| GES | Journal of Geography and Environmental Studies, 13 (52), Winter 2024<br>https://sanad.iau.ir/journal/ges<br>ISSN: 2008-7845<br>Doi: 10.71740/ges.2024.1189128 |
| --- | --- |

Research Paper
Received: 02 July 2024
Revised: 20 October 2024
Acceped: 08 November 2024

# The Analysis of Artificial Intelligence's Impact on Urban Sustainability (Case Study: Bushehr City)

**Majid Goodarzi [1*], Mohammad Hajian[2]**

1. Associate Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. (Corresponding Author)
E-Mail: m.goodarzi@scu.ac.ir
2. Ph.D. Student of Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

## Abstract
Given the increasing challenges such as climate change, population growth, and resource limitations in urban areas, the need to utilize modern technologies, particularly artificial intelligence, to achieve sustainable urban development is felt more than ever. A sustainable city ensures quality of life for future generations by reducing pollution, enhancing social interactions, and establishing resilient infrastructure. In line with this, the present study aims to analyze the impact of artificial intelligence on the sustainability of Bushehr city. To achieve this goal, four main components of a sustainable city were utilized: environmental sustainability, social sustainability, economic sustainability, and management. This research is applied in purpose, and descriptive-analytical in nature and method, employing a mixed-methods approach for data analysis. Quantitative data analysis was conducted using SPSS software, while qualitative data analysis was performed using MAXQDA software. The study's findings indicate that artificial intelligence has varying impacts on the four sustainability components and the overall urban sustainability of Bushehr. Some components, such as economic and environmental, have seen greater improvement, whereas the social and management components require further attention. According to the research findings, artificial intelligence can play a pivotal role in enhancing sustainability; therefore, to fully leverage the benefits of this technology, it is essential to address challenges related to insufficient infrastructure and cultural resistance.

**Keywords**: Artificial intelligence, urban planning, urban sustainability, Bushehr city.

**Citation**: Goodarzi, M.; Hajian, M. (2024), The Analysis of Artificial Intelligence's Impact on Urban Sustainability (Case Study: Bushehr City), Journal of Geography and Environmental Studies, 13 (52), 94-111. Doi: 10.71740/ges.2024.1189128

**Copyrights:**
Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. **Publisher: Islamic Azad University of Najafabad**

Doi: 10.71740/ges.2024.1189128

مقاله پژوهشی

# تحلیل تأثیر هوش مصنوعی بر پایداری شهری (مطالعه موردی؛ شهر بوشهر)

**مجید گودرزی[1*]، محمد حاجیان[2]**

۱. دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

## چکیده

با توجه به چالش‌های روزافزون مانند تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت و محدودیت‌های منابع در شهرها، ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین به‌ویژه هوش مصنوعی برای تحقق توسعه پایدار شهری بیش‌ازپیش احساس می‌شود. شهر پایدار با کاهش آلودگی، افزایش تعاملات اجتماعی و ایجاد زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر، کیفیت زندگی را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کند. در همین راستا پژوهش حاضر باهدف تحلیل تأثیر هوش مصنوعی بر پایداری شهر بوشهر تدوین شده است. برای دستیابی به این هدف از چهار مؤلفه اصلی شهر پایدار شامل پایداری زیست‌محیطی، پایداری اجتماعی، پایداری اقتصادی و مدیریتی استفاده شده است. این پژوهش ازنظر هدف، کاربردی و ازنظر ماهیت و روش، توصیفی- تحلیلی بوده که برای تحلیل داده‌ها از روش ترکیبی استفاده گردیده است. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و نرم‌افزار MAXQDA استفاده شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی تأثیرات متفاوتی بر مؤلفه‌های چهارگانه و پایداری شهری بوشهر دارد. برخی مؤلفه‌ها مانند اقتصادی و زیست‌محیطی بهبودیافته‌تر بوده‌اند و مؤلفه‌های اجتماعی و مدیریتی نیازمند توجه بیشتری می‌باشند. با توجه به یافته‌های تحقیق هوش مصنوعی می‌تواند نقش محوری را در افزایش پایداری ایفا نماید؛ بنابراین برای بهره‌مندی کامل از مزایای این فناوری لازم است چالش‌های مرتبط با زیرساخت‌های ناکافی و مقاومت فرهنگی برطرف شوند.

**کلمات کلیدی**: هوش مصنوعی، برنامه‌ریزی شهری، پایداری شهری، شهر بوشهر.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۴/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۷

**نویسنده مسئول:** مجید گودرزی، دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
m.mohammadi4263@gmail.com

**نحوه ارجاع به مقاله:**

گودرزی، مجید؛ حاجیان، محمد (۱۴۰۳)، تحلیل تأثیر هوش مصنوعی بر پایداری شهری (مطالعه موردی؛ شهر بوشهر)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۳ (۵۲)، ۱۱۱-۹۴. Doi: 10.71740/ges.2024.1189128

**Copyrights:**

Copyright for this article is retained by the author (s), with publication rights granded to Journal of Geography and Environmental Studies. This is an open – acsses article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. **Publisher: Islamic Azad University of Najafabad**

## بیان مسأله

شهرها به‌عنوان ه سته‌های اقت صادی، اجتماعی و فرهنگی، نقش کلیدی در زندگی ان سان‌ها ایفا می‌کنند. با توجه به چالش‌های روزافزون مانند تغییرات اقلیمی، ر شد جمعیت و محدودیت‌های منابع، ضرورت ا ستفاده از فناوری‌های نوین به‌ویژه هوش مصنوعی برای تحقق توسعه پایدار در شهرها بیش‌ازپیش احساس می‌شود. هوش مصنوعی با توانمندی‌های خود در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و پیش‌بینی الگوها، می‌تواند به بهبود مدیریت شهری و ارتقای کیفیت زندگی شهروندان کمک کند. هوش م صنوعی به‌عنوان یک ابزار قوی می‌تواند به بهینه سازی سیستم‌های شهری کمک کند. به‌عنوان‌مثال، با ا ستفاده از الگوریتم‌های پی شرفته، می‌توان به مدیریت ترافیک و کاهش ترافیک شلوغ کمک کرد. تحقیقات ن شان می‌دهد هوش م صنوعی در مدیریت ترافیک و منابع آب (مانند کاهش زمان سفر و م صرف انرژی) مؤثر ا ست (World Economic Forum, 2022 و Li & kang, 2020). باوجود پتان سیل‌های بالای هوش م صنوعی، پیاده سازی آن در مدیریت شهری با چالش‌هایی مواجه ا ست. یکی از این چالش‌ها، مقاومت اجتماعی و نهادی در برابر تغییرات است. بسیاری از شهروندان و مدیران شهری نسبت به فناوری‌های نوین بی‌اعتمادند و این موضوع می‌تواند مانع از پیاده‌سازی موفق هوش مصنوعی در شهرها شود. همچنین، مسائل مرتبط با حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، از دیگر موانع جدی ه ستند. بر ا ساس یک مطالعه، شهروندان نگران حریم خ صو صی خود در ا ستفاده از فناوری‌های هو شمند ه ستند (Abas & Sheikh, 2021). کمبود زیر ساخت‌های فناوری، مقاومت فرهنگی و نبود آگاهی کافی در جامعه درباره مزایای هوش م صنوعی، ازجمله موانع جدی مح سوب می شوند (Khan et al., 2021). به‌علاوه، هماهنگی ارزش‌های فرهنگی محلی با فناوری‌های نوین، یکی از نکات کلیدی در پذیرش عمومی و موفقیت طرح‌های هوش م صنوعی مح سوب می شود (Nam & Pardo, 2021). شهر بو شهر، با تاریخ غنی و موقعیت راهبردی خود در جنوب ایران، به دلیل جایگاه منح صربه‌فرد خود نیازمند نوآوری‌هایی در حوزه مدیریت شهری و پایداری ا ست . این پژوهش با هدف شنا سایی قابلیت‌ها و محدودیت‌های هوش م صنوعی در ارتقای پایداری شهری در این شهر، می‌تواند به ارائه راهکارهای عملی و مؤثر در بهبود کیفیت زندگی شهروندان کمک کند. با توجه به چالش‌های موجود، ضروری است که برنامه‌ریزان شهری به‌دقت به برر سی این فناوری پرداخته و ضمن شناسایی مزایا، به فکر رفع موانع نیز باشند. این تحقیق می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سایر شهرهای ایرانی در جهت بهره‌برداری از هوش مصنوعی در راستای توسعه پایدار شهری مطرح شود.

