



COPYRIGHTS

©2025 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



HOW TO CITE THIS ARTICLE

Soleymani Sh. Tabaieezadeh Fesharaki H. Eslami M. Developing a model for attracting financial resources in smart city projects (case study: tehran municipality). *Urban Economics and Planning* 7(1):52-69.

DOI: [10.22034/uep.2025.544164.1700](https://doi.org/10.22034/uep.2025.544164.1700)

ارائه مدلی برای جذب منابع مالی پروژه‌های شهر هوشمند (مطالعه موردی: شهرداری تهران)

شباهنک سلیمانی^۱؛ حمید طباطبائی زاده فشارکی^۲؛ مهدی اسلامی^۳

۱. پژوهشگر دوره دکتری، گروه صنعتی، فناوری اطلاعات و تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه مالی، بانک و بیمه، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. استادیار، گروه مهندسی برق، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

با توجه به گسترش نیاز به توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات در مسیر تحقق شهر هوشمند، تأمین مالی پایدار برای پروژه‌های فناوری اطلاعات در نهادهای عمومی نظیر شهرداری‌ها به یک چالش کلیدی تبدیل شده است. این تحقیق با هدف طراحی مدلی برای انتخاب مناسب‌ترین روش‌های تأمین مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران انجام شده است. در گام نخست، شاخص‌های کلیدی مؤثر بر انتخاب روش‌های تأمین مالی با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان استخراج شد. سپس، با بهره‌گیری از روش بهترین - بدترین وزن شاخص‌ها تعیین شد. در ادامه با استفاده از مدل تصمیم‌گیری برناردو و لحاظ کردن محدودیت‌های مالی، نهادی، حقوقی و فناوری، هفت گزینه اصلی تأمین مالی شامل خصوصی‌سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی سنتی و خدمات‌محور و نتیجه‌گرا شناسایی شدند. به منظور بررسی پایداری و انطباق مدل با شرایط واقعی، شبیه‌سازی مونت کارلو بر پایه داده‌های واقعی انجام شد. نتایج ۱۰۰۰ بار شبیه‌سازی نشان داد روش‌های منابع داخلی، منابع عمومی و روش‌های مشارکتی بالاترین نرخ انتخاب را دارند و با عملکرد فعلی شهرداری تهران نیز هم‌راستا هستند. از جمله نوآوری‌های این تحقیق می‌توان به ترکیب روش‌های بهترین بدترین، برناردو و شبیه‌سازی مونت کارلو، تمرکز بر حوزه فناوری اطلاعات و استفاده از شاخص‌های نوینی همچون زنجیره بلوکی اشاره کرد.

کلمات کلیدی

* نویسنده مسئول: ham.tabaezade.fesharaki@iau.ac.ir

تأمین منابع مالی
زنجیره بلوکی
شبیه‌سازی مونت کارلو
شهر هوشمند
فناوری اطلاعات
مدل برناردو

۱. مقدمه

در عصر حاضر، مفهوم «شهر هوشمند» به عنوان یک پارادایم تحول آفرین در مدیریت شهری، با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، در راستای ارتقای کیفیت زندگی شهروندان، بهینه‌سازی مصرف منابع، و همچنین افزایش کارایی و اثربخشی خدمات شهری است (Anthopoulos & Reddick, 2016).

تأمین مالی پایدار شهری به تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت برای پروژه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی پایدار اشاره دارد که ملاحظات مربوط به مسائل زیست‌محیطی، اجتماعی و حکمرانی را در بخش مالی در نظر می‌گیرد. شهرداری‌ها به عنوان مهم‌ترین نهادهای پاسخ‌گو به تقاضای روزافزون خدمات شهری و تأمین زیرساخت‌ها، در گذشته این وظایف را به صورت سنتی به عهده داشتند. اما امروزه به دلیل محدودیت منابع و ناپایداری درآمدی، توانایی تأمین مالی هزینه‌های هنگفت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های پایدار را ندارند (Akbarzadeh & shojaeian, 2023).

شهرداری تهران نیز به عنوان متولی اصلی مدیریت کلان‌شهری پیچیده، با چالش‌های فراوانی از جمله ترافیک، آلودگی هوا، مصرف انرژی، و ارائه خدمات پویا روبه‌رو است و حرکت به سمت تحقق «تهران هوشمند» را نه یک انتخاب که یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر ساخته است. پروژه‌های فناوری اطلاعات، ستون فقرات این تحول هستند که زیرساخت‌های ضروری برای جمع‌آوری، پردازش و تحلیل داده‌ها و ارائه خدمات یکپارچه را فراهم می‌کنند (Alawadhi et al., 2012).

با این حال، اجرای موفقیت‌آمیز این پروژه‌های کلان، مستلزم سرمایه‌گذاری عظیم مالی با توجه به میزان بودجه، پیچیدگی فناوری و تعداد پروژه‌ها است. محدودیت شدید بودجه‌های دولتی و شهری، در کنار نیاز به فناوری‌های روزآمد و پرهزینه، موجب شده شهرداری تهران قادر به تأمین مالی کامل پروژه‌های شهر هوشمند نباشد. این محدودیت‌ها باعث تأخیر در اجرای پروژه‌ها، کاهش کیفیت خدمات شهری و افزایش ریسک شکست پروژه‌ها شده و

چالش تأمین مالی را به یکی از موانع اصلی تحقق «تهران هوشمند» تبدیل کرده است. در این میان، انتخاب روش بهینه تأمین مالی که همسو با ویژگی‌های خاص پروژه‌های فناوری اطلاعات (مانند ریسک بالا، دارایی‌های نامشهود، و نرخ بازگشت سرمایه بلندمدت) باشد و همچنین، با قوانین و مقررات حاکم بر نهادهای عمومی مطابقت داشته باشد، نیازمند مطالعه‌ای عمیق و نظام‌مند است (Yescombe, 2018).

افزایش سریع جمعیت شهری و نیازهای خدماتی جدید، محدودیت منابع مالی و وابستگی شدید به بودجه عمومی، هزینه‌های بالای پروژه‌های زیربنایی و گسترش وظایف در حوزه خدمات هوشمند و دیجیتال از مهم‌ترین چالش‌های تأمین منابع مالی پروژه‌های شهری در شهرداری تهران است. در حوزه شهر هوشمند، با وجود پتانسیل‌های فناوری اطلاعات برای بهبود کیفیت خدمات شهری، تأمین مالی پایدار و نوین همچنان دغدغه اصلی است. عدم تمایل بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری، بروکراسی ناکارآمد، نبود مدل‌های مشخص برای جذب سرمایه و تمرکز بر بودجه‌های سنتی، فاصله قابل توجهی میان وضعیت موجود و اهداف توسعه شهر هوشمند ایجاد کرده است.

فناوری اطلاعات در حال حاضر به عنوان رکن اصلی مدیریت شهری، می‌تواند در بهبود کیفیت خدمات، شفافیت و کارآمدی شهرداری‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند. در تهران نیز به عنوان کلان‌شهری پیچیده، پیاده‌سازی پروژه‌های فناوری اطلاعات نیازمند تأمین مالی پایدار و کارآمد بوده که محدودیت‌های بودجه‌ای و نوسانات اقتصادی باعث ایجاد مشکلات مالی در اجرای این پروژه‌ها شده است. روش‌ها و ابزارهای نوین تأمین مالی؛ مانند مشارکت عمومی - خصوصی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر و اوراق مشارکت (جدول ۱) فرصت‌هایی برای رفع این مشکلات فراهم کرده‌اند، اما نیاز به مدلی بومی و عملیاتی به منظور استفاده بهینه از این ابزارها احساس می‌شود. این پژوهش در پی پر کردن این خلأ و ارائه راهکارهای کاربردی برای شهرداری تهران است.

جدول ۱. انواع روش‌های تأمین مالی در قالب ۱۱ دسته مختلف

ردیف	دسته‌بندی	روش تأمین مالی	توضیحات	منبع / منابع مرتبط
۱	مشارکتی	PPP	تقسیم منابع عمومی و خصوصی با تقسیم ریسک و بازده	T.I. Lam & Yang, 2020
۲	مشارکتی	سرمایه‌گذاری مشترک	همکاری رسمی بین شهرداری و بخش خصوصی در یک پروژه یا شرکت	Skowron & Flynn, 2018
۳	خصوصی‌سازی	فروش سهام	واگذاری مالکیت بخشی از پروژه یا نهاد به بخش خصوصی	Berger & Udell, 1998
۴	خصوصی‌سازی	خصوصی‌سازی	واگذاری مدیریت، بهره‌برداری یا مالکیت به بخش خصوصی	Entezari et al, 2016
۵	منابع داخلی شهرداری تهران	فروش و مولدسازی دارایی‌ها	تأمین مالی از طریق فروش یا بهره‌برداری بهتر از دارایی‌های موجود	Entezari et al, 2016
۶	منابع عمومی	بودجه	استفاده از بودجه‌های مصوب	Skowron & Flynn, 2018
۷	منابع عمومی	عوارض و درآمدهای اختصاصی	استفاده از درآمدهای پایدار شهری مانند عوارض، مالیات و تعرفه‌ها	Banar et al, 2013

ردیف	دسته‌بندی	روش تأمین مالی	توضیحات	منبع / منابع مرتبط
۸	بدهی سنتی	وام بانکی	دریافت وام با تعهد بازپرداخت و بهره مشخص	Skowron & Flynn, 2018
۹	بدهی نوین	اوراق مشارکت	اوراق قرضه اسلامی با تضمین دولت یا شهرداری تهران	Entezari et al, 2016
۱۰	نوآورانه	جمع‌سپاری	جمع‌آوری منابع مالی خرد از عموم مردم به کمک پلتفرم‌های دیجیتال	Berawi et al, 2023
۱۱	نوآورانه	صندوق‌های سرمایه‌گذاری	سرمایه‌گذاری خطرپذیر در پروژه‌های فناورانه و پرریسک	Kalenyuk, et al., 2024
۱۲	نتیجه‌گرا	تأمین مالی مبتنی بر عملکرد	پرداخت فقط در صورت تحقق اهداف عملکردی مشخص	Flynn & Etal, 2018
۱۳	خدمات‌محور	تأمین مالی مبتنی بر قرارداد سطح خدمت	تأمین مالی بر اساس توافق‌نامه سطح خدمات بین پیمانکار فناوری اطلاعات و شهرداری، نه فقط تأمین منابع اولیه	Skowron & Flynn, 2018
۱۴	منابع خارجی	کمک‌های بین‌المللی	دریافت منابع مالی یا فنی از نهادهای بین‌المللی یا کشورهای کمک‌کننده	Kalenyuk, et al, 2024
۱۵	بدهی ترکیبی	تأمین گروهی بانکی	مشارکت چند بانک در تأمین مالی پروژه‌های زیرساختی بزرگ	Skowron & Flynn, 2018

از دیدگاه نوآوری، این پژوهش با ترکیب دو روش قدرتمند تصمیم‌گیری، یعنی روش بهترین - بدترین برای تعیین وزن شاخص‌ها و مدل برناردو برای انتخاب بهترین ابزار تأمین مالی با در نظر گرفتن محدودیت‌های مالی و اقتصادی شهرداری تهران، رویکردی کم‌سابقه در حوزه پژوهش‌های شهری و مالی ایران ارائه می‌دهد. علاوه بر این، تمرکز خاص پژوهش بر پروژه‌های فناوری اطلاعات به عنوان زیرساخت‌های کلیدی شهر هوشمند که در مطالعات مالی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، قوت دیگر این تحقیق است. نوآوری دیگر پژوهش، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مالی، به‌ویژه زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند است که می‌توانند با ایجاد شفافیت، کاهش فساد، تسهیل ردیابی تراکنش‌ها و خودکارسازی فرایندهای مالی، الگوهای نوینی از تأمین مالی شهری را فراهم کنند. همچنین، امکان استفاده از تأمین مالی مبتنی بر توکن و پلتفرم‌های غیرمتمرکز، زمینه جذب سرمایه‌گذاری داخلی و بین‌المللی را گسترش می‌دهد و به انعطاف‌پذیری مدل پیشنهادی می‌افزاید. در نهایت، توسعه یک مدل بومی متناسب با شرایط مالی، حقوقی و اقتصادی کشور که قابلیت تعمیم به سایر کلان‌شهرها را داشته باشد، مهم‌ترین دستاورد این پژوهش به شمار می‌رود.

