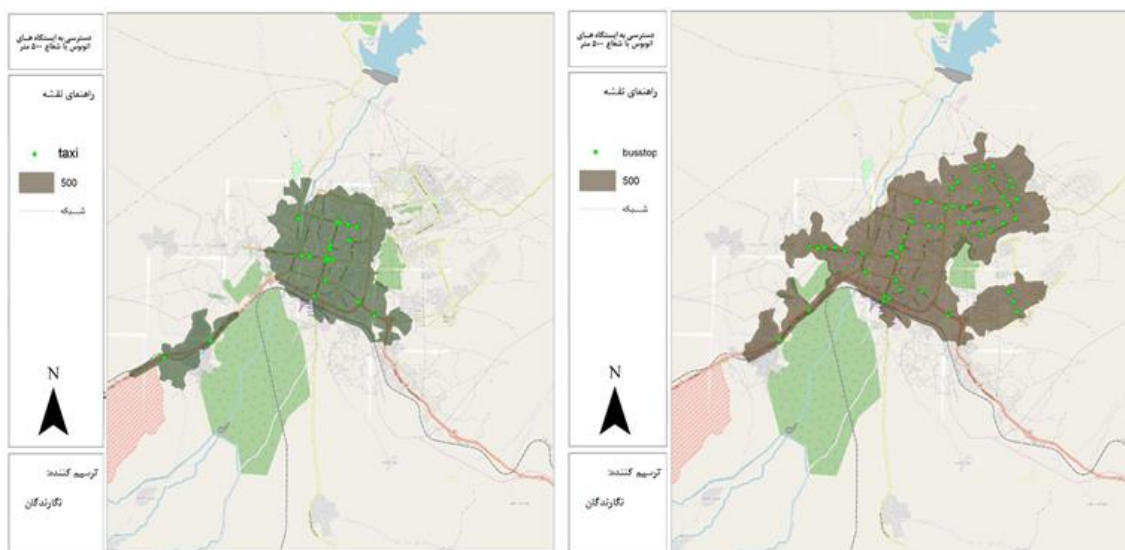
شهر مراغه دارای ۷۰ ایستگاه اتوبوس و ۹ خط اتوبوس است، در طی چند سال اخیر وضعیت عملکردی این سیستم تقریباً مناسب بوده و با استقبال تقریباً خوبی از طرف شهروندان مواجه شده است (سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مراغه، ۱۳۹۶).

در بین نواحی، ناحیه ۱ با تعداد جمعیت ۱۹۰۶۰ و ناحیه ۶ با تعداد جمعیت ۲۹۷۸۴ دارای بیشترین تعداد پراکندگی ایستگاه اتوبوس و ناحیه ۴ با تعداد جمعیت ۳۰۳۰۰ و ناحیه ۷ با تعداد جمعیت ۲۹۷۸۴ از پراکندگی کمتری نسبت به نواحی دیگر از ایستگاه‌های اتوبوس دارند. با توجه به فرایند تحلیل شبکه ۳۸ درصد از مساحت شهر

در فاصله ۵۰۰ متری از ایستگاه‌های اتوبوس قرار گرفته‌اند و بقیه در فاصله بیش از ۷۰۰ متری قرار دارند (شکل شماره ۳).

شهر مراغه دارای ۲۰ خط ایستگاه تاکسی و ۵۲۰ دستگاه تاکسی گردش می‌باشد (سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهر مراغه، ۱۳۹۸). بیش از ۵۰ درصد از مساحت نواحی شهر مراغه در فاصله بیش از (۵۰۰ متری) ایستگاه‌های تاکسی قرار دارند. این محاسبه، نشان از پخش نامناسب ایستگاه‌های تاکسی در سطح شهر مراغه دارد. بیشترین پوشش، مربوط به نواحی ۱ و ۲ می‌باشد و ناحیه ۵ با تعداد جمعیت ۱۱۲۲۴ فاقد دسترسی به ایستگاه تاکسی می‌باشد. با توجه به تحلیل شبکه، ۶/۹۱ درصد از مساحت و ۷/۰۶ درصد جمعیت تحت پوشش ایستگاه تاکسی قرار گرفته‌اند که، این مقدار نشان از توزیع نامناسب ایستگاه‌های تاکسی در سطح شهر مراغه دارد (شکل شماره ۴).

توسعه‌های پیرامونی و مربوطه به دو و سه دهه اخیر به لحاظ دسترسی به خطوط حمل و نقل عمومی بخصوص تاکسی‌های شهری در مضیغه هستند. دسترسی به شبکه حمل و نقل عمومی شهری، علاوه بر کاهش هزینه‌های توسعه شهری و ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان؛ فاکتوری اساسی در کاهش آسیب‌های زیست محیطی و حفظ عناصر زیستی و حیاتی شهری است.



