

ارائه یک مدل زیرساخت برای توسعه شهر تبریز به عنوان شهر هوشمند

ابراهیم خلیل عباسی^{۱*}؛ پرویز پور محمود^۲؛ لیلا رحیمی^۳؛ اسلام کرمی^۴

۱- استادیار، گروه آموزش ریاضی، دانشگاه فرهنگیان، تهران (نویسنده مسئول)

۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی رشديه، تبریز

۳- استادیار، گروه معماری، دانشکده عمران، دانشگاه تبریز

۴- استادیار، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۵/۱۹؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۲/۰۶/۱۴

چکیده

واژگان کلیدی

شهر هوشمند سطحی از توسعه‌یافتگی است که در آن فناوری‌های مختلف در زیرساخت‌های شهری برای بهبود ارائه خدمات استفاده می‌شوند. برای ارزیابی میزان موفقیت هوشمندسازی شهرها و نیز شناسایی چالش‌ها و فرصت‌ها، چندین مدل مرجع ارزیابی شهر هوشمند معرفی شده‌اند که هر یک تعدادی شاخص برای ارزیابی معرفی می‌نمایند. در این تحقیق مدل گیفینگر انتخاب شده است که نسبت به سایر مدل‌های مرجع دارای ابعاد و شاخص‌های کاملی‌تری است و ابعاد مختلف شهر هوشمند مانند دولت هوشمند، مردم هوشمند، محیط هوشمند، اقتصاد هوشمند، زندگی هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند را در نظر گرفته است؛ بنابراین بر اساس ویژگی‌های هر شهر، نیاز است که مدل هوشمندی آن شهر تدوین و بر اساس شاخص‌های آن میزان هوشمندی شهر ارزیابی گردد. با توجه به فقدان مدل زیرساخت برای هوشمندسازی شهر تبریز، هدف این مقاله، ابتدا ارائه یک مدل شهر هوشمند برای شهر تبریز، سپس ارزیابی قابلیت‌های آن بر اساس شاخص‌های در دسترس و در نهایت ارائه برخی پیشنهادها برای بهبود میزان هوشمندی شهر تبریز است. به این منظور با بررسی مدل‌های مرجع شهر هوشمند، شاخص‌های متناسب با مشخصه‌های شهر تبریز استخراج و در قالب یک مدل ارائه می‌شود. در مرحله بعد، برای برخی شاخص‌هایی که امکان جمع‌آوری داده برای آن فراهم بوده است، داده مورد نظر از سازمان‌ها به روش مصاحبه، مشاهده و بررسی منابع مرتبط جمع‌آوری و بعد از تحلیل آنها، مقادیر کیفی برای شهر تبریز استنتاج شده است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت داده‌ها ترکیبی از داده‌های کیفی و کمی است که به روش توصیفی-تحلیلی انجام شده است. بررسی مقادیر شاخص‌ها برای شهر تبریز نشان می‌دهد که شاخص‌های مربوط به دولت هوشمند نسبت به سایر ابعاد دارای وضعیت بهتری هستند. در رتبه بعدی، شاخص‌های مربوط به حمل‌ونقل هوشمند قرار گرفته‌اند. تحلیل کیفی داده‌ها نیز نشان می‌دهد شهر تبریز یکی از شهرهای در حال توسعه در حوزه سیستم‌های هوشمند شهری است؛ اما مشکلات ناشی از فقدان سیستم‌های مؤثر ارتباطی به‌عنوان بستر توسعه شهر هوشمند و نیز عدم برنامه‌ریزی کلان و هماهنگ در سطح مدیریت شهری، باعث کندی توسعه شهر تبریز به‌عنوان شهر هوشمند شده است. همچنین، با بررسی و مقایسه شهر تبریز با شهرهایی که به‌عنوان شهر هوشمند شناخته می‌شوند، پیشنهادهایی برای توسعه آن ارائه شده است.

۱- مقدمه

شهرهای بزرگ و پیشرفته است که تمایل شهرهای بزرگ به هوشمند شدن، به‌طور روزافزون در حال افزایش است. کیفیت زندگی شهروندان با افزایش کیفیت ارائه خدمات و نیز هوشمندسازی سیستم‌های شهری با کمک فناوری‌های

با پیشرفت رو به رشد و روزافزون فناوری، بشر به‌سوی رفاه و آسایش تمایل بیشتری پیدا نموده است. یکی از مهم‌ترین فرآیندهای حال حاضر، به‌کارگیری فناوری‌های جدید در

فناوری‌های هوشمند برای توسعه پایدار شهر آمستردام در ابعاد زندگی، کار، حمل‌ونقل و فضای عمومی پایدار تشریح شده است. گیفینگر و همکاران (Giffinger et al., 2007) تعریف جامعی از شهر هوشمند ارائه داده و ابعاد شهر هوشمند را معرفی نموده است. همچنین، در این مقاله برای ارزیابی هریک از ابعاد هوشمندی شاخص‌هایی مشخص شده است. در مرحله بعد، ۷۰ شهر اروپایی انتخاب و مقادیر شاخص‌های ابعاد شهر هوشمند با استفاده از روش مشاهده و استخراج از پایگاه داده‌های موجود برای این شهرها جمع‌آوری شده است. در نهایت، بر اساس مقادیر شاخص‌ها، شهرهای انتخاب شده رتبه‌بندی شده‌اند.

هدف این مقاله، ارزیابی میزان هوشمندی شهر تبریز بر اساس شاخص‌های مدل‌های مرجع موجود است. برای این منظور، ابتدا با مطالعه مدل‌های موجود برای شهر هوشمند، شاخص‌های متناسب با شهر تبریز انتخاب شدند. سپس با استفاده از جمع‌آوری داده‌ها از منابع موجود و نیز مصاحبه با افراد و سازمان‌های مرتبط هر شاخص، مقادیر شاخص‌ها مشخص می‌شوند. در نهایت، بر اساس مقادیر شاخص‌ها، با روش توصیفی وضعیت هوشمندی تبریز تحلیل می‌شود. همچنین، با مقایسه شهر تبریز با شهرهای هوشمند موجود، راهکارهایی برای توسعه شهر تبریز به سمت هوشمندی ارائه شده است.

۲- مبانی نظری

اصطلاح «شهر هوشمند» (Joo & Tan, 2018) به‌طور بسیار گسترده‌ای در ادبیات مدیریت، برنامه‌ریزی شهری و حرکت به سمت توسعه یافتن استفاده نشده و هنوز هم شناسایی جنبه‌های مختلف آن به‌عنوان یک اصل برای بررسی جزئیات بیشتر، در حال مطالعه و پژوهش است. در این راستا، اگر یک شهر یا منطقه با استفاده از منابع گسترده شهری و پایداری اقتصاد از برای افزایش خلاقیت و گسترش جامعه فناوری محور حمایت کند و جامعه به نوآوری برای برطرف کردن نیازهای جامعه و تدوین راهبردهای اساسی برای بهبود کیفیت زندگی تلاش کند می‌تواند به‌عنوان شهر هوشمند تلقی شود.