۲. پیشینه تحقیق

به منظور تعیین ارتباط فرایند تأمین منابع مالی پروژه‌های شهر هوشمند با متغیرهای مختلف جهت تهیه مدل، ۱۲۰ مستند مختلف شامل، مقاله، پایان‌نامه و گزارش از منابع داخلی و خارجی بررسی شد که البته تنها موارد زیر قابلیت استفاده در مدل را داشتند. همچنین، ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که با توجه به وجود تعداد محدودی مستند و مقاله در حوزه تأمین منابع مالی پروژه‌های شهر هوشمند، از مستندات مرتبط با موضوع تأمین منابع مالی در سایر پروژه‌های نیمه‌مرتبط نیز استفاده شده است.

هدف اصلی پژوهش، طراحی و ارائه یک مدل جامع و بومی برای تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در چارچوب توسعه شهر هوشمند با تمرکز ویژه بر شهرداری تهران است. این هدف کلان شامل بررسی و تحلیل الگوها و روش‌های موجود تأمین مالی در پروژه‌های فناوری اطلاعات شهری، از جمله مشارکت‌های عمومی - خصوصی، اوراق مشارکت، منابع داخلی شهرداری تهران و... در سطح داخلی و بین‌المللی است. همچنین، این پژوهش به شناسایی عوامل و مؤلفه‌های کلیدی مؤثر بر تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات می‌پردازد، از جمله سطح شفافیت، ریسک‌های مختلف، زیرساخت، ابزارهای نوین مالی و... بر اساس یافته‌های اکتشافی و تحلیل خبرگان، این مؤلفه‌ها در طراحی یک مدل بومی برای اولویت‌بندی و انتخاب روش‌های تأمین مالی به کار گرفته خواهند شد. در این مسیر، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند مدل برناردو و روش بهترین - بدترین برای اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی و انتخاب بهترین روش‌های تأمین مالی استفاده شده و در نهایت، این پژوهش راهکارهای اجرایی متناسب با ساختار شهرداری، بخش خصوصی و سیاست‌گذاران را برای اجرای موفق مدل پیشنهادی ارائه خواهد داد.

سؤال اصلی این پژوهش «بهترین روش‌های تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران کدام‌اند؟» بوده و سؤالات فرعی شامل موارد زیر است:

- مؤلفه‌های مؤثر در تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران کدام‌اند؟
- چه معیارهایی در ارزیابی و انتخاب ابزارهای تأمین مالی این پروژه‌ها باید مد نظر قرار گیرد؟
- کدام معیارها در انتخاب ابزارهای تأمین مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران از اهمیت بیشتری برخوردارند؟
- تا چه اندازه مدل استخراج‌شده از تحقیق معتبر است؟

جدول ۲. پیشینه تحقیق

سال	پژوهشگر	مهم‌ترین موضوعات مورد مطالعه	منبع
۲۰۲۵	نظم الاسلام و همکاران	ادغام فناوری زنجیره بلوکی در اجزای شهر هوشمند بررسی و بر پتانسیل آن برای افزایش امنیت و کارایی در زیرساخت‌های شهری تأکید شده است. این مطالعه بخش‌های خاصی مانند حکومت‌داری و مراقبت‌های بهداشتی را شناسایی می‌کند که زنجیره بلوکی می‌تواند در آن‌ها به طور مؤثر پیاده‌سازی شود. نتایج تحقیق نشان می‌دهد زنجیره بلوکی افزایش امنیت و کارایی را در بخش‌های حاکمیتی شهرهای هوشمند افزایش می‌دهد.	Nazmul Islam, et al , 2025
۲۰۲۵	بیلدریم و همکاران	این مطالعه با هدف پرداختن به شکاف موجود در ادبیات مربوط به اولویت‌بندی پروژه‌های سرمایه‌گذاری شهر هوشمند از منظر پایداری استراتژیک انجام شده است. مجموعه‌ای جامع از معیارها، مانند اجتماعی، فناوری، اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاسی، برای اولویت‌بندی پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری شهر هوشمند از منظر پایداری تعیین شده و یک روش ترکیبی با ترکیب وزن‌دهی معیارهای انعطاف‌پذیر و منطق فازی شهودی تحت شرایط متغیر توسعه داده شده است.	Betul et al , 2025
۲۰۲۵	سوله و مولوی	این مطالعه به بررسی الگوی تأمین مالی و تأمین مالی شش نمونه برتر شهر هوشمند در جهان در ساخت یک مدل سازگار برای شهرهای هوشمند آینده می‌پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهد مشارکت‌های عمومی - خصوصی ۵۲ درصد از بودجه پروژه‌های شهر هوشمند را در شش شهر هوشمند برتر مورد بررسی تشکیل می‌دهند. بودجه دولتی در سطوح مختلف ۴۲ درصد از کل بودجه را تشکیل می‌دهد، در حالی که تأمین مالی خصوصی تنها ۶ درصد به پروژه‌های شهر هوشمند در این شهرهای نمونه کمک می‌کند.	Sule & Moloi , 2025
۲۰۲۵	گارسیا و همکاران	هدف این مطالعه، انجام یک مرور سیستماتیک بر ادبیات موضوع در مورد تعامل بین برندسازی مکان، شهرهای هوشمند و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بوده تا دیدگاه‌های نظری کلیدی در این خصوص را شناسایی کند. در نهایت سه دیدگاه نظری: تأثیر اجتماعی و مشارکت ذی‌نفعان، تأثیر زیست‌محیطی و زیرساخت‌ها، و اقتصاد، سیاست و برندسازی محلی شناسایی و مورد بحث قرار گرفته‌اند.	Garcia et al , 2025
۲۰۲۵	راجب و همکاران	این مطالعه پس از بررسی مقالات بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۵، تکامل موضوعی و فناوری زنجیره بلوکی را در محیط‌های شهری ترسیم کرده و به این نتیجه می‌رسد که زنجیره بلوکی به طور فزاینده‌ای از نوآوری بین‌بخشی پشتیبانی کرده و شفافیت، اعتماد و جریان‌های دایره‌ای را در سامانه‌های شهری امکان‌پذیر می‌سازد. در مجموع، مطالعه حاضر، زنجیره بلوکی را هم به عنوان یک ستون فقرات فناوری و هم یک زیرساخت اخلاقی برای شهرهای هوشمند معرفی می‌کند که از توسعه شهری امن، تطبیقی و پایدار پشتیبانی می‌کند.	Rajeb , et al , 2025
۲۰۲۴	هد گارد و همکاران	تأمین مالی پروژه‌های شهر هوشمند در کشور اوکراین بررسی و مشخص شد شاخص‌هایی نظیر دسترسی بودن خدمات عمومی الکترونیکی، سطح خودکارسازی و دیجیتالی شدن خدمات عمومی، سطح استفاده از پلتفرم‌های الکترونیکی برای ارتباط با نهادهای دولتی و همچنین، در دسترس بودن اینترنت بر تأمین مالی مشارکتی سطح آمادگی مناطق اوکراین تأثیر بسزایی دارند.	Hedegaard, et al , 2024
۲۰۲۴	کالنیوک و همکاران	آخرین اشکال فین‌تک و به‌کارگیری آن در شهرهای هوشمند (نظیر ارزهای دیجیتال، زنجیره بلوکی و...) بررسی شده و به تجزیه و تحلیل ابزارهای مالی مختلف نظیر: تأمین مالی عمومی، مشارکت با بخش خصوصی، تأمین مالی جمعی، برنامه‌ها و ابتکارات بین‌المللی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری، وام‌ها و مشارکت با مؤسسات دانشگاهی و تحقیقات پرداخته و همچنین، مزایا و معایب فین‌تک‌ها در شهرهای هوشمند پرداخته شده است.	Kalenyuk et al , 2024
۲۰۲۴	وولنیاک و همکاران	وولنیاک و همکاران به بررسی پیاده‌سازی مدل کسب‌وکار در سه شهر هوشمند اروپایی می‌پردازد: لندن، آمستردام و برلین. یافته‌ها مجموعه متنوعی از مدل‌ها را نشان می‌دهند، از جمله مشارکت‌های دولتی - خصوصی، ترتیبات ساخت - عملیات - انتقال، قراردادهای مبتنی بر عملکرد، مدل‌های جامعه‌محور، قطب‌های نوآوری، مدل‌های اشتراک درآمد، تأمین مالی مبتنی بر نتیجه، و راهبردهای درآمدزایی دارایی.	Wolniak et al. , 2024
۲۰۲۳	برای و همکاران	عوامل موفقیت در فرصت انطباق طرح تأمین مالی جمعی برای تأمین مالی یک پروژه زیرساخت شهری در مقیاس کوچک‌تر را با بررسی ادبیات کیفی تحلیل و این عوامل موفقیت را مقیاس پروژه، سیاست توانمندسازی، تعامل بین ذی‌نفعان و پلتفرم فناوری عنوان کرده‌اند.	Berawi, et al , 2023
۲۰۲۳	اکبرزاده و شجاعیان	روش‌های تأمین مالی کشورهای مختلف دنیا شامل: فنلاند، دانمارک و کانادا و... بررسی و عوامل زیر به عنوان عوامل تأثیرگذار در تأمین مالی زیرساخت‌های پایدار در شهرداری تهران مطرح کرده‌اند: نوسانات و نااطمینانی اقتصادی چشمگیر در سطح کلان، بروکراسی اداری، قوانین متعدد و متکثر، درخواست تضمین‌های غیرمعقول از سرمایه‌گذاران، سهم اندک سرمایه‌گذاران بخش خصوصی و...	Akbarzadeh & Shojaeian , 2023

