فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)
دوره دهم، شماره ٤، پائیز ١٣٩٩
صص: ٧٩٤-٧٧٨

امکان‌سنجی تحقق‌پذیری شهر هوشمند در شهر اردبیل بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند

نسرین مصدق
دانشجوی دکتری تخصصی جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران
حسین نظم فر[1]
استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
پرویز نوروزی ثانی
استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

چکیده
یکی از رویکردهای معرفی شده در زمینه هوشمندسازی شهرها ، الگوی رشد هوشمند است. پژوهش‌حاضر با هدف امکان‌سنجی تحقق‌پذیری شهر هوشمند در اردبیل بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند انجام پذیرفته است. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی از نوع همبستگی و جزو پژوهش‌های کاربردی قرار دارد. جامعه آماری چهار منطقه اردبیل، بر اساس طرح تفصیلی سال ۱۳۸۳ است. حجم نمونه بر اساس فرمول کوکران، جدول مورگان و باتوجه به تعداد کل جامعه آماری پژوهش که ۱۶۰ نفر است، حجم نمونه پژوهش ۱۱۳ محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخته جمع‌اوری شده که سه بعد شاخص‌های اجتماعی – اقتصادی، کالبدی و زیست‌محیطی-دسترسی را اندازه گیری می‌نماید. برای تعیین وزن شاخص‌ها و رتبه‌بندی مناطق به لحاظ شاخص‌های موردبررسی ، از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP و AHP) در نرم‌افزار Super Decision ، تحلیل‌های مکانی و نمایش نهایی نتایج به‌صورت نقشه از نرم‌افزار Arc Gis و جهت تسهیل تجزیه‌وتحلیل پیمایش میدانی و امر تصمیم‌گیری، از روش فرایند تحلیل شبکه ANP جهت دستیابی به بخشی از اهداف تحقیق استفاده می گردد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در بین مناطق شهر اردبیل، منطقه‌های ۱ و ۴ به ترتیب با ۰/۳۳ و ۰/۲۶ از پتانسیل شهر هوشمند برخوردار بودند و منطقه‌ی ۳ با امتیاز ۰/۲۰ از پتانسیل نیمه برخوردار و منطقه‌ی ۲ نیز با امتیاز ۰/۱۹ فاقد پتانسیل شهر هوشمند بودند . نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بین مناطق اردبیل درزمینه تناسب با شاخص‌های رشد هوشمند شهری، تفاوت قابل‌توجهی وجود دارد و میزان برخورداری مناطق مختلف از شاخص‌های پژوهش به‌صورت یکسان نبوده است.

کلیدواژگان: شهر هوشمند، شاخص‌های رشد هوشمند، اردبیل.

[1]. نویسنده مسئول:nazmfar20@gmail.com

مقدمه

شهر موجودی زنده، پویا و متحول در چرخه زمان و بر بستر مکان، متشکل از اجزاء فیزیکی و انسانی و روابط پیچیده میان آن‌ها و متبلور نقش و اندیشه والای انسان؛ متأثر از عوامل و شرایط اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و جغرافیایی است (کیانی، ۱۳۹۰: ٤٥). امروزه، جمعیت مردمی که در مناطق شهری زندگی می‌کنند از تمام ادوار تاریخ انسان بیشتر است و تخمین زده می‌شود که جمعیت شهری دنیا تا سال ۲۰۲۵ دو برابر شده و به بیش از ۵ میلیارد نفر خواهد رسید که بیش از ۹۰ در صد این رشد در کشورهای درحال‌توسعه خواهد بود (Lewis & et al, 2005: 51). افزایش سریع جمعیت شهرنشین چالش‌های سختی را برای دولت و مسائل مربوط به برنامه‌ریزی، توسعه و بهره‌برداری از شهرها ایجاد کرده است (Colin & et al, 2011: 117) و همچنین این رشد فزاینده باعث بروز مشکلاتی چون تمرکز جمعیت، آلودگی، حاشیه‌نشینی، کمبود مسکن، مهاجرت روستاییان و مشکلاتی از این قبیل شده است (صرافی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲۰). گسترش پراکنده مناطق شهری و آثار متعدد اقتصادی و زیست‌محیطی، صاحب‌نظران مسائل شهری را به کنکاش جهت یافتن راهبردهایی برای مقابله با این امر واداشته است به طوری که در دهه آخر قرن بیستم رشد هوشمند به‌عنوان راهبردی جامع برای مقابله با گسترش پراکنده و کم تراکم مناطق پیرامونی شهرها مطرح و در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته بکار گرفته‌شده است (قربانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۲۱). رشد هوشمند، یک توسعه برنامه‌ریزی‌شده در راستای حفاظت از محیط‌زیست و باهدف کاهش وابستگی به حمل‌ونقل ماشینی، کاهش آلودگی هوا و کارآمد کردن سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها است که بر روی رشد در داخل شهر تمرکز می‌کند (مهاجری و زنگنه، ۱۳۹۱: ۵). درواقع رشد هوشمند بسته‌ای است که همه این موارد را مانند شهر فشرده (توسعه پایدار)، گرایش به حمل‌ونقل عمومی (برنامه‌ریزی حمل‌ونقل)، طراحی مناسب برای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری (شهرگرایی جدید)، حفاظت از اراضی ارزشمند طبیعی و کشاورزی (محیط‌زیست) و آثار تاریخی را دربرمی گیرد (عبداللهی و همکاران، ۱۳۹٦). رشد هوشمند شهری ابعاد و مولفه‌های زیادی در تمامی زمینه‌های مرتبط با جوامع شهرنشین، همچون اقتصادی، اجتماعی فرهنگی، زیست محیطی و... دارد که می‌کوشد با تمهیداتی بر اساس دانش و نوآوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی، کیفیت زندگی شهری را ارتقاء دهد تجمیع یا اختلاط کاربری‌ها، بلند مرتبه‌سازی، دسترسی آسان به کالا و خدمات، حفظ محیط زیست شهری، فشرده‌سازی، ایجاد مراکز پیاده محور و تنها گوشه‌ای از اهداف نظریه‌ی رشد هوشمند است که بر ارتقاء کیفیت زندگی شهری استوار است (ابراهیمی و معرف، ۱۳۹۷: ۲٦).

شهر اردبیل، به عنوان مرکز استان اردبیل، از جمله شهرهایی است که طی سالهای اخیر در پی گسترش سریع کالبدی و افزایش سریع جمعیت ناشی از شهرنشینی شتابان، با چالش ها و مسایل متعددی مواجه گشته است. گسترش شتابان کالبدی شهر، افزایش سریع جمعیت و تمرکز خدمات و امکانات ناحیه ای در اردبیل، موجب فشار بر محیط زیست از طریق دست اندازی به مناطق و زمین های نامرغوب و ناپایدار، اراضی کشاورزی، آلودگی هوا، آلودگی بصری و غیره شده است و این نیز به طور متقابل سلامت جسمی و روانی ساکنان را با خطر مواجه کرده است. به طور کلی می توان گفت آنچه سبب طرح این موضوع در قالب پژوهش حاضر شده، وجود دو طیف از مجموعه مسایل و چالش های پیش روی شهر اردبیل است. طیف اول مربوط به مسایل و معضلات گوناگونی است که شهر از دیرباز با آن مواجه بوده است. طیف دوم مربوط به تحولی همه جانبه در سازمان و ساختار فضایی شهرها (شکل ، کارکرد) و جوامع انسانی به دلیل وقوع انقلاب اطلاعات و ارتباطات از راه دور است که همه ارکان زندگی انسانی از جمله

شهر ادربیل را به شدت متاثر کرده است. به طور کلی، تبیین مراحل و شرایط لازم برای تحقق شهر هوشمند در اردبیل هدف کلی تحقیق حاظر می باشد.