## پیشینه پژوهش

تأثیر هوش مصنوعی بر توسعه پایدار شهری مسئله‌ای است که با توجه به رشد روزافزون فناوری و نیاز به مدیریت هوشمندانه منابع شهری اهمیت یافته است. در این بخش، پیشینه تحقیقاتی پیرامون استفاده از هوش مصنوعی در بهبود پایداری شهری ارائه می‌شود. .. سانتوس و آلمدیا[1] (۲۰۲۲) در پژوهشی به برر سی ا ستفاده از هوش م صنوعی برای افزایش تاب‌آوری شهری در برابر تغییرات آب و هوایی و بلایای طبیعی به این نتیجه ر سیدند که الگوریتم‌های مبتنی بر داده‌های کلان می‌توانند به شنا سایی نقاط ضعف زیر ساخت‌های شهری کمک کرده و ا ستراتژی‌های مقابله با بحران را بهبود دهند. چن و هوانگ[2] (۲۰۲۳) در پژوه شی به نقش هوش مصنوعی در افزایش مشارکت اجتماعی در برنامه‌ریزی شهری پرداخته که نتایج نشان داد ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به جذب شهروندان در فرآیند ت صمیم‌گیری و برنامه‌ریزی کمک کرده و شهروندان را در ت صمیمات مربوط به تو سعه شهری دخیل کنند. نگویین و لی[3] (۲۰۲۳) در پژوه شی نقش هوش م صنوعی در بهینه سازی مدیریت پ سماند شهری را برر سی

1. Santos & Almeida
2. Chen & Huang
3. Nguyen & Lee

کرده که نتایج ن شان داد با ا ستفاده از تحلیل داده‌ها و الگوریتم‌های پیش‌بینانه، می‌توان تولید زباله را پیش‌بینی و به بهبود فرایند جمع‌آوری و سیستم‌های بازیافت پرداخت. سینگ و همکاران [1](۲۰۲۴) به تحلیل روندهای تحقیقاتی در کاربرد هوش مصنوعی در اهداف توسعه پایدار پرداخته که نتایج نشان می‌دهد استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به طور چشمگیری در حل مشکلات جهانی مانند تغییرات اقلیمی، فقر و بهبود زیرساخت‌های شهری مؤثر باشد. بلو و همکاران [2](۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی موانع و عوامل مؤثر در ایجاد شهرهای هوشمند پایدار در کشورهای در حال توسعه، با تمرکز بر نیجریه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که چالش‌هایی نظیر کمبود منابع مالی و زیر ساخت‌ها، همراه با عواملی مانند حمایت دولتی و فناوری‌های نوین، تأثیر زیادی بر موفقیت پروژه‌های شهری پایدار دارند. در مطالعه‌ای دیگر توسط علیرضا انوشه یی و علی اکبر رضایی (۱۴۰۲) با موضوع ارزیابی نقش ابزارهای هوش مصنوعی در توسعه شهری نشان دادند افزایش مشارکت عمومی شهروندان موجب میشود که جامعه خواهان ا ستفاده از فناوریهای نوین ازجمله ابزارهای هوش مصنوعی در را ستای افزایش همکاری شهروندان با شد. همچنین در پژوهشی دیگری منوریان و همکاران (۱۴۰۲) با مو ضوع چارچوب خط‌مشی‌گزاری برای‌به‌کارگیری سامانه‌های هوش م صنوعی در حوزه شهری با استفاده از رویکرد فراترکیب، یک چارچوب استعاری به نام «پلکان سیاست‌گذاری هوش مصنوعی برای شهرها» شامل پنج پله ا ست: جهان‌بینی، جامعه، نظام حقوقی، مدیریت شهری و مدیریت فناوری ارائه دادند. عنابستانی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوه شی به تبیین اثرگذاری هوش م صنوعی بر بهبود کیفیت زندگی شهروندان پرداخته ا ست که نتایج پژوهش بیان کرد سیاست‌گذاری‌های بخش دولتی و مدیریت شهری می‌تواند به بهبود خدمات شهری، بهینه‌سازی منابع، کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی به تحقق شهر هو شمند کمک نماید . در پژوهش دیگری تو سط سیده زهرا حسینی و همکاران (۱۴۰۳) به تحلیل عوامل تبیین نقش هوش مصنوعی در برنامه ریزی شهری و تو سعه شهرها پرداخته شد که نتایج ن شان داد ت صمیم‌گیری‌های خودکار، مدیریت زیر ساخت‌ها، به حداقل ر ساندن ا شتباهات، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، عر ضهٔ خدمات و بهبود بهره‌وری از محورهای کاربردی هوش مصنوعی در شهرها و برنامه‌ریزی شهری ا ست. پژوهش‌های مذکور ن شان می‌دهند که هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری کلیدی می‌تواند نقش بسزایی در بهبود پایداری شهری ایفا کند. نوآوری پژوهش حاضر در چند محور اساسی قابل تبیین ا ست. نخ ست، این پژوهش برای اولین بار به برر سی جامع تأثیر هوش م صنوعی بر تمامی ابعاد پایداری شهری ( شامل پایداری اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و مدیریتی) در شهر بو شهر به عنوان یک شهر ساحلی درحال تو سعه پرداخته است. این رویکرد چندبعدی امکان تحلیل عمیق‌تر و شناخت بهتر از اثرات متقابل فناوری و پایداری شهری را فراهم می‌کند. دوم، بهره‌گیری از روش ترکیبی (کمی و کیفی) و استفاده هم‌زمان از نرم‌افزارهای SPSS و MAXQDA برای تحلیل داده‌ها، منجر به ارائه ت صویری دقیق و چندلایه از و ضعیت موجود و تأثیرات بالقوه هوش مصنوعی شده ا ست. سوم، تمرکز ویژه بر چالش‌های زیرساختی و فرهنگی شهر بو شهر در مسیر بهره‌گیری از هوش مصنوعی، از دیگر ابعاد نوآورانه این تحقیق است که راهکارهای عملی و سیاست‌گذاری‌های بومی برای توسعه پایدار شهری را هدف قرار داده است.

## مبانی نظری

### هوش مصنوعی و کاربردهای آن

هوش مصنوعی به سیستمی اطلاق می شود که قابلیت یادگیری، ا ستدلال و ت صمیم‌گیری هو شمندانه بر ا ساس داده‌ها را دارد. با ا ستفاده از الگوریتم‌های پیچیده، به ما شین‌ها امکان می‌دهد تا بدون نیاز به برنامه‌نوی سی صریح، از تجربه یاد بگیرند و در

1. Singh
2. Bello

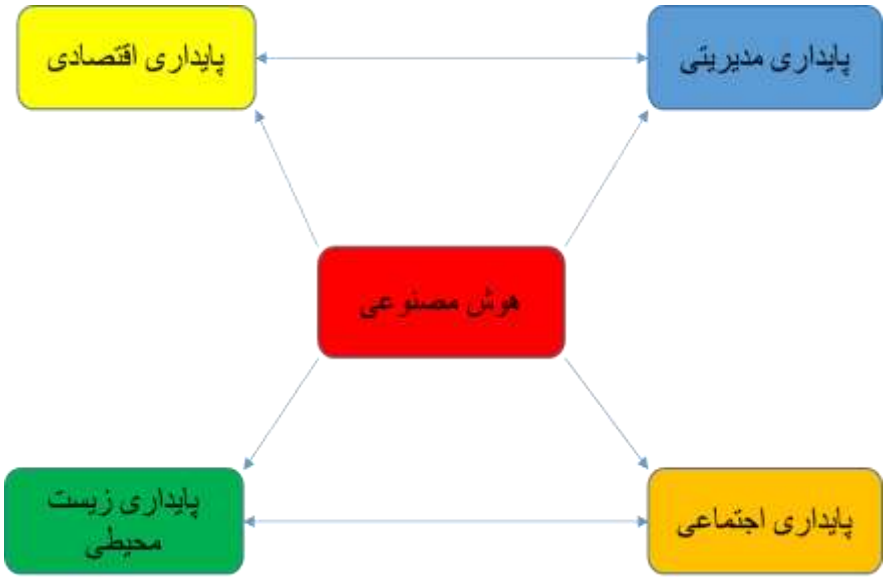
موقعیت‌های جدید ، ت صمیمات بهینه اتخاذ کنند. این فناوری شامل یادگیری ما شین، پردازش زبان طبیعی، بینایی کامپیوتری و رباتیک است و می‌تواند در تحلیل داده‌های کلان، پیش‌بینی رفتارهای شهری و بهینه‌سازی منابع به کار گرفته شود. (Russell & Norvig, 2021: 15). یکی از چالش‌های ا صلی شهرها، به‌ویژه در مناطق خ شک و کم‌آب مانند بو شهر، مدیریت منابع طبیعی ا ست. هوش م صنوعی می‌تواند با ا ستفاده از داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های پی شرفته، الگوهای م صرف انرژی و آب را تحلیل کرده و راهکارهایی برای بهینه سازی م صرف ارائه دهد (Gonzalez et al., 2023). به‌عنوان مثال: سیستم‌های مدیریت هو شمند شبکه‌های برق: که می‌توانند با استفاده از داده‌های مصرف، عرضه برق را به‌طور بهینه تنظیم کنند و از هدر رفت انرژی جلوگیری کنند. مدیریت منابع آب: که از طریق پایش و تحلیل داده‌های مربوط به جریان‌های آب، م صرف خانگی و ن شت‌ها، می‌توانند بهینه‌سازی توزیع آب و جلوگیری از هدر رفت را ممکن سازد.

حمل‌ونقل شهری یکی از بزرگ‌ترین عوامل آلودگی‌های زیست محیطی در شهرهای پرترافیک است. هوش مصنوعی می‌تواند از طریق تحلیل داده‌های ترافیکی و استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به بهبود جریان ترافیک کمک کرده و زمان سفر و م صرف سوخت را کاهش دهد. این امر به کاهش آلودگی‌های نا شی از و سایل نقلیه کمک خواهد کرد (Khan et al., 2023). کیفیت هوا و آب دو عن صر کلیدی برای حفظ سلامتی و پایداری زی ست‌محیطی شهرها ه ستند. هوش م صنوعی با ا ستفاده از سن سورها و تحلیل داده‌های محیطی می‌توانند کیفیت هوا و آب را به‌طور مداوم ر صد کند و در صورت بروز م شکلات زی ست‌محیطی ه شدار دهد. این رویکرد در شهر بو شهر که با چالش‌های زی ست محیطی متعددی روبرو ا ست، اهمیت ویژه‌ای دارد.

