



بررسی روش ها و استراتژی های بهبود پایداری و اقتصاد شهرها با رویکرد سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند

ایمان معادلیان *

دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت عمران دانشگاه علوم و تحقیقات واحد تهران، ایران
moadelian@gmail.com

چکیده

این پژوهش روش ها و استراتژی هایی را برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند را که در جهان ارائه شده است را عنوان کرده و سپس بررسی می کند. در مورد پیاده سازی راه حل های فناوری پیشرفته، مانند دستگاه های IoT و تجزیه و تحلیل داده ها، برای بهبود بهره وری انرژی و حمل و نقل بحث می شود. همچنین بر اهمیت استراتژی های نوآورانه برای طراحی و مدیریت زیرساخت، از جمله ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر و فناوری های ساختمان سبز تأکید می کند. این پژوهش ارزش تجزیه و تحلیل مطالعات موردی و بهترین شیوه ها در سرمایه گذاری زیرساخت هوشمند را برای ارائه بینش برای برنامه ریزان شهری و سیاست گذاران برجسته می کند. علاوه بر این، بر اهمیت آگاه ماندن از روندهای جاری در سرمایه گذاری زیرساخت های هوشمند برای حمایت از پایداری بلندمدت و رونق اقتصادی در شهرها تأکید می کند. هدف این مطالعه ارائه بینش های عملی برای ایجاد شهرهای هوشمندتر، پایدارتر و از نظر اقتصادی مرفه است.

واژگان کلیدی شهر هوشمند، توسعه پایدار، سرمایه گذاری، زیرساخت های هوشمند

مقدمه

شهرنشینی سریع منجر به چالش های مهمی برای شهرها شده است، از جمله مسائل مربوط به پایداری، توسعه اقتصادی و رفاه ساکنان آن ها. زیرساخت های هوشمند به عنوان راه حل امیدوارکننده برای مقابله با این چالش ها با استفاده از فناوری های پیشرفته و استراتژی های نوآورانه به وجود آمده است. این تحقیق به دنبال بررسی و تحلیل روش ها و رویکردهای مختلف برای افزایش پایداری و پیشرفت اقتصادی شهرها از طریق سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند است. هدف این مطالعه با بررسی مطالعات موردی، بهترین شیوه ها و روندهای فعلی، ارائه بینش های ارزشمندی برای برنامه ریزان شهری، سیاست گذاران و ذی نفعان علاقه مند به پرورش فضاهای شهری هوشمند و پایدار است. یکی از روش های کلیدی برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی از طریق سرمایه گذاری زیرساخت هوشمند، پیاده سازی راه حل های فناوری پیشرفته است. این ممکن است شامل استقرار دستگاه های اینترنت اشیا (IoT)، حسگرها و تجزیه و تحلیل داده ها برای بهبود بهره وری انرژی، بهینه سازی استفاده از منابع و بهبود عملکرد کلی زیرساخت باشد. به عنوان مثال، سیستم های مدیریت ترافیک هوشمند می توانند به شهرها در کاهش ازدحام، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود کارایی حمل و نقل کمک کنند و در نهایت منجر به مزایای اقتصادی و کیفیت زندگی بالاتر برای ساکنان شوند. علاوه بر این، استفاده از زیرساخت های هوشمند برای توسعه پایدار و اقتصادی مستلزم اتخاذ استراتژی های نوآورانه برای طراحی و مدیریت زیرساخت است. این ممکن است شامل ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر، اجرای فناوری های ساختمان سبز، و ایجاد فضاهای شهری انعطاف پذیر و سازگار باشد. با سرمایه گذاری در زیرساخت های



هوشمند که پایداری را در اولویت قرار می‌دهد، شهرها می‌توانند رد پای محیطی خود را کاهش دهند، هزینه‌های عملیاتی را کاهش دهند و سرمایه‌گذاری‌ها و کسب‌وکارهای متعدد به شیوه‌های پایدار را جذب کنند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل جامع مطالعات موردی و بهترین شیوه‌ها در سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند بینش‌های ارزشمندی را برای شهرهایی که به دنبال افزایش پایداری و توسعه اقتصادی خود هستند، ارائه دهد. با بررسی پروژه‌ها و ابتکارات موفق در سراسر جهان، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری می‌توانند درک عمیق‌تری از تأثیر زیرساخت‌های هوشمند بر رشد اقتصادی، پایداری محیط‌زیست و رفاه کلی جوامع شهری به دست آورند. این تحقیق می‌تواند به عنوان راهنمایی برای شناسایی بهترین راه‌حل‌ها و استراتژی‌هایی باشد که با نیازها و چالش‌های خاص شهرهای مختلف همسو باشد. علاوه بر این، کاوش روندهای فعلی در سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند راهنمایی مهمی برای شهرهایی باشد که به دنبال ماندن در خط مقدم توسعه پایدار شهری هستند.

با ادامه تکامل فناوری، فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی به وجود می‌آیند که شهرها را ملزم می‌کند در رویکرد خود به زیرساخت‌های هوشمند چابک و سازگار به‌مانند. با مطلع ماندن از آخرین پیشرفت‌ها و بهترین شیوه‌های در حال ظهور، شهرها می‌توانند تصمیمات سرمایه‌گذاری آگاهانه‌ای اتخاذ کنند که از پایداری بلندمدت و رونق اقتصادی حمایت می‌کند. در نتیجه، این تحقیق با ارائه بررسی جامع روش‌ها و استراتژی‌های افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند، در صدد است تا سهم به‌سزایی در حوزه توسعه شهری داشته باشد. هدف این مطالعه با بررسی مطالعات موردی، بهترین شیوه‌ها و روندهای فعلی، ارائه بینش‌های عملی برای برنامه‌ریزان شهری، سیاست‌گذاران و ذی‌نفعان است که در نهایت ایجاد شهرهای هوشمندتر، پایدارتر و از نظر اقتصادی مرفه‌تر را تسهیل می‌کند.

پیشینه تحقیق

شهرهای هوشمند به‌عنوان یک عنصر کلیدی برای تولید ثروت، دانش و تنوع، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر اجتماعی ظهور کرده‌اند. مفهوم شهر هوشمند به‌عنوان موتوری برای رسیدن به پایداری زیرساخت‌های آن و تسهیل توسعه پایدار صنعت، ساختمان‌ها و شهروندان آن در نظر گرفته می‌شود (Castro, Jara, & Gómez-Skarmeta, 2013). با این حال، برای دستیابی به هدف بهبود پایداری و اقتصاد شهرها از طریق سرمایه‌گذاری زیرساختی هوشمند، درک جامعی از جنبه‌های مختلف مورد نیاز است.

یکی از مولفه‌های حیاتی برای دستیابی به پایداری و اقتصاد در شهرها، ادغام برنامه‌های پاسخ‌گویی به تقاضا در شبکه‌های هوشمند است. وارد اکاس، زوربا و وریکوکیس (۲۰۱۵) نظرسنجی را در مورد برنامه‌های پاسخ‌گویی به تقاضا در شبکه‌های هوشمند انجام دادند و دریافتند که اجرای روش‌های قیمت‌گذاری و الگوریتم‌های بهینه‌سازی نقش مهمی در افزایش کارایی و پایداری مصرف انرژی در شهرهای هوشمند دارد. علاوه بر این، مطالعه مورنو، آلام، چاباود، گال و پراتلونگ (۲۰۲۱) بر اهمیت مفهوم «شهر ۱۵ دقیقه‌ای» در دستیابی به پایداری، تاب‌آوری و هویت مکان در شهرهای آینده پس از همه‌گیری تأکید کرد. این مفهوم به‌طور بالقوه می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی برای بهبود اقتصاد شهرها با بهینه‌سازی استفاده از زیرساخت‌ها و منابع شهری عمل کند.

پیشرفت در فناوری همچنین منجر به توسعه راه‌حل‌های نوآورانه برای جابه‌جایی هوایی شهری، مانند وسایل نقلیه مفهومی VTOL شده است. سیلوا، جانسون، سولیس، پترسون و آن تکلیف (۲۰۱۸) پتانسیل این وسایل نقلیه را در تغییر حمل و نقل شهری و بهبود پایداری و اقتصاد کلی شهرها برجسته کردند. علاوه بر این، ادغام فناوری‌های شهر هوشمند نگرانی‌هایی را در مورد امنیت، حریم خصوصی و خطرات در شهرهای هوشمند ایجاد می‌کند (Ismagilova, Hughes, Rana, and Dwivedi, 2020) مروری بر ادبیات انجام دادند و چارچوب تعامل شهر هوشمند را برای رسیدگی به این نگرانی‌ها ایجاد کردند، و بر نیاز به اقدامات امنیتی قوی و حفظ حریم خصوصی برای اطمینان از پایداری طرح‌های شهر هوشمند تأکید کردند.



سیاست گذاری نقش مهمی در هدایت نوآوری و رشد اقتصادی فراگیر برای پایداری در شهرهای هوشمند بازی می کند (Visvizi, Lytras, Damiani, & Mathkour, 2018). علاوه بر این، اثرات تخریب دائمی یخبندان بر زیرساخت ها به عنوان یک چالش مهم برای پایداری شهرها شناسایی شده است. (Hjort, Streletskiy, Doré, Wu, Bjella, & Luoto, 2022) این امر نیاز به استراتژی های نوآورانه برای کاهش اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی بر زیرساخت های شهری را برجسته می کند.

ظهور شهرهای هوشمند مجازی، مانند متاورس، هم فرصت ها و هم چالش هایی را برای پایداری زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در آینده شهری ایجاد می کند. استراتژی های اقتصاد دایره ای نیز به عنوان ابزاری برای دستیابی به پایداری در شهرهای بندری تاریخی پیشنهاد شده اند (Gravagnuolo, Angrisano & Girard, 2019). در حالی که پایداری هوش مصنوعی از دیدگاه شهری در زمینه شهرهای هوشمند و پایدار مورد بررسی قرار گرفته است (Yigitcanlar & Cugurullo, 2020).