روش تحقیق

نوع تحقیق حاضر کاربردی و روش پژوهش توصیفی ـ تحلیلی و از نوع همبستگی است. جامعه آماری شامل چهار منطقه از شهر اردبیل، بر اساس طرح تفصیلی سال ۱۳۸۳ است. حجم نمونه موردنیاز بر اساس فرمول کوکران و جدول مورگان محاسبه‌شده است. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته تعداد کل جامعه آماری پژوهش ۱٦۰ نفر است که با مفروضات ضریب اطمینان ۹۵ درصد و مقدار خطای ۰/۰۵ درصد، حجم نمونه پژوهش برابر ۱۱۳ است. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات تفصیلی‌تر از حوزه موردمطالعه، از پرسشنامه استفاده‌شده است. در این تحقیق پرسشنامه به روش طیف لیکرات در سه بعد شاخص‌های اجتماعی – اقتصادی، شاخص‌های کالبدی (زیرساختی) و شاخص‌های زیست‌محیطی و دسترسی طراحی‌شده است. روایی پرسشنامه به شیوه صوری بوده که به تایید کارشناسان و اساتید رسیده و پایایی آن نیز براساس آلفای کرونباخ به میزان ۰/۹۵ مورد تایید واقع شده است. در راستای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و بررسی شاخص‌ها پس از جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 و Excel 2013 به تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل از پرسشنامه اقدام گردید. برای تعیین وزن شاخص‌ها و نیز رتبه‌بندی مناطق به لحاظ شاخص‌های موردبررسی نیز، از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP و AHP) در نرم‌افزار Super Decision ، جهت تحلیل‌های مکانی و نیز نمایش نهایی نتایج به‌صورت نقشه از نرم‌افزار Arc Gis و جهت تسهیل نمودن تجزیه‌وتحلیل پیمایش میدانی و امر تصمیم‌گیری، از روش فرایند تحلیل شبکه ANP جهت دستیابی به بخشی از اهداف تحقیق استفاده می گردد. برای تحلیل مناطق، بعد از انتخاب شاخص‌هایی که شرایط موردنظر را دارا بودند، به کلاسه‌بندی معیارها بر اساسی محتوای آن‌ها پرداخته‌شده که در این خصوص آمار و اطلاعات اولیه در قالب ۳ بخش (گروه) اقتصادی و اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی، جمع‌آوری‌شده و نهایتاً در قالب ٤۱ نوع شاخص مطابق جدول ۱ برای سنجش سطح توسعه در چهار منطقه شهری اردبیل، موردبررسی قرارگرفته‌اند. مقطع زمانی این پژوهش در سال ۱۳۹٤ قرار دارد.

جدول ۱. معیارها و زیرمعیارهای رشد هوشمند مورد استفاده در پژوهش حاضر

معیارها	زیر معیارهای پژوهش
شاخص‌های اجتماعی – اقتصادی	سهم جمعیتی منطقه (درصد)، سهم خانوارها، بعد خانوار، درصد باسوادی مناطق، جمعیت ٦ ساله و بیشتر بی‌سواد (زن و مرد)، درصد شاغلان به جمعیت ده‌ساله و بیشتر، نسبت شاغلان مرد، نسبت شاغلان زن، بیکاران ۱۰ ساله و بیشتر (زن و مرد)، تعداد محصلین.
شاخص‌های کالبدی (زیرساختی)	سهم و سرانه‌ی کاربری مسکونی، سهم و سرانه‌ی کاربری تجاری و تجاری مختلط (به ده هزار نفر)، سهم و سرانه کاربری آموزش عالی و حرفه‌ای، سهم و سرانه‌ی کاربری آموزشی عمومی، سهم و سرانه‌ی مذهبی، سهم و سرانه‌ی کاربری بهداشتی و درمانی، سهم و سرانه‌ی کاربری ورزشی، سهم و سرانه‌ی گردشگری – پذیرایی، سهم و سرانه‌ی اداری و انتظامی، سرانه واحد مسکونی در پروانه‌های صادرشده، سرانه‌ی پروانه برحسب تعداد واحد (یک واحدی)، سرانه‌ی واحد برحسب تعداد واحد (پنج واحدی و بیشتر)، سطح زیربنای کل پروانه‌های صادرشده، سطح زمین احداثی (مساحت عرصه) برای کل پروانه‌های صادرشده، سهم و سرانه‌ی کاربری صنعتی و کارگاهی، سهم و سرانه‌ی کاربری تأسیسات، سهم درصد اراضی خالص مناطق از کل شهر، سهم درصد اراضی مناطق از کل شهر، سرانه‌ی پروانه‌های ساختمانی به ده هزار نفر.

شاخص‌های زیست‌محیطی و دسترسی	سرانه قطعات پارک عمومی به یک هزار نفر، سهم و سرانه‌ی پارک عمومی، سهم و سرانه فضای سبز معابر(مساحت متر)، سهم و سرانه اراضی بایر، سرانه‌ی اراضی کشاورزی، سهم و سرانه بلوارهای مناطق، سهم سرانه میدان‌ها و جزایر ترافیکی، سهم و سرانه‌ی قطعات پارکینگ (به ده هزار نفر)، سهم و سرانه کاربری شبکه ارتباطی، سهم سرانه کاربری حمل‌ونقل و انبارداری.

مأخذ: فردوسی و شکری فیروز چاه (۱۳۹٤).

مبنای نظری و پیشینه پژوهش

اصطلاح رشد هوشمند توسط پاریس انگلندرنینگ[1] شهردار ماریلند در سال‌های ۱۹۹٤ تا ۲۰۰۲ باب شد. می‌توان گفت که این نظریه در کشورهای کانادا و آمریکا به وجود آمده و عکس‌العملی به تحولات آغازشده از اوایل دهه ۱۹٦۰ 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 به‌تدریج شکل گرفت و درنهایت در قالب یک تئوری برای پایدار ساختن فرم فضایی شهرها تدوین گردید (Feiock, 2008: 93). بر اساس رهیافت رشد هوشمند، تصمیمات توسعه بر همه‌چیز، از زندگی شخصی گرفته تا جوامع و ملت‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کارداج[2]، ۲۰۱۳). 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 بی‌رویه، بازیافت زمین، حفاظت از محیط‌زیست و درنتیجه، ایجاد واحدهای همسایگی مطلوب (ضرابی و همکاران، ۱۳۹۰: ٦).

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 به‌صورت 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 به‌گونه‌ای 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 (Hawkins, 2011:687).

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 می کرد، بر فرم فشرده شهری، کاربری مختلط، دسترسی پیاده و حفاظت از محیط زیست تاکید می شود (مهدی‌زاده، ۱۳۷۹: ۷۳).

بردی آنامرادنژاد و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی با عنوان تحلیل کالبدی فضایی نواحی شهری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: شهر بابل) گزارش کرد که ناحیه ٤ واقع در بافت مرکزی و هسته اولیه شهر با امتیاز ۰/۱۹۸ بهترین حالت و ناحیه ۱ با ۰/۰۹۰ امتیاز، بدترین وضعیت را داشته است .بر این اساس، ازلحاظ سطح‌بندی شاخص‌های رشد هوشمند می‌توان نواحی یک، دو (با ۰/۱۱۸ امتیاز) و ناحیه سه (با ۰/۱۱۷ امتیاز) را به‌عنوان نواحی محروم در نظر گرفت که در اولویت اول توسعه قرار دارند و توجه ویژه مدیران شهری را برای محرومیت‌زدایی می‌طلبند.