شهر هوشمند به‌عنوان یک الگوی جدید در توسعه

اطلاعاتی و ارتباطی بهبود می‌یابد. اینترنت به‌عنوان یک نقطه عطف گذر از جامعه سنتی به جامعه فناوری محور و سپس ظهور فناوری جدید اینترنت اشیا (IoT: Internet of Things) (Pliatsios, 2023) توسعه سیستم‌های پیچیده را تسهیل نموده است. اینترنت اشیا فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان، حیوان و یا اشیا) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترنت، فراهم می‌گردد. به‌عنوان یک شبکه خودتنظیم‌شونده، اشیا در اینترنت اشیا بدون نیاز به عامل انسانی داده تولید، ارسال، دریافت، پردازش و تصمیم‌گیری می‌نمایند. این در حالی است که تمامی شهرها تا حدودی با فناوری در ارتباط هستند که میزان استفاده و ارتباط شهرها با فناوری‌ها ممکن است متفاوت و شهری نسبت به دیگری هوشمندتر باشد. استفاده از این قابلیت در توسعه سیستم‌های شهری باعث افزایش دقت، کارایی و سرعت پاسخ شده و لذا ضعف‌های ذاتی عامل انسانی را می‌پوشاند. همچنین، داده‌های جمع‌آوری شده توسط اشیا یک دارایی مهم برای برنامه‌ریزان در فرآیند برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است که نتیجه آن استفاده مؤثر از منابع است. استفاده از این فناوری‌ها و نظایر آن در ابعاد مختلف زندگی و سیستم‌های شهری مفهوم جدیدی با عنوان شهر هوشمند (Smart City) را معرفی نموده است. در یک شهر هوشمند سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر داده جمع‌آوری شده از محیط و نیز شبکه‌های ارتباطی مختلف مبنای تعامل‌های شهروندان و دولت را تشکیل می‌دهند. همچنین، بسیاری از فعالیت‌ها مانند اقتصاد، شبکه‌های نیرو مانند برق و آب به‌صورت هوشمند اداره می‌شوند. برای بررسی میزان هوشمند بودن یک شهر مدل‌های مرجع شهر هوشمند معرفی شده‌اند که هر مدل دارای مجموعه‌ای از شاخص‌های مرتبط با یک یا چند بعد از ابعاد شهر هوشمند است (Achmad et al., 2018; Anthopoulos et al., 2019).

در مقاله گاسکو (Gascó, 2016) هوشمندی شهر بارسلون از ابعاد مختلف مانند حمل‌ونقل، آموزش، توسعه پایدار، سلامت و امنیت ارزیابی و سپس راهکارهای مختلف برای بهبود آنها به برنامه‌ریزان شهری ارائه شده است. در پژوهش (Baron et al., 2012) چگونگی استفاده از

ارتباطات را در شهر هوشمند مشخص می‌کند و هدف اصلی مدل ارائه یک چارچوب برای جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها می‌باشد و بر روی هشت شاخص بنا شده است. مدل *ISO*، در ۱۷ حوزه مدل‌سازی شده است و تمرکز اصلی بر استانداردسازی تعریف خانه هوشمند است. به علت محدودیت شاخص‌های مدل مربوطه، مدل کامل و جامعی برای مقایسه و تبدیل شهر به شهر هوشمند نیست. مدل *IBM* جنبه‌های تجزیه و تحلیل، زیرساختی و مدیریتی را شامل می‌شود و صرفاً چارچوبی در این حوزه ارائه داده است. هدف این مدل استاندارد و چارچوبی برای تحلیل زیرساختی و تحلیل شهرها است و بیشتر به مشکلات و چالش‌های شهرها اشاره می‌کند. مدل گیفینگر به نسبت سایر مدل‌های مرجع دارای ابعاد و شاخص‌های کاملی‌تری است و ابعاد مختلف شهر هوشمند مانند دولت هوشمند، مردم هوشمند، محیط هوشمند، اقتصاد هوشمند، زندگی هوشمند و حمل‌ونقل هوشمند را در نظر گرفته است. برای هر یک از این ابعاد، در این مدل شاخص‌هایی ارائه شده است که می‌توان با مقداردهی و محاسبه آنها، میزان هوشمندی شهرها را با هم مقایسه نمود.

در سال‌های اخیر، برنامه‌ریزان برخی از شهرها برنامه‌های کلان برای تبدیل به شهر هوشمند، تدوین و گام‌های کلی و جزئی برای اجرای آن برنامه‌ها تعریف نموده‌اند. شهرهایی مانند پاریس، سئول، سان‌فرانسیسکو، بارسلون (*Gascó, 2016*) و آمستردام (*Baron et al., 2012*) از جمله شهرهای موفق در حرکت به سمت هوشمندی هستند.

۳- روش تحقیق

تاکنون مدل‌های زیادی از طرف شرکت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی در حوزه توسعه هوشمندی ارائه شده است؛ اما هر مدل مفهوم شهر هوشمند را از جنبه‌ها و شاخص‌های مختلف بررسی می‌نماید و نیاز است که بر اساس مشخصات یک شهر از یک یا ترکیب چند مدل برای برنامه‌ریزی آن شهر استفاده نمود. میزان ارزیابی هوشمندی شهرها وابسته به مدل یا مدل‌های انتخاب شده است.

برای ارزیابی هوشمندی شهر تبریز از شاخص‌های ارائه شده مدل گیفینگر (*Giffinger et al., 2007*) استفاده شده

اقتصادی، اجتماعی، فناوری و سایر ابعاد شهری از اوایل دهه ۹۰ به ادبیات مدیران شهری راه یافت. هدف یک شهر هوشمند ایجاد بستر فناوری برای اقتصاد، حمل‌ونقل، محیط، شهروندان، سبک زندگی و دولت هوشمند است (*McLaren & Agyeman, 2015*). به‌طورکلی یک شهر هوشمند، یک شهر یا منطقه است که می‌تواند رقابت و کیفیت زندگی خود را افزایش دهد، از منابع مؤثر استفاده کند و از پایداری اقتصادی با استفاده از فناوری و خلاقیت برای بالا بردن ضریب هوشی محیط ساخته شده حمایت کند. علاوه بر این، نیازهای جدید شهروندان با کمترین هزینه پاسخ داده می‌شود. خانه‌های هوشمند، کارخانه‌های هوشمند، مزارع هوشمند، ادارات هوشمند، سیستم حمل‌ونقل هوشمند، بیمارستان‌های هوشمند و دانشگاه‌های هوشمند برخی از جنبه‌های هوشمندی یک شهر هستند.

مدل مرجع شهر هوشمند برای تبیین اجزای شهر هوشمند معرفی می‌شود و به‌طور معمول به‌صورت یک قالب یا چارچوب مشخص و منحصر به فرد از ابعاد، ویژگی و عامل‌هایی تشکیل شده است که برای یک هدف تعیین شده و بر روی یک یا چندین شهر اجرا می‌شود و تمام اجزای شهرها را طبق چارچوب و اهداف خود به سمت شهر هوشمند پیش می‌برد (*Giffinger et al., 2007*). هدف ارائه مدل برای شهرها، کمک به اتخاذ تصمیم‌های مناسب در توسعه یک شهر به سمت یک شهر هوشمند است که تمامی عوامل و ویژگی‌های شهر از حالت فعلی و سنتی به حالت فناوری و هوشمند گذر می‌نمایند. این، مفهوم شاخص‌های شهر را بهبود بخشیده و حرکت به سمت توسعه یافتن و رسیدن به هدف‌های آرمانی یک شهر را تسهیل می‌کند. در حال حاضر مدل‌های مختلفی برای شهرهای هوشمند ارائه شده که هر کدام خدمات مختلفی ارائه و در حوزه‌های مختلف شهر هوشمند از جمله معماری، حکومت، برنامه‌ریزی و مدیریت، دانش و داده، امکانات، خدمات، مردم و محیط هستند. مدل‌های *ISO*، *IBM*، *ITU*، *ISO*، *ITU*، *International-Telecommunication-Union*، *2014*) و گیفینگر (*Giffinger et al., 2007*) مرجع ارزیابی بسیاری از شهرها بوده و شاخص‌های مؤثری برای پیاده‌سازی شهر هوشمند معرفی می‌نمایند. مدل *ITU* نقش اساسی

ابعاد مدل معرفی شده در این مقاله همان ابعاد مدل گیفینگر است، اما شاخص‌های بیشتری تعریف شده است و نیز در برخی مواقع یک شاخص کلی به چند شاخص جزئی‌تر تبدیل شده است تا ارزیابی واقعی‌تر باشد. مدل معرفی شده در این مقاله، ابعاد و شاخص‌های مختلف توسعه شهر تبریز به سمت شهر هوشمند را در نظر گرفته است و تمرکز آن بر دامنه وسیعی از شاخص‌های توسعه شهر هوشمند است. توجه شود با توجه به اینکه شاخص‌ها از مدل‌های مرجع جمع‌آوری شده‌اند، لذا مورد تأیید سازمان‌های مختلف هستند.

