فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۹، شماره ۱۱۷، تابستان ۱۴۰۵(جلد سوم)
www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره نهم)
شماره ۱۱۷ / تابستان ۱۴۰۵ (جلد سوم)/ صص ۲۳-۳۳

هوشمندسازی درآمدهای شهرداری‌ها با بهره‌گیری از بلاک‌چین و داده‌کاوی: مروری نظام‌مند بر شواهد نوین

سوده باقری ریزی
کارشناسی ارشد مدیریت استراتژیک، دانشگاه پیام نور، ساوه، ایران. (نویسنده مسئول)
Sudeh.bagherii92@yahoo.com
اکرم محمدی
کارشناسی ارشد مدیریت مالی، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران.
Akram2671390@gmail.com

چکیده
پژوهش حاضر با هدف تبیین نقش فناوری‌های نوظهور در بازآرایی نظام درآمدی شهرداری‌ها انجام شده است. وابستگی شدید شهرداری‌های ایران به درآمدهای ناپایدار نظیر عوارض ساخت‌وساز و فروش تراکم، تاب‌آوری مالی حکمرانی شهری را تهدید می‌کند و پژوهش‌های داخلی نشان می‌دهند سهم درآمدهای پایدار به‌ندرت از حدود ۳۰ درصد کل درآمدها فراتر می‌رود. ین مقاله مروری نظام‌مند، ادبیات سال‌های ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵ را در سه محور داده‌کاوی و یادگیری ماشین، بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند، و اینترنت اشیا بررسی کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهند مدل‌های پیش‌بینی‌کننده داده‌محور دقت برآورد درآمد و شناسایی مودیان پرریسک را افزایش می‌دهند. بلاک‌چین با بهینه‌سازی تخصیص بودجه و تضمین شفافیت تراکنش‌ها اعتماد عمومی را تقویت می‌کندو سامانه‌های اینترنت اشیا با کاهش هزینه عملیاتی خدمات شهری، ظرفیت درآمدزایی غیرمالیات‌بر را گسترش می‌دهند. نتیجه مقاله آن است که هوشمندسازی درآمد، به‌ویژه در قالب طرح‌های آزمایشی مرحله‌ای، می‌تواند گذار از الگوی رانتی و ناپایدار کنونی به مدل درآمدی داده‌محور را تسهیل کند؛ مشروط بر آنکه خلأهای حقوقی، مقاومت سازمانی و محدودیت‌های زیرساختی به‌موازات فناوری مدیریت شوند.
واژگان کلیدی: هوشمندسازی درآمدهای شهرداری‌ها، بلاکچین، داده کاوی.

مقدمه
تأمین منابع مالی پایدار، مهم‌ترین چالش حکمرانی شهری در ایران و بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. شهرداری‌ها به‌عنوان نهادهای عمومی غیردولتی، هزینه‌های جاری و عمرانی خود را عمدتاً از محل عوارض وصولی از شهروندان و بنگاه‌ها تأمین می‌کنند؛ با این حال، سیاست‌های مقطعی و موردی، این نهادها را به درآمدهای ناپایداری چون عوارض ساخت‌وساز و فروش تراکم وابسته ساخته است و همین وابستگی، مدیریت شهری را در رسیدن به توسعه پایدار با چالش جدی روبه‌رو کرده است (فیضی توتکله و همکاران، ۱۴۰۱). پژوهش قلی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) نشان می‌دهد در ایران بالاترین آمار درآمدهای پایدار به حدود ۳۰ درصد کل درآمدها می‌رسد؛ یعنی نزدیک به دوسوم بودجه شهرداری‌ها به نوسانات بازار مسکن، چرخه‌های رکود و رونق و تصمیمات موردی متکی است.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

شکست الگوی سنتی درآمدزایی، اکنون با فرصتی فناورانه هم‌زمان شده است: انفجار داده‌های شهری، بالغ‌شدن الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تثبیت نسبی فناوری بلاک‌چین. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی تصریح می‌کند که مدیریت داده و تحلیل آن قلب فرایندهای ادارات درآمدی است و سامانه‌های هوشمند امکان شناسایی سریع‌تر موارد عدم تمکین و هدف‌گذاری دقیق‌تر منابع محدود بر موارد پرریسک را فراهم کرده‌اند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۵). در سطح جهانی نیز مطالعات جدید نشان داده‌اند که تخصیص بودجه شهری با بهره‌گیری از بلاک‌چین به‌طور معنادار بهینه می‌شود و حتی کسر کوچکی از جمعیت که در فرایند رأی‌گیری مبتنی بر بلاک‌چین مشارکت کند، رفتار هزینه‌کردی کل جمعیت را به‌خوبی نمایندگی می‌کند (حسنی و همکاران، ۲۰۲۳).

علیرغم گسترش ادبیات پژوهشی در حوزه شهرهای هوشمند، شکافی اساسی در مطالعات موجود به چشم می‌خورد؛ چرا که فناوری‌های داده‌کاوی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا در مالیه عمومی، عمدتاً به صورت جزیره‌ای و منفک از یکدیگر بررسی شده‌اند و فقدان یک چارچوب یکپارچه برای هم‌افزایی این ابزارها مشهود است. نوآوری این مقاله در تلاقی‌بخشی به این سه حوزه است که تا پیش از این کمتر در یک بستر واحد مورد واکاوی قرار گرفته‌اند. بدین ترتیب، پرسش اصلی پژوهش حاضر این است که فناوری‌های داده‌کاوی، بلاک‌چین و اینترنت اشیا چگونه می‌توانند اکوسیستم درآمدی شهرداری‌ها را از وضعیت «واکنشی و سنتی» به رویکردی «پیش‌دستانه، شفاف و دیجیتال» متحول کنند؟ در این راستا، هدف غایی مقاله، مرور انتقادی شواهد نوین سال‌های ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵، استخراج یک مدل مفهومی یکپارچه و ارائه پیشنهادهای سیاستی کاربردی و بومی‌سازی شده برای گذارِ مالی شهرداری‌های ایران به سوی حکمرانی هوشمند است.

