Urban Economics
Vol. 8, No. 1,(2023)
http://ue.ui.ac.ir
Doi: 10.22108/UE.2024.140882.1285

اقتصاد شهری
دوره ۸، شماره ۱، توالی ۱۳، سال ۱۴۰۲
صص: ۷۰- ۴۷
مقاله پژوهشی

Ranking of Iranian metropolises based on urban smartness index

Somayeh ghiasy [1], Sohrab delangizan[2*], Mohammad Sharif Karimi[3]

[1] PhD Student, Economics, Razi University, Kermanshah, Iran
[2] Professor, Economics, Razi University, Kermanshah, Iran
[3]Associate Professor, Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

Abstract: Due to widespread urbanization worldwide, the significant increase in population and its continuous growth have led to numerous challenges, particularly in metropolises, where the concentration of resources exacerbates these issues. Addressing these challenges requires scientific research for effective city management and planning to enhance residents' quality of life. Consequently, city managers and urban planners have emphasized the importance of smart city initiatives to overcome enhance urban living conditions. A smart city is a multidimensional concept encompassing various metrics. This study aims to assess the level of smartness in Iranian metropolises and introduce a composite index for measuring smartness and then ranking and clustering them. To achieve this, 41 variables related to six smart city indicators, including environment, economy, goverment, life, mobility and people were analyzed in 9 Iranian metropolises over years 1385 -1400. The smart city index was derived using analysis the two-stage principal component analysis (PCA) method in the Eviews software, followed by ranking metropolises based on urban intelligence level using the Friedman and Kendall's W test in SPSS software, and finally clustering them using XLSTAT. The resul indicate that the"environment"index had the most significant impact on smartness indicators. Moreover, among the metropolises in the country, city Tehran ranked highest while city Kermanshah ranked lowest in terms of smart.

Key Words: Smart city, combined intelligence index, principal component analysis technique, Cluster Analysis, Iranian metropolises.
JEL Classification: C43, C38, O18.

رتبه‌بندی کلان‌شهرهای ایران براساس شاخص هوشمندی شهری

سمیه غیاثی[۱]، سهراب دل انگیزان[۲*]، محمد شریف کریمی[۳]

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد شهری و منطقه ای، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۲- استاد گروه اقتصاد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳- دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۳۰

چکیده

با توجه به اینکه فرایند شهرنشینی در مقیاس وسیعی در سراسر جهان اتفاق افتاده است، افـزایش جمعیـت و رشـد روزافـزون آن، مشـکلات متعـددی را به‌ویژه در کلان‌شهرها با توجه به تمرکز بیشتر امکانات این شهرها ایجاد کرده است که رفع آنها به تحقیقـات علمـی بـه‌منظـور مـدیریت و برنامـه‌ریـزی مناسب برای اداره شهرها و ارتقای کیفی سطح زندگی آنها نیازمند است. براساس این، مدیران و برنامه‌ریزان شهری، هوشمندشـدن شـهر را الزامـی بـرای رفع موانع شهرها و ارتقای زندگی در آنها مطرح کرده‌اند. شهر هوشمند پدیده‌ای چندبعدی است که شاخص‌های مختلفی را در بر می‌گیرد. این پـژوهش با هدف تعیین سطح هوشمندی کلان‌شهرهای ایران و معرفی یک شاخص ترکیبی سنجش میزان هوشمندی و سپس رتبه‌بندی و خوشه‌بندی آنها صـورت گرفته است. بدین منظور، ۴۱ متغیر برای ٦ شاخص شهر هوشمند شامل محیط زیست، اقتصاد، حکومت، زندگی، تحرک و مردم هوشمند در ۹ کلان شهر ایران طی سال های ۱۴۰۰- ۱۳۸۵ تجزیه و تحلیل شدند. برای استخراج شاخص شهر هوشمند از روش تحلیل مؤلفـه اساسـی (PCA) دو مرحلـه‌ای در نرم‌افزار Eviews استفاده شد. سپس با به‌کارگیری آزمون فریدمن و W کندال در نرم‌افـزار SPSS کـلان‌شـهرهای کشـور براسـاس میـزان هوشـمندی رتبه‌بندی شدند و درنهایت با استفاده از XLSTAT خوشه‌بندی آنها انجـام شـد. نتـایج نشـان دادنـد شـاخص «محـیط زیسـت» بیشـترین تـأثیر را در شاخص‌های هوشمندی داشته است و همچنین بین کلان‌شهرهای کشور، شهر تهران در بالاترین و کرمانشاه در پایین‌ترین سطح هوشـمندی قـرار داشـته است.

واژه‌های کلیدی: شهر هوشمند، شاخص ترکیبی هوشمندی، تکنیک تحلیل مؤلفه اساسی، آنالیز خوشه‌ای، کلان‌شهرهای ایران.
طبقه‌بندی JEL: O18, C38, C43.

مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری اقتصاد دانشگاه رازی است.

*** Corresponding Author**: Sohrab Delangizan
E-mail address: somayeh.ghiasy@gmail.com, delangizan@razi.ac.ir, sharifkarimi@yahoo.com

2588-4867/ © 2024 University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC-ND/4.0/ License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

۱- مقدمه

مدیریت شهری در دهه حاضر با پیچیدگی‌های فراوانی در مسائل سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و فناوری مواجه است که علت اصلی آن گسترش روزافزون شهرنشینی در عصر حاضر است. افزایش مهاجرت از روستا به شهر مشکلات بسیار زیادی در شهرها به‌ویژه کلان‌شهرها ایجاد کرده است. براساس اطلاعات سازمان ملل متحدد، در سال ۱۹۵۰ میزان شهرنشینی حدود ۳۰ درصد بوده است، از سال ۲۰۱۸ تقریباً ۵۵ درصد از کل جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند (UN, 2018, p. 4) و این میزان در سال ۲۰۲۰ به ٥٦ درصد رسیده است. انتظار می‌رود این روند طی چند دهه آینده به‌طور مداوم افزایش یابد. سازمان ملل متحدد تخمین زده است جمعیت جهان در مناطق شهری تا سال ۲۰۵۰، به ٦٨ درصد خواهد رسید؛ براساس این، این شهرها بر محیط زیست اثر می‌گذارند و حدود ۷۰ درصد از منابع جهان را مصرف خواهند کرد. همچنین، به‌دلیل جمعیت متراکم شهری و تشدید فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، منابع انرژی به‌شدت مصرف می‌شوند و گازهای گلخانه‌ای به‌طور چشمگیری انتشار می‌یابند (Zheng et al., 2020, p.2).

کلان‌شهر به شهری گفته می‌شود که حداقل دارای یک میلیون نفر جمعیت باشد و در سلسله‌مراتب شهری بتواند به‌صورت مرکز کنترل اقتصاد جدید درآید (مرکز آمار).

با افزایش جمعیت جهان و تغییر به سمت محیط زندگی شهری، شهرها با چالش‌های چندرشته‌ای مواجه هستند که نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه و هوشمندانه است.

باتوجه به سرعت روزافزون شهرنشینی و ظهور کلان‌شهرهای متعدد، روزبه‌روز بر نقش کلان‌شهرها در رشد و توسعه اقتصاد ملی افزوده می‌شود. اگر تا چند دهه پیش کلان‌شهرها عموماً ازلحاظ رشد اقتصادی پراهمیت بودند، اکنون با توجه به روند رو به تعادل شبکه شهری، نقش کلان شهرها در توسعه اقتصاد ملی نیز مشهود شده است. کلان‌شهرهای امروزی کانون ثروت، قدرت، تولید انبوه، نوآوری فرهنگی، انواع ایدئولوژی‌ها و درنهایت کانون مصرف انبوه محسوب می‌شوند (خمر، ۱۳۸۵، ص. ۸۵).

کلان‌شهرها با ایجاد چارچوبی از زمین و سرمایه‌گذاری، آموزش مناسب و افراد متخصص را فراهم می‌کنند تا بتوانند علاوه بر بالابردن بازدهی و سود حاصل از سرمایه‌گذاری در شرکت‌های تجاری تراکم را در حد پذیرفتنی و فضای کالبدی شهر را ازلحاظ آسیب‌های زیست‌محیطی مصون کنند (Zhao & Chan, 2003, p. 266).

غالباً کلان‌شهرها از منابع گوناگون انسانی و مالی برخوردارند و به همین دلیل با حجم عظیم مهاجرت و تمرکز جمعیت مواجه‌اند. همین امر موجب شده است مهاجرت و رشد سریع شهرهای بزرگ به‌ویژه از مسائل و مشکلات عمده برنامه‌ریزی محسوب شوند.

جهانی‌شدن به‌واسطهٔ تحولات شگرف در حوزه‌های مختلف اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فناوری موجب ایجاد نمونه‌های جدیدی از شهرها شده است و طرح شهر هوشمند به‌عنوان راهبردی برای رفع مسائل ناشی از افزایش جمعیت و شهرنشینی درخور توجه اندیشمندان و پژوهشگران حوزه شهری قرار گرفته است.

طی چند دهه گذشته، ظهور شهرنشینی و فناوری ارتباطات از مهم‌ترین پدیده‌ها بودند. شهر هوشمند[1] راه‌حلی برای مقابله با چالش‌های ناشی از رشد تصاعدی جمعیت و شهرنشینی به‌خصوص در کلان‌شهرها است (Silva et al., 2018, p. 698).

مفهوم شهر هوشمند هنوز درحال تکامل است و هنوز یک مفهوم عمومی پذیرفته‌شده در سراسر جهان وجود ندارد؛ اما کاملاً واضح است که شهرهای هوشمند از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات برای افزایش سطح خدمات، رفاه شهروندان، پایداری و توسعه اقتصادی استفاده می‌کنند (Patrao et al., 2020, p. 1126).

کلان‌شهرها نقش مهمی در توسعه شهرنشینی و افزایش تولید ملی ایران داشته‌اند و به‌دلیل تمرکز امکانات متنوع، مهاجرت به سمت آنها زیاد است و بخش بزرگی از جمعیت کشور را در خود جای داده‌اند. مهاجرت‌ها سبب افزایش جمعیت کلان‌شهرها در سال‌های مختلف شده‌اند (رضائیان و رهنما، ۱۳۹۳ ،ص. ۸۸).

براساس اعلام کنگرهٔ بین‌المللی شهرهای بزرگ در

[1]. Smart City

ملبورن استرالیا، شهرهای بالای یک میلیون نفر را کلان شهر گویند (زنجانی، ۱۳۷۱، ص. ۱۹). در زمان حاضر در ایران شهرهای با جمعیت بالای یک میلیون نفر کلان شهر تعریف شده‌اند (پورتال کلان‌شهرهای ایران). چنانچه شهرهای بیش از یک میلیون نفر به‌عنوان کلان‌شهر در نظر گرفته شوند، در سال ۱۳۸۵، ۳۹/۹ درصد و در سال ۱۳۹۰، ۳۶/۲ درصد و در سال ۱۳۹۵، ۳۵/۱ درصد جمعیت ایران در کلان‌شهرها زندگی می‌کردند. ۳۵ درصد جمعیت ایران در شهرهای بالای یک میلیون نفر زندگی می‌کنند. تا سال ۱۴۲۵ جمعیت ساکن در کلان‌شهرها از ۳۵ درصد به ۵۵ درصد افزایش می‌یابد که قدرت نمایی بزرگ شهرنشینی است؛ بنابراین، طی دو دهه آینده ۲۳ کلان‌شهر بالای یک میلیون نفر جمعیت در ایران خواهیم داشت (فتحی، پژوهشکده آمار، خرداد ۱۳۹۹، ص. ۶).

در کلان‌شهرهای ایران نیز گرایش به هوشمندی شهری وجود دارد و هر کلان‌شهری برنامه و جایگاه خاص خود را برای رسیدن به آن دارد.به‌منظور تدوین سیاست گذاری‌های هوشمندی باید ارزیابی جامعی از وضعیت موجود هوشمندی شهرها ازنظر شاخص‌های هوشمندی صورت گیرد. ازطریق رتبه‌بندی کلان‌شهرها و تعیین موقعیت و رتبه آنها ازلحاظ میزان برخورداری از شاخص‌های هوشمندی و روشن‌کردن نقاط قوت و ضعف در هریک از زمینه‌های هوشمندی می‌توان به آن دست یافت. با اینکه رویکرد شهر هوشمند به‌عنوان یک راهبرد توسعه شهری نوین مطرح شده است، اجرای آن در کشورهای مختلف به‌خصوص کلان‌شهرهای ایران نیازمند بومی‌سازی است و باید با در نظر گرفتن شرایط محلی اقدام به پیاده‌سازی آن کرد. به بیان دیگر، در پیاده‌سازی راهبردهای توسعه شهری در ایران به‌ویژه در حوزه هوشمندی شهری باید شعار «جهانی فکر کن و محلی اقدام کن» به‌صورت جدی اجرا شود (حاتمی و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۳۱۵).

با توجه به رشد سریع شهرنشینی در ایران و مسائل فراوانی که درزمینهٔ برنامه‌ریزی شهری و هوشمندی در شهرها وجود دارد، تحقیق حاضر با هدف شناخت، تحلیل و رتبه‌بندی وضعیت شاخص‌های هوشمندی در کلان‌شهرها انجام شده است تا بتواند دید کلی از شاخص‌های هوشمندی ارائه کند و نقاط قوت و ضعف هر کلان‌شهر در هوشمندی شهری را نشان دهد.

از آنجا که هوشمندی شهری به رشد و توسعه بیشتر شهرها می‌انجامد، پرداختن به این امر ضروری به نظر می‌رسد. بدین منظور، داده‌های ۶ شاخص شهر هوشمند که در تمام مطالعات در این حوزه شناخته شده‌اند برای ۹ کلان‌شهر کشور طی دوره ۱۴۰۰- ۱۳۸۵ جمع‌آوری شده‌اند و سپس با روش تحلیل مؤلفه اساسی یک شاخص کلی به‌عنوان شاخص نهایی هوشمندی محاسبه شده است و کلان‌شهرها براساس آن رتبه‌بندی و خوشه‌بندی شده‌اند.

در واقع در مقاله پیش‌رو به‌دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که «در هریک از شاخص‌های هوشمندی کلان‌شهرهای ایران طی دوره زمانی ۱۴۰۰- ۱۳۸۵ چه جایگاهی دارند».

استفاده از مؤلفه‌های جدید و وسیع‌تر هوشمندی در مطالعه حاضر و معرفی جایگاه هریک از کلان‌شهرها در شاخص‌های هوشمندی و سپس بهره‌گیری از تکنیک‌های متداول شاخص‌سازی، برای برآورد شاخص نهایی هوشمندی شهری و خوشه‌بندی و رتبه‌بندی کلان‌شهرهای ایران، از جنبه‌های نوآوری پژوهش حاضر است.

نتایج مطالعه حاضر برای درک جایگاه کلان‌شهرهای ایران از نظر شاخص‌های هوشمندی مهم هستند و امید است شواهد جمع‌آوری‌شده به طراحی سیاست‌هایی برای بهبود میزان هوشمندی و تقویت نقاط قوت و رفع نقاط ضعف آنها کمک کند.

