Geography and Environmental Sustainability
Homepage: http://ges.razi.ac.ir/

# Spatial Analysis of the Relationship between Smart Cities and Urban Livability (Case Study: Neighborhoods of Isfahan)

**Ahmad Hajarian**[1]

1. Corresponding Author, Department of Physical Geography, Faculty of Geography and Planning Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. E-mail: a.hajarian@ltr.ui.ac.ir

## Article Info

**Article type:**
Research Article

**Article history:**
**Received:** 07 Dec 2024
**Received in revised form:** 23 Jan 2025
**Accepted:** 28 Jan 2025
**Available online:** 21 Mar 2025

**Keywords**:
Smart city,
Urban livability,
Spatial analysis,
Isfahan city.

## ABSTRACT

Today, given the explosive growth of urban populations worldwide, urban planners seek new solutions to overcome these challenges. One of the approaches to addressing these issues in urban planning is the concept of smart cities, which has gained attention in recent years. In the current century, rapid advancements in information and communication technology, particularly in smart cities, have reduced the quality of life in environmental and socio-economic dimensions, i.e., the livability of cities, on a global scale. Therefore, this research aims to analyze the spatial relationship between smart city indicators and the livability of neighborhoods in the city of Isfahan. The required data and information were collected through both library and survey methods. After analysis in EXCEL software, the data were imported into GIS software and analyzed spatially using multivariate regression as a GWR (Geographically Weighted Regression) model. The statistical sample of the study consisted of 337 citizens of Isfahan. The results of the study revealed that the status of smart city indicators is unfavorable, with peripheral neighborhoods of the city being in worse condition. Additionally, the livability indicators in Isfahan are not in a desirable state, as most neighborhoods have an average score below 3. Furthermore, the results of the spatial analysis using the GWR model showed that, based on the R2 statistic, the relationship between the independent variable (city smartness) and the dependent variable (urban livability) is 76% and 67% for the economic and social indicators, respectively. Smart city indicators can have a significant impact on the livability of neighborhoods in Isfahan, especially in the eastern, southern, and southwestern regions of the city. The R2 statistic also indicated that the influence of smart city indicators on the physical and environmental dimensions of livability in Isfahan neighborhoods is at a moderate level of approximately 50%.

**Cite this article:** Hajarian, A. (2025). Spatial Analysis of the Relationship between Smart Cities and Urban Livability (Case Study: Neighborhoods of Isfahan). *Geography and Environmental Sustainability, 15* (1), 97-114. https://doi.org/10.22126/GES.2025.11462.2807

© The Author (s).
DOI: https://doi.org/10.22126/GES.2025.11462.2807
Publisher: Razi University

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/

# تحلیل رابطه فضایی شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهرها (موردمطالعه: محلات اصفهان)

**احمد حجاریان**[1]

۱. گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: a.hajarian@ltr.ui.ac.ir

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:** مقاله پژوهشی

**تاریخچهٔ مقاله:**
**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۳/۰۹/۱۷
**تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۳/۱۱/۰۴
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۳/۱۱/۰۹
**دسترسی آنلاین:** ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

***کلیدواژه‌ها:***
شهر هوشمند،
زیست‌پذیری شهری،
تحلیل فضایی،
شهر اصفهان.

**چکیده**

امروزه باتوجه‌به افزایش انفجاری جمعیت شهرها در سراسر دنیا، برنامه‌ریزان شهری به دنبال ارائه راهکارهایی جدید برای غلبه بر این مشکلات هستند. یکی از راهکارها برای فایق آمدن بر این مشکلات در خصوص برنامه‌ریزی شهری، مبحث شهر هوشمند است که در سال‌های اخیر موردتوجه قرار گرفته است. در قرن اخیر پیشرفت‌های سریع در فناوری اطلاعات و ارتباطات یعنی شهرهای هوشمند، کیفیت زندگی در ابعاد محیطی و اجتماعی - اقتصادی یعنی زیست‌پذیری شهرها را در سطح جهانی کاهش داده است. بنابراین، هدف تحقیق حاضر تحلیل رابطه فضایی شاخص‌های شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهرها در محلات شهر اصفهان است. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز به دو روش کتابخانه‌ای و پیمایشی جمع‌آوری گردید و بعد از تحلیل در نرم‌افزار EXCEL وارد نرم‌افزار GIS شد و با استفاده از رگرسیون چندمتغیره در قالب مدل GWR مورد تحلیل فضایی قرار گرفت. نمونه آماری تحقیق ۳۳۷ نفر از شهروندان شهر اصفهان بوده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد؛ وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند در شرایط نامطلوبی قرار داشته و محلات حاشیه‌ای شهر در وضعیت ضعیف‌تری قرار دارند. همچنین شاخص‌های زیست‌پذیری در شهر اصفهان از وضعیت مطلوبی برخوردار نیستند؛ به‌طوری‌که اکثر محلات دارای میانگین امتیازی پایین‌تر از ۳ هستند. همچنین نتایج تحلیل فضایی مدل GWR نشان داد که بر اساس آماره R2 رابطه متغیر مستقل (هوشمندسازی شهر) با متغیر وابسته (زیست‌پذیری شهری) در ۲ شاخص اقتصادی، اجتماعی به ترتیب ۷۶٪ و ۶۷٪ است و شاخص‌های هوشمندسازی می‌توانند تأثیرگذاری بالایی بر زیست‌پذیری محلات شهر اصفهان مخصوصاً در مناطق شرقی، جنوبی و جنوب غربی شهر داشته باشند. همچنین آماره R2 نشان داد که تأثیرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر ابعاد کالبدی و زیست‌محیطی متغیر زیست‌پذیری محلات شهر اصفهان در وضعیت تقریباً متوسط ۵۰٪ قرار دارد.

**استناد:** حجاریان، احمد (۱۴۰۴). تحلیل رابطه فضایی شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهرها (موردمطالعه: محلات اصفهان). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۵ (۱)، ۹۷-۱۱۴. https://doi.org/10.22126/GES.2025.11462.2807

© نویسندگان.
DOI: https://doi.org/10.22126/GES.2025.11462.2807
ناشر: دانشگاه رازی

**مقدمه**

امروزه نیمی از جمعیت کره زمین در سکونتگاه‌های شهری زندگی می‌کنند و این مسئله چالش‌های کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی همچون ناامنی، بیکاری، کاهش منابع طبیعی، آلودگی‌ها، تسهیلات نامناسب و توزیع نامتعادل محلات شهری را به دنبال داشته و منجر به افت زیست‌پذیری شده است. مناطق شهری در حال حاضر، عرصه‌های شکل‌گیری و رشد و تداوم فرصت‌ها و تهدیدهایی به شمار می‌آیند که بر کیفیت زیست و نحوه تأمین نیازهای ساکنان آنها تأثیر می‌گذارد. محلات شهری همواره در گذر زمان در ابعاد گوناگون دچار تغییروتحول می‌شوند، این تحول‌ها می‌تواند قابلیت‌های زیست‌پذیری و کیفیت زندگی این سکونتگاه‌ها را ارتقا بخشد و یا تنزل دهد. بی‌توجهی به توانایی محیطی و افزایش مشکلات زیست‌محیطی باعث شکل‌گیری محیط‌های نامطلوب و غیر قابل زیست شده است. ازاین‌رو با ارزیابی دقیق آنها می‌توان بسیاری از مشکلات و مسائل پیش‌رو را شناسایی و در جهت رفع آنها اقدام کرد (شماعی و بیگدلی، ۱۳۹۵).

امروزه با توسعه شهرنشینی، جوامع با چالش‌های فراوانی برای ایجاد زیرساخت‌ها و تأمین نیازهای روزافزون ساکنین روبرو شده‌اند. پس از گذر از عصر کشاورزی و عصر صنعتی، وارد عصر دانش و ارتباطات شده‌ایم و روزبه‌روز فناوری‌ها و تسهیلاتی که ارتباطات و سایر امور را تسهیل می‌کنند وارد زندگی مردم می‌شوند، پس می‌توان از این فناوری‌ها در جهت کاهش یا حتی حذف مشکلات پیش روی جوامع مختلف استفاده کرد. اینجاست که مفهوم شهرهای هوشمند شکل‌گرفته که تمام ابعاد زندگی شهری، حمل‌ونقل، ساخت‌وساز، بهداشت و درمان، انرژی، ارتباطات و... را در برمی‌گیرد و به کاهش یا حذف این مشکلات کمک می‌کند (Macke et al., 2019). در همین راستا، شهر هوشمند باهدف رفع مشکلات شهرها و بالابردن سطح کیفی زیست‌پذیری شهرها، جلوگیری از هدررفت انرژی و چالش‌های زیست‌محیطی از طریق دگرگون‌کردن شیوه‌های حکمروایی شهری، برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی و دسترسی‌پذیری سریع شهروندان به خدمات مطرح‌شده است (Baibarac-Duignan & Lange, 2021; Chen et al., 2024).

چالش‌های پیچیده و گستردهٔ شهری تنها از طریق یک رویکرد سیستماتیک قابل‌حل است. به‌عبارت‌دیگر تراکم شدید شهرها منجر به آشفتگی و بی‌نظمی شده و علاوه برهم‌زدن تعادل شهرها باعث شده که دستیابی به پایداری را با روش‌های کنونی اداره و توسعه شهری ناممکن سازد. درنتیجه برنامه‌ریزان شهری در سراسر جهان به جهاتی که در بالا ذکر گردید، می‌کوشند تا با نگاهی یکپارچه به‌تمامی ابعاد شهرنشینی، مدل‌هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ به‌منظور پاسخ‌گویی به خواسته‌ها و انتظارات جدید دنیای امروز توسعه دهند (Pilar & Iriana, 2011). یکی از راهکارها برای فایق آمدن بر این مشکلات درخصوص برنامه‌ریزی شهری، مبحث شهر هوشمند است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. شهر هوشمند به‌عنوان محور تغییر و توسعه هزاره مطرح‌شده و به معنای ارایه مفاهیمی نو در برنامه‌ریزی شهری است که قابلیت‌های جهان واقعی و مجازی را برای حل مشکلات شهری باهم ترکیب می‌کند. در حقیقت هوشمندسازی شهری برخاسته از این نیاز به توسعه از درون است که مورد اهمیت قرارگرفته است (Susanti et al., 2016).