سال	پژوهشگر	مهم‌ترین موضوعات مورد مطالعه	منبع
۲۰۲۳	مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران	روش‌های کنونی تأمین منابع مالی شهرداری‌ها در ایران بررسی و مواردی نظیر کمک‌های دولت، مالیات و عوارض، بهای خدمات، مشارکت عمومی و خصوصی، تأمین مالی پروژه، تأمین مالی از طریق اوراق مشارکت، وام به عنوان روش‌های کنونی تأمین مالی شهرداری‌های ایران عنوان شده و در مورد عوامل تأثیرگذار در انتخاب روش‌های تأمین مالی موارد زیر مطرح شده است: مسائل قانونی، توجه به قوانین بودجه در هر حوزه، مسائل فنی شامل زمان، آورده‌های شهرداری و ریسک‌های پروژه.	Tehran Urban Research and Planning Center, 2023
۲۰۲۳	یزدانی و همکاران	بر اساس مصاحبه با خبرگان شهری و در یک تحقیق کیفی، مدل آینده‌نگر تأمین مالی شهرداری تهران (منطقه ۱۰) را تهیه و مواردی شامل الزامات قانونی، تأمین مالی پایدار، تقویت منابع انسانی و بستر سخت و نرم‌افزاری از مؤلفه‌های تأمین مالی در پایداری شهری را شناسایی کرده‌اند.	Yazdani et al, 2023
۲۰۲۳	شرقی و همکاران	عوامل مؤثر بر ریسک تأمین مالی پروژه‌ها را بر اساس یک روش کیفی شناسایی و بر اساس نتایج، مقوله‌های زیر شناسایی شده‌اند: روش‌های تأمین مالی، ریسک اجتماعی، ریسک پیمانکار، ریسک ساخت‌وساز، ریسک سیاسی، ریسک طراحی، ریسک قانونی، ریسک مالی، ریسک مدیریت، ریسک مشتری و قراردادهای فرعی.	Sharafi et al, 2023
۲۰۲۳	تفضلی و همکاران	۱۰ نوع روش تأمین مالی شامل مشارکت، سرمایه‌گذاری، اوراق، قراردادهای درآمدی ناشی از عوارض، درآمد ناشی از بهای خدمات شهری، درآمدهای به‌دست‌آمده از وجوه و اموال شهرداری، کمک‌های اعطایی دولت و سازمان‌های دولتی و سایر منابع تأمین اعتبار بررسی و این روش‌ها در قالب پنج متغیر تعریف و تأثیر آن بر درآمدهای شهرداری ارزیابی شد.	Tafazzoli et al, 2023
۲۰۲۳	پراتالو و همکاران	پس از بررسی تعدادی از شهرهای اتحادیه اروپا، بر اهمیت استفاده از مدل‌های کسب‌وکار به عنوان ابزار توسعه راهبردی برای هوشمندسازی شهرها تأکید و همچنین، استفاده از رویکرد مدل کسب‌وکار برای توسعه مستمر فرصت‌ها و راه‌حل‌های مرتبط با دیجیتالی شدن شهرها را پیشنهاد داده‌اند.	Perätalo et al, 2023
۲۰۲۳	سلیمانی و همکاران	بر اساس یک رویکرد کیفی (داده‌بنیاد) عوامل مؤثر بر تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهر هوشمند را شناسایی و بر اساس یافته‌های ایشان در حوزه شرایط علی مواردی نظیر عوامل اقتصادی، ساختار مالی و منابع مالی در دسترس، در حوزه شرایط زمینه‌ای میزان در دست بودن داده‌ها و ماهیت پروژه‌های هوشمندسازی، شرایط مداخله‌گر مواردی نظیر ساختار سازمانی و مدیریت نوآوری از عوامل تأثیرگذار شناسایی شدند.	Soleymani et al, 2023
۲۰۲۳	حسینی و همکاران	بررسی زنجیره بلوکی در یک شهر هوشمند و پایداری آن از دیدگاه ذی‌نفعان انجام و به این نتیجه رسیده‌اند که تخصیص منابع بودجه یک شهر هوشمند را می‌توان از طریق استفاده از فناوری زنجیره بلوکی به طور قابل توجهی بهینه کرد. همچنین، عواملی نظیر «شفافیت و اعتماد» با توجه به توانایی زنجیره بلوکی در افزایش شفافیت مالی و همچنین «کارایی و سرعت» را با توجه به امکان ساده‌سازی تراکنش‌های مالی و کاهش تأخیرها به عنوان اجزای کلیدی زنجیره بلوکی مطرح شده‌اند.	Hassani et al, 2023
۲۰۲۲	مقصودی	عوامل مؤثر بر جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی با مطالعه موردی شهرداری‌های استان چهارمحال و بختیاری را بررسی کرده و موارد ریسک سرمایه‌گذاری، کمبود راهبردهای مدون در حمایت از سرمایه‌گذاران و نگرش‌ها و باورهای قبلی در مورد عدم امنیت از عوامل تأثیرگذار در جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در راستای تأمین منابع پایدار مالی شهرداری‌ها را شناسایی کرده است.	Maghsoodi, 2022
۲۰۲۲	محمدپور و همکاران	روش‌های نوین تأمین مالی پروژه‌های عمرانی شهرداری شیراز را بررسی و بر اساس بررسی انجام‌شده عوامل تسهیم سود، مشارکت در سرمایه و تأمین مالی پروژه‌های بیشترین تأثیر را در تعیین روش‌های نوین تأمین مالی پروژه‌ها دارند.	Mohammadpour et al, 2022
۲۰۲۲	تهامی پور زرنندی و رجبی	به بررسی کاربرد فناوری زنجیره بلوکی در شهر هوشمند پرداخته‌اند. در این مقاله تنها به ادبیات موضوع و ارتباط زنجیره بلوکی با شهر هوشمند پرداخته شده است.	TahamiPourZarandi & Rajabi, 2022
۲۰۲۲	جانسون	قراردادهای هوشمند و تأثیر آن‌ها بر تراکنش‌های مالی در بانکداری بررسی و به مزایا و معایب و همچنین، تحولات آتی آن‌ها پرداخته است.	Johnson, 2022
۲۰۲۱	راجب و همکاران	به بررسی کتاب‌شناختی فناوری زنجیره بلوکی در شهر هوشمند پرداخته شده و بررسی گسترده‌ای در مورد الگوهای تکاملی تحقیقات زنجیره بلوکی - شهر هوشمند، کشورهای اصلی مشارکت‌کننده و مجلات علمی انجام شده است. همچنین، شاخص‌هایی مانند قابلیت برنامه‌ریزی از طریق قراردادهای هوشمند، تمرکززدایی و امنیت و یکپارچگی داده‌ها را به عنوان شاخص‌های عملکردی و اجزای کلیدی در زنجیره بلوکی مطرح کرده‌اند.	Rejeb et al, 2021

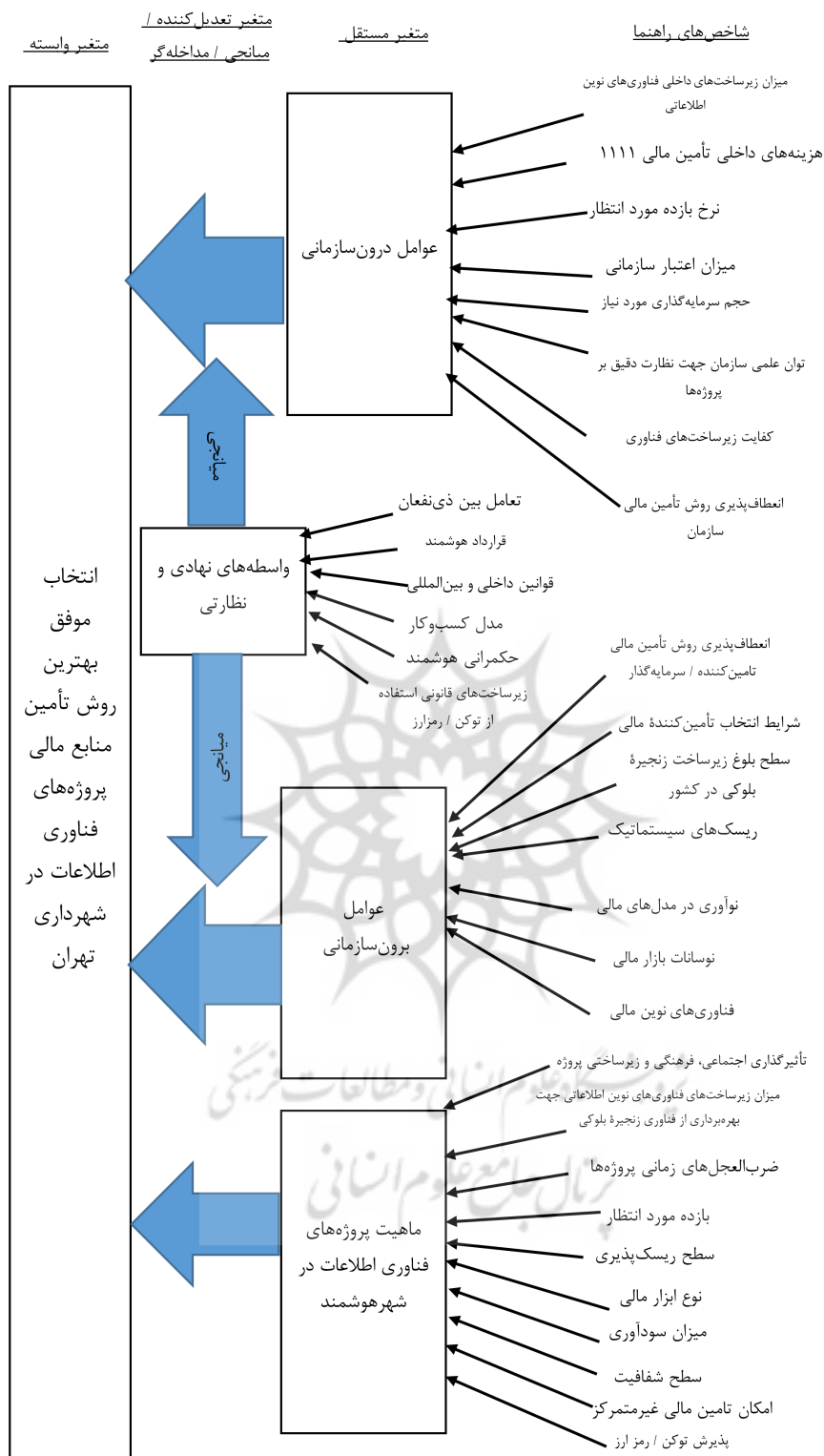
سال	پژوهشگر	مهم‌ترین موضوعات مورد مطالعه	منبع
۲۰۲۱	مهدوی	انواع روش‌های تأمین مالی شامل اوراق قرضه شهری، مشارکت و صکوک اسلامی را بررسی و در پایان نیز مشخص شده است روش‌های یادشده در بالا ۶۳ درصد در جذب سرمایه‌گذاری در جهت اجرای پروژه‌های شهری تأثیرگذارند.	Mahdavi, 2021
۲۰۲۱	رضا و حسین ممبینی	رتبه‌بندی شیوه‌های تأمین مالی برای سرمایه‌گذاری در بخش ساخت پروژه‌های چندمنظوره با استفاده از یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری فازی را مد نظر قرار داده و از ۴ معیار بازده، هزینه تأمین مالی، ریسک و انعطاف‌پذیری روش مالی استفاده کرده و با استفاده از روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس تحت محیط فازی به این نتیجه رسیدند که راهبرد استفاده از صندوق‌های سرمایه‌گذاری بهترین روش تأمین مالی است.	Mombeini & Mombeini, 2021
۲۰۲۱	حسینی و همکاران	در پژوهشی با هدف ارزیابی و اولویت‌بندی منابع تأمین مالی برای اجرای پروژه‌ها، با استفاده از رویکرد سلسله‌مراتبی عوامل مؤثر بر انتخاب روش تأمین مالی را شناسایی و اولویت‌بندی کرده که بر اساس نتایج به‌دست‌آمده حجم مالی مورد نیاز، بازده مورد انتظار از پروژه، مدت‌زمان به نتیجه رسیدن پروژه به‌ترتیب رتبه اول تا سوم از مهم‌ترین عوامل در انتخاب شیوه تأمین مالی پروژه‌ها قرار گرفتند.	Hosseyini et al, 2021
۲۰۲۰	متوسلی	در تحقیقی، انتخاب روش تأمین مالی بهینه را هدف قرار داده و روش بهینه خود را بر اساس چهار معیار: محل تأمین، ایدئولوژی، زمان و در دسترس بودن پیشنهاد داده است.	Motevasseli, 2020
۲۰۲۰	حاجی غلام سریزدی و همکاران	تأمین مالی جمعی در ایران را بررسی و مدل پویاشناسی پس از بررسی مقالات و برگزاری جلسات مدل‌سازی با خبرگان تهیه شده و مشخص شد وجود سازوکارهای نظارتی از عوامل تأثیرگذار در این نظام است.	Haji Gholam Saryazdi et al, 2020
۲۰۲۰	لام ویانگ	عوامل تأثیرگذار بر ملاحظات شراکت عمومی خصوصی (PPP) پروژه‌های شهر هوشمند بررسی و مواردی شامل: نیاز به اشتراک ریسک، در دسترس بودن منابع، در دسترس بودن تخصص، در دسترس بودن داده‌ها، نرخ انقراض فناوری، نرخ پراکندگی فناوری، در دسترس بودن دارایی‌ها، قابلیت اندازه‌گیری عملکرد... به عنوان عوامل تأثیرگذار شناخته شده‌اند.	T.I. Lam & Yang, 2020
۲۰۲۰	جیانگ	حکمرانی شهری هوشمند را ابزاری برای مدیریت شدیدترین چالش‌های شهری توصیه و ابزار حل مشکلات حاکمیت «هوشمند» تکنوکراتیک را وجود یک حکمرانی شهری هوشمند بیان می‌کند.	Jiang, 2020
۲۰۱۸	اسکرون و فلین	چالش‌های پرداخت در پروژه‌های شهر هوشمند بررسی و عوامل ریسک و نوآوری، جزء عوامل مرتبط در ساختار تأمین پروژه‌ها مشخص شدند.	Skowron & Flynn, 2018

۱.۲. شکاف مطالعاتی

در جدول ۳ به بررسی شکاف مطالعاتی در حوزه این پژوهش و توجه به مطالعات همین پژوهش می‌پردازیم. وضعیت آن در مطالعات پیشین به همراه نحوه بهبود این شکاف با

جدول ۳. شکاف مطالعاتی

ردیف	موضوع	وضعیت در مطالعات پیشین	شکاف مطالعاتی	بهبود شکاف مطالعاتی
۱	مکانیزم‌های ارزیابی روش‌های تأمین مالی	عمدتاً از روش‌های AHP, TOPSIS و سایر روش‌های سنتی استفاده شده است.	عدم استفاده از روش‌های دقیق‌تر مانند BWM	به‌کارگیری روش BWM برای ارزیابی و رتبه‌بندی شاخص‌ها.
۲	وجود مکانیزمی به منظور گزینش بهترین روش تأمین مالی	اغلب روش‌های شهودی یا ساده آماری به کار رفته‌اند و یا محدودیت‌هایی مثل محدودیت‌هایی مالی اقتصادی را در نظر نگرفته‌اند	عدم بهره‌گیری از روش‌های مطرح مانند روش برناردو.	استفاده از روش برناردو برای انتخاب بهترین گزینه تأمین مالی.
۳	میزان بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نظیر زنجیره بلوکی	زنجیره بلوکی کمتر در مدل‌های تأمین مالی شهر هوشمند لحاظ شده است.	فقدان شاخص‌های فناورانه مانند زنجیره بلوکی در ارزیابی‌ها.	اضافه کردن شاخص‌های مرتبط با فناوری زنجیره بلوکی به مدل ارزیابی.
۴	مدل‌های بهینه‌سازی تصمیم‌گیری	اغلب مدل‌ها تک‌بعدی (فقط مالی یا فقط فنی) بوده‌اند.	فقدان استفاده از زیرساخت‌های فناورانه و نوآورانه	طراحی مدل ترکیبی شامل مالی، فناورانه و ریسک
۵	اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت	تمرکز کمتری روی اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت صورت گرفته است	شبیه‌سازی و تحلیل حساسیت مبتنی بر داده‌های واقعی و نیمه‌واقعی کمتر صورت گرفته است	تحلیل حساسیت با استفاده از داده‌های واقعی و شبیه‌سازی نتایج
۶	انتخاب بهترین تأمین‌کننده / سرمایه‌گذار	تمرکز روی اسناد بالادستی فعلی ازجمله آیین‌نامه معاملات و یا مدل‌هایی نظیر AHP و TOPSIS شده است.	عدم استفاده از معیارهای نوین ارزیابی از جمله زنجیره بلوکی / تأثیرگذاری محدودیت‌های فعلی بر انتخاب تأمین‌کننده / سرمایه‌گذار	استفاده از ترکیب روش‌های برناردو و BWM به منظور انتخاب بهترین تأمین‌کننده / سرمایه‌گذار