[1] Anglenderning
[2] Karadag

احمدپور و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی با عنوان شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی گزارش کردند که معیارهای شهرنشینی شتابان، انگیزه اقتصادی، اثرات زیست‌محیطی به ترتیب دارای اهمیت خیلی زیاد و تغییرات جمعیت شناختی دارای اهمیت زیاد برای حرکت شهر تهران به سمت هوشمندی می‌باشند. همچنین کلیه راهبردها و اقدامات موردبررسی در این پژوهش از دیدگاه متخصصین (به ترتیب تدوین و اجرای سیاست‌های یکپارچه، قانون‌گذاری و چشم‌انداز یکپارچه) دارای اهمیت خیلی زیاد برای هوشمند سازی شهر تهران بوده‌اند.

عبدالهی و فتاحی (۱۳۹٦)، در پژوهشی با عنوان سنجش شاخص‌های رشد هوشمند شهری با استفاده از تکنیک ELEKTRE (مطالعه موردی: مناطق شهر کرمان) گزارش کردند که منطقه دو شهر کرمان ازلحاظ شاخص‌های شهر هوشمند با تعداد ۳ برد و ۱ باخت در مرتبه نخست قرار دارد، منطقه‌یک با ۲ برد و ۲ باخت رتبه دوم، منطقه سه با ۱ برد و ۳ باخت رتبه سوم و منطقه چهارم بدون برد و ٤ باخت رتبه چهارم را دارد. داده‌های موجود نشان‌دهنده تفاوت مؤثر و آشکار نابرابری در بین مناطق شهری شهر کرمان است.

خمر و همکاران (۱۳۹۵)، در پژوهشی با عنوان ارزیابی الگوی رشد هوشمند شهری در شهرهای جدید ایران با تأکید بر شهر جدید صدرا با استفاده از مدل SLEUTH گزارش کردند که ارزش زمین‌های حاشیه‌ای و تأثیرات شیب‌بر توسعه شهر جدید صدرا، ازجمله عوامل مهم در چگونگی رشدِ هوشمندِ شهری در شهر جدید صدرا به‌حساب می‌آید.

فردوسی و همکاران (۱۳۹٤)، در پژوهشی با عنوان تحلیل فضایی کالبدی نواحی شهری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند (مطالعه موردی: نواحی شهر شاهرود)، نشان دادند که نواحی ۷ گانه شهر ازلحاظ شاخص‌های رشد هوشمند تناسب چندانی نداشتند نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بین نواحی شهر درزمینه تناسب با شاخص‌های رشد هوشمند شهری، تفاوت قابل‌توجهی وجود دارد .

ایلاریا برتتا[1] (۲۰۱۸)، در تحقیقی با عنوان اثرات اجتماعی نوآوری‌های زیست‌محیطی در شهرهای هوشمند ایتالیایی به ارائه‌ی نتایج حاصل از تحقیقات انجام‌شده بر روی پروژه‌های زیست‌محیطی هوشمند اجراشده در ایتالیا بر پایه‌ی تجزیه‌وتحلیل کیفی پروژه‌های زیست‌محیطی که به‌منظور اثرات اجتماعی و خطرات زیست‌محیطی آن ها ارائه‌شده بودند می‌پردازد؛ ۵۱ پروژه در ٤ منطقه استان لومباردی[2] مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت، با توجه به سه حوزه مختلف (زیست‌محیطی، تحرک و انرژی) در ٤ شهر موردنظر شاهد خطر زیست‌محیطی نبوده‌اند و اغلب به‌طور مستقیم اثرات مفید پروژه‌ها به تمام گروه‌های اجتماعی هدایت‌شده است.

هان و هاوکن[3] (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای به نام نوآوری و هویت در شهرهای هوشمند نسل بعدی، تفاوت فرهنگی و رفتار انسانی و هویت اجتماعی را نیازمند توجه بیشتری در شهرهای نوین می‌دانند و هویت و فرهنگ شهری را به‌عنوان مرکز اصلی چالش شهر هوشمند موردتوجه قرار می‌دهند.

---

[1] Ilaria Beretta
[2] Lombardy Region Province
[3] Han & Hawken

لاسیناک و ریستویچ[1] (۲۰۱۷)، در تحقیقی با عنوان شهر هوشمند، ایمنی و امنیت، گزارش کردند که باید در همه زمینه‌ها، توسعه تکنولوژی پس از آموزش شهروندان مورداستفاده قرار گیرد، حتی پیشرفته‌ترین شهر هوشمند اگر ویژگی آموزش را از دست بدهد، موفق نخواهد بود.

ارمیا[2] و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهشی به نام مفهوم شهر هوشمند در قرن ۲۱ گزارش کردندکه توسعه شهرهای هوشمند به‌شدت به سطح هوشی شبکه‌های الکتریکی وابسته است که می‌بایست تأمین انرژی الکتریکی برای تمام مصرف‌کنندگان با اطمینان از برخی ویژگی‌های شهر را به دست آورد. اما مهم‌ترین جنبه، هماهنگی آسان بین حکومت شهری، زیرساخت‌های مختلف و مسئولیت آن‌ها برای امنیت عمومی و سلامتی است.

محدوده مورد مطالعه

قلمرو مکانی این پژوهش شهر اردبیل، مرکز استان اردبیل می باشد که در موقعیت جغرافیایی ۳۸ درجه و ١٤ دقیقه عرض شمالی و ٤٨ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد.

شهر اردبیل از نظر ساختار سازمانی با توجه به وسعت و جمعیت شهر برای بهبود ارائه خدمات شهری، به ٤ منطقه تقسیم شده و در هر منطقه، شهرداری آن منطقه با زیرمجموعه ای که دارد، مسئول ارائه خدمات شهری می باشد. در ذیل مناطق ٤ گانه به تفکیک معرفی می گردند :

کل جمعیت منطقه یک اردبیل بر اساس طرح تفصیلی سال ۱۳۸۳ برابر با ۱۱۰۷۹۹ نفر بوده است که مساحتی حدود ۱۱۷۳ هکتار از کل مساحت شهر اردبیل را احاطه کرده است. بیشتر مراکز اداری و آموزشی در این منطقه پراکنده شده است. تعداد مراکز آموزشی ۱۵۹ واحد و تعداد مراکز اداری ۱۳۵ واحد بوده است این قسمت از منطقه، از مناطق مهم شهر محسوب می شوند هم از لحاظ جمعیتی و از لحاظ تردد اهمیت بیشتری دارد.

کل جمعیت منطقه دو اردبیل برابر با ۱۱۰۸۰۰ نفر بوده است که مساحتی حدود ١٦٨٩ هکتار از کل مساحت شهر اردبیل را احاطه کرده است. بیشترین سهم از کل شهر به این منطقه اختصاص داده شده است ولی کمترین مراکز اداری و آموزشی در این منطقه پراکنده شده است. تعداد مزاکز آموزشی ۸۳ واحد و تعداد مراکز اداری ٤٥ واحد بوده است.

کل جمعیت منطقه سه اردبیل برابر با ۱۱۱۱۵۰ نفر بوده است پرجمعیت ترین منطقه از مناطق ۵گانه اردبیل بشمار می رود. که مساحتی حدود ۱۵۸۷ هکتار از کل مساحت شهر اردبیل را احاطه کرده است تعداد مراکز اداری و آموزشی پراکنده شده است در این منطقه بترتیب ۷۳ و ۱۹ واحد بوده است.

کل جمعیت منطقه چهار اردبیل برابر با ۱۱۰٤۵۰ نفر بوده است بعد از منطه سه، پرجمعیت ترین منطقه از مناطق ۵گانه اردبیل بشمار می رود. که مساحتی حدود ۱۳۰٤ هکتار از کل مساحت شهر اردبیل را احاطه کرده است تعداد مراکز اداری و آموزشی پراکنده شده است در این منطقه بترتیب ۸۹ و ١٤٥ واحد بوده است.