به‌عنوان پاسخی به الگوهای ناکارآمد و ناپایدار شهری، مفاهیمی مانند هوشمندسازی شهری ظهور کرده‌اند و برنامه‌ریزان زیادی را به دنبال راه‌های جدید برای درک و پیگیری برنامه‌ریزی فضایی در مقیاس منطقه‌ای و بزرگ منطقه‌ای واداشته‌اند (Sciara, 2020) که راهکارهایی را باهدف ارتقاء کیفیت زندگی برای بهزیستی شخصی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فیزیولوژیکی به ساکنان ارائه می‌دهد (Bhushan et al., 2020) و به شهرها کمک می‌کند تا چالش‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را برطرف کنند و در دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار پیشرفت کنند (Sharifi, 2020). ماهیت برنامه‌های کاربردی در شهرهای هوشمند بر تحریک شهروندان برای کار تیمی، دستیابی به اهداف جامعه با استفاده از هوش جمعی و ایجاد یک جامعه برخط تعاملی است (Heaton & Parlikad, 2019). این رویکرد به‌عنوان راهکاری برای حل مشکلات، توجه سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است (Clement & Crutzen, 2021). نرخ بی‌سابقه رشد و توسعه شهرها، ضرورت پیدا کردن راه‌های هوشمند را برای همراهی مدیریت در قالب ابعاد اجتماعی و اقتصادی ایجاد کرده است (Trindade Neves et al., 2020).

زیست‌پذیری یعنی دست‌یابی به قابلیت‌های زندگی است و درواقع همان مفهوم رسیدن به بالاترین سطح از برنامه‌ریزی

شهری خوب یا مکان پایدار است (منصوری، ۱۳۹۸)؛ و شهر هوشمند با توجه به ترکیب قابلیت‌های جهان واقعی و مجازی برای رفاه شهروندان طراحی گردیده است (Ahmed et al., 2019). رشد اهمیت جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شهرهای جهان، همزمان چالش‌ها و فرصت‌هایی را ایجاد می‌کند. به منظور تبدیل کردن اهمیت رو به رشد شهرهای جهان نیرویی مثبت برای توسعه زندگی پایدار، به راه‌حل‌های هوشمندانه و نوآورانه برای شهر نیاز است. مفهوم شهر هوشمند به عنوان واکنشی طبیعی به روند شهرنشینی، اهمیت اقتصادی شهرها و تقاضای فزاینده برای زندگی پایدار، تکامل یافته است لذا، شناخت و توجه به اهمیت زیست پذیری شهری به‌عنوان یک ضرورت در توسعه شهری، امری ضروری است (نوریان و فلاح، ۱۴۰۱). آنچه یک شهر را به سمت هوشمندی پیش می‌برد، صرفا استفاده از این ابزار جهت ارتقای سطح کیفی زندگی شهروندان یک شهر نیست. شهر هوشمند در اینجا به عنوان موثرترین راه مقابله با جمعیت رو به رشد، تغییرات آب و هوایی، شوک‌های محیطی و سایر تهدیدات شهری جهانی، ازجمله مشکلات شهری محلی جرم، تراکم، خدمات ناکارآمد و رکود اقتصادی به تصویر کشیده شده است.

ایده شهر هوشمند تا ۱۹۸۰ موضوعی ناشناخته بود که با ظهور کامپیوتر و اینترنت از دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ مبحث فضای مجازی اهمیت ویژه‌ای یافت. شهر هوشمند، شهری است براساس فناوری اطلاعات و ارتباطات از راه دور که سعی دارد ضمن دگرگون کردن شیوه‌های زیستی و فعالیت‌ها، پاسخگوی نیازهای شهروندان از طریق برنامه‌ریزی، طراحی، توسعه و نوسازی جوامع برای ترقی دادن حس مکانی، حفظ منابع طبیعی و فرهنگی، توزیع عادلانه هزینه‌ها و مزایای توسعه، افزایش یکپارچگی اکولوژیکی در دوره های کوتاه مدت و بلندمدت و نیز افزایش کیفیت زندگی از طریق توسعه امور مربوط به حمل و نقل، اشتغال و مسکن به نحو مطلوب باشد. فناوری، رشد و نمو قوانین و مقررات اداری از ابعاد شهر هوشمند می‌باشد (Deilami & Kamruzzaman, 2017).

شهر هوشمند بیش از یک شهر رقومی است. پیوند سرمایهٔ فیزیکی با سرمایهٔ اجتماعی به‌منظور توسعه خدمات بهتر و زیرساخت از ملزومات شهر هوشمند است. شهر هوشمند، مکانی ویژه برای توسعهٔ پایدار است که در آن مسائلی مانند ترافیک، مصرف انرژی، آلودگی، تخریب سرزمین و غیره از طریق یک رویکرد نوآورانه و سیستماتیک، بر اساس ارتباط و تبادل اطلاعات باهدف بهینه‌سازی فرآیندها شکل گرفته است. چهار مؤلفه اصلی اقتصاد هوشمند، اجتماع هوشمند، محیط‌زیست هوشمند و حکمروایی هوشمند از ویژگی‌های شهر هوشمند است. فرآیند هوشمندسازی در شهرهای دنیا به دو شیوه مرسوم است: ایجاد شهرهای هوشمند و هوشمندکردن شهرهای موجود. در حال حاضر، در روند توسعه شهرها، برای جلوگیری از چالش‌های پیش‌آمده، حرکت به سمت هوشمندسازی صورت می‌گیرد (Gabriel et al., 2006). هوشمندسازی شهری به مفهومی از شهر پایدار اطلاق می‌شود که مجموعه‌ای از خدمات و مزایایی را ارائه می‌دهد که باعث افزایش کیفیت زندگی ساکنان آن می‌شود و درعین‌حال به شهر اجازه می‌دهد تا رقابت و توانایی خود را برای رشد اقتصادی افزایش دهد (Barba-Sánchez et al., 2020) و راه‌حل‌هایی را برای چالش‌های فعلی شهرنشینی به بازار عرضه می‌دهند (Prasad & Alizadeh, 2020).

هوشمندسازی سبب تقویت و رشد دانش و توسعهٔ دانش‌محور، توسعهٔ پایدار، یکپارچگی شهر و مشارکت شهروندان می‌شود. شهر هوشمند با مشاهدهٔ نامرئی، دیدگاه‌های ارزشمندی را نشان می‌دهد که به ما کمک می‌کند درک صحیحی از سطح فردفرد شهروندان و آنچه باعث می‌شود یک شهر بیشتر یا کمتر جذاب باشد داشته باشیم، نمایش می‌دهد (Colin & Donnelly, 2011). هوشمندسازی شهری یعنی توسعه حساس به محیط‌زیست باهدف کاهش وابستگی به حمل‌ونقل ماشینی، کاهش آلودگی هوا و کارآمدتر کردن سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها. نسل‌های مختلف شهرهای هوشمند در جهان شامل نسل اول که تأکید و تمرکز بر فناوری اطلاعات و ارتباطات داشته و فرایند از بالابه‌پایین طراحی گردیده است (Grant & Tsenkova, 2012). نسل دوم ترکیبی از مدیریت و ICT در راستای کیفیت زندگی و طراحی بالابه‌پایین دارد. در نسل سوم هوشمندسازی مبتنی بر محوریت شهروند هوشمند است و در این زمینه استفاده از سرمایه‌اجتماعی و هوش جمعی اهمیت راهبردی دارد. فرایند تلفیقی از بالابه‌پایین و پایین‌به‌بالا است (شکری یزدان و بهزادفر، ۱۳۹۸).

ظهور شهرهای هوشمند، گام بعدی بشر در توسعهٔ فناوری‌های نوین است که در مقیاسی بزرگ رخ خواهد داد. بسیاری از

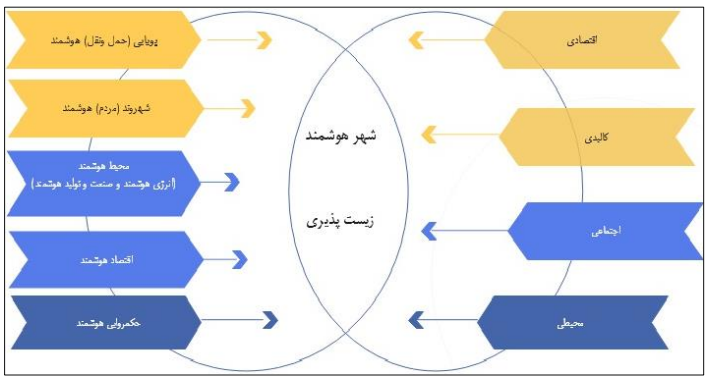
شهرهای فعلی در حال حرکت به‌سوی هوشمند شدن هستند، اما تعدادی از شهرهای بزرگ و شناخته‌شدهٔ دنیا همین حالا هم بسیاری از فناوری‌های موجود را برای خدمت‌رسانی بهتر به شهروندان به کار گرفته‌اند که به همین دلیل می‌توان آن‌ها را هوشمندترین شهرهای جهان نامید که به‌عنوان نمونه به دو شهر لندن و هنگ‌کنگ در ذیل اشاره می‌گردد:

لندن نه‌تنها پایتخت انگلستان، بلکه شلوغ‌ترین شهر این کشور هم هست؛ بنابراین، طبیعی است که هوشمندترین شهر انگلستان هم باشد. بخشی از طرح هوشمندسازی لندن بر پایهٔ ایجاد شبکهٔ کاملاً فیبری است که ۴۰۰ کیلومتر از تونل‌های مترو و ۵۰۰ کیلومتر از جاده‌ها و ۸۰ هزار قطعه از مبلمان شهری این شهر را به هم متصل می‌کند.

