

Developing a Framework for Circular Green Economy Indicators in Smart City Management: A Meta-Synthesis Study

Somayeh Najar Qabel 

Ph.D. Candidate of Urban Economics,
Economic Development and Planning
Department, Faculty of Economics and
Management, University of Tabriz, Tabriz,
Iran,

Davood Behboudi *

Professor of Economics, Economic
Development and Planning Department,
Faculty of Economics and Management,
University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Parviz Mohamadzadeh 

Professor of Economics, Economic
Development and Planning Department,
Faculty of Economics and Management,
University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

Climate change and limited natural resources pose significant challenges to urban sustainability. In response, the circular green economy has emerged as a novel approach to urban management, aiming to reduce resource consumption, and waste generation, enhance efficiency, and improve citizens' quality of life. Given the scarcity of scientific data and information in this area, this research employed a bibliometric study to investigate the indicators of the circular green economy in smart city management. This developmental research adopted a meta-synthesis approach, utilizing a document-bibliometric method. By applying meta-synthesis to 28 selected articles, 44 components were identified and labeled under 8 indicators. The credibility of the reviewed articles was assessed using the CASP tool, while objectivity was measured using inter-coder agreement with Scott's pi test, which yielded satisfactory results. The validity of the identified indicators was further evaluated using the Lawshe method. As a result, four components with scores

* Corresponding Author: dbehbudi@tabrizu.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx

below 0.6 were excluded, leaving 40 validated components. Based on the findings, a framework with 40 indicators across eight dimensions was developed for the circular green economy in smart city management. These dimensions include digital urban metabolism, smart city design, smart recycling, green energy cycle, green entrepreneurship, smart circular governance, bricolage, and green smart technology. The results of this study provide a roadmap for creating sustainable and smart cities that consider all aspects of urban life, including the environment, economy, and society.

Keywords: Circular economy, green economy, circular green economy, smart city management.

JEL Classification: R5, R52, Q56, O38, H7.



طراحی چارچوبی برای شاخص‌های اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند: یک مطالعه فراترکیب

دانشجوی دکتری اقتصاد شهری، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

سمیه نجار قابل

استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

داود بهبودی *

استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پرویز محمدزاده

چکیده

تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع طبیعی، چالش‌های اساسی برای پایداری شهری هستند، در این راستا، اقتصاد سبز دایره‌ای به عنوان یک رویکرد نوین در مدیریت شهری مطرح شده است که هدف آن کاهش مصرف منابع، به حداقل رساندن تولید زباله، افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت زندگی شهروندان است. با توجه به خلأ مطالعات جامع در این حوزه، پژوهش حاضر با استفاده از روش فراترکیب به شناسایی و طبقه‌بندی شاخص‌های کلیدی اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند پرداخته است. این مطالعه یک پژوهش توسعه‌ای با رویکرد مرور نظام‌مند است که از روش فراترکیب برای تحلیل و ترکیب یافته‌های حاصل از ۲۸ مقاله منتخب بهره برده است. در مجموع ۴۴ مؤلفه اولیه استخراج و بر اساس ارزیابی اعتبار به روش لاوشه، ۴۰ مؤلفه نهایی در قالب ۸ شاخص اصلی شامل: متابولیسم شهری دیجیتال، طراحی شهر هوشمند، بازیافت هوشمند، چرخه انرژی سبز، کارآفرینی سبز، حکمرانی دایره‌ای هوشمند، برونکولاز و فناوری هوشمند سبز، تأیید شد. برای بررسی اعتبار مقالات و داده‌های گردآوری شده، از برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی (CASP) استفاده شد و روایی بین کدگذاران از طریق آزمون پی اسکات مورد تأیید قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش چارچوبی جامع از شاخص‌های اقتصاد سبز دایره‌ای به عنوان نقشه راهی برای سیاست‌گذاران و مدیران شهری در جهت ایجاد شهرهای پایدار، هوشمند و کارآمد ارائه می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: اقتصاد دایره‌ای، اقتصاد سبز، اقتصاد سبز دایره‌ای، مدیریت شهری هوشمند.

طبقه‌بندی JEL: R5, R52, Q56, O38, H7

* نویسنده مسئول: dbهبودي@tabrizu.ac.ir

۱. مقدمه

رویکرد شهر هوشمند سبز با بهره‌گیری از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، بر بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش ترافیک و آلودگی، ارتقای بهره‌وری انرژی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان تمرکز دارد. این رویکرد با مدیریت هوشمند جریان‌های حمل‌ونقل، انرژی، آب و پسماند، ضمن کاهش هزینه‌های خدمات شهری و افزایش کارایی زیرساخت‌ها، زمینه تحقق توسعه پایدار شهری را فراهم می‌سازد (Viglioglia et al., 2021; Mingaleva et al., 2019). شهر هوشمند سبز، راهکاری نوین برای ارتقای کیفیت فضاهای موجود و ترغیب بازگشت ساکنان به مراکز شهری است؛ یکی از مهم‌ترین عوامل در نظام‌های هدایت توسعه شهری چند دهه اخیر، نحوه استفاده از منابع و انرژی و به‌دنبال آن پایداری آن‌ها می‌باشد (Ghiyasi & Kheradmand, 2023). شهرهای هوشمند سبز برای مقابله با چالش‌های جمع‌آوری زباله، کاهش مصرف آب و انرژی، کاهش ترافیک و ارتقای محیط زیست پایدار پیشنهاد شده‌اند (Chauhan et al., 2021). جالب توجه است که شهرهای هوشمند با ویژگی‌های دوگانه فناوری اطلاعات و مقررات زیست‌محیطی نمونه‌ای را برای پی بردن به تأثیر مشترک این ویژگی‌های دوگانه بر اقتصاد سبز در اختیار ما قرار می‌دهند (Zhou et al., 2023).

در همین ارتباط در سال‌های اخیر، مفهوم مدل‌های اقتصاد دایره‌ای به‌عنوان یک بدیل برای کمک به جهان آینده در زمینه استفاده حداکثری از منابع مورد توجه قرار گرفته است. اقتصاد دایره‌ای به‌عنوان یک ابتکار در ظرفیت‌سازی هوشمندسازی شهری خصوصاً شهر هوشمند سبز می‌تواند کارا باشد. اقتصاد چرخشی (دایره‌ای) به‌عنوان یک مدل متحول‌کننده دارای مزایای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شکل می‌گیرد (Kozlak & Tennant, 2020). در یک اقتصاد دایره‌ای، رشد اقتصادی از استفاده منابع با کاهش ورودی مواد، به حداکثر رساندن قابلیت استفاده و به حداقل رساندن تولید زباله حاصل می‌شود. هدف اقتصاد دایره‌ای ادغام کنترل‌شده فعالیت‌های تخریب‌کننده و فعالیت‌های احیاکننده به منظور حفظ تعادل طبیعی، با هدف توسعه پایدار است (Kirchherr et al., 2023). اقتصاد دایره‌ای در سیستم مدیریت شهری هوشمند، نه‌تنها مواد خام مورد استفاده در سیستم را کاهش می‌دهد، بلکه فرصت‌هایی برای مصرف پایدار، مدیریت زباله و نوآوری در همه زمینه‌ها و همچنین توسعه انسانی و افزایش رفاه برای همه به ارمغان

می‌آورد (Lakatos et al., 2021; Hojnik et al., 2023). پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه نشان می‌دهند که اقدامات دایره‌ای در هوشمندسازی مدیریت شهری بر کاهش ضایعات در هر سطح از تولید، یعنی از بالا به پایین متمرکز شده و قصد دارد عملکرد پایدار را بهبود بخشد (Ranjbari et al., 2021). نتیجه تلفیق اقتصاد سبز و اقتصاد دایره‌ای ایجاد رویکردی نوین به نام اقتصاد سبز دایره‌ای می‌باشد. اقتصاد سبز دایره‌ای سیستمی است که با استفاده از الگویی تولیدی و مصرفی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، به مقابله با چالش‌های جهانی می‌پردازد. این الگو در پی ایجاد یک جامعه پایدار بر پایه توسعه محصولات زیستی و استفاده از پسماند در یک سیستم حلقه‌بسته از طریق رویکردهایی مانند کاهش، استفاده مجدد، بازیافت و ... است (Edyvean et al., 2023). اگرچه اتخاذ شیوه‌های مدیریت شهری سبز دایره‌ای می‌تواند به مدیریت بهتر منابع و ضایعات منجر شود، رویکرد مدیریت شهری سبز دایره‌ای بر پایه اصول اقتصاد دایره‌ای بنا شده و بر استفاده بهینه از منابع، کاهش ضایعات و بازیافت مواد تمرکز دارد. همچنین، نوآوری فناوری شیوه عملکرد صنایع را متحول کرده و به اجرای مؤثر شیوه‌های سبز دایره‌ای کمک کرده است (Shang et al., 2022; Umar et al., 2021).

شکل‌های سنتی مدیریت شهری در پاسخگویی به نیازهای پیچیده قرن بیست و یکم با چالش‌های متعددی روبه‌رو هستند. رشد سریع جمعیت، افزایش تقاضا برای منابع، و تشدید بحران‌های زیست‌محیطی، ضرورت حرکت به سوی مدل‌های نوین مدیریت شهری را بیش از پیش برجسته کرده است (ذبیحی و همکاران، ۱۴۰۲). در این میان، شهر هوشمند سبز به عنوان راهکاری نوین، بر استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات (ICT) برای بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش آلودگی و بهبود کیفیت زندگی شهری تأکید دارد. هم‌زمان، اقتصاد سبز دایره‌ای نیز با تمرکز بر کاهش ضایعات، افزایش بهره‌وری و بازیافت منابع، رویکردی کلیدی در راستای تحقق پایداری شهری محسوب می‌شود. با وجود پیشرفت‌های صورت گرفته در هر یک از این دو حوزه، تلفیق مؤثر اقتصاد سبز دایره‌ای با مدیریت شهری هوشمند همچنان فاقد چارچوبی جامع و استاندارد برای ارزیابی و پیاده‌سازی در مقیاس کلان است. مطالعات پیشین عمدتاً به تحلیل‌های منطقه‌ای یا موردی محدود شده‌اند و از دیدگاه‌های تطبیقی و میان‌رشته‌ای غافل مانده‌اند. همچنین، نبود شاخص‌های استاندارد و عملیاتی برای سنجش و پیاده‌سازی این رویکردها، منجر به ایجاد

شکاف‌های نظری و کاربردی در ادبیات علمی شده است. پژوهش حاضر با استفاده از روش فراترکیب، به دنبال شناسایی، تحلیل و تدوین چارچوبی جامع از شاخص‌های کلیدی اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند است. در این راستا، با بررسی نظام‌مند مطالعات گذشته، استخراج شاخص‌های تأثیرگذار و ارزیابی اعتبار آن‌ها، چارچوبی مفهومی ارائه می‌شود که می‌تواند به عنوان مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های سیاست‌گذاران شهری، مدیران و برنامه‌ریزان شهری مورد استفاده قرار گیرد. هدف این پژوهش، نه تنها پرکردن شکاف‌های نظری موجود، بلکه ارائه نقشه راهی عملیاتی برای توسعه شهرهای هوشمند و پایدار است.