در همین راستا ساختاربندی مقاله حاضر به این صورت است که در ادامه، ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش مطرح می‌شوند. در بخش سوم روش انجام کار و نحوه اندازه‌گیری شاخص‌های هوشمندی ارائه می‌شوند. تجزیه و تحلیل یافته‌ها در بخش چهارم ارائه می‌شود. بخش پنجم نیز به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات سیاستی اختصاص دارد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- مبانی نظری

شهر اوج دستاورد انسانی است که پیشرفته‌ترین دانش را در چشم‌انداز فیزیکی از پیچیدگی فوق‌العاده قدرت و شکوه عینیت می‌بخشد و هم‌زمان نیروهای اجتماعی را

گـرد هـم مـی‌آورد کـــه مـــی‌تواننـــد شـگفت‌انگیزتـرین نوآوری‌های سیاسی، اجتماعی و فنی را مشخص کنند (هاروی، دیوید، ترجمه عارف اقـوامی مقـدم، ۱۳۹۲، ص. ۲۰).

امروزه، اهمیت شهرها در اقتصاد ملی، منطقـه‌ای و جهـانی برای دانشمندان و محققان امور شهری امری پذیرفته‌شده است. قرن بیست و یکم به قرن شهرها معروف شده است. در این قرن جهان شاهد رشد فزاینده شهرنشینی با پیشرفت علم و فنـاوری برای بهبود کیفیت زنـدگی بـوده اسـت؛ امـا در عـین حـال بـا مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ناشـی از آن نیـز روبه‌رو است (حاتمی، ۱٤۰۰، ص. ۳۱۵).

از ابتدای این قرن بسـیاری از جمعیـت جهـانی در سـطوح شهری اسکان یافته‌اند. این فرایند و رونـد در طـول چنـد دهـه اخیر سرعت بیشتری به خود گرفت. پیامد این فرایند، گسـترش کلان‌شهرها و پیدایش شهرهای جدیـد اسـت (Gasparini & Ruocco, 2014, p. 68).

افزایش مهاجرت از روستا به شهر، فشارهای اکولـوژیکی، اجتماعی و زیرساختی بیشتری را در بسیاری از شهرهای بزرگ کشورهای درحال توسعه ایجاد می‌کند.

به نظر می‌رسد امروزه رقابت اصلی در فرایند جهـانی‌شـدن میان مراکز شهری و نه میان دولت‌ها و ملت‌ها صورت می‌گیرد؛ اما شهرها به‌طـور ذاتـی بـا چـالش‌هـای پیچیـده و گسـترده‌ای مواجه‌اند که به هم مرتبط هستند. تجمع انبوه عظیمی از ساکنان منجر به آشفتگی و بی‌نظمی شده است و شرایطی را بـه وجـود آورده که نه‌تنها تعادل شهرها را به سقوط کشانده اسـت، بلکـه دستیابی به پایداری را با روش‌های کنونی اداره و توسعه شهری ناممکن کرده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷، ص. ۷).

بسیاری بر ایـن باورنـد کـه فراینـد شهرنشـینی بـا توسـعه اقتصادی رابطه مثبتی دارد؛ امـا بـا افـزایش اسـتفاده از منـابع و انـرژی بـا کمبـود مـواد غـذایی، تولیـد پسـماند و آلـودگی زیسـت‌محیطـی همـراه خواهـد بـود. درواقـع، بـا رونـدها و فرایندهایی که تا امروز در شـهرها روی داده اسـت، مخـاطرات بسیاری در آینده، شهرها را تهدید خواهند کـرد. بـدین منظـور، دانشمندان و محققان شـهری بحـث شـهرهای آینـده را مطـرح می‌کنند که این شهر متکی بر نوآوری، دانش پایه و مدرن اسـت (Snieška & Zykiene, 2014, p. 247).

شهرها در طول حیات خود جایگـاهی در شـبکه مبـادلاتی کسب می‌کنند تا سیستم‌هایی را از سطوح محلی تا جهانی شکل دهند. در این سیستم‌ها شـهرها تمایـل بـه کسـب منـابع بیشـتر نسبت به ظرفیت خود دارند تا تعاملات اجتماعی را به حـداکثر برسانند و خلاقیت ایجاد شود و سرمایه و جمعیت زیـادی نیـز جذب کنند. در بلندمدت این تعـاملات و مبـادلات بـه تمرکـز سرمایه و جمعیت در چند شهر اصلی منجر می‌شود کـه نسـبت به دیگر شهرهای سیستم مدنظر رشد سریعی به خود مـی‌گیـرد. این رشد سریع جمعیتی در این شهرها به پیدایش کـلان‌شـهرها منجر می‌شود (Singh, 2015, p. 3).

در عصر حاضـر، رونـد روبـه‌رشـد جمعیـت و در پـی آن افـزایش و تنـوع مشـکلات شـهری در جنبـه‌هـای مختلـف و همچنین دگرگونی‌هـای حاصـل از پیشـرفت علـم و صـنعت و طرح نیازهای جدید سازمانی و اجتماعی نیازمند مدیریت جدید و کارایی است. یکی از مفاهیم جدید برای مقابله با چالش‌هـای کنونی شـهرها در عرصـهٔ برنامـه‌ریـزی شـهری، توسـعه شـهر هوشمند است (شکری غفاربی، ۱٤۰۱، ص. ۳٦۲).

با توجه به اینکه شهرها به‌عنوان اجزای تقسیمات جغرافیایی هر کشور، اغلب مهد خلاقیت و محیط‌های نوآورانه مدنی محسوب می‌شوند، نوآوری و پیشرفت در شهرها و متعاقباً هوشمندشـدن آنها برای رشد و توسـعه اقتصـادی کشـورها ضـروری هسـتند (آسایش و مهینی زاده، ۱٤۰۰، ص. ۱۱۲).

پیاده‌سازی شهر هوشمند می‌تواند به غلبه بر محدودیت‌های مدل‌های سنتی توسعه شهری کمک کند.

اولین گام برای ایجاد شهر هوشمند، درک مفهوم آن اسـت. با توجه به وسعت کارایی و تعدد تعابیر شهر هوشمند، تعاریف مختلفی برای آن ارائه شـده اسـت. اصـطلاح هوشـمندی یـک عبارت رایج در سیاست‌های شهری است که از چند دهه پـیش تاکنون به وجود آمد و اشـاره بـه اسـتفاده هوشـمند از فنـاوری اطلاعـــات بـــرای بهبـــود بهـــره‌وری و کـــارایی خـــدمات و زیرسـاخت‌هـای شـهری دارد. هوشـمندی توانـایی اسـتفاده از اطلاعات و تبدیل آنها به دانش به‌منظور استفاده در برنامـه‌هـای اجرایی (عملی) اسـت (Mosannenzadeh et al., 2014, p. 684).

تحقق شهرهای هوشـمند از مهـم‌تـرین اهـداف پـیش‌روی دولت‌ها و نهادهای توسعه شهری اسـت؛ بـه‌طـوری‌کـه بیشـتر

شهرها در سرتاسر جهان برای دستیابی به برند هوشمندشدن رقابت می‌کنند؛ بنابراین، با توجه به رشد سریع پیش‌بینی‌شدهٔ جمعیت و افزایش شهرهای جدید، هوشمندسازی شهرها ضروری است. بشر در آینده، زندگی در شهرهای هوشمند را تجربه خواهد کرد و این خصوصیتی است که باعث شده است شهرهای هوشمند به‌عنوان شهرهایی متمایز و حتمی در جهت الگوی ساخت شهرهای آتی شناخته شوند (Manville, 2014, p. 21).

نام و پاردو بر این باورند که شهر هوشمند با کمک فناوری های جدید هوشمند زمینه و بستر دسترسی پذیری را فراهم کرده است. آنها تأکید می‌کنند هدف شهر هوشمند «ایجاد محیطی است که هر شهروندی بتواند به هر خدمتی در هر زمانی که دلخواه آنهاست دست یابد». تحقق‌پذیری شهرهای هوشمند به‌دلیل فراگیربودن راهبردهای آن در همه ابعاد شهر وابسته به موضوعات متنوعی است که این موضوعات می‌توانند به چهار دسته تقسیم شوند:

موضوعات فناورانه، موضوعات مربوط به سیاست‌ها، موضوعات مدیریتی و موضوعات زمینه‌ای. شهرهای هوشمند از اطلاعات و فناوری ارتباطات بسیار سود می‌برند؛ با این حال، آنها فقط به فناوری اطلاعات محدود نمی‌شوند (Anthopoulos et al., 2015, p. 525)، بلکه اهداف توسعهٔ اجتماعی – اقتصادی را در بر می‌گیرد (Nam & Pardo, 2011).

کاراگلیو و دل بو، شهر هوشمند را شهری می‌دانند که در سرمایه انسانی و اجتماعی و زیرساخت‌های ارتباطی مدرن سرمایه‌گذاری می‌کنند که به رشد اقتصادی پایدار و کیفیت بالای زندگی کمک می‌کند (Caragliu & Del Bo, 2011, p. 68).

مفهوم شهر هوشمند براساس ترکیبی از ایده‌ها دربارهٔ چگونگی ارتباط فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهبود عملکرد شهرها، بهبود رقابت‌پذیری آنها، افزایش کارایی آنها و یافتن راه های جدید برای مقابله با مشکلات فقر، محرومیت اجتماعی و مدیریت ضعیف محیط زیست است. تعجب‌آور نیست که مفهوم هوشمند ارتباط مستقیمی با مفهوم و عملکرد بین المللی شهرهای پایدار توسعه دارد؛ بنابراین، می‌توان تصور کرد مفهوم شهرهای هوشمند و پیاده‌سازی آن می‌تواند به‌طور بالقوه به مفهوم و عملکرد توسعه پایدار شهری کمک کند که شامل اقتصاد، محیط زیست و برابری می‌شود (Gori et al., 2015, p. 9).

اجزای مفهومی یک شهر هوشمند شامل سه دسته فناوری، مردم و نهادها است. یک شهر زمانی می‌تواند شهری هوشمند معرفی شود که سرمایه‌گذاری‌ها در نواحی خاصی از توسعه باعث پایداری رشد و تغییر کیفیت زندگی شهروندان شود (Dawes & Pardo, 2002, p. 261).

هریسون و همکاران (۲۰۱۱)[2] عنوان می‌کنند که هنگام به‌کارگیری واژه هوشمند در موضوع شهرسازی، نظریه‌های شهر هوشمند می‌توانند به‌صورت زیر در چهار گروه اصلی دسته‌بندی شوند:

نظریه اول، ماشین هوشمند: در نظریه ماشین هوشمند تأکید بر اتوماسیون به‌عنوان یکی از دو جنبه اصلی هنگام استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی یا خردمحور در شهر هوشمند است. زمانی که کارهای شهر با این ماشین‌ها انجام می‌شوند، در صورتی که آنها به حد کافی با حسگرهای اطلاعاتی قوی و الگوریتم‌های محاسباتی خردمند شده باشند، قادر خواهند بود از عهده پیچیدگی اعمال شهری برآیند (Cohen, 2012, p. 61).

نظریه دوم، ورای ماشین هوشمند، درگیرکردن جوامع، سازمان‌ها، کسب‌وکارها: کارمر معتقد است فناوری به‌وضوح شرط لازم برای شهر هوشمند است؛ اما درک مفهوم شهروندان دربارهٔ توسعه جامعه شهری برای کیفیت بهتر زندگی است. تصویب فناوری‌های به‌روز فی‌نفسه موفقیت طرح شهر هوشمند را تضمین نمی‌کند. در عوض، نوآوری در سبک مدیریت، در جهت سیاست و ارتقای قابلیت‌های جامعه باعث می‌شود شهر برای زندگی بهتر شود. موفقیت پروژه شهر هوشمند توسط تکنولوژی یا سرمایه فنی مشخص قطعیت ندارد. موفقیت به رهبری و هماهنگی سازمانی وابسته است. فناوری به‌خودی‌خود هیچ سهمی در نوآوری ندارد (Kraemer, 2003, p. 190).

نظریه سوم، شهرهای یادگیر، یادآور و تطبیق‌پذیر: این گروه از نظریه‌پردازان فعالیت شهر هوشمند را بیش از درگیرکردن جوامع شهری در شبکه‌های بزرگ‌تر درون شهری می‌دانند. آنها

[2] Harrison et al

دامنه فعالیت‌های شهر هوشمند را تبادل با شهرهای هوشمند دیگر و آموختن از مهم‌ترین استراتژی‌های مدیریتی و رهبری آنها و تبدیل این یادگیری‌ها به اتفاقاتی نوآورانه می‌دانند.

نظریه چهارم، سرمایه‌گذاری برای آینده: گروه دیگری از نظریه‌پردازان، شهر هوشمند را از زوایای اقتصادی می‌نگرند (جدیری، ۱۳۹۵، ص. ٦٩). براساس این، باید بیان کرد هوشمندبودن در هر شهری مبتنی بر ماشینی‌بودن، مدیریت جامع و کارآمد و یکپارچه در تمامی سازمان‌ها، نوآوری و مهارت بالای نیروی انسانی، تعامل و تبادل با سایر شهرهای هوشمند و اقتصادی فعال و پایدار است.

اعمال یک شهر زمانی هوشمند است که سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های اجتماعی و انسانی و تقویت زیرساخت‌های ارتباطی سنتی (حمل‌ونقل) و مدرن (فناوری‌های ارتباطات و اطلاعات)، رشد اقتصادی و انرژی پایدار، کیفیت بالای زندگی به همراه مدیریت خردمندانه منابع ازطریق حکمروایی مشارکتی صورت گیرد (Caragliu et al., 2016, p. 659).

شهرهای هوشمند نتیجه استراتژی های خلاق و دانش‌محور هستند که هدف آنها ارتقای عملکرد رقابتی، پشتیبانی، اکولوژیکی و اقتصادی – اجتماعی شهرها است. چنین شهرهای هوشمندی بر پایه ترکیبی نویدبخش از سرمایه های انسانی (نیروی کار ماهر)، سرمایه های زیرساختی (امکانات ارتباطی با تکنولوژی بالا)، سرمایه‌های اجتماعی (ارتباطات شبکه‌ای باز و شدید) و سرمایه‌های کارآفرینی (فعالیت‌های کسب‌وکار ریسک‌پذیر و خلاق) قرار دارند (Kourtit & Nijkamp, 2012, p. 233).

مدیریت شهرها به‌خصوص کلان‌شهرها از پیچیدگی و حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. این پیچیدگی در اکثر سیستم‌های مدیریت وجود دارد. مدیریت شهری درواقع تلاش برای اداره پدیدهٔ پیچیده و سیستمی شهر است. ساختار مدیریت شهری یکی از ابعاد بسیار مهم حکمرانی شهری محسوب می‌شود. با توجه به مفاهیمی که از حاکمیت خوب برمی‌آید، به نظر می‌رسد بنیان تغییرات هدفمند، توسعه شهری، ارتقای کیفیت زندگی، افزایش خدمات به شهروندان در ایجاد حکمروایی خوب شهری است (Hall, 2005, p. 3).