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

۳. مواد و روش‌ها

با توجه به اینکه نیاز به جمع‌آوری دیدگاه‌های اشخاص و محققان گذشته است از این حیث نیز روش گردآوری داده‌ها، کتابخانه‌ای و میدانی است. در این پژوهش، از روش مطالعه کتابخانه‌ای برای بررسی مبانی نظری

با توجه به اینکه هدف اصلی پژوهش، طراحی و ارائه یک مدل جامع و بومی برای تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات است، پژوهش حاضر از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است. همچنین،

۱.۳. بازنگری مدل مفهومی اولیه و اعتبارسنجی آن

در این پژوهش، برای تجمیع نظر افراد خبره، از روش دلفی فازی استفاده شده است؛ به این صورت که اگر دیدگاه هر فرد خبره، به صورت عدد فازی مثلثی (l, m, u) نمایش داده شود، میانگین فازی n عدد فازی مثلثی به صورت رابطه ۱ محاسبه خواهد شد.

$$F_{Ave} = \left(\frac{\sum l}{n}, \frac{\sum m}{n}, \frac{\sum u}{n} \right) \quad (1)$$

پس از تجمیع فازی دیدگاه‌ها، فازی‌زایی مطابق روابط ۲ و ۳ انجام خواهد شد.

$$F = (l, m, n) \quad (2)$$

$$X = \frac{l+m+u}{3} \quad (3)$$

پس از فازی‌زایی، به منظور غربالگری، مقایسه با یک آستانه تحمل صورت می‌گیرد. این آستانه معمولاً ۰/۷ در نظر گرفته می‌شود.

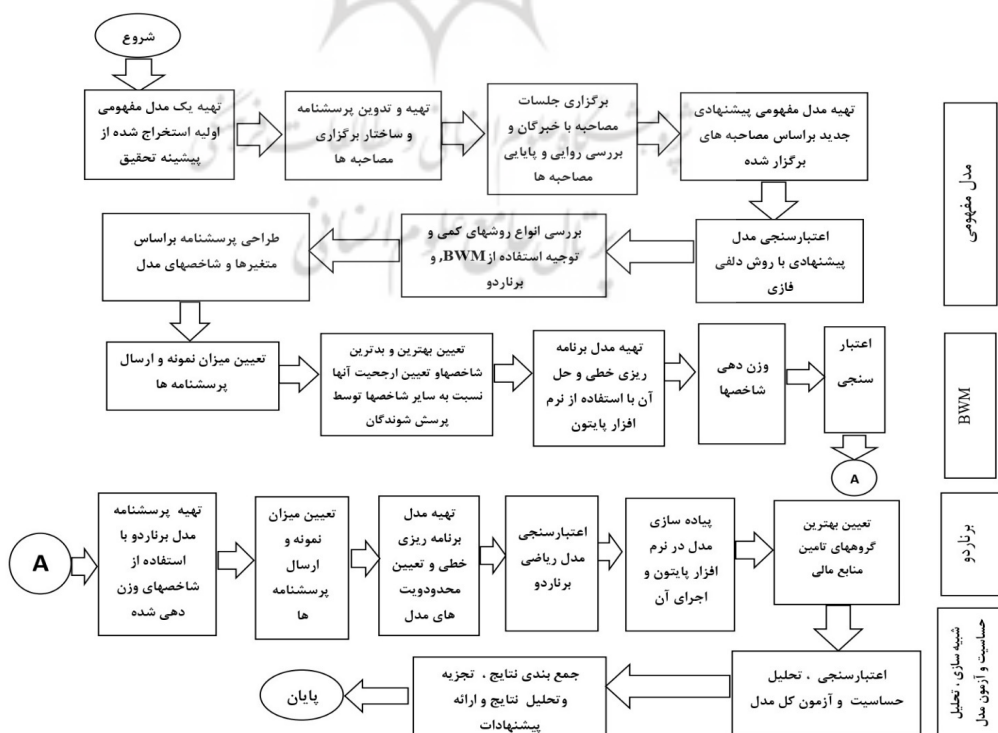
برای انجام مراحل دلفی فازی پرسش‌نامه‌ای بر اساس متغیرهای مدل مفهومی پیشنهادی تهیه و برای ۲۵ نفر از اعضای جامعه نمونه ارسال شد و از ایشان خواسته شد بر اساس متغیرهای کلامی (طیف لیکرت ۵ تایی) میزان اهمیت متغیرهای مدل را اعلام کرده و اگر مورد جدیدی مد نظر آن‌ها بود در پرسش‌نامه (سؤال آخر) اعلام کنند.

در مرحله بعد متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی تبدیل شده و سپس میانگین فازی مطابق رابطه ۱ محاسبه شده و پس از تجمیع فازی مطابق روابط ۲ و ۳ فازی‌زایی انجام شده است. براساس محاسبات انجام‌شده که در فصل بعد ارائه خواهند شد، مشخص شد پس از یک بار تکرار و پالایش تعدادی از متغیرهای مدل مفهومی، مدل از اعتبار مناسبی برخوردار بوده و متغیرهای نهایی مدل نیز مشخص شدند.

پژوهش استفاده شده و برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و همچنین، تعیین مؤلفه‌های پژوهش، از روش بررسی مستندات، مصاحبه‌های باز و نیمه‌ساختاریافته و پرسش‌نامه، با متخصصان خبرگان مسلط به حوزه‌های مختلف فناوری اطلاعات، شهر هوشمند و مالی (۲۵ نفر) به صورت حضوری و مجازی (واتس‌آپ و نرم‌افزار گوگل میت) بهره گرفته شد. برای بررسی روایی مصاحبه‌ها، پس از طراحی چارچوب مصاحبه، از چهار نفر متخصص در زمینه پژوهش، نظرخواهی و تغییرات لازم مطابق نظرات آن‌ها اعمال شد. همچنین، با توجه به باز بودن مصاحبه، طی مصاحبه سؤالات دیگری برای روشن شدن بیشتر ابعاد پژوهش پرسیده شد. برای محاسبه پایایی مصاحبه‌ها در این پژوهش، از روش توافق موضوعی دو کدگذار، استفاده شده که با توجه به درصد پایایی ۷۵ درصد، پایایی مصاحبه‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

الگوی روش تحقیق در این پژوهش به این صورت است: در بخش اول پژوهش، پس از مصاحبه با خبرگان، مدل مفهومی برگرفته از ادبیات تحقیق (شکل ۱)، بازنگری شده، سپس به منظور اعتبارسنجی مدل از روش دلفی فازی استفاده و بر اساس دو مرحله ارسال و جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها شاخص‌های برگرفته از مدل مفهومی پالایش شد. سپس در بخش دوم ابتدا از روش بهترین بدترین (Best-Worst Method) برای اولویت‌بندی شاخص‌های مرحله قبل استفاده شده و سپس با استفاده از روش برناردو با استفاده از محدودیت‌های مدل و شاخص‌های وزن داده‌شده از مرحله قبل، بهترین روش‌های تأمین منابع مالی انتخاب شد. در پایان، با استفاده از تعدادی داده واقعی و تغییر در وزن‌ها تحلیل حساسیت و شبیه‌سازی مدل انجام شد. الگوی روش تحقیق در شکل ۲ قابل مشاهده است.

در ادامه به بررسی هر یک از مراحل انجام تحقیق پرداخته خواهد شد.



شکل ۲. الگوی انجام تحقیق

۲.۳. روش BWM

این روش بر اساس مفهوم ریاضی سازگاری در سال ۲۰۱۵ توسط دکتر رضایی ارائه شده است (Rezaei, 2015) و به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند تا وزن معیارها را با مقایسات زوجی بین بهترین و بدترین معیارها تعیین کند. به خلاف سایر روش‌های مشابه مانند AHP (فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی)، روش BWM نیاز به تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد و نتایج آن از ثبات بالاتری برخوردار است.

در این تکنیک بهترین و بدترین عوامل تصمیم‌گیرنده انتخاب و بین هر یک از این دو عامل و دیگر عوامل مقایسه زوجی انجام می‌شود. سپس، وزن عوامل از طریق یک مسئله برنامه‌ریزی خطی حداکثر - حداقل به دست می‌آید.

جامعه آماری این روش، تعداد ۱۰ نفر از خبرگان مصاحبه‌شده در مرحله قبل بوده و با استفاده از ابزار پرسشنامه، نظرات ایشان اخذ شد. روایی پرسشنامه براساس اخذ نظر خبرگان و انجام اصلاحات مورد نیاز، انجام و پایایی براساس الفای کرونباخ، میزان ۰/۹۳۲ محاسبه شد.

۳.۳. روش برناردو

این روش یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه و گروهی است، به طوری که گروه تصمیم‌گیرندگان برای اولویت‌بندی m گزینه در مقابل n شاخص موجود نیز از رتبه‌بندی استفاده می‌کنند.

علاوه بر رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از توافق گروهی در این روش، می‌توان مدل موجود را برای هر زیرمجموعه دلخواهی از گزینه‌ها بسط داد و مناسب‌ترین آن‌ها را انتخاب کرد. این مدل علاوه بر استفاده از شاخص‌های متعدد برای تصمیم‌گیری، محدودیت‌های منابع را در اجرای گزینه‌ها مورد توجه قرار می‌دهد (Asgharpour, 2014).

مراحل انجام کار به صورت زیر است:

بعد از اخذ رتبه‌بندی گزینه‌ها به ازای کلیه شاخص‌ها از هر تصمیم‌گیرنده p ماتریس توافق گروهی $m \times m$ از رتبه‌ها را تشکیل می‌دهیم، به گونه‌ای که عنصر q_{it} از آن نشان‌دهنده تعداد ترجیحات گروه (به ازای کلیه شاخص‌ها) از گزینه i ام در رتبه t ام خواهد بود.

جدول ۴. ارتباط روش‌های مختلف به کار گرفته شده در این پژوهش (محقق ساخته)

ردیف	عنوان روش	ورودی	ابزار	خروجی	ردیف مرتبط
۱	تهیه مدل مفهومی	بیشینه پژوهش	جمع‌آوری اطلاعات میدانی	مدل مفهومی اولیه	-
۲	مصاحبه با خبرگان	مدل مفهومی اولیه + ساختار مصاحبه‌ها	پرسشنامه	مدل مفهومی بازنگری شده	۱
۳	دلفی	مدل مفهومی بازنگری شده	پرسشنامه	تصمیم‌گیری در خصوص میزان اعتبار مدل مفهومی نهایی (مقایسه با آستانه تحمل)	۲
۴	BWM	شاخص‌های برگرفته از مدل مفهومی نهایی	پرسشنامه و زبان برنامه‌نویسی پایتون	شاخص‌های وزن‌دهی شده	۲ و ۳
۵	نرخ سازگاری (اعتبارسنجی ریاضی BWM)	نتایج وزن‌دهی به شاخص‌ها	زبان برنامه‌نویسی پایتون	نرخ سازگاری (۴) هر چقدر نرخ سازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده سطح بالای سازگاری است	۴

چنانچه شاخص‌ها از اهمیت یکسانی برخوردار نباشند، بردار اوزان را با استفاده از متدی مناسب (در این پژوهش از روش BWM) محاسبه کرده سپس ماتریس غیر منفی QG را وزن کرده‌ایم.

پس از وزن کردن ماتریس، ماتریس تجمعی رتبه‌ها را تشکیل کرده و یک مدل برنامه‌ریزی خطی جهت هر رتبه تشکیل داده و با حل هر مدل، ارزش بهینه را محاسبه کرده‌ایم.