۲. مبانی نظری

مدیریت شهری هوشمند، رویکرد نوینی است که به دنبال ارتقای بهتر مدیریت شهری، تقویت شفافیت، تحلیل و برنامه‌ریزی، تقویت تعامل و مشارکت شهروندان و حمایت از محصولات و ایده‌های نوآورانه در ارائه خدمات مفید به شهروندان است و راه‌حل‌های جدیدی برای بسیاری از مشکلات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. مدیریت شهری هوشمند نقش کلیدی در رشد و توسعه یک شهر هوشمند ایفا می‌کند که می‌تواند با رهبری، نوآوری، حاکمیت، توانمندسازی و همکاری به ایجاد شهری پایدارتر، عادلانه‌تر و قابل سکونت‌تر برای همه به‌طور ویژه رشد هوشمند شهری کمک کند (Wang et al., 2022). مفهومی که از رشد هوشمند شهری در ذهن اغلب محققان وجود دارد علاوه بر استفاده از تکنولوژی‌های نوین در شهر، مربوط به نحوه استفاده از زمین و جلوگیری از پراکندگی شهری است که در آن تأکید زیادی بر تأسیسات و زیرساخت‌هایی شده است که از طرف دولت تأمین می‌شود (منادی و بهزادفر، ۱۴۰۱). موضوع شهر هوشمند به راه‌حل‌های هوشمندانه‌ای اشاره دارد که برای شهرهای مدرن این امکان را فراهم می‌آورند که از لحاظ کمی و کیفی تولید خود را بهبود بخشند (Liu et al., 2016). هدف نظریه رشد هوشمند، ایجاد شهری با رفاه اقتصادی، عدالت اجتماعی و توسعه پایدار زیست‌محیطی است (Wei, Zhou, & Wang, 2017). به همین منظور پیشرفت فناوری طراحی شده برای تسهیل استفاده کارآمد از منابع برای کاهش ضایعات و فعال کردن رویه‌های بهتر، به‌طور فزاینده‌ای

نقش خود را در توسعه پایدار هوشمند یا توسعه هوشمند سبز به عنوان یک منبع استراتژیک پیش‌نیاز مهم ایفا می‌کند (Chen et al., 2022). شهرها در مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی، نیازمند رویکردهای نوین حکمرانی هستند (رشنو و سرلک، ۱۴۰۳). در این چارچوب، مدیریت شهری هوشمند سبز به‌عنوان یک رویکرد فناورانه-حکمرانی، بر به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند، داده‌محوری و یکپارچه‌سازی زیرساخت‌ها برای ارتقای کارایی خدمات شهری و کاهش مصرف منابع تمرکز دارد. با این حال، محدودیت‌های نهادی و مالی، اجرای کامل آن را با چالش مواجه کرده است. در مقابل، اقتصاد دایره‌ای یک پارادایم اقتصادی-منبع‌محور است که بر حفظ ارزش منابع از طریق کاهش، استفاده مجدد و بازیافت تأکید دارد و به اصلاح الگوی تولید و مصرف می‌پردازد. بنابراین، مدیریت هوشمند به چگونگی اداره شهر توجه دارد، در حالی که اقتصاد دایره‌ای منطق اقتصادی و زیست‌محیطی حاکم بر مصرف منابع را تعیین می‌کند. از این رو، این دو رویکرد رابطه‌ای مکمل دارند؛ به‌گونه‌ای که مدیریت هوشمند بستر اجرایی تحقق اقتصاد دایره‌ای را فراهم می‌کند و اقتصاد دایره‌ای جهت‌گیری پایداری آن را تقویت می‌نماید.

در دنیای امروز اقتصاد دایره‌ای یا CE به‌عنوان یک پارادایم منبع‌محور، با هدف حفظ ارزش مواد و انرژی در چرخه‌های بسته تولید و مصرف شکل گرفته است. این رویکرد از طریق راهبردهایی نظیر کاهش مصرف، استفاده مجدد، بازتولید و بازیافت، به حداقل‌سازی پسماند و حداکثرسازی بهره‌وری منابع می‌پردازد و در پی جداسازی رشد اقتصادی از مصرف بی‌رویه منابع طبیعی است (Chen, 2022). اقتصاد دایره‌ای که بر اساس این ایده‌ها ساخته شده است، ممکن است همان‌طور که توسط ادبیات نشان داده شده است، عمل کند (Aarthi & Bhuvaneshwaran, 2021). این یک استراتژی تولید و مصرف مبتنی بر استفاده مجدد یا بازیافت مواد به‌عنوان کمکی به افزایش چرخه عمر کالاها را پوشش می‌دهد (Ali et al., 2020). چشم‌انداز وسیع‌تری از اقتصاد دایره‌ای، مصرف و ساخت محصولات، خدمات استفاده مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش ضایعات به جریان‌های تولید نوآورانه باید در نظر گرفته شود (Rahmayanti et al., 2020). این دیدگاه بزرگ‌تر نیازمند یک رویکرد میان رشته‌ای سیستمی و کل‌نگر به عملکرد اقتصاد به عنوان یک سیستم به‌هم پیوسته است (Mingaleva et

(al., 2020). هر بخش بر عملکرد کل سیستم تأثیر می‌گذارد و این دیدگاه را به‌طور فزاینده‌ای برای مسائل توسعه زیست‌محیطی و جمعیت منتشر می‌کند (Nidhya et al., 2020).

اقتصاد سبز و اقتصاد دایره‌ای دو رویکرد مکمل در چارچوب توسعه پایدار هستند. اقتصاد سبز بر رشد کم‌کربن، استفاده از منابع تجدیدپذیر و کاهش اثرات زیست‌محیطی در سطح کلان تمرکز دارد، در حالی که اقتصاد دایره‌ای بر بازطراحی نظام‌های تولید و مصرف با هدف ایجاد چرخه‌های بسته و کاهش پسماند تأکید می‌کند. بدین ترتیب، اقتصاد سبز جهت‌گیری کلان توسعه پایدار را ترسیم می‌کند و اقتصاد دایره‌ای سازوکار عملیاتی تحقق آن را در سطح جریان‌های مادی و انرژی فراهم می‌سازد (MacArthur & Heading, 2019; D'Amato & Korhonen, 2021). برای غلبه بر چالش‌ها و موانع پیش‌روی شهرهای آینده، ادغام اقتصاد سبز و دایره‌ای به عنوان مفاهیم رایج در بحث‌های پایداری سطح کلان در حوزه‌های مختلف بسیار کارآمد خواهد بود. این مفاهیم شامل دستورالعمل‌های مختلفی برای تحقق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است و استفاده از هر کدام از این مفاهیم به‌صورت جداگانه، راه‌حل جامعی را در راستای رفع مشکلات دربر نمی‌گیرد (اسکندری ثانی و سفالگر، ۱۴۰۱).

در سال‌های اخیر، دو رویکرد اقتصاد سبز و اقتصاد دایره‌ای در بحث‌های پایداری در سطح کلان مطرح شده است. هر دو رویکرد به دنبال دستیابی به توسعه پایدار هستند، اما از روش‌های مختلفی برای رسیدن به این هدف استفاده می‌کنند. اقتصاد سبز بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، استفاده از منابع تجدیدپذیر و حفظ تنوع زیستی تمرکز دارد. این رویکرد به دنبال تغییر سیستم‌های تولید و مصرف برای کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی است. در حالی که اقتصاد دایره‌ای بر کاهش ضایعات، افزایش بازیافت و استفاده بهینه از منابع تمرکز دارد. این رویکرد به دنبال تغییر سیستم‌های اقتصادی برای ایجاد حلقه‌های بسته است که در آن مواد و منابع به‌طور مداوم در چرخه تولید و مصرف استفاده می‌شوند. با توجه به محدودیت‌های هر یک از این رویکردها به تنهایی، ادغام اقتصاد سبز و اقتصاد دایره‌ای به شکل‌گیری الگوی اقتصاد سبز دایره‌ای منجر شده است؛ مدلی که ضمن تأکید بر کاهش انتشار، بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر و حفظ تنوع زیستی، از طریق کاهش ضایعات و بازچرخانی منابع،

چارچوبی یکپارچه برای تحقق پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ارائه می‌دهد (Rani et al., 2024). این مدل با تغییر در زمینه تنوع زیستی و فرهنگ دارد، از طریق نوآوری برای دستیابی به توسعه پایدار عمل می‌کند (Thiengkamol, 2020; Kaewhao, 2022). در این چارچوب، مدل BCG (زیستی-دایره‌ای-سبز) با تلفیق اقتصاد زیستی، دایره‌ای و سبز، مبنایی برای هم‌سوسازی سیاست‌های زیست‌محیطی و سازوکارهای مدیریت شهری فراهم می‌آورد و امکان پیوند عملیاتی میان الگوی BCG و مدیریت شهری هوشمند را ایجاد می‌کند (Rani et al., 2024).

با اینکه بین مدل اقتصاد زیستی سبز دایره‌ای (BCG¹) و اقتصاد سبز دایره‌ای (CGE) شباهت‌هایی وجود دارد. اقتصاد سبز دایره‌ای و اقتصاد زیستی سبز دایره‌ای (BCG) هر دو به دنبال دستیابی به توسعه پایدار از طریق کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی هستند. اما باید دانست که هدف اقتصاد سبز دایره‌ای (CGE) بر کاهش ضایعات، افزایش بازیافت و استفاده بهینه از منابع در تمام چرخه عمر محصول تمرکز دارد و شامل همه بخش‌های اقتصادی می‌شود، از جمله تولید، مصرف، حمل‌ونقل و دفع زباله است که از نوآوری فناورانه برای توسعه راه‌حل‌های پایدار استفاده می‌کند. در حالی که اقتصاد زیستی سبز دایره‌ای (BCG) بر استفاده از منابع زیستی و فرآیندهای بیولوژیکی برای کاهش وابستگی به منابع فسیلی و کاهش اثرات زیست‌محیطی تمرکز دارد و تمرکز اصلی بر توسعه بخش‌های اقتصادی مرتبط با زیست‌فناوری، کشاورزی پایدار و جنگلداری پایدار است. بنابراین مدل اقتصاد سبز دایره‌ای (CGE) به‌عنوان یک رویکرد نوین و جامع برای دستیابی به توسعه پایدار، فرصت‌های متعددی را برای نوآوری در زمینه‌های مختلف ارائه می‌دهد و یک فرآیند مداوم است که نیازمند تلاش و همکاری مستمر از سوی تمامی ذینفعان می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد هنوز مطالعات موردی و شواهد تجربی کافی در مورد نحوه اجرا و طراحی مدل سبز دایره‌ای در بخش‌های مختلف وجود ندارد. مدل سبز دایره‌ای نیازمند همکاری بین بخش‌های مختلف مانند دولت، بخش خصوصی، جامعه مدنی و دانشگاه‌ها است. این امر مستلزم ایجاد سازوکارهای جدید برای همکاری و تبادل دانش است. بنابراین می‌توان بیان داشت که مدل اقتصاد سبز دایره‌ای (CGE) که این پژوهش به آن می‌پردازد یک

¹ Bio-Circular-Green Economy

رویکرد نوین و جامع برای دستیابی به توسعه پایدار است که به دنبال تلفیق اصول و رویکردهای اقتصاد سبز و اقتصاد دایره‌ای برای کاهش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی، افزایش کارایی اقتصادی، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و بهبود کیفیت زندگی است.

