تحلیل رابطه فضایی شهر هوشمند و زیست پذیری شهرها (مطالعه موردی؛ شهر اراک)

رمضانعلی نادری مایوان (استادیار گروه جغرافیا و برنامه¬ریزی شهری دانشگاه کوثر بجنورد، بجنورد، ایران)
dr.naderi@kub.ac.ir
ORCID ID: 0000-0003-3467-8584

چکیده

امروزه با توجه به افزایش انفجاری جمعیت شهرها در سراسر دنیا برنامه ریزان شهری به دنبال ارائه راهکارهایی جدید برای غلبه بر این مشکلات هستند و یکی از مفاهیم جدید برای کاهش مشکلات شهرها در عرصه برنامه‌ریزی شهری، توسعه شهر هوشمند است که در چند سال اخیر بسیار موردتوجه قرارگرفته است؛ بنابراین هدف تحقیق حاضر تحلیل رابطه فضایی شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهرها در محلات شهر اراک 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 چند متغیره در قالب مدل GWR مورد تحلیل فضایی قرار گرفت. نمونه آماری تحقیق ۳۸٤ نفر از شهروندان شهر اراک بوده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد؛ وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند در شرایط نامطلوبی قرار دارد و محلات حاشیه‌ای شهر در وضعیت بحرانی‌تری قرار دارند. همچنین شاخص‌های زیست پذیری در شهر اراک از وضعیت مطلوبی برخوردار نیستند به‌طوری‌که اکثر محلات دارای میانگین امتیازی پایین‌تر از ۳ هستند. همچنین نتایج تحلیل فضایی مدل GWR نشان داد: بر اساس آماره R2 رابطه متغیر مستقل (هوشمند سازی شهر) با متغیر وابسته (زیست پذیری شهری) در ۲ شاخص؛ اقتصادی، اجتماعی به ترتیب ۷٦٪ و ٦۷٪ است و شاخص‌های هوشمند سازی می‌توانند تأثیرگذاری بالایی بر زیست پذیری محلات شهر اراک 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 اراک در وضعیت تقریباً متوسط ۵۰٪ قرار دارد. در نهایت پیشنهادات کاربردی زیر ارائه می‌گردد: ۱-تقویت زیرساخت‌های هوشمندسازی شهر اراک با توجه به تاثیرگذاری بالای این موضوع بر زیست‌پذیری شهر.۲- اجرای برنامه‌های کاهش آلودگی هوا با تمرکز بر صنایع و حمل‌ونقل

واژگان کلیدی: شهر هوشمند، زیست پذیری شهری، تحلیل فضایی، شهر اراک

۱. مقدمه و بیان مسئله

امروزه در بسیاری از شهرها افزایش جمعیت باعث بروز مشکلاتی از قبیل؛ مسائل زیست‌محیطی، از دست دادن فضاهای باز سبز، افزایش میزان ترافیک، مصرف انرژی و کاهش کیفیت زندگی شده است (شاکرمی و رهنما[1]، ۲۰۲۳: ص۱). به دلیل همین مسائل مدیران و برنامه‌ریزان شهری در سراسر دنیا به دنبال ارائه بهترین راهکارها جهت خروج از مشکلات شهری پیش‌آمده و بالا بردن سطح کیفی زندگی شهروندان و زیست پذیر شدن شهرها با ایده‌های جدید (شهر هوشمند، شهر خلاق، شهر الکترونیک و...) هستند(دای[2] و همکاران،۲۰۲٤: ص ۳. خان[3] و همکاران،۲۰۲۰: ص ۹. کومار[4] و همکاران،۲۰۲۰، ص ۱۱.). در همین راستا، شهر هوشمند باهدف رفع مشکلات شهرها و بالا بردن سطح کیفی زیست پذیری شهرها، جلوگیری از هدر رفت انرژی و چالش‌های زیست‌محیطی از طریق دگرگون کردن شیوه‌های حکمروایی شهری، برنامه‌ریزی اقتصادی، اجتماعی و دسترسی‌پذیری سریع شهروندان به خدمات مطرح‌شده است.(بایباراک–دوگنان و لانگ[5]،۲۰۲۱: ص۲. چن[6] و همکاران،۲۰۲٤: ص ۲۰٤). از طرفی دیگر با توجه به رشد روزافزون جمعیت شهرها، تبدیل کردن اهمیت رو به رشد شهرهای جهان به نیرویی مثبت برای توسعه زندگی پایدار، به راه‌حل‌های هوشمندانه و نوآورانه برای شهر نیاز است و مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان واکنشی طبیعی به این روند شهرنشینی، تکامل‌یافته است (حاتمی نژاد و منصوری،۱٤۰۰: ص۵). در همین زمینه بخش عظیمی از تحقیقات جهان ارتباط این مسئله اساسی را بر جنبه‌های مختلف زندگی شهروندان ازجمله زیست پذیری بررسی می‌کنند(وو و چن[7]،۲۰۲۳: ص۱. بلیس[8] و همکاران،۲۰۲۳؛ ص ۱۸. هاسن[9] و همکاران،۲۰۲۳، ص؛ ۲). و با توجه به تغییر دیدگاه‌ها از استاندارد گرایی صرف به دیدگاه‌های کیفی و مطرح‌شدن رویکرد و نظریه توسعه پایدار به‌جای دیدگاه‌های کلان اقتصادی و خرد کالبدی موضوعات کیفیت زندگی و شهر زیست پذیر موردتوجه جدی قرارگرفته‌اند (ثاقبی و همکاران،۱۳۹۸: ص۳۳٦)؛ زیرا که مسئله کیفیت زیست پذیری شهرها در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه شکل نامطلوبی به خود گرفته است و نیاز به تغییر در شیوه‌های سنتی؛ طراحی، ساخت و مدیریت شهرها ضرورتی دوچندان پیداکرده است(ماهانتا و بورگوهین[10]،۲۰۲۳: ص۳). درواقع، اجتماع زیست پذیر، اجتماعی است که مکان‌های سالمی را برای یک شیوه زندگی هدفمند و مناسب در محل کار، مدرسه، محل بازی، محل عبادت و در محله برای ساکنان و بازدیدکنندگان از آن‌ها فراهم می‌کند (تاپسوان[11]، ۲۰۱۸: ص ۳). و شهر هوشمند به‌عنوان محور تحول و

1 shakarami & Rahnama
2 Dai
3 Khan
4 Kumar
5 Baibarac-Duignan & Lange
6 Chen
7 Wu & Chen
8 Belis
9 Hassen
10 Mahanta & Borgohain
11 Tapsuwan

توسعه شهرها در چند دهه‌ی جدید جهان به دنبال گشایش مفاهیمی نو در برنامه‌ریـزی شـهری اسـت کـه قابلیت‌هـای جهان واقعی و مجازی را برای زندگی بهتـر شـهروندان فـراهم کنـد (احمـد[1] و همکـاران،۲۰۱۹: ص ١٦٦). بنـابراین امروزه در کشوری‌هایی که به‌سرعت در حال شهرنشینی هستند، پایداری سکونتگاه‌های انسانی را به یـک هـدف مهـم در توسعه شهری تبدیل کرده‌اند؛ زیرا که تراکم بالای جمعیت ناشـی از شهرنشـینی، زیسـت پـذیری شـهرها را تحـت تأثیر قرار داده است.(اوکه[2] و همکاران،۲۰۲۰: ص١١٤٤). تاکنون تحقیقات بسیاری در زمینه شـهر هوشـمند و زیسـت پذیری شهری در ایران و خارج انجام‌شده است(جدول ۱ و۲) که در زیر به برخی از این موارد اشاره می‌گردد:

جدول۱. تحقیقات داخلی در زمینه شهر هوشمند و زیست پذیری شهری

نویسنده	سال	عنوان	نتایج
مرادی	۱۳۹۷	بررسی سیر موضوعی مطالعات شهر هوشمند	نتایج نشان داد؛ از داده‌های ده کشور پرکار در زمینه شهر هوشمند می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین عامل موفقیت در توسعه شهر هوشمند توجه بیشتر به زیرساخت فناوری اطلاعات بوده است.
پیری و همکاران	١٤٠٠	شناسایی و عوامل مؤثر بر زیست پذیری شهری با رویکرد مدل-سازی ساختاری تفسیری ISM (نمونه موردی: شهر ایلام)	نتایج نشان داد؛ نخستین ابعاد کلی مؤثر بر زیست پذیر ایلام ابعاد اقتصادی و در مراحل بعدی ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی است.
محمدی شفیع و همکاران	١٤٠١	پژوهشی در زمینه پیامدهای حاصل از هوشمند سازی شهری	نتایج نشان داد؛ که توسعه پایدار به‌عنوان مهم‌ترین پیامد و خروجی هوشمند سازی شهرها شناخته شد.
شمس نجفی و همکاران	١٤٠١	ارائه الگوی بهینه شهر هوشمند از منظر توسعه پایدار	نتایج نشان داد؛ که زیرساخت‌های شهری هوشمند و حکمروایی هوشمند دو عنصـر زیربنایی الگو هستند که بیشترین تأثیر را در ایجاد شهر هوشمند مبتنی بر توسعه پایدار دارند.

