



## Investigating the Current Situation of Smart Evolution in Tabriz Metropolis

Zeinab Baradaran Khanian<sup>1</sup>, Hossein Panahi<sup>\*2</sup>, Hossein Saeed Asgharpour<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD student of Economics, Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>2</sup> Professor of Economics, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup> Professor at Department of Economics, Faculty of Economics, Management and Business, Tabriz University, Tabriz, Iran

**Abstract:** Increasing urbanization and population growth in cities introduce social, economic, and environmental challenges. Globally, these challenges have become a major driver for urban development in the 21<sup>st</sup> century, alongside the expansion of information and communication technology (ICT). Urban planning is now focused on applying a systematic approach to generate models which can be applied to 21<sup>st</sup>-century city development, addressing and overcoming the problems associated with increasing urbanization. The development of "smart cities" is an example of one such conceptual model. The combination of ICT with urban planning, forming the foundation of the theory underlying smart cities, reveals a new form of development and is an effective approach to achieve better urban management. The main purpose of this study is to investigate the current state of smart evolution in the metropolis of Tabriz. Firstly, the ICT infrastructure (ICT Development Index, ie IDI) was investigated. The results of this study show that East Azerbaijan province, particularly the metropolis of Tabriz with an IDI equal to 6.76 in 2020, was ranked 15<sup>th</sup> in the country. Moreover, the value of this index and all three sub-indices in the last decade have been higher than the national average and have grown significantly. Secondly, using the subject literature, 74 indicators in six smart city dimensions: smart people, smart economy, smart environment, smart life, smart government, and smart mobility were compiled and, by means of questionnaires, analyzed using information and statistics in statistical yearbooks and Python software. The results reflect the degree of intelligence of this city on a macro-scale, with a score of 0.166 per unit. Furthermore, investigations into the status of the six dimensions indicate that the dimension of the smart environment with a score of 0.26 per unit, has the highest score among other dimensions, while smart governance (government) and smart life have the lowest score respectively with 0.116 and 0.126 scores.

**Key Words:** Smart city, Information and Communication Technology, Python software.

### بررسی وضعیت کنونی تحول هوشمند در کلان شهر تبریز

زینب برادران خانیان<sup>۱</sup>، حسین پناهی<sup>\*۲</sup>، حسین اصغرپور<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲- استاد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

### چکیده

شهرنشینی فزاینده، افزایش روزافزون جمعیت و مشکلات عظیم اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی حاصل از آنها به همراه رشد و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات - به عنوان عمده ترین محور تحول و توسعه در جهان - شاخصه اصلی قرن ۲۱ در سطح جهانی است که تنها از طریق یک رویکرد سیستماتیک حل می شود. در این راستا برنامه ریزان شهری در سراسر جهان می کوشند مدل هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ و مقابله با چالش های کنونی آنها ارائه دهند که توسعه شهر هوشمند یکی از این مفاهیم جدید است. ترکیب فناوری اطلاعات و ارتباطات با برنامه ریزی شهری که تئوری شهر هوشمند را مطرح می کند، شکل جدیدی از توسعه زندگی را نمایان کرده و به عنوان یک رویکرد مؤثر برای رسیدن به مدیریت بهتر شهری است. هدف اصلی این پژوهش بررسی وضعیت کنونی تحول هوشمند در کلان شهر تبریز است. در این راستا در مرحله نخست، زیرساخت های ICT (شاخص توسعه ICT یعنی IDI) بررسی شده اند که نتایج حاصل از آن نشان می دهند استان آذربایجان شرقی و به طور خاص کلان شهر تبریز با IDI برابر ۶/۷۶۹ در سال ۱۳۹۹ در رتبه ۱۵ کشور قرار داشته و همچنین مقدار این شاخص و هر ۳ زیرشاخص آن در یک دهه گذشته از میانگین کشوری بالاتر بوده و رشد چشمگیری داشته است. در مرحله دوم با استفاده از ادبیات موضوع ۷۴ شاخص در ۶ بعد شهر هوشمند شامل مردم هوشمند، اقتصاد هوشمند، محیط زیست هوشمند، زندگی هوشمند، دولت هوشمند و جابه جایی هوشمند، تدوین و با استفاده از ابزار پرسش نامه، اطلاعات و آمار موجود در سالنامه های آماری و محیط برنامه نویسی پایتون تجزیه و تحلیل شدند. نتایج حاصل نشان دهنده میزان هوشمندی این شهر در مقیاس کلان با امتیاز ۰/۱۶۶ از ۱ واحد است. همچنین بررسی وضعیت ابعاد شش گانه نشان می دهد بعد محیط زیست هوشمند با امتیاز ۰/۲۶ از واحد، بالاترین امتیاز را در میان سایر ابعاد به خود اختصاص داده است؛ این در حالی است که حکمروایی (دولت) هوشمند و زندگی هوشمند به ترتیب با ۰/۱۱۶ و ۰/۱۲۶ از کمترین امتیاز برخوردارند.

**واژه های کلیدی:** شهر هوشمند، فناوری اطلاعات و ارتباطات، نرم افزار پایتون.

## مقدمه

قرن، چالش دولت‌ها مهاجرت سریع شهروندان به شهرهای بزرگ است (پورجوان، ۱۳۹۸: ۱۶).

افزایش روزافزون جمعیت شهری، به‌ویژه جمعیت فزاینده کلان‌شهرها، بر دورنمای زندگی جوامع بشری اثرگذار بوده است و آنها را با چالش‌های چشمگیری مواجه خواهد کرد. در واقع شهرنشینی با وجود دستاوردهای بزرگ برای بشر با خود، مسائل و مشکلاتی را به همراه داشته که با وجود پیشرفت‌های عظیم علمی و فنی، حل بسیاری از این مشکلات با ناکامی همراه بوده است. شهرنشینی شتابان به همراه مصرف حجم زیاد انرژی در کنار تولید ضایعات فراوان باعث تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا شده و اثرات مخربی بر محیط زیست گذاشته است. همچنین تناسب‌نداشتن رشد شتابان شهرها با زیرساخت‌هایشان موجب شده است که همواره شهرها از پیامدهای نامطلوب آن آسیب ببینند.

در نتیجه با توجه به رشد جمعیت و توسعه قارچ‌گونه شهرها در جهان که سهم عمده این افزایش‌ها مربوط به کلان‌شهرهای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران بوده است و همچنین دگرگونی‌ها و معضلات شهری متعدد و فشارهای فزاینده‌ای که این کشورها برای ارائه بیشتر و بهتر خدمات پایه به جمعیت در حال رشد مواجه‌اند، برنامه‌ریزان شهری در سراسر جهان می‌کوشند با نگاهی یکپارچه به تمامی ابعاد شهرنشینی، مدل‌هایی را برای توسعه شهرهای قرن ۲۱ به منظور پاسخ‌گویی به خواسته‌ها و انتظارات جدید دنیای امروز و مقابله با چالش‌های پیش رو توسعه دهند. یکی از مفاهیم جدید برای مقابله با چالش‌های کنونی شهرها در عرصه برنامه‌ریزی شهری، توسعه شهر هوشمند است که در طول سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است (پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۲).

اهمیت توسعه شهر هوشمند در بهبود وضع زندگی کنونی انسانی و آسایش آنان به اندازه‌ای است که تمامی شهرهای امروزی جهان، به هوشمندسازی نیاز دارند و براساس شواهد، ۵ جریان اصلی (۱) شهرنشینی شتابان، (۲) اثرات شهرها بر محیط زیست (نگرانی‌های زیست محیطی)، (۳) بحران‌های اقتصادی (انگیزه اقتصادی)، (۴) تغییرات جمعیت‌شناختی و (۵) سایر عوامل (پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مهاجرت مغزها، بوروکراسی، مسائل حمل و نقل، آب، انرژی و ...) جزء موارد بسیار مهمی‌اند که بیش‌ازپیش ضرورت مطالعه شهرهای هوشمند را آشکار می‌کند. در این بین، شیوع جهانی اپیدمی

از قرن گذشته تاکنون جمعیت شهرنشین کره زمین رشد سریعی داشته و بیش از ۱۰ برابر شده است؛ به طوری که از ۲۲۴ میلیون نفر (معادل ۱۳ درصد جمعیت) در سال ۱۹۰۰ به ۴/۲ میلیارد نفر (۵۵ درصد) در سال ۲۰۱۸ رسیده است (United Nations, 2018: 1-2). سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۸-۲۰۰۷ اعلام کرد: «برای نخستین بار در تاریخ بشر انتقال شهری به وقوع پیوسته و جمعیت مناطق شهری از جمعیت مناطق روستایی در جهان پیشی گرفته است و بیش از نیمی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می‌کنند». بر همین اساس، سازمان ملل سال ۲۰۰۸ را سال شهرنشینی و هزاره سوم میلادی را هزاره شهرنشینی نامید. از آن زمان تاکنون شهرنشینی با رشد بی‌وقفه مواجه بوده و این رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه با سرعت بیشتری اتفاق افتاده است (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۴)؛ به طوری که چنین افزایشی در کشورهای توسعه‌یافته سالانه ۰/۵ درصد، در مناطق در حال توسعه ۲/۵ درصد و در کشورهای کمتر توسعه‌یافته ۴ درصد است (Toppeta, 2010: 3). همچنین برآورد شده است طی ۴۰-۳۰ سال آینده این روند فزاینده باشد (Dixon et al, 2018: 778) و تخمین زده می‌شود تا سال ۲۰۲۵ جمعیت شهری دنیا به بیش از ۵ میلیارد نفر خواهد رسید که بیش از ۹۰ درصد این رشد در کشورهای در حال توسعه است و تا سال ۲۰۵۰ نسبت ساکنان شهرها از ۶۸ درصد تجاوز خواهد کرد (United Nations, 2018: 1-2).

بنابراین، در زمان حاضر بیشتر جمعیت کره زمین ساکن شهرها هستند و شهرنشینی به دو صورت افزایش در اندازه جمعیتی شهرها و گسترش مقیاس کالبدی آنها در حال رشد و شتاب گرفتن است؛ زیرا شهرها قطب اصلی فعالیت‌های اقتصادی و تجاری‌اند و پتانسیل بالایی برای ایجاد ارزش افزوده، ثروت و رفاه دارند.

روند شهری شدن زود هنگام جهان، واقعیتی گریزناپذیر است و به عقیده ولینگتون ای. وب<sup>۱</sup> شهردار اسبق دنور، قرن ۲۱، قرن شهرها است (Borsekova, 2018: 3). این در حالی است که در آغاز قرن ۱۹ میلادی، تنها ۳ درصد از جمعیت دنیا در شهرها ساکن بودند و این میزان در ابتدای قرن ۲۰ میلادی به ۱۵ درصد افزایش یافت. در قرن ۲۱ میلادی رشد شهرنشینی سرعت بسیار بالاتری به خود گرفت و از آغاز ورود به این

<sup>1</sup> Denver

<sup>2</sup> Wellington E. Webb

افزایش تولیدات آن، گسترش فناوری در شهرها، ساخت ساختمان‌های مدرن، صنعتی شدن و رشد کشاورزی موجب ارائه خدمات نوین در شهرها و افزایش رفاه شهری و رشد شهرنشینی شده است؛ به طوری که جمعیت این کلان‌شهر از ۲۲۸۰۷۹ در سال ۱۳۳۵ به ۱۵۵۸۶۹۳ در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته (سالنامه آماری استان آذربایجان شرقی، ۱۳۹۸) و همچنین مساحت آن از ۱۱۷۰ هکتار در سال ۱۳۳۵ به ۲۱۶۷/۱۹ هکتار در سال ۱۳۹۸ رسیده است. این عوامل باعث نابسامانی در شهر شده و شهر را گرفتار ساختاری بیمارگونه کرده و موجب بروز مسائل متعددی در شهر از جمله پیچیدگی حمل و نقل، مشکلات خدمات شهری، فضای سبز، معماری و شهرسازی و محیط زیست شده است. با توجه به مسائل ذکرشده، در کنار نرخ بی‌سابقه رشد و توسعه شهر، بررسی هوشمندسازی به‌عنوان راهکاری جدید با توجه به گسترش روزافزون تکنولوژی اطلاعات در شهر و پاسخ‌گویی به نیازهای جدید شهروندان در زندگی شهری آنان ضروری است.

بنابراین، لازم است برنامه‌ریزی شهری به نوعی بازنگری و بازاندیشی شود و در اقدامات خود متناسب با پیشرفت فناوری‌های جدید اطلاعات و ارتباطات عمل کند. در این ارتباط با توجه به اهمیت موضوع، مقاله حاضر سعی دارد به‌منظور برنامه‌ریزی بهتر برای آینده شهر، وضعیت شاخص‌های شهر هوشمند کلان‌شهر تبریز را به‌طور علمی، کنکاش و با سنجش وضعیت هوشمندی شهر تبریز مسئولان امر را در این زمینه یاری کند.

### مبانی نظری

ایده شهر هوشمند تا اواسط دهه ۱۹۸۰ که ژاپنی‌ها شهر علم (کانسای<sup>۲</sup>) را در کشورشان ایجاد کردند و استرالیایی‌ها شهر چندعملکردی را در اواخر دهه ۱۹۸۰ در آدلاید<sup>۳</sup> بنا کردند، ایده ناشناخته‌ای بود. از دهه ۱۹۹۰-۱۹۸۰ که کامپیوتر و اینترنت در مقیاس وسیع در زندگی شهری استفاده شد، این ایده اهمیت ویژه‌ای یافت (احمدی، ۱۳۹۴: ۴)؛ بنابراین، اصطلاح شهر هوشمند و ریشه آن را باید از جنبش رشد هوشمند پیگیری کرد که در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ به وجود آمد و از سیاست‌های جدید برنامه‌ریزی شهری حمایت می‌کرد (Harrison, 2011: 2).

کرونا در اواخر دسامبر ۲۰۱۹ و پدیدآمدن مشکلات ناشی از آن نیز توجه به هوشمندسازی شهرها و استفاده از فناوری‌های جدید را دوچندان کرده است.

بنابراین، در کنار مباحث شهر الکترونیک، شهر خلاق و شهر پایدار (پایداری محیطی، اجتماعی و اقتصادی)، توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)<sup>۱</sup> به کاهش هزینه‌ها، سرعت در انجام کارها، کاهش سفر و آلودگی منجر شده است (International Telecommunication Union, 2013: 2). توسعه ICT و هوشمندسازی هرچه بیشتر شهرها ابزاری است که امکان خدمات‌دهی بیشتر به شهروندان و ارتقای کیفیت زندگی شهری را برای دولت‌ها و مدیریت شهری فراهم می‌کند (Correia, 2011: 33-34). هوشمندسازی فرایندهای شهری صرفاً به معنای الکترونیکی شدن تمامی فرایندهای شهری نیست؛ هوشمندسازی استفاده از تمام بسترهای موجود (دنیای مجازی و واقعی) برای ارتقای کیفیت زندگی است (روستایی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۹۷). به عبارت دیگر، شهری هوشمند است که قادر به پیوند ۳ بعد انسانی، نهادی و فناوری باشد و فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز به‌عنوان پیش‌نیاز و یکی از عوامل سرعت‌بخشیدن دستیابی به هدف شهر هوشمند باشد (Capdevila, 2015: 2).

