

## تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مشهد

دکتر محمد رحیم رهنما\*

سلیمان حیاتی\*\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۲

### چکیده

به دنبال مسائل زیست محیطی، مبحث توسعه پایدار در سال ۱۹۸۷ از طریق گزارش براندلند مطرح گردید. در همین زمینه، نظریه پردازان برنامه‌ریزی شهری مقوله شهر پایدار و در قالب آن رشد هوشمند را در دستور کار قرار دادند. در این پژوهش، هدف؛ بررسی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در شهر مشهد بر اساس سه شاخص فشردگی، زیست محیطی و دسترسی به تفکیک مناطق شهرداری می‌باشد. روش اصلی مورد استفاده در این پژوهش، روش توصیفی/تحلیلی می‌باشد که با استفاده از تکنیک ANP انجام شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در شاخص فشردگی که از روش‌های پیشنهادی تسای و مدل‌های هلدرن، هرفیندال و هندرسون استفاده شده، منطقه یک با امتیاز ۰/۱۵۰، در شاخص دسترسی به وسایل حمل و نقل همگانی و مسیرهای ویژه دوچرخه که با استفاده از روش شعاع خدمات رسانی در GIS تحلیل شده، منطقه ثامن با امتیاز ۰/۱۶۶ و در شاخص زیست محیطی که با استفاده از روش‌های مختلف در GIS مورد سنجش قرار گرفت، منطقه یازده با امتیاز ۰/۱۶۳ بهترین وضعیت را داشته‌اند. در نهایت نیز با تلفیق و تحلیل شاخص‌های مورد سنجش این پژوهش در مدل ANP، مشخص گردید که منطقه هشت شهرداری مشهد با امتیاز ۰/۱۰۸ بهترین ساختار رشد هوشمند شهری را در میان مناطق شهر مشهد داراست. همچنین با استفاده از تحلیل خود همبستگی فضایی موران در نرم‌افزار GeoDa مشخص گردید که میان شاخص‌های دسترسی و زیست محیطی در میان مناطق شهر مشهد تفاوت معنی داری وجود ندارد.

**کلید واژه‌ها:** توسعه پایدار شهری، رشد هوشمند شهری، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP)، شهر مشهد

### مقدمه

\* دانشجوی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول) [Rahnama@um.ac.ir](mailto:Rahnama@um.ac.ir)

\*\* دانش آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه فردوسی مشهد  
- مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه‌ای با همین عنوان در گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد است.

جمعیت شهر نشین کره زمین در قرن گذشته رشد سریعی داشته و بیش از ۱۰ برابر شده است و تعداد جمعیت شهر نشین از ۲۲۴ میلیون نفر در سال ۱۹۰۰ به ۲/۸۴۴ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۰ و ۳/۱۵۰ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۵ رسیده است (UN, ۲۰۰۷). بنابه پیش‌بینی‌های سازمان ملل بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ بیش از ۶۰ درصد جمعیت دنیا (حدود ۴/۹ میلیارد نفر) در شهرها زندگی خواهند کرد (زنگی آبادی و رخشانی نسب، ۱۳۸۸: ۱۰۵) که تقریباً ۹۳ درصد این افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه اتفاق خواهد افتاد. این در حالی که شهرها ۱ تا ۶ درصد از سطح کره زمین را می‌پوشانند (پریور و دیگران، ۱۳۸۷: ۷۳). این فرایند عظیم شهرنشینی با محوریت ماشین، ضمن توسعه پراکنده شهرها، باعث از بین رفتن زمین‌های کشاورزی و تحمیل هزینه‌های غیرقابل جبرانی بر محیط زیست شهرها شده که سرانه و الگوی مصرف نامناسب منابع در شهرها، آن‌ها را در معرض ناپایداری بیشتر نسبت به روستاها قرار داده (صرافی، ۱۳۷۹: ۷) و مشکلات کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و توسعه فضایی بیش از حد (پراکنده)، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به‌وجود آورده است (پوراحمد و دیگران، ۱۳۸۸: ۲۹).

اینکه شهر رشد می‌کند، در حقیقت نشانه سلامت و رونق شهر است و توقف در رشد شهر نیز نشانه بیماری آن و به مفهوم رکود شهر در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و ... است ولی این سرعت خیلی زیاد رشد و توسعه افقی است که می‌تواند زندگی شهر را دچار اختلال کند و پیامدهای منفی زیادی را به‌دنبال داشته باشد (عزیز پور و اسمعیل پور، ۱۳۸۸: ۱۹۶). لیکن تا به امروز تلاش‌های زیادی برای توجه به پایدار نمودن توسعه شهرها و بر از بین بردن اثرات منفی گسترش پراکنده شهرها به عمل آمده است. در این راستا اشکال و الگوهای مختلفی برای توسعه پایدار شهری و شهر پایدار ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به الگوی رشد هوشمند شهری اشاره کرد که با دبدی سیستمی به شهر نگریده و موجب توسعه و پایداری شهر در بلند مدت می‌گردد.

شهر مذهبی مشهد به‌عنوان دومین شهر مذهبی جهان و دومین شهر ایران و با نقش و عملکرد فرهنگی/ مذهبی و اهمیت ارتباطی و تجاری در سطح ملی و فراملی (مافی و سقایی، ۱۳۸۷: ۲۸)، از ابتدای حیات خود تا به حال دو سناریوی رشد افقی را تجربه کرده است: یک سناریوی رشد افقی آرام یا رشد ارگانیک که تا عصر پهلوی و بخصوص قبل از اصلاحات ارضی دهه ۴۰ بر توسعه فیزیکی این شهر حاکمیت داشته و مشخصه عمده آن درون‌ریزی جمعیت شهر در خود بوده است. در این فرایند تغییرات ساختاری عموماً محتوایی بوده است. سناریو دیگر رشد سریع یا رشد غیر ارگانیک که تقریباً مربوط به ۴۰ سال گذشته است. در این فرایند رشد افقی شهر بسیار سریع‌تر از رشد جمعیت و نیاز واقعی شهر بوده است. سناریو اخیر شهر را دچار مشکلات متعدد نموده است.

جمعیت شهر مشهد در دوره ۹۰-۱۳۳۵ با رشدی معادل ۸/۱ درصد از ۲۴۰.۰۰۰ نفر به ۲.۷۷۲.۲۸۷ نفر افزایش یافته است، در این دوره همزمان با افزایش جمعیت، کالبد شهر نیز به‌طور بی‌رویه‌ای، با گسترش متوسط سالانه معادل ۱۰/۳ درصد از ۷۸۰۰ هکتار به ۳۰۰۰۰ هکتار رسیده است (مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۷/ مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۶: ۱۵-۱۲). بیشترین اندازه مطلق گسترش شهر مشهد مربوط به دهه‌های ۵۰ و ۶۰ است که ۱۶۶ کیلومتر مربع به وسعت آن افزوده شد و بعد از آن این میزان کاهش یافته است. طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۷۵، سهم جمعیت شهر مشهد از مجموعه شهری خود، از ۶۰/۹ درصد به ۷۵/۳ درصد رسیده است (غلامی و زمانی، ۱۳۸۹: ۱۳). همچنین در همین دوره مهاجر پذیری شهر مشهد ۷/۷ برابر شده است و از ۲۴۱۹۸۹ نفر به ۱۸۸۷۴۰۵ نفر رسیده است. در این شهر، درصد جمعیت مهاجرین وارد شده به کل جمعیت شهر ۱۶/۴ در سال ۱۳۸۵ بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). لذا این رشد سریع جمعیت و مساحت در دهه‌های اخیر، سازمان فضایی آن را در هم شکسته و شهری که تا چند دهه پیش در فضایی محدود، ارگانیک و منسجم شکل گرفته و با برج و بارو در فضایی کالبدی سخت محصور بود، امروزه گسترش زیادی یافته و گرفتار ساختاری متخلخل و ناموزون شده است.

جدول ۱: رشد سالانه جمعیت و مساحت شهر مشهد طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۲۷۰

دوره	میزان رشد سالانه جمعیت (درصد)	میزان رشد سالانه مساحت شهر (درصد)
۱۳۱۰-۱۲۷۰	۲/۰۲	۰/۸۲
۱۳۳۵-۱۳۱۰	۳/۵۶	۱/۷۴
۱۳۴۵-۱۳۳۵	۵/۲۴	۷/۲
۱۳۵۵-۱۳۴۵	۶	۹/۳
۱۳۶۵-۱۳۵۵	۷/۴۱	۹
۱۳۷۵-۱۳۶۵	۲/۵۸	۳/۵
۱۳۸۵-۱۳۷۵	۲/۵۵	۱/۴

مأخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۷

رشد بی‌رویه جمعیتی و کالبدی شهر مشهد موجب افزایش مسکن ناسالم و تراکم بیش از حد (مناطق ۳ و ۴)، بالا رفتن تنش و برخوردهای اجتماعی (مناطق ۴، ۵ و ۱۲)، انواع آلودگی‌های زیست محیطی (مناطق ثامن، ۱ و ۷)، عدم دسترسی مناسب به سیستم حمل‌ونقل عمومی (منطقه ۱۲)، کمبود فضای سبز (مناطق ۳، ۴، ۵ و ۶) و فضاهای تفریحی و گذران اوقات فراغت (مناطق ثامن و ۱)، حاشیه نشینی (مناطق ۳، ۴، ۵، ۶ و ۹) و مشکلات اقتصادی و اجتماعی در این شهر و حاشیه آن شده است؛ لیکن در این تحقیق که با هدف بررسی توزیع فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در مناطق شهر مشهد انجام شده، ابتدا شاخص‌های

رشد هوشمند در مناطق شهر مشهد با استفاده از مدل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و سپس به اولویت‌بندی مناطق شهر مشهد پرداخته شده است و مشخص شده که کدام مناطق شهر مشهد از نظر شاخص‌های رشد هوشمند در اولویت قرار دارند؛ لذا در پژوهش حاضر برای رسیدن به هدف، سؤالات زیر طراحی و مورد بررسی قرار گرفته، که عبارتند از:

- (۱) روند رشد فیزیکی شهر مشهد چگونه است؟
  - (۲) وضعیت مناطق شهر مشهد از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند (دسترسی و زیست محیطی) با یکدیگر چگونه است؟
- بر مبنای سؤالات فوق، فرضیه‌های زیر نیز جهت سنجش ارائه گردیده است.
- (۱) به نظر می‌رسد؛ روند رشد فیزیکی شهر مشهد در حال گذار از الگوی پراکنش به سوی الگوی فشرده می‌باشد.
  - (۲) به نظر می‌رسد؛ مناطق شهر مشهد از لحاظ شاخص‌های دسترسی و زیست محیطی رشد هوشمند با یکدیگر تفاوت معنی داری ندارند.