مبانی نظری تحقیق

نظریه انتخاب عمومی و اقتصاد سیاسی درآمدهای محلی

نظریه انتخاب عمومی به عنوان زیربنای نظری تحلیل رفتار مالی در این پژوهش، فرض کلاسیک «مدیران خیرخواه عمومی» را به چالش می‌کشد و کنشگران شهری اعم از شهروندان، مودیان، مأموران وصول عوارض و مدیران ارشد بوروکراسی را در قامت کارگزارانی عقلایی و در پی بیشینه‌سازی مطلوبیت و منفعت فردی در نظر می‌گیرد (بوکانان و تالوک، ۱۹۶۲). در الگوهای سنتی اداره امور مالی شهرداری‌ها، به دلیل نامتقارنی ساختاری اطلاعات میان شهرداری و شهروندان، پدیده‌ای شکل می‌گیرد که در آن «فرار از عوارض» نه یک رفتار غیرعقلایی، بلکه حاصل سنجش هزینه–فایده مبتنی بر ریسک اندک کشف و جریمه است.

در نظام‌های اداری غیرشفاف، مودی عقلایی ترجیح می‌دهد از مجاری تاریک مالی یا رانت‌های ناشی از شکاف‌های قانونی سود جوید؛ زیرا «هزینه تمکین» از برآیند «هزینه تخلف ضربدر احتمال کشف» فراتر می‌رود. افزون بر این، مسئله کارگزار–کارفرما میان بدنه مدیریت شهری و ناظران رسمی باعث تعارض منافع و ظهور هزینه‌های مبادله سنگین در چرخه ممیزی املاک و اصناف می‌گردد. فناوری‌های نوظهور، با شفاف‌سازی آنی جریان داده‌ها و خودکارسازی نظارت، معادله کلاسیک بکر (۱۹۶۸) در باب جرم و مجازات مالیاتی را تغییر داده و با رساندن «احتمال کشف تخلف» به سطحی نزدیک به قطعیت، تمکین داوطلبانه را به یگانه راهبرد عقلایی برای کاهش هزینه‌های مبادله بدل می‌سازند.

گزارش‌های معتبر بین‌المللی از جمله مجمع حکمرانی محلی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۲۵) نشان می‌دهند که دیجیتالی‌شدن ثبت درآمدها، پدیده «توهم مالی» را برطرف می‌کند؛ وضعیتی که در آن مودیان احساس می‌کنند عوارض پرداختی آن‌ها در بوروکراسی ناکارآمد شهری هدر می‌رود. ایجاد شفافیت عملکردی و زنجیره‌وار، درک شفافی از تبدیل عوارض به خدمات زیرساختی ملموس (نظیر توسعه ناوگان حمل‌ونقل و سرانه‌های زیست‌محیطی) ایجاد کرده و بر پایه نظریه روان‌شناختی–اقتصادی تورگلر (۲۰۲۴)، «روحیه تمکین مالیاتی» را با تکیه بر اعتماد نهادی احیا می‌نماید.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پارادایم داده‌کاوی و هوش پیش‌بینانه در مالیه شهری

گذار از شهود سنتی مدیران به «حکمرانی داده‌محور»، رویکرد بودجه‌ریزی شهرداری‌ها را از پایش گذشته‌نگر و پسینی به مدیریت فعالانه و پیش‌بینانه دگرگون کرده است. داده‌کاوی در اکوسیستم مالی شهرداری‌ها تنها ابزاری برای گزارش‌گیری آماری نیست، بلکه موتور محرک بازمهندسی منابع درآمدی و انضباط مالی به شمار می‌رود.

الف) تکنیک‌های یادگیری ماشین و خوشه‌بندی در تفکیک و پروفایل‌سازی مودیان

شهرداری‌ها با حجم گسترده‌ای از مودیان با الگوهای رفتاری نامتجانس روبرو هستند. استفاده از روش‌های خوشه‌بندی نامشرف نظیر کی–میانگین، الگوریتم‌های چگالی‌محور و نگاشت‌های خودسازمان‌ده، امکان بخش‌بندی عمیق مودیان ساختمانی، تجاری و خدماتی را فراهم می‌آورد:

- **خوشه‌بندی بر مبنای ارزش تراکنش و زمان‌بندی پرداخت:** مودیان بر اساس پایبندی به تقویم‌های مالی و توان نقدینگی دسته‌بندی می‌شوند تا بسته‌های تشویقی (نظیر جایزه‌های خوش‌حسابی یا تقسیط هوشمند) با بیشترین اثربخشی اعمال گردند.
- **رتبه‌بندی ریسک اعتباری مودیان حقوقی و انبوه‌سازان:** تحلیل متغیرهایی نظیر مساحت ساخت، کاربری‌های ترکیبی و سوابق پرونده‌های کمیسیون‌های ماده صد به شهرداری اجازه می‌دهد مودیان با احتمال بالای تأخیر یا استنکاف را از پیش شناسایی کند.

ب) مدل‌های پیش‌بین جریان‌های نقدینگی و تحلیل حساسیت بودجه

تکیه سنتی شهرداری‌ها بر «درآمدهای ناپایدار» (مانند عوارض فروش تراکم یا پروانه‌های ساختمانی) موجب آسیب‌پذیری شدید آن‌ها در برابر رکودهای ادواری بازار املاک می‌شود.