درواقع شهر هوشمند، به‌عنوان شهری که علاوه بر پاسخ‌گویی به نیازهای زندگی انسانی، تعاملات و مشارکت مردمی، از تکنولوژی روز دنیا همچون زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات بهره برده است تا به سوی شهری با هوای پاک، دارای پایداری اجتماعی، تاب‌آور و زیست‌پذیر حرکت کند و با رهنمودهای هوشمندانه به طراحی فضای شهری و رفع مشکلات آن پردازد (دادخواه، ۱۳۹۴: ۲؛ Joshi et al, 2016: 903).

در این میان کلان‌شهر تبریز به‌عنوان ششمین کلان‌شهر بزرگ ایران و از هسته‌های کانونی محور توسعه شمال غرب کشور مطرح است که در طول سالیان متمادی تغییرات فراوانی را تجربه کرده است. این تغییر و تحولات در تمامی ابعاد جمعیتی، کالبدی و ساختار فضایی درون شهری نظیر تحول در فضای داخلی و مساحت شهر، دگرگونی در بافت کالبدی شهر و رشد بی‌رویه در سطح افقی مشاهده می‌شود. این تغییر و تحولات در نیم قرن اخیر و شتاب‌گرفتن توسعه صنعتی جوامع، روند فزاینده‌ای به خود گرفته است. گسترش کارخانه‌ها و

<sup>2</sup> Kansai

<sup>3</sup> Adelaide

<sup>1</sup> Information and Communications Technology

ارتقای رشد اقتصادی پایدار و کیفیت بالای زندگی با مدیریت عاقلانه منابع طبیعی از طریق حکومت مشارکتی سرمایه‌گذاری می‌کند ( Mutiara et al, 2018: 1; Caragliu et al, 2011: 6). بر همین اساس، شهر هوشمند یک واقعیت نیست؛ بلکه یک استراتژی توسعه شهری است و در آن، تکنولوژی، محور توسعه آینده است (Walmsley, 2006: 13).

ادبیات گسترده‌ای درباره ماهیت شهرهای هوشمند وجود دارد؛ با این حال همانند بسیاری از عبارات مرتبط با فناوری، اصطلاح شهر هوشمند به خوبی تعریف نشده و در این خصوص توافقی انجام نشده است؛ اما آنچه همگان بر آن تأکید دارند استقرار فناوری‌های نوین در شهرهای هوشمند است (Kitchin, 2019: 11). تعاریف زیادی درخصوص شهر هوشمند وجود دارد که به چند تعریف کاربردی از آن در زیر اشاره شده است:

جفینگر<sup>۶</sup> (۲۰۰۷) معتقد است شهر هوشمند، شهری با عملکرد عالی و رویکردی آینده‌نگر در رابطه با اقتصاد، مردم، زمامداری، تحرک‌پذیری، محیط زیست و زندگی شهروندان با تمرکز بر ترکیب هوشمندی، مشارکت و فعالیت شهروندانی خودکفا، آگاه و مستقل است. کومینوس<sup>۷</sup> (۲۰۰۷، ۲۰۰۸) شهرهای هوشمند را سرزمین‌هایی با ظرفیت بالا برای یادگیری و نوآوری می‌داند که بر پایه خلاقیت شهروندان، نهادها، سازمان‌های دانش‌محور و زیرساخت‌های دیجیتال آنها، به منظور برقراری ارتباطات و مدیریت دانش‌بنیان نهاده می‌شوند. مسنن‌زاده و ویتروتوب<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) شهر هوشمند را اینگونه تعریف می‌کنند: «شهر هوشمند یک شهر پایدار و کارآمد با کیفیت بالای زندگی است که هدف آن مقابله با چالش‌های شهری (بهبود تحرک، بهینه‌سازی استفاده از منابع، بهبود بهداشت و امنیت، بهبود توسعه اجتماعی، حمایت از رشد اقتصادی و حکمروایی مشارکتی) از طریق استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی در خدمات و زیرساخت‌ها، همکاری بین ذی‌نفعان و سهام‌داران کلیدی (شهروندان، دانشگاه‌ها، دولت و صنعت) و سرمایه‌گذاری در سرمایه‌های اجتماعی است. مارتال لیاکونا و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۵) معتقدند شهرهای هوشمند تلاش دارند عملکرد شهری را با استفاده از داده، اطلاعات و فناوری اطلاعات ارتقا دهند تا خدمات مؤثرتری را به شهروندان ارائه

اصطلاح شهر هوشمند برای نخستین بار درباره بریزبن<sup>۱</sup> استرالیا و بلکسبرگ<sup>۲</sup> در ایالات متحده آمریکا به کار گرفته شد؛ جایی که فناوری اطلاعات و ارتباطات، از مشارکت اجتماعی، کاهش شکاف دیجیتال و دسترسی به خدمات و اطلاعات پشتیبانی می‌کرد (Alvarez et al, 2009: 181). هوشمندی، توانایی استفاده از اطلاعات و تبدیل آنها به دانش به منظور استفاده در برنامه‌های اجرایی است و شهرهای هوشمند به عنوان ابزاری برای تجسم بافت شهری پدید آمدند.

آنها بعد از دهه ۹۰ با روندی آرام ( Assembly, 2016: 30)، اما از اوایل سال ۲۰۰۰ به بعد از طریق بعضی از شرکت‌های فناوری مثل ای‌بی‌ام<sup>۳</sup> (۲۰۰۹)، سیسکو<sup>۴</sup> (۲۰۰۵) و زیمنس<sup>۵</sup> (۲۰۰۴) به منظور ادغام سیستم‌های اطلاعاتی و زیرساخت‌های شهری و خدماتی از قبیل حمل‌ونقل، ساختمان، توزیع برق و آب و امنیت عمومی شایان توجه جدی قرار گرفته و به سرعت تکامل یافته‌اند (Harrison, 2011: 2).

واژه شهر هوشمند به عنوان یک پارادایم در توسعه شهری با تعبیر و برداشت‌های متعددی از قبیل شهر دیجیتال، شهر اطلاعاتی، شهر سایبری (مجازی)، شهر سیم‌کشی‌شده، شهر نوآور، شهر سبز، شهر مبتنی بر دانش، شهر انعطاف‌پذیر، شهر خلاق، تله توپیا و ... مطرح بوده که هر یک از این عنوان‌ها رویکردی خاص و جنبه‌ای از پدیده شهر هوشمند را دربر گرفته است و بیان می‌کند (Droege, 1997: 5). به‌طور کلی گفتنی است مفهوم شهر هوشمند، گویای مدل مفهومی توسعه شهری بر پایه استفاده از منابع و ظرفیت‌های شهروندی و فنی برای پیشبرد و ارتقای توسعه و رفاه مناطق شهری است.

در نخستین گام، ایده شهر هوشمند در راستای ارتقای سرمایه اجتماعی شهرها بود؛ بدین مفهوم که باعث بالارفتن توانمندی‌های مردم و جامعه می‌شد. مردم به کمک زیرساخت ICT به عنوان رکن اساسی سرمایه‌های اجتماعی موجود در جامعه قادر بودند سازمان یافته‌تر، هدفمندتر و با کیفیت بیشتر به امور فردی، خدماتی و اجتماعی خود رسیدگی کنند (Dixon et al, 2017: 4; Leydesdorff, 2011: 1)؛ بنابراین، شهر هوشمند، شهری است که به‌طور هوشمندانه در منابع انسانی، اجتماعی، فناوری اطلاعات و ارتباطات مدرن و سنتی برای

<sup>6</sup> Giffinger

<sup>7</sup> Komninos

<sup>8</sup> Mosannenzadeh & Vettorotob

<sup>9</sup> Marsal- Llacuna et al.

<sup>1</sup> Brisbane

<sup>2</sup> Blacksburg

<sup>3</sup> International Business Machines Corporation (IBM)

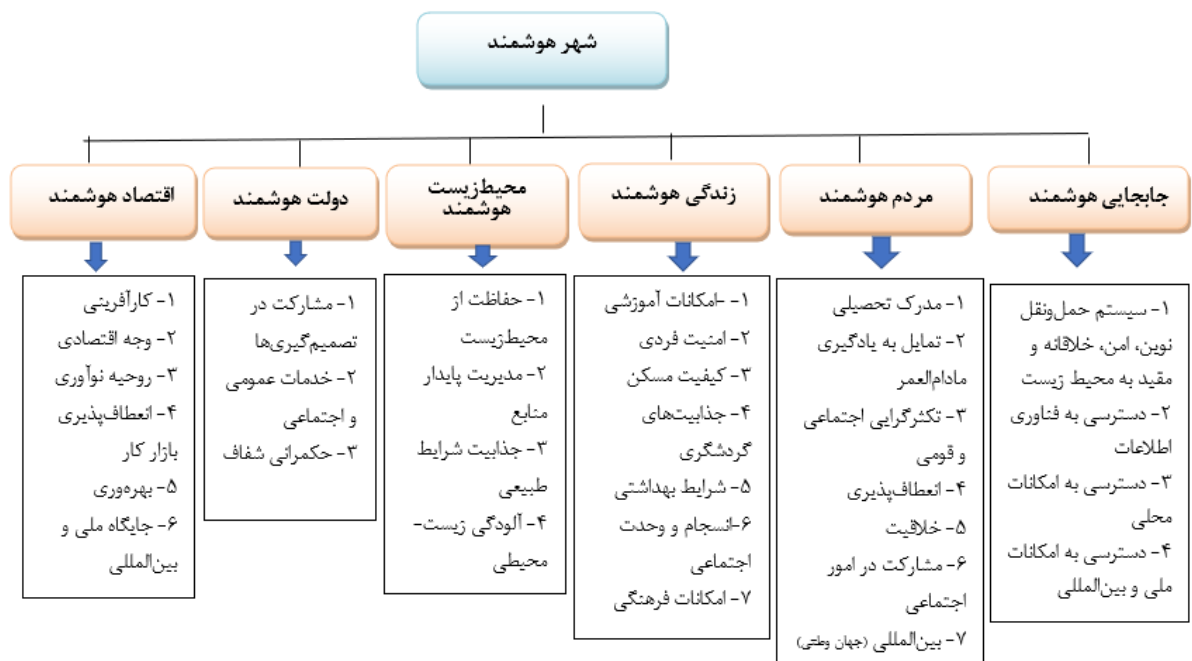
<sup>4</sup> Cisco Systems

<sup>5</sup> Siemens

هر شهری دارای وضعیت اداری، اقتصادی و اجتماعی و بستر جغرافیایی خاص خود و همچنین اولویت های مختلف است؛ بنابراین، تعریف یک سیستم ثابت جهانی با توجه به خصوصیات متنوع شهرها در سراسر جهان ممکن است مشکل باشد؛ از این رو، بهتر است ساختارهای اصلی (مدل شهر هوشمند) به عنوان اساس مفهوم پردازی، حفظ و تعریف های خاص هر شهر از هوشمندی براساس چشم اندازها، اولویت ها و محتوایشان بازسازی شوند. در این میان، تجزیه و تحلیل عمیق ادبیات نشان می دهد در تعاریف نویسندگان بر برخی مفاهیم در تعریف شهر هوشمند تأکید ویژه ای شده است و در نهایت براساس نظرات پژوهشگران و اندیشمندان این حوزه می توان ۶ محور اصلی را به عنوان چهارچوبی برای بسط شهرهای هوشمند شناسایی کرد و آن را برای هوشمندسازی تمامی شهرها تعمیم داد. این ۶ محور که در نمودار زیر دیده می شوند عبارت اند از اقتصاد هوشمند، محیط زیست هوشمند، جابه جایی هوشمند، زندگی هوشمند، مردم هوشمند و دولت هوشمند.

دهند، زیرساخت های موجود را اداره و بهینه کنند و مشارکت بین نقش آفرینان مختلف را افزایش دهند و مدل های کسب و کار نوآورانه را در بخش خصوصی و عمومی گسترش دهند. از نظر موهانتی (Mohanty) (۲۰۱۶) شهر هوشمند مکانی است که در آن شبکه ها و خدمات سنتی با استفاده از فناوری های اطلاعات، دیجیتال و ارتباطات دوربرد، برای بهبود فعالیت ها و عملکردها به نفع ساکنان آن محل، انعطاف پذیر، کارآمد و پایدار ساخته می شوند.

در بیشتر تعاریف شهر هوشمند، اندیشمندان و پژوهشگران بر این توافق دارند که فناوری اطلاعات و ارتباطات مشخصه اصلی شهر هوشمند است؛ اما این به معنای نادیده گرفتن موضوعات اجتماعی نشده است و فناوری به صورت اتوماتیک باعث هوشمندی نمی شود و مردم و نهادها نقش کلیدی در این میان دارند. مروری بر تعاریف مختلف نشان می دهد معنای یک شهر هوشمند چندوجهی است. هر نویسنده بر جنبه های مختلفی از یک شهر تأکید کرده است؛ بنابراین، سنجش یک شهر هوشمند پیچیده است.



شکل ۱- مدل مفهومی شهر هوشمند

منبع: جیفینگر و همکاران (۲۰۰۷)، جیفینگر و گادران (۲۰۱۰)، تاپتا (۲۰۱۰)

اصلی آنها نیز حمل و نقل (جابه جایی) هوشمند است (کارداگ، ۲۰۱۴: ۱) و شاید بتوان گفت برای هوشمند شدن هر شهر، باید دست کم یکی از ۶ ویژگی بالا در پروژه ها و ابتکار عمل های آن

شش ویژگی ذکر شده، برای تعریف شاخص ها و پیشبرد راهبردهای ایجاد شهر هوشمند به صورت گسترده ای در مطالعات مربوط به شهر هوشمند استفاده می شود که هسته

از پیشرفت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بازآفرینی سرمایه انسانی، خلاقیت، نوآوری، آموزش، مشارکت، پایداری و مدیریت می‌داند (Kitchin, 2019: 11). ماهیت ایده مزبور از آنجا ایجاد شد که فناوری‌های موجود به هماهنگی و یکپارچگی برای فعالیت در یک محیط شهری نیاز داشتند تا از طریق آن به بهبود کیفیت زندگی و عملکردها در فضای شهری منجر شوند و همچنین فرصت‌های جدیدی را برای شهرها در به‌کارگیری ایده‌ها و خلاقیت‌ها خلق کنند. به همین علت است که گفته می‌شود «شهر هوشمند چهره‌های فراوانی دارد» (بیدخوری، ۱۳۹۴: ۵۲).

### پیشینه پژوهش

جیفینگر و همکاران (۲۰۰۷) مقاله‌ای با عنوان «گزارش نهایی شهرهای هوشمند: رتبه‌بندی شهرهای متوسط اروپایی» را منتشر کردند که در این گزارش براساس ۶ ویژگی اصلی شهر هوشمند شامل اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند، دولت هوشمند، تحرک هوشمند (شامل حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات هوشمند)، محیط هوشمند و زندگی هوشمند به همراه ۳۱ معیار و ۷۴ شاخص، شهرهای اروپا را مطابق هوشمندشدن آنها رتبه‌بندی کرده و نقشه‌ها و جداول رتبه هر شهر در رابطه با بحث هوشمندی را استخراج کرده‌اند و درنهایت آنها ۷۰ شهر اروپایی را براساس این اسناد سنجیدند.