یافته‌ها

سنجش شاخص‌های رشد هوشمند شهری (اقتصادی-اجتماعی، کالبدی و زیست‌محیطی) در نواحی چهارگانه شهر اردبیل به شرح زیر است:

---

[1]Lacinak & Ristvej

[2] Eremia

گام اول: محاسبه ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ

محاسبه ماتریس هماهنگی: جهت ساخت هماهنگی، معیار هماهنگی برابر با مجموعه اوزان (W_j) شاخص‌هایی است که مجموعه (C_{KI}) را تشکیل می‌دهند.

$$c_{KI} = \frac{\sum_{j \in C_{KI}} w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j}$$

معیار هماهنگی (C_{KI}) منعکس‌کننده برتری نسبی A_K در مقایسه با A_I است، به‌طوری‌که $O \le C_{KI} \le 1$ خواهد بود. مقادیر مختلف معیارهای $(K,1=1,2...,M, K \neq 1) C_{KI}$ ماتریس هماهنگی C^1 را که طبیعتاً متقارن نیز خواهد بود تشکیل می‌دهد:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & \cdots & c_{In} \\ c_{2I} & - & \cdots & c_{2n} \\ c_{mI} & \cdots & c_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

محاسبه ماتریس ناهماهنگ: در مقایسه A_I , A_K با معیار ناهماهنگی مجموعه (C_{KI}) نشان‌دهنده تسلیم شدن و عدم برتری است در این گام، بعد از مشخص کردن مجموعه ناهماهنگی، مقدار بیشینه «اختلاف دو گزینه» را بر مقدار بیشینه «اختلاف گزینه‌ی» موجود در کل معیارها، تقسیم می‌کنیم.

رابطه (۲)

$$d_{KI} = \frac{\underset{j \in D_{KI}}{Max} \{ |v_{Kj} - v_{Ij}| \}}{\underset{j \in J}{Max} \{ |v_{Kj} - v_{Ij}| \}}$$

بر اساس رابطه ریاضی (۲)، ماتریس ناهماهنگی D^1 را تشکیل می‌دهیم:

$$D_x = \begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{In} \\ d_{2I} & - & \cdots & d_{2n} \\ d_{mI} & \cdots & d_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

گام دوم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر

مؤلفه‌های ماتریس هماهنگی را با یک مقدار حد آستانه مقایسه می‌کنیم :

$$D_x = \begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{In} \\ d_{2I} & - & \cdots & d_{2n} \\ d_{mI} & \cdots & d_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

بعد از مقایسه تمام مؤلفه‌ها با مقدار حداقل آستانه، بولین h که یک ماتریس با مؤلفه‌های صفر و ۱ است را تشکیل می‌دهیم، قاعده اختصاصی صفر و یک به‌صورت زیر است:

$$h_{ki} = 1, if c_{ki} \ge \bar{c}$$

$$h_{ki} = o, if c < \bar{c}$$

گام سوم: مشخص نمودن ماتریس ناهماهنگ مؤثر

برای تشکیل ماتریس ناهماهنگی مؤثر، باید مؤلفه‌های ماتریس را با مقدار آستانه محاسبه کنیم.

رابطه (۳)

$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=1}^{m} \sum_{i=1}^{m} d_{k1}}{m(M-1)} k \neq 1$$

ماتریس ناهماهنگی مؤثر را با رعایت قاعده زیر تشکیل می‌دهیم:

$$g_{ki} = 1, if c_{ki} \geq \bar{c}$$

$$g_{ki} = 0, if c_{ki} < \bar{c}$$

نتیجه حاصل از این مرحله، یک ماتریس با مؤلفه‌های صفر و یک است که مقادیر ۱ در این مؤلفه نشان‌دهنده تسلیم بودن مسلم گزینه K در مقابل گزینه ۱ است.

گام چهارم: مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر

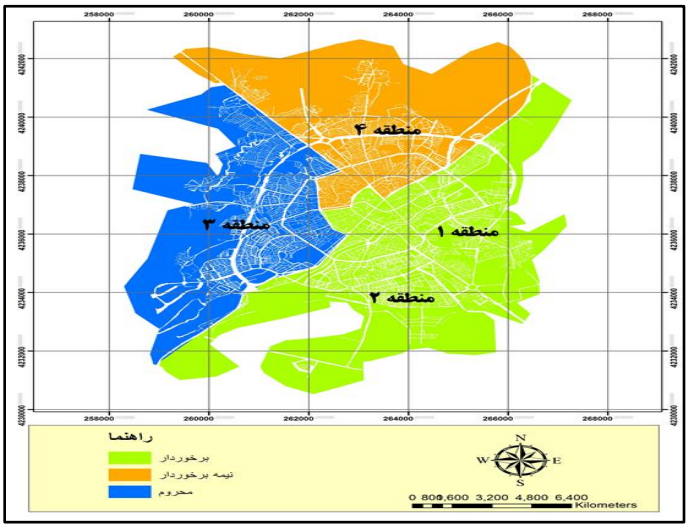
در نهایت دو ماتریس هماهنگی مؤثر و ناهماهنگی مؤثر را در هم ضرب می‌کنیم. این ماتریس در صورتی دارای مؤلفه‌های ۱ خواهد بود که، مؤلفه‌های متناظری که در هم ضرب شده‌اند ۱ باشد.

رابطه (٤) $$g_{ki} = h_{ki} \cdot g_{ki}$$

بررسی مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد کالبدی به شرح زیر است:

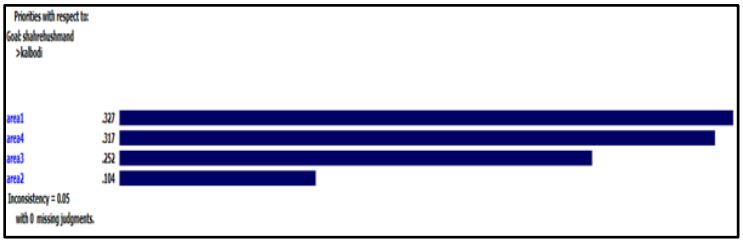
شکل ۱. خروجی مدل AHP با استفاده از ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ، مؤثر و ناموثر با توجه به شاخص های اجتماعی و اقتصادی

مناطق چهارگانه شهر اردبیل به لحاظ برخورداری از مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد (اجتماعی و اقتصادی) بدین گونه است که منطقه‌یک و دو در رتبه یک (برخوردار)، منطقه چهار در رتبه دوم (نیمه برخوردار)، منطقه سه در رتبه سه (محروم) قرارگرفته‌اند. بنابراین، ازلحاظ شاخص‌های (اجتماعی و اقتصادی) میزان برخورداری مناطق مختلف از شاخص‌های پژوهش به‌صورت یکسان نبوده است.