یک شهر باید یک مکان خلاق و پایدار باشد که کیفیت زندگی را بهبود ببخشد، محیطی دوستانه‌تر ایجاد کند و توسعه اقتصادی قوی‌تر را به همراه آورد. براساس این، شهرهای هوشمند می‌توانند به حل مشکلات شهری کمک کنند و برای اجرایی‌کردن این مهم شناخت مؤلفه‌ها، شاخص‌ها و رتبه‌بندی آنها برای اولویت‌بندی اقدام‌ها و عملیاتی‌کردن ایده‌ها حائز اهمیت خواهد بود (حسنی و احمدی، ۱۳۹۹، ص. ۳).

محققان مختلف در جهان شاخص‌های مختلفی را برای شهر هوشمند معرفی کرده‌اند که البته اکثریت شبیه به هم هستند و بررسی‌هایی که در این زمینه انجام شد نشان دادند اکثریت محققان در جهان شش شاخص اقتصاد، حکومت (دولت)، محیط زیست، تحرک (حمل‌ونقل و ICT)، زندگی و مردم را به‌عنوان شاخص‌های هوشمندی معرفی کرده‌اند. بررسی وضعیت شاخص‌های هوشمندی در کلان‌شهرها و میزان برخورداری از این شاخص‌ها گامی مهم در جهت ارتقای این شهرها خواهد بود.

همان‌طور که ذکر شد شناخته‌شده‌ترین پژوهش در این زمینه که همه محققان به آن ارجاع می‌دهند، در سال ۲۰۰۷ توسط گفینگر[3] به همراه دانشگاه نپیر ادینبورگ[4] برای رتبه‌بندی ۷۰ شهر در اتحادیه اروپا انجام شد که در آن شهر هوشمند دارای شش شاخص (مؤلفه یا ابعاد) مذکور عنوان شده است.

آنچه این پژوهشگران و بعداً سایرین، به‌عنوان محورهای (متغیرهای) این شاخص‌ها بیان داشتند، به شرح زیر است:

۱- اقتصاد هوشمند: این شاخص بر رقابت‌پذیری تأکید دارد که در آن فناوری، انعطاف‌پذیری بازار کار، کارآفرینی و نوآوری برای تقویت توسعه کسب وکار، اشتغال و رشد شهری مهم هستند.

۲- مردم هوشمند: این شاخص سرمایه اجتماعی و انسانی همچون یادگیری طولانی‌مدت و مهارت سطح آموزشی، کثرت قومی و اجتماعی، مشارکت در زندگی عمومی و خلاقیت تعریف می‌شود.

۳- دولت هوشمند: این شاخص مشارکت در تصمیم‌گیری، خدمات عمومی و اجتماعی و استراتژی‌های سیاسی است.

٤- تحرک هوشمند: این شاخص حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) را در بر می‌گیرد که حمل‌ونقل

[3] Rudolph Giffinger
[4] Edinburgh Napier University

پایدار، سیستم‌های نوآورانه و ایمن، شبکه‌های نظارت و کنترل و همچنین فناوری‌های موجود برای جمع‌آوری و ارائه اطلاعات به کاربران و مدیران حمل‌ونقل را به کار می‌گیرد.

۵- محیط زیست هوشمند: این شاخص بیشتر به منابع طبیعی اهمیت می‌دهد و به آلودگی، حفاظت از محیط زیست، مدیریت منابع پایدار و مدیریت خدمات شهری برای دستیابی به محیط خدمات شهری کارآمدتر و پایدار می‌پردازد.

٦- زندگی هوشمند: این شاخص کیفیت زندگی مانند امکانات فرهنگی، شرایط بهداشتی، ایمنی فردی، کیفیت مسکن، امکانات آموزشی، جذابیت گردشگری، انسجام اجتماعی را در بر می‌گیرد.

محققان خارجی زیادی همانند کمیته الکترونیک و شهرهای مبتنی بر دانش (۲۰۰۹)، تاپتا (۲۰۱۰)، کمپانی هیتاچی، نیجکامپ و همکاران (۲۰۱۱)، یوشیکاوا و همکاران، چورابی و همکاران (۲۰۱۲)، یوسفی و همکاران (۲۰۱٦)، آلبینو و همکاران، سیلوا (۲۰۱۸)، کاراگلیو و دل بو (۲۰۱۹و۲۰۱۸)، سینگ و همکاران (۲۰۲۲) و بولیوار و همکاران (۲۰۲۳) و همچنین محققان داخلی همچون پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷)، نسترن و پیرانی، اسماعیل زاده و همکاران، رهنما و همکاران، حاجی علیزاده و قاسم‌زاده، ارباب و فصیحی (۱۳۹۹)، شامی، حاتمی و محمدی (۱٤۰۰)، نخجیرکان و همکاران (۱٤۰۲) و سایر پژوهشگران اکثراً این شاخص‌ها و محورها را در تحقیق‌های خود عنوان کرده‌اند.

در این مطالعه شاخص‌ها با بررسی‌های عمیق کارشناسی از مطالعات و تحقیقات داخلی و خارجی انجام‌شده توسط کارشناسان و محققان برنامه‌ریزان و مؤسسات علمی متعدد، سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران و گزارشی انتخاب شده‌اند که شرکت بین‌المللی مکنزی[5] (۲۰۱۸) برای کلان‌شهر تهران و همچنین معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی دفتر مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵) تدوین کرده است. در این پژوهش، شش بُعد اساسی شهر هوشمند، مدنظر قرار خواهد گرفت که شامل اقتصاد هوشمند، حکومت هوشمند، محیط زیست هوشمند، تحرک هوشمند، زندگی هوشمند و مردم هوشمند است. در رویکرد کل‌نگر، اجزای شهر هوشمند به سه عامل کلیدی طبقه‌بندی می‌شوند: عوامل انسانی و اجتماعی مانند یادگیری، آموزش، سرمایه اجتماعی، منابع و مهارت‌های انسانی و همچنین به عوامل سازمانی (نهادی) مانند نقش ذی‌نفعان و تأمین‌کنندگان منابع مالی مورد نیاز شهر، حکومت و سیاست‌های آن و نیز عوامل تکنولوژیکی مانند زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری (شکل ۱).

هدف غایی از طرح اندیشه شهر هوشمند را ایجاد توسعه اقتصادی پایدار و بهبود کیفیت زندگی شهروندان می‌دانند.

شکل ۱. رابطه بین اجزا و مشخصه‌های شهر هوشمند

مأخذ: Nam–Pardo (2011), European Parliament (2014), Szendi et al. (2020)

۲-۲- مطالعات پیشین

۲-۲-۱- خارجی

- چورابی و همکاران در یک پژوهش با عنوان «آشنایی با شهرهای هوشمند؛ یک چارچوب یکپارچه»، ضمن اشاره به تعاریف مختلف در ادبیات شهرهای هوشمند، ۸ عامل اصلی را در یک چارچوب یکپارچه دربارهٔ ابتکار شهرهای هوشمند معرفی می‌کنند:

۱. مدیریت و سازمان، ۲. فناوری، ۳. حکمروایی، ٤. سیاست، ۵. مردم و جوامع، ٦. اقتصاد، ۷. زیرساخت‌ها و ۸. محیط طبیعی. آنها فناوری را به‌عنوان یک فراعامل در نظر می‌گیرند که بر هفت عامل دیگر تأثیر می‌گذارد (chourabi et al., 2012, p. 2290).

- کالداهل و همکاران در پروژه‌ای با عنوان «شهر هوشمند،

[5] MGI

یک استراتژی توسعه پایدار برای یک شهر جهانی»، مفهوم شهر هوشمند را به‌عنوان ساختار شهری بالقوه بررسی کرده‌اند که می‌تواند به چالش‌های اجتماعی و اقتصادی جامعه رسیدگی کند. درنهایت، برای پیشبرد این امر، رویکرد توسعه پایدار را برای کمک به سوی هوشمندی پیشنهاد کردند (Colldahl et al., 2013, p. 5).

– هبیتات در مقالات موضوعی با عنوان «شهرهای هوشمند»، خصوصیات متنوع (پایداری، کیفیت زندگی، جنبه‌های شهری و هوشمندی)، مسائل و موضوعات (جامعه، اقتصاد، محیط و حکمروایی) و زیرساخت‌های مورد نیاز (زیرساخت‌های فیزیکی، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات) اختصاص‌یافته به این مفهوم (شهر هوشمند) را بررسی می‌کند و ضمن تأکید ویژه بر حکمروایی شهر هوشمند اشاره می‌کند. تلاش برای هوشمندی انتظار می‌رود نه‌تنها کارایی سیستم‌های پیچیده شهری را تقویت کند، بلکه کیفیت و ارائه کارآمد خدمات اساسی را ازطریق راه‌حل‌های متنوع الکترونیک افزایش دهد، شهروندان را ازطریق دسترسی به دانش و فرصت‌ها توانمند کند و با چالش‌های زیست‌محیطی و مخاطرات فاجعه‌آمیز ازطریق اقدامات توانمندشده با فناوری‌های جدید مقابله کند (Habitat, 2015, p. 21).

– فراست و سالیوان ملاکی را ارائه دادند که یک شهر هوشمند باید دارای شاخص‌های زیر باشد: انرژی هوشمند، ساختمان‌های هوشمند، تحرک هوشمند، مراقبت‌های بهداشتی هوشمند، زیرساخت‌های هوشمند، فناوری‌های هوشمند، حاکمیت هوشمند، آموزش وپرورش هوشمند و شهروندان هوشمند (Frost & Sullivan, 2016, p. 2).

– مداکام و رامسماوی مطالعه‌ای با عنوان «شهر هوشمند پایدار: مصدر (امارات متحده عربی) (شهری: متعادل اکولوریکی)» انجام داده‌اند و پیاده‌سازی شهرهای هوشمند پایدار را براساس انرژی‌های طبیعی بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند شهر مصدر یک شهر هوشمند پایدار ازلحاظ انرژی طبیعی به‌خصوص خورشیدی است (Madakam & Ramaswamy, 2016, p. 2).

– ایندراواتی و همکاران در پژوهشی با عنوان «شاخص‌های اندازه‌گیری اقتصاد هوشمند: یک چشم‌انداز برای اندونزی»، متغیرها و شاخص‌های استفاده‌شده برای اندازه‌گیری شهر هوشمند را بررسی می‌کنند. آنها ۸ شاخص شامل روحیه ابتکاری، کارآفرینی، تحرک بین‌المللی، بهره‌وری، پایداری، انعطاف پذیری بازار نیروی کار، رفاه، علائم تجاری، قابلیت دگرگونی را برای اندازه‌گیری هوشمندی اقتصاد در اندونزی، پیشنهاد و به‌طور جداگانه توریسم را بررسی کردند (Indrawati et al., 2018, p. 173).

– اسکولار و همکاران رتبه‌بندی شهرهای هوشمند را برای کمّی سازی درجه تحقق شهر هوشمند مناسب دانستند و با بررسی ۳۸ شاخص ICT در سه شهر هوشمند نیویورک، سئول و سانتاندر با روش تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM)[6] یک ماتریس تصمیم گیری ایجاد کردند و سپس با روش تاپسیس (Topsis)[7] و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[8] با مقایسه زوجی، این شهرها را ازنظر هوشمندی رتبه‌بندی کردند؛ به‌طوری‌که نیویورک بالاترین ارزش انباشته شاخص‌های پیشنهادی ICT را دارد (Escola et al., 2018, p. 44).

– دل ملو توریس و همکاران یک تحلیل مقایسه‌ای و رتبه بندی بین دو شهر هوشمند سائوخوزه دوس کامپوس[9] برزیل و تولوز[10] فرانسه انجام دادند. آنها با روش تحلیل کیفی Z رتبه‌بندی این دو شهر را ازنظر همگرایی بین شاخص‌های هوشمندی ارائه کردند. با اینکه این دو شهر ویژگی منطقه‌ای مشابهی برای توسعه فناوری دارند و فعالیت اصلی صنعتی هر دو هوانوردی است، تولوز یک طرح جامع پنج ساله برای هوشمندشدن دارد و نتایج به‌دست‌آمده این را توجیه می‌کند؛ اما سائوخوزه دوس کامپوس فقط ابتکارات مجزای شهر هوشمند را دارد و به تکامل پذیرش سیاست‌های هوشمندی نیاز دارد (De Mello Toulouse, 2019, p. 261).

– پاترائو و همکاران در یک مطالعه مروری، شاخص‌های مختلف شهر هوشمند را ارزیابی کردند. آنها بیان داشتند ارزیابی شهر هوشمند می‌تواند مزایای نظارت بر شاخص چندگانه‌های عملکرد مهم را برای بازیگران و ذی‌نفعان مختلف، مانند مقامات شهری، سرمایه‌گذاران و آژانس‌های مالی، محققان و شهروندان روشن کند. همچنین ازنظر آنان همه تعاریف شهر هوشمند حداقل یک هدف مشترک دارند که بهبود کیفیت زندگی شهری است (Patrao, 2020, p. 1126).

[6] Multiple Attribute Decision Making
[7] Technique for order preference by similarity to ideal solution
[8] Analytical Network Process
[9] Sao Jos e dos campos
[10] Toulouse

– طارق و همکاران شهرهای بزرگ استرالیا را براساس ٦ مؤلفه هوشمندی با ۹۰ شاخص با روش استانداردسازی Z، بررسی و توصیه‌هایی برای بهبود هوشمندی شهری برای دستیابی به آینده‌ای روشن‌تر ارائه کردند؛ بدین صورت که دولت‌های ایالتی در شهرهای با رتبه پایین‌تر مانند هوبارت، بریزین و آدلاید برای حضور بهتر کارآفرینان اقتصادی روی زیرساخت‌ها سرمایه‌گذاری کنند و در شهرهای متراکم و با رتبه بالاتر مانند سیدنی، ACT و ملبورن بر ارتقای مهارت افراد در صنایع دانش‌محور تمرکز کنند. آنان ثابت کردند مقایسه مؤثر در شهرهای متوسط و بزرگ داخل یک کشور نیز امکان‌پذیر است (Tariq et al., 2018, p. 13).

– های‌دوک با یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و تکنیک تاپسیس، ٦٦ شهر لهستان را براساس ۲۱ معیار طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ ارزیابی کرد و نشان داد بخش انرژی برای شهرهای هوشمند پایدار بسیار مهم است و رهبران شهری و شهرداری‌ها باید شرکت‌های فعال درزمینهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر و سبز را جذب کنند. در این مطالعه شهر کراکوف بالاترین و کونین کمترین رتبه را برای تبدیل‌شدن به شهر هوشمند دارند (Hajduk, 2021, p. 1).