کاراگلیو و همکاران (۲۰۰۹) در مقاله‌ای با عنوان «شهرهای هوشمند در اروپا» تلاش کرده‌اند تعریف روشنی از مفهوم شهر هوشمند ارائه دهند. آنها بر ۶ محور اصلی در یک شهر هوشمند یعنی استفاده از زیرساخت شبکه، تأکید بر تجارت، شمول اجتماعی ساکنان شهری مختلف در خدمات عمومی، صنایع خلاق و با تکنولوژی بالا، توجه عمیق به نقش سرمایه‌های ارتباطی و اجتماعی در توسعه شهری و درنهایت پایداری اجتماعی و زیست‌محیطی تأکید کرده‌اند و نتیجه‌گیری می‌کنند رابطه مثبتی بین ثروت شهری و حضور نیروهای حرفه‌ای خلاق در یک شهر هوشمند وجود دارد. نتیجه تحقیق باعث تدوین برنامه راهبردی جدید برای شهرهای هوشمند اروپا به منظور توسعه پایدار شهری و چشم‌انداز شهری بهتر شده است.

تاپتا (۲۰۱۰) در مقاله خود با عنوان «چشم‌انداز شهر هوشمند: چگونه نوآوری و فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند شهرهای پایدار، قابل سکونت و هوشمند ایجاد کند»

موجود باشد. جیفینگر و همکارانش (۲۰۰۷)، نخستین بار این مدل مفهومی را برای شهر هوشمند به صورت جامع طرح کردند. در نظریه جیفینگر، اقتصاد هوشمند مبتنی بر راهکارهای هوشمندانه به منظور افزایش تولید ناخالص شهرها و استفاده از فرصت‌ها برای رشد اقتصادی و خودکفایی آنها است. او تحرک هوشمند را هوشمندسازی سیستم حمل‌ونقل و ارتباطات دانسته و محیط هوشمند را به صورت تکنولوژی‌های بهره‌برداری از انرژی‌های پاک معرفی می‌کند و زندگی هوشمند را شامل هوشمندی فضای داخلی ساختمان و معماری، امکانات فرهنگی، هنری و آموزشی آن بیان کرده است. جیفینگر به جنبه‌های مفهومی موضوع توجه کرده و برای شهر هوشمند، ۶ بعد، ۳۱ معیار و ۷۴ شاخص ذکر کرده است که ابعاد و معیارها در شکل ۱ نمایش داده شده‌اند (دادخواه، ۱۳۹۴: ۳۱).

شش محور مذکور با نظریه‌های سنتی نئوکلاسیک و نظریه‌های منطقه‌ای رشد و توسعه شهری ارتباط برقرار می‌کنند و به طور خاص، محورها به ترتیب 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: 22).

شهر هوشمند، مفهوم گسترده‌ای است که دامنه تعریف آن از استفاده جامع از فناوری اطلاعات و ارتباطات در بسترهای شهری تا به خدمت گرفتن نوآوری‌های صنعت نسل چهارم و دستاوردهای هم‌گرایی حوزه‌های NBIC<sup>۱</sup> در کارخانه، سازمان و زیرساخت‌های شهری امتداد می‌یابد (Nowicka, 2018: 48). این مفهوم در ۳ حوزه اصلی دانشگاهی، صنعتی و حکومتی توسعه یافته است (Mosannenzadeh, 2014: 688). درباره ماهیت شهر هوشمند نیز دو دیدگاه وجود دارد؛ در دیدگاه نخست بیان می‌شود شهرهای هوشمند بیشتر درباره شهرسازی‌های دیجیتالی است. در این چشم‌انداز، شهر به طور فزاینده‌ای از دستگاه‌های شبکه‌ای و دیجیتالی فعال به طور مستقیم در محدوده شهرها مانند دوربین‌های دیجیتال، وسایل هوشمند، فرستنده‌ها، شبکه‌های حسگر، تجهیزات نرم‌افزاری کنترل و ... تشکیل می‌شود (Batty et al, 2012: 499-502). دیدگاه دوم، شهر هوشمند را به عنوان یک ابتکار، بیشتر برای بهبود سیاست شهری، امنیت، توسعه و حکومت‌داری با استفاده

<sup>۱</sup> Nano-Bio-Info Technologies and Cognitive Sciences Convergence

ادامه، مفاهیم و چارچوب‌های نظری موضوع و معیارها و شاخص‌های موجود و ارتباط هریک را با هم بررسی کرده‌اند؛ درنهایت و براساس ۶ بعد معرفی‌شده توسط جیفینگر، معیارها و شاخص‌هایی را برای دستیابی به شهرهای هوشمند ارائه داده‌اند.

جوشی و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) در پژوهش خود با عنوان «توسعه شهرهای هوشمند: چهارچوبی یکپارچه» ایده شهر هوشمند را یک رویکرد آینده‌نگرانه برای کاهش موانع ناشی از افزایش روزافزون جمعیت و شهرنشینی سریع و همچنین کارآمدتر، پایدارتر و زیست‌پذیرتر شدن شهرها دانسته‌اند. به عقیده آنها شهرهای مدرن امروزی از عناصر حیاتی مانند کیفیت زندگی و توسعه اقتصادی - اجتماعی محروم هستند که می‌توانند توسط شهرهای هوشمند ارائه شوند؛ بنابراین، آنها در مطالعه خود، جنبه‌ها و ابعاد مختلف یک شهر هوشمند را بررسی کرده‌اند و برای اجرا و عملی شدن ایده شهر هوشمند، چهارچوبی را ارائه می‌دهند. براساس تحقیقات گسترده و عمیق ادبیات از حوزه‌های مختلف، ۶ وجه اجتماعی، مدیریتی، اقتصادی، حقوقی، فناوری و پایداری (SMELTS) شناسایی شده‌اند. در این مقاله روشن می‌شود چگونه این عوامل، طرح شهر هوشمند را به یک پروژه موفق تبدیل می‌کنند.

سیلوا و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «به سمت شهرهای هوشمند پایدار: مروری بر روندها، معماری‌ها، مؤلفه‌ها و چالش‌های باز در شهرهای هوشمند با هدف ارائه جوهره شهرهای هوشمند» بیان کردند مفهوم شهر هوشمند به دلیل موانع تکنولوژیکی، اقتصادی و حاکمیتی هنوز درحال پیشرفت است و در سراسر جهان رواج ندارد. شهر هوشمند، سیستمی است که قابلیت همکاری بین سیستم‌های فرعی مختلف را برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان شهری تسهیل می‌کند. اگرچه شهرهای هوشمند در دنیای مدرن تبدیل به کلیدواژه‌ای مهم شده‌اند، به دلیل تقاضای فوق‌العاده پردازش داده‌ها و ناهمگونی چیزهای هوشمند مرتبط، هنوز با مشکلات جدی روبه‌رو هستند.

فرناندز-انز و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «اجرای شهر هوشمند و گفتمان‌ها: یک مدل مفهومی یکپارچه، پرونده وین» به این نکته اشاره کردند که مفهوم شهر هوشمند از

زیرسیستم‌های لازم برای شهر هوشمند را برشمرده و اهمیت آن را بررسی کرده است. در ادامه او مدلی را ارائه داده که در آن، ۶ بعد اصلی فناوری‌های نوین، مردم هوشمند، اقتصاد هوشمند، دولت هوشمند، زندگی هوشمند و محیط زیست هوشمند را بیان کرده و برای هریک مؤلفه‌هایی قرار داده است.

آزکونا<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان «مطالعه شهرهای هوشمند: مطالعه بین‌المللی در مورد وضعیت فناوری اطلاعات و ارتباطات، نوآوری و دانش در شهرها» شاخص‌های شهر هوشمند را برای شهر بلبائو<sup>۲</sup> برشمرده است. او در این پژوهش ۶ بعد جیفینگر را اساس کار خود قرار داده، آنها را تعریف کرده و برای هریک، معیارها و شاخص‌هایی را به منظور اجرایی کردن آن برشمرده است و در ادامه روند اجرایی کردن، هریک را با شهرهای موفق دنیا مقایسه کرده و از تجارب و موفقیت‌های سایر شهرهای جهان بهره برده و راهکارهایی را در این زمینه ارائه داده است.

استراتیگیا<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) در پژوهش خود با عنوان «مفهوم شهرهای هوشمند؛ به سمت توسعه جوامع» مفهوم شهر هوشمند را از طریق کاوش معانی مختلف آن، پتانسیل‌ها و ابعاد کلیدی آن برای توسعه جوامع بسط می‌دهد و اشاره می‌کند پیشرفت‌های شبکه باند پهن (ارتباطات بی‌سیم، ماهواره‌ای، کابلی و ...) تا حد زیادی بر پتانسیل‌های تعامل بازیگران مختلف (افراد، کسب و کارهای کوچک، نهادها و حکومت محلی) از طریق فراهم کردن دسترسی به منابع اطلاعات و دانش در سراسر شهر و همچنین طیف وسیعی از ابزارها برای اتصال در سطح محلی و جهانی تأثیر می‌گذارند. در بخشی از این مقاله به تجربه شهر تریکالا<sup>۴</sup> اشاره شده که نخستین شهر هوشمند در یونان است و این شهر توسط ای‌سی‌اف در ۳ سال متوالی (۲۰۰۹، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱) جایزه شهر هوشمند برتر را در میان ۲۱ شهر دریافت کرده است.

دسانتیس و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان «شهرهای هوشمند: چهارچوب‌های نظری و تجارب قابل اندازه‌گیری» ابتدا لزوم و عدم لزوم هوشمندسازی شهرها را بررسی کرده و آن را نیاز آتی شهرهای جهان دانسته‌اند و در

<sup>1</sup> Azkuna

<sup>2</sup> Bilbao

<sup>3</sup> Stratigea

<sup>4</sup> Trikalla

<sup>5</sup> De Santis et al.

<sup>6</sup> Joshi et al.

<sup>7</sup> Silva et al.

<sup>8</sup> Fernandez-Anez et al.

به‌کارگیری مدل‌های متناسب، از جمله عواملی اندک که باید در راستای افزایش حداکثری منافع دولت‌های الکترونیک و شهرهای هوشمند، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته شوند. مدل‌های استاندارد برای سرمایه‌گذاری در خصوص زیرساخت‌ها، بیشتر برای چالش‌های فراروی یک شهر هوشمند کافی نیستند؛ بنابراین، به‌کارگیری مدل‌ها و رویکردهای جدید برپایه نیازها و اولویت‌های گوناگون جوامع مختلف، امری ضروری و در راستای چگونگی هوشمندسازی شهرها اثرگذار است.

کمانداری و رهنما (۱۳۹۶) در مقاله خود با روش توصیفی - تحلیلی، شاخص‌های شهر هوشمند را در مناطق چهارگانه شهر کرمان ارزیابی می‌کنند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تکنیک ویکور (VIKOR) انجام شده است و نتایج تحقیق نشان می‌دهند مناطق شهر کرمان از نظر شاخص‌های شهر هوشمند در وضعیت متفاوتی قرار دارند؛ به‌طوری‌که منطقه سوم شهر با مقدار  $Q(0)$  در مجموع شاخص‌های ارزیابی شده، در وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر مناطق قرار دارد و سپس منطقه دوم شهر با مقدار  $Q(0.136)$  در رتبه دوم و بعد از آن منطقه یکم شهر با مقدار  $Q(0.701)$  در رتبه سوم قرار گرفته است و در پایان، منطقه چهارم شهر با توجه به شاخص‌های شهر هوشمند با مقدار  $Q(0.788)$  در رتبه چهارم و به عبارت دیگر در وضعیت نامطلوبی نسبت به سایر مناطق شهر قرار دارد. در ادامه، نتایج حاصل از آزمون (t) نشان دادند مجموع شاخص‌های شهر هوشمند در مناطق چهارگانه شهر کرمان کمتر از میانگین انتخاب شده (۳) در طیف لیکرت و معنی‌دار بوده و به جامعه مادر تعمیم می‌یابد؛ بنابراین، با توجه به نتایج فوق، وضعیت تحقق شاخص‌های هوشمندی در شهر کرمان از وضعیت مناسبی برخوردار نیست.

پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی»، ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندشدن در ابعاد مختلف را تبیین و همچنین راهبردها و اقدامات مقتضی برای هوشمندسازی شهر تهران را با روش اسنادی و پیمایشی ارائه کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند تمام ضرورت‌هایی که در دنیا شهرها را به سمت رهیافت‌های هوشمند سوق داده‌اند، در تهران نیز مصداق دارند؛ به‌طوری‌که

یک رویکرد مبتنی بر بخش به یک دیدگاه جامع‌تر تکامل یافته است. آنها مشارکت حاکمیت و ذی‌نفعان را در هسته اصلی استراتژی‌ها قرار دادند. مشارکت ذی‌نفعان در هر دو پروژه و استراتژی شهر برای ایجاد چارچوب حاکمیتی مهم است که امکان تفاهم یکپارچه و جامع را فراهم می‌کند. اهداف این پژوهش، طراحی یک مدل مفهومی یکپارچه و جامع برای شهرهای هوشمند و پیشنهاد روش جدید برای تجزیه و تحلیل اجزای شهرهای هوشمند با روش ترکیبی نظرسنجی و مصاحبه‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند مدل مفهومی، دیدگاه پیچیده با عناصر درهم‌تنیده را به شیوه‌های منظم منعکس می‌کند که این مدل کمک می‌کند ایده‌های خود را با وضوح بیشتری بیان کنند.

اسماگیلوا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) در پژوهش خود با عنوان «شهرهای هوشمند: پیشرفت در تحقیقات با سیستم‌های اطلاعاتی» این نکته را بیان می‌کنند که شهرهای هوشمند از فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان، اقتصاد محلی، حمل‌ونقل، مدیریت ترافیک، محیط زیست و تعامل با دولت استفاده می‌کنند. این مطالعه با تجزیه و تحلیل و بحث درباره یافته‌های کلیدی تحقیقات موجود درباره مسائل مربوط به شهرهای هوشمند از منظر سیستم‌های اطلاعاتی، ترکیبی ارزشمند از مفاهیم شهروند هوشمند، دولت هوشمند، معماری هوشمند و همچنین فناوری‌های مرتبط را فراهم می‌کند. این بحث همچنین بر همسویی شهرهای هوشمند با اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متمرکز است. این بررسی جامع، بصیرت اساسی را در زمینه موضوعات اصلی تحقیقاتی در شهرهای هوشمند ارائه می‌دهد و محدودیت‌های تحولات فعلی و مسیرهای بالقوه آینده را برجسته می‌کند.

مولایی و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان «تبیین و اکاوی چگونگی هوشمندسازی شهرها در بستر مؤلفه‌ها و عوامل کلیدی اثرگذار» ابعاد مختلف هوش شهری و مؤلفه‌های کلیدی شهر هوشمند را برپایه یک مدل مفهومی انسجام‌یافته تبیین می‌کنند. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهند شهرهای هوشمند هنوز در ابتدای سیر تکاملی خود هستند و تاکنون بیشتر برنامه‌های کاربردی از جمله خوشه‌های نوآوری و فناوری‌های دیجیتال همچنان در این شهرها در حال توسعه‌اند؛ بنابراین،

<sup>۱</sup> Ismagilova et al.