علاوه بر این، تأثیرات بالقوه فناوری های نوظهور، مانند تحرک هوایی شهری و متاورس، بر زیرساخت های شهری و پایداری باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. تحقیقات آینده همچنین باید بر توسعه استراتژی های اقتصاد دایره ای مؤثر و راه حل های زیرساختی انعطاف پذیر برای رسیدگی به چالش های ناشی از تغییرات آب و هوا و تخریب یخ های دائمی متمرکز شود. علاوه بر این، نیاز به مطالعات جامع برای ارزیابی پایداری بلندمدت و دوام اقتصادی هوش مصنوعی در زمینه شهرهای هوشمند وجود دارد، شهرهایی مانند سنگاپور از زیرساخت های هوشمند برای تبدیل شدن به یک رهبر جهانی استفاده کرده اند. پایداری و نوآوری شهری با ادغام فناوری های هوشمند و راه حل های مبتنی بر داده، سنگاپور به طور مؤثر منابع محدود خود را مدیریت کرده، انتشار کربن را کاهش داده و قابلیت زندگی کلی را افزایش داده است. این مطالعات موردی قدرت دگرگون کننده زیرساخت های هوشمند را در شکل دادن به آینده پایدار و اقتصادی شهرها برجسته می کند. نتیجه گیری در نتیجه، سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند یک رویکرد استراتژیک برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها است. شهرها با پذیرش فناوری های نوآورانه، تصمیم گیری مبتنی بر داده و حکمرانی مشارکتی می توانند سیستم های زیرساختی انعطاف پذیر و کارآمدی بسازند که از اهداف بلندمدت پایداری حمایت می کند و رشد اقتصادی را تقویت می کند. (M. Hetzel, H. Reichert, Konrad, Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, J. Schooling, 2022) (Doll, B. Sick, 2021)

علاوه بر این بینش ها، کومینوس، کاکدری، پانوری و تسارچوپولوس (۲۰۱۸) بر اهمیت برنامه ریزی شهری هوشمند از دیدگاه تکاملی تأکید کردند که شامل سازگاری و ادغام مداوم فناوری ها و استراتژی های جدید برای بهبود پایداری و اقتصاد شهرها می شود.

شهر هوشمند

مفهوم «شهر هوشمند» شامل استفاده از فناوری های پیشرفته و استراتژی های نوآورانه برای افزایش پایداری، کارایی و توسعه اقتصادی مناطق شهری است. زیرساخت های هوشمند با یکپارچه سازی سیستم های مختلف مانند حمل و نقل، انرژی، ارتباطات و مدیریت پسماند برای بهبود عملکرد کلی شهر، نقش مهمی در دستیابی به این اهداف ایفا می کند (Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, J. Schooling, 2022). یکی از راه های کلیدی برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند، پیاده سازی سیستم های حمل و نقل کارآمد است. این شامل توسعه شبکه های حمل و نقل هوشمند، مانند سیستم های مدیریت ترافیک هوشمند، ردیابی حمل و نقل عمومی در زمان واقعی، و ترویج روش های حمل و نقل جایگزین مانند برنامه های اشتراک دوچرخه و زیرساخت های مناسب برای عابر پیاده است. با کاهش تراکم



ترافیک، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود دسترسی، زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌توانند به محیط شهری پایدارتر و از نظر اقتصادی پر جنب‌وجوش کمک کنند (P. Rani, Rohit Sharma, 2023). استراتژی مهم دیگر شامل سرمایه‌گذاری در سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند است. این شامل پذیرش منابع انرژی تجدیدپذیر، اجرای فناوری‌های کارآمد انرژی، و توسعه شبکه‌های هوشمند برای توزیع و استفاده بهتر از انرژی است. زیرساخت‌های هوشمند انرژی با کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار کربن و ترویج استفاده از انرژی پاک می‌تواند به پایداری بلندمدت و رونق اقتصادی شهرها کمک کند (A. KwiliDski, O. Lyulyov, H. Dzwigo, I. Vakulenko, T. Pimonenko, 2022). علاوه بر این، ادغام فناوری‌های پیشرفته ارتباطات و اطلاعات برای ساخت شهرهای هوشمند ضروری است. این شامل استقرار اتصال به اینترنت پرسرعت، توسعه شبکه‌های حسگر هوشمند برای جمع‌آوری داده‌ها و پیاده‌سازی پلتفرم‌های دیجیتال برای مشارکت شهروندان و ارائه خدمات است. زیرساخت‌های ارتباطات هوشمند با تقویت اتصال، تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و نوآوری دیجیتال می‌توانند از رشد اقتصادی و زیست‌پذیری کلی مناطق شهری حمایت کنند (Yuguang Fu, Chengping Peng, Fernando Gomez, Y. Narazaki, B. Spencer, 2019). علاوه بر این روش‌ها و استراتژی‌ها، اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در سیستم‌های هوشمند مدیریت زباله بسیار مهم است. این شامل استفاده از فناوری‌های پیشرفته مرتب‌سازی و بازیافت زباله، پیاده‌سازی سطل‌های هوشمند با حسگرها برای جمع‌آوری کارآمد، و توسعه راه‌حل‌های زباله به انرژی است. با کاهش زباله‌های دفن زباله، ترویج بازیافت و بهره‌برداری از انرژی از زباله، زیرساخت زباله هوشمند می‌تواند پایداری زیست‌محیطی و تاب‌آوری اقتصادی شهرها (Huanhuan Hu, 2022) در نتیجه سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها ضروری است. با پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل کارآمد، مدیریت هوشمند انرژی، فناوری‌های ارتباطی پیشرفته و راه‌حل‌های نوآورانه مدیریت زباله، مناطق شهری می‌توانند زیست‌پذیر، انعطاف‌پذیر تر و مرفه‌تر شوند. برای مقامات دولتی، برنامه‌ریزی شهری و ذی‌نفعان خصوصی ضروری است که در توسعه و اجرای این راه‌حل‌های زیرساختی هوشمند برای ساخت شهرهای آینده همکاری کنند.



بخش‌هایی که شهر هوشمند بر آنها تاثیر می‌گذارد

شکل ۱: ارکان تأثیر پذیر هوشمندسازی در شهر

توسعه پایدار شهر

پایداری یک جنبه حیاتی از توسعه شهری است زیرا رفاه بلندمدت یک شهر و ساکنان آن را تضمین می‌کند. در زمینه زیرساخت‌های هوشمند، پایداری شامل استفاده مسئولانه و کارآمد از منابع، حداقل اثرات زیست‌محیطی، و ارتقای برابری اجتماعی و اقتصادی است. برای افزایش پایداری شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌توان از روش‌ها و استراتژی‌های مختلفی استفاده کرد. (S. Ali, Andrea, Appolloni, F. Cavallaro, Idiano D'Adamo, Assunta Di Vaio, F. Ferella, M. Gastaldi, Muhammad Ikram, N.



M. Kumar, M. A. Martin, A. Nizami, I. Ozturk, M. Riccardi, P. Rosa, Ernesto D. R. Santibanez Gonzalez, Claudio Sassanelli, Davide Settembre-Blundo, R. Singh, M. Smol, G. A. Tsalidis, I. Voukkali, Nan Yang, A. Zorpas, 2023) یکی از استراتژی‌های کلیدی پایداری برای enhan است. ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر در زیرساخت‌های شهری این می‌تواند شامل نصب پنل‌های خورشیدی بر روی ساختمان‌ها، توسعه تأسیسات برق بادی و استفاده از انرژی زمین گرمایی برای سیستم‌های گرمایش و سرمایش باشد. با کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی سنتی، شهرها می‌توانند به‌طور قابل توجهی رد پای کربن خود را کاهش دهند و به آینده‌ای پایدارتر کمک کنند. علاوه بر این، ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر نیز می‌تواند منجر به صرفه جویی در هزینه برای شهر و ساکنان آن در درازمدت شود. (Tamilselvi Selvaraj, R. Rengaraj, G. Venkatakrishnan, SoundhariyaGanesan Soundararajan, Karuppiah) یکی دیگر از روش‌های ضروری برای افزایش پایداری، اجرای سیستم‌های مدیریت هوشمند آب است. این شامل استفاده از فناوری پیشرفته برای نظارت و مدیریت کارآمدتر منابع آب است. کنتورهای هوشمند آب، سیستم‌های تشخیص نشت و سیستم‌های آبیاری خودکار می‌توانند به کاهش هدر رفت آب و ارتقای حفاظت کمک کنند. علاوه بر این، اجرای برنامه‌های بازیافت آب و مدیریت آب طوفان می‌تواند بیشتر به استفاده پایدار از منابع آب در مناطق شهری کمک کند. (S. El-Zahab, A.) (Asaad, Islam Mohammed Abdelkader, T. Zayed, 2016

علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند برای افزایش پایداری شهرها بسیار مهم است. این می‌تواند شامل توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، زیرساخت‌های دوچرخه‌سواری و پیاده، و ارتقای وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی باشد. با تشویق روش‌های جایگزین حمل‌ونقل و کاهش اتکا به وسایل نقلیه شخصی، شهرها می‌توانند ازدحام ترافیک را کاهش دهند، آلودگی هوا را کاهش دهند و کیفیت کلی زندگی ساکنان را بهبود بخشند. (J. Chriqui, Julien Leider, E. Thrun, Lisa M. Nicholson, S. Slater, 2017) علاوه بر زیرساخت فیزیکی، پذیرش فناوری هوشمند و فرایندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده نیز می‌تواند پایداری شهرها را افزایش دهد. ادغام سنسورهای هوشمند و سیستم‌های نظارتی می‌تواند داده‌های ارزشمندی در مورد مصرف انرژی، کیفیت هوا و سایر عوامل محیطی ارائه دهد. سپس می‌توان از این داده‌ها برای اطلاع‌رسانی تصمیمات سیاستی، بهینه‌سازی تخصیص منابع و ترویج توسعه پایدار شهری استفاده کرد. (F. Provost, Tom Fawcett, 2013) به‌طور کلی، افزایش پایداری شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند نیازمند رویکردی جامع است که جنبه‌های مختلف توسعه شهری را مورد توجه قرار می‌دهد. شهرها با ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر، پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت هوشمند آب، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند و اتخاذ فرایندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها، می‌توانند پایداری بلندمدت و توسعه اقتصادی و درعین حال بهبود کیفیت زندگی ساکنان خود را ارتقا دهند.