برای جمع‌آوری داده برای هر شاخص، نویسندگان مقاله ابتدا با مطالعه مأموریت‌های سازمان‌های مختلف شهر تبریز سازمان یا سازمان‌های مسئول هر شاخص مشخص گردیدند. برای مشخص شدن مقدار هر شاخص، از گزارش‌ها و آمار منتشرشده رسمی سازمان‌ها و نیز روش مصاحبه حضوری و تلفنی و مشاهده میدانی استفاده شده است.

یکی از چالش‌های مهم در این تحقیق، جمع‌آوری داده برای شاخص‌های مورد مطالعه بوده است. در بعضی از سازمان‌ها که به هر دلیلی ارائه اطلاعات مقدرور نبوده، به صورت مراجعه حضوری در سطح شهر یا منطقه مربوطه، داده و اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شده است. با مطالعه نحوه جمع‌آوری داده برای هر شاخص در ارزیابی‌های انجام شده سایر شهرها، واحد اندازه‌گیری هر شاخص مشخص گردید. در مراجعه حضوری به سازمان‌ها ابتدا شاخص مورد نظر برای مقام مسئول تشریح و سپس از وی خواسته شد بر اساس واحد اندازه‌گیری شاخص مدنظر مقداری را اعلام نماید. برای شاخص‌های کیفی، بر حسب مورد، مقادیر محدود به انتخاب از بین گزینه‌های از پیش تعیین شده گردید.

همچنین برای برخی شاخص‌ها بیش از یک مقدار قابل انتساب است؛ مانند شاخص زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات در بعد حمل‌ونقل که شامل نوع پرداخت عوارض، نوع پرداخت جریمه، نوع پرداخت کرایه و... می‌شود. برای برخی شاخص‌ها نیز مقداری برای گزارش وجود ندارد که این یا به دلیل فقدان قابلیت متناسب با شاخص در شهر تبریز بوده و یا اطلاعات در دسترس نبوده است.

است. این مدل مرجع دارای شش بعد و ۳۱ شاخص است و به عنوان مدل مرجع پایه برای مدل جدید ارائه شده در این مقاله استفاده شده است. مدل جدید معرفی شده این مقاله ترکیبی از مدل‌های مختلف است و شاخص‌هایی برای ابعاد مختلف شهر ارائه می‌نماید و از این نظر مدل کامل‌تر و دقیق‌تری محسوب می‌شود. این مدل شهر هوشمند را در شش بعد و ۵۹ شاخص مختلف ارزیابی می‌نماید. جدول ۱ شاخص‌های مورد استفاده مدل مرجع در ارزیابی تبریز را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ابعاد و شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز

ابعاد	شاخص‌ها
دولت	خدمات عمومی و اجتماعی، پرداخت هوشمند، اشتراک‌گذاری اطلاعات هوشمند، خدمات اداری
حمل‌ونقل	سیستم حمل‌ونقل محلی، دسترسی بین‌المللی، زیرساخت ICT، حمل‌ونقل الکتریکی، سیستم نظارت بر ترافیک، سیستم نظارت بر لاین‌ها، پارکینگ هوشمند، سیستم جمع‌آوری جریمه، کارت‌های حمل‌ونقل هوشمند، ایستگاه‌های اتوبوس هوشمند، سیستم اشتراک‌گذاری ماشین، سیستم اشتراک‌گذاری دوچرخه، ITS: Intelligent Transportation System
هوشمند	سلامت بناها، روشنایی هوشمند، مدیریت زباله، توربین بادی، سیستم نظارت بر رطوبت، سیستم هشداردهنده زلزله، کنترل آلودگی هوا، تولید برق محیط هوشمند
اقتصاد	خورشیدی ساختمانی، ساختمان‌های سبز، سیستم هشداردهنده نشت آب، سیستم نظارت بر آب، حسگر نشت شیمیایی، شبکه هوشمند مصرف، پارک‌ها و باغ‌های هوشمند، ایستگاه‌های شارژ الکتریکی، انرژی تجدیدپذیر، برنامه‌ریزی
هوشمند	روحه نوآور، کارآفرینی، تولید، تصویر و علائم اقتصادی، بازار کار، ادغام بین‌المللی
زندگی	WIFI رایگان، آپدیت بلادرنگ، فرهنگ، سلامت، امنیت، خانه هوشمند، توریست
شهروند	آموزش، تنوع قومیتی، آموزش در طول زندگی، روشن‌فکری، دسترسی به خدمات اجتماعی، مشارکت شهروندان، هاب دیجیتال، برنامه مدنی، آزمایشگاه‌های هوشمند، بازاریابی‌های تبلیغاتی، انعطاف‌پذیری، خلاقیت

۴- داده‌ها

جدول‌های ۲ تا ۷ ابعاد، شاخص‌ها و مقادیر جمع‌آوری شده برای هر شاخص را نشان می‌دهد. در ادامه هر یک از ابعاد بررسی و تحلیل می‌شوند.

دولت هوشمند. دولت هوشمند در امر توسعه هوشمندی شهر به‌عنوان هسته اصلی هوشمند سازی، نقش اساسی و بسزایی دارد به‌نحوی که تدوین برنامه‌های راهبردی (بلند مدت و کوتاه‌مدت) و مدیریت برنامه‌های استراتژیک محلی در شهرهای توسعه یافته بر عهده دولت است. همچنین در بعضی شهرها مانند شهر بارسلون بیشتر برنامه‌های محلی توسط مرکز تحقیقاتی و اجرایی به‌عنوان مسئول توسعه هوشمندی زیر نظر شهرداری تدوین و اجرا شده‌اند. برای تبریز، همان‌طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، دولت برخی سامانه‌ها در قالب ارائه خدمات دولتی به شهروندان به‌منظور کاهش ترافیک نیروی انسانی در ارگان‌ها و توسعه برنامه‌های شهروند محور، توسعه محور و بهبود مشارکت توسعه داده است. اما مشکلات پایه‌ای در بستر و زیر ساختارهای ارتباطی باعث کندی روند توسعه شده و مدیران و برنامه‌ریزان محلی برنامه‌ای برای بهبود شرایط، جزو برنامه‌های اجرایی اولویت‌دار خود ندارند.

۴-۱- حمل و نقل هوشمند

در حوزه حمل و نقل هوشمند شهرهای اروپایی پیشرو و عمده موفقیت آنها در توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل است. همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد، در شهر تبریز با وجود توسعه در شاخص‌های حمل و نقل هوشمند، سیستم‌ها به‌روز

نبوده و از هوشمندی کامل برخوردار نیستند (مثل پارکومتر).

در سال‌های اخیر بروز برخی مشکلات مانند افزایش حجم ترافیک، مشکل پارکینگ، سیستم‌های ترافیک قدیمی و عقب‌افتادگی از کشورهای منطقه در حوزه حمل و نقل نیاز به توسعه هوشمندی در این حوزه را با اهمیت‌تر کرده است. در شاخص سیستم اشتراک‌گذاری ماشین، تاکسی‌های آنلاین از طریق اپلیکیشن‌های مختلف پیاده‌سازی و اجرا شده است و تأثیر بسزایی در حذف تردد بی‌رویه خودروها و نیروی انسانی داشته است.