ماخذ: نگارنده،١٤٠٣

1 Ahmed
2 Okeke

جدول۲. تحقیقات خارجی در زمینه شهر هوشمند و زیست پذیری شهری

نویسنده	سال	عنوان	نتایج
لودا[1] و همکاران	۲۰۱۹	وضعیت زیست پذیری شهر تهران	نتایج نشان داد؛ تهران ازنظر زیست پذیری شرایط مطلوبی دارد. همچنین بالاترین نمره برای منطقه ۵ و پایین‌ترین نمره برای منطقه ۹ است.
ماهانتا و وبورگوهین[2]	۲۰۲۲	زیست پذیری شهری و عدم قطعیت‌های زمینه‌ای: ارزیابی زیست پذیری از دیدگاه ساکنان شهری در گواهاتی، هند	نتایج تحقیق نشان داد: در بین شاخص‌های بررسی‌شده؛ ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی بیشتر از سایر عوامل دارای اثرگذاری بر زیست پذیری شهری هستند.
سعید[3] و همکاران	۲۰۲۲	رویکردی یکپارچه برای توسعه زیست پذیری شهری شاخص ترکیبی – نقشه راه رتبه‌بندی شهرها برای دستیابی پایداری شهری	نتایج نشان داد؛ موضوع اتصال‌پذیری، تراکم ترافیک و زیرساخت‌های عمومی در رتبه اول اثرگذاری بر زیست پذیری شهری محدوده موردمطالعه هستند.
وانگ[4] و همکاران	۲۰۲۳	تأثیر توسعه اقتصادی بر زندگی شهری: شواهد از ٤٠ شهر بزرگ و متوسط چین	نتایج نشان داد؛ یافته‌های این تحقیق می‌تواند بینش‌هایی را برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری در چین و کشورهای درحال‌توسعه گسترده فراهم کند تا رابطه بین توسعه اقتصادی و زیست پذیری شهری را بهتر درک کنند. درنهایت، با توجه به یافته‌های تحقیق، روشنگری سیاست متناظر را از هر دو «هدایت کلان» و «اقدام خرد» پیشنهاد کردیم.
هشیم[5]	۲۰۲٤	بررسی وضعیت هوشمند سازی شهرهای عربستان	نتایج تحقیق نشان داد؛ در بعد حکمروایی هوشمند بحث مشارکت شهروندان به‌عنوان مهم‌ترین پیش‌ران کنونی جهت هوشمند سازی شهرها شناخته می‌شود.
یوکسل و کی[6]	۲۰۲٤	بررسی وضعیت هوشمند سازی شهرهای ترکیه	نتایج تحقیق نشان داد؛ شهرهای کوچک‌تر با جمعیت کم‌تر نسبت به کلان‌شهرهایی مثل آنکارا و استانبول در زمینه هوشمند سازی شهرها موفق‌تر بوده‌اند.

ماخذ: نگارنده،۱٤۰۳

در بررسی ادبیات نظری شهر هوشمند نتایج نشان می‌دهد؛ این اصطلاح برای اولین بار در اواسط سال‌های ۱۸۰۰ میلادی برای توصیف شهرهای جدید غرب امریکا که کارآمد و خودمختار بودند، به‌کاربرده شد. بااین‌حال، ریشه‌های معاصر این مفهوم را در جنبش «رشد هوشمند» دهه‌ی ۱۹۹۰ با اشاره به شهرنشینی پایدار باید جست‌وجو کرد. (یگیت‌کانلار و کامروززماناز[7]،۲۰۱۸: ص۵۱). دهۀ ۱۹۹۰، مفهوم شهر هوشمند به معنای تقریباً هر نوع نوآوری مبتنی بر

1 Loda
2 Mahanta & Borgohain
3 Saeed
4 wang
5 Hashim
6 Yuksel Boz Cay
7 Yigitcanlar & Kamruzzaman

تکنولوژی در برنامه‌ریزی، توسعه و مدیریت شهرها بود (محمدی و همکاران،۱۳۹۸: ص ۵۲۳). در تفکر غالب اندیشمندان در دنیا، شهر هوشمند چیزی بیش از مجموعه تکنولوژی‌های نوآورانه است: شهر هوشمند یک راهبرد شهری بزرگ در یک قلمرو دقیقاً تعریف‌شده است و تمام زیرساخت‌های (شهروندان و دولت و مدیریت تمام مؤلفه‌های شهر) در این قلمرو قرار دارند. (فیروز و سجادیان،۱۳۹۸: ص۱۳۱). درواقع اصطلاح شهر هوشمند به روش‌هایی برای رقابتی‌تر کردن، کارآمدتر کردن، زیست‌محیطی‌تر کردن، خدمات محور کردن، نوآوری و فراگیر کردن شهرها اشاره دارد(گندوز[1]،۲۰۲٤: ص۱. آپیولیما و پاروتیس[2]،۲۰۱۹، ص ٤۱).

شهرهای هوشمند، از ارتباطات و تکنولوژی ارتباطی، برای هوشمندتر شدن و مؤثر شدن، در استفاده از منابع استفاده می‌کنند همچنین شهرهای هوشمند می‌توانند فرصت‌های کسب‌وکار جدید را نه‌تنها برای شرکت‌های فناوری - محور بلکه برای تمامی شرکت‌ها ایجاد کنند (سجادیان و همکاران، ۱٤۰۱: ص۲۰). بااین‌حال، برخی از محققان نقش واقعی مفهوم شهر هوشمند را در حذف مشکلات در فضاهای شهری موردتردید قرار داده‌اند و این انتقاد را مطرح کرده‌اند که پارادایم نئولیبرال خطر بی‌توجهی به نیازهای اساسی مردم و طبیعت را دارد و در عوض تنها به شرکت‌های بزرگ خدمت می‌کند.(داتا[3]،۲۰۱۸: ص٤۰۷.).اما نکته حائز اهمیت اینجاست که اکثر نظریات بر تاثیرگذاری بالای شهر هوشمند بر زیست‌پذیری شهرها تاکید دارند. در واقع، نظریه زیست پذیری بر مبنای نیازهای انسانی شکل‌گرفته است. این نظریه در حوزه مباحث کیفیت زندگی به‌طورکلی توسط رووت وینهوون[4] بسط یافته است. او معتقد است احساس عمومی مردم منجر به زندگی بهتری برای آن‌ها می‌شود، زمانی که در اجتماعات بهتر و زیست پذیری زندگی کنند. (رادکلیف[5]،۲۰۰۱: ص۹٤۰) در همین زمان، نظریه هرم احتیاجات بشر که توسط روان‌شناس نامی آمریکایی، آبراهام مازلو[6] مطرح شد، بی‌تأثیر بر تغییر نگرش و تأکید بر تأمین نیازهای گوناگون انسان در شهرها نبوده است. به باور وی، نیازهای انسان در چهار لایه قابل‌بررسی است که عبارت‌اند از: لایه اول: نیازهای اساسی انسان و لایه دوم: امنیت که تأمین‌کننده نیازهای مهمی چون مسکن، شغل و امنیت و غیره است (احد نژاد و همکاران،۱۳۹۸: ص۱۳۳). درواقع زیست پذیری به سیستم شهری اطلاق می‌گردد که به ارتقاء خوشبختی ذهنی، اجتماعی و فیزیکی و توسعه ساکنانش توجه دارد و اصول کلیدی آن عدالت، کرامت، دسترسی تعامل، مشارکت و توانمندسازی می‌باشد (هونگ[7] و همکاران،۲۰۲٤: ص۲). زیست پذیری شهری، جستجوی ابدی یک شهر ایدئال برای مردم است و همچنین تجسم اصلی رقابت شهری در عصر توسعه باکیفیت بالا است. ساخت شهر قابل زندگی تاب آور و پایدار به گامی حیاتی برای اجرای مفهوم جدید توسعه و تغییر شیوه توسعه اقتصادی تبدیل‌شده است

1 Guenduez
2 Appio, Lima, & Paroutis
3 Datta
4 Ruth Winhoon
5 Radcliff
6 Abraham Mazlo
7 Huang

(ژائو[1] و همکاران،۲۰۲۳: ص٤). بنابراین با توجه به موضوعات و مسائل مطرح شده، برای کلان‌شهرهایی که شهرنشینی سریع را تجربه می‌کنند، ایجاد محیط‌های شهری قابل زندگی به یک چالش برای برنامه‌ریزی شهری و تصمیم‌گیرندگان، به‌ویژه در شرایط فعلی تغییرات آب و هوایی و آلودگی‌های صنعتی تبدیل‌شده است (ژانگ[2]،۲۰۲۰: ص۳). لذا، شناخت و توجه به اهمیت زیست پذیری شهری به‌عنوان یک ضرورت در توسعه شهری، امری فوری و حیاتی است. در همین راستا از بین سیاست‌های جدید مطرح‌شده در برنامه‌ریزی شهری، هوشمند سازی شهرها به‌عنوان یکی از ایده‌های جدید برنامه‌ریزی شهری در بسیاری از شهرهای کشورهای جهان منجر به بالا رفتن سطح کیفی زندگی شهروندان شده است و توانسته بر بسیاری از مشکلات شهری مانند، مسائل زیست‌محیطی، ترافیک و آلودگی‌های شهری، دسترسی‌پذیری نامناسب شهروندان و عدم مشارکت شهروندان در امور شهری فائق آید و درنهایت ضریب زیست پذیری مطلوب شهرها را در سطح بالایی حفظ کند (هاشم[3]،۲۰۲٤: ص۱۲٤). دراین‌بین اراک به‌عنوان یکی از کلان‌شهرهای ایران درگیر موضوعات و مسائل مختلف شهری مانند؛ آلودگی هوا، ترافیک، حاشیه‌نشینی، مسائل اقتصادی و درآمدهای پایدار، اجتماعی، کالبدی، زیست‌محیطی، حمل‌ونقل عمومی، مدیریت پایدار منابع، اختلال در سیستم‌های شهری، انعطاف‌پذیری، تاب‌آوری و مقاوم‌سازی، شفافیت، خدماتی، کیفیت زندگی شهری و رضایتمندی بوده است. همچنین فعالیت صنایع مختلف (پتروشیمی شازند، صنایع آلومینیوم‌سازی، کارخانه‌ها ماشین‌آلات صنعتی و...) در اراک محیط‌زیست این شهر را تحت تأثیر قرار داده، به‌طوری‌که بر اساس آمارها موجود کلان‌شهر اراک هم‌اکنون جزء ۸ شهر آلوده کشور است (بادام فیروز و همکاران،۲۰۲۲: ص۲۲). بنابراین با توجه موضوعات و مسائل مطرح شده مشهود است که هوشمند سازی 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 اراک در چه وضعیتی قرار دارد؟ وضعیت زیست پذیری محلات شهر اراک چگونه است؟ اثرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند در بعد فضایی (محلات) بر وضعیت زیست پذیری شهر اراک به چه میزان است؟