جدول ۱: مجموعه‌ای از تعاریف توسعه پایدار براساس ابعاد و مؤلفه‌های اصلی

تعاریف	ابعاد
باید متمرکز بر سرمایه‌های انسانی، اجتماعی، انسان‌ساخت و طبیعی باشد	اقتصادی
استفاده از منابع نباید دارایی‌های نسل‌های آتی را به خطر بیندازد	
رعایت عدالت فرا نسلی در منابع طبیعی	
فعالیت‌های اقتصادی باید بر پایه توجهات اکولوژیکی باشد	
فراهم شدن عدالت فرا نسلی، عدالت در توزیع، رشد بهینه	
تلاش برای ماندگاری و دوام ارزش‌های اجتماعی، هویت‌ها، روابط و نهادها	اجتماعی
دستیابی به اهداف مشترک و انسجام اجتماعی	
سلامت، آموزش، غذا، آب و مسکن باید برای تمام اعضای جامعه فراهم باشد	
حمایت فعالانه از حفظ و بهبود مهارت‌های فردی و حمایت و پشتیبانی از نسل‌های آتی	



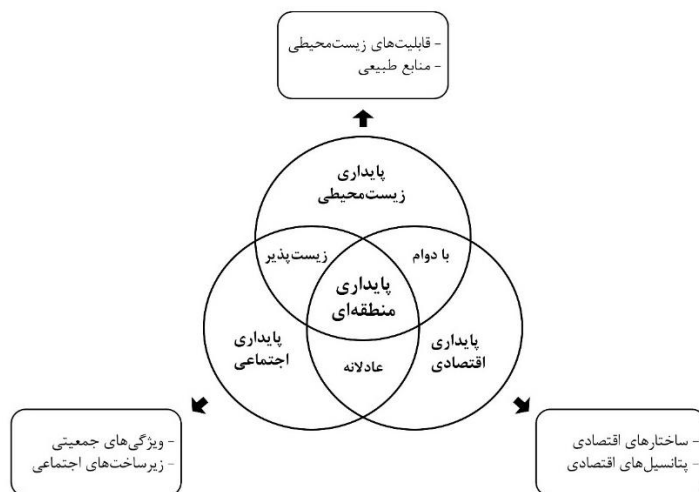
تعاریف	ابعاد
توسعه اقتصادی و اجتماعی باید بر پایه توجهات زیست محیطی باشند	زیست محیطی
محافظت از منابع طبیعی باید اولویت بالایی داشته باشد	
نقاط آستانه‌ای باید در نظر گرفته شود تا تغییرات ناگهانی در هر کدام از بخش‌های (مسکن، آب، غذا و...) به روشنی مشخص شود	

مأخذ: (Verma and Raghubanshi, 2018)

لزوم توجه به سه بعد پایداری در اسناد بین‌المللی همچون دستور کار ۲۱ نیز مورد تأکید واقع شده است (UN, 1992). همچنین این مؤلفه‌های سه‌گانه را می‌توان طبیعت، سیستم‌های پشتیبان حیات و جامعه نیز نامید (Ness et al., 2007). پتی (۲۰۱۲)، معتقد است که در بررسی مؤلفه‌های توسعه پایدار به‌جای تأکید بر اختلافات، تضادها، داد و ستد ها و تبادلات میان مؤلفه‌ها؛ بایستی بر ارتباطات و وابستگی‌های متقابل میان مؤلفه‌ها تأکید شود (Peti, 2012).

مفهوم توسعه پایدار هم‌زمان با توجهات بین‌المللی بر روی تأثیرات رشد اقتصادی بر محیط‌زیست، در نیمه دوم قرن بیستم میلادی بر سر زبان‌ها افتاد و از اهمیت بالایی برخوردار شد؛ اما امروزه و هم‌زمان با فراتر رفتن دغدغه‌های انسانی از مشکلات محیط‌زیستی، به‌عنوان یک مسئله چندبعدی مطرح می‌شود که ابعاد و مؤلفه‌های مختلفی دارد (Stankovi'c et al., 2021). این ابعاد و مؤلفه‌های سه‌گانه که به قاعده سه‌گانه پایداری نیز مشهور است، اشاره به رابطه جدایی‌ناپذیر میان توسعه اقتصادی و کیفیت زندگی و حفظ اکوسیستم و منابع طبیعی دارد (Mori and Christodoulou, 2012).

مفهوم توسعه پایدار بر مبنای سه بعد بهم پیوند خورده که با یکدیگر وابستگی متقابل نیز دارند شکل گرفته است (Bonnet et al., 2021). این مفهوم بیان می‌کند که توسعه پایدار تنها زمانی قابل دستیابی است که هر سه بعد آن به‌صورت هم‌زمان مورد توجه قرار گیرد یعنی توسعه اقتصادی، بهبود اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست. (Bonnet et al., 2021; Orenstein and Shach-Pinsley, 2017).



شکل ۲: رابطه میان ابعاد و مؤلفه‌های مفهوم توسعه پایدار

مأخذ: (Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, J. Schooling, 2022).

سرمایه‌گذاری آینده‌نگرانه

با ادامه گسترش مناطق شهری و افزایش جمعیت آن‌ها، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند برای ارتقای پایداری و پیشرفت اقتصادی اهمیت فزاینده‌ای دارد. زیرساخت هوشمند شامل ادغام فناوری و رویکردهای نوآورانه در



زیرساخت‌های فیزیکی یک شهر، از جمله سیستم‌های حمل‌ونقل، استفاده از انرژی، مدیریت آب و پسماند، و امکانات عمومی. این سرمایه‌گذاری برای شهرها برای افزایش کارایی، پایداری و انعطاف‌پذیری خود در برابر چالش‌های مختلف مانند تغییرات آب‌وهوایی، رشد جمعیت و منابع محدود بسیار مهم است. (Siyu Ren, Y. Hao, Haitao Wu, 2021) یک رویکرد اولیه برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند، اولویت‌بندی منابع انرژی تجدیدپذیر است. با سرمایه‌گذاری در شبکه‌های انرژی هوشمند، شهرها می‌توانند بهره‌وری انرژی را افزایش دهند، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی را افزایش دهند. این نه تنها پایداری زیست‌محیطی را بهبود می‌بخشد، بلکه چشم‌انداز اقتصادی را از طریق توسعه و اجرای فناوری‌های جدید انرژی ایجاد می‌کند. (N. Jayasena, D. Chan, M. Kumaraswamy, A. Saka, 2022) علاوه بر مدیریت انرژی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند نیز برای شهرهای پایدار و از نظر اقتصادی پر جنب‌وجوش ضروری است. سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، از جمله مدیریت ترافیک پیشرفته، ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی، و حمل‌ونقل عمومی قابل اعتماد، می‌توانند ازدحام ترافیک، آلودگی هوا و زمان سفر را کاهش دهند و در عین حال دسترسی به فرصت‌های اقتصادی را بهبود بخشند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند در توسعه و نگهداری زیرساخت‌های حمل‌ونقل و فناوری‌های مرتبط ایجاد اشتغال کند. (J. Balen, Marin Matijašević, Lovro Peji, J. Kundid, Muhammad Moazam Azeem, 2023) سرمایه‌گذاری در زیرساخت مدیریت هوشمند آب و پسماند برای پایداری و توسعه اقتصادی شهرها حیاتی است. با پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت هوشمند آب، شهرها می‌توانند هدر رفت آب را کاهش دهند، کیفیت آب را افزایش دهند و تأمین آب قابل اعتماد را برای ساکنان و مشاغل تضمین کنند. به‌طور مشابه، سرمایه‌گذاری در راه‌حل‌های مدیریت پسماند هوشمند، مانند برنامه‌های بازیافت و تسهیلات تبدیل زباله به انرژی، می‌تواند زباله‌های دفن زباله را کاهش دهد، آلودگی زیست‌محیطی را کاهش دهد و فرصت‌های اقتصادی در بخش‌های مدیریت زباله و بازیافت ایجاد کند. (Ahmed M. Selim, A. Elgohary, 2020) علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در خدمات عمومی هوشمند، از جمله حکمرانی دیجیتال، مراقبت‌های بهداشتی، و آموزش، می‌تواند پایداری و توسعه اقتصادی شهرها را افزایش دهد. با استفاده از فناوری و راه‌حل‌های مبتنی بر داده، شهرها می‌توانند کارایی و دسترسی به خدمات عمومی را افزایش دهند و در نتیجه نتایج مراقبت‌های بهداشتی بهتر، دستاوردهای آموزشی بالاتر و کیفیت کلی زندگی ساکنین را بهبود بخشند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در حکمرانی دیجیتال می‌تواند فرایندهای اداری را ساده‌سازی کند، ناکارآمدی‌های بوروکراتیک را کاهش دهد و دولت‌های شهری پاسخ‌گو ایجاد کند. (Chao, Chenhui Ding, Feng Li, Chui-yong Zheng, Liu, 2022) در نتیجه، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها بسیار مهم است. با اولویت‌دادن به منابع انرژی تجدیدپذیر، حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت آب و پسماند و خدمات عمومی، شهرها می‌توانند کارآمدتر، انعطاف‌پذیرتر و از نظر اقتصادی پر جنب‌وجوش شوند. علاوه بر این، چنین سرمایه‌گذاری‌هایی می‌تواند فرصت‌های اقتصادی ایجاد کند، نوآوری را پیش ببرد و کیفیت کلی زندگی ساکنان شهر را بهبود بخشد؛ بنابراین، برای رهبران و سیاست‌گذاران شهر ضروری است که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند را به‌عنوان یک استراتژی کلیدی برای ساخت شهرهای پایدار و از لحاظ اقتصادی مرفه برای آینده در اولویت قرار دهند.

روش‌ها و استراتژی‌های بهبود پایداری و اقتصاد

روش‌ها و استراتژی‌های بهبود پایداری و اقتصاد شهرها موضوعی گسترده و چندبعدی است که شامل بسیاری از جنبه‌های اجتماعی، زیست‌محیطی، فناوری و مدیریتی می‌شود. برخی از روش‌ها و استراتژی‌های مهم در این زمینه عبارتند از:

- توسعه شهرها و جوامع پایدار با توجه به اهداف توسعه پایدار (SDGs) که توسط سازمان ملل متحد تعریف شده‌اند. این اهداف شامل ۱۷ هدف و ۱۶۹ زیر هدف در زمینه‌های مختلف مانند فقر، تغییرات اقلیمی، انرژی، آب و فاضلاب، شهرسازی، تعاونی‌ها و مشارکت مردمی هستند.