هنگ‌کنگ از چند سال پیش، فرایند تبدیل‌شدن به شهر هوشمند را آغاز کرده است. در سال ۲۰۱۷، این شهر نقشهٔ راه خود را منتشر کرد که طبق آن به‌تدریج به امکانات هوشمند خود می‌افزاید. این نقشهٔ راه شامل ۷۶ مفهوم نوآورانهٔ مختلف است که از میان آن‌ها می‌توان به جابه‌جایی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط‌زیست هوشمند، مردم هوشمند، دولت هوشمند و اقتصاد هوشمند اشاره کرد.

نظریه زیست‌پذیری بر اصول نیازهای انسانی شکل‌گرفته است. این نظریه در حوزه مباحث کیفیت زندگی به‌طورکلی توسط رووت وینهوون[1] بسط‌یافته است. او معتقد است احساس عمومی مردم منجر به زندگی بهتری برای آن‌ها می‌شود، زمانی که در اجتماعات بهتر و زیست‌پذیری زندگی کنند؛ اینکه دقیقاً کدام اجتماعی زیست‌پذیرتر است کاملاً شفاف نیست، اما مردم در سکونت‌گاه‌هایی که نیازهایشان بهتر برآورده شود شادتر و راضی‌تر هستند (Radcliff, 2001). در همین زمان، نظریه هرم احتیاجات بشر که توسط روان‌شناس نامی آمریکایی، آبراهام مازلو[2] مطرح شد، بی‌تأثیر بر تغییر نگرش و تأکید بر تأمین نیازهای گوناگون انسان در شهرها نبوده است. به باور وی، نیازهای انسان در چهارلایه قابل‌بررسی است: لایه اول: نیازهای اساسی انسان و لایه دوم: امنیت که تأمین‌کننده نیازهای مهمی چون مسکن، شغل و امنیت و غیره است (ثاقبی و همکاران، ۱۴۰۱). درواقع زیست‌پذیری به سیستم شهری اطلاق می‌گردد که به ارتقای خوشبختی ذهنی، اجتماعی و فیزیکی و توسعه ساکنانش توجه دارد و اصول کلیدی آن عدالت، کرامت، دسترسی تعامل، مشارکت و توانمندسازی می‌باشد (Huang et al., 2024: 2). زیست‌پذیری شهری، جستجوی ابدی یک شهر ایدئال برای مردم است و همچنین تجسم اصلی رقابت شهری در عصر توسعه باکیفیت بالا است. ساخت شهر قابل‌زندگی تاب‌آور و پایدار به گامی حیاتی برای اجرای مفهوم جدید توسعه و تغییر شیوه توسعه اقتصادی تبدیل‌شده است؛ بنابراین، محیط‌زیست قابل‌زندگی نه‌تنها هدف پیگیری توسعه باکیفیت شهری است، بلکه رویکردی برای تحقق آن است (Zhao et al., 2023). شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش را نشان می‌دهد.

بنابراین، با توجه موضوعات و مسائل مطرح شده مشهود است که هوشمندسازی شهرها در بسیاری از کشورها تعدیل‌کننده بسیاری از مسائل شهرها بوده است، بنابراین مسئله اصلی که در اینجا مطرح می‌شود این است که شاخص‌های هوشمند شهری کلان‌شهر اصفهان در چه وضعیتی قرار دارد؟ وضعیت زیست‌پذیری محلات شهر اصفهان چگونه است؟ اثرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند در بعد فضایی (محلات) بر وضعیت زیست‌پذیری شهر اصفهان به چه میزان است؟




**شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش**

1. Ruth Winhoon
2. Abraham Mazlo

## مواد و روش‌ها

قلمرو مکانی این تحقیق کلان‌شهر اصفهان در مرکز ایران است. این شهر مطابق سرشماری سال ۱۳۹۵ با جمعیت ۳/۱ میلیونی، سومین شهر پرجمعیت ایران، مرکز استان اصفهان و دارای مساحتی حدود ۵۵۱/۵ کیلومترمربع است که دارای ۱۵ منطقه است. پژوهش حاضر به لحاظ هدف از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت و روش از نوع مطالعه توصیفی- همبستگی و روش گردآوری اطلاعات نیز اسنادی (کتابخانه‌ای) و میدانی (پرسش‌نامه) است. حجم نمونه آماری شامل شهروندان ساکن مناطق ۱۵گانه کلان‌شهر اصفهان است. برای تعیین حجم نمونه مناطق به‌صورت تصادفی از فرمول کوکران استفاده شده است که بر اساس ضریب d برابر ۰/۰۸۵ حجم نمونه باتوجه‌به جمعیت ۳۰۹۲۶۴۲ سال ۱۳۹۵ برابر ۳۳۷ پرسش‌نامه خواهد بود که باتوجه‌به جمعیت هر منطقه توزیع خواهد شد (جدول ۱).

**جدول ۱. مشخصات مناطق موردمطالعه و حجم تعداد نمونه در هر منطقه**

| مناطق شهری | جمعیت | حجم نمونه |
|---|---|---|
| منطقه ۱ | ۱۶۷۰۰۸ | ۲۲ |
| منطقه ۲ | ۵۱۴۴۱۱ | ۲۸ |
| منطقه ۳ | ۴۱۷۹۵۰ | ۲۶ |
| منطقه ۴ | ۲۶۱۹۳۸ | ۲۴ |
| منطقه ۵ | ۱۷۵۸۴۴ | ۲۲ |
| منطقه ۶ | ۲۳۲۶۰۹ | ۲۳ |
| منطقه ۷ | ۲۵۶۵۶۳ | ۲۴ |
| منطقه ۸ | ۸۹۲۱۶ | ۲۱ |
| منطقه ۹ | ۳۲۷۰۰۱ | ۲۵ |
| منطقه ۱۰ | ۲۹۶۸۲۳ | ۲۴ |
| منطقه ۱۱ | ۲۰۰۱۶۱ | ۲۲ |
| منطقه ۱۲ | ۱۰۸۸۶۹ | ۲۱ |
| منطقه ۱۳ | ۱۳۸۴۹ | ۱۹ |
| منطقه ۱۴ | ۱۱۲۸۷۶ | ۱۹ |
| منطقه ۱۵ | ۹۰۸۷۶ | ۱۷ |
| جمع | ۳۰۷۲۶۴۲ | ۳۳۷ |

برای تعیین شاخص‌های زیست پذیری و شاخص‌های شهر هوشمند، منابع و اسناد مرتبط، جمع‌آوری و مطالعه گردید و درنهایت شاخص‌های پرکاربرد در سایر تحقیقات مرتبط انجام‌گرفته استخراج گردید. درادامه برای متغیر مستقل شهر هوشمند ۵ شاخص (پویایی هوشمند، مردم هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند، حکمرانی هوشمند) انتخاب گردید؛ و برای متغیر وابسته زیست پذیری شهری ۴ شاخص (اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، زیست‌محیطی) تعیین شد و برای هرکدام از این شاخص، چند زیر شاخص برای ساخت گویه‌ها انتخاب گردید (جدول ۲ و ۳).

**جدول ۲. شاخص‌های زیست پذیری شهری**

| | ابعاد | متغیرها |
|---|---|---|
| زیست‌پذیری | اقتصادی | میانگین درآمدهای خانوار، توان تأمین هزینه‌های خانوار، درآمد شهرداری‌ها، میزان پس‌انداز خانوار، افراد شاغل، اشتغال زنان، ارتقای شغلی، توان راه‌اندازی مشاغل |
| | اجتماعی | همکاری شهروندان در فعالیت‌های عمرانی شهری، انجام فعالیت‌های اقتصادی مشترک، مشارکت در امور خیریه، دلسوزی اهالی برای آبادانی شهر، توزیع منافع به‌صورت منصفانه (بین محلات)، سطح تحصیلات، برابری‌های اقتصادی درون منطقه‌ای، کاهش احساس فقر، اعتقاد به زندگی در شهر به‌عنوان محل مناسب سکونت، ترجیح‌دادن سرمایه‌گذاری و راه‌اندازی کسب‌وکار |
| | محیطی | زیبایی چشم‌انداز شهری، حفاظت و عدم تخریب اراضی طبیعی<br>بهبود سیستم‌های دفع فاضلاب، دپوی فضولات حیوانی و جمع‌آوری زباله‌ها از سطح محلات |

**ادامه جدول ۲.**

| | ابعاد | متغیرها |
|---|---|---|
| زیست‌پذیری | کالبدی | کیفیت خدمات و امکانات فراغتی، تجهیزات و دسترسی به مدارس، بهره‌گیری از رسانه‌ها و نوآوری‌های جدید، ماشین شخصی، کیفیت راه‌های مواصلاتی درون و برون‌شهری، دسترسی به انواع انرژی، استحکام مساکن، ساخت مساکن نوساز، امکانات گرمایشی و سرمایشی مناسب مساکن، چند کارکردی بودن مساکن، امکانات بهداشتی مساکن |