روش تحقیق

روش تحقیق توصیفی و تحلیلی و هدف کاربردی است. داده‌ها و اطلاعات موردنیاز تحقیق به دو روش کتابخانه‌ای (مطالعه اسناد، طرح‌ها، مقالات و ...) و مراجعه به سازمان‌های مرتبط (شهرداری، سازمان محیط‌زیست) و به‌صورت پیمایشی با توزیع پرسشنامه به‌صورت طبقه‌ای در بین مناطق ۵ گانه شهر اراک جمع‌آوری‌شده است. برای تعیین شاخص‌های زیست پذیری و شاخص‌های شهر هوشمند، به روش کتابخانه ای ایتدا منابع و اسناد مرتبط، جمع‌آوری و مطالعه گردید؛ و شاخص‌های پرکاربرد در سایر تحقیقات مرتبط انجام‌گرفته استخراج گردید. به

1 Zhao
2 Zhang
3 Hashim

طوری‌که برای متغیر مستقل شهر هوشمند ۵ شاخص (پویـایی هوشـمند، مـردم هوشـمند، زنـدگی هوشـمند، محـیط هوشمند، حکمرانی هوشمند) انتخاب گردید؛ و برای متغیـر وابسـته زیسـت پـذیری شـهری ٤ شـاخص (اقتصـادی، اجتماعی، کالبدی، زیست‌محیطی) تعیین شد و برای هرکدام از این شاخص، چند زیر شاخص برای سـاخت گویـه‌هـا انتخاب گردید (جدول۳ و ٤).

جدول۳. شاخص‌های زیست پذیری شهری

ردیف	شاخص‌ها	گویه	منبع
۱	زیست‌محیطی	کیفیت هوا (AQI)، آلودگی صوتی، میزان سرانه فضای سبز، تولید زباله خانگی، کیفیت آب آشامیدنی	منوچهری میاندوآب و همکاران، ۱۳۹۹
۲	اجتماعی	آموزش و تحصیل، بهداشت و سلامت روان، امنیت فردی و خانوادگی، مشارکت عمومی، مراکز تفریحی و اوقات فراغت	صادقی و همکاران، ۱٤۰۱
۳	اقتصادی	اشتغال، درآمد مناسب، مسکن مناسب، استطاعت مالی، اعتبارات دولتی	خزاعی نژاد،۱۳۹۷
٤	کالبدی	حمل‌ونقل عمومی، کیفیت بصری، وضعیت زیرساخت‌ها (آب، برق، گاز، تلفن)، تاب‌آوری شهری در برابر بحران‌های انسان‌ساخت، محیط کالبدی سازگار بافرهنگ	

ماخذ ، نادری مایوان، ۱٤۰۳

جدول ٤. شاخص‌های شهر هوشمند

ردیف	شاخص‌ها	گویه
۱	پویایی هوشمند	۱. کیفیت دسترسی به سیستمهای حمل‌ونقل عمومی، ۲) کیفیت داخلی سرویس‌های حمل‌ونقل عمومی، ۳ (دسترسی به اینترنت در منازل، ٤)میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل غیر موتوری، ۵)استفاده از ماشین‌های مقرون‌به‌صرفه، ٦ (میزان دسترسی به اینترنت در فضاهای عمومی محل زندگی(مساجد، ورزشی، کتابخانه و).
۲	مردم هوشمند	۱. میزان تحصیلات، ۲)تسلط به زبانهای خارجی، ۳)تعداد ساعات مطالعه، ٤)میزان دانش نسبت به قوانین مدیریت شهری، ۵ (تمایل به شرکت در انتخابات شورای شهر، ٦)میزان مشارکت در امور داوطلبانه
۳	زندگی هوشمند	۱. رضایت از تعداد سینما، ۲) وضعیت موزه‌ها، ۳) از کیفیت نظام سالمت، ٤) وضعیت مسکن، ۵)کیفیت سیستم آموزشی، ٦)کیفیت از فضاهای تفریحی و اوقات فراغت در محله زندگی.
٤	محیط هوشمند	۱. میزان تلاش‌های فردی جهت حفاظت از محیط‌زیست، ۲) وضعیت حفاظت از طبیعت، ۳)میزان رضایت از دسترسی به فضای سبز، ٤) توجه به مصرف بهینه آب، ۵) توجه به مصرفِ بهینه برق، ٦) همکاری به حفاظت از محیط‌زیست در محل زندگی.
۵	حکمرانی هوشمند	۱. میزان اهمیت مسائل سیاسی برای شهروندان، ۲)میزان تمایل به فعالیت‌های سیاسی، ۳) میزان رضایت از کیفیت مدارس، ٤) میزان رضایت از مبارزه با فساد و جرائم، ۵)میزان رضایت از عملکرد شورای شهر، ٦) میزان رضایت از عملکرد شهرداری،

(ماخذ ؛ کوریا،۲۰۱۲: ص٦. کماندار و رهنما، ۱۳۹۵: ص۲۱٤)

در مرحله بعد، پرسشنامه(شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهری) بر اساس طیف لیکرت پنج گزینه‌ای طراحی شد بدین ترتیب که میزان میانگین متغیر موردنظر در جامعه نسبت به عدد ۳ سنجش می‌شود. 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 ۵ گانه شهر اراک تقسیم گردید، البته پرسشنامه بر اساس تعداد جمعیتی هر منطقه شهری به‌طور متوازن توزیع گردید (جدول ۵). جامعه آماری تحقیق شهروندان اراک ۶۰۳۰۰۰ بوده است. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران ۳۸٤ نفر از شهروندان ساکن در مناطق ۵ گانه تعیین گردید. همچنین برای انتخاب افراد نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده‌شده است.

جدول ۵. توزیع فضایی پرسشنامه‌های بر اساس جمعیت مناطق

مناطق	جمعیت بر اساس سرشماری ۱۳۹۵	حجم نمونه	مناطق	جمعیت بر اساس سرشماری ۱۳۹۵	حجم نمونه
منطقه ۱	۹۷٦۰٦	٦۲	منطقه ۲	۱۸۱۷٦۸	۱۱۱۸
منطقه ۳	۱۰٦۸۷۰	٦۸	منطقه ٤	۱۱۱۳۷۷	۷۳
منطقه ۵	٦۲	کل نمونه	۳۸٤		

ماخذ: یافته‌های تحقیق،۱٤۰۳

درنهایت اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزارها GIS و مدل GWR مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

درواقع با استفاده از مدل GWR، به‌عنوان یکی از آزمون‌های تحلیل آمار فضایی، ارتباط فضایی بین شاخص‌های هوشمند سازی شهر اراک به‌عنوان متغیر مستقل با متغیر وابسته (زیست پذیری شهری) محاسبه شد. GWR تکنیک آماری فضایی محلی است. هنگامی‌که واحد سنجش متغیر موردبررسی از مکانی به مکان دیگر متفاوت می‌شود، این رگرسیون برای تحلیل ناهمسانی فضایی به کار می‌رود. رابطهٔ ۱ فرمول رگرسیون وزنی را نشان می‌دهد:

رابطهٔ ۱

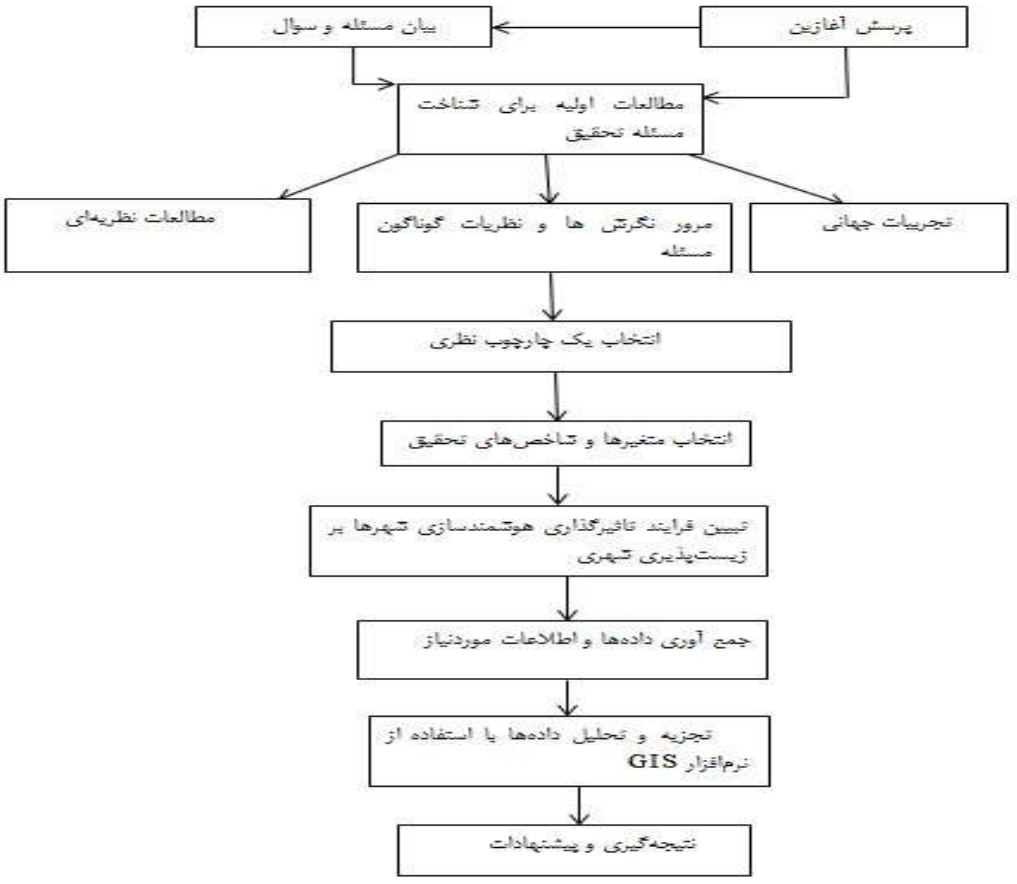
$$\hat{y} = \beta_0(\mu_i, v_i) + \sum_k \beta_k(\mu_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i \qquad \beta_0(\mu_i, v_i)\beta_k(\mu_i, v_i)N(0, \sigma^2)$$