- با استفاده از مدل‌های سری زمانی پیشرفته نظیر اتورگرسیو میانگین متحرک انباشته و ترکیب آن با شبکه‌های عصبی عمیق، سیستم‌های هوشمند قادرند نوسانات قیمت مسکن، نرخ تورم، نرخ بهره و تحولات اقتصاد کلان را در برآورد درآمدهای تحقق‌پذیر شبیه‌سازی کنند (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۵).
- تحلیل رگرسیونی مبتنی بر تقویت گرادیان به شهرداری‌ها اجازه می‌دهد وزن هر یک از پایه‌های درآمدی (نظیر عوارض نوسازی، عوارض پسماند، و ارزش افزوده محلی) را متناسب با شاخص‌های جمعیتی و منطقه‌ای به‌طور بهینه تعدیل نمایند.

ج) کشف ناهنجاری و الگوهای تقلب مالیاتی

یکی از چالش‌های بنیادین درآمدهای شهری، کم‌اظهاری در متراژ ساخت، دستکاری در کاربری‌های تجاری/مسکونی و مغایرت‌های عمدی در نقشه‌های ارائه‌شده به شهرداری است.

- الگوریتم‌های کشف ناهنجاری (نظیر جنگل انزوا و خودرمزگذارها) با مقایسه تطبیقی داده‌های سامانه‌های اطلاعات مکانی، داده‌های مصرف حامل‌های انرژی (آب، برق و گاز) و داده‌های ثبت املاک، موارد مغایرت شدید را استخراج می‌کنند (کومار و سینگ، ۲۰۲۴).
- بدین ترتیب، ممیزی‌های سنتی و پراکنده به «بازرسی‌های هدفمند مبتنی بر ریسک» تبدیل شده و از هدررفت منابع نظارتی شهرداری جلوگیری می‌شود.

فناوری بلاک‌چین و بازمهندسی ساختار مبادله مالی شهری

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

در حالی که داده‌کاوی لایه «هوش و استخراج الگو» را شکل می‌دهد، بلاک‌چین لایه «اعتماد ساختاریافته و اجرای قطعی» را ایجاد می‌کند. در مدیریت شهری سنتی، فساد اداری، امضاهای طلایی، دستکاری دستی در فیش‌های واریزی و تأخیر در تسویه‌های بانکی از گلوگاه‌های اصلی هدررفت درآمدها هستند.

الف) ساختار دفترکل توزیع‌شده و تغییرناپذیری تراکنش‌ها

بلاک‌چین شبکه‌ای همتابه‌همتا است که داده‌های مالی در آن به صورت بلوک‌های متصل به‌هم با استفاده از توابع درهم‌ساز رمزنگاری‌شده ثبت می‌شوند.

- هرگونه تغییر در یک رکورد نیازمند تغییر در تمامی بلوک‌های پس از آن و تأیید اکثریت گره‌های شبکه است؛ امری که از دیدگاه محاسباتی عملاً غیرممکن است.
- برای شهرداری‌ها، بهره‌گیری از بلاک‌چین‌های سازمانی و مجاز نظیر هایپرلجر فابریک ایده‌آل است؛ زیرا حاکمیت گره‌ها میان ارکان نظارتی (شورای اسلامی شهر، دیوان محاسبات، سازمان شهرداری‌ها و اداره امور مالیاتی) توزیع می‌شود بدون آنکه اطلاعات حساس خصوصی مودیان برای عموم افشا گردد (حسنی و همکاران، ۲۰۲۳).

ب) قراردادهای هوشمند و تحقق وصول خودکار درآمدها

قراردادهای هوشمند، برنامه‌های کامپیوتری خوداجراگر و خودمختاری هستند که شروط مالی را بر بستر زنجیره بلوکی بدون نیاز به مداخله عوامل انسانی اجرا می‌کنند:

۱. **تسویه در لحظه وقوع رویداد مشمول عوارض:** به عنوان نمونه، به محض اینکه سامانه‌های ثبتی یا سردفتری فرآیند انتقال قطعی یک ملک یا پلاک خودرو را تأیید کنند، قرارداد هوشمند عوارض سهم شهرداری را به شکل خودکار و در کسری از ثانیه کسر و به حساب خزانه واریز می‌کند.

۲. **برنامه‌پذیر ساختن درآمدهای عوارضی:** یکی از چالش‌های اعتماد شهروندان، عدم اطمینان از خرج‌کرد عوارض پرداختی در حوزه مربوطه است. با قراردادهای هوشمند می‌توان عوارض زیست‌محیطی یا طرح ترافیک را به نحوی کدگذاری کرد که منابع واریزی منحصراً و به‌طور خودکار به پیمانکاران توسعه حمل‌ونقل عمومی پاک یا فضای سبز تخصیص یابد و قابلیت انحراف سلیقه‌ای نداشته باشد.

ج) توکنایز کردن دارایی‌های شهری و توسعه درآمدهای سرمایه‌ای

بلاک‌چین امکان خردسازی ارزش دارایی‌های فیزیکی و پروژه‌های عمرانی شهرداری را در قالب دارایی‌های دیجیتال (توکن‌ها) فراهم می‌سازد. شهرداری‌ها می‌توانند پروژه‌های سودآور خود (نظیر ساخت پارکینگ‌های طبقاتی، مجموعه‌های تفریحی یا زیرساخت‌های خورشیدی) را توکنایز کرده و با جلب سرمایه‌های خرد شهروندان، درآمدهای مشارکتی و پایدار کسب کنند. این مدل افزون بر تأمین مالی پروژه‌ها بدون ایجاد بار بدهی سنگین بانکی، شهروندان را در منافع اقتصادی حاصل از ارزش‌آفرینی شهری سهیم می‌سازد.