### مبانی نظری

اصطلاح رشد هوشمند توسط پاریس انگلندرنینگ<sup>۱</sup> شهردار ماریلند از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۲ باب شد. می‌توان گفت که پایه‌های این نظریه در کشورهای کانادا و آمریکا و عکس‌العملی به تحولات آغاز شده از اوایل دهه ۱۹۶۰ بوده است. تقریباً طی دو دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ در واکنش به گسترش پراکنده شهرها در این دو کشور نظریه رشد هوشمند شهری بر مبنای اصول توسعه پایدار و شهر فشرده به تدریج شکل گرفت و در نهایت در قالب یک تئوری برای پایدار ساختن فرم فضایی شهرها تدوین گردید (۲۰۱۲/ Smartgrowth.org/۹۳/۲۰۰۸: Feiock et al). این تئوری با مبانی نظری شهر پایدار که در آن تلفیق کاربری‌های مسکونی و اشتغال با اولویت طراحی دسترسی پیاده مد نظر می‌باشد، همسو است (زیاری، ۱۳۸۰: ۳۸۱)؛ در حقیقت راهبرد رشد هوشمند، سعی در شکل دهی مجدد شهرها و هدایت آن‌ها به سوی اجتماع توانمند با دسترسی به محیط زیست مطلوب دارد (پور محمدی و قربانی، ۱۳۸۲: ۹۲).

نظریه رشد هوشمند یک تئوری برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای است که بر پایه نظریه‌ها و جنبش‌هایی مانند توسعه پایدار و شهر گرایی جدید تلاش نموده است تا اصول خود را به صورت 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. 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 نمود که به تعدیل و رفع مشکل رشد پراکنده در شهرها بیانجامد

<sup>۱</sup> P. Anglenderning

(Hawkins, ۲۰۱۱: ۶۸۷). بدین منظور بر رشد در مرکز شهر تاکید می‌کند و از تخصیص کاربری به صورت فشرده با گرایش به حمل و نقل عمومی، شهر قابل پیاده‌روی و مناسب برای دوچرخه سواری، کاربری مختلط و با انواع مختلفی از گزینه‌های مسکن حمایت می‌کند (Chrysochoou, ۲۰۱۲: ۱۸۸).

رشد هوشمند بیان کننده آن نوع از توسعه است که در آن ترویج حیات مدنی و سرزندگی اجتماعی، حمل و نقل عمومی و کاستن از اثرات نامطلوب زیست محیطی، در صدر ملاحظات برنامه‌ریزان شهری قرار می‌گیرد و احیای شهر به عنوان محیط سالم و فعال که بتواند آینده‌ای مطلوب را برای تمام شهروندان تامین نماید، اصلی ترین هدف به‌شمار می‌رود (سیف‌الدینی و دیگران، ۱۳۹۳: ۶۷). می‌توان گفت رشد هوشمند به اصولی از توسعه و عملیات برنامه‌ریزی اشاره دارد که الگوی کاربری زمین و حمل و نقل موثر را ایجاد کرده است. این روش، استراتژی‌های بیشماری را در بر می‌گیرد که نتایج آن دسترسی بیشتر، الگوی کاربری اراضی کارآمدتر و سیستم حمل و نقل چندگانه است. رشد هوشمند از جانب گروه‌های مختلف مورد حمایت قرار گرفته است که از جمله مروجان اصلی آن، می‌توان به سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا<sup>۱</sup> (EPA) و انجمن برنامه‌ریزی آمریکا<sup>۲</sup> (APA) اشاره کرد. انجمن برنامه‌ریزی آمریکا رشد هوشمند را مشتمل بر ترکیبی از تجربه‌های برنامه‌ریزی، مقررات و توسعه تعریف می‌کند که از طریق شکل متراکم ساختمانی، توسعه میان فضاها و اعتدال در استانداردهای پارکینگ و خیابان باعث استفاده بهینه از زمین می‌شود، از اهداف آن‌ها کاهش توسعه بی رویه، بازیافت زمین، حفاظت از محیط زیست و در نتیجه، ایجاد واحدهای همسایگی مطلوب است (ضرابی و دیگران، ۱۳۹۰: ۳).

رشد هوشمند اجزایی را معرفی می‌کند که توسعه‌های منطبق با آن از این طریق قابل شناسایی هستند. اکثر این اجزا از نظریه‌ها و راه‌حل‌های گذشته در این زمینه اقتباس شده و در واقع رشد هوشمند بسته‌ای است که همه این موارد را در بر می‌گیرد: شهر فشرده (توسعه پایدار)، گرایش به حمل و نقل عمومی (برنامه‌ریزی حمل و نقل)، طراحی مناسب برای پیاده‌روی و دوچرخه سواری (شهر گرایی جدید)، حفاظت از اراضی ارزشمند طبیعی و کشاورزی (محیط زیست)، آثار تاریخی و غیره (۹: ۲۰۱۲، SGN.org, ۲۰۰۵: Mulady).

#### جدول ۲: اجزاء اصلی رشد هوشمند شهری

<sup>۱</sup> Environmental Protection Agency  
<sup>۲</sup> American Planning Association

توسعه اقتصادی کار در محله سکونتی تجدید حیات مرکز شهر توسعه میان‌افزا استفاده از تسهیلات و زیرساخت‌های موجود	حمل و نقل تاکید بر پیاده روی ارائه تسهیلات برای دوچرخه سواری ارتقاء سیستم حمل و نقل عمومی سیستم‌ها و شبکه‌های یکپارچه و مرتبط	برنامه‌ریزی برنامه ریزی جامع رشد کاربری اراضی ترکیبی افزایش تراکم اتصال خیابانی و زیرساخت‌ها برنامه ریزی تسهیلات عمومی
حفاظت از منابع طبیعی حفاظت از زمین‌های کشاورزی حفظ ارتزاق حقوق توسعه قابل واگذاری حفاظت از آثار تاریخی حفاظت از زمین‌های اکولوژیکی	توسعه اجتماعات محلی مشارکت عمومی شناخت و ارتقاء ویژگی‌های منحصر به فرد هر محله	مسکن مسکن چند خانواری قطعات مسکونی کوچک‌تر مسکن ساخته شده ارائه مسکن بر حسب نیاز خانواده‌ها تنوع مسکن

مأخذ: ۳۶۹: ۲۰۱۱، Cooke & De Proprise

در دو دهه گذشته راهبرد رشد هوشمند در چارچوب نظریه توسعه پایدار شهری و حمایت از الگوی شهر فشرده بنا شده است. در حقیقت، توجه به شهر فشرده و رشد هوشمند به‌عنوان یکی از راه‌های رسیدن به این فرم شهری، به دلیل آثار نامطلوب الگوهای توسعه پراکنده در زمینه‌های سیاسی و زیست محیطی به صورت وسیعی افزایش یافته است (حسین‌زاده دلیر، ۱۳۷۸: ۱۹۵). طرفداران این دیدگاه شکل فشرده شهر را به‌دلیل ارتقای کارایی محیط شهری از نظر مصرف انرژی و کاهش سفرهای درون شهری مورد تاکید قرار می‌دهند (عزیزی، ۱۳۸۸: ۵۹-۵۸). طبق اسناد موجود، شهر فشرده<sup>۱</sup> می‌تواند استفاده از خودرو شخصی را تا ۷۰ درصد و به‌طور هم‌زمان طول فاصله‌های طی شده به‌منظور سفرهای غیر کاری را تا ۷۵ درصد در مقایسه با شهر گسترده<sup>۲</sup> و کم تراکم کاهش دهد (حاتمی‌نژاد و اشرفی، ۱۳۸۸: ۵۶). لیتمان معتقد است رشد هوشمند به خلق الگوهای کاربری اراضی قابل دسترس، بهبود فرصت‌های حمل‌ونقلی، خلق جوامع قابل زیست و کاهش هزینه‌های خدمات عمومی منجر می‌شود (Litman, ۲۰۰۵: ۵).

از نظر بولارد، این جنبش در جستجوی مدیریت رشد از راه ایجاد جوامع سالم، قابل سکونت و پایدار است (Bullard, ۲۰۰۷: ۳). به اعتقاد فلینت شهرسازی جدید، رشد هوشمند و توسعه پایدار، همگی در راستای مدیریت رشد عمل می‌کند (Flint, ۲۰۰۶: ۱۳۲). در این رویکرد بر خلاف شهرسازی مدرن و کارکردگرایانه «منشور آتن» که در آن شهر را به چهار منطقه مجزای «فعالیت، سکونت، تفریح و شبکه ارتباطی» تقسیم می‌کرد، بر فرم فشرده شهری، کاربری مختلط، دسترسی پیاده و حفاظت از محیط زیست تاکید می‌شود (مهدیزاده، ۱۳۷۹: ۷۳).