۳. پیشینه پژوهش

مسئله مدیریت شهری هوشمند، مبحثی نسبتاً نوین است که زوایای آن هنوز به‌طور کامل تبیین نشده است. در پژوهش‌های صورت گرفته به موضوعات گوناگونی در این حوزه همچون ترافیک، حمل‌ونقل، بازیافت و انرژی پرداخته شده، اما یکی از خلأهای اساسی موجود، کم‌توجهی به مسئله توسعه پایدار یا دیدگاه مدیریت سبز است و در اندک تحقیقاتی نیز به این موضوع اشاره شده است. بررسی پیشینه تجربی نشان می‌دهد که گروهی از پژوهشگران برادران، رحیمی و زارعی^۱ (۲۰۲۰)؛ فدایی، مرادی و کریمی (۲۰۲۱)؛ منادی و بهزادفر (۲۰۲۲)؛ مغولی^۲ (۲۰۲۳)؛ دامیکو و همکاران^۳ (۲۰۲۱)؛ وانگ و همکاران^۴ (۲۰۲۱) مدیریت شهری و مسئله محیط زیست را از چالش‌های اساسی به‌ویژه در مدیریت هوشمند شهری ارزیابی کرده‌اند. همچنین حسین‌پور، رضایی و جلالی (۲۰۲۳)؛ نوروزی اجیرلو، قاسمی و ابراهیمی (۲۰۲۳)؛ چن^۵ (۲۰۲۲)؛ یاداو، سونی و کومار^۶ (۲۰۲۳) به اثرات اقتصاد دایره‌ای در توسعه مدیریت شهری اشاره داشته‌اند. با این حال، تنها در دو پژوهش اسکندری ثانی و سفالگر^۷ (۲۰۲۲) و دینکا و همکاران^۸ (۲۰۲۲) به تلفیق اقتصاد سبز و دایره‌ای برای مدیریت شهری پرداخته شده است، که در پژوهش نخست، این تلفیق در جهت بهبود درآمدزایی شهری به کار رفته و مسئله مدیریت شهری هوشمند مغفول مانده، و در پژوهش دوم برای بهبود رفاه و کیفیت زندگی شهروندان استفاده شده و مدیریت سبز مورد غفلت واقع شده است. از سوی دیگر، ادیوین و همکاران^۹ (۲۰۲۳) و

^۱ Baradaran, Rahimi, & Zarei.

^۲ Mogholi

^۳ D'Amico et al.

^۴ Wang et al.

^۵ Chen

^۶ Yadav, Soni, & Kumar.

^۷ Sakandari Thani & Sofalgar.

^۸ Dincă et al.

^۹ Edyvean et al.

جارونکیاتکاجورن و همکاران^۱ (۲۰۲۴) اقتصاد سبز دایره‌ای را بررسی کرده‌اند، اما به مبحث مدیریت شهری هوشمند نپرداخته‌اند. بنابراین، هیچ پژوهش جامعی در جهت بهبود عملکرد مدیریت شهری هوشمند بر اساس اقتصاد دایره‌ای در دسترس نیست و موضوع به صورت اجمالی و بدون ارائه راه حل سیستماتیک مطرح شده است. پژوهش حاضر با نگاهی نو و با ارائه راه حل اقتصاد دایره‌ای که ابتکاری برای به حداقل رساندن اتلاف منابع محسوب می‌شود، درصدد است خلأهای موجود در مدیریت شهری هوشمند را در راستای سبز شدن (توسعه پایدار زیست محیطی) مرتفع سازد.

۴. روش شناسی^۲

روش تحقیق حاضر از نظر ماهیت توسعه‌ای، از نظر استراتژی مروری از مسیر فراترکیب و روش گردآوری اسنادی-فراترکیب بود. میدان پژوهش برای تعیین شاخص‌ها شامل تمام مقالات، کتب و مستندات علمی مرتبط با شناسایی شاخص‌های اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند به عنوان ملاک بود که روش نمونه‌گیری در بخش اول پژوهش (بخش کیفی) که به وسیله ابزار مرور نظام‌مند مقالات از مراجع علمی چون گوگل اسکولار، ایران داک، مگ ایران، SID، نورمگز و... استفاده شد. برای بررسی متون مرتبط با موضوع از روش فراترکیب استفاده شد. فراترکیب (متاستز)^۳ روشی کیفی مبتنی بر مرور سیستماتیک مطالعات کتابخانه‌ای برای شناختی ژرف پیرامون پدیده مورد مطالعه است. روش فراترکیب یک روش تحقیق کیفی محسوب می‌شود که ابزار گردآوری داده‌های آن مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پیشینه پژوهش است.

اگرچه اقتصاد متعارف عمدتاً بر روش‌های کمی و اقتصادسنجی استوار است، اما در حوزه‌های نوظهور و میان‌رشته‌ای مانند اقتصاد دایره‌ای و حکمرانی شهری هوشمند، استفاده از مرور نظام‌مند و فراترکیب برای تجمیع دانش پراکنده و استخراج ابعاد مفهومی رویکردی پذیرفته شده است. مطالعات روش‌شناختی نشان می‌دهد که مرور نظام‌مند می‌تواند مبنای توسعه مدل‌های مفهومی و نظری پیش از آزمون‌های تجربی قرار گیرد (Snyder, 2019؛ Tranfield et al., 2003؛ Hoon, 2013). بنابراین، به کارگیری روش فراترکیب در این پژوهش با هدف شناسایی و یکپارچه‌سازی مؤلفه‌های کلیدی، گامی مقدماتی در جهت

^۱ Jaroenkietkajorn et al.

^۲ Method

^۳ Meta-synthesis

طراحی مدلی قابل آزمون در بستر اقتصاد ایران محسوب می‌شود. روش‌های متعددی برای انجام فراترکیب پیشنهاد شده است که در این پژوهش از روش ۷ مرحله‌ای بارسو و ساندوسکی^۱ برای تجزیه و تحلیل پژوهش‌های منتخب استفاده شده است.

گام نخست: تنظیم سؤال‌های پژوهش

نخستین گام فراترکیب تنظیم پرسش‌های پژوهش است. نخستین سؤال برای شروع فراترکیب چه چیزی است. همچنین می‌توان سؤالاتی را با مضمون چه؟ چه وقت؟ و چگونه مطرح کرد: شاخص‌های اصلی مقوله مورد مطالعه کدامند؟ شاخص‌های مقوله مورد مطالعه شامل چه مواردی است؟ شاخص‌های مقوله مورد مطالعه چه ارتباطی با یکدیگر دارند؟

گام دو: بررسی نظام‌مند متون

در این مرحله پژوهشگر به جست‌وجوی سیستماتیک مقالات منتشر شده در مقاله‌های معتبر خارجی و داخلی با هدف تعیین اسناد معتبر، موثق و مرتبط در بازه زمانی مناسب می‌پردازد. ابتدا کلمات کلیدی مرتبط گزینش می‌شود. این واژگان در جدولی فهرست می‌شود.

گام سه: جست‌وجو و بررسی مقاله‌های مرتبط

پس از شناسایی واژگان کلیدی تحقیق، مجموعه مقاله‌های حاوی واژگان کلیدی شناسایی می‌شود. این مقالات براساس مواردی چون عنوان، چکیده، محتوا و روش تحقیق مانند نمودار زیر غربال می‌شوند و مقاله‌های نهایی استخراج می‌شوند.

گام چهار: استخراج اطلاعات مقالات

در این مرحله محتوای مقالات به دقت مطالعه شده و شاخص‌های اساسی استخراج می‌شود.

گام پنج: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی

مهم‌ترین بخش یک تحقیق کیفی به روش فراترکیب این مرحله است.

گام شش: پایایی و اعتبار مدل (کنترل کیفیت)

در پژوهش کیفی منظور از اعتبار، مفاهیمی شامل دفاع‌پذیری، باورپذیری، تصدیق‌پذیری و حتی بازتاب‌پذیری نتایج تحقیق است. یکی از شاخص‌های پایایی تحقیق کیفی، ارزیابی دو یا چند سند از حیث ارجاع به شاخصی خاص است. با استفاده از محاسبه شاخص پی اسکات^۲ می‌توان پایایی را ارزیابی کرد. به منظور بررسی میزان ناهمگنی بین مطالعات منتخب، از آزمون Q کوکران و شاخص I² استفاده شد. نتایج نشان داد مقدار I² برابر با ۴۲.۳ درصد

¹ Sandusky

² Scott's pi

است که بیانگر ناهمگنی متوسط میان مطالعات است. همچنین آزمون Q کوکران وجود ناهمگنی معنی دار را تأیید نمود ($P < 0.01$ ، $Q = 56.04$).

برای ارزیابی احتمال سوگیری انتشار، از نمودار قیفی^۱ و آزمون ایگر^۲ استفاده شد. نتایج آزمون ایگر نشان داد که $P = 0.065$ بوده و بنابراین شواهدی مبنی بر وجود سوگیری انتشار معنی دار مشاهده نشد (Furuya Kanamori et al., 2024). به منظور ارزیابی استحکام یافته‌ها، تحلیل حساسیت^۳ با استفاده از روش Leave-One-Out انجام شد. در این روش، هر مطالعه به صورت جداگانه حذف و تحلیل مجدداً اجرا شد. نتایج نشان داد حذف هیچ‌یک از مطالعات تأثیر قابل توجهی بر ابعاد و مؤلفه‌های استخراج شده نداشته و چارچوب نهایی از پایداری و استحکام مناسبی برخوردار است (Kulinskaya & Hoaglin, 2022).

جدول ۱- آزمون‌های اعتبارسنجی

آزمون	هدف	شاخص	نتیجه
آزمون ناهمگنی	بررسی تفاوت مطالعات	$I^2 = 42.3\%$	ناهمگنی متوسط
آزمون Q	بررسی معنی داری ناهمگنی	$P < 0.01$ ، $Q = 56.04$	معنی دار
آزمون ایگر	بررسی سوگیری انتشار	$P = 0.065$	عدم سوگیری
تحلیل حساسیت	بررسی استحکام نتایج	Leave-One-Out	پایدار

گام هفت: استخراج اطلاعات مقالات

در این مرحله از فراترکیب یافته‌های حاصل از مراحل قبل ارائه می‌شود. استفاده از آنالیز شانون در این مرحله مرسوم است.