ایجاد شهرهای هوشمند با استفاده از فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا، داده‌کاوی، هوش مصنوعی و شبکه‌های ارتباطی. این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود کارایی، کیفیت، امنیت و شفافیت خدمات شهری، مدیریت منابع، کاهش آلودگی و افزایش رضایت شهروندان کمک کنند. (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۸).

ارتقای درآمد پایدار شهری با توجه به منابع، موانع و فرصت‌های موجود. برای این منظور، لازم است که شهرداری‌ها سیاست‌ها و برنامه‌هایی را برای افزایش درآمد از عوارض، زمین و ساختمان، مدیریت هزینه، اوراق، تبلیغات و سایر منابع اتخاذ و اجرا کنند. همچنین باید موانعی مانند نیروی انسانی، پایمال شدن حق، شفافیت، ضعف عملکرد، فساد، قانون، مردم و سایر موانع را شناسایی و رفع کنند.

توجه به توسعه پایدار شهری از منظر اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی به‌طور همزمان و یکپارچه. این نیازمند نگرش جامع به سیاست‌ها، برنامه‌ها و طرح‌های توسعه شهری و تدوین اهداف یکپارچه در این زمینه‌ها است. برای مثال، باید به ارتباطات و پیوندهای مثبت میان شهرها، حومه‌ها و مناطق روستایی، حفاظت و نگهداری از میراث فرهنگی و طبیعی، دسترسی همگانی به فضای سبز و عمومی، تضمین دسترسی به مسکن و خدمات اولیه مناسب و سایر موارد توجه کنیم.

استراتژی‌های زیرساخت هوشمند با رویکردی پایدار

زیرساخت‌های هوشمند طیف گسترده‌ای از سیستم‌ها و فناوری‌های بهم‌پیوسته را باهدف بهبود اثربخشی، عملکرد و پایداری مناطق شهری در بر می‌گیرد. این شامل سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، شبکه‌های انرژی هوشمند، مدیریت دیجیتال آب، شبکه‌های ارتباطی پیشرفته و راهکارهای نوآورانه مدیریت زباله است. وقتی این مؤلفه‌ها یکپارچه شوند، شهرها می‌توانند تخصیص منابع را بهبود بخشند، تأثیرات زیست‌محیطی را به حداقل برسانند، خدمات عمومی را افزایش دهند و رشد اقتصادی را تحریک کنند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند مزایای مختلفی مانند بهبود کارایی عملیاتی، کاهش هزینه، حفظ محیط‌زیست، افزایش ایمنی عمومی و کیفیت زندگی بهتر برای ساکنان را به شهرها ارائه می‌کند. علاوه بر این، زیرساخت‌های هوشمند، زمینه‌ای محکم برای اجرای سایر طرح‌های شهر هوشمند مانند دولت الکترونیک، مراقبت‌های بهداشتی دیجیتال و سیستم‌های آموزشی هوشمند ایجاد می‌کند؛ بنابراین، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند به‌عنوان یک کاتالیزور برای توسعه اقتصادی و نوآوری گسترده‌تر در مناطق شهری عمل کند. به‌منظور افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند، می‌توان از چندین روش و استراتژی حیاتی استفاده کرد. (Siyu Ren, Y. Hao, Haitao Wu, 2021) در ادامه به چندین روش و استراتژی حیاتی بررسی کرده‌ایم که شامل:

۱- برنامه‌ریزی جامع و همکاری

برنامه‌ریزی و همکاری همه‌جانبه مولفه‌های ضروری در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند است. برنامه‌ریزی جامع شامل رویکردی هماهنگ و یکپارچه برای استفاده از زمین، حمل‌ونقل، مسکن و توسعه زیرساخت است. هدف آن رسیدگی به نیازها و چالش‌های فعلی و آتی با ترویج رشد پایدار، مدیریت کارآمد منابع و بهبود کیفیت زندگی برای ساکنین است. (N. Charbgoon, M. Mareggi, 2018) همکاری نقش مهمی در گرد هم آوردن ذی‌نفعان مختلف از جمله سازمان‌های دولتی، نهادهای بخش خصوصی، مؤسسات دانشگاهی و جامعه یا سازمان‌ها برای کار در جهت اهداف مشترک ایفا می‌کند. هنگامی که این گروه‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند، می‌توانند از تخصص و منابع خود برای اجرای پروژه‌های زیرساخت هوشمند نوآورانه استفاده کنند که به‌طور کلی به نفع شهر است. (Nader H. Abusharekh, Mazen J. Al Shobaki, Samy S. Abu-Naser, Suliman A. El Talla, 2020)



یکی از جنبه‌های کلیدی برنامه‌ریزی و همکاری جامع، شناسایی اولویت‌های سرمایه‌گذاری زیرساخت هوشمند است. این شامل انجام ارزیابی‌های کامل برای تعیین فوری‌ترین نیازهای زیرساختی و فرصت‌های بهبود است. با درگیر کردن ذی‌نفعان مختلف در این فرایند، شهرها می‌توانند دیدگاه‌ها و بینش‌های متنوعی را به دست‌آورد که می‌تواند به تصمیم‌گیری و تعیین اولویت‌ها کمک کند (T. Johnson, B. Deaton, E. Segarra, 2021).

علاوه بر این، برنامه‌ریزی و همکاری جامع توسعه استراتژی‌های بلندمدت برای سرمایه‌گذاری زیرساخت هوشمند را تسهیل می‌کند. این شامل تعیین اهداف روشن، شناسایی منابع مالی بالقوه، و ایجاد معیارهای عملکرد برای اندازه‌گیری تأثیر سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی است. با اتخاذ رویکردی فعال و بلندمدت، شهرها می‌توانند اطمینان حاصل کنند که سرمایه‌گذاری‌هایشان با اهداف توسعه پایدار و اقتصادی همخوانی دارد (Unlocking Investment for Digital Infrastructure and Smart Cities, 2020).

یکی دیگر از جنبه‌های مهم برنامه‌ریزی و همکاری جامع، ادغام فناوری‌های هوشمند در پروژه‌های زیرساختی است. فناوری‌های هوشمند مانند دستگاه‌های IoT، تجزیه و تحلیل داده‌ها و سیستم‌های اتوماسیون، می‌توانند کارایی، ایمنی و پایداری دارایی‌های زیرساخت را بهبود بخشند. با همکاری با ارائه‌دهندگان فناوری و کارشناسان صنعت، شهرها می‌توانند این فناوری‌ها را در پروژه‌های زیرساختی خود ادغام کنند و زیرساخت‌های هوشمند ایجاد کنند که توسعه اقتصادی و پایداری را افزایش می‌دهد (Ntwala Mwilima, 2021). برنامه‌ریزی جامع و همکاری می‌تواند به شهرها کمک کند تا از مشارکت عمومی و خصوصی (PPPs) برای سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های هوشمند استفاده کنند PPP ها به شهرها اجازه می‌دهند تا به منابع و تخصص بخش خصوصی دسترسی داشته باشند و در عین حال خطرات و پاداش‌ها را در پروژه‌های زیرساختی به اشتراک بگذارند. با مشارکت با نهادهای خصوصی، شهرها می‌توانند تحویل پروژه‌های زیربنایی را تسریع کنند و از مکانیسم‌های مالی نوآورانه‌ای بهره ببرند که از توسعه پایدار و اقتصادی حمایت می‌کنند (K. Almarri, H. Boussabaine, 2023).

در نتیجه، برنامه‌ریزی و همکاری همه‌جانبه در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند اساسی است. با اتخاذ یک رویکرد هماهنگ و مشارکتی، شهرها می‌توانند اولویت‌های سرمایه‌گذاری را شناسایی کنند، استراتژی‌های بلندمدت توسعه دهند، فناوری‌های هوشمند را ادغام کنند و از PPP ها برای تحقق اهداف زیرساختی خود استفاده کنند. این در نهایت ایجاد می‌کند شهرهایی که برای نسل کنونی و آینده تاب‌آور، کارآمد و شکوفا هستند. یکی از روش‌های مؤثر برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها، اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر است. با انتقال به منابع انرژی تجدیدپذیر، شهرها می‌توانند رد پای کربن خود را کاهش دهند و استقلال انرژی خود را افزایش دهند. زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، مانند پنل‌های خورشیدی، توربین‌های بادی و نیروی برق آبی، می‌توانند به تأمین انرژی پایدارتر و انعطاف‌پذیرتر برای شهرها کمک کنند. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر همچنین فرصت‌های شغلی ایجاد می‌کند و رشد اقتصادی را در شهرها تحریک می‌کند (Henrik Andersson, L. Hultkrantz, G. Lindberg, J. Nilsson, 2018).

با توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر محلی، شهرها می‌توانند وابستگی به انرژی وارداتی را کاهش دهند و سرمایه بیشتری را در اقتصاد محلی نگه‌دارند. استراتژی دیگر برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند است. این می‌تواند شامل ابتکارهایی مانند گسترش حمل‌ونقل عمومی، سرمایه‌گذاری در ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی و پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند باشد. زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند تراکم ترافیک را کاهش دهد، کیفیت هوا را بهبود بخشد و وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد. علاوه بر این، می‌تواند ادغام شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مانند دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی را در محیط شهری افزایش دهد.

این می‌تواند شامل ابتکارهایی مانند گسترش حمل‌ونقل عمومی، سرمایه‌گذاری در ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه الکتریکی و پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند باشد. زیرساخت‌های حمل‌ونقل هوشمند می‌تواند تراکم ترافیک را کاهش دهد، کیفیت هوا را بهبود بخشد و وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد. علاوه بر این، می‌تواند ادغام شیوه‌های حمل‌ونقل پایدار مانند دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی را در محیط شهری افزایش دهد. این می‌تواند منجر به شهرهای سالم‌تر و قابل‌زندگی‌تر شود و در عین حال انتشار گازهای گلخانه‌ای را نیز کاهش دهد. سرمایه‌گذاری در



زیرساخت‌های هوشمند شامل اجرای ساختمان‌های کارآمد انرژی و فناوری شبکه هوشمند نیز می‌شود. ساختمان‌های با انرژی کارآمد می‌توانند صرف انرژی و هزینه‌های آب و برق را برای ساکنان و مشاغل کاهش دهند (Surendra P. Shah, Kejin Wang, Zhiyu Luo, Wengui Li, Xiaonan Wang, 2022).