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 ε_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 $I=1, 2, \ldots, n$ 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 مورداستفاده‌اند و هر چه این اعداد به ۱ نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده این است که متغیر مستقل مورداستفاده به‌خوبی تغییرات متغیر وابسته را شرح می‌دهد(رهنما و همکاران، ۱۴۰۲:ص ۲۷).

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

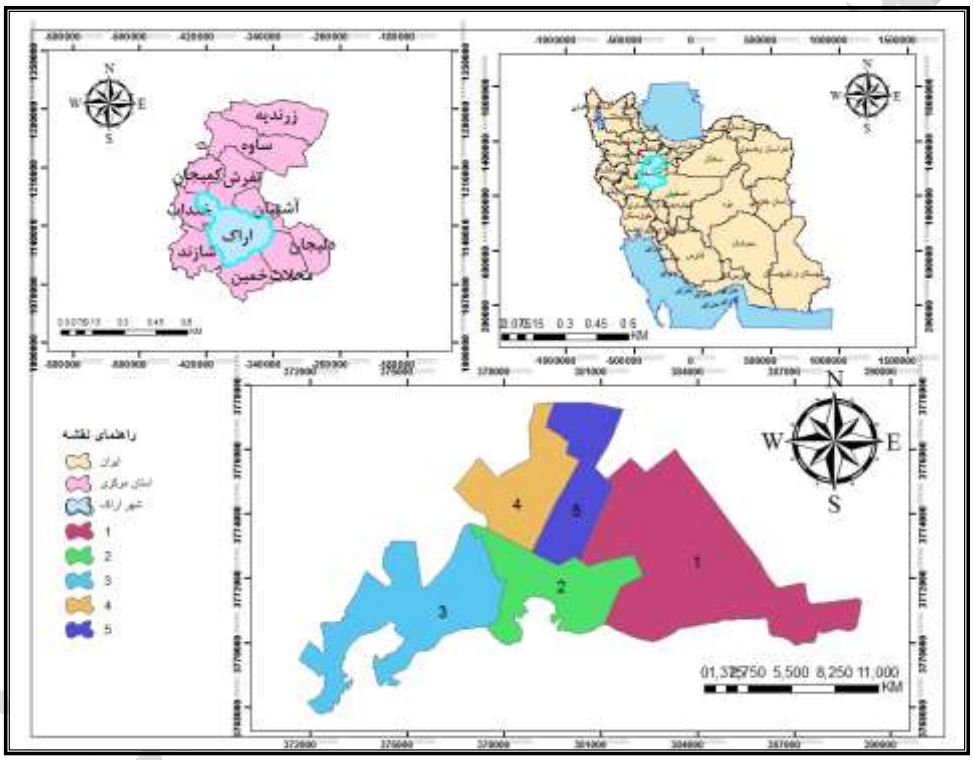
آکاییک: یکی از شاخص‌های بسیار مفید برای مقایسه مدل‌های رگرسیون است که مقدار پایین آن نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است (شاکرمی و همکاران، ۱۴۰۱: ص ۱۵۷).



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش. ماخذ، نگارنده، ۱۴۰۳

محدوده مورد مطالعه

اراک یکـی از کلان‌شـهرهای ایـران و از بزرگ‌تـرین شـهرهای مرکـز ایـران و مرکـز اسـتان مرکـزی و شهرسـتان اراک است. جمعیت اراک در سال ۱۴۰۰ خورشیدی برابر با ۶۰۳۰۰۰ نفر بوده که از ایـن نظـر قطـب جمعیتـی اسـتان مرکزی و هجدهمین شهر پرجمعیت ایران به‌حسـاب می‌آیـد. شـهر اراک مختصـات جغرافیـایی "۳۰ '۴۱ ° ۴۹ طـول شرقی و "۳۰ '۰۵ ° ۳۴ عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۵۵ متر، با آب و هوایی معتدل مایل به سرد تا سـرد، نیمه‌خشـک، در فاصله ۲۸۱ کیلومتری جنوب غربی تهران واقع است.



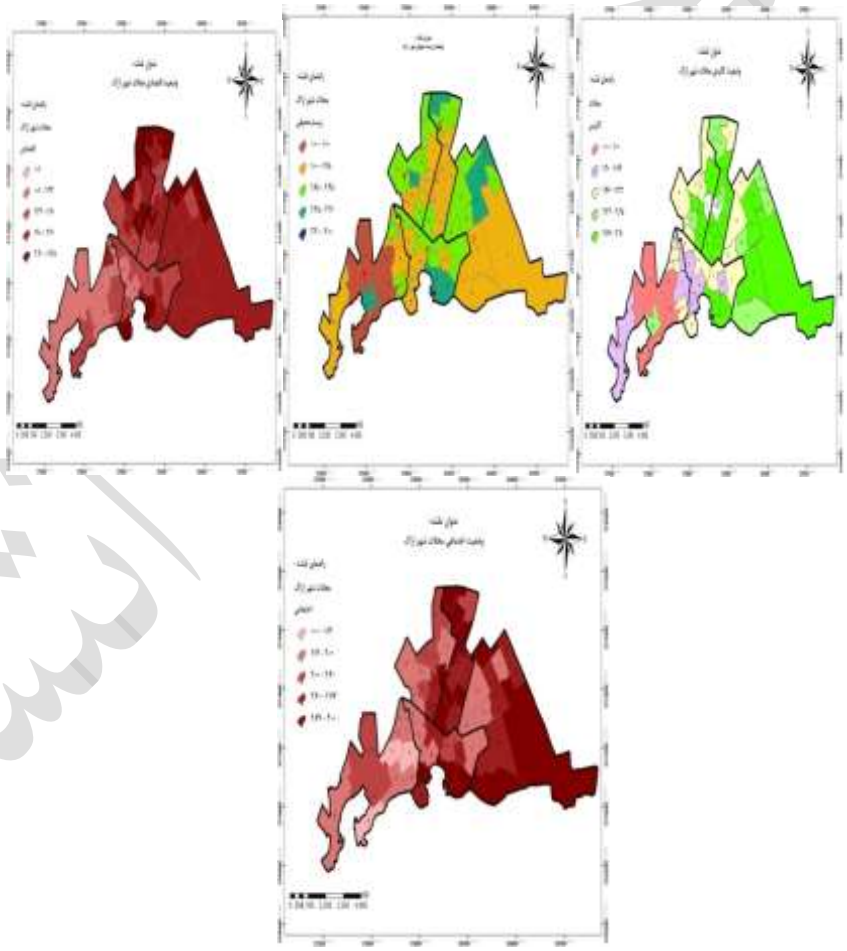
شکل۲. موقعیت جغرافیایی شهر اراک، ماخذ: نگارنده، ۱۴۰۳

یافته‌های تحقیق

تحلیل وضعیت شاخص‌های زیست پذیری شهری

در بخش یافته‌های تحقیق ابتدا وضعیت موجود شاخص‌های زیست پذیری شهری (اقتصادی، اجتمـاعی، کالبـدی و زیست‌محیطی) موردسنجش و ارزیابی قرار گرفت که نتایج به‌دست‌آمده به شـرح زیـر اسـت: در ارزیـابی وضـعیت زیست‌محیطی محلات شهر اراک نتایج نشان‌دهنده این است که؛ اکثر محلات شـهر اراک از وضـعیت زیسـت‌محیطی مناسبی برخوردار نیستند، به‌طوری‌که نتیجه آزمون آماری در محلات شرق شهر عدد پایین ۱ تا ۱.۷۵ را نشان مـی‌دهـد که این وضعیت به دلیل وجود کارخانه‌های مختلف صنعتی و شهرک‌های صنعتی است، همچنین میـانگین آمـاری در