**جدول ۳. شاخص‌های شهر هوشمند (Bellini et al., 2022؛ موسوی داویجانی، ۱۴۰۰).**

| ابعاد شهر هوشمند | شاخص‌های شهر هوشمند |
|---|---|
| پویایی (حمل‌ونقل) هوشمند | مدیریت ترافیک، دوربین‌های ثبت تخلفات و...)، مسیریابی پویا (سنجنده‌ها و محرک‌های شهری، دستگاه‌های شخصی)، پارکینگ هوشمند، پرداخت الکترونیک (تلفن همراه مجهز به NFC)، اشتراک‌گذاری خودرو (ارتباط خودرو به خودرو (V2V)، ارتباط خودرو به زیرساخت (V2I))، تحرک پایدار و ابزار OBD، مدیریت حوادث، مدیریت ساخت و نگهداری، حمل‌ونقل عمومی متصل و برنامه‌های کاربردی تلفن همراه و تابلوهای الکترونیکی اطلاع‌رسانی. |
| شهروند (مردم) هوشمند | سطح تحصیلات، میزان دسترسی به اینترنت پرسرعت، تسلط به زبان‌های خارجی، تعداد ساعات مطالعه، تمایل ساکنین به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات با دیگر جوامع، میزان تمایل شهروندان به یادگیری دائمی، میزان دانش نسبت به قوانین مدیریت شهری، تمایل به شرکت در انتخابات شورای شهر، میزان مشارکت در امور داوطلبانه، مدرسه هوشمند. |
| محیط هوشمند (انرژی هوشمند و صنعت و تولید هوشمند) | پایش کیفیت هوا و آب (سنجنده‌های محیطی، داده‌های بزرگ از داده‌های ماهواره‌ای، LiDAR و GIS)، مدیریت هوشمند زباله (با استفاده از سنجنده‌های اولتراسونیک، کنترلرهای PIC، GSM و GPS)، مدیریت آب هوشمند، مدیریت و برداشت انرژی پایدار (نانو ژنراتورهای تریبو الکتریک (TENG) و برداشت‌کننده‌های انرژی الکترواستاتیک (EEH)، دستگاه‌های اندازه‌گیری مصرف انرژی)، روشنایی هوشمند (سنجنده‌های درخشندگی نور)، شبکه‌های هوشمند و صنعت ۴.۰ (سیستم‌های فیزیکی سایبری (CPC))، تولید هوشمند (تولید مبتنی برابر)، تعمیرات قابل‌پیش‌بینی، زراعت و کشاورزی هوشمند، سیستم نظارت و امنیت (دوربین‌های PTZ و VMS شهری). |
| اقتصاد هوشمند | کسب‌وکار الکترونیک (راه‌حل‌های هوش مصنوعی برای سیستم‌های توصیه وب، تلفن همراه)، تجارت الکترونیک (مدل‌های کاربردی B2B, B2C و...)، بازارها و خدمات نیروی همتا به همتا، نرخ اشتغال در بخش دانش، فرهنگ، صنایع خلاق (کتابخانه، رستوران، موزه، هتل و...)، نسبت معاملات الکترونیک به کل معاملات، نسبت شرکت‌های دانش‌محور با تکنولوژی بالا به کل شرکت‌های ثبت شده، میزان خلق ایده‌های خلاق توسط مراکز تحقیقات و دانشگاه (مراکز رشد فناوری و استارتاپ)، سرانه تولیدات آثار الکترونیکی. |
| حکمروایی هوشمند | دولت الکترونیک (مبتنی بر وب و تلفن همراه، برنامه‌های کاربردی برای G2C, G2B)، مشارکت عمومی شهروندان در طرح‌های توسعه شهری (محیط‌زیست شهری و غیره) با سیستم سنجش مشارکتی، سیاست‌های تصمیم‌گیری، میزان رضایت شهروندان از شفافیت نظام اداری، همایش‌ها و کنفرانس‌های مجازی مبتنی بر وب و شبکه‌های اجتماعی. |

در مرحله بعد، پرسش‌نامه (شاخص‌های شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهری) بر اساس طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای طراحی شد؛ بدین ترتیب که میزان میانگین متغیر موردنظر در جامعه نسبت به عدد ۳ سنجش گردید. حال اگر مقدار میانگین بیشتر از ۳ باشد، نتیجه گرفته می‌شود متغیر موردنظر در جامعه آماری وضعیت متوسط رو به بالایی دارد و پایین‌تر از این عدد نشان‌دهنده وضعیت نامطلوب شاخص مورد تحلیل است. پرسش‌نامه بین ساکنین مناطق ۱۵ گانه شهر اصفهان تقسیم گردید، البته پرسش‌نامه بر اساس تعداد جمعیتی هر منطقه شهری به‌طور متوازن توزیع گردید. درنهایت اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزارها GIS و مدل GWR تجزیه‌وتحلیل شد.

درواقع با استفاده از مدل GWR، به‌عنوان یکی از آزمون‌های تحلیل آمار فضایی، ارتباط فضایی بین شاخص‌های هوشمندسازی شهر اصفهان، به‌عنوان متغیر مستقل با متغیر وابسته (زیست‌پذیری شهری) محاسبه شد. GWR فن آمارفضایی‌محلی است. هنگامی‌که واحد سنجش متغیر مورد بررسی از مکانی به مکان دیگر متفاوت می‌شود، این رگرسیون برای تحلیل ناهمسانی فضایی به کار می‌رود. رابطهٔ ۱ فرمول رگرسیون وزنی را نشان می‌دهد:

$$\hat{y}=\beta_0(\mu_i,v_i)+\sum_k \beta_k(\mu_i,v_i)x_{ik}+\varepsilon_i \qquad \beta_0(\mu_i,v_i)\beta_k(\mu_i,v_i)N(0,\sigma^2) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه $(\mu_i.V_t)$ مختلف هر موقعیتی از i است. $\beta_0(\mu_i.V_t)$ محل تقاطع برای موفقیت i، $\beta_k(\mu_i.V_t)$ پارامتری محلی است که متغیر مستقل $x_k$ را در موقعیت i تخمین می‌زند و $\varepsilon_i$ خطای تصادفی با فرض $N(0, \sigma 2)$ (فرض نرمال بودن) است. برای مجموعه داده‌های پارامتری محلی $\beta_k(\mu_i.V_t)$ با استفاده از مراحل حداقل مربعات وزنی تخمین زده می‌شود. وزن‌های $w_{it}$ برای $n,\ldots, 2,I=1$ در هر موقعیت $(\mu_i.V_t)$ به‌عنوان تابع پیوسته‌ای از فواصل میان موقعیت i و موقعیت دیگر به دست می‌آید (رفیعیان و زاهد، ۱۳۹۷: ۳۷۱). درواقع تحلیل رگرسیون وزنی جغرافیا خروجی‌های مختلفی را ارائه می‌دهد که در بین خروجی‌های ارائه‌شده مقادیر R و R2 تعدیل‌شده (Adjusted R2) مهم‌ترین مقادیر هستند که نشان‌دهنده خوبی و دقت مدل مورد استفاده‌اند و هر چه این اعداد به ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده این است که متغیر مستقل مورداستفاده به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را شرح می‌دهد.

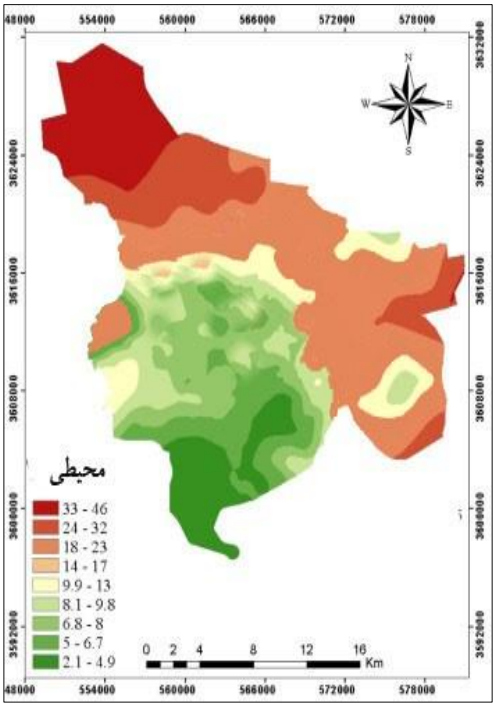
سیگما: شاخص انحراف معیار باقی‌مانده‌هاست و کوچک‌تر بودن آن نشانه برتری مدل است.

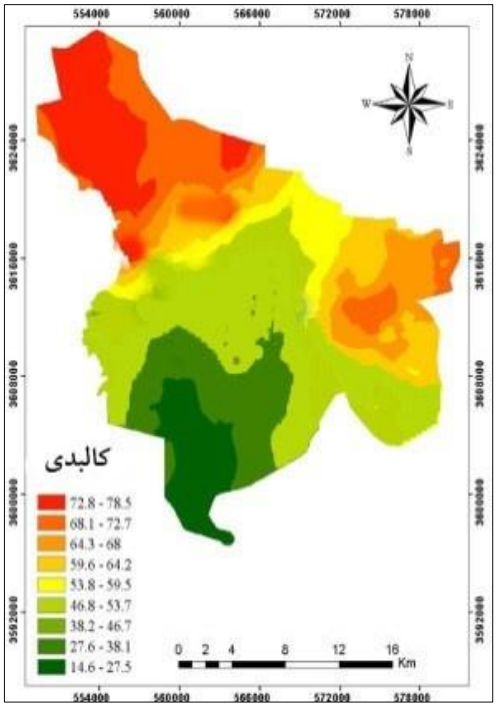
آکاییک: یکی از شاخص‌های بسیار مفید برای مقایسه مدل‌های رگرسیون است که مقدار پایین آن نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است (شاکرمی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۵۷).