۴-۲- محیط هوشمند

با توجه به موقعیت مکانی قرارگیری شهر تبریز، آلاینده‌های مضر در هوای شهر بیشتر شده است زیرا که از هر جهت توسط کارخانه‌های مادر و مناطق صنعتی محصور شده است. وضعیت آلودگی هوا تنها از طریق چند ایستگاه کنترل آلودگی هوا با معیارهای مختلف نمایش داده می‌شود ولی برنامه ویژه‌ای برای کنترل آلودگی هوا مشاهده نشد. همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد برنامه مدونی برای بهبود شاخص‌های محیط هوشمند در تبریز وجود ندارد.

۴-۳- اقتصاد هوشمند

جدول ۵ شاخص‌های اقتصاد هوشمند را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است تبریز در دو شاخص مهم تولید و کارآفرینی فاقد برنامه‌ریزی است.

جدول ۲- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای دولت هوشمند.

شاخص	نمونه	توضیحات
دولت هوشمند		
خدمات عمومی و اجتماعی	سامانه درگاه ملی خدمات هوشمند https://iran.gov.ir	ارائه خدمات مختلف بیمه‌ای، مالیات، پستی و...
پرداخت هوشمند	پرداخت الکترونیکی	درگاه پرداخت اینترنتی برای همه بانک‌ها وجود دارد
اشتراک‌گذاری اطلاعات هوشمند	درگاه ملی اطلاعات	دسترسی برای سازمان‌ها و ادارات دولتی وابسته به هم
خدمات اداری	پورتال خدمات	سامانه‌های طراحی شده سازمان‌ها و ادارات

ارائه یک مدل زیرساخت برای توسعه شهر تبریز به عنوان شهر هوشمند

جدول ۳- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای حمل‌ونقل هوشمند.

شاخص	نمونه	توضیحات
حمل‌ونقل هوشمند		
سیستم حمل‌ونقل محلی	مترو	۵ مسیر (۱ مسیر فعال) ۱۰۰ کیلومتر (۱۷,۲ فعال)
	اتوبوس تندرو (BRT: Bus Rapid Transit (BRT))	۳۹ ایستگاه به طول ۱۸ کیلومتر
دسترسی بین‌المللی	تاکسی	۱۵ هزار دستگاه تاکسی
	فرودگاه تبریز	پرواز برای ترکیه، عراق، آذربایجان، ارمنستان
زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات	راه‌آهن تبریز	متصل به راه‌آهن بین‌المللی
	ترمینال بزرگ تبریز	دارای مسیر بین‌المللی
حمل‌ونقل الکتریکی	پرداخت الکترونیک کرایه (AFC: Automatic Fare Collection)	تاکسی‌متر، پرداخت از طریق بارکد خوان، پرداخت تاکسی‌های اینترنتی
	ره‌گیری خودکار خودرو (AVL: Automatic Vehicle Location)	فقط برای تاکسی‌های اینترنتی
سیستم نظارت بر ترافیک	پرداخت الکترونیکی عوارض (ERP: Electronic Road Pricing)	پرداخت الکترونیکی عوارض بزرگراه‌ها
	نفربرهای الکتریکی	-
سیستم نظارت بر ترافیک	حمل بار هوشمند	پیگیری مرسوله ارسالی
	دوربین‌های نظارتی در جاده‌ها و تقاطع	وجود دارد
سیستم نظارت بر لاین‌ها	سیستم کنترل هوشمند مرکزی چراغ‌های راهنمایی (SCATS: Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)	نظارت و کنترل لحظه‌ای ترافیک و تقاطع، کنترل شرایط اضطراری، زمان‌بندی مناسب تقاطع (سیستم وجود دارد اما به‌طور کامل استفاده نمی‌شود)
	پارکینگ هوشمند	-
سیستم جمع‌آوری جریمه	پارکومتر (بدون تماس)	۲۲۸۹ عدد
	کارت‌های شارژی سیستم اتوبوس‌رانی	ثابت تخلف سرعت
ایستگاه‌های اتوبوس‌هوشمند	کارت‌های هوشمند شهروندی مترو	فعال است
	سیستم اطلاع‌رسانی زمان رسیدن اتوبوس (RTPIS: Real Time Passenger Information System)	به‌صورت کارت مترو بدون نام شخص فعال است
سیستم اشتراک‌گذاری ماشین	تاکسی آنلاین	قونقا، تپسی، اسنپ، ماکسیم
	سامانه هوشمند اشتراک دوچرخه	۵ ایستگاه
زیرساخت سیستم حمل‌ونقل هوشمند	AFC, AVL, ERP	
	دوربین‌های نظارتی هوشمند، ثبت تخلفات هوشمند، چراغ راهنمایی‌های هوشمند	برخی نمونه‌ها وجود دارند

جدول ۴- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای محیط هوشمند.

شاخص	نمونه	توضیحات
محیط هوشمند		
سلامت بناها	-	-
روشنایی هوشمند	-	-
مدیریت زباله	-	-
توربین بادی	نیروگاه بادی	نیروگاه بادی عینالی
سیستم نظارت بر رطوبت	ایستگاه هواشناسی هوانوردی (Aviation Weather Center)	سامانه هواشناسی اتوماتیک فرودگاه تبریز
سیستم هشدار دهنده زلزله	ایستگاه زلزله‌نگاری	مرکز زلزله‌نگاری تبریز
کنترل آلودگی هوا	ایستگاه سنجش میزان آلودگی هوا	۶ ایستگاه
تولید برق خورشیدی ساختمانی	مستقر در مراکز حساس	بعضی از مدارس، ادارات و مساجد
ساختمان‌های سبز	-	-
سیستم هشداردهنده نشت آب	-	-
سیستم نظارت بر آب	-	-
حسگر نشت شیمیایی	-	-
شبکه هوشمند مصرف	-	-
پارک و باغ‌های هوشمند	پارک ولیعصر تبریز	پارک هوشمند
ایستگاه‌های شارژ الکتریکی	-	-
انرژی تجدیدپذیر	-	-
برنامه‌ریزی	-	-

جدول ۵- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای اقتصاد هوشمند.

شاخص	توضیحات
اقتصاد هوشمند	
روحیه نوآور	طبق نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های مختلف، میزان روحیه نوآوری در شهر تبریز خوب است (Kouchehbagh et al., 2020)
کارآفرینی	-
تولید	-
تصویر و علائم اقتصادی	این موضوع در شهر تبریز فعال می‌باشد که همان ثبت برند است. برندهایی که در تبریز ثبت شده و در حال حاضر نیز ثبت می‌شود که این کار باعث ایجاد نشان تجاری و علائم اقتصادی می‌شود
بازار کار	بازار بزرگ تبریز، صنایع شیمیایی و تولیدی
ادغام بین‌المللی	تبریز به دلیل قرار گرفتن در منطقه مرزی و به دلیل شناخته شدن یکی از بزرگ‌ترین قطب‌های اقتصادی کشور فعالیت اقتصادی صادرات و واردات به‌خوبی انجام می‌شود. کشورهایی مانند آذربایجان، ترکیه، عراق، افغانستان، ارمنستان، گرجستان، اسپانیا، ایتالیا و...

ارائه یک مدل زیرساخت برای توسعه شهر تبریز به عنوان شهر هوشمند

جدول ۶- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای زندگی هوشمند.