۲- یکپارچه‌سازی داده‌ها و فناوری

ادغام داده‌ها و فناوری یک جنبه حیاتی برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند است. این ادغام امکان جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل و استفاده از داده‌ها را برای بهبود کارایی و اثربخشی سیستم‌های مختلف در یک شهر فراهم می‌کند. با استفاده از فناوری و داده‌ها، شهرها می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند، تخصیص منابع را بهینه کنند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مقابله با چالش‌های شهری توسعه دهند. یکی از جنبه‌های کلیدی ادغام داده‌ها و فناوری در زیرساخت‌های هوشمند، پیاده‌سازی دستگاه‌های IoT (اینترنت اشیا) است. این دستگاه‌ها، مانند سنسورها، می‌توانند در عناصر زیرساختی مختلف تعبیه شوند تا داده‌های بلادرنگ در مورد استفاده از منابع، الگوهای ترافیک، کیفیت هوا و موارد دیگر را جمع‌آوری کنند. سپس می‌توان این داده‌ها را برای به دست آوردن بینش‌های ارزشمند در مورد عملیات شهر و شرایط محیطی تجزیه و تحلیل کرد که منجر به مداخلات هدفمندتر و کارآمدتر می‌شود. علاوه بر این، ادغام داده‌ها و فناوری امکان پیاده‌سازی تحلیل‌های پیش‌بینی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین را فراهم می‌کند. این ابزارها می‌توانند حجم زیادی از داده‌ها را برای شناسایی الگوها، روندها و ناهنجاری‌ها تجزیه و تحلیل کنند و به برنامه‌ریزان شهری این امکان را می‌دهند که به‌طور فعال به مسائل بالقوه رسیدگی کنند و عملکرد زیرساخت را بهینه کنند. به‌عنوان مثال، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده می‌تواند برای پیش‌بینی تقاضای انرژی مورد استفاده قرار گیرد که امکان مدیریت بهتر منابع انرژی و ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر را فراهم می‌کند. یکی دیگر از جنبه‌های مهم یکپارچه‌سازی داده‌ها و فناوری، توسعه شبکه‌های هوشمند و سیستم‌های مدیریت انرژی است.

این سیستم‌ها از داده‌های شبکه‌ای از حسگرها برای نظارت بر مصرف انرژی در زمان واقعی، بهینه‌سازی توزیع و یکپارچه‌سازی منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده می‌کنند. با بهبود کارایی توزیع و مصرف انرژی، شهرها می‌توانند رد پای کربن و اتکای خود به منابع تجدیدناپذیر را کاهش دهند که منجر به مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی بلندمدت می‌شود. علاوه بر این، ادغام داده‌ها و فناوری می‌تواند سیستم‌های حمل‌ونقل را از طریق توسعه راه‌حل‌های تحرک هوشمند افزایش دهد. با تجزیه و تحلیل داده‌ها در مورد جریان ترافیک، استفاده از حمل‌ونقل عمومی و الگوهای پارکینگ، شهرها می‌توانند زیرساخت‌های حمل‌ونقل را بهینه کنند، ازدحام را کاهش دهند و دسترسی را بهبود بخشند. علاوه بر این، ادغام داده‌ها و فناوری توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، مانند مدیریت ترافیک در زمان واقعی و وسایل نقلیه خودران را امکان‌پذیر می‌کند که می‌تواند تحرک شهری را بیشتر کند و اثرات زیست‌محیطی را کاهش دهد. در نتیجه، ادغام داده‌ها و فناوری نقش مهمی در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند دارد. با استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیا، تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده، شبکه‌های هوشمند، و راه‌حل‌های تحرک هوشمند، شهرها می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌تری بگیرند، تخصیص منابع را بهینه کنند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را برای مقابله با چالش‌های شهری توسعه دهند. این ادغام نه تنها منجر به عملیات شهری کارآمدتر و مؤثرتر می‌شود، بلکه به پایداری محیطی بلندمدت و رشد اقتصادی نیز کمک می‌کند (Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, J. Schooling, 2022).

۳- مشارکت‌های دولتی و خصوصی

مشارکت‌های دولتی و خصوصی (PPPs) به‌عنوان یک استراتژی کلیدی برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند ظاهر شده‌اند. PPPها شامل همکاری بین نهادهای دولتی و سازمان‌های بخش خصوصی برای تأمین مالی، توسعه، بهره‌برداری و نگهداری پروژه‌های زیربنایی است. این رویکرد امکان به اشتراک گذاری منابع، ریسک‌ها و تخصص را فراهم می‌کند و منجر به ارائه کارآمدتر و مؤثرتر خدمات عمومی می‌شود. (Kirikkaleli, D., Ali, M. & Altuntaş, 2022) در زمینه زیرساخت‌های هوشمند، PPPها



می توانند نقش مهمی در هدایت نوآوری و اجرای فناوری های پیشرفته ای داشته باشند که به پایداری و رشد اقتصادی کمک می کنند. به عنوان مثال، PPPها می توانند توسعه سیستم های حمل و نقل هوشمند، ساختمان های بانرژی کارآمد، پروژه های انرژی تجدیدپذیر و زیرساخت های اتصال دیجیتال را تسهیل کنند. با استفاده از تخصص و سرمایه شرکای بخش خصوصی، شهرها می توانند استقرار راه حل های زیرساختی هوشمند را تسریع بخشند و به اهداف توسعه پایدار دست یابند. (David Baxter, Carter B. Casady, 2020) علاوه بر این، PPPها می توانند به رفع شکاف بودجه ای که اغلب مانع اجرای پروژه های زیربنایی در مقیاس بزرگ می شود کمک کنند. با جذب سرمایه گذاری خصوصی، شهرها می توانند به منابع مالی اضافی بدون بارگذاری بیش از حد بر بودجه عمومی دسترسی داشته باشند. این امکان ارائه به موقع و مقرون به صرفه ابتکارات زیرساختی هوشمند را فراهم می کند و در نهایت توسعه اقتصادی و بهبود کیفیت زندگی ساکنان شهری را به همراه دارد. (A. Teredesai, 2023) با این حال، موفقیت PPPها در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی منوط به برنامه ریزی دقیق، حکمرانی شفاف و مدیریت ریسک مؤثر است. برای شهرها ضروری است که اهداف روشنی را تعیین کنند، تأثیر بلندمدت پروژه های پیشنهادی را ارزیابی کنند، و در هنگام انتخاب شرکای بخش خصوصی، با دقت کامل درگیر شوند. علاوه بر این، چارچوب های قانونی و قانونی قوی برای حفاظت از منافع عمومی، اطمینان از پاسخ گویی، و کاهش تضاد منافع احتمالی ضروری است. (Xiaowei Feng, Rui Zhang, Guangdong Wu, K. Duan, Jiangang Shi, 2020)

در نتیجه، مشارکت های دولتی - خصوصی یک رویکرد مناسب برای پیشبرد پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند ارائه می دهند. با همکاری با ذی نفعان بخش خصوصی، شهرها می توانند از فناوری های نوآورانه استفاده کنند، سرمایه گذاری بیشتری را جذب کنند و پروژه های زیرساختی ضروری را با کارایی بیشتری ارائه دهند. با این حال، برای شهرها ضروری است که مکانیسم های حکمرانی قوی و استراتژی های مدیریت ریسک را برای به حداکثر رساندن مزایای PPP و در عین حال حفظ منافع عمومی اتخاذ کنند. (Chenhui, Ding, Chao Liu, Chui-yong Zheng, Feng Li, 2022)

۴- طراحی و نوآوری پایدار

طراحی و نوآوری پایدار مولفه های حیاتی در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند است. طراحی پایدار بر ایجاد محیط های ساخته شده ای متمرکز است که کمترین تأثیر را بر محیط طبیعی داشته باشد و در عین حال نیازهای نسل فعلی و آینده را برآورده کند. از سوی دیگر، نوآوری شامل توسعه و اجرای ایده ها، فناوری ها و فرایندهای جدید برای مقابله با چالش های پیچیده شهری است. (P. Adriaens, A. Tahvanainen, M. Dixon, 2021) یکی از جنبه های کلیدی طراحی و نوآوری پایدار، ادغام زیرساخت های سبز در داخل شهرها است. زیرساخت های سبز شامل عناصری مانند بام های سبز، جنگل های شهری، پیاده روهای نفوذپذیر و فضاهای سبز است که به کاهش اثر جزیره گرمایی شهری، کاهش رواناب های طوفانی، بهبود کیفیت هوا و آب و ارائه خدمات اکوسیستمی کمک می کند. با گنجاندن زیرساخت های سبز در برنامه ریزی و توسعه شهری، شهرها می توانند محیط های پایدارتر و انعطاف پذیر تری را ایجاد کنند که باعث پیشرفت و رفاه ساکنان و جذب سرمایه گذاری می شود (Merve Ersoy Mirici, 2022)، طراحی پایدار و نوآوری همچنین شامل یکپارچه سازی سیستم های انرژی تجدیدپذیر در زیرساخت های شهری است. این شامل استفاده از پنل های خورشیدی، توربین های بادی و سیستم های زمین گرمایی برای تأمین انرژی ساختمان ها و حمل و نقل عمومی و همچنین اجرای فناوری های کارآمد انرژی برای کاهش مصرف کلی انرژی است. با انتقال به منابع انرژی تجدیدپذیر و بهبود بهره وری انرژی، شهرها می توانند رد پای کربن خود را کاهش دهند، هزینه های عملیاتی را کاهش دهند و فرصت های جدیدی برای رشد اقتصادی و ایجاد شغل در بخش انرژی های تجدیدپذیر ایجاد کنند. (Sbihi Karim, Aziz Faissal, El Baraka, Nouredine, 2022) علاوه بر مزایای زیست محیطی، طراحی پایدار و نوآوری نیز به توسعه اقتصادی شهرها کمک می کند. با سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند، شهرها می توانند کسب و کارهای جدید را جذب کنند، نوآوری و کارآفرینی را ترویج کنند و فرصت های شغلی در بخش های روبه رشد فناوری سبز و انرژی های تجدیدپذیر ایجاد کنند. زیرساخت های هوشمند همچنین کیفیت کلی زندگی ساکنان را بهبود می بخشد و شهرها را به مکان های جذاب تری برای زندگی، کار و بازدید تبدیل می کند که به نوبه خود می تواند توسعه اقتصادی را از طریق افزایش گردشگری،



(S. Ali, Andrea Appolloni, F. Cavallaro, Idiano D'Adamo, Assunta Di Vaio, F. Ferella, M. Gastaldi, Muham mad Ikram, N. M. Kumar, M. A. Martin, A. Nizami, I. Ozturk, M. Riccardi, P. Rosa, Ernesto D. R. Santibanez Gonzalez, Claudio Sassanelli, Davide Settembre-Blundo, R. Singh, M. Smol, G. A. Tsalidis, I. Voukkali, Nan Yang, A. Zorpas, 2023)

به طور کلی، نوآوری یک طراحی پایدار و در نوآوری نقش مهمی در افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها دارد. با سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند و ترکیب زیرساخت های سبز و سیستم های انرژی های تجدیدپذیر، شهرها می توانند محیط های شهری انعطاف پذیر، سازگار با محیط زیست و از نظر اقتصادی پر جنب و جوش برای نسل های فعلی و آینده ایجاد کنند.