مدل یکپارچه «مثلث طلایی»؛ تعامل هم‌افزای اینترنت اشیا، داده‌کاوی و بلاک‌چین

تفکیک این ابزارها به صورت جزیره‌ای نمی‌تواند کارایی سیستم مالی را به حد اعلا برساند. ادبیات پژوهش بر لزوم تجمیع آن‌ها در قالب یک اکوسیستم واحد و هماهنگ تحت عنوان «مثلث طلایی درآمدهای هوشمند» تأکید می‌کند:

- **اینترنت اشیا:** وظیفه «تولید و ثبت آنی داده‌ها» را بر عهده دارد که شامل داده‌های حاصل از حسگرهای ترافیکی، مدیریت هوشمند پسماند، باسکول‌های شهری و دوربین‌های پلاک‌خوان است و پایش‌های سنتی را با داده‌های عینی و غیرقابل‌دستکاری جایگزین می‌سازد.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

- **داده‌کاوی و هوش مصنوعی:** وظیفه «کشف الگو، تخمین بدهی و ارزیابی ریسک مودیان» را ایفا می‌کند و مانع از هدررفت منابع ممیزی و فرار عوارضی می‌شود.
- **بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند:** لایه «تضمین سلامت، تغییرناپذیری تراکنش‌ها و اجرای خودکار تعهدات مالی» است که تبانی و خطای انسانی را برطرف کرده و اعتماد نهادی شهروندان را تحکیم می‌بخشد.

جدول (۱): مدل یکپارچه «مثلث طلایی»؛ تعامل هم‌افزای اینترنت اشیا، داده‌کاوی و بلاک‌چین

فناوری	نقش در معماری درآمدی	کارکرد اجرایی در شهرداری	ارزش افزوده نهادی
اینترنت اشیا	تولید و ثبت آنی داده	حسگرهای ترافیکی، مدیریت هوشمند پسماند، باسکول‌های شهری، دوربین‌های هوشمند پلاک‌خوان	حذف پایش‌های سنتی و جایگزینی آن با داده‌های واقعی و بدون دستکاری
داده‌کاوی	کشف الگو و ارزیابی ریسک	تخمین بدهی‌ها، پیش‌بینی رفتار مؤدی، بهینه‌سازی نرخ‌گذاری پویا، کشف تخلفات ساختمانی	جلوگیری از فرار عوارضی، سیاست‌گذاری منعطف بودجه، کاهش هزینه‌های ممیزی
بلاک‌چین	تضمین سلامت و اجرای خودکار	دفترکل تراکنش‌ها، قراردادهای هوشمند وصول آنی، توکنایز کردن پروژه‌های شهری	رفع فساد و تبانی، حذف واسطه‌های انسانی، جلب اعتماد و روحیه تمکین مودیان

در این الگو:

۱. حسگرهای محیطی و اینترنت اشیا رفتار مصرفی و شهری شهروندان و مشاغل را اندازه‌گیری می‌کنند.
۲. الگوریتم‌های داده‌کاوی بر بستر کلان‌داده‌های حاصله، میزان دقیق عوارض متناسب با «اصل بهره‌مندی» و ظرفیت مودی را تعیین و خطاهای احتمالی را پالایش می‌کنند.
۳. در نهایت، پروتکل‌های بلاک‌چین تراکنش قطعی را به صورت تغییرناپذیر ثبت و منابع وصول‌شده را بدون واسطه‌گری دیوان‌سالارانه در سرفصل‌های معین خزانه‌داری هوشمند توزیع می‌نمایند.

پیشینه تحقیق

موج جدید پژوهش‌های بین‌المللی، فناوری‌های شهری را از سطح «نمایش فناوری» به سطح «مالیه عملیاتی» منتقل کرده است. در حوزه حکمرانی و بلاک‌چین، حسنی و همکاران (۲۰۲۳) با مدل‌سازی ریاضی نشان دادند که تخصیص بودجه شهر هوشمند از طریق فرایند رأی‌گیری مبتنی بر بلاک‌چین به‌طور معنادار بهینه می‌شود و تنها ۰٫۱۲ درصد مشارکت جمعیت برای نمایندگی رفتار هزینه‌کردی کلان کفایت می‌کند؛ این یافته برای شهرداری‌ها به این معناست که مکانیسم‌های مشارکتیِ شفاف، عملاً قابل اجرا و کم‌هزینه‌اند. دیهوش (۲۰۲۵) نیز در مروری اکتشافی بر مدل‌های شهرهای خصوصی و مناطق ویژه اقتصادی نشان داد که فناوری دفترکل توزیع‌شده می‌تواند شفافیت و کارایی اقتصادی حکمرانی شهری را ارتقا دهد، اما هم‌زمان نسبت به چالش‌های پاسخ‌گویی، فراگیری و یکپارچگی تنظیم‌گری هشدار می‌دهد. پیام ضمنی این مطالعات آن است که بلاک‌چین باید در چارچوب حقوقی رسمی نهادینه شود، نه آنکه به عنوان جایگزینی برای قانون در نظر گرفته شود.

در حوزه خدمات درآمدزا، احمد و همکاران (۲۰۲۴) معماری سامانه‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی و اینترنت اشیا را برای مدیریت پسماند شهری پیشنهاد کردند که با حسگرهای سطح پرشدن مخزن، اعلان خودکار به شهرداری و راننده و بهینه‌سازی مسیر، هزینه سوخت و جمع‌آوری را کاهش می‌دهد؛ چنین معماری‌ای هم‌زمان کیفیت خدمت را ارتقا داده و داده‌های دقیق برای محاسبه عوارض خدماتی تولید می‌کند. در سطح سیاست مالیاتی نیز گزارش سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۲۵) با اتکا به فهرست جهانی ابتکارات فناوری مالیاتی نشان داد که بسیاری از ادارات درآمدی به‌طور عملیاتی از هوش مصنوعی برای بهبود وصول، حسابرسی و پیشگیری از تقلب استفاده می‌کنند و هم‌زمان بر رعایت حریم خصوصی و کاربرد قابل‌اعتماد هوش مصنوعی تأکید دارند. تجربه شهر بارسلونا نیز پیش‌تر نشان داده بود که استقرار

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

سامانه‌های اینترنت اشیا می‌تواند درآمد پارکینگ شهری را به‌طور محسوس افزایش داده و صرفه‌جویی‌های عملیاتی قابل‌توجهی ایجاد کند (مدرسه حکمرانی کندی هاروارد، ۲۰۱۷).