شکل ۳. ایستگاه‌ها و شعاع دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس  
شکل ۴. ایستگاه‌ها و شعاع دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی در شهر مراغه

### مؤلفه زیست‌محیطی

پایداری زیست‌محیطی یکی از موضوعات مهم مطرح‌شده در طی چند دهه اخیر در سطح بین‌الملل می‌باشد. شاخص‌های زیست‌محیطی متعددی از سوی سازمان ملل متحد و دانشگاه‌ها مطرح‌شده است که از کار آبی و کارآمدی لازم برای نظارت بر فرایندهای تخریب محیط‌زیست کشورهای گوناگون برخوردار می‌باشند (صادقی، ۱۳۹۰: ۱۵).

بسیاری از کشورهای در حال توسعه دارای تمرکز بیش از اندازه در چند نقطه معدود شهری هستند، چنین وضعیتی مشکلات زیادی به همراه داشته است. در این کشورها، کیفیت زندگی دستخوش نابرابری‌های منطقه‌ای عظیمی است که در بسیاری موارد، به سرعت در حال افزایش است (ملکی و دیگران ۱۳۹۳: ۹۰) شناسایی متغیرهای زیست‌محیطی و ارزیابی آن‌ها امکان انتخاب گزینه‌ی مناسب در فرایند برنامه‌ریزی را فراهم می‌آورد. در این پژوهش از شاخص‌های دسترسی فضای سبز، پوشش شبکه فاضلاب و مساحت بافت فرسوده به‌منظور بررسی و تحلیل شاخص زیست‌محیطی رشد هوشمند در شهر مراغه استفاده شده است.

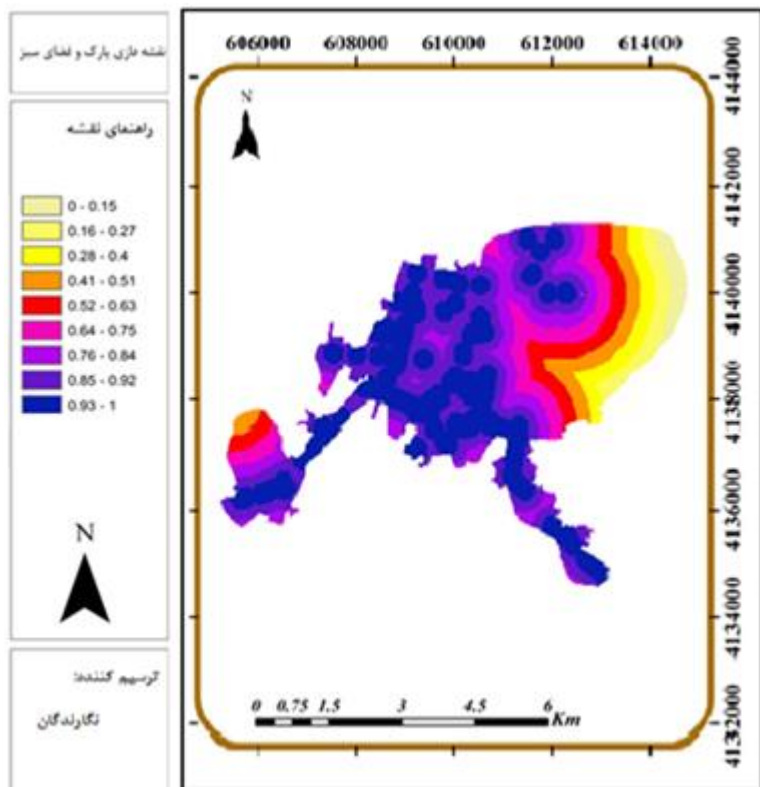
## فضای سبز

توجه به فضای سبز شهری یا به عبارت دقیق‌تر، توجه به سطوحی از کاربری‌های شهری یا پوشش گیاهی انسان‌ساخت، با تولید اکسیژن، تعدیل دمای محیط، جذب برخی از آلاینده‌ها، تثبیت سطوح شیب‌دار، افزایش رطوبت و نهایتاً بازدهی اکولوژیکی باعث ارتقای کیفیت محیط‌زیست شهری می‌شود و فضای جذاب و مناسب را برای برقراری تعاملات اجتماعی و گذران اوقات فراغت برای اقشار مختلف جامعه فراهم می‌سازد. بر اساس استانداردهای جهانی، سرانه فضای سبز بین ۲۲-۲۱ مترمربع برای هر شهروند است (لقایی و همکاران، ۱۳۸۸: ۸).