در نهایت بالاترین ارزش، به عنوان بهترین جواب انتخاب شده است (با توجه به سؤال پژوهش و نیاز به انتخاب زیرمجموعه، بالاترین ارزش در زیرمجموعه‌ها، بهترین جواب انتخاب شده است).

جامعه آماری این روش، تعداد ۵ نفر از خبرگان پرسش‌شونده در مرحله قبل (BWM) بوده و با استفاده از ابزار پرسشنامه (ماتریسی متشکل از ۱۱ ردیف به ازای هر یک از دسته‌های تأمین مالی و ۵ ستون به ازای ۵ شاخص از بهترین شاخص‌های برگرفته از BWM)، نظرات ایشان اخذ شد. روایی پرسشنامه براساس اخذ نظر خبرگان و انجام اصلاحات مورد نیاز، انجام و پایایی براساس الفای کرونباخ، میزان ۰/۷۶۵ محاسبه شد.

۴.۳. اعتبارسنجی مدل

مدل مفهومی پژوهش ابتدا با روش دلفی فازی و یک مرحله تکرار اعتبارسنجی شد. سپس در روش BWM نرخ سازگاری محاسبه شد که نزدیکی آن به صفر بیانگر سطح بالای اعتبار و سازگاری است. برای مدل برناردو از آزمون همبستگی کندال استفاده شد و ضریب بالاتر نشان‌دهنده همگرایی رتبه‌ها و اطمینان از نتایج بود. در مرحله بعد، مدل کامپیوتری نهایی از طریق سه مسیر اعتبارسنجی شد: الف) ارزیابی منطقی با نظر خبرگان و بررسی واقعی بودن ورودی‌ها، ب) تحلیل حساسیت پارامترها برای سنجش پایداری خروجی‌ها، و ج) مقایسه نتایج با داده واقعی و شبیه‌سازی مونت کارلو با ۱۰۰۰ تکرار. در نهایت، میانگین امتیازها نشان‌دهنده عملکرد کلی هر روش و انحراف معیار بیانگر میزان ریسک و پایداری آن بود.

به منظور شفاف کردن روش‌ها و مدل‌های استفاده‌شده در این پژوهش، در جدول ۴ روش‌های به کار گرفته‌شده در پژوهش و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر به طور خلاصه درج شده است:

ردیف	عنوان روش	ورودی	ابزار	خروجی	ردیف مرتبط
۶	برناردو	گزینه‌های مختلف تأمین مالی + رتبه‌دهی به گزینه‌ها براساس شاخص‌ها + شاخص‌های وزن‌دهی شده + بیشینه پژوهش	پرسشنامه - زبان برنامه‌نویسی پایتون	انتخاب بهترین روش یا بهترین روش‌های تأمین مالی	۵ و ۴
۷	کاندال (اعتبارسنجی ریاضی مدل برناردو)	نتایج رتبه‌بندی گزینه‌های تأمین مالی	SPSS	ضریب همبستگی کاندال اگر بین صفر و یک و هرچه قدر بیشتر به یک نزدیک باشد، معتبرتر است	۶
۸	اعتبارسنجی منطقی و تحلیل حساسیت (اعتبارسنجی مدل کامپیوتری)	انجام تغییرات مختلف در رتبه‌ها، نظرات و شاخص‌ها + مصاحبه با خبرگان	زبان برنامه‌نویسی پایتون + ساختار مصاحبه‌ها	نتایج اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت مدل	۶
۹	شبیه‌سازی مونت کارلو (اعتبارسنجی مدل کامپیوتری)	نتایج مدل برناردو + شاخص‌های واقعی مالی	زبان برنامه‌نویسی پایتون	نتایج اعتبارسنجی منطقی - تحلیل حساسیت - مقایسه با داده‌های واقعی	۷ و ۶

۴. یافته‌ها

روش‌های تأمین مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران شده است.

در این بخش ابتدا مدل مفهومی برگرفته از پیشینه تحقیق، براساس مصاحبه با خبرگان بازنگری شده پس از انجام یک بار تکرار با استفاده از روش دلفی فازی مدل مفهومی تحقیق به همراه متغیرهای آن شناسایی شد. پس از شناسایی متغیرها وزن‌دهی متغیرها براساس روش «بهترین - بدترین» انجام و سپس پنج شاخص دارای بیشترین وزن جهت انتخاب بهترین روش تأمین مالی وارد مدل برناردو شده که در نهایت خروجی مدل برناردو انتخاب بهترین روش یا بهترین

۱.۴. مدل مفهومی برگرفته از مصاحبه با خبرگان

پس از مصاحبه با خبرگان و تجزیه و تحلیل دقیق تر مدل مفهومی برگرفته از ادبیات تحقیق، مدل مفهومی مطابق جدول ۵ شناسایی شد.

جدول ۵. مدل مفهومی برگرفته از نتایج مصاحبه با خبرگان

ردیف	عنوان متغیر	نوع	جایگاه
۱	انتخاب موفق بهترین روش تأمین مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهر هوشمند	وابسته	—
۲	زیرساخت فناوری اطلاعات	مستقل	—
۳	چارچوب قانونی و ریسک‌های حقوقی	مستقل	—
۴	وضعیت کلان اقتصادی	مستقل	—
۵	روش‌ها و ابزارهای تأمین مالی	مستقل	—
۶	فناوری‌های نو و نوآوری دیجیتال	مستقل	—
۷	مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات	مستقل	—
۸	ویژگی‌های بازار سرمایه داخلی	مستقل	—
۹	سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و راهبرد	مستقل	—
۱۰	شفافیت، اعتماد و اعتبار نهادی	میانجی	میانجی متغیرهای ۵ و ۸ با متغیر وابسته
۱۱	حکمرانی و هماهنگی بین نهادی	میانجی	میانجی متغیرهای ۲ و ۳ و ۹ با متغیر وابسته
۱۲	دانش و ظرفیت سازمانی	تعدیل‌گر	بین متغیرهای ۲ و ۵ و ۶ با متغیر وابسته
۱۳	مشارکت اجتماعی و اعتماد عمومی	تعدیل‌گر	بین ۱۰ و ۱۱ با متغیر وابسته
۱۴	تعامل با سرمایه‌گذاران	مداخله‌گر	۴ و ۵ و ۸ و ۹ با متغیر وابسته

در ادامه به تشریح متغیرها و شاخص‌های مدل یادشده می‌پردازیم:

جدول ۶. تشریح متغیرها و شاخص‌های مدل مفهومی برگرفته از مصاحبه با خبرگان

عنوان متغیر	شاخص	تعریف	عنوان متغیر	شاخص	تعریف
زیرساخت فناوری اطلاعات	بلوغ فناوری زنجیره بلوکی	میزان توسعه و آمادگی فنی کشور برای پیاده‌سازی عملیاتی این فناوری در پروژه‌های شهری	ریسک‌های حقوقی و مالی	ریسک‌های حقوقی	خلأ قانونی در رمزارز و زنجیره بلوکی نبود قوانین مشخص، جامع و اجرایی برای استفاده از فناوری‌های زنجیره بلوکی و رمزارزها
	وابستگی به فناوری خارجی	اتکا به محصولات، خدمات یا دانش فنی خارج از کشور برای اجرای پروژه‌های فناوری اطلاعات		قراردادهای هوشمند	خطرات ناشی از نبود شفافیت یا پشتیبانی حقوقی برای قراردادهای خوداجرا در فضای قانونی فعلی
	ناسازگاری زیرساخت با فناوری نو	عدم انطباق زیرساخت‌های موجود با الزامات فنی فناوری‌های نو مانند زنجیره بلوکی یا رمزارز		ناهماهنگی مقررات مالیاتی و حقوقی	نبود یکپارچگی با تضاد بین مقررات مالیاتی، حقوقی و اداری در مواجهه با فناوری‌های نو
	ریسک‌های امنیت سایبری	احتمال تهدیدهای امنیتی، نفوذ، خرابکاری یا نشت اطلاعات در زیرساخت‌های فناوری نو		تغییر قوانین در طول اجرا	احتمال اصلاح یا تغییر قوانین در حین اجرای پروژه که موجب اختلال یا افزایش ریسک می‌شود
وضعیت کلان اقتصادی	نرخ تورم و نوسان ارز	بی‌ثباتی در شاخص‌های کلان اقتصادی که بر هزینه‌ها و ارزش بازگشتی سرمایه تأثیر می‌گذارد	روشن‌ها و ابزارهای تأمین مالی	هزینه تأمین مالی داخلی	هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم تأمین سرمایه از منابع داخلی (بانک، بودجه شهرداری و...)
	بی‌ثباتی اقتصاد کلان	تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در شاخص‌های اقتصادی ملی که محیط سرمایه‌گذاری را پرریسک می‌کند		ابزارهای تأمین مالی نو	ابزارها و روش‌های نوین مانند توکن‌سازی، تأمین مالی جمعی
	وابستگی به بودجه عمومی	اتکای پروژه‌ها به منابع مالی دولت که اغلب ناپایدار، محدود یا با تأخیر تأمین می‌شود		انعطاف‌پذیری مدل‌های مالی	توانایی تطبیق و تغییر ساختار تأمین مالی با نیازهای پروژه و شرایط محیطی
	ریسک‌پذیری پایین ناشی از محیط اقتصادی	تمایل پایین سرمایه‌گذاران به ریسک به دلیل نااطمینانی محیط اقتصادی کشور		استفاده نظری از «تأمین مالی غیرمتمرکز»	استفاده از مفاهیم تأمین مالی غیرمتمرکز (Defi) در سطح ایده‌آل و تئوریک بدون پیاده‌سازی عملیاتی
شفافیت، اعتماد و اعتبار نهادی	سطح شفافیت	فقدان گزارش‌های مالی روشن، دقیق و منظم و درکل فقدان شفافیت مناسب که باعث بی‌اعتمادی سرمایه‌گذار می‌شود	حکمرانی و هماهنگی بین نهادی	حکمرانی هوشمند	وجود سازوکارهای شفاف، پاسخ‌گو و هماهنگ در مدیریت منابع و پروژه‌ها
	بی‌اعتمادی عمومی	نبود اعتماد میان مردم نسبت به شهرداری تهران در استفاده درست از منابع		هماهنگی شهرداری و دولت	میزان همکاری و همسویی سیاستی و اجرایی بین شهرداری تهران و نهادهای دولتی
	اعتبار سازمانی	میزان اعتماد و سابقه مثبت سازمان در سطح ملی یا بین‌المللی برای اجرای پروژه‌ها		کاهش بروکراسی	کاهش تشریفات اداری در تصمیم‌گیری و اجرای پروژه‌ها
				یکپارچگی تصمیم‌گیری	انسجام ساختاری و عدم تداخل نهادهای تصمیم‌گیر در فرایندهای اجرایی
دانش، آموزش و ظرفیت سازمانی	ناآگاهی از زنجیره بلوکی	کمبود دانش نظری و کاربردی درباره زنجیره بلوکی در میان مدیران و کارکنان	فناوری‌های نو و دیجیتال	قراردادهای هوشمند	قراردادهایی خوداجرا و خودکنترل‌شونده مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی
	کمبود آموزشی سازمانی	کمبود برنامه‌های آموزشی و توانمندسازی کارکنان برای درک فناوری‌های نو		رمزارزها و زنجیره بلوکی	استفاده از فناوری دفترکل توزیع‌شده و ارزهای دیجیتال در زیرساخت‌های مالی
	توان علمی نظارتی	قابلیت علمی و دانشی سازمان در کنترل کیفیت و نظارت بر روند پروژه‌ها		فناوری‌های مالی نو	فناوری‌هایی که به بهبود، تحول یا خودکارسازی خدمات مالی می‌پردازند
				مدل‌های دیجیتال کسب‌وکار	مدل‌هایی که درآمدزایی و تعامل با مشتری را بر پایه فناوری دیجیتال بازتعریف می‌کنند