تصویر ۱- مراحل هفتگانه فراترکیب

ماخذ: سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷)

¹ Funnel Plot

² Egger's Test

³ Sensitivity Analysis

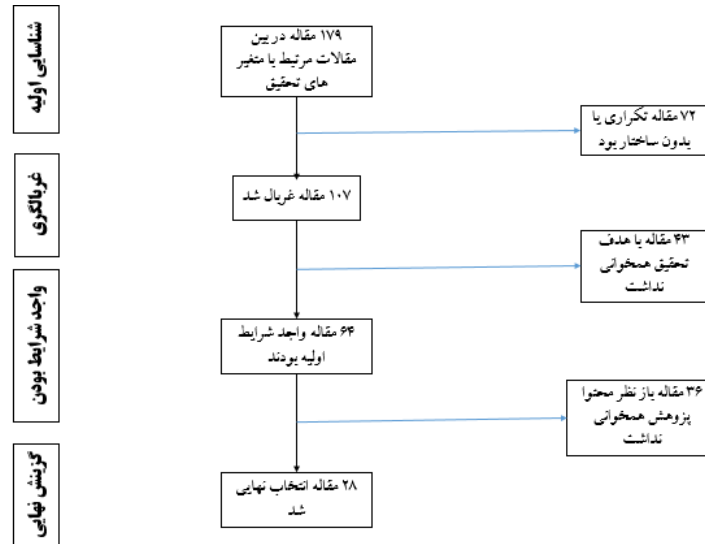
روایی ابزارها از روش CASP¹ استفاده شد برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی CASP ابزاری برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه در روش تحقیق مروری است. این ابزار یکی از روش‌های سنجش روایی و پایایی تحقیق کیفی است و به‌ویژه برای سنجش روایی و اعتبار در روش تحقیق فراترکیب مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی یا روش CASP با ۱۰ شرط کیفی هر مقاله به‌لحاظ کیفی مورد ارزیابی قرار گیرد. به هر یک از مقالات براساس هر یک از این شرایط، امتیازی بین ۱ تا ۵ تخصیص داده می‌شود. مقالاتی که مجموع امتیازات آن‌ها ۲۵ و بالاتر شود به‌لحاظ کیفی تأیید و باقی مقالات حذف خواهند شد. شرایط در نظر گرفته شده برای روش CASP در این پژوهش عبارتند از

۱. تناسب اهداف مقاله مورد بررسی با اهداف پژوهش
 ۲. به‌روز بودن پژوهشی مقاله مورد بررسی
 ۳. طرح مطرح شده در مقاله مورد بررسی
 ۴. روش نمونه‌گیری در مقاله مورد بررسی
 ۵. روش و کیفیت جمع‌آوری داده‌ها
 ۶. میزان انعکاس‌پذیری امکان بسط دادن نتایج و دستاوردهای مقاله مورد بررسی
 ۷. میزان و نحوه رعایت نکات اخلاقی رایج در زمینه تدوین متون پژوهشی در مقاله مورد بررسی
 ۸. میزان دقت در زمینه تجزیه و تحلیل داده‌ها در مقاله مورد بررسی
 ۹. وضوح بیان در ارائه یافته‌های مقاله مورد بررسی
 ۱۰. ارزش کلی مقاله مورد بررسی
- از آنجا که ۱۰ ویژگی وجود دارد و حداکثر امتیاز هر ویژگی ۵ می‌باشد بنابراین بیشترین نمره‌ای که هر مقاله براساس مقیاس CASP کسب می‌کند، ۵۰ می‌باشد. ساده‌ترین روش آن است که هر مقاله‌ای که پایین‌تر از ۲۵ امتیاز دارد حذف شد. این نوع دسته‌بندی توسط خود پژوهشگر قابل دستکاری است و پیشنهاد می‌شود از نگاه صفر و یکی پرهیز شد.

۵. نتایج و بحث

¹ Critical Appraisal Skills Program

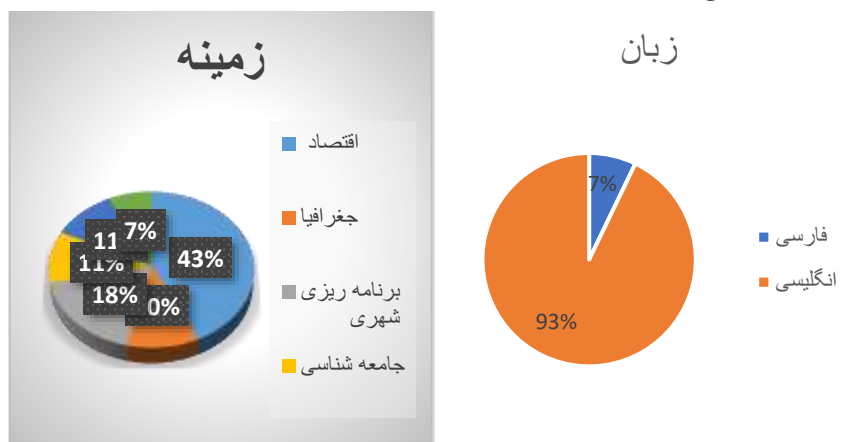
در این پژوهش ابتدا برای شاخص‌های اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند از روش فراترکیب کلیه مقالات مرتبط در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳ و ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ در پایگاه داده مقالات علمی داخلی و خارجی با هدف چه عوامل و مؤلفه‌هایی در توسعه اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند تاثیرگذار است؟ و با کلیدواژه‌های: اقتصاد دایره‌ای سبز، اقتصاد دایره‌ای، شهر هوشمند سبز، و در بخش مقالات خارجی با کلیدواژه‌های: Green circular economy, Circular economy, Green smart city بررسی شد. در مرحله سوم، برای انتخاب دقیق مقالات، پارامترهای متعددی همچون عنوان، چکیده و محتوای کامل هر مقاله به دقت بررسی شد. ابتدا مقالاتی که عنوانی مرتبط با موضوع یادگیری معکوس داشتند، انتخاب شدند. سپس، با تحلیل عمیق محتوای این مقالات، مطالعاتی که به طور مستقیم به عوامل مؤثر بر یادگیری معکوس پرداخته بودند، شناسایی و سایر مقالات حذف شدند. این فرآیند به صورت چند مرحله‌ای انجام شد و در هر مرحله، برخی مقالات به دلیل عدم تطابق با معیارهای پژوهش، حذف شدند. برای ارزیابی کیفی مقالات انتخاب شده، از ابزار ارزیابی کیفیت مطالعات (CASP) استفاده شد. بر اساس این ابزار، ۲۸ مقاله با کسب امتیاز بالای ۳۱ از ۵۰، به عنوان مطالعات با کیفیت بالا شناخته شدند. همچنین، برای اطمینان از دقت و اعتبار نتایج، روش کدگذاری و طبقه‌بندی اطلاعات به طور مکرر مورد بازبینی قرار گرفت. شکل ۱ روند حذف تدریجی مقالات و انتخاب نهایی مطالعات را به تصویر می‌کشد. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که مقالات انتخاب شده برای این پژوهش، از کیفیت بسیار خوبی برخوردار هستند. میانگین امتیاز این مقالات بین ۳۲ تا ۴۶ بوده است که نشان‌دهنده سطح بالای اعتبار و قابل اعتماد بودن آنها است. بنابراین، می‌توان با اطمینان خاطر از این مقالات برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و استخراج نتایج پژوهش استفاده کرد.

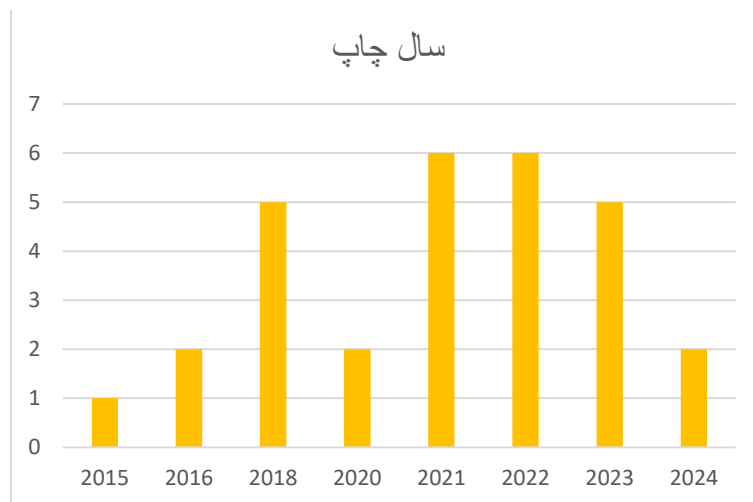


شکل ۱- خلاصه‌ی نتایج جستجو و انتخاب مقاله‌ها

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در گام بعدی در مرحله استخراج نتایج، اطلاعات پژوهش‌ها دسته‌بندی شدند؛ اطلاعات مقاله‌ها بر اساس مرجع مربوط به هر مقاله شامل نام نویسنده، به‌همراه سال انتشار مقاله و اجزای هماهنگی بیان‌شده در هر مقاله طبقه‌بندی شدند.





شکل ۲- ویژگی‌های توصیفی مطالعات مورد بررسی

ماخذ: یافته‌های پژوهش

عوامل مورد نظر استخراج شده از مطالعه مقاله‌ها به عنوان کد در نظر گرفته شده‌اند. نتایج این فرآیند و برخی از منابع در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- کدها و منابع مطالعاتی

شاخص	مؤلفه‌های استخراج شده	منبع
متابولیسم شهری دیجیتال	پایش سریع مصرف آب و انرژی، کنترل ترافیک، پلتفرم‌های در بستر وب، حسگرهای ردیابی، فناوری‌های پایداری زیست‌محیطی،	لیو و همکاران (۲۰۲۱)، دی مایو و همکاران (۲۰۲۱).
طراحی شهر هوشمند	بهره‌وری استفاده سبز از زمین، توسعه سیاست‌های شهری، ویژگی‌های توسعه شهری، بهره‌وری سبز شهری، قابلیت‌های نوآوری منطقه‌ای، نوآوری تکنولوژیکی،	ونگ و همکاران (۲۰۲۱)، ونگ و همکاران (۲۰۲۲)، هوای و همکاران (۲۰۲۳)، بیبری و همکاران (۲۰۱۸)، لی، لی و سو (۲۰۱۶)، توزر و کلینک (۲۰۱۸)، ادیون و همکاران (۲۰۲۳)
بازيافت هوشمند	ابر داده‌های زباله و بازیافت، پردازش تصویر برای روندهای زباله، بهبود بازیافت هوشمند، اسکن و رصد چرخه بازیافت، تفکیک انواع زباله، ارزیابی چرخه عمر زباله و بازیافت،	چن (۲۰۲۲)، خان و علی (۲۰۲۲)، تانور و همکاران (۲۰۲۲)، یاداو و همکاران (۲۰۲۳)، جارونکیتکاجورن و همکاران (۲۰۲۴)،
چرخه انرژی سبز	بهبود کیفیت هوا، پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی، اکوسیستم هوشمند، مدیریت زیست‌محیطی، مدیریت چرخه حیات،	دنسا و همکاران (۲۰۲۲)، چن و همکاران (۲۰۲۴)، فلتینوسکی و همکاران (۲۰۱۸)، دو تویت و همکاران (۲۰۱۸)، خان و علی (۲۰۲۲)،