پیشرفته در حمل‌ونقل را واکاوی می‌کند و در تلاش است پس از بررسی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری راه‌حل‌های مناسب ارائه دهد. نتایج مطالعه او نشان می‌دهند یک شهر در آینده باید شهر هوشمند اجتماعی باشد تا بتواند جامعه را به حیطه مشارکتی تبدیل کند؛ یعنی جایی که ابتکار مشارکتی رخ می‌دهد. تأثیرات مثبت سیستم‌های هوشمند بر عملکردهای شهری موجب آسایش، امنیت، کاهش هزینه‌های جاری و حفظ محیط زیست می‌شود. امروزه به دلیل رشد بی‌سابقه جمعیت شهرها و مهاجرت بی‌رویه، ضرورت دارد با بهره‌گیری از سیستم‌های نوین و هوشمند در عملکردهای مهم شهری مانند حمل‌ونقل شهری تلاش شود آرامش شهروندان بیشتر شود.

جبارزاده و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان «شناسایی و تحلیل موانع نهادی شهر هوشمند (مورد مطالعه: شهر تبریز)» از طریق بررسی مطالعات و مصاحبه با خبرگان توسعه شهری، موانع نهادی اجرای شهر هوشمند در کلان‌شهر تبریز را شناسایی و رتبه‌بندی کردند. آنها از طریق روش «تم» به ۳۷ مانع رسیدند که آنها را در ۵ گروه طبقه‌بندی کردند؛ درنهایت، با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی، رتبه‌بندی موانع انجام شد. موانع شناسایی شده برای تبدیل شهر تبریز به یک شهر هوشمند شامل موانع مدیریتی - ساختاری، حقوقی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی هستند که باید آنها را ضعیف کرد و درنهایت از بین برد.

نسترن و پیرانی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند (مورد مطالعه: منطقه سه شهر اصفهان)»، معیارها و شاخص‌های شهر هوشمند را متناسب با شرایط فرهنگی شهر اصفهان و به‌ویژه منطقه ۳ شناسایی کرده‌اند تا بتوانند اقدامات اصلاحی در جهت شهر هوشمند فراهم آورند. روش تحقیق توصیفی - تحلیلی و شیوه گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای است. در این مطالعه با بررسی ادبیات موضوع و دیدگاه‌های مختلف در حوزه شهر هوشمند و تجارب جهانی، ۸۵ شاخص در ۶ بعد: مردم هوشمند، اقتصاد هوشمند، زندگی هوشمند، حرکت هوشمند، حکمرانی هوشمند و محیط هوشمند تدوین شد و سپس از طریق پرسش‌نامه و نظر متخصصان این حوزه از میان ۸۵ شاخص بررسی شده، ۶۰ شاخص مناسب شناسایی شدند.

معیارهای شهرنشینی شتابان، سایر عوامل، انگیزه اقتصادی، اثرات زیست‌محیطی به ترتیب از اهمیت خیلی زیاد و تغییرات جمعیت‌شناختی نیز از اهمیت زیاد برای هوشمندسازی شهر تهران برخوردارند. همچنین تمام راهبردها و اقدامات بررسی شده در این پژوهش از دیدگاه متخصصان (به ترتیب تدوین و اجرای سیاست‌های یکپارچه، قانون‌گذاری و چشم‌انداز یکپارچه) با اهمیت خیلی زیاد برای هوشمندسازی شهر تهران بوده‌اند.

روستایی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «تئوری شهر هوشمند و ارزیابی مؤلفه‌های زیرساختی آن در مدیریت شهری، موردشناسی: شهرداری تبریز» با روش توصیفی - تحلیلی، مؤلفه‌های زیرساختی شهر هوشمند را در مدیریت شهری شهرداری تبریز شناسایی کردند. در مرحله نخست، ۱۷ مؤلفه شناسایی شدند و سپس با استفاده از ابزار مصاحبه و نظر متخصصان فناوری اطلاعات و هوشمندسازی شهرداری تبریز، مؤلفه‌های اصلی به دست آمدند. نتایج بر اهمیت ۳ دسته از عوامل ترکیبی در ایجاد شهر هوشمند تأکید دارند: مدیریت و سیاست (عوامل نهادی)، منابع انسانی و سرمایه اجتماعی. تحلیل زیرمعیارها نشان می‌دهد برای تبدیل ظرفیت‌های شهر هوشمند به زیرساخت باید در عوامل نهادی تغییر ساختاری ایجاد شود. ایجاد حکمروایی خوب شهری به‌عنوان مهم‌ترین استراتژی در ایجاد پلتفرم شهر هوشمند در مدیریت شهر تبریز مطرح است.

افضلی‌نیز و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی با نگاهی آینده‌نگرانه و با تکیه بر مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی و پیمایشی به مطالعه تحلیل ملزومات فرایندی مدیریتی در هوشمندسازی شهر کرمان پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهند یکی از مسائل مبتلا به هوشمندسازی شهرها، نبود فرایند و غیرسیستماتیک عمل کردن در مسیر هوشمندسازی است؛ بنابراین، مدیریت شهر کرمان با هدف کمک به تسریع هوشمندسازی با دعوت از متخصصان امر در بخش‌های دولتی و خصوصی باید فرایندسازی را سرلوحه اقدامات هوشمندسازی خود قرار دهند.

پورجوان (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «تبیین شهر هوشمند و راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند شهری» با روش توصیفی - تحلیلی پس از بررسی اهداف اصلی شهر هوشمند، سیستم‌های

نیروی قوی در تغییرات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی در سطح جهان تبدیل شده است و امکان توسعه و پیشرفت کشورها و مناطقی که به سمت جوامع دانش‌بنیان و اطلاعاتی حرکت می‌کنند، بدون قرارگرفتن در عصر فناوری اطلاعات تقریباً غیرممکن است (Suresh, 2011: 1).

با توجه به این موضوع، در سال ۲۰۰۸ اتحادیه بین‌المللی مخابرات با اقتباس از شاخص‌های ICT، شاخصی به نام شاخص توسعه ICT، یعنی (ICT Development Index) را معرفی کرد که به منظور سنجش درجه توسعه‌یافتگی کشورها در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌شود. این شاخص در ۳ محور دسترسی، میزان استفاده و مهارت محاسبه می‌شود که در کشور ایران در سال ۱۳۹۹ مقدار ضریب نفوذ کاربران اینترنت ۶۲/۳۷ درصد و خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت ۶۵/۲۷ درصد است؛ این امر بدین معناست که این کشور در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات به هدف تعیین‌شده در افق ۲۰۲۰، یعنی ایجاد و توسعه شبکه ملی اطلاعات و مراکز داده داخلی امن و پایدار با پهنای باند مناسب و دسترسی پرسرعت به اینترنت برای متصل شدن ۶۰ درصد خانوارها و تمام کسب‌وکارها به شبکه ملی اطلاعات و اینترنت دست یافته و حرکت روبه‌جلوی خود در زمینه استفاده از اینترنت و فناوری‌های ارتباطی را آغاز کرده است (وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۹).

با توجه به زیرساخت‌های ICT و دسترسی به آن و شاخص‌های موضوعی فوق، می‌توان سنجش کاملی از میزان دسترسی به این زیرساخت‌ها در استان آذربایجان شرقی به دست آورد که گام نخست در پاسخ به پرسش اول این پژوهش یعنی سنجش وضع موجود از نظر هوشمندی است؛ بنابراین، شاخص‌های IDI به همراه تمامی زیربخش‌های آن برای سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۷ در جدول زیر نشان داده شده‌اند. در سال ۲۰۱۵ براساس تصمیم کارشناسان تعیین شاخص‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات (ITO)، ۲۰۲۱ اطلاعات اتحادیه جهانی مخابرات، میانگین سال‌های تحصیل جایگزین شاخص باسوادی بزرگسالان در زیرشاخص مهارت شده است.

همان‌طورکه ملاحظه می‌شود در پژوهش‌های انجام‌شده اغلب به یکی از ۶ بعد اصلی هوشمندسازی شهرها توجه شده است و تنها در برخی از آنها تمامی ابعاد شهر هوشمند بررسی شده‌اند. براساس بررسی‌های انجام‌شده، نسترن و پیرانی (۱۳۹۸) در مطالعه خود، به شاخص‌های مختلف توجه کرده‌اند. وجه تمایز این پژوهش با مطالعه نسترن و پیرانی در این است که هرچند بیشتر شاخص‌های مطالعه حاضر همانند مطالعه مذکور بوده است، برخی شاخص‌ها با توجه به ویژگی‌های کلان‌شهر تبریز و براساس نظرات خبرگان با تجربه این شهر متمایز شده‌اند و در عین حال در محاسبات شاخص‌های مختلف هوشمندسازی کلان‌شهر تبریز صرفاً به پرسش‌نامه بسنده نشده و تا حد امکان از آمار و اطلاعات موجود این شهر - که براساس واقعیت‌های موجود است - استفاده شده است؛ از این رو، نتایج این تحقیق تا حد امکان به دنیای واقعی نزدیک‌تر است.

### تحلیل شاخص‌های شهر هوشمند

برای تحقق شهر هوشمند و هریک از ابعاد شش‌گانه آن، در مرحله نخست به بررسی زیرساخت‌های ICT و در مرحله دوم به شاخص‌های تخصصی مربوط به ابعاد شش‌گانه شهر هوشمند نیاز است.

### تحلیل شاخص‌های زیرساختی ICT

مشخصه اصلی دوران جدیدی از عصر اطلاعات، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) است که با شروع نیمه دوم قرن بیستم آغاز شده است که هم‌اکنون جوامع بشری در حال گذار از آن هستند؛ چنین جوامعی را جامعه اطلاعاتی می‌نامند (Heydari, 2016: 2). در جامعه اطلاعاتی، دانایی، میزان دسترسی و استفاده مفید از دانش، نقش محوری و تعیین‌کننده دارند (منصوری و ذوالقدری، ۱۳۹۲: ۲) و این جوامع ابزارهایی هستند که ICTها را شکل می‌دهند.

ICT به‌عنوان پدیده‌ای جامع و فراگیر بر طیف کامل فعالیت‌های بشری از کاربردهای شخصی گرفته تا فعالیت‌های اقتصادی و سیاسی تأثیرگذار بوده (UNDP, 2004: 24) و به

جدول ۳- زیربخش‌های شاخص IDI در استان آذربایجان شرقی طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۹

شاخص‌ها	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
زیرشاخص دسترسی			
مشترکین تلفن ثابت به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	۴۰/۲۸	۴۰/۰۸	۳۸/۳۵
مشترکین تلفن همراه به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	۱۰۲/۶۸	۱۳۰/۷۳	۱۴۷/۹۲
پهنای باند اینترنت بین‌المللی (bit/s)	۴۴/۴۶	۶۳۸۷۶/۱۲	۶۸۴۷۴/۰۰
درصد خانوارها با دسترسی به کامپیوتر	۶۵/۷۹	۶۵/۷۹	۶۵/۷۹
درصد خانوارها با دسترسی به اینترنت در خانه	۶۵/۲۷	۶۵/۲۷	۶۵/۲۷
زیرشاخص استفاده			
درصد افراد استفاده‌کننده از اینترنت	۵۷/۶۱	۶۲/۳۷	۶۲/۳۷
مشترکین اینترنت باند پهن ثابت	۱۴/۰۸	۱۱/۲۷	۱۴/۲۱
مشترکین اینترنت باند پهن بی‌سیم به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	۵۹/۵۹	۶۹/۲۸	۸۹/۳۸
زیرشاخص مهارت			
نرخ باسوادی بزرگسالان* (%)	۸۲/۴۵	۸۲/۴۵	۸۲/۴۵
نرخ ثبت‌نام در مدارس در سطح دبیرستان (%)	۸۸	۸۸	۸۸
نرخ ثبت‌نام در سطح دانشگاه (%)	۱۵/۳۹	۱۵/۳۹	۱۵/۳۹
شاخص IDI	۶۷/۳	۶۲/۰۲	۶۷/۶

منبع: وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات (ITO)، ۲۰۲۱

شش‌گانه بخش ۴ دسته‌بندی شدند.



شکل ۳- شهر هوشمند

منبع: مبانی نظری تحقیق

در مرحله دوم و برای استخراج مقدار شاخص‌های شناسایی شده، با استفاده از روش نمونه‌گیری کوکران، حجم نمونه برابر با ۳۸۴ نفر از جمعیت ۱۵۵۸۶۹۳ نفری مناطق ده‌گانه

کشور ایران معادل‌سازی شده‌اند. آلوداح (۲۰۱۷) در پژوهش خود با عنوان «مطالعه اکتشافی از طرح‌های شهر هوشمند (تئوری، تجارب و ارتباط آن با پایداری» معتقد است رویکرد شهرهای هوشمند بدون بومی‌سازی نمی‌تواند در شهرهای مختلف به‌صورت یکسان به کار گرفته شود.

با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان آذربایجان شرقی که مقدار آن بیشتر از میانگین جهانی و کشوری قرار دارد، به نظر می‌رسد استان آذربایجان شرقی و کلان‌شهر تبریز به‌دلیل ویژگی‌های خاص و منحصربه‌فرد شهری و نیز فراهم‌بودن زیرساخت‌های نسبی فناوری اطلاعات، برای شهر هوشمند، قابلیت تبدیل شدن به شهر هوشمند و طی کردن مسیر تحول هوشمند را داشته باشد؛ هرچند برای رسیدن به نتیجه قطعی نیازمند بررسی شاخص‌های تخصصی مربوط به ابعاد شش‌گانه شهر هوشمند هستیم.

### روش تدوین معیارها و شاخص‌های شهر هوشمند

اطلاعات به‌دست‌آمده در این قسمت از طریق یک فرایند دو مرحله‌ای انجام شده است. در مرحله نخست شاخص‌های شناسایی میزان هوشمندی فضای شهری، با توجه به مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام‌شده و همچنین براساس نظر پژوهشگر<sup>۱</sup> در ۶ بعد، ۳۱ معیار و ۷۴ شاخص به شرح جداول

<sup>۱</sup> به‌دلیل شرایط متفاوت کشورهای مختلف، تعدادی از شاخص‌های هفتاد و چهارگانه شهر هوشمند بنا بر نظر خبرگان و پژوهشگران این بخش برای

داده‌های نرمال‌شده مرتبط، در هر ۶ بعد شهر هوشمند وارد نرم‌افزار شدند و میانگین هریک به دست آمد که در نهایت میزان هریک نسبت به واحد (عدد ۱) برآورد شده است.

همان‌طور که در نمودار ۱ دیده می‌شود، با توجه به جداول شش‌گانه زیر در سطح کلان‌شهر تبریز پس از نرمال‌سازی داده‌ها، بُعد محیط زیست هوشمند با امتیاز ۰/۲۶ از واحد، بیشترین امتیاز را در میان سایر ابعاد به خود اختصاص داده است؛ این در حالی است که حکمروایی (دولت) هوشمند و زندگی هوشمند با ۰/۱۱ و ۰/۱۲ از کمترین امتیاز برخوردارند.