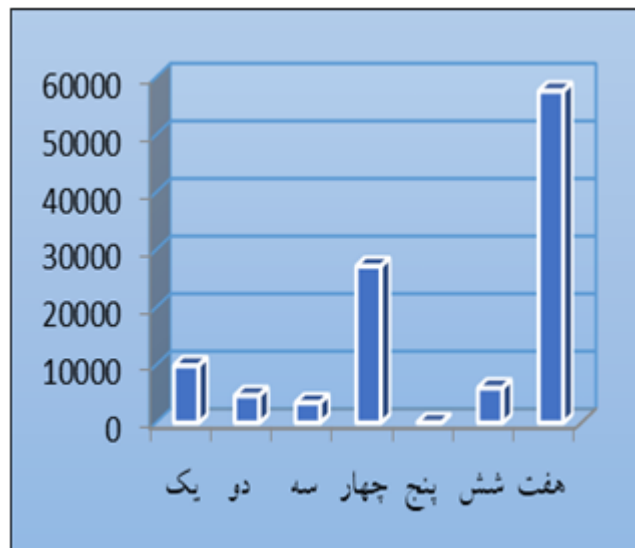
مساحت پارک و فضای سبز در شهر مراغه ۱۸/۹۶ هکتار است و سرانه هر فرد ۱/۳ مترمربع می‌باشد. درعین‌حال حدود ۱۰ هکتار فضای سبز (پارک مارال) با عملکرد شهری در خارج از محدوده شهر می‌باشد؛ که با احتساب آن، سرانه این کاربری به ۱/۹ مترمربع افزایش می‌یابد که، با استانداردهای مطلوب فاصله زیادی دارد (شکل شماره ۵). بسیاری از نواحی و محلات شهر فاقد پارک و فضای سبز هستند. در مدل فازی که، برای تحلیل متغیر فضای سبز به کار گرفته شده است، عدد یک، بیانگر برخورداری بیشتر نواحی و عدد صفر به معنای عدم برخورداری است. بر طبق نقشه مدل فازی و پراکنندگی پارک و فضای سبز مشخص شد که، ناحیه هفت و چهار و یک دارای بیشترین تعداد پارک و فضای سبز و ناحیه ۵ فاقد فضای سبز و بقیه نواحی از سطوح کمتری از فضای سبز برخوردار هستند. ناحیه ۵ طی سال‌های اخیر توسعه یافته است و اغلب جمعیت این ناحیه را جمعیت مهاجر از روستا به شهر تشکیل داده‌اند و به دلیل رشد سریع و بی برنامه این ناحیه، به ایجاد کاربری‌های خدماتی و عمومی در این ناحیه توجه چندانی نشده است (شکل شماره ۶). در حالیکه فضاهای سبز شهری علاوه بر بهبود وضعیت روحی و روانی شهروندان؛ مؤلفه ای اساسی در تلطیف آب و هوای شهر و حفظ عناصر زیست محیطی حیاتی شهر است. در توسعه های جدید پیرامونی شهر، باغات و اراضی کشاورزی به کلی تغییر کاربری داده شده و حتی مساحتی از این اراضی به ایجاد فضاهای سبز شهری اختصاص داده نشده است. این در حالی است که بیشتر پارک های شهر در بافت های مرکزی شهر و در توسعه های دهه ۵۰ ایجاد شده‌اند و امروز این پارک ها به شهروندان ساکن بافت های پیرامونی شهر هم خدمات می‌دهند.