یکی دیگر از حوزه‌های کلیدی که هوش مصنوعی می‌تواند در آن تأثیرگذار با شد، مدیریت پسماند است. سیستم‌های هو شمند مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با تحلیل داده‌های جمع‌آوری پسماند، زمان‌بندی‌های بهینه برای جمع‌آوری زباله‌ها و مکان‌های بهینه برای دفع آن‌ها را تعیین کنند.

## توسعه پایدار شهری

توسعه پایدار شهری به معنای ایجاد شهرهایی است که قادر به ارائه خدمات باکیفیت به ساکنین خود باشند و درعین‌حال، استفاده از منابع طبیعی، ر شد اقت صادی و عدالت اجتماعی را در نظر بگیرند. بر ا ساس گزارش کمی سیون برانتلند (۱۹۸۷)، تو سعه پایدار به‌گونه‌ای تعریف می‌شود که «نیازهای نسل حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی‌های نسل‌های آینده برای تأمین نیازهای خود» برآورده کند. پایداری شهری به‌عنوان یک رویکرد کلیدی در تو سعه شهرها، به دنبال ایجاد تعادل میان نیازهای اقت صادی، اجتماعی و زی ست‌محیطی ا ست. با توجه به ر شد سریع شهرن شینی و چالش‌های نا شی از آن، هوش م صنوعی به‌عنوان ابزاری نوآورانه برای ارتقاء کیفیت زندگی و افزایش پایداری شهری در حال ظهور است.(Zhou et al., 2023) پایداری شهری معمولاً به سه بعد ا صلی تقسیم می شود: اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی. هر یک از این ابعاد نیازمند توجه ویژه‌ای هستند تا تو سعه شهری به‌صورت جامع و پایدار انجام شود.(Elkington, 2022) این امر منجر به افزایش رضایت شهروندان و مشارکت آن‌ها در فرآیندهای تصمیم‌گیری می‌شود. همچنین، هوش مصنوعی می‌تواند در شناسایی الگوهای جرم و جنایت کمک کند که منجر به افزایش امنیت عمومی خواهد شد. در بعد زی ست‌محیطی، هوش م صنوعی می‌تواند در مدیریت منابع طبیعی، کاهش آلودگی و پیش‌بینی تغییرات اقلیمی نقش مهمی ایفا کند. (Gonzalez et al., 2023) همچنین، می‌تواند در نظارت بر کیفیت هوا و شناسایی منابع آلودگی نیز مؤثر باشد.




شکل (۱): مدل مفهومی پژوهش

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی است، زیرا هدف آن ارائه راهکارهایی برای بهبود پایداری شهری از طریق هوش مصنوعی در شهر بوشهر است و ازنظر ماهیت توصیفی-تحلیلی می‌باشد. پژوهش از نوع ترکیبی (کمی و کیفی) بوده و داده‌های کمی و کیفی را به‌طور هم‌زمان جمع‌آوری و تحلیل شدند. جامعه آماری این تحقیق شامل دو گروه اصلی است: مدیران شهری و متخصصان حوزه پایداری و هوش مصنوعی: این گروه شامل مدیران و مسئولان بخش‌های مختلف شهرداری بوشهر، متخصصان هوش مصنوعی، برنامه‌ریزان شهری و کارشناسان حوزه پایداری است. شهروندان بوشهر: این گروه شامل ساکنان شهر بوشهر به‌عنوان ذینفعان اصلی هوشمندسازی شهری می‌باشد. برای انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی‌شده استفاده شد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران محاسبه، که با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای ۵٪، حجم نمونه‌ای معادل ۳۸۴ نفر برای گروه شهروندان و ۲۰ نفر برای گروه متخصصان محاسبه شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از دو روش اصلی استفاده شد روش کتابخانه‌ای (اسنادی) که در این مرحله، مرور و بررسی متون علمی، مقالات معتبر، گزارش‌های رسمی و کتاب‌های مرتبط با حوزه هوش مصنوعی و پایداری شهری انجام پذیرفت. روش پیمایشی (میدانی): برای جمع‌آوری داده‌های میدانی، دو ابزار به کار گرفته شد: پرسشنامه‌ای محقق‌ساخت که شامل سؤالات بسته با مقیاس لیکرت ۵ گزینه‌ای (از بسیار مخالفم تا بسیار موافقم) بود. با گروه مدیران و متخصصان، مصاحبه‌هایی نیمه‌ساختاریافته انجام شد تا اطلاعات کیفی دقیق‌تری درباره فرصت‌ها، چالش‌ها و راهکارهای بهره‌گیری از هوش مصنوعی در توسعه شهری به دست آید. برای تأیید روایی (اعتبار) ابزار تحقیق، از روایی محتوایی استفاده شد. به همین منظور پرسشنامه‌ها و سؤالات مصاحبه ابتدا به چند تن از اساتید و متخصصان در حوزه‌های مدیریت شهری و هوش مصنوعی ارائه شد تا نظرات و پیشنهادات آن‌ها برای بهبود ابزار اخذ گردد. نهایتاً پس از بررسی‌های مکرر و اعمال تغییرات لازم نظرات اساتید به تفاهم رسید. همچنین برای اطمینان از قابلیت اطمینان پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد مقدار آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده برابر با ۰/۸۱ بود که نشان می‌دهد یک سازگاری مناسب میان سؤالات برقرار می‌باشد. برای تحلیل تحلیل توصیفی از شاخص‌های آماری نظیر فراوانی، میانگین و انحراف معیار و در تحلیل استنباطی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های کمی از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد که شامل آزمون‌های آماری نظیر آزمون t تک نمونه‌ای و تحلیل واریانس (ANOVA) بود تا تفاوت میانگین‌ها و رابطه میان متغیرها سنجیده شود. همچنین از تحلیل رگرسیون برای بررسی تأثیر متغیر مستقل (هوش

مصنوعی) بر متغیر وابسته (پایداری شهری) استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های کیفی حاصل از مصاحبه نیمه ساختاریافته از نرم‌افزار کیفی MAXQDA استفاده شد. در این بخش ابتدا مصاحبه‌ها و متن‌های کیفی جمع‌آوری شده به صورت دقیق مطالعه شدند و کدهای اولیه استخراج گردید. در ادامه کدهای اولیه به دسته‌ها و تم‌های بزرگ‌تر تبدیل شدند. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار الگوها و روابط میان کدها مورد شناسایی قرار گرفت. پس از تجزیه‌وتحلیل جداگانه داده‌های کمی و کیفی هر دو بخش با یکدیگر ترکیب شده تا تصویر جامع‌تری از موضوع پژوهش ارائه گردید. در انتهای تحقیق، بر اساس تحلیل داده‌ها، نتیجه‌گیری‌های لازم درباره تأثیرات مثبت و منفی هوش مصنوعی بر پایداری شهری در بوشهر ارائه شد. همچنین، پیشنهادهایی برای بهره‌برداری بهینه از هوش مصنوعی جهت افزایش پایداری و بهبود کیفیت زندگی در این شهر ارائه می‌شود.