– یا و همکاران با هدف تأکید بر نیاز به تعریف سیستم شاخص جدید مبتنی بر دیجیتال سه بعد زیرساخت دیجیتال، زندگی هوشمندی و اقتصاد دیجیتال را بررسی کردند. بدین منظور، آنان داده‌های کمّی ۹ شهر در منطقه دلتای رودخانه مروارید در چین را با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و بهره‌گیری از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون[11] تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان دادند زیرساخت دیجیتال مهم‌ترین شاخص برای دستیابی به هوشمندی است و بعد از آن، اقتصاد دیجیتال و زندگی هوشمند قرار دارند (Ye et al, 2022, p. 128).

– تاس و همکاران در پژوهشی، عملکرد ۳۰ شهرداری کلان‌شهر در ترکیه را ارزیابی و آنها را با روش MEREC-MARCOS رتبه‌بندی کردند. هدف آنان از این پژوهش، تجزیه و تحلیل موضوعاتی است که سرمایه‌گذاری در کلان‌شهرها باید روی آن متمرکز شود. آنها در تحقیقی دو مرحله‌ای ابتدا با استفاده از روش MEREC، شاخص‌های شهر هوشمند را ارزیابی و سپس با استفاده از روش MARCOS شهرها را رتبه‌بندی کردند. براساس رتبه‌بندی انجام‌شده دو شهر استامبول و آنتالیا بالاترین امتیاز را داشتند. یافته‌های تحقیق نشان دادند هوشمندی هنوز در سراسر کشور ترکیه رایج نشده است و به سرمایه‌گذاری و توجه بیشتر شهرداری‌ها نیاز دارد (Tas et al., 2023, p. 1719).

– فابرگی و بوگونی در تحقیقی تلاش کردند رابطه بین رتبه‌بندی شهرهای هوشمند و کیفیت زندگی در شهرهای بزرگ چهار کشور آلمان، فرانسه، ایتالیا و لهستان را با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون نشان دهند. در این تحقیق تأثیر شاخص های هوشمندی و سپس تولید ناخالص داخلی سرانه بر کیفیت زندگی بررسی شدند. نتایج در این کشورها بیان کنندهٔ تأثیر مثبت تولید ناخالص داخلی سرانه بر کیفیت زندگی است و همچنین نشان داد شهر هوشمند کمکی به کیفیت زندگی نمی‌کند (FABREGUE & BOGONI, 2024, P. 147).

۲-۲-۲- داخلی

– امامقلی و هدایت (۱۳۹٦) با استفاده از روش AHP-SWOT[12] به تدوین راهبردهای دستیابی به شهر هوشمند در فضای کلان‌شهری منطقه ۱۲ شهرداری تهران پرداختند. آنها راهبردهای ترکیبی توسعه و رشد هوشمند منطقه ۱۲ را در چهار گروه عمده ارائه کردند.

– پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند را منتشر کردند که در آن به‌دنبال تبیین نظری مفهوم، معانی، ابعاد، مشخصه‌ها، شاخص‌ها، باورهای متعارف و چالش‌های پیش‌روی شهر هوشمند ازطریق تجزیه و تحلیل عمیق و ژرف ادبیات مرتبط در این حوزه بودند. آنها شاخص‌های شهر هوشمند را به‌صورت زیر بیان کردند: اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، حکمروایی هوشمند، محیط زیست هوشمند، زندگی هوشمند. آنها بیان کردند شهرها نمی‌توانند برای هوشمندی روش‌ها را کپی کنند؛ چون دو شهر با شرایط یکسان وجود ندارد و مدل‌های متفاوتی برای هوشمندی پیش‌روی شهرهاست که البته همه در راستای ارتقای کیفیت زندگی هستند.

– افضلی نیز و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان «اولویت‌بندی شاخص‌ها در فرایند هوشمندسازی شهرها»، شاخص‌های هوشمندی را برای شهر کرمان با روش مصاحبه

[11] Shannon's Entropy

[12] Analytic Hierarchy Process

هدفمند فوکوس گروپ[13] و به شیوهٔ پیمایشی برای ٦ مؤلفه اصلی هوشمندی با ۳۳ معیار و ٧٤ زیرمجموعه با استفاده از آزمون رتبه‌بندی فریدمن تحلیل کردند و نشان دادند مؤلفه‌های زندگی هوشمند و اقتصاد هوشمند رتبه بالاتری بین سایر مؤلفه‌ها دارند و در هوشمندی شهر کرمان باید مدنظر قرار گیرند.

– آسایش و مهینی‌زاده (١٤٠٠) در پژوهشی به تبیین الگوی رشد درون‌زا مبتنی بر شهر هوشمند پرداخته است. در این پژوهش شاخص هوشمندی شهری و منطقه‌ای عاملی قدرتمند برای تبیین رشد اقتصادی شهری و منطقه‌ای معرفی شده است که با مجموع نرخ رشد جمعیت و میزان رشد شاخص شهر هوشمند افزایش می‌یابد و همچنین عنوان شده است که مؤلفه‌های هوشمندی را می‌توان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نظیر روش تاپسیس با یکدیگر تلفیق کرد تا شاخص شهر هوشمند مشخص شود.

– شامی و همکاران (١٤٠٠) ابعاد شهر هوشمند با تأکید بر زندگی هوشمند شهری در کلان‌شهر تهران را با بهره‌گیری از مقایسه زوجی شاخص‌ها با تکنیک AHP[14] ارزیابی کردند. در این تحقیق توسعه کاربرد تکنولوژی‌های هوشمند در زمینهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات در کلان‌شهرهای تهران به‌ترتیب در زمینه‌های سلامت، امنیت و ایمنی، آموزش، فرهنگ، مسکن و ابنیه بیشترین تأثیر را در ایجاد یک زندگی هوشمند شهری و ارتقای کیفیت زندگی دارد.

– توانایی مروی و همکاران (١٤٠١) چالش‌های پیش‌روی تحقق‌پذیری شهر هوشمند را در شهر مشهد مطالعه کردند. آنها برای تحلیل داده‌ها از شیوهٔ مدل‌سازی معادلات ساختاری با استفاده از نرم‌افزار Smart PLS 3 و راهبرد پژوهش موردکاوی بهره گرفتند. در این پژوهش مشخص شد مؤلفه مردم هوشمند از دیدگاه مدیران شهری از درجه اهمیت کمتری برخوردار است که باید به آن توجه بیشتری شود.

– نخجیرکان و همکاران (١٤٠٢) در پژوهشی با عنوان «شناسایی پیشران‌های کلیدی توسعه شهر هوشمند با استفاده از ترکیب روش‌های فراترکیب و ایداس[15]» با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی به شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های مدیریت شهر هوشمند پرداختند. آنها ۹ عامل (پیشران) کلیدی را برای توسعه شهرهای هوشمند معرفی کردند که عبارت‌اند از حکمرانی مدیریت شهری، افزایش روند مهاجرپذیری، افزایش فردگرایی و تغییر سبک زندگی، تحولات اقتصادی، جهانی‌شدن، افزایش به‌کارگیری بیگ دیتا، افزایش نقش شرکت‌ها و فعالان فناوری، حمل‌ونقل پاک و افزایش سهم گردشگری.

مطالعات داخلی متعددی دربارهٔ موضوع شهر هوشمند به‌عنوان یکی از استراتژی‌های لازم برای توسعه شهری در حوزه رشته‌های مختلفی همچون جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، اقتصاد شهری و مهندسی و غیره صورت گرفته است؛ اما این مطالعات عمدتاً مربوط به یک منطقه یا یک شهر خاص بوده و به صورت جامع و کامل شاخص‌های هوشمندی برای کلان‌شهرهای ایران بررسی نشده‌اند. از این حیث نوآوری تحقیق حاضر توجه به همه شاخص‌های مطرح‌شده درزمینهٔ هوشمندی شهری با تکیه بر متغیرهایی است که داده‌های آماری آن برای کلان‌شهرهای کشور موجود بوده و بررسی هم‌زمان آنها با هم و رتبه‌بندی آنها ازنظر هوشمندی است.

۳- روش‌شناسی

قبل از توضیح جزئیات داده‌ها و متغیرهای استفاده‌شده در تحقیق، ضروری است شاخص‌های شهر هوشمند و اجزای آن معرفی شوند. برای معرفی آنها ابتدا ضرورت ایجاد شهرهای هوشمند بحث می‌شود که طبق آن شاخص‌های هوشمندی برگزیده می‌شوند.

شهر هوشمند یک مدل توسعه شهری است که از تعامل بازیگران مختلف به وجود می‌آید و نمایانگر طیفی از اهداف ویژگی‌های مختلف است. مفهوم شهر هوشمند در درجه اول شهر را به‌عنوان یک سیستم بررسی می‌کند که دارای زیرسیستم‌های متعدد است (Chourabi et al., 2012, P. 2290).

هدف مدل شهرهای هوشمند، یافتن راهکارهای مناسب برای مدیریت پیچیدگی متشکل از روابط متقابل متنوع و پیش‌بینی‌ناپذیر بین زیرسیستم‌های شهری به‌ویژه ازطریق حل پیامدهای منفی شهرنشینی جهانی و کیفیت بالاتر زندگی برای جمعیت شهری است(Nam & Pardo, 2011, P. 189) .

هدف از طرح شهر هوشمند، دستیابی به برخی اهداف توسعه پایدار است. توسعه پایدار فرایندی پویا و بی‌وقفه در پاسخ به تغییر فشارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی

---

[13].Focus Group
[14] Analytic Hierarchy Process
[15]. EDAS

است (Haughton & Hunter, 2005).

در پژوهش‌های مختلف دربارهٔ شهر هوشمند ابعاد متفاوتی برای آن در نظر گرفته شده است. یکی از مطالعات بسیار ارزشمند درزمینهٔ ابعاد شهر هوشمند، مطالعاتی است که در مرکز علوم منطقه‌ای دانشگاه تکنولوژی وین اتریش توسط گفینگر و همکاران انجام گرفته‌اند و گزارش کامل آن در سال ۲۰۰۷ منتشر شد. در این مطالعه که روی میزان هوشمندی شهرهای اروپایی انجام پذیرفت، شش بعد برای هوشمندی در نظر گرفته شده است که عبارت‌اند از تحرک هوشمند، مردم هوشمند، زندگی هوشمند، اقتصاد هوشمند، محیط زیست هوشمند و حکمروایی هوشمند (Albino et al., 2015, P. 6). این مدل به‌عنوان اولین مدل جامع برای ارزیابی شهرهای هوشمنددرنظر گرفته می‌شود (نخجیرکان، ۱۴۰۲، ص. ۱۲۷). این عناصر به تئوری‌های رشد شهری و توسعه به‌خصوص رقابت‌پذیری منطقه‌ای، حمل‌ونقل، اقتصاد، فناوری اطلاعات و ارتباطات، منابع طبیعی، سرمایه اجتماعی و انسانی، کیفیت زندگی و مشارکت اعضای جامعه وابسته‌اند.

چورابی و همکاران (۲۰۱۲) نیز برای پیش‌بینی ابتکارات شهر هوشمند، مدل شهر هوشمند را معرفی و ۸ خوشه را شناسایی کردند که بیان‌کنندهٔ گروه‌هایی از عوامل استفاده‌شده در ارزیابی حوزه‌های شهر هوشمند است. این دسته از عوامل عبارت‌اند از ۱. فناوری، ۲. حکومت، ۳. مدیریت و سازمان، ٤. مردم و جوامع، ۵. زیرساخت‌ها، ٦. سیاست، ۷. محیط طبیعی و ۸. اقتصاد.

وقتی مشترکات تعابیر، تعاریف و مفاهیم شهر هوشمند از نگاه اندیشمندان مختلف دنیا که بر مفهوم واقعی «شهر هوشمند» تأکید دارند در کنار هم تجمیع می‌شوند، از این زاویه، شهر هوشمند به شهری اطلاق می‌شود که دارای ٦ مؤلفه اصلی اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، حکمروایی هوشمند، زندگی هوشمند، پویایی هوشمند و محیط زیست هوشمند است (افضلی نیز، ۱۳۹۷، ص. ۲۷).

شش محور مذکور با نظریه‌های سنتی نئوکلاسیک و نظریه‌های منطقه‌ای رشد و توسعه شهری ارتباط برقرار می‌کنند و به‌طور خاص، محورها به‌ترتیب براساس نظریه‌های رقابت منطقه‌ای، حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد، منابع طبیعی، سرمایه انسانی و اجتماعی، کیفیت زندگی و مشارکت شهروندان در حکومت شهرها هستند (Giffinger, 2010, p. 303).

هوشمندی مبحثی چندبعدی است و این موجب می‌شود تا محقق با یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)[16] روبه‌رو باشد که البته برای مواجهه با آن روش‌های مختلفی وجود دارند (Mokarrai & Torabi, 2014, p. 2).

در تحقیق حاضر، طراحی، تبیین و رتبه‌بندی شاخص‌های هوشمندی را با چند مرحله پیش می‌بریم. در گام نخست، با ترکیب شش شاخص هوشمندی یک شاخص واحد را به‌عنوان شاخص هوشمندی شهری به دست می‌آوریم. بدین منظور، ٤١ متغیر انتخابی[17] برای یک دوره ١٦ ساله از سال ١٣٨٥ تا ١٤٠٠ که با توجه به محدودیت‌های آماری استخراج و محاسبه شده‌اند، در قالب ٦ شاخص هوشمندی شامل ٦ شاخص برای محیط زیست، ٤ شاخص برای اقتصاد، ٤ شاخص برای حکومت، ١٠ شاخص برای زندگی، ١١ شاخص برای تحرک و ٦ شاخص برای مردم هوشمند به شرح جدول (١) استفاده شده‌اند.

در گام بعدی، ترکیب و دسته‌بندی ٦ شاخص هوشمندی برای مقایسه کلان‌شهرها ازنظر میزان برخورداری از شاخص ترکیبی هوشمندی است. جامعه آماری ٩ کلان‌شهر[18] کشور شامل شهرهای تهران، مشهد، اصفهان، کرج، شیراز، تبریز، قم، اهواز و کرمانشاه است.

در این تحقیق اطلاعات به روش اسنادی جمع‌آوری شده است که با اتکا به آخرین آمار موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی کشور به‌ویژه مرکز آمار ایران (سالنامه‌های آماری استان‌ها و آمارنامه‌های شهرداری کلان‌شهرها)، گردآوری و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه تحلیل شده است.

به‌منظور انجام تحقیق ابتدا با روش تحلیل مؤلفه اساسی (PCA) شاخص هوشمندی با نرم‌افزار ایویوز محاسبه شد.

---

[16] Multiple Criteria Decision Making

[17] شاخص‌ها و زیرشاخص‌های انتخابی این تحقیق براساس مطالعات و پژوهش‌های متعددی برگزیده شده‌اند که در رشته‌های مختلف در رابطه با شهر هوشمند در جهان انجام پذیرفته و امروزه به‌عنوان شاخص‌های شهر هوشمند معرفی شده‌اند و در متن به آنها ارجاع داده شده است.