استفاده نکردن از وسایل حمل‌ونقل پاک و کم‌مصرف از ضعف‌های بسیار مهم در این منطقه است که حتی در میان شاخص‌های مختلف مربوط به هر بعد و معیار نیز مصرف درست منابع و وجود دغدغه نسبت به محیط زیست یک عامل بسیار مهم در بهبود وضعیت زیست‌محیطی تلقی شده است. اهمیت به گردشگری و روابط بین‌المللی در بعد اقتصادی و تسلط افراد در استفاده از اینترنت و یادگیری علوم جدید در بعد مردم هوشمند از امتیاز بالایی برخوردارند. این امر نشان‌دهنده تمایل افراد به یادگیری و انعطاف‌پذیری برای پذیرش تکنولوژی است و به‌عنوان یک پتانسیل برای شهر محسوب می‌شوند. نقش و اهمیت زیاد فناوری اطلاعات و ارتباطات در شفافیت نظام اداری در دولت هوشمند، میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در کاهش ترافیک شهری در بعد تحرک هوشمند و تعداد وسایل هوشمند به‌ازای هر نفر (گوشی و لپ‌تاپ) در بعد زندگی هوشمند، بیشترین میزان امتیاز را دارند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود وجود بسترهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یک پتانسیل در این منطقه سبب بهبود و ارتقای سایر ابعاد می‌شود.

همچنین سطح بهداشت در منطقه از وضعیت مناسبی برخوردار نیست و دلیل آن شاید کمبود سرانه پزشکی باشد. همچنین به‌عنوان تهدید نیز محسوب می‌شود. یکی دیگر از ضعف‌های شدید فرهنگی در این کلان‌شهر باوجود فرهنگ غنی، وجود نداشتن موزه‌های فناوری و مجهز به سیستم‌های آنلاین و مجازی است.

کلان‌شهر تبریز در سال ۱۳۹۸ برآورد شد. سپس از ۷۴ شاخص شناسایی شده برای ۶ بعد مدنظر در تحقیق، اطلاعات مربوط به ۳۹ شاخص از طریق پرسش‌نامه و اطلاعات ۳۵ شاخص دیگر از طریق سالنامه آماری شهر تبریز، سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات استان آذربایجان شرقی، سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کلان‌شهر تبریز، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، شهرداری کلان‌شهر تبریز و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان شرقی به دست آمد و محاسبه تمامی شاخص‌ها از طریق فرمول‌های مخصوص به خود انجام شد.

پس از طراحی ابزار پرسش‌نامه و تأیید روایی آن با استفاده از روش محتوایی و صوری، با توزیع ۳۹ پرسش‌نامه در سطح هر منطقه، داده‌های میدانی به روش نمونه‌گیری تصادفی از میان ساکنان مناطق شهر تبریز، جمع‌آوری و در مرحله بعد شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار پایتون و به‌صورت زیر بین ۰ و ۱ بی‌مقیاس و استاندارد شدند:

$$z = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}$$

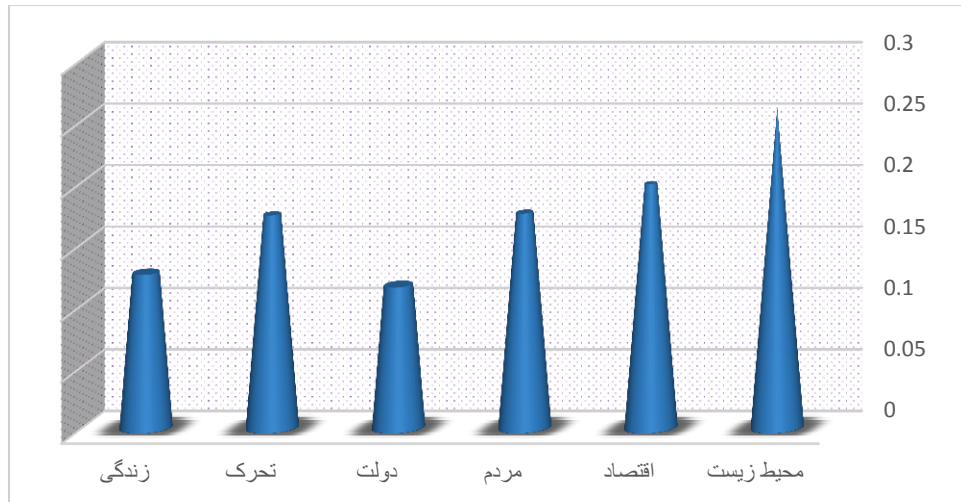
که در آن،  $\min X_{ij}$  کوچک‌ترین داده موجود و  $\max X_{ij}$  بزرگ‌ترین داده موجود است.

پس از محاسبه تمامی شاخص‌های شهر هوشمند، با استفاده از محیط برنامه‌نویسی پایتون و داده‌های موجود، میزان هوشمندی تمامی ۶ بعد شهر هوشمند در کلان‌شهر تبریز بررسی شدند.

## محاسبه و تجزیه و تحلیل معیارها و شاخص‌های

### شهر هوشمند

در این بخش و با استفاده از داده‌های موجود، میزان هوشمندی کلان‌شهر تبریز در محیط برنامه‌نویسی پایتون بررسی شده است (برای اطمینان از خروجی در محیط پایتون شاخص‌های به‌دست‌آمده از تحقیق، یک بار با استفاده از نرم‌افزار اکسل تجزیه و تحلیل شدند. نتایج حاصل از تخمین هر دو محیط پایتون و اکسل یکسان بوده است). میزان هوشمندی این شهر در مقیاس کلان ۰/۱۶۶ از ۱ واحد بوده است. بدین منظور



نمودار ۱- ابعاد شهر هوشمند در کلان‌شهر تبریز

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های محیط زیست هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۳۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	میزان ساعات آفتابی	جذابیت شرایط	محیط زیست
۰/۰۰۱۴	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	سهم فضای سبز	طبیعی	
۰/۰۱۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	ذرات معلق در هوا	آلودگی	
۰/۳۷۳	پرسش‌نامه	وضعیت حفاظت از محیط زیست در شهر	حفاظت از محیط زیست	هوشمند
۰/۸۶	پرسش‌نامه	اهمیت حفاظت از محیط زیست برای افراد	حفاظت از محیط زیست	
۰/۵۲۷	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	(در تولید ناخالص داخلی)	مدیریت پایدار	معیار
۲/۰۹	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	(در تولید ناخالص داخلی)	منابع	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های اقتصاد هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۴۷	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	میزان هزینه تحقیق و توسعه (D & R) برحسب درصد تولید ناخالص داخلی	روحیه نوآوری	اقتصاد هوشمند
۰/۱۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نرخ اشتغال در بخش دانش‌های دانش‌بنیان	کارآفرینی	
۰/۰۰۰۲	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	اختراعات ثبت‌شده به‌ازای هر نفر ساکن		
۰/۸۴	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نرخ خوداشتغالی		
۰/۳۳۵	پرسش‌نامه	میزان حمایت از کارآفرینان	بهره‌وری	انعطاف‌پذیری بازار کار
۰/۰۰۱۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	تولید ناخالص داخلی به‌ازای هر نفر شاغل	جایگاه ملی و بین‌المللی	
۰/۱	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نرخ بیکاری		
۰/۱۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نسبت اشتغال پاره‌وقت	گردشگری و تصویر اقتصادی و علائم تجاری	
۰/۴۱	پرسش‌نامه	میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در میزان اشتغال و نرخ بیکاری		
۰/۴۱	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سازمان هواپیمایی کشور	حمل و نقل هوایی مسافران	گردشگری و تصویر اقتصادی و علائم تجاری	
۰/۲۹	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سازمان هواپیمایی کشور	حمل و نقل هوایی کالا		
۲/۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سازمان گردشگری و میراث فرهنگی	تعداد گردشگران خارجی و داخلی		

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های مردم هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۴۹	پرسش نامه	اهمیت به عنوان مرکز دانش	سطح شایستگی (مدرک تحصیلی)	مردم هوشمند
۰/۰۲۱	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	جمعیت واجد شرایط در سطح ۵-۶ طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی آموزش و پرورش		
۰/۱۰۷	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	مهارت‌های زبان خارجی		
۰/۷۳	پرسش نامه و محاسبات محقق	میزان تسلط افراد در استفاده‌کردن از اینترنت		
۰/۴۹	پرسش نامه	مشارکت در دوره‌های زبان و یادگیری زبان انگلیسی	تمایل به یادگیری در طول عمر	
۰/۶۷	پرسش نامه	مشارکت در یادگیری برای تمام عمر		
۰/۳۰۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	سهم خارجیان در جامعه	تکثر (چندگانگی) اجتماعی و قومی	
۰/۴۲۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های موجود	مشارکت در انتخابات محلی	بین‌المللی بودن (جهان وطنی)	
۰/۶	پرسش نامه	محیط مهاجرت‌پسند (نگرش نسبت به مهاجرت)		
۰/۶	پرسش نامه	میزان دانش در مورد شهر و محله		
۰/۴۵	پرسش نامه	میزان مشارکت در انتخابات و نظرسنجی‌های شهر	مشارکت در زندگی عمومی	
۰/۴۷	پرسش نامه	شرکت در فعالیت‌های داوطلبانه		
۰/۰۸	پرسش نامه	احساس داشتن یک شغل جدید	انعطاف‌پذیری	
null	-	سهم افراد شاغل در صنایع خلاق	خلاقیت	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۷- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های دولت (حکمرانی) هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۱۳۴	محاسبات محقق با استفاده از اطلاعات شهرداری و شورای شهر	تعداد نمایندگان شهر به‌ازای هر نفر (تعداد اعضای شورا و نمایندگان)	مشارکت در تصمیم‌گیری	دولت هوشمند
۰/۴۱۷	پرسش نامه	اهمیت فعالیت‌های شهرداری برای ساکنان (میزان اطلاعات آنان از حقوق شهروندی و وظایف شهرداری)		
۰/۲۱	پرسش نامه	میزان دسترسی مردم به اعضای شورای شهر و جلسه با آنها		
۰/۰۹۵	محاسبات محقق با استفاده از اطلاعات شهرداری و شورای شهر	سهم زنان نماینده شهر		
۰/۲	پرسش نامه	میزان رضایت از شفافیت نظام اداری	حکمرانی شفاف	
۰/۵۰۱	پرسش نامه	نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در شفافیت نظام اداری		
۰/۱۷	پرسش نامه	میزان مبارزه با فساد اداری و عملکرد مبتنی بر قانون		
۰/۲۵	پرسش نامه	دسترسی به سایت‌های انتقادات و پیشنهادها به مدیریت شهری و ارائه پیشنهادات	خدمات عمومی و اجتماعی آنلاین	
۰/۳۲	پرسش نامه	میزان رضایت از کیفیت خدمات شهری (مدارس و شهرداری و ...)		
null	-	هزینه‌های تحمیل شده به شهر به‌ازای هر نفر ساکن		
۰/۴۱	پرسش نامه	میزان رضایت از کیفیت خدمات شهری (آب و برق و ...)		

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۸- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های تحرک (جابه‌جایی) هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۰۰۷	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	شبکه حمل‌ونقل عمومی به‌ازای هر فرد	دسترسی‌های محلی	تحرک هوشمند
۰/۳۳	پرسش‌نامه	رضایت از کیفیت حمل‌ونقل عمومی		
۰/۳۸	پرسش‌نامه	رضایت از دسترسی به حمل‌ونقل عمومی		
۰/۲۴۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سازمان هواپیمایی کشور	میزان استفاده از حمل‌ونقل هوایی در سفر	دسترسی‌های ملی و بین‌المللی	
۰/۶۶۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	تعداد کامپیوتر در هر خانواده	دسترسی به زیرساخت‌های فناوری ارتباطات و اطلاعات	
۰/۶۶۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات	پهنای باند دسترسی به اینترنت در هر خانواده		
۰/۵۰۸	پرسش‌نامه	همگامی با فناوری‌های روز دنیا		
۰/۳۶۲	پرسش‌نامه	سهم جابه‌جایی سبز (رفت‌وآمد غیرموتوری) و استفاده از دوچرخه	سیستم حمل‌ونقل پایدار، نوآور و سازگار با محیط زیست	
۰/۳۸	پرسش‌نامه	ایمنی ترافیکی		
۰/۶۵۱	پرسش‌نامه	میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در کاهش ترافیک شهری		
۰/۲۰۶	پرسش‌نامه	استفاده از خودروهای مقرون‌به‌صرفه (کم‌مصرف و کم‌هزینه)		

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۹- طبقه‌بندی ابعاد، معیارها و شاخص‌های زندگی هوشمند

میزان	منبع	شاخص	معیار	بعد
۰/۳۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	حضور در سینما به‌ازای هر فرد	امکانات فرهنگی	زندگی هوشمند
۰/۱۰۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	بازدید از موزه به‌ازای هر فرد		
۰/۰۹۲	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	حضور در تئاتر به‌ازای هر فرد		
۰/۱۹۷	پرسش‌نامه	میزان آموزش‌های مجازی به شهروندان		
۰/۰۰۳۳	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	تخت بیمارستان به‌ازای هر نفر از ساکنین	وضعیت بهداشت و سلامت	
۰/۰۰۱۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	پزشک به‌ازای هر نفر از ساکنین (تعداد پزشکان شهر تبریز)		
۰/۴۲۵	پرسش‌نامه	رضایت از کیفیت سیستم بهداشت شهری		
۰/۰۱۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نرخ جرم و جنایت	ایمنی فردی	
۰/۰۳۸	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	میزان مرگ‌ومیر توسط تهاجم		
۰/۵۹	پرسش‌نامه	رضایت از امنیت شخصی		
۰/۴۶	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های آماری گزیده شاخص‌ها و نماگرهای استان آذربایجان شرقی	تعداد دانش‌آموز به‌ازای ساکنین	امکانات آموزشی	
۱/۲	پرسش‌نامه	تعداد وسایل هوشمند به‌ازای هر نفر (گوشی و لپ‌تاپ)		

۰/۴۶۵	پرسش نامه	رضایت از دسترسی به سیستم‌های آموزشی رسمی و غیررسمی	
۰/۳۸۵	پرسش نامه	رضایت از کیفیت سیستم‌های آموزشی از نظر فناوری نوین	
null	-	مساحت متوسط زندگی برای هر ساکن	کیفیت مسکن
۰/۵۶	پرسش نامه	رضایت از وضعیت مسکن شخصی	
۰/۲۴	پرسش نامه	تعداد فضای عمومی مجهز به امکانات مجازی (اینترنت رایگان)	جاذبه‌های توریستی
.	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	تعداد موزه‌های فناوری و مجهز به آموزش مجازی	
۰/۱۲	محاسبات محقق با استفاده از داده‌های سالنامه آماری	نرخ فقر	پیوستگی (انسجام) اجتماعی

منبع: یافته‌های تحقیق

## نتیجه‌گیری

در ورای مشکلات عدیده‌ای که جمعیت روزافزون شهرها و شهرنشینی سریع به همراه دارند، ایده شهر هوشمند به‌عنوان ابزاری نویدبخش برای رسیدن به اهداف توسعه شهری و ایجاد شهری مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات و مشارکت محور و همچنین راهکاری برای حل بسیاری از مشکلات شهرهای کنونی، توسط اندیشمندان و طراحان شهرهای بزرگ دنیا مطرح شد و گسترش یافت.