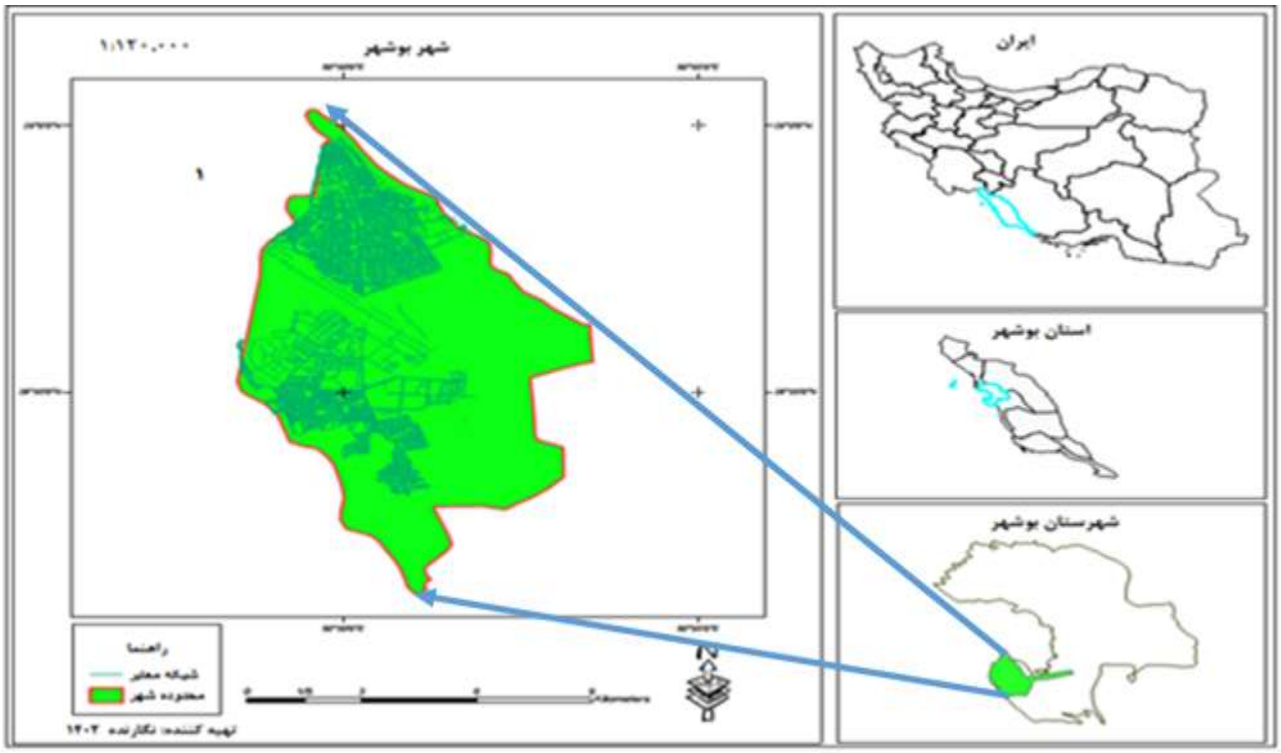
جدول (۱): مؤلفه‌ها و شاخص‌های پژوهش

| مؤلفه | کد | شاخص | مؤلفه | کد | شاخص |
|---|---|---|---|---|---|
| اجتماعی | Q1 | بهبود کیفیت خدمات عمومی | زیست‌محیطی | Q11 | کاهش آلودگی هوا |
| | Q2 | افزایش مشارکت شهروندان | | Q12 | بهبود مدیریت پسماند |
| | Q3 | کاهش نابرابری اجتماعی | | Q13 | افزایش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر |
| | Q4 | افزایش آگاهی شهروندان | | Q14 | کمک به حفظ و توسعه فضای سبز |
| | | | | Q15 | تأثیر بر پیش‌بینی و مدیریت بران |
| | Q5 | تأثیر بر ایجاد حس تعلق | مدیریتی | Q16 | کارآمدتر شدن سیستم‌های مدیریت شهری |
| اقتصادی | Q6 | ایجاد فرصت‌های جدید شغلی | | Q17 | بهبود تصمیم‌گیری مدیریتی |
| | Q7 | افزایش بهره‌وری اقتصادی | | Q18 | افزایش شفافیت و پاسخگویی |
| | Q8 | کاهش هزینه‌های زندگی | | Q19 | انجام برنامه‌ریزی شهری یکپارچه |
| | Q9 | کمک به رشد اقتصادی بوشهر | | Q20 | تأثیر بر ارزیابی عملکرد سیستم‌های شهری |
| | Q10 | تأثیر بر تجارت الکترونیک | | | |

منبع: Albino, V., et al (2015). Nam, T., & Pardo, A (2011). Bartmann, T et al. (2022). Ghermandi, A., et al (2022). Bolton, et al (2022). K et al (2022). Batty, M., et all. Khan, N. A., et al (2012). Zhou, Y., et al (2021). Mahmoudi, M., & Kharazmi, R (2020). Ahmad, K., & Shams, e (2023). UN-Habitat (2021). Evans, J., & Thomas, I (2017). Pérez, M., et al (2020). Cohen, (2016). Rogers, D. S., & Smith, C (2022). Fytili, D., & Zabaniotou, A (2018). Gonzalez, R., & Danziger, J (2019). M. A., et al (2020). Sullivan, C., & Ramasubramanian, L (2020). Khan, M., et al (2020). Khan, N., et al (2021). Gooroochurn, N., et al (2022). Mao, X., et al (2022).

## محدوده موردمطالعه

شبه‌جزیره بو شهر در ساحل شمالی خلیج‌فارس با ابعاد تقریبی ۲۰ کیلومتر در ۸ کیلومتر در عرض جغرافیایی بین ۲۸.۹ تا ۲۹.۱ و طول جغرافیایی بین ۵۰.۸ تا ۵۱.۳ ستقراریافته ا ست. بخش شمالی و غربی آن محدود به دریا، بخش شرقی آن در نیمه شمالی محدود به خور پودر و سلطانی و نیمه جنوبی آن محدود به ارا ضی پ ست و آبگیر و بخش جنوبی نیز به دریا منتهی می‌گردد. به‌ا ستثنای پهنه مربوط به دماغه شمالی و حوزه میانی تا جنوبی پهنه کوچکی از ارا ضی مرکزی، شبه‌جزیره بو شهر جزو ارا ضی پ ست محسوب می شود و شیب عمومی آن کمتر از ۲ در صد ا ست. بر ا ساس مطالعاتی که به‌منظور پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله صورت گرفته است، محدوده شبه‌جزیره و حریم ۵ تا ۱۰ کیلومتری نیروگاه جزو محدوده با خطر نسبتاً پایین طبقه‌بندی‌شده است؛ عرض جغرافیایی و مجاورت با بستر های آبی، مهم‌ترین عوامل اقلیمی مؤثر بر آب‌وهوای شبه‌جزیره بو شهر و مناطق ساحلی خلیج‌فارس می‌با شد. منطقه موردمطالعه در عرض پایین ۲۸ درجه شمالی ا ستقرار دارد و این امر بر زاویه تابش خور شید، طول مدت تابش و رژیم دمایی هوا به شدت تأثیر می گذارد؛ به‌طوری که محدوده را در قلمرو گرم‌ترین مناطق حرارتی ایران قرار می‌دهد. شهر بوشهر بزرگ‌ترین شهر و مرکز استان است که نرخ رشد سالانه‌ای در حدود ۱/۴ درصد به لحاظ جمعیتی دارد. این شهر در حدود ۸۲۹۶,۰۸ هکتار و سعت دارد که از این سطح در حدود ۲۱۰۲/۷۲ هکتار به ارا ضی شهری و ۶۱۹۳/۳۶ هکتار به سایر اراضی (اراضی بایر و متروکه، اراضی نظامی، شوره‌زار، بوته‌زار، مسیل و ماناب و ...) اختصاص دارد. درواقع بافت شهری با ۲۱۰۲/۷۲ هکتار مساحت ۲۵ درصد از کل سطح شهر را در محدوده شهر را شامل می‌شود. (شهرداری بوشهر، ۱۳۹۷).




شکل (۲): نقشه موقعیت جغرافیایی شهر بندر بوشهر

(مأخذ: استانداری بوشهر؛ ترسیم: نگارندگان)

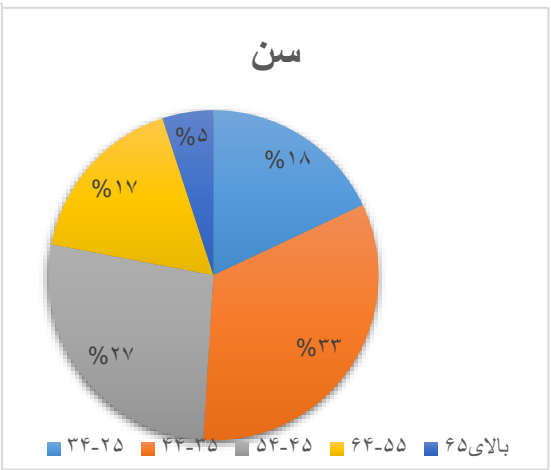
## یافته‌های پژوهش

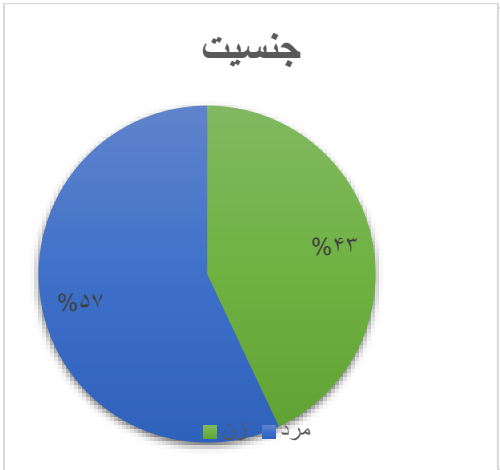
### یافته‌های توصیفی

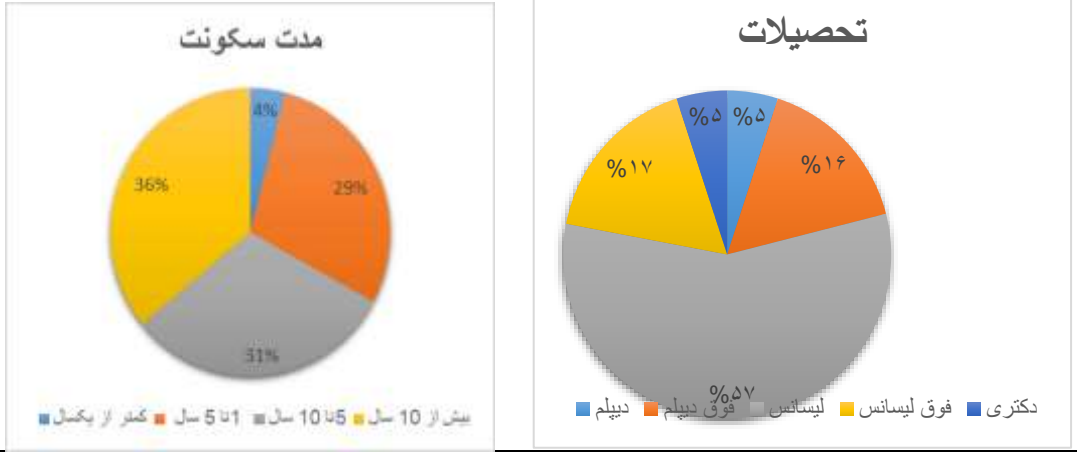
در این پژوهش، ترکیب جمعیتی شرکت‌کنندگان ازنظر جنسیت، سن و سطح تحصیلات و مدت اقامت به‌تفصیل موردبرر سی قرارگرفته ا ست. این یافته‌ها به‌عنوان پایه‌ای برای درک بهتر از نمونه پژوهش به کار می‌روند و شرایط زمینه‌ای پا سخ‌دهندگان را توصیف می کنند.