## بافت فرسوده

بافت‌های فرسوده و ناکارآمد شهری بخش اعظمی از سطح شهرهای کشور را تشکیل می‌دهند. این بافت‌ها از یک‌سو از طیف گسترده‌ای از مشکلات کالبدی، عملکردی، ترافیکی و زیست‌محیطی رنج می‌برند و برای کل گستره شهری تهدید جدی به شمار می‌آیند و از سوی دیگر مهم‌ترین پتانسیل شهرها برای استفاده از زمین جهت اسکان جمعیت، تأمین فضای باز و خدماتی و نیز بهبود محیط‌زیست محسوب می‌گردد. بهره‌برداری از تمامی پتانسیل‌های موجود در شهر و بهینه‌سازی وضعیت موجود به منظور افزایش بهره‌وری یکی از دلایل منطقی پرداختن به تجدید حیات بافت‌های فرسوده است (جمشیدی: ۱۳۹۰). یکی از ریشه‌های شکل‌گیری چنین بافت‌هایی را می‌توان از زمان ورود اتومبیل به شهرها و گسترش خیابان‌ها دانست. چراکه با این رویکرد، توسعه به سمت بیرون تشویق و توجه و رسیدگی به بافت‌های قدیمی‌تر کمرنگ شد و آنچه مسلم است هر بافت درگذر زمان دچار فرسودگی می‌شود و در صورت عدم رسیدگی، روند میرایی را طی خواهد نمود. هرچند که بحرانی شدن این چنین شکل‌طرح‌هایی در قالب بازسازی، بهسازی و نوسازی برای بافت‌های فرسوده تدوین گردید، اما بعضاً به دلیل داشتن دیدگاهی کالبدی و عدم توجه به جنبه‌های کیفی و مسائل اجتماعی-اقتصادی در مبانی نظری مدون طرح‌ها، با شکست مواجه شدند. با این اتفاق صاحب‌نظران به این نکته پی بردند که برای بازگرداندن حیات مدنی به بافت‌های فرسوده باید به سایر ابعاد نظیر محیط‌زیست، عملکرد و فعالیت موضوعات اجتماعی نیز پردازند. در ادامه این تفکر، نظریه‌ها، جنبش‌ها و مکاتبی مطرح شدند که یکی از آن‌ها جنبش رشد هوشمند بود (ستاریان، ۱۳۹۲: ۵۴).



شکل ۶. نقشه فازی پارک‌ها و فضاهای سبز شهر مراغه



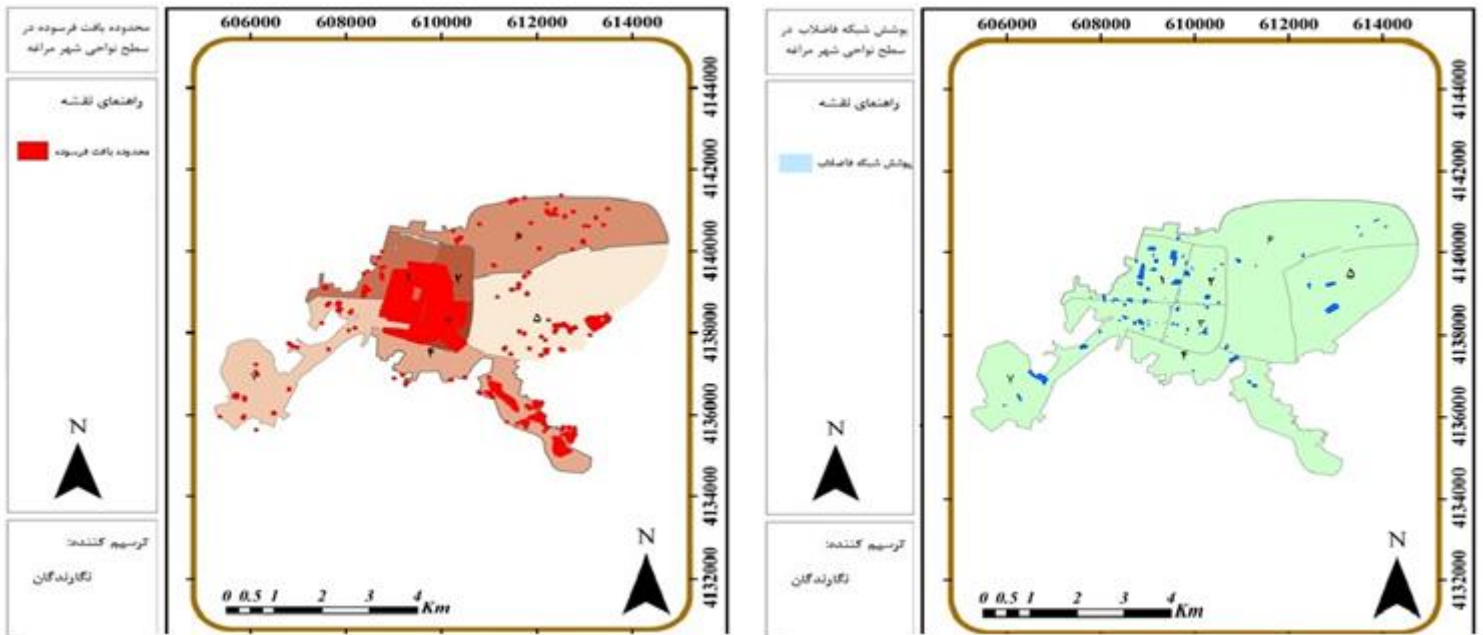
شکل ۷. مساحت پارک‌ها و فضاهای سبز نواحی شهر مراغه