<sup>۱</sup> Compact City  
<sup>۲</sup> Urban Dispersal

کلارک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) رشد هوشمند شهری را مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی، نظم دهی و شیوه‌های توسعه که در آن از فرم ساختمان فشرده، توسعه درونزا و تعدیل در استانداردهای خیابان و پارکینگ، که از زمین موثرتر استفاده می‌شود، می‌دانند. همچنین متیو و تورنر<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) رشد هوشمند را هر گونه اقدام جهت برنامه‌ریزی ضد توسعه مشوش و نامنظم شهر تعریف کرده‌اند و با بیان در دسترس بودن امور مورد نیاز شهروندان و تجمیع آن‌ها، سه الگوی تراکم پایین بدون خرده فروشان محلی، فضای خالی محلی و انواع مختلف واحدهای همسایگی در کنار هم را باعث برهم‌زدن توازن رشد هوشمند شهری بیان داشته‌اند (حیدری، ۱۳۹۱: ۷۴-۷۳). امروزه بسیاری از بیانیه‌های سازمان ملل متحد و دستورالعمل انجمن‌ها و سازمان‌های غیردولتی دخیل در امور برنامه‌ریزی شهری به دنبال ارتقای محیط زندگی از طریق گسترش حرکت افراد پیاده، کاهش آلودگی هوا، افزایش بلندمرتبه‌سازی، نزدیکی و در دسترس بودن خدمات شهری، عدم نیاز به توسعه سطحی زیرساخت‌ها و خدمات شهری و عدم تخریب فضاها و کمربندهای سبز در اطراف شهرها، با استفاده از اصول ده گانه رشد هوشمند و در نهایت دستیابی به شهر کامل هستند (Cooke & De Proprise, ۲۰۱۱: ۳۶۶).

### روش تحقیق

در پژوهش حاضر از روش، توصیفی/تحلیلی با ماهیتی قیاسی استفاده شده است که مراحل آن به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- تعیین وضعیت موجود هر یک از مناطق بر اساس شاخص‌های پژوهش؛
- ۲- تحلیل وضعیت موجود مناطق با استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلف؛
- ۳- رتبه‌بندی مناطق شهر با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP).

روش گردآوری اطلاعات به صورت اسنادی/کتابخانه‌ای و مراجعه به سازمان‌های مربوطه می‌باشد. برای تعیین شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش از روش اسنادی و کتابخانه‌ای استفاده شد که در نهایت سه شاخص فشردگی، دسترسی به حمل و نقل عمومی و زیست محیطی انتخاب گردید. برای سنجش فشردگی شهر مشهد از شاخص‌های چهارگانه پیشنهادی تسای و همچنین از مدل‌های هندرسون، هرfindال، آنتروپی مطلق و هلدرن استفاده شده است. برای سنجش میزان دسترسی شهروندان ساکن شهر مشهد به گزینه‌های مختلف حمل و نقل عمومی از روش تحلیل شبکه در نرم افزار GIS استفاده و برای سنجش شاخص زیست محیطی نیز از آنالیزهای Buffer، Interpolation و مدل Fuzzy در GIS استفاده شده است. برای رتبه‌بندی مناطق به لحاظ شاخص‌های مورد بررسی نیز از مدل ANP در نرم افزار

<sup>۱</sup> Clark

<sup>۲</sup> Matthew and Turner

Super Decision استفاده و برای تعیین وزن‌های هر یک از شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها، تعداد ۴۰ عدد پرسشنامه بین متخصصان پخش و جمع‌آوری گردید و در نهایت از روش میانگین‌گیری استفاده شد تا وزن نهایی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها مشخص گردد. در نهایت نیز با استفاده از نرم افزار GeoDa به آزمون فرضیات پژوهش پرداخته شده است.

### شاخص‌ها و مدل‌های پژوهش

به هر روی تحقیق در هر زمینه‌ای نیاز به یک سری مدل‌ها، معیارها و شاخص‌هایی دارد. بعضی از مدل‌ها و شاخص‌هایی که در تحلیل و بررسی شاخص‌های رشد هوشمند شهری در شهر مشهد مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: شاخص‌ها، زیر شاخص‌ها و مدل‌های مورد استفاده پژوهش در شهر مشهد

شاخص	زیر شاخص	مدل
فشرده‌گی	جمعیت	روش‌های تسای، مدل‌های هلدرن، هر فیندال و هندرسون
	مساحت	
	تراکم ناخالص	
دسترسی	دسترسی به خطوط ویژه دوچرخه	GIS در Network Analyst
	دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس	
	دسترسی به ایستگاه‌های مترو	
	دسترسی به خطوط ویژه تاکسی خطی	
زیست محیطی	آلودگی هوا	آنالیزهای Buffer و Interpolation Fuzzy در GIS
	آلودگی صوتی	
	دسترسی به فضای سبز	
	پوشش شبکه فاضلاب	
	تولید زباله	
	بافت فرسوده	

### یافته‌های تحقیق

#### شاخص فشرده‌گی

روش‌های کمی به‌عنوان وسیله‌ای برای طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل سیستماتیک الگوهای فشرده‌گی و پراکنده‌گی شهری ضروری شده است. به‌همین منظور، روش‌ها و مدل‌های مختلفی توسط دانشمندان ارائه گردیده است. در این پژوهش جهت اندازه‌گیری و شناخت پراکنده‌گی و فشرده‌گی شهر مشهد در دوره‌های مختلف، از روش‌های ارائه شده توسط تسای یعنی روش‌های؛ تراکم جمعیت، اندازه متروپل، درجه تجمع و درجه توزیع متعادل و علاوه بر این‌ها از مدل‌های هلدرن (دوره زمانی ۱۲۷۰ تا ۱۳۸۵)، شاخص تمرکز هر فیندال و شاخص عدم تمرکز هندرسون



طی دوره زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ استفاده شده است. برای محاسبه درجه تجمع و درجه توزیع متعادل از ضرایب جینی، آنتروپی، موران و گری استفاده شد.

اعداد به دست آمده از هر یک از ضرایب جینی و آنتروپی نشان می‌دهد که از میزان رشد پراکنده شهر مشهد کاسته شده و این شهر به سمت فشردگی در حال حرکت می‌باشد. ضرایب موران و گری نیز حاکی از آنند که الگوی توسعه فیزیکی شهر تجمع و تمرکز پایینی داشته و به تصادفی نزدیک‌تر است. همچنین تراکم شهر در دوره‌های مختلف نیز این موضوع را تأیید می‌کند، هرچند در سال‌های اخیر تراکم شهر افزایش یافته است، اما هنوز هم پراکنش در شهر دیده می‌شود. مدل هلدرن نیز تأیید می‌کند که درصد رشد ناشی از جمعیت شهر از ۸۴ درصد به ۹۳ درصد رسیده است که نشانه‌ای از فشردگی بیشتر شدن این شهر طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۶۵ می‌باشد. بنابراین از مجموع روش‌های استفاده شده می‌توان نتیجه گرفت که الگوی توسعه فیزیکی شهر مشهد، در ابتدا الگوی فشردگی، سپس در دوره ۱۳۶۵-۱۳۴۵ رشد پراکنده شهری و از دهه ۶۵ به بعد الگوی کالبدی این شهر به سمت فشردگی در حال حرکت است. نتایج هر یک از مدل‌های مورد استفاده در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ۴: نتایج مدل‌های مورد استفاده برای سنجش شاخص فشردگی

سال	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	مقیاس	سال	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	مقیاس
تراکم جمعیت	۷۲/۳۱	۸۴/۷۶	۹۳/۸۵	تراکم ناخالص جمعیت	موران	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۰۸	جمعیت و مساحت
اندازه متروپل	۱/۲۸	۱/۳۴	۱/۱	مساحت	هلدرن	۰/۲۲	۰/۱۶۶	-	جمعیت
جینی	۰/۲۸۱	۰/۱۶۶	۰/۲۲	جمعیت و مساحت	هرفیندال	۲/۴۰	۲/۳۹	۲/۴۱	مساحت
آنتروپی	مطلق	جمعیت	۲/۴۱	۲/۴۰	جمعیت	۲/۴۱	۲/۴۰	۲/۴۰	نسبی
		مساحت	۲/۴۱	۲/۴۲	مساحت	۲/۴۱	۲/۴۲	۲/۴۱	جمعیت و مساحت
گری	جمعیت و مساحت	جمعیت	۰/۹۳۳	۰/۹۶۸	جمعیت	۰/۹۳۳	۰/۹۶۸	۰/۹۳۳	مساحت
		مساحت	۱/۰۵	۱/۰۱	مساحت	۱/۰۵	۱/۰۱	۱/۰۴	جمعیت

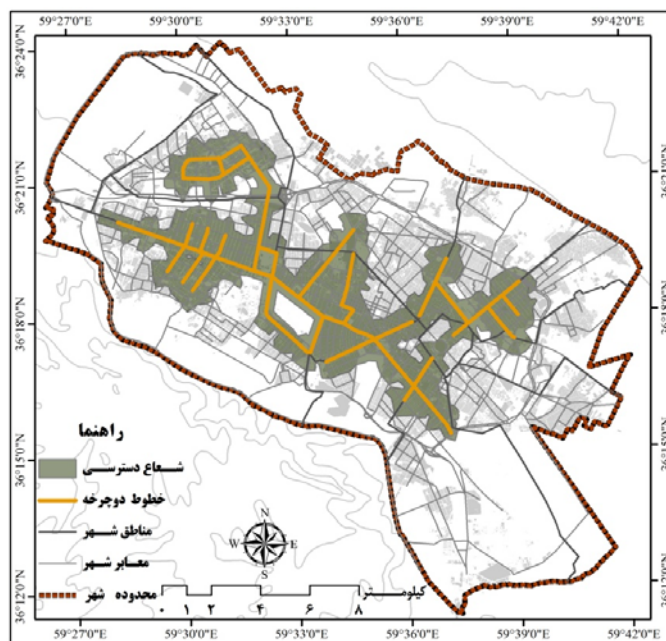
### شاخص دسترسی به حمل و نقل عمومی

Gehl (۲۰۰۱) با بررسی‌هایی که در ۳۲ کلان‌شهر جهان انجام داده بیان می‌دارد که شعاع معمول حرکت برای اغلب مردم با دوچرخه برای رسیدن به مسیرهای ویژه به طور متوسط بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ متر خواهد بود، که در این تحقیق، فاصله ۷۰۰ متری از مسیرهای ویژه دوچرخه به عنوان فاصله مطلوب در نظر گرفته شده است. همچنین این محقق بیان می‌کند که شعاع معمول حرکت برای اغلب مردم به صورت پیاده به ۴۰۰ تا ۵۰۰ متر محدود است که در این پژوهش برای بررسی شعاع دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس، مترو و تاکسی خطی فاصله ۵۰۰ متری به عنوان فاصله مطلوب در نظر گرفته شده است.