این تحقیق با تکیه بر چهارچوب نظری و با هدف بررسی وضعیت موجود تحول هوشمند در کلان‌شهر تبریز انجام شده است. در این راستا، در پژوهش حاضر برای تحقق شهر هوشمند و هریک از ابعاد شش‌گانه آن، در مرحله نخست، زیرساخت‌های ICT بررسی و در مرحله دوم، شاخص‌های تخصصی مربوط به ابعاد شش‌گانه شهر هوشمند در کلان‌شهر تبریز بررسی و سنجش شدند. نتایج بخش نخست تحقیق، ضمن آنکه نشان داد کلان‌شهر تبریز در زمینه شاخص‌های توسعه ICT وضعیت خوبی دارد و از میانگین کشوری نیز بیشتر است. همچنین ثابت کرد این شهر قابلیت تبدیل شدن به شهر هوشمند و طی کردن مسیر تحول هوشمند را دارد؛ هرچند برای رسیدن به نتیجه قطعی به بررسی شاخص‌های تخصصی مربوط به ابعاد شش‌گانه شهر هوشمند نیاز است؛ زیرا برخلاف تصور مدیران شهری در کشورهای جهان سوم که ICT را شرط کافی برای هوشمندشدن یک شهر می‌دانند، کشورهای توسعه‌یافته دنیا در تجربه‌های موفق هوشمندسازی شهریشان، سال‌هاست نقش سرمایه‌های انسانی و اجتماعی را به همراه ICT در مرکز توجه قرار داده‌اند و به فناوری اطلاعات و ارتباطات تنها به‌عنوان یک عامل توانمندساز برای هوشمندی

شهرها نگاه می‌کنند. در بخش دوم تحقیق که از طریق یک فرایند دو مرحله‌ای و با بهره‌گیری از محیط برنامه‌نویسی پایتون و داده‌های موجود، میزان هوشمندی کلان‌شهر تبریز محاسبه شده است، نتایج نشان می‌دهند میزان هوشمندی این شهر در مقیاس کلان ۰/۱۶۶ از ۱ واحد بوده است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده پس از نرمال‌سازی داده‌ها نشان می‌دهند بعد محیط زیست هوشمند با امتیاز ۰/۲۶ از واحد، بالاترین امتیاز را در میان سایر ابعاد به خود اختصاص داده است. این در حالی است که حکمروایی (دولت) هوشمند و زندگی هوشمند به‌ترتیب با داشتن ۰/۱۱ و ۰/۱۲ از کمترین امتیاز هوشمندی برخوردارند؛ از این رو، به‌منظور ارتقای درجه هوشمندی کلان‌شهر تبریز لازم است ضمن استمرار برنامه‌ها و فعالیت‌های جاری هوشمندسازی مؤلفه‌های محیط زیست هوشمند، اقتصاد هوشمند، مردم هوشمند و جابه‌جایی هوشمند، مسئولان امر روی دو مؤلفه حکمروایی هوشمند و زندگی هوشمند، بیشتر متمرکز شوند و با به‌کارگیری سیاست‌های مناسب، شهر تبریز را در راستای اهداف شهر هوشمند سوق دهند؛ بنابراین، گفتنی است یک شهر هوشمند باید اقتصاد هوشمند، حکمروایی هوشمند، تحرک هوشمند، محیط زیست هوشمند، مردم هوشمند و زندگی هوشمند و نحوه تعامل بین آنها را پیش‌بینی کند؛ اما هیچ شهری را در دنیا نمی‌توان یافت که به یکباره و یکجا شرایط ایدئال هر ۶ مؤلفه از شهر هوشمند را داشته باشد؛ بنابراین، به‌منظور تدوین برنامه‌های عملیاتی مؤثر و ترسیم نقشه راه ارتقای سطح هوشمندی کلان‌شهر تبریز، شناسایی نقاط ضعف و قوت کلان‌شهر تبریز براساس ویژگی‌ها و مقادیر محاسباتی مؤلفه‌ها، معیارها و شاخص‌های هوشمندسازی و اولویت‌بندی آنها به شرح نتایج، ضروری است الگویی بومی و

پروژه‌های تبریز هوشمند، فراهم و نیز بستر و پلتفرم‌های جلب مشارکت شهروندان و هدایت و حمایت از نقش‌آفرینان در هر بعد از هوشمندی ایجاد شود. به‌منظور پایش و ارزیابی مستمر درجه هوشمندی کلان‌شهر تبریز و نیز میزان موفقیت برنامه‌ها و سیاست‌های به‌کارگرفته‌شده درحوزه‌های مختلف هوشمندسازی، لازم است برپایی نظام جامع آماری و داده‌های مبتنی بر اطلاعات مکانی تبریز در اولویت قرار گیرد تا بدین ترتیب مسئولان شهری بتوانند مدیریت شهری هوشمند را تجربه کنند.

### منابع

- احمدی، ملیحه و مرتضی عمرانی (۱۳۹۴). «ارزیابی تأثیرات هوشمندسازی شهر با تأکید بر مؤلفه‌های توسعه پایدار»، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ص ۱۲-۱.
- ازکیا، مصطفی (۱۳۸۶). *جامعه‌شناسی توسعه و توسعه‌نیافتگی روستایی در ایران*، تهران: انتشارات اطلاعات.
- افضلی‌نیز، مرضیه و همکاران (۱۳۹۸). «تحلیل ملزومات فرایندی مدیریتی در هوشمندسازی شهر (مطالعه موردی: شهر کرمان)»، *جغرافیای اجتماعی شهری*، دوره ۱، شماره ۶، ص ۲۸-۱۵.
- بیدخوری، علی‌رضا (۱۳۹۴). «سناریوهای گذار کلان‌شهر مشهد به سوی شهر هوشمند با تأکید بر جابه‌جایی»، *رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری*، دانشگاه فردوسی مشهد.
- پوراحمد، احمد و همکاران (۱۳۹۷). «شهر هوشمند: تبیین ضرورت‌ها و الزامات شهر تهران برای هوشمندی»، *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، دوره ۱۰، شماره ۲، ص ۲۲-۱.
- پوراحمد، احمد و همکاران (۱۳۹۷). «تبیین مفهوم و ویژگی‌های شهر هوشمند»، *مجله باغ نظر*، دوره ۱۵، شماره ۵۸، ص ۲۶-۵.
- پورجوان، خسرو (۱۳۹۸). «تبیین شهر هوشمند و راهکارهای حمل‌ونقل هوشمند شهری»، *فصلنامه علمی - پژوهشی کارآفرین*، دوره ۱۶، شماره ۴۵، ص ۱۵-۳۴.
- جبارزاده، یونس و همکاران (۱۳۹۸). «شناسایی و تحلیل موانع نهادی شهر هوشمند (مورد مطالعه: شهر تبریز)»، *فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری*، دوره ۸، شماره ۳، ص ۱۰۷-۹۱.
- دادخواه، محسن (۱۳۹۴). «طراحی شهری براساس معیارهای شهر هوشمند؛ مورد مطالعه منطقه سه اصفهان»، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته شهرسازی گرایش طراحی شهری*، دانشگاه هنر

متناسب با واقعیات محیطی و پیرامونی هوشمندسازی شهر تهیه و اجرا شود که هدف اصلی تمامی پروژه‌های هوشمندسازی شهری است؛ زیرا معیارها و شاخص‌های شهری در شهر هوشمند برخلاف شهر الکترونیک، دیجیتال، خلاق و ... باید در راستای فرهنگ و مشخصه‌های محلی منطقه بررسی شده باشند و اگر ساکنین به‌عنوان بهترین سنسورهای شهری مدنظر قرار نگیرند، به صرف هزینه‌های هنگفت در زیرساخت فناوری و تمایل‌نداشتن به استفاده از آن منجر می‌شود.

همچنین، در میان شاخص‌های مختلف مربوط به هر بعد و معیار نیز توزیع و تخصیص درست و بهینه منابع، وجود دغدغه نسبت به محیط زیست، اهمیت به گردشگری و روابط بین‌المللی، تسلط افراد در استفاده از اینترنت و یادگیری علوم جدید، نقش و اهمیت بالای فناوری اطلاعات و ارتباطات در شفافیت نظام اداری، میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در کاهش ترافیک شهری و تعداد وسایل هوشمند به‌ازای هر نفر (گوشی و لپ‌تاپ) هرکدام امتیاز زیادی را از آن خود کرده‌اند و به‌عنوان یک پتانسیل برای شهر محسوب می‌شوند؛ بنابراین، وجود بسترهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یک پتانسیل در این منطقه سبب بهبود و ارتقای سایر ابعاد می‌شود؛ ازاین‌رو، مدنظر قراردادن یافته‌های تجربی تحقیق در زمینه شاخص‌ها و معیارهای مختلف هوشمندی کلان‌شهر تبریز بسیار مهم است. براساس شواهد تجربی به‌دست‌آمده، وضعیت نامناسب بهداشتی در منطقه، استفاده نکردن از وسایل حمل‌ونقل پاک و کم‌مصرف و وجودنداشتن موزه‌های فناوری و مجهز به سیستم‌های آنلاین و مجازی از مهم‌ترین نقاط ضعف کلان‌شهر تبریز در حوزه هوشمندسازی است؛ ازاین‌رو، تجهیز حمل‌ونقل ریلی، توسعه موزه‌های تخصصی فناوری و ... تا اندازه‌ای درجه هوشمندی شهر را ارتقا می‌دهند. علاوه بر موارد یادشده، توجه و تمرکز مسئولان کلان‌شهر تبریز برای عملیاتی‌کردن احکام و اهداف برنامه ۵ ساله راهبردی - عملیاتی شهرداری کلان‌شهر تبریز که در دی ماه ۱۳۹۸ به تصویب شورای شهر رسیده است، نقش تعیین‌کننده در هوشمندسازی کلان‌شهر تبریز دارد. براساس ماده ۶۶ برنامه مذکور، در ارتباط با حوزه فناوری و هوشمندسازی شهرداری کلان‌شهر تبریز موظف شده است به‌منظور توسعه شهر، شهرداری و شهروند هوشمند، سند برنامه عملیاتی و بومی تبریز هوشمند را براساس تجارب جهانی تدوین کند و برای این منظور لازم است بسترهای لازم برای ایجاد انگیزه و افزایش مشارکت بخش خصوصی در اجرای

- Batty, M., & et al. (2012). "Smart cities of the future". *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518.
- Borsekova, K., & Nijkamp, P. (2018). "Smart cities: A challenge to research and policy analysis".
- Brown, M. M., & Brudney, J. L. (1998). "Public sector information technology initiatives: Implications for programs of public administration". *Administration & Society*, 30(4), 421-442.
- Capdevila, I., & Zarlenga, M. I. (2015). "Smart city or smart citizens? The Barcelona case". *Journal of Strategy and Management*.
- Caragliu, A., & et al. (2011). "Smart cities in Europe". *Journal of urban technology*, 18(2), 65-82.
- Chourabi, H., & et al. (2012). "Understanding smart cities: An integrative framework". In *2012 45th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 2289-2297). IEEE.
- Correia, L. M., & Wüstel, K. (2011). "Smart Cities Applications and Requirements, White Paper of the Experts Working Group, Net! Works European Technology Platform".
- De Santis, R., & et al. (2014). "Il fenomeno smart cities". *Rivista Italiana di Economia Demografia e Statistica*, 68(1), 143.
- Droege, P. (Ed.). (1997). *Intelligent environments: spatial aspects of the information revolution*. Elsevier.
- Dixon, T., & et al. (2017). "Re-imagining the future of cities using urban foresight techniques: towards a smart and sustainable Reading 2050".
- Dixon, T., & et al. (2018). "Using urban foresight techniques in city visioning: Lessons from the Reading 2050 vision". *Local Economy*. 33(8), 777-799.
- Fernandez-Anez, V., & et al. (2018). "Smart City implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna". *Cities*, 78, 4-16.
- Giffinger, R., & Gudrun, H. (2010). "Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities?". *ACE: architecture, city and environment*, 4(12), 7-26.
- Giffinger, R., & et al. (2007). "Smart cities Ranking of European medium-sized cities. University of Ljubljana, Evert Meijers". Project homepage [www.smart-cities.eu](http://www.smart-cities.eu).
- Giffinger, R., & Pichler-Milanović, N. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Vienna University of Technology.
- International Telecommunication Union (ITU). (2014). World telecommunication/ICT indicators database. Geneva: International telecommunication Union. Available from <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/default.aspx>.
- International Telecommunication Union (ITU). (2015). *Measuring the Information Society Report*. Geneva Switzerland.
- Joshi, S., & et al. (2016). "Developing smart cities: An integrated framework". *Procedia Computer*
- اصفهان.
- روستایی، شهرپور و همکاران (۱۳۹۷). «تئوری شهر هوشمند و ارزیابی مؤلفه‌های زیرساختی آن در مدیریت شهری، موردشناسی: شهرداری تبریز»، *جغرافیا و آمایش شهری*، دوره ۲۶، ص ۱۹۷-۲۱۶.
- کمانداری، محسن و محمدرحیم رهنما (۱۳۹۶). «ارزیابی شاخص‌های شهر هوشمند در مناطق چهارگانه شهر کرمان»، *فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی*، دوره ۱۷، شماره ۵۸، ص ۲۰۹-۲۲۶.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). سرشماری عمومی نفوس و مسکن.
- منصوری، وحید و پروین ذوالقدری (۱۳۹۴). «بررسی نگرش معلمان در راستای کاربست فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در فرایند آموزش»، *پژوهش‌های تربیتی*، شماره ۳۰، ص ۸۴-۶۶.
- مولائی، محمد مهدی و همکاران (۱۳۹۵). «تیین و واکاوی چگونگی هوشمندسازی شهرها در بستر مؤلفه‌ها و عوامل کلیدی اثرگذار»، *نقش جهان - مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی*، دوره ۶، شماره ۳، ص ۹۳-۷۵.
- منتظر، فرامرز (۱۳۹۷). «ارزیابی جایگاه ایران از منظر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI) در میان کشورهای منطقه با تأکید بر سند چشم‌انداز ایران»، *مطالعات عمران شهری*، دوره ۲، شماره ۷، ۱۲۵-۱۴۲.
- نسترن، مهین و فرزانه پیرانی (۱۳۹۸). «تدوین و اعتبارسنجی معیارها و شاخص‌های توسعه شهر هوشمند (مورد مطالعه: منطقه سه شهر اصفهان)»، *مجله جغرافیا و توسعه فضای شهری*، دوره ۶، شماره ۱، ص ۱۴۷-۱۶۴.
- Alexandru, A., & et al. (2007, November). "ICT and Its Impact upon the Globalization and Accessibility of the Education in the Health Domain". In *6th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, Italy*. 11(21), 287-291.
- Álvarez, F., & et al. (2012). *The Future Internet: Future Internet Assembly 2012: From Promises to Reality* (p. 243). Springer Nature.
- Assembly, G. (2016). "United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III) regional report for Africa: transformational housing and sustainable urban development in Africa".
- Azkuna, I. (2012). "Smart Cities Study: International study on the situation of ICT, innovation and Knowledge in cities". *The Committee of Digital and Knowledge-based Cities of UCLG, Bilbao*.