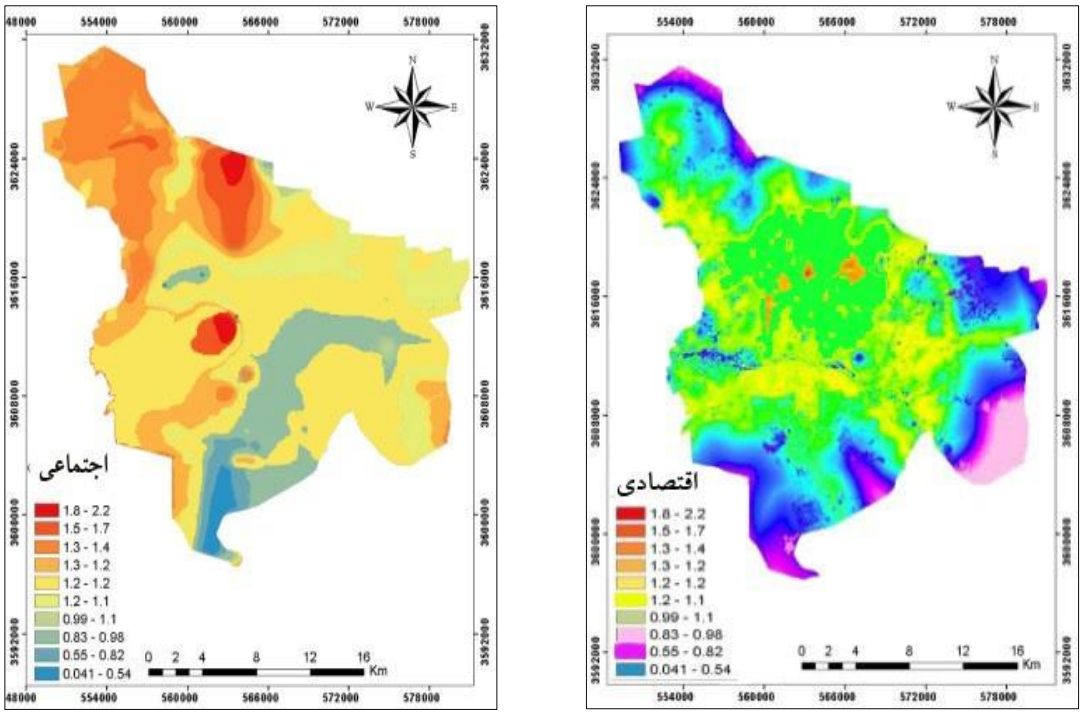
## نتایج

### تحلیل وضعیت شاخص‌های زیست‌پذیری شهری

در بخش یافته‌های تحقیق ابتدا وضعیت موجود شاخص‌های زیست‌پذیری شهری (اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی) مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت که نتایج به‌دست‌آمده به شرح زیر است: در ارزیابی وضعیت زیست‌محیطی محلات شهر اصفهان، نتایج نشان‌دهنده این است که اکثر محلات شهر اصفهان از وضعیت زیست‌محیطی مناسبی برخوردار نیستند، به‌طوری‌که در محلات شرق شهر به دلیل وجود کارخانه‌های مختلف صنعتی و شهرک صنعتی، مناطق مرکزی به دلیل وجود بافت متراکم و قدیمی، ترافیک بالا وضعیت زیست‌محیطی بسیار نامناسبی از دیدگاه شهروندان دارا هستند. همچنین در بعد اقتصادی، محلات مرکزی نسبت به سایر مناطق شرایط متوسطی را دارا هستند. در بعد کالبدی، محلات جنوبی وضعیت مناسب‌تری نسبت به مناطق غربی و جنوب غربی دارا هستند. در بعد اجتماعی در اکثر مناطق شهر وضعیت چندان مناسبی وجود ندارد و در بین همه محلات فقط شاید قسمتی از شمال نزدیک به عدد ۳ هستند و همه محلات آمار میانگین پایین‌تری دارا هستند (شکل ۲).



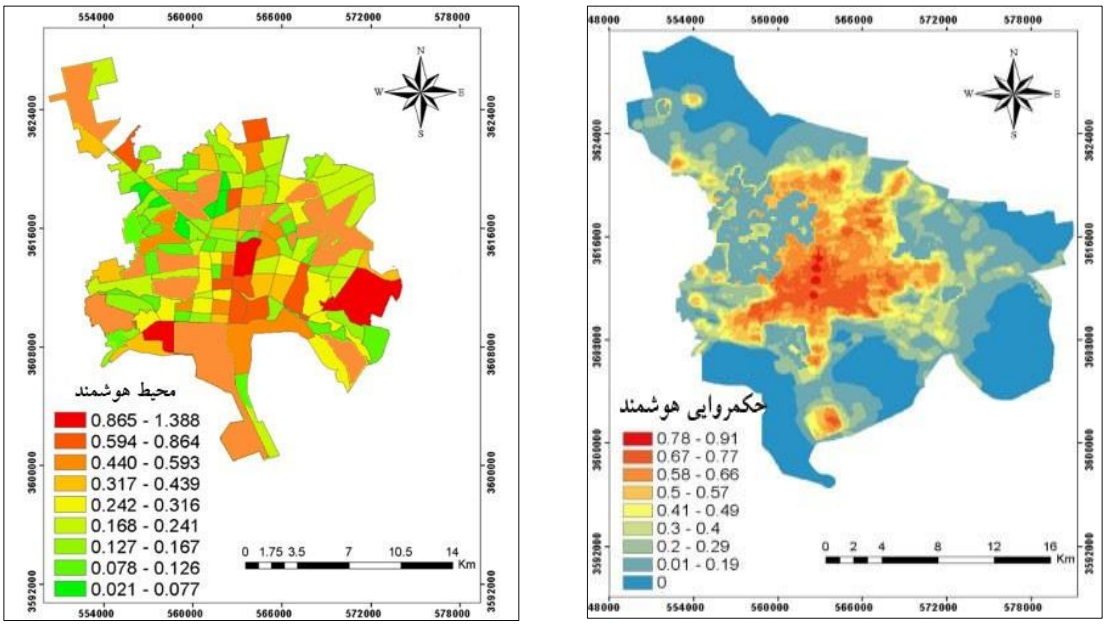



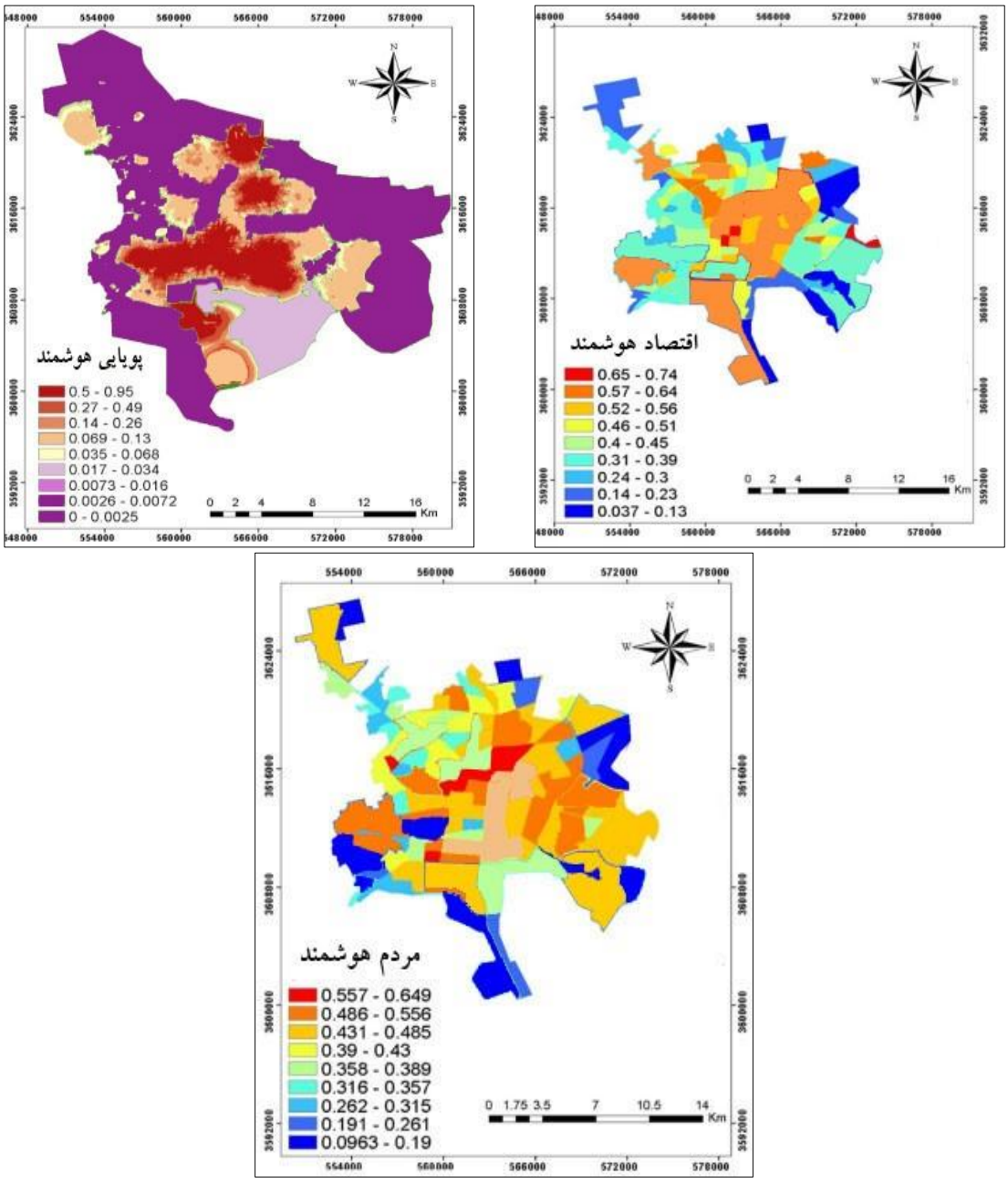



**شکل ۲. وضعیت شاخص های زیست پذیری شهر اصفهان**

## تحلیل وضعیت شاخص‌های هوشمندسازی شهر

در این بخش از تحقیق به ارزیابی وضعیت موجود شاخص‌های هوشمندسازی شهر از دیدگاه شهروندان پرداخته شده است که نتایج به‌دست‌آمده جهت فهم بصری بهتر تحقیق به‌صورت نقشه‌های زیر (شکل ۳) ارائه گردیده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد؛ که در زمینه شاخص‌های، پویایی هوشمند شهر، زندگی هوشمند و مردم هوشمند محلات و مناطق مرکزی شهری وضعیت تقریباً بهتری نسبت به سایر مناطق شهر دارا هستند. همچنین در زمینه محیط هوشمند و حکمرانی هوشمند اکثر مناطق و محلات شهر وضعیت مناسبی را نشان نمی‌دهند؛ به‌طوری‌که آماره‌های به دست آمده از تحلیل پرسش‌نامه در زمینه هر ۵ شاخص هوشمند سازی شهر میانگین متوسط به پایینی (کمتر از ۳) را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده عدم توسعه و موفقیت هوشمند سازی در محلات و مناطق شهر اصفهان است.