### دسترسی به خطوط ویژه دوچرخه

اولین مطالعات ساماندهی شبکه دوچرخه سواری شهر مشهد توسط سازمان ستاد شهر سالم مشهد تحت عنوان «مطالعات گسترش استفاده از دوچرخه در شهر مشهد» انجام شده است. در این مطالعات، ابتدا وضعیت موجود دوچرخه سواری تحلیل شده و پس از آن دو افق زمانی کوتاه و بلند مدت تعریف شده است. برای افق کوتاه مدت چنین فرض شده است که با رشد تسهیلات عرضه دوچرخه‌سواری ۱۰ درصد از سفرهای زیر ۵ کیلومتر وسیله نقلیه شخصی در سال ۸۵ به دوچرخه انتقال می‌یابد. بر این اساس تعداد سفرهای دوچرخه ۳۰ درصد افزایش خواهد داشت. همچنین برای افق زمانی بلند مدت چنین فرض شده است که ۴۰ درصد از سفرهای وسیله نقلیه شخصی در سال ۱۳۹۵ به دوچرخه انتقال می‌یابد. البته به نظر می‌رسد در نظر گیری این فرض برای سال ۱۳۹۵ تا حدودی دور از واقعیت است و این در حالی است که ۷/۸ درصد سفرهای سال ۱۳۷۳ ساکنین این شهر با دوچرخه انجام می‌شده است (مهندسیین مشاور حرکت پایدار، ۱۳۸۷: ۱۱).

شکل ۱ شعاع ۷۰۰ متری مسیرهای ویژه دوچرخه را با استفاده از روش تحلیل شبکه در نرم افزار GIS نشان می‌دهد. این تحلیل بیانگر آن است که تقریباً ۶۷۸۸/۷۲ هکتار از مساحت شهر مشهد و ۷۸۶۳۳۵ نفر از جمعیت شهر توسط مسیرهای ویژه تحت پوشش قرار گرفته است. به عبارت دیگر ۲۲/۶۲ درصد از مساحت ۳۰ هزار هکتاری شهر مشهد و ۳۱/۹۳ درصد از جمعیت ۲۷۰۰ هزار نفری شهر مشهد تحت پوشش شبکه مسیرهای ویژه دوچرخه سواری قرار دارند. از میان مناطق نیز منطقه یک با ۱۲۱۴/۰۳ هکتار و ۱۳۱۲۰۴ نفر، منطقه‌ای است که بیشترین فضا و جمعیت تحت پوشش مسیرهای ویژه دوچرخه را در خود جای داده است.



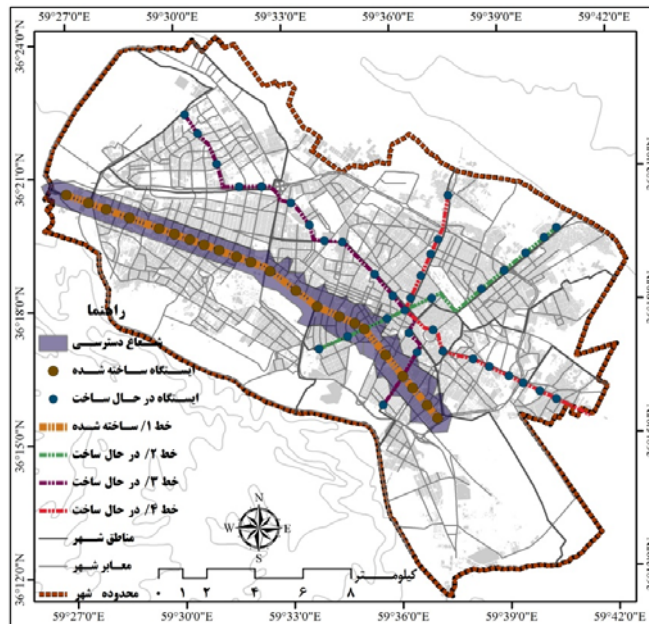
شکل ۱: مسیره‌های ویژه دوچرخه احداث شده و محدوده تحت پوشش آن  
 مأخذ: سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد، ۱۳۹۱/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

#### دسترسی به ایستگاه‌های مترو

مطالعات جامع حمل و نقل شهر مشهد بین سال‌های ۷۳ تا ۷۸ و مطالعات توسعه شبکه حمل و نقل ریلی بین سال‌های ۸۱ و ۸۳ توسط پژوهشکده حمل و نقل دانشگاه صنعتی شریف صورت پذیرفت. بر اساس این مطالعات مشهد نیازمند ۴ خط مترو می‌باشد. این مطالعات در شورای ترافیک استان تصویب و در شورای عالی ترافیک شهرهای کشور مطرح گردیده است (Murco.ir, ۲۰۱۲).

شکل ۲ مسیره‌ها، ایستگاه‌ها و شعاع ۵۰۰ متری ایستگاه‌های ساخته شده مترو را با استفاده از روش تحلیل شبکه در نرم افزار GIS نشان می‌دهد. این تحلیل بیانگر آن است که تقریباً ۲۳۷۴ هکتار از مساحت شهر مشهد توسط ایستگاه‌های ساخته شده تحت پوشش قرار گرفته است. همچنین ۲۰۵ هزار نفر از جمعیت شهر مشهد در فاصله ۵ دقیقه تا ایستگاه‌های مترو قرار دارند که با ساخت تمامی ایستگاه‌ها و خطوط در نظر گرفته شده این مساحت به ۶۱۰۰/۲۶ هکتار و جمعیت تحت پوشش بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰ به ۸۰۹ هزار نفر خواهد رسید. به عبارت دیگر در حال حاضر ۷/۹۱ درصد از مساحت و ۸/۰۶ درصد از جمعیت شهر تحت پوشش قرار گرفته است و با ساخت تمامی مسیره‌های مترو، ۲۰/۳۳ درصد از مساحت

و ۳۱/۷۷ درصد از جمعیت شهر مشهد بر اساس جمعیت سال ۹۰، تحت پوشش ۵ دقیقه پیاده‌روی از ایستگاه‌های مترو قرار خواهند گرفت. در این میان بیشترین مساحت تحت پوشش مربوط به منطقه ۹ با ۶۱۴ هکتار و و بیشترین جمعیت تحت پوشش مربوط به منطقه ۱ با ۵۶ هزار نفر می‌باشد.



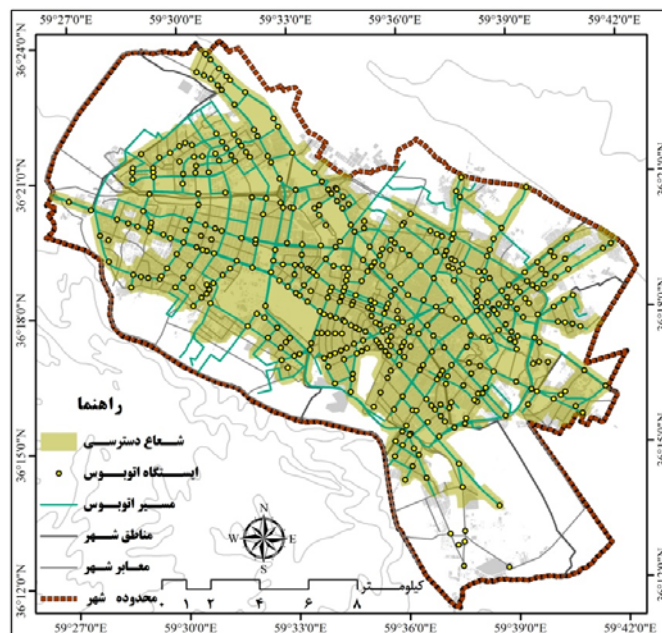
شکل ۲: ایستگاه‌ها، مسیرها و شعاع دسترسی به ایستگاه‌های ساخته شده مترو

مأخذ: ۲۰۱۲، Murco.ir/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

### دسترسی به ایستگاه‌های اتوبوس

شهر مشهد دارای بیش از ۲۳۰۰ ایستگاه و ۱۳۵ خط اتوبوس می‌باشد ( e.Mashhad.ir/ ۲۰۱۲) که ۲۶ درصد سفرها در این شهر، از طریق این وسیله نقلیه انجام می‌شود (سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد، ۱۳۸۸). بر اساس محاسبات انجام شده ۵۸ درصد از مساحت مناطق شهر مشهد در فاصله ۵۰۰ متری از ایستگاه‌های اتوبوس قرار دارند. همچنین ۱۳ درصد از مساحت مناطق شهر مشهد در فاصله ۷۰۰ متری از این ایستگاه‌ها قرار دارند و بقیه در فاصله بیش از ۷۰۰ متر قرار گرفته‌اند. این محاسبات حاکی از پخش مناسب ایستگاه‌های اتوبوس در پهنه شهر مشهد می‌باشد. تقریباً ۷۰ درصد جمعیت شهر مشهد در فاصله ۵۰۰ متری از ایستگاه‌های اتوبوس قرار دارند که بیشترین پوشش مربوط به مناطق ثامن و ۸ با ۱۰۰ درصد

جمعیت تحت پوشش و کمترین پوشش مربوط به منطقه ۱۲ شهرداری با ۵/۴ درصد جمعیت تحت پوشش می‌باشد (شکل ۳).

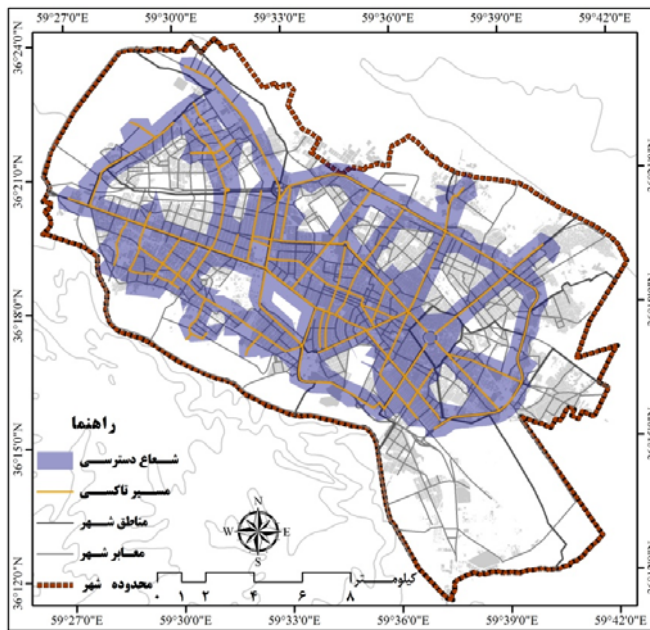


شکل ۳: ایستگاه‌ها، مسیرهای و شعاع دسترسی به این ایستگاه‌های اتوبوس  
 مأخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۸/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

### دسترسی به خطوط ویژه تاکسی خطی

شهر مشهد دارای ۳۶ خط تاکسی و بیش از ۱۲۶۰۰ تاکسی می‌باشد (سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد، ۱۳۹۱) که بر اساس اعلام سازمان ترافیک و حمل و نقل شهرداری مشهد ۵۲ درصد از مسافرت‌های شهر مشهد با استفاده از اتومبیل شخصی و تاکسی صورت می‌گیرد (سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد، ۱۳۸۸).