عنوان متغیر	شاخص	تعریف	عنوان متغیر	شاخص	تعریف
مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات	تأخیر پروژه‌ها	طولانی شدن فرایند تصویب، مجوزدهی و شروع پروژه‌ها	تردید سرمایه‌گذار در بازگشت سرمایه	عدم اطمینان به سودآوری یا امنیت سرمایه‌گذاری در پروژه	
	پیش‌بینی ناپذیری درآمد	عدم امکان پیش‌بینی دقیق جریان‌های مالی آتی پروژه‌ها	عدم اعتماد بانک‌ها به پروژه‌های فناوری	نگرش منفی یا محافظه‌کارانه بانک‌ها نسبت به پروژه‌های فناوری اطلاعات یا پروژه‌های با ساختار زنجیره بلوکی	
	چالش ارزیابی ارزش پروژه	نبود معیارهای دقیق برای سنجش ارزش اقتصادی، اجتماعی یا فناورانه پروژه	اعتبار سرمایه‌گذار	میزان اعتبار سرمایه‌گذار در سطح ملی و بین‌المللی	
	فشار زمانی و ضرب‌العجل‌ها	الزام به اجرای پروژه در زمان محدود که مانع از تصمیم‌گیری دقیق مالی می‌شود	حجم سرمایه‌گذاری	میزان سرمایه‌گذاری	
	بازده مورد انتظار	میزان خروجی مورد انتظار پروژه‌های فناوری اطلاعات با توجه به ماهیت آن‌ها چالش‌برانگیز است	توان مالی سرمایه‌گذار	توان مالی سرمایه‌گذار به منظور اطمینان از توان حل چالش‌های مالی پروژه در زمان اجرا	
مشارکت اجتماعی و اعتماد عمومی	میزان سودآوری	میزان سودآوری در پروژه‌های فناوری اطلاعات با انواع دیگر پروژه‌ها نظیر پروژه‌های عمرانی و... متفاوت است	کندی در فرایند جذب سرمایه	فرایندهای اداری یا اطلاعاتی کند که مانع جذب سریع سرمایه‌گذار می‌شود	
	جلب اعتماد شهروندان	توانایی نهاد اجرایی در ایجاد اعتماد عمومی برای همراهی مالی یا مشارکت مردمی	نبود ابزارهای جذب سرمایه نو	کمبود ابزارهای نوین مانند توکن، اوراق دیجیتال یا سامانه‌های غیرمتمرکز برای جذب منابع	
	تأثیرگذاری فرهنگی و اجتماعی	میزان اثرگذاری پروژه بر ساختار فرهنگی و اجتماعی جامعه	ریسک‌پذیری پایین بازار	تمایل اندک نهادهای مالی داخلی برای پذیرش ریسک در پروژه‌های نوآورانه	
	مشارکت عمومی در پروژه‌ها	میزان مشارکت یا مقاومت مردم در قبال اجرای پروژه‌های فناوری‌محور	ارزش‌گذاری مبهم فناوری‌ها	نبود روش‌های روشن و پذیرفته‌شده برای تعیین ارزش فناوری‌های نو و پروژه‌های نوآورانه	
سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و راهبرد	ضعف در ثبات برنامه‌ریزی	ناپایداری در سیاست‌گذاری یا برنامه‌ریزی در سطح کلان یا درون‌سازمانی			
	نبود سیاست فناوری ملی منسجم	فقدان سیاست جامع در سطح دولت برای توسعه و حمایت از فناوری‌های نوین			
	نبود نقشه راه برای زنجیره بلوکی و رمزارزها	نبود سند یا برنامه عملیاتی رسمی برای توسعه و بهره‌برداری از این فناوری‌ها در کشور			

۲.۴. اعتبارسنجی مدل مفهومی با استفاده از دلفی فازی
به این منظور از تکنیک دلفی فازی و نظرسنجی از شش نفر از خبرگان پژوهش بهره گرفته شده است. نتایج اولین تکرار براساس روابط ۱ تا ۳ در جدول ۷ ذکر شده است.

جدول ۷. نتایج تکرار اول اعتبارسنجی مدل مفهومی برگرفته از ادبیات پژوهش و مصاحبه

ردیف	متغیرها	میانگین فازی مثلثی			میانگین فازی زدایی شده	نتیجه
		l	m	u		
۱	زیرساخت فناوری اطلاعات	۰/۶۳	۰/۸۸	۱	۰/۸۳	تأیید
۲	چارچوب قانونی و حقوقی	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۷۹	تأیید
۳	وضعیت اقتصادی و مالی کلان	۰/۶۷	۰/۷۹	۰/۹۶	۰/۸۱	تأیید
۴	مدل‌ها و ابزارهای تأمین مالی	۰/۷۱	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۷۹	تأیید
۵	فناوری‌های نو و نوآوری دیجیتال	۰/۶۳	۰/۸۳	۱	۰/۸۲	تأیید
۶	مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات	۰/۶۳	۰/۸۳	۱	۰/۸۲	تأیید
۷	ویژگی‌های بازار سرمایه داخلی	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۷۵	۰/۶۷	رد
۸	سیاست‌گذاری کلان فناوری	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۸۸	۰/۷۵	تأیید
۹	شفافیت، اعتماد و اعتبار نهادی	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۷۵	۰/۶۷	رد
۱۰	حکمرانی نهادی	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۶۹	رد
۱۱	دانش و ظرفیت سازمانی	۰/۷۱	۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۷۱	تأیید
۱۲	اعتماد و مشارکت اجتماعی	۰/۷۹	۰/۵۸	۰/۸۳	۰/۷۴	تأیید
۱۳	تعامل با سرمایه‌گذاران	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۶۹	رد

همان‌گونه که در جدول ۷ قابل مشاهده است، ۴ مورد از متغیرها امتیازی پایین‌تر از ۰/۷ را کسب کرده‌اند که براساس بررسی پرسشنامه‌ها مشخص شد نظر خبرگان، ادغام تعدادی از شاخص‌ها در یکدیگر بوده است. لذا ۴ مورد از شاخص‌ها در یکدیگر ادغام و دو شاخص جدید تعریف و دوباره برای بررسی به خبرگان ارسال شد. متغیرهای شفافیت و اعتبار نهادی و حکمرانی نهادی در هم ادغام و با عنوان «حکمرانی و شفافیت نهادی» و همچنین متغیرهای «تعامل با سرمایه‌گذار و ویژگی‌های بازار سرمایه» در یکدیگر ادغام و متغیر «پویایی بازار و تعاملات سرمایه‌گذاری» ایجاد شد. پس از ارسال مجدد به خبرگان، نتایج تمامی متغیرها تأیید شد.

۳.۴ استفاده از روش BWM به منظور اولویت‌بندی شاخص‌های مدل

به منظور اولویت‌بندی شاخص‌های برگرفته از مدل مفهومی تمامی

شاخص‌ها از طریق روش BWM اولویت‌بندی شد. به این‌منظور، پس از اخذ نظرات خبرگان با استفاده از ابزار پرسشنامه، ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی خطی با توجه به مقایسه بهترین و بدترین شاخص از نظر هر تصمیم‌گیرنده با سایر شاخص‌ها تشکیل شده و پس از حل آن از طریق نرم‌افزار پایتون (Python) و کتابخانه‌های Pulp, pandas وزن و نرخ ناسازگاری نظرات مشخص شد.

درخور یادآوری است با توجه به تعدد بالای شاخص‌ها، وزن‌دهی شاخص‌ها در دو سطح انجام شد. در سطح اول ابتدا متغیرها وزن‌دهی شده و در سطح دوم شاخص‌های مرتبط با هر متغیر، وزن‌دهی و در نهایت از ضرب این دو مورد، وزن نهایی شاخص‌ها مشخص شده و در نهایت ۵ شاخص دارای اولویت انتخاب شدند. در جدول ۸ عنوان ۵ شاخص دارای اولویت به همراه وزن‌های آن‌ها قرار داده شده است.

جدول ۸. رتبه‌بندی شاخص‌های اولویت‌دار به منظور ورودی به روش برناردو

رتبه	عنوان شاخص	وزن (نسبت به ۵۱ شاخص مدل)
۱	بی‌ثباتی اقتصاد کلان	۰/۵۴۹
۲	نرخ تورم و نوسان ارز	۰/۵۴۳
۳	وابستگی به فناوری خارجی	۰/۴۵۹
۴	خلأ قانونی در رمزارز و زنجیره بلوکی	۰/۴۵۲
۵	ابزارهای تأمین مالی نو	۰/۴۴۶

۴.۴. استفاده از روش برناردو به منظور تعیین بهترین روش‌های تأمین منابع مالی

به این منظور، از ورودی‌های روش BWM استفاده کرده و ۵ شاخص برتر را وارد روش برناردو می‌کنیم که این شاخص‌ها به صورت سؤال در ماتریس روش برناردو قرار خواهند گرفت. درخور یادآوری است به

منظور اطمینان از اعتبار و دقت نظرات، شاخص‌های مدل مطابق جدول ۹ تشریح شده و در اختیار خبرگان به همراه جدول ۱ قرار گرفت (مصاحبه‌شوندگان به ازای هر شاخص، انواع روش‌های تأمین مالی را رتبه‌بندی کردند).

جدول ۹. سؤالات مرتبط با شاخص‌های مدل

ردیف	عنوان شاخص	عنوان سؤال
۱	بی‌ثباتی اقتصاد کلان	در شرایط بی‌ثباتی اقتصادی کلان، کدام روش تأمین مالی تاب‌آوری بیشتری دارد یا عملکرد بایستاتری نشان می‌دهد؟
۲	نرخ تورم و نوسان ارز	در شرایط نرخ بالای تورم یا نوسان ارز، کدام روش تأمین مالی ریسک کمتری دارد یا مقاوم‌تر عمل می‌کند؟
۳	وابستگی به فناوری خارجی	کدام روش تأمین مالی کمترین وابستگی به فناوری خارجی دارد یا در صورت محدودیت، امکان اجرای پروژه را حفظ می‌کند؟
۴	خلأ قانونی در رمزارز و زنجیره بلوکی	با توجه به خلأهای قانونی موجود در حوزه رمزارز و زنجیره بلوکی، کدام روش تأمین مالی از نظر حقوقی/قانونی قابل اتکاتر است؟
۵	ابزارهای تأمین مالی نو	کدام روش تأمین مالی از نظر استفاده از ابزارهای نوین، امکان‌پذیرتر و ریسک‌پذیرتر است؟

پس از انجام محاسبات مرتبط با مدل براساس بند ۳-۳ این پژوهش، ماتریس تجمعی مدل براساس جدول ۱۰ محاسبه شد (به دلیل حجم بالای محاسبات، تنها ماتریس تجمعی نهایی، قرار داده شده است).

جدول ۱۰. ماتریس تجمعی نظرات خبرگان در روش برناردو

ردیف	رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱	مشارکتی	۰	۰/۲۲۴	۰/۳۳۵	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹	۰/۸۸۹
۲	خصوصی‌سازی	۰	۰/۲۲۴	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲
۳	منابع داخلی شهرداری تهران	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸
۴	منابع عمومی	۰	۰/۳۷۲	۰/۴۸۳	۰/۵۵۸	۰/۵۵۸	۰/۵۵۸	۰/۵۵۸	۰/۵۵۸	۰/۵۵۸	۰/۷۴	۰/۷۴
۵	بدهی سنتی	۰	۰	۰	۰/۷۵	۰/۱۶۷	۰/۵۷۶	۰/۵۷۶	۰/۵۷۶	۰/۵۷۶	۰/۵۷۶	۰/۷۵۸
۶	بدهی نوین	۰	۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۷۷۶	۰/۷۷۶
۷	نوآورانه	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۶۸۲	۰/۶۸۲
۸	نتیجه‌گرا	۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲	۰/۵۹۱	۰/۵۹۱
۹	خدمات‌محور	۰	۰	۰	۰	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۹۰۷	۰/۹۰۷
۱۰	منابع خارجی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴۰۶	۰/۱۸۲	۰/۱۸۲
۱۱	بدهی ترکیبی	۰	۰	۰	۰/۷۴۷	۰/۷۴۷	۰/۷۴۷	۰/۷۴۷	۰/۷۴۷	۰/۷۴۷	۰/۱۶۸	۰/۵۳۵

محدودیت‌های استاندارد تعریف‌شده در مدل اصلی:

۱. محدودیت‌های ستونی: مجموع انتخاب‌ها در هر شاخص بیش از ۱ نباشد.
۲. محدودیت‌های سطری: هر گزینه تأمین مالی فقط در یک شاخص مشارکت کند.

حال باید یک مدل برنامه‌ریزی خطی تدوین شود (۱۰ مرتبه). قبل از نوشتن مدل نهایی لازم است تعدادی محدودیت هم به مدل اضافه شود. تعدادی از این محدودیت‌ها دقیقاً براساس مدل ریاضی برناردو و تعدادی نیز براساس بررسی مستندات و مصاحبه با خبرگان مشخص شده‌اند.

از بودجه کل تعیین شده بیشتر باشد. یعنی هر واحد حدود ۲ درصد از بودجه کل را مصرف می کند. این مورد براساس مصاحبه های انجام شده با کارشناسان مالی شهرداری تهران استخراج شده است. با در نظر گرفتن ستون رتبه اول، آن را با ستون های دیگر مقایسه می کنیم، نقطه ای که دارای ارزش بالاتر باشد، انتخاب بهینه است. به عنوان نمونه، ابتدا تنها ستون اول، در مرحله دوم ستون های اول و دوم، مرحله بعدی ستون های اول تا سوم و... انتخاب خواهند شد. (قسمتی از کد پایتون استفاده شده در این قسمت در شکل ۳ مشخص شده است).