تانور و همکاران (۲۰۲۲)، جاروئکتیکاجورن و همکاران (۲۰۲۴)

کارآفرینی سبز	توانمندسازهای فناورانه، آموزش کارآفرینی سبز، ظرفیت‌سازی دیجیتال، پیشرفت پروژه‌های تحقیق و توسعه،	موندال و همکاران (۲۰۲۳)، ادیون و همکاران (۲۰۲۳)، نوروزی اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲)
حکمرانی دایره‌ای هوشمند	حکمرانی شبکه‌ای، اقتصاد فضایی و هوشمند، نوآوری دایره‌ای شهری، حکمرانی یکپارچه شهری، دیجیتالی‌سازی، مشارکت اجتماعی هوشمند	آنتیرویکو (۲۰۲۳)، ایوان فرنس و همکاران (۲۰۱۵)، کانل و همکاران (۲۰۱۶)، فدایی و همکاران (۱۴۰۰)،
بریکولاژ ^۱	خدمات حمل‌ونقل اشتراکی و سبز، استفاده مجدد از منابع، بهره‌وری منابع، بهینه‌سازی تخصیص منابع، ادغام فناوری و سیاست‌های شهر هوشمند، ادغام حمل‌ونقل سبز، بهینه‌سازی منابع زیرساختی،	کوزیلاک (۲۰۲۰)، لیو و همکاران (۲۰۱۸)، ونگ (۲۰۲۲)، هوای و همکاران (۲۰۲۳)، فدایی و همکاران (۱۴۰۰)، اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱)،
فناوری هوشمند سبز	پلتفرم‌های وب، حسگرهای ردیابی، اینترنت اشیا، پردازش تصاویر با هوش مصنوعی،	دی امایکو و همکاران (۲۰۲۱)، چن (۲۰۲۲)، چن و همکاران (۲۰۲۴)

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به اطلاعات جدول ۱، تعداد ۴۴ شاخص از میان پژوهش‌ها و مطالعات مورد بررسی استخراج گردید. با توجه به همپوشانی معنایی برخی کدها، در مرحله بعد به تحلیل و ادغام آن‌ها پرداختیم. در این پژوهش، ابتدا کلیه عوامل استخراج‌شده از مطالعات پیشین کدگذاری شدند. سپس با بررسی دقیق مفهوم هر کد، آن‌ها را در دسته‌های مفهومی مشابه جای دادیم تا در نهایت مفاهیم اصلی پژوهش مشخص گردند. به منظور بررسی روایی محتوایی، بسته‌ی آموزشی توسط پژوهشگر و همکار پژوهشی در این زمینه مورد بازبینی قرار گرفت، پایایی به روش ضریب پی اسکات بررسی شد. معیار پی اسکات توسط ویلیام اسکات (۱۹۵۵) برای سنجش پایایی داده‌های اسمی طراحی شد. در این روش باید دو کدگذار (ارزیاب) داده‌ها را ارائه کنند و بر اساس همبستگی داده‌های این دو ارزیاب پایایی تعیین شد.

$$Pi = (OA - EA) / (1 - EA)$$

$$Pi = (0/916 - 0/50) / (1 - 0/50) = 0/۸۳۲$$

^۱ بریکولاژ (Bricolage) به توانایی استفاده خلاقانه و انعطاف‌پذیر از منابع و مهارت‌های موجود برای حل مسائل پیچیده یا ایجاد نوآوری گفته می‌شود. این مفهوم بر ترکیب عناصر متفاوت، تطبیق با محدودیت‌ها و خلق راحل‌های نوآورانه بدون نیاز به منابع جدید تأکید دارد

[illegible]

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۲- اعتبار سنجی (روایی صوری و محتوای مقولات استخراج شده) به روش لاوشه

ردیف	مؤلفه	نمره	نظرات	CVR	روایی
۱	پایش سریع مصرف آب و انرژی	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲	کنترل ترافیک	۱۱	۰	۱	قبول
۳	پلتفرم‌های در بستر وب	۱۱	۰	۱	قبول
۴	حسگرهای ردیابی	۹	۲	۰/۶۳	قبول

۵	فناوری‌های پایداری زیست‌محیطی	۹	۲	۰/۶۳	قبول
۶	بهره‌وری استفاده سبز از زمین	۹	۲	۰/۶۳	قبول
۷	توسعه سیاست‌های شهری	۸	۰	۰/۴۵	رد
۸	ویژگی‌های توسعه شهری	۱۱	۰	۱	قبول
۹	بهره‌وری سبز شهری	۱۱	۰	۱	قبول
۱۰	قابلیت‌های نوآوری منطقه‌ای	۸	۰	۰/۴۵	رد
۱۱	نوآوری تکنولوژیکی	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۱۲	ابر داده‌های زباله و بازیافت	۱۱	۰	۱	قبول
۱۳	پردازش تصویر برای روندهای زباله	۱۱	۰	۱	قبول
۱۴	بهبود بازیافت هوشمند	۱۱	۰	۱	قبول
۱۵	اسکن و رصد چرخه بازیافت	۱۱	۰	۱	قبول
۱۶	تفکیک انواع زباله	۱۱	۰	۱	قبول
۱۷	ارزیابی چرخه عمر زباله و بازیافت	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۱۸	بهبود کیفیت هوا	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۱۹	پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۱	۰	۱	قبول
۲۰	بهره‌وری انرژی	۱۱	۰	۱	قبول
۲۱	اکوسیستم هوشمند	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲۲	مدیریت زیست‌محیطی	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲۳	مدیریت چرخه حیات	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲۴	توانمندسازهای فناورانه	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲۵	آموزش کارآفرینی سبز	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۲۶	ظرفیت‌سازی دیجیتال	۹	۲	۰/۶۳	قبول

۲۷	پیشرفت پروژه‌های تحقیق و توسعه	۸	۰	۰/۴۵	رد
۲۸	حکمرانی شبکه‌ای	۱۱	۰	۱	قبول
۲۹	اقتصاد فضایی و هوشمند	۱۱	۰	۱	قبول
۳۰	نوآوری دایره‌ای شهری	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۳۱	حکمرانی یکپارچه شهری	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۳۲	دیجیتالی سازی	۱۱	۰	۱	قبول
۳۳	مشارکت اجتماعی هوشمند	۱۱	۰	۱	قبول
۳۴	خدمات حمل و نقل اشتراکی و سبز	۱۱	۰	۱	قبول
۳۵	استفاده مجدد از منابع	۹	۲	۰/۶۳	قبول
۳۶	بهره وری منابع	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۳۷	بهینه‌سازی تخصیص منابع	۱۱	۰	۱	قبول
۳۸	ادغام فناوری و سیاست‌های شهر هوشمند	۱۱	۰	۱	قبول
۳۹	ادغام حمل و نقل سبز	۱۱	۰	۱	قبول
۴۰	بهینه‌سازی منابع زیرساختی	۷	۱	۰/۲۵	رد
۴۱	پلتفرم‌های وب	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول
۴۲	حسگرهای ردیابی	۱۱	۰	۱	قبول
۴۳	اینترنت اشیا	۱۱	۰	۱	قبول
۴۴	پردازش تصاویر با هوش مصنوعی	۱۰	۱	۰/۸۱	قبول

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در این پژوهش نظر ۱۱ نفر از خبرگان جهت اعتبار سنجی به روش لاوشه اخذ شد. که نهایتاً بر اساس نتایج نمره ۴ مؤلفه ای کمتر از ۰/۶ محاسبه شد لذا ۴ مؤلفه حذف شد و ۴۰ مؤلفه تایید شد. پس از بررسی جامع مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در حوزه اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند ، ۸ مؤلفه اصلی (شاخص) و ۴۰ مؤلفه فرعی، به‌عنوان شاخص‌های کلیدی در شکل‌دهی آینده شهرها شناسایی شدند.

در این ارتباط متابولیسم شهری دیجیتال با تکیه بر پایش برخط مصرف آب و انرژی، مدیریت هوشمند ترافیک، بهره‌گیری از پلتفرم‌های وب، حسگرهای ردیابی و فناوری‌های پایداری زیست‌محیطی، چارچوبی یکپارچه برای مدیریت داده‌محور شهر ارائه می‌کند. این رویکرد با تولید داده‌های دقیق و بهنگام، امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، بهینه‌سازی تخصیص منابع، کاهش آلودگی و ارتقای کیفیت زندگی را فراهم ساخته و شهر را به مثابه سیستمی پویا و خودتنظیم در مواجهه با رشد جمعیت و تغییرات اقلیمی بازتعریف می‌کند. در این راستا، فدایی و همکاران (۱۴۰۰) بر نقش اقتصاد هوشمند و پایداری زیست‌محیطی تأکید کرده‌اند؛ اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱) ادغام اقتصاد سبز و دایره‌ای در زیرساخت‌های حمل‌ونقل و شهری را ضروری دانسته‌اند؛ لیو و همکاران (۲۰۲۱) به موانع دیجیتالی در مدیریت پایدار آب اشاره کرده‌اند؛ دی‌امایکو و همکاران (۲۰۲۱) کاربرد پایش بی‌درنگ انرژی و حسگرهای حمل‌ونقل را تبیین نموده‌اند؛ و چن (۲۰۲۲) و چن و همکاران (۲۰۲۴) نقش اینترنت اشیا و سیاست‌های شهر هوشمند را در ارتقای کارایی سبز تأیید کرده‌اند.