[18] در چهاردهم مهر ماه سال ١٣٧٨ با موافقت و تصویب شهرداران کلان‌شهرهای ایران براساس موضوع ماده ٣٩ قانون مالیات بر ارزش افزوده هشت شهرداری دارای یک میلیون نفر جمعیت به بالا به عنوان کلان‌شهر محسوب می‌شوند و در حال حاضر کرمانشاه نیز نهمین کلان‌شهر محسوب می‌شود (مجمع شهرداران کلان‌شهرهای ایران)

سپس با استفاده از آزمون رتبه‌بندی فریدمن و W کندال با نرم‌افزار SPSS کلان‌شهرهای کشور ازلحاظ هوشمندی، رتبه‌بندی و با نرم‌افزار XLSTAT خوشه‌بندی شده‌اند که در ادامه شرح داده می‌شود.

شاخص‌ها و زیرشاخص‌های هوشمندی که در ادامه در جدول (۱) آورده شده‌اند، بر مبنای مطالعاتی هستند که در قسمت مبانی نظری ذکر شدند.

جدول ۱- زیرشاخص‌ها و متغیرهای مطالعه‌شده برای محاسبه شاخص‌های هوشمندی درکلان‌شهرهای منتخب کشور

ردیف	شاخص‌ها	متغیرها
۱	محیط زیست هوشمند	سرانه فضای سبز، میزان ساعات آفتابی، تعداد تصفیه‌خانه آب، حجم آب تصفیه‌شده، طول شبکه جمع‌آوری فاضلاب، تولید خالص برق
۲	اقتصاد هوشمند	سهم اشتغال ناقص، تعداد کارگاه‌های صنعتی با فناوری بالا و خلاق، تعداد گردشگران خارجی استفاده‌کننده از هتل، میانگین حجم خرید و فروش کل معاملات بورس
۳	حکومت هوشمند	درآمد محقق شهرداری، هزینه محقق عمرانی شهرداری، تعداد کارکنان رسمی دولت برحسب سواد لیسانس و بالاتر، ضریب نفوذ اینترنت
٤	زندگی هوشمند	متوسط زیربنای ساختمان واحدهای مسکونی، تعداد فوت‌شدگان ناشی از تصادفات رانندگی، تعداد بیمه‌شدگان تحت پوشش بیمه سلامت، تعداد پزشکان شاغل در دانشگاه‌های علوم پزشکی، تعداد تخت‌های فعال بیمارستان، تعداد تماشاگران فیلم‌های سینمایی، تعداد کتابخانه‌های عمومی، تعداد اعضای کتابخانه‌های عمومی، تعداد بازدیدکنندگان از موزه‌ها، میزان هزینه‌های فرهنگی خانوار شهری
٥	تحرک هوشمند	تعداد ایستگاه راه‌آهن، تعداد وسایل نقلیه عمومی درون شهری اتوبوس، تعداد وسایل نقلیه عمومی درون شهری تاکسی، طول کل مسیرهای دوچرخه‌سواری، تعداد پرواز داخلی، تعداد پرواز خارجی، تعداد تقاطع‌های مجهز به چراغ هوشمند فرماندهی، تعداد تقاطع‌های مجهز به سیستم scats، تعداد خانوارهای دارای رایانه، تعداد خانوارهای دارای اینترنت در محل سکونت، تعداد مشترکین پهن باند سیار
٦	مردم هوشمند	نرخ مشارکت اقتصادی، تعداد شاغلان در صنایع با فناوری بالا و خلاق، تعداد متقاضیان کار ثبت نامی برحسب سواد لیسانس و بالاتر، تعداد افراد به کارگمارده برحسب سواد لیسانس و بالاتر، تعداد داوطلبان جمعیت هلال‌احمر، تعداد اعضای هیئت‌علمی تمام‌وقت دانشگاه‌ها

مأخذ: مرکز آمار ایران و یافته‌های پژوهش

۳-۱- ساخت شاخص ترکیبی هوشمندی با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اساسی (اصلی) (PCA)[19]

تجمیع و یکپارچه‌سازی نماگرهای مختلف چندبعدی در قالب یک شاخص منفرد، به‌عنوان راه‌حلی بسیار مناسب شناخته می‌شود. در این مطالعه، شاخص‌های جهانی هوشمندی شهرها به عنوان متغیر توضیحی اصلی تأثیرگذار بر رشد اقتصادی در محور بحث‌ها قرار دارند و برای سنجش آن، متغیرها و مؤلفه های متعددی وجود دارد؛ اما امکان واردکردن همه مؤلفه‌ها در مدل وجود ندارد؛ زیرا سبب کاهش درجه آزادی مدل و درنتیجه کاهش اعتبار یافته های تحقیق می‌شود. انتخاب یک یا چند متغیر محدود نیز روش مناسبی نبوده است؛ زیرا اطلاعات مفید سایر متغیرهای حذف‌شده از بین می‌رود.

بنابراین، برای استفاده مناسب از همه اطلاعات مؤلفه‌های هوشمندی و هم‌زمان برای جلوگیری از کاهش درجه آزادی مدل، در این مطالعه سعی شده است با کمک روش تحلیل عاملی، مؤلفه‌های هوشمندی خلاصه‌تر شوند و براساس ماتریس همبستگی این مؤلفه‌ها، شاخص‌های ترکیبی ساخته شوند تا به‌جای واردکردن همه مؤلفه‌های هوشمندی در مدل، از شاخص‌های ترکیبی به‌دست‌آمده از تحلیل مؤلفه‌های اساسی استفاده شود (بهبودیان، ۱۳۹٦، ص. ۲۹۰).

روش تحلیل مؤلفه‌های اساسی (PCA) یکی از روش‌هایی است که با هدف کاهش حجم داده‌ها و تعبیر و تفسیر آنها استفاده می‌شود. این روش در سال ۱۹۰۱ توسط کارل پیرسون ارائه شد و شامل تجزیه مقادیر ویژه ماتریس کوواریانس است.

ویژگی کلیدی PCA، حداکثرسازی تغییرات توضیح داده‌شده توسط نماگرهاست. با استفاده از این روش، ابعاد

[19] Principal Component Analysis

بررسی‌شده را می‌توان کاهش داد و ترکیبی از نماگرها را می‌توان با یک شاخص جمعی معرفی کرد. این شاخص، تماماً ویژگی‌های کلی نماگرهای مختلف را خواهد داشت. آن دسته از نماگرهایی که بیشترین توضیح دهندگی را داشته باشند، به‌عنوان نماگرهای اصلی انتخاب خواهند شد. از تحلیل مؤلفه اصلی برای یکپارچه سازی نماگرهای مختلف بازار مالی و انتخاب یک شاخص ترکیبی مناسب برای شهر هوشمند استفاده شده است (Chen & Woo, 2010, P. 124).

بنابراین، برای استخراج عامل‌ها از ماتریس همبستگی استفاد می‌شود. سپس بردارهای ویژه برای تمامی مقادیر ویژه غیرصفر محاسبه می‌شوند. بردارهای ویژه در حقیقت مقدار بارگذاری متناظر با هر شاخص برای عامل مربوطه است که اصطلاحاً بار عاملی نامیده می‌شود. در تحلیل عاملی، شاخص‌هایی استفاده می‌شوند که ضریب همبستگی آنها بالای ۰/۷ باشد (Anderson, 1984, P. 273,329).

اگر مجموعه نماگرهای چندبعدی استفاده‌شده به‌صورت $X_P=(x_1, x_2,\ldots, x_p)$ نشان داده شود که در آن، P بیان‌کنندهٔ نماگرها (ابعاد چندگانه) در ساخت شاخص ترکیبی شهر هوشمند است، آنگاه ماتریس مؤلفه اصلی به‌صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$PC_i = X_a^i \quad (۱)$$

$$\begin{cases} C_1 = a_{11}X_1 + \cdots + a_{1p}X_p \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ P_{Ci} = XA' \end{cases} \quad (۲)$$

$$\lambda_i = \text{var}\,(PC_i) \quad (۳)$$

$$W_j = \frac{\sum_{i=1}^{i=p}\lambda_i a_{ij}}{\sum_{i=1}^{i=p}\lambda_i} \times 100 \quad (٤)$$

که در آن، PC بیان‌کنندهٔ مؤلفه‌های اصلی به‌صورت ترکیب‌های خطی از نماگرهای $X_P=(x_1, x_2,\ldots, x_p)$ است، A' ماتریس بردار ویژه است که در آن $a_{ip}(i=1,2,\ldots,p)$ بردار ویژه iام مربوط به ماتریس همبستگی نماگرها است.

اولین مؤلفه اصلی، ترکیب خطی نماگرهایی است که بیشترین واریانس را دارند (بنابراین، بیشترین توضیح دهندگی را خواهند داشت). مؤلفه اصلی دوم، ترکیب خطی دیگری از نماگرهاست که با مؤلفه اصلی اول، متعامد بوده است (بدین معنی که بردارهای ویژه بر یکدیگر عمود هستند) و دومین واریانس را ازلحاظ بزرگی و سطح توضیح دهندگی خواهند داشت. همین روند برای سایر مؤلفه های اصلی نیز برقرار است.

درواقع، روش PCA باعث تغییر در محور مختصات نماگرها می‌شود و داده‌های P بُعدی به دست می‌دهد که PC های متعامد بر یکدیگر را دارند. در این حالت، نخستین مؤلفه اصلی بیشترین توضیح‌دهندگی را دارد.

چن و وو (۲۰۱۰) روش PCA دو مرحله‌ای را پیشنهاد دادند که طبق آن، خطای حاصل از وزن نماگرها حداقل می‌شود. در این روش دو مرحله‌ای، ابتدا نماگرها به ابعاد مختلف تفکیک می‌شوند و PCA برای نماگرهای مربوط به هر بعد به‌صورت جداگانه اجرا می‌شود. در مرحله بعدی، PCA مجدداً برای مؤلفه‌های اصلی به‌دست‌آمده در هر بعد اجرا می‌شود و درنهایت یک شاخص ترکیبی نهایی ساخته می‌شود.

در این تحقیق تحلیل مؤلفه‌های اصلی با نرم‌افزار ایویوز و همچنین XLSTAT برای فراهم‌کردن مقدمات بیشتر و بحث خوشه‌بندی انجام شده است. سپس استخراج عامل‌ها برای هریک از ابعاد با توجه به ارزش هر عامل و اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها معلوم می‌شود.

۳-۲- آزمون فریدمن و W کندال

در مرحله بعدی شاخص‌هایی که در مرحله قبلی با تحلیل مؤلفه اصلی استخراج شدند، ازطریق آزمون رتبه‌بندی فریدمن و W کندال با استفاده از نرم‌افزار SPSS رتبه‌بندی شدند و با نرم‌افزار XLSTAT خوشه‌بندی انجام گرفت.

«آزمون فریدمن»[20] تعمیم‌یافته آزمون ویلکاکسون است و معادل ناپارامتریک آزمون اندازه‌های مکرر[21] است که تغییرات نمرات (میانه) را در چند (دو و بیشتر) وضعیت یا مقطع زمانی مقایسه می‌کند. سطح سنجش متغیر در این آزمون باید ترتیبی باشد. پژوهشگران عموماً از این آزمون برای رتبه‌بندی یا اولویت‌بندی متغیرها استفاده می‌کنند. میانگین رتبه[22] متغیرها، گزارش و از مقایسه میانگین‌ها بالاترین آنها مشخص می‌شود. گفتنی است میانگین رتبه با میانگین حسابی تفاوت دارد و نحوه محاسبه این دو میانگین متفاوت است. در آزمون فریدمن فرضیه H_0 یکسان‌بودن میانگین رتبه‌ها در بین گروه‌هاست و H_1 بیان‌کنندهٔ اختلاف معنادار در بین حداقل دو گروه است.

با توجه به مقدار آماره آزمون مجذور کای دو در صورتی

[20] Friedman Test
[21] Repeated Measures
[22] Mean Rank

که فرضیه H_1 پذیرفته شود، آزمون فریدمن معنی‌دار خواهد شد که در این تحقیق براساس جدول (۲) مقدار مجذور کای دو به‌دست‌آمده در سطح خطای (p-value) کمتر از ۰/۰۵ درصد قرار گرفته است، معنی‌داربودن آزمون فریدمن تأیید شد که بیان می‌کند رتبه‌بندی شاخص‌ها ازنظر هوشمندی با معنا است.

آماره W کندال که به «ضریب توافق کندال »یا «ضریب همخوانی کندال» (Kendall Coefficient of Concordance) نیز معروف است، یک آماره ناپارامتری است که نرمال‌شدهٔ آزمون فریدمن محسوب می‌شود و برای این آزمون نیز مقدار مجذور کای دو به‌دست‌آمده طبق جدول (۳) در سطح خطای (p-value) کمتر از ۰/۰۵ درصد به دست آمده است و فرضیه H_1پذیرفته می‌شود که بیان‌کنندهٔ معنی‌داربودن آزمون W کندال است (کریمی، ۱۳۹٤، ص. ۲۹۲).

جدول ۲- آزمون فریدمن

Test Statistics [a]							
شاخص	محیط زیست هوشمند	اقتصاد هوشمند	حکومت هوشمند	زندگی هوشمند	تحرک هوشمند	مردم هوشمند	شاخص نهایی هوشمندی شهری
N	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦
chi-square	۱۲۳/٤۳۳	۹۷/۹٦۷	۱۰۱/۹۰۰	۱۱۹/۳۳۳	۱۲۲/۷۵۰	۹۹/۲۱۷	۱۲۳/۲۰۰
Df	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
Asymp.sig	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
a. Friedman Test							

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- آزمون W کندال

Test Statistics [a]							
شاخص	محیط زیست هوشمند	اقتصاد هوشمند	حکومت هوشمند	زندگی هوشمند	تحرک هوشمند	مردم هوشمند	شاخص نهایی هوشمندی شهری
N	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦	۱٦
chi-square	۰/۹٦٤	۰/۷٦۵	۰/۷۹٦	۰/۹۳۲	۰/۹۵۹	۰/۷۷۵	۰/۹٦۳
Df	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸
Asymp.sig	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
a. Kendall's Coefficient of Concordance							

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۳- آنالیز خوشه‌ای

تحلیل خوشه‌ای[23] تکنیکی برای گروه‌بندی مشاهدات مشابه در تعدادی خوشه براساس مقادیر مشاهده شدهٔ چندین متغیر برای هر شاخص است. تحلیل خوشه‌ای روشی آماری برای پردازش داده‌ها است که با سازماندهی اقلام به گروه‌ها یا خوشه‌ها براساس میزان ارتباط نزدیک آنها کار می‌کند. تحلیل خوشه‌ای، مانند تحلیل فضای کاهش‌یافته، به ماتریس‌های داده‌ای مربوط می‌شود که در آن متغیرها از قبل به زیرمجموعه‌های معیار در مقابل پیش‌بینی تقسیم نشده‌اند. هدف از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، یافتن گروه‌های مشابهی از موضوعات است که در آن «شباهت» بین هر جفت موضوع به معنای اندازه‌گیری کلی در کل مجموعه ویژگی‌ها است. در این تحقیق برای تحلیل خوشه‌ای شاخص‌ها از نرم‌افزار XLSTAT استفاده شده است. با توجه به روش تحلیل خوشه‌ای کلان‌شهرهای کشور وضعیت شاخص‌های هوشمندی در سه گروه مناسب، نسبتاً مناسب و بسیار نامناسب طبقه‌بندی شدند و سپس خروجی نهایی با استفاده از نرم‌افزار XLSTAT به‌صورت دندروگرام[24] در سه خوشه همگن طبقه‌بندی شده است. روش خوشه‌سازی سلسله‌مراتبی صعودی (AHC)[25]

[23] Cluster Analysis

[24] Dendrogram

[25] Ascendant Hierarchical Clustering

روشی آماری برای پیداکردن ارتباط نسبی خوشه‌های همگن براساس خصوصیات اندازه‌گیری‌شده است و یک خروجی گرافیکی تولید می‌کند که به‌عنوان دندروگرام یا درخت شناخته می‌شود؛ به‌طوری‌که نشان‌دهندهٔ ساختار خوشه‌سازی سلسله‌ای است.