۳. محدودیت های کاهش مرحله ای: میزان تأثیر شاخص ها با تقدم کاهش نباید (نوعی روند نزولی در اولویت ها).

محدودیت های اضافه شده مطابق شرایط موجود در شهرداری تهران:

۴. محدودیت استفاده از منابع خارجی تا سقف ۲۰ درصد، طبق سیاست های نهادی مقابله با ریسک های ارزی و تحریم ها و نیز بر اساس مصاحبه با کارشناسان مالی شهرداری تهران استخراج شده است.

۵. محدودیت سقف بودجه: به این معنا که کل هزینه هایی که برای اجرای پروژه یا تأمین مالی روش های مختلف صرف می شود، نباید

جدول ۱۱. ارزش بهینه زیرمجموعه های تأمین مالی در شهرداری تهران

ارزش بهینه از تابع هدف	مناسب ترین مجموعه / زیرمجموعه	نوع برنامه ریزی خطی
۰/۱۶۳۶	منابع داخلی شهرداری تهران	اول
۰/۱۶۳۶	منابع داخلی شهرداری تهران	دوم
۰/۱۳۳۹	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی	سوم
۰/۱۴۴۹	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی	چهارم
۰/۱۴۵۸	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی سنتی	پنجم
۰/۱۴۵۵۳	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی ترکیبی و خدمات محور	ششم
۰/۱۴۶۹	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی ترکیبی و خدمات محور و نتیجه گرا	هفتم
۰/۱۲۸۸۵	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی سنتی و خدمات محور و نتیجه گرا و نوآورانه	هشتم
۰/۱۴۱۹	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی سنتی و بدهی نوین و خدمات محور و نوآورانه و نتیجه گرا	نهم
۰/۱۳۸۴۴	خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی سنتی و خدمات محور و بدهی ترکیبی و نوآورانه و نتیجه گرا و بدهی نوین	دهم

```
!pip install pulp
import pulp

model = pulp.LpProblem("Single_Column_LP", pulp.LpMaximize)

h = {i: pulp.LpVariable(f"h{i}", cat="Binary") for i in range(1, 12)}

model += (0.182*h[7] + 0.818*h[3]) / 5

model += sum(h[i] for i in range(1, 12)) <= 1

model += (0.02*h[1] + 0.02*h[2] + 0.02*h[3] + 0.02*h[4] + 0.02*h[5] +
```

شکل ۳. قسمتی از کد پایتون استفاده شده در مدل برناردو

زیرمجموعه ای از روش ها، هفت روش: خصوصی سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی ترکیبی، خدمات محور و نتیجه گرا

با توجه به جدول ۱۱ در صورت نیاز به انتخاب تنها یک روش، روش «منابع داخلی شهرداری تهران» انتخاب و در صورت نیاز به انتخاب

(که رتبه دوم ارزش بهینه را دارند) به عنوان روش‌های مورد قبول انتخاب می‌شوند.

۵.۴. اعتبارسنجی مدل نهایی

نتایج اعتبارسنجی مدل نشان داد ساختار مفهومی و روابط میان شاخص‌ها با واقعیت‌سازمانی و فرایندهای تصمیم‌گیری در شهرداری تهران همخوانی دارد؛ چرا که گزینه‌های شناسایی‌شده از سوی خبرگان تأیید شده و هم‌اکنون نیز در این سازمان به کار گرفته می‌شوند. در بعد ریاضی، نرخ سازگاری نهایی روش BWM برابر با 0.08254 محاسبه شد که نزدیکی آن به صفر، سطح بالای اعتبار مدل را تأیید می‌کند. همچنین، آزمون کندال با ضریب همبستگی 0.515 و سطح معناداری 0.004 نشان داد توافق میان خبرگان نه تنها از سطح متوسط فراتر است، بلکه از نظر آماری نیز معنادار به شمار می‌رود. ورودی‌های مدل نیز به دلیل استخراج مستقیم از فرایندهای BWM و ارزیابی توسط همان گروه خبرگان، از کفایت و اعتبار لازم برخوردار بودند.

علاوه بر این، تحلیل حساسیت انجام‌شده روی شاخص «بی‌ثباتی اقتصاد کلان» بیانگر پایداری و استحکام مدل بود، زیرا تغییرات جزئی در این شاخص موجب تغییر معنادار در خروجی‌ها نشد. در نهایت، شبیه‌سازی مونت‌کارلو با ۱۰۰۰ تکرار و داده‌های واقعی، تصویری روشن از قابلیت اتکای مدل ارائه داد. بر اساس میانگین امتیازها، روش‌های تأمین مالی از منابع داخلی، مشارکتی و عمومی بالاترین رتبه‌ها را کسب کردند؛ این امر نشان‌دهنده امنیت نسبی، انعطاف‌پذیری و انطباق بیشتر این گزینه‌ها با شرایط اقتصادی و نهادهای کنونی شهرداری تهران است. در مقابل، روش‌های نوآورانه و منابع خارجی به دلیل ریسک نهادی، بی‌ثباتی اقتصادی و محدودیت‌های قانونی، پایین‌ترین رتبه‌ها را به خود اختصاص دادند. این نتایج بر ضرورت تمرکز شهرداری تهران بر منابع کم‌ریسک و درون‌زا در شرایط فعلی تأکید دارد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش پس از بررسی ادبیات موضوع، مصاحبه با خبرگان و انجام آزمون دلفی، مؤلفه‌های زیرساخت فناوری اطلاعات، چارچوب قانونی و حقوقی، وضعیت اقتصادی و مالی کلان، مدل‌ها و ابزارهای تأمین مالی، فناوری‌های نو و نوآوری دیجیتال، مدیریت پروژه‌های فناوری اطلاعات، پویایی بازار و تعاملات سرمایه‌گذاری، سیاست‌گذاری کلان فناوری، حکمرانی و شفافیت نهادی، دانش و ظرفیت‌سازمانی، اعتماد و مشارکت اجتماعی و به عنوان مؤلفه‌های مؤثر در تأمین منابع مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در شهرداری تهران انتخاب شدند.

همچنین معیارهای مختلفی از مدل مفهومی پژوهش و متغیرهای آن منتج شدند که می‌توان به مواردی نظیر «وابستگی به بودجه»، «هزینه تأمین داخلی»، «سطح شفافیت»، «کاهش بروکراسی» و... اشاره کرد (عناوین کامل معیارها در جدول ۶ بیان شده است). از این معیارها پنج معیار بی‌ثباتی اقتصاد کلان، نرخ تورم و نوسان ارز، وابستگی به فناوری خارجی، خلأ قانونی در رمزارز و زنجیره بلوکی و ابزارهای تأمین مالی نو به عنوان مهم‌ترین معیارها در ارزیابی و انتخاب ابزارهای تأمین مالی پروژه‌ها انتخاب شدند (با وزن در مجموع ۲۰ درصد).

در نهایت، پس از انتخاب هفت گزینه اصلی تأمین مالی شامل:

خصوصی‌سازی، منابع داخلی، منابع عمومی، مشارکتی، بدهی، ترکیبی و خدمات‌محور و نتیجه‌گرا، با بهره‌گیری از شبیه‌سازی مونت‌کارلو و داده‌های واقعی، این گزینه‌ها به صورت عددی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد روش‌های منابع داخلی، عمومی و مشارکتی رتبه‌های برتر را کسب کند و با عملکرد فعلی شهرداری نیز همخوانی دارند.

این یافته به این معناست که تکیه بر درآمدها و دارایی‌های شهرداری تهران امن‌تر و مؤثرتر از سایر روش‌ها ارزیابی می‌شود. دلایل این انتخاب را می‌توان در انعطاف‌پذیری بیشتر، سرعت دسترسی بالا، هزینه تأمین پایین و ریسک شکست کمتر، به‌ویژه در شرایط اقتصادی و نهادی کنونی کشور، جست‌وجو کرد.

منظور از استفاده از «منابع داخلی»، فقط برداشت از بودجه عمومی شهرداری نیست، بلکه بهره‌گیری از ظرفیت‌های درونی شهرداری شامل فروش یا اجاره املاک مازاد و غیرمولد، بهره‌برداری اقتصادی از فضاها و زیرساخت‌های شهری (مانند پایانه‌ها، پارکینگ‌ها و فضاهای تجاری)، استفاده از سود شرکت‌ها و سازمان‌های تابعه، و همچنین، صرفه‌جویی و مدیریت بهینه هزینه‌ها است. چنین رویکردی علاوه بر ایجاد منابع نقدی پایدار، موجب افزایش شفافیت مالی و کاهش وابستگی به منابع بیرونی می‌شود.

در مقابل، روش‌های نوآورانه و منابع خارجی به دلیل عدم قطعیت‌های قانونی در حوزه رمزارز و زنجیره بلوکی، ریسک ناشی از تحریم‌ها، نوسانات نرخ ارز و محدودیت‌های نهادی در رتبه‌های پایین‌تر قرار گرفتند. تحلیل حساسیت با تغییر وزن شاخص‌ها، پایداری و استحکام مدل پیشنهادی را تأیید کرد و تغییرات جزئی در ورودی‌ها تأثیر معناداری بر خروجی مدل نداشت.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط اقتصادی و نهادی فعلی، روش‌های کم‌ریسک، سریع‌الوصول و منعطف در اولویت هستند؛ به این معناست که منابع داخلی شهرداری علاوه بر برتری عددی در مدل، از منظر سیاستی و مدیریتی نیز ضرورت دارند و می‌توانند چارچوبی پایدار برای تأمین مالی پروژه‌های فناوری اطلاعات در برنامه تهران هوشمند فراهم آورند. در مجموع، مدل نهایی با ترکیب داده‌های واقعی، تحلیل عددی و نظر خبرگان، ابزاری معتبر برای تصمیم‌گیری تأمین مالی در شهرداری تهران ارائه می‌دهد.

۵.۱. پیشنهادها

با توجه به نتایج پژوهش و رتبه‌بندی گزینه‌ها، منابع داخلی شهرداری تهران، منابع عمومی و روش‌های مشارکتی به عنوان مناسب‌ترین ابزارهای تأمین مالی برای پروژه‌های شهر هوشمند تهران شناسایی شدند. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود شهرداری تهران در حوزه منابع داخلی با تمرکز بر شناسایی و مولدسازی دارایی‌های غیرمولد خود، منابع مالی پایدار برای پروژه‌های هوشمندسازی فراهم آورد. به طور مشخص، فروش یا اجاره بلندمدت املاک و زمین‌های بدون استفاده می‌تواند برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های شهر هوشمند مانند مراکز داده، شبکه‌های فیبر نوری و سامانه‌های مدیریت ترافیک به کار گرفته شود. علاوه بر آن، بهره‌برداری تجاری از فضاهای عمومی نظیر پایانه‌ها، پارکینگ‌ها و مراکز خدماتی می‌تواند به عنوان منبع مالی برای توسعه پلتفرم‌های خدمات دیجیتال شهروندی مورد استفاده قرار گیرد. بخشی از سود شرکت‌ها و سازمان‌های تابعه شهرداری تهران

مالی غیرمتمرکز و رمزارزها در تأمین مالی پروژه‌های شهری و بررسی ریسک‌ها و فرصت‌های مرتبط.
- توسعه مدل‌های پیش‌بینی بر پایه داده‌های بزرگ و یادگیری ماشین: بهره‌گیری از داده‌های وسیع و الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی بهتر روندهای مالی و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در حوزه تأمین مالی.