در مقابل، ادبیات پژوهشی در ایران عمدتاً بر تشخیص مسأله ناپایداری متمرکز بوده و هنوز ورود جدی به فناوری‌های وصولی نداشته است. قلی‌پور و همکاران (۱۳۹۸) با مطالعه کیفی در شهرداری ارومیه، به شناسایی ده‌ها تم در سه حوزه روش، منبع و موانع پرداختند. نکته حائز اهمیت در پژوهش آنان، قرار گرفتن «فناوری اطلاعات» در زمره ده روش اصلی درآمدزایی و شناسایی «فساد» و «عدم شفافیت» به عنوان مهم‌ترین موانع بود؛ دو موردی که مستقیماً در دامنه کارکرد فناوری‌های پیشنهادی در ادبیات جهانی (بلاک‌چین و داده‌کاوی) قرار می‌گیرند. در پژوهشی دیگر، فیضی توتکله و همکاران (۱۴۰۱) ضمن تأکید بر وابستگی مفرط شهرداری‌ها به عوارض ساخت‌وساز و فروش تراکم به عنوان آسیب اصلی اقتصاد شهری، راهکارهای افزایش درآمد پایدار را بر اصلاح نظام وصول و شناخت کدهای درآمدی متمرکز دانستند.

مرور این دو جریان مطالعاتی نشان می‌دهد در حالی که ادبیات داخلی مسأله «ناپایداری» و «فساد» را به درستی تشخیص داده است، اما همچنان رویکردی سنتی به اصلاحات دارد و فناوری را هنوز به‌عنوان یک «راه‌حل ساختاریِ یکپارچه» جدی نگرفته است. در واقع، شکاف اصلی پژوهش حاضر در همین نقطه نهفته است: پیوند زدن مطالبات مطرح‌شده در ادبیات فارسی (شفافیت و وصول پایدار) با ابزارهای فنی اثبات‌شده در ادبیات بین‌المللی (بلاک‌چین، هوش مصنوعی و اینترنت اشیا). این پژوهش در پی آن است تا با استفاده از مدل «مثلث طلایی»، گذار از تبیین نظری مسائل به استقرار عملیاتی راهکارهای دیجیتال را در بستر شهرداری‌های ایران ترسیم نماید.

روش پژوهش

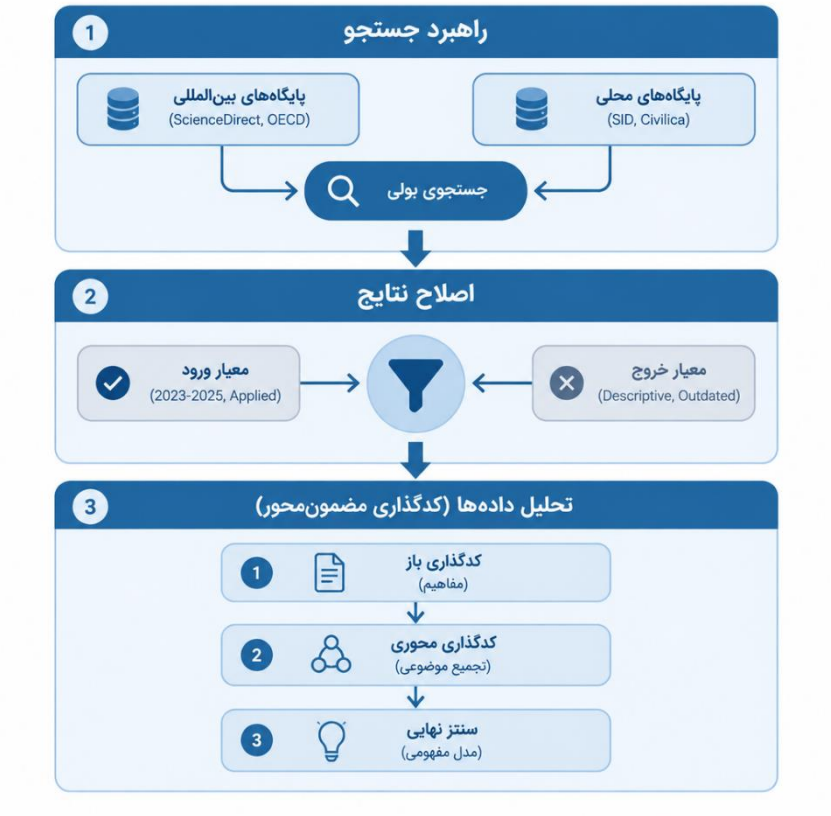
این مطالعه با هدف کاربردی و با بهره‌گیری از رویکرد «مرور نظام‌مند» فرآیند استخراج، تحلیل و ترکیب شواهد علمی را به انجام رسانده است تا چارچوبی جامع و عاری از سوگیری برای پیوند دادن فناوری‌های نوین با مالیه شهری ارائه دهد. در راستای دستیابی به این هدف، استراتژی جست‌وجو در دو لایه بین‌المللی و داخلی تعریف شد. در سطح بین‌المللی، پایگاه‌های معتبر علمی شامل ScienceDirect، MDPI، FrontierS و گزارش‌های سیاستی OECD به عنوان مرجع استاندارد مالیه مورد واکاوی قرار گرفتند و در سطح داخلی، برای تبیین بسترهای بومی و شناسایی مقتضیات شهرداری‌های ایران، پایگاه‌های SID، Civilica و نشریات تخصصی مدیریت شهری بررسی شدند. فرآیند جست‌وجو با بهره‌گیری از کلیدواژه‌های اصلی و منطق بولی صورت پذیرفت؛ به گونه‌ای که در حوزه بین‌الملل ترکیبی از مفاهیمِ مرتبط با درآمدهای شهرداری، حکمرانی بلاک‌چین و هوش مصنوعی و در حوزه فارسی واژگانی همچون «درآمد پایدار»، «عوارض شهری»، «هوشمندسازی شهرداری» و «بلاک‌چین در مدیریت شهری» هدف‌گذاری شدند.