- Nowicka, K. (2014). "Smart city logistics on cloud computing model". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 151, 266-281.
- Silva, B. N., & et al. (2018). "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities". *Sustainable Cities and Society*, 38, 697-713.
- Stratigea, A. (2012). "The concept of 'smart cities. Towards community development?". *Netcom. Réseaux, communication et territoires*. (26-3/4), 375-388.
- Suresh, L. B. (2011). "Impact of information and communication technologies on women empowerment in India". *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 9(4), 17-23.
- Toppeta, D. (2010). "The smart city vision: how innovation and ICT can build smart, "livable", sustainable cities". *The innovation knowledge foundation*, 5, 1-9.
- UCLG (2009). Smart cities study, The committee of digital and knowledge based cities of UCLG, International study on the situation of ICT, pp.24-36.
- United Nations Development Program (UNDP). (2004). ICT and human development: Towards building a composite index for Asia realizing the millennium.
- United Nations. (2019). World Urbanization Prospects 2018: Highlights.
- United Nations. (2015). "World urbanization prospects: The 2015 revision population database" online [ : <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2015/2015wup.html>].
- United Nations. (2014). Population estimates and projections, World Urbanization Prospects, *Department of economic and social affairs*, 67-77.
- Walmsley, A. (2006). "Greenways: multiplying and diversifying in the 21st century". *Landscape and urban planning*, 76(1-4), 252-290.
- Science*, 93, 902-909.
- Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). "A theory of smart cities". *In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK*.
- Heydari, M., & Kiani, K. H. (2015). The effects of information and communication technology (ICT) on the employment of the factory industry in Esfahan Province. *MAGNT Research Report*, 3(2), 54-66.
- Heydari, M., & et al. (2016). "The relationship between organizational culture and use of Information Technology in education offices in Tehran". *INTERNATIONAL JOURNAL*.
- Heydari, M., & Kiani, K. H. (2015). The effects of information and communication technology (ICT) on the employment of the factory industry in Esfahan Province. *MAGNT Research Report*. 3(2), 54-66.
- Ismagilova, E., & et al. (2019). "Smart cities: Advances in research—An information systems perspective". *International Journal of Information Management*, 47, 88-100.
- ITU-T Technology Watch Report. (2013). *Smart Cities*. Available from: [www.SmartCity.com](http://www.SmartCity.com).
- ITU/UNESCO Events on Smart Sustainable Cities, Montevideo, Uruguay, 11-14 March 2014.
- Karadağ, T. (2013). "An evaluation of the smart city approach". *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Kitchin, R., & Dodge, M. (2019). "The (in) security of smart cities: Vulnerabilities, risks, mitigation, and prevention". *Journal of Urban Technology*, 26(2), 47-65.
- Komninos, N. (2007). "Intelligent cities". In *Encyclopedia of digital government* (pp. 1100-1104). IGI Global.
- Komninos, N. (2008). *Intelligent cities and globalisation of innovation networks*. Routledge.
- Komninos, N. (2011). "Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence". *Intelligent Buildings International*, 3(3), 172-188.
- Leydesdorff, L., & Deakin, M. (2011). "The triple-helix model of smart cities: A neo-evolutionary perspective". *Journal of urban technology*, 18(2), 53-63.
- Marsal-Llacuna, M. L., & et al. (2015). "Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative". *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 611-622.
- Mohanty, S. P., & et al. (2016). "Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone". *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 60-70.
- Mosannenzadeh, F., & Vettorato, D. (2014). "Defining smart city. A conceptual framework based on keyword analysis". *TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment*.
- Mutiara, D., & et al. (2018, March). "Smart governance for smart city". In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 126(1), 012073.

پیوست<sup>۱</sup>

- میزان ساعات آفتابی

$$\frac{\sum_{Year}^1 S}{Day * Year}$$

S: ساعات آفتابی روزانه، Day: یک روز معادل ۲۴ ساعت، Year: یک سال معادل ۳۶۵ روز

- سهم فضای سبز

میزان فضای سبز به کل کاربری‌ها

$$\frac{GS}{Ta}$$

GS: میزان مساحت فضای سبز، Ta: مجموع کل مساحت کاربری‌ها

- ذرات معلق در هوا

از راه‌های سنجش آلودگی هوا اندازه‌گیری میزان ذرات معلق در هوا است که به دلیل منفی بودن این شاخص قدرمطلق آن در نظر گرفته می‌شود. در واقع میزان هر این شاخص در بازه ۱ تا ۰ نرمال‌سازی شده است.

- وضعیت حفاظت از محیط‌زیست در شهر

حفاظت از محیط‌زیست به عنوان یک مسئولیت بسیار مهم برای هر انسان بوده است و بر زندگی او و سایر موجود کره زمین تأثیر بسیار زیادی دارد. شاخص‌های بررسی این معیار، تلاش‌های فردی برای حفاظت از طبیعت، اظهارنظر افراد در حفاظت از طبیعت و میزان افراد استفاده‌کننده از دوچرخه به کل جمعیت توانمند (۱۲ تا ۵۵ سال) هستند که برای این شاخص هرکدام از موارد ذکر شده در بالا در قالب سؤالات پرسش‌نامه در اختیار افراد قرار گرفت. این شاخص در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵)، خیلی کم (۰) است.

- اهمیت حفاظت از محیط‌زیست برای افراد

بهترین حالت تلاش‌های فردی هنگامی است که دغدغه حفاظت محیط زیست، دغدغه همگانی شود و تمامی مردم در آن مشارکت کنند. یکی از شاخص‌های مهم در سنجش معیار حفاظت محیط زیست بوده که میزان تمایل مردم و فرهنگ آنان را برای حفظ و حراست از محیط زیست سنجیده است. این شاخص در قالب پرسش‌نامه و در بازه ۱ تا ۰ به صورت: اهمیت خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵)، خیلی کم (۰) است.

- استفاده بهینه از منابع آب (در تولید ناخالص داخلی)

$$\frac{Q}{T * Q_s}$$

Q: کل میزان مصرف آب، T: کل جمعیت، Q<sub>s</sub>: استاندارد مصرف هر فرد

- استفاده بهینه از منابع برق (در تولید ناخالص داخلی)

$$\frac{E}{T * E_s}$$

E: کل میزان مصرف برق، T: کل جمعیت، E<sub>s</sub>: استاندارد مصرف هر فرد

- میزان هزینه تحقیق و توسعه (D & R) برحسب درصد تولید ناخالص داخلی

میزان هزینه تحقیق و توسعه نسبت به کل هزینه‌ها

<sup>۱</sup> بخشی از فرمول‌ها و محاسبات این قسمت توسط محقق و بخش بزرگی از آن به کمک فرمول‌های موجود در در پایان‌نامه کارشناسی ارشد محسن دادخواه (۱۳۹۴) با عنوان «طراحی شهری براساس معیارهای شهر هوشمند؛ مورد مطالعه منطقه سه اصفهان» در دانشگاه اصفهان محاسبه شده است.

$$\frac{R \& D}{T_c}$$

• نرخ اشتغال در بخش دانش‌های دانش‌بنیان  
فرمول محاسبه این شاخص به صورت تعداد شاغلان در بخش دانش به کل جمعیت فعال است.

• اختراعات ثبت شده به ازای هر نفر ساکن  
فرمول محاسبه این شاخص به صورت کل اختراعات ثبت شده به کل جمعیت است.  
• نرخ خوداشتغالی

$$1 - \frac{E}{TE}$$

E: تعداد افراد شاغل در بخش دولتی؛ TE: تعداد کل افراد شاغل

• میزان حمایت از کارآفرینان در توسعه فناوری  
این شاخص با سؤال «تا چه میزان حمایت از کارآفرینان در حوزه‌های مختلف شهری در توسعه شهر نقش داشته است؟» در قالب پرسش‌نامه در اختیار افراد قرار گرفت. بازه بررسی این شاخص از ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵)، خیلی کم (۰) است.

• تولید ناخالص داخلی به ازای هر نفر شاغل  
فرمول محاسبه این شاخص به صورت کل تولید ناخالص داخلی به تعداد کل افراد شاغل است.

• نرخ بیکاری  
نرخ بیکاری به نسبت جمعیت بیکار به کل جمعیت فعال گفته می‌شود که از طریق آمارهای موجود از سالنامه آماری به دست آمده است.

• نسبت اشتغال پاره وقت  
به صورت تعداد افرادی که به طور پاره وقت کار می‌کنند به جمعیت کل افراد شاغل محاسبه شده است.

• میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در میزان اشتغال و نرخ بیکاری  
این شاخص در قالب پرسش‌نامه و با سؤال «فناوری‌های نوین ارتباطات و اطلاعات تا چه میزان در نرخ بیکاری و اشتغال شهر تبریز مؤثر بوده است؟» در اختیار افراد قرار گرفت. بازه بررسی این شاخص از ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵)، خیلی کم (۰) است.

• حمل و نقل هوایی مسافران  
فرمول محاسبه این شاخص به صورت جابه‌جایی هوایی مسافران نسبت به کل جابه‌جایی‌های جهانی است.

• حمل و نقل هوایی کالا  
فرمول محاسبه این شاخص به صورت جابه‌جایی هوایی کالا نسبت به کل جابه‌جایی‌های جهانی است.

• تعداد گردشگران خارجی و داخلی  
به صورت تعداد گردشگران ورودی و خروجی به کل جمعیت شهر محاسبه شده است.

• اهمیت به عنوان مرکز دانش  
اهمیت به عنوان مرکز دانش (مراکز تحقیقاتی برتر، دانشگاه‌های برتر، کتابخانه‌ها و ...) یکی از شاخص‌هایی است که دو هدف فراگیری دانش و تولید دانش و فناوری را می‌سنجد. در این پژوهش، این شاخص در قالب پرسش‌نامه و با طرح سؤال «تا چه میزان با مراکز دانش (کتابخانه‌ها، فرهنگ‌سراها و پارک‌های علم و فناوری) در محیط خود آشنا هستید؟» در اختیار افراد قرار گرفت. بازه بررسی این شاخص از ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است.

• جمعیت واجد شرایط در سطح ۵-۶ طبقه بندی استاندارد بین‌المللی آموزش و پرورش

$$\frac{G}{T - A}$$

T: کل جمعیت شهر یا محله، A: مجموع افراد کمتر از ۱۸ سال، G: تعداد افراد بالای سطح ۵-۶ تحصیلی<sup>۱</sup>

- مهارت‌های زبان خارجی

$$\frac{L}{T - CH}$$

T: کل جمعیت شهر، CH: مجموع افراد کمتر از ۱۰ سال، L: تعداد افرادی که دست‌کم با یک زبان بین‌المللی آشنایی دارند.

- میزان تسلط افراد در استفاده‌کردن از اینترنت

این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «تا چه میزان در استفاده از اینترنت تسلط دارید؟» جمع‌آوری شده و در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده شده است. فرمول محاسبه به صورت تعداد افرادی که به طور تصادفی از آنها سؤال شده است، تقسیم بر جمعیت کل شهر است.

- مشارکت در دوره‌های زبان و یادگیری زبان انگلیسی

یکی از چالش‌های مهم در تحقق شهر هوشمند، یادگیری زبان‌های بین‌المللی برای استفاده از فناوری است. ملاک اصلی در اینجا میزان تسلط فرد نیست؛ بلکه میزان تمایل او برای یادگیری، شرط اصلی است. شاخص مشارکت برای یادگیری در طول عمر شباهت زیادی به این شاخص دارد. تفاوت این دو شاخص در این است که شاخص مشارکت در دوره‌های زبان و یادگیری زبان انگلیسی دقیق‌تر و موشکافانه‌تر موضوع یادگیری زبان دیگر را بررسی می‌کند. اطلاعات این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «تا چه اندازه به زبان انگلیسی تسلط دارید و آیا تمایل برای یادگیری زبان خارجی دارید؟» جمع‌آوری شده است. فرمول محاسبه به صورت تعداد افرادی که به طور تصادفی از آنها سؤال شده است، تقسیم بر جمعیت کل شهر است.

- مشارکت در یادگیری برای تمام عمر

نحوه محاسبه این شاخص به صورت میزان سالی که فرد تمایل به یادگیری داشته یا دارد (براساس پرسش‌نامه) تقسیم بر تعداد نفراتی که از آنها سؤال شده است.

- سهم خارجیان در جامعه

$$\frac{F}{T}$$

F: تعداد افراد خارجی (منظور خارج از محله است؛ از جمله سطوح شهری، منطقه‌ای یا بین‌المللی)، T: جمعیت کل

- مشارکت در انتخابات محلی

نحوه محاسبه این شاخص به صورت تعداد رأی‌دهندگان تقسیم بر تعداد افراد واجد شرایط (در سن رأی) است.

- محیط مهاجرت‌پسند (نگرش نسبت به مهاجرت)

مهاجرت یا پذیرش مهاجران یک امر اساسی برای هوشمندشدن است. میزان مهاجرت به شهر اجباری نیست و افراد به صورت اختیاری و به دلیل کیفیت‌های محیطی به این مکان مهاجرت کرده‌اند. این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با طرح سؤال «میزان انطباق و سازگاری شما در صورت تغییر محل زندگی با ساکنین جدید چقدر است؟»، «میزان انطباق و سازگاری شما با اعضای جدیدی که به منطقه شما مهاجرت می‌کنند به چه میزان است؟» و «سطح روابط اجتماعی شما در شهر به چه میزان است؟» جمع‌آوری شده است و در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده شده است.

- میزان دانش درباره شهر و محله

پیش‌نیاز موفقیت و پیشرفت هر فرد، آشنایی با مکان زندگی است. یک شهروند باید درباره محله، شهر و کشوری که در آن زندگی می‌کند اطلاعات کافی داشته باشد؛ این اطلاعات شامل اطلاعات اقتصادی، جغرافیایی، فرهنگی، اجتماعی، قوانین و مقررات و غیره است. منظور ما در اینجا اطلاعات کلی بوده است و نیاز به اطلاعات گسترده و عمیق نیست؛ زیرا داشتن اطلاعات، توانایی‌های فرد را بیشتر می‌کند. بدین منظور و با

<sup>۱</sup> جمعیت واجد شرایط در سطح ۵-۶ طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی آموزش و پرورش<sup>۱</sup> (دست‌کم فوق‌دیپلم و لیسانس) هستند.

طرح سؤال «میزان اطلاعات شما درباره کشور، شهر و محله زندگی خود چقدر است؟» آگاهی هر فرد به صورت کلی سنجیده شده و سپس براساس میزان آگاهی فرد از کشور، شهر و محله، خروجی بین ۱ تا ۰ ارائه شده است.