مساحت کل بافت فرسوده در شهر مراغه، در سال ۹۰ برابر با ۳۳۴/۶۴ هکتار است. جمعیت بافت فرسوده شهر مراغه در سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۳۶۷۰۶، ۳۵۴۵۹ نفر می‌باشد. محدوده بافت فرسوده میانی که شامل بخش‌های مرکزی شهر، نواحی یک، دو و سه می‌باشد ۹۸/۶۹ هکتار است که به دلیل اینکه این نواحی از هسته‌های شکل‌گیری اولیه شهر می‌باشند مساحت بیشتری از بافت فرسوده در این نواحی است بافت‌های فرسوده شهری در این نواحی با توجه به اینکه جمعیت زیادی در مقایسه با سایر نواحی دارد از فقدان برخی خدمات فرهنگی، آموزشی و شهری به لحاظ کمی و کیفی رنج می‌برد و در برخی خدمات نیز دچار کمبود است، از دیگر ویژگی‌های این بافت می‌توان به پایین بودن تراکم ساختمانی مسکونی، فشرده بودن بافت و کم بودن وسعت آن اشاره کرد. محدوده بافت فرسوده در نواحی چهار و هفت که جزو بافت فرسوده حاشیه‌ای هستند، ۸۴/۱۴ هکتار است. ناحیه پنج و شش از فرسودگی کمتری در مقایسه با بافت حاشیه‌ای و میانی دارند و مساحت بافت فرسوده در این نواحی ۱۶/۱۲ هکتار است که، به دلیل نوساز بودن این نواحی میزان کمتری از بافت فرسوده را به خود اختصاص داده است (شکل شماره ۷). استفاده از زمینهای رها شده و بافت‌های ریزدانه با کوچه‌های تنگ و ساختمان‌های فرسوده این مناطق، تا حدود زیادی می‌توانست از تخریب اراضی کشاورزی و باغات ارزشمند پیرامون شهر جلوگیری کرد و هم اینکه از هزینه‌های توسعه شهری کاسته و دسترسی شهروندان را هم به خدمات شهری داخل شهرها ارتقاء داد.

### پوشش فاضلاب

یکی از شاخص‌های مهم محیط زیست سالم، دارا بودن سیستم مناسب جمع‌آوری و دفع فاضلاب است. علاوه بر فاضلاب‌های تولیدی در سکونتگاه‌ها، فاضلاب و پساب‌های مراکز صنعتی و کشاورزی نیز به‌عنوان آلوده‌کننده‌های آب‌های زیرزمینی و آب‌های سطحی به‌ویژه آب رودخانه‌ها، دریاها و دریاچه‌ها هستند (احمدی، ۱۳۹۴: ۲۴). شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر مراغه در حال حاضر قسمت قابل‌توجهی از شهر را شامل می‌شود، به‌طوری‌که مقدار آب

۶۸۴۱۰ و مقدار شبکه فاضلاب ۵۹۸۵۴ می‌باشد و با احتساب این ارقام ۸۷ درصد مناطق و نواحی شهر مراغه به‌جز شهرک امام حسن، زیباشهر و گلشهر از پوشش شبکه فاضلاب برخوردار می‌باشند (اداره آب و فاضلاب شهر مراغه، ۱۳۹۶). با توجه به نقشه پوشش شبکه فاضلاب (شکل شماره ۸)، پوشش شبکه فاضلاب نواحی ۵ و ۶ شهر مراغه از سایر نواحی کمتر است که، علت آن بنا بر گفته شرکت آب و فاضلاب به دلیل شیب ناحیه پنج و همچنین جدیدالاحداث بودن ناحیه شش است، ولی در نواحی دیگر وضعیت پوشش شبکه فاضلاب یکسان است. پوشش شبکه فاضلاب شهری تا حدود زیادی می‌تواند از آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین خاک‌ها جلوگیری کند. در مرحله بعد تصفیه فاضلاب‌های شهری تهدیدهای زیست محیطی شهرها را به حداقل می‌رساند که در شهر مراغه شبکه تصفیه فاضلاب شهری راه اندازی نشده است.