۵- مشارکت و آموزش جامعه

درگیر کردن جامعه محلی و افزایش آگاهی در مورد مزایای زیرساخت هوشمند برای اجرای موفقیت آمیز آن بسیار مهم است. شهرها می توانند برنامه های اطلاع رسانی عمومی، ابتکارات آموزشی و کارگاه های اجتماعی را برای مشارکت ساکنان در فرایند تصمیم گیری و پرورش فرهنگ پایداری اجرا کنند. مطالعات موردی و بهترین روش ها برای نشان دادن اثربخشی سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی، بررسی مطالعات موردی موفق و بهترین شیوه ها از سراسر جهان ارزشمند است. به عنوان مثال، شهر بارسلون یک استراتژی شهر هوشمند جاه طلبانه را اجرا کرده است که شامل ابتکاراتی برای مدیریت هوشمند آب، جمع آوری کارآمد زباله، بهینه سازی حمل و نقل عمومی و حکمرانی دیجیتال است. در نتیجه، بارسلونا به پیشرفت های قابل توجهی در بهره وری انرژی، پایداری ذهنی محیط زیست و مشارکت شهروندان دست یافته است. (Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, J. Schooling, 2022)

(N. Jayasena, D. Chan, M. Kumaraswamy, A. Saka, 2022)

زیرساخت های هوشمند همچنین می توانند با ارائه داده ها و اتصال در زمان واقعی برای مدیریت سریع تر و مؤثرتر بلایا و پاسخ به بحران، به بهبود ایمنی عمومی و واکنش اضطراری کمک کنند. زیرساخت های هوشمند همچنین می تواند منجر به استفاده پایدارتر و کارآمدتر از انرژی و منابع، کاهش ضایعات و اثرات زیست محیطی شود. این به نوبه خود می تواند به پایداری و انعطاف پذیری کلی شهرها کمک کند سرمایه گذاری در زیرساخت های هوشمند همچنین می تواند منجر به ایجاد "شهرهای هوشمند" شود که برای مشاغل و ساکنان جذاب باشد و توسعه اقتصادی را بیشتر تحریک کند. زیرساخت های هوشمند همچنین می توانند با ارائه داده ها و اتصال در زمان واقعی برای مدیریت سریع تر و مؤثرتر بلایا و پاسخ به بحران، به بهبود ایمنی عمومی و واکنش اضطراری کمک کنند. پیاده سازی زیرساخت های هوشمند همچنین می تواند منجر به استفاده پایدارتر و کارآمدتر از انرژی و منابع، کاهش ضایعات و اثرات زیست محیطی، کمک به پایداری و تاب آوری کلی شهرها شود. زیرساخت های هوشمند می توانند فرصت هایی را برای همکاری بین دولت محلی، مشاغل و جوامع ایجاد کنند که منجر به راه حل های نوآورانه برای پایداری شهری و توسعه اقتصادی شود. همکاری بین ذی نفعان مختلف می تواند منجر به رویکردهای جامع تر و یکپارچه تر برای توسعه زیرساخت ها و برنامه ریزی شهری، ایجاد یک محیط شهری فراگیرتر و پایدار برای همه ساکنان شود. (Karl Samuelssona, M. Giustib, Garry D. Petersonb, Ann Legebyc, S. A. Brandta, Stephan Barthela, 2021)

خود را با ارائه گزینه های حمل و نقل بهتر، خدمات عمومی کارآمد، و ارتباطات پیشرفته برای ساکنان، مشاغل و بازدیدکنندگان بهبود بخشند. (Berglund, Jacob G. Monroe, Ishtiak Ahmed, Mojtaba Noghbaei, Jinung Do, Jorge E. Pesantez, Mohammad Ali Khaksar Fasaee, Eleni Bardaka, Kevin K. Han, G. Proestos, J. Levis, 2020)

می توانند شهرها را قادر به مدیریت بهتر تأمین آب، مدیریت پسماند و سایر خدمات ضروری خود کنند و به یک محیط شهری پایدارتر و انعطاف پذیر



کمک کنند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی را در بخش‌های فناوری و نوآوری ایجاد کند و توسعه اقتصادی را بیشتر تقویت کند (A. Khattak, Iman Mahdinia, 2022). زیرساخت هوشمند همچنین می‌تواند کارایی و اثربخشی کلی عملیات و خدمات شهری را بهبود بخشد و منجر به صرفه‌جویی در هزینه و بهبود کیفیت زندگی ساکنان شود. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های سرمایه‌گذاران خصوصی را که به‌طور فزاینده‌ای به پروژه‌های توسعه شهری پایدار و تاب‌آور علاقه‌مند هستند، جذب کند. این می‌تواند به منابع مالی و منابع اضافی برای بهبود زیرساخت‌ها و رشد اقتصادی منجر شود (Sylvain Rode, Sofia Guevara, Mathieu Bonnefond, 2018).

زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌توانند کارایی و اثربخشی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی را بهبود بخشند، ازدحام و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در شهرها کاهش دهند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند به توسعه راه‌حل‌های انرژی پایدارتر، مانند منابع انرژی تجدیدپذیر و فناوری شبکه هوشمند منجر شود.

علاوه بر این، زیرساخت‌های هوشمند می‌توانند تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌ها را برای برنامه‌ریزی شهری و مدیریت منابع تسهیل کند و منجر به توسعه شهری پایدارتر و استفاده کارآمدتر از منابع شود. با بهره‌گیری از زیرساخت‌های هوشمند، شهرها می‌توانند آمادگی خود را در برابر بلاها و قابلیت‌های واکنش را افزایش دهند و ایمنی و امنیت ساکنان خود را تضمین کنند. زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌توانند قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری خدمات ضروری را در هنگام بلایای طبیعی یا سایر شرایط اضطراری بهبود بخشند و اطمینان حاصل کنند که شهرها می‌توانند سریع‌تر بازسازی و بازسازی شوند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند منجر به توسعه سیستم‌های مدیریت آب، کاهش هدر رفت آب و ارتقای حفاظت شود. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند اتصال و دسترسی شهرها را افزایش دهد و یک محیط شهری متصل‌تر و یکپارچه‌تر ایجاد کند که رشد اقتصادی و نوآوری را تقویت می‌کند. زیرساخت‌های هوشمند می‌توانند توسعه ساختمان‌ها و خانه‌های هوشمند، کاهش مصرف انرژی و ارتقای پایداری را امکان‌پذیر کنند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند نیز می‌تواند با جذب کسب‌وکارها و صنایعی که علاقه‌مند به فعالیت در محیطی از نظر فناوری پیشرفته و پایدار هستند، به ایجاد شغل و رشد اقتصادی کمک کند. ادغام زیرساخت‌های هوشمند می‌تواند فرصت‌هایی را برای ظهور صنایع و استارت‌آپ‌های جدید ایجاد کند و اقتصاد شهر را متنوع‌تر کند. زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌توانند سلامت عمومی و کیفیت زندگی را با کاهش آلودگی هوا و آب از طریق مدیریت بهتر پسماندها و سیستم‌های حمل‌ونقل بهبود بخشند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند منجر به توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، کاهش ترافیک و انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق استفاده از حسگرهای پیشرفته و فناوری‌های ارتباطی شود (M. Derawi, Y. Dalveren, F. A. Cheikh, 2020). این می‌تواند منجر به استفاده کارآمدتر از منابع حمل‌ونقل، کاهش اثرات زیست‌محیطی تحرک شهری شود (Ning Sun, Huizhu Shi, Guangjie, Han, Bin Wang, Lei Shu, 2020). زیرساخت هوشمند همچنین می‌تواند پیاده‌سازی وسایل نقلیه خودران و سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند را امکان‌پذیر کند و کارایی و پایداری حمل‌ونقل شهری را بهبود بخشد. زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌توانند استقرار منابع انرژی تجدیدپذیر مانند پانل‌های خورشیدی و توربین‌های بادی را تسهیل کنند که منجر به کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی و ترویج ترکیب انرژی پایدارتر شود (Jin Zhao, Ataul Karim Patwary, A. Qayyum, M. Alharthi, F. Bashir, M. Mohsin, I. Hanif, Qaiser, Abbas, 2022). این می‌تواند به کاهش رد پای کربن شهر کمک کند و به تلاش‌های جهانی برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی کمک کند. به‌طور کلی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها بسیار مهم است. این می‌تواند منجر به استفاده کارآمدتر از منابع، جذب صنایع و مشاغل جدید و بهبود کیفیت کلی زندگی ساکنان شهر شود (E. Berglund, Jacob G. Monroe, Ishtiak Ahmed, Mojtaba Noghabaei, Jinung Do, Jorge E. Pesantez, Mohammad Ali Khaksar Fasae, Eleni Bardaka, Kevin K. Han, G. Proestos, J. Levis, 2020). سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند تاب‌آوری شهرها را در برابر بلایای طبیعی



و سایر اختلالات احتمالی افزایش دهد و از تداوم خدمات و عملیات ضروری در هنگام رویدادهای پیش‌بینی نشده مانند آب‌وهوای شدید یا قطع برق اطمینان حاصل کند. زیرساخت‌های هوشمند می‌توانند شهرها را قادر به نظارت و مدیریت بهتر مصرف آب و انرژی کنند که منجر به مدیریت پایدار و کارآمدتر منابع می‌شود. این می‌تواند به شهرها کمک کند تا تأثیرات زیست‌محیطی خود را کاهش دهند و پایداری کلی خود را بهبود بخشند (Ahmed M. Selim, A. Elgohary, 2020). علاوه بر این، زیرساخت‌های هوشمند می‌توانند پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت پسماند هوشمند را امکان‌پذیر کنند که منجر به کاهش زباله‌های دفن زباله و ترویج بازیافت و کمپوست شود.