زندگی هوشمند		
شاخص	نمونه	توضیحات
Wi-fi رایگان	فرودگاه	در سطح شهر به صورت محل‌های مخصوص وجود نداشته اما در بعضی از مراکز وجود دارد.
	راه آهن تبریز	
	ترمینال مسافری تبریز	
	مرکز خرید ستاره باران	
	مرکز خرید لاله پارک	
آپدیت بلاد رنگ	-	-
فرهنگ	-	-
سلامت	سامانه‌های پزشکی	برای برخی از پزشکان عضو سیستم‌های تعیین وقت وجود دارد. برخی پزشکان دارای سامانه اختصاصی هستند. سیستم شناسنامه هوشمند الکتریکی تجهیزات پزشکی (بیمارستان امیرالمؤمنین تبریز)
	سامانه سپاس	سامانه پرونده الکترونیک سلامت
امنیت	-	-
خانه‌های هوشمند	مرکز خرید ستاره باران	مجهز به سیستم هوشمند مدیریت ساختمان (کنترل روشنایی، تأسیسات زیربنایی، گرمایش و سرمایش و تهویه مطبوع، هواساز و میتینگ مصارف انرژی)
	مجتمع تجاری اطلس	مجهز به سیستم تفکیک مصارف و صدور قبوض انرژی
توریست	نقشه هوشمند شهری	-

جدول ۷- شاخص‌های ارزیابی شهر تبریز برای شهروند هوشمند.

شهروند هوشمند	
شاخص	توضیحات
آموزش	سامانه مدیریت یادگیری، سامانه شاد، سامانه‌های مختلف یادگیری برای شهروندان عادی و متخصص
تنوع قومیتی	۹۶٫۵٪ ترک
	۲٫۹٪ فارس
	۰٫۶٪ سایر اقوام
آموزش در طول زندگی	-
روشنفکری	-
دسترسی به خدمات اجتماعی	با پهنای باند ضعیف اینترنت که در اختیار همگان قرار دارد به خدمات اجتماعی و وب دسترسی دارند.
مشارکت شهروندان	-
هاب دیجیتال	-
برنامه مدنی	-
آزمایشگاه‌های هوشمند	-
بازاریابی‌های تبلیغاتی	به صورت اینترنتی و مراجعه حضوری بوده و در وضع متوسط به پایین قرار دارد.
انعطاف پذیری	-
خلاقیت	-

۴-۴- زندگی هوشمند

جدول ۶ شاخص‌ها و مقادیر آنها برای زندگی هوشمند را نشان می‌دهد. در شاخص سلامت، اخیراً برنامه‌ها و وبسایت‌هایی برای بهبود کیفیت ارائه خدمات در سیستم نوبت‌دهی برای بیماران و تعامل پزشکان با داروخانه‌ها برای ثبت داروها طراحی شده است که تأثیر مستقیم بر کاهش ترافیک در بیمارستان‌ها و داروخانه‌ها دارد. برنامه‌هایی مانند شفا‌داک و طب ۲۰ نمونه این برنامه‌ها هستند. همچنین سیستم شناسنامه هوشمند الکتریکی تجهیزات پزشکی (بیمارستان امیرالمؤمنین تبریز) و سامانه سپاس (سامانه پرونده الکترونیک سلامت) در حال فعالیت هستند.

۴-۵- شهروند هوشمند

شاخص‌ها و مقادیر آنها برای بعد شهروند هوشمند در جدول ۷ نمایش داده شده است. در شاخص آموزش، از زمان پاندمی کووید-۱۹ آموزش مجازی بر روی زیرساخت‌های مختلف مانند برنامه شاد و سامانه یادگیری الکترونیکی (*LMS: Learning Management System*) شروع به کار کردند. دانشگاه‌ها و مدارس تبریز تعامل خوبی در اجرای کلاس‌های آموزشی و امتحانات در شبکه‌های مجازی دارند. در این تحقیق، داده به صورت مراجعه حضوری جمع-آوری شده و روش سیستمی استفاده نشده است. به همین جهت، داده و لذا نتایج استخراجی ممکن است متأثر از این روش جمع‌آوری باشد. برای جمع‌آوری داده نویسنده دوم این مقاله فرآیند مصاحبه و ثبت اطلاعات را انجام داده است. اشتباهات او در توصیف شاخص‌ها و نیز برداشت او از صحبت‌های مصاحبه‌شونده باید مد نظر قرار گیرد. هرچند که نویسندگان قبل از شروع فرآیند مصاحبه تمامی سوالات را بررسی و بر روی تعریف شاخص‌ها به توافق رسیدند. همچنین میزان اطلاعات شخص مصاحبه‌شونده نیز ممکن است بر روی کیفیت داده تأثیر داشته باشد. در برخی از موارد به دلایل مختلف اطلاعات کافی و دقیق در اختیار نویسندگان قرار نمی‌گرفت. لذا ممکن است در مطالعه دیگری در این حوزه داده متفاوت استخراج شود اما تأثیری در نتیجه‌گیری کلی نخواهد داشت.

۵- تحلیل داده‌ها

بررسی داده‌های شاخص‌ها نشان می‌دهد که دولت هوشمند از نظر هوشمندی برتری نسبی نسبت به سایر ابعاد دارد. با توجه به برنامه کشوری موجود (مراکز خدمات دولت الکترونیک، سیستم‌های نرم‌افزاری بین‌سازمانی و...) شاخص‌ها بهبود نسبی دارند. همچنین مطالعه شاخص‌های مربوط به حمل‌ونقل نشان‌دهنده تلاش سازمان‌های مرتبط برای توسعه زیرساخت برای بهبود هوشمندی در این حوزه هستند. در سایر ابعاد برنامه کلان و مدونی برای توسعه وجود ندارد اما برخی تلاش‌های جزیره‌ای در حال انجام است. برای یافتن علل این فاصله معنادار تبریز با شهر هوشمند، نویسندگان مقاله برنامه توسعه مبتنی بر شاخص‌های هوشمندی بارسلون (*Gascó, 2016*) را با شاخص‌های تبریز مقایسه نموده و موارد زیر را نتیجه‌گیری نموده است.

۵-۱- فقدان برنامه جامع برای دولت هوشمند

یکی از علل موفقیت توسعه هوشمندی در شهر بارسلون، وجود یک برنامه جامع برای دولت هوشمند است که زیرساخت سایر ابعاد هوشمند می‌باشد؛ اما برای تبریز و به‌طور کلی برای کل کشور، چنین برنامه جامعی تدوین نشده است.

۵-۲- فقدان آموزش

در شهرهای توسعه یافته مانند بارسلون و لندن سرمایه اصلی روی مشارکت و آموزش شهروندان در همه گروه‌های مختلف به‌خصوص در حوزه شهر هوشمند به‌منظور افزایش آگاهی در حوزه مفاهیم هوشمندسازی شهر و استفاده از طرح و ایده‌های شهروندان ساده و متخصصان در برنامه‌های توسعه شهری است. برای شهر تبریز تخصص‌گرایی در انتخاب مدیران و برنامه‌ریزان شهری نشده و برنامه‌های خاصی در جهت آموزش و مشارکت شهروندان نمی‌توان تصور شد.

۵-۳- فقدان برنامه جامع سلامت

با توجه به گروه‌های سنی جمعیت جهان و در حال افزایش بودن طبقه مسن و از کار افتاده، کشورهای توسعه یافته برنامه‌های هوشمند متنوعی تدوین و اجرا نمودند. همچنین

غیر از مدیران شهری، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی نیز مشارکت دارند. همچنین بخش‌های مختلف حکومتی در یک تعامل برنامه‌ریزی شده بالا به پایین حکومتی و نیز در تعامل‌های کوچک دو طرفه قرار دارند. در ایران و همچنین در تبریز این تعامل‌های بین بخش خصوصی و دولتی و نیز بین سازمان‌های دولتی به‌ندرت اتفاق می‌افتد. همچنین دانشگاه و صنعت تقریباً فاقد راهبرد مشترک در حوزه هوشمندسازی هستند و تا آنجایی که نویسندگان مقاله اطلاع دارند در دانشگاه‌های استان به‌ندرت پایان‌نامه‌های ارشد و دکتری مرتبط تعریف می‌شود.