شاخص دوم استخراج شده طراحی شهر هوشمند می‌باشد که بر مؤلفه‌هایی چون بهره‌وری سبز استفاده از زمین، ویژگی‌های توسعه شهری، بهره‌وری سبز شهری و نوآوری فناورانه استوار است. این ابعاد از طریق کاهش هزینه‌های انرژی، ارتقای کیفیت زیست‌محیطی، جذب سرمایه انسانی و توسعه کسب‌وکارهای نوآور، به پویایی اقتصاد شهری می‌انجامد. اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱) و نوروزی اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲) بر نقش اقتصاد سبز و دایره‌ای در ارتقای زیست‌پذیری و بهره‌وری تأکید دارند؛ همچنین لیو و همکاران (۲۰۲۱)، ونگ و همکاران (۲۰۲۱)، دنسا و همکاران (۲۰۲۲) و چن و همکاران (۲۰۲۴) تأثیر سیاست‌های شهر هوشمند و نوآوری‌های فناورانه را بر بهره‌وری سبز تأیید کرده‌اند. از جهتی دیگر شاخص سوم در حوزه بازیافت هوشمند می‌باشد که مؤلفه‌هایی نظیر کلان‌داده‌های پسماند، پردازش تصویر، اسکن چرخه بازیافت، تفکیک هوشمند و ارزیابی چرخه عمر، امکان تحلیل جامع جریان مواد و بهینه‌سازی مدیریت پسماند را فراهم می‌سازد. این امر با کاهش هزینه‌ها، افزایش ارزش افزوده مواد بازیافتی و تحقق اهداف اقتصاد دایره‌ای همراه است. یافته‌های فدایی و همکاران (۱۴۰۰)، اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱)

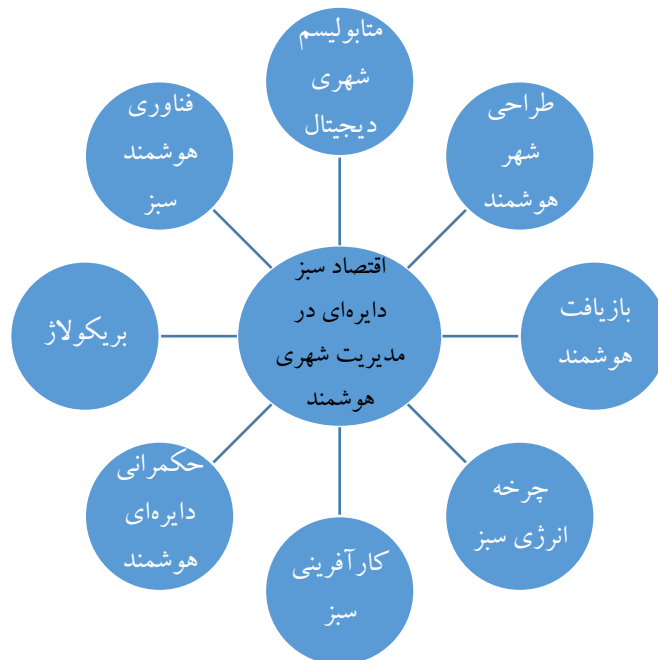
و مطالعات ونگ و همکاران (۲۰۲۱، ۲۰۲۲) و چن و همکاران (۲۰۲۴) نیز بر پیوند نوآوری دیجیتال و بهره‌وری سبز شهری صحنه می‌گذارد.

شاخص چهارم چرخه انرژی سبز شامل ارتقای کیفیت هوا، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی، اکوسیستم هوشمند و مدیریت چرخه حیات است که به کاهش هزینه‌های انرژی، ایجاد اشتغال سبز و افزایش پایداری اقتصادی می‌انجامد. در این زمینه، فدایی و همکاران (۱۴۰۰)، اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱)، لیو و همکاران (۲۰۲۱)، دی‌امایکو و همکاران (۲۰۲۱)، چن (۲۰۲۲) و ونگ و همکاران (۲۰۲۲) بر نقش فناوری‌های نوین در بهینه‌سازی مصرف انرژی و منابع تأکید کرده‌اند. همچنین کارآفرینی سبز به‌عنوان پنجمین شاخص نیز با اتکا به توانمندسازهای فناورانه، آموزش تخصصی و ظرفیت‌سازی دیجیتال، بستر توسعه کسب‌وکارهای پایدار را فراهم می‌سازد. نتایج پژوهش حاضر همسو با تأکید نوروژی اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲) بر کارآفرینی اجتماعی، خان و علی (۲۰۲۲) بر تنظیم‌گری مناسب در مدیریت هوشمند پسماند، دی‌امایکو و همکاران (۲۰۲۱) بر بهینه‌سازی زیرساخت‌های شهری، چن (۲۰۲۲) بر کاربرد یادگیری ماشینی، و موندال و همکاران (۲۰۲۳) و ونگ و همکاران (۲۰۲۲) بر سیاست‌های شهر هوشمند است. علاوه بر این، الهام‌گیری کارآفرینانه با ایجاد نقش‌های متعدد از جمله توانایی‌های هوشی، بهبود تصمیم‌گیری، قصد کارآفرینانه، بهبود نگرش کارآفرینانه، تسهیل کسب‌وکار و تشخیص فرصت، در تصمیم به بهره‌برداری از فرصت‌های کارآفرینانه مؤثر است (Bahramfard et al., 2023). همچنین ویژگی‌های شخصیتی کارآفرین از جمله خودکارآمدی، استقلال‌طلبی، ریسک‌پذیری، خلاقیت و مهارت‌های کارآفرینی نقش بسزایی در بهبود تصمیم‌گیری برای بهره‌برداری از فرصت‌ها در کسب‌وکارها دارد (Bahramfard et al., 2025b).

حکمرانی دایره‌ای هوشمند به‌عنوان شاخص ششم با مؤلفه‌هایی چون حکمرانی شبکه‌ای، اقتصاد فضایی هوشمند، نوآوری دایره‌ای شهری، یکپارچگی مدیریتی، دیجیتالی‌سازی و مشارکت اجتماعی، چارچوبی جامع برای تعادل میان رشد اقتصادی، عدالت اجتماعی و پایداری زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. یافته‌های فدایی و همکاران (۱۴۰۰)، منادی و بهزادفر (۱۴۰۱)، اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱)، نوروژی اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲)، دی‌امایکو (۲۰۲۱)، چن (۲۰۲۲) و ونگ و همکاران (۲۰۲۱، ۲۰۲۲) نیز بر ضرورت تلفیق نوآوری

دیجیتال و مشارکت اجتماعی در مدیریت پایدار شهری تأکید دارند. در بعد بریکولاژ شهری به عنوان شاخص هفتم، تمرکز بر حمل و نقل اشتراکی سبز، استفاده مجدد از منابع، بهینه سازی تخصیص، و ادغام فناوری با سیاست‌های هوشمند، به شکل گیری نظامی چرخشی و بهره‌ور منجر می‌شود. این نتایج با یافته‌های اسکندری ثانی و سفالگر (۱۴۰۱)، نوروزی اجیرلو و همکاران (۱۴۰۲)، لیو و همکاران (۲۰۲۱)، چن (۲۰۲۲) و ونگ و همکاران (۲۰۲۱، ۲۰۲۲) هم‌راستا است. در نهایت شاخص هشتم، فناوری هوشمند سبز - شامل پلتفرم‌های وب، حسگرها، اینترنت اشیا و پردازش تصویر مبتنی بر هوش مصنوعی - زیرساخت تحقق مدیریت شهری هوشمند و پایدار را فراهم می‌سازد. همگرایی مطالعات داخلی و خارجی نشان می‌دهد که پیوند اقتصاد دایره‌ای، نوآوری فناورانه و حکمرانی هوشمند، پیش شرط اساسی تحقق توسعه پایدار شهری و ارتقای بهره‌وری سبز در اقتصاد شهری است.

در چارچوب مدیریت شهری هوشمند، مؤلفه‌های فرعی شاخص‌ها شامل متابولیسم شهری دیجیتال (پایش جریان داده و منابع)، طراحی شهر هوشمند، بازیافت و چرخه انرژی سبز، کارآفرینی سبز، حکمرانی دایره‌ای هوشمند، بریکولاژ (باز ترکیب خلاقانه منابع) و فناوری هوشمند سبز هستند. این مؤلفه‌ها ابعاد اجرایی، سیاستی، چرخه‌ای، نهادی و زیرساختی لازم برای تحقق شهر هوشمند پایدار را پوشش می‌دهند. بدین ترتیب، مدل مفهومی ارائه شده علاوه بر سطح‌بندی ساختاری شاخص‌ها، انسجام کارکردی میان سطوح اصلی و فرعی را نیز تبیین می‌کند.



شکل ۴- چهارچوب شاخص های اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند

ماخذ: یافته های پژوهش

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

اقتصاد سبز دایره‌ای رویکردی نوین در مدیریت شهری هوشمند است که با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری منابع و بهبود کیفیت زندگی شهری ارائه شده است. این مدل بر پایه اصول اقتصاد دایره‌ای استوار است که در آن، منابع به‌صورت چرخه‌ای و پایدار مورد استفاده قرار گرفته و زنجیره تولید و مصرف به‌حداقل می‌رسد. در این راستا، شاخص‌های کلیدی اقتصاد سبز دایره‌ای می‌توانند به‌عنوان ابزارهای مدیریتی قدرتمندی برای تصمیم‌گیری‌های بهینه در جهت توسعه پایدار شهری عمل کنند. از این‌رو این پژوهش با رویکرد فرا ترکیب به‌دنبال شاخص‌های اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند بود که بر اساس یافته‌ها برای اقتصاد سبز دایره‌ای در مدیریت شهری هوشمند یک چهارچوب با ۴۰ شاخص در ۸ بعد متابولیسم شهری دیجیتال، طراحی شهر هوشمند، بازیافت هوشمند، چرخه انرژی سبز، کارآفرینی سبز، حکمرانی دایره‌ای هوشمند، بریکولاژ و فناوری هوشمند سبز شناسایی شد.

مدل اقتصاد سبز دایره‌ای در بستر مدیریت شهری هوشمند، چارچوبی یکپارچه برای هم‌افزایی میان فناوری‌های دیجیتال، بهره‌وری منابع و سازوکارهای نوین حکمرانی فراهم می‌سازد. تحلیل ابعاد هشت‌گانه نشان داد که زیرساخت‌های فناورانه همچون متابولیسم شهری دیجیتال و فناوری هوشمند سبز، بستر تصمیم‌گیری داده‌محور و بهینه‌سازی جریان انرژی و مواد را مهیا می‌کنند، در حالی که طراحی شهر هوشمند و چرخه انرژی سبز نقش ساختاری در بازآرایی الگوهای فضایی و زیست‌محیطی ایفا می‌نمایند. همچنین کارآفرینی سبز و بریکولاژ با تقویت نوآوری، بازترکیب منابع و خلق ارزش پایدار، بعد اقتصادی-اجتماعی مدل را فعال می‌سازند. پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که بریکولاژ با ایجاد و توسعه فرصت‌های جدید در شرایط بحرانی و با استفاده از حداقل منابع موجود، نقش مؤثری در بهره‌برداری از فرصت‌ها در کسب‌وکارها ایفا می‌کند (Bahramfard et al., 2025a). در این میان، حکمرانی دایره‌ای هوشمند به‌عنوان هسته هماهنگ‌کننده، انسجام نهادی و مشارکت شبکه‌ای را تضمین می‌کند. برآیند این تعاملات نشان می‌دهد که اقتصاد سبز دایره‌ای نه تنها رویکردی زیست‌محیطی، بلکه الگویی تحولی برای ارتقای تاب‌آوری، کارایی و پایداری شهری است که می‌تواند مسیر گذار شهرها به توسعه پایدار را تسریع کند.