شکل ۷. محدوده بافت فرسوده در سطح نواحی شهر مراغه

شکل ۸. محدوده پوشش شبکه فاضلاب در نواحی شهر مراغه

## نتیجه گیری

گسترش پراکنده بافت‌های شهری و آثار متعدد اقتصادی و زیست‌محیطی آن، صاحب‌نظران مسائل شهری را به کنکاش جهت یافتن راهبردهایی برای مقابله با این مساله واداشته است. در این راستا، راه‌حل‌های موردی و موضعی متعددی طی دهه‌های اخیر ارائه گردید، در دهه‌ی آخر قرن بیستم رشد هوشمند به عنوان راهبردی جامع برای مقابله با گسترش پراکنده و کم تراکم مناطق پیرامونی شهرها مطرح و در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته به کار گرفته شد. در این راستا، در پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل مؤلفه‌های رشد هوشمند شهری در نواحی شهری مراغه با استفاده از مؤلفه‌های منتخب فشردگی، زیست‌محیطی و دسترسی پرداخته شد. برای بررسی هر یک از این شاخص‌ها، از مدل‌های مختلف تحلیلی استفاده شده است، برای مؤلفه فشردگی که زیر شاخص‌های آن تراکم ناخالص جمعیت، مساحت، تراکم ناخالص مسکونی می‌باشد، مدل‌های آماری هلدرن و ضریب جینی استفاده شد. جمعیت شهر مراغه بر اساس سرشماری عمومی و نفوس مسکن در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۴۹۹۲۹ نفر بوده است. مساحت شهر در داخل محدوده محاسباتی ۲۵۹۷/۷ هکتار می‌باشد. متوسط تراکم ناخالص جمعیتی کل شهر در سال ۱۳۸۵، ۵۷ نفر در هکتار بوده است. نتایج حاصل از مدل هلدرن که برای تعیین رشد بی‌قواره شهری به کار می‌رود، نشان داد که ۶۴ درصد از رشد فیزیکی شهر مراغه ناشی از رشد بی‌قواره شهر بوده است و فقط ۳۶ درصد آن ناشی از رشد جمعیت بوده است. سپس

برای مشخص شدن میزان برخورداری نواحی از شاخص‌های زیست‌محیطی رشد هوشمند شهری، سه زیر شاخص پارک و فضای سبز، بافت فرسوده و پوشش شبکه فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت که از نرم‌افزار Arc GIS و آنالیز fuzzy برای بررسی وضعیت زیست محیطی این شهر استفاده شد که نشان داد نواحی از پوشش لازم فضای سبز برخوردار نیستند و ناحیه پنج، فاقد پارک و فضای سبز است و ناحیه هفت و چهار از بیشترین پوشش پارک و فضای سبز در سطح نواحی مراغه برخوردار می‌باشند. در یک نگاه کلی پوشش فضای سبز در سطح نواحی مطلوب نیست. همچنین در زیر شاخص پوشش فاضلاب، نواحی پنج و شش از کمترین پوشش فاضلاب برخوردار هستند. در مؤلفه دسترسی، دو شاخص دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی و دسترسی به ایستگاه اتوبوس با شعاع دسترسی ۵۰۰ متر از طریق تحلیل شبکه Network analyst مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحلیل نشان داد که، ۳۸ درصد از مساحت شهر در فاصله ۵۰۰ متری از ایستگاه‌های اتوبوس قرار دارند و بقیه در فاصله بیش از ۷۰۰ متر قرار دارند و در زیر شاخص دسترسی به ایستگاه‌های تاکسی ۶/۹۱ درصد از مساحت و ۷/۰۶ درصد جمعیت تحت پوشش ایستگاه‌های تاکسی قرار گرفته‌اند که، حاکی از پخش نامناسب ایستگاه‌ها می‌باشد. برای نشان دادن توزیع پراکندگی ایستگاه‌های اتوبوس و تاکسی از Google map استفاده شد و نتایج نشان داد، ناحیه پنج فاقد هرگونه ایستگاه تاکسی است و ناحیه ۱ و ۲ بیشترین توزیع ایستگاه را دارند و در توزیع ایستگاه اتوبوس ناحیه شش و یک بیشترین و ناحیه چهار و هفت کمترین توزیع ایستگاه اتوبوس را دارند.