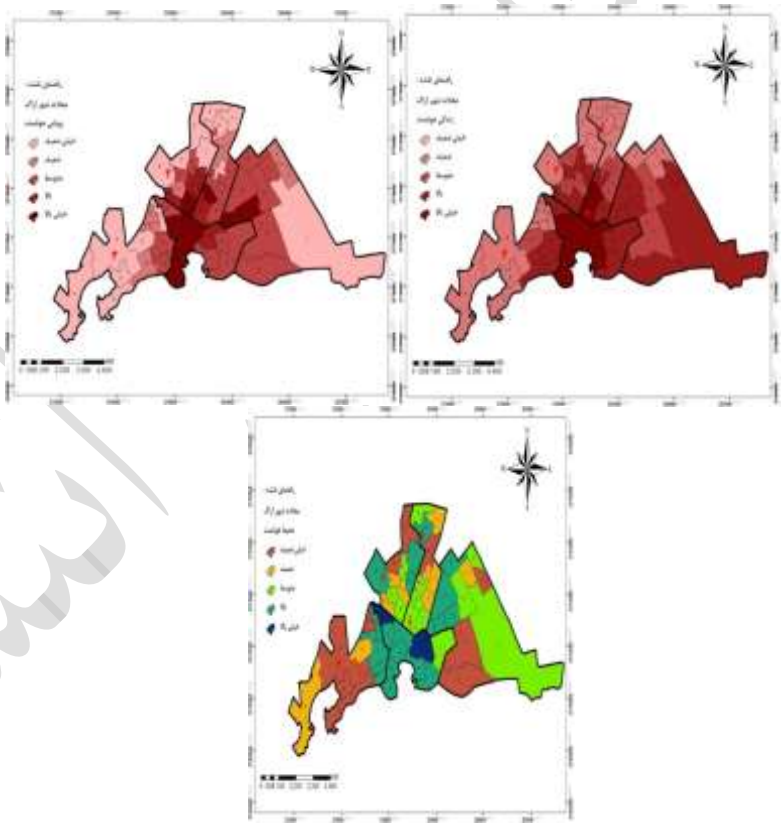
مناطق ٤ و ٥ عدد ١ تا ٢.٤٠ را نشان می‌دهد که این مسئله به دلیل وجود بافت متراکم و قدیمی، ترافیک بالای این مناطق است. محلات منطقه غربی به سمت شازند و پالایشگاه وضعیت زیست‌محیطی بسیار نامناسبی(میانگین آماری۱) از دیدگاه شهروندان دارا هستند. همچنین در بعد اقتصادی، محلات شرقی و مرکزی با میانگین آماری ۲ تا ۳ نسبت به سایر مناطق شرایط متوسطی را دارا هستند و البته منطقه ۳ در بخش غربی شهر ازلحاظ این شاخص از دیدگاه شهروندان شرایط ضعیف‌تری نسبت به سایر مناطق دارا می‌باشد. در بعد کالبدی، محلات موجود در منطقه ۱ و ٥، ٤ با میانگین آماری ۲ تا ۳.۵ 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 تقریبا۱۰ محله نزدیک به عدد ۳ هستند و همه محلات آمار میانگین پایین‌تری دارا هستند (شکل ۳).

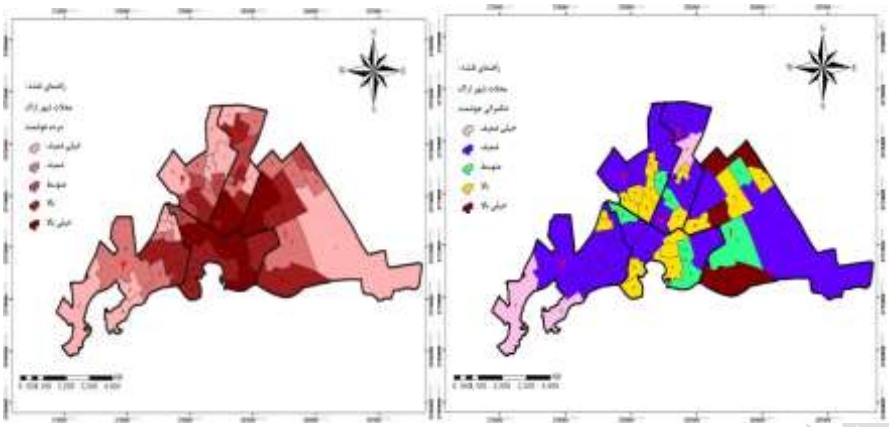


شکل ۳. وضعیت شاخص های زیست پذیری شهر اراک، ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

تحلیل وضعیت شاخص‌های هوشمند سازی شهر

در این بخش از تحقیق به ارزیابی وضعیت موجود شاخص‌های هوشمند سازی شهر از دیدگاه شهروندان پرداخته‌شده است که نتایج به دست آمده جهت فهم بصری بهتر تحقیق به‌صورت نقشه‌های زیر (شکل ٤) ارائه گردیده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد؛ که در زمینه شاخص‌های، پویایی هوشمند شهر، زندگی هوشمند و مردم هوشمند محلات و مناطق مرکزی شهری با میانگین آماری ۳ وضعیت تقریباً بهتری نسبت به سایر مناطق شهر دارا هستند. همچنین در زمینه محیط هوشمند و حکمرانی هوشمند با (میانگین آماری<۲) 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 اراک است.





شکل٤. وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند. ماخذ: یافته‌های تحقیق، ١٤٠٣

تحلیل فضایی با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی

در این بخش ارتباط فضایی بین شاخص شهر هوشمند و زیست پذیری شهری با استفاده از رگرسیون فضایی چند متغیره سنجش و ارزیابی می‌شود به‌طوری‌که ارتباط فضایی هر شاخص زیست پذیری (اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، زیست‌محیطی) به‌طور جداگانه سنجش و تحلیل می‌شود؛ در تحلیل نتایج آماره R2 به‌عنوان مهم‌ترین آماره تحلیل برابر با ۰/۷٦ است: یعنی رابطه فضای متغیر شهر هوشمند با وضعیت زیست پذیری شهر اراک 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 (٦٨٩/٠٩) را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است و کارایی مدل را نشان می‌دهد.(جدول٤).

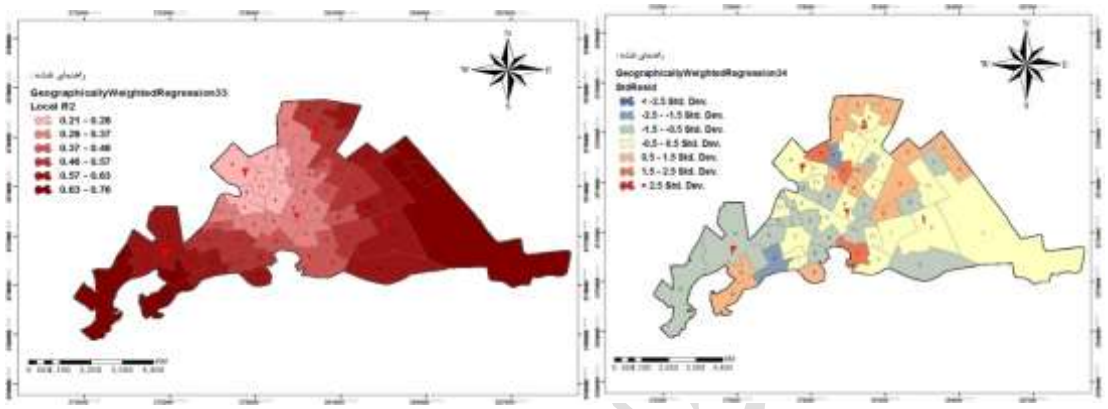
جدول ٤. رگرسیون وزنی شاخص اقتصادی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	R^2	$AICc^2$	Sigma	$AdjustedR^2$
مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند	اقتصادی	۰/۷٦	٦٨٩/٠٩	۰/۰۰۸	۰/۷۲

ماخذ ، یافته‌های تحقیق ١٤٠٣

تحلیل فضایی رابطه هوشمند سازی شهر با زیست پذیری شهری در بعد اقتصادی (شکل۵) 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 اراک بیش از٪۵۰ است که این نتیجه نشان‌دهنده تأثیرگذاری بالای هوشمند سازی بر اقتصاد شهر اراک است. این همبستگی فضایی در محلات

جنوب، شرق، شمال غرب و شمال بیشتر از سایر مناطق شهر اراک می‌باشد که البته این موضوع بـا توجـه بـه توسـعه کارخانه‌ها، شهرک‌های صنعتی و پالایشگاه‌ها در این مناطق شهر اراک می‌تواند توجیه‌کننده این مسئله باشد.



شکل ۵. آماره‌های تحلیل فضایی (StdResid, R2,) شاخص اقتصادی ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهری در بعد اجتماعی نشان مـی‌دهـد کـه رابطه معناداری در سطح اطمینان ۹۵٪ وجود دارد. به‌طوری‌که مقدار R2 تحلیل برابر با ۰/٦۷ است: یعنی شاخص‌هـای شهر هوشمند به میزان ٦۷ درصد دارای اثرگذاری بر وضعیت زیست پـذیری شـهروندان محـلات شـهر اراک در بعـد اجتماعی است. همچنین مقدار $AICc^2$ عدد مطلوب پایین‌تر از ۳ را نشان می‌دهد که این موضـوع نشـان‌دهنده انطبـاق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است. آماره توصیفی Pridicted تغییرات فضایی بین متغیر مستقل و متغیر وابسـته را بـه میزان ۰/۵۹ پیش‌بینی می‌کند.