بر اساس محاسبات انجام شده ۴۴/۰۵ درصد از مساحت مناطق شهر مشهد در فاصله ۵۰۰ متری از مسیرهای تاکسی خطی قرار دارند. همچنین ۴۱/۵۳ درصد از مساحت مناطق شهر مشهد در فاصله ۷۰۰ متری از مسیرهای تاکسی خطی قرار دارند و بقیه در فاصله بیش از ۷۰۰ متر قرار دارند. تقریباً ۴۴/۹۱ درصد جمعیت شهر مشهد در فاصله ۵۰۰ متری از مسیرهای تاکسی خطی قرار دارند که بیشترین پوشش مربوط به مناطق ثامن و یک (۱۰۰ درصد) و کمترین پوشش مربوط به منطقه ۱۲ شهرداری مشهد (۷/۲ درصد) می‌باشد (شکل ۴).



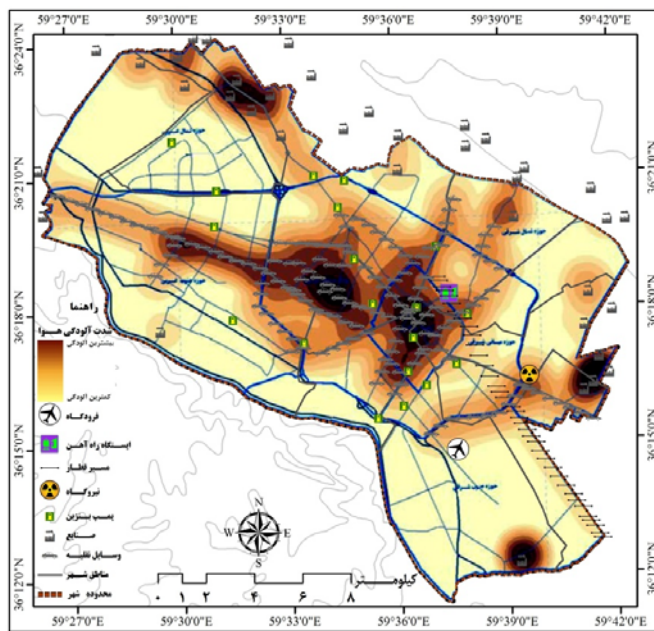
شکل ۴: مسیره‌های تاکسی خطی و شعاع دسترسی به آن‌ها  
 مأخذ: سازمان تاکسی رانی مشهد، ۱۳۹۱/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

### شاخص‌های زیست محیطی

#### آلودگی هوا

به موجب بند ۲ ماده ۱ آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی هوا مصوب ۱۳۵۴/۴/۲۹ آلودگی هوا عبارتست از، وجود یک یا چند آلوده کننده در هوای آزاد به مقدار و مدتی که کیفیت آن را به گونه‌ای تغییر دهد که برای انسان یا سایر موجودات زنده و یا آثار و ابنیه مضر باشد (هاشمیان، ۱۳۸۰: ۹). طبق اطلاعات موجود در طرح جامع آلودگی هوای شهر مشهد تعداد ۳۳۴۹۲۵ دستگاه وسیله نقلیه در این شهر وجود دارد که ۳۲ درصد از آن مربوط به وسایل نقلیه با بیش از ۲۲ سال عمر است (رهنما و دیگران، ۱۳۹۰: ۶۶). بدین ترتیب می‌توان گفت که در زمینه آلودگی هوای شهر مشهد، آلاینده‌ترین عامل آلودگی، وسایل نقلیه موتوری است و پس از آن به ترتیب اولویت تأثیر گذاری در آلودگی هوا، صنایع، مصارف خانگی و تجاری، جایگاه‌های سوخت، فرودگاه‌ها و قطار (مسیر حرکت قطار در شهر) قرار می‌گیرد (فرزناد، ۱۳۸۸: ۱۳۰-۱۳۳). شکل ۵ منابع آلوده کننده هوا را به تفصیل و نشان می‌دهد که مناطق ثامن و یک با حالت بیشینه آلودگی هوا رو به رو هستند و در قسمت‌هایی از مناطق ۲، ۱۰، ۹، ۵، ۶ و ۷

نیز حالت بیشینه آلودگی هوا وجود دارد. همچنین می‌توان بیان نمود که در مناطق ۴، ۱۲، ۳، ۱۱ و ۸ به ترتیب اولویت کمترین میزان آلودگی هوا وجود دارد.



شکل ۵: منابع آلوده کننده و شدت آلودگی هوا در شهر مشهد

مأخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۸/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

### آلودگی صوتی

در شهر مشهد نیز به مانند سایر شهرهای پرجمعیت کشور ترافیک و تردد وسایل نقلیه مهم‌ترین عامل آلودگی صوتی محسوب می‌شود. تردد وسایل نقلیه در محورهای پر ترافیک شهر به‌ویژه در بافت مرکزی و میانی که عمدتاً محل استقرار بافت‌های مسکونی و تجاری شهر است، آلودگی صوتی زیادی را تولید می‌کند. در جدول ۵ شدت صوت اندازه‌گیری شده در ۱۱ نقطه شهر مشهد را نشان می‌دهد. با بررسی شدت صوت اندازه‌گیری شده در این نقاط می‌توان نتیجه‌گیری کرد که، این شدت صوت اندازه‌گیری شده در تمامی نقاط بالا تر از ۶۵ دسی بل بوده و بنابراین در منطقه سیاه آلودگی صوتی قرار دارند و جمعیت ساکن در آن شدت زیادی از آلودگی صوتی را تحمل می‌کنند.

جدول ۵: شدت صوت اندازه‌گیری شده در نقاط نمونه شهر مشهد

نقطه	شدت صوت (dB)	نقطه	شدت صوت (dB)
میدان آزادی	۸۸	میدان شهدا	۸۲
میدان بسیج مستضعفین	۸۷	میدان ده دی	۸۲
میدان فلسطین	۸۴	میدان دکتر شریعتی	۸۲
میدان ۱۵ خرداد	۸۴	میدان عدل	۷۸
میدان جمهوری	۸۴	میدان بیت‌المقدس	۷۸
میدان طالقانی	۸۳	میانگین	۸۲/۹

مأخذ: مهندسین مشاور فرنهاد، ۱۳۸۸

برای آماده‌سازی لایه آلودگی صوتی در شهر مشهد از لایه‌های مربوط به فرودگاه، بزرگراه‌ها، راه‌های اصلی و مسیر راه آهن استفاده شد. بیشترین فاصله تأثیر آلودگی صوتی برای فرودگاه ۱۷۰۰ متر، بزرگراه‌ها ۱۰۰۰ متر، راه‌های اصلی ۳۰۰ متر و برای مسیر راه آهن نیز ۳۰۰ متر (سیف‌الدینی و منصوریان، ۱۳۹۰: ۵۹) در نظر گرفته شده است. نتایج تحلیل، که با استفاده از GIS انجام شده؛ نشان می‌دهد که تقریباً ۶۸ درصد مساحت و ۶۶ درصد جمعیت شهر مشهد در محدوده آلودگی شدید صوتی قرار دارد. همچنین می‌توان بیان نمود که منطقه ۱۰ با ۹۷ درصد، منطقه‌ای با بیشترین مساحت تحت پوشش می‌باشد و منطقه ثامن با ۱۰۰ درصد جمعیت تحت پوشش منطقه‌ای است که بیشترین جمعیت تحت پوشش آلودگی صوتی را دارد (شکل ۶).

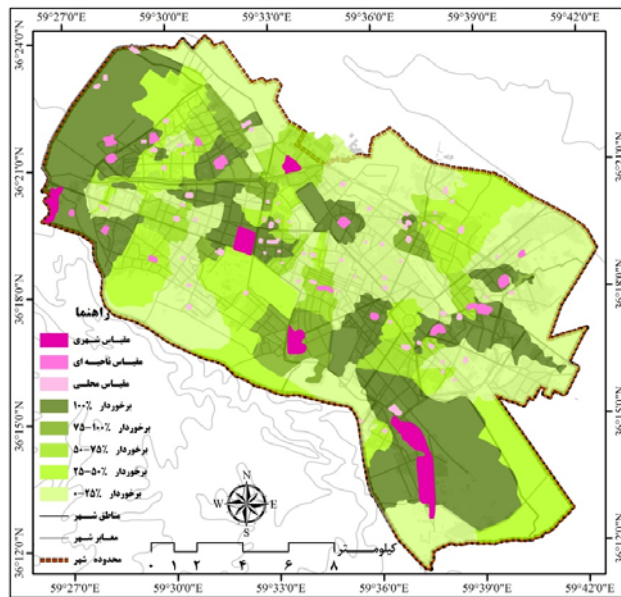




شکل ۶: ایستگاه‌های سنجش و محدوده تحت تأثیر آلودگی صوتی در شهر مشهد  
 مأخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۸/ ترسیم و محاسبات نگارندگان