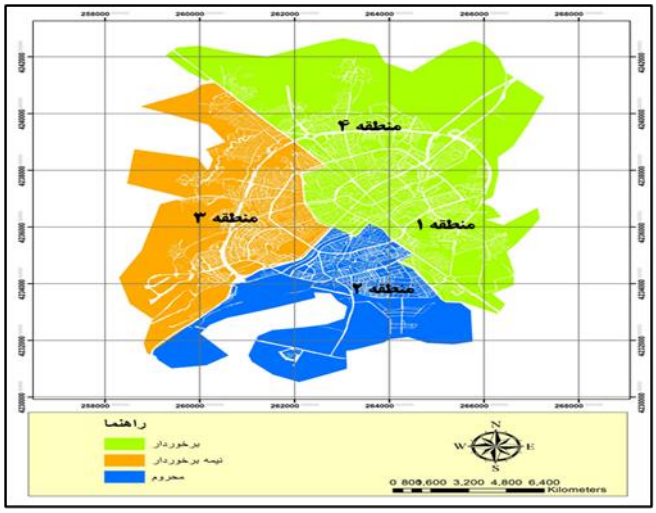
شکل ۲. نقشه سطح‌بندی شاخص‌های (اجتماعی اقتصادی)، مناطق شهر اردبیل بر اساس مدل AHP

بررسی مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد کالبدی به شرح زیر است:



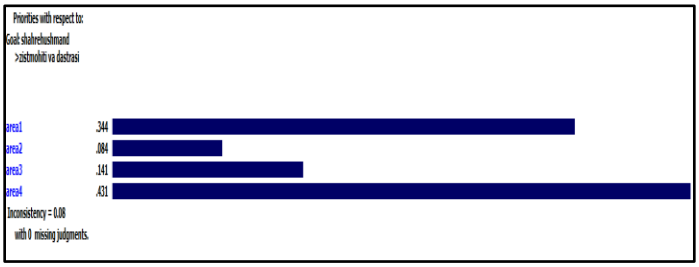
شکل ۳. خروجی مدل AHP با استفاده از ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ، مؤثر و ناموثر

نتایج بررسی مناطق چهارگانه شهر اردبیل به لحاظ برخورداری از مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد (کالبدی و زیرساختی) بدین گونه است که منطقه‌یک و چهار در رتبه یک (برخوردار)، منطقه سه در رتبه دوم (نیمه برخوردار)، منطقه دو در رتبه سه (محروم) قرارگرفته‌اند.بنابراین ازلحاظ شاخص‌های (کالبدی زیرساختی) میزان برخورداری مناطق مختلف از شاخص‌های پژوهش متفاوت بوده است.



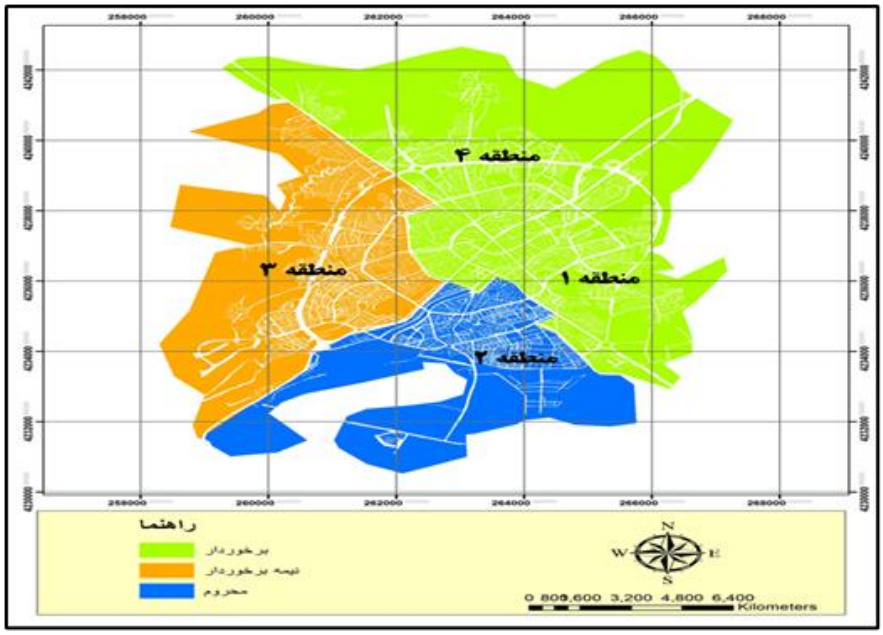
شکل ٤. نقشه سطح‌بندی شاخص‌های (کالبدی)، مناطق شهر اردبیل بر اساس مدل AHP

بررسی مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد زیست‌محیطی به شرح زیر است:



شکل ۵. خروجی مدل AHP با استفاده از ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ، مؤثر و ناموثر

یافته‌های بررسی مناطق چهارگانه شهر اردبیل به لحاظ برخورداری از مؤلفه‌ها و شاخص‌های رشد هوشمند شهری در بعد (زیست‌محیطی و دسترسی) بدین گونه است که منطقه چهار و یک در رتبه یک (برخوردار)، منطقه سه در رتبه دوم (نیمه برخوردار)، منطقه دو در رتبه سه (محروم) قرارگرفته‌اند. بنابراین ازلحاظ شاخص‌های (زیست‌محیطی و دسترسی) میزان برخورداری مناطق مختلف از شاخص‌های پژوهشی به‌صورت یکسان نبوده است.



شکل ٦. نقشه سطح‌بندی شاخص‌های (زیست‌محیطی و دسترسی)، مناطق شهر اردبیل بر اساس مدل AHP

تجزیه و تحلیل کلی شاخص‌های منتخب پژوهشی مناطق چهارگانه شهر اردبیل

گام اول: از بین بردن تفاوت‌های مقیاسی داده‌های تصمیم‌گیری با استفاده از رابطه (ماتریس نرمال)

$$r = \begin{pmatrix} r_{In} & \cdots & r_{۱In} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m۱} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} r = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_i (x_{ij})^{۲}}}$$ رابطه (۵)

گام دوم: اعمال اوزان معیارها و تشکیل ماتریس وزین V با استفاده از بردار معلومW

$$V = w * R$$

$$\begin{pmatrix} v_{I۱} & \cdots & v_{In} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m۱} & \cdots & v_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_{۱}*r_{I۱} & \cdots & w_{n}*r_{In} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m}*r_{m۱} & \cdots & w_{m}*r_{mn} \end{pmatrix}$$

گام سوم: تعیین مجموعه هماهنگی ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه‌هایI,k

$$(k, I = ۱, ۲, ۳, \ldots, M; ۱ \neq K)$$

مجموعه شاخص‌های موجود $J=\{j/j=1,2,...,n\}$ را به دو زیرمجموعه‌ی متمایز هماهنگ (C_{KI}) و ناهماهنگ (E) تقسیم می‌کنیم. مجموعه هماهنگ(C_{KI})از مقایسه گزینه‌هایA_1 وA_I که در آن صورت مثبت بودن جنبه‌های معیار، A_K از A_1 بیشتر است و در صورت منفی بودن جنبه‌های معیار (مانند هزینه) A_K ازA_1 کمتر باشد تشکیل می‌شود پس داریم:

$$C_{KI} = \{ j / x_{kj} \geq x_{ij} \}$$

و برعکس زیرمجموعه‌ی مکمل بانام مجموعه ناهماهنگ (C_{KI})مجموعه‌ای از شاخص‌ها است که به ازای آن داشته باشیم.

$$C_{KI} = \{ j / x_{kj} \geq x_{ij} \} = JC_{KI}$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس هماهنگی

جهت ساخت هماهنگی، معیار هماهنگی برابر با مجموعه اوزان (Wj) شاخص‌هایی است که مجموعه (C_{KI}) را تشکیل می‌دهند. در این صورت معیار هماهنگی (CKI) بین AK ، AI به این قرار است:

رابطه (٦)
$$C_{KI}=\frac{\sum_{j\in C_{ki}} w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j}$$

معیار هماهنگی (CKI) منعکس‌کننده برتری نسبی AK در مقایسه باAI است، به‌طوری‌که خواهد بود. $O\le C_{KI}\le 1$ هر چه این مقدار به ۱ نزدیک باشد، به ارجحیت بیشتر گزینه K نسبت به گزینه ۱ اشاره خواهد داشت.