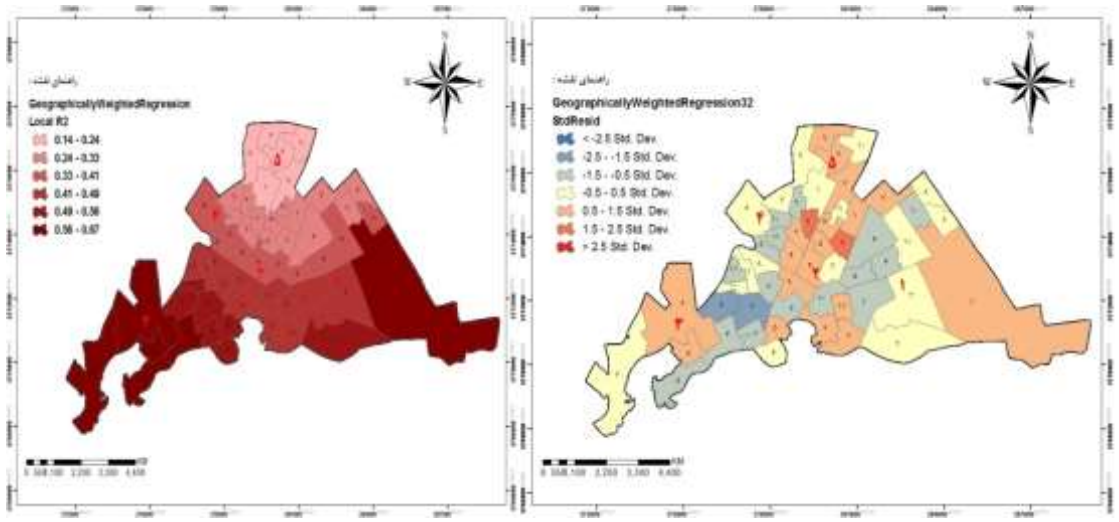
جدول ۵. رگرسیون وزنی شاخص اجتماعی

متغیر مستقل	متغیر وابسته	R^2	$AICc^2$	Sigma	$AdjustedR^2$
مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند	اجتماعی	۰/٦۷	۸۷٦/۰۰	۰/۰۰۱	۰/٦۲

ماخذ ، یافته‌های تحقیق ۱۴۰۳

با توجه به نقشه خروجی، در تحلیل خروجی‌ها آماره StdResid، از بین نمرات موجود محـلات شـهر اراک، هـیچ داده‌ای کوچک‌تر از ۲/۵- و بزرگ‌تر از ۲/۵+ وجود ندارد کـه ایـن مقـدار نشـان‌دهنده مطلوبیـت بـالای مـدل اسـت. همچنین مقدار R2 همبستگی فضایی تقریباً بالایی (۰/٦۷) را بین شاخص‌های شهر هوشمند و محـلات شـهر اراک در بعد اجتماعی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که این همبستگی در اکثر محلات شهر تقریباً متوسط ارزیابی می‌شـود و البتـه ایـن رابطه فضایی در محلات جنوبی، جنوب غربی و شرق بیشتر از سایر محلات است یعنـی در ایـن محـلات وضـعیت

زیست پذیری اجتماعی محلات بیشتر از سایر محلات تحت تأثیر شاخص‌های شهر هوشمند قـرار دارد. همچنـین در مناطق شمال و شمال شرقی وضعیت رابطه فضایی ضعیف‌تر از سایر مناطق و محلات شهر است.



شکل ٦. آماره‌های تحلیل فضایی (StdResid, R2,) شاخص اجتماعی ماخذ: یافته‌های تحقیق، ١٤٠٣

نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهری در بعد زیسـت‌محیطی نشـان مـی-دهد که مقدار R2 تحلیل برابر با ٠/٤٨ است: یعنی شاخص‌های شـهر هوشـمند تقریبـاً در سـطح متوسـطی (٤٨٪) بـر زیست پذیری محلات شهر اراک در بعد زیست‌محیطی اثرگذار است. همچنین مقـدار $AICc^2$ عـدد مطلـوب ٩٠٣/٧٦ پایین‌تر از ٣ را نشان می‌دهد که این موضوع نشان‌دهنده انطباق بهتر مدل با داده‌های مشاهداتی است.

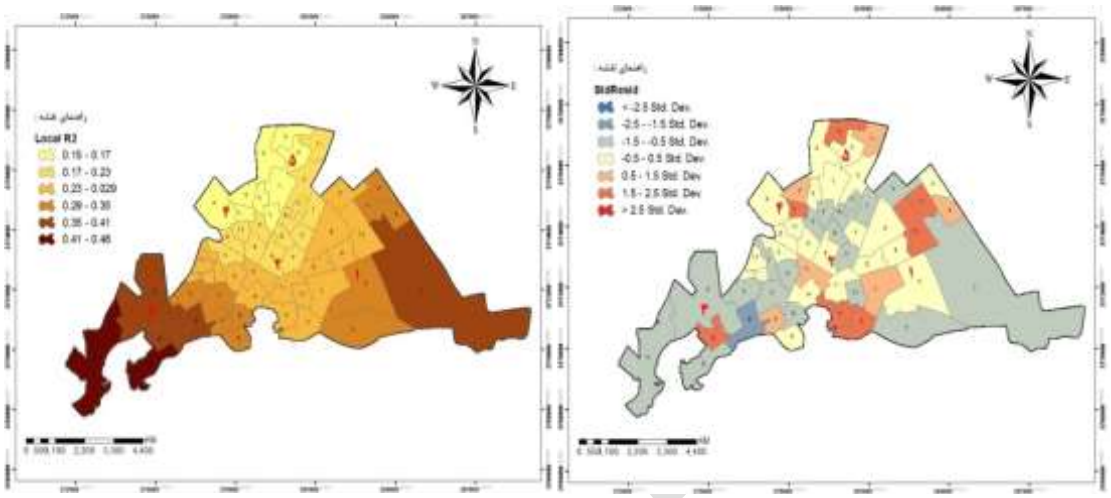
جدول ٦. رگرسیون وزنی شاخص محیط زیست

متغیر مستقل	متغیر وابسته	R^2	$AICc^2$	Sigma	$AdjustedR^2$
مردم هوشمند، پویایی هوشمند، حکمرانی هوشمند، زندگی هوشمند، محیط هوشمند	محیط‌زیست	٠/٤٨	٩٠٣/٧٦	٠/٠٠٧	٠/٤٤

ماخذ ، یافته‌های تحقیق ١٤٠٣

با توجه به نقشه خروجی، در تحلیل خروجی‌ها آماره StdResid، از بین نمرات موجود محـلات شـهر اراک، هـیچ داده‌ای کوچک‌تر از ٢/٥- و بزرگ‌تر از ٢/٥+ وجود ندارد که این مقـدار نشـان‌دهنده مطلوبیـت مناسـب مـدل اسـت. همچنین مقدار R2 همبستگی فضایی تقریباً متوسط (٠/٤٨) را بین شاخص‌های شهر هوشـمند و محـلات شـهر اراک در بعد محیط‌زیست نشان می‌دهد و البته این رابطه فضایی در محلات جنوب و شرق بیشـتر از سـایر محـلات اسـت

یعنی در این محلات وضعیت زیست پذیری در بعد محیط زیستی محلات بیشتر از سایر محلات تحت تأثیر شاخص‌های شهر هوشمند قرار دارد.



شکل ۷. آماره‌های تحلیل فضایی (StdResid, R2,) شاخص محیط زیست ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

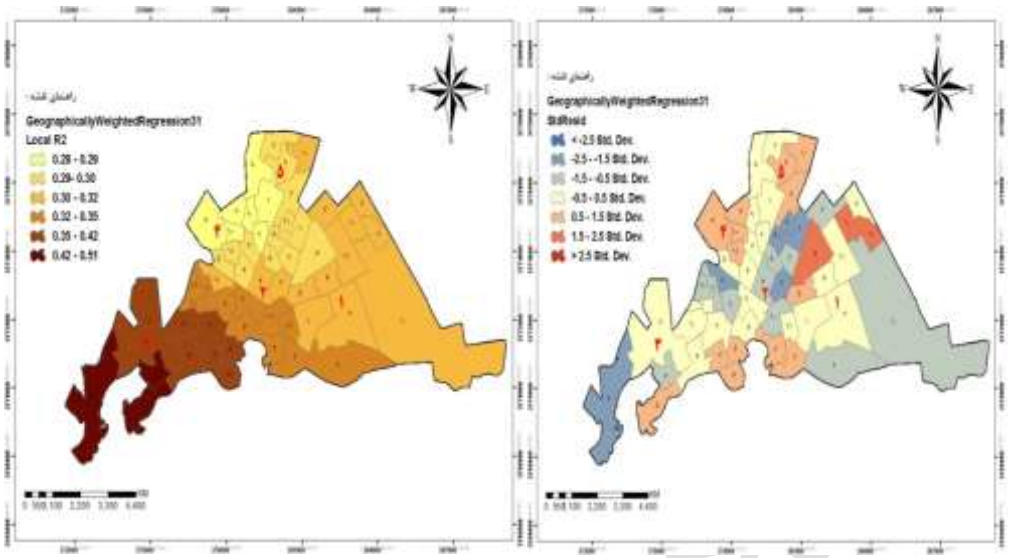
نتایج تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهری در بعد کالبدی نشان می‌دهد که مقدار R2 تحلیل برابر با ۰/۵۱ است: یعنی شاخص‌های شهر هوشمند تقریباً در سطح متوسط به بالا (۵۱٪) بر زیست پذیری محلات شهر اراک در بعد کالبدی اثرگذار است. همچنین مقدار $AICc^2$ عدد مطلوب ۸۷۶/۳۲ پایین‌تر از ۳ را نشان 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

ماخذ ، یافته‌های تحقیق ۱۴۰۳

تحلیل فضایی رابطه شاخص‌های شهر هوشمند و زیست پذیری شهری درزمینه شاخص کالبدی نشان می‌دهد که آماره StdResid، از بین نمرات موجود محلات شهر اراک، هیچ داده‌ای کوچک‌تر از ۲/۵- و بزرگ‌تر از ۲/۵+ وجود ندارد که این مقدار نشان‌دهنده کیفیت مناسب مدل است. همچنین مقدار R2 همبستگی فضایی تقریباً متوسط (۰/۵۱) را بین شاخص‌های شهر هوشمند و محلات شهر اراک در بعد کالبدی نشان می‌دهد و البته این رابطه فضایی در محلات جنوب و جنوب غربی بیشتر از سایر محلات شهر است.