۵-۷- عدم وجود فرهنگ توسعه مبتنی بر اسناد بالادستی

بر اساس یک قانون در بارسلون شیوه پایین به بالا وجود ندارد به این معنی که افراد و گروه‌های مختلف در هر برنامه توسعه مرتبط با شهر مانند ساخت‌وساز، تغییر در ساختمان‌های خصوصی و... باید از طرح‌های شخصی اجتناب نموده و خود را با برنامه بالادستی تطبیق نمایند. به این منظور مدیران شهری در قالب برنامه‌های آگاهی‌سازی شهروندان را با مفاهیم و مزایای شهر هوشمند آشنا نموده و از ایده‌های آنها در توسعه شهر استفاده می‌نمایند. برای شهر تبریز لازم است ابتدا مدیران و سپس شهروندان در این مسیر گام بردارند.

۵-۸- کافی نبودن زیرساخت

عامل دیگر موفقیت بارسلون مربوط به زیرساخت‌های این شهر است. در این راستا پروژه‌های مختلفی اجرا می‌شود. یکی از آنها توسعه *WIFI* در سطح شهر است. دو شبکه *WIFI* یکی برای استفاده شهروندان و دیگری برای خدمات ویژه و اضطراری وجود دارد. همچنین سیستم‌های انرژی (لوله‌کشی آب، برق و گرمایش)، جمع‌آوری زباله، حمل‌ونقل شهری و... به‌طور دقیق در برنامه هوشمندسازی شهر تعریف شده و مبتنی بر فناوری‌های مرتبط هستند. برای تبریز از نظر پوشش اینترنت *WIFI* در سطح شهر، فقط در دو مرکز خرید و همچنین پایانه‌ها دسترسی به اینترنت وجود دارد.

برنامه‌های نرم‌افزاری هوشمند برای کنترل سلامت (مانند دستگاه‌های کوچک پوشیدنی برای کنترل از راه دور علائم حیاتی و جراحی‌های تخصصی بیماران از راه دور) توسعه داده شده است. برای شهر تبریز چنین برنامه‌هایی مشاهده نشد، اما مدیران و گروه‌های تحقیقاتی برنامه‌های راهبردی نظیر برنامه‌های آنلاین رزرو و پذیرش بیمار و تجویز آنلاین دارو را ارائه و اجرا نمودند که برای شروع و حرکت به‌سوی برنامه‌های هوشمندتر و بلندمدت گامی مثبت و امیدوارکننده می‌باشد.

۵-۴- فقدان مدیریت و ساختار سازمانی

علاوه بر اینکه هوشمندسازی یکی از برنامه‌های استراتژیک دولت اسپانیا است که به‌صورت بلندمدت و مدون تعریف شده است، مدیران شهر بارسلون برنامه‌های محلی برای هوشمندسازی را تدوین و اجرا نمودند. مهم‌ترین این برنامه‌ها گسترش کیفی و کمی دسترسی به اینترنت در این شهر است که به‌صورت یک خدمت عمومی ضروری تلقی می‌شود. همچنین در شهرداری این شهر یک مرکز تحقیقاتی و اجرایی ایجاد شده است که مسئول توسعه است. برای تبریز همان‌طوری که ذکر شد نه برنامه کامل کشوری برای اجرا وجود دارد و نه مدیران محلی توسعه هوشمندسازی را جزو برنامه‌های اولویت‌دار تعریف نموده‌اند.

۵-۵- عدم استفاده از فناوری بروز

فناوری هسته اصلی مدل توسعه شهری در بارسلون است. فناوری ارتباطات و اطلاعات به‌عنوان یک ابزار در اولویت اغلب فعالیت‌های اجرایی و پیاده‌سازی قرار دارد. در ایران سازمان نظام‌مهندسی دارای دستورالعمل هوشمندسازی فقط برای انرژی است اما در تبریز به‌ندرت اجرا شده است. همچنین برنامه‌های توسعه شهری بدون مشاوره با متخصصین فناوری اجرا می‌شود.

۵-۶- عدم مشارکت مراکز علمی و تخصصی در توسعه شهری

در تعریف و پیاده‌سازی استراتژی هوشمندسازی بارسلون، به

اغلب شبکه‌ها و سیستم‌ها سنتی هستند و برنامه از پیش تعریف شده‌ای هم برای توسعه مبتنی بر فناوری وجود ندارد. بخش تحقیق و توسعه مبتنی بر فناوری در برخی سازمان‌ها در تبریز راه‌اندازی شده است اما در برنامه‌ریزی سازمان در اولویت قرار نمی‌گیرند.

۶- پیشنهاد برای بهبود شاخص‌های هوشمندی در تبریز

طبق ارزیابی‌های انجام شده شهر تبریز در حوزه‌های زیرساختارهای ارتباطی و مدیریت تخصصی با مشکل بزرگی مواجه است و این موانع باعث دوری و فاصله گرفتن در توسعه شهری از شهر هوشمند می‌باشد. با این وجود در بعضی از شاخص‌ها نسبت به سال‌های اخیر گامی مثبت و رشد چشمگیری داشته است که نشان‌دهنده وجود پتانسیل و توان در بهبود دیگر شاخص‌های هوشمندی از شهر هوشمند می‌باشد. با مطالعه شهرهای توسعه یافته مانند بارسلون، آمستردام، لندن، برلین و سئول برای بهبود برخی شاخص‌ها با در نظر گرفتن همه شرایط خاص شهر تبریز پیشنهادهایی در دو بازه زمانی ارائه می‌شود.

با وجود اینکه نتایج بررسی داده نشان می‌دهد در سه حلقه مهم فناوری، مردم و ارتباطات تبریز دارای موانع بزرگی برای توسعه شهر به‌عنوان شهر هوشمند است، اما هنوز برخی شاخص‌ها امکان بهبود در این وضعیت را دارند. با در نظر گرفتن عوامل اقلیمی، محیطی، شهرسازی و بستر فناوری تبریز، در ادامه پیشنهادهایی برای بهبود برخی شاخص‌ها ذکر می‌شود. این پیشنهادهای بر اساس مطالعه شهرهای دیگر و با در نظر گرفتن شرایط خاص خود شهر تبریز ارائه می‌شود.

۶-۱- برنامه‌های کوتاه‌مدت

۶-۱-۱- سیستم اشتراک‌گذاری دوچرخه

در شهر تبریز سامانه اشتراک‌گذاری دوچرخه برای مسافت‌های زیر پنج کیلومتر در پنج ایستگاه از سطح شهر وجود دارد، اما برخی موانع مانند تنوع در دوچرخه‌ها (کودکان و گروه مسن)، کیفیت، مکانیسم و عدم تدوین

برنامه مدیریتی شهرداری باعث عدم استقبال و مشارکت شهروندان شده است. با این حال نیازمند رواج دادن استفاده از دوچرخه در سطح شهر از طریق فرهنگ‌سازی و آموزش مانند اعمال قانون تردد با دوچرخه در بعضی از روزها برای قشر کارمند می‌تواند تأثیرگذار باشد.

۶-۱-۲- مترو

یکی از عمده‌ترین مشکلات شهر تبریز در حوزه حمل‌ونقل، محدودیت در سیستم حمل‌ونقل محلی است. مترو شهر تبریز دارای پنج خط به طول صد کیلومتر است که از پنج خط قطار شهری تنها یک خط برای جابجایی مسافران در مسیر محدود و کوتاه وجود دارد. بهره‌برداری هر چه سریع‌تر خطوط دیگر باعث تعدیل بسیاری از مشکلات در این حوزه می‌شود.