### برخورداری از فضای سبز

جهت تحلیل فضایی میزان دسترسی به فضای سبز عمومی موجود در شهر مشهد، حداکثر میزان برخوردارگی جمعیت از فضاهای سبز موجود با استفاده از روش فازی در GIS محاسبه شده که بر اساس این تحلیل تنها ۱۸/۲ درصد از جمعیت شهر، در وضعیت ۱۰۰ درصد برخوردارگی، ۵/۲ درصد از جمعیت شهر، در وضعیت برخوردارگی ۱۰۰-۷۵ درصد، ۱۰/۳ درصد جمعیت، ۵۰-۷۵ درصد برخوردارگی، ۱۴/۶ درصد جمعیت، ۲۵-۵۰ درصد برخوردار و ۵۱/۷ درصد از جمعیت شهر مشهد، فقط ۰-۲۵ درصد برخوردار از فضاهای سبز هستند. در شهر مشهد سرانه فضای سبز ۱۰/۳ متر مربع برای هر نفر می‌باشد، که از بین مناطق، منطقه ۹ با ۴۲/۲۱ متر مربع دارای بیشترین سرانه و منطقه ثامن با ۱/۹۶ متر مربع دارای کمترین میزان سرانه فضای سبز می‌باشند. بیشترین دسترسی جمعیت به فضای سبز متعلق به ساکنان منطقه ۸ شهرداری و کمترین دسترسی نیز متعلق به ساکنان منطقه ۳ شهرداری مشهد می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷: توزیع فضاهای سبز عمومی و میزان برخورداری جمعیت از فضاهای سبز عمومی در شهر

مشهد

مآخذ: مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۸ / ترسیم و محاسبات نگارندگان

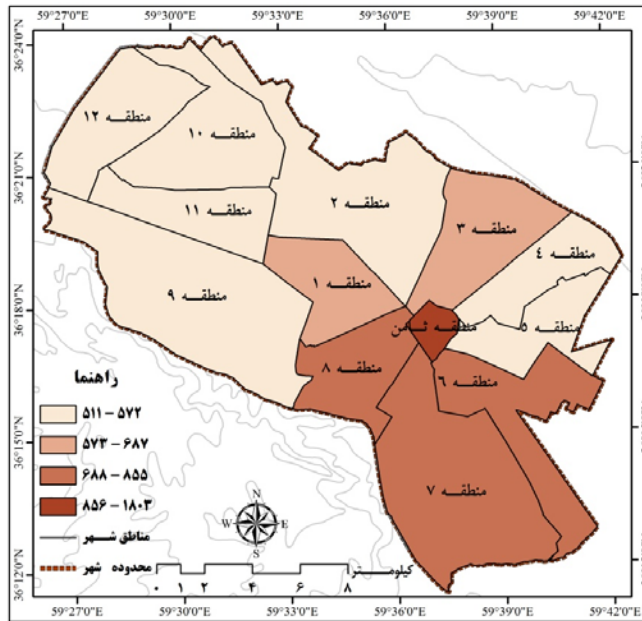
### تولید زباله

بر اساس آمار دریافتی از سازمان مدیریت پسماند شهرداری مشهد در سال ۱۳۹۰ در مجموع ۶۵۸۰۶۱ تن زباله تولید شده که متوسط تولید روزانه آن تقریباً ۱۸۰۳ تن است. تولید روزانه زباله را در سطح مناطق متغییر بوده است به طوری که منطقه ۲ بیشترین تولید زباله و منطقه ۱۲ کمترین میزان تولید زباله را دارند. سرانه تولید زباله برای مناطق که شاخص بهتری برای شناخت وضعیت تولید زباله در شهر می‌باشد در شکل ۸ نشان داده شده است که بر اساس آن منطقه ثامن بیشترین سرانه تولید زباله و منطقه ۹ کمترین میزان تولید زباله را در شهر مشهد دارند (شهرداری مشهد، ۱۳۹۰).

### پوشش شبکه فاضلاب

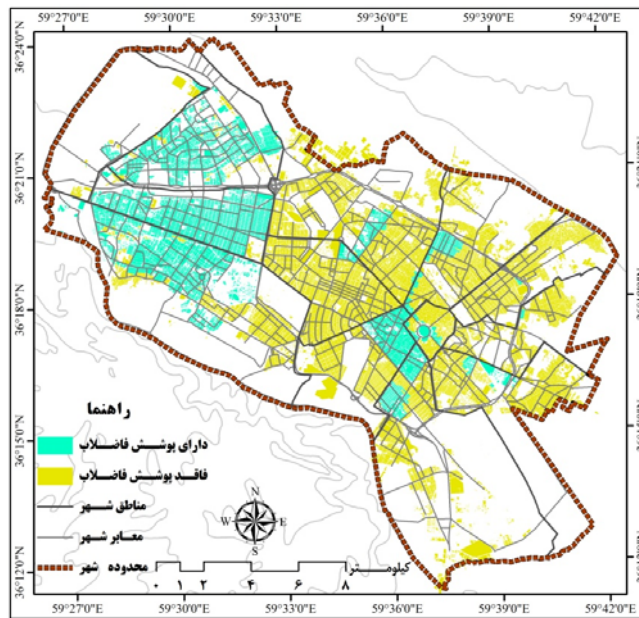
شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهر مشهد در حال حاضر تنها بخشی از شهر را شامل می‌شود، به طوری که از طول شبکه جمع‌آوری فاضلاب با قطر بیش از ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر در شهر مشهد ۱۸۴۴ کیلومتر می‌باشد که در قالب ۳۶۴۹۰۳ انشعاب اصلی و فرعی در شهر پراکنده شده‌اند. از کل جمعیت شهر مشهد، تنها حدود ۲۳ درصد آن تحت پوشش شبکه جمع‌آوری

فاضلاب هستند و فاضلاب تولیدی مابقی جمعیت شهر در چاه‌های جاذب تخلیه می‌شود (شرکت آب و فاضلاب مشهد، ۱۳۹۰). یافته‌های تحقیق (شکل ۹) نشان می‌دهد که در میان مناطق، منطقه ۱۱ شهرداری مشهد با ۷۲/۲۷ درصد جمعیت تحت پوشش دارای بیشترین میزان پوشش و منطقه ۶ شهرداری با ۹۹/۵۶ درصد جمعیت فاقد پوشش، دارای کمترین میزان پوشش شبکه فاضلاب می‌باشد.



شکل ۸: سرانه تولید زباله به گرم در سال ۱۳۹۰

مآخذ: شهرداری مشهد، ۱۳۹۰/ ترسیم نگارندگان



شکل ۹: پوشش شبکه فاضلاب در شهر مشهد

مأخذ: شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد، ۱۳۹۰/ ترسیم نگارندگان

### بافت فرسوده

برآوردها نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ هزار هکتار بافت فرسوده شهری در کل کشور وجود دارد. در این میان شهر مشهد با ۲۲۴۵/۴۷ هکتار بافت فرسوده شهری که یک سیزدهم مساحت شهر را شامل می‌شود (شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی شهری ایران، ۱۳۹۰)، با معضلی بزرگ برای بهسازی و نوسازی این بافت رو به‌رو است. در شهر مشهد ۷/۶ درصد از مساحت شهر، مساحت بافت‌های فرسوده است که در این ۷/۶ درصد مساحت، ۱۷/۵ درصد از جمعیت شهر زندگی می‌کنند. در میان مناطق شهرداری منطقه ۶ با ۴۳۳/۲ هکتار دارای بیشترین مساحت بافت فرسوده و منطقه ۱۱ بدون بافت فرسوده می‌باشند و اما منطقه ۶ با ۱۲۳۲۶۵ نفر ساکن در بافت فرسوده دارای بیشترین جمعیت در این بافت و منطقه ۱۲ با ۱۲۴۳ نفر ساکن دارای کمترین جمعیت در محدوده بافت فرسوده می‌باشد (شکل ۱۰).

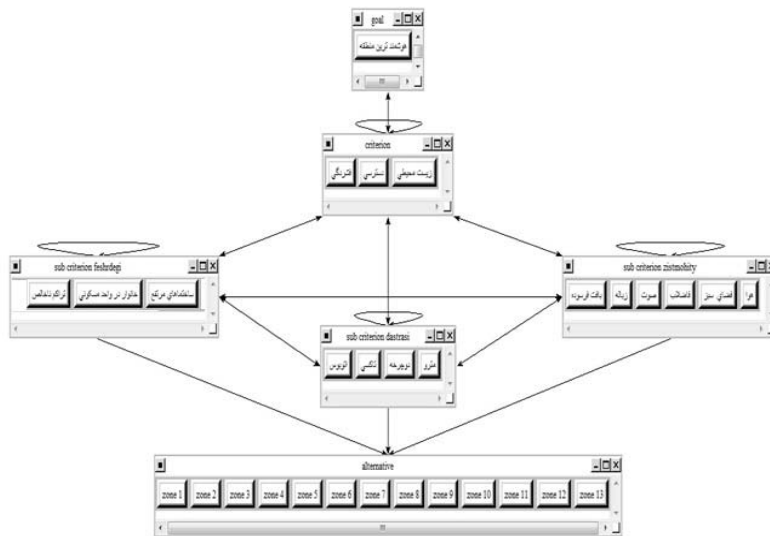


شکل ۱۰: محدوده بافت فرسوده در شهر مشهد

مأخذ: جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۹ / ترسیم نگارندگان

#### تحلیل میزان هوشمندی مناطق شهر مشهد

برای رتبه بندی مناطق شهر مشهد از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند شهری با بهره گیری از مدل تصمیم گیری چند معیاره فرایند تحلیل شبکه‌ای، به تحلیل ساختار فضایی مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد در سه شاخص فشردگی، دسترسی و زیست محیطی پرداخته شده است. شکل ۱۱ چگونگی ارتباط بین این شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها را با یکدیگر در مدل تحلیل شبکه‌ای نشان می‌دهد.