به منظور پالایش نتایج و تمرکز بر ادبیات مرتبط، معیارهای مشخصی برای ورود و خروج مقالات تعیین گردید. در حوزه بین‌الملل، جهت تضمین نوآوری، مقالات منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۵ به عنوان استاندارد اصلی برگزیده شدند؛ در حالی که در حوزه فارسی، ضمن اولویت‌دهی به پژوهش‌های پنج سال اخیر، مقالات کلاسیک و پراستناد نیز جهت تبیین ریشه‌های نظری و ساختاری مسئله در ایران حفظ شدند. همچنین، مقالاتی که ارتباط مستقیمی با «حکمرانی مالی شهری»، «درآمدهای پایدار» و «فناوری‌های تحول‌آفرین» داشتند، وارد مرحله تحلیل شدند و مقالات فاقد رویکرد عملیاتی یا صرفاً توصیفی، از فرآیند تحلیل کنار گذاشته شدند.

در نهایت، تحلیل داده‌ها از طریق روش «کدگذاری موضوعی» در سه مرحله متوالی انجام پذیرفت. ابتدا با «کدگذاری باز»، مفاهیم و کارکردهای فنیِ مطرح‌شده در مقالات (مانند قراردادهای هوشمند، الگوریتم‌های پیش‌بینی و اینترنت

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

اشیاء) شناسایی شدند. سپس در مرحله «طبقه‌بندی محوری»، این کدها در قالب سه رکن اصلیِ مدل پیشنهادی، یعنی داده‌کاوی، بلاک‌چین و اینترنت اشیاء، خوشه‌بندی گردیدند. در گام نهایی یا «سنتزِ پژوهش»، یافته‌های مستخرج از ادبیات جهانی با شواهد و مقتضیات زمینه‌ایِ ایران (به‌ویژه موانع ساختاری و قانونی) تطبیق داده شد تا ضمن شناسایی شکاف‌های موجود، پیشنهادهای سیاستی کاربردی و متناسب با زیست‌بوم مدیریت شهری ایران استخراج گردد.



شکل (۱): مراحل اجرای تحقیق

یافته های پژوهش

یافته‌های حاصل از مرور نظام‌مند متون (۲۰۲۳–۲۰۲۵) نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین نه به صورت جزیره‌ای، بلکه در یک پیوستارِ درهم‌تنیده بر درآمدهای شهرداری اثرگذارند. این تحلیل در سه محورِ «داده‌کاوی»، «بلاک‌چین» و «اینترنت اشیاء» طبقه‌بندی شده است.

ماتریس کدگذاری موضوعی

به منظور انتظام‌بخشی به یافته‌ها، داده‌های استخراج‌شده در قالب ماتریس تحلیل محتوا کدگذاری شدند. این ماتریس نشان‌دهنده چگونگی تبدیل ابزارهای فناورانه به «خروجی‌های مالی» است:

جدول (۲): ماتریس کدگذاری موضوعی

محور اصلی (تم)	کدهای مفهومی (مکانیزم)	پیامد مالی/مدیریتی
داده‌کاوی (AI)	پروفایل‌سازی، مدل‌سازی پیش‌گویانه، کشف انحراف	کاهش شکاف مالیاتی و تخصیص بهینه منابع حسابرسی
بلاک‌چین	ثبت تغییرناپذیر، قرارداد هوشمند، شفافیت مشارکتی	حذف واسطه‌ها، کاهش فساد و وصول آنی (Real-time)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

اینترنت اشیاء (IoT)	پایش لحظه‌ای، عوارض بر اساس مصرف (Pay-per-use)	خلق درآمدهای خدماتی و کاهش هزینه‌های عملیاتی

یافته‌ها حاکی از آن است که هر یک از این فناوری‌ها نقشی مکمل در چرخه حیاتِ درآمدِ شهرداری ایفا می‌کنند:

- **داده‌کاوی؛ حلقه کشف و پیش‌بینی:** تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که ادارات درآمدیِ پیشرو با بهره‌گیری از الگوریتم‌های «پروفایل‌سازی مودیان»، به جای ممیزی کل، بر خوشه‌های پرریسک متمرکز می‌شوند. طبق گزارش OECD (۲۰۲۵)، این امر انحرافات مالی را به حداقل می‌رساند. در بستر شهرداری‌های ایران، تجمیع داده‌های مکانی (GIS) و پرونده‌های شهرسازی با مدل‌های پیش‌گویانه، می‌تواند ابزاری قدرتمند برای برآورد درآمدهای آتی و شناسایی فرار عوارضی باشد.
- **بلاک‌چین؛ حلقه اعتماد و وصول خودکار:** یافته‌ها مؤید آن است که بلاک‌چین به دو مانع اصلیِ شناسایی‌شده در ادبیات فارسی (فساد و بی‌شفافی) پاسخ فنی می‌دهد. Dehouche(2025) و Hassani et al(2023) تأکید دارند که قراردادهای هوشمند، وصول عوارض را از «فرآیند انسانیِ فسادپذیر» به «فرآیند کدیِ تغییرناپذیر» منتقل می‌کنند. این فناوری نه تنها ثبت تراکنش‌ها را تضمین می‌کند، بلکه با حذف واسطه‌ها، زمان واریز عوارض را به لحظه وقوع رویداد (مانند لحظه صدور پروانه) کاهش می‌دهد.
- **اینترنت اشیاء؛ حلقه تولید درآمد و کاهش هزینه:** این فناوری پاشنه آشیلِ اتکای بیش از حد به عوارض ساخت‌وساز (تراکم‌فروشی) را هدف می‌گیرد. معماری Ahmed et al(2024) نشان می‌دهد که چگونه سنسورهای شهری، عوارض خدماتی (مانند مدیریت پسماند یا پارکینگ) را به درآمدهای پایدار و مبتنی بر «حجم واقعی استفاده» تبدیل می‌کنند. تجربه بارسلونا نیز نشان‌دهنده پتانسیل بالای اینترنت اشیاء در کاهش هزینه‌های عملیاتی (سوخت، استهلاک، نیروی انسانی) و افزایش خالص درآمد شهر است (دانشکده کندی هاروارد، ۲۰۱۷).