۶-۱-۳- پارکینگ هوشمند

یکی از موانع بزرگ تبریز مشکل بافت شهری می‌باشد که از لحاظ ساختاری بناها توجه و بررسی تخصصی نشده است؛ مثلاً تمرکز ادارات و سازمان‌های دولتی، مراکز بهداشتی بزرگ و مراکز تجاری در بخش‌های پر تردد و اصلی شهر است. ناکافی بودن تعداد پارکینگ در این مناطق و نبود برنامه‌های نرم‌افزاری برای آگاهی از ظرفیت پارکینگ و رزرو باعث افزایش حجم ترافیک می‌شود. برای جلوگیری و تعدیل این معضل وجود ایستگاه‌های اطلاع‌رسانی در مبدأ هر مسیر و استفاده از برنامه‌های موبایل تا حدودی کافی است.

۶-۲- برنامه‌های بلندمدت

۶-۲-۱- حمل‌ونقل الکتریکی

یکی از کلیدی‌ترین و مؤثرترین شاخص‌ها در توسعه شهری هوشمند اصطلاحاً حمل‌ونقل پاک است که با ایجاد و فراهم کردن بسترهای پیاده‌سازی و برنامه‌های اجرایی، تأثیر بسزایی در مصرف سوخت و آلودگی آلاینده‌های مضر دارد.

۶-۲-۲- آموزش

بحث آموزش در جامعه و آگاهی دادن به شهروندان در مورد

مزایا و قابلیت‌های شهر هوشمند باعث سرعت بخشیدن برنامه‌های توسعه هوشمندی شهری از طریق مشارکت و استفاده از ایده‌های شهروندان می‌باشد. برای شهر تبریز ابتدا تلاش مدیران و برنامه‌ریزان شهری و سپس شهروندان در این مسیر لازم است.

۶-۲-۳- ساختمان‌های سبز

شهر تبریز در این شاخص برنامه‌های راهبردی و اجرایی ندارد و صرفاً مذاکره‌ای در رابطه با سبز نمودن پشت‌بام‌ها انجام گرفته است. با تدوین برنامه و الگوبرداری از ساختمان‌های سبز از شهرهای توسعه یافته مانند توکیو، زوریخ و روتردام می‌توان برنامه‌های توسعه شهری را در این حوزه سرعت بخشید. همچنین در تبریز برای سبز نمودن بناها با مکان‌یابی صحیح مناطق مسکونی، اداری و صنعتی می‌توان درصد زیادی از مشکلات اعم از ترافیک، آلودگی هوا و کاهش مصرف انرژی قدمی مؤثر برداشت.

۶-۲-۴- چراغ راهنمایی و رانندگی هوشمند

با وجود اینکه تبریز یک کلان‌شهر محسوب می‌شود اما با وجود خیابان‌های عریض و نیز وجود چندین کمربندی در شهر انتظار می‌رود میزان ترافیک این شهر کمتر از حد نرمال باشد؛ اما ترافیک یکی از مشکلات رو به رشد تبریز محسوب می‌شود. برای رفع این مشکل استفاده از چراغ راهنمایی و رانندگی هوشمند می‌تواند مفید باشد. این سیستم هوشمند با در نظر گرفتن حجم ترافیک پشت چراغ‌ها قادر است زمان چراغ‌های سبز و قرمز را تنظیم نماید. برای بررسی میزان تأثیر این سیستم در شهر تبریز

یک آزمایش توسط نویسندگان طراحی و پیاده‌سازی شد. در این آزمایش به‌صورت تصادفی سه تقاطع مجهز به این نوع چراغ و دو تقاطع فاقد سیستم مورد نظر انتخاب و در یک روز و در پنج نوبت برای هر تقاطع داده زیر به روش مشاهده جمع‌آوری شد: زمان چراغ قرمز، تعداد ماشین متوقف شده در پشت چراغ، زمان چراغ سبز، میزان تردد ماشین در چراغ سبز و زمان آزاد (زمانی که چراغ سبز است ولی ماشینی عبور نکرد). جدول ۸ میانگین پنج اندازه‌گیری برای پنج تقاطع را نشان می‌دهد. دو تقاطع خطیب و میدان گلشهر فاقد چراغ راهنمایی هوشمند بوده و سه چراغ بعدی شامل این سیستم هستند. برای سه چراغ زمان آزاد صفر است زیرا این سیستم زمانی که تشخیص می‌دهد ماشینی برای عبور وجود ندارد چراغ را برای آن سمت قرمز می‌نماید.

برای چراغ خطیب با وجود اینکه فاقد چراغ هوشمند است اما زمان آزاد صفر است زیرا این چراغ در اغلب اوقات شلوغ و پرتراфик است؛ اما برای چراغ گلشهر این زمان برابر ۱۰ است به این معنی که به‌طور متوسط این چراغ به مدت ۱۰ ثانیه برای سمتی سبز است که هیچ ماشینی عبور نمی‌نماید درحالی‌که در سمت مقابل ممکن است ماشین‌ها پشت چراغ قرمز متوقف باشند. با توجه به اینکه در این چراغ به‌طور متوسط یک ماشین در هر ثانیه (۴۲ / ۴۳) از تقاطع عبور می‌نماید لذا ۱۰ ماشین از سمت مقابل می‌توانست عبور کند اما پشت چراغ متوقف می‌شوند. با توجه به اینکه تقریباً هر یک دقیقه این اتفاق رخ می‌دهد در طول یک شبانه‌روز عدد بزرگی خواهد بود. با در نظر گرفتن سوخت متوسط مصرفی هر ماشین میزان سوخت زیادی هدر خواهد رفت. وجود چراغ راهنمایی هوشمند می‌تواند از این مسئله جلوگیری نماید.

جدول ۸- میانگین زمان تردد ماشین در چراغ راهنمایی.

خطیب	میدان گلشهر	فلکه دانشگاه	میدان خیام	ولیعصر	
خیر	خیر	بلی	بلی	بلی	چراغ راهنمایی هوشمند
۶۲	۶۰	۴۱	۵۴	۱۷	زمان چراغ قرمز (ثانیه)
۱۳۴	۴۵	۱۴۰	۶۵	۱۸	تعداد ماشین متوقف شده در چراغ قرمز
۳۰	۴۳	۱۳	۳۲	۱۸	زمان چراغ سبز (ثانیه)
۳۳	۴۲	۵۰	۴۵	۱۶	میزان تردد ماشین در چراغ سبز
۰	۱۰	۰	۰	۰	زمان آزاد (ثانیه)

۷- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا با مطالعه مدل‌های مرجع شهر هوشمند یک مدل مرجع برای شهر تبریز تعریف شد. سپس با جمع-آوری داده برای شاخص مدل معرفی شده، میزان هوشمندی شهر تبریز بررسی و تحلیل شد. همچنین با مقایسه شهر تبریز با شهر هوشمند بارسلون، مشکلات و موانع موجود بر سر راه هوشمندسازی تبریز بررسی شد. در نهایت، پیشنهادها برای کوتاه‌مدت و بلندمدت برای بهبودی شهر تبریز از نظر هوشمندی ارائه شد.