شکل ۱۱: ارتباط عوامل تحلیل شبکه‌ای

بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که در شاخص فشردگی، منطقه یک با امتیاز ۰/۱۵۰ رتبه اول و منطقه ۱۲ با امتیاز ۰/۰۳۰ رتبه سیزدهم را به خود اختصاص داده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از شاخص دسترسی، منطقه ثامن با امتیاز ۰/۱۶۶، دارای بیشترین دسترسی به گزینه‌های مختلف حمل و نقل و منطقه ۱۰ با امتیاز ۰/۰۳۰ دارای کمترین دسترسی به گزینه‌های مختلف حمل و نقل می‌باشد. البته باید عنوان کرد که بیشترین تأثیر گذاری در این شاخص مربوط به زیر شاخص دسترسی به ایستگاه‌های مترو و کمترین تأثیر گذاری مربوط به دسترسی به خطوط تاکسی می‌باشد. به لحاظ شاخص زیست محیطی نیز، منطقه ۱۱ با امتیاز ۰/۱۵۳ دارای بیشترین امتیاز و منطقه ۱ با امتیاز ۰/۰۴۵ کمترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در میان زیر شاخص‌های شش گانه شاخص زیست محیطی، زیر شاخص آلودگی هوا دارای بیشترین تأثیر و زیر شاخص بافت فرسوده دارای کمترین تأثیر بوده‌اند.

برای دستیابی به رتبه بندی قطعی از لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند، همه شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها با استفاده از مدل ANP به صورت تلفیقی مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که منطقه ۸ شهرداری مشهد با امتیاز ۰/۱۰۸ به عنوان منطقه‌ای با بیشترین ساختار رشد هوشمندانه شناخته شده است. بعد از منطقه ۸، منطقه ۱ با اختلاف بسیار کمی در رده بعدی قرار دارد. منطقه ۶ نیز با امتیاز ۰/۰۵۰ در انتها قرار گرفته است.

جدول ۶: نتایج و امتیازهای به دست آمده از تحلیل ANP

منطقه	امتیاز فشردگی	امتیاز دسترسی	امتیاز زیست محیطی	امتیاز تلفیقی
منطقه ۱	۰/۱۵۰	۰/۱۵۷	۰/۰۴۵	۰/۱۰۶
منطقه ۲	۰/۰۸۲	۰/۰۳۴	۰/۰۶۲	۰/۰۵۱
منطقه ۳	۰/۰۸۵	۰/۰۳۵	۰/۰۵۱	۰/۰۶۲
منطقه ۴	۰/۱۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۶۲	۰/۰۸۵
منطقه ۵	۰/۰۵۵	۰/۰۳۵	۰/۰۵۳	۰/۰۶۱
منطقه ۶	۰/۰۴۰	۰/۰۵۹	۰/۰۴۵	۰/۰۵۰
منطقه ۷	۰/۰۵۱	۰/۰۶۹	۰/۰۵۲	۰/۰۶۲
منطقه ۸	۰/۱۱۵	۰/۱۵۸	۰/۰۶۷	۰/۱۰۸
منطقه ۹	۰/۰۶۵	۰/۰۶۷	۰/۱۳۴	۰/۰۷۸
منطقه ۱۰	۰/۰۳۶	۰/۰۳۰	۰/۱۲۰	۰/۰۷۶
منطقه ۱۱	۰/۰۷۱	۰/۰۹۸	۰/۱۵۳	۰/۱۰۰
منطقه ۱۲	۰/۰۳۰	۰/۰۴۰	۰/۱۰۶	۰/۰۷۹
منطقه نامن	۰/۱۱۹	۰/۱۶۶	۰/۰۵۲	۰/۰۸۱

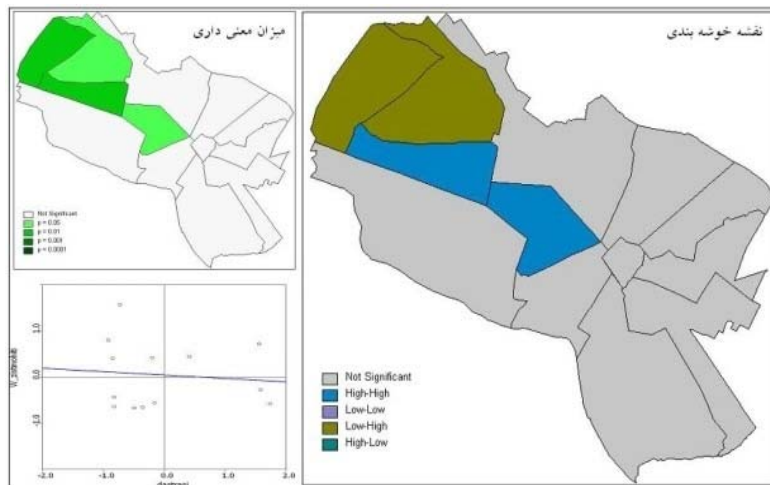
### آزمون فرضیات

فرضیه اول: به نظر می‌رسد؛ روند رشد فیزیکی شهر مشهد در حال گذار از الگوی پراکنش به سوی الگوی فشرده می‌باشد. با توجه به دلایل زیر، مورد تایید قرار می‌گیرد.

اعداد به دست آمده از هر یک از شاخص‌های بیان شده توسط تسای مثل ضرایب جینی و آنترویی نشان می‌دهند که از میزان رشد پراکنده شهر مشهد کاسته شده و این شهر به سمت فشردگی در حال حرکت می‌باشد. ضرایب موران و گری نیز بیانگر آنند که الگوی توزیع جمعیت در شهر مشهد تجمع و تمرکز پایینی داشته و به الگوی تصادفی نزدیک‌تر است. همچنین تراکم شهر در دوره‌های مختلف نیز این موضوع را تأیید می‌کند که شهر مشهد به سمت فشردگی در حال حرکت است. مدل هلدرن نیز نشان می‌دهد که درصد رشد ناشی از جمعیت شهر از ۸۴ درصد به ۹۳ درصد رسیده است که نشانه‌ای از فشرده‌تر شدن این شهر طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۸۵ می‌باشد.

برای بررسی فرضیه دوم از نرم افزار GeoDa استفاده شده است که؛ بررسی و تحلیل خود همبستگی فضایی امتیاز رشد هوشمند برای ابعاد دسترسی و زیست محیطی در شهر مشهد در این نرم افزار نشان دهنده موارد زیر می‌باشد:

- میزان خود همبستگی موران بین مناطق ۰/۰۷۳۶- می‌باشد.
  - حداقل ۴ منطقه از مناطق شهر مشهد، در محدوده بالا- بالا و پایین- بالا قرار دارند.
  - سطح معنی داری در این مناطق در حد قابل قبول (بیش از ۹۵ درصد) است (شکل ۱۲).
- بنابراین می‌توان گفت؛ در شهر مشهد از لحاظ شاخص‌های دسترسی و زیست محیطی رشد هوشمند تفاوت معنی داری وجود ندارد، به عبارت دیگر این فرضیه تایید می‌گردد.



شکل ۱۲: خود همبستگی فضایی بین شاخص‌های زیست محیطی و دسترسی

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

قبل از مباحث مربوط به توسعه پایدار، الگوی پراکنش، الگوی رایج و بدون برنامه در کشورهای جهان سوم و الگوی برنامه‌ریزی شده در برخی از کشورهای پیشرفته محسوب می‌شد. با طرح مباحث مربوط به شهر پایدار مشخص شد که الگوی پراکنش شهری مجموعه‌ای از خصوصیت‌های منفی را در پی داشته و به ویژه در کشورهایی مانند ایران، مانع جدی در تحقق شهر پایدار به شمار می‌رود. همین موضوع باعث شد برنامه‌ریزان بر الگوهای پایدار تأکید کنند. از میان الگوهای پایداری که مطرح شده است، در میان صاحب نظران و سیاستمداران اجماع بیشتری بر فرم فشرده و راهبرد اصلی رسیدن به آن، یعنی رشد هوشمند شهری وجود دارد، به طوری که این ایده توانسته در صدر مباحث مربوط به فرم پایدار شهری قرار گیرد. در این پژوهش که به بررسی و تحلیل شاخص‌های رشد هوشمند شهری در میان مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد پرداخته شده، نتایج نشان می‌دهد، این مناطق هر کدام در شاخص‌های مختلف، رتبه‌های متفاوتی را به دست آورده‌اند. این امر نشانگر نابرابری و تفاوت چشمگیر در برخی از



شاخص‌ها در مناطق شهر مشهد است. طبق نتایج تلفیقی در مدل ANP، شاخص رشد هوشمند منطقه هشت شهرداری با امتیاز ۰/۱۰۸ در رتبه یک و منطقه شش شهرداری با امتیاز ۰/۰۵۰ در رتبه آخر قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شهر مشهد در حال گذار از الگوی پراکنده به فشرده می‌باشد؛ لذا ضرورت درک اصول و قواعد شهر فشرده توسط نهادهای تصمیم ساز و تصمیم گیر باید قوت بخشیده شود، تا بر مبنای چنین رویکردی نوین و با سازوکارهایی مناسب‌تر، زایش و بالندگی شهری، تحقق و تداوم یابد.

روند شتابان توسعه شهری که در سال‌های اخیر بر شهرهای کشور حاکم بوده است و پیامدهای نامطلوب چنین توسعه‌ای، ضرورت تغییر دیدگاه‌های حاکم بر برنامه‌ریزی شهری و توجه به کار بست رشد هوشمند شهری را در طرح‌ها و برنامه‌های توسعه شهری بیش از پیش مطرح نموده است. در این راستا لازم است تا مفهوم رشد هوشمند به صورت اصولی در تمامی ابعاد و زمینه‌های حیات شهر وارد شده و به عنوان مبنایی سازماندهی عملکرد و ارتباطات میان آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. لذا در شهر مشهد برای دستیابی به توسعه پایدار شهری، باید استراتژی رشد هوشمند به عنوان راهبرد اصلی در انتظام بخشی به شکل پایدار شهری قرار گیرد. این کار ضمن حفظ محیط زیست، از گسترش بی رویه شهر جلوگیری کرده و باعث کاهش حجم سفر در سطح مناطق می‌شود. برای دستیابی به چنین پایداری نیاز به طراحی و برنامه‌ریزی بر اساس شناخت وضعیت موجود در کل سطح شهر می‌باشد. لیکن با توجه به نابرابری در شاخص‌های رشد هوشمند، مناطق ۲، ۶، ۵ و ۳ که به لحاظ شاخص‌های رشد هوشمند مورد بررسی شده در این پژوهش در وضعیت نا مطلوبی قرار دارند، باید در اولویت نخست برنامه‌ریزی و مناطق ۷، ۱۰، ۹، ۱۲ و ثامن که در وضعیت نسبتاً مطلوبی قرار دارند، در اولویت بعدی قرار گیرند؛ در نهایت برای دستیابی به الگوی رشد هوشمند، در شهر مشهد پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

- استفاده بهینه از فضاهای بایر،
- تکمیل سریع مترو شهر مشهد،
- افزایش تراکم ساختمانی در نواحی حاشیه شهر،
- طراحی مسیرهای پیاده و دوچرخه با توجه به وضعیت موجود،
- ارتقاء فرهنگ عمومی جهت کاهش مصرف سوخت و استفاده از وسایل حمل و نقل همگانی.