جدول (۲): یافته های توصیفی پژوهش

| مشخصه | جنسیت | گروه سنی | سطح تحصیلات | مدت اقامت |
|---|---|---|---|---|
| مرد | ۵۷ درصد | – | – | – |
| زن | ۴۳ درصد | – | – | – |
| ۲۵-۳۴ سال | – | ۱۸ درصد | – | – |
| ۳۴-۴۴ سال | – | ۱۳ درصد | – | – |
| ۴۵-۵۴ سال | – | ۲۷ درصد | – | – |
| ۵۵-۶۴ سال | – | ۱۷ درصد | – | – |
| بالای ۶۵ سال | – | ۵ درصد | – | – |
| دیپلم / فوق دیپلم | – | – | ۲۱ درصد | – |
| لیسانس | – | – | ۵۷ درصد | – |
| تحصیلات تکمیلی | – | – | ۲۲ درصد | – |
| کمتر از ۵سال | – | – | – | ۳۳ درصد |
| ۵سال و بیشتر | – | – | – | ۶۷ درصد |






شکل (۳): ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کنندگان

به‌طورکلی، ویژگی‌های توصیفی شرکت‌کنندگان نشان‌دهنده یک جمعیت نسبتاً متوازن ازنظر جنسیت، با تمرکز بر گروه‌های سنی میان‌سالی و تحصیلات بالا است.

## یافته‌های استنباطی

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش از میان مؤلفه‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و مدیریتی میانگین مؤلفه‌های اجتماعی و مدیریتی از میانگین کل مؤلفه‌ها کمتر و میانگین مؤلفه اقتصادی و زیست‌محیطی از میانگین کل مؤلفه‌ها بیشتر می‌باشد. دراین‌بین کمترین میانگین را مؤلفه اجتماعی به خود اختصاص داده که خود می‌تواند ناشی از دلایل متعددی باشد. همچنین مؤلفه اقتصادی دارای بیشترین میانگین در بین مؤلفه‌ها بوده که نشان‌دهنده تأثیر ملموس فناوری بر حوزه‌های اقتصادی در شهر بوشهر بوده است. میانگین مؤلفه اجتماعی در پژوهش ۲.۷۵ و میانگین مؤلفه اقتصادی ۳.۸۴ و برای مؤلفه زیست‌محیطی میانگین ۳.۳۴ و همچنین برای مؤلفه مدیریتی میانگین ۲.۴۰ به‌دست‌آمده است و به‌طورکلی میانگین کل مؤلفه‌ها ۳.۰۸ می‌باشد؛ که می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که نگرش عمومی نسبت به هوش مصنوعی در پایداری شهری در بوشهر در حد متوسطی قرار دارد (جدول شماره ۲).

جدول (۲): وضعیت مؤلفه‌ها و شاخص‌های پژوهش

| مؤلفه | کد | میانگین شاخص | میانگین مؤلفه | مؤلفه | کد | میانگین شاخص | میانگین مؤلفه | میانگین کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اجتماعی | Q1 | ۲.۷۴ | ۲.۷۵ | زیست‌محیطی | Q11 | ۳.۵۰ | ۳.۳۴ | ۳.۰۸ |
| | Q2 | ۲.۸۶ | | | Q12 | ۳.۶۰ | | |
| | Q3 | ۳.۰۲ | | | Q13 | ۴.۲۱ | | |
| | Q4 | ۳.۰۵ | | | Q14 | ۴.۰۱ | | |
| | Q5 | ۳.۱۰ | | | Q15 | ۳.۹۰ | | |
| اقتصادی | Q6 | ۳.۶۷ | ۳.۸۴ | مدیریتی | Q16 | ۴.۰۵ | ۲.۴۰ | |
| | Q7 | ۳.۶۷ | | | Q17 | ۴.۰۶ | | |
| | Q8 | ۳.۸۶ | | | Q18 | ۳.۹۶ | | |
| | Q9 | ۴.۲۲ | | | Q19 | ۴.۰۹ | | |
| | Q10 | ۴.۰۶ | | | Q20 | ۴.۰۰ | | |

در ادامه جهت برر سی تفاوت‌های معنادار بین مؤلفه‌های پژوهش که می‌تواند نا شی از تفاوت در نگرش‌ها و آگاهی و پذیرش فناوری‌های هوشمند در میان شهروندان باشد از آزمون tتک نمونه‌ای استفاده شد؛ که نتایج آن در جدول شماره ۳ قابل‌مشاهده می‌باشد.

جدول (۳): آزمون t تک نمونه‌ای وضعیت مؤلفه‌ها

| مؤلفه | میانگین نمونه | میانگین جامعه | تفاوت میانگین | t-value | سطح معناداری(p) | فاصله اطمینان ۹۵٪ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اجتماعی | ۲.۷۵ | ۳ | -۰.۲۵ | -۲.۱۲ | ۰.۰۳۷ | -۰.۰۲ و-۰.۴۸ |
| اقتصادی | ۳.۸۴ | ۳ | ۰.۸۴ | ۵.۱۲ | < ۰.۰۰۱ | ۰.۶۲ و ۱.۰۶ |
| زیست‌محیطی | ۳.۳۴ | ۳ | ۰.۳۴ | ۲.۴۵ | ۰.۰۱۵ | ۰.۰۷ و ۰.۶۱ |
| مدیریتی | ۲.۴۰ | ۳ | -۰.۶۰ | -۴.۱۲ | <۰.۰۰۱ | -۰.۸۵ و -۰.۳۵ |

همان‌طور که در جدول شماره ۳ م شاهده می شود در خ صوص مؤلفه اجتماعی میانگین نمونه کمتر از میانگین جامعه ا ست و با توجه به p-value برابر با ۰.۰۳۷، فرض صفر رد می‌شود و نشان می‌دهد که میانگین اجتماعی به‌طور معناداری کمتر از مقدار مورد انتظار است. در خصوص مؤلفه اقتصادی میانگین نمونه بیشتر از میانگین جامعه است و p-value کمتر از ۰.۰۰۱ نشان‌دهنده تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر این مؤلفه است. در مورد مؤلفه زیست‌محیطی میانگین نمونه بیشتر از مقدار مورد انتظار است و p-value برابر با ۰.۰۱۵ نشان‌دهنده تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر این مؤلفه ا ست همچنین در خصوص مؤلفه مدیریتی میانگین نمونه کمتر از میانگین جامعه است و p-value کمتر از ۰.۰۰۱ نشان‌دهنده تأثیر منفی هوش مصنوعی بر این مؤلفه است. در ادامه برای بررسی و مقایسه میانگین مؤلفه‌های چهارگانه پژوهش و اینکه بررسی کنیم آیا تفاوت‌های مشاهده‌شده ناشی از تأثیر هوش مصنوعی بوده یا اتفاقی رخ داده است از آزمون ANOVA استفاده می‌کنیم.

جدول (۴): تحلیل واریانس ANOVA

| تغییرات | مقدار F | درجه آزادی (df) | مقدار p |
|---|---|---|---|
| بین مؤلفه‌ها | ۸.۵۶ | ۳ | <۰.۰۰۱ |
| درون مؤلفه‌ها | ۱.۰۰ | ۳۸۰ | |
| کل | | ۳۸۳ | |