در یک نگاه کلی و با توجه به نتایج حاصل از مدل‌های به‌کار رفته در این پژوهش، طی دهه‌های اخیر، توسعه فیزیکی شهر مراغه به سمت پراکندگی و اسپرال بوده است و نتایج حاصل از تحلیل‌ها نشان می‌دهد که، در برخورداری نواحی از شاخص‌های رشد هوشمند شهری تفاوت وجود دارد. نواحی شرقی مراغه که شامل نواحی پنج و شش است، در سطوح پایین برخورداری از شاخص‌های رشد هوشمند شهری قرار دارند، مخصوصاً در شاخص زیست‌محیطی و دسترسی‌ها. با توجه به اینکه این نواحی طی دهه‌های اخیر گسترش یافته‌اند و از تراکم کم جمعیتی برخوردار هستند برای جلوگیری از هجوم جمعیت به سوی باغات و اراضی جهت اسکان می‌توان از این نواحی بهره جست. بنابراین لزوم توجه به ایجاد کاربری‌های متناسب با نیاز محله از جمله پوشش شبکه فاضلاب و دسترسی‌ها و شاخص‌های زیست‌محیطی از ملزومات این نواحی به شمار می‌رود. نواحی مرکزی شهر که شامل نواحی یک، دو و سه می‌باشد، چون در دوره‌های اول گسترش شهر شکل گرفته‌اند از شاخص فشردگی مطلوبی نسبت به دیگر نواحی برخوردار هستند. اما به لحاظ زیر شاخص زیست‌محیطی بافت فرسوده که، ۹۸/۶۹ هکتار از مساحت این نواحی را شامل می‌شود، باید مورد برنامه‌ریزی و بازآفرینی قرار بگیرند تا به اهداف رشد هوشمند که استفاده مؤثر از بافت‌های فرسوده و اختلاط کاربری‌ها است، برسند. در پژوهش حاضر، رشد هوشمند به عنوان رویکردی برای هدایت شهر مراغه در راستای ارتقاء کیفیت زندگی شهروندان هماهنگ با ارزش‌های زیست محیطی در نظر گرفته شد و در شاخص‌های انتخابی هم این ارزش و معیار مورد توجه محقق بوده است، در این راستا نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق لی و رین (۲۰۱۹) و نیز محمودی و شمس (۱۴۰۰) هم‌خوانی دارد. همچنین نتیجه تحقیق مبنی بر تفاوت بین نواحی در برخورداری از شاخص‌های رشد هوشمند شهری بویژه بین بافت‌های داخلی شهر با بافت‌های پیرامونی جدیدالاحداث؛ با نتایج تحقیق محمودی و شمس (۱۴۰۰)، فرج‌زاده و مصیب زاده (۱۴۰۱) و علیزاده و زاکریان (۲۰۲۲) هم‌خوانی دارد. با توجه به نتایج این تحقیق، راهبردهای زیر جهت بهبود توسعه شهر مراغه ارائه می‌گردد:

#### افزایش تراکم و حرکت به سمت فرم فشرده شهری از طریق به‌کارگیری سیاست‌های:

- ایجاد مناطق و نواحی با کاربری افقی و عمودی مخصوصاً در نواحی مرکزی شهر مراغه؛
- به‌کارگیری سیاست‌ها و محرک‌های مالی برای حمایت از کاربری‌های ترکیبی در سطح نواحی؛ و
- استفاده مجدد از زمین‌های قهوه‌ای و ارجح دانستن تعمیر و نگهداری زیرساخت‌های موجود به ایجاد زیرساخت‌های جدید در سطح بافت‌های قدیمی و مرکز شهر.

#### حفاظت از زمین‌های مولد از طریق به‌کارگیری سیاست‌های:

- جلوگیری از تغییر کاربری اراضی کشاورزی و باغی داخل و حاشیه شهر؛ و

- تعریف شاخص‌های زیست‌محیطی مناسب به‌منظور نظارت و اندازه‌گیری کیفیت و سلامت محیط‌زیست در سطح مدیریت شهری مراغه.

### بهبود زمینه‌های مشارکت ذینفعان از طریق به‌کارگیری سیاست‌های:

- آموزش شهروندان و گسترش مشارکت مردم در طرح‌های توسعه شهری در راستای شناساندن مزایای شهر هوشمند؛ و
- مشارکت و ایجاد درک متقابل بین تمام ذینفعان با منافع ناسازگار با هدف عملیاتی سازی هر چه بیشتر هوشمند سازی توسعه شهر مراغه.