بر اساس هم‌افزایی یافته‌های فوق، این پژوهش یک مدل عملیاتی چهارمرحله‌ای را برای شهرداری‌ها پیشنهاد می‌کند که در آن هر فناوری، ورودیِ تکنولوژی بعدی را تأمین می‌کند:

۱. **مرحله گردآوری:** سنسورها و سامانه‌های هوشمند، «داده‌های خام» (میزان پسماند، ترافیک، فضای پارک) را جمع‌آوری می‌کنند.
۲. **مرحله تحلیل** الگوریتم‌های داده‌کاوی، این داده‌های خام را به «اطلاعات استراتژیک» (پیش‌بینی درآمد، شناسایی مودیان، الگوهای مصرف) تبدیل می‌کنند.
۳. **مرحله اجرا:** بر اساس تحلیل‌های AI، قراردادهای هوشمند «عملیات مالی» (صدور فیش، کسر عوارض، ثبت خزانه) را به صورت خودکار و بدون واسطه اجرا می‌کنند.
۴. **مرحله بازخورد:** خروجی‌های مالی در یک داشبورد شفافِ بلاک‌چینی به شهروندان نمایش داده می‌شود که موجب افزایش اعتماد عمومی و تمکین داوطلبانه (نظریه انتخاب عمومی) می‌گردد.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572



شکل (۲): مدل مفهومی تحقیق

بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر با تحلیل نظام‌مندِ نقش فناوری‌های تحول‌آفرین نشان داد که گذار شهرداری‌ها از مدل‌های سنتی، بوروکراتیک و «واکنشی» به اکوسیستم‌های «پیش‌دستانه» و هوشمند، نه یک انتخاب سلیقه‌ای، بلکه یک ضرورت ساختاری برای بقا و پایداری مالی در عصر اقتصاد دیجیتال است. یافته‌های تحلیلی این مطالعه مؤید آن است که اتکای صرف به سیستم‌های مدیریت مالیِ قدیمی و حسابداری سنتی، به دلیل عدم انطباق با شتاب تغییرات کلان‌اقتصادی و پویایی رفتارهای مودیان، دیگر پاسخگوی نیازهای پیچیده مالیه شهری نیست. در مدل پیشنهادی، هم‌افزایی سه‌گانه اینترنت اشیا، داده‌کاوی پیشرفته و بلاک‌چین به عنوان موتور محرکه «حکمرانی مالی شهری» عمل می‌کند؛ سازوکاری که قادر است تعادل شکننده میان درآمدها و هزینه‌ها را به شکلی پویا، خودکار و بهینه‌سازی‌شده بازتعریف کند و پایداری جریان‌های نقدی را تضمین نماید.

از منظر تحلیل رفتار اقتصادی مودیان، ریشه اصلی پایین بودن تمکین مالیاتی و شیوع فرار عوارضی در جوامع شهری، وجود «توهم مالی» و شکاف عمیق اطلاعاتی میان شهروندان و ساختار اداری است. هنگامی که شهروندان درک روشنی از نحوه تخصیص و مصرف منابع نداشته باشند، فرار از پرداخت عوارض را یک رفتار عقلایی برای کاهش هزینه‌های فردی قلمداد می‌کنند. استقرار زنجیره بلوکی از طریق ایجاد شفافیت حداکثری و ردپای دیجیتالِ غیرقابل‌دستکاری، این توهم ساختاری را از میان برمی‌دارد. وقتی مودیان مشاهده کنند پرداخت عوارض به صورت هوشمند و آنی صرف پروژه‌هایی مشخص شده که داده‌های عملکردی آن نیز به طور زنده از بستر ابزارهای هوشمند شهری قابل رصد است، اعتماد عمومی احیا شده و «تمکین داوطلبانه» جایگزین هزینه‌های سنگین بازرسی، ممیزی و پیگیری‌های حقوقی می‌گردد.

با این حال، کارایی این فناوری‌ها در گرو حل چالش‌های زیرساختی و درون‌سازمانی است؛ چرا که بزرگ‌ترین مانع در این مسیر، جزیره‌ای بودن داده‌ها و فقدان یکپارچگی میان سامانه‌های موجود در شهرداری‌هاست. اگرچه ابزارهای جمع‌آوری داده توانایی ثبت حجم عظیمی از اطلاعات ترافیکی، ساختمانی و پسماند را دارند، اما بدون اتکا به الگوریتم‌های پیشرفته تحلیل داده، این جریان اطلاعاتی تنها به داده‌هایی پراکنده و فاقد ارزش عملیاتی تبدیل می‌شود. از سوی دیگر، موانع حقوقی و پذیرش قانونی اسناد دیجیتال و قراردادهای خودکار، سدی جدی در برابر پیاده‌سازی سراسری به شمار می‌رود. گذر از رویکردهای سنتی کاغذمحور به سمت سازوکارهای کدمحور، نیازمند بازنگری در آیین‌نامه‌ها و قوانین مالی

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

مدیریت شهری است تا زمینه اعتباربخشی حقوقی به تراکنش‌های دیجیتال فراهم آید و این ابزارها از سطح طرح‌های آزمایشی فراتر روند.