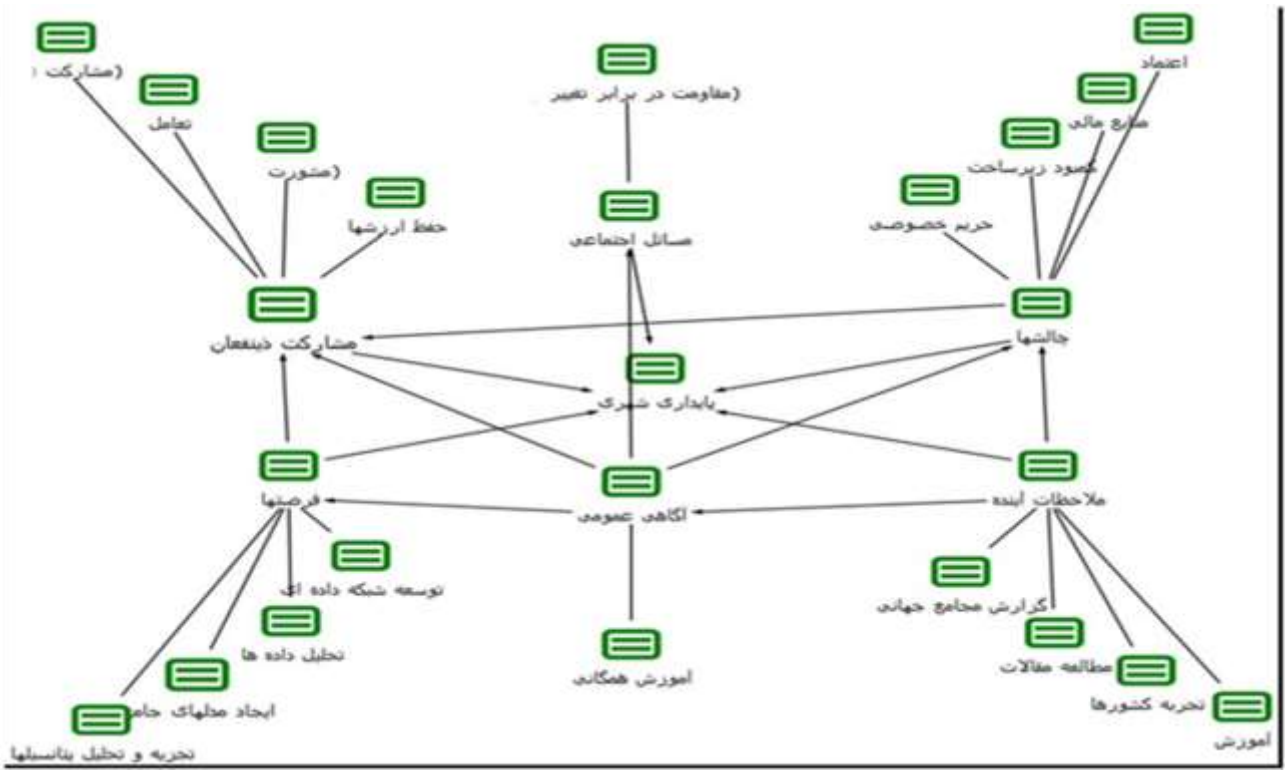
همان‌طور که در تحلیل واریانس ANOVA م شاهده می شود مقدار F برابر با ۸.۵۶ ن شان می‌دهد که تفاوت معناداری بین میانگین‌های مؤلفه‌ها وجود دارد که با توجه به اینکه مقدار p کمتر از ۰.۰۰۱ می‌با شد و از ۰.۰۵ کمتر بوده بیان می‌دارد هوش مصنوعی بر پایداری شهر بوشهر تأثیر معناداری دارد.

## یافته‌های کیفی

در ادامه برای ارزیابی دقیق‌تر نتایج و ر سیدن به مبنایی برای ارائه بهتر سیا ست‌ها و راهکارهای عملی، تحلیل کیفی داده‌های جمع‌آوری شده از م صاحبه‌ها با ۲۰ نفر از افراد مختلف در چهار گروه ( شهروندان، کار شنا سان، مدیران شهری و متخ صـ صان فناوری) ارائه می‌شود. این تحلیل با استفاده از نرم‌افزار (MAXQDA) انجام شده است. از میان ۲۰ نفر حاضر در مصاحبه پژوهش ۱۰ نفر از شهروندان بو شهر نظرات و تجربیات خود را درباره تأثیر هوش م صنوعی بر زندگی روزمره و خدمات عمومی بیان کردند. همچنین ۵ نفر از متخ صـ صان در حوزه‌های فناوری اطلاعات و مدیریت شهری در قالب کار شناس و ۵ نفر از مدیران و مسئولان شهری دراین مصاحبه حضور داشتند. تحلیل داده‌ها با استفاده از کدگذاری انجام شد. به این منظور تمامی مصاحبه‌های انجام شده به‌دقت بازخوانی شده و خلا صه‌هایی از هر م صاحبه تهیه گردید. سؤالات در چهار د سته آ شنایی با هوش م صنوعی، تأثیرات هوش م صنوعی، چالش‌ها و موانع و نظرات و پیشنهادها قرار گرفتند. در ادامه کدگذاری اولیه به متن م صاحبه‌ها اعمال و کدهای ا صلی و زیر کدهای مربوطه شنا سی شدند. (جدول شماره ۵) درواقع ابتدا داده‌ها به قطعات کوچک تق سیم شدند و باهدف شنا سایی مفاهیم یا مو ضوعات جدید که در داده‌ها وجود دارند به هر قطعه یک کد منا سب اخت صاص داده شد؛ و در مرحله بعد کدهایی که مهم‌تر و کلیدی‌تر بودند انتخاب شده و بر ا ساس آن‌ها مفاهیم نهایی شکل گرفت. زیر کدها به د سته‌های کوچک‌تر مرتبط با یک کد ا صلی ا شاره دارند؛ و درنهایت با تحلیل داده‌های کیفی اطلاعات را سازمان‌دهی کرده و الگوی مفهومی پژوهش را بر اساس مؤلفه‌های اصلی شناسایی نمودیم.

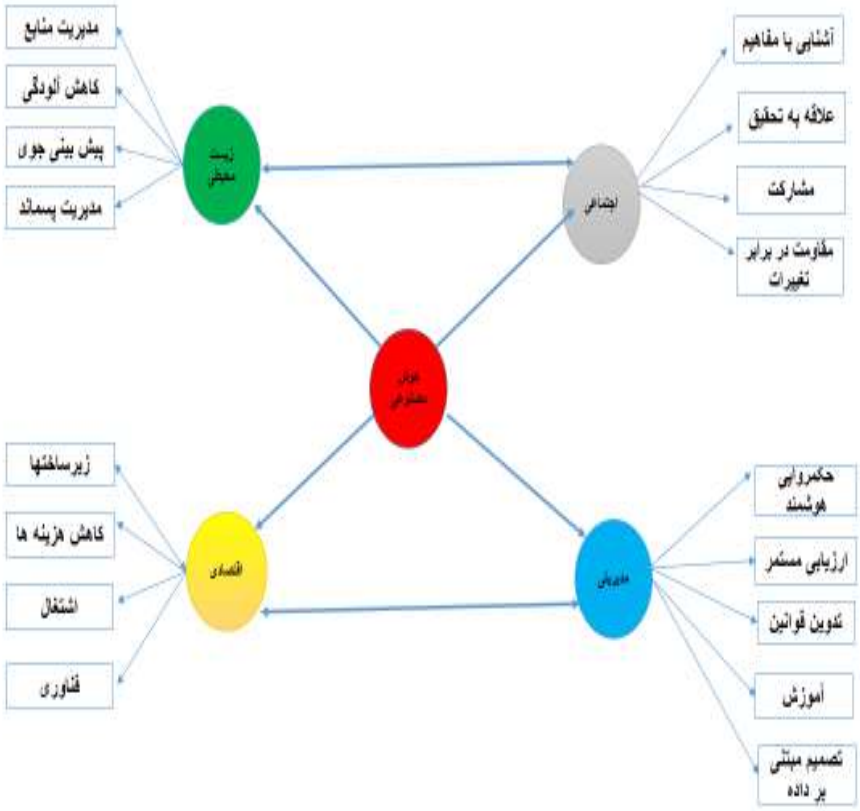
جدول (۵): کدها و زیر کدهای شناسایی‌شده در مصاحبه‌ها

| کد | آشنایی با مفهوم هوش مصنوعی | اثرات مثبت هوش مصنوعی | چالش‌ها و موانع | پیشنهادها |
|---|---|---|---|---|
| زیر کد | تعریف و مفاهیم<br>تاریخچه<br>کاربردها در صنایع<br>نگرش عمومی<br>تجربیات شخصی | کاهش ترافیک<br>بهبود جریان ترافیک<br>کاهش تصادفات<br>بهینه‌سازی مصرف انرژی<br>کنترل هوشمند دما و نور<br>استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر<br>بهبود کیفیت خدمات<br>ا فزا یش د ستر سی به اطلاعات | نگرانی از حفاظت داده‌ها<br>آسیب‌پذیری سیستم<br>مقاومت فرهنگی<br>عدم آگاهی کافی<br>سرمایه گزاری اولیه<br>سوءاستفاده از داده‌ها<br>هزینه نگهداری و پشتیبانی | آموزش و آگاهی بخشی<br>برگزاری دوره‌های آموزشی<br>اطلاع‌رسانی مزایا<br>ایجاد بسترهای قانونی<br>تشویق سرمایه گزاری<br>هم کاری بین دان شگاه و صنعت |




شکل (۴): روابط عوامل اثر گذار بر پایداری شهری شناسایی شده به صورت جزیی در نرم افزار MAXQDA

در ادامه پس از بررسی و تحلیل دقیق مفاهیم نهفته در کدها و زیر کدهای مربوطه نوع رابطه میان متغیر مستقل پژوهش (هوش مصنوعی) و متغیرهای وابسته (پایداری زیست‌محیطی، پایداری اقتصادی، پایداری اجتماعی و پایداری مدیریتی) را کشف و مدل ذهنی پژوهش به‌صورت زیر ترسیم گردید (شکل شماره ۴). در تحلیل صورت پذیرفته و تطابق نظرات مصاحبه‌شوندگان مشخص می‌شود هوش مصنوعی بر هر چهار مؤلفه پایداری شهر بوشهر تأثر مستقیم دارد. تأثیر هوش مصنوعی بر پایداری زیست‌محیطی یک رابطه یک‌سویه است زیرا هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری برای بهبود و حفظ محیط‌زیست عمل می‌کند. هوش مصنوعی با بهبود کارایی ارتقاء ارتباطات و تمرکز بر استراتژی‌های کلان می‌تواند به پایداری مدیریتی کمک نماید. همچنین هوش مصنوعی از طریق بهبود سلامت اجتماعی و روانی و ارتقاء روابط اجتماعی و بهبود فرایندها منجر به بهبود عدالت شده و درنهایت پایداری اجتماعی را تقویت نماید. ازآنجایی‌که مدیریت پایدار به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با بهینه‌سازی منابع و کاهش هدر رفت‌ها، ارزش اقتصادی بلندمدت ایجاد کنند و همچنین پایداری اقتصادی به تثبیت و تقویت ساختار مدیریتی نیاز دارد تا بتواند در برابر چالش‌های مالی تاب‌آوری نشان دهد نوعی رابطه دوسویه بین این دو مؤلفه شکل می‌گیرد. همچنین پایداری اجتماعی شامل مشارکت جامعه، سرمایه اجتماعی و عدالت اجتماعی است که می‌تواند به حفاظت از محیط‌زیست کمک کند جوامع با آگاهی و مشارکت بیشتر در امور زیست‌محیطی، می‌توانند به حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی کمک کنند. از سوی دیگر پایداری زیست‌محیطی به کیفیت زندگی اجتماعی وابسته است. محیط‌زیست سالم به ایجاد شرایط بهتر زندگی و کاهش تنش‌های اجتماعی منجر می‌شود که به‌نوبه خود به تقویت پایداری اجتماعی کمک می‌کند به همین خاطر نوعی رابطه دوسویه نیز بین پایداری اجتماعی و پایداری زیست‌محیطی برقرار می‌باشد.