### منابع:

۱. پریور، پرستو؛ احمد رضا یوری و احد ستوده (۱۳۸۷) تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین، مجله محیط شناسی، شماره ۴۵، صص ۸۴-۷۳.
۲. پور احمد، احمد؛ محمد اکبرپور سراسکانرود و سمانه ستوده (۱۳۸۸) مدیریت فضای سبز شهری منطقه ۹ شهرداری تهران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۹، صص ۵۰-۲۹.
۳. پور محمدی، محمد رضا و رسول قربانی (۱۳۸۲) ابعاد و راهبردهای پارادایم متراکم سازی فضاهای شهری، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۲۹، صص ۱۰۸-۸۵.
۴. جهاد دانشگاهی مشهد (۱۳۸۹) طرح امکان سنجی ایجاد و مدیریت پایگاه داده‌های مکانی شهرداری منطقه سه شهرداری مشهد، مشهد: گروه برنامه‌ریزی شهری جهاد دانشگاهی مشهد.
۵. حاتمی نژاد، حسین و یوسف اشرفی (۱۳۸۸) دوچرخه و نقش آن در حمل‌ونقل پایدار شهری نمونه موردی: شهر بناب، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۰، صص ۶۳-۴۵.
۶. حسین‌زاده دلیر، کریم (۱۳۷۸) فرایند توسعه شهری و تئوری شهر متراکم، تبریز: اولین همایش مدیریت توسعه پایدار در نواحی شهری.
۷. حیدری، اکبر (۱۳۹۱) تحلیل فضایی- کالبدی توسعه آتی شهر سقز با تأکید بر شاخص‌های رشد هوشمند شهری با استفاده از مدل آنتروپی شانون، دو فصلنامه جغرافیا و توسعه شهری، شماره ۲، صص ۹۴-۶۷.
۸. رهنما، محمد رحیم؛ زهرا افشار و محمد محسن رضوی (۱۳۹۰) تحلیل شاخص‌های شهر سالم در محله بهارستان شهر مشهد، مشهد: سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.
۹. زنگی‌آبادی، علی و حمیدرضا رخشانی نسب (۱۳۸۸) تحلیل آماری/ فضایی نماگرهای توسعه فضای سبز شهری (مطالعه موردی: مناطق شهری اصفهان)، مجله محیط شناسی، شماره ۴۹، صص ۱۱۶-۱۰۵.
۱۰. زیاری، کرامت الله (۱۳۸۰) توسعه پایدار و مسئولیت برنامه‌ریزان شهری در قرن بیست و یکم، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، شماره ۱۶۰، صص ۳۸۵-۳۷۱.
۱۱. سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد (۱۳۸۸) معرفی اقدامات و برنامه‌ها، دسترسی از سایت <http://www.mashadtraffic.ir>
۱۲. سازمان حمل و نقل و ترافیک مشهد (۱۳۹۱) معرفی اقدامات و برنامه‌ها، دسترسی از سایت <http://www.mashadtraffic.ir>
۱۳. سیف‌الدینی، فرانک و حسین منصوریان (۱۳۹۰) تحلیل الگوی تمرکز خدمات شهری و آثار زیست محیطی آن در شهر تهران، فصلنامه محیط شناسی، شماره ۶۰، صص ۶۴-۵۳.
۱۴. سیف‌الدینی، فرانک؛ احمد پور احمد؛ رضوان داریش و سید علی نادر دهاقانی الوار (۱۳۹۳) بسترها و چالش‌های اعمال سیاست رشد هوشمند شهری (مورد مطالعه خرم آباد لرستان)، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، شماره ۱۹، صص ۷۹-۵۷.
۱۵. شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد (۱۳۹۰) بخش آمار و اطلاعات، دسترسی از طریق سایت <http://www.abfamashhad.ir>

۱۶. شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی شهری ایران (۱۳۹۰) بافت‌های فرسوده و ناکارآمد شهری، دسترسی از طریق سایت <http://www.udro.org.ir>
۱۷. شهرداری مشهد (۱۳۹۰) سالنامه آماری شهر مشهد، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری مشهد.
۱۸. صرافی، مظفر (۱۳۷۹) شهر پایدار چیست؟ فصلنامه مدیریت شهری، شماره ۴، صص ۱۲-۶.
۱۹. ضرابی، اصغر؛ حمید صابری؛ جمال محمدی، و حمید رضا وارثی (۱۳۹۰) تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: مناطق شهر اصفهان)، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۷، صص ۱-۱۷.
۲۰. عزیز پور، ملکه و نجما اسمعیل پور (۱۳۸۸) رشد افقی سریع شهر یزد و تاثیر آن بر سفرهای شهری در محدوده مرکز و پیرامون این شهر، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، شماره ۳۰، صص ۲۰۹-۱۸۵.
۲۱. عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۸) تراکم در شهرسازی: اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۲۸۴ صفحه.
۲۲. غلامی، محمد و غلامرضا زمانی (۱۳۸۹) مولفه‌های اثر گذار بر شکل و رشد مناطق کلانشهری در ایران، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم انداز زاگرس، شماره ۶، صص ۲۲-۷.
۲۳. مافی، عزت الله و مهدی سقایی (۱۳۸۷) تحلیلی بر گردشگری روستایی در پیرامون کلان‌شهرها (مطالعه موردی کلان‌شهر مشهد)، فصلنامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۱۰، صص ۴۰-۲۱.
۲۴. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰) پایگاه اطلاعات نشریات، مهاجرت و شهرنشینی در ایران، دسترسی از طریق سایت <http://www.amar.org.ir>
۲۵. مهدیزاده، جواد (۱۳۷۹) برنامه‌ریزی کاربری زمین تحول دیدگاه‌ها و روش‌ها، فصلنامه مدیریت شهری، جلد ۱، شماره ۴، صص ۷۹-۷۰.
۲۶. مهندسین مشاور حرکت پایدار- رهندیشان پارس (۱۳۸۷) مطالعات سامانه یکپارچه دوچرخه سواری شهر مشهد؛ گزارش مرحله اول، بندهای ۱، ۲ و ۳، شهرداری مشهد، معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد.
۲۷. مهندسین مشاور فرنهاد (۱۳۸۶) طرح مجموعه شهری مشهد/ تعیین حریم و محدوده شهر، مشهد: سازمان مسکن و شهرسازی استان خراسان رضوی، نهاد مطالعات برنامه‌ریزی شهری مشهد.
۲۸. مهندسین مشاور فرنهاد (۱۳۸۷) مطالعات پایه محیط طبیعی، مشهد: سازمان مسکن و شهرسازی استان خراسان رضوی، نهاد مطالعات برنامه‌ریزی شهری مشهد.
۲۹. مهندسین مشاور فرنهاد (۱۳۸۸) مطالعات پایه کیفیت محیط شهری؛ ایمنی و امنیت، مشهد: سازمان مسکن و شهرسازی استان خراسان رضوی، نهاد مطالعات برنامه‌ریزی شهری مشهد.
۳۰. هاشمیان، هادی (۱۳۸۰) آلودگی (هوا، آب، خاک) و کاهش مصرف انرژی در ساختمان، مشهد: انتشارات سیمداد، چاپ اول، ۱۲۰ صفحه.
۳۱. Bullard, R.D. (۲۰۰۷) "Growing Smarter Achieving Livable Communities, Environmental Justice, and Regional Equity". the MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, ۴<sup>th</sup> edition.

۳۲. Chrysochoou. M. (۲۰۱۲) "A GIS and indexing scheme to screen brownfields for area-wide redevelopment planning". *Landscape and Urban Planning*, ۱۰۵, ۱۸۷-۱۹۸.
۳۳. Cooke, P. & De Propriis, L. (۲۰۱۱) "A policy agenda for EU smart growth: the role of creative and cultural industries". *Policy Studies*, ۳۲(۴), ۳۶۵-۳۷۵.
۳۴. Feiock, R. C. & Tavares, A. F. & Lubell, M. (۲۰۰۸) "Policy Instrument Choices for Growth Management and Land Use Regulation". *The Policy Studies Journal*, ۳۶ (۳), ۴۶۱-۴۸۰.
۳۵. Flint, A. (۲۰۰۶) "This Land: the Battle over Sprawl and the Future of American". the Johns Hopkins University Press, Baltimore, ۶<sup>th</sup> edition.
۳۶. Gehl, J. (۲۰۰۱) "Life between Building". the Danish Architectural Press, Copenhagen, Denmark, ۴<sup>th</sup> edition.
۳۷. Hawkins. C. V. (۲۰۱۱) "Smart Growth Policy Choice: A Resource Dependency and Local Governance Explanation". *The Policy Studies Journal*, ۳۹(۴), ۶۸۲-۶۹۷.
۳۸. Litman, T. (۲۰۰۵) "Evaluating Criticism Of Smart Growth". Victoria transport policy institute. ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org)).
۳۹. Mulady. K. (۲۰۰۵) "Seattle dreams of green team". Available at: <http://settlepi.nwsourc.com/local/۲۱۲۴۲۵-kyot۰۱۷.html>. pp ۲-۱۱.
۴۰. UN, (۲۰۰۷) "World Urbanization Prospects: The ۲۰۰۵ Revision Population". Database.<http://www.un.org/esa/population/publications/WUP۲۰۰۵/۲۰۰۵wup.htm>.
۴۱. WWW. e.Mashhad.ir. (۲۰۱۲).
۴۲. WWW. murco.i r. (۲۰۱۲).
۴۳. WWW.SGN.org/about. (۲۰۱۲).
۴۴. WWW.smartgrowth.org/about. (۲۰۱۲).