بر این اساس، به عنوان نخستین پیشنهاد سیاستی، طراحی و راه‌اندازی «محیط‌های آزمون مقرراتی» برای شهرداری‌ها ضرورتی انکارناپذیر است. در این چارچوب‌های کنترل‌شده و منعطف، مدیریت شهری می‌تواند فارغ از پیچیدگی‌ها و موانع مقرراتی موجود، قراردادهای هوشمند را در حوزه‌های با درآمد مستمر و خرد، نظیر عوارض پارک حاشیه‌ای، عوارض پسماند اصناف یا طرح‌های ترافیکی به صورت آزمایشی پیاده کند. این گام‌های مرحله‌ای و تدریجی، علاوه بر مهار ریسک‌های مالی و اجرایی، زمینه یادگیری سازمانی، بازنگری در قوانین دست‌وپاگیر و هم‌راستاسازی نهادهای بالادستی با الگوهای نوین را فراهم می‌آورد.

در گام بعدی، بازمهندسی رویکرد ذخیره‌سازی داده‌ها و حرکت به سوی داده‌کاوی فعالانه پیشنهاد می‌شود. شهرداری‌ها باید پایگاه‌های داده منفصل را در قالب یک پلتفرم جامع و متمرکز ادغام کنند تا جریان‌های اطلاعاتی مختلف به صورت هم‌افزا تحلیل شوند. کاربست الگوریتم‌های پیش‌بین بر روی این داده‌های یکپارچه، امکان شناسایی الگوهای نامتعارف، کم‌اظهاری‌ها، تخلفات ساختمانی و تغییر کاربری‌های غیرمجاز را پیش از تشدید کسری منابع فراهم می‌سازد و به شهرداری‌ها اجازه می‌دهد به جای واکنش‌های منفعلانه پس از وقوع بحران، درآمدهای بالقوه را با دقت بالا پیش‌بینی و وصول کنند.

سومین راهکار کاربردی، بسط شفافیت عملیاتی از طریق ایجاد داشبوردهای تعاملی و برخط برای عموم شهروندان است. دسترسی‌پذیری داده‌های مالیِ ثبت‌شده در بستر توزیع‌شده، ابزاری بنیادین برای بازسازی سرمایه اجتماعی به شمار می‌رود. انتشار گزارش‌های لحظه‌ای از نحوه هزینه‌کرد عوارض دریافتی در طرح‌های توسعه‌ای، زیست‌محیطی و خدماتی محلات، حس تعلق و نظارت همگانی را تقویت کرده و مقاومت روانی جامعه در برابر پرداخت عوارض شهری را به حداقل می‌رساند.

در نهایت، افق آینده مدیریت مالی شهری بر مدار حکمرانی غیرمتمرکز، داده‌محور و الگوریتمی شکل خواهد گرفت. این دگرگونی اگرچه در آغاز با مقاومت‌های نهادی و ابهامات رویه‌ای روبروست، اما ترکیب هوشمند ابزارهای تحلیل و ثبت تراکنش، شهرداری‌ها را از ساختارهایی پرهزینه و وابسته به درآمدهای ناپایدار به سازمان‌هایی چابک، شفاف و خوداتکا تبدیل می‌کند. تحقق این هدف پیش از هر چیز در گرو تغییر نگرش مدیران شهری از الگوهای سنتی مبتنی بر اداره صرف بودجه به سمت مدیریت ارزش‌آفرین و بهره‌گیری راهبردی از دارایی‌های داده‌ای است.

منابع

- ✓ فیضی توتکله، م.، و همکاران، (۱۴۰۱)، واکاوی وابستگی شهرداری‌ها به درآمدهای ناپایدار و راهکارهای اصلاح نظام وصول عوارض شهری، فصلنامه مدیریت شهری و منطقه‌ای، دوره ۲۰، شماره ۵، صص ۱۵-۳۴.
- ✓ قلی‌پور، آ.، و همکاران، (۱۳۹۸)، شناسایی روش‌های درآمدزایی شهرداری و تحلیل موانع توسعه‌یافتگی: مطالعه موردی شهرداری ارومیه، مجله مدیریت شهری و روستایی، دوره ۱۸، شماره ۴۵، صص ۴۵-۶۲.
- ✓ Ahmed, S., et al. (2024). AI and IoT-based framework for smart municipal waste management and revenue optimization. Journal of Urban Technology, 15(2), 112-130.
- ✓ Becker, G. S. (1968). Crime and punishment: An economic approach. Journal of Political Economy, 76(2), 169–217.
- ✓ Buchanan, J. M., & Tullock, G. (1962). The Calculus of Consent: Logical Foundations of Constitutional Democracy. University of Michigan Press.

- ✓ Dehouche, N. (2025). Distributed ledger technology in private cities and special economic zones: Challenges for accountability. Governance and Digital Policy, 10(1), 45-60.
- ✓ Harvard Kennedy School. (2017). Smart parking and revenue generation in Barcelona: A case study. HKS Case Studies Publishing.
- ✓ Hassani, H., Huang, X., & Silva, E. (2023). Blockchain and public sector financial management: A systematic evaluation of distributed ledgers. Technology in Society, 74, 102315.
- ✓ Kumar, A., & Singh, R. (2024). Data-driven taxpayer profiling for municipal revenue enhancement: An AI-based approach. Public Administration Review, 33(4), 301-319.
- ✓ OECD. (2025). Digital transformation in tax administration: Trends, challenges, and policy implications. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/example-doi
- ✓ Torgler, B. (2024). Tax compliance, institutional trust, and civic duty in the algorithmic era. Public Choice, 198(1–2), 45–68.
- ✓ Zhang, Y., Wang, L., & Liu, H. (2025). Predictive fiscal modeling for smart cities using deep learning and macro-economic volatility indices. Cities, 148, 104882.