برای شناسایی خوشه‌ها با استفاده از دندروگرام، مقایسه ارتفاع هرکدام از داده‌های موجود با استفاده از دندروگرام، ارتفاع داده‌های موجود در آن با ارتفاع مجاور آن مقایسه می‌شود. اگر ارتفاع دو گروه برابر باشد، بیان‌کنندهٔ نزدیکی داده‌هاست و در سطح بالاتر این دو خوشه به هم وصل می‌شوند و تشکیل یک خوشه واحد را می‌دهند. اگر ارتفاع دو خوشه مجاور متفاوت باشد و فاصله زیادی با هم داشته باشند، بین آن دو گروه ناسازگاری وجود دارد و اختلاف دارند. هرچه ارتفاع داده‌ها به هم نزدیک باشد، بین گروه داده‌ها سازگاری بیشتری وجود دارد. هرچه ضریب همبستگی به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، خوشه‌بندی پاسخ مناسب‌تری می‌دهد (Lukasova', 1979, P. 377).

٤- تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق

در این مطالعه، با بررسی سطح همبستگی بین متغیرها، مقایسه محدودیت‌ها و بررسی مطالعات تجربی در این حوزه، شش شاخص همان‌طور که عنوان شد با روش تحلیل مؤلفه‌های اساسی، برای شهر هوشمند انتخاب شدند و درنهایت با ترکیب همه شاخص‌ها، شاخص ترکیبی شهر هوشمند به‌صورت کلی به دست آمد.

استخراج عامل‌ها برای هریک از ابعاد با توجه به ارزش هر عامل و اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها به‌صورت جداگانه در جداولی که در ادامه آمده‌اند معلوم می‌شود.

در گروه شاخص محیط زیست هوشمند، عامل سرانه فضای سبز با مقدار ویژه ۳/۰۱٦ بیشترین تأثیر را در بین شش عامل مؤثر این گروه دارد. محیط هوشمند که محور اصلی آن منابع طبیعی است، با شرایط طبیعی جذاب، رفع آلودگی، مدیریت منابع و همچنین تلاش برای حفاظت محیط زیست توصیف می‌شود. دستیابی بلندمدت به پایداری در شهرها یکی از اهداف اصلی شهرهای هوشمند است (جدول ٤).

جدول ٤- مقادیر ویژه شاخص‌محیط زیست هوشمند طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص محیط زیست هوشمند	مقادیر ویژه
۱	سرانه فضای سبز	۳/۰۱٦
۲	میزان ساعات آفتابی	۱/٦٤٥
۳	تعداد تصفیه‌خانه آب	۰/٦۸۷
٤	حجم آب تصفیه‌شده	۰/۳٦٦
٥	طول شبکه جمع‌آوری فاضلاب	۰/۱٦۸
٦	تولید خالص برق	۰/۱۱٥

مأخذ: محاسبات تحقیق

در گروه شاخص اقتصاد هوشمند، سهم اشتغال ناقص با مقدار ویژه ۱/٤۳۸ بیشترین تأثیر را در بین چهار عامل مؤثر این گروه دارد. اقتصاد یکی از مؤلفه‌های مهم است که در سایر زمینه‌های شهر هوشمند نیز تأثیرگذار است و می‌تواند زمینه‌های اتصال و ارتباط آن را با سایر شهرها برقرار کند و محور اصلی آن رقابت‌پذیری و تقویت توان اقتصادی شهر است. برای رسیدن به توسعه اقتصادی و دستیابی به اقتصاد پایدار در شهر هوشمند، تقویت اقتصاد منطقه‌ای لازم و ضروری است. اقتصاد هوشمند زمینهٔ مناسبی برای شکل‌گیری مشاغل و حرفه‌های مرتبط با هوشمندسازی با درآمدهای بالا ایجاد می‌کند (جدول ٥).

جدول ٥- مقادیر ویژه شاخص اقتصاد هوشمند طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص اقتصاد هوشمند	مقادیر ویژه
۱	سهم اشتغال ناقص	۱/٤۳۸
۲	تعداد کارگاه‌های صنعتی با فناوری بالا و خلاق	۱/۱۰٥
۳	تعداد گردشگران خارجی استفاده‌کننده از هتل	۰/۸۸۳
٤	میانگین حجم خرید و فروش کل معاملات بورس	۰/٥۷۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

در گروه شاخص حکومت هوشمند، درآمد محقق شهرداری با مقدار ویژه ۲/۸٤ بیشترین تأثیر را در بین چهار عامل مؤثر این گروه دارد. حکومت هوشمند به نقش دولت در هوشمندسازی شهر مربوط می‌شود و محور اصلی آن عملکرد دولت و مشارکت مردم است. دولت‌های هوشمند می‌توانند فرصت‌هایی را در جهت منفعت و سودرسانی به مردم ایجاد کنند (جدول ٦).

جدول ٦- مقادیر ویژه شاخص حکومت هوشمند

طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص حکومت هوشمند	مقادیر ویژه
۱	درآمد محقق شهرداری	۲/۸٤
۲	هزینه محقق عمرانی شهرداری	۰/۷۰۲
۳	تعداد کارکنان رسمی دولت برحسب سواد لیسانس و بالاتر	۰/۳۹۰
٤	ضریب نفوذ اینترنت	۰/۰٦۷

مأخذ: محاسبات تحقیق

در گروه شاخص زندگی هوشمند، متوسط زیربنای ساختمان واحدهای مسکونی با مقدار ویژه ٤/۲۹۵ بیشترین تأثیر را در بین ده عامل مؤثر این گروه دارد. زندگی هوشمند با سرمایه اجتماعی در سطوح بالا مرتبط است که محور اصلی آن کیفیت زندگی است (جدول ۷).

جدول ۷- مقادیر ویژه شاخص زندگی هوشمند

طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص زندگی هوشمند	مقادیر ویژه
۱	متوسط زیربنای ساختمان واحدهای مسکونی	٤/۲۹۵
۲	تعداد فوت‌شدگان ناشی از تصادفات رانندگی	۱/۳۸۰
۳	تعداد بیمه‌شدگان تحت پوشش بیمه سلامت	۱/۲۱۷
٤	تعداد پزشکان شاغل در دانشگاه‌های علوم پزشکی	۱/۰۱۰
۵	تعداد تخت‌های فعال بیمارستان	۰/٦۹۹
٦	تعداد تماشاگران فیلم‌های سینمایی	۰/۵٤۱
۷	تعداد کتابخانه‌های عمومی	۰/۳۷۸
۸	تعداد اعضای کتابخانه‌های عمومی	۰/۲۸٤
۹	تعداد بازدیدکنندگان از موزه‌ها	۰/۱۷۲
۱۰	میزان هزینه‌های فرهنگی خانوار شهری	۰/۰۲٤

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در گروه شاخص تحرک هوشمند، تعداد ایستگاه راه‌آهن با مقدار ویژه ۷/۷۲۹ بیشترین تأثیر را در بین یازده عامل مؤثر این گروه دارد. محور اصلی در این شاخص حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات است. این شاخص بر دسترسی به زیرساخت‌های فاوا، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و حمل‌ونقل پاک و اغلب غیرموتوری تأکید دارد (جدول ۸).

در گروه شاخص مردم هوشمند، نرخ مشارکت اقتصادی با مقدار ویژه ۲/۰٦۰ بیشترین تأثیر را در بین شش عامل مؤثر این گروه دارد. شهر هوشمند، شهری مردم‌محور است که محور اصلی آن سرمایه انسانی و اجتماعی است و از قابلیت‌های انسانی برای رسیدن به جامعه‌ای دانش‌محور و خلاق استفاده می‌شود. در این حوزه، شهرهایی هستند که در آنها شهروندان تحصیل‌کرده، ملاحظه‌کننده ازنظر اجتماعی و آگاه ازنظر فرهنگی حضور دارند (جدول ۹).

سپس مرحله دوم PCA، اجرا و شاخص نهایی هوشمندی شهری محاسبه شد. شاخص محیط زیست هوشمند با مقدار ویژه ٤/۳۲۱ بیشترین تأثیر و مردم هوشمند با ۰/۰۲۵کمترین تأثیر را در بین شش شاخص شهر هوشمند دارد (جدول ۱۰).

جدول ۸- مقادیر ویژه شاخص تحرک هوشمند

طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص تحرک هوشمند	مقادیر ویژه
۱	تعداد ایستگاه راه‌آهن	۷/۷۲۹
۲	تعداد وسایل نقلیه عمومی درون‌شهری اتوبوس	۱/٤۰۵
۳	تعداد وسایل نقلیه عمومی درون‌شهری تاکسی	۱
٤	طول کل مسیرهای دوچرخه‌سواری	۰/٤۸۷
۵	تعداد پرواز داخلی	۰/۱٤۳
٦	تعداد پرواز خارجی	۰/۱۰۵
۷	تعداد تقاطع‌های مجهز به چراغ هوشمند فرماندهی	۰/۰۵۲
۸	تعداد تقاطع‌های مجهز به سیستم scats	۰/۰۳٤
۹	تعداد خانوارهای دارای رایانه	۰/۰۲
۱۰	تعداد خانوارهای دارای اینترنت در محل سکونت	۰/۰۱۷
۱۱	تعداد مشترکین پهن باند سیار	۰/۰۰۹

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۹- مقادیر ویژه شاخص مردم هوشمند

طی دوره ۱٤۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	معیارهای شاخص مردم هوشمند	مقادیر ویژه
۱	نرخ مشارکت اقتصادی	۲/۰٦۰
۲	تعداد شاغلان در صنایع با فناوری بالا و خلاق	۱/٤۵۷
۳	تعداد متقاضیان کار ثبت نامی برحسب سواد لیسانس و بالاتر	۰/۹٤۵
٤	تعداد افراد به کارگمارده برحسب سواد لیسانس و بالاتر	۰/۷٤۷
۵	تعداد داوطلبان جمعیت هلال‌احمر	۰/٤٦٦
٦	تعداد اعضای هیئت‌علمی تمام‌وقت دانشگاه‌ها	۰/۳۲٤

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۱۰- مقادیر ویژه شاخص نهایی هوشمندی شهر طی دوره ۱۴۰۰- ۱۳۸۵

ردیف	شاخص نهایی هوشمندی شهری	مقادیر ویژه
۱	محیط زیست	٤/۳۲۱
۲	اقتصاد	۰/۷۱۹
۳	حکومت	۰/٤۷۳
٤	زندگی	۰/۲۸۸
۵	تحرک	۰/۱۷۵
٦	مردم	۰/۰۲۵

مأخذ: محاسبات تحقیق

محیط زیست هوشمند با شرایط طبیعی جذاب (آب‌وهوا و فضای سبز مناسب)، رفع آلودگی‌ها، مدیریت بهینه منابع و مراقبت و نگهداری از محیط زیست توصیف می‌شود (برادران خانیان و همکاران، ۱۳۹۹، ص. ۸۷). سیاست‌گذاران و محققان در مسائل شهری ادعا می‌کنند که توسعه پایدار شهر مستلزم توجه بیشتر به محیط زیست است (Giffinger et al., 2010, p. 303).

در اهمیت شاخص محیط زیست هوشمند که جایگاه بالاتری نسبت به سایر شاخص‌ها دارد، باید عنوان کرد یک شهر هوشمند به طور کارآمد و مؤثر پایگاه منابع طبیعی خود را مدیریت می‌کند، سبز و پاک است، دارای یک سیستم یکپارچه برای مدیریت کارآمد منابع آب و تصفیه و دفع فاضلاب و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده است و می‌تواند یک محیط کم کربن با تمرکز بر بهره‌وری انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر و موارد مشابه ایجاد کند. همچنین درخصوص شاخص مردم هوشمند که جایگاه پایین‌تری داشته است، باید بیان داشت ساکنان شهرهای هوشمند در خلاقیت عالی هستند و راه‌حل‌های منحصربه‌فردی برای مسائل چالش‌برانگیز پیدا می‌کنند، در برابر تغییرات بسیار انعطاف‌پذیر هستند و ذهنی باز دارند (Kumar & Dahiya, 2017, p. 14).

بعد از انجام تحلیل مؤلفه اصلی و برآورد ارزش هر شاخص و محاسبه شاخص نهایی هوشمندی، در فرایند مدل با استفاده از نرم‌افزار SPSS به رتبه‌بندی شش شاخص شهر هوشمند و همچنین شاخص نهایی هوشمندی برای کلان‌شهرها پرداخته شد. طبق نتایج حاصل کلان‌شهر تهران با شاخص ترکیبی هوشمندی ۹ و سپس مشهد با ۷/۹٤ در رتبه اول و دوم قرار گرفتند و کلان‌شهرهای قم و کرمانشاه به‌ترتیب با شاخص ترکیبی هوشمندی ۲ و ۱، آخرین رتبه شاخص را به خود اختصاص داده‌اند. شاخص‌های زیرمجموعه در جدول (۱۱) همگی مشاهده می‌شوند.