مشارکت نویسندگان

سهم مشارکت نویسندگان در این مقاله یکسان بوده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حامی مالی و معنوی ندارد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- Akbarzadeh, M.H., & Shojaeian, M. [2022]. Methods of Sustainable Financing of Urban Infrastructure in Selected Municipalities of Countries around the World. *Tehran Urban Research and Planning Center*, 1-111 [In Persian]
- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., & Walker, S. (2012). *Building understanding of smart city initiatives in Electronic Government*. Springer, Berlin, Heidelberg, 40-53.
- Anthopoulos, L., & Reddick, C.G. (2016). Understanding electronic government research and smart city: A framework and empirical evidence. *Information Polity*, 21(1), 99-117.
- Asgharpour M.J. (2014). *Group Decision Making and Game Theory with an Operations Research Approach* (3rd Ed.). University of Tehran Press. [In Persian]
- Banar Sh., Abolhasani Hastiani A., Shaygani B., & Dezhpasand F. (2013). Foreign Financing of Urban Projects and the Efficiency of City Services (Case Study of Tehran Municipality). *Journal of Urban Economics and Management*, 1 (4), 133. [In Persian]
- Barawi, Mohammed Ali, Mustika Sari, Sultan Akbar Rianto, Bambang Susantono, and Suci Indah Susilowati. (2023). A review on the success factors of crowdfunding-based to finance small-scale infrastructure projects. *E3S Web of Conferences*, 5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342901007>
- Berger, A., & Udell, G. (1998). The economics of small business finance: The roles of private equity and debt markets in the financial growth cycle. *Journal of Banking and Finance*, 613-673, [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(98\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(98)00038-7)
- Campbell, Christine. (2025). What are the 4 different types of blockchain technology?
- Entezari A., Khakpour B., & Shafaghi S. (2016). A Strategic Model for Sustainable and Novel Financial and Revenue Resources of the Country's Metropolises (With Emphasis on the Case Study of Mashhad Municipality's Performance during the Third Term of the Islamic City Council). *Research Institute of Natural Disasters Engineering*: 35-37. [In Persian]
- Flynn, M., Prior, N., & Houghton, L. (2018). Private sector participation in public sector financing: An introduction. *Deloitte*, 12-47.
- Garcia Sousa, R., Vasconcelos Ribeiro Galina, S., & Lourenço, M. (2025). Unpacking the role of place branding and smart cities in attracting foreign direct investment: theoretical perspectives

نیز می‌تواند به طور الزام‌آور به پروژه‌های فناورانه اختصاص یابد تا منابع داخلی علاوه بر پوشش هزینه‌های جاری، پشتیبان توسعه شهر هوشمند باشند.

در حوزه منابع عمومی، جذب کمک‌ها یا تسهیلات کم‌بهره از نهادهای ملی همچون صندوق توسعه ملی و صندوق نوآوری و شکوفایی می‌تواند پشتیبانی برای پروژه‌های فناورانه بزرگ‌مقیاس مانند توسعه اینترنت اشیا شهری و پلتفرم‌های داده باز فراهم سازد. شفافیت در هزینه‌کرد این منابع از طریق انتشار گزارش‌های دوره‌ای مالی نیز به اعتمادسازی عمومی کمک خواهد کرد.

در حوزه روش‌های مشارکتی ارائه مشوق‌هایی همچون تضمین حداقل بازده سرمایه به سرمایه‌گذاران بخش خصوصی می‌تواند مشارکت آنان را تقویت کند. ایجاد یک «پنجره واحد سرمایه‌گذاری شهر هوشمند» در شهرداری تهران نیز می‌تواند فرایندهای بروکراتیک را کاهش داده و مسیر ورود سرمایه‌گذاران خصوصی به پروژه‌های فناورانه را هموار کند. همچنین، تشکیل کارگروه مشترک میان شهرداری تهران و بخش خصوصی برای پایش و ارزیابی پیشرفت پروژه‌ها می‌تواند به مدیریت ریسک و افزایش اعتماد متقابل کمک کند.

در نهایت، ایجاد سامانه‌های پایش و بازخورد ویژه پروژه‌های شهر هوشمند و سنجش اثربخشی هر روش تأمین مالی به همراه به‌روزرسانی مدل پیشنهادی به طور مستمر بر اساس داده‌های واقعی در بهبود فرایند تأمین مالی پروژه‌های شهر هوشمند نقش بسزایی خواهد داشت. آموزش مدیران مالی و پروژه‌ای در زمینه ابزارهای نوین تأمین مالی و استفاده از داشبوردهای شفافیت برای ارائه گزارش‌های عمومی درباره تأمین مالی پروژه‌های هوشمندسازی نیز می‌تواند به بهبود سیاست‌گذاری، افزایش پاسخ‌گویی و ارتقای اعتماد شهروندان کمک کند.

۲.۵. محدودیت‌ها

شرایط متغیر اقتصادی و سیاست‌های دولتی که می‌تواند به سرعت تغییر کند، محدودیت‌هایی برای تعمیم‌پذیری مدل در طولانی‌مدت ایجاد می‌کند. همچنین، به دلیل تعدد شاخص‌ها تنها ۵ شاخص برای ارزیابی روش‌های تأمین مالی انتخاب شدند که در صورت افزایش شاخص‌های ارزیابی، امکان تغییر در روش‌های تأمین مالی بهینه وجود دارد. نظر به اینکه فناوری‌های مالی نوین مانند رمزارزها و زنجیره بلوکی به سرعت در حال تغییر هستند؛ لذا برخی جنبه‌های آن‌ها ممکن است در این تحقیق به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته باشد.

۳.۵. پیشنهاد‌های پژوهش‌های آینده

- گسترش مدل به سایر کلان‌شهرها و حوزه‌های شهری: اعمال و تطبیق مدل طراحی‌شده در شهرهای دیگر ایران با شرایط اقتصادی، اجتماعی و حقوقی متفاوت برای اعتبارسنجی و تعمیم‌پذیری بیشتر.
- افزودن شاخص‌ها و متغیرهای جدید به مدل: بررسی و اضافه کردن شاخص‌های تکمیلی محیط زیست، اجتماعی و پایداری به مدل تأمین مالی برای ارتقای جامعیت و انطباق بیشتر با اهداف توسعه پایدار.
- تحلیل تأثیر فناوری‌های نوین مالی مانند تأمین مالی غیرمتمرکز و رمزارزها: پژوهش‌های تخصصی‌تر در زمینه کاربرد فناوری‌های

- and future research paths. *Journal of Place Management and Development*. 18 (2), 279–299. <https://doi.org/10.1108/JPM-06-2024-0066>
- Haji Gholam Saryazdi A., Rajabzadeh A., Mashayekhi A., & Hassanzadeh A. (2020). Designing System Dynamics Model of Crowdfunding Diffusion in Iran. *Modern Research in Decision Making*, 5(2): 49-80. doi: [20.1001.1.24766291.1399.5.2.3.6](https://doi.org/10.1001.1.24766291.1399.5.2.3.6) [In Persian]
- Hassani, H., Avdiu, K., Unger, S., & Mazinani, M.T. (2023). Blockchain in the Smart City and Its Financial Sustainability from a Stakeholder's Perspective. *Risk and Financial Management*, 1-21. <https://doi.org/10.3390/rjfm16090393>
- Heathcote, C. (2017). Retrieved from Global infrastructure hub. <https://www.gihub.org/articles/forecasting-infrastructure-investment-needs-for-50-countries-7-sectors-through-2040/>
- Hosseyni S.M., Rahjou S., & Shams Laherudi S.H. (2021). Evaluation and Prioritization of Financing Sources for the Implementation of Sadra Projects in Bushehr Province. *Journal of Modern Research Approaches in Management and Accounting*, 5 (18): 119–135. [In Persian]
- Jiang, H. (2020). Smart urban governance in the 'smart' era: Why is it urgently needed? *Elsevier*, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103004>
- Johnson, Clinton. (2022). Smart Contracts and Their Impact on Financial Transactions in Banking. *ResearchGate*, 1-25.
- Kalenyuk, Iryna, Oleg Kuklin, Yevgen Panchenko, Antonina Djakona, and Maksym Bohun. (2024). Financial Innovations in the Smart City. *Financial and credit activity: Problems of theory and practice* 1 (54), 103-113. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.1.54.2024.4287>.
- Maghoodi E. (2022). Investigation of Factors Affecting Private Sector Investment Attraction for Sustainable Resource Provision (Case Study: Municipalities of Chaharmahal and Bakhtiari). *Proceedings of the 9th International Conference on Interdisciplinary Research in Management, Accounting and Economics in Iran*: 1-9. [In Persian]
- Mahdavi Talarpashti, M. (2021). Investigating the Role of Various Municipal Financing Methods in Urban Projects (Case Study: Tehran Municipality). *Proceedings of the 7th International Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architecture, Urban Management and Environment*. Tehran: 1-8. [In Persian]
- Mohammadpour, F., Mohammadpour, F., & Shayegh, F. (2022). Investigating Financing Methods for Municipal Infrastructure Projects in Shiraz with Emphasis on Modern Financial Methods. *Proceedings of the First International Congress and Exhibition of Industry and Modern Market Makers, Kish*, 1-7. [In Persian]
- Mombini, H., & Mombini, R. (2020). Ranking of Financing Methods for Investment in the Construction Sector of Multipurpose Projects using a Fuzzy Decision-Making Model. *Proceedings of the 4th International Conference on New Perspectives in Accounting, Management and Entrepreneurship*, Tehran, 1-15. [In Persian]
- Motevasseli B. (2020). Selection of Optimal Financing Method for Construction of Commercial and Recreational Projects: Case Study, Yazd City Center Complex. *Geographical Engineering of Territory Journal*, 4 (2): 371–390. [In Persian]
- Nazmul Islam, Md., Shuva Brata Saha, Nazmul Hasan Limon, and Shaheena Sultana. (2025). Blockchain-based decentralized smart city components analysis. *International Journal of Blockchain Technology*, 1-20. https://doi.org/10.34218/IJBT_03_01_001.
- OECD. (2024). *Enhancing the contribution of digitalisation to the smart cities of the future* (p. 15). OECD Publishing.
- Perälto, S., Ahokanga, P., & Iivar, M. (2023). Smart city business model approach: the role of opportunities, values, and advantages. *The European Journal of Social Science Research*, 1-25. DIO: [10.1080/13511610.2023.2286439](https://doi.org/10.1080/13511610.2023.2286439).
- Rajeb, E., Rajeb, K., Zaher, H., & Simske, S. (2025). Blockchain and Smart Cities: Co-Word Analysis and BERTopic Modeling. *Smart Cities*, 8(4), 1-33. <https://doi.org/10.3390/smartcities8040111>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Elsevier*, 49-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Sharafi, G., Fathi Hafashjani, K., and Ahmadi, F. (2023). Identification of Factors Affecting Project Financing Risk. *Financial Research Journal*, 25(3), 485-507. DIO: [10.22059/frj.2023.352427.1007423](https://doi.org/10.22059/frj.2023.352427.1007423) [In Persian]
- Skowron, J., & Flynn, M. (2018). The challenge of paying for smart cities projects. *Deloitte Development LLC*.
- Soleymani S., Tabaiezhadeh Fesharaki H., & Eslami M. (2024). Designing a Conceptual Model for Financing Smart Cities with the Grounded Theory Approach (case study: Tehran Municipality). *Urban Economics and Planning*, 4(4): 74-89. DIO: [10.22034/uep.2024.427556.1438](https://doi.org/10.22034/uep.2024.427556.1438) [In Persian]
- Sule, M., & Moloi, T. (2025). Funding and Financing Options of Smart City Exemplars: A Model for Upcoming Smart Cities. *Impacting Society Positively Through Technology in Accounting and Business Processes*. 859-880. DOI: [10.1007/978-3-031-84885-8_47](https://doi.org/10.1007/978-3-031-84885-8_47)
- T.I. Lam, P., & Yang, W. (2020). Factors influencing the consideration of Public-Private Partnerships (PPP) for smart city projects: Evidence from Hong Kong. *Elsevier*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102606>
- Tafazzoli A., Dalmanpour M., Emami Meybodi A., & Rahimzadeh A. (2023). The Impact of Municipal Financing Approaches on the Income of Municipalities (Case Study: Tehran, British Columbia, and Canada Municipalities). *Urban Economics and Planning*, 4(2), 114-133. doi: [10.22034/uep.2023.393288.1355](https://doi.org/10.22034/uep.2023.393288.1355) [In Persian]
- TahamiPour Zarandi M., & Rajabi Kolookhi M. (2022). Application of Blockchain Technology in Smart Cities. *Proceedings of the International Conference on Investment Opportunities in Tehran*, 1-22. [In Persian]
- Wolniak, Radosław, Bożena Gajdzik, Michalina Grebski, Roman Danel, & Wiesław Wes Grebski. (2024). Business Models Used in Smart Cities—Theoretical Approach with Examples of Smart Cities. *Smart Cities*, 1626-1669. doi: [10.3390/smartcities7040065](https://doi.org/10.3390/smartcities7040065).
- Yazdani F., Arghan A., & Kamyabi S. (2023). Presenting a Futuristic Model of Municipal Financing and Its Impact on Urban Sustainability. *Future Cities Perspective*, 4 (3), 43-60. [In Persian]
- Yescombe, E. R. (2018). *Principles of Project Finance* (2nd ed., p.75). Academic Press.
- Yilderim, B., Ayyildiz, E., & Aydin, N. (2025). A strategic sustainability framework for smart city investment prioritization. *Sustainable Cities and Society*, 131(1), 1. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106705>.