روش تحقیق

این پژوهش به روش اسنادی و کتابخانه‌ای با مطالعه نظریات و روش‌های گوناگون معتبر جهانی در حوزه زیرساخت‌های شهر هوشمند و هوشمندسازی استفاده کرده است و در انتها به جمع‌بندی این مطالب و روش‌ها پرداخته شده است.

یافته‌ها

در حالی که ادبیات بینش‌های ارزشمندی را در مورد روش‌ها و استراتژی‌ها برای بهبود پایداری و اقتصاد شهرها از طریق سرمایه‌گذاری زیرساخت هوشمند ارائه می‌دهد، چندین شکاف دانش و جهت‌گیری‌های بالقوه تحقیقات آینده را می‌توان شناسایی کرد. اول، نیاز به تحقیقات بیشتر برای توسعه چارچوب‌های جامع برای ادغام برنامه‌های پاسخ‌گویی به تقاضا، مفاهیم شهر ۱۵ دقیقه‌ای و فناوری‌های شهر هوشمند مجازی در برنامه ریزی شهری و توسعه زیرساخت وجود دارد. این می‌تواند شامل اکتشاف روش‌های قیمت‌گذاری نوآورانه، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و مداخلات سیاستی برای دستیابی به محیط‌های شهری پایدار و اقتصادی باشد.

از طریق برنامه‌ریزی جامع، ادغام داده‌ها و فناوری، مشارکت عمومی - خصوصی، پایدار طراحی و مشارکت جامعه، شهرها می‌توانند پتانسیل کامل زیرساخت‌های هوشمند را برای ایجاد محیط‌های شهری پررونق باز کنند. با ادامه تکامل و گسترش شهرها، زیرساخت‌های هوشمند بدون شک نقشی محوری در شکل‌دادن به آینده‌های پایدار و مرفه برای مراکز شهری در سراسر جهان خواهند داشت. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند نیز از طریق اجرای فناوری‌های نوآورانه و راه‌حل‌های پایدار باعث ایجاد شغل و توسعه اقتصادی می‌شود. زیرساخت‌های هوشمند می‌توانند با ارائه حمل‌ونقل کارآمد، دسترسی بهتر به خدمات ضروری و بهبود شرایط محیطی، کیفیت کلی زندگی شهروندان را بهبود بخشند.

سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند کسب‌وکارها و استعدادها را به شهرها جذب کند، رشد اقتصادی را تحریک کرده و فرصت‌های شغلی جدیدی برای ساکنان محلی ایجاد کند و در نهایت به توسعه اقتصادی شهرها کمک کند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند کسب‌وکارها و استعدادها را به شهرها جذب کند، رشد اقتصادی را تحریک کند و فرصت‌های شغلی جدیدی برای ساکنان محلی ایجاد کند و در نهایت به توسعه اقتصادی شهرها کمک کند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند کسب‌وکارها و استعدادها را به شهرها جذب کند، رشد اقتصادی را تحریک کرده و فضای کسب‌وکار پر جنب‌وجوش و رقابتی ایجاد کند که بتواند سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی را جذب کند. زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در هزینه و بهبود کارایی برای کسب‌وکارها شود، و توسعه اقتصادی را بیشتر تقویت کند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند همچنین می‌تواند منجر به ایجاد «شهرهای هوشمند» شود که برای مشاغل و ساکنان جذاب هستند و توسعه اقتصادی را بیشتر تحریک می‌کند.

علاوه بر این، تحقیقات آینده باید پیامدهای عملی برنامه‌ریزی شهر هوشمند را از منظر تکاملی، با در نظر گرفتن ماهیت پویای محیط‌های شهری و نیازهای در حال تکامل شهروندان بررسی کند. این می‌تواند شامل توسعه چارچوب‌های برنامه ریزی تطبیقی و ادغام فناوری‌های نوآورانه برای ایجاد شهرهای پایدار و از نظر اقتصادی انعطاف‌پذیر باشد.



در نتیجه، بررسی ادبیات مروری جامع از روش‌ها و استراتژی‌ها برای بهبود پایداری و اقتصاد شهرها از طریق سرمایه‌گذاری زیرساخت هوشمند ارائه می‌کند. با این حال، رسیدگی به شکاف‌های دانش شناسایی‌شده و پیگیری جهت‌گیری‌های پیشنهادی تحقیقاتی آتی برای پیشبرد این حوزه و دستیابی به هدف ایجاد شهرهای هوشمند پایدار و اقتصادی ضروری خواهد بود.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی جامعی که انجام شد، آشکار است که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند برای افزایش پایداری و توسعه اقتصادی شهرها اساسی است. این سند اهمیت استراتژی‌های نوآورانه و فناوری‌های پیشرفته مانند دستگاه‌های اینترنت اشیا و تحلیل داده‌ها را در بهبود کارایی انرژی و حمل و نقل برجسته می‌کند. علاوه بر این، بر اهمیت شراکت‌های عمومی و خصوصی در توسعه شهری پایدار از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند تأکید شده است.

از جمله نتایج حاصل از روش‌ها و استراتژی‌های عنوان شده می‌توان دریافت که نقش زیرساخت‌های هوشمند در ایجاد فرصت‌های رشد اقتصادی، پیشرفت نوآوری و بهبود کیفیت زندگی شهری را تأکید می‌کند. روشن است که زیرساخت‌های هوشمند، همراه با منابع انرژی تجدیدپذیر و سیستم‌های سبز، می‌توانند به ایجاد شهرهای انعطاف‌پذیر، محیط زیست‌دوست و اقتصادی رونق‌بخش کمک کنند.

در آخر، بینش‌های ارزشمندی را در روش‌ها و استراتژی‌های مختلف برای بهبود پایداری و رفاه اقتصادی شهرها از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هوشمند ارائه می‌دهد. با این حال، بر نیاز به تحقیقات و تلاش‌های بیشتر برای پل کردن شکاف‌های دانش موجود و دستیابی به هدف ایجاد شهرهای هوشمند پایدار و اقتصادی در آینده هم اشاره شده است.



منابع

- قلی پور، رحمت اله، درویش زاده، محمد مهدی، پیران نژاد، علی. (۱۳۹۸). بررسی روش‌ها، منابع‌ها و مانع‌های دستیابی به درآمد پایدار شهری (مطالعه موردی: شهرداری ارومیه). مدیریت دولتی، ۱۱(۱)، ۱۵۱-۱۷۸. doi: 10.22059/jipa.2019.272409.24631۷۸-۱۵۱
- Berglund, E., Monroe, J. G., Ahmed, I., Noghbaei, M., Do, J., Pesantez, J. E., Fasaee, M. A. K., Bardaka, E., Han, K. K., Proestos, G. & Levis, J. (2020). Smart Infrastructure: A Vision for the Role of the Civil Engineering Profession in Smart Cities. <https://www.semanticscholar.org/paper/088afe931b4dfd9d8517a4f2815417b1c6f2ead9>
- Broo, D. G., Bravo-Haro, M. & Schooling, J. (2022). Design and implementation of a smart infrastructure digital twin. <https://www.semanticscholar.org/paper/065729bb61855232021edb45a3d2ffdeac538d19>
- Derawi, M., Dalveren, Y. & Cheikh, F. A. (2020). Internet-of-Things-Based Smart Transportation Systems for Safer Roads. <https://www.semanticscholar.org/paper/04f3f1143f75bf8196d77acc736d7c31de07522c>
- Khattak, A. & Mahdinia, I. (2022). Connected and Automated Vehicles Investment and Smart Infrastructure in Tennessee with implications for intelligent mobility in. <https://www.semanticscholar.org/paper/641f5b1c49dcfad1eeafd6f165075393c7fc3fda>
- Rode, S., Guevara, S. & Bonnefond, M. (2018). Resilience in urban development projects in flood-prone areas: a challenge to urban design professionals. <https://www.semanticscholar.org/paper/edc29edb725a50d6c87b26c763b38b71fa7a9436>
- Samuelssona, K., Giustib, M., Petersonb, G. D., Legebyc, A., Brandta, S. A. & Barthela, S. (2021). Landscape and Urban Planning Impact of environment on people's everyday experiences in Stockholm. <https://www.semanticscholar.org/paper/4ec06b6a424965b5e997819a66664f5a40ca95f1>
- Selim, A. M. & ElGohary, A. (2020). Public-private partnerships (PPPs) in smart infrastructure projects: the role of stakeholders. <https://www.semanticscholar.org/paper/195642fa3e5a1f7e444495cb21f9f1027618ade2>
- Sun, N., Shi, H., Han, G., Wang, B. & Shu, L. (2020). Dynamic Path Planning Algorithms With Load Balancing Based on Data Prediction for Smart Transportation Systems. <https://www.semanticscholar.org/paper/911908c834214ca86c339b16a5339faae1d9ee5c>
- Wang, X., Li, W., Luo, Z., Wang, K. & Shah, S. P. (2022). Design, characteristic and application of phase change materials for sustainable and energy efficient buildings: A review. <https://www.semanticscholar.org/paper/5a2b505781bd1d2f8e8c41369b0e8748c239a0b7>
- Zhao, J., Patwary, A. K., Qayyum, A., Alharthi, M., Bashir, F., Mohsin, M., Hanif, I. & Abbas, Q. (2022). The determinants of renewable energy sources for the fueling of green and sustainable economy. <https://www.semanticscholar.org/paper/7f017db3717d7bd5a374fd8877ee44fa63a9f39>
- Hjort, J., Streletskiy, D., Doré, G., Wu, Qingbai., Bjella, K., & Luoto, M. (2022). Impacts of permafrost degradation on infrastructure. Nature Reviews Earth & Environment , 3 , 24 - 38 . <http://doi.org/10.1038/s43017-021-00247-8>
- Castro, Miguel., Jara, A., & Gómez-Skarmeta, A.. (2013). Smart Lighting Solutions for Smart Cities. 2013 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops , 1374-1379 . <http://doi.org/10.1109/WAINA.2013.254>
- Yigitcanlar, Tan., & Cugurullo, Federico. (2020). The Sustainability of Artificial Intelligence: An Urbanistic Viewpoint from the Lens of Smart and Sustainable Cities. Sustainability. <http://doi.org/10.3390/su12208548>
- Visvizi, Anna., Lytras, Miltiadis Demetrios., Damiani, E., & Mathkour, H.. (2018). Policy making for smart cities: innovation and social inclusive economic growth for sustainability. Journal of Science and Technology Policy Management. <http://doi.org/10.1108/JSTPM-07-2018-079>
- Gravagnuolo, A., Angrisano, M., & Girard, Luigi Fusco. (2019). Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. Sustainability. <http://doi.org/10.3390/SU11133512>
- Vardakas, J., Zorba, N., & Verikoukis, C.. (2015). A Survey on Demand Response Programs in Smart Grids: Pricing Methods and Optimization Algorithms. IEEE Communications Surveys & Tutorials , 17 , 152-178 . <http://doi.org/10.1109/COMST.2014.2341586>
- Moreno, Carlos., Allam, Z., Chabaud, Didier., Gall, Catherine., & Pralong, F.. (2021). Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. Smart Cities. <http://doi.org/10.3390/SMARTCITIES4010006>
- Komninos, N., Kakderi, C., Panori, A., & Tsarchopoulos, P.. (2018). Smart City Planning from an Evolutionary Perspective. Journal of Urban Technology , 26 , 20 - 3. <http://doi.org/10.1080/10630732.2018.1485368>