شکل ۹. آماره‌های تحلیل فضایی (StdResid, R2,) شاخص کالبدی ماخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۳

بحث

در این بخش از تحقیق به مقایسه نتایج به دست آمده با سایر تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته پرداخته می‌شود تا مشابهت‌ها و برجستگی تحقیق حاضر مشخص شود. در تحقیق حاضر نتایج نشان داد: رابطه فضایی بین متغیر مستقل (هوشمند سازی شهر) با متغیر وابسته (زیست پذیری شهری) در ۲ شاخص؛ اقتصادی، اجتماعی در سطح بالایی قرار دارد و شاخص‌های هوشمند سازی می‌توانند تأثیرگذاری بالایی بر زیست پذیری محلات شهر اراک مخصوصاً در مناطق شرقی، جنوبی و جنوب غربی شهر در بعد اقتصادی و اجتماعی داشته باشند. همچنین نتایج نشان داد که تأثیرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر ابعاد؛ کالبدی و زیست‌محیطی متغیر زیست پذیری محلات شهر اراک در وضعیت تقریباً متوسط قرار دارد، که این مسئله نیازمند برنامه‌ریزی علمی و مناسب جهت فراهم سازی زیرساخت‌های هوشمندسازی شهر جهت مقابله و کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی است. در این زمینه نتایج تحقیق میرزا حسینی و همکاران(۲۰۲۱)، با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. به طوری که هوشمندسازی شهر در زمینه مشارکت شهروندان در فرایند تصمیم‌گیری و مدیریت شهری سطح بالاتری از زیست پذیر بودن شهرها را به همراه دارد. همچنین نتایج تحقیق کارتاکسو[1] و همکاران(۲۰۲۱) هم راستا با نتایج تحقیق حاضر نشان داد: که با هوشمندسازی شهرها و ارائه خدمات هوشمند سطح بالاتری از پایدارسازی توسعه شهرها و زیست‌پذیری شهرها به وجود می‌آید. کوتی[2] و همکاران(۲۰۲۳) در تحقیق خود در زمینه زیست پذیری شهرهای هوشمند نشان دادند که در شهرهای لندن، مونیخ، آمستردام و اسلو، هوشمندسازی شهرها برای بهبود عملکرد در جهت بازسازی توسعه

1 Cartaxo
2 Kutty

شهری به الگـوی پایـدارتر، انعطاف‌پـذیرتر و قابـل زنـدگی‌تر پشـتیبانی می‌کنـد. شـاکمار[1](۲۰۲۰) تحقیقـی در زمینـه شهرهای هوشمند و پایداری شهرها انجام دادند که نتـایج نشـان داد؛ برنامـه‌های کـاربردی شـهر هوشـمند در شـهرها بوخوم آلمان، شهر سینسیناتی، اوهایو، ایالات متحده می‌تواننـد یـک رویکـرد فنـاوری جدیـد و پایـدار بـرای احیـای پایداری و زیست پذیری شهرها باشند. بنابراین با مقایسه نتایج تحقیق حاضر با دسـتاوردهای ارائـه شـده از تحقیقـات بالا مشخص است که هوشمندسازی شـهرها نقـش مهمـی در زیسـت‌پـذیری و پایدارسـازی شـهرها دارد. و امـروزه هوشمدسازی شهرها به عنوان یک عامل کلیدی در بالا بردن سطح زیست پذیری شهرها نقش اساسـی دارد. امـا نکتـه حائز اهمیت در تحقیق حاضر استفاده از روش تحلیل فضایی در بعد محلات شهری، بررسی رابطه فضـایی شـاخص-های زیست‌پذیری با شاخص های هوشمندسازی شهر و ارائه تحلیـل آمـاری، فضـایی از نتـایج تحقیـق جهـت فهـم بصری بهتری از دستاوردهای تحقیق است.

نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر، افزایش جمعیت شهرها منجر به مشکلاتی مانند؛ آلودگی هوا، مدیریت منـابع، مـدیریت شـهری، فشار بر ظرفیت‌های اقتصادی، ترافیک و عدم کار آیی زیرساخت‌ها شده است که این مسائل زیست پـذیری شـهرها را با مشکلات عدیده‌ای مواجه ساخته است. در این راستا، نگرانی مـدیران شـهری در پاسـخ بـه مشـکلات ایجادشـده‌ی مناطق شهری، موجب اتخاذ شیوه‌های جدید در برنامه‌ریزی شهری مانند هوشمند سـازی شـهرها شـده اسـت. لـذا بـا توجه به این مسائل تحقیق حاضر با استفاده از ابزار فضایی GWR به دنبال ارزیابی و تحلیل فضایی میـزان تأثیرگـذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر وضعیت زیست پذیری در سـطح محـلات کلان‌شـهر اراک اسـت. نتیجـه‌گیری نهـایی تحقیق مؤید این مطالب است؛ که وضعیت محلات شهر اراک در زمینه شاخص‌های متغیـر مسـتقل (شـهر هوشـمند) نامطلوب است به‌طوری‌که بر اساس تحلیل نهایی شاخص‌های شـهر هوشـمند (محـیط هوشـمند، زنـدگی هوشـمند، مردم هوشمند، پویایی هوشمند و حکمرانی هوشمند) فقط تعداد بسـیار محـدودی از محـلات منـاطق ۲ ،٤ و ۵ دارای میانگین مناسبی از وضعیت هوشمند سازی است. همچنین اکثر محلات شهر اراک از وضعیت زیسـت‌محیطی مناسـبی برخوردار نیستند، به‌طوری‌که در محلات شرق شـهر بـه دلیـل وجـود کارخانـه‌های مختلـف صـنعتی و شـهرک‌های صنعتی، مناطق ٤ و ۵ به دلیل وجود بافت متراکم و قدیمی، ترافیک بـالا، محـلات منطقـه غربـی بـه سـمت شـازند و پالایشگاه وضعیت زیست‌محیطی بسیار نامناسبی از دیدگاه شـهروندان دارا هسـتند. نتیجـه‌گیری تحلیـل فضـایی مـدل GWR نشان داد؛ که بر اساس آماره R2 رابطه متغیر مستقل (هوشمند سازی شهر) بـا متغیـر وابسـته (زیسـت پـذیری شهری) در ۲ شاخص؛ اقتصادی، اجتماعی به ترتیب ۷٦٪ و ٦۷٪ است و شـاخص‌هـای هوشـمند سـازی مـی‌تواننـد تأثیرگذاری بالایی بر زیست پذیری محلات شهر اراک مخصوصـاً در منـاطق شـرقی، جنـوبی و جنـوب غربـی شـهر داشته باشند. همچنین آماره R2 نشان داد که تأثیرگذاری شاخص‌های شهر هوشمند بر ابعاد؛ کالبـدی و زیسـت‌محیطی

1 Schackmar

متغیر زیست پذیری محلات شهر اراک در وضعیت تقریباً متوسط ۵۰٪ قرار دارد. بنابراین با توجه نتایج تحقیق حاضر پیشنهاداتی ارائه می‌گردد:

- تقویت زیرساخت‌های هوشمندسازی شهر اراک با توجه به تاثیرگذاری بالای این موضوع بر زیست-پذیری شهر
- توسعه پلتفرم‌های جامع برای مدیریت داده‌ها و ارائه خدمات هوشمند به شهروندان
- اجرای برنامه‌های کاهش آلودگی هوا با تمرکز بر صنایع و حمل‌ونقل
- با توجه به نتایج پژوهش، مناطق جنوبی و جنوب غربی اراک که وضعیت نامطلوب‌تری از بعد زیست محیطی دارند، باید در اولویت برنامه‌های بهبود قرار گیرند.

کتابنامه

۱. احدنژادروشتی، م، سجادی، ژ و یاری قلی، و (۱۳۹۸). تحلیل و ارزیابی شاخص های زیست پذیری در نواحی شهری مطالعه موردی: نواحی ۲۳ گانه شهر زنجان. *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، سال ۹ ، شمارهٔ پیاپی ۴۳ ،تابستان ۱۳۹۸.20.1001.1.22516735.1398.9.34.11.6

۲. ثاقبی، م؛ مافی، ع و وطن‌پرست، م (۱۳۹۹). ارزیابی و سنجش زیست‌پذیری شهری و عوامل مؤثر بر آن (مورد مطالعه: شهر بجنورد). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، سال ۲۲، شمارهٔ ۶۷.10.52547/jgs.22.67.335

۳. حاتمی نژاد، ح و منصوری اطمینان، ا(۱۴۰۰). بررسی اثرات شهر هوشمند بر زیست پذیری شهرها (مورد پژوهی : منطقه 9کلانشهر مشهد). *فصلنامه چشم‌انداز شهرهای آینده*، دوره دوم، شماره دوم(پیاپی۶)، صص۱۳-۱. URL: http://jvfc.ir/article-1-144-fa.html

۴. رهنما،م. شاکرمی، ک، شکویی، م(۱۴۰۲). تحلیل فضایی تأثیر فرم شهر بر مصرف انرژی کالن شهر کرج. *مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری*، سال دهم ، شمارهٔ ۱ ،بهار ۱۴۰۲ ،شمارهٔ پیاپی ۲. https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.71749.1081

۵. سجادیان، م، فیروزی، م و ساسان‌پور، ف (۱۴۰۱). مرور نظام مند روند مطالعات حوزهٔ شهر هوشمند در مجامع علمی کشور ایران. *فصلنامه چشم‌انداز شهرهای آینده* دوره سوم، شماره ۱(پیاپی۹). صص۴۱-۱۹. URL: http://jvfc.ir/article-1-144-fa.html

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

۷. شمس نجفی، ف، کامیابی، س و ارغان، ع (۱۴۰۱). ارائه الگوی بهینه شهر هوشمند از منظر توسعه پایدار شهری(مطالعه موردی شهر ری). *مجله امایش سرزمین*، دوره۱۴، شماره دوم، پاییز ۱۴۰۱. 10.22059/JTCP.2022.346547.670338

۸. فیروزی، م و سجادیان، م(۱۳۹۸). واکاوی روند کاوش ها در مطالعه شهرهای هوشمند در ایران و کشورهای منتخب همسایه جنوبی. *فصل نامه چشم‌انداز جغرافیایی زاگرس*، دوره۱۱، شماره ۴۱.