**شکل ۳. وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند**

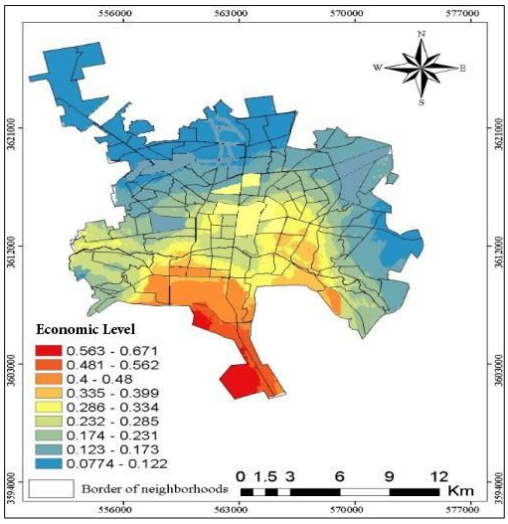
## تحلیل فضایی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی

در این بخش، ارتباط فضایی بین شاخص شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهری با استفاده از رگرسیون فضایی چندمتغیره سنجش و ارزیابی گردید؛ به‌طوری‌که ارتباط فضایی هر شاخص زیست‌پذیری (اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، زیست‌محیطی) به طور جداگانه سنجش و تحلیل شد؛ در تحلیل نتایج آماره R2 به‌عنوان مهم‌ترین آماره تحلیل برابر با ۰/۷۶ است: یعنی رابطه فضای متغیر شهر هوشمند با وضعیت زیست‌پذیری شهر اصفهان در بعد اقتصادی در سطح اطمینان ۹۵٪ تائید می‌گردد. البته در ادامه تحلیل نقشه‌ها به‌صورت محله و منطقه تفسیر می‌شود. همچنین مقدار $AICc^2$ عدد پایینی (۶۸۹/۰۹) را نشان می‌دهد(جدول ۴) که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است و کارایی مدل را نشان می‌دهد.

**جدول ۴. رگرسیون وزنی شاخص اقتصادی**

| متغیر مستقل | متغیر وابسته | $R^2$ | $AICc^2$ | Sigma | $AdjustedR^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند | اقتصادی | ۰/۷۶ | ۶۸۹/۰۹ | ۰/۰۰۸ | ۰/۷۲ |

تحلیل فضایی رابطه هوشمندسازی شهر با زیست‌پذیری شهری در بعد اقتصادی (شکل ۴) نشان می‌دهد؛ که در آماره std دامنه تغییرات داده‌ها مابین ۲.۵+ تا ۲.۵- است و هیچ‌یک از داده‌ها در خارج از دامنه مطلوب قرار ندارد که این موضوع نشان‌دهنده کیفیت بالای مدل است. همچنین آماره R2=0/76 نشان می‌دهد که همبستگی فضای بین شاخص شهر هوشمند و زیست پذیری شهری در بعد اقتصادی در سطح محلات شهر اصفهان بیش از ۵۰٪ است که این نتیجه نشان‌دهنده تأثیرگذاری بالای هوشمندسازی بر اقتصاد شهر اصفهان است. این همبستگی فضایی در محلات جنوب و مرکز بیشتر از سایر مناطق شهر اصفهان می‌باشد(شکل ۴) که البته این موضوع با توجه به توسعه شهری در این مناطق شهر اصفهان می‌تواند توجیه‌کننده این مسئله باشد.



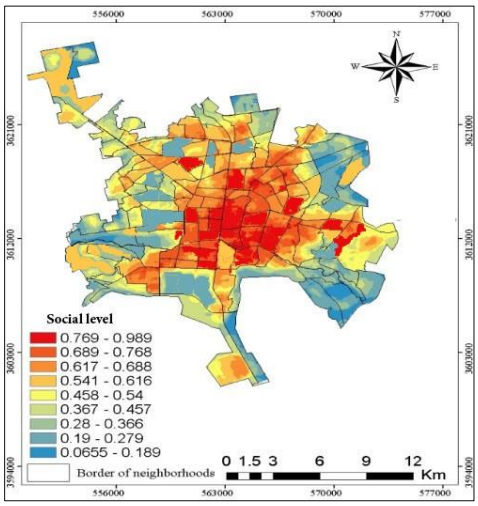

**شکل ۴. آماره‌های تحلیل فضایی شاخص اقتصادی**

نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهری در بعد اجتماعی نشان می‌دهد که رابطه معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد. به‌طوری‌که مقدار R2 تحلیل برابر با ۰/۶۷ است: یعنی شاخص‌های شهر هوشمند به میزان ۶۷ درصد دارای اثرگذاری بر وضعیت زیست پذیری شهروندان محلات شهر اصفهان در بعد اجتماعی است (جدول ۵). همچنین مقدار $AICc^2$ عدد مطلوب پایین‌تر از ۳ را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است. آماره توصیفی Pridicted تغییرات فضایی بین متغیر مستقل و متغیر وابسته را به میزان ۰/۵۹ پیش‌بینی می‌کند.

**جدول ۵. رگرسیون وزنی شاخص اجتماعی**

| متغیر مستقل | متغیر وابسته | $R^2$ | $AICc^2$ | Sigma | $AdjustedR^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند | اجتماعی | ۰/۶۷ | ۸۷۶/۰۰ | ۰/۰۰۱ | ۰/۶۲ |

همچنین مقدار R2، همبستگی فضایی تقریباً بالایی (۰/۶۷) را بین شاخص‌های شهر هوشمند و محلات شهر اصفهان در بعد اجتماعی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که این همبستگی در اکثر محلات شهر تقریباً متوسط ارزیابی می‌شود و البته این رابطه فضایی در محلات مرکزی بیشتر از سایر محلات است یعنی در این محلات وضعیت زیست پذیری اجتماعی محلات بیشتر از سایر محلات تحت تأثیر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارد (شکل ۵).



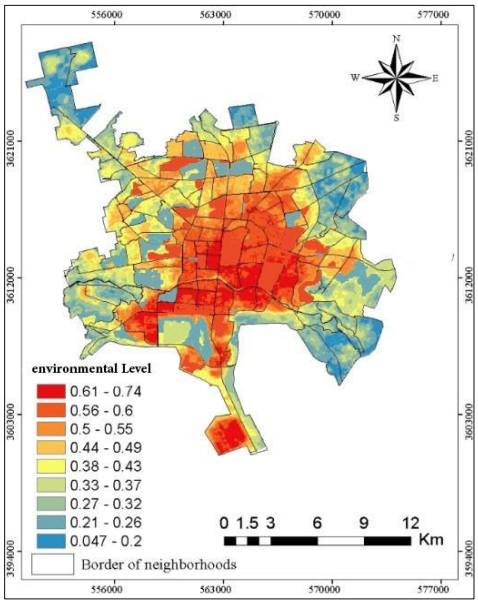

**شکل ۵. آماره‌های تحلیل فضایی شاخص اجتماعی**

نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهری در بعد زیست‌محیطی نشان می‌دهد که مقدار R2 تحلیل برابر با ۰/۴۸ است: یعنی شاخص‌های شهر هوشمند تقریباً در سطح متوسطی (۴۸./) بر زیست پذیری محلات شهر اصفهان در بعد زیست‌محیطی اثرگذار است(جدول ۶). همچنین مقدار $AICc^2$ عدد مطلوب ۹۰۳/۷۶ پایین‌تر از ۳ را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است.

**جدول ۶. رگرسیون وزنی شاخص محیط زیست**

| متغیر مستقل | متغیر وابسته | $R^2$ | $AICc^2$ | Sigma | $AdjustedR^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند | محیط‌زیست | ۰/۴۸ | ۹۰۳/۷۶ | ۰/۰۰۷ | ۰/۴۴ |

همچنین مقدار R2، همبستگی فضایی تقریباً متوسط (۰/۴۸) را بین شاخص‌های شهر هوشمند و محلات شهر اصفهان در بعد محیط‌زیست نشان می‌دهد و البته این رابطه فضایی در محلات مرکز و جنوب بیشتر از سایر محلات است (شکل ۶) یعنی در این محلات وضعیت زیست‌پذیری در بعد محیط زیستی محلات بیشتر از سایر محلات تحت تأثیر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارد.



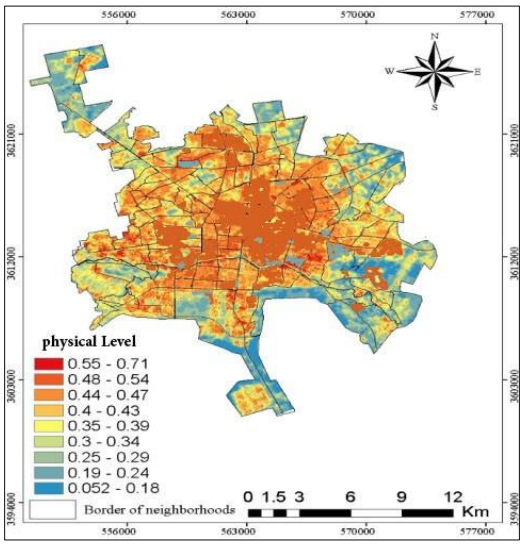

**شکل ۶. آماره‌های تحلیل فضایی شاخص محیط زیست**

نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست‌پذیری شهری در بعد کالبدی، نشان می‌دهد کـه مقـدار R2 تحلیل برابر با ۰/۵۱ است: یعنی شاخص‌های شهر هوشمند تقریباً در سطح متوسط به بـالا (۵۱٪) بـر زیسـت‌پـذیری محـلات شهر اصفهان در بعد کالبدی اثرگذار است(جدول ۷). همچنـین مقـدار $AICc^2$ عـدد مطلـوب ۸۷۶/۳۲ پـایین‌تر از ۳ را نشـان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است.