- Allam, Z., Sharifi, Ayyoob., Bibri, Simon Elias., Jones, David S., & Krogstie, J.. (2022). The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. *Smart Cities*. <http://doi.org/10.3390/smartcities5030040>
- Silva, Christopher J., Johnson, W., Solis, E., Patterson, M. D., & Antcliff, Kevin R. (2018). VTOL Urban Air Mobility Concept Vehicles for Technology Development. 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference. <http://doi.org/10.2514/6.2018-3847>
- Ismagilova, Elvira., Hughes, Laurie., Rana, N., & Dwivedi, Yogesh Kumar. (2020). Security, Privacy and Risks Within Smart Cities: Literature Review and Development of a Smart City Interaction Framework. *Information Systems Frontiers*, 24, 393 - 414. <http://doi.org/10.1007/s10796-020-10044-1>
- Barry Ness, Evelin Urbel-Piirsalu, Stefan Anderberg, Lennart Olsson, Categorising tools for sustainability assessment, *Ecological Economics*, Volume 60, Issue 3, 2007, Pages 498-508, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>
- Pramit Verma, A.S. Raghubanshi, Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities, *Ecological Indicators*, Volume 93, 2018, Pages 282-291, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.007>
- Ali, Syed Mithun, Andrea Appolloni, Fausto Cavallaro, Idiano D'Adamo, Assunta Di Vaio, Francesco Ferella, Massimo Gastaldi, Muhammad Ikram, Nallapaneni Manoj Kumar, Michael Alan Martin, and et al. 2023. "Development Goals towards Sustainability" *Sustainability* 15, no. 12: 9443. <https://doi.org/10.3390/su15129443>
- Hjort, J., Streletskiy, D., Dore, G., Wu, Q., Bjella, K., & Luoto, M. (2022). Impacts of permafrost degradation on infrastructure. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(1), 24-38. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00247-8>
- Hetzel, M., Reichert, H., Doll, K. & Sick, B. (2021). Smart Infrastructure: A Research Junction. *IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)*,: IEEE.
- Ghanem, S., Kanungo, P., Panda, G. et al. Lane detection under artificial colored light in tunnels and on highways: an IoT-based framework for smart city infrastructure. *Complex Intell. Syst.* 9, 3601–3612 (2023). <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00381-2>
- Aleksy Kwilinski & Oleksii Lyulyov & Henryk Dzwigol & Ihor Vakulenko & Tetyana Pimonenko, 2022. "**Integrative Smart Grids' Assessment System**," *Energies*, MDPI, vol. 15(2), pages 1-18, January.
- Hu, Huanhuan & Longxia, Liao & Zhao, Junhui. (2022). Secure Authentication and Key Agreement Protocol for Cloud-Assisted Industrial Internet of Things. *Electronics*. 11. 1652. [10.3390/electronics11101652](https://doi.org/10.3390/electronics11101652)
- Tamilselvi Selvaraj, Ramasubbu Rengaraj, GiriRajanbabu Venkatakrishnan, SoundhariyaGanesan Soundararajan, Karuppiiah Natarajan, PraveenKumar Balachandran, PrinceWinston David, Shitharth Selvarajan, "Environmental Fault Diagnosis of Solar Panels Using Solar Thermal Images in Multiple Convolutional Neural Networks", *International Transactions on Electrical Energy Systems*, vol. 2022, Article ID 2872925, 16 pages, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2872925>
- El-Zahab, Samer & Assad, Ahmed & Mohammed Abdelkader, Eslam & Zayed, Tarek. (2017). Collective thinking approach for improving leak detection systems. *Smart Water*. 2. 3. [10.1186/s40713-017-0007-9](https://doi.org/10.1186/s40713-017-0007-9)
- Chriqui, J. F., Leider, J., Thrun, E., Nicholson, L. M., & Slater, S. J. (2017). Pedestrian-oriented zoning is associated with reduced income and poverty disparities in adult active travel to work, United States. *Preventive medicine*, 95 Suppl (Suppl), S126–S133. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.10.003>
- Foster Provost and Tom Fawcett. Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*. Mar 2013. 51-59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Pramit Verma, A.S. Raghubanshi, Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities, *Ecological Indicators*, Volume 93, 2018, Pages 282-291, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.007>
- Miloš Stanković, Milkica Nešić, Association of internet addiction with depression, anxiety, stress, and the quality of sleep: Mediation analysis approach in Serbian medical students, *Current Research in Behavioral Sciences*, Volume 3, 2022, 100071, ISSN 2666-5182, <https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2022.100071>
- Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of Sustainability Indices and Indicators: Towards a New City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32, 94-106. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>
- Didem Gürdür Broo, Miguel Bravo-Haro, Jennifer Schooling, Design and implementation of a smart infrastructure digital twin, *Automation in Construction*, Volume 136, 2022, 104171, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104171>
- Siyu Ren, Yu Hao, Lu Xu, Haitao Wu, Ning Ba, Digitalization and energy: How does internet development affect China's energy consumption?, *Energy Economics*, Volume 98, 2021, 105220, ISSN 0140-9883, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105220>
- Jayasena, Nimesha Sahani, Daniel W. M. Chan, and Mohan M. Kumaraswamy. 2022. "Is Public-Private Partnership (PPP) a Preferred Strategy for Procuring Smart Infrastructure in Developed Countries: An Empirical Study of the Perceived Benefits, Barriers and Recommended Strategies" *Sustainability* 14, no. 11: 6421. <https://doi.org/10.3390/su14116421>



- Ding, Chenhui, Chao Liu, Chuiyong Zheng, and Feng Li. 2022. "Digital Economy, Technological Innovation and High-Quality Economic Development: Based on Spatial Effect and Mediation Effect" *Sustainability* 14, no. 1: 216. <https://doi.org/10.3390/su14010216>
- Abusharekh, Nader H.; Al Shobaki, Mazen J.; Abu-Naser, Samy S. & Talla, Suliman A. El (2020). The Level of Creativity at the University of Palestine from the Employees Point of View. *International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR)* 4 (10):45-56.
- Johnson, T. G., & Deaton, B. J. (1988). Local infrastructure investment in rural America by Thomas G. Johnson., Retrieved, from, https://openlibrary.org/books/OL2392154M/Local_infrastructure_investment_in_rural_America
- Commonwealth iLibrary,(2020), Unlocking Investment for Digital Infrastructure and Smart Cities.. ([Unlocking Investment for Digital Infrastructure and Smart Cities, 2020](#))
- [Almarri, K.](#) and [Boussabaine, H.](#) (2023), "Critical success factors for public-private partnerships in smart city infrastructure projects", *Construction Innovation*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2022-0072>
- Andersson, H., L. Hultkrantz, J.-. Nilsson, and G. Lindberg, 2018 "Economic Analysis for Investment Priorities in Sweden's Transport Sector." *Journal of Benefit-Cost Analysis* 9(1), pp. 120- 146
- Wang, X., Li, W., Luo, Z., Wang, K., & Shah, S. P. (2022). A critical review on phase change materials (PCM) for sustainable and energy efficient building: Design, characteristic, performance and application. *Energy and Buildings*, 260, Article 111923. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.111923>
- Kirikkaleli, D., Ali, M. & Altuntaş, M. Environmental sustainability and public-private partnerships investment in energy in Bangladesh. *Environ Sci Pollut Res* 29, 56068–56078 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19771-1>
- Carter B. Casady & David Baxter, 2020. "[Pandemics, public-private partnerships \(PPPs\), and force majeure | COVID-19 expectations and implications](#)," *Construction Management and Economics*, Taylor & Francis Journals, vol. 38(12), pages 1077-1085, December.
- Jiangang Shi & Kaifeng Duan & Guangdong Wu & Rui Zhang & Xiaowei Feng, 2020. "[Comprehensive metrological and content analysis of the public-private partnerships \(PPPs\) research field: a new bibliometric journey](#)," *Scientometrics*, Springer; Akadémiai Kiadó, vol. 124(3), pages 2145-2184, September.
- Jayasena, Nimesha & Chan, Dr Daniel & Kumaraswamy, Mohan & Saka, Abdullahi. (2022). Applicability of public-private partnerships in smart infrastructure development: the case of Hong Kong. *International Journal of Construction Management*. 23. 1-13. [10.1080/15623599.2022.2027076](https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2027076).
- Nimesha Sahani Jayasena, Daniel W. M. Chan, Mohan M. Kumaraswamy & Abdullahi B. Saka (2023) Applicability of public-private partnerships in smart infrastructure development: the case of Hong Kong, *International Journal of Construction Management*, 23:11, 1932-1944, DOI: [10.1080/15623599.2022.2027076](https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2027076)
- Ersoy Mirici, Merve. 2022. "The Ecosystem Services and Green Infrastructure: A Systematic Review and the Gap of Economic Valuation" *Sustainability* 14, no. 1: 517. <https://doi.org/10.3390/su14010517>