۹. کمانداری، م و رهنما، م(۱۳۹۵). ارزیابی شاخص های شهر هوشمند در مناطق چهارگانه شهر کرمان. *مجله فضای جغرافیایی*، سال هفدهم، شماره۵۸-URL: http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-1685-fa.html

۱۰. محمدی شفیع، س، ارمغان، س و آزاد بخت، ب(۱۴۰۱). شناسایی مجموعه پیامدهای حاصل از هوشمندسازی در مناطق شهری (مورد مطالعه: شهر قم). *مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری*، انتشارات آنلاین.

۱۱. مرادی، ش(۱۳۹۷). بررسی سیر موضوعی مطالعات حوزه شهر هوشمند. *دو فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه شاهد*، دوره۵ شماره۱. 10.22070/RSCI.2018.759

۱۲. نادری مایوان، ر(۱۴۰۳). تحلیل فضایی تأثیر آلودگی هوا بر زیست‌پذیری شهری (مطالعهٔ موردی: شهر اراک). *مجله آمایش سرزمین*، انتشارات آنلاین. 10.22059/JTCP.2024.374018.670443

13. 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: https://doi.org/10.14207/ejsd.2019.v8n1p165
14. Appio, F. P., Lima, M., & Paroutis, S. (2019). Understanding smart cities: Innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges. *Technological Fore-casting and Social Change*, *142* , 1–14. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12. 018
15. 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.
16. Belis, C. A., Matkovic, V., Ballocci, M., Jevtic, M., Millo, G., Mata, E., & Van Dingenen, R. (2023). *Assessment of health impacts and costs attributable to air pollution in urban areas using two different approaches. A case study in the Western Balkans*. Environment International, 182, 108347. doi: 10.1016/j.envint.2023.108347. Epub 2023 Nov 23.
17. BOZ, Yuksel et CAY, Tayfun. How smart and sustainable are the cities in Turkiye?-National policies and the enthusiasm level of the local governments. *Heliyon*, 2024. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26002
18. 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.
19. Correia, L. M., Wünstel, K., (2012), *"Smart cities applications and requirements", Net!Works European Technology Platform*,]on line[: smit.vub.ac.be. DOI:10.1016/j.iotcps.2023.12.002
20. Dai, Y., Hasanefendic, S., & Bossink, B. (2023). A systematic literature review of the smart city transformation process: the role and interaction of stakeholders and technology. Sustainable Cities and Society, 105112.
21. Datta, A. (2018). The digital turn in postcolonial urbanism: Smart citizenship in the mak-ing of India's 100 smart cities. *Transactions of the Institute of British Geographers, 43* (3), 405–419. 10.1111/tran.12225
22. De Melo Cartaxo, T., Castilla, J. M., Dymet, M., & Hossain, K. (2021). Digitalization and smartening sustainable city development: an investigation from the high north European cities. Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal, 5(1), 83-101.
23. Guenduez, A. A., Mergel, I., Schedler, K., Fuchs, S., & Douillet, C. (2024). Institutional work in smart cities: Interviews with smart city managers. *Urban Governance*. https://doi.org/10.1016/j.ugj.2024.01.003
24. Hashim, H. (2024). E-government impact on developing smart cities initiative in Saudi Arabia: Opportunities & challenges. *Alexandria Engineering Journal*, *96*, 124-131. ISSN 1110-0168 (Print)

25. Hashim, H.(2024). E-government impact on developing smart cities initiative in Saudi Arabia: Opportunities & challenges. *Alexandria Engineering Journal*, 2024, vol. 96, p. 124-131. https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.04.008
26. Hassen, W., Hnaien, N., Said, L. B., Albati, F. M., Ayadi, B., Rajhi, W., & Kolsi, L. (2023). Air pollution dispersion in Hail city: Climate and urban topography impact. *Heliyon*, 9(10). https://doi.org/10.3390/toxics11110927
27. 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*. https://doi.org/10.1016/j.jum.2024.04.001
28. Khan, H. H., Malik, M. N., Zafar, R., Goni, F. A., Chofreh, A. G., Klemeˇs, J. J., & Alotaibi, Y. (2020). Challenges for sustainable smart city development: A conceptual framework. Sustainable Development, 28(5), 1507–1518. DOI: 10.1002/sd.2090
29. Kumar, H., Singh, M. K., Gupta, M. P., & Madaan, J. (2020). Moving towards smart cities: Solutions that lead to the smart city transformation framework. Technological forecasting and social change, 153, Article 119281. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.04.024
30. Kutty, A. A., Kucukvar, M., Onat, N. C., Ayvaz, B., & Abdella, G. M. (2023). Measuringsustainability, resilience and livability performance of European smart cities: A novel fuzzy expert-based multi-criteria decision support model. *Cities*, *137*, 104293. https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104293
31. Mahanta, A., & Borgohain, P. (2022). Urban livability and contextual uncertainties: An assessment of livability through the lens of urban dwellers in Guwahati, India. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *6*(1), 1395. DOI: 10.24294/jipd.v6i1.1395
32. Mirzahossein, H., & Mohghaddam, S. A. A. (2021). Increasing citizen's livability in the future city: responsive city, a remarkable solution. Theoretical and Empirical Researches in Urban Management, 16(3), 23-41.
33. Mohammadi Shafi, S, Armaghan, S and Azad Bakht, B (2021). Identifying the set of consequences resulting from intelligentization in urban areas (case study: Qom city). Journal of research and urban planning, online publications. (In Persian).
34. Moradi, S (2017). Investigating the thematic course of smart city studies. Two scientific quarterly magazines of Shahid University, volume 5, number 1. (In Persian).
35. Naderi Mayvan, R (2024). Spatial analysis of the effect of air pollution on urban livability (case study: Arak city). Amais Sarzemin magazine, volume 16, number 1. pp. 87-104. 10.22059/JTCP.2024.374018.670443(In Persian).
36. National Assoociation of regional coucils (2010). The livable communities A et, available: www.narc.com principles and performance outcomes. *Journal of environmental management*, 91(3), 754-766. DOI: 10.22103/JUSG.2021.2035
37. Pourahmad, A, Ziyari, K, Hataminejad, H and Pashahabadi, Sh (2017). Explanation of the concept and characteristics of a smart city. Bagh Nazar magazine, year 15, number 58. pp. 5-26. (In Persian).
38. Radcliff, B., (2001): Politics, markets and lifesatis faction: the Political economy of human happiness, American Political science Review. https://www.jstor.org/stable/3117723
39. Rahnama, M. Shakrami, K., Shakoi, M. (1402). Spatial analysis of the effect of city form on large energy consumption of Karaj city. Journal of Geography and Urban Space Development, Year 10, Number 1, Spring 1402, Serial Number 2. https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.71749.1081
40. Rahnama, M. Shakrami, K., Shakoi, M. (1402). Spatial analysis of the effect of city form on large energy consumption of Karaj city. Journal of Geography and Urban Space Development, Year 10, Number 1, Spring 1402, Serial Number 2. https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.71749.1081
41. Sajjadian, M, Firoozi, M and Sasanpour, F (2022). *A systematic review of the study process of the smart city field in the scientific societies of Iran*. Third period, number 1 (consecutive 9). pp. 19-41.(In Persian).

42. Saqbi, M, Mafi, E and Vatanparast, M. (2019). *Evaluation and measurement of urban livability and factors affecting it (case study: Bojnord city). Applied research of geographical sciences*, year 22, number 67..(In Persian).
43. Schackmar, J. (2020, September). Smart Cities–a New Revitalisation Approach for Shrinking Cities?. In SHAPING URBAN CHANGE–Livable City regions for the 21st century. Proceedings of REAL CORP 2020, 25th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society (pp. 739-750).
44. Shakarami, K (2022). *Spatial analysis of the effect of city form on the energy consumption of Karaj city. PhD thesis. Rahnama, Mohammad Rahim, Department of Geography*, Ferdowsi University of Mashhad.(In Persian).
45. Shakarami, K., & Rahnama, M. R. (2023). Spatial analysis of the impacts of the urban form on the energy consumption of Karaj over the Covid-19 era (2019-2022). *Energy and Buildings*, 113568. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113568
46. Shams Najafi, F, Saeed S and Arghan, A (2022). *Providing the optimal model of a smart city from the perspective of sustainable urban development (case study of Ray city). Umaish Sarzemin magazine*, volume 14, number 2, autumn 1401. (In Persian).
47. Tapsuwan, S., Mathot, C., Walker, I., & Barnett, G. (2018). Preferences for sustainable, liveable and resilient neighbourhoods and homes: A case of Canberra, Australia. *Sustainable cities and society*, *37*, 133-145.
48. Wu, L. & Chen, C. (2023). *Does pattern matter? Exploring the pathways and effects of urban green space on promoting life satisfaction through reducing air pollution*. Urban Forestry & Urban Greening, 82, 127890.
49. Yigitcanlar, Tan and Kamruzzaman, MD., (2018), *Does smart city policy lead to sustainability of cities?* Land Use Policy, Vol. 73, No. 1, PP. 49-58. DOI: 10.1016/j.landusepol.2018.01.034
50. Zhan, D., Kwan, M. P., Zhang, W., Fan, J., Yu, J., & Dang, Y. (2018). Assessment and determinants of satisfaction with urban livability in China. Cities, 79, 92-101. https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.02.025
51. 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