**جدول ۷. رگرسیون وزنی شاخص کالبدی**

| متغیر مستقل | متغیر وابسته | $R^2$ | $AICc^2$ | Sigma | $AdjustedR^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند | کالبدی | ۰/۵۱ | ۸۷۶/۳۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۴۹ |

همچنین مقدار R2 همبستگی فضایی تقریباً متوسط (۰/۵۱) را بین شاخص‌های شهر هوشـمند و محـلات شـهر اصـفهان در بعد کالبدی نشان می‌دهد و البته این رابطه فضایی در محلات مرکز و شمال بیشتر از سایر محلات شهر است(شکل ۷).




**شکل ۷. آماره‌های تحلیل فضایی شاخص کالبدی**

بنابراین، باتوجه‌به تحلیل نهایی، نتایج نشان‌دهنده این موضوعات است که وضـعیت شـاخص‌های شـهر هوشـمند (محـیط هوشمند، زندگی هوشمند، مردم هوشمند، پویایی هوشمند و حکمرانی هوشمند) در محلات اصـفهان در سـطح پـایینی قـرار دارد. همچنین نتایج حاصل از تحلیل فضایی تأثیر شاخص‌های شهر هوشمند با زیست‌پذیری شـهری اصـفهان باتوجه‌بـه نظـر شهروندان نشان می‌دهد که اکثر محلات علی‌رغم میزان برخورداری پایینی از شاخص‌های شهر هوشمند ولی دارای اثرگـذاری بالایی بر زیست شهروندان هستند.

## بحث

در راستای پایداری شهری هوشمند ساختن شهرها با الگوریتم‌های پیش‌بینی قوی نیازها و هزینه‌های آینده را از قبل بـه‌خوبی تخمین می‌زند و در صورت نیاز اقدامات پیشگیرانه را ارائه می‌دهـد (Ahad et al., 2020). همچنـین سـرعت افـزایش پایـداری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را بهبود می‌دهد (Sha et al, 2019) و به چالش‌هایی ازجملـه تغییـر اوضـاع، رشـد سـریع جمعیت و بی‌ثباتی سیاسی و اقتصادی پاسـخ می‌دهـد، روش‌هـای رهبـری مشـارکتی را اعمـال می‌کنـد و از اطلاعـات داده و فناوری‌های نوین برای ارائه خدمات بهتر و ارتقای کیفیـت زنـدگی افـراد در سـطح شـهر اسـتفاده می‌کنـد (Mattoni et al., 2020). یکی از اهداف اصلی هوشمندسازی شهری اتصال بـه سیسـتم‌ها و زیـر سیسـتم‌های مختلـف بـرای افـزایش کیفیـت زندگی، ذخیره انرژی یا کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (Lomab & Pribyla, 2020). درواقع هوشـمند سـاختن شـهرها می‌تواند سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های انسانی و اجتماعی و زیرساخت‌های سنتی (حمل‌ونقل) و مـدرن (ICT) رشـد اقتصـادی

پایدار و کیفیت بالای زندگی را با مدیریت خردمندانه از منابع طبیعی از طریق حاکمیت مشارکتی به بار آورد (Ylipulli & Luusua, 2020).

زیست‌پذیری در سه مقوله وابسته به هم قابل تقسیم است: اقتصاد، اجتماع و محیط زیست. اقتصاد، تأمین‌کننده مشاغل و درآمد است و برای سلامتی مردم (توانایی ایشان برای تأمین خوراک، پوشاک و مسکن) و تأمین نیازهای سطوح بالاتر مانند آموزش، بهداشت و تفریحات، ضروری است. هم‌زمان باید استفاده اقتصاد از منابع موجود در محیط‌زیست به نحوی باشد که از وجود منابع کافی برای نسل‌های حال و آینده مطمئن بود. اما بهزیستی اجتماعی منوط به توزیع اجتماعی و فضایی منابع اقتصادی و زیست محیطی به نحو عادلانه عدالت است: آزادی فردی و فرصت‌های برابر، از اجزای مهم تشکیل‌دهنده بهزیستی اجتماعی است. محیط‌زیست، زیرساختی است که منابع طبیعی، ظرفیت دفع زباله و ارتباط بین انسان و محیط طبیعی را تأمین می‌کند. اگر کارکرد هر یک از سه حوزه فوق، با اختلال مواجه گردد، سکونتگاه‌های انسانی می‌توانند به سرعت دچار اضمحلال شود و سطح زیست‌پذیری خود را از دست می‌دهد (Gough, 2015).

بر اساس نتایج، تحقیقات متعددی بین زیست‌پذیری و هوشمندسازی شهری رابطه معنی‌دار و مثبت با همبستگی متوسط وجود دارد. به این معنی که با افزایش ابعاد شهر هوشمند از قبیل (مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند)، افزایش زیست‌پذیری شهروندان را در پی خواهد داشت که پژوهش شکری و همکاران (۱۳۹۸) موید این مطلب می‌باشد. همچنین، در پژوهش شماعی و بیگدلی (۱۳۹۵) نیز مانند این تحقیق این رابطه مثبت و تأیید شده بود. از مباحث فوق می‌توان گفت که هوشمندسازی شهری به‌عنوان رویکرد جدید در حکومت با شاخص‌های خاص خود نقشی مؤثری در زمینه زیست‌پذیری دارد و باعث می‌گردد که شهروندان در زمینه‌های مختلف مدیریتی اعم از تصمیم‌سازی، اجرا و ارزیابی گردد و با شناسایی مشکلات زمینه‌های لازم برای برنامه‌ریزی فراهم می‌گردد؛ بنابراین، به‌منظور زمینه‌سازی بهتر هوشمندسازی و بهبود زیست‌پذیری شهروندان در منطقه موردمطالعه می‌توان نتیجه گرفت که توجه به هوشمندسازی در ارتقا زیست‌پذیری مؤثر بوده است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات پیشین تطابق دارد.

## نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر، افزایش جمعیت شهرها منجر به مشکلاتی مانند؛ آلودگی هوا، مدیریت منابع، مدیریت شهری، فشار بر ظرفیت‌های اقتصادی، ترافیک و عدم کار آیی زیرساخت‌ها شده است که این مسائل زیست‌پذیری شهرها را با مشکلات عدیده‌ای مواجه ساخته است. در این راستا، نگرانی مدیران شهری در پاسخ به مشکلات ایجادشدهٔ مناطق شهری، موجب اتخاذ شیوه‌های جدید در برنامه‌ریزی شهری مانند هوشمندسازی شهرها شده است؛ لذا باتوجه‌به این مسائل تحقیق حاضر با استفاده از ابزار فضایی GWR به دنبال ارزیابی و تحلیل فضایی میزان تأثیرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر وضعیت زیست‌پذیری در سطح محلات کلان‌شهر اصفهان است. نتیجه‌گیری نهایی تحقیق مؤید این مطالب است که وضعیت محلات شهر اصفهان در زمینه شاخص‌های متغیر مستقل (شهر هوشمند) نامطلوب است به‌طوری‌که بر اساس تحلیل نهایی شاخص‌های شهر هوشمند (محیط هوشمند، زندگی هوشمند، مردم هوشمند، پویایی هوشمند و حکمرانی هوشمند) فقط تعداد بسیار محدودی از محلات مناطق مرکزی و جنوبی دارای میانگین مناسبی از وضعیت هوشمندسازی است.

همچنین اکثر محلات شهر اصفهان از وضعیت زیست‌محیطی مناسبی برخوردار نیستند، به‌طوری‌که در محلات شرق شهر به دلیل وجود کارخانه‌های مختلف صنعتی و شهرک‌های صنعتی و مناطق مرکزی به دلیل وجود بافت متراکم و قدیمی، ترافیک بالا، محلات منطقه غربی وضعیت زیست‌محیطی بسیار نامناسبی از دیدگاه شهروندان دارا هستند. نتیجه‌گیری تحلیل فضایی مدل GWR نشان داد که بر اساس آماره R2 رابطه متغیر مستقل (هوشمندسازی شهر) با متغیر وابسته (زیست‌پذیری شهری) در ۲ شاخص؛ اقتصادی، اجتماعی به ترتیب ۷۶٪ و ۶۷٪ است و شاخص‌های هوشمند سازی می‌توانند تأثیرگذاری بالایی بر زیست پذیری محلات شهر اصفهان مخصوصاً در مناطق شرقی، جنوبی و جنوب غربی شهر داشته باشند. همچنین آماره R2 نشان داد که تأثیرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر ابعاد؛ کالبدی و زیست‌محیطی متغیر زیست پذیری محلات شهر اصفهان در وضعیت تقریباً متوسط ۵۰٪ قرار دارد.

## منابع


ثاقبی، محمد؛ مافی، عزت‌الله؛ وطن‌پرست، مهدی (۱۴۰۱). ارزیابی و سنجش زیست‌پذیری شهری و عوامل مؤثر بر آن (مورد مطالعه: شهر بجنورد). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۲ (۶۷)، ۳۳۵-۳۵۰. doi: 10.52547/jgs.22.67.335

شاکرمی، کیان (۱۴۰۱). *تحلیل فضایی تأثیر فرم شهر بر مصرف انرژی شهر کرج*. رسالهٔ دکترا؛ دانشگاه فردوسی مشهد.