شکل (۵): شناسایی عوامل اثرگذار بر مولفه‌های پایداری شهری در تحلیل کیفی پژوهش

یکی از اهداف کلیدی در این مدل ارائه‌شده بهبود مدیریت منابع طبیعی و کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از شهرنشینی است. ا ستفاده از سی ستم‌های هو شمند برای نظارت و مدیریت منابع آب انرژی و پ سماند یکی از راهکارهای د ستیابی پایداری زیست‌محیطی است. آگاهی و مشارکت عمومی درباره مزایای هوش مصنوعی از ارکان اصلی موفقیت در پیاده‌سازی مدل حاضر مح سوب می شود. ارتقای سطح آگاهی می‌تواند به کاهش مقاومت اجتماعی و افزایش پذیرش فناوری منجر شود. وجود زیرساخت‌های فناوری قوی برای پشتیبانی از نرم‌افزارها و سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ضروری می‌باشد. مدل حاضر نشان می‌دهد که سرمایه گزاری در زیر ساخت‌ها باید به‌عنوان یک اولویت تلقی شود تا زمینه ساز ا ستفاده موفق از فناوری‌های نوین گردد. برای تقویت این فرایندها نیاز به منابع مالی کافی و پشتیبانی اقتصادی وجود دارد. این سرمایه‌گذاری‌ها می‌توانند به تو سعه فناوری‌های هوش م صنوعی کمک کنند. یکی از چالش‌های ا ستفاده از فناوری‌های هوش م صنوعی مقاومت فرهنگی ن سبت به تغییر و پذیرش فناوری، یکی از موانع مهم است که نیازمند برنامه‌های آموزشی و فرهنگ‌سازی وجود دارد.

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حا ضر که با محوریت تحلیل تأثیر هوش م صنوعی بر پایداری شهری بو شهر صورت پذیرفته ا ست پژوهش از دو مدل تحلیل کمی و کیفی ا ستفاده کرده ا ست. ن شان می‌دهد که هوش م صنوعی تأثیرات متفاوتی بر مؤلفه‌های چهارگانه و پایداری شهری بو شهر دارد. برخی مؤلفه‌ها مانند اقتصادی و زیست‌محیطی بهبودیافته‌تر بوده‌اند و مؤلفه‌های اجتماعی و مدیریتی نیازمند توجه بی شتری می‌با شند. مؤلفه اجتماعی با میانگین ۲.۷۵ ن شان‌دهنده پایین بودن ر ضایت اجتماعی از خدمات هوش

مصنوعی است. ممکن است این عدم رضایت‌مندی به دلیل عدم آگاهی یا آموزش ناکافی و عدم اعتماد به این تکنولوژی اتفاق افتاده است. مؤلفه اقتصادی با میانگین ۳.۸۴ نشان‌دهنده تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر اقتصاد محلی می‌باشد. به نظر می‌رسد که هوش مصنوعی منجر به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش بهره‌وری شده است. مؤلفه زیست‌محیطی با میانگین ۳.۳۴ نشان‌دهنده تأثیر مثبت هوش مصنوعی بر مدیریت زیست‌محیطی بوده است اما هنوز نیازمند بهبود در آگاهی و مشارکت شهروندان وجود دارد. مؤلفه مدیریتی نیز با میانگین ۲.۴۰ پایین‌ترین میانگین در بین مؤلفه‌ها را به خود اختصاص داده که نشان‌دهنده ضعف در مدیریت شهری در استفاده از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی است. این ممکن است ناشی از عدم شفافیت یا عدم اعتماد شهروندان به سیستم‌های مدیریتی باشد. در ادامه با انجام تحلیل کیفی با استفاده از نرم‌افزار MAXQDAالگوها و مضامین کلیدی را که می‌تواند در حصول نتایج تحلیل‌های کمی اثرگذار بوده را شناسایی کنیم. لذا با تلفیق تحلیل‌های کمی و کیفی پژوهش می‌توان پی برد که مؤلفه اجتماعی که با میانگین ۲.۷۵ و سطح معناداری ۰.۰۳۷ به‌طور معناداری کمتر از مقدار مورد انتظار می‌باشد که نگرانی شهروندان از حفاظت داده‌های شخصی و عدم آگاهی مقاومت فرهنگی و نگرانی از سوءاستفاده‌های احتمالی از دلایل اصلی کاهش عوامل اجتماعی که در تحلیل کیفی نشان‌دهنده اهمیت مشارکت جامعه در فرایندهای هوش مصنوعی است به‌حساب می‌آید. مؤلفه مدیریتی نیز که در بررسی‌های کیفی پژوهش دارای کمترین میانگین بوده و در سطح معناداری ۰.۰۰۱ کمترین تأثیر را از هوش مصنوعی پذیرفته است که در تحلیل کیفی پژوهش پاسخ‌دهندگان به چالش‌های مدیریتی که ناشی از عدم تطابق بین فناوری و ساختارهای موجود می‌باشد اشاره‌کرده‌اند. در بعد اقتصادی با میانگین مؤلفه ۳.۸۴ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰.۰۰۱ که شاهد بیشترین میانگین در مؤلفه‌ها را به خود اختصاص داده است که نشان می‌دهد هوش مصنوعی توانسته است به بهبود فرایندها و کاهش هزینه‌ها در شهر بوشهر کمک کرده و بر پایداری شهری اثرات قابل قبولی را داشته باشد. در مورد بعد زیست‌محیطی نیز با توجه به میانگین ۳.۳۴ در سطح معنی‌داری ۰.۰۱۵ تأثیرات خوبی را هوش مصنوعی پذیرفته است که در تحلیل کیفی پژوهش نشان داده شد هوش مصنوعی از طریق بهینه‌سازی سیستم‌های ترافیک شهری توانسته است با کاهش سفرهای غیرضروری و کاهش زمان توقف در ترافیک و بهبود جریان حمل‌ونقل شهری و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای باعث بهبود کیفیت هوا و کاهش آلودگی هوا شده است. همچنین بهبود مدیریت منابع آب و پایش کیفیت هوا و آب نیز از دیگر دلایل اثرپذیری مؤلفه زیست‌محیطی از هوش مصنوعی بوده است. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر هوش مصنوعی می‌تواند نقش محوری را در افزایش پایداری ایفا نماید بنابراین برای بهره‌مندی کامل از مزایای این فناوری لازم است با چالش‌های مرتبط با زیرساخت‌های ناکافی و مقاومت فرهنگی برطرف شوند. در همین راستا نتایج تحقیق با تحقیقات مشابه‌ای که توسط Beck et al. (2023) با موضوع نقش هوش مصنوعی در تحقق توسعه پایدار صورت گرفته بود و همچنین تحقیق دیگری که توسط Fpga Insights (2023) به موضوع بررسی چالش‌ها و فرصت‌های ادغام هوش مصنوعی در چارچوب پایداری شهرهای هوشمند پرداخته بود مقایسه شد و نتایج هر سه مطالعه نشان می‌دهند که هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک کند. اهمیت مشارکت شهروندان در فرآیندهای تصمیم‌گیری شهری و طراحی راهکارهای پایدار مورد تأکید قرارگرفته است و چالش‌هایی مانند حریم خصوصی داده‌ها و نیاز به نظارت بر روی سیستم‌های هوش مصنوعی نیز در هر سه پژوهش مطرح‌شده است.