## منابع

- انصاری، میترا؛ شریعت پناهی، مجید؛ ملک حسینی، عباس؛ مدیری، مهدی (۱۴۰۰). مدل‌یابی عوامل مؤثر بر تحقق‌پذیری اصول رشد هوشمند در شهر ملایر، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۵ (۲): ۱-۳۴.
- ابراهیمی، مازیار؛ معرف، مریم (۱۳۹۷). توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری (تحلیلی بر مولفه‌ها، ویژگی‌ها و مزایای شهر هوشمند)، نشریه علمی-تخصصی شباک، ۴ (۳۵): ۳۹-۴۷.
- انصاری، میترا؛ شریعت پناهی، مجید؛ ملک حسینی، عباس؛ مدیری، مهدی (۱۳۹۷). تحلیل فضایی توزیع شاخص‌های رشد هوشمند شهری در سطح محلات. نورد: شهر ملایر، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۸ (۲۳): ۹۳-۱۱۳.
- انجمن بین‌المللی مدیریت شهری / روستایی و شبکه رشد هوشمند شهری آمریکا، (۱۳۹۶). دستیابی به رشد هوشمند شهری: ۱۰۰ سیاست کاربردی، ترجم سعید زنگنه شهرکی، انتشارات پاپلی.
- بهزادفر، مصطفی و ذبیحی، مریم (۱۳۹۰). راهنمای برنامه‌سازی حوزه‌های شهری در چارچوب توسعه مبتنی بر حمل و نقل عمومی، مجله باغ نظر، ۸ (۱۸): ۳۹-۵۰.
- توکلی، مرتضی و نعیم آبادی، نازنین (۱۳۹۸). خزش شهری و تغییرات کاربری اراضی فضاهای پیراشهری نیشابور، مجله توسعه فضاهای پیراشهری، سال اول، شماره دوم: ۱۶۵-۱۵۱.
- رهنما، محمدرحیم و عباس زاده، غلام (۱۳۸۷). اصول و مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی.
- زنگنه شهرکی، سعید (۱۳۹۵). کتاب مدیریت گسترش کالبدی شهر با رویکرد رشد هوشمند شهری، ناشر: موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران.
- فرج زاده، کرامت الله، مصیب زاده، علی (۱۴۰۱). تحلیل فضایی-کالبدی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مناطق چهارگانه یاسوج بر اساس مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، فصلنامه جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱۹: ۷۶-۵۳.
- لقایی، حسنعلی، بهمن پور، هومن و حیدری، فرناز (۱۳۸۸). شناخت کمی و کیفی پارک‌ها و فضاهای سبز شهر تهران مطالعه موردی: منطقه ۸ تهران، مجله انسان و محیط‌زیست، ۷ (۱): ۱۳-۲.
- موحد، علی، مصطفوی صاحب، سوران و احمدی، مظهر (۱۳۹۳). تبیین الگوی گسترش فضایی کالبدی شهر سقز با رویکرد فرم شهری پایدار، فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری، ۲ (۵): ۷۵-۵۵.
- محمودی، ناصر، شمس، مجید (۱۴۰۰). تحلیل اثرات زیست محیطی گسترش افقی شهر با تأکید بر شاخص‌های رشد هوشمند (مطالعه موردی: شهر دزفول)، فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی شهری چشم انداز زاگرس، ۱۳ (۴۸): ۱۹۵-۲۱۶.
- محمد زاده، رحمت. (۱۳۸۶) بررسی زیست محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها با تأکید بر شهرهای تهران و تبریز، توسعه‌ای، شماره نهم، ۹۳: ۱۱۲-۹۳.
- مودت، الیاس، ملکی، سعید و مؤمنی، کورش (۱۳۹۶) ارزیابی و سنجش ساختار فضایی و خزش شهری (مطالعه موردی: شهر یزد)، مجله جغرافیای اجتماعی شهری، سال ۴، شماره ۲: ۱۷۵-۱۵۲.
- Alizadeh, S., Zakerian, M. (2022). Investigate and comparison of urban smart-making indicators in Yazd. *Journal of Nature and Spatial Sciences*, 2 (1), 27-40.
- Bagan, H., Yamagata, Y. (2012). Landsat analysis of urban growth: How Tokyo became the world's largest megacity during the last 40 years. *Remote Sensing of Environment*, 127, 210 –222.
- Li, L., Ren, X. (2019). A Novel evaluation model for urban smart growth based on principal component regression and radial basis function neural network, *Journal of Sustainability*, 11, 6125; doi:10.3390/su11216125.



- Molaei, M., Murgante, B., Yousefi, M. & Zarghamfard, M. (2017). Urbanization patterns in Iran visualized through spatial auto-correlation analysis, *Spat. Inf. Res.* DOI 10.1007/s41324-017-0128-0.
- Pilehvar, A. (2021). Spatial-geographical analysis of urbanization in Iran, *Journal of Humanities and Social Sciences Communications*, 8:63, doi.org/10.1057/s41599-021-00741-w.
- Taravat, A. Rajaei, M. & Emadodin, I. (2017). Urbanization dynamics of Tehran city (1975–2015) using artificial neural networks, *Journal of Maps*, 13:1, 24-30, DOI:10.1080/17445647.2017.1305300.
- Vaz, E., & Nijkamp, P. (2015). Gravitational forces in the spatial impacts of urban sprawl: An investigation of the region of Veneto, Italy. *Habitat International*, 45, 99-105.
- Zhou, W. Jiao, M. Yu, W. & Wang, J. (2017). Urban sprawl in a megaregion: A multiple spatial and temporal perspective. *Ecological Indicators*.