جدول ۱۱- رتبه‌بندی کلان‌شهرها در هریک از شاخص‌های هوشمندی طی دوره ۱۴۰۰- ۱۳۸۵

کلان‌شهرها	محیط زیست	رتبه	اقتصاد	رتبه	حکومت	رتبه	زندگی	رتبه	تحرک	رتبه	مردم	رتبه	شاخص نهایی هوشمندی	رتبه
تهران	۹	۱	۸/۸۸	۱	۸/۷۵	۱	۹	۱	۹	۱	۷/۹٤	۲	۹	۱
مشهد	۵/۱۹	۵	٦/۰٦	٤	۷/۸۸	۲	۷/۸۸	۲	۸	۲	۸/٤٤	۱	۷/۹٤	۲
اصفهان	۷/۵٦	۲	٤	٦	٦/۸۱	۳	٦/٦۳	۳	۷	۳	٦/۳۸	۳	۷/۰٦	۳
شیراز	۵/۸۱	٤	۲/٤٤	۷	٤/۰٦	٦	٦/۵	٤	٤/۸۱	۵	۳/۳۱	٦	۵/۲۵	٤
اهواز	۷/٤٤	۳	٤	٦	۳/۳۸	۷	۳	۷	٤/۵	٦	۲/۵٦	۸	٤/۸۸	۵
تبریز	۳/۷۵	٦	٦/٦۳	۳	۱/۹٤	۹	٤/٦۳	۵	۵/٦۹	٤	۵/۷۵	۵	٤/۸۱	٦
کرج	۲/۲۵	۸	۷	۲	۵/٤٤	٤	۳	۷	۲/٦۳	۷	۵/۸۱	٤	۳/۰٦	۷
قم	۱/۱۳	۹	٤/۸۱	۵	٤/۷۵	۵	۳/۳۸	٦	۲	۸	۳	۷	۲	۸
کرمانشاه	۲/۸۸	۷	۱/۱۹	۸	۲	۸	۱	۸	۱/۳۸	۹	۱/۸۱	۹	۱	۹

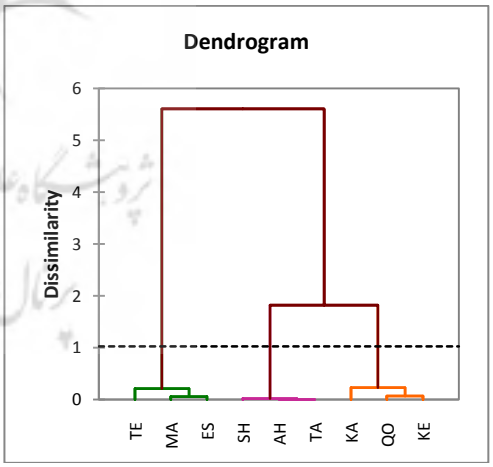
مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به روش تحلیل خوشه‌ای کلان‌شهرها کشور وضعیت شاخص نهایی شهر هوشمند در سه گروه مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب طبقه‌بندی شدند و خروجی نهایی با استفاده از نرم‌افزارXLSTAT به‌صورت دندروگرام در سه خوشه همگن

طبقه‌بندی شده است. در خوشه اول (مناسب) کلان‌شهرهای تهران، مشهد و اصفهان، در خوشه دوم (نسبتاً مناسب) کلان‌شهرهای شیراز، اهواز و تبریز و در خوشه سوم (نامناسب) کلان‌شهرهای کرج، قم و کرمانشاه قرار می‌گیرند (جدول ۱۲ و شکل ۲).

جدول ۱۲- خوشه‌بندی کلان‌شهرها در هریک از شاخص‌های هوشمندی طی دوره ۱۴۰۰- ۱۳۸۵

کلان‌شهرها	محیط زیست	اقتصاد	حکومت	زندگی	تحرک	مردم	شاخص نهایی هوشمندی
تهران	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مشهد	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
اصفهان	۱	۳	۳	۱	۱	۳	۱
شیراز	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲
اهواز	۱	۳	۳	۲	۲	۲	۲
تبریز	۳	۱	۱	۲	۲	۳	۲
کرج	۳	۱	۱	۲	۳	۳	۳
قم	۳	۳	۳	۲	۳	۲	۳
کرمانشاه	۳	۲	۲	۳	۳	۲	۳



شکل ۲- دندروگرام شاخص نهایی شهر هوشمند

مأخذ: محاسبات تحقیق

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

شهرهای هوشمند محرک رشد شهری هستند و هدف از مطرح‌کردن آن، دستیابی به بعضی اهداف توسعه پایدار است که به معنای گشایش مفاهیمی جدید در برنامه‌ریزی شهری است. شهر هوشمند درحال بهبود استانداردهای زندگی است.

در این تحقیق شاخص نهایی هوشمندی شهری برای کلان‌شهرهای ایران از ترکیب شاخص‌های شهر هوشمند (در قالب شش شاخص اصلی محیط زیست، اقتصاد، حکومت، زندگی، تحرک و مردم هوشمند)، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) تعیین شد و سپس کلان‌شهرهای کشور براساس آن رتبه‌بندی و خوشه‌بندی شدند. نتایج نشان دادند شاخص محیط زیست، بیشترین و شاخص مردم کمترین تأثیر را در بین شاخص‌ها دارند. شهرهای آینده به‌دنبال ساخت جامعه‌ای پایدار ازلحاظ زیست‌محیطی و تاب‌آور ازلحاظ اجتماعی، اقتصادی و نهادی هستند (Asprone & Manfredi, 2014, p. 56).

در کنار هوشمندی شهرها یکی از مباحث ضروری، شهرهای هوشمند پایدار با تأکید بر حفظ محیط زیست است که می‌تواند الگوی مناسبی برای کلان‌شهرها باشد. این رویکرد با الگو قرار دادن مبحث توسعه پایدار رویکردی جامع و مانع است که هرگونه فعالیت را منوط به حفظ محیط زیست و حیات بشری به‌خصوص برای نسل آینده می‌کند (حاتمی و همکاران، ۱۴۰۰، ص. ۳۱۶).

نقش محیط زیست در پیشرفت و توسعه یک شهر واضح است و عدم توجه به آن موجب بروز هزینه‌های فراوانی به شهر خواهد شد؛ البته باید به سایر شاخص‌های هوشمندی توجه بیشتری شود تا به میزان مطلوب دست یابند. در اهمیت شاخص محیط زیست هوشمند می‌توان عنوان کرد شهر هوشمند با طبیعت زندگی می‌کند و از آن محافظت می‌کند. یک شهر هوشمند برای میراث طبیعی، منابع طبیعی منحصربه‌فرد، تنوع زیستی و محیط زیست خود ارزش قائل است و سیستم زیست‌محیطی را در شهر حفظ می‌کند.

در این پژوهش شاخص مردم هوشمند جایگاه پایین‌تری کسب کرده است؛ اما مردم به‌عنوان اصلی‌ترین ذی‌نفعان پروژه هوشمندسازی مدیریت شهری، باید بتوانند از فرصتی که برای آنها فراهم شده است نهایت استفاده را ببرند؛ فرصتی که در صورت نبود آموزش‌های کافی و لازم به شهروندان عملاً هیچ‌گونه بازدهی برای مدیریت شهری، باوجود به ثمر رساندن پروژه‌ای در این سطح نخواهند داشت. افراد باهوش به‌طور فعال در توسعه پایدار شهر خود مشارکت دارند؛ عملکرد کارآمد و روان، نگهداری و مدیریت آن از ویژگی‌های اصلی آنان است و

این افراد باهوش به‌طور فعال در توسعه پایدار شهر خود مشارکت دارند.

در گام بعدی، با استفاده از تکنیک فریدمن و W کندال، کلان‌شهرهای ایران ازنظر شش شاخص هوشمندی به‌صورت مجزا و سپس از نظر شاخص نهایی شهر هوشمند رتبه‌بندی شدند. رتبه‌بندی یک مبنای تجربی برای ارزیابی نقاط قوت و ضعف شهرها را ارائه می‌دهد. نتایج نشان دادند کلان‌شهر تهران رتبه اول و کلان‌شهر کرمانشاه آخرین رتبه را دارد.

با توجه به اینکه شهر تهران ازنظر تمامی امکانات و فرصت‌های توسعه در سطح کشور رتبه نخست را دارد و دارای بهترین موقعیت برای رشد و پیشرفت در بین سایر شهرها است، بدیهی است ازنظر هوشمندی نیز جایگاه اول را در بین سایر کلان‌شهرها داشته باشد و شهر کرمانشاه نیز براساس داشتن محدودیت‌ها و موانع توسعه، برای هوشمندشدن باید مسیر طولانی را در حوزه‌های مختلف فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی، حمل‌ونقل و ساخت‌وساز شهری و ... طی کند؛ مسیری که کرمانشاه هنوز ابتدای آن است و راه طولانی و سختی برای تبدیل‌شدن به یک کلان‌شهر هوشمند واقعی در پیش دارد.

در آخر نیز با روش خوشه‌سازی سلسله‌مراتب صعودی (AHC)، کلان‌شهرهای ایران ازنظر برخورداری مناسب شاخص‌های هوشمندی خوشه‌بندی شدند. نتایج نشان دادند کلان‌شهرهای تهران، مشهد و اصفهان وضعیت مناسب، کلان‌شهرهای شیراز، اهواز و تبریز وضعیت نسبتاً مناسب و کلان‌شهرهای کرج، قم و کرمانشاه وضعیت نامناسبی در زمینهٔ هوشمندی شهری دارند که بیان می‌کند شهرهای توسعه‌یافته‌تر کشور در وضعیت مناسب‌تری برای تبدیل‌شدن به شهر هوشمند هستند.

کلان‌شهر جایی است که زیرساخت‌های لازم را داشته باشد؛ زیرساخت‌هایی مانند تونل‌های تأسیساتی، معابر مناسب، سیستم حمل‌ونقل مناسب، ایمنی شهر در برابر حوادث و سایر موارد. قطعاً همه این موارد یک باره شکل نمی‌گیرند و محتاج برنامه‌ریزی طولانی‌مدت هستند که باید در گذشته اتفاق می‌افتاد. علاوه بر این، کلان‌شهرها فقط در زیرساخت‌ها و ساختارهای فیزیکی خلاصه نمی‌شوند و مشخصات فرهنگی، اجتماعی و سیاسی خاصی دارند که آنها را از سایر شهرهای معمولی جدا می‌کند.

هوشمندشدن نیز علاوه بر موارد مذکور نیازمند مؤلفه‌های بسیاری است که در این تحقیق شرح داده شدند. برای هوشمندشدن کلان‌شهرهای کشور باید برنامه‌ریزی کرد و اجرای این برنامه‌های عمدتاً چند ساله نیز نیازمند ثبات مدیریتی است؛ اما در این شهرها طول عمر مدیریتی شهرداران معمولاً کوتاه است که طی این مدت نمی‌توان برنامه‌های طولانی‌مدت را اجرا کرد. به هر حال، این شرایط نباید اجازه دهد که ما از حرکت در مسیر هوشمندشدن بازبمانیم و بدین ترتیب می‌توان برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و طولانی‌مدت را تدوین کرد.

با مشخص‌شدن میزان تفاوت در سطوح هوشمندی و درنهایت جایگاه هریک از کلان‌شهرها براساس شاخص‌های هوشمندی باید با اتخاذ برنامه‌هایی در حوزه مدیریت شهری نسبت به تقویت نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف اقدام شود و سیاست‌های شهری در حوزه‌هایی اجرا شوند که نیازمند تأکید بیشتری هستند.

با توجه به یافته‌های پژوهش، به سیاست‌گذران و مدیران حوزه شهری، به‌ویژه شهرداری‌ها که به‌مثابه نهاد مدیریتی در سطح شهرها شناخته می‌شوند، پیشنهاد می‌شود برای رسیدن به توسعه پایدار کلان‌شهرها جایگاه ویژه‌ای برای شاخص محیط زیست هوشمند در نظر بگیرند و با رفع موانع برای تقویت سایر شاخص‌ها همچون مردم هوشمند، زمینه‌های ارتقای آنها را فراهم کنند. بنا بر اهمیت تمام شاخص‌های هوشمندی، مکانیسمی را اجرا کنند که به توانمندسازی هرچه بیشتر کلان‌شهرها در تمام این شاخص‌ها منجر شود و زمینه‌های جذب سرمایه‌گذاری خصوصی برای تقویت آنها را فراهم کنند.

مسئولین نهادهای شهری، به‌ویژه شهرداران کلان‌شهرهای کرج، قم و کرمانشاه که جایگاه پایین‌تری ازنظر هوشمندی دارند، باید با اجرای برنامه‌های جامع در جهت ارتقای جایگاه هوشمندی شهر حیطهٔ مدیریتی خود موانع را شناسایی و آنها را رفع کنند و با بهره‌گیری از ایده‌های نوآورانه و خلاقانه در هوشمندسازی مدیریت شهری این فرایند را با کیفیت و جدیتی پذیرفتنی پیش ببرند.

منابع

آسایش، فاطمه، و مهینی‌زاده، منصور (۱۴۰۰). تبیین الگوی رشد درون‌زا مبتنی بر شهر هوشمند. *اقتصاد شهری*، ۶(۱)، ۹۵-۱۱۴.

https://doi.org/10.22108/UE.2023.134737.1225

اسماعیل‌زاده، حسن، فنی، زهره، و عبدلی، فاطمه (۱۳۹۸). هوشمندسازی، رویکردی در تحقق توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی منطقه ٦ تهران). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، *۵۱*(۱)، ۱٤٥-۱٥۷.

https://doi.org/10.22059/JHGR.2017.236917.1007491

ارباب، پارسا، و فصیحی، فرینا (۱۳۹۹). هوشمندی در توسعه شهری: تحلیل فرایند، ویژگی ها و شاخص های شهرهای هوشمند اروپا. *راهبرد توسعه*، *٦٤*(۱٦)، ٦۷-۹۷.

افضلی ننیز، مرضیه، مدیری، مهدی، و فرهودی، رحمت‌اله (۱۳۹۷). اولویت‌بندی شاخص‌ها در فرایند هوشمندسازی شهرها (مطالعه موردی: شهر کرمان). *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، *۹*(۳۵)، ۲۱-۳۰.

https://doi.org/ 20.1001.1.22285229.1397.9.35.2.5

امامقلی، مصطفی، و هدایت، هما (۱۳۹٦). تدوین راهبردهای دستیابی به شهر هوشمند در فضای کلان‌شهری با استفاده از روش AHP-SWOT (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهرداری تهران). *مجله نخبگان علوم و مهندسی*، جلد ۲، (۳)، ۲۷۲-۲۸۰.

برادران خانیان، زینب، پناهی، حسین، و اصغرپور، حسین (۱۳۹۹). بررسی وضعیت کنونی تحول هوشمند در کلان شهر تبریز. *اقتصاد شهری*، *۵*(۲)، ۸۵-۱۱۲.

https://doi.org/10.22108/UE.2022.130508.1196

بهبودیان، جواد (۱۳۹٦). *آمار ناپارامتری*. انتشارات دانشگاه شیراز.

پرستش، مریم، خدام حسینی، سیدعلی، و توکلی همدانی، فرهاد (۱۳۹۷). *شاخص‌های کلیدی در شهرهای هوشمند به همراه روش اندازه‌گیری آنها*. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت‌اله، حاتمی‌نژاد، حسین، و پارسا پشاه آبادی، شهرام (۱۳۹۷). مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند. *مجله علمی ـ پژوهشی پژوهشکده هنر، معماری و شهرسازی باغ نظر*، *۱۵*(۵۸)، ۵-۲٦.