در ادامه مقادیر مختلف معیارهای $(K,1=1,2...,M,K\neq 1)C_{KI}$ ، ماتریس هماهنگی C را که طبیعتاً متقارن نیز خواهد بود تشکیل می‌دهد.

$$C=\begin{bmatrix} - & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & - & \cdots & c_{2n} \\ c_{m1} & \cdots & c_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

گام پنجم: محاسبه ماتریس ناهماهنگی

در مقایسه با A_K ، A_I معیار ناهماهنگی مجموعه C_{KI} (برعکس معیار C_{KI}) نشان‌دهنده تسلیم شدن و عدم برتری است پس در این گام، بعد از مشخص کردن مجموعه ناهماهنگی، برای محاسبه معیار ناهماهنگی معیارهای C_{KI} و C_{IK} مقدار بیشینه «اختلاف دو گزینه» (مربوط به معیارهای ناهماهنگی) را بر مقدار بیشینه «اختلاف گزینه‌ی» موجود در کل معیارها، تقسیم می‌کنیم.

رابطه (۷)
$$d_{kI}=\frac{\underset{j\in D_{kI}}{Max}\left\{\left|v_{kj}-v_{Ij}\right|\right\}}{\underset{j\in J}{Max}\left\{\left|v_{kj}-v_{Ij}\right|\right\}}$$

بر اساس رابطه ریاضی بالا، ماتریس ناهماهنگی D۱ را تشکیل می‌دهیم:

$$D_x=\begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & - & \cdots & d_{2n} \\ d_{m1} & \cdots & d_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

گام ششم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر

برای این‌که بررسی نسبی بهتری در رابطه با ارجحیت گزینه‌ها نسبت به هم داشته باشیم، مؤلفه ماتریس هماهنگی را با یک مقدار حد آستانه مقایسه می‌کنیم تا ببینیم کدام‌یک از این مؤلفه‌ها از این آستانه حداقلی C^{-2} بیشتر هستند و حداقل انتظارمان را برآورده می‌سازد C^{-} را می‌توان به‌صورت متوسط از معیارهای هماهنگی به دست آورد.

$$D_X=\begin{bmatrix} - & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & - & \cdots & d_{2n} \\ d_{m1} & \cdots & d_{m(n-1)} & - \end{bmatrix}$$

بعد از مقایسه تمام مؤلفه‌ها با مقدار حداقل آستانه، بولین h که یک ماتریکس با مؤلفه‌های صفر و۱ است را تشکیل می‌دهیم. قاعده اختصاص صفر و یک به ازای هرکدام از مؤلفه‌ها به‌صورت زیر است:

$$h_{ki} = ۱, if c_{ki} \geq \bar{c}$$

$$h_{ki} = o, if c_{ki} < \bar{c}$$

هر مؤلفه‌ای در ماتریس H (ماتریس هماهنگ مؤثر) که داری مقدار۱ باشد، نشان‌دهنده یک گزینه مؤثر و به‌طور محسوس مسلط بر دیگری است.

گام هفتم: مشخص نمودن ماتریس هماهنگ مؤثر برای مؤلفه‌های ماتریس هماهنگی

برای تشکیل ماتریس ناهماهنگی مؤثر، باید مقدار آستانه را سطح ناهماهنگی نیز نامیده می‌شود، محاسبه مؤلفه‌های ماتریس را با آن مقدار آستانه محاسبه می‌کنیم.

رابطه (۷)
$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=۱}^{m}\sum_{j=۱}^{m} d_{k۱}}{m(m-۱)} k \neq ۱$$

ماتریس ناهماهنگی مؤثر را که ماتریس بولین G نام‌گذاری می‌کنیم با رعایت قاعده زیر تشکیل می‌دهیم:

$$g_{ki} = ۱, if c_{ki} \geq \bar{c}$$

$$g_{ki} = o, if c_{ki} < \bar{c}$$

نتیجه حاصل از این مرحله، یک ماتریس با مؤلفه‌های صفر و یک است که مقادیر ۱ در این مؤلفه نشان‌دهنده تسلیم بودن مسلم گزینه K در مقابل گزینه ۱است.

گام هشتم: مشخص نمودن ماتریس کلی و مؤثر

برای اینکه بتوانیم نهایتاً یک نتیجه‌گیری از برتری گزینه‌ها باهم داشته باشیم، دو ماتریس هماهنگی مؤثر و ناهماهنگی مؤثر را درهم ضرب می‌کنیم. این ماتریس در صورتی دارای مؤلفه‌های ۱ خواهد بود که وقتی ضرب ماتریسی مذکور انجام شد، مؤلفه‌های متناظری که درهم ضرب شده‌اند ۱ باشد. این به این معناست که برای دو گزینه K وI زمانی e_{ki} دارای برتری قابل‌قبول و گزینه I نسبت به K در ماتریس g_{ki} کامل تسلیم باشد.

رابطه (۷)
$$g_{ki} = h_{ki} \cdot g_{ki}$$

جدول ۲. خروجی نهایی مدل و رتبه‌بندی نهایی مناطق با استفاده از مدل ANP و AHP

رتبه نهایی	مناطق	خروجی نهایی مدل
۱	منطقه ۱ و ٤	Name / Graphic / Ideals / Normals / Raw منطقه1 — 1.000000 — 0.337866 — 0.167548 منطقه2 — 0.568399 — 0.192043 — 0.095234 منطقه3 — 0.610690 — 0.206332 — 0.102320 منطقه4 — 0.780660 — 0.263759 — 0.130798
۲	منطقه ۳	
۳	منطقه۲	

یافته‌های این بخش نشان‌دهنده‌ی آن است که منطقه‌یک و چهار شهرداری اردبیل بهترین ساختار رشد هوشمند شهری را در میان مناطق شهر اردبیل داراست (برخوردار)، منطقه سه متوسط در رتبه دوم (نیمه برخوردار) و منطقه دو با امتیاز پایین در رتبه سوم (محروم) قرارگرفته است.

ضریب پراکندگی

نتایج به‌دست‌آمده از روش ضریب پراکندگی نشان‌دهنده نابرابری بیشتر توزیع عناصر (شاخص‌های پژوهش) در سطح مناطق است و بیشترین نابرابری مربوط به شاخص‌های زیست‌محیطی ـ دسترسی و سپس در شاخص‌های کالبدی ـ زیرساختی است، و شاخص‌های اجتماعی ـ اقتصادی تا حدودی به‌طور متعادل توزیع‌شده‌اند.

نتیجه گیری

ساخت یک شهر هوشمند نیازمند اقداماتی یکپارچه در سطوح مختلف شهرداری و بافت اجتماعی است. شهر هوشمند یک مفهوم کل نگر است که هدف آن مقابله با چالش معاصر و بهره‌برداری از فرصتهای اخیر ارایه شده توسط پیشرفتهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و شهرنشینی است. علیرغم ادبیات گسترده در مورد مفهوم شهر هوشمند، هنوز یک درک روشن و واضح و اجماع عمومی در این باره وجود ندارد و محققان حوزه‌های علمی مختلف محتوای متنوعی را پیشنهاد کرده‌اند. به طوری که برخی فناوریهای هوشمند را به عنوان تنها یا حداقل مهمترین جزء شهر هوشمند مد نظر قرار داده اند، عده ای دیگر تعاریفی را پیشنهاد کرده اند که فراتر از فناوری است و بر این باورند که اتخاذ فناوری پایان کار نیست .فناوریها می‌تواند در شهرها برای توانمندسازی شهروندان از طریق تطبیق این فناوریها با نیازهای آنها به جای تطبیق زندگی آنها با الزامات فناوری مورد استفاده قرار گیرد. بررسی آرایه های وسیع در ادبیات نشان می‌دهد که معنای یک شهر هوشمند چند وجهی است. نتایج تجزیه و تحلیل تعاریف و مفاهیم شهر هوشمند حکایت از این دارد که سه موضوع در این میان کلیدی هستنند. ۱- زیرساختها برای مفهوم شهر هوشمند محوری و اساسی هستند. فناوری یک عامل توانمندساز برای شهر هوشمند است، اما لزوماً حیاتی ترین و مهمترین عامل نیست. ترکیب، اتصال و یکپارچگی سیستمها و زیرساختها برای هوشمند شدن یک شهر اساسی است. سیستمهای اصلی گسسته و مجزا نیستند و به یک شبکه چند بعدی و پیچیده از سیستمهای متنوع به هم پیوسته در یک شیوه هم‌افزایی که عملکرد بهتر و مطلوب را توزیع می‌کند، تبدیل شده اند