ارزیابی و تحلیل داده‌های شاخص‌های هوشمندی نشان داد که با وجود برخی پیشرفت‌ها، شهر تبریز هنوز فاصله زیادی با معیارهای شهر هوشمند دارد. عدم برنامه‌ریزی و نیز فقدان زیرساخت فناوری از علل مهم این عدم توسعه هستند. همچنین مقایسه برنامه‌ریزی برای توسعه شهر هوشمند بارسلون با تبریز نشان داد مردم، فناوری و ارتباطات سه عامل مؤثر در توسعه مبتنی بر هوشمندی هستند که تبریز در هر سه عامل دچار ضعف است. برای این منظور نیاز است که زیرساخت فناوری در تبریز توسعه داده شود، سازمان‌های مؤثر و وظایف آنها به شکل دقیق تعریف شوند و نحوه تعامل سازمان‌ها باهم در فرآیند توسعه شهری تعریف و قانونمند شود. همچنین، نقش مردم در این فرآیند بازتعریف شده و به آنها آموزش داده شود.

فقدان اطلاعات و داده‌های مورد نیاز در مورد مقادیر شاخص‌های هوشمندی یکی از مشکلات مهم در ارزیابی شهر تبریز است. علاوه بر این، برای برنامه‌ریزان شهری نیز فقدان اطلاعات کامل و دقیق مشکل‌ساز است. نیاز است که گزارش‌های دقیق ارائه شده و اطلاعات دقیق برای استفاده عموم و متخصصان در دسترس باشد.

با در نظر گرفتن مدل‌های مرجع و نیز خصوصیات شهر تبریز، مدل گیفینگر مدل مناسب‌تری برای شهر تبریز است. این مدل ابعاد مهم توسعه شهر هوشمند را در نظر گرفته و متناسب بودن آن برای شهرهای مهم اثبات شده است. شاخص‌های ارائه شده در آن جنبه‌ها و پارامترهای مهم توسعه به سمت هوشمندی را در نظر گرفته است و می‌تواند به‌عنوان مدل مبنا برای اکثر شهرها استفاده شود. در این پژوهش، مدل ارائه شده برای تبریز شامل شاخص‌هایی از

در چراغ فلکه دانشگاه بار ترافیک بیشتر است و چراغ راهنمایی به‌صورت هوشمندانه سوئیچ‌های زیاد با زمان کمتر انجام داده و میزان بار سنگین ترافیک را در بین جهت‌ها کنترل و متعادل می‌نماید؛ اما در تقاطع خطیب سوئیچی وجود ندارد و زمان‌ها ثابت است که باعث ایجاد بار ترافیک بیشتر در یک جهت تقاطع شده است. در شهر تبریز با وجود ۱۵۰ تقاطع، تنها در ۲۲ تقاطع این سیستم وجود دارد که بنابراین نصب و پیاده‌سازی این سیستم بر تمامی تقاطع‌های شهر تبریز پیشنهاد می‌شود.

۶-۲-۵- ایستگاه اتوبوس هوشمند

با استفاده از تابلوی اطلاع‌رسان و برنامه‌های موبایل می‌توان از زمان تقریبی رسیدن اتوبوس آگاه شد. همچنین با رصد آنلاین اتوبوس می‌توان برای سفر داخل شهری برنامه‌ریزی نمود.

۶-۲-۶- تدوین برنامه جامع توسعه

یکی از مراحل مهم در توسعه شهری به سمت هوشمندی و استفاده از فناوری‌های مرتبط، تدوین برنامه جامع توسعه شامل اهداف، برنامه‌ها و مدل‌های توسعه و نیز معیارهای ارزیابی است. با توجه به گستره جغرافیایی، اجتماعی و فرهنگی ایران، علاوه بر برنامه جامع کشوری، لازم است برنامه تدوین شده کشوری بر اساس ویژگی‌های شهر تبریز تطبیق داده شده و برنامه مختص این شهر تدوین شود. برنامه تدوین شده باید تمامی ابعاد توسعه شهری را در نظر بگیرد.

۶-۲-۷- اطلاع‌رسانی

یکی از ویژگی‌های شهرهای هوشمند، آگاهی شهروندان از برنامه توسعه شهری و نیز از میزان پیشرفت کارهاست. به این منظور، داده‌های موجود در قالب پایگاه داده‌های عمومی و اختصاصی در اختیار عموم قرار می‌گیرد که شامل اطلاعات کلی برای عموم مردم و اطلاعات فنی برای متخصصان است.

۶-۲-۸- ارزیابی مستمر پیشرفت برنامه

برای شناسایی نقاط ضعف توسعه هوشمند و نیز حل مشکلات موجود، نیاز است که در دوره‌های زمانی خاصی، میزان پیشرفت برنامه با معیارهای از قبل مشخص شده ارزیابی شود.

ارائه یک مدل زیرساخت برای توسعه شهر تبریز به عنوان شهر هوشمند

جامعیت نیاز به پژوهش بیشتر دارد. مدل مرجع ارائه شده در این پژوهش برای تبریز می‌تواند با در نظر گرفتن ویژگی‌های بیشتری مانند فرهنگ، جغرافیا و شرایط اجتماعی بهبود باید. یکی دیگر از زمینه‌های پژوهش، ارائه راهکارهای عملی برای بهبود شاخص‌های هوشمندی است. به این منظور می‌توان شهرهای مشابه که مسیر توسعه هوشمندی را پیموده‌اند را بر اساس ویژگی‌های تبریز انتخاب و نقشه راه مشابه آنها را برای شهر تبریز تدوین نمود.

سایر مدل‌ها نیز است که با توجه به ویژگی‌های تبریز اضافه شده است.

این تحقیق در چند جهت می‌تواند ادامه یابد. در حوزه مربوط به فناوری تطبیق استانداردهای فناوری و شهر هوشمند با شرایط تبریز و نیز بررسی فرآیند جمع‌آوری و پردازش کلان داده مربوط به سازمان‌ها برای ایجاد پایگاه دانش ضروری است. معماری این پایگاه داده با در نظر گرفتن مسائلی مانند امنیت، محرمانگی، سطوح دسترسی و

۸- مراجع

- [1] Achmad, K.A., Nugroho, L.E., Djunaedi, A., & Widyawan. (2018). Smart City Model: a Literature Review. Paper presented at the International Conference on Information Technology and Electrical Engineering.
- [2] Anthopoulos, L., Janssen, M., & Weerakkody, V. (2019). A Unified Smart City Model (USCM) for Smart City Conceptualization and Benchmarking. In Smart Cities and Smart Spaces: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, Information Resources Management Association.
- [3] Baron, G., Brinkman, J., & Wenzler, I. (2012). Supporting sustainability through smart infrastructures: the case for the city of Amsterdam. International Journal of Critical Infrastructures.
- [4] Gascó, M. (2016). What makes a city smart? Lessons from Barcelona. Paper presented at the Annual Hawaii International Conference on System Sciences.
- [5] Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Milanović, N.P., & Meijers, E. (2007). Smart cities - Ranking of European medium-sized cities. Retrieved from https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf.
- [6] International-Telecommunication-Union. (2014). Overview of key performance indicators in smart sustainable cities. Retrieved from https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TS-Overview-KPI.docx.
- [7] ISO (2014). Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/62436.html>.
- [8] Joo, Y.-M., & Tan, T.-B. (2018). Smart Cities: A New Age of Digital Insecurity. In Survival 60.2: Routledge.
- [9] Kouchehbagh, A. M., Fathi, A., Nazmfar, H., & Masoumi, M. T. (2020). Urban Creativity, Innovation in Creative City Planning Based on the Bohemian-Mosaic Model (Case Study: Ten Zones of Tabriz). Geography and Regional Planning.
- [10] McLaren, D., & Agyeman, J. (2015). Sharing Cities: A Case for Truly Smart and Sustainable Cities: MIT Press.
- [11] Pliatsios, A., Kotis, K., & Goumopoulos, C. (2023). A systematic review on semantic interoperability in the IoE-enabled smart cities. Internet of Things.
- [12]