- میزان مشارکت در انتخابات و نظرسنجی‌های شهر
- این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با طرح سؤال «تا چه میزان در انتخابات و نظرسنجی‌های شهر خود شرکت می‌کنید؟» جمع‌آوری شده و در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده شده است.
- شرکت در فعالیت‌های داوطلبانه
- با توجه به اینکه هر فرد با توجه به امکانات، ظرفیت‌ها و استعدادها مشارکت و فعالیت دارد، بهترین روش برای جمع‌آوری اطلاعات این شاخص، خود فرد (از طریق پرسش‌نامه) است. برای این شاخص نیز بازه ۱ تا ۰ در نظر گرفته شده و با سؤال «میزان تمایل شما به شرکت در کارهای داوطلبانه مربوط به شهر و ناحیه زندگی خود چقدر است؟» سنجیده شده است.

$$\frac{\sum_{n=1}^n b}{n}$$

b: میزان تمایل به فعالیت داوطلبانه، n: تعداد افرادی که از آنها سؤال شده است

- احساس داشتن یک شغل جدید
- با گسترش فناوری در یک شهر هوشمند، برخی مشاغل یا تعدیل می‌شوند یا به کلی از بین می‌روند و شغل‌های جدید جایگزین آن می‌شوند. در اینجا زمانی که افراد از به دست آوردن کارهای جدید احساس رضایت کنند، یک شهر سریع‌تر هوشمند می‌شود. این شاخص نیز از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «در صورت تغییر شغل، انطباق با شغل جدید تا چه اندازه برای شما دشوار است؟» سنجش پذیر است. انطباق فرد با کار جدید در بازه ۱ تا ۰ قرار دارد و به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده می‌شود.

$$\frac{\sum a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

- سهم افراد شاغل در صنایع خلاق:-

- تعداد نمایندگان شهر به ازای هر نفر (تعداد اعضای شورا و نمایندگان<sup>۱</sup>)

$$\frac{R * 10000}{T}$$

R: تعداد نمایندگان شهر، T: تعداد ساکنین شهر

- اهمیت فعالیت‌های شهرداری برای ساکنان (میزان اطلاعات آنان از حقوق شهروندی و وظایف شهرداری)
- این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با دو سؤال «میزان آگاهی شما از حقوق شهروندی چقدر است؟» و «میزان اطلاعات شما از وظایف شهرداری و دستگاه‌های دولتی چقدر است؟» ارزیابی شده است. بازه مدنظر در اینجا نیز ۱ تا ۰ است و این شاخص به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) تجزیه و تحلیل شده است.
- میزان دسترسی مردم به اعضای شورای شهر و جلسه با آنها
- این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با طرح سؤال «میزان دسترسی مردم به اعضای شورای شهر برای حل و فصل مشکلات در سال چقدر است؟» جمع‌آوری شده و در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده شده است.

- سهم زنان نماینده شهر<sup>۲</sup>

$$\frac{2 * WR}{R}$$

<sup>۱</sup> تعداد نماینده به طور مطلوب در شورای شهر، به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر، ۱ نفر است و کمتر از آن معقول نیست.

<sup>۲</sup> اگر تعداد زنان بیش از نیمی باشد، این شاخص برای مردم محاسبه می‌شود. در واقع این شاخص به منظور تعادل جنسیتی نمایندگان است.

WR: تعداد زنان نماینده شهر، R: تعداد نمایندگان شهر

• میزان رضایت از شفافیت نظام اداری

وجود آمار و اطلاعات هر شهر برای پیشبرد فعالیت‌های تحقیقاتی و شفاف‌سازی، شرط لازم برای پیشرفت آن شهر است. رضایت از شفافیت اداری توسط مردم، پیش‌نیاز حکمروایی هوشمند است که سنجش این متغیر در قالب پرسش‌نامه و نظرخواهی از مردم انجام شده است. سؤال‌های مطرح‌شده در پرسش‌نامه در قالب ۳ سؤال «تا چه میزان شورای شهر در خصوص عملکردش در مقابل شهروندان پاسخ‌گوست؟» و «تا چه میزان شهرداری گزارش‌های عملکرد (درآمدها و هزینه‌ها) را به اطلاع مردم می‌رساند؟» و «تا چه میزان سایت‌ها و اطلاعات منتشرشده توسط شهرداری به‌روز است؟» طرح شده و در بازه ۱ تا ۵ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) سنجیده شده‌اند.

• نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در شفافیت نظام اداری

این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «از نظر شما نقش هوشمندسازی در ایجاد شفافیت در ادارات شهر به چه میزان است؟» ارزیابی شده است. بازه مدنظر در اینجا نیز ۱ تا ۵ است و این شاخص به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) تجزیه و تحلیل شده است.

• میزان مبارزه با فساد اداری و عملکرد مبتنی بر قانون

این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «تا چه میزان روابط میان اعضای شورای شهر و شهرداری عاری از فساد و مبتنی بر قانون است؟» ارزیابی شده است. بازه مدنظر در اینجا نیز ۱ تا ۵ است و این شاخص به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) تجزیه و تحلیل شده است.

• دسترسی به سایت‌های انتقادات و پیشنهادهای مدیریت شهری

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۵ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال‌های بررسی‌شده در این بخش «تا چه میزان امکان پیشنهاد برای شهروندان در سیاست‌گذاری و تصمیم‌های مدیریت شهری فراهم است؟» و «تا چه میزان مردم در تصمیم‌گیری‌های مربوط به شهر دخیل هستند؟» هستند.

• میزان رضایت از کیفیت خدمات شهری (مدارس و شهرداری و ...)

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۵ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «تا چه میزان از کیفیت خدمات‌رسانی (مدارس و شهرداری) شهر خود رضایت دارید؟» است.

• هزینه‌های تحمیل‌شده به شهر به‌ازای هر نفر ساکن:-

• میزان رضایت از کیفیت خدمات شهری (آب، برق و ...)

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۵ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «تا چه میزان از کیفیت خدمات‌رسانی شهری (آب، برق، گاز و ...) شهر خود رضایت دارید؟» است.

• شبکه حمل‌ونقل عمومی به‌ازای هر فرد

$$\frac{Pa}{T}$$

Pa: میزان استفاده‌کننده از شبکه حمل‌ونقل عمومی، T: تعداد افرادی که از وسایط نقلیه عمومی و خصوصی استفاده می‌کنند.

• رضایت از کیفیت حمل‌ونقل عمومی

آلودگی هوای شهرهای بزرگ از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی و بهداشتی است که به یکی از نگرانی‌های جدی در سراسر جهان تبدیل شده است. حمل‌ونقل، به‌ویژه با وسایل نقلیه فرسوده و استفاده از گازوئیل یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت هوای مناطق شهری است. این مسئله باعث شده است برای جایگزینی سوخت‌ها و فناوری‌هایی که نوید آلودگی کمتر و تمیزی بیشتری می‌دهند، تدابیری اندیشیده شود. جایگزینی ناوگان‌های اتوبوس‌رانی به‌جای خودروهای شخصی به‌دلیل کارایی بیشتر و آلودگی کمتر، برتری دارد. همچنین میزان رضایت افراد، عامل دیگر در

کیفیت حمل‌ونقل عمومی است. فرمول استفاده‌شده در این بخش شامل دو قسمت است؛ بخش نخست درباره کیفیت استفاده از انرژی‌های پاک بوده است و مطلوب‌ترین حالت (۱)، خوب (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی بد (گازوئیل) (۰) امتیاز گرفته‌اند و بخش دوم شامل رضایت استفاده‌کننده است که براساس پرسش‌نامه به‌صورت رضایت خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است.

E+S

E: کیفیت استفاده از انرژی‌های پاک، S: رضایت از کیفیت حمل‌ونقل عمومی

- رضایت از دسترسی به حمل‌ونقل عمومی

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه و در قالب سؤال «میزان دسترسی شما به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در ساعت‌های اوج ترافیک چقدر است؟» سنجش‌پذیر است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: مطلوب‌ترین حالت (۱)، خوب (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی بد (۰) بوده است.

- میزان استفاده از حمل‌ونقل هوایی در سفر

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «تا چه میزان برای سفرهای خود از حمل‌ونقل هوایی استفاده می‌کنید؟» است.

- تعداد کامپیوتر در هر خانواده

این شاخص از طریق فرمول تعداد افرادی که کامپیوتر دارند به کل جمعیت شهر محاسبه می‌شود.

- پهنای باند دسترسی به اینترنت در هر خانواده

دسترسی به سرعت مناسب اینترنت، شاخص مهم دیگری است که در شهر هوشمند مطرح می‌شود. اطلاعات مربوط به آن از سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات به دست آمده است.

- همگامی با فناوری‌های روز دنیا

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «سیستم‌های مجازی مورد استفاده شما تا چه اندازه با فناوری‌های روز دنیا همگامی دارد؟» است.

- سهم جابه‌جایی سبز (رفت‌وآمد غیرموتوری) و استفاده از دوچرخه

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «تا چه میزان برای رفت‌وآمدهای خود از رفت‌وآمد غیرموتوری (پیاده‌روی و دوچرخه) استفاده می‌کنید؟» است.

- ایمنی ترافیکی

این شاخص با سؤال «میزان دسترسی شما به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در ساعت‌های اوج ترافیک چقدر است؟» در قالب پرسش‌نامه در اختیار افراد قرار گرفت. بازه بررسی این شاخص از ۱ تا ۰ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است.

- میزان اثرگذاری فناوری‌های نوین در کاهش ترافیک شهری

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه و در قالب سؤال «تا چه اندازه فناوری‌های نوین در کاهش ترافیک شهری مؤثرند؟» سنجش‌پذیر است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: مطلوب‌ترین حالت (۱)، خوب (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی بد (۰) است.

- استفاده از خودروهای مقرون‌به‌صرفه (کم‌مصرف و کم‌هزینه)

در اینجا منظور از مقرون‌به‌صرفه این است که خودرو از نظر مصرف انرژی و سوخت، کارایی، تولید آلودگی و غیره به‌صرفه باشد و این به معنای ارزان بودن قیمت نیست. این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به‌صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) است و سؤال بررسی‌شده در این بخش «میزان استفاده از وسایل نقلیه سازگار با محیط زیست (سطح پایین آلودگی) در سطح شهر چگونه است؟» است.

- حضور در سینما به ازای هر فرد
- این شاخص از طریق فرمول تعداد کل افرادی که به سینما می‌روند (آمار منتشرشده در سالنامه آماری) به کل جمعیت شهر محاسبه شده است.
- بازدید از موزه به ازای هر فرد
- این شاخص از طریق فرمول تعداد کل افرادی که به موزه می‌روند (آمار منتشرشده در سالنامه آماری) به کل جمعیت شهر محاسبه شده است.
- حضور در تئاتر به ازای هر فرد
- این شاخص از طریق فرمول تعداد کل افرادی که به سینما می‌روند (آمار منتشرشده در سالنامه آماری) به کل جمعیت شهر محاسبه شده است.

- میزان آموزش‌های مجازی به شهروندان

این شاخص با سؤال «به‌طورکلی چه اندازه آموزش‌های مجازی و استفاده از تکنولوژی در شهر به شما داده شده است؟» در قالب پرسش‌نامه در اختیار افراد قرار گرفت. بازه بررسی این شاخص از ۱ تا ۵ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۲)، متوسط (۳)، کم (۴) و خیلی کم (۵) است.

- تخت بیمارستان به ازای هر نفر از ساکنین

$$\frac{BH}{T}$$

BH: تعداد تخت بیمارستان، T: کل جمعیت شهر

- پزشک به ازای هر نفر از ساکنین (تعداد پزشکان شهر تبریز)

$$\frac{DH}{T}$$

DH: تعداد پزشکان، T: کل جمعیت شهر

- رضایت از کیفیت سیستم بهداشت شهری

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. بررسی آن در بازه ۱ تا ۵ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۲)، متوسط (۳)، کم (۴) و خیلی کم (۵) است و با طرح دو سؤال «رضایت شما از کیفیت سیستم بهداشت به چه اندازه است؟» و «رضایت شما از کیفیت سیستم بهداشت شهری (از منظر زیباشناسی) به چه اندازه است؟» در این بخش بررسی شد.

- نرخ جرم و جنایت

مقایسه میزان جرم نسبت به حالت مطلوب

$$\frac{1}{C}$$

C: نرخ جرم در یک سال

حالت مطلوب در صورتی اتفاق می‌افتد که هیچ جرمی انجام نشود. در اینجا حالت مطلوب، ۱ در نظر گرفته شده است؛ بدین معنا که میزان جرم «یک بار در سال» است.

- میزان مرگ‌ومیر توسط تهاجم

$$\frac{M}{D}$$

M: میزان مرگ‌ومیر توسط تهاجم، D: کل مرگ‌ومیر

- رضایت از امنیت شخصی

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه و با طرح سؤال «در ساعات مختلف شبانه‌روز تا چه میزان در شهر خود احساس امنیت می‌کنید؟» و همچنین

«میزان تأثیر فناوری‌های نوین ارتباطات (گوشی‌های هوشمند، اینترنت و ...) در امنیت عمومی چقدر است؟» در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) محاسبه شده است.

- تعداد دانش‌آموز به‌ازای ساکنین

این شاخص از طریق فرمول تعداد دانش‌آموزان به کل جمعیت شهر محاسبه شده است.

- تعداد وسایل هوشمند به‌ازای هر نفر (گوشی و لپ‌تاپ)

اطلاعات این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با سؤال «تعداد گوشی، کامپیوتر، لپ‌تاپ و ... در خانواده چه تعداد است؟» جمع‌آوری شده است. فرمول محاسبه به صورت تعداد وسایل هوشمند در دسترس افراد، تقسیم بر جمعیت کل شهر است.

- رضایت از دسترسی به سیستم‌های آموزشی رسمی و غیررسمی

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده است. سؤال‌های مطرح‌شده در پرسش‌نامه به صورت «رضایت شما از دسترسی به سیستم‌های آموزشی رسمی (دبیرستان، راهنمایی و دبستان) چقدر است؟» و «رضایت شما از دسترسی به سیستم‌های آموزشی غیررسمی (موسیقی و ...) چقدر است؟» بوده و بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) انجام شده است.

- رضایت از کیفیت سیستم‌های آموزشی از نظر فناوری نوین

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه و با طرح سؤال «کیفیت سیستم‌های آموزشی از لحاظ استفاده از فناوری‌های نوین را چگونه ارزیابی می‌کنید؟» سنجیده شده و بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) انجام شده است.

- مساحت متوسط زندگی برای هر ساکن:-

- رضایت از وضعیت مسکن شخصی

این شاخص با استفاده از پرسش‌نامه سنجیده شده و بررسی آن در بازه ۱ تا ۰ به صورت: خیلی زیاد (۱)، زیاد (۰/۷۵)، متوسط (۰/۵)، کم (۰/۲۵) و خیلی کم (۰) و با طرح سؤال «از وضعیت نوبودن (ظاهری) خانه خود راضی هستید؟» انجام شده است.

- تعداد فضای عمومی مجهز به امکانات مجازی (اینترنت رایگان)

اطلاعات این شاخص از طریق پرسش‌نامه و با طرح دو سؤال «فضای عمومی (پارک‌ها و پاساژها و ...) مجهز به امکانات مجازی (اینترنت رایگان) در شهر چگونه است؟» و «مراکز عمومی دسترسی به اینترنت (کافی‌نت‌ها) در شهر به چه میزان است؟» جمع‌آوری شده است. فرمول محاسبه به صورت تعداد فضای عمومی در دسترس افراد، تقسیم بر کل جمعیت شهر است.

- تعداد موزه‌های فناوری و مجهز به آموزش مجازی

موزه‌های فناوری همچون موزه‌های تاریخی نیاز به پیشینه تاریخی زیاد ندارند و معمولاً به صورت موزه‌های نوآورانه یا تاریخچه یک فناوری ایجاد می‌شوند که در شهر تبریز تعداد آنها صفر است.

- نرخ فقر

فرمول محاسبه این شاخص به صورت میزان فقر بر کل جمعیت است که در سالنامه آماری استان موجود است.