۲-فرآیندها (چگونه یک شهر هوشمند به وجود می‌آید) در تعاریف کاری مهم هستند. یک بخش کلیدی شهر هوشمند تغییر اساسی شیوه هایی است که خدمات تحویل داده میشود و ارایه شهر هوشمند در درجه اول درباره فناوری نیست، بلکه درباره بهبود و تحول خدمات است.

۳-چشم اندازها برای آینده بهتر مهم هستند. یک شهر هوشمند باید اقتصاد هوشمند، حکمروایی هوشمند، تحرک هوشمند، محیط هوشمند، مردم هوشمند و زندگی هوشمند و نحوه تعامل بین آنها را پیش‌بینی کند. اما داشتن چشمانداز برای هوشمندشدن به تنهایی کافی نیست و اقدامات در زمینه قانون گذاری، سیاست و تحول سازمانی مورد نیاز است. از طرفی نفوذ هوش به هر یک از زیرسیستمهای یک شهر به صورت مجزا برای ایجاد یک شهر هوشمند کافی نیست، بلکه این ابعاد باید به عنوان یک کل ارگانیک در نظر گرفته شود.

نکته کلیدی این است که شهرها باید پاسخگوی تغییرات زمینهای که در آن عمل می‌کنند باشند و اینکه چه چیزی باید به عنوان هوشمند در نظر گرفته شود بستگی به شرایط زمینه ای متنوع (متن و بستر) از قبیل سیستم سیاسی، شرایط جغرافیایی و انتشار فناوری دارد. در واقع راه حل های هوشمند به سادگی نمیتواند کپی شود و نیازمند این است که ارزش آنها برای زمینه های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. در حقیقت یک مسیر برای تبدیل شدن به هوشمند وجود ندارد و شهرهای مختلف روشهای مختلفی را اتخاذ کرده‌اند که بازتاب شرایط خاص آنهاست. شهرها نمیتوانند

به آسانی روش‌های خوب را کپی کنند، بلکه باید رویکردهایی که متناسب با شرایطشان است را توسعه دهند؛ چرا که دو شهر با شرایط یکسان وجود ندارد. در این میان مدیران شهری نباید حل تمام مشکلات شهر را هدف قرار دهند، بلکه به جای آن میبایست ظرفیت سیستمهای شهری را برای رویارویی و مقابله با طیف وسیعی از مسایل و مشکلات تقویت کنند. مدل شهر هوشمند به عنوان یک مدل توسعه شهری در نقاط مختلف یک کشور می‌تواند به موازات هم مد نظر قرار گیرد. بررسی آرایه های وسیع در ادبیات نشان میدهد که شهرهای مختلف اهداف متفاوتی را در زمینه هوشمندسازی دنبال کردهاند. اما هدف همه آنها از دنبال کردن اهداف مختلف متناسب با شرایط و اولویتهای شهرشان، ارتقاء کیفیت زندگی است.

محیط شهری امروزی شرایط پیچیده و پویایی دارد که این موضوع اهمیت به‌کارگیری فناوری‌های نوین و کارآمد را در شهرهای امروزی غیرقابل‌انکار می‌کند. در شهر اردبیل موقعیت جغرافیایی، شرایط اجتماعی و اقتصادی موجب بروز افزایش جمعیت، از دست رفتن زمین‌های زراعی و مشکلاتی دیگر شده است. هدف از این تحقیق امکان‌سنجی تحقق‌پذیری شهر هوشمند در ایران (مطالعه موردی :شهر اردبیل) است، در این تحقیق به‌منظور جهت تسهیل نمودن تجزیه‌وتحلیل از روش فرایند تحلیل شبکه ANP جهت دستیابی به بخشی از اهداف تحقیق استفاده گردید. در این روش، نرم‌افزار Super Decision جهت ارزش‌دهی دقیق لایه‌ها و شاخص‌ها و مقایسه میان محورها و نرم‌افزار expert choice برای تعیین وزن معیارها استفاده شد. در راستای تحلیل‌های مکانی نیز از بسته نرم‌افزاری Arc Gis استفاده گردید. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در بین مناطق شهر اردبیل، منطقه‌های ۱ و ٤ به ترتیب با ۰/۳۳ و ۰/۲٦ از پتانسیل شهر هوشمند برخوردار بودند و منطقه‌ی ۳ با امتیاز ۰/۲۰ از پتانسیل نیمه برخوردار و منطقه‌ی ۲ نیز با امتیاز ۰/۱۹ فاقد پتانسیل شهر هوشمند بودند، شکل ۲۲ این ارزیابی‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به ارزیابی داده‌های پرسشنامه‌ها افزایش مشکلات ناشی از تراکم جمعیت در مناطق ٤ گانه ی اردبیل دارای اولویت اول در موانع شهر هوشمند می‌باشند در گزینه‌های بعدی ضعف بنیه‌ی مالی مدیریت شهری، ناپایداری مدیریت شهری، تمایل و علاقه به مسکن مستقل و یکپارچه نبودن مدیریت شهری مهم‌ترین موانع رسیدن و هدف شهر هوشمند در شهر اردبیل است. در این تحقیق مطالعات در ۳ فاز مختلف انجام‌گرفته بود در این فازها که برای هر یک از مناطق موردبررسی قرارگرفته بود در هر ۳ فاز اعم از زیست‌محیطی، کالبدی، اجتماعی منطقه‌ی ۱ دارای اولویت اول بوده و بقیه‌ی مناطق در اولویت‌های بعدی قرار دارند. شکل‌های ۹، ۱۵ و ۲۱ اولویت‌بندی هر یک از مناطق را با استفاده از شاخص‌های موردبررسی نشان می‌دهد. در منطقه‌ی ۱ به دلیل وجود زیرساخت‌های مناسب و نزدیکی به مراکز خرید و همچنین نزدیکی به هسته‌ی اصلی شهر تا حدودی می‌توان گفت شهر هوشمند می‌تواند در این منطقه زودتر موفق باشد ولی به دلیل اینکه در سایر مناطق شهری اردبیل زیرساخت‌های مناسبی اعم از معیارهای ۳ گانه ی موردبحث به‌خوبی عمل‌نکرده نمی‌توانند در این مناطق موفق عمل بکنند. با توجه به بررسی‌های انجام‌گرفته در سطح شهر نشان داده شد که مناطق شهر اردبیل ازنظر مؤلفه‌های شهر هوشمند و تحرک متفاوت بودند و برخی مناطق همچون منطقه‌های ۱ و ٤ پتانسیل شهر هوشمند را دارا می‌باشند. به‌طورکلی نتایج تحقیق نشان می‌دهد که بین مناطق شهری اردبیل درزمینه تناسب با شاخص‌های رشد هوشمند شهری، تفاوت قابل‌توجهی وجود دارد و میزان برخورداری مناطق مختلف از شاخص‌های پژوهش به‌صورت یکسان نبوده است. لذا در این خصوص جهت توسعه آتی شهر ضروری است که توجه ویژه‌ای به مناطق با رتبه پایین شود.