شکری یزدان‌آباد، شادی؛ بهزاد فر، مصطفی (۱۳۹۸). کاهش معضلات زیست‌محیطی در بافت‌های ارگانیک و قدیمی با رویکرد شهر هوشمند (مرور ادبیات و ساخت چهارچوب مطالعات میدانی با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای (ANP)). مدیریت شهری، ۵۴ (۲)، ۱۱۵-۱۲۸. doi: 10.22108/sppl.2022.131222.162

شماعی، علی؛ بیگدلی، لیلا (۱۳۹۵). ابعاد زیست‌پذیری در منطقه ۱۷ تهران. جغرافیا ( فصلنامه علمی انجمن جغرافیایی ایران)، ۱۴(۵۰)، ۱۷۱-۱۹۱. https://mag. ga.ir/article_700860.html

فیروزی، محمدعلی؛ سجادیان، مهیار (۱۳۹۸). واکاوی روند کاوش ها در مطالعه شهرهای هوشمند در ایران و کشورهای منتخب همسایه جنوبی. *فصل نامه چشم‌انداز جغرافیایی زاگرس*، *۱۱* (۴۱)، ۱۲۹-۱۴۹. https://sanad.iau.ir/Journal/zagros/Article/937920/FullText

منصوری، محمدرضا (۱۳۹۸). زیست پذیری شهری الزامات و راهکارها، *جغرافیا و روابط انسانی*، ۳(۲)- ۳۵۰-۳۶۷. doi: 20.1001.1.26453851.1398.2.3.21.3

موسوی داویجانی، مریم (۱۳۹۹). نقش اینترنت اشیا در توسعه شهرهای هوشمند، کاربردهای نوآورانه، فرصت‌ها و چالش‌ها. *کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در کامپیوتر، برق و فناوری اطلاعات*. https://civilica.com/doc/1123579

نوریان، فرشاد؛ فلاح، مونا (۱۴۰۱). ارزیابی شاخص‌های زیست پذیریِ شهرهایِ هوشمند در دوران پساکرونا (مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهرداری تهران). *نشریه علمی شهر ایمن*، ۵(۴)، ۳۹-۵۴. doi: 10.22034/ispdrc.2023.1988226.1019


## References


Ahad, M., Paiva, S., Tripathi, G., & Feroz, N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, *61*, 102301. doi: 10.1016/j.scs.2020.102301

Ahmed, N. O., El-Halafawy, A. M., & Amin, A. M. (2019). *A critical review of urban livability. European Journal of Sustainable Development*, *8*(1), 165-165. doi: 10.14207/ejsd.2019.v8n1p165

Barba-Sánchez, V., Arias-Antúnez, E., & Orozco-Barbosa, L. (2020). Smart cities as a source for entrepreneurial opportunities: Evidence for Spain. *Technological Forecasting & Social Change*, *148*, 119713. doi: 10.1016/j.techfore.2019.119713

Baibarac-Duignan, C., & de Lange, M. (2021). Controversing the datafied smart city: Conceptualising a 'making-controversial'approach to civic engagement. *Big Data & Society*, *8*(2), 20539517211025557. doi: 10.1177/20539517211025557

Bellini, P., Nesi, P., & Pantaleo, G. (2022). IoT-enabled smart cities: A review of concepts, frameworks and key technologies. *Applied Sciences*, *12*(3), 1607. doi: 10.3390/app12031607

Bhushan, B., Khamparia, A., Sagayam, K., Sharma, S., Abdul Ahad, A., & Debnath, N. (2020). Blockchain for Smart Cities: A review of Architectures. *Integration Trends and Future Research Directions, Sustainable Cities and Society*, *61*, 102360. doi: 10.1016/j.scs.2020.102360

Firouzi, M. A., & Sajjadian, M. (2019). An analysis of the research process in the study of smart cities in Iran and selected southern neighboring countries. *Zagros Geographical Perspective Quarterly*, *11*(41), 129-149. https://sanad.iau.ir/Journal/zagros/Article/937920/FullText. (In Persian)

Grant, J., & Tsenkova, S. (2012). New Urbanism and Smart Growth Movements. *International Encyclopedia of Housing and Home*, Elsevier Ltd. 120-126. doi: 10.1016/B978-0-08-047163-1.00494-X

Chen, Z., Gan, W., Wu, J., Lin, H., & Chen, C. M. (2024). Metaverse for smart cities: A surveys. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *4*, 203- 216. doi: 10.1016/j.iotcps.2023.12.002

Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A theory of smart cities. *In Proceedings of the 55th Annual*

*Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK.* https://journals.isss.org/index.php/proceedings55th/article/download/1703/572/6932

Giffinger, R., & Gudrun, H. (2010). Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities. *Architecture, City and Environment, 4*(12), 7–26. doi: 10.5821/ace.v4i12.2483

Clement, J., & Crutzen, N. (2021). How Local Policy Priorities Set the Smart City Agenda. *Technological Forecasting & Social Change, 171*, 120985. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120985

Gabriel, S., Faria, J., & Moglen, G. (2006). A multiobjective optimization approach to smart growth in land development. *Socio-Economic Planning Sciences, 40* (3). 212-248. doi: 10.1016/j.seps.2005.02.001

Gough, M. (2015). Reconciling Livability and Sustainability: Conceptual and Practical Implications for Planning. *Journal of Planning Education and Research, 35*(2), 145-160. doi: 10.1177/0739456X15570320

Heaton, J., & Parlikad, A. K. (2019). A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a Smart Cities framework. *Cities, 90,* 32-41. doi: 10.1016/j.cities.2019.01.041

Mansouri, M. R. (2019). Urban viability Requirements and guidelines. *Geography and Human Relationships, 2*(3), 374-382 . dor: 20.1001.1.26453851.1398.2.3.21.3. (In Persian)

Trindade Neves, F., Castro Neto, M., & Aparicio, M. (2020). The impacts of open data initiatives on smart cities: A framework for evaluation and monitoring. *Cities, 106,* 1-15. doi: 10.1016/j.cities.2020.102860

Huang, J., Wang, Y., Wu, K., & Yue, X. (2024). Livability-oriented urban built environment: What kind of built environment can increase the housing prices. *Journal of Urban Management*. *13*(3), 357-371. doi: 10.1016/j.jum.2024.04.001

Deilami, K., & Kamruzzaman, Md, (2017). Modelling the urban heat island effect of smart growth policyscenarios in Brisbane. *Land Use Policy* ,64, 38-55. doi: 10.1016/j.landusepol.2017.02.027

Lomab, M. & Pribyla, O. (2020). Smart city Model Based on Systems Theory. *International Journal of Information Management, 56,* 102092. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102092

Macke, J., Rubim Sarate, J., & Atayde Moschen, A. (2019). Smart sustainable cities evaluation and sense of community. *Journal of Cleaner Production, 239,* 1-8. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118103

Noorian, F., & Fallah, M. (2022). Evaluation of livability indicators of smart cities in the post-corona era (case study of District 12 of Tehran Municipality). *Safe City Scientific Journal, 5*(4), 39-54. doi: 10.22034/ispdrc.2023.1988226.1019

Mattoni, B., Pompei, L., Losilla, J., Bisegna, F. (2020). Planning Smart cities: comparison of two quantitative multicriteria methods applied to real case studies. *Sustainable Cities and Society,* 1-29. doi: 10.1016/j.scs.2020.102249

Mousavi Davijani, M. (2019). The role of the Internet of Things in the development of smart cities, innovative applications, opportunities and challenges. *International Conference on Applied Research in Computer*, Electricity and Information Technology. (In Persian)

Noorian, F., & Fallah, M. (2018). Evaluation of livability indicators of smart cities in the post-corona era (case study of District 12 of Tehran Municipality). *Safe City Scientific Journal, 5*(4), 39-54. doi: 10.22034/ispdrc.2023.1988226.1019. (In Persian)

Prasad, D., & Alizadeh, T. (2020). What makes Indian Cities Smart? - A Policy Analysis of Smart Cities Mission. *Telematics and Informatics, 55*, 1-32. doi: 10.1016/j.tele.2020.10146

Pilar, C., Iriana, Z. (2011). The value of small urban greenspaces for birds in a Mexican city. *Landscape and Urban Planning, 100* (3), 213-222. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.12.008

Radcliff, B. (2001). Organized labor and electoral participation in American national elections. *Journal of Labor Research, 22*(2), 405-414. doi: 10.1007/s12122-001-1042-7

Saghebi, M., Mafi, E., Watanparast, M. (2022). Evaluation and measurement of urban viability and factors affecting it (case study of Bojnourd city). *Applied research in geographical sciences, 22*(67), 335-350. doi:10.52547/jgs.22.67.335. (In Persian)

Shakerami, K. (2022). *Spatial analysis of the impact of city form on energy consumption in Karaj city*. PhD thesis; Ferdowsi University of Mashhad.

Susanti, R., Soetomo, S., Buchori, I., & Brotosunaryo, P. (2016). Smart growth, smart city and density: in search of the appropriate indicator for residential density in Indonesia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *227*, 194-201. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.06.062

Sciara, G. (2020). Implementing regional smart growth without regional authority: The limits of information for nudging local land use. *Cities*, *103*, 1-10. doi: 10.1016/j.cities.2020.102661

Sharifi, A. (2020). A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable Cities and Society*, *53*, 1-37. doi: 10.1016/j.scs.2019.101936

Sha, F., Li, B., Law, Y., & Yip ,P. (2019). Associations between commuting and well-being in the context of a compact city with a well-developed public transport system. *Journal of Transport &Health* ,*13*, 103-114. doi: 10.1016/j.jth.2019.03.016

Shamaie, A., & Bigdeli, L. (2016). Dimensions of livability in the 17th district of Tehran. *Geography*, *14*(50), 171-191. https://mag.iga.ir/article_700860.html. (In Persian)

Shokri Yazdanabad, Sh., & Behzadfar, M. (2019). Reduction of environmental problems in organic and old contexts with the smart city approach (literature review and construction of field studies framework using network analysis technique (ANP). *Journal of Urban Management*, *54*, 128-115. doi: 10.22108/sppl.2022.131222.162. (In Persian)

Ylipulli, J., & Luusua, A. (2020). Smart cities with a Nordic twist? Public sector digitalization in Finnish datarich cities. *Telematics and Informatics*, 55, 1-18. doi: 10.1016/j.tele.2020.101457

Zhao, J., Yan, J., Ran, Q., Yang, X., Su, X., & Shen, J. (2023). Does the opening of high-speed railways improve urban livability? Evidence from a quasi-natural experiment in China. *Socio-Economic Planning Sciences*, *82*, 101275. doi: 10.1016/j.seps.2022.101275