هرچند ساختار اقتصادی ایران با محدودیت‌های نهادی، مالی و بین‌المللی خاصی مواجه است، اما اصول اقتصاد دایره‌ای و حکمرانی هوشمند ماهیتی انعطاف‌پذیر و زمینه‌مند دارند و قابلیت انطباق با شرایط اقتصادهای در حال توسعه را دارا هستند. ادبیات نظری تأکید می‌کند که پیاده‌سازی اقتصاد دایره‌ای مستلزم بومی‌سازی سیاست‌ها متناسب با ویژگی‌های ساختاری هر کشور است (Kirchherr et al., 2018؛ Geissdoerfer et al., 2017). از این رو، مدل پیشنهادی حاضر به‌عنوان یک چارچوب مفهومی قابل انطباق ارائه شده و قابلیت تطبیق با اقتضائات نهادی و اقتصادی ایران را دارد و می‌تواند در پژوهش‌های آتی با داده‌های ملی اعتبارسنجی شود. چهارچوب ارائه شده در این پژوهش، به مدیران شهری و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا با اندازه‌گیری عملکرد خود در ابعاد مختلف اقتصاد سبز دایره‌ای، برنامه‌های توسعه پایدار شهری را به‌نحو مؤثرتری طراحی و اجرا نمایند. این ابعاد نمایانگر تعاملی هم‌افزا میان مفاهیمی چون فناوری، پایداری و بهره‌وری در مدیریت شهری

هوشمند هستند. این چارچوب بر استفاده بهینه از منابع، افزایش بازدهی در چرخه تولید و مصرف، تقویت مشارکت شهروندان، و بهبود حکمرانی پایدار تأکید دارد.

این پژوهش با محدودیت‌هایی مواجه بود از جمله به محدودیت‌های ناشی از موضوع، چندوجهی بودن هوشمند سازی شهری و تاثیر متغیرهایی اجتماعی، فرهنگی، روانشناختی، محیطی، ویژگی‌های خاص هر شهر، سرمایه اجتماعی و ...، لازم است در پژوهش‌های بعدی امکان شناخت متغیرهای مرتبط با موضوع فراهم شود که قدرت تبیین بیشتری داشته باشد. بر اساس یافته‌ها پیشنهاد می‌شود پروژه‌های آزمایشی در شهرهای منتخب جهت پیاده‌سازی شاخص‌های شناسایی شده اجرا شده و زیرساخت‌های فناوری، به‌ویژه در حوزه اینترنت اشیاء و مدیریت دیجیتال شهری، تقویت شود. همچنین آموزش و آگاهی‌بخشی عمومی برای جلب مشارکت شهروندان در کارآفرینی سبز و مدیریت پسماند اهمیت دارد و مشوق‌هایی برای نوآوری و توسعه فناوری‌های هوشمند سبز ارائه گردد. در حوزه پژوهشی، بررسی ارتباط میان متابولیسم شهری دیجیتال و کاهش هزینه‌های مدیریت شهری، تحلیل تأثیر طراحی شهر هوشمند بر کیفیت زندگی، توسعه مدل‌های پیش‌بینی برای ارزیابی حکمرانی دایره‌ای هوشمند، و مطالعه تأثیر چرخه انرژی سبز بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کلان‌شهرها از جمله زمینه‌های پیشنهادی هستند.

تعارض منافع

در پژوهش حاضر هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

منابع

- اسکندری ثانی، محمد و سفالگر، سحر . (۱۴۰۱). ادغام اقتصاد سبز و چرخشی، رویکرد نوین درآمد پایدار در شهر بیرجند. مطالعات مدیریت توسعه سبز، ۱۱(۲)، ۱۵۹-۱۷۲. doi: 10.22077/jgmd.2023.6171.1023
- اسکندری راد، محبوبه، رسولی، عصمت و فلاح، وحید . (۱۴۰۱). طراحی الگوی برنامه درسی یادگیری خدمات‌رسانی با تأکید بر اقتصاد سبز (مطالعه موردی: دانش‌آموزان دوره اول متوسطه). فصلنامه علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۱۱(۲)، ۱۱۹-۱۳۶. doi: 10.30473/ee.2023.55195.2269

- برادران خانیان، زینب، پناهی، حسین و اصغرپور، حسین. (۱۳۹۹). بررسی وضعیت کنونی تحول هوشمند در کلان‌شهر تبریز. اقتصاد شهری، ۵(۲)، ۸۵-۱۱۲. doi: 10.22108/ue.2022.130508.1196
- بهرام فرد، هیوا، باقری راغب، قدرت‌الله و کردنایج، اسدالله. (۱۴۰۲). نقش الهام در تصمیم به بهره‌برداری از فرصت‌های کارآفرینانه در کسب و کارهای ورزشی. نشریه مدیریت ورزشی، ۱۵(۴)، ۲۵۷-۲۳۷. doi: 10.22059/jsm.2023.358291.3135
- بهرام فرد هیوا، باقری راغب قدرت‌الله، کردنایج اسدالله، صابری علی. تصمیم به بهره‌برداری از فرصت با تأکید بر نقش شخصیت کارآفرین در کسب و کارهای ورزشی. پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی. ۱۴۰۴؛ ۱۵ (۲۹) ۲۷۹-۲۵۲: doi 20.1001.1.22520716.1404.15.29.12.4:
- حسین پور، عبدالکریم، قربان پور، احمد، و شاهبندرزاده، حمید. (۱۴۰۲). ارزیابی کارایی اقتصاد چرخشی کشورهای حوزه خلیج فارس از حیث مدیریت پسماند جامد شهری. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقداری، ۲۱(۱)، ۸۷-۱۰۶. doi: 10.22055/jqe.2023.42312.2523
- ذبیحی، سیدمحمدقائم، اکبری، فاطمه و صالح نیا، نرگس. (۱۴۰۲). بررسی نقش ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی بر انتشار کربن در ایران: رهیافت رگرسیون کواتایل بر کواتایل (QQR). پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۸(۹۶)، ۷-۵۲. doi: 10.22054/ijer.2023.75870.1219
- رشنو، فریبا و سرلک، احمد. (۱۴۰۳). رابطه بین پیچیدگی اقتصادی چندبعدی و رشد سبز فراگیر در منتخبی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۹(۱۰۰)، ۲۳۵-۲۳۵. doi: 10.22054/ijer.2024.79437.1278
- غیاثی، مرضیه، و خردمند، علی. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر حسابداری سبز در هوشمند سازی و توسعه پایدار شهری. چشم انداز حسابداری و مدیریت، ۶ (۸۰)، ۱۶۸-۱۵۱. https://www.jamv.ir/article_175078.html
- فدایی، علیرضا، گرجی، محمدباقر، و سمیعی، روح‌اله. (۱۴۰۰). شناسایی مؤلفه‌های توسعه پایدار هوشمند در حوزه مدیریت شهری. مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی، ۸(۳)، ۳۴-۱۹. doi: 10.22069/jead.2021.19229.1498
- منادی، عارف، بهزادفر، مصطفی. (۱۴۰۱). راهبردهای مدیریت شهری هوشمند (رویکردی جهت ارتقای مدیریت بهره‌وری شهری). مدیریت بهره‌وری. (۱۶)۴. ۲۱۶-۱۸۵. <https://iranjournals.nlai.ir/handle/123456789/971982>
- موغلی، مرضیه. (۱۴۰۲). عوامل موثر بر پیاده سازی مدیریت شهری هوشمند (مطالعه موردی: شهر شیراز). مهندسی جغرافیایی سرزمین، ۷(۲)، ۴۰۷-۴۱۶. doi: 10.22034/jget.2023.149036

نوروزی اجیرلو، رضا، سلیمان پور، مسلم، و موحد، سید محمد رضا. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر اقتصاد دایره‌ای بر توسعه زیست‌پذیری اقتصادی مناطق حاشیه‌نشین شهر تبریز با نقش میانجی کارآفرینی اجتماعی. جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۲۱ (۲)، ۳۴۷-۳۷۳. doi: 10.22067/jgrd.2023.84462.1331

References

- Aarathi, M., & Bhuvaneshwaran, A. (2021). IoT based drainage and waste management monitoring and alert system for smart city. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(3), 6641–6651. <http://annalsofscb.ro/index.php/journal/article/view/2179>
- Ali, T., Irfan, M., Alwadie, A. S., & Glowacz, A. (2020). IoT-based smart waste bin monitoring and municipal solid waste management system for smart cities. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45, 10185-10198. DOI:10.1007/s13369-020-04637-w
- Anttiroiko, A. V. (2023). Smart circular cities: governing the relationality, spatiality, and digitality in the promotion of circular economy in an urban region. *Sustainability*, 15(17), 12680. <https://doi.org/10.3390/su151712680>
- Bahramfard, H., Bagheri Ragheb, G., & Kordnaeij, A. (2023). The role of inspiration in the decision to exploit entrepreneurial opportunities in sports businesses. *Sport Management Journal*, 15(4), 237-255. [In Persian]. doi: 10.22059/JSM.2023.358291.3135
- Bahramfard, H., Bagheri, G., Kordnaeij, A., & Saberi, A. (2025). The role of bricolage in exploiting opportunities in sports SMEs. *Sport Management Studies*, 17(90), 39-62. [In Persian]. doi: 10.22089/smri.2025.15506.3933
- Bahramfard, H., Bagheri, G., Kordnaeij, A., & Saberi, A. (2025). The decision to take advantage of the opportunity by emphasizing the role of the entrepreneur in sports businesses. *Journal of Research in Sport Management and Motor Behavior*, 15(29), 252-279. [In Persian]. doi: 10.22059/jrsm.2025.384596.1517
- Baradaran Khanian, Z., Panahi, H., & Asgharpour, H. (2020). Investigating the current situation of smart evolution in Tabriz metropolis. *Urban Economics*, 5(2), 85–112. [In Persian] <https://doi.org/10.22108/ue.2022.130508.1196>
- Bibri, S. E. (2018). A foundational framework for smart sustainable city development: Theoretical, disciplinary, and discursive dimensions and their synergies. *Sustainable Cities and Society*, 38, 758-794. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.032>
- Chauhan, A., Jakhar, S. K., & Chauhan, C. (2021). The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *Journal of cleaner production*, 279, 123854. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123854
- Chen, X. (2022). Machine learning approach for a circular economy with waste recycling in smart cities. *Energy Reports*, 8, 3127-3140. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.193>