**پیشنهادها:**

- توسعه برنامه‌های آموزشی شنات و کاربردهای هوش مصنوعی برای شهروندان و کارکنان؛
- ترویج فرهنگ یادگیری مداوم توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی؛

- طراحی و راه اندازی پلتفرم‌های دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی برای جمع آوری نظرات و پیشنهادات شهروندان؛
- تحلیل و بهینه سازی زنجیره تامین کالا و خدمات درسطح شهر با استفاده ازهوش مصنوعی؛
- ارائه مشوق‌های مالی و قانونی به استارتاپ‌های محلی متمرکز بر روی فناوریهای هوش مصنوعی؛
- بهره گیری از سنسورها و الگوریتمهای هوش مصنوعی برای پایش مداوم کیفیت آب و هوا؛
- استفاده از سیستمهای مبتنی بر هوش مصنوعی برای پیش بینی الگوی تولید پسماند؛
- اجرای سیستمهای اطلاعاتی مبتنی بر داده‌های بزرگ هوش مصنوعی برای تحلیل مستمر تصمیمات؛
- توسعه سیستمهای پیش‌بینی بلایا با پشتیبانی هوش مصنوعی جهت درک سریعتر شرایط اضطرار؛
- همکاری با دانشگاهها و شرکتهای فناوری جهت توسعه پروژه‌های کاربردی نوین هوش مصنوعی در مدیریت شهری؛
- ایجاد چارچوب‌های ارزیابی و بازخورد عملکرد سیستمهای پشتیبانی شده با هوش مصنوعی.

## منابع


۱. انو شه‌یی، علیر ضا؛ ر ضایی، علی اکبر (۱۴۰۲). ارزیابی نقش ابزارهای هوش م صنوعی در تو سعه مدیریت شهری. *ن شریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری*. ۷ (۲۴)، ۱۶۳۲-۱۶۲۳.

۲. حسینی، سیده زهرا و دیگران (۱۴۰۳). تحلیل عوامل تبیین نقش هوش مصنوعی در برنامه‌ریزی شهری و توسعهٔ شهرها. *صفه*. ۳۴ (۳)، ۱۳۸-۱۱۳.

۳. عنابستانی، علی‌اکبر؛ توکلی‌نیا، جمیله؛ نیکنامی، نسیم (۱۴۰۳). تبیین اثرگذاری هوش مصنوعی بر بهبود کیفیت زندگی شهروندان با رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: کلان‌شهر مشهد). *اقتصاد و برنامه ریزی شهری*. ۵ (۱)، ۲۱-۶.

۴. منوریان، عباس؛ صادقی، جواد؛ پیران نژاد، علی (۱۴۰۲). چارچوب خط‌مشی‌گذاری برای به‌کارگیری سامانه‌های هوش مصنوعی در حوزه شهری با استفاده از رویکرد فراترکیب. *مدیریت دولتی*. ۱۵ (۳)، ۵۵۲-۵۱۲.

5. Abbas, S. & Sheikh, A. (2021). Designing a framework for the application of artificial intelligence in human resource management: An exploratory approach. *International Journal of Human Resource Studies. 11* (2), 1-15.

6. Ahmad, K. & Shams, E. (2023). Assessing urban resilience against flood risks using composite indicators. *Journal of Urban Planning and Development*. *149* (2), 04023010. https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000857

7. Albino, V.; Berardi, U. & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*. *22* (1), 3-21. https://doi.org/10.1080/10630732.2015.1014155

8. Angelidou, I. (2014). Smart cities: A new approach to urban development. *Urban Research & Practice.* 7 (3), 1-14. https://doi.org/10.1080/17535069.2014.952114

9. Batty, M. et al (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics. 214* (1), 481-518. https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3

10. Beck, M.; Smith, J. & Johnson, L. (2023). The role of artificial intelligence in the implementation of the UN Sustainable Development Goal 11: Fostering sustainable cities and communities. *Cities*. 150, 105021.

11. Bibri, S. E. & Krogstie, J. (2020). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainability.* 12 (8), 3408. https://doi.org/10.3390/su12083408

12. Bello, A. O. et al (2024). Exploring the nexus between the barriers and drivers for sustainable smart cities in developing countries: The case of Nigeria. *Sustainable Development*. 32 (4), 4097–4113. https://doi.org/10.1002/sd.2861

13. Bolton, K. et al (2021). The role of artificial intelligence in sustainable development. *Sustainability*. Special Issues.

14. Brown, A. & Taylor, J. (2024). The social impact of digital communication. *Journal of Social Research*. Special Issues.

15. Brown, T. (2021). AI innovations for sustainable urban planning. *Sustainability Science. 12* (3), 234-250.

16. Chen, H. & Wang, X. (2021). AI applications in sustainable urban design. *Journal of Architecture and Urbanism. 14* (2), 112-130.

17. Elkington, J. (2022). *The Triple Bottom Line: Sustainability in business and society*. Berlin: Routledge.

18. Fagnant, D. J. & Kockelman, K. (2022). The future of transportation: Autonomous vehicles and urban mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice. 163*, 1-12.

19. Fpga Insights. (2023). AI in smart cities: Advancing urban sustainability. *FPGA Technology Review*.

20. Gonzalez, S.; Brown, P. & Ahmed, T. (2023). Urban sustainability and artificial intelligence: Exploring the intersection of technology and urban planning in the post-pandemic world. *Journal of Urban Technology*. 30 (1), 210-225.

21. Johnson, L. (2022). Technology and social behavior: A review. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 12 (1), 229-250.

22. Johnson, L. & Lee, M. (2022). Smart cities: The role of AI in sustainable development. *Journal of Environmental Management.* 78 (4), 567-589.

23. Khan, A.; Gupta, R. & Martinez, L. (2023). Smart cities and energy management: A review of recent developments in artificial intelligence applications for energy efficiency in urban areas post-COVID-19 pandemic. *Energy Reports*. 9, 90-102.

24. Khan, K. A. & Sakhawat, A. (2021). Challenges in the implementation of smart city initiatives in developing countries: Evidence from Pakistan. *Journal of Urban Technology*. 28 (3), 1-21. https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1846997

25. Lee, S. & Kang, J. (2020). The role of artificial intelligence in disaster management in coastal cities: A case study of South Korean cities. *Journal of Urban Technology*. 27 (3), 45-62.

26. Nam, T. & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *12th Annual International Conference on Digital Government Research*. College Park. MD. USA. https://doi.org/10.1145/2037556.2037602

27. Nguyen, T. & Lee, K. (2023). The role of artificial intelligence in enhancing urban resilience against climate change and natural disasters. *Sustainability*. 15 (10).

28. Pérez, S. & Zarnauskas, A. (2017). Smart cities, smart governance: A survey of smart governance in smart cities. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*. 9 (2), 1-20. https://doi.org/10.4018/IJISCRAM.2017070101

29. Russell, S. & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. London: Pearson.

30. Sánchez-González, E. & Rodriguez, P. (2020). Using AI to tackle climate change and rising sea levels in coastal cities: The case of Spain. *Sustainable Cities and Society*. 55, 101946.

31. Santos, J. & Almeida, M. (2022). The role of artificial intelligence in enhancing urban resilience against climate change and natural disasters. *Sustainability*. 14 (12), 7358-7375.

32. Scott, J.; Lopez, R. & Harris, M. (2023). Economic growth and urban sustainability. *Economic Development Quarterly*. 37 (2), 1-70.

33. Shah, M.; Al-Jahwari, A. & Khan, F. (2022). Smart systems based on AI for improving urban management in Gulf coastal cities. *Journal of Smart Cities and Urban Design*. 6 (2), 112-126.

34. Singh, A. et al (2024). Artificial intelligence for sustainable development goals: Bibliometric patterns and concept evolution trajectories. *Sustainable Development*. 32 (1), 724–754.

35. Smith, J. (2023). Artificial intelligence and urban sustainability. *Urban Studies Journal*. 45 (2), 123-145.

36. Smith, R.; Lee, K. & Patel, S. (2023). Understanding the digital generation: A comprehensive study. *Technology and Society*. 16 (3), 118-130.

37. Thompson, E. (2023). Machine learning for urban sustainability. *Journal of Sustainable Development Studies.* 10 (4), 200-215.

38. UN-Habitat. (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures*. United Nations Human Settlements Programme. https://unhabitat.org/urbanization-and-development-emerging-futures-world-cities-report-2016

39. Venkatesh, R.; Gupta, S. & Rao, P. (2019). AI-driven urban management: Case study of Mumbai. *Journal of Artificial Intelligence in Urban Planning*. 4 (1), 55-70.

40. Wang, L.; Zhang, H. & Chen, X. (2021). Leveraging big data and AI for urban management in smart cities: Insights from Singapore and New York. *International Journal of Urban Management.* 14 (4), 215-230.

41. Williams, T. (2023). Identity formation in the digital age. *Journal of Youth Studies*. 18 (4), 110-121.

42. Winter, F.; Thomas, L. & Zhao, W. (2024). Collaborative approaches to sustainable urban development. *Journal of Environmental Policy*. 7 (3), 21-40.

43. Zhang, Y. (2023). Data-driven approaches to urban sustainability. *Environmental Research Letters*. 18 (5), 300-315.

44. Zhou, X.; Yu, F. & Zhang, Z. (2020). How smart city initiatives can address urban environmental challenges: Evidence from China. *International Review of Administrative Sciences*. 86 (4), 781-800. https://doi.org/10.1177/0020852319856907

45. Zhou, X.; Zhao, R. & Others. (2023). Shifting paradigm of urban sustainability: Major sustainable city development trends. *Journal of International Development*. 35 (2), 123-145.

46. Zubair, M. & Khan, A. (2021). The impact of artificial intelligence on sustainable urban development. *PalArch's Journal of Archaeology of Egypt*. 18 (8), 3530-3549.

47. Zubizarreta, T.; Lima, G. & Silva, P. (2024). Artificial intelligence in sustainable smart cities: A systematic study on applications, benefits, challenges, and solutions. *Journal of Urban Sustainability*. 19 (4), 101-120.