منابع

احمد پور، احمد؛ کرامت اله زیاری، حسین؛ حاتمی نژاد، شهرام؛ پشاه آبادی، پارسا (۱۳۹۷)، مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند، مجله علمی ـ پژوهشی پژوهشکده هنر، معماری و شهرسازی نظر، سال پانزدهم، شماره ۵۸، صص ۵-۲۶.

احمدپور، احمد؛ زیاری، کرامت اله؛ حاتمی نژاد، حسین؛ پارسا، شهرام (۱۳۹۷)، شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی، دوره ۱۰، شماره۲، شماره پیاپی ۳۸، صص ۲۲-۱.

بردی آنامرادنژاد، رحیم ؛ نیکپور، عامر؛ حسنی، سیده زهره (۱۳۹۷)، تحلیل کالبدی فضایی نواحی شهری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند شهری(مطالعه موردی :شهر بابل) ، نشریه پژوهش و برنامهریزی شهری، سال۹، شمارۀ پیاپی ۳٤، صص ۱۹-۳۰.

خمر، غلام علی؛ حیدری، اکبر (۱۳۹۵): ارزیابی الگوی رشد هوشمند شهری در شهرهای ایران با تأکید بر شهر صدرا با استفاده از مدل SLEutH ، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، شماره ۵۳ ،صص ۱۸-۱

رحیمی, محمد؛ صباحی گراغانی، یاسر؛ حسن زاده، مرتضی (۱۳۹٤)، رتبه‌بندی فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری با استفاده ازمدل VIKOR مطالعه موردی: مناطق شهری کرمان، دومین کنفرانس علمی پژوهشی افق های نوین در علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی ایران، تهران، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین،https://www.civilica.com/Paper-NICONF02-NICONF02_155.html

روستایی، شهریور؛ پورمحمدی، محمدرضا و قنبری، حکیمه (۱۳۹٦)، بررسی نقش ساختاری حکمروایی خوب شهری در ایجاد شهر هوشمند (نمونه موردمطالعه :تبریز)، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره 31، صص123-146.

صادقی، محمد (۱۳۹۲)، «تحلیل الگوی گسترش فضایی شهر یزد و انطباق آن با الگوی رشد هوشمند شهری»، اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیطزیست پایدار، صص ۱-۱۸.

صرافی، مظفر؛ عبداللهی، مجید (۱۳۸۷)، تحلیل مفهوم شهروندی و ارزیابی جایگاه آن در قوانین، مقرارات و مدیریت شهری، مجله پژوهش های جغرافیایی، شماره ٦۳، صص ۱۳٤- ۱۱۵.

ضرابی، اصغر؛ محمدی، جمال؛ وارثی، حمید رضا (۱۳۹۰)، «تحلیل فضایی شاخص‌های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی: مناطق شهر اصفهان)»، پژوهش جغرافیای انسانی، شماره ۷۷، صص ۱-۱۷ .

عبدالهی، علی اصغر؛ فتاحی، مژگان (۱۳۹٦)، سنجش شاخص‌های رشد هوشمند شهری با استفاده از تکنیک ELEKTRE (مطالعه موردی: مناطق شهر کرمان)، فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره بیست و یکم، شماره ۲، صص ۱٤۷-۱۷۱.

فردوسی، سجاد؛ شکری، پری فیروزجاه (۱۳۹٤)، تحلیل فضایی کالبدی نواحی شهری بر اساس شاخص‌های رشد هوشمند (مطالعه موردی: نواحی شهر شاهرود)، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، شماره ۲۲ ،صص ۱۸-۱.

مهدی‌زاده، جواد (۱۳۷۹) برنامه‌ریزی کاربری زمین تحول دیدگاه‌ها و روش‌ها، فصلنامه مدیریت شهری، جلد ۱، شماره ٤، صص ۷۹-۷۰.

قربانی، رسول و همکاران (۱۳۹۳)، الگوهای نوین آمایش شهری،تبریز، انتشارات فروزش.

کمانداری، محسن؛ رهنما، محمد رحیم (۱۳۹٤)، ارزیابی شاخص‌های هوشمند در مناطق چهارگانه شهر کرمان، فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، سال هفدهم، شماره ۵۸، صص ۲۲٦- ۲۰۹.

کیانی، اکبر (۱۳۹۰)، شهر هوشمند ضرورت هزاره سوم در تعاملات یکپارچه شهرداری الکترونیک(ارائه مدل مفهومی-اجرایی با تأکید بر شهرهای ایران)، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱٤، صص ۳۹-٦٤.

مشکینی، ابوالفضل؛ مهدی‌نژاد، حافظ؛ پرهیز، فریاد (۱۳۹۲)، الگوهای فرانوگرایی در برنامه‌ریزی شهری، تهران، انتشارات امید انقلاب، چاپ اول.

مهاجری، مهسا؛ زنگنه، پری (۱۳۹۱)، رشد هوشمند شهری راهکاری برای کاهش آلودگی هوا در کلان شهرها ، اولین کنفرانس مدیریت و آلودگی هوا و صدا، دانشگاه صنعتی شریف ، تهران: ۱- ۸ .

Alawadhi Suha, Armando, Aldama-Nalda, Hafedh, Chourabi, Ramon, Gil-Garcia, Sofia, Leung, Sehl Mellouli, Taewoo Nam, Theresa A. Pardo, Hans J. Scholl, Shawn Walker, "Building understanding of smart city initiatives", 2012.

Alvarez, F et al. (2009). The Future Internet. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

Beretta, Ilaria (2018), The social effects of eco-innovations in Italian smart cities, Cities 72(115-121)

Chourabi, H. Taewoo, N. Shawn, W. J. Ramon, G.G. SehlMellouli, K. N. Theresa, A. P. & Hans J. S. (2012) Understanding smart Cities: An integrative framework. 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences. Available from: https /www.ctg.albany.edu/publications/journals/hicss_2012_smartcities.

Colin, Harrison; Ian Abbott, Donnelly, (2011). A THEORY OF SMART CITIES, Proceedings ofthe 55th Annual Meeting of the ISSS - 2011, Hull, UK, Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS

Eremia, Toma & Sanduleac, Mircea, Lucian & Mihai (2017), The smart city concept in the 21st century , Procedia Engineering 181 (2017) 12 – 19

Han, Hawken, Hoon & Scott (2018), Introduction: Innovation and identity in next-generation smart cities, City, Culture and Society 12 (2018) 1- 4

Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities (pp. 2–7). IBM Corporation Hawaii International Conference on System Sciences: 2289- 2297.

Karadag, t. (2013). An Evaluation of the Smart City Approach. (Master thesis). Middle East Technical University.

Knap, G.J.; Hopkin, L.D (2001). "The Inventory Approach to urban growth boundaries". The Ammerican Planning Association, 67 (3), 324-331.

Lacinak, Ristvej, Maros & Jozef (2017), Smart city, Safety and Security, Procedia Engineering 192 (2017) 522 – 527

Lewis, D, Jaana, M, (2005), Urban vulnerability and good governance, journal of contingencies and crisis management, 13 (2): 50-53

Feiock, Richard., Tavares, Antoni., Lubell,Mubell (2008), Policy Instrument Choices for Growth Management and Land Use Regulation. The Policy Studies Journal, 36 (3): 461–480.

Hawkins. C. V. (2011) "Smart Growth Policy Choice: A Resource Dependency and Local Governance Explanation". The Policy Studies Journal, 39(4), 682-697.