- Chen, Y., Chen, S., & Miao, J. (2024). Does smart city pilot improve urban green economic efficiency: Accelerator or inhibitor. *Environmental Impact Assessment Review*, 104, 107328. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107328>
- Connell, J., & Walton-Roberts, M. (2016). What about the workers? The missing geographies of health care. *Progress in Human Geography*, 40(2), 158–176. <https://doi.org/10.1177/0309132515570513>
- D'Amato, D., & Korhonen, J. (2021). Integrating the green economy, circular economy and bioeconomy in a strategic sustainability framework. *Ecological Economics*, 188, 107143. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107143>
- D'Amico, G., Arbolino, R., Shi, L., Yigitcanlar, T., & Ioppolo, G. (2021). Digital technologies for urban metabolism efficiency: Lessons from urban agenda partnership on circular economy. *Sustainability*, 13(11), 6043. <https://doi.org/10.3390/su13116043>
- Dincă, G., Milan, A. A., Andronic, M. L., Pasztori, A. M., & Dincă, D. (2022). Does circular economy contribute to smart cities' sustainable development? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7627. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137627>
- Du Toit, M. J., Cilliers, S. S., Dallimer, M., Goddard, M., Guenat, S., & Cornelius, S. F. (2018). Urban green infrastructure and ecosystem services in sub-Saharan Africa. *Landscape and Urban Planning*, 180, 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.06.001>
- Edyvean, R. G., Apiwatanapiwat, W., Vaithanomsat, P., Boondaeng, A., Janchai, P., & Sophonthammaphat, S. (2023). The bio-circular green economy model in Thailand – A comparative review. *Agriculture and Natural Resources*, 57(1), 51–64. <https://doi.org/10.34044/j.anres.2023.57.1.06>
- Eskandari Rad, M., Rasouli, E., & Fallah, V. (2022). Designing a service-learning curriculum model with an emphasis on the green economy: A case study of lower secondary school students. *Journal of Environmental Education and Sustainable Development*, 11(2), 119–136. [In Persian] <https://doi.org/10.30473/ee.2023.55195.2269>
- Eskandari Sani, M., & Safalgar, S. (2022). Integration of green and circular economy: A novel approach to sustainable revenue in Birjand City. *Green Development Management Studies*, 1(2), 159–172. [In Persian] <https://doi.org/10.22077/jgmd.2023.6171.1023>
- Fadaei, A., Gorji, M. B., & Samiei, R. (2021). Identifying the components of smart sustainable development in urban management. *Entrepreneurship Studies and Sustainable Agricultural Development*, 8(3), 19–34. [In Persian] <https://doi.org/10.22069/jead.2021.19229.1498>
- Feltynowski, M., Kronenberg, J., Bergier, T., Kabisch, N., Łaszkiwicz, E., & Strohbach, M. W. (2018). Challenges of urban green space management in the face of using inadequate data. *Urban Forestry & Urban Greening*, 31, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.003>

- Furuya Kanamori, L., Xu, C., Lin, L., Doan, T., Chu, H., Thalib, L., & Doi, S. A. R. (2024). P value-driven methods were underpowered to detect publication bias: Analysis of Cochrane review meta-analyses. *Journal of Clinical Epidemiology*, 173, 111434. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2024.111434>
- Ghiassi, M., & Khordmand, A. (2023). Investigating the impact of green accounting on smart urbanization and sustainable urban development. *Accounting and Management Outlook*, 6(80), 151–168. [In Persian] https://www.jamv.ir/article_175078.html
- Hoon, C. (2013). Meta-synthesis of qualitative case studies: An approach to theory building. *Organizational Research Methods*, 16(4), 522–556. <https://doi.org/10.1177/1094428113484969>
- Hosseinpour, A., Ghorbanpour, A., & Shahbandarzadeh, H. (2023). Evaluating the efficiency of circular economies in Persian Gulf countries from the perspective of municipal solid waste management. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 21(1), 87–106. [In Persian] <https://doi.org/10.22055/jqe.2023.42312.2523>
- Hui, C. X., Dan, G., Alamri, S., & Toghraie, D. (2023). Greening smart cities: An investigation of the integration of urban natural resources and smart city technologies for promoting environmental sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104985. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104985>
- Ioan-Franc, V., Ristea, A. L., & Popescu, C. (2015). Integrated urban governance: A new paradigm of urban economy. *Procedia Economics and Finance*, 22, 699–705. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00287-7](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00287-7)
- Jaroenkietkajorn, U., Gheewala, S. H., Mungkung, R., Jakrawatana, N., Silalertruksa, T., Lecksiwilai, N., Prasara-A, J., & Nilsalab, P. (2024). Challenges and opportunities of bio-circular-green economy for agriculture. *Circular Economy and Sustainability*, 4, 1729–1750. <https://doi.org/10.1007/s43615-024-00355-9>
- Kaewhao, S. (2022). *Environmental Management for Sustainability*. Chulalongkorn University Press. <https://resmilitaris.net/uploads/paper/e77132291288098ef25747ffbe4fd99b.pdf>
- Khan, F., & Ali, Y. (2022). A facilitating framework for a developing country to adopt smart waste management in the context of a circular economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 26336–26351. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17573-5>
- Kirchherr, J., Yang, N. H. N., Schulze-Spüntrup, F., Heerink, M. J., & Hartley, K. (2023). Conceptualizing the circular economy (revisited): An analysis of 221 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 194, 107001. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>
- Koźlak, A. (2020). The relationship between the concepts of sharing economy and smart cities: The case of shared mobility and smart transport. *International Journal of Sustainable Society*, 12(2), 152–184. <https://doi.org/10.1504/IJSSOC.2020.107894>

- Kulinskaya, E., & Hoaglin, D. C. (2022). Simulations for the Q statistic with constant and inverse variance weights for binary effect measures. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.10734>
- Lakatos, E. S., Yong, G., Szilagyi, A., Clinci, D. S., Georgescu, L., Iticescu, C., & Cioca, L. I. (2021). Conceptualizing core aspects on circular economy in cities. *Sustainability*, 13(14), 7549. <https://doi.org/10.3390/su13147549>
- Liu, Q., Yang, L., & Yang, M. (2021). Digitalisation for water sustainability: Barriers to implementing circular economy in smart water management. *Sustainability*, 13(21), 11868. <https://doi.org/10.3390/su132111868>
- Liu, Y., Li, J., & Yang, Y. (2018). Strategic adjustment of land use policy under the economic transformation. *Land Use Policy*, 74, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.005>
- Macarthur, E. L. L. E. N., & Heading, H. E. A. D. I. N. G. (2019). How the circular economy tackles climate change. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>
- Merlin, L. A. (2018). The influence of infill development on travel behavior. *Research in Transportation Economics*, 67, 54–67. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.06.003>
- Mingaleva, Z., Vukovic, N., Volkova, I., & Salimova, T. (2019). Waste management in green and smart cities: A case study of Russia. *Sustainability*, 12(1), 94. <https://doi.org/10.3390/su12010094>
- Moghli, M. (2023). Factors affecting the implementation of smart urban management: A case study of Shiraz City. *Geographical Engineering of Territory*, 7(2), 407–416. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jget.2023.149036>
- Monadi, A., & Behzadfar, M. (2022). Smart urban management strategies: An approach to enhancing urban productivity management. *Productivity Management*, 4(16), 185–216. [In Persian] <https://iranjournals.nlai.ir/handle/123456789/971982>
- Mondal, S., Singh, S., & Gupta, H. (2023). Green entrepreneurship and digitalization enabling the circular economy through sustainable waste management – An exploratory study of emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, 422, 138433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138433>
- Nidhya, R., Kumar, M., Ravi, R. V., & Deepak, V. (2020). Enhanced Route Selection (ERS) algorithm for IoT enabled smart waste management system. *Environmental Technology & Innovation*, 20, 101116. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101116>
- Norouzi Ajirloo, R., Soleimanpour, M., & Movahed, S. M. R. (2023). Investigating the impact of the circular economy on the development of economic livability in marginalized areas of Tabriz with the mediating role of social entrepreneurship. *Geography and Regional Development*, 21(2), 347–373. [In Persian] <https://doi.org/10.22067/jgrd.2023.84462.1331>

- Rahmayanti, H., Ichsan, I. Z., Oktaviani, V., Syani, Y., Hadi, W., & Marhento, G. (2020). Environmental attitude for smart city technology: Need assessment to develop smart trash in environmental education. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(3), 8374–8383.
- Rani, A., Negi, S., Fan, C., Lam, S. S., Kim, H., & Pan, S. Y. (2024). Revitalizing plastic wastes employing bio-circular-green economy principles for carbon neutrality. *Journal of Hazardous Materials*, 472, 134394. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.134394>
- Ranjbari, M., Saidani, M., Esfandabadi, Z. S., Peng, W., Lam, S. S., Aghbashlo, M., Quatraro, F., & Tabatabaei, M. (2021). Two decades of research on waste management in the circular economy: Insights from bibliometric text mining and content analyses. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128009. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128009>
- Reshno, F., & Sarlak, A. (2024). The relationship between multidimensional economic complexity and inclusive green growth in selected developed and developing countries. *Iranian Economic Research*, 29(100), 235–271. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/ijer.2024.79437.1278>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Tanveer, M., Khan, S. A. R., Umar, M., Yu, Z., Sajid, M. J., & Haq, I. U. (2022). Waste management and green technology: Future trends in circular economy leading towards environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(53), 80161–80178. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23238-8>
- Thiengkamol, K. N. (2020). Administration of Sustainable Environment and Natural Resource Book. Se-Ed E-Book Online. <https://cyberleninka.ru/article/n/local-environmental-policy-affecting-sustainability-perception-of-local-administrator>
- Tozer, L., & Klenk, N. (2018). Discourses of carbon neutrality and imaginaries of urban futures. *Energy research & social science*, 35, 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.017>
- Umar, M., Khan, S. A., Yusliza, M. Y., Ali, S., & Yu, Z. (2021). Industry 4.0 and green supply chain practices: An empirical study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(3), 814–832. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2020-0165>
- Viglioglia, M., Giovanardi, M., Pollo, R., & Peruccio, P. P. (2021). Smart district and circular economy: The role of ICT solutions in promoting circular cities. *Sustainability*, 13(21), 11732. <https://doi.org/10.3390/su132111732>
- Wang, A., Lin, W., Liu, B., Wang, H., & Xu, H. (2021). Does smart city construction improve the green utilization efficiency of urban land? *Land*, 10(6), 657. <https://doi.org/10.3390/land10060657>
- Wang, K. L., Pang, S. Q., Zhang, F. Q., Miao, Z., & Sun, H. P. (2022). The impact assessment of smart city policy on urban green total-factor

- productivity: Evidence from China. *Environmental Impact Assessment Review*, 94, 106756. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106756>
- Yadav, H., Soni, U., & Kumar, G. (2023). Analysing challenges to smart waste management for a sustainable circular economy in developing countries: A fuzzy DEMATEL study. *Smart and Sustainable Built Environment*, 12(2), 361–384. <https://doi.org/10.1108/SASBE-06-2021-0097>
- Zabihi, S. M. G., Akbari, F., & Salehnia, N. (2023). Investigating the role of economic, financial, and political risks on carbon emissions in Iran: A quantile-on-quantile regression (QQR) approach. *Iranian Economic Research*, 28(96), 7–52. [In Persian] <https://doi.org/10.22054/ijer.2023.75870.1219>