توانایی مروی، لاله، بهزادفر، مصطفی، و مفیدی شمیرانی، سید مجید (۱٤۰۱). واکاوی چالش‌های پیش‌روی تحقق‌پذیری شهر هوشمند مطالعه موردی: شهرمشهد. *فصلنامه شهرپایدار*، *۵*(۱)، ٤٥-٥۸.

https://doi.org/10.22034/JSC.2022.311642.1578

جدیری، سالار (۱۳۹۵). *ارائه چارچوب طراحی فضای شهری عمومی در شهرهای هوشمند با تأکید بر فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی* [پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت شهری، دانشگاه تهران]. گنج.

حاتمی، افشار، ساسانپور، فرزانه، زیپارو، آلبرتو، و سلیمانی، محمد (۱٤۰۰). شهر هوشمند پایدار: مفاهیم، ابعاد و شاخص‌ها. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، *۲۱*(٦۰)، ۳۱۵-۳۳۹.

https://doi.org/10.52547/jgs.21.60.315

حاجی علیزاده، جواد، و قاسم‌زاده، داود (۱۳۹۹). مطالعه تطبیقی شهر هوشمند با شهر جهانی: مفاهیم و رهیافت‌ها. *فصلنامه شهر تاب‌آور*، ۲(۲)، ٤۳-٥۲.

حسنی، زهرا، و احمدی، فرشته (۱۳۹۹). *تبیین معیارها و شاخص‌های شهر هوشمند در شهرهای جدید با تأکید بر زندگی هوشمند*. کنفرانس ملی عمران، معماری و فناوری اطلاعات در زندگی شهری.

خمر، غلامعلی (۱۳۸۵). *اصول و مبانی جغرافیای شهری* (چاپ اول). انتشارات قومس.

زنجانی، حبیب‌اله (۱۳۷۱). *سمپوزیوم ملی شهر سالم*. مجموعه مقالات نشر شهرداری.

زنجانی، حبیب‌اله (۱۳۷۱). جمعیت *و توسعه شهری*. نشر مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.

رضائیان، بیتا، و رهنما، محمد رحیم (۱۳۹۳). سنجش میزان پراکنش و فشردگی شکل کلان شهرهای ایران با استفاده از مدل های کمی. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، *۵*(۱٦)، ۸۷-۱۰۷.

رهنما، محمد رحیم، حسینی، سید مصطفی، و محمدی حمیدی، سمیه (۱۳۹۹). سنجش و ارزیابی شاخص‌های شهر هوشمند در کلان‌شهر اهواز. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، *۵۲*(۲)، ۵۸۹-٦۱۱.

https://doi.org/10.22059/JHGR.2018.201090.1007182

شامی، محمدرضا، بیگدلی راد، وحید، و معینی‌فر، مریم (۱٤۰۰). تبیین مفاهیم و ارزیابی ابعاد شهر هوشمند با تأکید بر زندگی هوشمند شهری در کلان‌شهر تهران. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، *۱۱*(٤٥)، ۱۳۷-۱٥۱.

https://doi.org/10.22034/JGEOQ.2021.141774

شکری غفاربی، الهام، سلیمانی، علیرضا، و عزت پناه، بختیار (۱٤۰۱). تدوین راهبردهای شهرهای هوشمند در ایران (مطالعه موردی: شهر ارومیه). *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، *۱۷*(۲)، ۳٦۱-۳۷٥.

https://doi.org/20.1001.1.25385968.1401.17.2.11.3
کریمی، رامین (۱۳۹٤). *راهنمای آسان تحلیل آماری با spss*. انتشارات هنگام.

فتحی، الهام (۱۳۹۹). *جمعیت شهری ایران و آینده آن با نگاهی به جمعیت کلان‌شهرها* (خرداد ماه). پژوهشکده آمار.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵). شهر هوشمند و الزامات قانونی آن. *معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین*، کد موضوعی: ۲۸۰، شماره مسلسل: ۱٤۹۷۱.

محمدی، جلیل، محمدی، علیرضا، غفاری گیلانده، عطا، و یزدانی، محمد حسن (۱٤۰۰). سنجش تأثیرپذیری شهر از نماگرهای شهر هوشمند (مطالعهٔ موردی: شهر زنجان). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۳(۲)، ۵۲۱-۵٤۳.
https://doi.org/10.22059/JHGR.2020.287972.1008000

نسترن، مهین، و پیرانی، فرزانه (۱۳۹۸). تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند (مورد مطالعه: منطقه سه شهر اصفهان). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، ٦(۱)، ۱٤۷-۱٦٤.
https://doi.org/10.22067/gusd.v6i1.60475

نخجیرکان، پویا، عاشوری چهارده، متین، زالی، نادر، براتی، ناصر، درویشی سه تلانی، و محمد حسینی، بابک (۱٤۰۲). شناسایی پیشران‌های کلیدی توسعه شهر هوشمند با استفاده از ترکیب روش‌های فراترکیب وایداس. *فصلنامه چشم‌انداز شهرهای آینده*، ٤(۲)، ۱۱-۱۳۱.
https://doi.org/10.61186/jvfc.4.2.113

هاروی، دیوید (۱۳۹۲). *تجربه شهری* (عارف اقوامی مقدم، مترجم). انتشارات پژواک.

یوسفی قلعه سلیمی، نیلوفر (۲۰۱٦). *امکان‌سنجی اجرای شهر هوشمند (مطالعه موردی: منطقه ۵ شهرداری اصفهان)*. کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و City Scape.

Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of urban technology*, *22*(1), 3-21.
https://doi.org/.1080/1063732.2014.942092

Anderson, T. W. (1984). An Introduction to Multivariate Statistical Analysis, *Wiley, New York*.

Anthopoulos, L. G., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2015). Comparing smart cities with different modeling approaches. *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web* (pp. 525–528).
https://doi.org/10.1145/2740908.2743920

Asprone, D., Prota, A., & Manfredi, G. (2014). Linking Sustainability and Resilience of Future Cities. In *Resilience and Sustainability in Relation to Natural Disasters: A Challenge for Future Cities*, 55–65.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-04316-6_

Bolívar, M. P. R., Munoz, L. A., & Munoz, C. A. (2023). Identifying patterns in smart initiatives' planning in smart cities. An empirical analysis in Spanish smart cities. *Technological Forecasting and Social Change*, *196*, 122781.
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122781

Caragliu, A., & Del Bo, C. (2018). Much ado about something? An appraisal of the relationship between smart city and smart specialisation policies. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, *109*(1), 129-143.
https://doi.org/10.1111/tesg.12272

Caragliu, A., & Del Bo, C. F. (2016). Do smart cities invest in smarter policies? Learning from the past, planning for the future. *Social Science Computer Review*, *34*(6), 657-672.
https://doi.org/10.1177/08944393156108

Caragliu, A., & Del Bo, C. F. (2019). Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, *142*, 373-383.
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022

Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, *18*(2), 65-82.
https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117

Chen, B. & Woo, Y. P. (2010). Measuring Economic Integration in the Asia-Pacific Region: A Principal Components Approach. *Asian Economic Papers*, *9*(4), 121–143.
https://doi.org/10.1162/ASEP_a_00009

Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., ... & Scholl, H. J. (2012, January). Understanding smart cities: An integrative framework. In *2012 45th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 2289-2297). IEEE.
https://doi.org/ 10.1109/HICSS.2012.615

Cohen, B. (2012). What exactly is a smart city? *Via: Co.Exist, December 12*.

Colldahl, C., Frey, S., & Kelemen, J. E. (2013). Smart cities: Strategic sustainable development for an urban world. (Master thesis). Sweden: Karlskronauniversity. (Unpublished master's thesis). School of Engineering Blekinge, Institute of Technology Karlskrona, Sweden.

Dawes, S. S., & Pardo, T. A. (2002). Building collaborative digital government systems. In Advances in digital government (pp. 259-273). *Springer, Boston, MA*.
https://doi.org/10.1007/0-306-47374-7_16

De Mello Torres, J. G., de Andrade, N., & Neto, P. L. D. O. C. (2019). Analysis of the European and Brazilian Rankings of Smart Cities: a case study of São José dos Campos and Toulouse. *International*

innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, *25*(2), 93-95.
https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660331
Kourtit, K., Nijkamp, P., & Arribas, D. (2012). Smart cities in perspective–a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European journal of social science research*, *25*(2), 229-246.
https://doi.org/10.1080/13511610.2012.660331
Kraemer, K. L., & King, J. L. (2003). Information technology and administrative reform: Will the time after e-government be different?.
https://doi.org/ 10.4018/jegr.2006010101
Kumar, T. V., & Dahiya, B. (2017). Smart economy in smart cities. *Smart economy in smart cities*, 14-76.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-1610-3_1
Lukasová, A. (1979). Hierarchical Agglomerative Clustering Procedure. *Pattern Recognition*, *11*(5-6), 365-381.
https://doi.org/10.1016/0031-3203(79)90049-9
Madakam, S., Ramaswamy, R., & Date, H. (2019). Quality of life@ Palava smart city: A case study. *Global Business Review*, *20*(3), 708-742.
https://doi.org/10.1177/0972150917721822
Manville, C., Cochrane, G., Jonathan, C. A. V. E., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., ... & WiK, M. W. (2014). Mapping smart cities in the EU. England: European Parliament.
Mokarrari, K. R., & Torabi, S. A. (2021). Ranking cities based on their smartness level using MADM methods. *Sustainable Cities and Society*, *72*, 103030.
https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103030
Mosannenzadeh, F., & Vettorato, D. (2014). Defining smart city. A conceptual framework based on keyword analysis. *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*.
https://doi.org/10.6092/1970-9870/2523
Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Smart City as Urban Innovation: Focusing on Management, Policy, and Context. *ICEGOV Tallin, Estonia.*
https://doi.org/10.1145/2072069.2072100
Nijkamp, P., & Kourtit, K. (2011). New urban Europe. In *urban governance in the EU*, 61–76
https://doi.org/10.1080/09654313.2012.716243
Patrão, C., Moura, P., & Almeida, A. T. D. (2020). Review of smart city assessment tools. *Smart Cities*, *3*(4), 1117-1132.
https://doi.org/10.3390/smartcities3040055
Silva, B. N., Khan, M., & Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable cities and society*, *38*, 697-713.
https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053
Singh, T., Solanki, A., Sharma, S. K., Nayyar, A., & Paul, A. (2022). A Decade Review on Smart Cities: Paradigms, Challenges and Opportunities. *IEEE Access*, *10*, 68319-68364.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3184710
Journal of Advanced Engineering Research and Science, *6*(8), 94-115.
https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.68.14
Escolar, S., Villanueva, F. J., Santofimia, M. J., Villa, D., Del Toro, X., & López, J. C. (2019). A Multiple -Attribute Decision Making-based approach for smart city rankings design. *Technological Forecasting and Social Change*, *142*, 42-55.
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.024
FABRÈGUE, B. F., & BOGONI, A. (2024). Assessing quality of life in German, French, Italian and Polish smart cities: Identifying the need for further development. *Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal*, *8*(1), 131-152.
https://doi.org/10.25019/yccjvz56
Frost & Sullivan. (2016). Strategic Opportunity Analysis of the Global Smart City Market: Smart City Market Is Likely to Be Worth a Cumulative $1.565 Trillion by 2020. Available online.
Gasparini, P., Di Ruocco, A., & Russo, R. (2014). Natural hazards impacting on future cities. *In Resilience and Sustainability in Relation to Natural Disasters: A Challenge for Future Cities* (pp. 67 – 76). *Springer.*
https://doi.org/10.1007/978-3-319-04316-6_6
Giffinger, R., Haindlmaier, G., & Kramar, H. (2010). The role of rankings in growing city competition. *Urban research & practice*, *3*(3), 299-312.
https://doi.org/10.1080/17535069.2010.524420
Gori, P., Parcu, P. L., & Stasi, M. (2015). Smart cities and sharing economy. *Robert Schuman Centre for advanced studies research paper no. RSCAS*, *96*.
https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2706603
Habtat III. (2015). Smart Cities. United Nations. *Conference on Housing and Sustainable Urban Development.*
Hajduk, S. (2021). Multi-criteria analysis of smart cities on the example of the Polish cities. *Resources*, *10*(5), 44.
https://doi.org/10.3390/resources10050044
Hall, j. (2005). Governance Published in Encyclopedia of city. Edited by Roger W. Caves.
https://doi.org/10.4324/9780203484234
Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A Theory of Smart Cities (pp. 2–7). IBM Corporation. *Hawaii International Conference on System Sciences*, 2289-2297.
Haughton, G., & Hunter, C. (2005). Sustainable Cities, *Published in the Taylor and Francis ELibrary*.
https://doi.org/10.4324/9780203645567
Hitachi Company. (2009). The Committee of Digital and Knowledge based Cities of UCLG.
Indrawati, Azkalhaq, N., & Amani, H. (2018, September). Indicators to measure smart economy: An Indonesian perspective. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Business and Information Management (pp. 173-179).*
https://doi.org/ 10.1145/3278252.3278278
Kourtit, K., & Nijkamp, P. (2012). Smart cities in the

ingh, R. B. (2015). *Urban development challenges, risks and resilience in Asian mega cities*. Springer.
https://doi.org / 10.1007/978-4-431-55043-3

Snieška, V., & Zykiene, I. (2014). The role of infrastructure in the future city: Theoretical perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *156*, 247-251.
https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.183

Toppeta, D. (2010). The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, "livable", sustainable cities. *The innovation knowledge foundation*, *5*(1), 1-9.

Tariq, M. A. U. R., Faumatu, A., Hussein, M., Shahid, M. L. U. R., & Muttil, N. (2020). Smart city-ranking of major Australian cities to achieve a smarter future. *Sustainability*, *12*(7), 2797, 1-19.
https://doi.org/10.3390/su12072797

Taş, M. A., & Alptekin, S. E. (2023). Evaluation of major cities in terms of smart cities: A developing country perspective. *Procedia Computer Science*, *225*, 1717-1726.
https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.161

UN, United Nations. (2008). World Urbaniztion Prospects: *The 2008 Revision Population Database*, *20*(4), 278-265.

Ye, F., Chen, Y., Li, L., Li, Y., & Yin, Y. (2022). Multi-criteria decision-making models for smart city ranking: Evidence from the Pearl River Delta region, China. *Cities*, *128*, 103793. https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103793

Yoshikawa, Y., Sato, A., Hirasawa, S., Takahashi, M., & Yamamoto, M. (2012). Hitachi's Vision of the Smart City. *Hitachi Review*, *61*(3), 111-118.

Zhao, X. B., Chan, C. K., & Sit, T. O. (2003). Globalization and the Dominance of Large Cities in Contemporary China. *Printed In Great Britain. Cities*, *20*(4), 265-278.
https://doi.org/10.1016/S0264-2751(03)00031-3

Zheng, C., Yuan, J., Zhu, L., Zhang, Y., & Shao, Q. J. J. o. C. P. (2020). From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019. *Cleaner Production*, *258*(120689), 1- 24.
https://doi.org/ 10.1016/j.jclepro.2020.120689

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی